

机械零件结构工艺性 300例

戴起勋 编



机械零件结构工艺性 300 例

戴起勋 编



机械工业出版社

机械零部件的工艺性问题是现代工业生产中提高效益、确保产品质量的关键。零部件的结构应满足在制造、维修全过程中符合科学性、可行性和经济性的要求。工艺性具有整体性、相对性和灵活性的特点。本书介绍了零部件结构工艺性的大量应用实例。内容包括铸造、压力加工、焊接、粉末冶金、热处理、切削加工、装配与维修等工艺过程中涉及到的各种工艺性问题。另外,还介绍了工装夹具、密封、联接、陶瓷件等零部件的结构设计有关的工艺性实例。

本书可供机电设计工作者和工艺人员使用,也可作为大专院校机械电子类、材料类专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件结构工艺性 300 例/戴起勋编. —北京:机械工业出版社,
2003.10

ISBN 7-111-12847-8

I. 机… II. 戴… III. 机械元件—结构—工艺 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 070570 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张秀恩 王兴垣 封面设计:陈沛 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·4.625 印张·278 千字

0 001—4 000 册

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

序 言

在机械工业生产过程中,零部件的设计工作是第一步。机械零部件的结构工艺性问题是现代工业生产中提高效益、确保产品质量的关键。零部件加工各阶段的工艺内容主要是根据设计阶段早已确定的结构设计方案进行的。产品零部件的结构设计在很大程度上决定了采用何种工艺手段及其工艺性。所以零部件的结构设计除满足其使用功能的要求外,还必须满足其在制造、维修全过程中符合科学性、可行性和经济性的要求,即零部件结构设计应具有良好的结构工艺性。结构工艺性是机械零部件设计的基准之一,同时也是工艺人员必须高度重视的问题。结构设计和加工工艺设计有机地结合起来,系统、全面、综合地分析和解决零部件结构工艺性的问题,这对提高产品的技术经济效益有很大的意义。

由于对零部件的使用功能和经济性等要求的不断提高,新材料、新工艺、新设备、新技术等的不断出现,零部件的结构也有了比较大的发展,相应的工艺性也有了一定的变化。

本书比较系统地介绍了机械零件的铸造、压力加工、焊接、粉末冶金、热处理、切削加工、装配与维修等工艺的结构工艺性,还介绍了工装夹具、密封、联接、陶瓷件等零部件的结构设计有关的工艺性实例。力求正确处理结构与工艺、各工艺之间的联系与矛盾。全书体现了零部件结构工艺性的整体性、相对性和灵活性的特点。大部分例子具有典型性,有普遍的指导意义,为了说明工艺性的某些问题,也列举了一些个别的例子。

本书采用改进前及改进后图示和简要文字说明的方法,介绍了零部件结构设计的知识和经验。力求简单明白,对概念和基本原理不作详细介绍。篇幅不多,直观实用。

本书由江苏大学戴起勋编写。全书经火树鹏、钱龙珠等审阅。

由于编者的知识面有限,书中错漏不当之处,敬请各位同行和读者指正。在编写过程中,引用了不少参考文献资料,在此对这些参考文献的作者表示衷心的感谢。

编 者

2003年9月12日

目 录

序言

第1章 铸件结构工艺性设计	1
例1 外形应尽量简单	1
例2 外形应有结构斜度	2
例3 外形上应使分型面力求简单	2
例4 分型面数量应尽量减少	2
例5 形状设计应便于直接起模	2
例6 外形凸台应不使砂层厚度太小	3
例7 外壁上加强筋应合理布置	3
例8 外形设计应尽量避免曲面	3
例9 外形尺寸应尽可能紧凑	4
例10 应尽可能简化内腔形状, 少用型芯	4
例11 应使型芯便于固定, 容易出气及下芯方便	5
例12 内腔设计应考虑出砂方便	5
例13 内腔设计应避免狭长、窄小	6
例14 应注意内腔最小尺寸的合理设计	6
例15 应尽量避免厚薄不均匀处用小圆角	6
例16 在平行方向两壁间过渡应平滑	6
例17 两壁交叉应避免尖角和热节	7
例18 凸台应有圆角, 孔尽可能铸出	7
例19 消除侧凹便于直接抽芯	7
例20 壁厚应尽可能均匀以避免产生缩孔等缺陷	8
例21 消除深腔及细长深孔	8
例22 应避免型芯交叉	8
例23 消除厚壁结构, 采用薄壁凸台结构	9
例24 压铸件结构设计应避免尖角	9
例25 消除不易压出的侧凹	10
例26 改进结构便于抽芯脱型	10
例27 铸件壁的连接应有过渡和圆角	10
例28 V形连接角度不能过小	11
例29 尽量将连接处金属集聚点分散	11
例30 改进结构将热节分散或减少	11

例 31	改进结构, 避免急骤转折	12
例 32	避免用一个盖板与两个以上零件相连	12
例 33	避免嵌入式的盖与罩	12
例 34	避免容易产生错箱的结构	12
例 35	考虑凝固顺序设计铸件壁厚	13
例 36	应注意铸件本体与镶嵌体壁厚的比例	13
例 37	镶嵌体不应有尖角, 并尽量远离高温处	13
例 38	相距很近的凸台可将其连接起来	14
例 39	内壁厚应小于外壁厚	14
例 40	利用加筋结构防止变形	14
例 41	尽量避免设计铸件大平面	14
例 42	应避免厚大截面的设计	15
例 43	应避免产生过大的铸造应力	15
例 44	应注意铸造变形	15
例 45	铸件结构设计应考虑热处理工艺性	15
例 46	结构设计应注意便于涂装	16
例 47	采用凸边以减少零件结合处的修整量	16
例 48	铸焊结构应注意分割面	16
例 49	铸焊结构中断面有变化或形状复杂部分一般采用铸件	16
例 50	改铸件为冲焊结构	17
例 51	改锻件为铸锻焊结构	17
例 52	尽可能减少壁厚, 节约材料	17
例 53	考虑电镀工艺性的结构形状设计	18
第 2 章	压力加工结构工艺性设计	20
例 54	自由锻件结构应力求简单、对称	20
例 55	自由锻件结构应合理设计余块	22
例 56	自由锻件凸台的设计	22
例 57	带孔的自由锻件设计原则	22
例 58	模锻件的截面形状和尺寸不宜急剧变化	23
例 59	模锻件分模面的选择应尽量锻出非加工面	23
例 60	模锻件分模面的选择应尽量能锻粗成形	23
例 61	模锻件分模面的选择应尽量采用平直面	24
例 62	圆盘类模锻件应采用径向分模	24
例 63	较复杂的模锻件分模面的选择	24
例 64	模锻件分模面的选择应注意侧向力的平衡	25

例 65	多向分模分模面的合理选择	25
例 66	外形近似的模锻件应尽量设计成对称结构	26
例 67	对成形困难的模锻件应降低工艺难度	26
例 68	锻件上的圆角半径应适当	26
例 69	高筋锻件可采用先模锻后弯曲成形	27
例 70	形状复杂的锻件可采用锻焊组合结构	27
例 71	有些零件可设计成两件合锻	27
例 72	杆件的中部和尾部应避免凹档或锥体	27
例 73	模锻件结构设计应注意体积差	28
例 74	应避免带孔平锻件纵面上的横截面逐步缩小	28
例 75	有孔平锻件壁厚不可过薄	28
例 76	应合理设计模锻斜度	28
例 77	应合理设计模锻件的凸台	29
例 78	应合理设计模锻件的筋	29
例 79	根据零件结构合理选择成形工艺方法	30
例 80	合理选择压料面与成形方向的相对位置	30
例 81	冷挤压件的断面形状尽可能对称	31
例 82	冷挤压零件断面积之差不宜过大	31
例 83	应注意冷挤压件不同断面间的过渡	31
例 84	冷挤压件底部不应有凹下的浅孔或不大的凸起	32
例 85	空心冷挤压件的内、外壁应避免锥形	32
例 86	冷挤压件的壁部内外应避免出现阶梯形	32
例 87	冷挤压件应避免细小深孔、沟槽、侧孔和螺纹	32
例 88	弯曲件的圆角半径应大于材料的最小弯曲半径	33
例 89	弯曲件的直边高度应大于两倍的材料厚度	33
例 90	弯曲件上的孔应避开弯曲变形区	33
例 91	弯曲宽窄不同部分的零件时应注意弯曲线的位置	33
例 92	拉深件的圆角应尽量放大些	34
例 93	拉深件的凸缘不宜太宽, 并尽可能一致	34
例 94	对于半敞开零件及非对称零件可考虑成对设计	34
例 95	零件上冲出凸部的高度不能太大	35
例 96	应尽量避免模锻时工件表面为自由弯曲	35
第 3 章	焊接结构工艺性设计	36
例 97	尽可能减少焊缝数量	36
例 98	合理安排焊缝位置	37

例 99	焊缝应避免过密或交叉	37
例 100	焊缝应尽量避免最大应力或应力集中处	38
例 101	焊缝应尽量避免加工面	38
例 102	不同厚度工件焊接应注意平滑过渡	38
例 103	应正确选用接头形式	38
例 104	应避免三轴交叉的焊缝	39
例 105	采用刚性较小的接头形式	39
例 106	避免应力集中	39
例 107	应尽量使焊接端部角度平缓	40
例 108	受弯曲的焊缝未焊的一侧不要放在拉应力区	40
例 109	手工电弧焊时要考虑焊条操作空间	40
例 110	埋弧自动焊时应考虑接头处便于存放焊剂	40
例 111	点焊或缝焊应考虑电极伸入方便	40
例 112	机械结构受拉焊缝的设计	41
例 113	采用合适的焊接工艺, 避免焊接裂纹	41
例 114	改变接头形式降低接头应力	41
例 115	改变结构形式避免焊缝过分集中	42
例 116	采用合理的焊接接头, 尽量避免应力集中	42
第 4 章	粉末冶金零件结构工艺性设计	43
例 117	应避免倒锥度、内外螺纹的结构设计	43
例 118	应尽量避免径向槽、孔、油槽的结构设计	44
例 119	直角或锐角交叉的孔不可同时压制	44
例 120	尽量避免壁厚 $<1.5\text{mm}$ 的局部薄壁	45
例 121	尽量避免模具出现脆弱的尖角	45
例 122	截面过渡处应设计成圆角	46
例 123	结构设计应考虑易于压制	46
例 124	避免设计过深的凸起、沉孔和凹槽	46
例 125	避免与压制方向平行的内孔无锥度	47
例 126	结构设计应考虑简化模具加工	47
例 127	结构设计应考虑延长模具寿命	47
例 128	阶梯形台阶不宜过薄	47
例 129	结构设计应改善压坯的压制质量	48
第 5 章	零件热处理结构工艺性设计	49
例 130	避免孔距离边缘太近	49
例 131	避免不通孔、死角	50

例 132	避免结构尺寸厚薄相差悬殊	50
例 133	避免尖角、棱角	50
例 134	避免断面突变, 增大过渡圆角	51
例 135	零件形状应力求对称	51
例 136	零件应有足够的刚度	51
例 137	避免开口形零件淬火	52
例 138	在可能的条件下将零件设计成组合件	52
例 139	对容易变形开裂的零件改选合适的材料	52
例 140	适当调整零件热处理前的加工余量	53
例 141	合理调整加工工序, 改善热处理工艺性	53
例 142	从实际工作条件出发适当修正技术要求	54
例 143	采用合适的热处理工艺	54
例 144	采用合理的热处理工艺操作	55
例 145	改善零件最终热处理前的质量	55
例 146	积极采用新工艺、新设备、新材料	56
例 147	热处理工艺性对齿轮结构设计的一般要求	56
例 148	一般情况下不宜设计齿宽比齿轮直径大的柱形齿轮	56
例 149	二联或三联齿轮高频感应加热淬火时应 合理设计齿部两端面的间距	57
例 150	合理设计需高频感应加热淬火的带拨叉齿轮的尺寸	57
例 151	合理安排有深槽的淬火齿轮的加工工序	57
例 152	平齿条应避免高频感应加热淬火	57
例 153	齿轮结构设计有时需要有附加余量	57
例 154	齿轮有关尺寸设计应考虑热处理工艺性	58
例 155	齿圈和轮辐尺寸设计要合理	59
例 156	渗碳齿轮应加开工艺孔	59
例 157	全部齿一次加热高频感应加热淬火时, 尺寸要合理	59
例 158	齿部和端面均要求高频感应加热淬火时, 其间距要合适	59
例 159	内外齿均需高频感应加热淬火时要正确设计两齿根圆间的距离	60
例 160	不同直径轴类高频感应加热淬火件允许有合理的淬火过渡区	60
例 161	高频感应加热淬火件的结构应考虑热处理工艺性	61
例 162	高频感应加热淬火件应有合理的热处理技术要求	61
例 163	感应加热淬火件应尽可能避免产生尖角效应	62
第 6 章	零件切削加工结构工艺性设计	63
例 164	钻削过程中禁忌一侧切削, 一侧空载	63

例 165	减少结构要素的种类和规格	64
例 166	定位可靠, 夹紧简便	65
例 167	应考虑减少装夹次数	66
例 168	减少机床调整次数	67
例 169	减少刀具调整、刃磨和交换次数	67
例 170	减少走刀次数和行程	68
例 171	刀具或砂轮应能顺利地进入和退出加工表面	68
例 172	减少并便于去除毛刺	69
例 173	大件、长件设计应便于吊运	70
例 174	结构设计应便于检测	70
例 175	减少材料的切除量	71
例 176	合理布置加强筋, 提高工件刚度	72
例 177	合理应用弹性挡圈, 简化结构	72
例 178	合理应用组合结构以减少加工量	73
例 179	合理应用组合结构以减小内表面加工难度	73
例 180	应合理设计加工平面	74
例 181	结构设计应尽量减小加工难度	74
例 182	结构设计应避免不通孔、凹窝和不穿透的槽	75
例 183	应尽量避免内沟槽的设计	76
例 184	合理设计结构, 降低技术要求	77
例 185	设计基准应与工艺基准相互重合	77
例 186	避免切削振动和冲击	77
例 187	要求较高位置精度的零件应尽可能一次装夹加工表面	78
例 188	对两个质量要求高的表面不宜同时加工	78
例 189	避免难加工的结构	78
例 190	标注尺寸要考虑加工和测量方便	79
例 191	零件形状设计应考虑加工方法及刀具的限制	79
例 192	相配零件设计时要注意各种加工所产生的圆角形状	80
例 193	应注意排屑的结构工艺性	81
例 194	应注意防屑的结构工艺性	82
第 7 章	零部件装配和维修结构工艺性设计	83
例 195	尽可能组成单独的部件或装配单元	83
例 196	同一轴上的零件尽可能考虑从箱体一端成套装卸	84
例 197	具有装配位置精度要求的零件应有定位基面	84
例 198	互有定位要求的零件应尽量采用同一定位基准	84

例 199	同时有几个表面相配合应避免同时入孔装配	85
例 200	应考虑装配时能方便地找正定位	85
例 201	轴与套相配部分较长时应在轴或套上作空刀槽	86
例 202	紧固件应尽量布置在易于拆装的部位	86
例 203	装配时形成密封腔处应有排气通道	86
例 204	应避免其他表面与配合表面相接触	86
例 205	配合件的进入端应倒棱或倒角	87
例 206	应有必要的装配空间	87
例 207	装有轴承的轴应避免装拆轴承时擦伤轴的表面	87
例 208	在零件端面上作必要的工艺孔	87
例 209	应使轴承拆卸方便	88
例 210	采用锥度配合时, 锥形轴头应有伸出部分	88
例 211	配合件要有足够面积的轴肩轴向定位	88
例 212	铸件的加工面与不加工面处应留有充分大的间隙	89
例 213	定位销孔应尽可能钻通	89
例 214	螺孔孔口和螺钉头部均应倒角	89
例 215	使需要配研的部位便于进行配研	89
例 216	有些配合面上不应加销或键	89
例 217	应使轴肩部位承受较大的推力	90
例 218	螺栓长度要适当	90
例 219	螺纹旋合长度要适当	90
例 220	有些双头螺栓应注意联接工艺性	90
例 221	应使螺母在全厚上有螺纹配合	91
例 222	不要使螺钉相交	91
例 223	止动要确实可靠	91
例 224	承受推拉往复载荷的螺母必须锁紧	91
例 225	高速旋转体的紧固螺栓的头部不要伸出	92
例 226	要考虑联接螺栓的安装位置	92
例 227	要注意沉头螺钉的止动效果不好	93
例 228	防止用螺母紧固长轴中间的安装件时轴发生弯曲	93
例 229	避免螺母不易拧紧的情况	93
例 230	尽量避免或减少轴肩处的应力集中	94
例 231	避免热装时的应力集中和变形	94
例 232	采用毛毡密封容易漏油	94
例 233	增加环形槽和回油孔防漏	95

例 234	密封盖上有轴向力作用时应注意密封的可靠性	95
例 235	零件上的装饰性筋条应避免直接对缝联接	95
例 236	应避免装配时的切削加工	95
例 237	采用可动补偿环, 改善装配工艺性	96
例 238	调整补偿环应考虑测量方便	96
例 239	调整补偿环应考虑调整方便	97
例 240	合理设置调整补偿	97
例 241	自动装配的零件设计应有利于自动给料	97
例 242	自动装配的零件设计应有利于自动传送	98
例 243	自动装配的零件设计应有利于装配	99
例 244	自动装配的零件设计应使定位简便可靠	99
例 245	自动装配的零件尽可能设计成从上面进行组装	100
例 246	从总体成本考虑自动装配零件的设计, 应减少零件数量	100
例 247	自动装配的轴类零件设计应加工出倒角	100
例 248	相邻部件的固定应互不妨碍	100
例 249	相配零部件间应使定位迅速	101
例 250	尽量保留修复加工的定位基准	101
例 251	管道设计中应考虑安装方便, 减少维修工作量	101
例 252	安全联轴器设计的维修工艺性	102
例 253	零件结构设计需预先设置拆卸工具的着力点	102
例 254	结构设计应便于零部件正确安装	103
例 255	装配时要注意零件的导向	104
例 256	有时需要用夹具使零件定位	104
例 257	应合理安装 O 形环	104
例 258	便于工件装卸的结构工艺性	104
例 259	夹具零件设计也应注意装配工艺性	105
例 260	夹具结构设计应考虑维修工艺性	106
第 8 章	零部件结构工艺性设计的其他问题	107
例 261	要注意轴上键槽处引起的应力集中	107
例 262	要减小轴在过盈配合处的应力集中	108
例 263	空心轴的键槽下部壁厚不要太薄	108
例 264	不通孔中装入过盈配合轴应考虑排出空气	108
例 265	合理布置轴上零件和改进结构以减小轴的受力	108
例 266	轴上零件的定位要采用轴肩或轴环	109
例 267	陶瓷零件结构设计要点	109

例 268	采用先进复合技术, 保证陶瓷活塞的使用性能	109
例 269	陶瓷与金属的镶嵌应注意紧密可靠	110
例 270	陶瓷与金属的结合应注意热膨胀系数相近	110
例 271	陶瓷与金属的结合可采用特种工艺	110
例 272	高温下工作的零件可采用陶瓷涂层	110
例 273	导向支撑板用作定位表面, 应在其下方开出沟槽	111
例 274	互成直角的夹具定位表面, 应留有适当空位	111
例 275	定位销不要用螺纹与夹具体联接	111
例 276	工件以孔定位时, 定位销应有导向锥	111
例 277	防止工件或夹具元件错装	112
例 278	夹具元件设计要考虑加工工艺性	113
例 279	夹具设计要考虑夹具的使用寿命	114
例 280	夹具设计要考虑元件的强度	115
例 281	模具结构设计要考虑冲压技术的安全性	115
例 282	弯曲件的连接桥与定位工艺孔的设置	117
例 283	当凸模与凹模均用镶拼结构时, 其接缝位置不应重合	117
例 284	应合理设计板料碾纹与弯曲线的夹角	117
例 285	注意零部件设计应为安全形状	118
例 286	零件结构设计应注意其系统的可靠性	118
例 287	应考虑螺纹加工的工艺性	119
例 288	应注意零部件的固定方法	119
例 289	尽可能采用不损伤联结件母材的联接螺栓	119
例 290	避免易腐蚀的螺钉结构	120
例 291	销在设计和应用中应注意的问题	120
例 292	滑动轴承的油沟尺寸、位置和形状应合理	121
例 293	滑动轴承设计应防止切断油膜	121
例 294	滑动轴承设计应考虑磨损的间隙能调整	121
例 295	滑动轴承设计应避免发生阶梯磨损	122
例 296	合理选择联轴器类型	122
例 297	用平键分别固定两零件时, 键槽应在同一母线上	122
例 298	利用切口工艺, 简化冲压件设计	123
例 299	对于形状复杂的零件, 可用组合设计成形	123
例 300	应合理设计箱体的孔系	123
例 301	合理设计塑料件的结构	124
例 302	不宜在大轴的轴端直接联接小轴	126

例 303	组合螺旋弹簧旋向应相反	126
例 304	环形弹簧应考虑其复位问题	126
例 305	应注意板弹簧的磨损和润滑	127
例 306	为吸收振动, 零件应有较强的阻尼性	127
例 307	单螺旋齿轮的轴受推力的一边应设计成阶梯配合	127
例 308	箱体剖分应避免刚性不足	127
例 309	改进零部件结构, 节约材料, 减轻机器重量	128
例 310	采用组合模具结构设计, 避免应力集中	129
例 311	考虑应力状态, 优化模具结构设计	130
例 312	改进模具水冷内腔结构, 提高模具寿命	131
参考文献		132

第 1 章 铸件结构工艺性设计

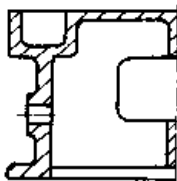
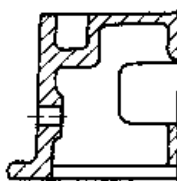
铸件工艺性是指零件或毛坯在满足设计要求的前提下，采用铸造方法制造的可行性和经济性。设计者确定零件的材质并设计零件的形状、结构和尺寸，所以铸件工艺性也主要与铸件的形状、结构、尺寸及材质等因素密切相关。铸件结构除应符合本身的使用功能外，还应符合铸造工艺过程及相关加工工艺过程的要求。这种对于铸造过程及相关工艺过程的铸件结构的合理性称为铸件结构工艺性。它极大地影响了制造生产率和生产成本，有时还影响了零部件的使用功能。

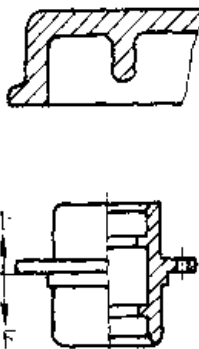
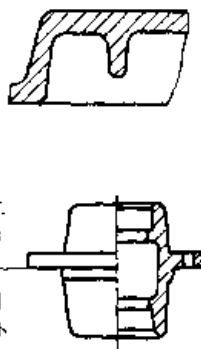
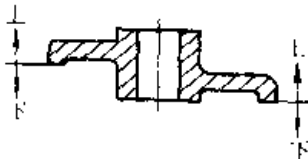
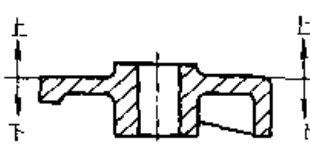
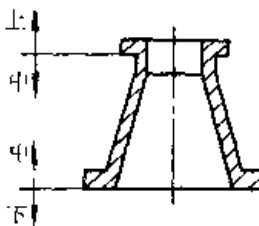
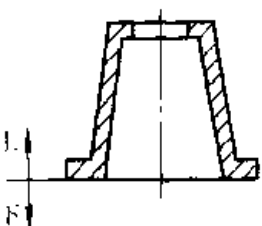
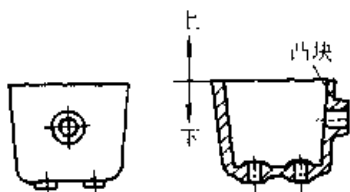
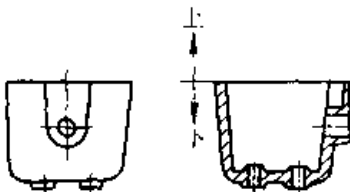
铸件结构工艺性设计应考虑铸造工艺过程。铸造方法有砂型、金属型及离心铸造等造型方法。铸造工艺过程是比较复杂的。在确定铸造方法后进行铸件结构设计时，应仔细考虑铸造工艺过程的各工序，使所设计的铸件结构有利于各工序的完成。

铸件结构工艺性设计应考虑铸造工艺过程的特点。要充分考虑铸造工艺过程的规律，尽可能避免产生各种铸造缺陷，如浇不足、冷隔、缩孔、疏松等。

铸件结构工艺性设计还应考虑铸造方法的特点。结构工艺性与铸造工艺密切相关。不同的铸造方法有不同的工艺特点。选用不同的铸造方法则要求设计不同的结构。另外，不同的合金有不同的铸造工艺性能，这在设计时也必须要考虑的。

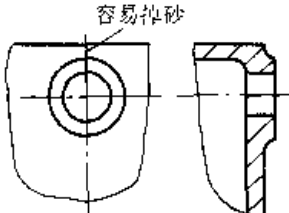
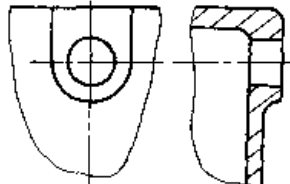
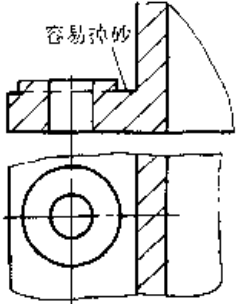
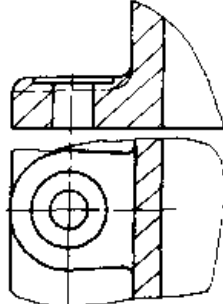
铸件结构工艺性设计不能脱离具体的生产条件。结构工艺性好坏的衡量是相对的。主要的铸件结构要素有铸件的外部形状、内腔形状、壁厚、加强筋的形状及尺寸、壁的过渡与连接、铸造圆角、凸台、铸孔（或槽）、铸造斜度等等。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例1 外形应尽量简单		
		尽量减少外形上的凹凸部分

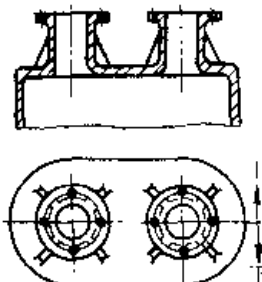
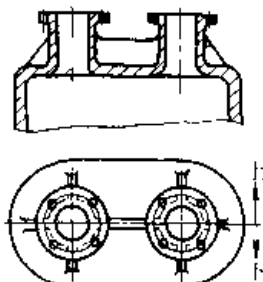
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 2 外形应有结构斜度		
		外形上应有结构斜度以便于起模。在内外形于起模方向上应设计有一定的结构斜度。当为两件装配时, 应注意使两件在装配面上的结构斜度一致
例 3 外形上应使分型面力求简单		
		分型面应尽量设计在同一平面内, 以使分型面的形状简单
例 4 分型面数量应尽量减少		
		改进后由三箱造型变为两箱造型, 简化了操作
例 5 形状设计应便于直接起模		
		改进后使凸台能直接起模, 减少活块, 便于造型

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

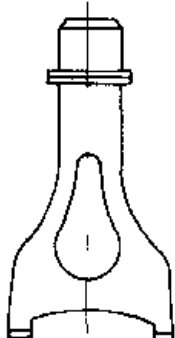
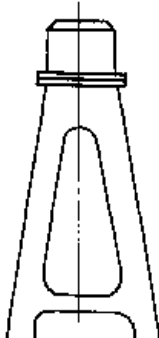
例6 外形凸台应不使砂层厚度太小

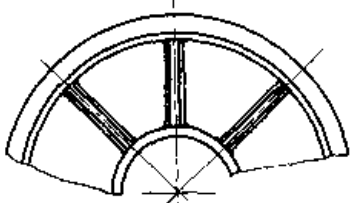
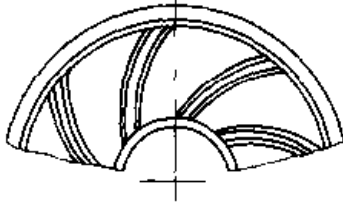
		离平面很近或相切的圆凸台砂型强度差, 应改为直圆台
		圆凸台侧壁沟缝处容易掉砂, 可改为机械加工平面

例7 外壁上加强筋应合理布置

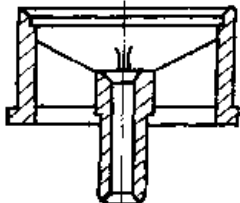
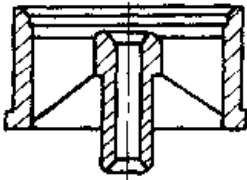
		外壁上加强筋应合理布置, 便于直接起模
---	--	----------------------------

例8 外形设计应尽量避免曲面

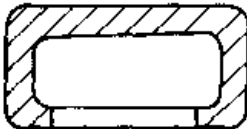
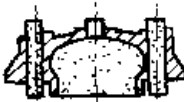
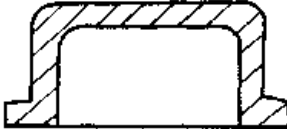
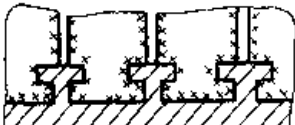
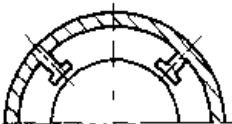
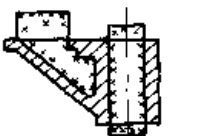
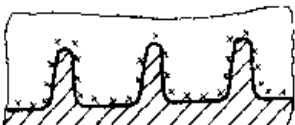
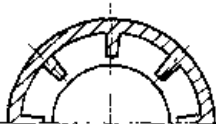
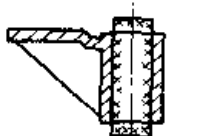
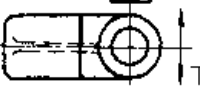
		原设计的机座两侧为双曲线型, 腹板空心处及底部均是弧形, 工艺性差。改进后曲面改为平直面, 简化了制模过程, 节约了劳动量
---	---	--

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		有时为避免产生铸造缺陷, 局部采用曲面还是可行的。原设计的轮辐是直的, 为避免产生裂纹, 可将轮辐改为弯曲的弧面结构, 保证了铸件质量

例9 外形尺寸应尽可能紧凑

		改进后的结构可减少砂箱体积, 降低造型费用
---	---	-----------------------

例10 应尽可能简化内腔形状, 少用型芯

  需成型芯	  不需成型芯	改进后的结构将内腔做成开式, 可不用型芯
   	   	改进后的型芯结构简单

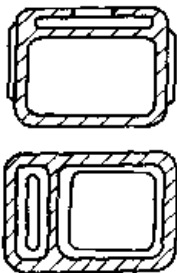
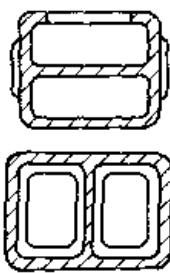
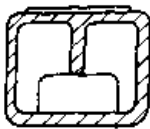
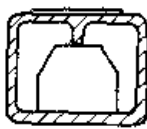
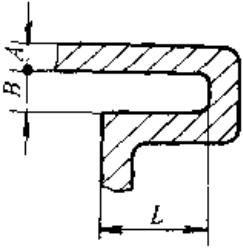
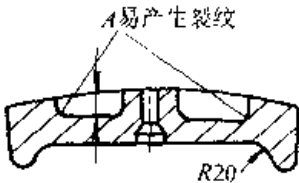
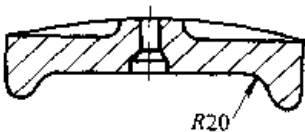
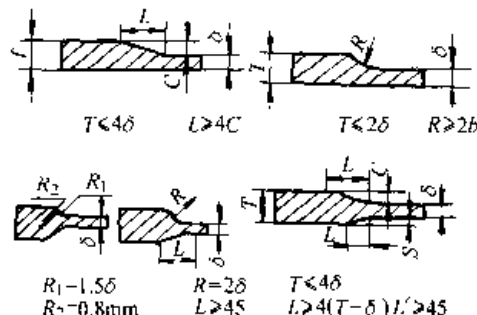
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		在强度和刚度允许的情况下，将箱形结构改为筋骨形结构，可减少或不用型芯

例 11 应使型芯便于固定，容易出气及下芯方便

		改进后的结构不仅减少了型芯，还可不用芯撑
		改进前下芯极为不便，改进后可先放入两边型芯，再放入中间芯，操作方便
		改进后的结构有利于型芯的固定和排气

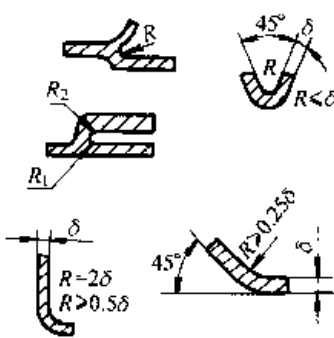
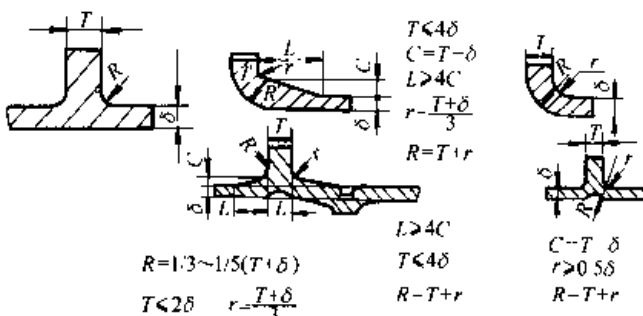
例 12 内腔设计应考虑出砂方便

		改进后的结构均增大了出砂孔，便于清理
--	--	--------------------

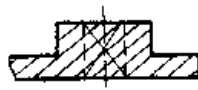
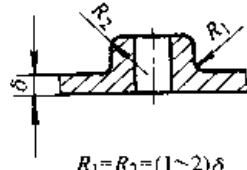
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 13 内腔设计应避免狭长、窄小		
		细小、窄长的内腔不容易打制，且型砂易烧结。可能情况下尽量采用对称结构以减少芯盒数量
		内腔中的筋也要避免狭长，因型芯中狭长沟槽不易上涂料
例 14 应注意内腔最小尺寸的合理设计		
		砂型铸造自带型芯内腔最小尺寸与零件的尺寸及造型方法有关，大致比例是： $B > A, L < 3B$
例 15 应尽量避免厚薄不均匀处用小圆角		
		金属型铸件结构设计时要尽量避免厚薄不均匀处用小圆角，否则容易导致开裂。如图 A 处易产生裂纹，改进后消除
例 16 在平行方向两壁间过渡应平滑		
 $T < 4\delta$ $L > 4C$ $T < 2\delta$ $R \geq 2b$ $R_1 = 1.5\delta$ $R = 2\delta$ $T < 4\delta$ $R_2 = 0.8mm$ $L > 4\delta$ $L > 4(T - \delta) / \delta > 45$		熔模铸造件在平行方向两壁间过渡应渐进平滑，以避免产生裂纹

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

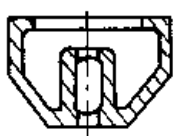
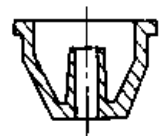
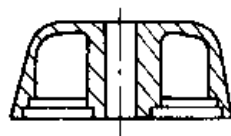
例 17 两壁交叉应避免尖角和热节

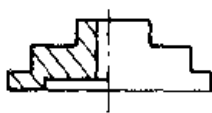
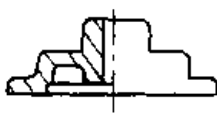
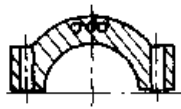
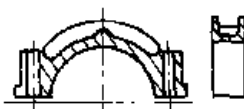
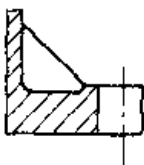
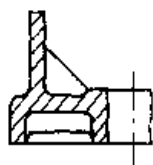
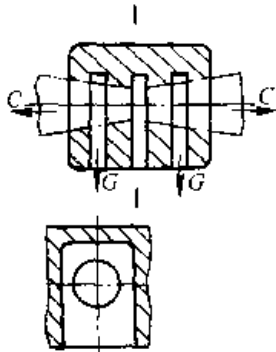
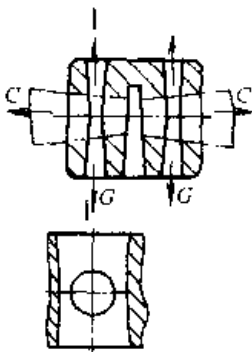
		熔模铸造件厚度相同的两壁在不同方向交叉时, 应避免热节产生, 并且应圆角过渡
		熔模铸造件厚度不同的两壁交叉时, 也应避免尖角和热节

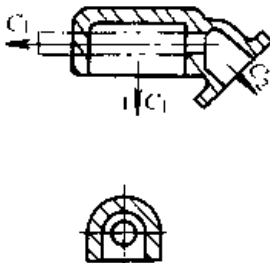
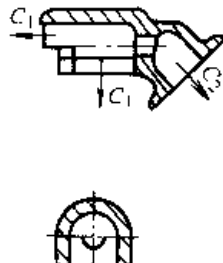
例 18 凸台应有圆角, 孔尽可能铸出

 (孔不铸出)	 $R_1 = R_2 = (1 \sim 2)\delta$	凸台应有圆角, 孔尽可能铸出, 以减少热节
---	--	-----------------------

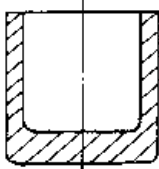
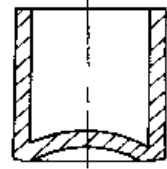
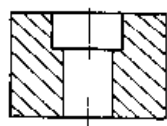
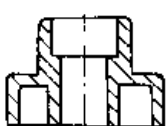
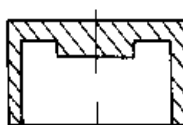
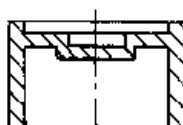
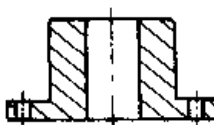
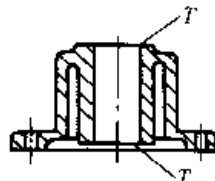
例 19 消除侧凹便于直接抽芯

		改进后的结构使压铸型制造方便
		

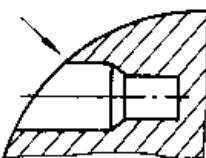
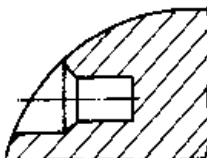
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 20 壁厚应尽可能均匀以避免产生缩孔等缺陷		
		使壁厚均匀
		利用镶嵌件消除缩孔、气孔等缺陷
		用增加筋的方法减小壁厚, 使壁厚均匀
		壁厚相差太大, 易出现缩孔。改进后, 均匀壁厚并且加筋
例 21 消除深腔及细长深孔		
		改进后的结构消除了深孔
例 22 应避免型芯交叉		
		芯 C 与芯 G 原交叉, 改进后避免了交叉

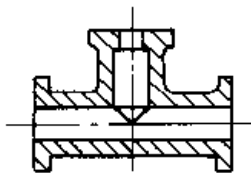
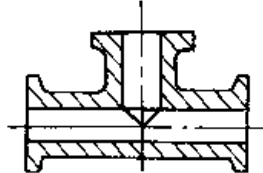
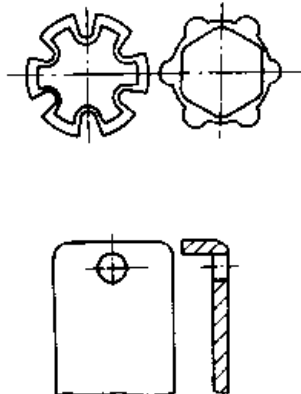
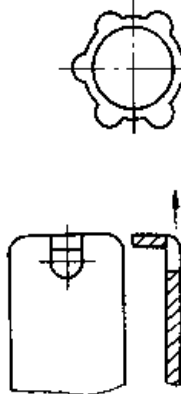
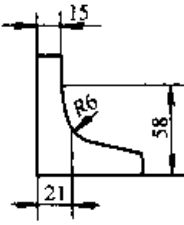
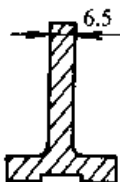
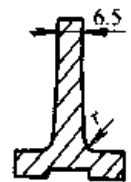
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		芯 C1 与芯 C2 原交叉, 改进后避免了交叉

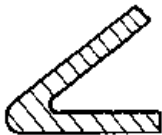
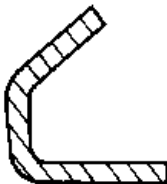
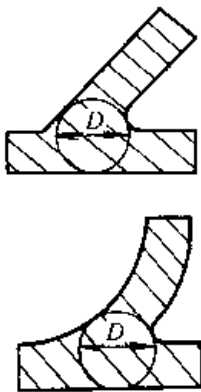
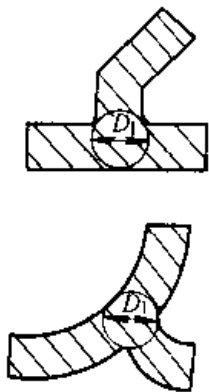
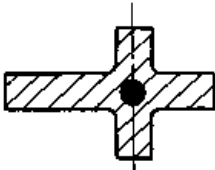
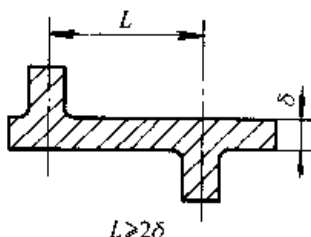
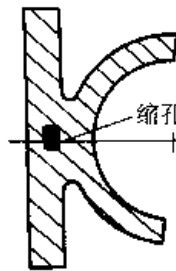
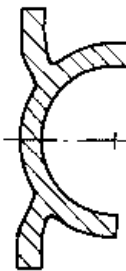
例 23 消除厚壁结构, 采用薄壁凸台结构

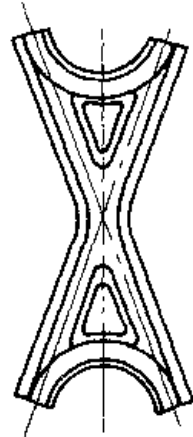
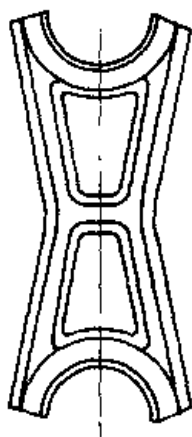
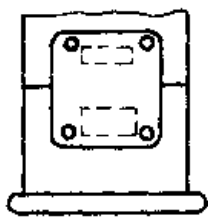
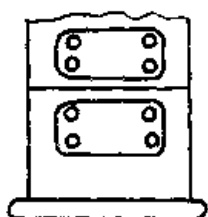
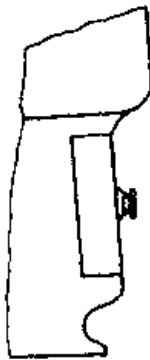
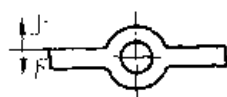
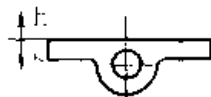
		消除厚底
		保持一端外形, 改小另一端面
		不改变内外形状而采用均匀壁厚
		改薄壁结构的同时, 将装配接合面加凸台 T

例 24 压铸件结构设计应避免尖角

		消除尖角
		避免棱角破碎

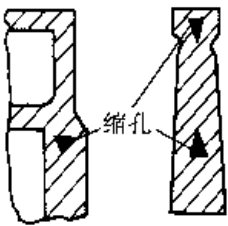
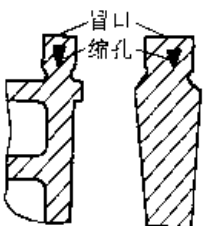
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 25 消除不易压出的侧凹		
		有利于压力铸造
例 26 改进结构便于抽芯脱型		
		改进后的结构简化了压铸型的制造
例 27 铸件壁的连接应有过渡和圆角		
	 	当 L 形连接处无圆角时, 铸造时容易引起裂纹等缺陷
		T 形连接处除应有圆角, 外壁厚应有过渡

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 28 V 形连接角度不能过小		
		V 形连接, 铸造困难, 易产生缺陷
例 29 尽量将连接处金属集聚点分散		
		连接处应避免金属集聚, 改进后 $D_1 < D$
		如结构设计允许, 尽量将连接处积聚点分散
例 30 改进结构将热节分散或减少		
		改进后的结构将热节分散或减少, 避免产生收缩缺陷

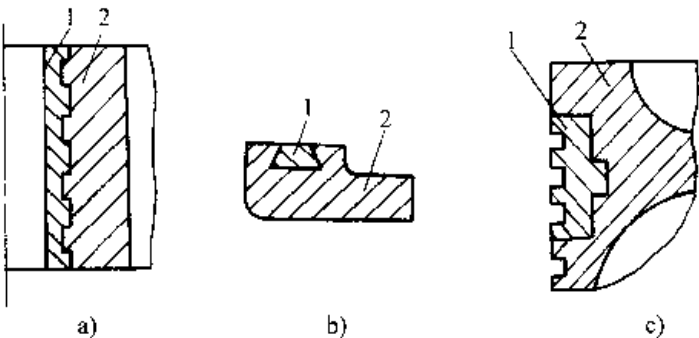
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 31 改进结构, 避免急骤转折		
		改进后的结构避免了急剧转折, 有利于增加刚度和便于造型
例 32 避免用一个盖板与两个以上零件相连		
		设计时应注意两块盖板能很好地与两个孔密贴, 既美观又利于装配找正
例 33 避免嵌入式的盖与罩		
		改进后的结构有利于盖门与箱体密贴, 减少装配时的修整工作量
例 34 避免容易产生错箱的结构		
		铸件不在一个砂箱内容易错箱。改进后, 避免了错箱

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

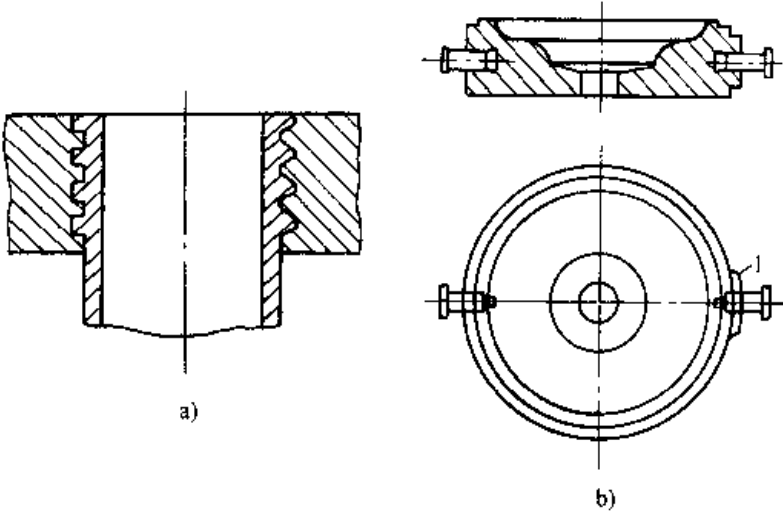
例 35 考虑凝固顺序设计铸件壁厚

		可将铸件设计成自下而上逐渐增厚或上厚下薄的结构，使铸件下面先凝固。可以在凝固时自下而上逐层补缩，使铸件有比较高的质量
---	---	---

例 36 应注意铸件本体与镶嵌体壁厚的比例

 a) 镶嵌体用作整个工作表面 b)、c) 镶嵌体用作部分工作表面 1—镶嵌体 2—铸件本体	当镶嵌体与铸件本体金属的熔点差 $> 300^{\circ}\text{C}$ 时，镶嵌体用作整个工作面图 a 镶嵌体与铸件本体壁厚推荐用 1:4；图 b、图 c 则壁厚比为 1:3。当熔点差 $< 300^{\circ}\text{C}$ 时，以上比例分别为 1:2.5 和 1:2
--	---

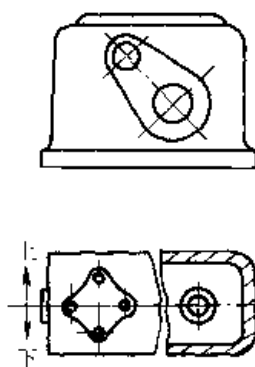
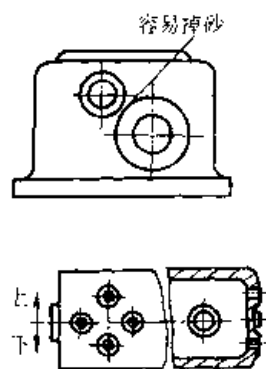
例 37 镶嵌体不应有尖角，并尽量远离高温处

 a) b)	为防止铸件本体产生过大的内应力或裂纹，镶嵌体除了不应有应力集中的尖角外 a)，还应远离高温处 b)。1 是吊轴远离型腔处后，为保持一定接触面积而增设的
---	--

改进前

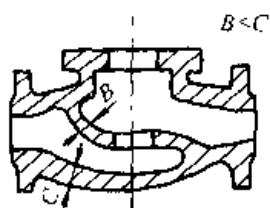
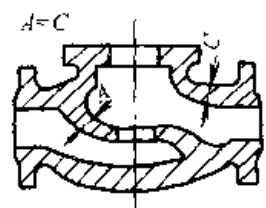
改进后

例 38 相距很近的凸台可将其连接起来



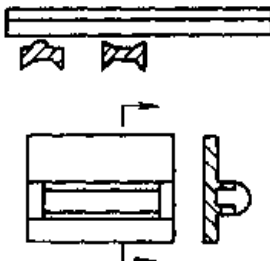
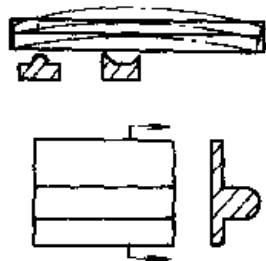
外壁上的局部凸台可连成一片

例 39 内壁厚应小于外壁厚



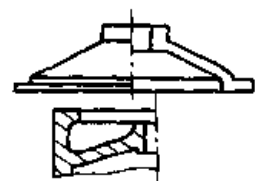
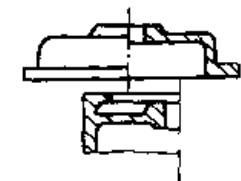
内壁散热条件比较差，冷速比外壁慢，容易产生内应力或裂纹。形状复杂或尺寸较大的铸件，内壁厚应小于外壁厚

例 40 利用加筋结构防止变形



加筋结构可减小收缩应力。改进后的结构可防止变形

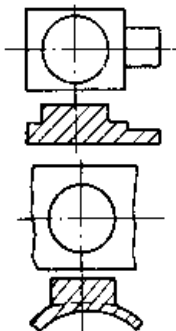
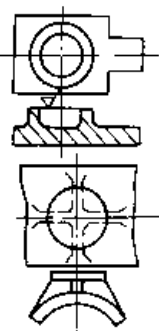
例 41 尽量避免设计铸件大平面



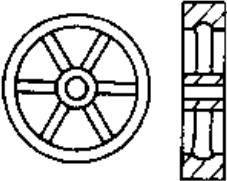
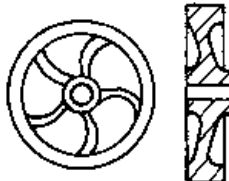
在铸件大平面上容易产生浇眼、气孔等缺陷，改为斜面后可避免

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

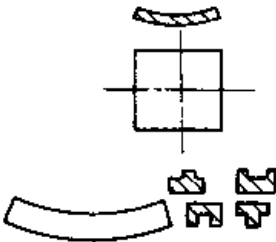
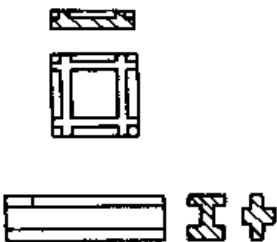
例 42 应避免厚大截面的设计

		结构设计中应避免厚大截面, 采用中空结构或设加强筋来取代厚大截面
---	---	---

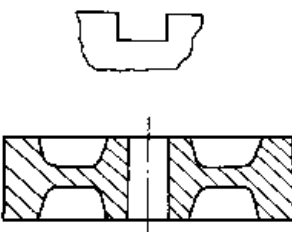
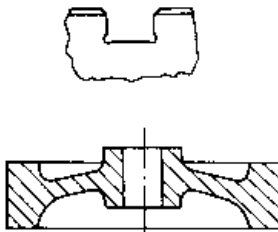
例 43 应避免产生过大的铸造应力

		改进后设计辐条为弯曲形, 当收缩时有退让余地, 从而减小铸造应力
--	--	---

例 44 应注意铸造变形

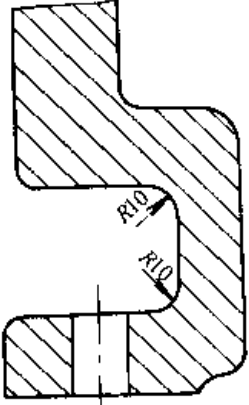
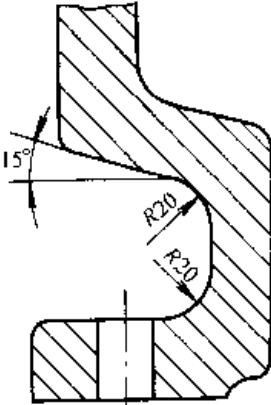
		设加强肋或改变截面形状以防止铸件变形
---	--	---------------------------

例 45 铸件结构设计应考虑热处理工艺性

		后续须进行热处理的铸件, 要避免尖角、尖棱, 采用倒角和圆角, 且尺寸尽可能大些。该零件设计时加大了圆角, 并改为倾斜辐板, 正火后才避免了裂纹
---	--	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

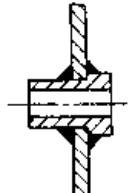
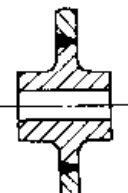
例 46 结构设计应注意便于涂装

		涂装表面尽量具有简单的几何形状。如有凸台、筋、凹槽和孔等结构单元要涂装，它们之间距离要大于 50mm。铸造圆角尽量大，尽量避免非铁金属安排在外面
---	---	---

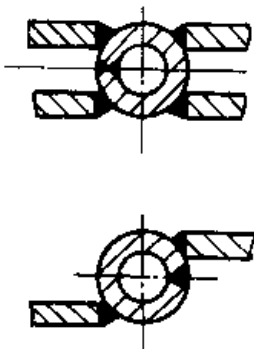
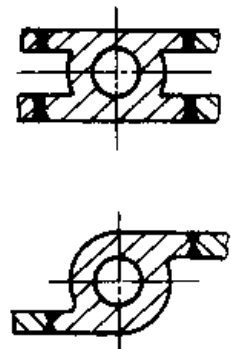
例 47 采用凸边以减少零件结合处的修整量

		装饰性凸边的箱体、箱盖接合处，设计箱盖口边尺寸比箱体上口稍大，可减少外形不吻合的尺寸误差，减少装配修整工作量，又使外形美观
---	---	--

例 48 铸焊结构应注意分割面

		改进前的焊缝在断面变化处，若受到比较大的切应力容易引起疲劳破坏
---	---	--

例 49 铸焊结构中断面有变化或形状复杂部分一般采用铸件

		改进后可减少焊接工作量，焊缝又不容易产生在应力集中的位置
---	---	-------------------------------------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 50 改铸件为冲焊结构		
		改进后用冲压件焊接结构。内外滚珠座圈均可用带料弯曲成环形焊接而成，底盘用钢板冲制
例 51 改锻件为铸锻焊结构		
		改进前为整体锻造，加工余量大。改进后采用铸锻焊复合结构，将整体分为两部分，下部为锻成的腔体，另一为铸钢制成的头部，将两者焊成整体。使毛坯重量减轻一半，机械加工量也减少了 40%
例 52 尽可能减少壁厚，节约材料		
		机架的壁厚取得是否合适对机架的强度、刚度和重量都有很大影响。为保证原有强度和刚度必须恰当地安排加强筋

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 53 考虑电镀工艺性的结构形状设计		
		凸的表面容易电镀，棱角倒圆后更容易电镀得比较均匀
		平的表面可采用 1.4mm/100mm 的拱度来改善电镀的工艺性
		应避免尖锐的内转角，采用大圆角和渐变的过渡连接
		尽量避免采用不通孔，若有应设计成球形底面
		尽量避免尖角的凹槽
		应将沟槽的内外角都设计成圆角
		避免深的 V 形沟槽，采用浅的倒圆角的凹槽
		避免设计成凸棱
		避免具有尖角、间距比较窄的筋
		圆弧形凹槽面积不宜太小

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		应改尖矛形结构为圆角
		圆环形结构各交接处应采用圆角，两边的凸缘采用倾斜面

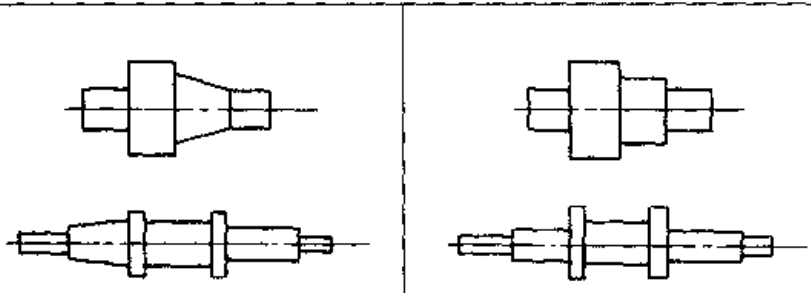
第2章 压力加工结构工艺性设计

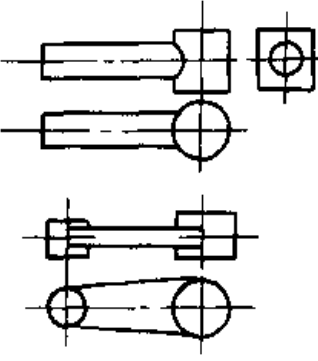
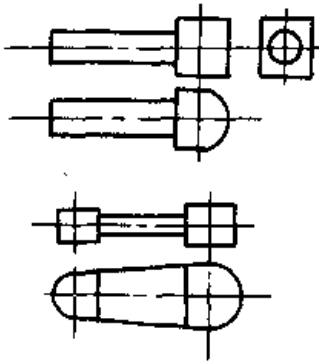
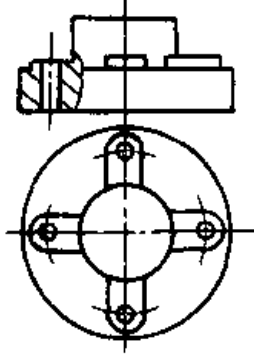
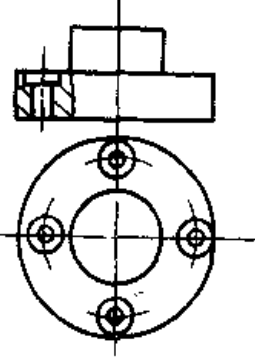
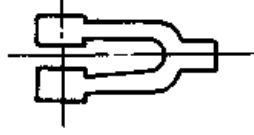
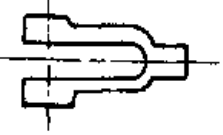
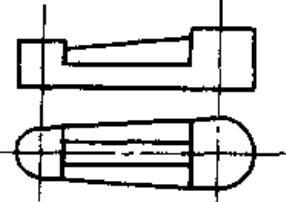
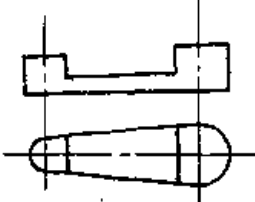
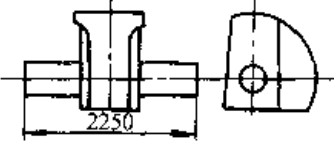
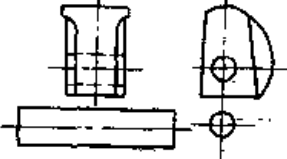
压力加工是一种在外力作用下使金属坯料产生塑性变形或分离而获得符合要求的毛坯或零件的一种加工方法。压力加工不仅灵活性大，通用性强，而且可用压力加工方法加工的材料也越来越多，工件的形状复杂程度及尺寸精度也越来越高，甚至可以全部或部分取代切削加工。

压力加工工件的结构工艺性是指工件的结构设计在满足使用功能前提下，能使零部件压力加工成形的可行性和经济性。压力加工主要有锻造和冲压两大类。

锻造工艺分为自由锻造、模型锻造和特种锻造。在进行锻件结构设计时，要考虑多种因素，如锻件材料，锻造设备与工装，生产批量，零件的使用要求，零件的形状和尺寸特征等。从中寻求最合理的工艺过程所对应的具有良好工艺性的锻件结构。锻件的结构要素主要有：余块、台阶、凹档、孔、槽、形状、尺寸、筋、分模面的选择、斜度、过渡圆角等。不同的锻造方法其结构工艺性不同，所以设计锻件时应注意锻造方法。

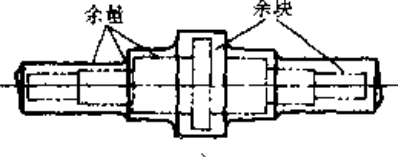
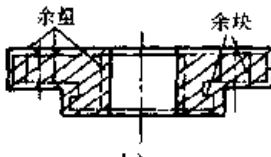
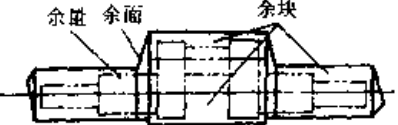
冲压加工工艺有弯曲、拉深、挤压、冲裁、精冲等类型。冲压件的形状尺寸和精度要求等是否合理，将直接影响到材料的选用和消耗，工序的不同和数目的多少，模具的结构和寿命的长短，产品质量的稳定和操作的难易程度等。冲压件结构工艺性要素主要有：外形、尺寸、过渡、沟槽、孔、壁厚、精度、拉深深度、弯曲半径、凸起、截面等。冲压件的结构工艺性主要由冲压条件决定，所以冲压件的结构工艺性是否科学合理应结合具体的冲压条件来判断。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 54 自由锻件结构应力求简单、对称 		避免有锥度和斜度

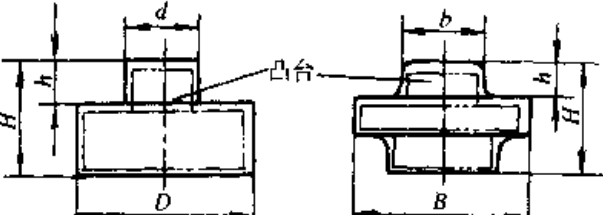
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		相邻两部分的交界面应避免曲面交接, 力求简化为平面交接
		避免表面凸台和叉形件内部凸台结构
		
		避免锻件上的加强筋以及工字形截面、椭圆形截面、弧线和曲线表面等复杂结构
		避免横截面急剧变化的复杂结构, 可采用锻焊组合

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

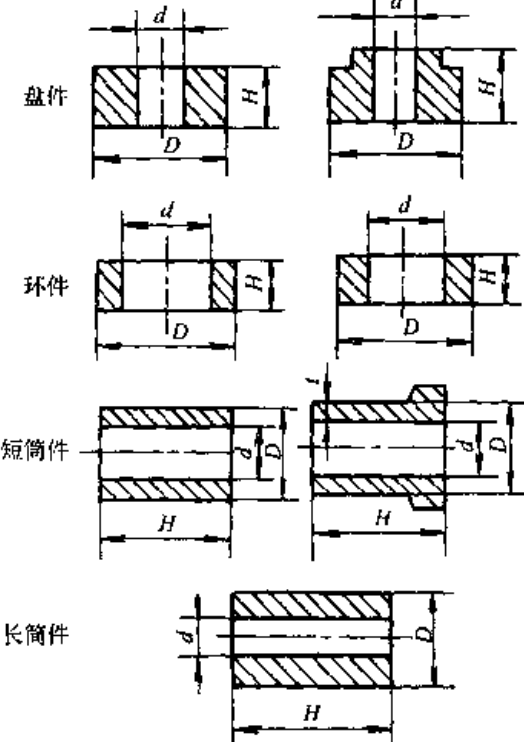
例 55 自由锻件结构应合理设计余块

 a)	 b)	对于有短凸缘的锻件, 为防止变形应在轴向添加余块见图 a; 当零件相邻台阶直径相差不大时, 可在直径较小的部分添加径向余块见图 b; 零件如有难成形的复杂形状均可加设余块使锻件外形简化见图 c
 c)		

例 56 自由锻件凸台的设计

	对于圆盘形锻件, 当其直径 $D/d \leq 1.2$, 高度 $H \leq 4h$ 时, 凸台可不锻出; 对于非圆形锻件, 当其边长 $B/b \leq 1.2$, 高度 $H \leq 4h$ 时, 凸台也可不锻出
--	--

例 57 带孔的自由锻件设计原则

	盘件: $H \leq D$, $d \leq 0.5D$ 环件: $H \leq D$, $d > 0.5D$ 短筒件: $H \approx (1 \sim 2) D$ $d > 0.5D$ 长筒件: $H > 0.5D$ $d < 0.5D$ 对于锤锻件, 当 $d < 30\text{mm}$ 时, $H > 3d$ 或 $H < 3D$, $d \leq 0.5D$ 的孔, 一般均允许不锻出; 对于套筒件, 当 $d < 30\text{mm}$ 或 $t < 12\text{mm}$ 时, 也可不锻出; 对于水压机锻件, $d < 150\text{mm}$ 时, 可以不冲出
---	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 58 模锻件的截面形状和尺寸不宜急剧变化

		模锻件相邻截面的形状和尺寸应避免突然变化,也不应有过薄的截面,以免从模具中取出或修边时产生翘曲变形,从而增加修整工序,甚至在热处理时开裂
--	--	---

例 59 模锻件分模面的选择应尽量锻出非加工面

		不改变零件形状尽量锻出非加工面,且保证锻件易于脱模
--	--	----------------------------------

例 60 模锻件分模面的选择应尽量能锻粗成形

		分模面通过锻件最大截面,尽可能锻粗成形,以有利于金属充满模腔
--	--	---------------------------------------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 61 模锻件分模面的选择应尽量采用平直面

		尽量采用平直面分模，避免曲面、多面等复杂分模面，使水平方向或垂直方向为易于制模的简单形状
--	--	---

例 62 圆盘类模锻件应采用径向分模

		圆盘类锻件 ($H \leq D$) 应采用径向分模，使锻模和切边模制造简化，且可锻出轴向内孔
--	--	---

例 63 较复杂的模锻件分模面的选择

		沿圆弧面分模可防止锻件产生裂纹或折叠
		沿弯曲主轴外形分模，可减少制坏工序
		对于有流线方向要求的锻件，应沿锻件最大轮廓外形分模，有利于锻件获得理想的流线

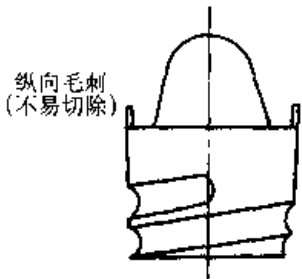
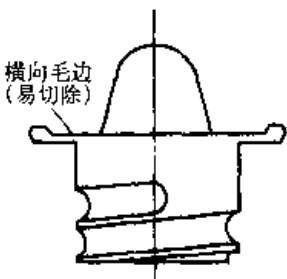
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		为了便于切边定位, 锻件的切边定位高度应足够; 对于无定位方向的圆形锻件, 应避免不对称形状与冲头接触, 从而压坏锻件

例 64 模锻件分模面的选择应注意侧向力的平衡

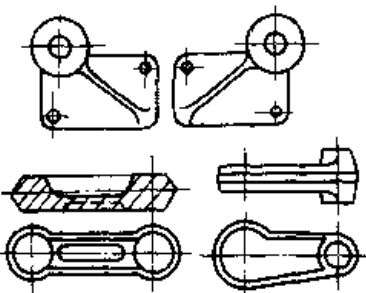
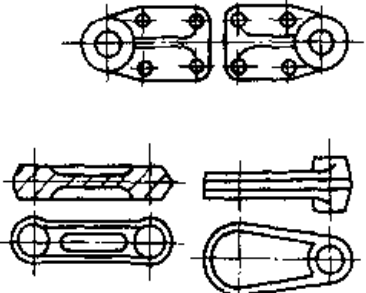
		分模面为曲面时应注意侧向力的平衡, 减小锻造时模具的错移
--	--	-------------------------------------

例 65 多向分模分模面的合理选择

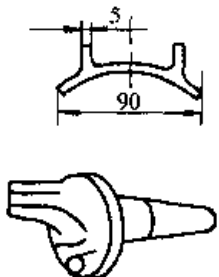
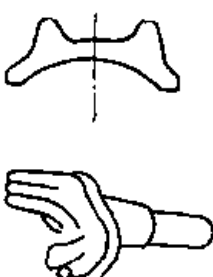
		方形、六角形类的锻件应采用对角分模, 并且分模面取在锻件的最大水平尺寸方向上, 以有利于锻件出模
--	--	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		分模面的选择应便于去除飞边或毛刺

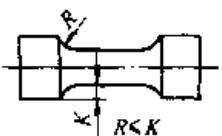
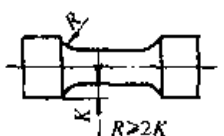
例 66 外形近似的模锻件应尽量设计成对称结构

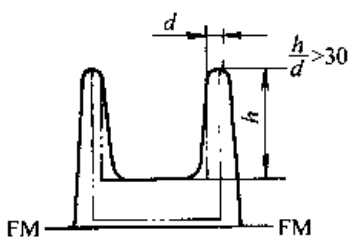
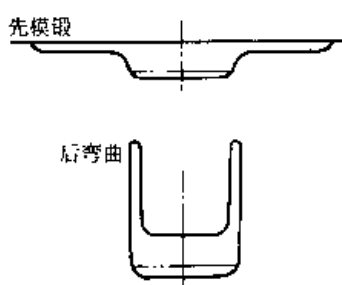
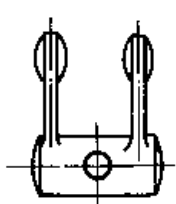
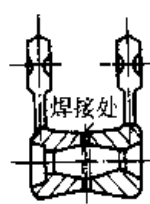
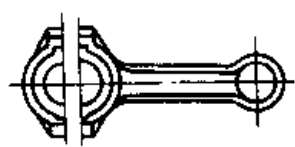
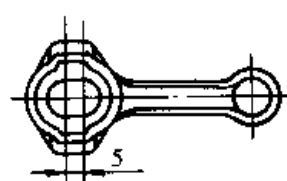
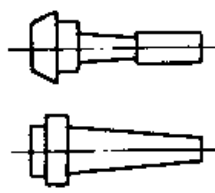
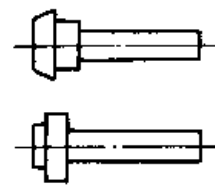
		改进后的结构工艺性好
--	---	------------

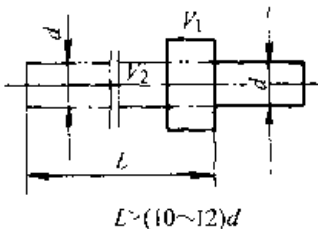
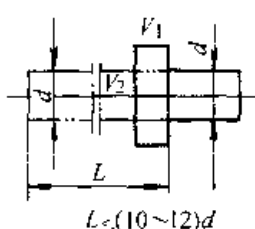
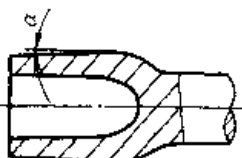
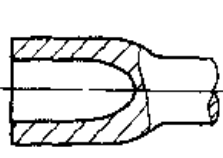
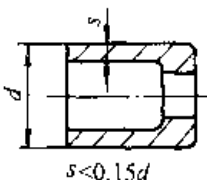
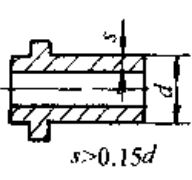
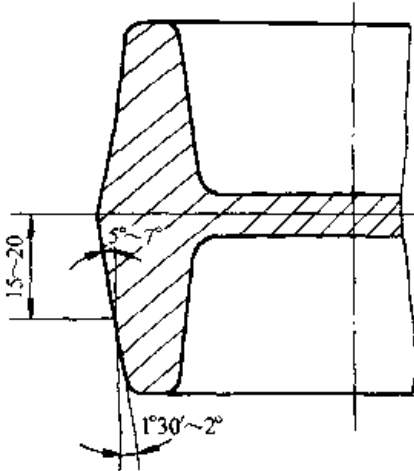
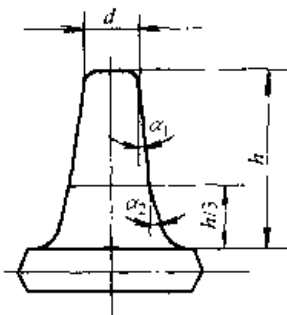
例 67 对成形困难的模锻件应降低工艺难度

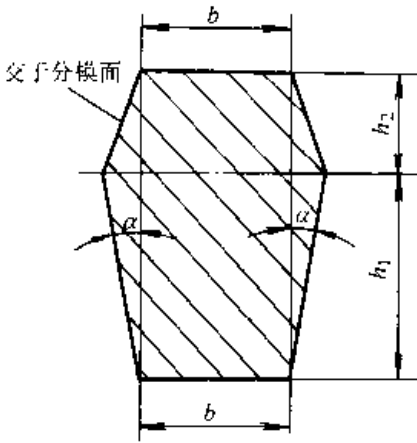
		对具有细而高的筋、大而薄的法兰等成形困难的锻件, 应改变外形或增加余量, 降低模锻工艺难度
---	---	---

例 68 锻件上的圆角半径应适当

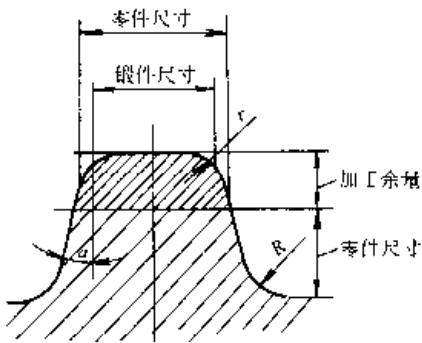
		锻件上的圆角半径应当适当。如过小, 模具容易产生裂纹; 如过大, 则加工余量大
---	---	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 69 高筋锻件可采用先模锻后弯曲成形		
		改进后可简化工艺并节省材料
例 70 形状复杂的锻件可采用锻焊组合结构		
		形状复杂的锻件，如有可能，则可采用锻焊组合结构，降低成形难度和金属的损耗
例 71 有些零件可设计成两件合锻		
		单拐曲轴两件合锻，连杆与连杆盖合锻，有利于成形，也有利于分割后的配合
例 72 杆件的中部和尾部应避免凹档或锥体		
		平锻机上杆件的模锻件中部和尾部应避免凹档或锥体，改善工艺性

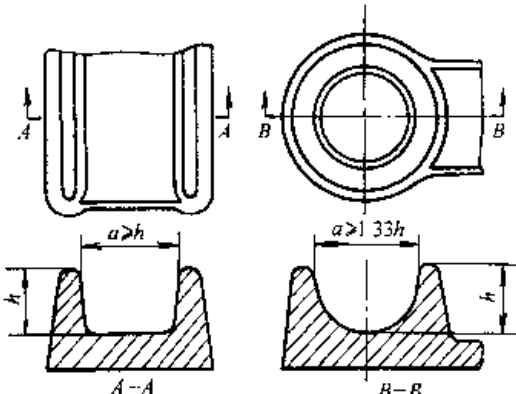
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 73 模锻件结构设计应注意体积差		
 $L > (10 \sim 12)d$	 $L > (10 \sim 12)d$	端部或中间法兰的聚料体积 V_1 , 不应超过由原直径 d 与长度 L 所组成的体积 V_2
例 74 应避免带孔平锻件纵面上的横截面逐步缩小		
		改进后的结构工艺性能好
例 75 有孔平锻件壁厚不可过薄		
 $s > 0.15d$	 $s > 0.15d$	有孔平锻件壁厚不可太薄, 壁厚与孔 d 的关系应为 $s > 0.15d$
例 76 应合理设计模锻斜度		
 $1^\circ 30' \sim 2^\circ$		对于锻件上高宽比较大的侧面, 可设计成两段式 (α_1, α_2) 变换模锻斜度
a) 环形锻件		b) 高速转体

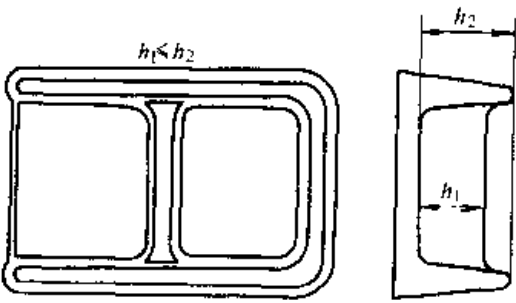
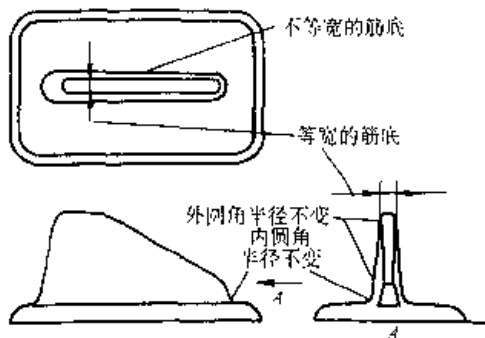
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		对于分模面上下两部分高度或宽度不相等的锻件，其模锻斜度应以高度和宽度比较大的面为基准做出，另一面交于分模面

例 77 应合理设计模锻件的凸台

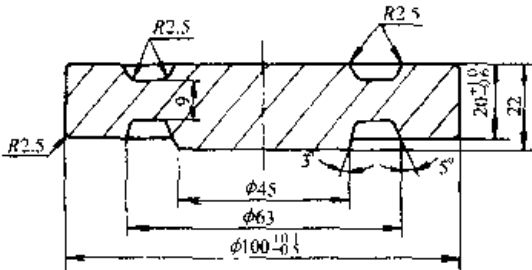
	凸台顶部应有较多的加工余量，水平外圆角 r 按高径比选定，并取较大值；根部的水平圆角 R 应取较大值
---	---

例 78 应合理设计模锻件的筋

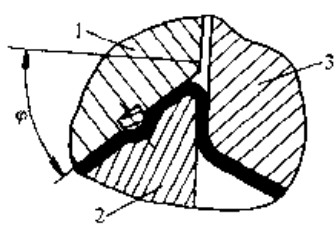
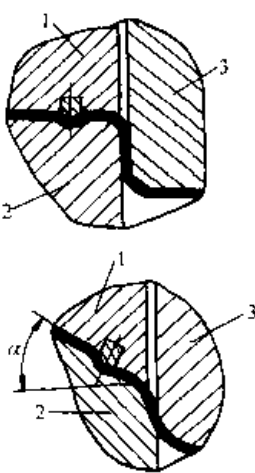
	平行筋的间距应不小于筋的高度 h；环形筋的最小内径 a 应 $\geq 1.33h$
---	--

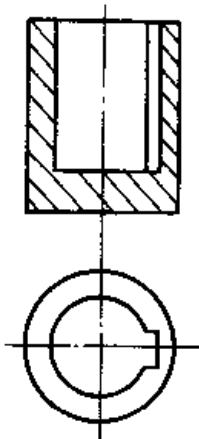
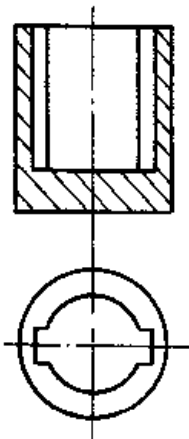
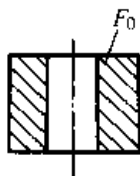
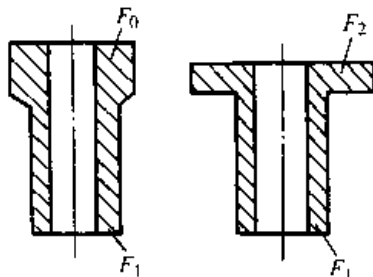
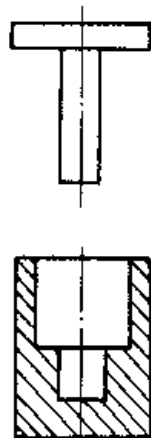
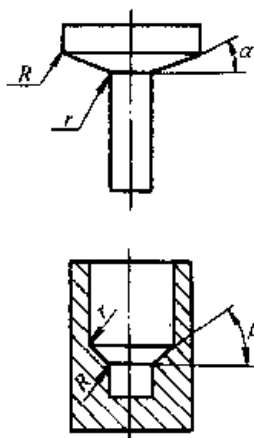
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		正交筋应小于或等于封固筋的高度, $h_1 \leq h_2$
		整个筋在长度方向上应力求截面均匀一致; 如须变化, 应采用斜筋缓和过渡, 且筋宽、模锻斜度和外圆角也应力求一致

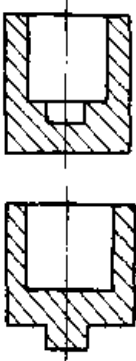
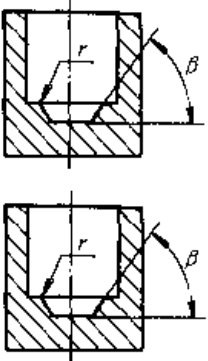
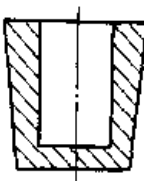
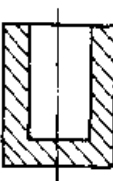
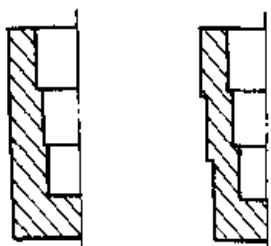
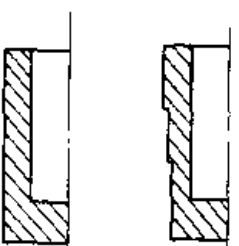
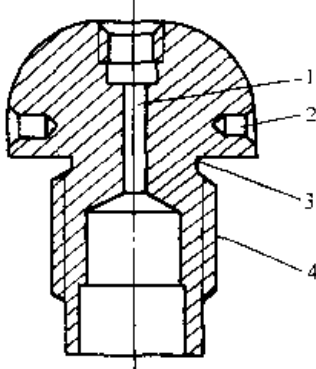
例 79 根据零件结构合理选择成形工艺方法

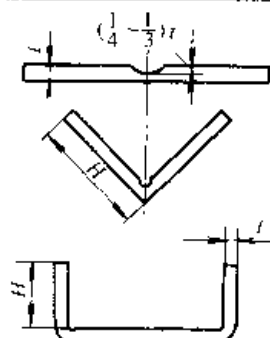
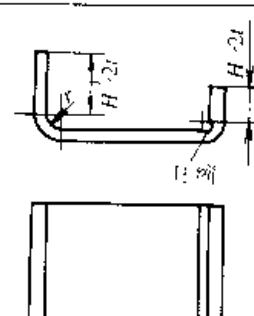
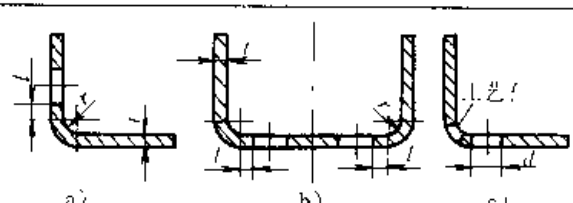
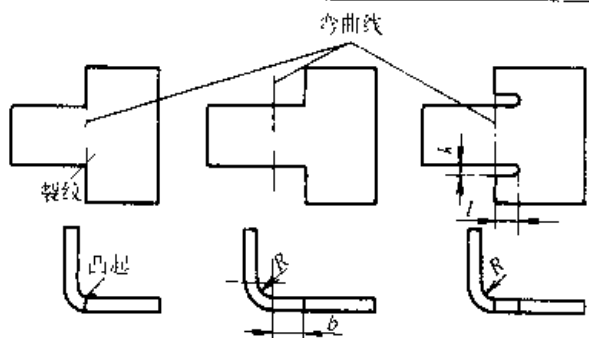
	汽车调速器齿轮坯, 原工艺采用锤上模锻。改为精密模锻后, 成本大幅度降低, 且提高了生产效率
---	--

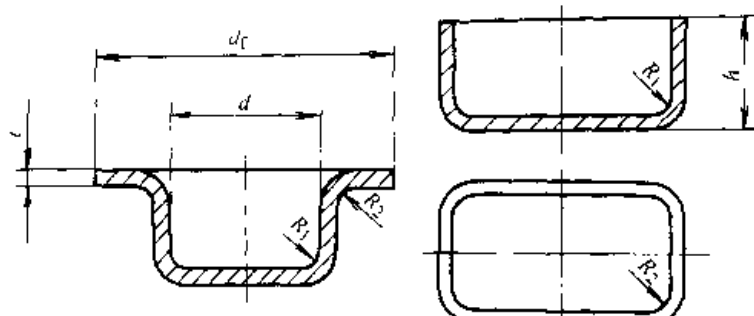
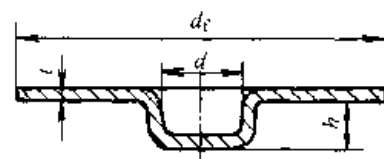
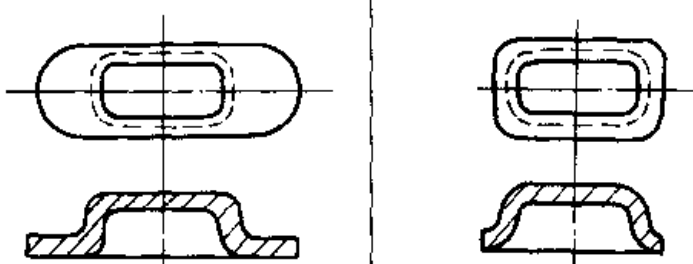
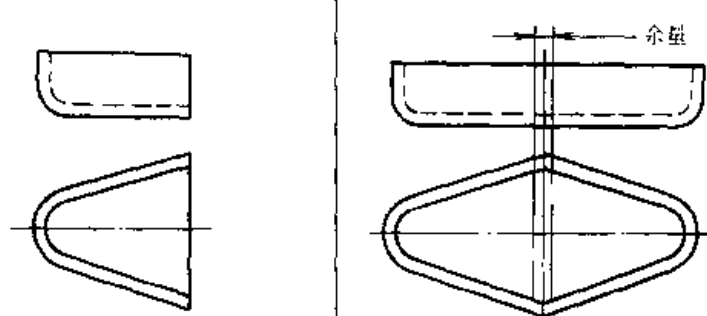
例 80 合理选择压料面与成形方向的相对位置

		最有利的压料面位置是水平位置。对于相对于水平面由上向下倾斜的压料面, 为保证压料圈足够的强度, 必须控制 $\alpha \leq 40^\circ \sim 45^\circ$, 否则压料圈工作时, 会产生大的应力
---	--	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 81 冷挤压件的断面形状尽可能对称		
		应避免任何形状的不对称。如确实需要开设沟槽或凸筋,则在另一侧增设沟槽或凸筋,以使其形状对称。不需要的凸筋可在挤压后切去
例 82 冷挤压零件断面积之差不宜过大		
		断面积差过大时,不均匀变形加剧,材料易破裂,也易引起模具的破坏。如确需则增加过渡工序,使面积差 F_0-F_1 、 F_2-F_0 均小于 F_2-F_1
例 83 应注意冷挤压件不同断面间的过渡		
		断面间的过渡要避免直角转折和小圆弧连接,应将断面变化部位设计成锥形过渡: $\alpha=15^\circ\sim40^\circ$ (低碳钢), $\beta=30^\circ\sim60^\circ$

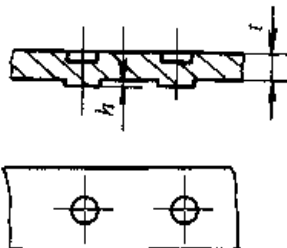
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 84 冷挤压件底部不应有凹下的浅孔或不大的凸起		
		底部出现凹孔或凸起时, 挤压时易产生金属滞流, 不利于成形, 模具也容易损坏, 通常设计成锥形
例 85 空心冷挤压件的内、外壁应避免锥形		
		挤压锥形时, 在工件和模壁间将产生水平分力, 给挤压带来困难
例 86 冷挤压件的壁部内外应避免出现阶梯形		
		阶梯形壁部不利于挤压成形。如台阶尺寸较大, 则需增加工序; 台阶尺寸较小, 要尽量简化为直筒形
例 87 冷挤压件应避免细小深孔、沟槽、侧孔和螺纹		
		直径小于 10mm 的小孔, 不宜冷挤压方法成形。图中 1、2、3、4 等部位都不能用冷挤压方法成形, 应用切削加工方法来完成

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 88 弯曲件的圆角半径应大于材料的最小弯曲半径		
		弯曲件的圆角半径不应小于材料的最小弯曲半径 $r_{\min}$ (各材料 $r_{\min}$ 可查)。为得到比 $r_{\min}$ 更小的弯曲半径, 可采用在弯曲内侧开槽后弯曲的方法或多次弯曲方法。
例 89 弯曲件的直边高度应大于两倍的材料厚度		
		若要求弯曲件的直边平直, 则其直边高度 H 应大于两倍的材料厚度, 最好 $H > 3t$。若 $H < 2t$, 则须预先压槽。
例 90 弯曲件上的孔应避开弯曲变形区		
		孔的位置应取为当 $t < 2\text{mm}$, $l \geq t$; 当 $t \geq 2\text{mm}$, $l \geq 2t$。如一定要靠近时, 应增加工艺孔后再弯曲。
例 91 弯曲宽窄不同部分的零件时应注意弯曲线的位置		
		应注意弯曲线的位置, 否则会在宽边上产生凸起或裂纹。可将弯曲线移出一个距离或冲切工艺缺口。

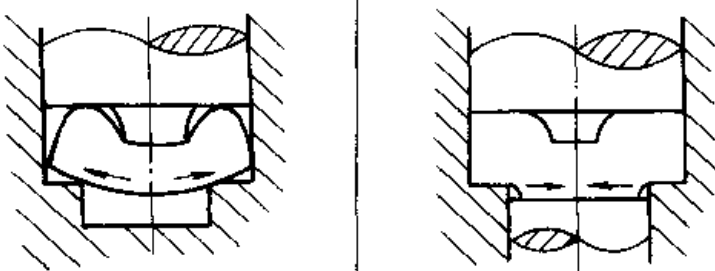
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 92 拉深件的圆角应尽量放大些		
 应取 $R_1 \geq t$ $R_2 \geq 2t$ $R_3 \geq 3t$ 最好 $R_1 = (3 \sim 5)t$ $R_2 = (5 \sim 10)t$		拉深件的圆角对拉深过程有很大影响, 应尽量放大些, 可使工件容易拉深成形, 甚至可减少拉深次数。如零件一定需要小的圆角半径时, 则需增加拉深后的整形工序, 这时圆角半径可取: $R_1 \geq (0.1 \sim 0.3)t,$ $R_2 \geq (0.1 \sim 0.3)t$
例 93 拉深件的凸缘不宜太宽, 并尽可能一致		
		应避免凸缘太宽。当 d_1/d 过大时, 拉深困难。比较好的凸缘宽度为: $d+12t \leq d_1 \leq d+25t$
		凸缘宽度应尽量一致, 并与拉深部分的轮廓形状相似。否则会增加拉深难度, 增加材料的消耗
例 94 对于半敞开零件及非对称零件可考虑成对设计		
		考虑成对设计, 然后切开, 可改善拉深时的受力和变形情况

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 95 零件上冲出凸部的高度不能太大

		零件上冲出凸部的高度太大, 凸部容易脱落。应使 $h \leq (0.25 \sim 0.35) t$
---	--	---

例 96 应尽量避免模锻时工件表面为自由弯曲

		模锻时工件表面如自由弯曲也可能会拉裂, 使工件受到一定的压应力, 便不致引起开裂
---	--	---

第 3 章 焊接结构工艺性设计

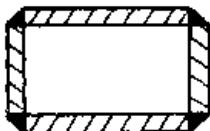
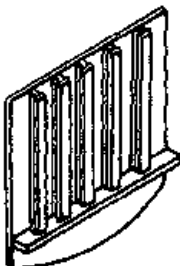
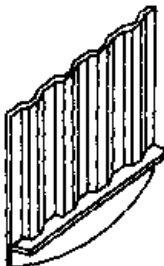
焊接是连接金属件的一种工艺方法。焊接一般分为熔化焊、压力焊、钎焊三大类。与其他加工工艺方法制造结构相比，焊接结构对材料的选择有更严格的要求。

焊接工艺适用范围很广。焊接件大部分由钢板或型钢焊接而成，铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、铸铁、塑料等材料也可焊接。不但是同种材料焊接，而且异种材料间也可焊接。

材料的焊接性是决定结构能否焊接的先决条件，设计人员必须考虑材料的焊接性问题。

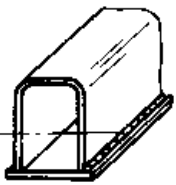
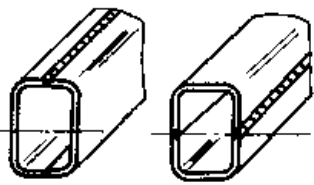
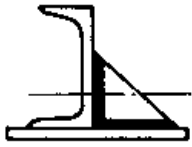
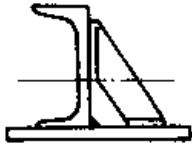
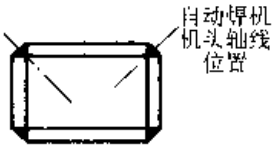
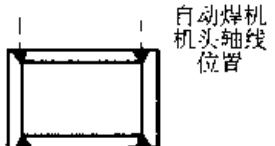
在设计中应注意焊接接头和焊缝的设计。尽量使接头形式简单、结构连续，减少力流线的转折，不宜选择过大的焊缝焊脚尺寸，减小焊缝截面尺寸，还应考虑结构制造的可行性与方便性等。

焊接会使焊接结构中产生焊接残余应力和变形，也会出现某些缺陷。结构设计要尽量减少焊缝数量，选择合理的焊缝尺寸和形状，合理选择结构形式和安排焊缝位置等。减小变形的工艺措施有反变形法、刚性固定法，选择合理的焊接方法和规范，焊接过程中或焊后热处理消除或降低应力措施，改善焊缝及热影响区组织的热处理，选择合理的装配焊接顺序等。

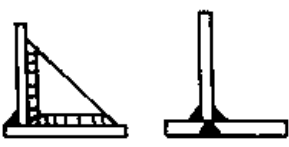
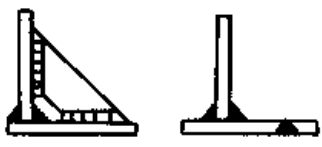
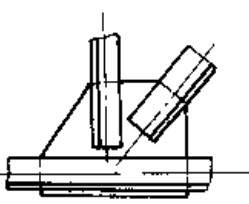
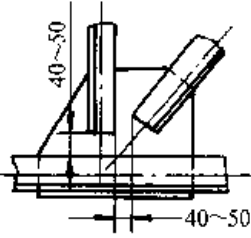
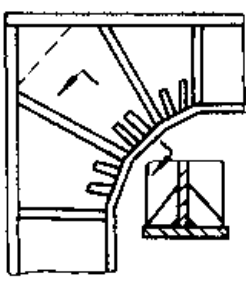
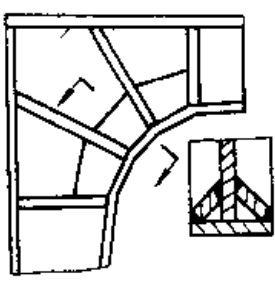
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 97 尽可能减少焊缝数量		
		适当利用型钢和冲压件，尽量减少焊缝数量
		采用压型结构代替筋板结构，可有效地减小薄板的变形

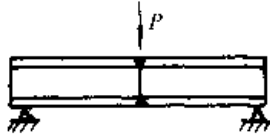
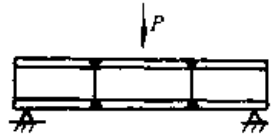
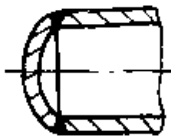
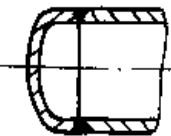
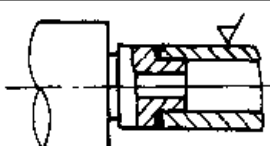
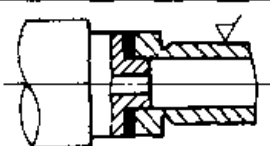
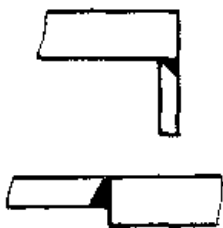
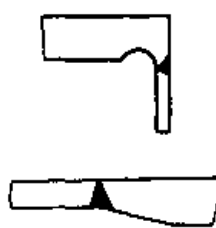
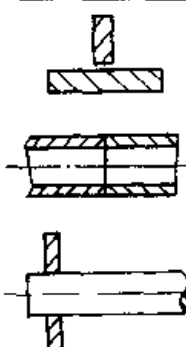
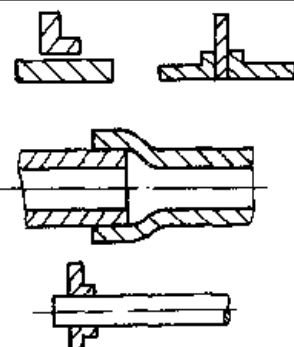
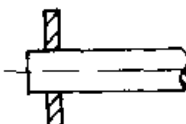
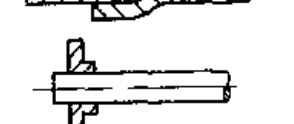
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

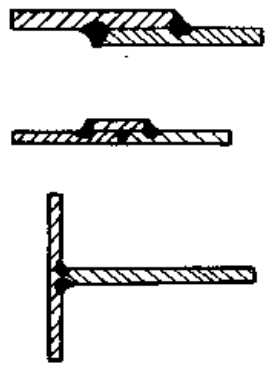
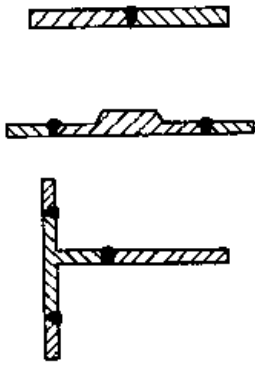
例 98 合理安排焊缝位置

		焊缝尽可能对称于截面中心轴，或使焊缝靠近中心轴。改进后的焊缝安排使变形减小
		改进后焊缝的安排使弯曲变形减小
		自动焊缝位置应设计在焊接设备调整次数和工件翻转次数最少的部位

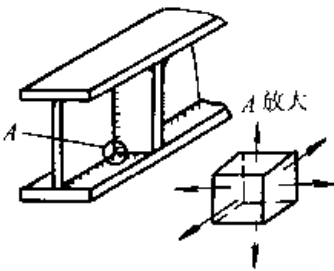
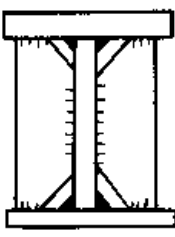
例 99 焊缝应避免过密或交叉

		改进后可减小变形和防止裂纹
		焊缝间应保持足够的距离
		改进前扇形排列筋板，焊缝密集，改进后采用屋脊形筋板比较合适

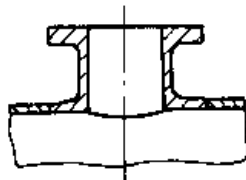
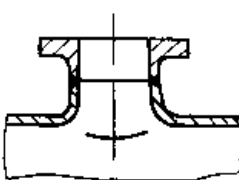
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 100 焊缝应尽量避免最大应力或应力集中处		
		焊缝应尽可能位于弯矩、应力较小处，以及结构构件几何形状、尺寸不变的地方
		
		
例 101 焊缝应尽量避免加工面		
		焊后需加工的工件，焊缝应避开加工面
例 102 不同厚度工件焊接应注意平滑过渡		
		平滑过渡可减小应力集中
		
例 103 应正确选用接头形式		
		钎焊时应正确选用接头形式。对接接头的强度比母材差，只用于不重要的或低负荷的零件；搭接接头的强度可达到母材强度，搭接长度一般为板厚的2~5倍
		

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		铜及其合金的热导率高, 焊接接头应设计成与热源相对称形。使接头两侧具有相同的散热条件, 得到成形均匀的焊缝。常用对接接头, 尽量不用搭接、T形和内角接头

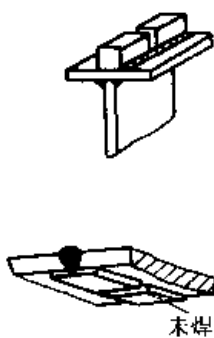
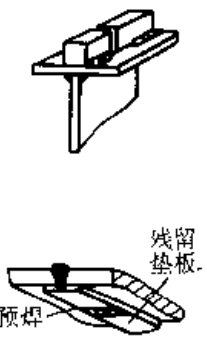
例 104 应避免三轴交叉的焊缝

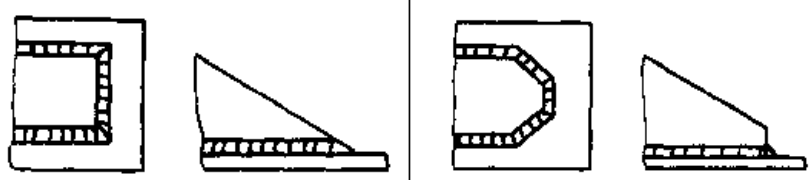
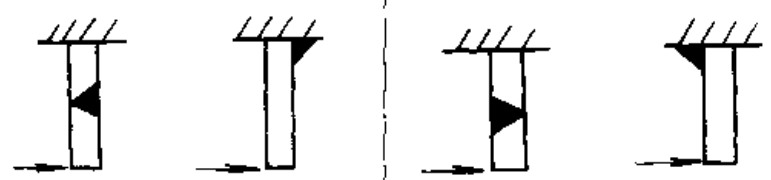
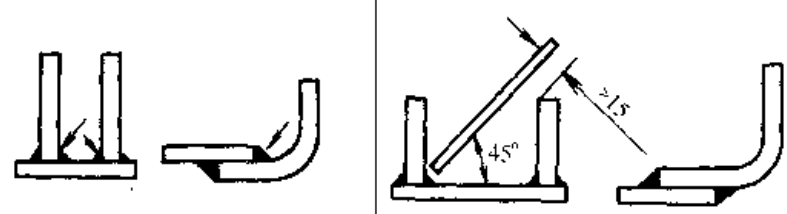
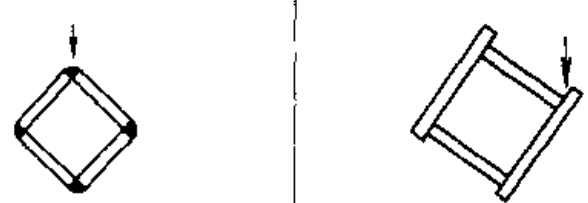
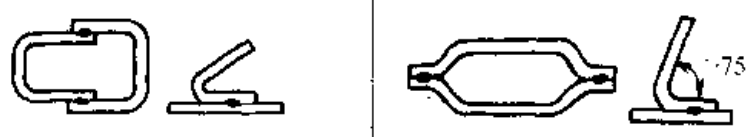
		交叉焊缝容易引起三向拉应力, 从而降低了接头的塑性。把筋板顶端切去内角, 改善了应力状态
--	--	---

例 105 采用刚性较小的接头形式

 a) 嵌入式	 b) 翻边式	用翻边联接代替嵌入式管联接, 使焊缝有较自由的收缩余地
---	---	------------------------------------

例 106 避免应力集中

 未焊	 预留垫板	在残余拉应力的区域内避免几何不连续性。残余拉应力的区域内存在几何不连续性时, 将引起内应力的进一步提高
---	---	--

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 107 应尽量使焊接端部角度平缓		
		在焊接的端部产生锐角的地方, 应尽量使角度变缓。切去加强筋端部的锐角。
例 108 受弯曲的焊缝未焊的一侧不要放在拉应力区		
		受弯曲的焊缝应设计在受拉的一侧, 不得设计在受压未焊的一侧, 以避免过早失效。
例 109 手工电弧焊时要考虑焊条操作空间		
		设计的焊缝位置要考虑焊条操作空间, 应便于焊核和检验。
例 110 埋弧自动焊时应考虑接头处便于存放焊剂		
		改进后, 操作方便, 保证焊接质量。
例 111 点焊或缝焊应考虑电极伸入方便		
		操作方便。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 112 机械结构受拉焊缝的设计

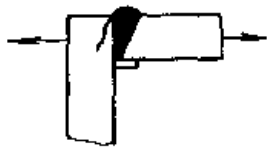
		受拉焊缝设计要考虑焊缝强度, 还要考虑支撑焊缝的构件刚度。在腹板和翼板间加筋板, 腹板变形就小。当承受载荷较大时, 应在腹板两侧加筋
--	--	---

例 113 采用合适的焊接工艺, 避免焊接裂纹

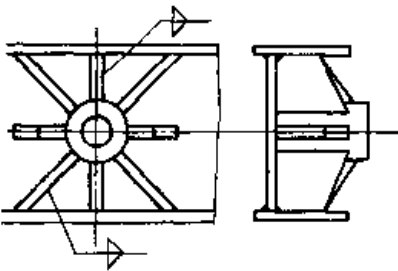
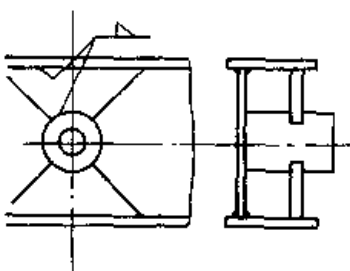
	越野车大梁用 45 钢槽钢制造, 为加固在转角处都焊上低碳钢拉筋。原采用焊条电弧焊进行单道焊, 许多焊缝出现裂纹; 改进后, 每条焊缝改为三道焊, 降低热输入量, 减少母材熔入焊缝的数量; 三道焊缝连续施焊; 保证根部完全焊透
	原在管子伸出端采用填丝的氩弧焊, 发现焊缝脆易裂。改为氩弧焊填加超低碳焊丝在管根的板面先堆焊隔离层, 然后再进行管与管板的装配焊接, 解决问题

例 114 改变接头形式降低接头应力

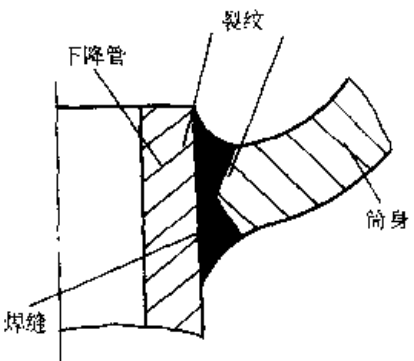
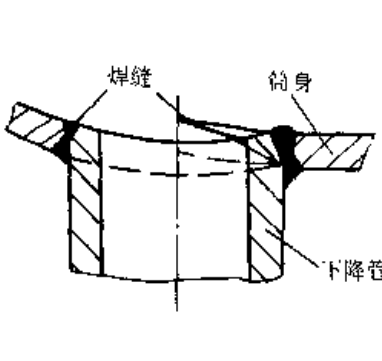
		使工作焊缝变为联系焊缝, 降低接头应力
--	--	----------------------------

结构、工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		将单边 V 形坡口改为 V 形坡口, 避免钢板厚度方向承受较大的 z 向应力

例 115 改变结构形式避免焊缝过分集中

		改进前, 用八块筋板加强轴承套, 焊缝数量多, 存在严重的应力集中, 不适合在动载荷下工作。改进后的结构不仅减小了应力集中, 也改善了工艺性
---	--	--

例 116 采用合理的焊接接头, 尽量避免应力集中

		应力集中和残余应力是产生再热裂纹的根源之一。汽包接管, 改进前, 内伸接头刚度大、应力集中严重、残余应力也高, 退火过程易产生再热裂纹。改进后, 有效地防止了再热裂纹
---	--	---

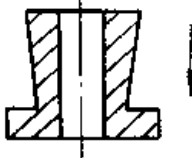
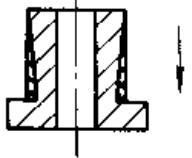
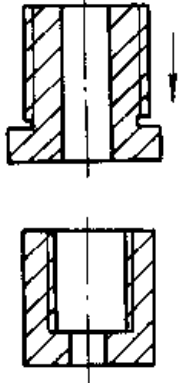
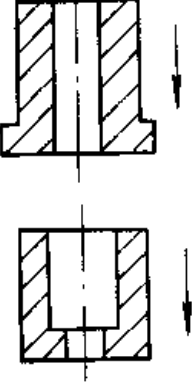
第4章 粉末冶金零件结构工艺性设计

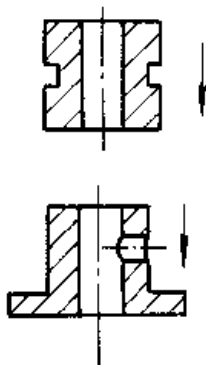
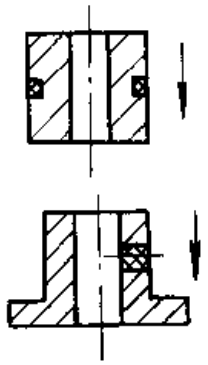
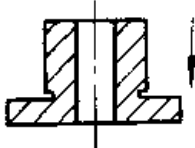
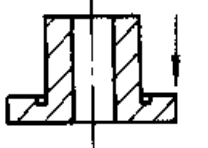
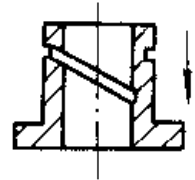
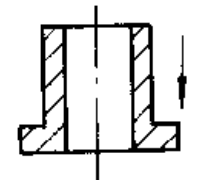
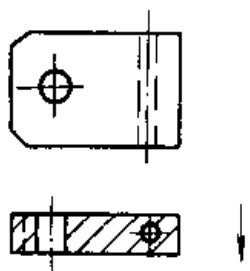
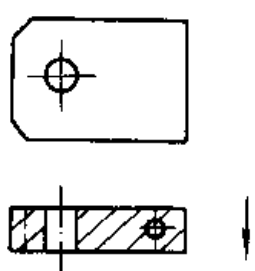
粉末冶金是以金属粉末（或混有非金属粉末）为原料经压制成型、烧结和后续处理等工序制造各类零件的工艺。其成型方法有模压法、等静压法、注浆法、挤压法等。粉末冶金法可生产用熔铸法无法生产或难于生产的具有某些特殊性能的材料和零件，能实现少、无切削加工，节省材料。粉末冶金零件工艺性影响因素主要有：粉末的工艺性能、采用的润滑剂性能、压制压力及方法和模具等。

采用粉末冶金工艺生产零件时，设计人员在结构设计上必须充分考虑粉末冶金的工艺性因素，可以从是否能压制、压制过程、模具制造及寿命、能否保证压坯质量等几个方面来分析，确定或改进结构设计。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

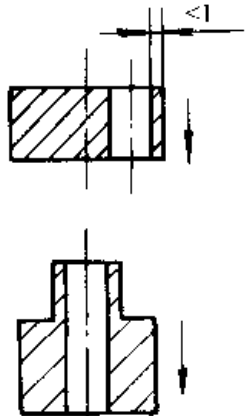
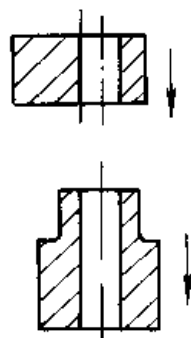
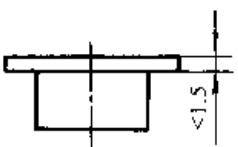
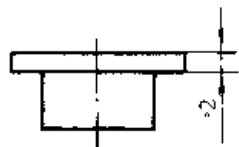
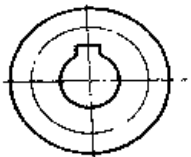
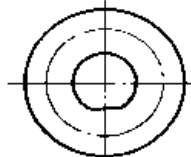
例 117 应避免倒锥度、内外螺纹的结构设计

		应尽量避免倒锥度的设计，如需要可改为直柱面，烧结后机械加工出倒锥度
		带螺纹的零件只能压制成药料，最终由机械加工出螺纹

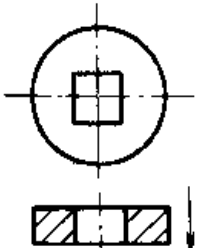
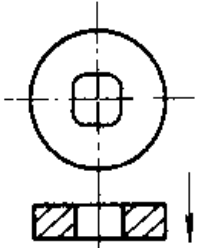
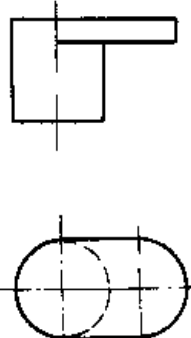
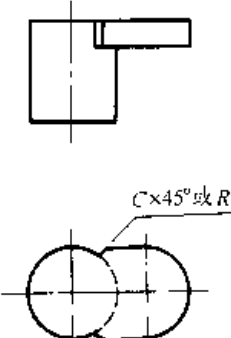
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 118 应尽量避免径向槽、孔、油槽的结构设计		
		径向槽或孔改为光滑外径，烧结后加工出径向槽或孔
		退刀槽可设计成与压制方向一致的凹槽
		设计成光滑内、外面，烧结后机械加工出径向油槽
例 119 直角或锐角交叉的孔不可同时压制		
		设计成便于压制的孔，交叉孔在烧结后机械加工出

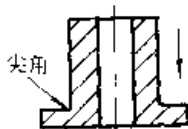
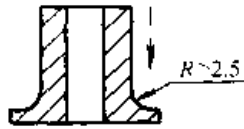
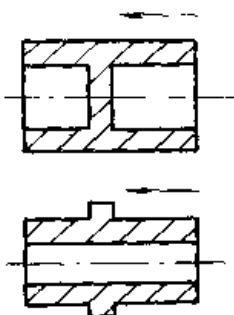
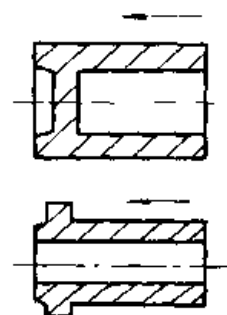
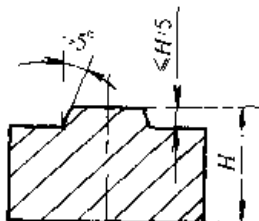
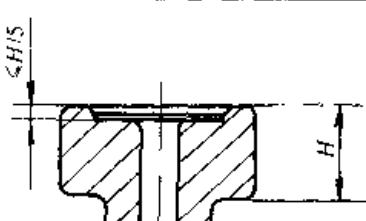
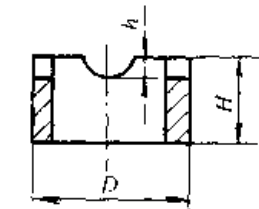
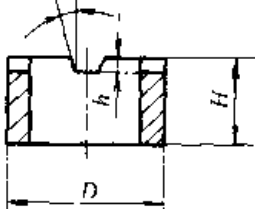
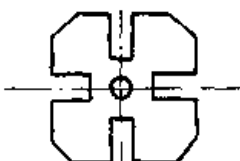
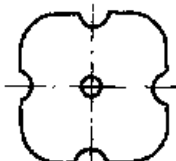
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

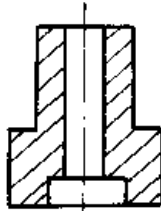
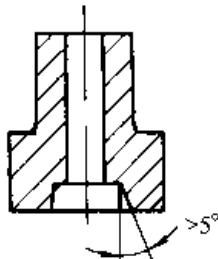
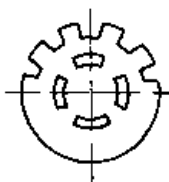
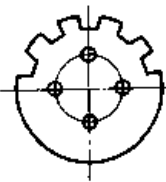
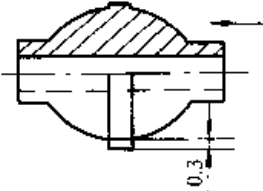
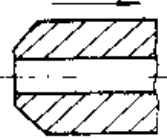
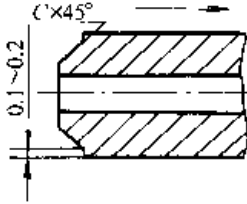
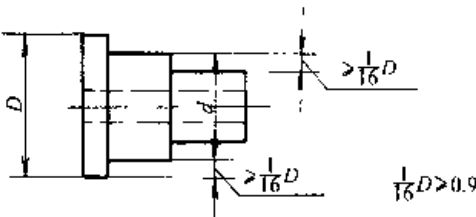
例 120 尽量避免壁厚 $<1.5\text{mm}$ 的局部薄壁

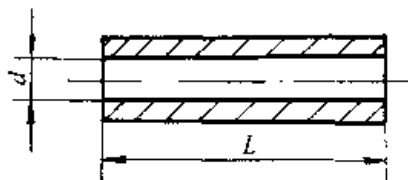
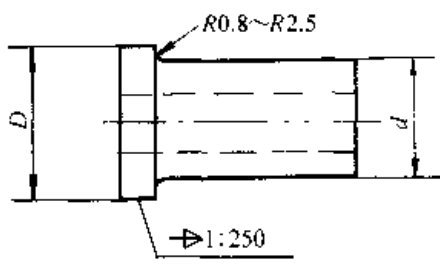
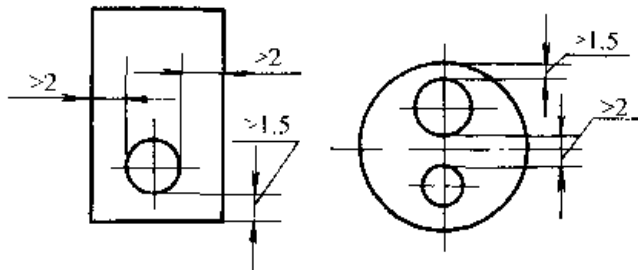
		零件设计时应避免局部薄壁，尽可能加厚薄壁处，减小壁厚处，有利于粉末充填、压制和脱模，也减小烧结变形
		增厚薄板处，有利于压坯密度均匀，减小烧结变形
		如可能，将键槽改为平面结构，有利于装粉均匀，增强压坯和模冲

例 121 尽量避免模具出现脆弱的尖角

		尖角改为圆角，有利于装粉和压制时粉末流动，改善压坯密度的均匀性
		避免组合凸模出现脆弱的尖角。尖角改为倒角 $C \times 45^\circ$（或圆角，$R \geq 0.5\text{mm}$），$C=1 \sim 3\text{mm}$

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 122 截面过渡处应设计成圆角		
		设计成过渡圆角, 便于装粉和流动, 避免压制时应力集中和开裂
例 123 结构设计应考虑易于压制		
		把中部台阶移向坯环一端, 且反向部位设计有脱模锥度 ($\approx 5^\circ$), 易于压制, 并简化了模具结构
例 124 避免设计过深的凸起、沉孔和凹槽		
		设计时避免过深的凸起、沉孔和凹槽, 保证坯坏质量, 且易于脱模, 不易损坏坯坏
		
当 $H/D \leq 1$ 时 圆槽深 $h \leq \frac{1}{3}H$ 梯形槽深 $h \leq \frac{1}{5}H$		
		凹槽尽量设计浅些和圆弧形, 可避免脱模时损坏

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 125 避免与压制方向平行的内孔无锥度		
		设计成带脱模锥度 ($> 5^\circ$) 的内孔, 便于脱模
例 126 结构设计应考虑简化模具加工		
		异型孔压制时, 加工困难且装配精度低。改为圆孔, 简化了模具加工, 也提高了配合精度
例 127 结构设计应考虑延长模具寿命		
		改为带平台的球面, 可避免上下模冲锐边, 延长模具寿命
		外沿倒角改为带小平台与倒角相连, 可消除模冲锐边, 倒角常为 45°
例 128 阶梯形台阶不宜过薄		
		台阶应不小于 0.9mm, 提高压坯质量, 且延长模冲寿命

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 129 结构设计应改善压坯的压制质量		
 $L < (2.5 \sim 3.5)d$		工件长度应限制在一定范围，以改善长度方向的密度均匀性
 $D < 1.5d$		法兰直径 < 1.5 倍的轴套直径，根部设计应有圆角，法兰应有一定锥度
		规定狭窄部位的最小尺寸，以保证模具和压坯的强度

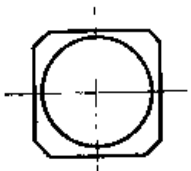
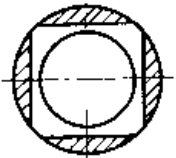
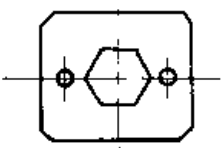
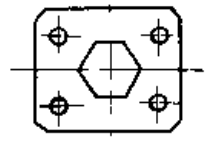
第5章 零件热处理结构工艺性设计

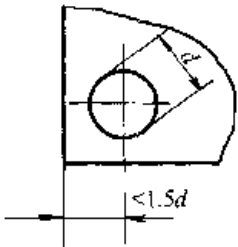
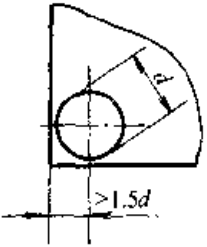
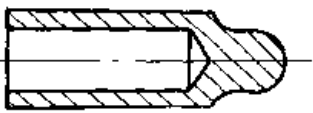
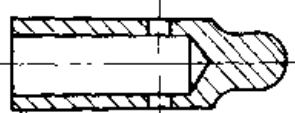
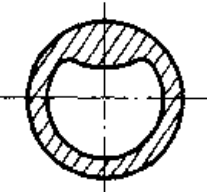
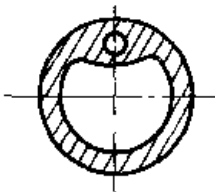
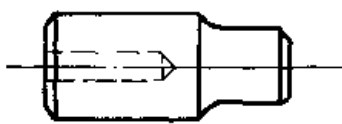
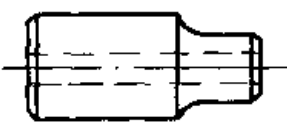
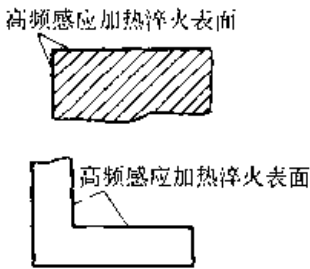
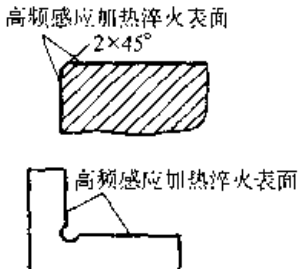
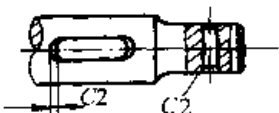
零件的热处理工艺性既涉及零件的结构、材料本身所具有的特性，又与热处理工艺过程各环节密切相关。所以设计师在设计需热处理的机械零件时应充分注意到零件结构的热处理工艺性，合理地选择材料，正确地提出技术要求；工艺师应综合考虑合理安排热处理在工艺路线中的位置；热处理工艺人员则应根据零件的材料、结构和技术要求合理地制定热处理工艺，以保证质量，降低成本。

在零件设计中，设计师往往只注意零件的结构形状、精度和性能要求，而忽视了材料和结构的不合理给热处理带来的困难。因此，设计人员在设计零件结构形状时必须充分重视结构的热处理工艺性。影响结构热处理工艺性因素主要有：材料的选择，零件的几何形状，零件的尺寸大小，零件的精度及表面状态等。

为避免零件热处理时发生过量变形、开裂或软点等，零件的几何形状往住是关键。尖锐的棱边、尖角和凹腔会产生应力集中，成为开裂的主要根源；零件截面突变处（如螺纹、油孔、键槽、退刀槽等）也容易造成应力集中；零件材料的显微组织不良会使热处理时的应力分布不均匀而导致变形或开裂。

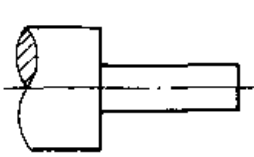
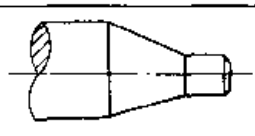
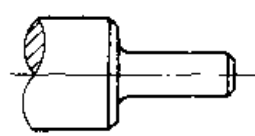
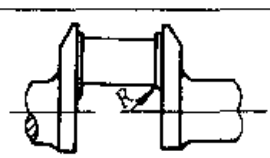
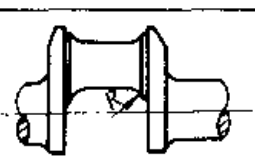
当零件的形状结构设计对于热处理工艺性无法修正的可能时，可采用其他一些可行的工艺措施来改善零件的结构工艺性。例如：零件的刚度差，易变形，可利用专用夹具来防止变形。

结构 艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 130 避免孔距离边缘太近		
		尽可能避免危险尺寸或太薄的边缘。当零件要求必须是薄边时，应在热处理后成形 改变冲模螺孔的数量和位置，减少淬裂倾向
		

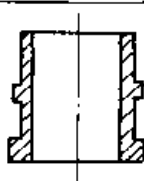
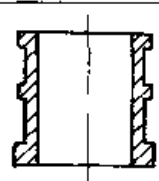
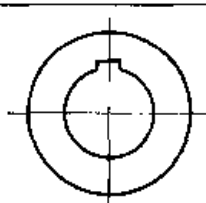
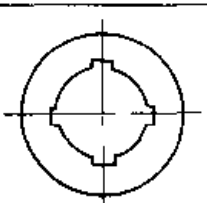
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		结构允许时, 孔距离边缘应不小于 $1.5d$
例 131 避免不通孔、死角		
		不通孔和死角使淬火时气泡不易逸出, 造成硬度不均。允许时, 应开工艺排气孔
例 132 避免结构尺寸厚薄相差悬殊		
		加开工艺孔使零件截面比较均匀
		将不通孔改为通孔, 减小了结构尺寸厚薄悬殊
例 133 避免尖角、棱角		
		二平面交角处应有比较大的圆角或倒角, 并有 $5\sim 8\text{mm}$ 不能淬硬
		为避免锐边尖角在热处理时熔化或过热, 在槽或孔的边上应有 $2\sim 3\text{mm}$ 的倒角

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

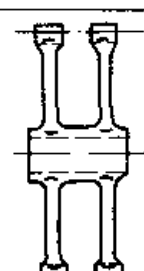
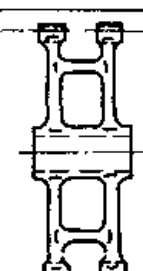
例 134 避免断面突变，增大过渡圆角

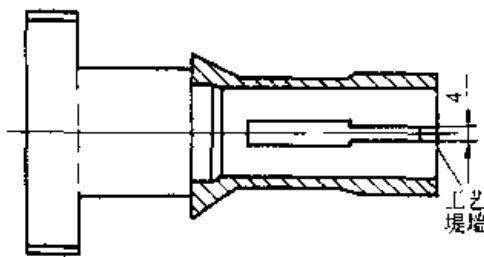
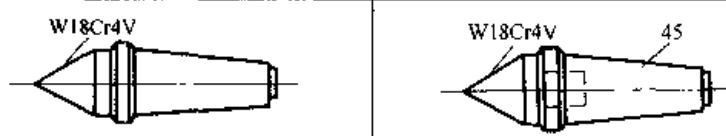
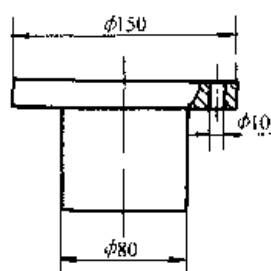
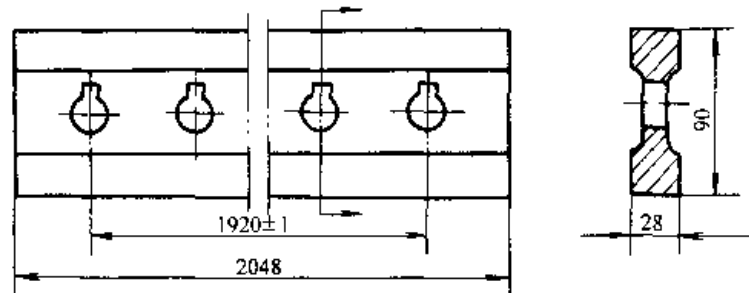
		断面过渡处应有比较大的圆弧半径。结构允许时可设计成过渡圆锥
		
		增大曲轴轴颈的圆角，且高频感应加热淬火时必须规定淬硬要包括圆角部分，否则曲轴的疲劳寿命降低

例 135 零件形状应力求对称

		薄壁套筒类渗氮件，一端有凸缘，渗氮后变成喇叭口；另一端增加凸缘，变形大为减小
		
摩擦片		几何形状在允许条件下，力求对称。图例为 T611A 镗床渗氮摩擦片和 T4280 坐标镗床精密刻线尺
		
刻线尺		

例 136 零件应有足够的刚度

		该杠杆为铸造及热处理时均易变形。加上横梁后，增加了刚度，变形减小
---	---	----------------------------------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 137 避免开口形零件淬火		
		GCr15 钢弹簧头，淬火空冷时槽口向外叉开。采用工艺堤墙后，淬火回火后再切除，保证了要求
例 138 在可能的条件下将零件设计成组合件		
		顶尖两部分工作条件不同，设计成不同材料的组合结构，既改善了工艺性，又节省了材料费用
		T10 钢钻胎，$\phi 10$ 导向孔要求硬度 60HRC，整体淬火，导孔处易开裂。改为组合结构，将一小套淬硬镶在钻胎上，解决了问题
		零件截面相差悬殊，不容易加工，热处理也难达到要求，可改成拼接结构
		
例 139 对容易变形开裂的零件改选合适的材料		
		大型剪刀板原设计 65Mn，55~60HRC，水淬油冷后长度伸长 6mm。改用微变形钢 CrWMn 淬火后仅伸长 1~2mm，同时预先控制孔距加工尺寸，符合设计要求

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 140 适当调整零件热处理前的加工余量		
		45 钢衬套，要求硬度 50~55HRC。按常规留磨量，淬火后外径余量有余，内径余量不足。根据变形规律将磨量改为内径预留 0.70~0.80mm，外径预留 0.20~0.30mm，以适应淬火后胀大
例 141 合理调整加工工序，改善热处理工艺性		
		45 钢锁紧螺母，要求槽口部分 35~40HRC。全部加工后淬火，内螺纹产生变形。可在槽口局部高频感应加热淬火
		龙门铣床主轴的端面油沟先车出来，淬火时容易开裂。改成整体淬火，外圆局部高频退火后再加工油沟
		按图加工成零件后(右图)，淬火时变形很大。改为淬火前先切开口，但不完全切开(见左图)。待淬火磨内圆后，再全部切开，符合要求

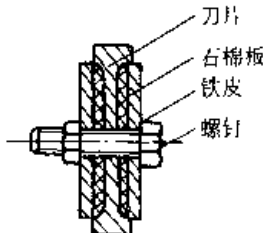
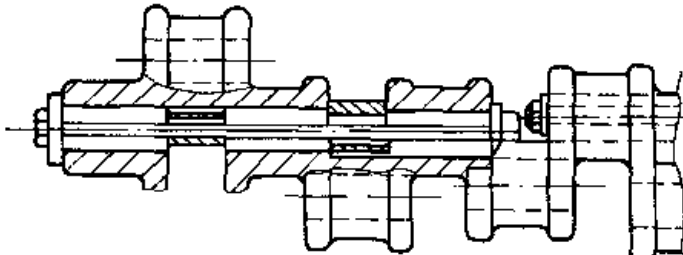
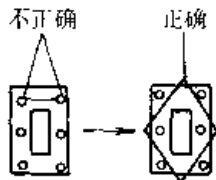
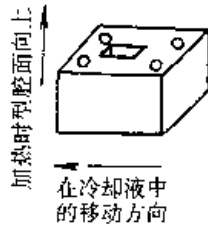
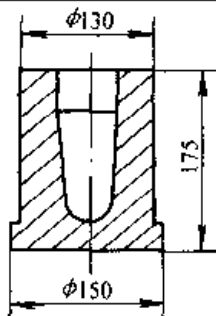
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

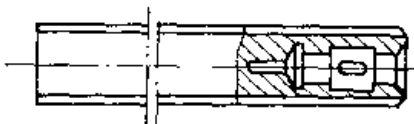
例 142 从实际工作条件出发适当修正技术要求

	磨床上圆柱, $\phi 10\text{mm}$ 孔精度较高, 45 钢, 硬度要求 40~45HRC。淬火后槽变形大。经分析硬度要求不合理, 改为 28HRC, 毛坯调质后加工, 彻底解决
	撑牙, 原设计要求全部淬硬 50~55HRC, $\phi 10\text{mm}$ 孔胀大无法修正。实际只需局部淬硬

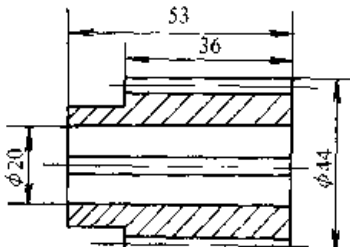
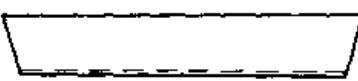
例 143 采用合适的热处理工艺

	轧钢机油膜轴承, 3Cr13 钢, 常规加热淬火, 键槽变形超差。采用 950℃ 加热亚温淬火, 适当延长保温时间, 合格率 100%
	9Mn2V 模套, 原 170℃ 硝盐分级冷却, 内孔胀大量大。改用 270℃ 硝盐等温淬火, 达到变形要求

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 144 采用合理的热处理工艺操作		
		用石棉及耐火泥堵塞细孔、螺纹孔与型孔
		截面变化悬殊处用铁丝、石棉绳等捆绑，以控制加热、冷却速度，减小变形
		曲轴渗氮时，为防止变形用拉紧杆与支撑套固定
		合理吊孔，既安全又使孔变形小
		合理确定零件在炉中加热时的放置方式，淬入冷却液的方式和在冷却液中的移动方向
例 145 改善零件最终热处理前的质量		
		Cr12MoV 钢模具，用 $\phi 200\text{mm}$ 圆棒锻成，当碳化物分布方向和孔中心线相垂直时，淬火后的缩小量很大。改用 $\phi 120\text{mm}$ 圆料锻粗后加工，轧压方向和圆孔轴线方向同，同样规范淬火，变形很小

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		38CrMoAlA 镗床镗杆, 直接渗氮。在加工过程中安排了正火、调质、去应力退火等工序, 使渗氮前获得了理想组织, 消除了加工应力, 保证了极小的变形量

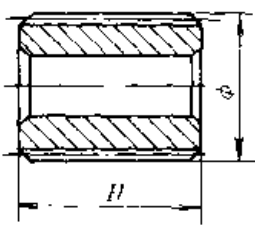
例 146 积极采用新工艺、新设备、新材料

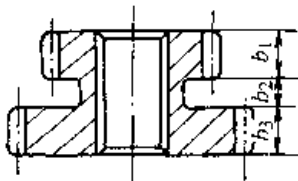
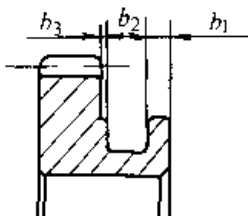
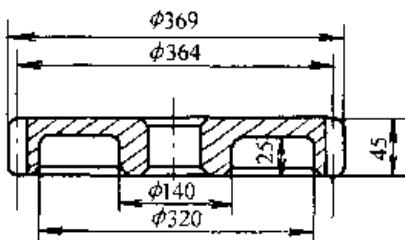
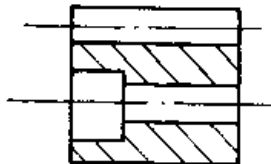
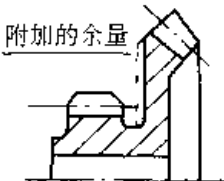
	40Cr 钢齿轮, 原要求齿部高频感应加热淬火, 生产中经常产生裂纹和不均匀变形。采用离子渗氮后所有指标合格
	9SiCr 钢搓丝板, 原盐浴淬火, 改用真空热处理后, 变形大为减小, 使用寿命提高 2~4 倍, 清洁, 无污染

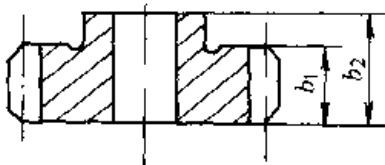
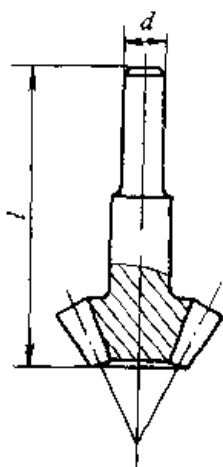
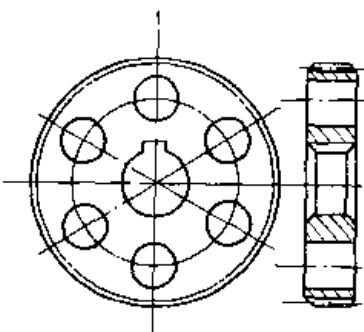
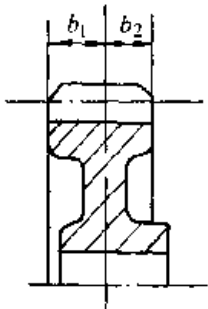
例 147 热处理工艺性对齿轮结构设计的一般要求

1. 淬硬区域截面相交时应避免尖角, 要设计成圆角, 当平面中有孔时, 则倒角不小于 $1 \times 45^\circ$
2. 固定齿轮的齿两端部一般均应倒角, 以免感应加热时齿部尖端过热
3. 三联或三联以上的齿轮, 一般外径差应大于 15mm
4. 不应设计齿轮的外径与内径之比小于 1.5 的齿轮
5. 塔形齿轮轮辐有孔、槽时, 则孔在圆周上应均匀分布, 孔、槽上下力求对称
6. 在同一齿轮上应避免有两种渗层要求
7. 弧齿锥齿轮不应感应加热淬火, 因为变形大, 硬化层又分布不良
8. 小模数内齿轮作感应加热时应留空刀槽
9. 齿面表面粗糙度应保证在 $R_a 3.2 \mu\text{m}$ 以下, 齿沟处不应有明显的刀痕

例 148 一般情况下不宜设计齿宽比齿轮直径大的柱形齿轮

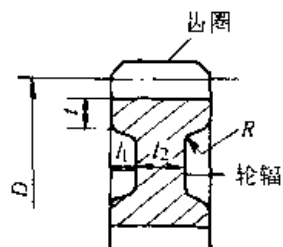
	一般情况下齿宽 H 应小于齿轮直径 ϕ
---	----------------------------

结构 艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 149 二联或三联齿轮高频感应加热淬火时应合理设计齿部两端面的间距		
		—联或三联齿轮高频感应加热淬火，齿部两端面间的距离 $b_2 \geq 8\text{mm}$ ， b_1 和 b_3 要相近
例 150 合理设计需高频感应加热淬火的带拨叉齿轮的尺寸		
		带拨叉槽齿轮高频感应加热淬火： $b_2 \geq 12\text{mm}$ $b_3 \geq 1 \times 45^\circ$ $b_1 \geq 5\text{mm}$
例 151 合理安排有深槽的淬火齿轮的加工工序		
		25mm 深的槽必须在淬火后挖出，否则当齿轮淬火时，节圆直径变成锥形
例 152 平齿条应避免高频感应加热淬火		
		平齿条避免高频感应加热淬火，应采用渗碳或渗氮
例 153 齿轮结构设计有时需要有附加余量		
		附加余量是为了减少渗碳时的变形，热处理后应切去

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 154 齿轮有关尺寸设计应考虑热处理工艺性		
		b_1 和 b_2 要相当, b_1 、 b_2 相差越大, 则变形越大
		l/d 比不要太大
		齿部淬火后, 再加工出 6 个孔
		b_1 和 b_2 不宜相差太大

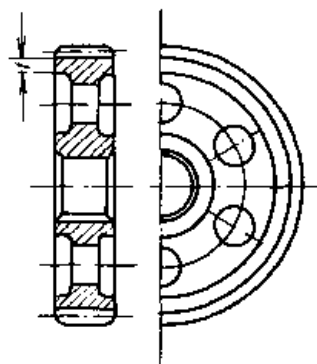
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 155 齿圈和轮辐尺寸设计要合理



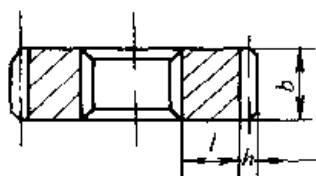
大齿轮齿圈和轮辐尺寸设计要合理。 d_2/D 比不要太小,一般在 0.1~0.2 以上; d_2 不要太小,约为 d_1 的两倍为好, R 要大

例 156 渗碳齿轮应加开工艺孔



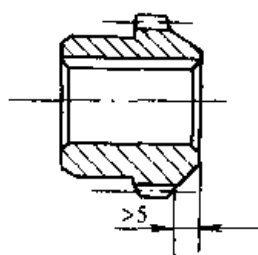
渗碳齿轮应加开工艺孔,增厚 t , 以减小变形

例 157 全部齿一次加热高频感应加热淬火时, 尺寸要合理



全部齿一次加热高频感应加热淬火时, l 要足够大, b 不宜太大, 一般 $l \geq 2.5h$, $b \leq 55$

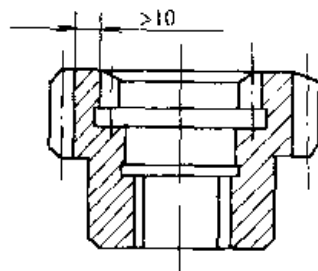
例 158 齿部和端面均要求高频感应加热淬火时, 其间距要合适



齿部和端面均要求高频感应加热淬火时, 齿部与端面间距离不小于 5mm

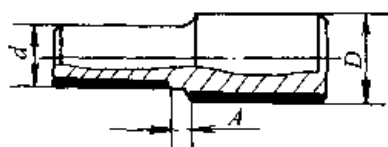
结构工艺件图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 159 内外齿均需高频感应加热淬火时要正确设计两齿根圆间的距离



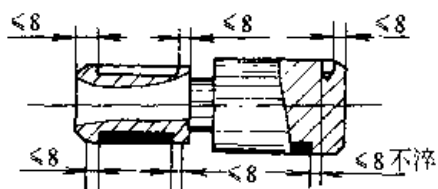
内外齿均需高频感应加热淬火时，两齿根圆间的距离应大于 10mm

例 160 不同直径轴类高频感应加热淬火件允许有合理的淬火过渡区

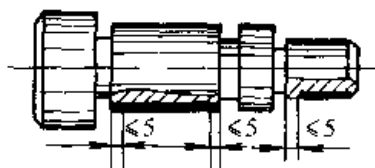


$D-d/\text{mm}$	<10	$10\sim20$	>20
A/mm	<5	<8	<12

阶梯轴高频感应加热淬火后允许在阶梯处有宽度 A 没有淬硬，尺寸 A 由轴的 D 、 d 尺寸决定



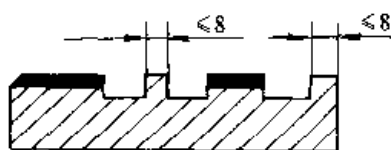
淬火部分带槽或孔，允许距槽或孔边 $\leq 8\text{mm}$ 处不淬硬



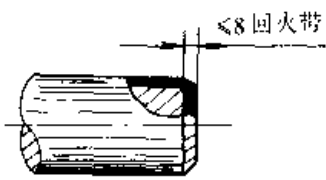
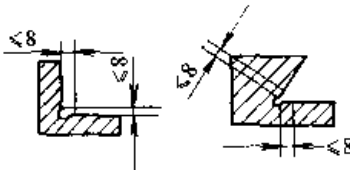
带有空刀槽的轴高频感应加热淬火时，距空刀槽处允许有 $\leq 5\text{mm}$ 的软带



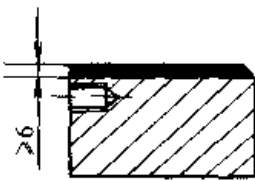
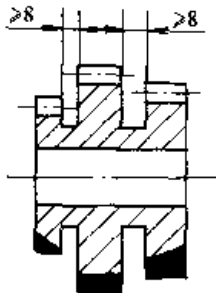
要高频感应加热淬火的带槽零件，槽深度 $\geq 10\text{mm}$ 时，允许距槽底有 5mm 不淬硬



淬硬平面有槽，且为细长狭条面，如其宽度 $\leq 8\text{mm}$ ，则此细长面允许不淬硬

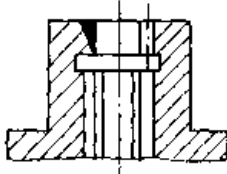
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		如零件有直角两表面均需高频感应加热淬火时，允许在一个表面上有 $\leq 8\text{mm}$ 的回火软带，或允许其中一面距边缘 5mm 范围不淬硬
		两相交平面均需高频感应加热淬火时，其交角处允许有 $\leq 8\text{mm}$ 不淬硬，交角处要有空刀槽或圆角

例 161 高频感应加热淬火件的结构应考虑热处理工艺性

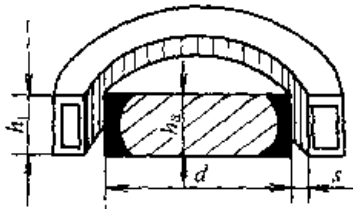
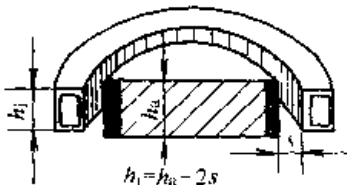
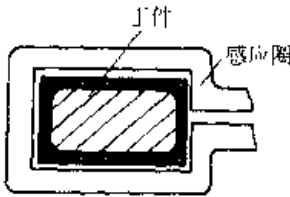
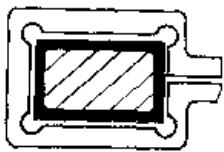
		零件有孔时，孔的边缘距淬硬表面应在 6mm 以上，或允许有孔的地方不淬硬
		二联或三联齿轮，其二联间距离应 $\geq 8\text{mm}$ 。在 $\leq 16\text{mm}$ 时，允许其中较小齿轮的硬化层稍带斜度

例 162 高频感应加热淬火件应有合理的热处理技术要求

		如槽宽 $\leq 25\text{mm}$ ，槽深 $\leq 10\text{mm}$ ，允许其夹角淬硬，在槽两侧尖角处各允许有 $\leq 8\text{mm}$ 、深 5mm 的淬硬区
		同时加热淬火的齿轮，其齿宽中部纵剖面硬化层深度允许 $\geq$ 端面硬化层的 $\frac{2}{3}$

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		内齿轮模数 $\leq 6\text{mm}$ 时, 允许其淬硬层稍带斜度

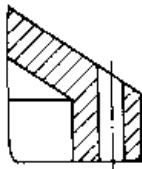
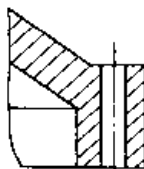
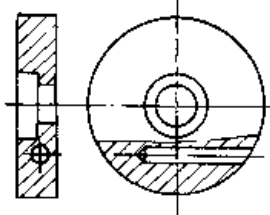
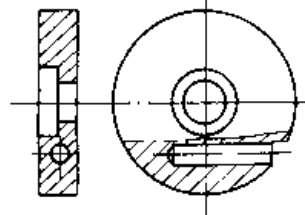
例 163 感应加热淬火件应尽可能避免产生尖角效应

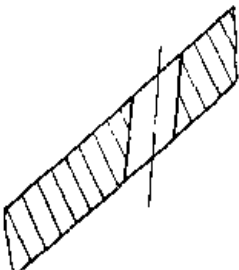
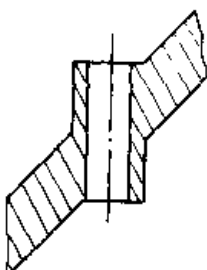
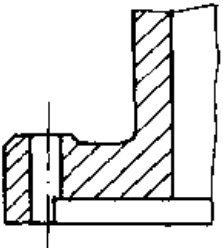
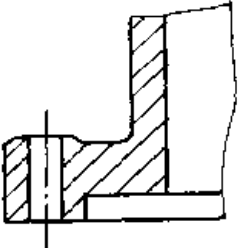
 $h_1 - h_a$ (加热不均)	 $h_1 = h_a - 2s$ (加热均匀)	感应加热淬火件应尽可能避免产生尖角效应, 解决办法可以调节感应圈与工件之间的相对高度
		

第 6 章 零件切削加工工艺性设计

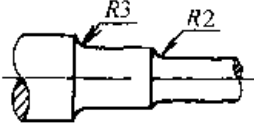
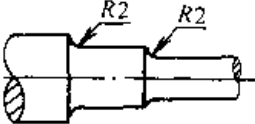
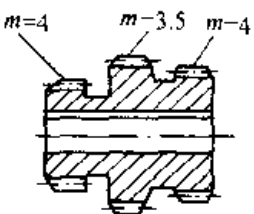
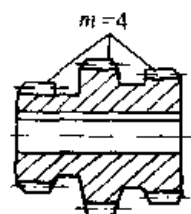
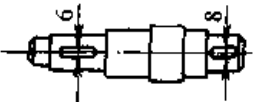
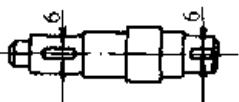
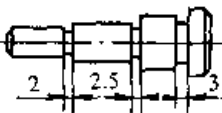
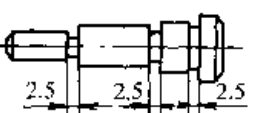
切削加工工艺性综合反映了机械零件切削加工的可行性和经济性。切削加工工艺性具有综合性和相对性。切削加工工艺性是一项综合性的技术经济指标。其内涵和影响因素涉及生产批量、工艺路线、加工精度与方法、工艺装备等许多方面。同时，切削加工工艺性也是一个矛盾的统一体，影响因素多，而且是此长彼消，相互关联。脱离了具体生产规模和环境，脱离了新材料、新技术、新设备、新工艺，工艺性也就失去了空间和时间。因此，工艺性不存在唯一的绝对的评价指标。

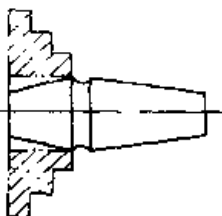
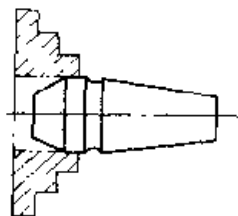
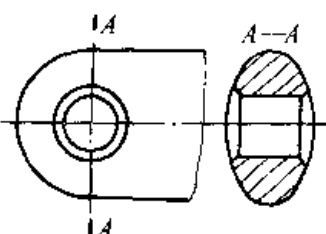
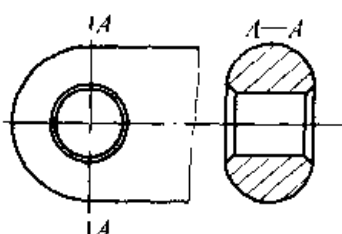
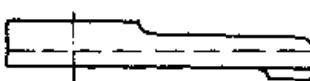
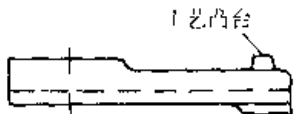
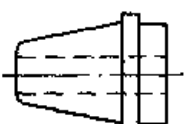
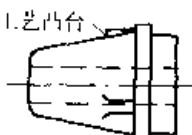
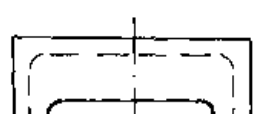
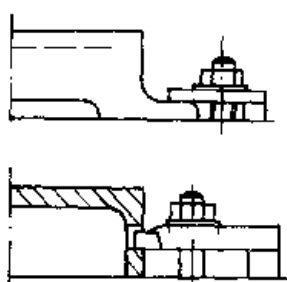
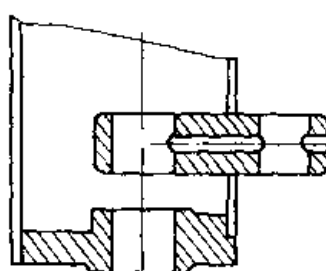
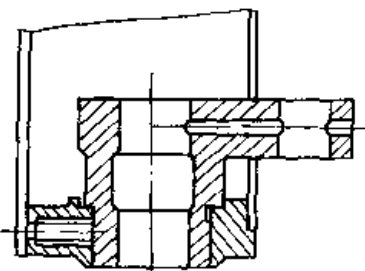
影响切削加工工艺性的因素比较多，主要有零件的材料、零件毛坯种类、零件的热处理、零件的结构等。对零件结构而言主要有加工精度和表面质量、切削加工量、切削加工效率、生产准备工时和辅助工时等。设计人员要充分重视结构的优化设计。确定制造毛坯的方法后，在满足零件使用要求的前提下，设计零件时应注意结构工艺性的问题：结构应尽量简单；结构应有利于零件达到加工质量的要求；结构应与使用高效机床和先进加工工艺相适应；结构应有利于减少零件的机动工时；结构应有利于减少加工过程中的辅助工时；结构应能使用标准刀具和量具。总的来说应遵循三个基本原则：结构应有利于提高切削效率，结构应便于加工，结构应有较少的切削加工量，达到加工精度。

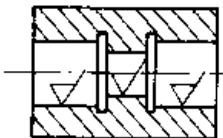
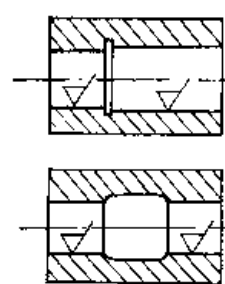
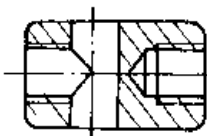
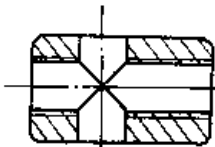
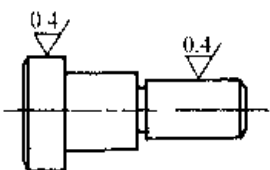
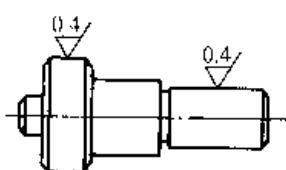
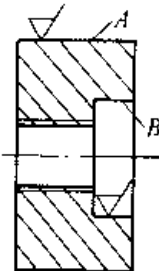
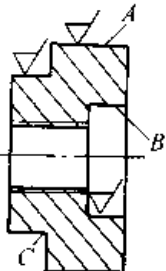
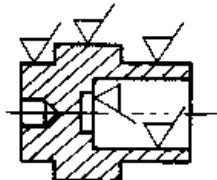
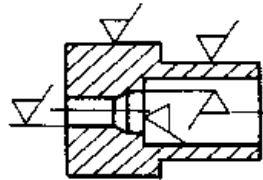
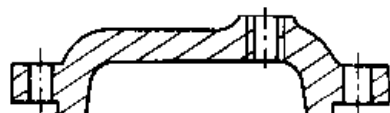
结 构 工 艺 性 图 例		要 点 与 说 明
改 进 前	改 进 后	
例 164 钻削过程中禁忌一侧切削，一侧空载		
		孔的进口端避免斜面
		孔的进刀处避免弧面

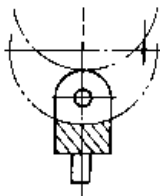
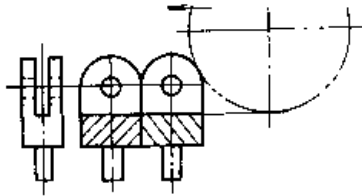
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		避免在斜面上钻孔
		避免出口处的单边切削

例 165 减少结构要素的种类和规格

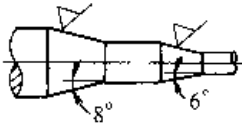
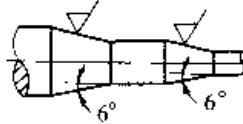
		尽可能统一圆弧半径标准
		多联齿轮模数尽可能一致
		尽可能统一键槽宽度标准
		统一沉割形状和尺寸

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 166 定位可靠, 夹紧简便		
		圆柱面易于定位夹紧
		平面易于定位夹紧
		增加工艺凸台后易定位夹紧
		增加工艺凸台后易定位夹紧
		增加夹紧边缘或开夹紧工艺孔
		箱体中有凸出底面的支承架, 装夹不便, 分成两件后易于定位夹紧

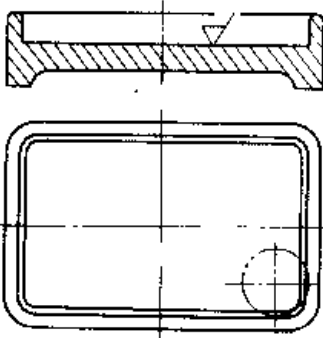
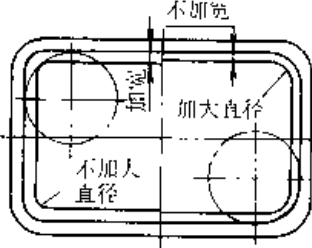
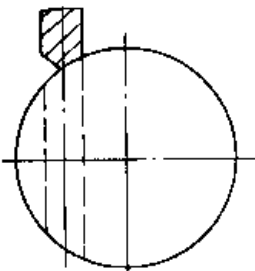
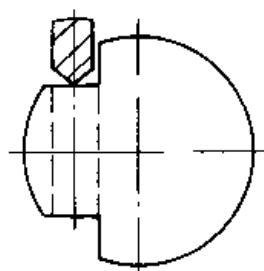
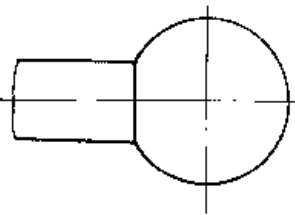
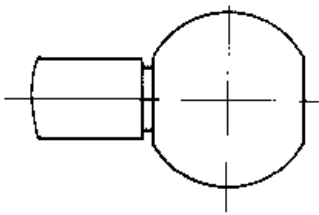
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 167 应考虑减少装夹次数		
		原设计从两端加工，改进后可省去一次安装
		改为通孔可减少 1 次安装。如需热处理，还可改善热处理工艺性
		改进后减少一次磨削装夹
		改进后可在一次装夹中完成 A、B 面的车加工
		改成通孔可减少装夹次数
		倾斜加工表面和斜孔会增加装夹次数

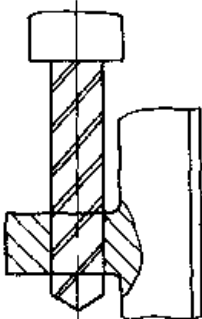
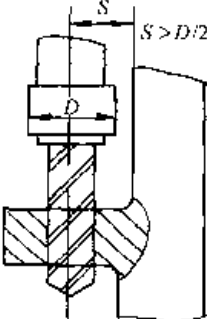
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		改进后的结构可多件合并加工

例 168 减少机床调整次数

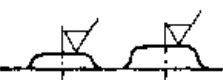
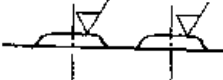
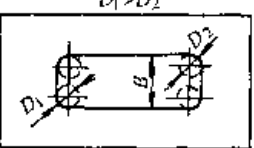
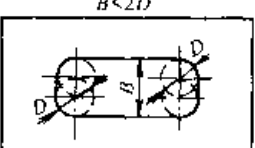
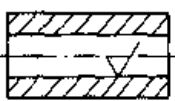
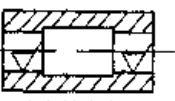
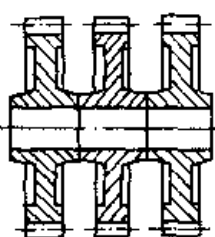
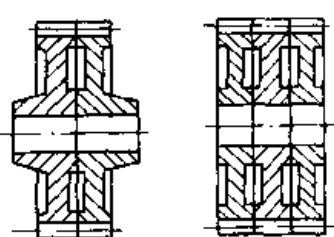
		减少机床调整次数，提高生产效率
---	---	-----------------

例 169 减少刀具调整、刃磨和交换次数

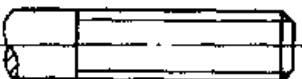
		需端铣或端磨的内凹表面，应尽量增大内圆角，或将凸台面减小
		改进后避免了刀具单面切削
		尽量避免成形表面，尤其是达到轴线的成形表面加工，改善刀具工作条件，减小刀具磨损

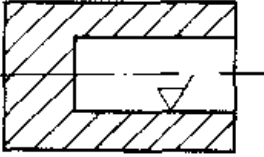
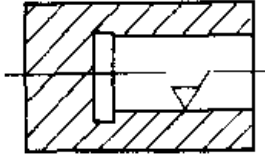
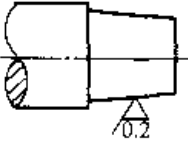
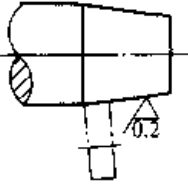
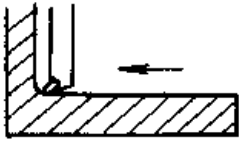
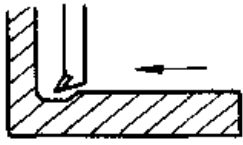
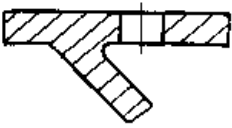
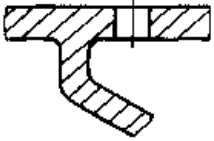
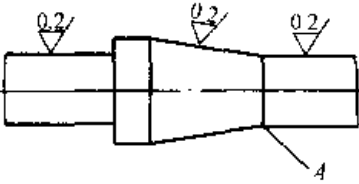
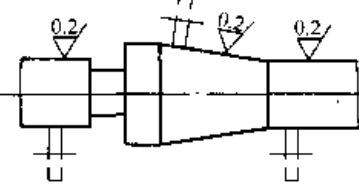
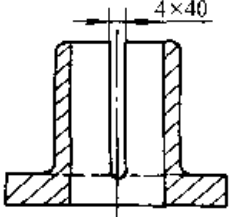
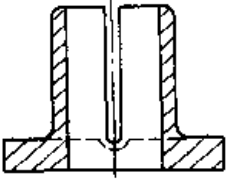
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		孔位不宜紧靠侧壁

例 170 减少走刀次数和行程

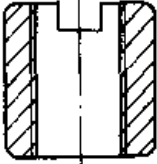
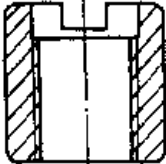
 需要两次走刀	 一次走刀	加工表面布置在同一平面上
 $B > 2D_1$ $D_1 > D_2$	 $B < 2D$	凹槽的过渡圆弧半径与槽宽相适应
 精车长度过长	 减小精车长度	精车长度过长, 减小精车长度
		改进后减少了切削行程, 提高了加工时的刚性

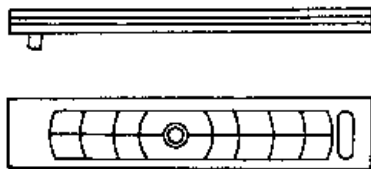
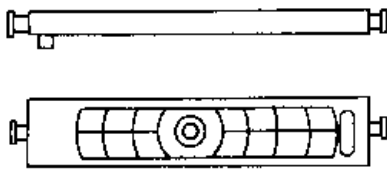
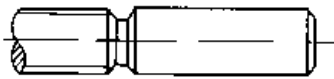
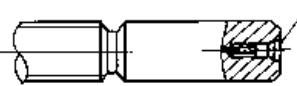
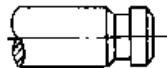
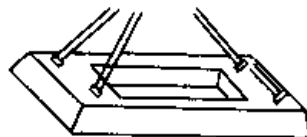
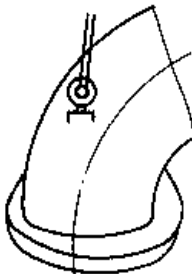
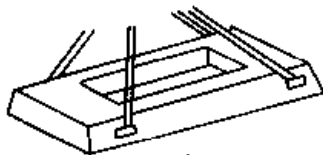
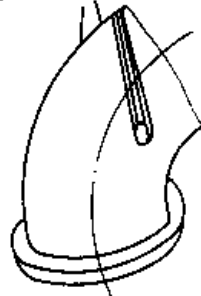
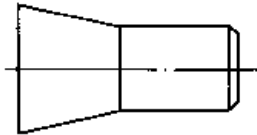
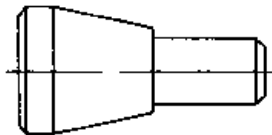
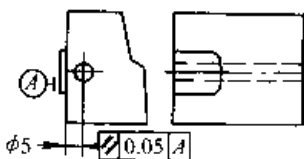
例 171 刀具或砂轮应能顺利地进入和退出加工表面

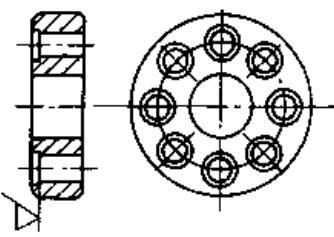
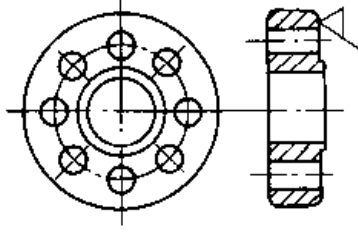
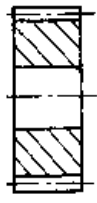
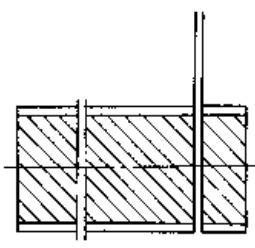
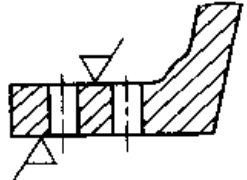
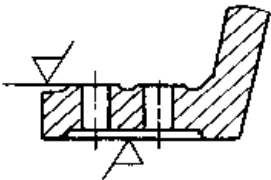
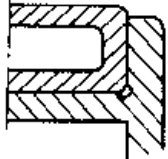
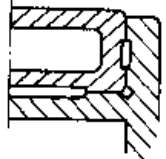
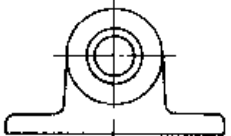
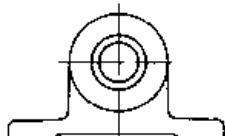
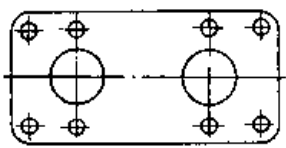
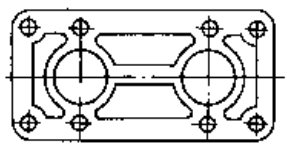
		设计车螺纹退刀槽
---	---	----------

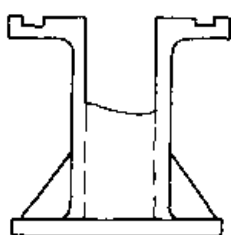
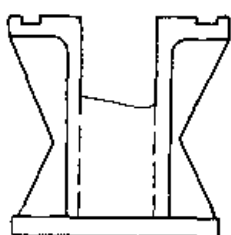
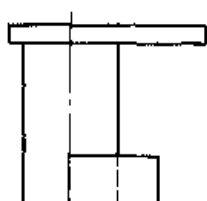
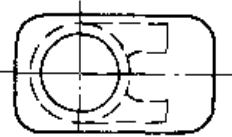
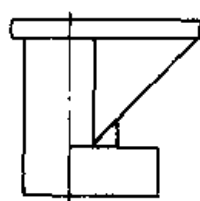
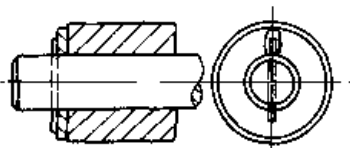
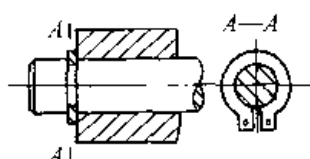
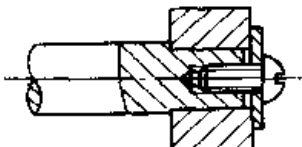
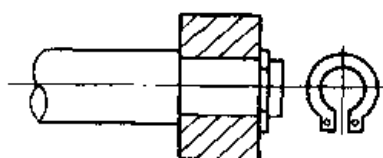
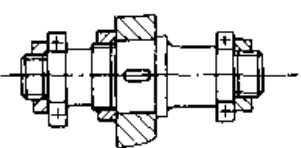
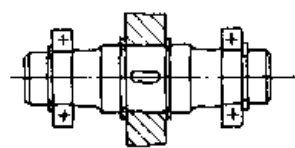
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		内孔加工时设置退刀槽, 能保证孔端终点处的精度要求
		改进后能顺利进行锥面磨削
		设计刨削让刀槽
		钻孔出口处应留较大空间, 保证钻削正常进行
		带有锥体的轴件。改进后, 不仅提高工效, 而且还可保证工件的表面粗糙度
		在法兰上铸出半圆槽, 使铣刀顺利进入和退出切削

例 172 减少并便于去除毛刺

		将铣口处改为内圆柱面, 以便于去毛刺
---	---	--------------------

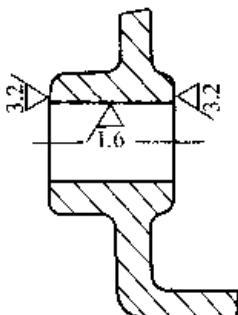
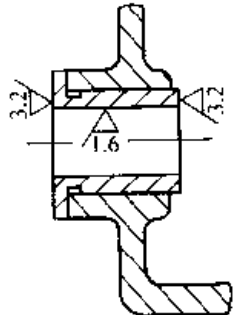
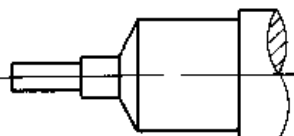
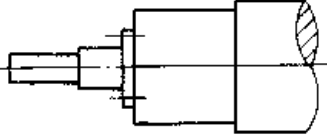
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 173 大件、长件设计应便于吊运		
		大件、沉重刮研件设置吊装凸耳或专用吊装孔等, 便于加工、吊运、装配和维修
	C 型中心孔  或 	长轴一端设置吊挂螺孔或吊挂环, 便于吊运、热处理和保管
 	 	对于很大的铸件, 要铸出吊运孔或吊运搭子
例 174 结构设计应便于检测		
		改进后便于加工和检测
		增加工艺凸台, 便于测量孔与基面的平行度

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 175 减少材料的切除量		
		减少切削加工表面数
		成批生产的齿轮, 可用 齿轮棒料精密切削成形
		铸出凸台, 减少加工面积
		接触面改为环形带后加工, 切削加工表面面积大为减少
		部分支撑面改为台阶面后减少了加工面积
		减少大面积刮、磨削表面面积

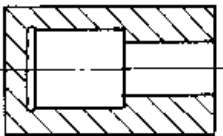
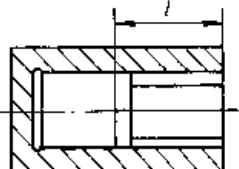
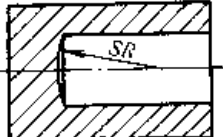
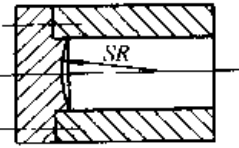
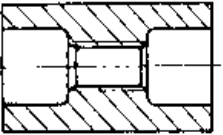
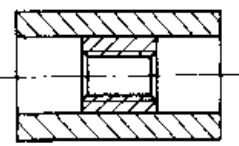
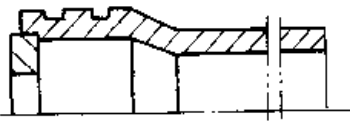
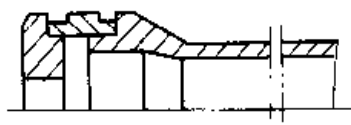
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 176 合理布置加强筋, 提高工件刚度		
		刚度不足, 加工变形影响精度, 增设加强筋
 	 	
例 177 合理应用弹性挡圈, 简化结构		
		用弹性挡圈代替开口销和垫圈
		用弹性挡圈代替螺钉和垫圈
		用弹性挡圈代替轴肩, 减小毛坯直径和加工余量

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

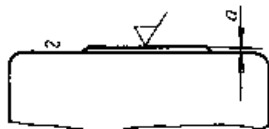
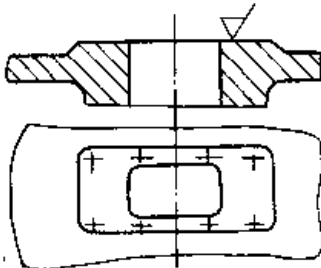
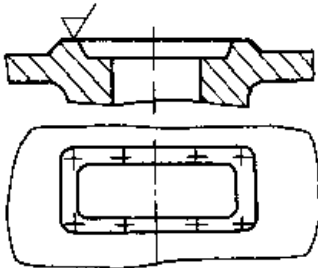
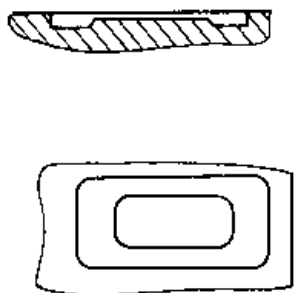
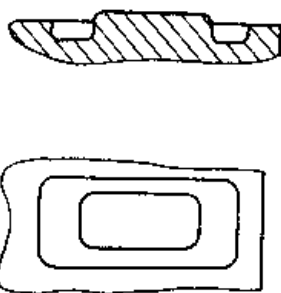
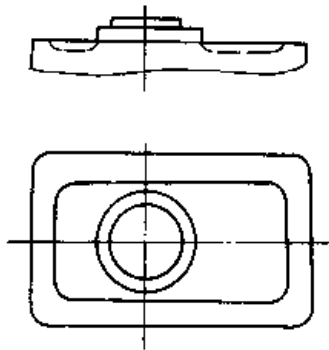
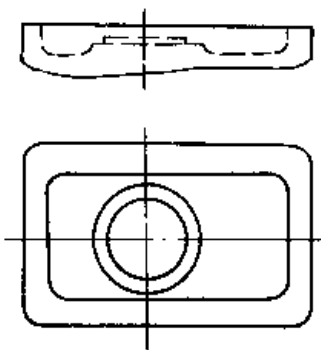
例 178 合理应用组合结构以减少加工量

		用外表面加工取代内端面加工
		改进后提高了材料利用率, 减少了加工余量

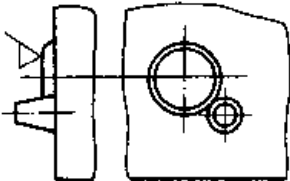
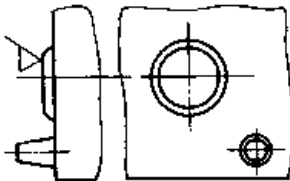
例 179 合理应用组合结构以减小内表面加工难度

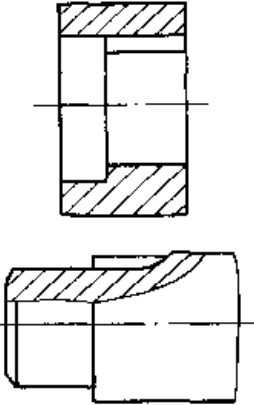
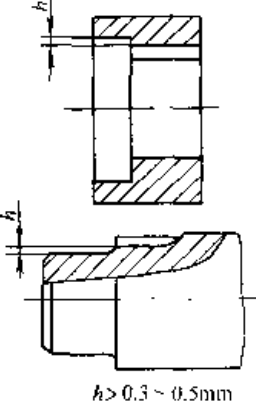
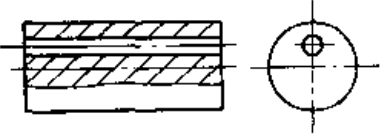
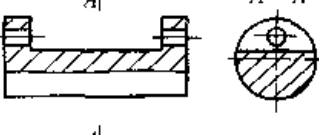
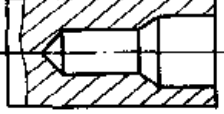
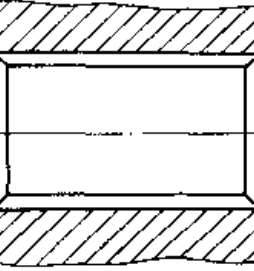
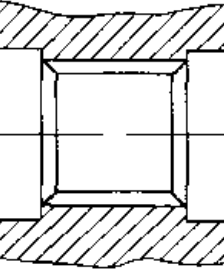
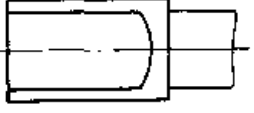
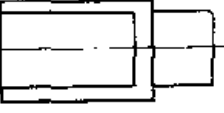
		减少内孔加工难度
		减少内球面加工难度
		减少内花键加工难度
		减少了加工难度

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

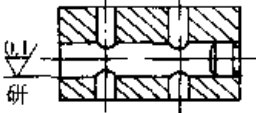
例 180 应合理设计加工平面		
 $a < \delta$ δ 加工误差	 $a > \delta$	加工平面与不加工表面 应有明显界限
		加工面宽度尽可能一 致, 以有利于提高切削用 量
		避免把加工平面布置在 低凹处
		避免在加工平面中间设 计凸台

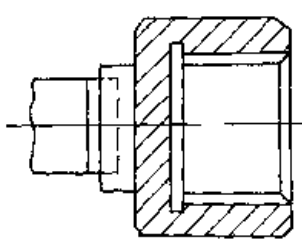
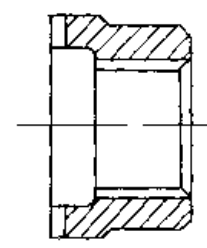
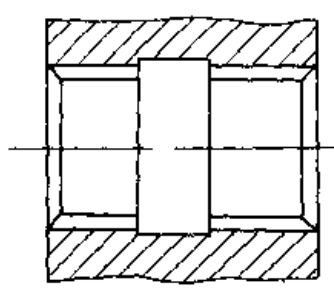
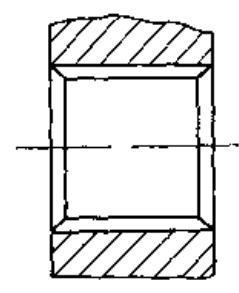
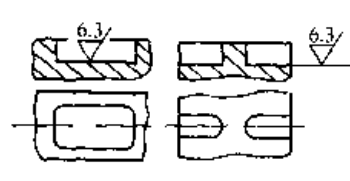
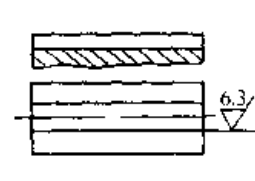
例 181 结构设计应尽量减小加工难度

		改进前的结构难以加工
---	---	------------

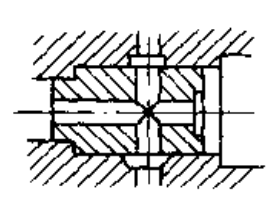
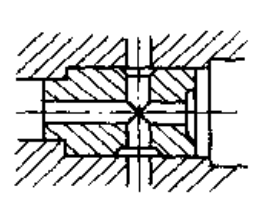
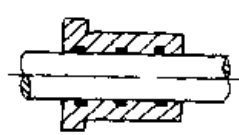
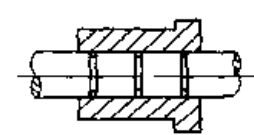
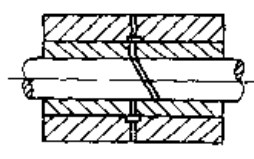
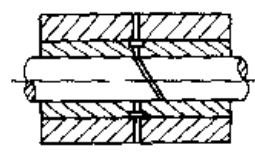
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
	 $h > 0.3 \sim 0.5\text{mm}$	沟槽表面不要与其他加工表面重合, h 应符合标准
		细长孔不容易进行切削加工
		平底孔加工应避免
		花键孔不宜过长
		改进后的结构易于加工

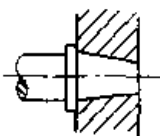
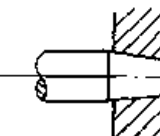
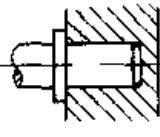
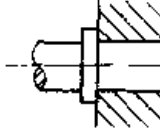
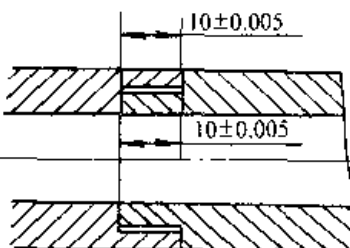
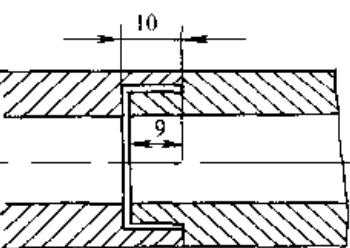
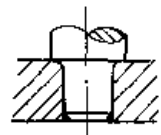
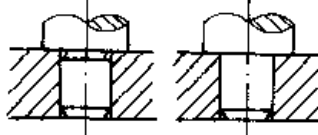
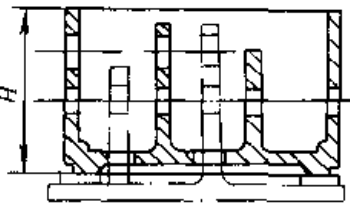
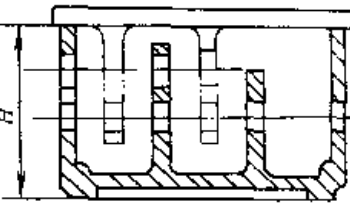
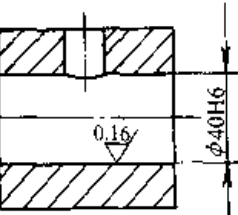
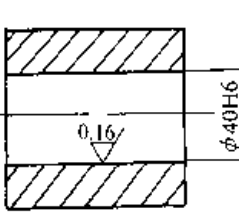
例 182 结构设计应避免不通孔、凹窝和不穿透的槽

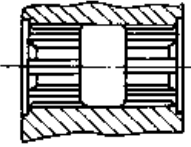
		研磨孔宜贯通
---	--	--------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		花键孔宜贯通
		花键孔宜连续
		封闭凹窝和不通槽不利于切削加工

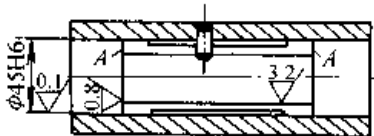
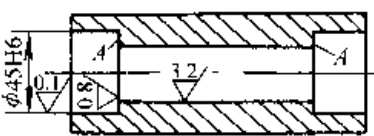
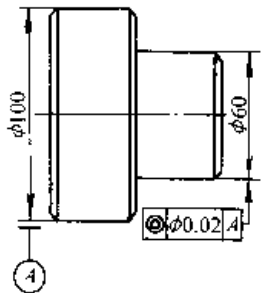
例 183 应尽量避免内沟槽的设计

		外表面沟槽加工比内表面沟槽加工方便, 容易保证加工精度
		
		

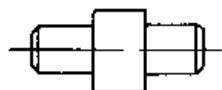
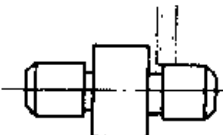
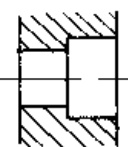
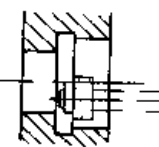
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 184 合理设计结构, 降低技术要求		
		克服过定位
		
		
		过渡圆弧不要求吻合
例 185 设计基准应与工艺基准相互重合		
		键杆支承吊架装在箱体上平时, 尺寸 H 要求严格。如改到下平面, 与安装基面一致, H 可为自由尺寸
例 186 避免切削振动和冲击		
		精密镗削孔表面应连续

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		均匀连续的花键孔容易得到比较高的精度

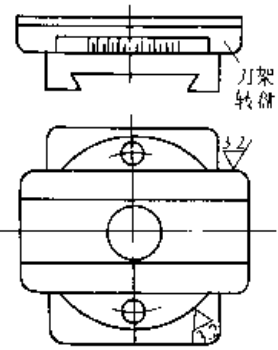
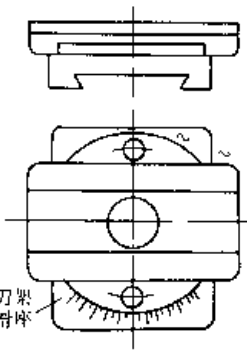
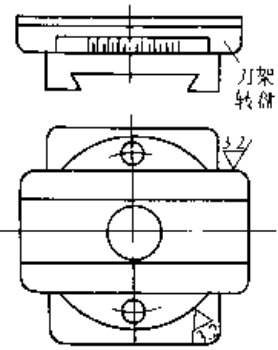
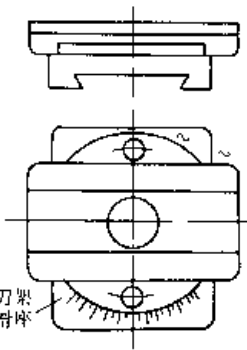
例 187 要求较高位置精度的零件应尽可能一次装夹加工表面

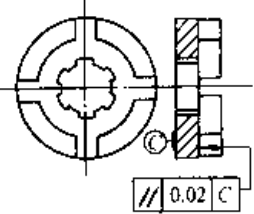
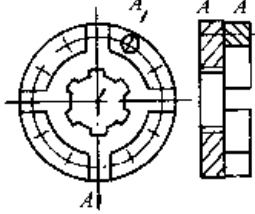
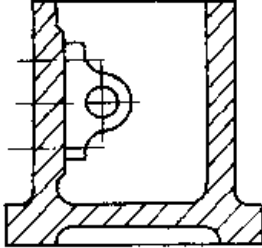
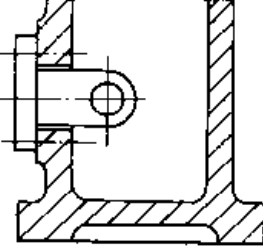
		内圆磨头套筒两端轴承孔与端面位置精度要求很高。改进后一次装夹加工，并便于研磨
		零件的同轴度要求高，如不一次装夹中同时加工出$\phi 100$和$\phi 60$的面，就不能满足精度要求

例 188 对两个质量要求高的表面不宜同时加工

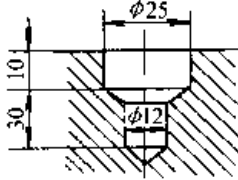
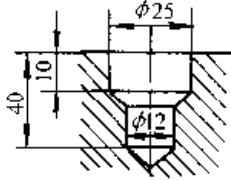
		圆柱面和端面不可同时磨削。零件结构设计时应考虑适应刀具尺寸
		

例 189 避免难加工的结构

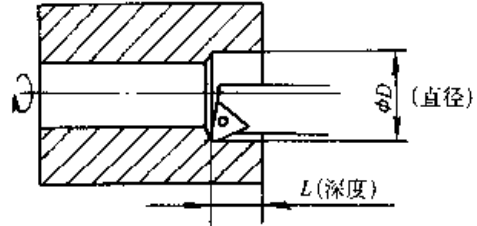
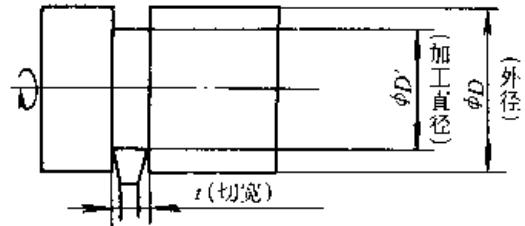
		在刀架转盘圆柱面上进行精密刻线，其四周要进行复杂加工。应改为在滑座平面上刻线
		

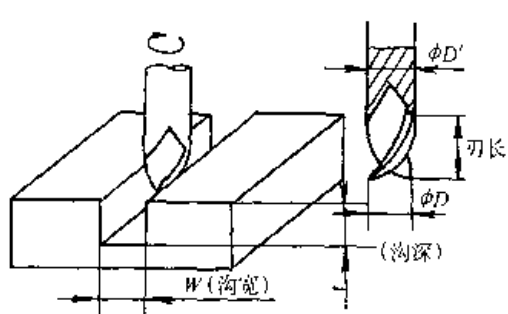
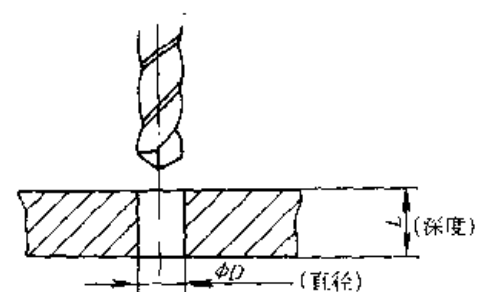
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		改进后易于保证平行度
		内端面加工不容易得到高精度和低粗糙度

例 190 标注尺寸要考虑加工和测量方便

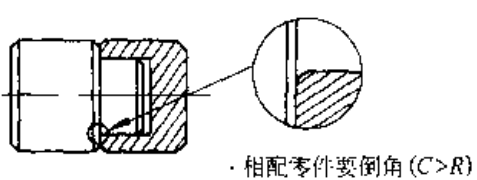
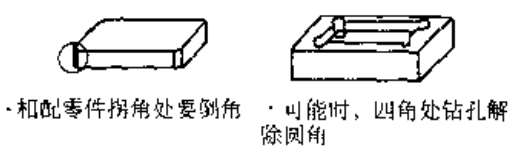
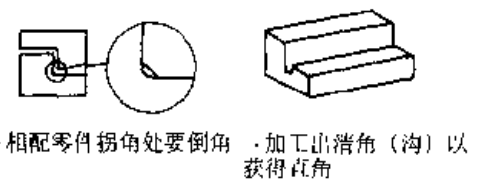
		标注尺寸要合理, 要考虑加工和测量方法
---	---	---------------------

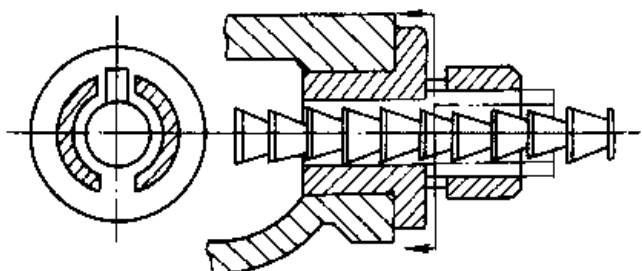
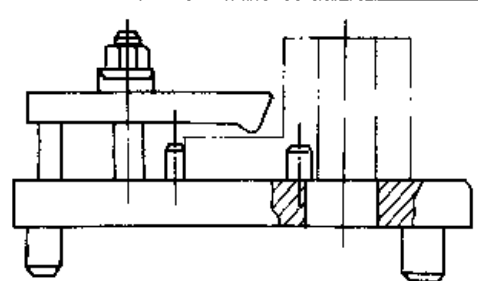
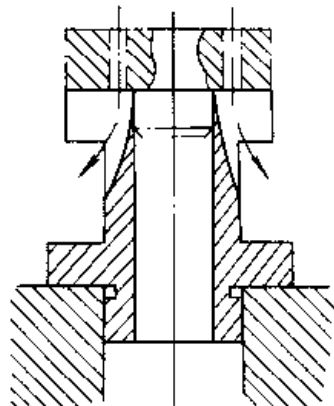
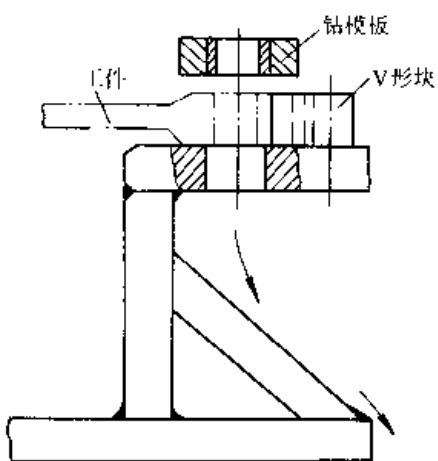
例 191 零件形状设计应考虑加工方法及刀具的限制

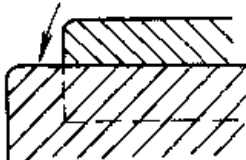
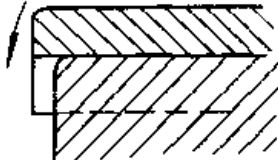
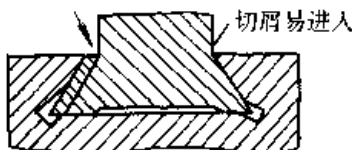
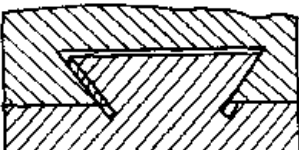
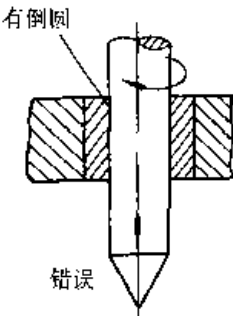
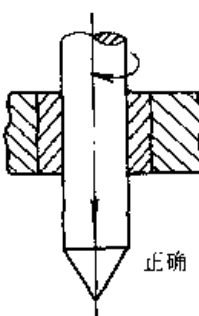
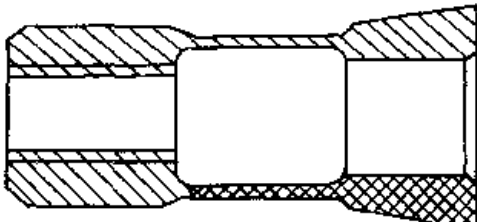
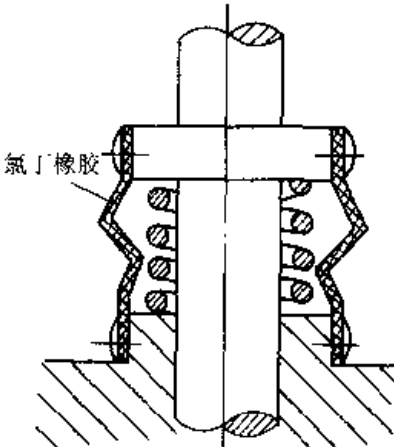
	车、镗加工时, 孔不能太深。深度 L 通常为 $L/D \leq 3$ 。如太深则刀具产生颤振, 不能加工
	横向切断、切沟时, 切宽 t 也由刀具决定, 一般为 $2 \sim 5\text{mm}$ 。比此值窄的沟则需制作专用刀具

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		铣削加工深沟时，刃上部（右图剖面线部分）要磨成 $\phi D' < \phi D$，使非刃部位不与工件干涉，沟深！也不宜太深，$H/D < 5$ 为宜
		钻孔时，深度 L 通常取 $L/D \leq 3$，更深的孔则需使用加长钻头。且深度 L 限定在 $L/D \leq 10$。因为孔深时刀具容易产生颤振，使加工困难，也易引起孔钻偏

例 192 相配零件设计时要注意各种加工所产生的圆角形状

		切削加工时，刀尖圆角会“复制”到工件上。相配零件要倒角
		铣削挖槽加工时，四角处会加工出铣刀半径 R。相配零件要倒角。可能时，四角处钻孔解除圆角
		平面磨削加工时，在棱角处“复制”出砂轮圆角 R 形状，所以相配零件拐角处要倒角。可能时，加工出清角（沟）以获得直角

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 193 应注意排屑的结构工艺性		
	在拉床夹具下方开出槽口，使切屑通过槽口排出	
	夹具体上设置支脚，使切屑自其下方流出	
	在钻床夹具体上开出斜面或斜沟槽，使切屑流出夹具体，不至影响定位精度	
 钻模板 V形块	夹具体上增设斜板，导引切屑自动流出	

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 194 应注意防屑的结构工艺性		
		相对滑动的两个表面。夹具结构应能使在工作状态时，上件盖住下件的配合表面
		采用燕尾配合，其结构要注意防屑，以免增大运动阻力，加速配合件的磨损
		导向套有内倒角的结构容易使切屑落入。应采用锐角的或外部有 R0.1mm 圆角的特殊导套，防止切屑和尘埃
		在弹簧夹头的开口槽中充填氟丁橡胶，防止切屑嵌入
		在圆柱弹簧外设置橡胶保护罩，防止切屑进入

第7章 零部件装配和维修结构工艺性设计

零部件的装配工艺性将直接影响装配工作的效率和质量。产品及零部件的装配工艺性在产品的组成零件加工结束后就基本确定,因此装配工艺性应当在产品设计阶段就应充分考虑。

装配工艺性又与装配方式、方法、组织形式等有关,所以是一个比较复杂的问题。装配工艺方案要根据生产类型、产品结构、大小、精度、数量等因素综合分析后确定。在确定装配工艺方案后应制定装配工艺规程,同时应注意成组技术在装配中的应用。

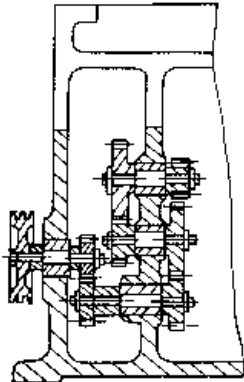
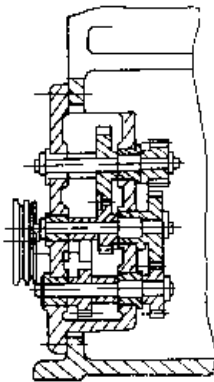
产品的工艺性与具体的产品结构密切相关,零部件的工艺性很大程度上决定了产品的工艺性。一般装配(即手工装配)对零部件装配工艺性要求主要有:组成单独的部件或装配单元;应有正确的装配基面;装配和拆卸的方便性;装配的零部件之间结构的合理性;螺纹联接的工艺性;避免装配时的应力集中;密封的可靠性;避免装配时的切削加工;选择合适的调整补偿环;减少外观修整的工作量等。

自动装配对工艺性要求有:有利于零件的自动给料;有利于零件的自动传输;有利于自动装配作业等。

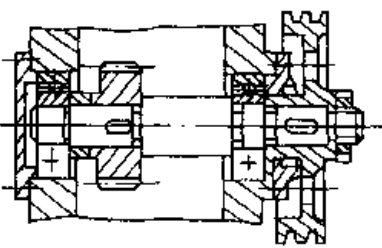
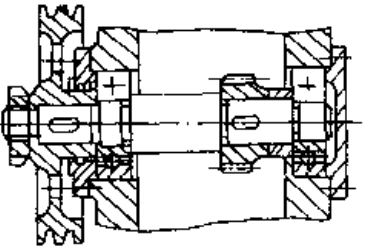
机械具有良好的维修工艺性,对方便修理、延长机器使用寿命和降低成本是很重要的。考虑维修工艺性因素主要有:采用独立的单元结构;维修时可使用通用工具;相邻部件的固定互不影响;相配零件应能迅速定位;应有吊定装置;考虑零件磨损后修复的可能性等。

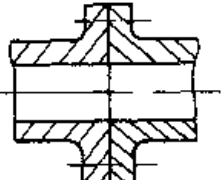
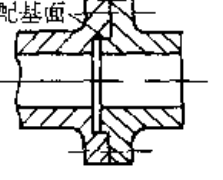
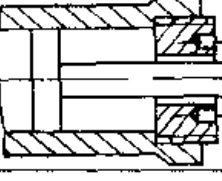
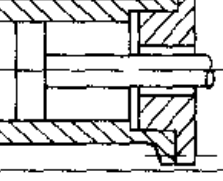
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

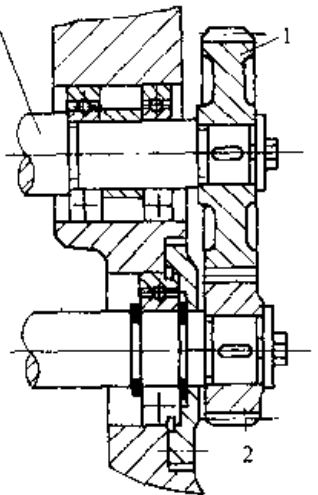
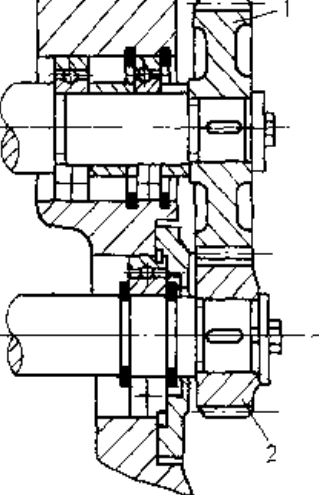
例 195 尽可能组成单独的部件或装配单元

		将传动内轮组成为单独的齿轮箱,便于分别装配,提高装配效率,也便于维修
---	---	------------------------------------

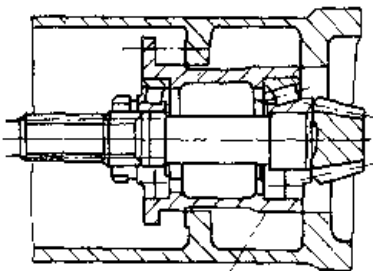
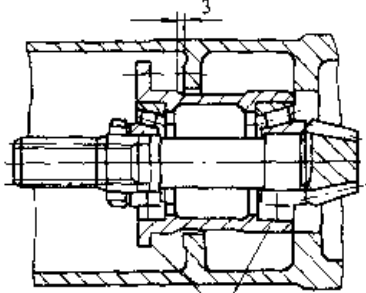
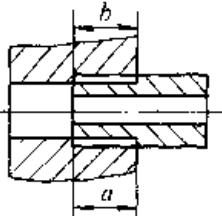
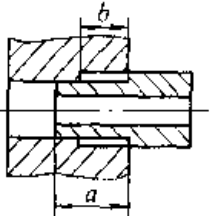
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

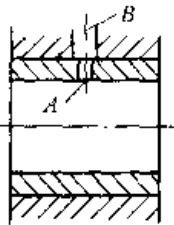
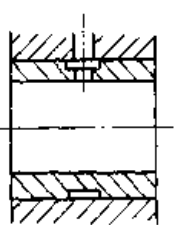
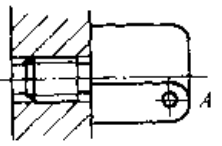
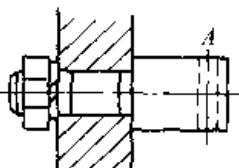
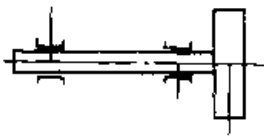
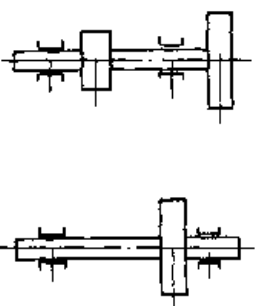
例 196 同一轴上的零件尽可能考虑从箱体一端成套装卸		
		改进前, 轴上的齿轮大于轴承孔, 需在箱内装配。改进后, 轴上零件可在组装后一次装入箱体

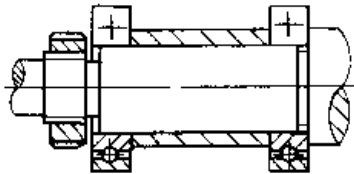
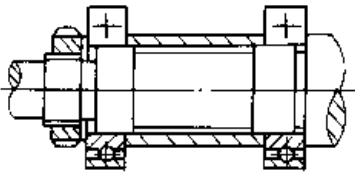
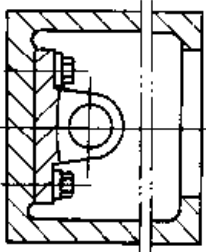
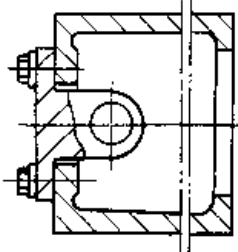
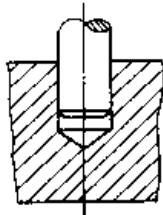
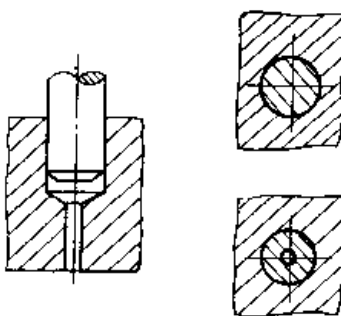
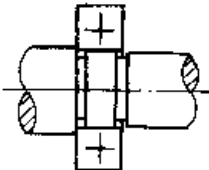
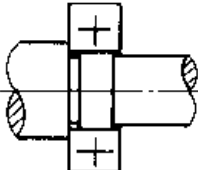
例 197 具有装配位置精度要求的零件应有定位基面		
靠螺栓定位 	柱面定位 装配基面 	有同轴要求的零件相接时应有装配定位基面, 以避免调试。装配基准面为圆柱面
靠螺纹定位 	柱面定位 装配基面 	

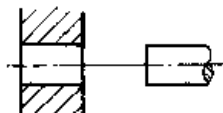
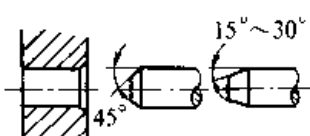
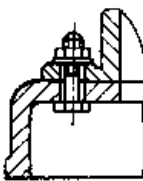
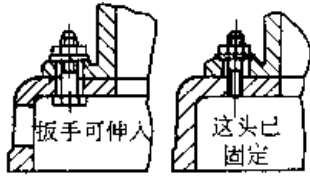
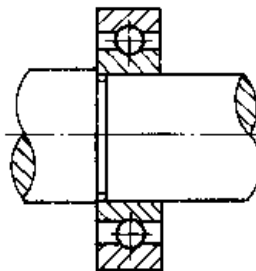
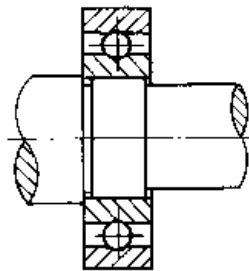
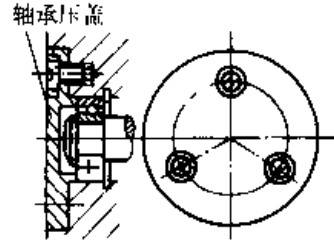
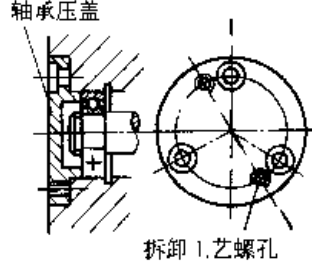
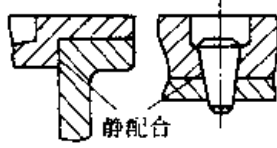
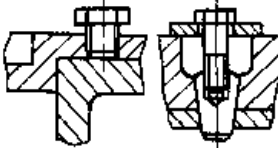
例 198 互有定位要求的零件应尽量采用同一定位基准		
轴向定位设在另一箱壁上 		改进前, 齿轮 1 和齿轮 2 不能保证全齿啮合。改进后, 支撑齿轮的轴承用两卡环定位。使两根轴由同一箱体壁定位, 以保证齿轮啮合的正确位置

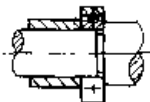
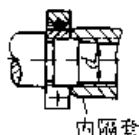
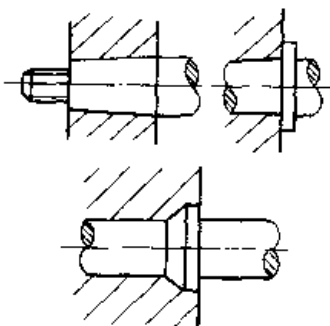
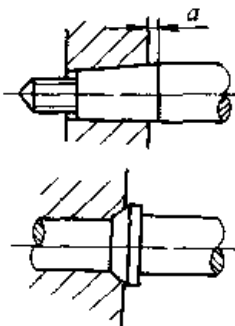
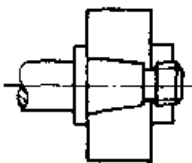
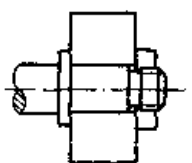
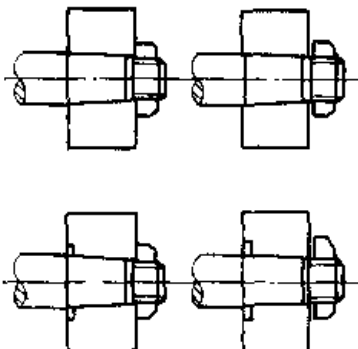
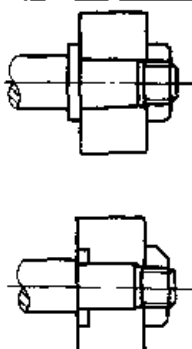
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

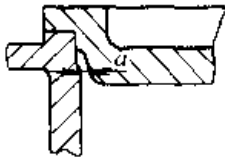
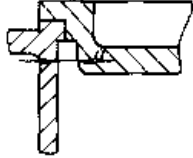
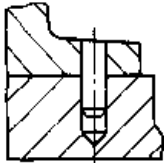
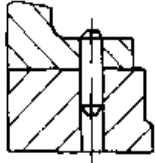
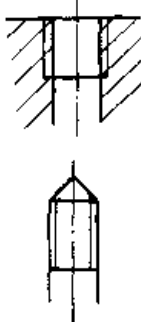
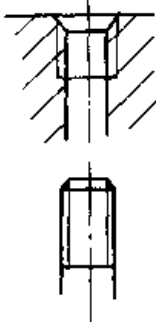
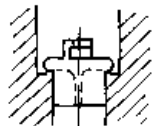
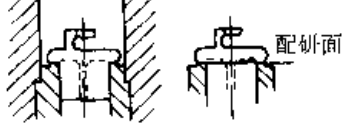
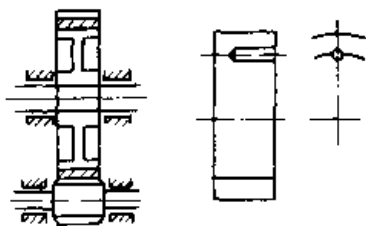
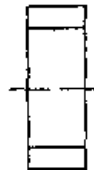
例 199 同时有几个表面相配合应避免同时入孔装配		
		改进前, 装配时两配合面同时进入, 装配困难。改进后, 两配合面先后进入装配, 工艺性较好
装配基面	装配基面	
		改进前两个零件的配合表面长度相等, 即 $a=b$, 两配合面同时进入, 不容易装配。改进后, $b < a$ 装配比较方便

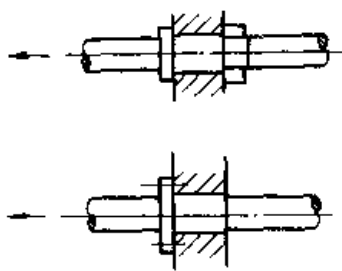
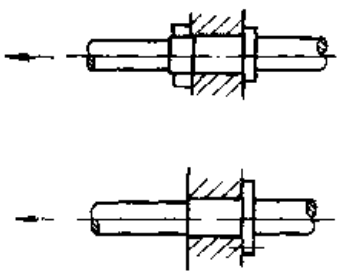
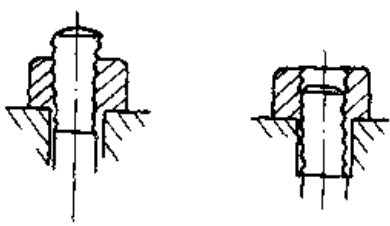
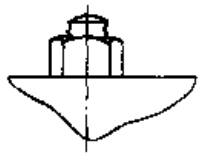
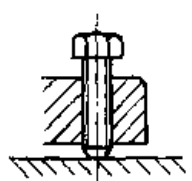
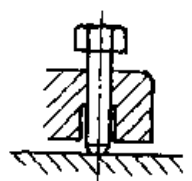
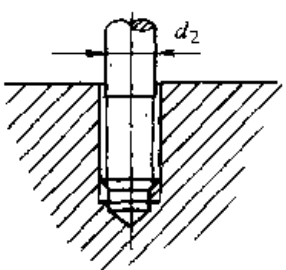
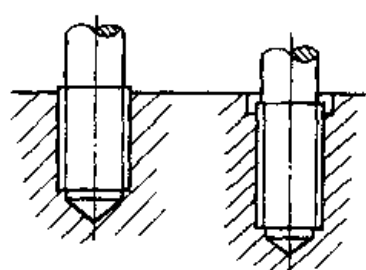
例 200 应考虑装配时能方便地找正定位		
		为使装配时找正油孔方便, 作出环形槽
		有方向性的零件要采用适应方向要求的结构。改进后可调整孔的方位
		改进前因零件有自重影响使装配找正非常困难。改进后, 装配时两轴承受同向载荷, 便于装配

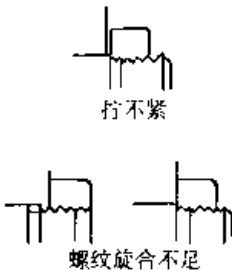
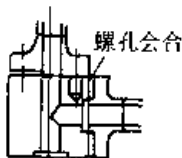
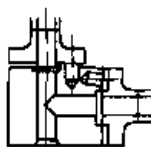
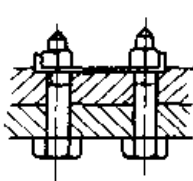
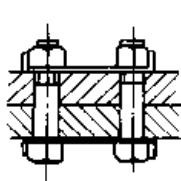
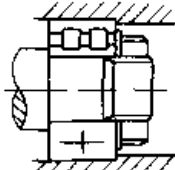
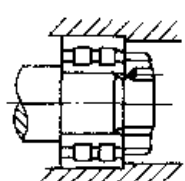
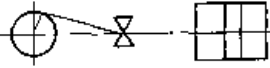
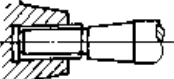
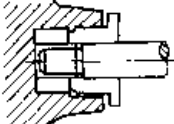
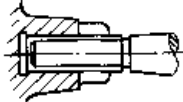
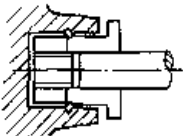
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 201 轴与套相配部分较长时应在轴或套上作空刀槽		
		减小配合面长度，便于装配，有利于提高配合精度
例 202 紧固件应尽量布置在易于拆装的部位		
		改进前轴承座需用专用工具拆装。改进后，装拆比较方便
例 203 装配时形成密封腔处应有排气通道		
		改进前轴与孔形成一密封腔，装配不便。改进后，增加了空气逸出口，便于装配
例 204 应避免其他表面与配合表面相接触		
		为装拆方便，以免装拆轴承时擦伤轴表面，右端轴径应稍小于轴承配合面处的尺寸

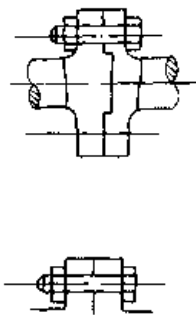
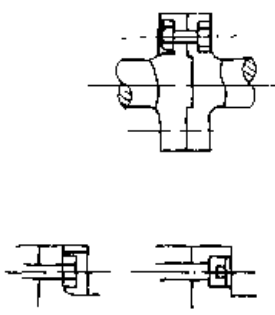
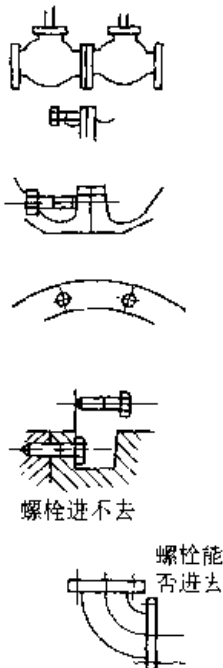
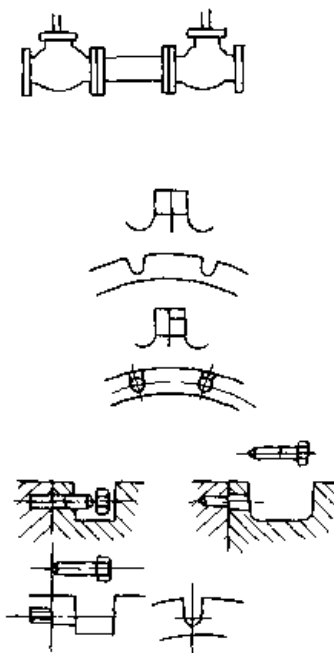
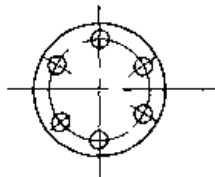
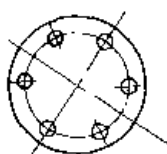
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 205 配合件的进入端应倒棱或倒角		
		配合件应有倒角，通常为 45° ，如倒角再小些，有导向部分，则装配更方便
例 206 应有必要的装配空间		
		改进后，旁开工艺孔，扳手可伸入，装配工艺性比较好；或为双头螺钉联接，装配工艺性好
例 207 装有轴承的轴应避免装拆轴承时擦伤轴的表面		
		改进前，装配轴承困难，改进后，轴为阶梯形，便于轴承安装和拆卸并能避免装拆轴承时擦伤轴的表面
例 208 在零件端面上作必要的工艺孔		
		轴承压盖端面应有拆卸工艺孔，以便于用螺钉拔出，避免采用非正常拆卸方法损坏零件
		两个过盈配合的零件的拆卸，应在零件上设计拆卸螺孔

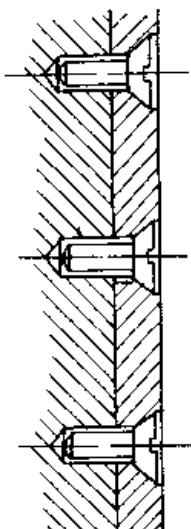
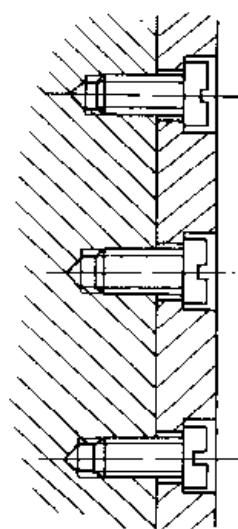
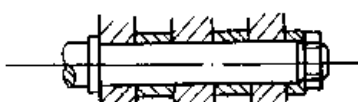
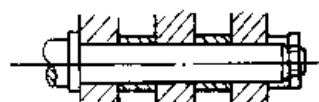
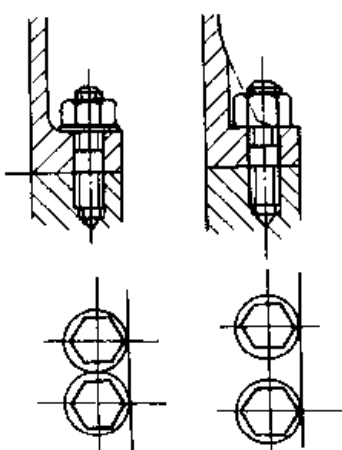
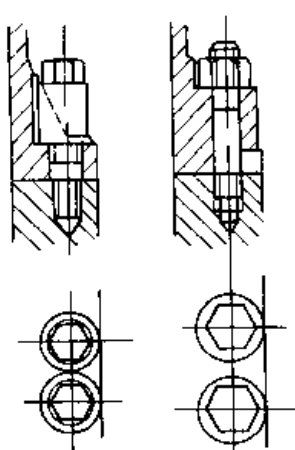
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 209 应使轴承拆卸方便		
		采用内隔套可方便轴承内环的拆卸
		为便于卸下轴承, 套筒孔台肩处的直径, 应大于轴承的外环内径
例 210 采用锥度配合时, 锥形轴头应有伸出部分		
		轴和毂采用锥度配合时, 锥形轴头应有伸出部分, 不允许在锥度部分以外增加作轴向定位的轴肩
		如需保持轴肩作轴向定位, 可将锥度配合改为圆柱配合
例 211 配合件要有足够面积的轴肩轴向定位		
		保证装配时不至于将轴肩压入轴毂以内, 若轴毂材料较软或轴肩不能很大时, 需套上轴环, 并具有足够的厚度防止装配时的变形

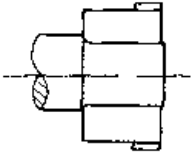
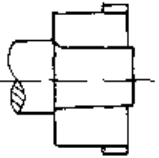
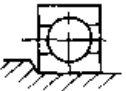
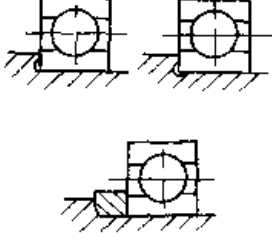
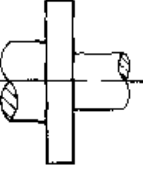
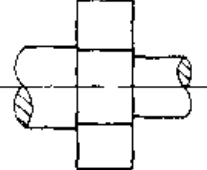
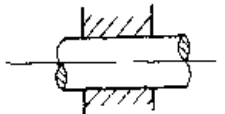
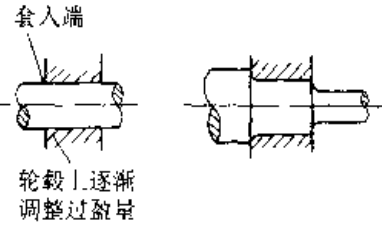
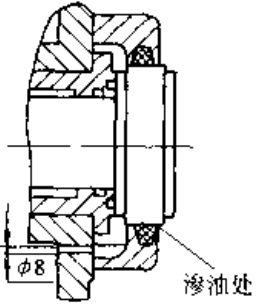
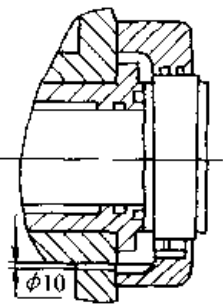
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 212 铸件的加工面与不加工面处应留有充分大的间隙		
		防止铸件的铸造误差引起装配时两零件之间的相互干涉
例 213 定位销孔应尽可能钻通		
		便于取出定位销
例 214 螺孔孔口和螺钉头部均应倒角		
		避免装配时将螺纹端部损坏
例 215 使需要配研的部位便于进行配研		
		如需要配研的部位在深处, 则使配研加工非常困难。要将配研的部分设计在容易进行外部配研作业的地方
例 216 有些配合面上不应加销或键		
		利用过盈热压相配而紧固的配合面上不应加销或键。否则会切断环箍张紧而使紧固力显著降低

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 217 应使轴肩部位承受较大的推力		
		使用轴肩和螺母固定时,无论从哪一侧安装,都要以轴肩部位承受较大的推力
例 218 螺栓长度要适当		
		紧固螺栓长度应与被紧固件相适应,过长难看,过短则因承受载荷的螺纹牙数不足而有强度不足的危险
例 219 螺纹旋合长度要适当		
		在底板或法兰非常厚的情况下,通过全厚攻螺纹加工困难,也无此必要。改进后的结构较合理
例 220 有些双头螺栓应注意联接工艺性		
		滚压加工的双头螺栓,其大于螺纹底径,如螺孔深度过大会使螺栓拧不紧或损坏孔口部分螺纹。要控制螺栓上的螺纹长度和螺孔深度,或在螺孔口铰孔

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 221 应使螺母在全厚上有螺纹配合		
 拧不紧 螺纹旋合不足		螺母紧固的有效强度只在外螺纹互相旋合的部分。螺母必须安装在外螺纹规定的位置上
例 222 不要使螺钉相交		
 螺孔会合		应注意避免相互垂直的孔、螺孔等在空间相交
例 223 止动要确实可靠		
 	 	改进前只是对螺母止动。改进后同时对螺母和螺栓止动，保证了止动的确实可靠
 不能折弯垫圈的爪		改进前因安装位置的周围无足够的空间弯曲止动垫圈的爪，不能止动。改进后配作骑缝螺钉，保证止动可靠
例 224 承受推拉往复载荷的螺母必须锁紧		
  	 	螺纹在能容易安装和拆卸的条件下一般都有间隙。如对其施加往复载荷，在变向时接触面会发生晃动，因此拧入螺母的地方一定要锁紧

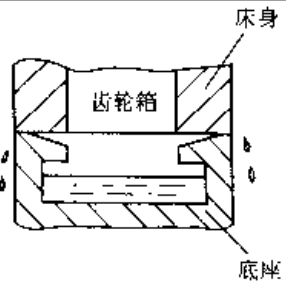
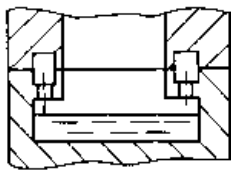
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 225 高速旋转体的紧固螺栓的头部不要伸出		
		高速旋转体联接螺栓的头、螺母等的伸出，既不利于安全也容易造成各种不良影响，应当使之沉入
例 226 要考虑联接螺栓的安装位置		
 螺栓进不去 螺栓能否进去		要注意容易忽略螺栓联接处螺栓的安装空间，在受结构限制不能增加空间位置时，可以在联接处开缺口，以便于装配
		化工管道等的法兰螺栓布置在正下面容易受到泄漏溶液的腐蚀。法兰螺栓不要布置在正下面

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 227 要注意沉头螺钉的止动效果不好		
		使用多个沉头螺钉时，无法使所有螺钉头的锥面保持良好的接合，联接件间的位移会造成螺钉的松动
例 228 防止用螺母紧固长轴中间的安装件时轴发生弯曲		
		由于联接零件多，且各零件两端面均有平行度误差。为防止回弹力分布不均而使轴产生弯曲，要考虑对中间套的压缩强度加以限制
例 229 避免螺母不易拧紧的情况		
		剖分箱体的接合面法兰部分和箱体壁有壁厚差，容易造成螺孔过深或螺母不易拧紧等，应尽量避免

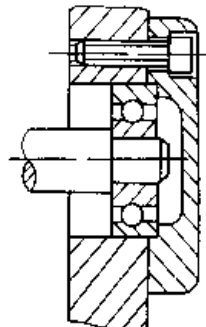
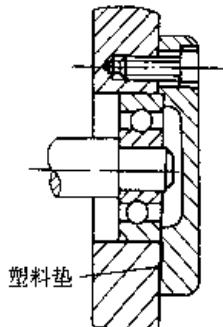
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 230 尽量避免或减少轴肩处的应力集中		
		过盈量大的配合处，尤其是采用热装的部位，要考虑配合引起的应力集中与轴肩处（改进后，圆角增大，减少了应力集中）的应力集中相叠加的问题
		滚动轴承的圆角 R 一般较小，如相应减小轴部的 R 则应力集中会增大。应采取必要措施使轴的 R 不至过小
例 231 避免热装时的应力集中和变形		
		将轴向宽度比较薄的盘状零件热装到轴上时，过盈量引起的反力有可能使盘状零件变形。为避免出现这种情况，要增加盘状零件的轴向宽度，不能增加时要从轴肩向套入端调整过盈量
		过盈量大的热装，轴上在相对于轮毂端部处为紧固力剧变部，产生应力集中。所以最好从轮毂端部向套入端逐渐减小过盈量
例 232 采用毛毡密封容易漏油		
		改进前采用油沟镶入毛毡密封，生产中漏油严重。改进后采用骨架油封，密封效果较好

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

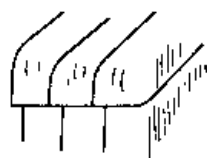
例 233 增加环形槽和回油孔防漏

		改进前, 齿轮箱润滑油易沿着箱壁泄漏到底座外。改进后, 将床身与底座结合面的中间沿四周铣一条槽, 并钻回油孔, 解决了泄漏问题
---	---	--

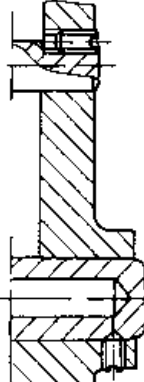
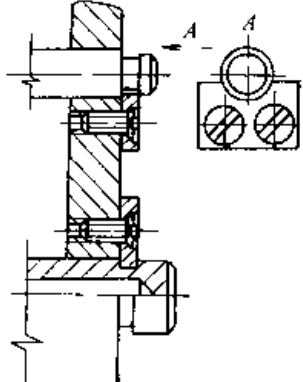
例 234 密封盖上有轴向力作用时应注意密封的可靠性

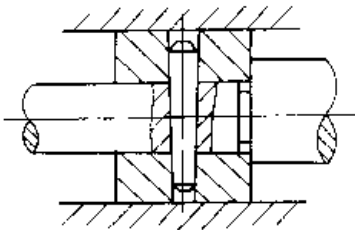
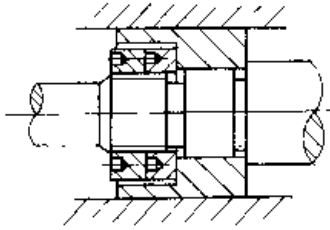
		改进前因端盖受轴向力, 结合面间出现间隙, 并且螺孔为通孔, 产生泄漏。改进后, 螺孔为不通孔, 纸垫改为塑料垫, 端盖接合端面作为内锥面, 保证了密封的可靠性
--	--	---

例 235 零件上的装饰性筋条应避免直接对缝联接

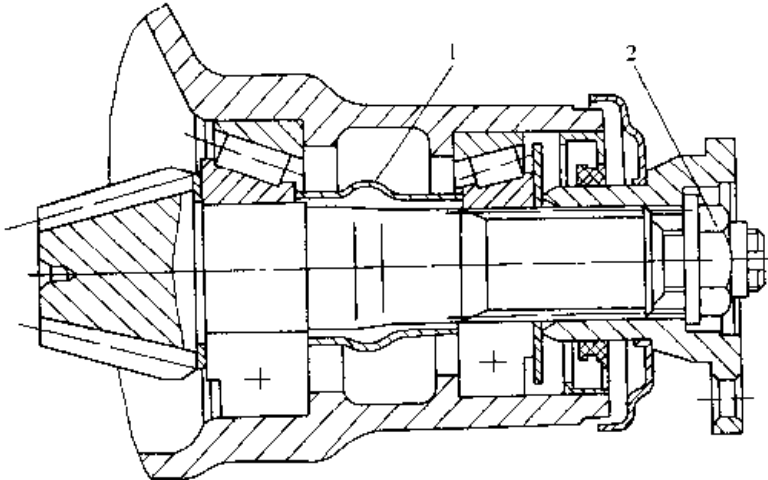
		装饰性筋条直接对缝联接难以对准, 因而影响外观整齐
---	---	----------------------------------

例 236 应避免装配时的切削加工

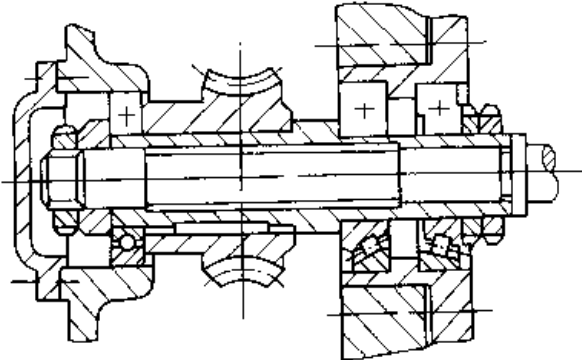
		改进前, 轴套装上后需要钻孔、攻螺纹。改进后的结构避免了装配时的切削加工
---	--	---

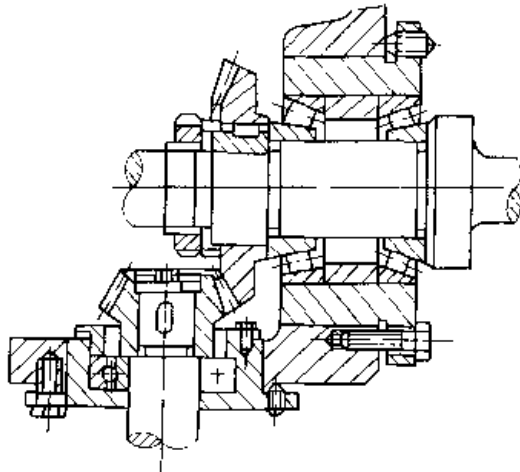
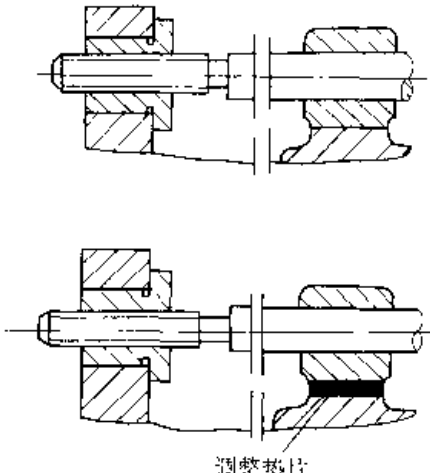
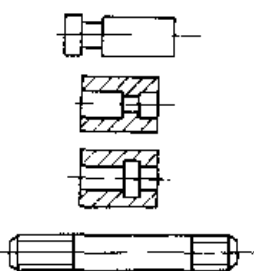
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		将活塞上配钻销孔的销钉联接改为螺纹联接

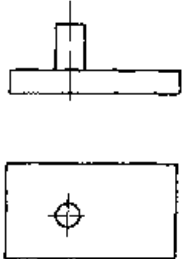
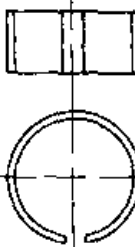
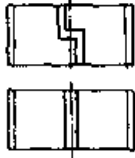
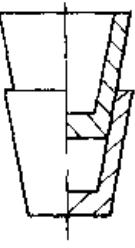
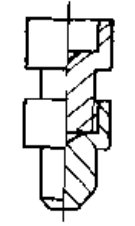
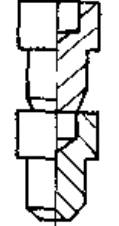
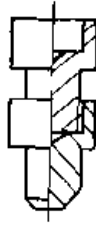
例 237 采用可动补偿环，改善装配工艺性

	旋紧螺母 2 可使膨胀套 1 产生弹性变形，利用膨胀套的弹性恢复可以方便地调整轴承间隙
--	---

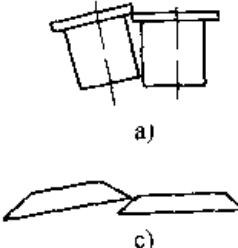
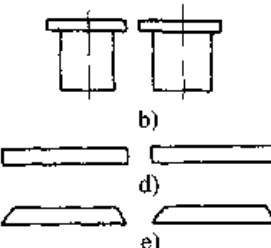
例 238 调整补偿环应考虑测量方便

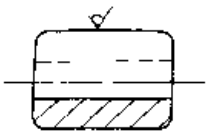
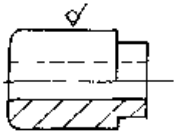
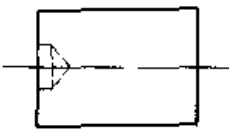
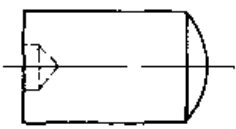
	调整垫尽可能布置在容易拆卸的部位
---	------------------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 239 调整补偿环应考虑调整方便		
		精度要求不太高的部位，采用调整螺钉代替调整垫，可省去修磨垫片和孔的端面加工
例 240 合理设置调整补偿		
		上图通过修配丝杠支承与机体的接合面调整丝杠支承与螺母的同轴度；下图用调整垫片调整两者之间的同轴度轴
例 241 自动装配的零件设计应有利于自动给料		
		在保证性能要求的前提下，尽量将不对称形状改为对称，便于确定正确位置，避免错装

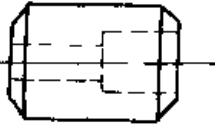
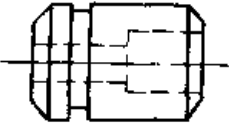
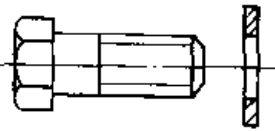
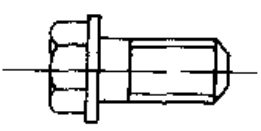
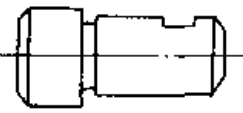
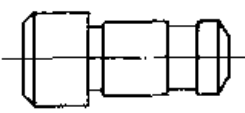
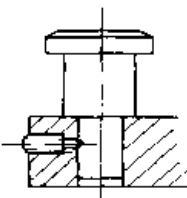
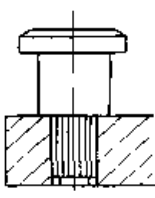
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		零件形状不能对称设计时, 应使其不对称性合理扩大, 有利于自动给料
		
		将零件上的通槽改为槽的位置错开的槽, 或使槽宽度小于工件壁厚
		零件具有相同的内外锥度表面时, 容易相互卡死, 可将内外锥度改为不等, 或增加一内圆柱面
		零件的凸出部分容易进入另外同类零件的孔中, 造成装配困难。应使凸出部分直径大于孔径

例 242 自动装配的零件设计应有利于自动传送

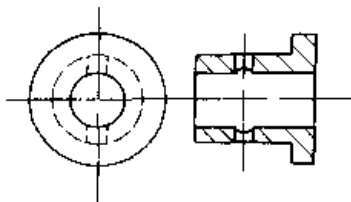
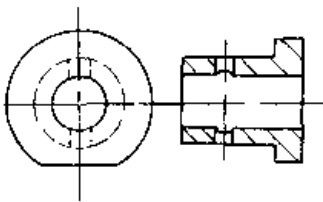
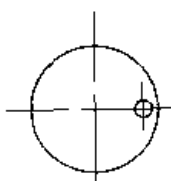
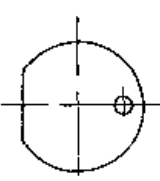
 a) c)	 b) d) e)	对输送时容易相互错位的零件 (图 a, c), 可加大接触面积 (图 b, d) 或增大接触处的角度 (图 e)
---	---	---

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		自动装配时, 宜将夹紧处车削为圆柱面, 使与内孔同心
		

例 243 自动装配的零件设计应有利于装配

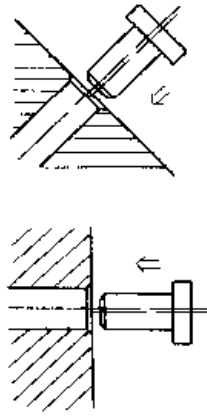
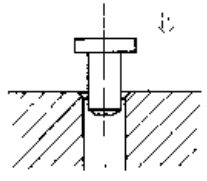
		两端孔径不同, 外表无法识别。零件应易于识别, 有利于自动装配作业
		能做成一体的两个零件要尽可能做成一体。螺钉与垫圈为一体时可节省送料机构
		将轴一端的定位平面改为环形槽, 可省去装配时的按径向调整机构
		轴的一端滚花, 与其配合件为过盈配合效果好, 便于简化装配

例 244 自动装配的零件设计应使定位简便可靠

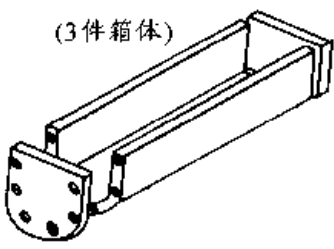
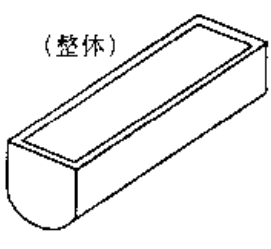
		孔的方向要求一定, 如不影响零件性能, 可铣一小平面, 其位置与孔成一定关系, 平面较孔易于定位
		为保证偏心孔的正确位置, 可再加一小平面, 使定位简便可靠

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

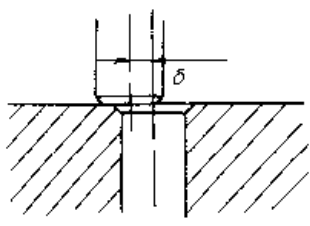
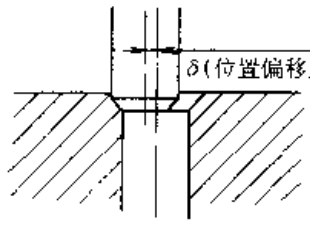
例 245 自动装配的零件尽可能设计成从上面进行组装

		零件安装从上面进行时, 定位机构简单。倾斜或横向安装时, 安装动作的控制及零件的装夹固定变得复杂
---	---	---

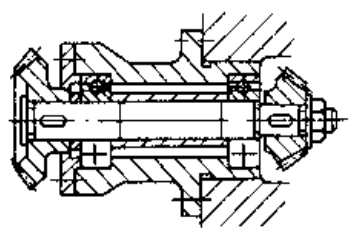
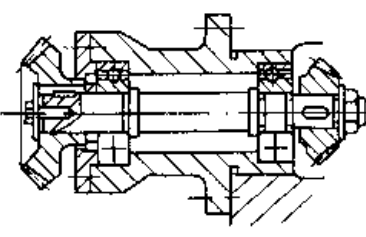
例 246 从总体成本考虑自动装配零件的设计, 应减少零件数量

(3件箱体) 	(整体) 	以总成本考虑自动装配零件设计, 减少零件数量, 使零件合成化, 整体化虽然加工费用高, 但从整体来看, 装配方便, 总成本有时反而会降低
---	---	---

例 247 自动装配的轴类零件设计应加工出倒角

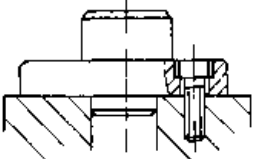
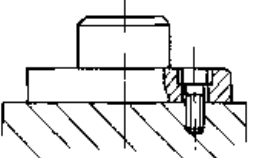
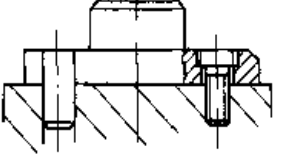
		C_1: 轴的倒角量; C_2: 孔的倒角量; δ: 位置偏移量, $\delta < C_1 + C_2$ 时能插入
---	---	--

例 248 相邻部件的固定应互不妨碍

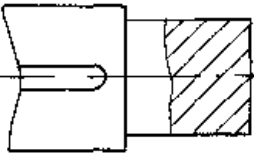
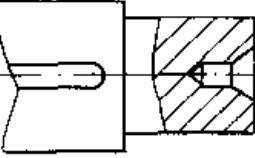
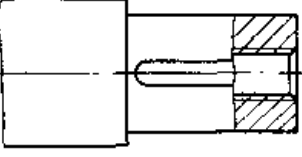
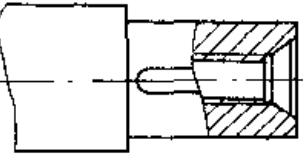
		当调整维修个别零件时, 避免拆卸全部零件。改进前在拆卸左边调整垫圈时几乎要拆去轴上全部零件
---	--	--

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

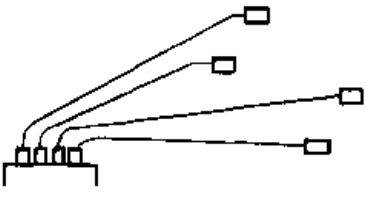
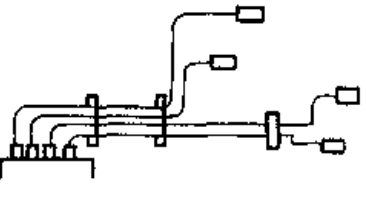
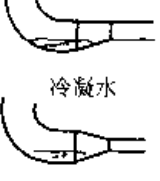
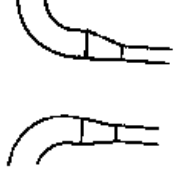
例 249 相配零部件间应使定位迅速

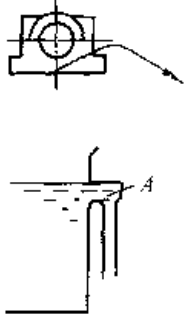
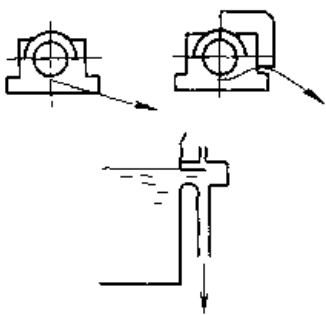
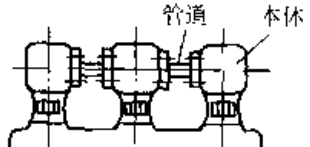
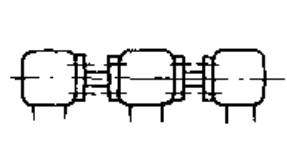
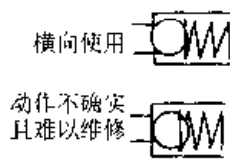
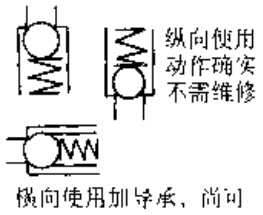
		相配零部件间应使定位迅速。改进后的结构能迅速确定相互间位置关系
		改进后的结构增加了两配件的定位销而达到了要求, 使定位迅速

例 250 尽量保留修复加工的定位基准

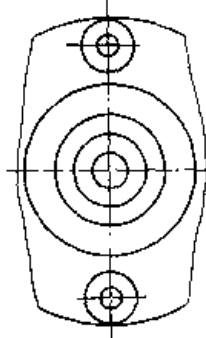
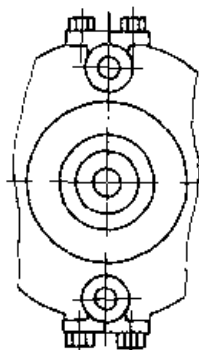
		一般轴类零件为能维修时机械加工有适当的定位基准, 应尽量保留轴上的中心孔
		为保留轴上的中心孔, 如遇轴端中心有紧固用螺孔则应设计有螺孔的 C 型中心孔

例 251 管道设计中应考虑安装方便, 减少维修工作量

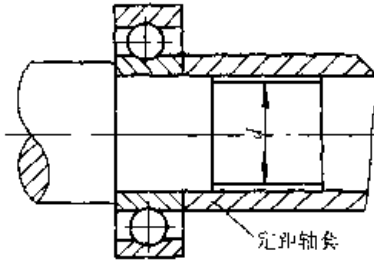
		管道设计要布局整齐。对机械主体、附属机器的连接口及其相关布置等要作一系列的综合考虑
		避免管道中气或液体滞留或凝结

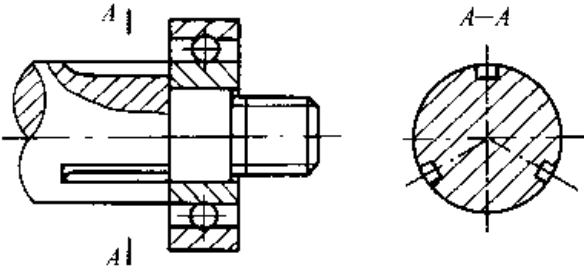
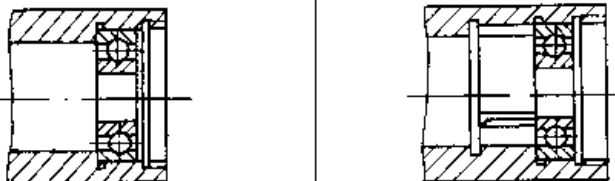
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		利用落差排液的管道要防止发生气堵或真空。采用使异常部分和进水上而保持相同压力的措施，以消除异常
		管道安装应便于拆卸，维修时能再紧定。应尽量避免采用插入配合或双头螺，改用普通螺钉
		钢球式止回阀最好竖直使用。必须横向使用时应采用带导承的，即使在开启时球心也不下降

例 252 安全联轴器设计的维修工艺性

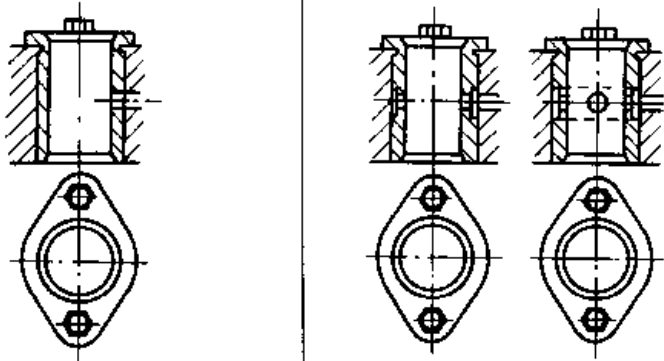
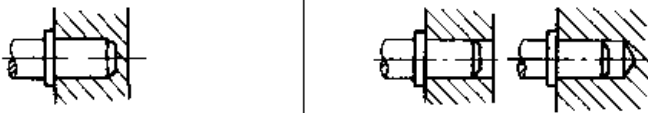
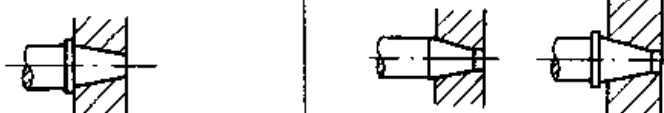
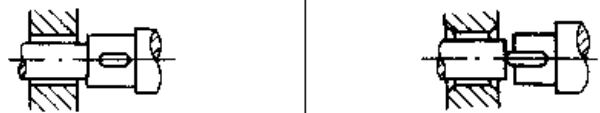
		因安全销的拆装空间相对较窄小，操作不便。改进后，将原 4 个固定销套的圆孔改为 U 形孔，安全销与销套组装好后，从径向一同装入联轴器 U 形孔内，用压板固定。维修工艺性大为改善
---	---	--

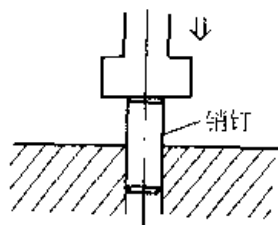
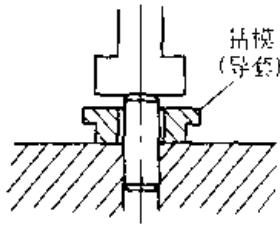
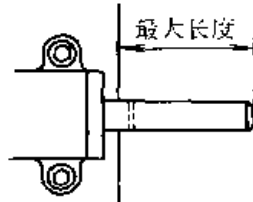
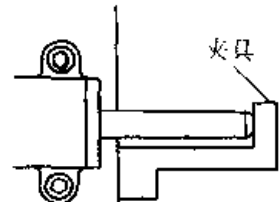
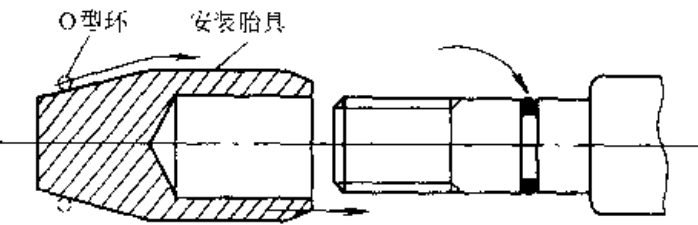
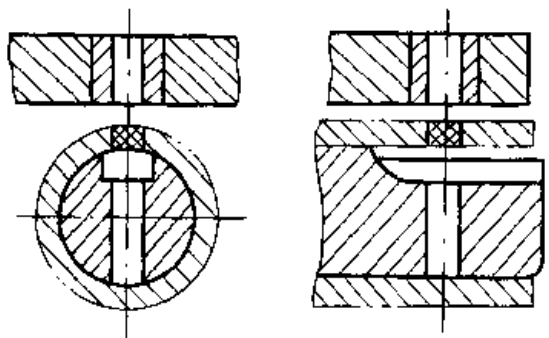
例 253 零件结构设计需预先设置拆卸工具的着力点

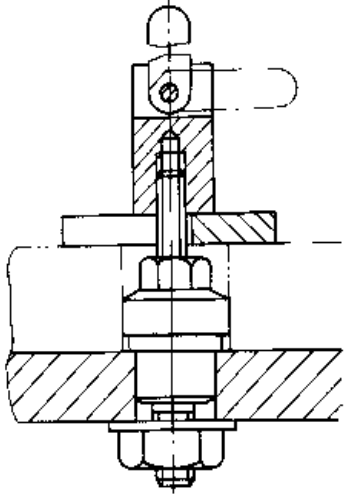
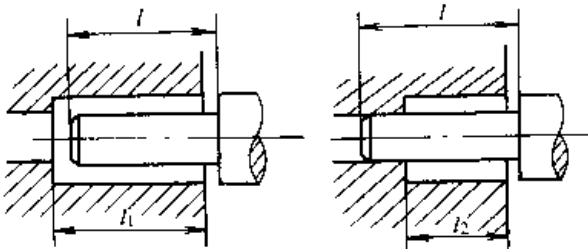
	深沟球轴承的内圈与轴肩不应平齐，轴承内圈的外径应大于轴肩的直径，以利装拆
---	--------------------------------------

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		轴承的一侧需增大轴径或挡肩高度, 应在轴肩和机壳上分别设置供拆卸工用具用的专用槽
		加高挡肩的机壳设置三个槽。三个槽的相互位置均应互成 120° 角。如采用两个槽, 其位置必须对称工件的轴线

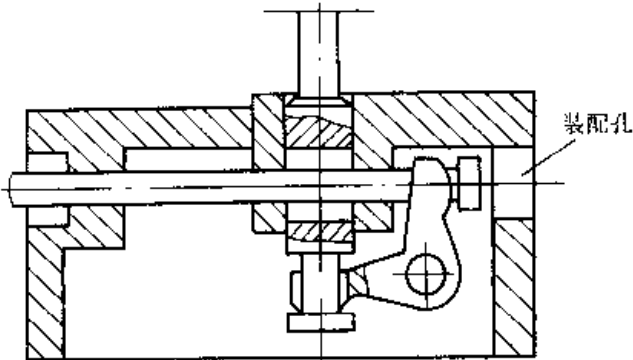
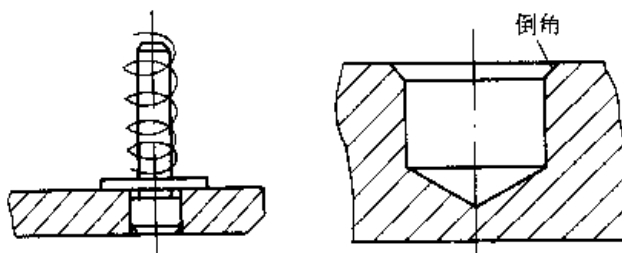
例 254 结构设计应便于零部件正确安装

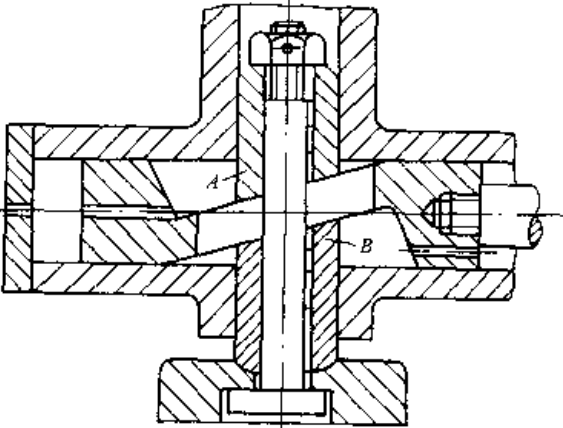
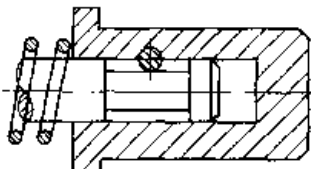
		改进前, 轴瓦上的油孔安装时如反转 180° 装上轴瓦, 则油孔不通。改进后, 在对称位置上再开一油孔或油槽, 就可避免故障
		改进前, 很难保证轴、孔间的轴向相对位置。应将不通孔改为通孔, 或将孔加深
		宜用锥面定位, 或轴肩与锥孔端面留有间隙
		为使安装容易, 两零件的装配起点, 至少其中一件要有适当的倒角或锥度键尽量靠近装配起点

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 255 装配时要注意零件的导向		
		销钉压入孔中的场合，不要使销钉倾斜以避免与孔相“咬”，为此要采用钻模（导套）。为使导套与孔位置正确相吻合，制作整体夹具（钻模）
例 256 有时需要用夹具使零件定位		
		气缸最大伸出长度要求准确时，需制作准确长度的夹具，用此夹具使气缸固定定位
例 257 应合理安装 O 形环		
		安装 O 形环时，如经过螺纹牙则 O 形环容易损坏。可采用左图的胎具安装 O 形环
例 258 便于工件装卸的结构工艺性		
		工件在心轴上定位，钻孔时在孔的上下端产生毛刺，工件不便卸下。在心轴上铣出一段通槽，便于卸下工件

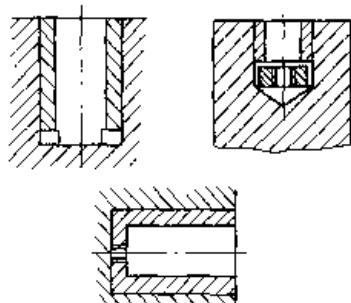
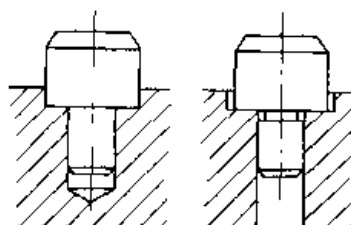
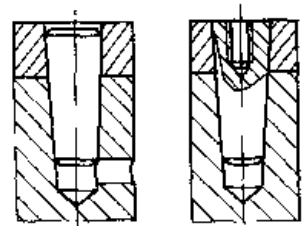
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		夹具上的螺母带有可转动 90° 的扳手, 将扳手竖起, 即可卸下工件
		阶梯轴以大头在孔中定位, 先使小头进入小孔, 大头就容易进入大孔实现定位

例 259 夹具零件设计也应注意装配工艺性

	为便于在箱体内装配， 在夹具体上适当开出专门 的装配孔
	为防止长弹簧弯曲，要 增设导向杆，并兼作限位 装置，导向孔上端要倒 角，孔底加工出台肩，使 弹簧安置平稳

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		结构中的长套由 A、B 两部分组成，主要为满足装配要求。A、B 两件的防转用两个键实现，开有通气孔，使动作灵活
		为防止产生越过设计要求的弹簧压力，应设置弹簧压力限制件

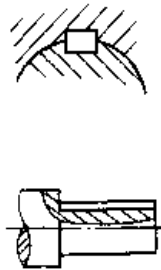
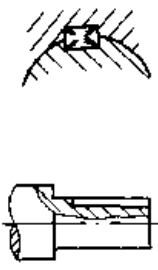
例 260 夹具结构设计应考虑维修工艺性

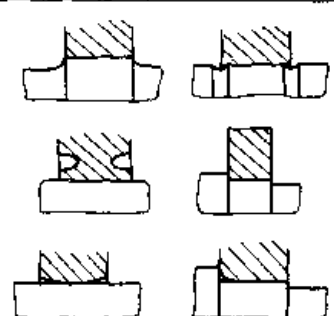
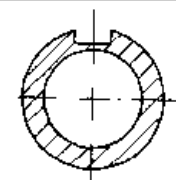
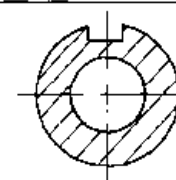
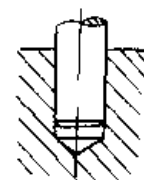
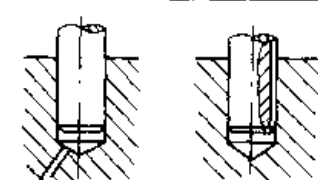
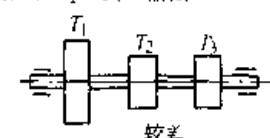
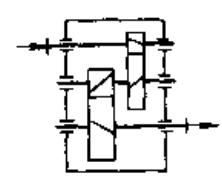
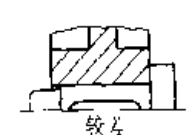
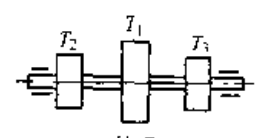
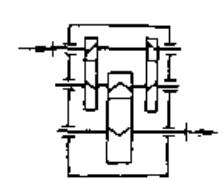
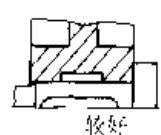
		无凸缘无底的衬套压入不通孔时，为便于取出应在下端开出径向槽，或在底部设置一带螺纹孔的垫圈，对于凸缘有底的衬套，可直接在底部攻出螺纹
		台阶形定位销在封闭的阶梯孔中安装，两段圆柱体难以无间隙配合。最好夹具体为通孔，且浅坑直径较大，便于装配和维修
		对压入不通孔的销钉，可在头部制出螺纹孔，或在销钉孔的侧面适当位置钻横向孔，便于修理时取出销钉

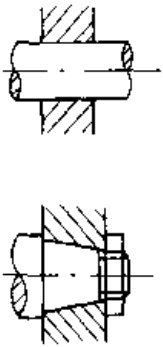
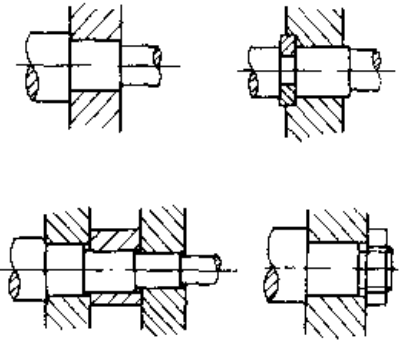
第 8 章 零部件结构工艺性设计的其他问题

机械是由许多零部件组成的。可归纳为以下几个组成部分：支承整体结构的结构体，产生力的动力源，传递力的传动机构以及产生操作动作的工作端。结构体占有机械整体空间，一般用金属、塑料等作材料，采用切削、焊接、铸造、锻压等方法制成。动力源是产生机械动作的力，采用电动机、液压或气动驱动装置等。传递机构采用齿轮、凸轮、滑轮、键、联轴器等零部件组成。而工作端则随机械的不同功能具有多种形式，如刃具、工装夹具、量具、模具等。另外，除上述组成部分外，还可能包含接收信息数据的传感器，作为信息处理单元。这些元件的结构对机械及部件的制造加工工艺性有很大的影响。所以，设计人员也应精心考虑这些元件（零件）的结构工艺性设计。

结构工艺性是机器零部件设计的基本准则之一。零部件的结构工艺性很多是体现在经济性和可行性方面。评价一个产品（或零部件）的结构工艺性，不仅是从其使用性能方面来考虑，而且还应从如何组织设计和生产的整个过程来评价，所以标准化程度也是衡量结构工艺性的一个重要内容。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 261 要注意轴上键槽处引起的应力集中		
		为不使键槽的应力集中与轴阶梯部分的应力集中相重合，要避免把键槽铣削至阶梯部。渐开线花键的应力集中要比矩形花键小。花键的环形槽直径不宜过小，可取其等于花键的内径 d 。

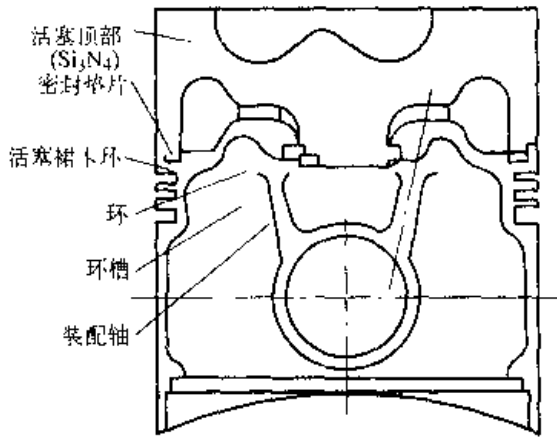
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 262 要减小轴在过盈配合处的应力集中		
		在保证传递载荷的前提下尽量减小过盈量。可以采用增大配合处的直径，轴上开减载槽和零件轮毂两端开减载槽等方法。另外还可采用逐渐减小过盈配合端部的过盈量。有时需适当加大零件宽度
例 263 空心轴的键槽下部壁厚不要太薄		
		在空心轴上采用键联接时，要注意空心轴的壁厚。如键槽下部太薄，就可能导致轴的损坏
例 264 不通孔中装入过盈配合轴应考虑排出空气		
		在不通孔中装入过盈配合轴，为避免形成封闭空间，必须设置供通气用的小孔或沟槽
例 265 合理布置轴上零件和改进结构以减小轴的受力		
T_1—输入；T_2、T_3—输出  较差  较差  较差	 较好  较好  较好	当动力需要用两个或两个以上的轮输出时，将输入轮布置在输出轮中间，就可减小轴的转矩；如改为人字齿轮则轴向力抵消；把轮毂与轴的配合面分为两段，不仅减小轴的弯矩，而且改善了轴孔的配合；如可能把转动的心轴改成不转动的心轴，可使轴不受反复的弯曲应力

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 266 轴上零件的定位要采用轴肩或轴环		
		轴必须制成阶梯形轴肩或轴环；有时可采用加定位套筒或加对开的轴环进行定位；圆锥形轴端需要限定准确的轴向位置时，要用圆柱形轴端或轴肩

例 267 陶瓷零件结构设计要点

1. 零件承受的负荷尽可能设计成不受拉伸，而是承受压缩
2. 形状上应没有造成应力集中的凸起、沟槽等
3. 零件应尽量小型，形状简单。无法回避的大型零件可设计成分体式结构
4. 应避免与热膨胀系数显著不同的金属相结合
5. 表面精加工要特别细心。表面不应残留裂纹，注意降低接触应力
6. 使用条件下产生的变形量应严格控制在许用限度内
7. 装配时应避免产生不必要的内应力

例 268 采用先进复合技术，保证陶瓷活塞的使用性能

		活塞顶部采用 Si_3N_4 制造，活塞环槽部喷镀金属，金属卡环热压配合同紧在活塞裙上，然后采用加压钎焊法使其结合，为提高耐烧结性和耐磨性，在活塞环的滑动面采用等离子喷镀陶瓷的方法
---	--	--

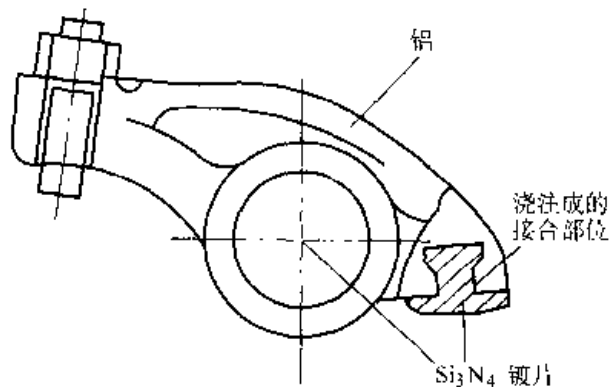
结构工艺性图例

改进前

改进后

要点与说明

例 269 陶瓷与金属的镶嵌应注意紧密可靠

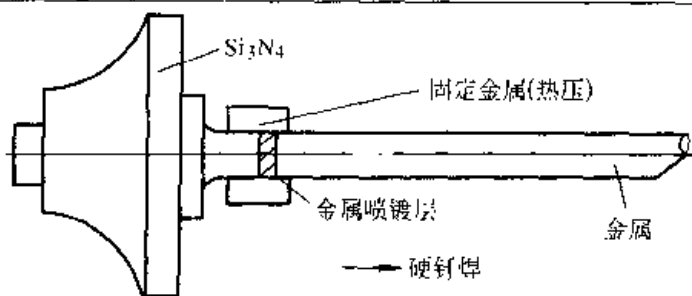


凸轮接触面部位溶接陶瓷片铝摇臂。带凸缘的陶瓷块，其边缘被浇注在铝摇臂中，利用铝的冷缩性紧固陶瓷镶块

例 270 陶瓷与金属的结合应注意热膨胀系数相近

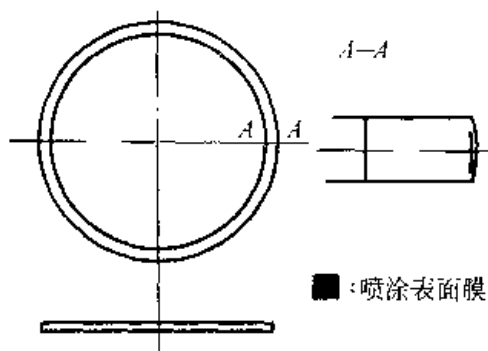
陶瓷和金属的热膨胀系数差要小。由于陶瓷的热膨胀系数小，在高温下将受到拉应力，因而选择热膨胀系数高的材料与金属结合为好。如稳定氧化锆的热膨胀系数为 $7 \times 10 \sim 10 \times 10K$ ，铸铁的为 $9.2 \times 10 \sim 11.8 \times 10K$ ，比较接近。即使有热膨胀系数差，其接合面也不能产生剥离或由拉伸载荷引起陶瓷中微裂纹的出现，接合部位的形状设计要尽量减少交界处产生切应力

例 271 陶瓷与金属的结合可采用特种工艺

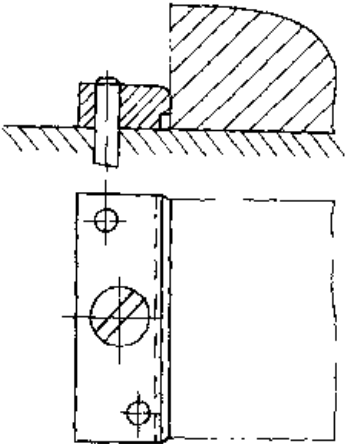
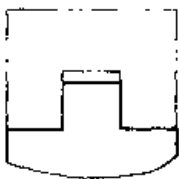
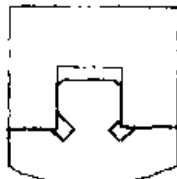
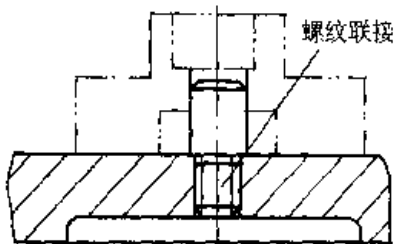
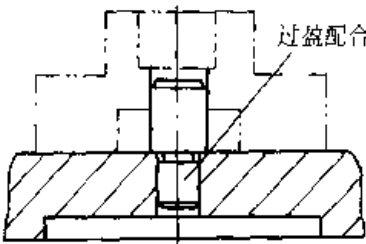
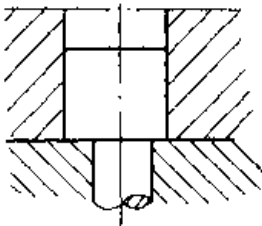
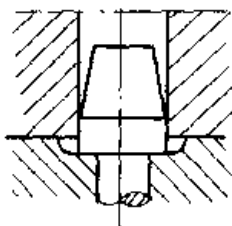


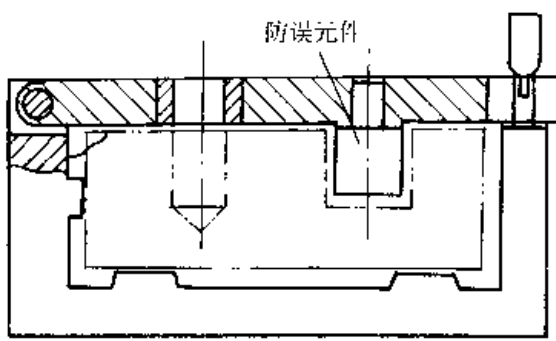
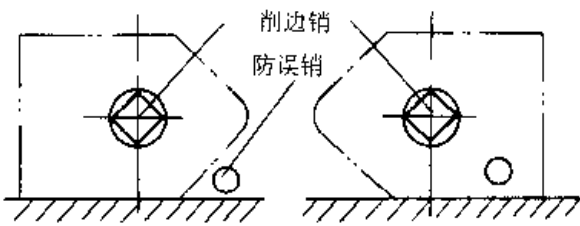
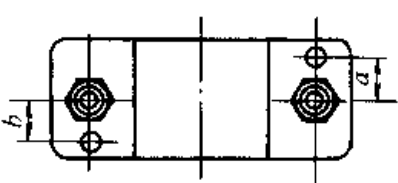
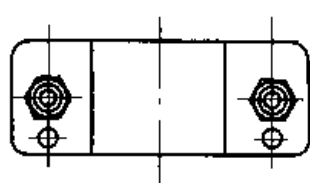
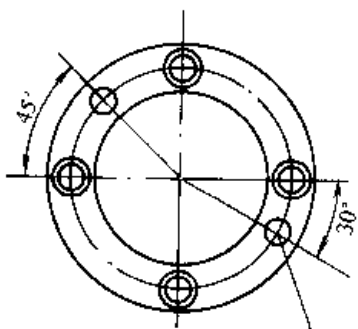
陶瓷涡轮叶轮，用 Si_3N_4 制造。利用陶瓷的热膨胀系数是金属的 $1/3$ 的特点，采用热压和钎焊相结合的方法把陶瓷叶轮和金属轴连接起来

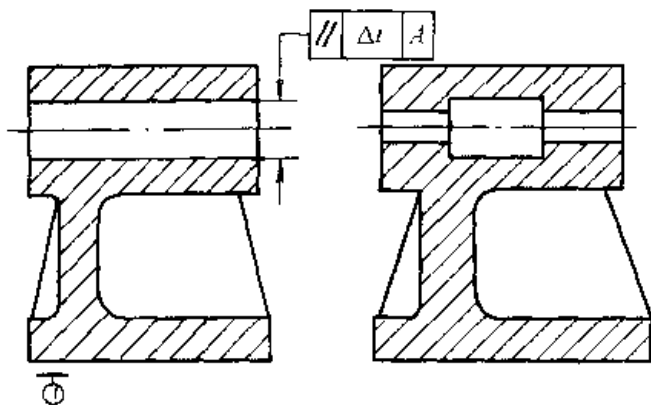
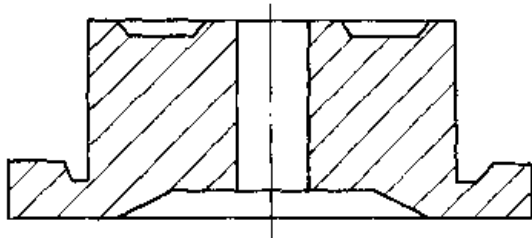
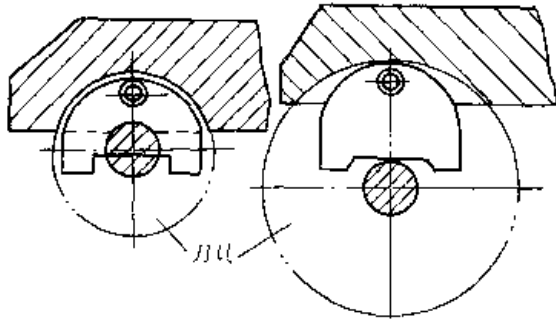
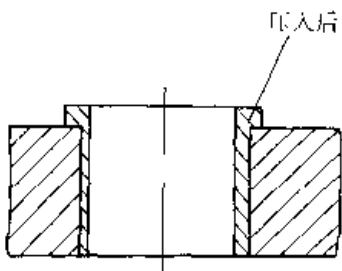
例 272 高温下工作的零件可采用陶瓷涂层

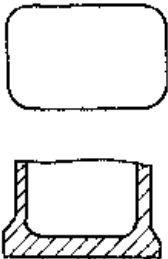
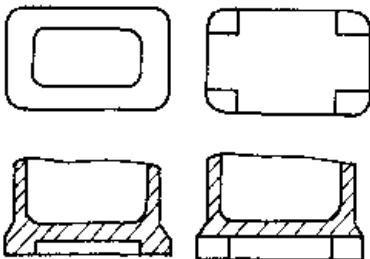


高温下工作的零件通常采用耐热合金。随着工作温度的升高，可使用陶瓷绝热涂层。理想方法是采用等离子喷涂

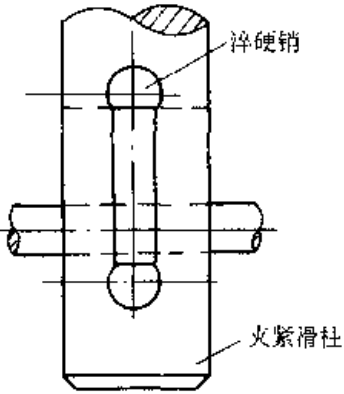
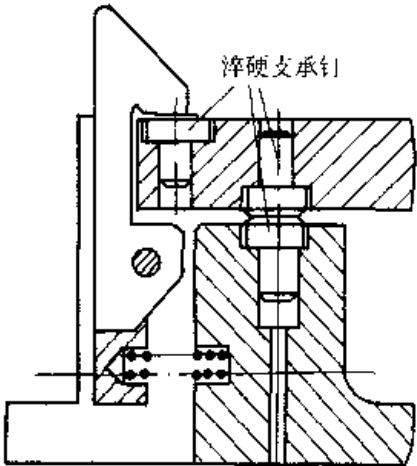
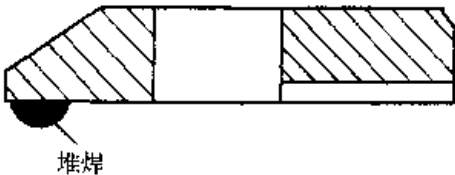
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 273 导向支撑板用作定位表面, 应在其下方开出沟槽		
		导向支撑板用作定位表面, 在其下方开出沟槽, 使元件与定位板能正确接触, 还能防止未清除干净的切屑影响定位
例 274 互成直角的夹具定位表面, 应留有适当空位		
		在夹角及多件定位的贴合面处, 应留有适当空位, 便于清屑, 使切屑和工件毛刺不影响定位
例 275 定位销不要用螺纹与夹具体联接		
		定位销不要用螺纹与夹具体联接, 采用过盈配合, 以保证有准确的位置
例 276 工件以孔定位时, 定位销应有导向锥		
		工件以孔定位时, 定位销应有导向锥, 以便于工件安装, 并减少与圆孔的接触长度

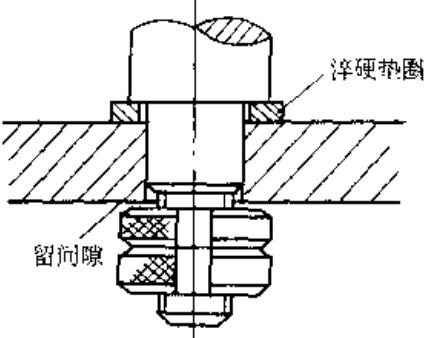
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 277 防止工件或夹具元件错装		
		利用工件上的特殊形状, 设置防误元件, 防止工件错装
		设置防误销, 只允许工件在夹具上有唯一的位置
		定位销对角布置 $a=b$, 易导致安装错误。将销同侧布置或使 $a \neq b$
		定位销不在对称的位置上, 可使拆卸后的元件不至错装, 而保持原来的装配位置

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 278 夹具元件设计要考虑加工工艺性		
		在结构上将中间段的孔径扩大，在坐标镗床的转台上分两步加工，能很好地保证孔轴线与底面的平行度
		夹具体上的较大平面常做成凸台，或在平面上加工出凹槽，以减小加工面积，易于保证平面的加工精度
		在夹具体上加工出圆弧槽，深度要小于刀具半径，还要考虑刀轴是否会碰撞，右图为正确设计
		对精度要求比较高的薄壁衬套，应在压入衬套后再进行精加工，并在工序图上予以注明

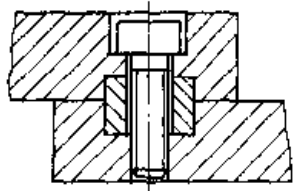
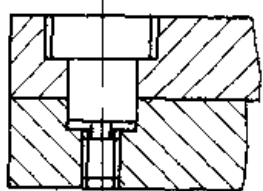
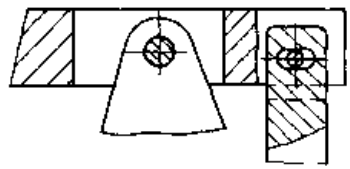
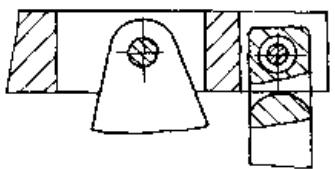
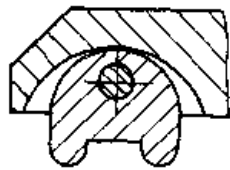
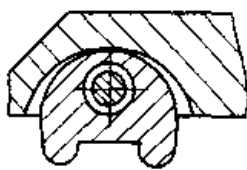
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		夹具体的安装基面上不宜为完整的平面, 以减少加工表面, 提高平面的接触精度, 有利于今后在机床上的安装

例 279 夹具设计要考虑夹具的使用寿命

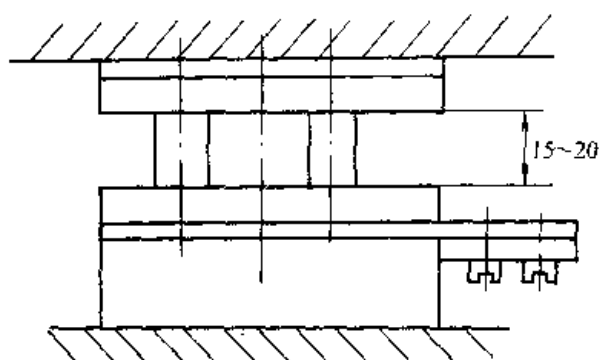
	延长夹具的使用寿命, 除选用优质材料, 提高淬火硬度外, 比较经济的措施是压入带有平面的淬硬耐磨销
	采用淬硬耐磨支承钉, 可减少由于表面撞击引起的磨损, 也可镶嵌耐磨块, 或增加耐磨垫圈
	在压板夹紧工件的部位采用堆焊硬质合金材料提高耐磨性

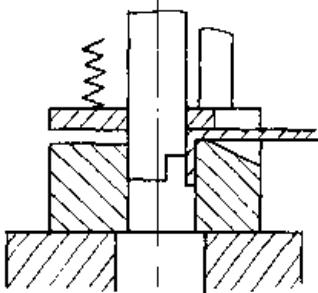
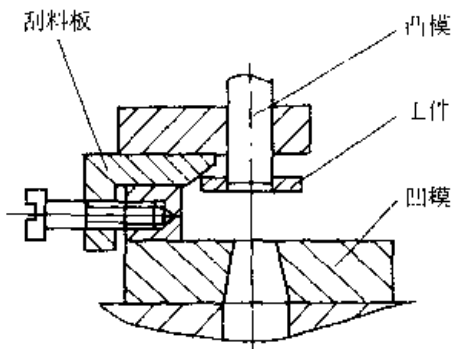
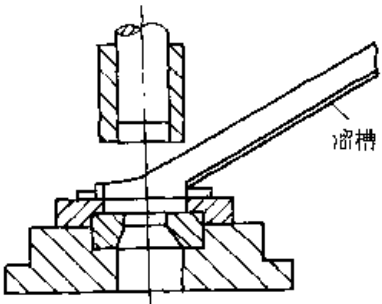
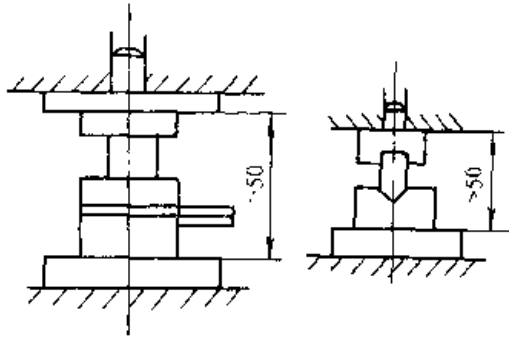
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		在某些相对运动件间增加淬硬摩擦垫圈是最经济的延长寿命的方法

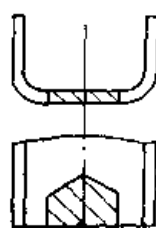
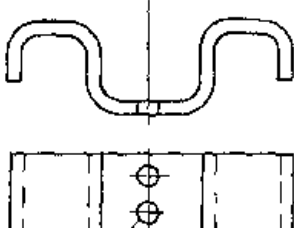
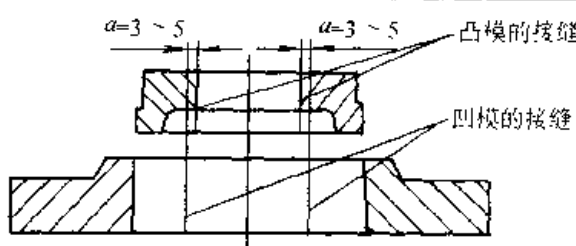
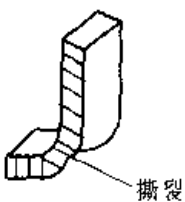
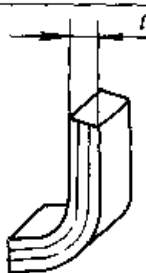
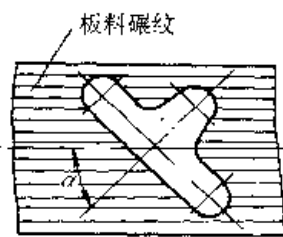
例 280 夹具设计要考虑元件的强度

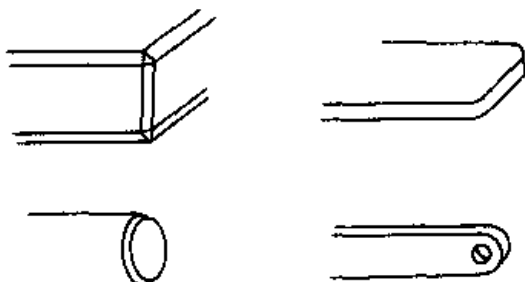
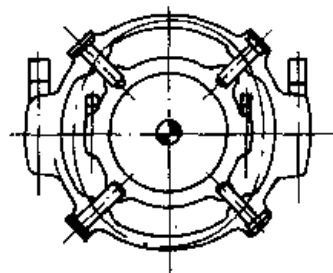
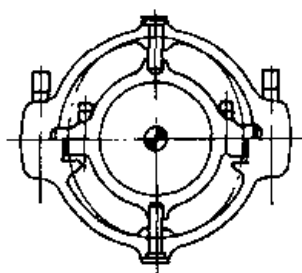
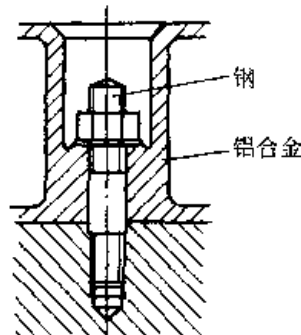
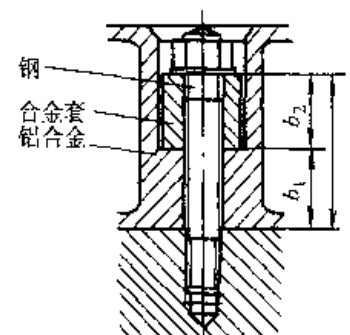
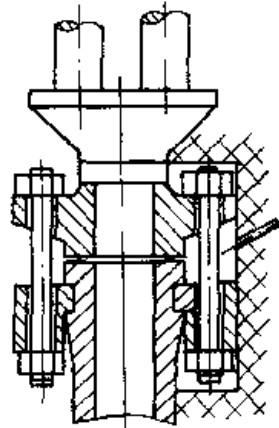
		避免由螺纹部分承受横向压力, 改为由螺纹上方的圆柱段或其他元件受力, 可提高螺杆的承载能力
		由轴销受力改为轴肩受力, 可大大提高承载能力
		由轴销传力改为由压板传力, 可提高结构的承载能力

例 281 模具结构设计要考虑冲压技术的安全性

	为避免压手, 导板或刚性卸料板与凸模固定板之间应保持足够的间隙, 一般不小于 15~20mm
---	--

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		为取放工件安全, 模具上应开放手槽
		采用弹簧刮料板, 以代替用手去卸工件, 一般适用于冲件料厚 $>1.5\text{mm}$
		除使用各种专用的送料装置外, 为送进单个毛坯也可采用溜槽、滑板等多种形式代替手工操作
		一般在压力机上使用的模具, 从下模座上平面至下模座下平面或压力机滑块平面的最小间距不小于 50mm

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 282 弯曲件的连接桥与定位工艺孔的设置		
 连接桥	 工艺孔	当弯曲部分附近有缺口时，缺口处应留有连接桥，待弯曲后切除。对精度要求较高或形状复杂或多次弯曲的工件，应预先增加定位工艺孔
例 283 当凸模与凹模均用镶拼结构时，其接缝位置不应重合		
 凸模的接缝 凹模的接缝 $a=3 \sim 5$		接缝位置不应重合，以免模具工作时应力集中而过早失效
例 284 应合理设计板料碾纹与弯曲线的夹角		
 撕裂		板料碾纹与弯曲线方向平行时，在弯曲区容易产生裂纹
		板料碾纹最好与弯曲线方向垂直
 板料碾纹 α		板料碾纹与工件有不同的弯曲方向时，拉杆应保持 $\alpha \geq 30^\circ$

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 285 注意零部件设计应为安全形状		
		应去除尖锐部分, 装卸或操作时即使触摸了也不至于受伤
例 286 零件结构设计应注意其系统的可靠性		
		双层外壳透平机内外层的导向结构。改进前不适合受热膨胀, 导柱容易卡死。改进后给出了膨胀空间
		钢螺栓与铝合金法兰联接。钢和铝的线膨胀系数不同。改进后(右图)加了一个圆瓦铁镍合金套, 可使螺栓和被联接件的热伸长量接近
		工作温度为 600℃ 的双相钢法兰联接。增加联接螺栓长度可使结构具有弹性伸长储备, 当温度变化时产生的附加应力可减小

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		减小在冷热差接触面的尺寸, 避免产生比较大的热应力。同时也有利于法兰盘的密封和对中

例 287 应考虑螺纹加工的工艺性

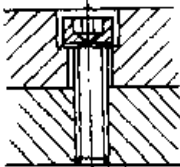
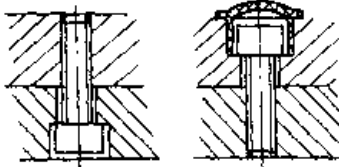
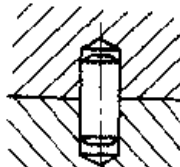
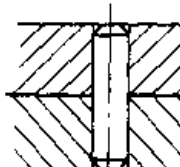
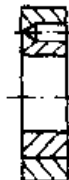
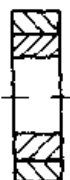
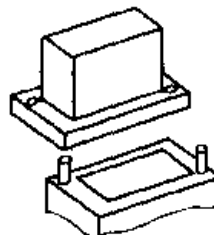
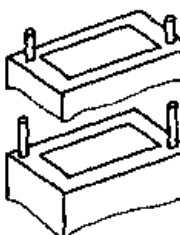
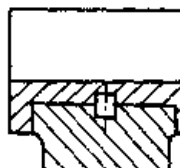
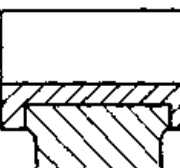
		最后加工紧定螺钉用螺孔会产生毛刺。应加工紧定螺钉孔后, 再进行横孔的精加工, 使毛刺去除
--	--	---

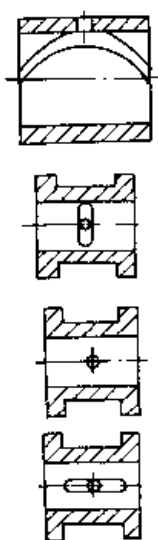
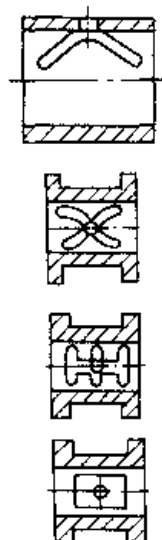
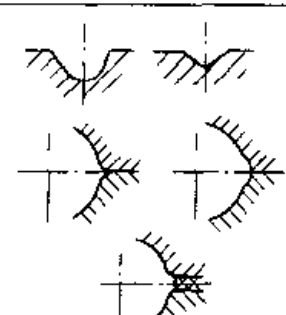
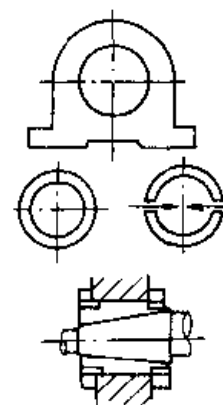
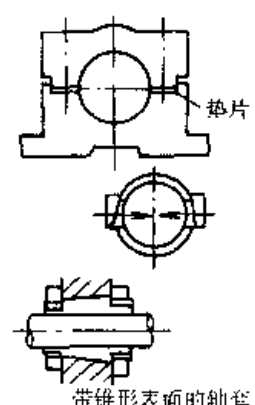
例 288 应注意零部件的固定方法

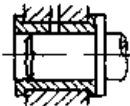
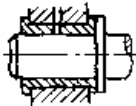
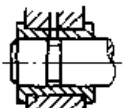
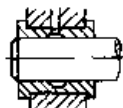
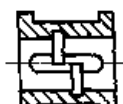
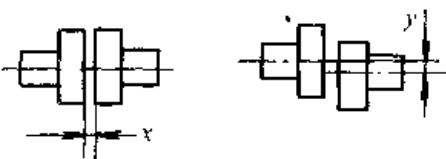
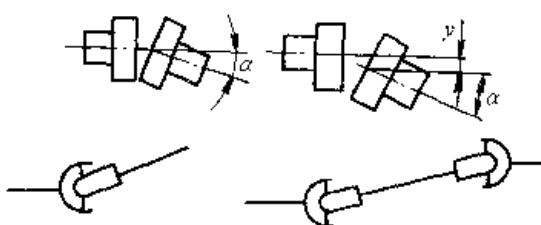
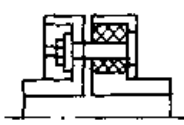
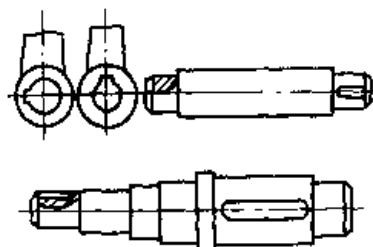
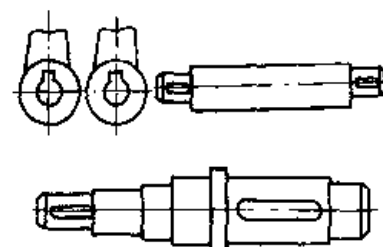
		由于难拆卸、组装, 所以不要将三个零部件一次固定。应把两个零件牢靠地固定起来
		螺孔会产生线不合的情况, 所以不能将二个联接件全设计成一个孔, 应设计成光孔

例 289 尽可能采用不损伤联结件母材的联接螺栓

螺栓联接 a) 尽量采用该方式	螺钉联接 b) 几乎不需要拆卸时	螺柱联接 c) 需要频繁拆卸时	在结构上无法采用联结螺栓, 凡需要频繁对联结件进行拆卸时反复将螺栓拧紧、松开, 会使联结件母材受到损伤, 可采用螺柱联结。在使用螺栓时, 要把螺栓头部置于上方
-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--

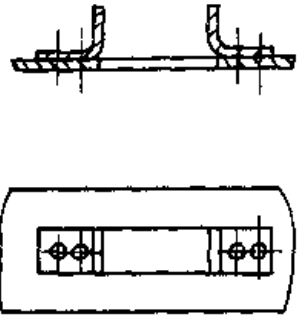
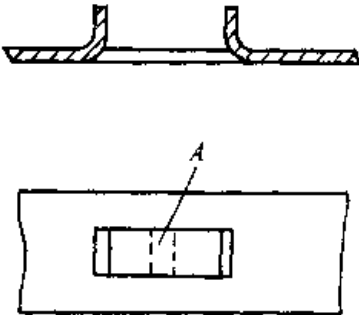
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 290 避免易腐蚀的螺钉结构		
		在露天工作的机械设备, 螺纹联接处最容易被腐蚀, 尤其是内六角螺栓头部凹坑易腐蚀, 设计时应使钉头朝下, 或加塑料保护盖
例 291 销在设计 and 应用中应注意的问题		
		销孔贯穿有利于加工, 也有利于拆装
		在过盈配合面上一般不宜装定位销
		使用多个定位销时要考虑组装时能顺利装入
		定位销不应使部件拆卸困难

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 292 滑动轴承的油沟尺寸、位置和形状应合理		
		向心滑动轴承的油沟应开在非承载区, 两端不应开通以免油泄漏。油沟边缘应有足够大的圆角, 以利油的流动。对液体动压润滑轴承不允许将油沟开在承载区, 对非液体摩擦润滑轴承应使油沟尽量延伸到最大压力区附近
例 293 滑动轴承设计应防止切断油膜		
		油槽不应出现能切断轴承面油膜的尖角或接近尖角的棱边; 轴瓦剖分面的棱角要尽量作成平滑的圆角; 轴瓦接合面的错移部分作成圆角
例 294 滑动轴承设计应考虑磨损的间隙能调整		
	 垫片 带锥形表面的轴套	应考虑易于间隙调整的形式和结构。可采用剖分式轴瓦在剖分面间加调整垫片; 三块或四块瓦块组成可调间隙轴承和带锥形表面轴套的轴承等

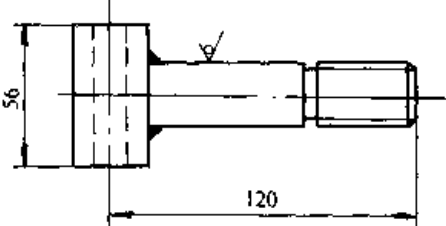
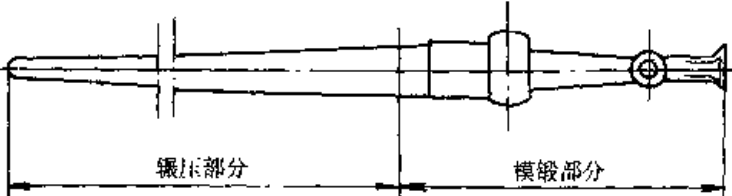
结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 295 滑动轴承设计应避免发生阶梯磨损		
		需将比较硬的轴颈加长, 使之等于或稍长于轴承
		应将油槽开在轴瓦上
		需将上下半油槽的位置错开, 以消除不接触的地方
例 296 合理选择联轴器类型		
		安装在同一机座上或基础上的部件, 可采用固定式刚性联轴器
		如被联接的两轴有比较大的角位移或径向位移, 宜采用单万向联轴器或双万向联轴器
		如被联接的两轴分别安装在两个机座上, 可采用无弹性元件的挠性联轴器
例 297 用平键分别固定两零件时, 键槽应在同一母线上		
		在一根轴上用平键分别固定两个零件时, 在轴上开两个键槽, 要在同一母线上, 使其加工、装拆方便

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

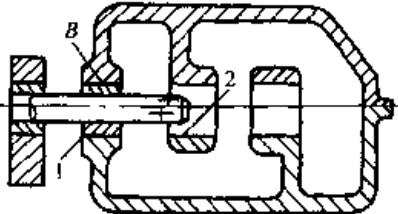
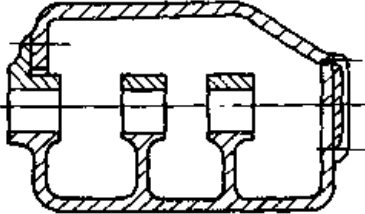
例 298 利用切口工艺, 简化冲压件设计

		原由三个零件用铆接或焊接构成。采用切口工艺使设计简化, 提高了工效, 节约了材料

例 299 对于形状复杂的零件, 可用组合设计成形

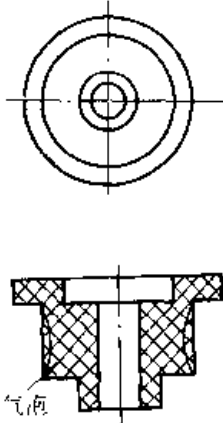
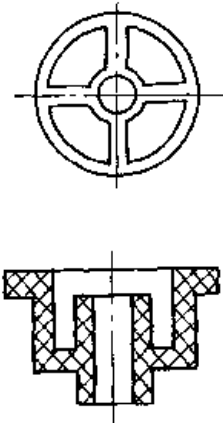
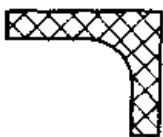
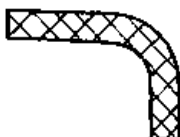
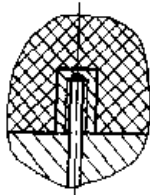
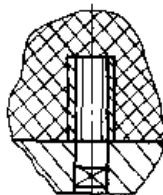
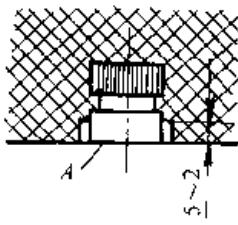
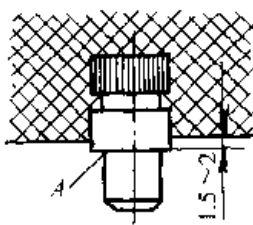
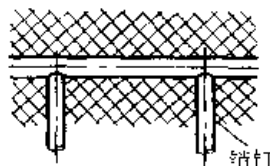
		将非工艺性结构合体设计。原设计为两件焊接组成, 改为采用模锻合成一件, 提高了生产率

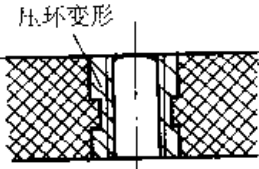
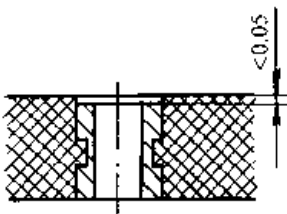
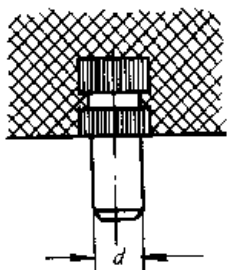
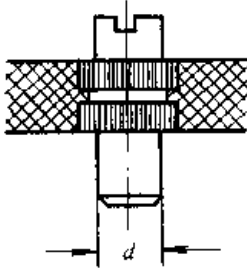
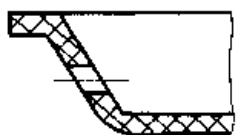
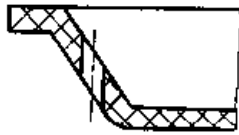
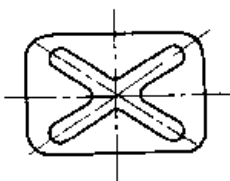
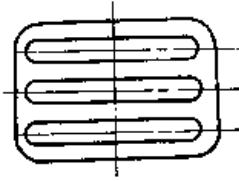
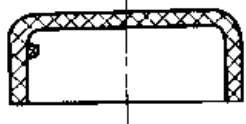
例 300 应合理设计箱体的孔系

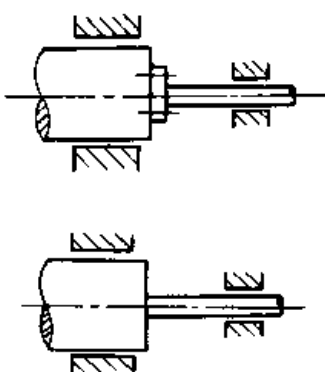
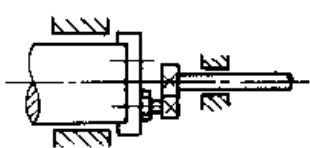
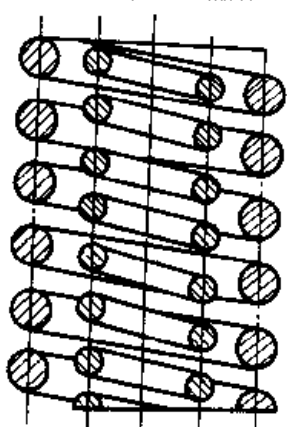
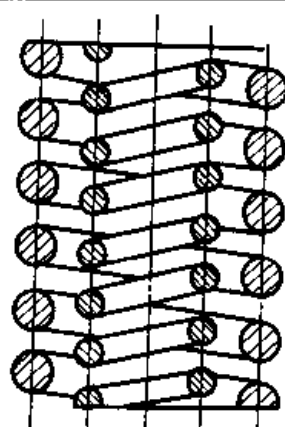
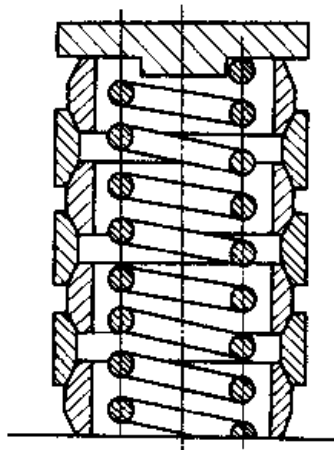
		改进后, 镗杆可伸出箱体进行支承, 便于镗孔

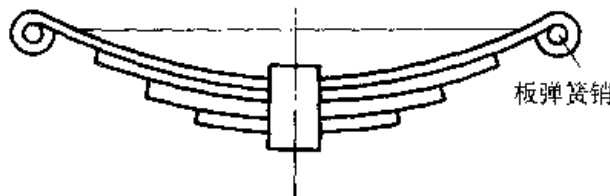
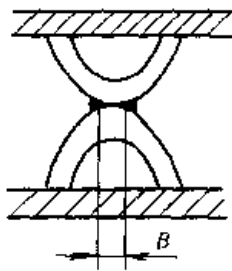
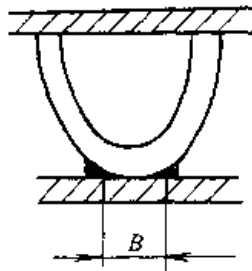
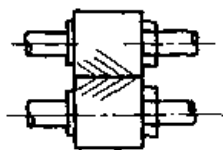
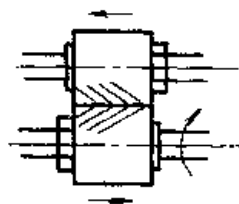
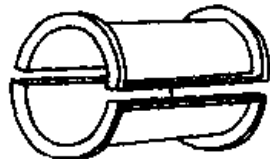
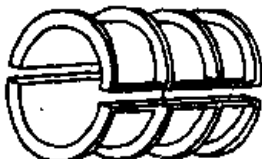
改进后, 镗杆可伸出箱体进行支承, 便于镗孔

改进前, 箱体中的锥孔在镗床上镗孔困难。改进后, 采用轴套结构, 轴套单独加工再装配在箱体上, 比较合理

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 301 合理设计塑料件的结构		
		改进后, 塑料件壁厚设计均匀, 既节约材料又提高零件强度, 还可避免产生气泡、缩孔、翘曲变形等缺陷
		结构壁厚应均匀, 过渡处圆滑, 不会产生塑料应力集中现象
		尽量采用不通孔或不穿的螺纹孔, 可在设计模具时采用插入式解决嵌件的定位
		条件许可时, 金属嵌件应凸起或凹入 1.5~2mm
		尽量避免采用片状、细长的嵌件。当必须用膜片、细长嵌件时, 应采用支牢或打孔措施, 以免造成弯曲变形

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
		螺纹通孔嵌件高度应低于成型高度 0.05mm。嵌件过高容易产生变形
		嵌件的装夹定位部分应具有 4 级精度滑配合。保证金属嵌件能精确地固定在模具中
		侧面孔应和脱模方向一致, 结构简单, 操作方便
		筋条的排列结构可使塑料件收缩均匀, 变形比较小
		平底面容易变形。改进后的结构受力时应力容易扩散
		在塑料壁厚无法设计均匀时, 可采用表面装饰掩盖缩痕, 改善外观质量

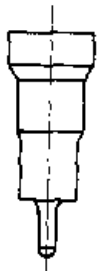
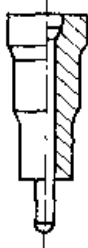
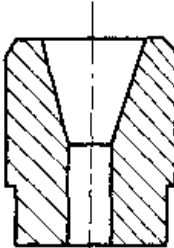
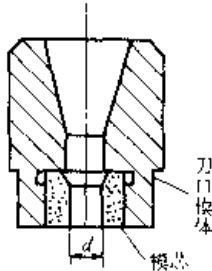
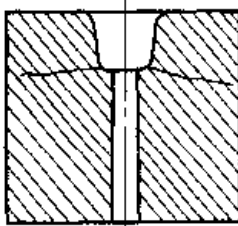
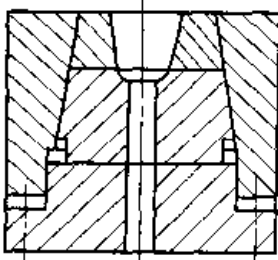
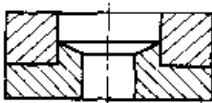
结 构 工 艺 性 图 例		要点与说明
改进 前	改进 后	
例 302 不宜在大轴的轴端直接联接小轴		
		尽量避免直接传动方式。如必要,应采用与这种传动不相关的联接方式。也不应在大轴的端部直接加工出小轴
例 303 组合螺旋弹簧旋向应相反		
		为避免弹簧丝的互相嵌入,内外弹簧旋向应相反。另外,为避免内外弹簧相碰,应使弹簧端面平整
例 304 环形弹簧应考虑其复位问题		
		环形弹簧的摩擦很大,因此给这种弹簧应设置另一圆柱螺旋压缩弹簧以帮助其复位

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	
例 305 应注意板弹簧的磨损和润滑		
		板弹簧应有油沟、注油孔, 有时可采用青铜套以减小磨损
例 306 为吸收振动, 零件应有较强的阻尼性		
		两零件间应有比较大的接触面积。在零件表面粘贴或喷涂一层有高内阻尼的材料, 也可以阻尼振动, 减小噪声
例 307 单螺旋齿轮的轴受推力的一边应设计成阶梯配合		
		将单螺旋齿轮固定在轴上时, 原则上是承受推力的一边为阶梯配合
例 308 箱体剖分应避免刚性不足		
		在剖分时特别要考虑加工时单件的刚性及其影响装配的各种问题

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 309 改进零部件结构, 节约材料, 减轻机器重量		
		将大直径改为小直径。改进后, 使用功能相同, 加工条件不变, 但可节约材料 30%
		采用螺钉和端垫代替轴端部位的圆螺母等零件, 既缩短了轴的长度, 也省掉了轴端的螺纹车削加工。
		用轴环代替轴肩, 可以减小轴零件加工前的坯料。原设计需用 $\phi 55\text{mm}$ 直径棒料加工, 改进后用 $\phi 45\text{mm}$ 直径的棒料就能加工。
		用弹性挡圈也可以代替轴肩。改进前, 齿轮一端为轴肩定位, 另一端用螺母紧固; 改进后, 两边各用轴用弹性挡圈将齿轮固定, 可使轴径减小。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 310 采用组合模具结构设计, 避免应力集中		
		空心零件正挤压冲头。原设计为整体结构时, 易在截面过渡处产生应力集中和断裂。采用组合结构后, 由于避免了应力集中, 模具寿命显著提高
		冷锻切料刀口模。原设计用 T10 钢制成整体结构, 寿命不高。设计成组合结构, 并用 YG20C 硬质合金制造, 模具寿命大为提高
		冷锻滚子凹模。采用组合结构后, 消除了早期断裂失效现象, 模具寿命可提高 4~5
		热锻凹模。原设计为整体式时易出现早期断裂。采用组合结构可降低型腔表面的拉应力, 也避免了应力集中, 显著提高了模具寿命

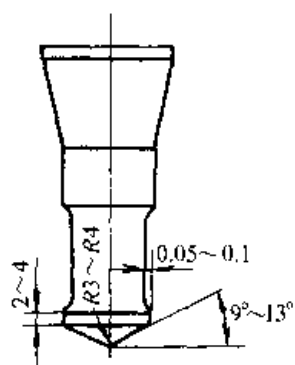
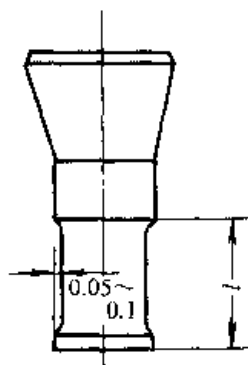
结构工艺性图例

要点与说明

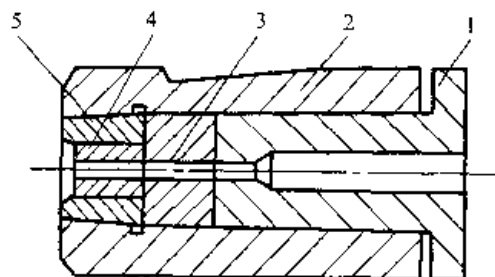
改进前

改进后

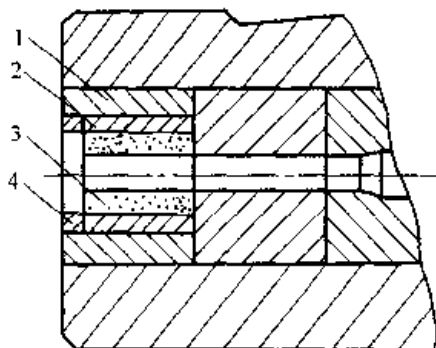
例 311 考虑应力状态, 优化模具结构设计



反挤压凸模。改进冷挤压冲头的端面倾斜角, 其单位挤压力比原设计平端面凸模低 20%, 使用寿命长, 凸模的斜角以 $9^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 为宜。



1—后垫 2—外套 3—圆垫 4—中套 5—内芯

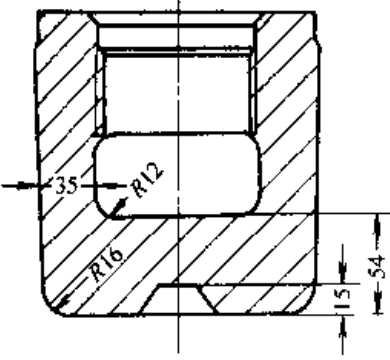
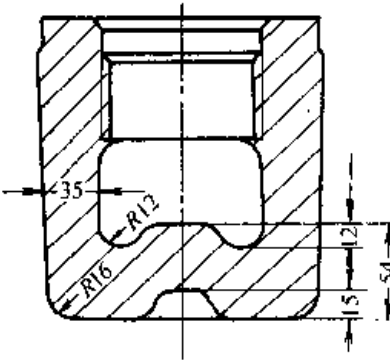


1—中套 2—内套 3—内芯 (镶块) 4—圆片

螺栓组合模结构。模具设计成上图结构时, 三向拉应力变为三向压应力, 使模具向安全的应力状态转化。如进一步改进, 设计成下图的结构, 合理选择内芯、中套、内套和圆片的材料, 模具使用效果更好。

结构工艺性图例		要点与说明
改进前	改进后	

例 312 改进模具水冷内腔结构, 提高模具寿命

		改进了水冷内腔结构, 使热冲模获得均匀有效的冷却, 减少磨损和避免升温软化, 提高了模具的寿命
---	--	--

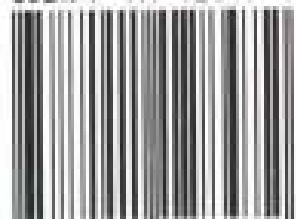
参 考 文 献

- 1 蔡兰主编. 机械零件工艺性手册. 北京: 机械工业出版社, 1995
- 2 畑村洋太郎 实际设计研究会著. 机械设计实践. 周德信, 阎喜仁, 陆子男等译. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 3 石全主编. 维修性设计技术案例汇编. 北京: 国防工业出版社, 2001
- 4 王德文主编. 新编模具实用技术 300 例. 北京: 科学出版社, 1996
- 5 董杰主编. 机械设计工艺性手册. 上海: 上海交通大学出版社, 1991
- 6 吴轮中. 机械构件的热处理设计. 上海: 上海科技文献出版社, 1987
- 7 姚德超主编. 粉末冶金模具设计. 北京: 冶金工业出版社, 1989
- 8 李庆寿主编. 机械制造工艺装备设计实用手册. 银川: 宁夏人民出版社, 1991
- 9 潘筠编. 机器及其零部件结构工艺性. 北京: 机械工业出版社, 1993
- 10 吴宗泽主编. 机械设计禁忌 500 例. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 11 吕莉雯, 沈丽珍主编. 轿车零部件新材料及其应用. 北京: 北京理工大学出版社, 1996
- 12 徐灏主编. 机械设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1991
- 13 张耀宸主编. 机械加工工艺设计手册. 北京: 航空工业出版社, 1987
- 14 王金华编著. 铸件结构设计. 北京: 机械工业出版社, 1983
- 15 李尚键编. 铸造工业及模具设计资料. 北京: 机械工业出版社, 1983
- 16 王考培主编. 冲压设计资料. 北京: 机械工业出版社, 1986
- 17 中国机械工程学会焊接学会编. 焊接结构设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1990
- 18 王启平编著. 精密加工工艺学. 北京: 国防工业出版社, 1990
- 19 王国凡主编. 材料成形与失效. 北京: 化学工业出版社, 2002
- 20 王宗杰, 臧汝恒, 李德元编著. 工程材料焊接技术问答. 北京: 机械工业出版社, 2002

● ISBN 7-111-12847-8/TH-1384

封面设计/电脑制作：陈沛

ISBN 7-111-12847-8



9 787111 128472 >

定价：15.00 元

地址：北京市西城区大街22号
联系电话：(010) 68326294

邮政编码：100037

网址：<http://www.cmpbook.com>

E-mail: online@cmpbook.com