

第 25 篇 零部件结构工艺性

(试 用 本)

机械工程手册 编辑委员会
电机工程手册



机械工业出版社

-62

25

71-1-62
3
3:25

机械工程手册

第25篇 零部件结构工艺性

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社



A 674407

本篇主要介绍在设计零部件结构时,在保证使用性能的前提下,考虑铸造、锻造、冲压、热处理、切削加工和装配等各个生产阶段的工艺性,按已定的生产规模,制造时达到生产率高、材料消耗少、成本低的要求。本篇总结了国内的实践经验,同时也介绍了国外一些先进实例。

机 械 工 程 手 册
第25篇 零部件结构工艺性
(试 用 本)
天津大学 主编

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)
天津市第一印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 5 · 字数 138 千字
1979 年 11 月北京第一版 · 1979 年 11 月北京第一次印刷
印数 00,001—65,000 · 定价 0.41 元

统一书号: 15033 · 4627

编辑说明

(一) 我国自建国以来，机械工业在毛主席的革命路线指引下，贯彻“独立自主、自力更生”和“洋为中用”的方针，取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学研究方面的经验，同时采用国外先进技术，加强机械工业科学技术的基础建设，适应实现“四个现代化”的需要，我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》。

(二) 这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用，也可供教学及其他有关人员参考。

(三) 这两部手册是综合性技术工具书，着重介绍各专业的理论基础，常用计算公式，数据、资料，关键问题以及发展趋向。在编写中，力求做到立足全局，勾划概貌，反映共性，突出重点。在内容和表达方式上，力求做到深入浅出，简明扼要，直观易懂，归类便查。读者在综合研究和处理技术问题，《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成，构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分，共七十九篇；《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分，共五十篇。

(四) 参加这两部手册编写工作的，有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位、两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员，更为广泛。许多地区

的科技交流部门,为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、审查、定稿各个环节中,广泛征求意见,发挥了广大群众的智慧和力量。

(五)为了使手册早日与读者见面,广泛征求意见,先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验,试用本在内容和形式方面,一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证,提出批评和建议,以便今后出版合订本时加以修订。

(六)本篇是《机械工程手册》第25篇,由天津大学主编,参加编写的有南京市机械研究所、第一机械工业部机械科学研究院机电研究所、汉川机床厂等单位。许多有关单位对编审工作给予大力支持和帮助,在此一并致谢。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会编辑组

机械手册

十号甲

目 录

编辑说明

引言	25-1
----------	------

第 1 章 零件结构的铸造工艺性

1 常用合金铸件结构的特点	25-2
2 铸件结构与铸件缺陷	25-3
3 铸件结构与铸造工艺	25-8
4 铸件的结构要素	25-12
4.1 最小允许壁厚	25-12
4.2 铸件壁的连接与过渡	25-13
4.3 加强筋	25-18
4.4 法兰铸造过渡斜度	25-20
4.5 结构斜度	25-20
5 熔模铸件结构的设计原则	25-20
6 压铸件结构的设计	25-23
6.1 压铸件结构的设计原则	25-23
6.2 压铸件设计的基本参数	25-24
6.3 镶嵌件	25-24

第 2 章 零件结构的锻造工艺性

1 锻造方法对锻件结构的要求	25-25
2 材料种类对锻件结构形状的影响	25-26
3 锻件的设计原则	25-26
3.1 自由锻件的设计原则	25-27
3.2 锤和压力机上模锻件的设计原则	25-27
3.3 胎模锻零件的设计特点	25-29
3.4 平锻机上顶锻零件的设计原则	25-30
4 锤和压力机上模锻件的结构要素	25-31
4.1 模锻斜度	25-31
4.2 圆角半径	25-32
4.3 腹板厚度	25-33
4.4 筋的高宽比	25-34
4.5 凹腔和孔	25-34
5 模锻件结构与锻造缺陷的关系	25-35

第 3 章 零件结构的冲压工艺性

1 冲压件材料的选用	25-37
2 冲压件的尺寸精度	25-37
2.1 冲裁件	25-37
2.2 圆筒拉延件	25-39
2.3 控制冲压件精度的方法	25-40
3 冲压件的结构要素	25-40
3.1 冲裁件	25-40
3.2 弯曲件	25-42
3.3 成形件	25-43
4 冲压件的结构示例	25-45

第 4 章 零件结构的热处理工艺性

1 影响零件结构热处理工艺性的因素	25-49
1.1 零件材料的选择	25-49
1.2 零件的几何形状和刚度	25-50
1.3 零件的尺寸	25-50
1.4 零件的表面状态	25-51
2 热处理对零件结构的要求	25-51

第 5 章 零件结构的切削加工工艺性

1 切削加工对零件结构的要求	25-54
2 改进零件切削加工工艺性的基本原则	25-54
2.1 提高切削效率	25-54
2.2 便于加工	25-59
2.3 减少切削加工量	25-64
2.4 其他	25-66
2.5 在数控机床上加工, 对零件设计的要求	25-67

第 6 章 零部件结构的装配工艺性

1 改进零部件装配工艺性的基本原则	25-67
1.1 避免装配时的切削加工	25-67

1.2 尽量避免装配时的手工修配.....25-67	1.7 尽可能组成单独部件或装配单元, 便于平行装配.....25-70
1.3 应使装配方便.....25-68	1.8 应便于起吊.....25-70
1.4 应使拆卸方便.....25-69	1.9 自动装配对零件结构的要求.....25-71
1.5 应有正确的装配基面.....25-69	参考文献.....25-72
1.6 选择合适的调整补偿环.....25-70	

引言

结构工艺性良好,是指所设计的零部件,在保证产品使用性能(如效率高、寿命长、安全可靠、保养容易、操纵灵活等)的前提下,根据已定的生产规模,能用生产率高,劳动量小,材料消耗少和生产成本低的方法制造出来。

零部件的结构工艺性,随客观条件的不同和科学技术的发展而变化。

生产批量不同,是影响结构工艺性的首要因素。在单件小批生产时,内燃机用的大型锻造曲轴采用自由锻造,需全面加工,曲轴拐的形状必须便于加工(图 25·0-1 a);而在中等批量生产时,曲轴则可采用全纤维锻造,其曲拐可不加工,形状为椭圆形(图 25·0-1 b);当大批生产时,不大的曲轴则用模锻制造毛坯,曲拐也可不加工,其形状有较大的选择自由,但必须有模锻斜度。

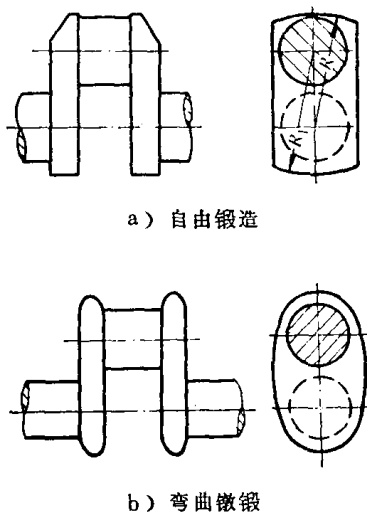


图 25·0-1 自由锻造与弯曲锻的曲轴结构

先进工艺和新技术的不断涌现,是促进零件结构变化的又一重要因素。精密铸造、精密锻造、精密冲压、挤压、锻锻、轧制成形和粉末冶金等工艺,使毛坯趋近于成品;真空技术、离子氮化和镀锌工艺等在热处理中的应用,大大改善了零件的表面质量;在加工中,电火花、电解、激光、电子束和超声加工等工艺的发展使难加工材料、复杂形

面、精密微孔等的加工变得较为容易和方便。如电液伺服阀的阀套(图 25·0-2)精密方孔的加工。为了保证方孔之间的尺寸精度($\pm 0.005\text{mm}$),过去将阀套分成五个圆环,分别加工后联接起来(图 25·0-2 a),再进行研磨,由于电火花加工的加工精度不断提高,原来的组合结构可改为整体结构(图 25·0-2 b)。

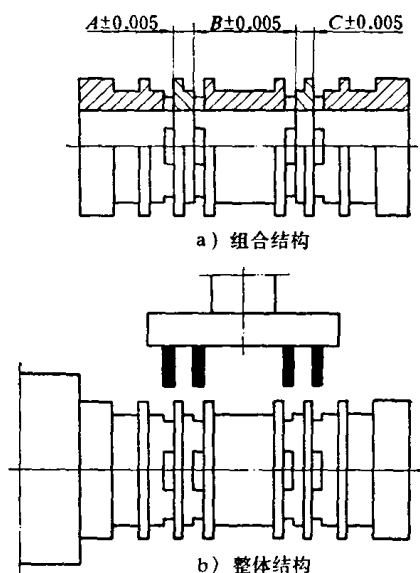


图 25·0-2 电液伺服阀的阀套结构

产品及其零部件的制造,包括了毛坯生产、切削加工、热处理和装配等许多生产阶段,各个生产阶段都是有机地联系在一起的。结构设计时,必须全面考虑,使在各个生产阶段都具有良好的工艺性。它们之间产生矛盾时,应统筹安排,综合考虑,找出主要问题,予以妥善解决。

结构工艺性的改进,对国民经济有着很大意义。因此,设计人员应较全面地具备这方面的知识。重要和大批生产的零部件初步设计后,应经过工艺性审查,以提高设计质量。

本篇扼要介绍零件结构的铸造工艺性、锻造工艺性、冲压工艺性、热处理工艺性、切削加工工艺性以及零部件的装配工艺性。

第1章 零件结构的铸造工艺性

1 常用合金铸件结构的特点 (见表 25·1-1)

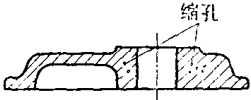
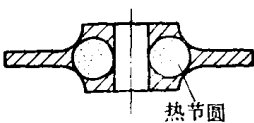
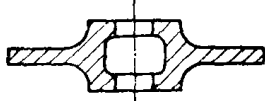
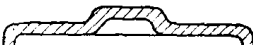
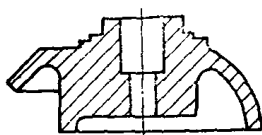
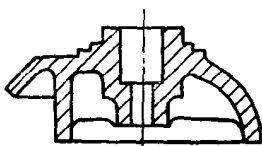
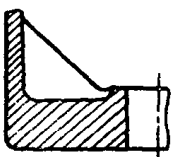
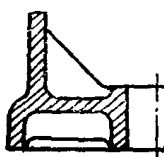
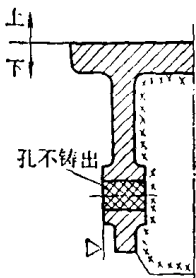
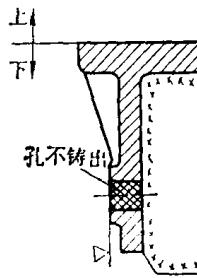
表25·1-1 常用合金铸件结构的特点

类别	性 能 特 点	结 构 特 点
灰铸铁件	流动性好、体收缩和线收缩小。综合机械性能低，抗压强度比抗拉强度高约3~4倍。吸震性好。弹性模量较低	形状可以复杂，结构允许不对称。有箱体形、筒形等，例如，用于发动机的汽缸体、筒套、各种机床床身、底座、平板、平台等铸件
球墨铸铁件	流动性与灰铸铁相近；体收缩比灰铸铁大，而线收缩小，易形成缩孔、缩松。综合机械性能较高，弹性模量比灰铸铁高；抗磨性好；冲击韧性、疲劳强度较好。消震能力比灰铸铁低	一般多设计成均匀壁厚；对于厚大断面件，可采用空心结构，如球墨铸铁曲轴颈等铸件
可锻铸铁件	流动性比灰铸铁差；体收缩很大，退火后，最终线收缩很小。退火前，很脆，毛坯易损坏。综合机械性能稍次于球墨铸铁，冲击韧性比灰铸铁大3~4倍	由于铸态要求白口，一般是薄壁均匀件，常用厚度为5~16mm。为增加其刚性，截面形状多为工字形、丁字形或箱形，避免十字形截面；零件突出部分应用筋条加固
铸钢件	流动性差，体收缩、线收缩和裂纹敏感性都较大。综合机械性能高；抗压强度与抗拉强度几乎相等。吸震性差	结构应具有最少的热节点，并创造顺序凝固的条件。相邻壁的连接和过渡更应圆滑；铸件截面应采用箱形和槽形等近似封闭状的结构；一些水平壁应改成斜壁或波浪形；整体壁改成带窗口的壁，窗口形状最好为椭圆形或圆形，窗口边缘须做出凸台，以减少产生裂纹的可能
锡磷青铜件	铸造性能类似灰铸铁。但结晶范围大，易产生缩松；流动性差；高温性能差，易脆。强度随截面增大而显著下降。耐磨性好	壁厚不得过大；零件突出部分应用较薄的加强筋加固，以免热裂；形状不宜太复杂
无铅青铜件	收缩较大，结晶范围小，易产生集中缩孔；流动性好。耐磨、耐腐蚀性好	类似铸钢件
铝合金件	铸造性能类似铸钢，但强度随壁厚增大而下降得更显著	壁厚不能过大；其余类似铸钢件

2 铸件结构与铸件缺陷

为防止一些常见铸造缺陷的产生，对铸件结构提出的基本要求和举例见表 25·1-2。

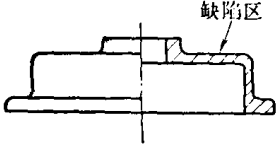
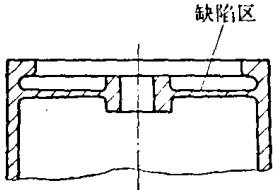
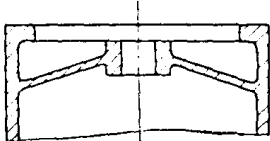
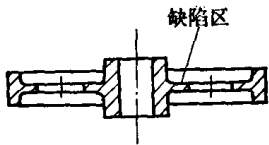
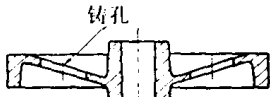
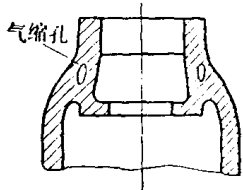
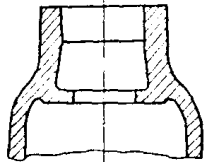
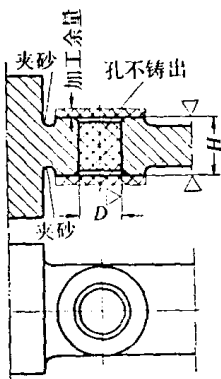
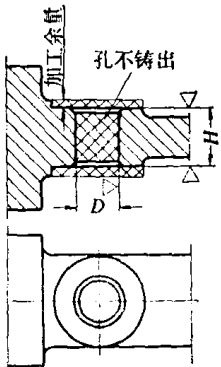
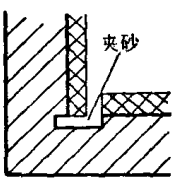
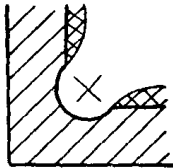
表25·1-2 铸件结构与铸件缺陷关系

序号	铸件缺陷形式	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
1	缩孔、疏松			壁厚力求均匀，减少厚大断面。改进后将孔径中部适当加大，使壁厚均匀
				
				局部厚壁处减薄
				厚壁处减薄加筋
				
				为减少金属的积聚，将双面凸台改为单面凸台

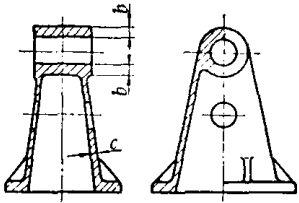
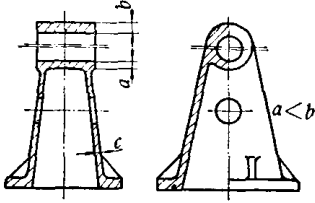
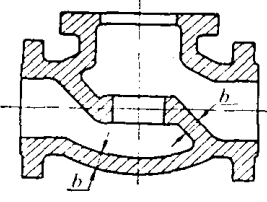
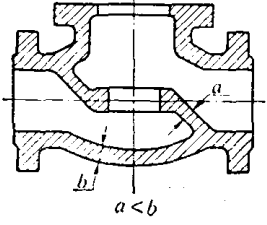
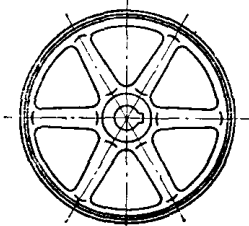
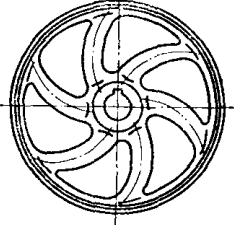
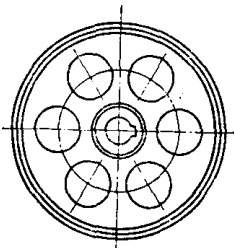
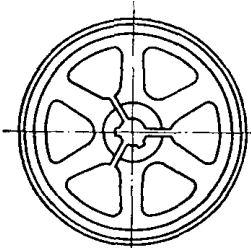
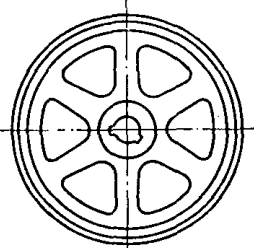
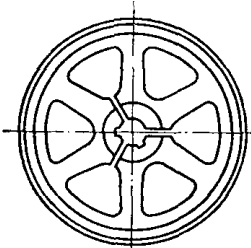
(续)

序号	铸件缺陷 形式	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
1	缩孔、缩 松			易产生缩松处难以安放冒口, 故加厚与该处连通的壁厚, 加宽补缩通道
				图示一铸钢夹子, 冒口放在脐子上。原设计脐子不够大, 补缩不良。脐子放大到 $\phi 410\text{mm}$ 后, 才消除了缩孔
				考虑顺序凝固, 以利逐层补缩, 缸体壁设计成上厚下薄
				对于两头壁较厚的铸钢件断面, 为创造自冒口的顺序凝固条件, 应使 $a \geq b$, 并在底部设置外冷铁, 使有利于补缩

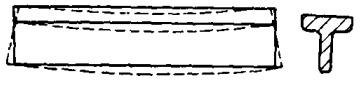
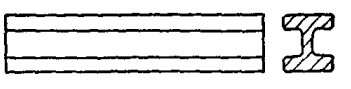
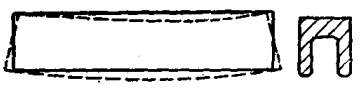
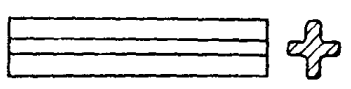
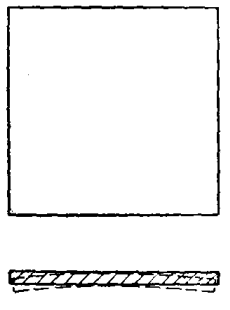
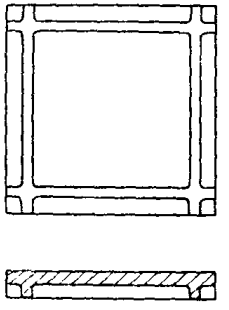
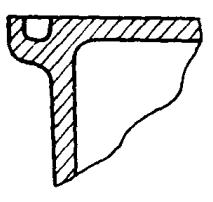
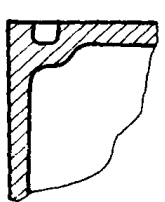
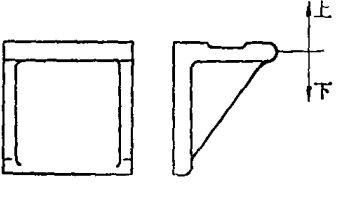
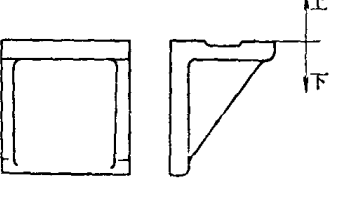
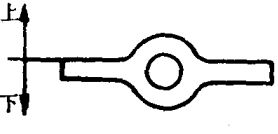
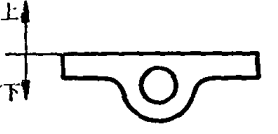
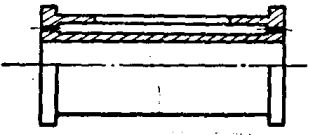
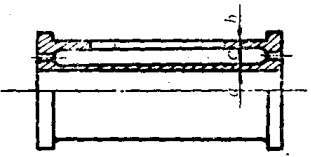
(续)

序号	铸件缺陷形式	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
2	气孔、渣眼、夹砂			尽量减少较大的水平平面，便于金属中杂质和气体的排除，并减少内应力 铸孔的轴线应与起模方向一致
				
				
				改进前，深凹的锐角处易产生气缩孔
				改进前，小凹槽容易掉砂，造成铸件夹砂
				

(续)

序号	铸件缺陷 形式	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
3	裂 纹			铸件内壁的厚度应略小于铸件外壁的厚度,使整个铸件均匀冷却
				
				铸件结构应避免阻碍收缩,较大的飞轮、皮带轮、齿轮的轮辐可做成弯曲的或改用锥形辐板(开孔或不开孔)
				
				大型轮类铸件,可在轮毂处作出缝隙(一般为30mm),以防止裂纹

(续)

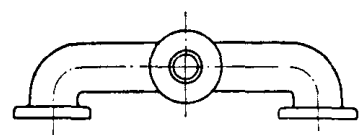
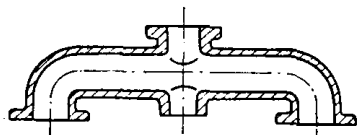
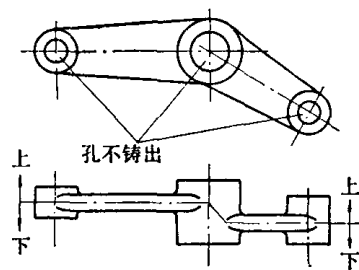
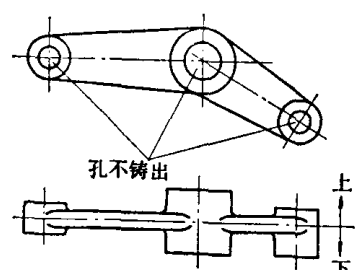
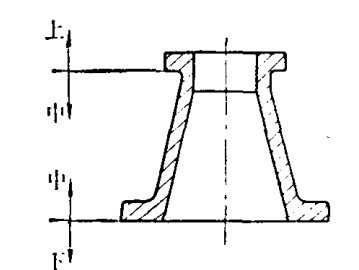
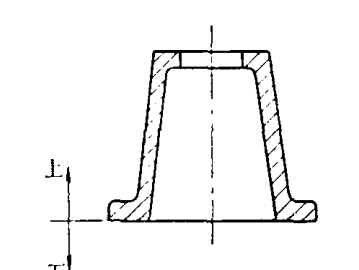
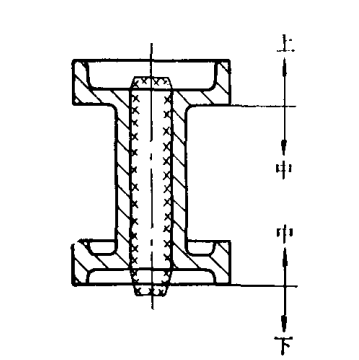
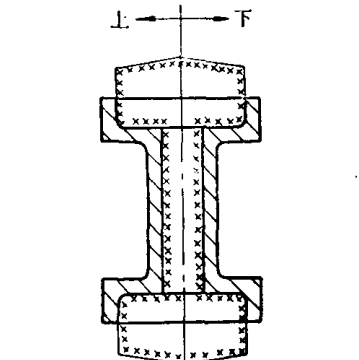
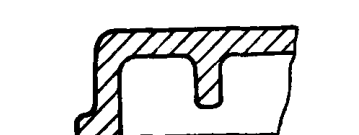
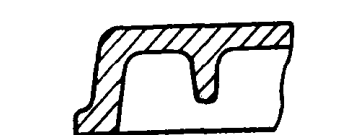
序号	铸件缺陷形式	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
4	变 形			细长件和大的平板件在收缩时, 易挠曲变形, 为此, 应正确选择零件的截面形状 (如对称截面) 和合理的设置加强筋
				
				
5	损 伤			避免大铸件有薄的突出部分
6	错 箱			尽量使铸件在一个砂箱中形成, 以避免因错箱而造成尺寸误差和影响外形美观
				
7	形状尺寸不合格			铸件两壁之间的型芯厚度一般应不小于两边壁厚的总和 ($c > a + b$), 以免两壁熔接在一起

3 铸件结构与铸造工艺

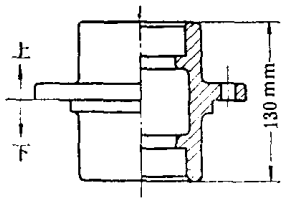
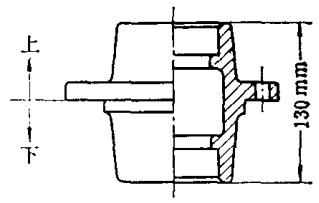
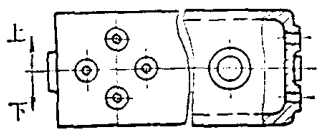
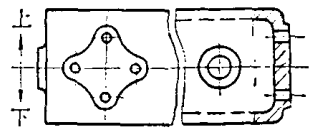
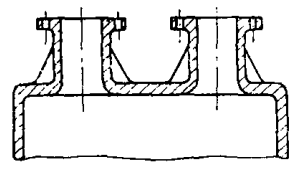
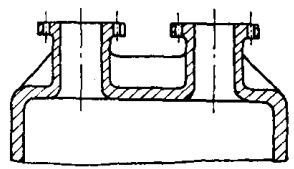
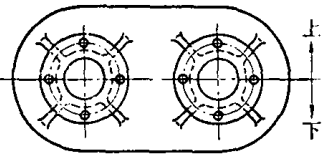
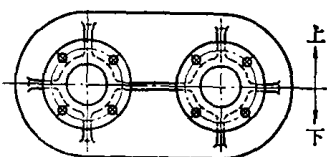
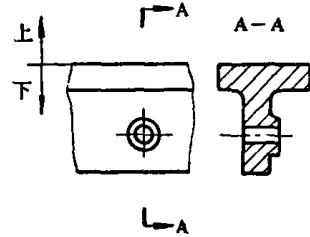
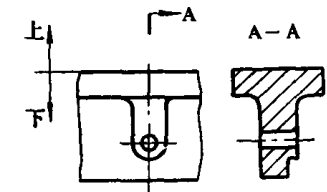
考虑简化铸造工艺过程,使操作方便。其基本要求和举例见表 25·1-3。

在满足使用要求和保证铸件质量的前提下,应

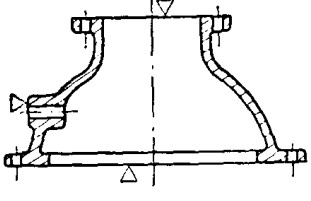
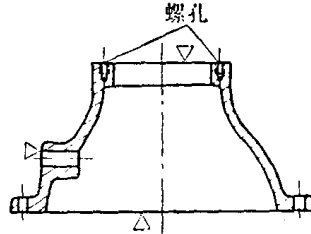
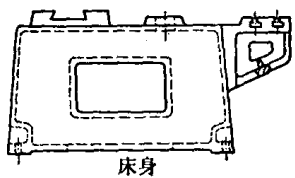
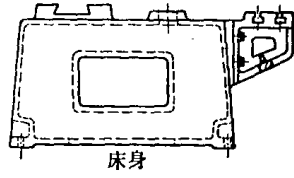
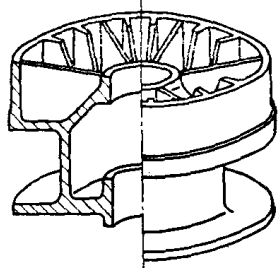
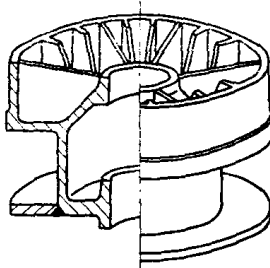
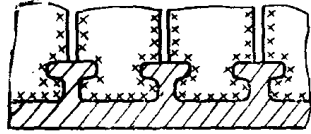
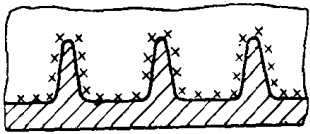
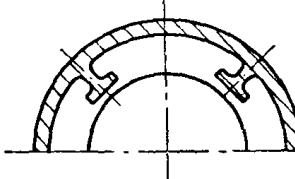
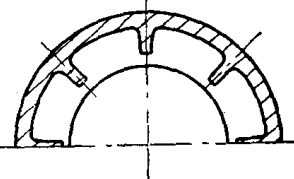
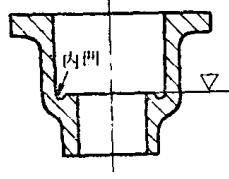
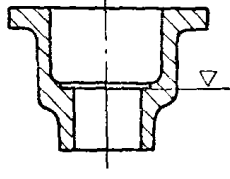
表25·1-3 铸造工艺对铸件结构的基本要求

序号	基本要求	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
1	造型方便			铸件外形应使分型方便,如三通管在不影响使用的情况下,各管口截面最好在一个平面上
				
				分型面应尽可能少,改进后,三箱造型变为两箱造型
				
				在起模方向留有结构斜度(包括内腔)

(续)

序号	基本要求	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
1	造型方便			在起模方向留有结构斜度 (包括内腔)
				铸件外壁的局部凸台应连成一片
				加强筋应合理布置
				改进后, 较适于机器造型
				为避免采用活块, 可将凸台加长, 引伸至分型面。如加工方便, 也可不设凸台, 采取垫平措施

(续)

序号	基本要求	图 例		说 明
		改 进 前	改 进 后	
1	造型方便			改进后, 将小头法兰改成内法兰, 大头法兰改成外法兰。为保证其强度, 法兰厚度应稍增大 对于大型复杂件, 在不影响其精度、强度及刚度要求的情况下, 可分成几个铸件, 为使铸件的结构简单, 可考虑分成几个铸件组成。 如床身由整体改为分铸、螺栓连接; 鼓轮型铸钢件的法兰改成焊接组合
				
				
2	制芯方便			铸件内腔形状应尽量简单, 减少型芯, 并简化芯盒结构
				
				内凹处容易掉砂。改进后, 既保证质量, 又方便制芯