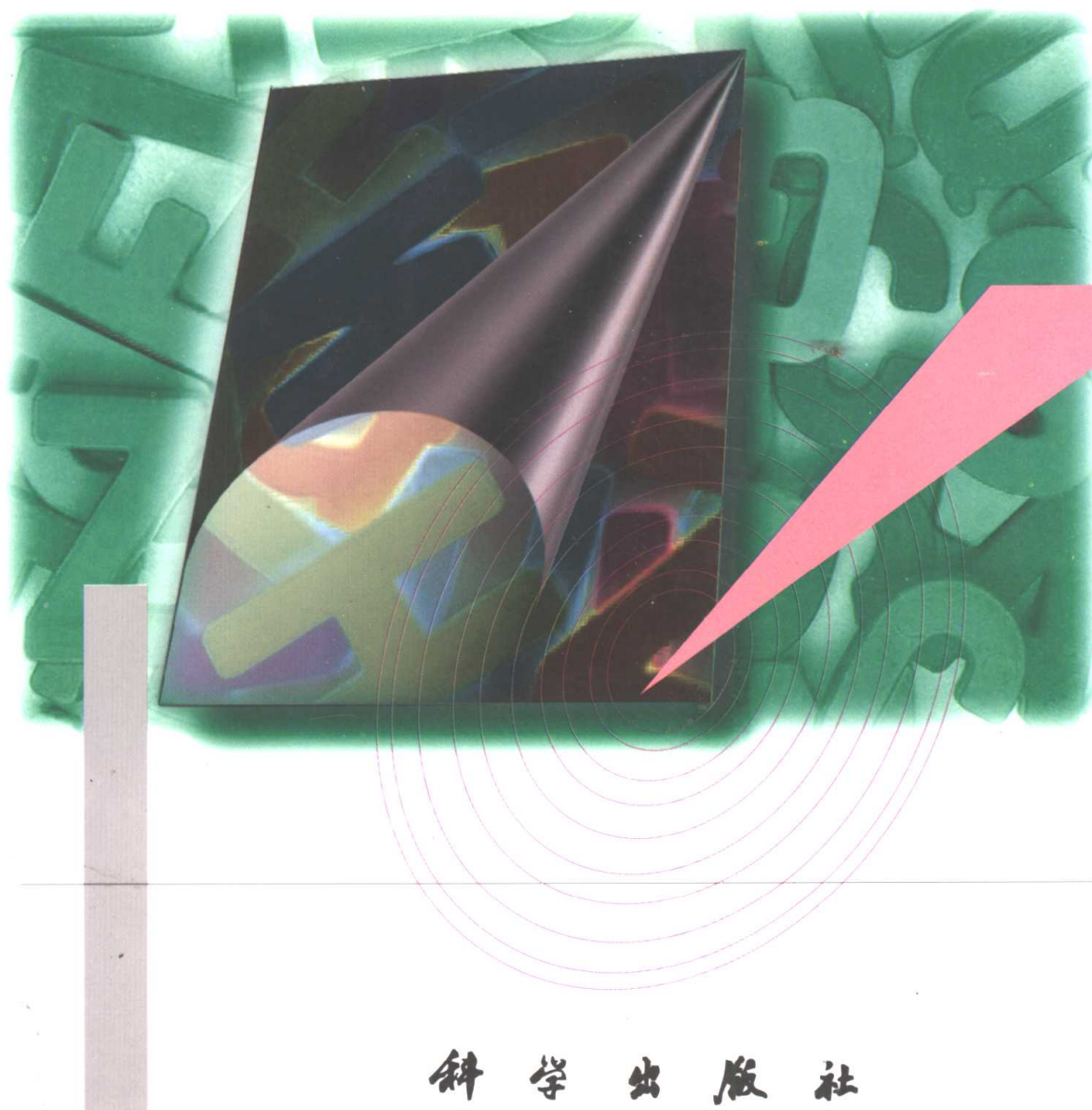


高等院校选用教材系列

化工机械设计制图

(下 册)

林大钧 主编



科学出版社

内 容 简 介

本书是根据原国家教育委员会高等学校工科画法几何及工程制图教材编审委员会、高等学校工科力学教材编审委员会审订的各科教学大纲以及原国家教育委员会颁发的《机械设计课程教学基本要求》(1995年修订版)编写的。

全书共四篇三十二章,分上、下两册出版。上册包括:第一篇:工程制图基础,共七章;第二篇:工程力学基础,共六章。主要阐述机械设计中有关图样表达和力学分析方面的基础理论知识。本书为下册,包括:第三篇:机械设计基础,共九章;第四篇:化工设备设计基础,共十章。主要阐述一般机械中常用的传动件、连接件及其他零部件的结构设计、化工压力容器设计等内容。全书将计算机辅助设计内容作了循序渐进的安排。

本书突出化工类专业机械工程基础知识、素质和能力的培养特色,以优化知识结构、加强应用性为指导,所选内容结合教学改革实践、反映教学改革成果并采用最新国家标准。

本书可作为高等工科大学化工类专业机械基础系列课程的教材,推荐教学时数为120~140学时,也可供其他相关专业的师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工机械设计制图 (下册)/林大钧主编. - 北京:科学出版社,2000
(高等院校选用教材系列)

ISBN 7-03-007776-8

I. 化… II. 林… III. ①化工机械-机械设计-高等学校-教材②化工机械-机械制图-高等学校-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31375 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000年2月第一版 开本:787×1092 1/16
2000年2月第一次印刷 印张:35 1/2 插页:6
印数:1-3 000 字数:828 000

定价: 52.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

本书是根据教育部 1998 年 3 月第一次全国教学工作会议的精神,按照原国家教育委员会高等学校工科画法几何及工程制图教材编审委员会、高等学校工科力学教材编审委员会审订的《画法几何及工程制图教学大纲》、《材料力学教学大纲》以及原国家教育委员会颁发的《机械设计课程教学基本要求》(1995 年修订版)规定的内容结合近几年来的教学实践体会并汲取兄弟院校教学改革的成功经验而编写的。

为了优化化工类专业学生机械基础知识、素质、能力的结构,强化机械设计的整体观念及促进综合应用能力的培养,本书将工程制图基础(含投影制图、计算机绘图 I);工程力学基础(含静力学、材料力学);机械零件设计基础(含传动件、连接件及各类零件结构、形状设计和计算、计算机绘图 II);化工设备设计基础(含内、外压力容器设计、标准零部件选用、化工制图、计算机辅助设计)等内容整合为一,定名为《化工机械设计制图》。全书分上、下两册出版。本书可作为高等工科院校化工类专业的教材。参考教学时数为 120 ~ 140,其内容可按专业特点自行取舍。

本书在编写过程中力求做到:

1. 体现高等工科教育化工类专业培养工程技术应用型人才的特色。在教学内容选择和处理上,以应用为目的,强调机械基础知识综合应用能力的培养。

2. 有关基础理论的教学内容以必须、够用为度,以掌握概念、强化应用为重点,精减繁杂的理论分析及公式推演过程,注意结合工程实际提出问题、分析问题和解决问题,为培养学生正确的思维方法打下基础。

3. 本书对所选内容进行了适当编排,避免了原各课程之间部分内容的重复。在内容和体系上既体现原学科各自的规律性,又进行了合适、适量的交叉,以达到理论联系工程应用实际,学用结合的目的。

4. 为便于教学,本书每章后面都有小结、思考题与习题(工程制图基础部分另外配有习题)。

5. 本书各章内容、数据、资料等均采用最新国家标准。

6. 本书将计算机软件的应用、计算机应用软件的二次开发及计算机辅助设计等内容作了循序渐进的安排以利于计算机应用能力的培养。

参加本书编写工作的有(按章序):钱自强(第一、二、三、四、二十五、二十七章),张宝凤(第五、十四、二十二章),马惠仙(第六、二十、二十一章),王苏勤(第七章),张纯楠(第八、十、十一、十二、十三章),蔡祥兴(第九、二十三、二十九、三十二章),林大钧(第十五、十六、十七、十八、十九、二十六、二十八、三十章),岑红(第二十四章),杨福媛(第三十一章)。全书由林大钧主编。

本书承蒙华东理工大学朱思明先生、上海交通大学蒋寿伟教授精心主审,他们对本书的内容和体系提出了许多宝贵的意见和建议。在此,对他们的辛勤劳动谨致以衷心的感谢!

高等工科院校的教学改革是一项长期而又艰巨的工作,目前仍处于积极探索阶段,希望本书的出版能对教学改革起一些作用。但由于我们的水平有限,经验不足,编写时间较仓促,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

1999年1月

目 录

第三篇 机械设计基础

第十四章 通用零、部件设计概述	(1)
14.1 零件的设计概述	(1)
14.2 部件的设计概述	(15)
14.3 零、部件图样上有关技术要求的制订	(25)
14.4 零、部件测绘	(51)
小结	(60)
思考题	(60)
第十五章 带传动	(61)
15.1 概述	(61)
15.2 带传动的理论基础及工作情况分析	(62)
15.3 V带传动的设计计算	(66)
小结	(83)
思考题与习题	(83)
第十六章 齿轮传动	(85)
16.1 圆柱齿轮传动	(85)
16.2 斜圆柱齿轮传动	(111)
16.3 圆锥齿轮传动	(118)
小结	(123)
思考题与习题	(124)
第十七章 蜗杆传动	(126)
17.1 蜗杆传动概述	(126)
17.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数与几何尺寸计算	(128)
17.3 蜗杆传动的强度计算	(132)
17.4 蜗杆传动的润滑效率与热平衡计算	(137)
17.5 蜗杆蜗轮传动的精度等级和画法	(140)
小结	(146)
思考题与习题	(146)
第十八章 轮系和减速器	(148)
18.1 定轴轮系	(148)
18.2 周转轮系的传动比计算	(152)
18.3 减速器	(154)
小结	(160)

思考题与习题	(160)
第十九章 轴承	(162)
19.1 滑动轴承	(162)
19.2 滚动轴承	(170)
小结	(183)
思考题与习题	(186)
第二十章 轴 联轴器	(188)
20.1 轴	(188)
20.2 联轴器	(201)
小结	(211)
思考题与习题	(212)
第二十一章 连接	(217)
21.1 螺纹连接	(217)
21.2 键连接	(245)
21.3 销连接	(249)
小结	(251)
思考题与习题	(251)
第二十二章 AutoLISP 语言基础及应用	(268)
22.1 概述	(268)
22.2 AutoLISP 的数据类型	(268)
22.3 AutoLISP 程序的组成及运行	(271)
22.4 AutoLISP 的通用函数	(271)
22.5 AutoLISP 的图形函数	(278)
22.6 AutoCAD 的二次开发及其在零件图中的应用	(281)
小结	(291)
思考题与习题	(291)

第四篇 化工设备设计基础

第二十三章 化工设备设计概述	(293)
23.1 化工设备的结构和特点	(293)
23.2 化工设备的分类	(293)
23.3 化工设备设计基础知识	(296)
23.4 化工设备常用材料	(299)
23.5 压力容器规范简介	(302)
小结	(304)
思考题与习题	(304)
第二十四章 内压力容器设计	(306)
24.1 回转薄壳的主曲率半径	(306)
24.2 微体平衡方程和区域平衡方程	(308)

24.3 常见壳体的薄膜应力计算	(311)
24.4 压力容器设计中有关的几个参数	(316)
24.5 内压封头的薄膜应力计算及壁厚设计	(323)
小结	(331)
思考题与习题	(331)
第二十五章 外压力容器设计	(334)
25.1 外压容器的失效方式和设计准则	(334)
25.2 外压圆筒的设计	(335)
25.3 外压圆筒加强圈的设计	(342)
25.4 外压封头设计	(344)
小结	(348)
思考题与习题	(349)
第二十六章 化工设备主体零件制造简介	(350)
26.1 筒体封头的制造	(350)
26.2 筒体、封头展开的 CAD	(357)
小结	(372)
思考题与习题	(372)
第二十七章 化工设备的其他通用零部件	(373)
27.1 法兰	(373)
27.2 支座	(383)
27.3 设备的开孔及其附件	(388)
小结	(395)
思考题与习题	(395)
第二十八章 化工设备的装配与密封装置	(397)
28.1 化工设备的组装	(397)
28.2 反应罐的制造特点	(402)
28.3 密封装置	(405)
小结	(409)
思考题	(409)
第二十九章 化工设备图	(411)
29.1 化工设备图的内容	(411)
29.2 化工设备图视图的表达方法	(411)
29.3 化工设备图中焊缝的表示方法	(418)
29.4 化工设备图的尺寸标注	(425)
29.5 化工设备图中管口符号的编写	(428)
29.6 化工设备图中的序号、标题栏、明细栏、技术数据和技术要求	(428)
29.7 化工设备图的绘制	(433)
29.8 化工设备图的阅读	(437)
小结	(441)

思考题	(441)
第三十章 化工设备计算机辅助设计简介	(443)
30.1 化工设备计算中数表和线图的程序化	(443)
30.2 压力容器设计的计算机分析	(448)
30.3 计算机辅助化工设备图的绘制	(451)
小结	(456)
思考题与习题	(457)
第三十一章 化工设备设计示例	(458)
31.1 塔设备的机械设计	(458)
31.2 搅拌反应釜的机械设计	(494)
小结	(539)
思考题与习题	(539)
第三十二章 化工工艺图	(540)
32.1 工艺管道及仪表流程图	(540)
32.2 设备布置图	(546)
32.3 管道布置图	(549)
小结	(554)
思考题	(555)
参考文献	(556)

第三篇 机械设计基础

第十四章 通用零、部件设计概述

任何机器或部件都是由若干零件按一定的要求装配组合而成。机械是机构和机器的总称。机构是许多能作相对运动的实物(称为构件)的组合,构件可以是一个零件,也可以是几个零件的刚性组合。所以,从运动的角度来看,其关系为构件→机构→机器。零件是机器中每一个单独的加工单元体。零件的结构形状和加工要求由零件在机器中的功用确定。由零件装配成机器时,往往根据所要求完成的不同功用,把零件分成若干装配单元,称为部件。所以,从结构和制造角度来分析,它们的关系为零件→部件→机器。

本章主要介绍通用零、部件设计的基本要求、结构设计、技术要求及机械零件的常用材料和选用。

14.1 零件的设计概述

14.1.1 机械零件的设计原则

1. 零件设计的基本要求

零件的结构形状、尺寸大小、材料选用及技术要求等的确定,必须满足部件或机器的运动和动力要求,必须满足工作环境、载荷条件的要求。因此,在设计机械零件时,应首先从工作能力和经济性两个主要方面来满足机器总体对零件的要求。

(1) 工作能力要求

零件的工作能力指零件在设计的工作期限内能可靠地工作,即零件在一定的运动、载荷和环境条件下,抵抗失效的能力。主要的工作能力指标包括:

① 强度 零件在外力作用下,抵抗破坏的能力。强度是零件设计的最基本要求。

② 刚度 零件在载荷作用下,抵抗弹性变形的能力。有些零件除了要求具有足够的强度外,还要求其弹性变形的量不得超过一定的数值,否则将影响机器的正常工作。这些零件的尺寸往往是根据刚度条件确定的。因为凡是能满足刚度要求的零件,通常都能满足强度要求。

③ 耐腐蚀性 零件在腐蚀性介质或腐蚀性环境下工作时,抵抗腐蚀破坏的能力。尤其是化工生产过程中,往往介质具有不同程度的腐蚀性,影响零件的寿命,设计时必须考虑。

④ 耐热性 包括抗氧化、抗热变形和抗蠕变的能力。

⑤ 耐磨性 具有相对运动的零件接触表面抗摩擦、磨损的能力。零件的磨损量超过允许值后,将改变其结构形状和尺寸,使零件失效。

⑥ 振动稳定性 机器在工作时不能发生超过允许的振动现象。机器或零件的振幅

一般是很小的,但当其自振频率和外力的变动频率相同时,就要发生共振,届时零件的振幅将急剧增大,能在短期内导致零件的破坏。所以要求机器或零件的振动范围要稳定,避免出现共振现象。

(2) 经济性要求

零件在设计和制造过程中,应最大限度地考虑其经济性,力求做到成本低、生产效率高、保养维护费用低廉、方便等。经济性要求主要考虑如下方面:

① 良好的工艺性 即在满足零件的性能要求前提下,制造容易、成本低。这就要求在零件的结构设计中充分考虑,使其加工费用低廉。

② 合理地选择材料 在满足使用条件下,选择供货方便、价格便宜的材料。用合理的热处理方法改善材料的性质。

③ 符合标准化的设计要求 零件的设计应贯彻执行现行的国家标准,或行业标准有利于提高产品质量,降低成本,且满足零件的互换性要求。

2. 零件设计过程

机械零件的设计大体上分为两个过程:构形过程和计算过程。构形过程就是根据零件在部件中的功用,合理地确定零件的内外结构形状和相对位置尺寸。一般先根据设计思想画出零件草图(轴测投影或多面正投影),然后修改、整理,画出零件工作图。计算过程就是根据运动关系和强度(刚度、稳定性等)条件,通过计算来确定零件的主要尺寸和某些重要部位的形状。这两个过程是相辅相成、互相渗透、交错进行的。

零件设计的过程一般是“先计算,后构形”。首先对作用于零件上的载荷情况进行分析,画出受力图,确定计算载荷,选择合理的材料;然后根据零件工作时可能出现的失效形式,选用相应的设计准则进行计算,以确定零件的主要形状和尺寸;再根据零件的功用进行结构设计(即构形),并考虑零件的结构工艺性等经济性因素,画出零件草图,并确定其他相关的尺寸;最后画出零件工作图,并制订必要的技术要求。这一过程中的计算通常称之为设计计算。

在实际工作中,经常是设计常规设备或进行技术改造,有同类零件的实物或图纸作参考。因为有参考对象提供的经验数据,所以,这时零件设计的过程是“先构形,后计算”。首先,分析同类零件结构的优劣,根据设计的要求进行革新改造,存优去劣;参考已有的经验数据,初步拟定零件的结构形状和尺寸,画出零件草图;然后按相关的设计准则进行验算和修改;最后确定零件的全部尺寸,制订技术要求,画出零件图。这一过程中的计算,一般称为校核计算。

对于工艺类专业的工程技术人员,更多地是采用第二种方法,即“先构形,后计算”来设计零件。这种方法简便、可靠,避免了繁琐的计算过程,是一种非常实用和有效的设计方法。缺点是设计思路受到参考对象的限制,不利于创新和突破,但可以通过对参考对象作深入的调查、分析来加以克服,在原有基础上进一步改进和提高。

14.1.2 零件的结构设计要求

零件的结构设计必须满足功能和工艺两方面的要求,同时也应满足使用、维修及外观造型等其他要求。

1. 功能要求

零件的结构形状取决于其在部件中的作用、地位以及与部件中相邻其他零件的连接方式和装配关系。现以图 14-1 中球阀的阀体零件为例说明零件满足功能要求的构形过程。

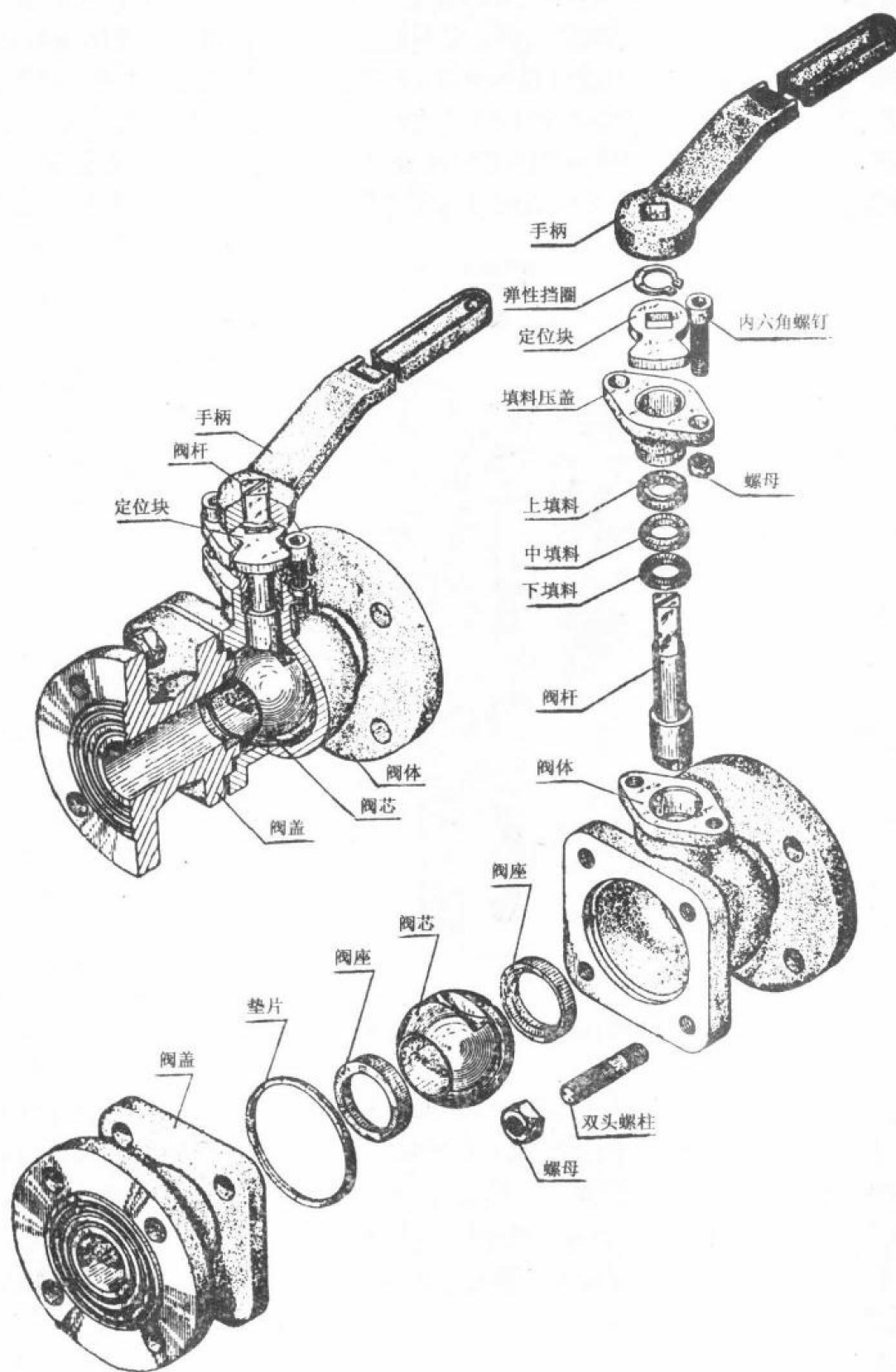


图 14-1 球阀及其分解情况

球阀是安装在管路中控制液体或气体流量的一种设备。图示球阀的阀体、阀盖与要连通的管路接通,使用时转动手柄即可控制阀内孔的截面大小,从而调节管内的液体或气体流量。

由图 14-1 可以看出,阀体零件的主要功能是:①包容阀芯、阀杆、上、中、下填料、填料压盖等零件,这些零件起到控制流量与防止泄漏的作用;②阀体内应有流体的通道;③ 阀体左、右端形状结构便于与阀盖及管路的连接;④ 阀体上端形状结构便于与填料压盖连接。为了满足上述功能,将阀体形状结构设计为如图 14-2 所示。其中包容阀芯等零件的阀体内腔及流体通道可视为阀体零件的工作部分;左、右端及上端结构可视为安装部分;而右端圆形法兰、上端腰形法兰与包围阀体内腔的外形之间的形体可视为连接支承部分。

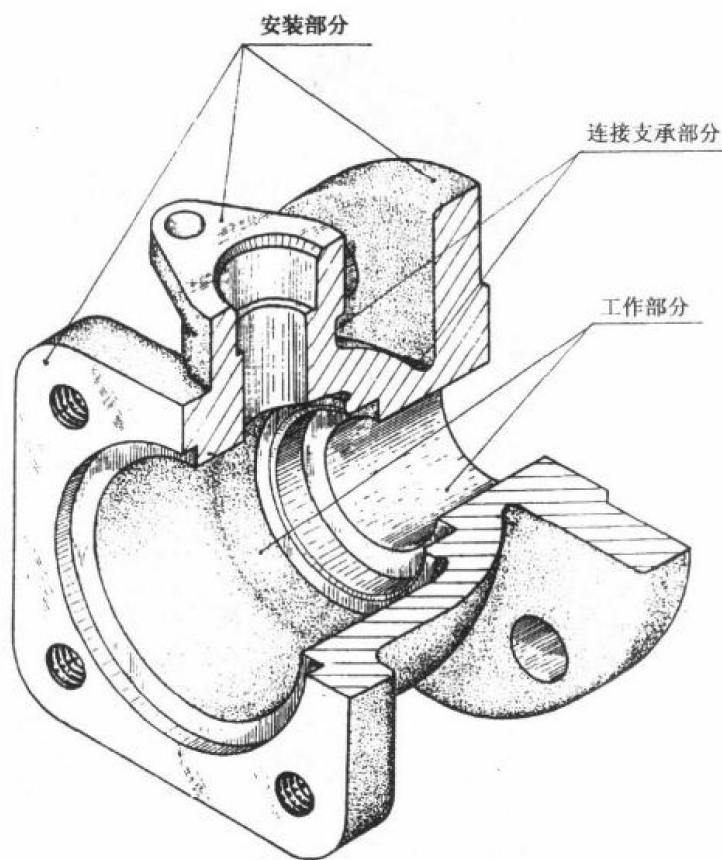


图 14-2 阀体零件结构形状的功能分析

从上述构形过程可知,阀体零件的基本结构可分为工作、安装和连接支承三个部分。实际上,各类零件的构形规律是很相似的,其结构一般都包含这样三个部分,只是由于工作条件或空间的限制,有时零件这三个组成部分会发生变形或退化,而使其特征不很明显,但本质上仍符合上述规律,读者可对球阀的其他零件作类似分析。因此围绕零件的功能要求可先从工作部分、安装部分及连接支承部分进行设计,再结合其他要求作调整和修改,使之最终达到设计要求。

2. 工艺要求

零件的结构设计除了满足功能要求外,其结构形状还应满足加工、测量、装配等制造过程所提出的一系列工艺要求。这里介绍一些常见工艺对零件结构的要求。

(1) 铸造工艺的结构要求

① 拔模斜度 零件在铸造成型时,为了便于将木模从砂型中取出,要求木模上沿拔模方向做成 $3^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 的斜度,如图 14-3(a)所示。拔模斜度在零件图上一般不必画出,必要时可在技术要求中说明,如图 14-3(b)中注明“拔模斜度 7° ”。

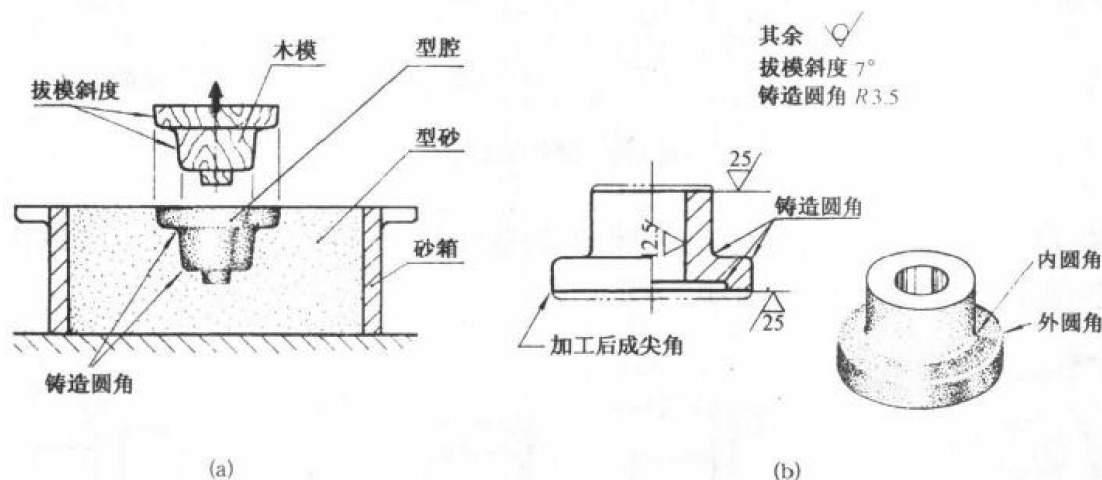


图 14-3 拔模斜度与铸造圆角

② 铸造圆角 铸造表面转角处应做成圆角,这样既便于起模,又能防止浇注铁水时将砂型转角处冲坏,还可避免铸件冷却时因应力集中而在转角处产生裂纹,影响铸件质量。铸造圆角通常为 $R2 \sim R5$,零件图上一般应画出铸造圆角,并统一注写在技术要求中,如图 14-3(b)所示。

③ 铸件壁厚 若铸件各处的壁厚不均匀或相差过大,零件浇注后冷却速度就不一样。较厚处冷却慢,易产生缩孔;厚薄突变处易产生裂纹。因此,要求铸件各处壁厚保持均匀或逐渐变化,如图 14-4 所示。

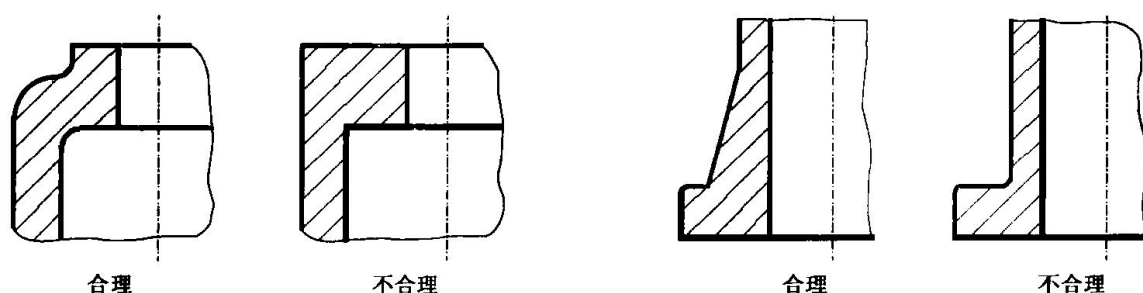


图 14-4 铸件壁厚

(2) 切削加工工艺的结构要求

① 倒角和倒圆 为了去除零件表面的毛刺、锐边和便于装配,在轴和孔的端部一般都应加工出倒角。如果倒角呈 45° ,可如图 14-5(a)所示,其中“ c ”代表倒角的宽度;若不是 45° ,则必须分别注明其角度和宽度,如图 14-5(b)所示。为避免轴肩处因应力集中而产生裂纹,导致断裂,往往加工成圆角过渡形式,称为倒圆,如图 14-5(c)所示。

② 退刀槽和砂轮越程槽 在外圆、内孔表面车削螺纹或磨削加工时,为了使刀具或砂轮顺利退出且能保证螺纹完整和保证加工段磨削精度,常在待加工面的末端留出退刀

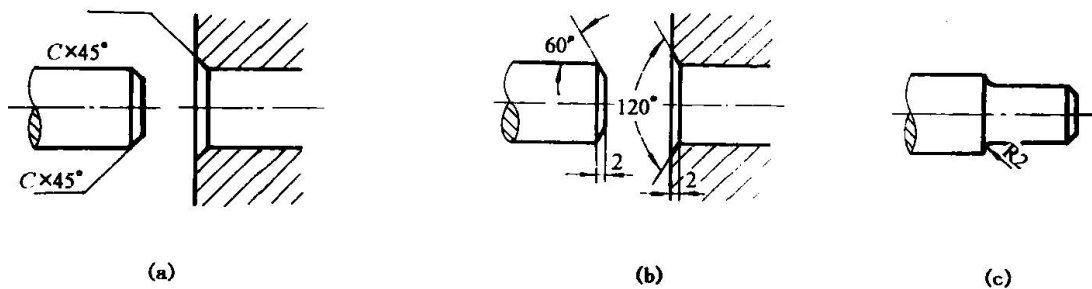


图 14-5 倒角与圆角

槽或砂轮越程槽,如图 14-6(a)、(b)、(c)所示。其结构尺寸可按“槽宽×直径”如图14-6(a)或“槽宽×槽深”如图 14-6(b)的形式标注。

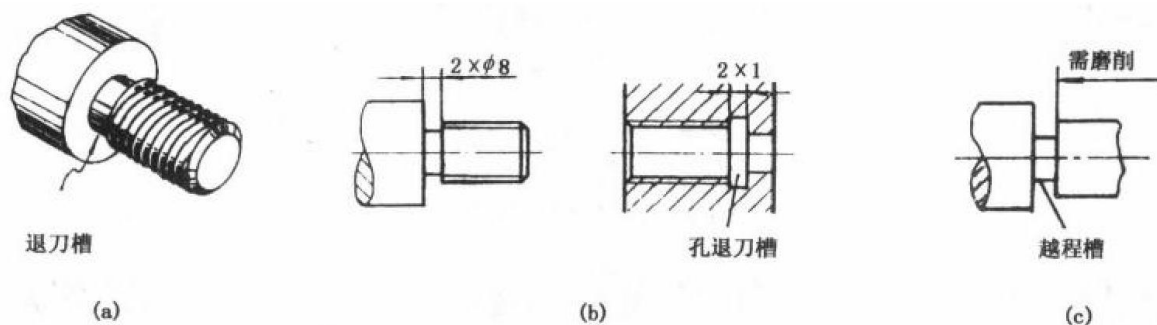


图 14-6 退刀槽与越程槽

③ 凸台与凹坑 为了使零件的某些装配表面与相邻零件接触良好且减少加工面积,常在铸件上设计出凸台、凹坑等结构,如图 14-7 所示。

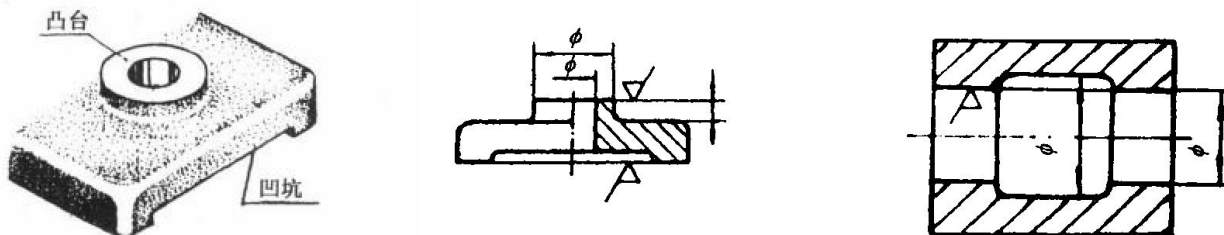


图 14-7 凸台与凹坑

④ 沉孔 为了适应各种形式的螺钉连接,铸件上常常设计出各种沉孔结构。表 14-1 列出了柱孔、锥孔、铰孔的结构和尺寸注法。

⑤ 钻孔 用钻头钻出的不通孔,由于钻头的顶角接近 120° ,所以钻孔的底部应画成 120° 的倒锥。钻孔深度系指圆柱部分的深度,见图 14-8(a);用不同直径的钻头加工成的阶梯孔,过渡处也存在 120° 的钻头角,其结构和尺寸注法见图 14-8(b)。

钻孔时应尽量使钻头垂直于被加工表面,否则钻头容易折断。当被加工表面为曲面或斜面时,应削平或做出凸台,如图 14-9 所示。

表 14-1 沉孔及其尺寸注法

	直观图	普通注法	旁注法	俯视图旁注法
柱 孔				
锥 孔				
铤 孔				

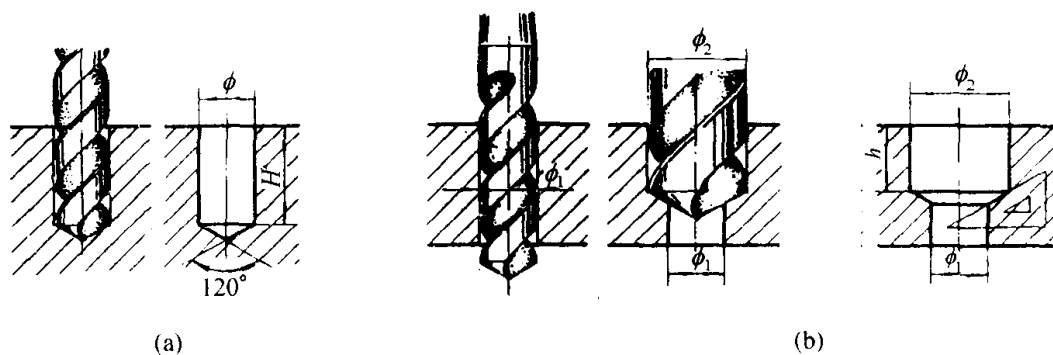


图 14-8 钻孔及其尺寸注法

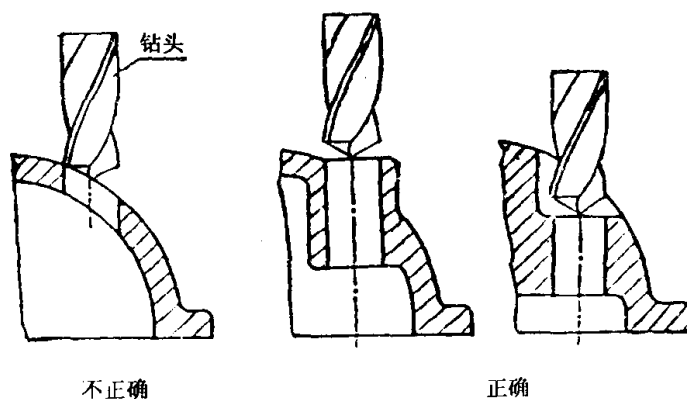


图 14-9 钻头应垂直被加工表面

14.1.3 零件的设计计算和校核计算要求

对于零件应满足工作能力要求的各项指标,在零件的设计计算中并非都需要进行判定,而是根据零件的具体工作情况,按其可能发生的一种或几种主要失效形式,运用相应的设计准则,确定零件的主要结构和尺寸,从而满足其相应的失效形式,建立不同的载荷能力判别式。例如,当断裂或塑性变形为主要失效形式时,按强度条件建立判别式,即应满足:危险截面的最大应力 $\leq$ 许用应力;当弹性变形为主要失效形式时,则按刚度条件建立判别式,即应满足:危险截面最大变形量 $\leq$ 许用变形量。具体的计算公式在有关章节中详细介绍。

在进行零件校核计算时,零件的主要结构尺寸是根据参考对象所提供的经验数据来初定,然后同上述设计计算时的要求相同,即按相应的设计准则进行验算并修改。

14.1.4 零件图

零件设计的最终结果,体现在一张零件图上,它是制造零件的技术文件,也是检验零件的依据。

1. 零件图的内容

在零件的生产过程中,要根据图样中注明的材料和数量进行落料,根据图样表示的形状、大小和技术要求进行加工制造,最后还要根据图样进行检验。因此,零件图应具有制造和检验零件的全部技术资料,它应具备如下内容(参见图 14-10):

(1) 一组图形

选用一组适当的视图、剖视、剖面等图形,完整清晰地表达零件各部分的结构和形状。

(2) 尺寸

完整、清晰、合理地标注出确定零件各部分形状大小和相对位置所需要的全部尺寸。

(3) 技术要求

标注或说明零件在制造和检验、材质处理等过程中应达到的技术指标和要求。如图 14-10 中,尺寸 $\phi 30^{+0.090}_{-0.035}$ 表明该尺寸在加工时所允许的尺寸偏差 $\sqrt{Ra}$ 表明零件加工的表面粗糙度要求; $\textcircled{\text{C}} \phi 0.02 B$ 表明 $\phi 28$ 孔的位置公差要求。

(4) 标题栏

标题栏位于图纸的右下角,其中列有零件的名称、材料、数量、比例、图号及出图单位等,对图纸具体负责的有关人员还须在标题栏中签署姓名、日期。

2. 零件图表达方案的选择及尺寸标注

(1) 零件图表达方案选择的一般原则

为了将零件上每一部分的结构形状和相对位置表达得完整、正确、清晰,便于绘图和读图,必须根据零件的结构特点、作用及加工方法,合理地选择一组最简明的图形表达方案。

① 主视图的选择

主视图是零件图的核心,选择时应考虑如下两点:

(i) 零件的安放位置

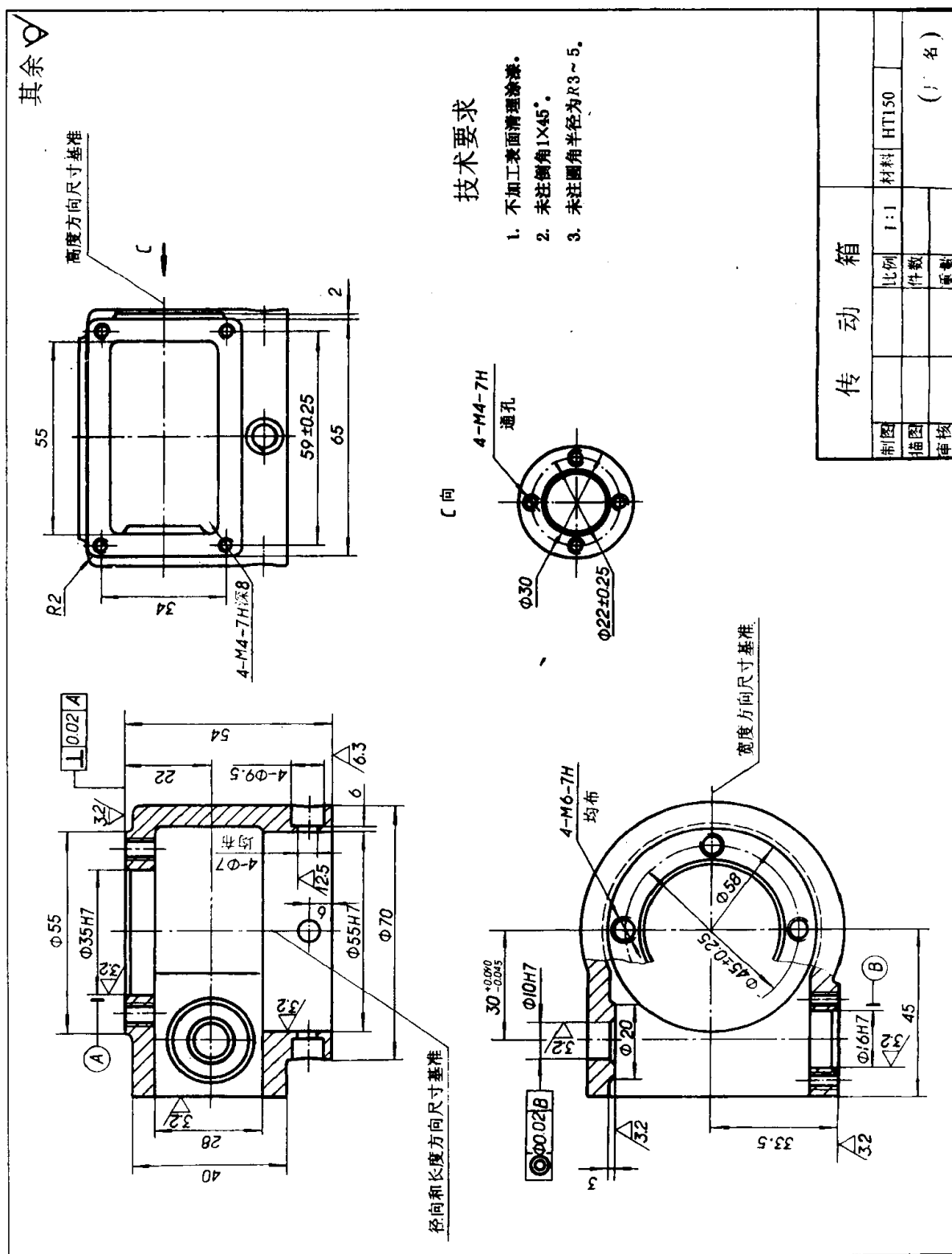


图14-10 传动箱零件图