



中等职业学校数控专业教学用书

机械制图及CAD

JIXIE ZHITU JI CAD

（第二版）

主 编 张仁英
副主编 胡 胜



重庆大学出版社

http://www.cqup.com.cn

中等职业学校数控专业教学用书

机械制图及 CAD

(第二版)

主 编 张仁英
副主编 胡 胜
参 编 蒋秋莎 刘玉霞
梁山秀 江德龙

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书是中等职业教育数控技术应用系列教材之一。根据2008年教育部修订颁发的《中等职业学校机械制图教学大纲(2008年修订)》,并采用最新国家标准编写。适用于机械类专业。

全书主要内容有制图基本知识,投影基础,立体表面交线的图形表达与识别,组合体的图形表达与识别,机械零件的表达与识别,标准件与常用件的表达与识别,零件图的识读,装配图的识读,用AutoCAD绘制平面图形及三维图形。

本书以介绍看图方法为主,图文结合,通俗易懂,联系生产实际,便于自学和教学。同时该书将制图知识与AutoCAD绘图知识相结合,以适应不同岗位对人才的需求。因而也可作为岗位培训用书,供相关人员选用。

为方便教学和自学,根据教材内容配有习题集和课件一套,供广大师生选用。配套习题集按项目编制,每个项目有自测题和综合自测题,形式灵活多样,便于教师了解学生掌握知识的情况,也便于学生进行全面复习,巩固学习成果。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图及CAD/张仁英主编.—2版.—重庆:重庆大学出版社,2010.8

(中等职业学校数控专业教学用书)

ISBN 978-7-5624-3010-0

I. 机… II. 张… III. ①机械制图—专业学校—教材
②机械制图:计算机制图—专业学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第124098号

中等职业学校数控专业教学用书

机械制图及CAD

(第二版)

主 编 张仁英

副主编 胡 胜

责任编辑:彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:夏 宇 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.75 字数:318千

2007年1月第1版 2010年8月第2版 2010年8月第6次印刷

印数:16 001—19 000

ISBN 978-7-5624-3010-0 定价:22.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

第一版前言

本书是根据教育部“中等职业学校数控技术应用专业领域技术型紧缺人才培养培训指导方案”精神,以面向 21 世纪中等职业教育的人才需求为出发点,以数控技术及其应用需求为编写思路。本书以制图知识为基础,识图知识为中心内容,力求对照图形阐述识图的方法和步骤,突出以识图为主,读画结合,学以致用。本书在章节编排上改变了一般机械制图教材惯用思维,根据中等职业学校学生的具体情况,对点、线、面方面的理论知识作了大幅度删减,尽量使章节紧凑主线突出(国家标准—组合体—识零件图),从而使教材更具科学性、系统性、实用性。同时本书收集了最新的国家标准,因此也可以作为工程技术人员的参考用书。

本书每章有学习目标、小结、思考题,可供教师教学时参考和学生复习使用,配套习题集有章节测验和综合测试题。本书共需 140~160 课时,各章节参考课时见下表:

| | |
|----------------------|--------|
| 绪论 | 0.5 课时 |
| 第 1 章 制图基本知识 | 9.5 课时 |
| 第 2 章 投影基础 | 30 课时 |
| 第 3 章 立体表面交线的图形表达与识别 | 6 课时 |
| 第 4 章 组合体的图形表达与识别 | 22 课时 |
| 第 5 章 机械零件的表达与识别 | 28 课时 |
| 第 6 章 标准件与常用件的表达与识别 | 12 课时 |
| 第 7 章 零件图 | 28 课时 |
| 第 8 章 装配图 | 14 课时 |
| 机动 | 10 课时 |

本书由重庆工学院教授米林审定,书中的立体润饰图由胡胜完成。此外本书在编写过程中得到了重庆市教科院职教所的大力帮助,得到了同行教师的支持和关注,在此表示衷心感谢。

最后,由于时间仓促,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者
2006 年 2 月

第二版前言

本书第一版自 2006 年出版以来,受到广大师生的欢迎。为了更好地适应职业教育教学改革与发展的需要,我们在听取了一线教师对教材的意见和建议的基础上,根据 2008 年教育部修订颁发的《中等职业学校机械制图教学大纲(2008 年修订)》,对本书第一版进行了修订,并采用最新国家标准进行了修订。

修订后的教材具有职教特色和鲜明的时代特征。教材结构及组织上与学生的认知规律相匹配,与新型教学模式、课程结构相适应。有利于实施具有职业教育特点的行动导向教学方法。教材形式上图文并茂,符合中等职业教育学生的阅读心理与阅读习惯。

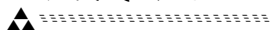
本书以制图知识为基础,看图知识为中心内容,力求对照图形阐述看图的方法和步骤,突出以识图为主,读画结合,学以致用。从而使教材更具科学性,系统性,实用性。同时本书收集了最新的国家标准,因此也可以作为教师和工程技术人员的参考用书。

本书每个项目有学习目标、小结、思考题,可供教师教学时参考和学生复习使用,配套习题集按项目编制,每个项目有自测题和综合自测题。根据教材内容配有课件一套,可进入重庆大学出版社教学资源网站,网址:<http://www.cqup.com.cn> 进行多媒体教学课件下载。

本书共需 120 ~ 140 课时,各章节参考课时见下表:

| | |
|-----------------|--------|
| 绪论 | 0.5 课时 |
| 项目一 制图基本知识与技能 | 9.5 课时 |
| 项目二 投影基础 | 28 课时 |
| 项目三 组合体 | 16 课时 |
| 项目四 图样画法 | 18 课时 |
| 项目五 标准件及常用件规定画法 | 12 课时 |
| 项目六 零件图 | 20 课时 |
| 项目七 装配图 | 12 课时 |
| 机动 | 10 课时 |

重庆理工大学米林教授担任总主编。本书的立体润饰图由胡胜完成。此外



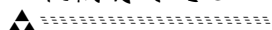
本书在编写过程中得到了重庆市教育科学院职业教育研究所的大力帮助,得到了同行教师的支持和关注,在此表示衷心感谢。

最后,限于编者的水平,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正,以便使本书得到不断的完善。

编者
2009年5月

目 录

| | |
|---------------------|----|
| 绪 论 | 1 |
| 项目一 制图基本知识和技能 | 4 |
| 任务一 制图国家标准的基本规定 | 4 |
| 任务二 常用几何图形画法 | 13 |
| 任务三 AutoCAD 的平面图形画法 | 20 |
| 项目小结 | 22 |
| 复习思考题 | 23 |
| 项目二 投影基础 | 24 |
| 任务一 正投影法和三视图 | 24 |
| 任务二 点、直线和平面的投影 | 29 |
| 任务三 基本体 | 37 |
| 任务四 轴测投影 | 44 |
| 任务五 AutoCAD 三维图的画法 | 46 |
| 项目小结 | 47 |
| 复习思考题 | 48 |
| 项目三 组合体 | 49 |
| 任务一 截交线与相贯线 | 49 |
| 任务二 组合体的组合形式和形体分析法 | 61 |
| 任务三 组合体的三视图 | 64 |
| 任务四 组合体的尺寸标注 | 66 |
| 任务五 读组合体视图 | 71 |
| 项目小结 | 78 |
| 复习思考题 | 79 |
| 项目四 图样画法 | 80 |
| 任务一 基本视图和其他视图 | 80 |
| 任务二 剖视图 | 83 |
| 任务三 断面图 | 92 |



| | |
|------------------------------|------------|
| 任务四 局部放大图和简化画法 | 94 |
| 任务五 识读机件表达方法 | 97 |
| 项目小结 | 98 |
| 复习思考题 | 99 |
| 项目五 标准件及常用件规定画法 | 100 |
| 任务一 螺纹和螺纹连接 | 101 |
| 任务二 齿轮 | 108 |
| 任务三 键联接和销联接 | 110 |
| 任务四 滚动轴承 | 113 |
| 任务五 弹簧 | 116 |
| 项目小结 | 119 |
| 复习思考题 | 120 |
| 项目六 零件图 | 121 |
| 任务一 零件图的作用和内容 | 121 |
| 任务二 零件图的视图选择原则和表示方法 | 122 |
| 任务三 典型零件图的尺寸标注 | 127 |
| 任务四 零件上常见的工艺结构 | 133 |
| 任务五 零件图上的技术要求 | 135 |
| 任务六 识读零件图 | 153 |
| 任务七 绘制零件图 | 158 |
| 项目小结 | 160 |
| 复习思考题 | 161 |
| 项目七 装配图 | 162 |
| 任务一 装配图的作用和内容 | 162 |
| 任务二 装配图的视图选择及画法 | 164 |
| 任务三 装配图的尺寸标注 | 166 |
| 任务四 装配图的零件序号及明细栏 | 167 |
| 任务五 识读装配图 | 168 |
| 项目小结 | 170 |
| 复习思考题 | 170 |
| 附 录 | 171 |
| 附录一 | 171 |
| 附录二 | 178 |
| 参考文献 | 193 |

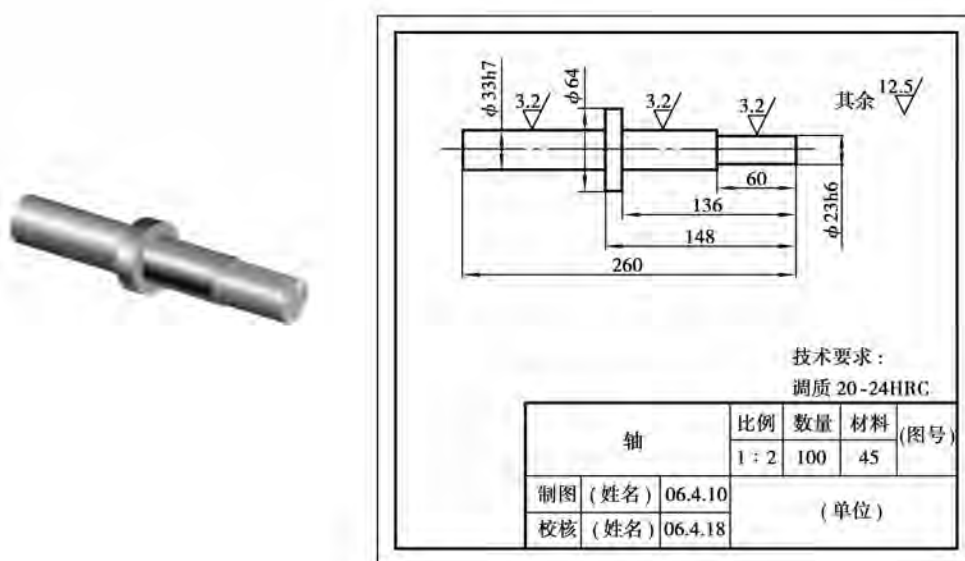
绪 论

一、为什么要学习机械制图

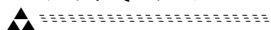
在工程技术中,一个零件或一台设备的生产,一般都会经历构思、设计、制造和装配等过程;且构思、设计、制造和装配等环节一般都由不同的工作人员来完成,怎样才能保证整个生产过程的目标统一呢?那就是设计图。因此,设计图就成为了工程质量的保障依据和工程技术的交流语言。如:修建一幢房子需要房屋建筑图,建筑工人按照设计图要求进行施工,就能修建合格的房屋;在工厂里面加工一个零件,工人只有按照零件图的要求进行加工,才能制造出合格零件;中国正在修建的举世瞩目的三峡工程,也是如此。

图样就是根据投影原理、标准或有关规定画出的图,用以正确地表达机械、建筑物、仪器等的形状、结构和大小。图样是现代生产中重要的技术文件,是人们用以表达和交流技术思想的重要工具。图样是工程技术界的语言,如同人类使用的语言一样。

机械制造领域中所使用的图样称为机械图样(如图所示)。本课程就是研究绘制和识读机械图样的原理和方法的一门重要技术基础课。作为一名中等职业学校机械类专业的学生,今后面临的主要工作,应当是机械制造加工生产、机械产品装配以及生产管理等方面工作,因此熟练掌握机械图样的有关知识,是使每位同学成为一个合格机械制造业工作者的必备条件。



现代科学技术的发展日新月异,在计算机未普及的情况下,大量采用手工绘图,随着计算机的逐渐推广使用,用 AutoCAD 绘图代替了手工绘图,节省了时间,提高了劳动生产率。现在,数控技术在我国迅速普及,无图纸加工已成为机械加工的必然趋势。CAD 与 CAM 的集



成,改变了传统的设计与制造彼此相对分离的状况,使之作为一个整体对产品设计及制造进行规划和开发,实现了信息处理的高度一体化。它具有知识密集、综合性强和效益高等特点,是当前世界上科技领域的前沿课题。目前,数控机床程序的编制一般有三种方法:手工编程、自动编程和 CAD/CAM 一体化自动编程。常用的做法是用 Solidwork、Pro/E 造型,用 Mastercam 编程或用 UG、DELICAM、CATIA 等集成软件,在同一系统上完成设计与数控编程。随着科学技术的发展,今后还会有许多更新的集成软件。有了程序,我们就可以操作数控机床了。

二、本课程的性质和任务

本课程是中等职业学校机械类专业及相关的其他工程技术类专业(汽修、化工、建材、石油、纺织、农机和轻工等)的一门技术基础课程,是相关职业大类的公共职业平台课程之一。其主要任务是:使学生掌握机械制图的基本知识及其应用,获得读图、绘图能力;提高学生的学习兴趣,培养其分析问题和解决问题的能力,形成良好的学习方法,具备继续学习专业技术的能力;在本课程的学习中渗透思想道德素养和职业素养等方面的教育,使学生形成认真负责的工作态度和严谨的工作作风,为今后解决生产实际问题和学生职业生涯的发展奠定基础。

三、本课程的教学目标

通过本课程的学习,学生所获得的综合职业能力,包括专业能力、方法能力和社会能力,具体如下:

1. 专业能力

- (1)能执行制图国家标准和相关的行业标准;
- (2)能应用正投影法的基本理论和作图方法;
- (3)能正确使用常用的绘图工具,具备绘制草图的基本技能;
- (4)能识读中等复杂程度的零件图,并绘制简单零件图;
- (5)能识读简单的装配图,并熟悉绘制的基本方法;
- (6)具备计算机绘图的基本知识,能用计算机绘图软件抄画机械图样。

2. 方法能力

- (1)具备获取、处理和表达技术信息、执行国家标准和使用技术资料的能力;
- (2)具备一定的空间想象和思维能力。

3. 社会能力

- (1)初步学会自我评价和他人评价;
- (2)具有一定的团队合作与交流沟通的能力;
- (3)初步具备制订工作计划并组织实施的能力;形成认真负责的学习态度和一丝不苟的学习作风。

四、本课程的学习方法

(1)作为中等职业学校中的一名学生,首先要树立“我能行”的思想。只有思想问题解决了,才能在今后的学习中不怕困难,知难而上。

(2)要有细心和耐心的工作作风。对于本课程来说,细心和耐心尤为重要,是能否学好本

课程关键的心理因素之一。

(3)本课程的实践性很强,要注意理论与实践相结合。本课程中的图形不可能脱离生活,在生活中不存在的零件我们学习它是没有用的。因此,对于书中的图形我们应想象一下在生活中那里见过,反过来指导我们的学习。

(4)学与练相结合。每堂课后,要认真完成相应的作业,才能使所学知识得到巩固,要“读画结合、以画促读”。

(5)要重视机械制图国家标准的学习。我们在绘制机械图样时,必须严格遵守国家标准的有关规定,否则别人就看不懂;同样在读图时,也要遵循国家标准,这样才能更好地理解图样的内容与相关要求。

项目一 制图基本知识和技能

项目内容

1. 制图国家标准的基本规定。
2. 常用几何图形画法。
3. AutoCAD 的平面图形画法。

项目目的

1. 了解图纸幅面及格式的规定。
2. 理解比例的规定,掌握比例的含义。
3. 了解长仿宋体字、阿拉伯数字和常用字母的规格和写法。
4. 掌握各种图线的型式、主要用途及其画法。
5. 能应用标注尺寸的基本规则,进行常见尺寸的标注与识读。
6. 掌握等分圆周和作正多边形的方法。
7. 了解斜度和锥度的概念,掌握画法及标注。
8. 掌握线段连接的作图原理和方法。
9. 掌握简单平面图形的尺寸和线段分析方法及作图步骤。
10. 了解用 AutoCAD 画平面图形的的方法。

项目实施过程

任务一 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术基础标准,它是绘制与识读机械图样的准则和依据,因此,我们必须认真学习和遵守这些规定。我国国家标准(简称“国标”)包括强制性国家标准(代号是“GB”),推荐国家标准(代号是“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号是“GB/Z”)“G”是“国家”一词汉语拼音的第一个字母,B是“标准”一词汉语拼音的第一个字母。例如标准编号 GB/T 4458.4—2003,其中“GB/T”表示推荐性国标,“4458.4”为顺序号,“2003”是该标准发布的年号。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

为了合理利用图纸并便于管理,国家标准对图纸幅面做出了相应的规定,绘图时应优先选用表 1.1 中国国家标准规定的基本幅面尺寸。

表 1.1 图纸幅面尺寸

单位:mm

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $B \times L$ | 841 × 1 189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 |
| e | 20 | | 10 | | |
| c | 10 | | | 5 | |
| a | 25 | | | | |

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,不留装订边的图纸,其图框格式如图 1.1 所示。留装订边的图纸,其装订边宽度一律为 25 mm,其他三边一致,其图框格式如图 1.2 所示。一般 A0、A1、A2、A3 图纸采用横装,A4 及 A4 以后的图纸采用竖装。

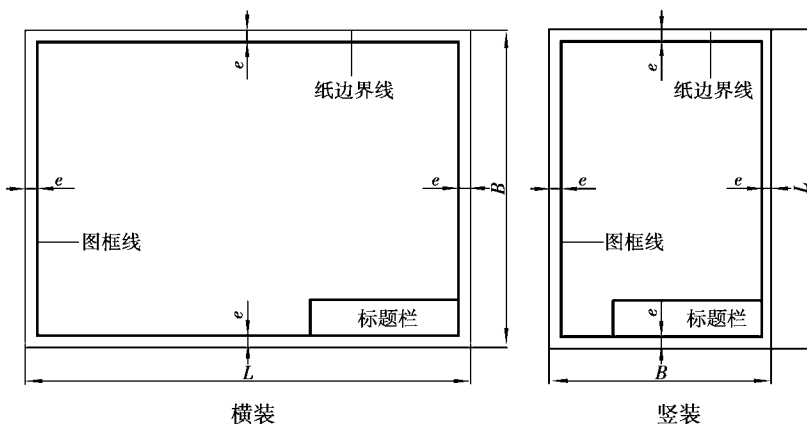


图 1.1 不装订

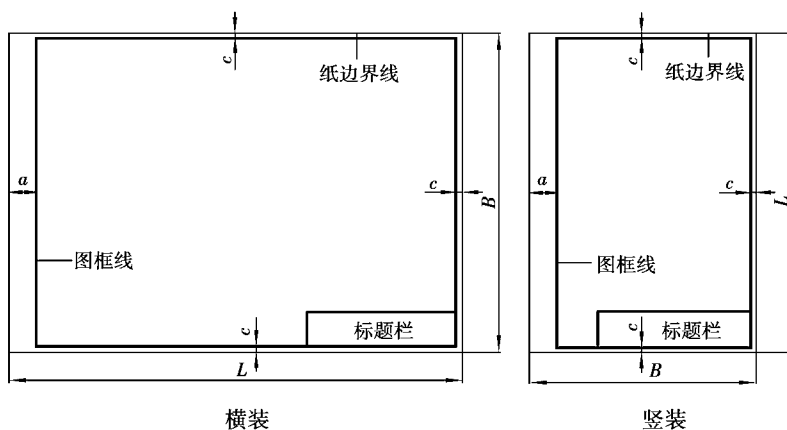
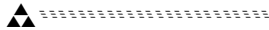


图 1.2 装订

3. 标题栏和明细栏(GB/T 10609.1—2008)

国家标准《技术制图》对标题栏和明细栏作了明确规定,图框右下角必须有一标题栏。学



校中学生常用标题栏和明细栏如图 1.3 所示,工厂里常用标题栏和明细栏如图 1.4 所示。

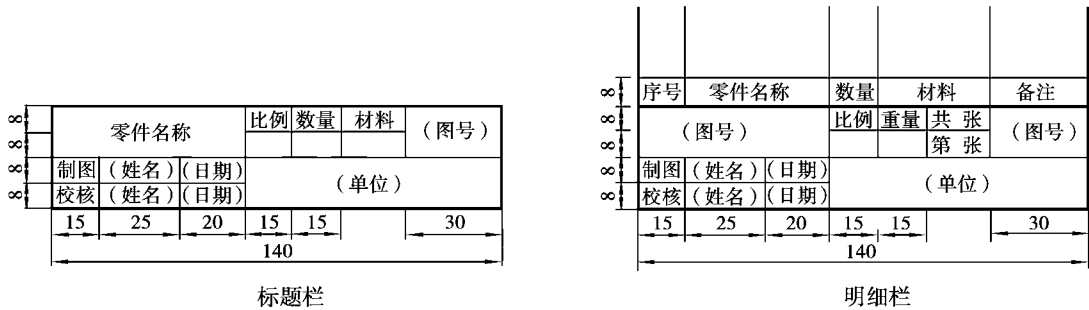
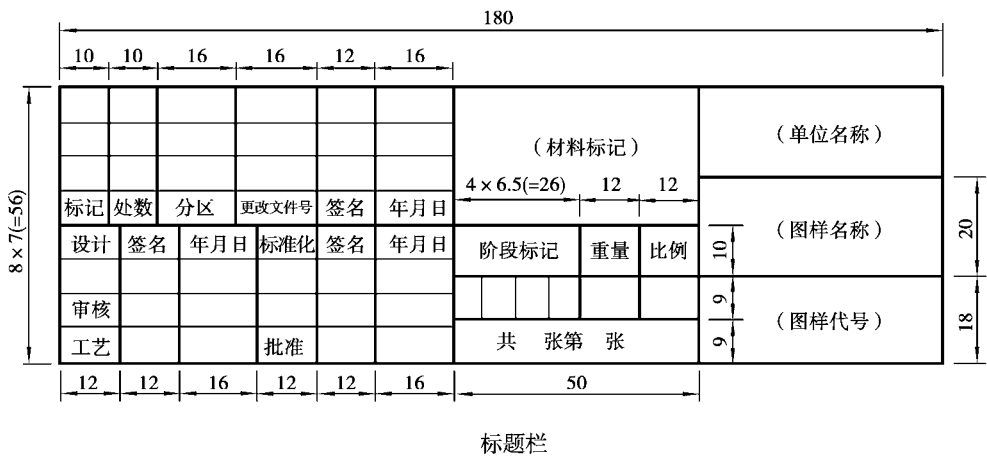
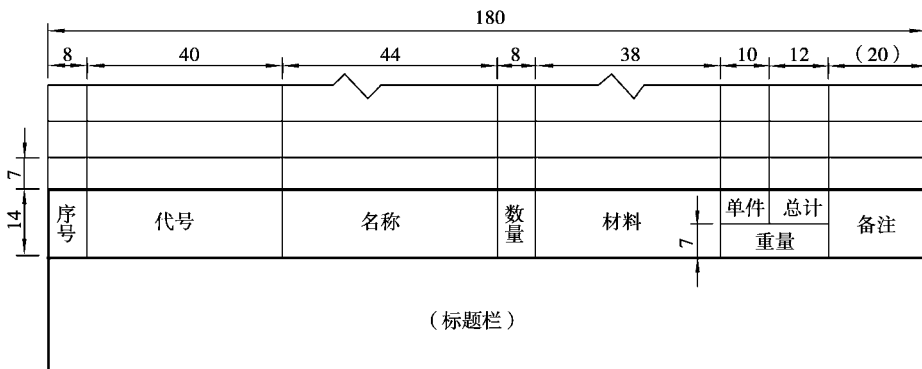


图 1.3 学生练习用标题栏和明细栏



标题栏



明细栏

图 1.4 工厂里图纸用标题栏和明细栏

二、比例(GB/T 14690—1993)

零件图一般按照实物的大小画出,但当零件太大或由于复杂程度等原因,图形应分别采用缩小或放大的方法画出。图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

1. 比例分类

- (1) 原值比例 比例为 1 的比例,如 1:1。
 (2) 放大比例 比例大于 1 的比例,如 2:1 等。
 (3) 缩小比例 比例小于 1 的比例,如 1:2 等。

2. 选择比例的原则

- (1) 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时,一般采用原值比例 1:1 绘制。
 (2) 当表达对象的尺寸较大时采用缩小比例,但要保证复杂部位清晰可读。
 (3) 当表达对象的尺寸较小时采用放大比例,使各部位清晰可读。
 (4) 尽量优先选用表 1.2 中的比例,必要时允许选用表 1.3 中的比例。
 (5) 选择比例时,应结合幅面尺寸选择,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

表 1.2 优先选用的比例

| 种 类 | 比 例 |
|------|---|
| 原值比例 | 1:1 |
| 放大比例 | 5:1 2:1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$ |
| 缩小比例 | 1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$ |

注: n 为正整数

表 1.3 允许用的比例

| 种 类 | 比 例 |
|------|--|
| 放大比例 | 4:1 2.5:1 $4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$ |
| 缩小比例 | 1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$ |

注: n 为正整数

提示:不管采用什么比例画图,图上尺寸仍然要按零件的实际尺寸标注。

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样和技术文件上书写字体都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

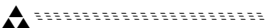
1. 字高

字体的号数即字体的高度(用 h 表示)必须符合规范,其高度系列分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20(单位为 mm)。如 10 号字,它的字高为 10 mm。字体的宽度一般是字体高度的 2/3 左右。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字的高度不应小于 3.5 mm。

提示:在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。




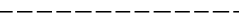





四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 机械图样中最常用的线型及其应用

物体的形状在图样上是用各种不同的图线画成的。为了使图线清晰和便于识图,国家标准对图线做了规定。绘制图样时,应采用表 1.4 中规定的图线。

表 1.4 机械图样中最常用的线型及其应用

| 图线名称 | 图线型式 | 图线宽度 | 一般应用 |
|------|---|-------|----------------------|
| 粗实线 |  | d | 可见轮廓线、剖切符号用线 |
| 细实线 |  | $d/2$ | 尺寸线、尺寸界线、剖面线 |
| 波浪线 |  | $d/2$ | 断裂处的边界线 视图和剖视的分界线 |
| 虚线 |  | $d/2$ | 不可见轮廓线 |
| 细点画线 |  | $d/2$ | 轴线、对称中心线 |
| 粗点画线 |  | d | 有特殊要求的线或表面的表示线 |
| 双点画线 |  | $d/2$ | 中断线、假想投影轮廓线 |

绘制机械图样的图线分粗、细两种。粗线的宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在 0.5 ~ 2 mm 选择,细线的宽度为 $d/2$ 。

图线宽度的系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。

最常用的线型及其部分应用如图 1.5 所示。



图 1.5 常用的线型及应用

2. 绘制图线的注意事项

(1) 虚线以及各种点画线相交或与实线相交时应恰当地相交于画,而不应相交于点或间隙。

(2) 虚线为粗实线的延长线时,不得以短画相接,应留有空隙,以表示两种图线的分界。点画线、双点画线、虚线与其他图线接头时都应交在画线处,如图 1.6 所示。

(3) 画圆时圆心应以线相交,中心线应超出圆周约 5 mm。如图 1.7(a)所示。

(4) 较小的圆其中心线可用细实线代替,中心线超出圆周约 3 mm。如图 1.7(b)所示。

(5) 当两种或两种以上图线重叠时,应按以下顺序优先画出所需的图线:

可见轮廓线→不可见轮廓线→轴线和对称中心线→双点画线。

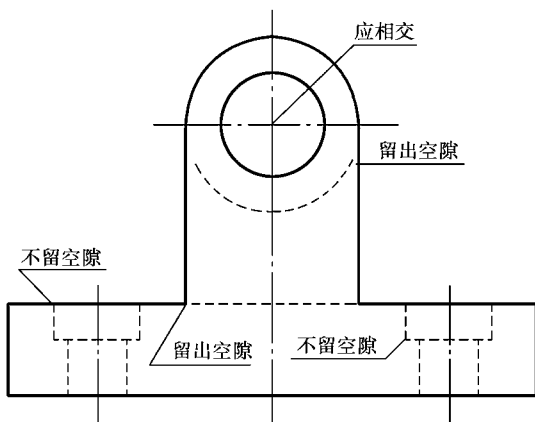


图 1.6 接头处的画法

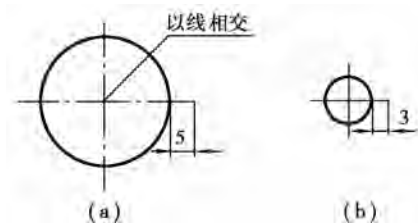


图 1.7 中心线画法

五、尺寸标注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达机件的结构形状,而机件的真实大小则由所标注的尺寸来确定,它是零件制造的直接依据,也是图样中指令性最强的部分。国家标准《机械制图 尺寸标注法》(GB/T 4458.4—2003)和《技术制图 简化表示法第二部分:尺寸标注法》(GB/T 16675.2—1996)对尺寸标注法作了详细规定,这里只介绍其中的一些基本内容。

1. 标注尺寸的基本规则

(1) 零件的真实大小以图样上的尺寸数值为依据,与图形大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸以毫米(mm)为单位时,不需注明计量单位符号或名称(表面粗糙度值以微米(μm)为单位)。

(3) 每个尺寸只标注一次,并注在反映该部分最清晰的图形上。

(4) 标注尺寸时,应尽可能使用符号或缩写词。常用的符号和缩写词见表 1.5。

表 1.5 常用的符号和缩写词(GB/T 16675.2—1996)

| 名称 | 符号或缩写词 | 名称 | 符号或缩写词 |
|-----|----------|-------|-------------------|
| 直径 | Φ | 厚度 | t |
| 半径 | R | 正方形 | \square |
| 球直径 | $S\Phi$ | 45°倒角 | C |
| 球半径 | SR | 深度 | T |
| 弧长 | \frown | 沉孔或锪孔 | \sqcup |
| 均布 | EQS | 埋头孔 | \sphericalangle |

2. 尺寸的组成(尺寸的要三要素)

(1) 尺寸界线

用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,一般与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 3~5 mm。