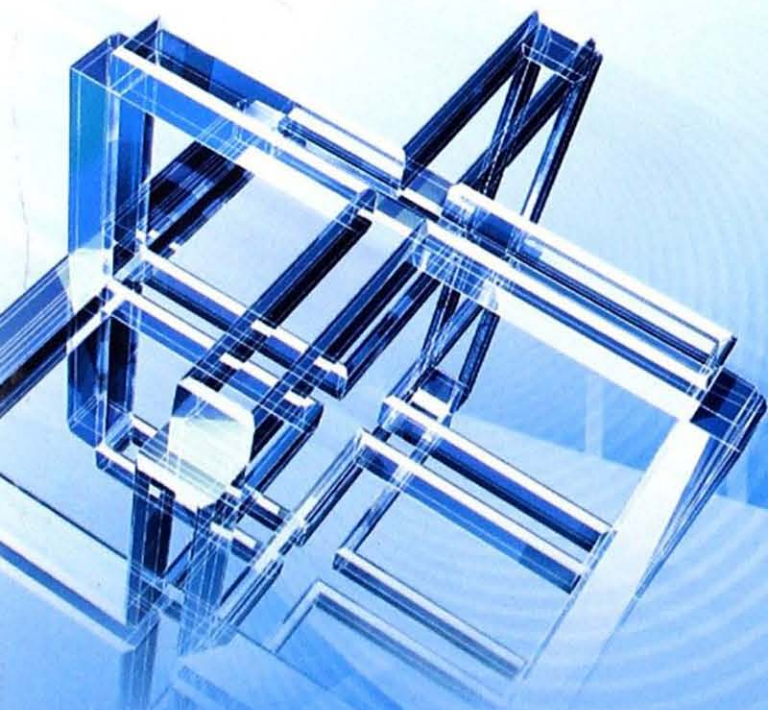




中等职业学校机电类专业规划教材
根据教育部最新教学指导方案编写

机械制图

主 编 刘 健
副主编 王晓莉



电子科技大学出版社



1001001010 00001 1000 101 10101 101010100 0 101 0111 101 00

1001010 00001 1000 101 1010

中等职业学校机电类专业规划教材

机械制图

主 编 刘 健

副主编 王晓莉

电子科技大学出版社

内 容 提 要

本书是中等职业学校机电类专业的机械制图课教材。为培养和训练学生以读图为主、读图与绘图相结合的能力，本书介绍了：制图的基本知识与技能，点、直线、平面的投影，立体的投影，组合体，轴测图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图和计算机辅助绘图的相关知识。

本书适用性、操作性强，可供中等职业学校的学生作教材使用，也可作为相关行业人员的培训用书。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图/刘健主编. —成都：电子科技大学出版社，

2007.2

ISBN 978-7-81114-404-8

I. 机... II. 刘... III. 机械制图—专业学校—教材

IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 020200 号

机械制图

主 编 刘 健

副主编 王晓莉

出 版：电子科技大学出版社（成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编：610051）

责任编辑：张 鹏

发 行：新华书店经销

印 刷：四川墨池印务有限公司

成品尺寸：185mm×260mm 印张 14.375 字数 349 千字

版 次：2007 年 2 月第一版

印 次：2007 年 2 月第一次印刷

书 号：ISBN 978-7-81114-404-8

定 价：20.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话：（028）83202323，83256027

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

◆ 课件下载在我社主页 www.uestcp.com.cn “下载专区” 电子邮箱：uestcp@uestcp.com.cn

前 言

近年来，在党和国家领导的支持下，我国的职业教育取得了重大发展，培养了大量高素质的劳动者和技能型专门人才。为了贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，全面落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，我们组织本专业领域的骨干教师精心编写了这本《机械制图》教材。

本书着重培养和训练学生以读图为主、读图与绘图相结合的能力，从实际出发，重点放在机械制图的基本知识、基本理论、基本技能以及分析问题的思路、解决问题的方法上，并通过对典型例题的细致讲解，力求使学生能较快地掌握该课程的基础知识，并能灵活运用。

本书在课程内容的安排上，始终贯彻“必需、够用为度”的方针，正确处理知识的广度和深度，注重实用性，便于培养学生理论联系实际的工作能力和技术应用能力。本书还根据学科的新发展，更新了相关内容，采用了新的国家标准。

本书的编写人员均来自教学第一线，有着丰富的教学经验，了解学生的心理，吸取了现行教材之所长，在叙述方面深入浅出，注重分析和解决问题的思路和方法。

本书由成都电子机械高等专科学校的刘健老师和王晓莉老师共同编写而成。其中，绪论、第一章、第二章、第三章、第四章、第五章和第十章为刘健老师编写，第六章、第七章、第八章、第九章和附录为王晓莉老师编写。全书由刘健老师担任主编，王晓莉老师任副主编。

本书在编写过程中，得到了多位本专业教师的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2007 年 1 月

目 录

绪论

第 1 章 制图的基本知识与技能

1.1 制图的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

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

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003)

1.2 常用绘图工具、仪器和用品

1.2.1 常用绘图工具及其使用方法

1.2.2 手工绘图的方法与步骤

1.2.3 图样的复制

1.3 几何作图

1.4 平面图形的分析与画法

1.4.1 平面图形的尺寸分析

1.4.2 平面图形中线段性质的分析

1.4.3 平面图形的画图步骤

1.4.4 平面图形的尺寸标注

1.5 徒手画图的方法

第 2 章 点、直线、平面的投影

2.1 投影的基本知识

2.1.1 投影法的概念

2.1.2 投影法的种类

2.1.3 形体三面视图的形成与投影规律

2.2 点的三面投影

2.2.1 点的三面投影面图

2.2.2 点的三面投影规律

2.2.3 两点的相对位置

2.2.4 重影点及其可见性

2.3 直线的投影

2.3.1 直线的三面投影



- 2.3.2 各种位置直线的投影特性
- 2.3.3 点与直线的相对位置
- 2.4 平面的投影
 - 2.4.1 平面的表示法
 - 2.4.2 平面的各种位置
 - 2.4.3 平面上的直线和点
- 第3章 立体的投影
 - 3.1 平面立体
 - 3.1.1 棱柱
 - 3.1.2 棱锥
 - 3.1.3 棱台
 - 3.2 曲面立体
 - 3.2.1 圆柱
 - 3.2.2 圆锥
 - 3.2.3 圆锥台
 - 3.2.4 圆球
 - 3.3 平面与立体表面的交线——截交线
 - 3.3.1 平面体的截交线
 - 3.3.2 曲面体的截交线
 - 3.3.3 圆柱的截交线
 - 3.3.4 圆锥的截交线
 - 3.3.5 圆球的截交线
 - 3.3.6 同轴复合回转体的截交线画法
 - 3.4 两立体相交的表面交线——相贯线
 - 3.4.1 表面取点法求相贯线
 - 3.4.2 辅助平面法求相贯线
 - 3.4.3 相贯线的特殊情况
 - 3.4.4 两圆柱体轴线正交时相贯线的近似画法
 - 3.5 基本体及其截断体、相贯体的尺寸标注
 - 3.5.1 基本体的尺寸标注
 - 3.5.2 截断体与相贯体的尺寸标注
- 第4章 组合体
 - 4.1 组合体的组合形式
 - 4.1.1 组合体的构成方式
 - 4.1.2 表面连接关系
 - 4.1.3 形体分析法

- 4.2 组合体三视图的画法
 - 4.2.1 形体分析
 - 4.2.2 视图选择
 - 4.2.3 投影特点
 - 4.2.4 绘图步骤
- 4.3 组合体的尺寸标注
 - 4.3.1 组合体尺寸的基本要求
 - 4.3.2 组合体尺寸的种类
 - 4.3.3 尺寸布置的要求
 - 4.3.4 组合体尺寸标注的方法
- 4.4 组合体的看图方法
 - 4.4.1 看图的要点
 - 4.4.2 看图的基本方法
- 第5章 轴测图
 - 5.1 轴测图基本知识
 - 5.1.1 轴测图的形成及投影规律
 - 5.1.2 轴测投影的性质
 - 5.1.3 轴测图的种类
 - 5.2 轴测图绘制方法和步骤
 - 5.2.1 正等轴测图
 - 5.2.2 斜二测图
- 第6章 机件常用的表达方法
 - 6.1 视图
 - 6.1.1 基本视图
 - 6.1.2 向视图
 - 6.1.3 斜视图
 - 6.1.4 局部视图
 - 6.2 剖视图
 - 6.2.1 基本概念
 - 6.2.2 剖面符号
 - 6.2.3 剖视图的画法
 - 6.2.4 剖视图的种类
 - 6.2.5 剖切面的种类
 - 6.3 断面图
 - 6.3.1 基本概念
 - 6.3.2 断面图种类



- 6.4 其他表达方法
 - 6.4.1 局部放大图
 - 6.4.2 简化画法与规定画法
- 第7章 标准件和常用件
 - 7.1 螺纹及螺纹紧固件
 - 7.1.1 螺纹
 - 7.1.2 螺纹的规定画法 (GB/T4459.1—1995)
 - 7.1.3 螺纹的标注
 - 7.2 螺纹紧固件及其连接画法
 - 7.2.1 螺栓连接装配图的画法
 - 7.2.2 双头螺柱连接
 - 7.2.3 螺钉连接
 - 7.2.4 紧定螺钉
 - 7.3 键连接与销连接
 - 7.3.1 键连接
 - 7.3.2 销连接
 - 7.4 齿轮
 - 7.4.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称及参数
 - 7.4.2 直齿圆柱齿轮的规定画法
 - 7.5 滚动轴承
 - 7.5.1 滚动轴承的结构和类型
 - 7.5.2 滚动轴承的代号 (GB/T 272—93)
 - 7.5.3 滚动轴承的画法 (GB/T4459.7—1998)
 - 7.6 弹簧
 - 7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算
 - 7.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法
 - 7.6.3 圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤
 - 7.6.4 装配图中弹簧的简化画法
- 第8章 零件图
 - 8.1 零件图的内容
 - 8.2 零件图的视图选择
 - 8.2.1 选择主视图
 - 8.2.2 其他视图的选择
 - 8.2.3 常见零件的视图选择
 - 8.3 零件图上的尺寸标注
 - 8.3.1 零件图上标注尺寸的要求

- 8.3.2 零件的尺寸基准
 - 8.3.3 在零件图上标注尺寸应注意的几个问题
 - 8.3.4 零件上常见结构的尺寸注法
 - 8.4 零件图上的技术要求
 - 8.4.1 表面粗糙度代号及其标注
 - 8.4.2 极限与配合
 - 8.4.3 公差与配合的标注及查表
 - 8.4.4 形状公差和位置公差简介
 - 8.5 零件结构的工艺性简介
 - 8.5.1 铸造零件的工艺结构
 - 8.5.2 零件机械加工工艺结构
 - 8.6 看零件图
- 第9章 装配图
- 9.1 装配图的内容及一般规定
 - 9.1.1 装配图的内容
 - 9.1.2 装配图的零件序号和明细表
 - 9.2 装配图的尺寸标注和技术要求
 - 9.2.1 装配图的尺寸标注
 - 9.2.2 装配图的技术要求
 - 9.3 装配图的表达方法
 - 9.3.1 装配图的规定画法
 - 9.3.2 装配图的特殊表达方法
 - 9.4 常见装配工艺结构
 - 9.5 装配图的画法
 - 9.5.1 了解部件的装配关系和工作原理
 - 9.5.2 视图选择
 - 9.5.3 画装配图的步骤
 - 9.6 读装配图和拆画零件图的方法
 - 9.6.1 读装配图的方法
 - 9.6.2 由装配图拆画零件图
- 第10章 计算机辅助绘图简介
- 10.1 AutoCAD 2005 的基础知识
 - 10.1.1 AutoCAD 2005 的启动
 - 10.1.2 AutoCAD 2005 工作接口
 - 10.1.3 AutoCAD 2005 的文件管理
 - 10.1.4 AutoCAD 2005 的图形显示控制



- 10.1.5 AutoCAD 2005 的坐标输入方式
- 10.1.6 AutoCAD 2005 的图层管理
- 10.1.7 精确绘图辅助工具
- 10.2 AutoCAD 2005 的常用绘图命令
- 10.3 AutoCAD 2005 的常用图形修改与编辑命令
- 10.4 AutoCAD 2005 的尺寸标注
- 10.5 AutoCAD 2005 的绘图实例

附录

参考文献

绪 论

一、本课程的地位和研究对象

在现代工业生产中，不同类型的机器、工具、飞机、舰船、车辆、仪器仪表和工业设施都是由成千上万个零件和部件组成，工程师们在设计时，其结构和形状是无法用文字语言来叙述的，必须借助于图样来表达设计思想，制造部门也只能根据图样来组织生产。各种工程图样广泛地应用于现代化生产的各个部门，成为表达和交流技术思想的重要工具。因此，工程图样是设计、制造、检验、使用机器和进行技术交流的一种必不可少的技术文件。工程图样被称为“工程技术界的语言”。每位工程技术人员都必须掌握这种技术语言，如果不懂得这种“语言”，就无法从事工程技术工作。

在工程技术及生产过程中，按一定的投影方法和技术规定，将物体的结构形状、尺寸和技术要求正确地表达在图纸上，称为工程图样。

不同性质的生产部门对图样有不同的要求和名称。如建筑工程中使用的图样称为建筑图样，水利工程中使用的图样称为水利工程图样，机械制造业中使用的图样称为机械图样等。

本课程主要讲解了阅读和绘制机械图样的理论和方法以及如何运用先进的绘图软件绘制机械图样。对于从事机械工程技术的人员来说，本课程是一门重要的、必修的主干技术基础课。

二、本课程的基本内容和教学目标

本课程的基本内容主要分为四部分：

1. 制图的基本知识与技能

主要介绍制图的基本知识与技能，如《机械制图》国家标准的基本规定，绘图工具、仪器的使用和维护，几何作图等基本技能类知识，即本书第1章的内容。

2. 投影基础

介绍机械图样的图示原理、方法和规则的基本内容，即本书第2章至第5章的内容。

3. 机械制图

介绍机械图样的规则及画图方法、看图方法和机械工程技术人员应知的有关机械图样的基本知识，掌握阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能，即本书第6章至第9章的内容。

4. 计算机绘图

介绍高质量、高效率的计算机绘图的主流软件 AutoCAD 的基本内容和常用命令，即本书第10章的内容。

由于本课程是一门理论严谨、实践性强的课程，其目的是培养学生具有绘图、读图和一定的空间想象能力，通过本课程的学习，应达到如下要求：



- ①掌握正投影法的基本理论和作图方法。
- ②能够执行《机械制图》国家标准和相关的行业标准。
- ③具有识读和绘制简单零件图和装配图的基本能力。
- ④具有一定的空间想象和思维能力。
- ⑤能够正确地使用常用的绘图工具，具有绘制草图的基本能力。
- ⑥了解计算机绘图的基本知识，能用计算机绘制简单的工程图样。
- ⑦具有创新精神和实践能力，认真负责的工作态度和耐心细致、一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程的学习方法包括如下三个方面：

1. 学好投影基础，正确理解和运用图、物之间的投影对应关系，培养空间想象和形象思维能力

机械制图是一门既有理论又重实践的课程，它着重研究空间形体（机件）和平面图形之间的转化规律。在学习本课程时，除了通过听课和复习，理解并掌握基本理论和基本方法以外，还必须按计划完成各次作业与练习。从将空间物体表达成平面图形，再由平面图形想象空间物体的反复训练中，掌握空间物体和平面图形的转化规律。通过反复的画图和读图实践，逐步培养空间想象和形象思维能力，提高读图和画图技能。

因此，进行由物到图及由图到物的反复训练是非常必要的。这就要求在学习的过程中，正确理解投影原理中的基本概念，正确运用投影原理中的几何元素、几何形体的投影对应关系进行画图和读图。正确处理画图和读图的关系。画图可以加深对图样的理解，从而提高读图的能力，读图是画图的基础，理解了图样才能又快又好地画出。画图和读图相辅相成，互相促进，两者缺一不可。因此在学习中，对于理论课、练习课和作业课，应予以同样的重视。在具体的绘图和读图过程中，要不断地通过由物到图、由图到物的反复实践进行投影分析，把空间的机件形状、结构与投影中的视图联系起来，逐步提高空间想象和空间分析能力。

同时，为了达到熟练地绘制机械图样的目的，要加强绘图技能技巧的训练，培养良好的绘图习惯和认真细致的工作作风，逐步提高绘图速度及绘图的图面质量。

2. 严格遵守国家标准《机械制图》和有关的技术标准

为了便于技术信息的广泛交流，机械图样的绘制都必须严格遵守国家标准《机械制图》和有关的技术标准的规定。有关制图的各种规定反映在《机械制图》国家标准中，鉴于图样在生产中的重要作用，要求绘制图样时必须符合这些规定。因此，了解、熟悉并自觉遵守《机械制图》国家标准，不断提高用工程图样正确表达各种工程技术问题的能力是十分重要的。

机械制图的许多内容和生产实践有着紧密的联系。在生产实习和学习专业课的同时，还应注意加深对这些内容的理解。

3. 认真学习，反复练习，努力掌握计算机绘图的能力

认真学习高质量、高效率的主流计算机绘图软件，如 AutoCAD 等。掌握 AutoCAD 软件的菜单结构和常用绘图命令。能正确地绘制出常见的工程图样，并且做到投影正确、图线分明、尺寸齐全、图面布置美观。

第 1 章 制图的基本知识与技能

国家标准《机械制图》是国家制定的一项基础性的技术标准。为了便于进行广泛的技术交流、生产管理、档案保存，促进科学技术水平的不断提高，《机械制图》国家标准对图样的画法、图线、尺寸注法等作了统一规定，绘制机械图样时，必须严格遵守。国家标准代号为“GB”，简称“国标”。

本章就《机械制图》国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定作简要介绍，还将介绍一些机械制图中常用的基本制图知识、绘图工具和仪器的使用方法等。

1.1 制图的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面

图纸幅面包括基本幅面和加长幅面两种。为方便绘制、使用、保管图样和技术交流，在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸，必要时也允许加长幅面。基本幅面的各号图纸幅面间的关系是：将前一号幅面的图纸沿长边对折裁开，即为后一号幅面的图纸，如将一张 A0 号幅面的图纸沿长边对折裁开，即为两张 A1 号幅面的图纸，其余以此类推。

表 1-1 图纸幅面基本尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
图框	a	25			
	c	10		5	
	e	20		10	

《机械制图》国家标准规定：必要时允许加长图纸幅面，但应按其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

各种基本幅面和加长幅面如图 1-1 所示。其中粗实线部分为基本幅面；细实线部分为第一选择的加长幅面；虚线为第二选择的加长幅面。

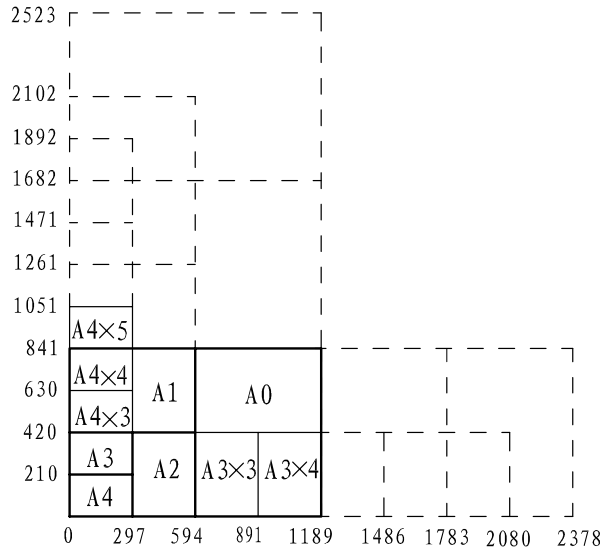


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面

2. 图框格式和尺寸

在图纸上必须用粗实线绘出图框，图框内为绘图区域，图线不得超出图框粗实线。图框格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2 所示，其尺寸见表 1-1。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。

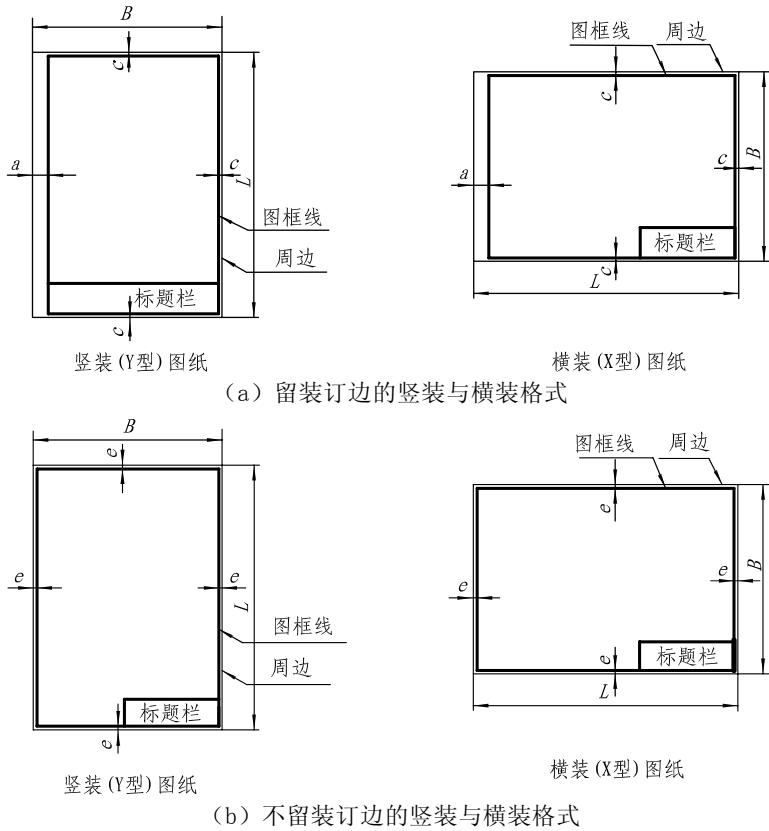


图 1-2 图框格式及尺寸

3. 标题栏格式及配置 (GB/T10609.1—1989)

为了使绘制的图样便于管理及查阅，每张图样上都必须画出标题栏。国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—1989)对标题栏的基本要求、格式、尺寸和内容做出明确规定，如图 1-3 所示。学校使用的标题栏可采用如图 1-4 所示的简化形式。标题栏外框用粗实线，内框用细实线绘制；标题栏的位置通常位于图纸的右下角；标题栏中的文字方向即为看图方向。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时，则构成横装 (X 型) 图纸；若标题栏的长边垂直于图纸长边时，则构成竖装 (Y 型) 图纸，如图 1-2 所示。

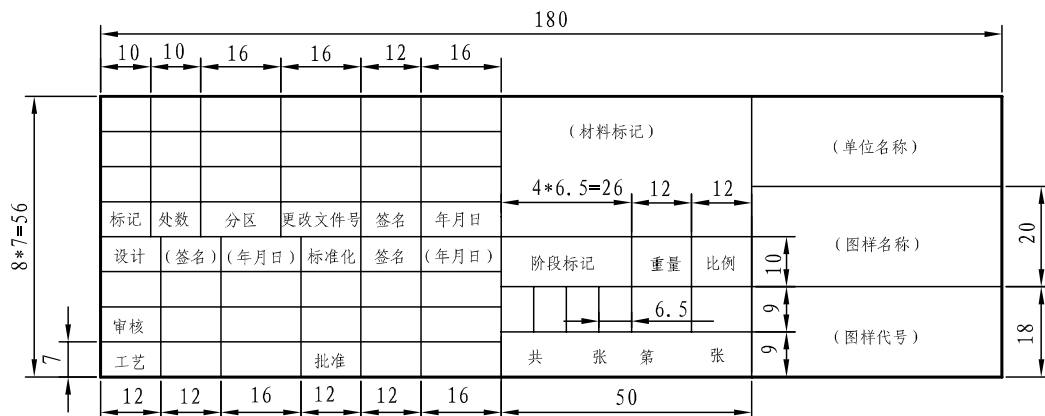


图 1-3 标题栏的格式及尺寸

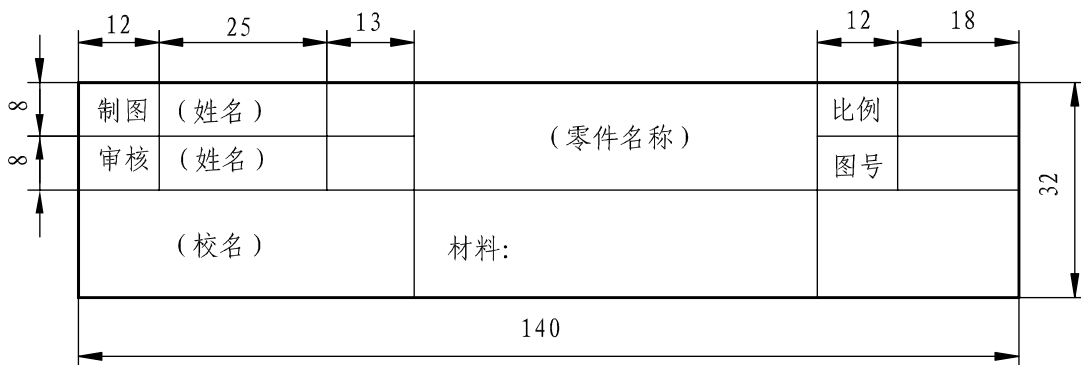


图 1-4 推荐的学校用标题栏

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)对适用于技术图样和技术文件的绘图比例及其标注方法作了明确的规定。图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比，称为比例。绘制图样时，一般应采用表 1-2 中规定的比例。

比例分为原值、缩小、放大三种。当表达机件的尺寸适中时，可采用原值比例；当表达机件的尺寸较大时，可采用缩小比例；当表达机件的尺寸较小时，可采用放大比例。

选择比例时，应结合图纸幅面、机件表达是否清晰、图面的美观等因素综合考虑，选择最佳比例。为了便于读图时从图样上直接反映出机件实物的大小，在绘图时应尽可能地选用原值比例。



表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	5 : 2 2 : 1	4 : 1 2.5 : 1
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3
	$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 10 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$
		1 : 4 1 : 6
		$1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

无论采用哪种比例，图样中标注的尺寸数值必须是机件设计要求的实际大小，而与图形的大小和比例无关，如图 1-5 所示。

绘制同一机件的图样中各视图应采用同一比例，并在标题栏的比例栏中填写，如 1 : 1。当一张图样中某一个视图需单独采用不同比例时，则必须在该视图的上方注明其单独采用的比例数值，如图 1-6 所示。

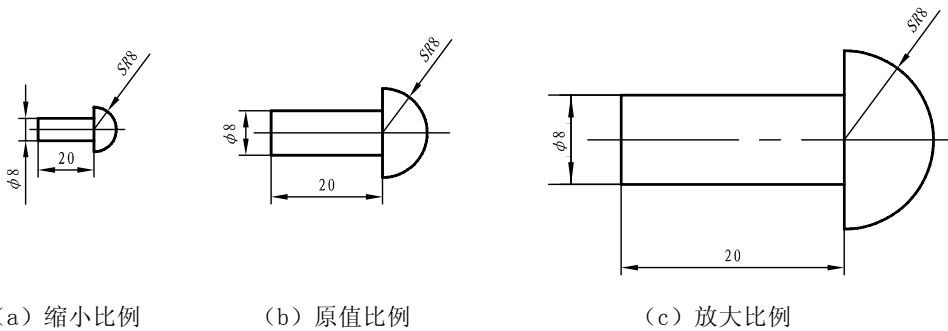


图 1-5 用不同比例绘制的同一机件的 3 种图样

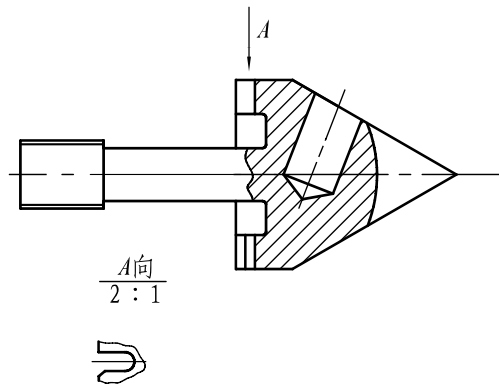


图 1-6 采用不同比例的标注示例

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样上注写的汉字、数字、字母必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀，这样做的目的是使图样清晰、文字准确，给生产带来方便。

字体按其大小可分为若干号。国家标准规定有 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 等。字体的号数即为字体的高度 h (单位 mm)，字体的宽度约等于字高的 $2/3$ 。

1. 汉字

图样上的汉字应采用长仿宋体字，并采用国家公布推行的简化字。字的大小应按字号规定，字体号数代表字体的高度。汉字的高度一般不应小于 3.5 mm。

长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格，如图 1-7、图 1-8 所示。

10号汉字

字体工整笔划清楚间隔均匀排列整齐

7号汉字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号汉字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山港口纺织服装

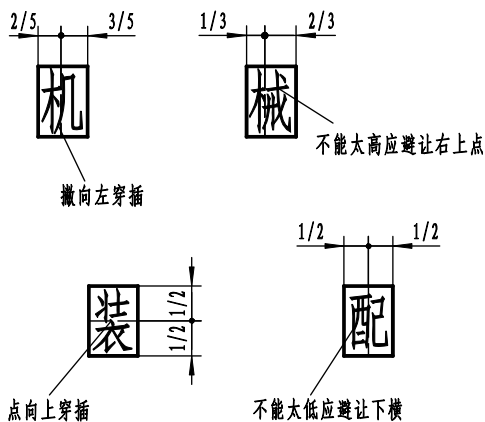


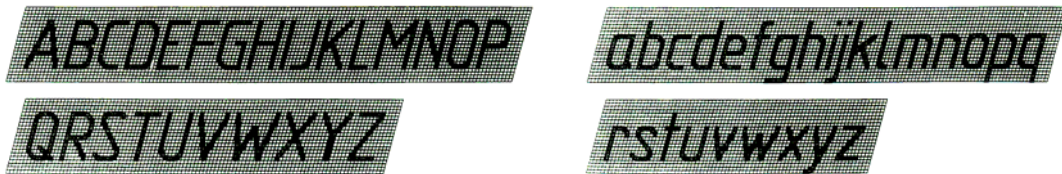
图 1-7 长仿宋字汉字示例

图 1-8 长仿宋体字结构匀称示例

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$ ，B 型的笔画宽度比 A 型宽，我国采用 B 型，在同一图样上，只允许选用同一种形式的字体。

图样中，数字、字母书写时有直体和斜体两种，斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，在技术文件中字母和数字一般写成斜体。用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母，一般应采用小一号字体。数字和字母常用字体示例如图 1-9 所示。



(a) 大写字母斜体

(b) 小写字母斜体