

高等学校工程图学系列教材

工程制图

主 编 蔡小华 钱 瑜

副主编 薛小雯 朱佳金 蔡召冲 王跃进 鲁屏宇



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校工程图学系列教材

工 程 制 图

主 编 蔡小华 钱 瑜
副主编 薛小雯 朱佳金 蔡召冲
王跃进 鲁屏宇

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书以教育部制订的《高等学校画法几何及工程制图课程教学基本要求》和最新颁布的有关国家标准为依据,以培养学生创新能力和综合素质为出发点,并结合编者多年来的教改成果和教学经验编写而成。

本书优化了教学内容,突破了旧的课程体系,文字叙说简练,图文并茂。全书共分九章,内容包括:制图的基本知识、投影基础、轴测图、组合体、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图及 AutoCAD 2010 计算机绘图软件应用。

本书与《工程制图习题集》配套使用。

本书适于作为高等学校非机械类专业工程制图课程的教材,也可作为有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/蔡小华,钱瑜主编. —北京:中国铁道出版社,2010.8

(高等学校工程图学系列教材)

ISBN 978-7-113-11176-2

I. ①工… II. ①蔡…②钱… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 044622 号

书 名: 工程制图

作 者: 蔡小华 钱 瑜 主编

策划编辑: 杨 勇

责任编辑: 秦绪好

编辑助理: 巨 凤 胡京平

封面设计: 路 瑶

责任印制: 李 佳

编辑部电话: (010) 63560056

封面制作: 李 路

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号)

邮政编码: 100054

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2010年8月第1版

2010年8月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18.25 字数: 438千

印 数: 3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-11176-2

定 价: 32.00元



版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

前 言

工程制图是工程技术人员必修的技术基础课,在工科院校学生培养体系中历来占有重要位置。随着现代设计方法的改变,工程图学的培养目标已由工程制图的技能训练转向思维方式的引导和创新意识与理念的培养,工程制图面临着教学内容、教学体系及教学手段的改革。目前,全国高等学校工程制图课程的教学学时大幅度减少,这就对本课程的教育提出了更高的要求。

本书根据教育部制订的《高等学校画法几何及工程制图课程教学基本要求》和最新颁布的有关国家标准为依据,从工程实际出发,以应用型为主导,以培养学生创新能力和综合素质为出发点,结合编者多年来的教改成果和教学经验编写而成。

本书具有以下特点:

(1) 优化教学内容。在内容编排上,删除了那些从课程系统性和理论完整性出发而安排的深层次的知识内容。特别是画法几何部分,文字叙述简练,图文并茂,有利于学生自学。

(2) 突破旧的课程体系。将三视图的概念提到点线面投影分析之前,让学生先接受由三维到二维和二维到三维的转化训练,建立初步的空间概念。同时,将轴测图安排在组合体之前,强化了徒手绘制轴测图。经过“视图→轴测图→视图”的反复训练,学生的空间构形能力由弱到强,这种效果在组合体学习中能充分体现出来。

(3) 适当增加构形设计内容。目的在于强化学生的空间思维能力,形体构形能力,培养学生的创造性思维能力。

(4) 强化手工绘图和计算机绘图。尺规绘图、手工绘图与计算机绘图是制图的基本技能。手工绘图和尺规绘图体现在各章节的例题之中,计算机绘图单设一章,便于较系统地介绍计算机绘图的基本命令,内容精练,图文紧密结合。

(5) 与本书配套的《工程制图习题集》经过精心编写,既注重学生通过基础题目掌握基本知识,又注重学生通过提高题来提高解题能力。

本书适于作为高等学校非机械类专业工程制图课程教材,也可作为有关工程技术人员的参考用书。

参加本书编写的有江南大学机械工程学院的蔡小华(绪论、第二章、第三章、第六章及附录)、钱瑜(第九章)、薛小雯(第四章)、朱佳金(第一章)、蔡召冲(第八章)、王跃进(第五章)、鲁屏宇(第七章)。本书由蔡小华、钱瑜任主编,薛小雯、朱佳金、蔡召冲、王跃进、鲁屏宇任副主编。本书在编写过程中,得到了江南大学制图组老师们的帮助和支持,在此表示真诚的感谢。

本书参考了部分同类教材和习题集等(见书后的参考文献),在此谨向文献的作者表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中错误在所难免,敬请各位专家、学者不吝赐教,欢迎读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

绪论.....	1
第一章 制图的基本知识.....	4
1.1 制图标准的基本规定	4
1.1.1 图纸幅面及格式	4
1.1.2 比例	6
1.1.3 字体	7
1.1.4 图线	7
1.1.5 尺寸注法	10
1.2 尺规绘图的工具及其使用方法	14
1.2.1 铅笔	15
1.2.2 图板和丁字尺	15
1.2.3 三角板	15
1.2.4 圆规	16
1.2.5 曲线板	16
1.3 尺规几何作图	16
1.3.1 正多边形的作图方法	17
1.3.2 斜度和锥度	17
1.3.3 圆弧连接	18
1.3.4 椭圆	20
1.4 平面图形的分析和画法	20
1.4.1 平面图形的尺寸分析	21
1.4.2 平面图形的线段分析	21
1.4.3 平面图形的作图步骤	21
1.5 尺规绘图的方法和步骤	22
第二章 投影基础	24
2.1 投影法	24
2.1.1 投影法的概念	24
2.1.2 投影法的分类	25
2.1.3 工程上常用的几种投影图	25
2.1.4 平行投影法的主要投影特性	26
2.2 三投影面体系与三视图	27
2.2.1 三投影面体系	27
2.2.2 三视图的形成	27
2.2.3 三视图的投影特性	28

2.2.4	三视图的画法	30
2.3	立体表面的点、线、面的投影分析	32
2.3.1	点的投影	33
2.3.2	直线的投影	35
2.3.3	平面的投影	38
2.4	基本体的三视图	41
2.4.1	平面立体	41
2.4.2	曲面立体	43
第三章	轴测图	49
3.1	概述	49
3.1.1	轴测图的形成	49
3.1.2	轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	50
3.1.3	轴测图投影特性	50
3.1.4	轴测图的分类	50
3.2	正等轴测图的画法	51
3.2.1	轴间角和轴向伸缩系数	51
3.2.2	平面立体的正等轴测图	51
3.2.3	曲面立体的正等轴测图	54
3.3	斜二等轴测图的画法	57
3.3.1	轴间角和轴向伸缩系数	58
3.3.2	斜二等轴测图的画法	58
3.4	徒手绘制形体的轴测图	59
3.4.1	绘制草图的要求	60
3.4.2	目测实物方法	60
3.4.3	徒手绘图的基本作图方法	61
3.4.4	徒手绘制形体的轴测图	62
第四章	组合体	65
4.1	组合体的组合方式及表面过渡关系	65
4.1.1	组合体的组合方式	65
4.1.2	形体间相邻表面过渡关系	66
4.2	平面与立体相交	67
4.2.1	平面与平面立体相交	67
4.2.2	平面与曲面立体相交	69
4.3	立体与立体相交	77
4.3.1	表面取点法	78
4.3.2	辅助平面法	80
4.3.3	相贯线的特殊情况	81
4.3.4	多体相贯	82

4.4	组合体视图的画法	83
4.4.1	形体分析法和线面分析法	83
4.4.2	组合体视图的画图方法	84
4.5	读组合体视图	87
4.5.1	读图要点	88
4.5.2	读图的基本方法	91
4.6	组合体的尺寸标注	96
4.6.1	基本体的定形尺寸	96
4.6.2	组合体的定位尺寸	96
4.6.3	组合体的总体尺寸	97
4.6.4	标注尺寸时应注意的几个问题	97
4.6.5	尺寸标注的清晰布置	99
4.6.6	组合体的尺寸标注方法和步骤	100
4.7	组合体的构形设计	101
4.7.1	组合体的构形设计的基本原则	102
4.7.2	组合体的构形设计方法	104
第五章	机件的常用表达方法	106
5.1	视图	106
5.1.1	基本视图	106
5.1.2	向视图	107
5.1.3	局部视图	108
5.1.4	斜视图	109
5.2	剖视图	110
5.2.1	剖视图的基本概念	110
5.2.2	剖视图的画法	111
5.2.3	剖切面的种类	116
5.2.4	剖视图的种类	119
5.3	断面图	123
5.3.1	断面图的概念	123
5.3.2	断面图的种类及其画法	123
5.4	其他表达方法	126
5.4.1	局部放大图	126
5.4.2	规定画法和简化画法	126
5.5	机件表达方法综合应用	130
5.6	第三角投影法简介	131
5.6.1	第三角投影法	131
5.6.2	第三角投影法的三视图	132
5.6.3	第三角投影法中基本视图的配置	132
5.6.4	第三角投影画法和第一角投影画法的识别符号	133

第六章 标准件和常用件	134
6.1 螺纹	134
6.1.1 螺纹的形成	135
6.1.2 螺纹的结构	135
6.1.3 螺纹的要素	136
6.1.4 螺纹的种类	137
6.1.5 螺纹的规定画法	138
6.1.6 常用螺纹的标记	139
6.2 螺纹紧固件	141
6.2.1 螺纹紧固件规定标记	141
6.2.2 螺纹紧固件的简化画法	142
6.2.3 螺纹紧固件连接装配图的画法	143
6.3 其他标准件和常用件简介	146
6.3.1 键	146
6.3.2 销	147
6.3.3 滚动轴承	148
6.3.4 齿轮	151
6.3.5 弹簧	154
第七章 零件图	157
7.1 零件图的内容	157
7.2 零件的结构分析	158
7.2.1 零件的结构分析方法	158
7.2.2 零件上常见的工艺结构	159
7.3 零件的视图选择和尺寸标注	162
7.3.1 零件的视图选择	162
7.3.2 零件的尺寸标注	163
7.3.3 典型零件的图例分析	166
7.4 零件的技术要求	170
7.4.1 表面粗糙度	170
7.4.2 极限与配合	174
7.4.3 几何公差简介	179
7.5 读零件图的方法和步骤	181
7.5.1 概括了解	181
7.5.2 分析视图并想象零件形状	182
7.5.3 尺寸分析	183
7.5.4 了解技术要求	183
第八章 装配图	184
8.1 装配图的作用和内容	184
8.1.1 装配图的作用	185

8.1.2	装配图的内容	185
8.2	装配图的规定画法和特殊画法	186
8.2.1	装配图的规定画法	186
8.2.2	装配图的特殊画法	186
8.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	188
8.3.1	装配图中的尺寸标注	189
8.3.2	装配图中的技术要求	189
8.4	装配图的零件序号和明细栏	189
8.4.1	序号及其编排方法	189
8.4.2	明细栏	190
8.5	装配结构合理性简介	191
8.6	部件测绘和装配图画法	191
8.6.1	了解和分析测绘对象	192
8.6.2	拆卸零件并绘制装配示意图	192
8.6.3	绘制零件草图	192
8.6.4	绘制装配图	192
8.7	读装配图及拆画零件图	195
8.7.1	读装配图的基本要求	195
8.7.2	读装配图的方法和步骤	195
8.7.3	由装配图拆画零件图	198
第九章	AutoCAD 2010 计算机绘图软件应用	200
9.1	AutoCAD 2010 基础知识	200
9.1.1	AutoCAD 2010 的启动与工作空间	200
9.1.2	AutoCAD 命令的执行方式	204
9.1.3	AutoCAD 命令的终止、撤销和重做	205
9.1.4	创建并管理文件	205
9.1.5	坐标系	206
9.1.6	设置基本绘图环境	207
9.1.7	图形显示控制	210
9.2	AutoCAD 2010 基本绘图命令	211
9.2.1	绘制直线	211
9.2.2	绘制圆	211
9.2.3	绘制圆弧	212
9.2.4	绘制正多边形	212
9.2.5	绘制样条曲线	213
9.3	精确绘图	213
9.4	AutoCAD 2010 基本编辑命令	219
9.4.1	图形的选择方式	220
9.4.2	常用的编辑命令	220

9.4.3 三视图的绘制	228
9.5 AutoCAD 2010 的文字输入和尺寸标注	230
9.5.1 文字输入	230
9.5.2 尺寸标注	232
9.5.3 图块和块属性	242
9.6 草图约束与参数化绘图	245
9.6.1 草图约束	245
9.6.2 参数化绘图	247
9.7 零件图与装配图的绘制	247
9.7.1 图案填充	247
9.7.2 创建样板图	248
9.7.3 绘制零件图	249
9.7.4 绘制装配图	250
9.8 三维实体造型基础	253
9.8.1 三维视图	253
9.8.2 三维实体的创建	254
附录	261
参考文献	282

绪 论

自从劳动开创人类文明史以来，图形与语言、文字一样，是人们表达和交流思想的基本工具。远古时代，人类在制造简单工具和营造建筑物时，就开始用图形来表达意图，但都以直观、写真的方法来画图。随着工业生产的发展，这种简单的图形已不能满足需要，如图 1 所示的机械手，仅靠语言、文字和直观图来描述设计思想和制造的全部细节是完全不可能的。

工程技术中，按一定的投影方法及技术规定表达工程对象（机器、建筑物等）的形状、大小和技术要求的图样，称为工程图样。图 3 即为表达图 2 所示支架的工程图样，工人师傅就是按照它制造出这个支架的。

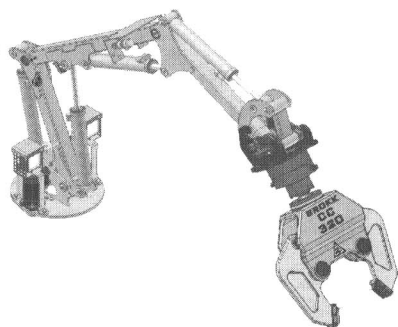


图 1 机械手

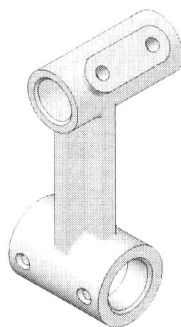


图 2 支架

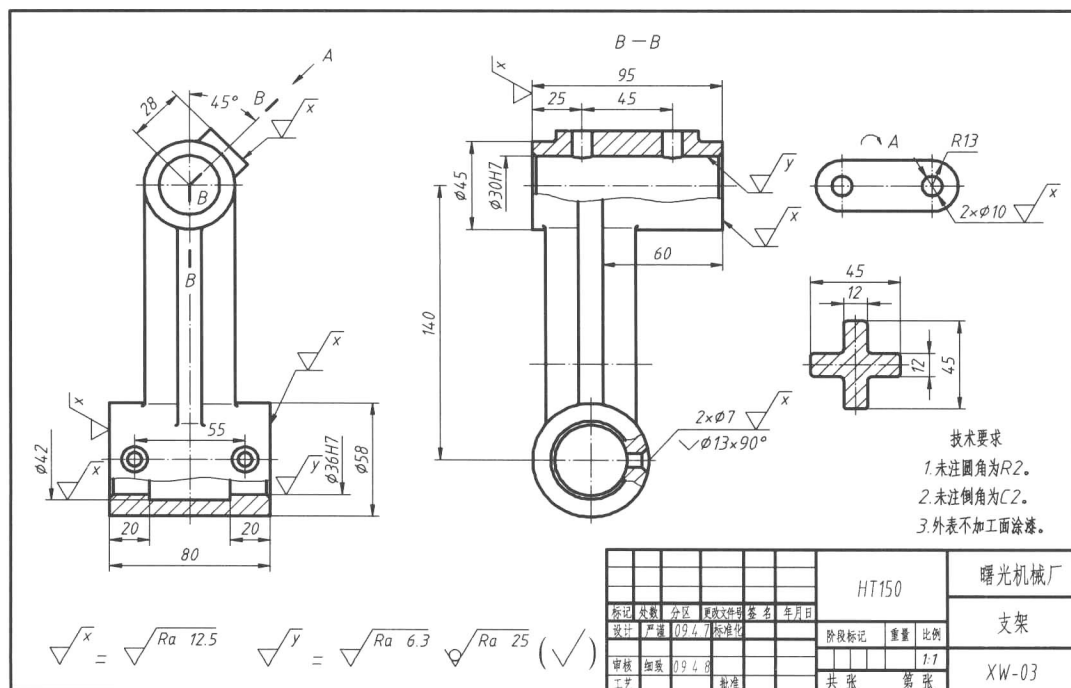


图 3 支架工程图样

1. 本课程的研究对象

本课程的研究对象是机械图样（用于机械制造行业的工程图样），主要研究绘制和阅读机械图样的基本原理和方法，介绍国家标准《机械制图》、《技术制图》的相关内容，培养和发展对物体三维形状的空间逻辑思维能力和形象思维能力及开拓创新意识。

2. 机械图样的内容和作用

机器或部件是由若干零件组装而成的，如图 4 所示的微型调节支承，由底座、套筒、调节螺母、支撑杆和螺钉五个零件组成。

表达单个零件的结构形状、大小及技术要求的图样，称为零件图。它是生产过程中，加工制造和检验测量零件的基本技术文件。图 3 即为图 2 所示支架的零件图。

表达机器或部件各组成部分的相对位置、连接及装配关系的图样，称为装配图。它是进行装配、检验、安装和维修的技术依据，也是了解机器或部件的工作原理、结构性能，进行技术交流的重要资料。图 5 即为微型调节支承的装配图。

在设计时，必须首先画出装配图，再根据装配图画全部零件图；在制造时，先根据零件图加工零件，再根据装配图把零件装配成机器或部件。

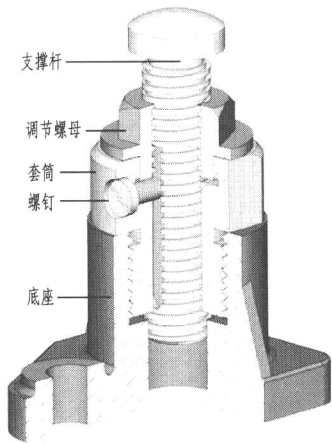


图 4 微型调节支承

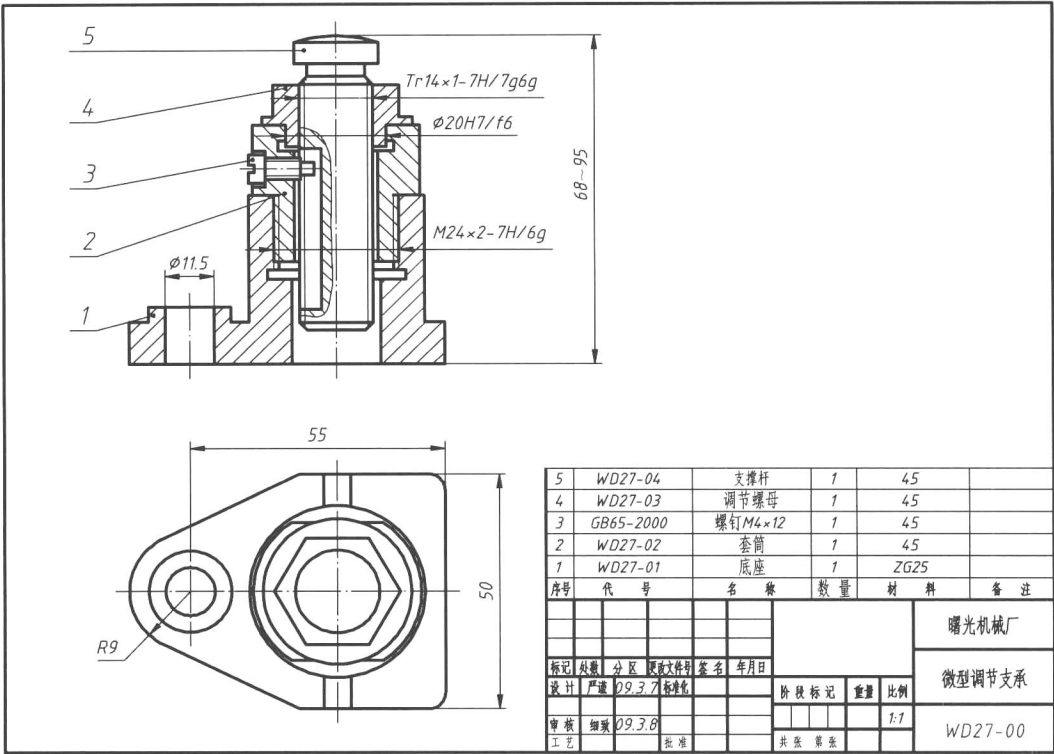


图 5 微型调节支承装配图

由此可见,工程图样是工业生产中表达设计意图和制造要求的基本技术文件,是进行技术交流的重要工具,也是工程界共同的语言。每个工程技术人员都必须掌握这门语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

近几年来,随着三维设计迅猛发展,制图技术也发生了重大变化,应用高性能的计算机绘图软件生成的实体模型,可以清晰而完整地描述零件的几何特征形状,并且利用实体模型可直接生成该零件的工程图或数据代码,完成零件的工程分析和制造。

但是,计算机的广泛应用,并不意味着可以取代人的作用。同时,计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规划(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)一体化的无图纸生产,并不等于无图生产。CAD/CAPP/CAM的一体化,使技术人员可以有更多的时间进行创造性的设计,而任何设计都离不开运用图形工具进行表达、构思,所以图形的作用不会削弱,而培养对物体三维形状的空间逻辑思维能力和形象思维能力及开拓创新意识显得尤为重要。

3. 本课程的主要任务

- ✧ 学习平行投影法(重点是正投影法)的基本理论及其应用;
- ✧ 培养徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的综合绘图能力;
- ✧ 培养绘制和阅读机械图样的基本能力;
- ✧ 培养对物体三维形状的空间逻辑思维能力和形象思维能力;
- ✧ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

4. 本课程的特点和学习方法

本课程的特点是既有系统理论又偏重于实践。因此,在学习时应注意以下几点:

(1) 将投影分析与空间分析紧密结合

本课程是以“图”为中心的,除了切实掌握基本理论外,更应注重空间形体与其投影之间的相互关系,要多看、多画、多想,不断地“由物到图”、“由图到物”反复进行研究与思考,逐步提高投影分析能力和空间想象能力。

(2) 学与练相结合

完成一定数量的习题和作业,是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。因此,对习题和作业应高度重视,认真、按时、保质保量地完成。

(3) 掌握正确的分析方法和画图步骤

在学习中,一般对理论的理解并不难,难的是在画图和读图的实际应用上。因此,必须掌握正确的分析方法和画图步骤,以便正确、快速地画出图形或读懂图形。

(4) 严格遵守国家标准

国家标准是评价工程图样是否合格的重要依据,也是生产管理和技术交流的保障,因此,要认真学习国家标准的相关内容并严格遵守,认真执行。

(5) 充分认识工程图样的严肃性

工程图样是指导生产的重要技术文件,其中任何一点差错都会给生产带来不应有的损失,甚至造成重大的经济损失。因此,绘图时切忌粗心大意、草率从事,必须耐心、细致,一丝不苟,培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

在学习过程中,要有意识地培养自己的自学能力和创新能力,这是优秀科技人才必备的基本素质。

第一章 制图的基本知识

本章学习目标：

学习工程制图的国家标准及手工绘图的基本技能。

本章学习内容：

- ✧ 制图标准的基本规定
- ✧ 尺规绘图的工具及其使用方法
- ✧ 常见几何图形的作图方法
- ✧ 平面图形的分析和画法

工程图样是工程技术人员表达设计思想，进行技术交流的工具，也是指导生产的重要技术文件，因此必须有统一的规范，这就是《技术制图》及《机械制图》的国家标准。这些标准是绘制和阅读工程图样的准则，必须严格遵守。

1.1 制图标准的基本规定

国家标准的代号为 GB，如 GB/T 14689—1993 表示该标准的编号为 14689，是 1993 年修订颁布的。本节主要介绍图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸等标准。

1.1.1 图纸幅面及格式

图纸幅面和格式由国家标准 GB/T 14689—1993 《技术制图 图纸幅面和格式》规定。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸长度和宽度组成的图面。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时，可按规定加长幅面，需要时可查阅有关标准。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (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
周边 尺寸	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框，必须用粗实线绘制。常用格式为装订型和非装订型两种，如表 1-2 所示，其尺寸按表 1-1 确定。

3. 标题栏

(1) 标题栏格式

每张图样上都必须画出标题栏，用来表达零部件及其管理等信息。标题栏的位置一般位

于图纸的右下角，底边与图框底边线重合，右边与图框右边线重合，如表 1-2 所示。国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题》规定了标题栏的格式和尺寸，如图 1-1 所示。制图作业的标题栏可简化，在此推荐使用图 1-2 所示的格式（非标准）。

表 1-2 图框格式和边框画法

类 型		X 型	Y 型
常用格式	装 订 型		
	非 装 订 型		

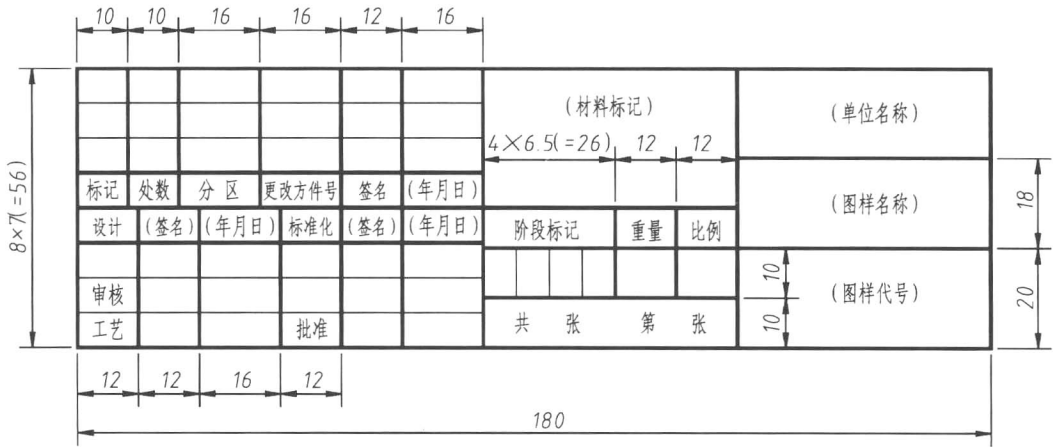


图 1-1 标准标题栏

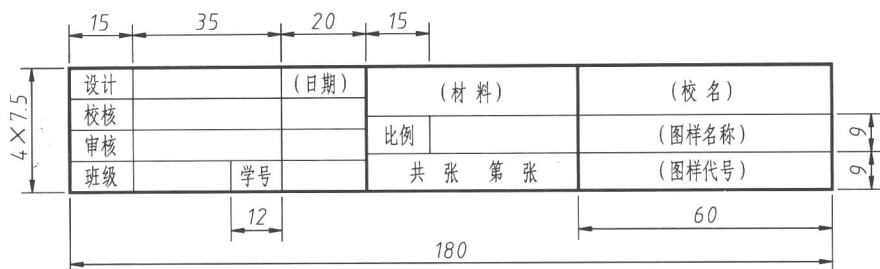


图 1-2 制图作业使用的标题栏

(2) 看图方向

如表 1-2 所示,当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸;标题栏的长边与图纸的长边垂直时,构成 Y 型图纸。此时,标题栏中文字方向为看图方向。

当使用印好边框的图纸或布图受限时,标题栏可位于图纸的右上角,但应画出方向符号,方向符号是一等边三角形,放置在图纸下端对中符号处,如图 1-3 所示。

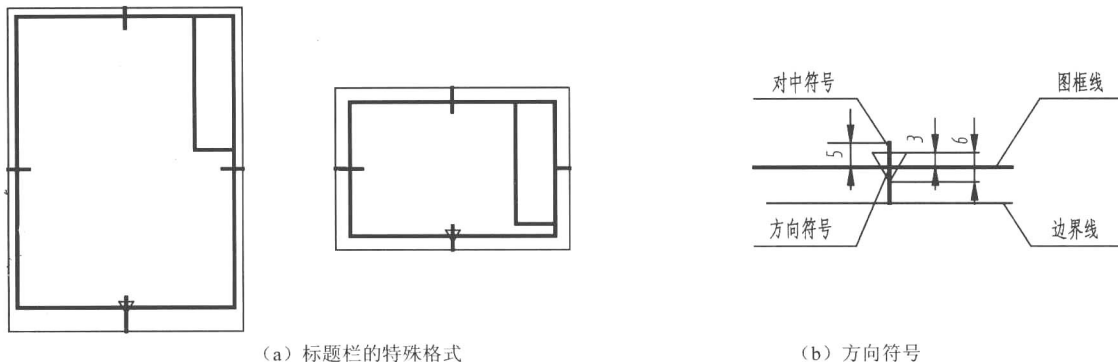


图 1-3 标题栏的特殊格式及方向符号

1.1.2 比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图家标准GB/T 14690—1993《技术制图 比例》对比例的选用进行了规定。绘制图样时,应按表1-3规定的系列选取适当的比例。

表 1-3 绘图比例

比例种类	优先使用比例	可使用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

注意:标注尺寸时应按实物的实际尺寸标注,与所采用的比例无关,如图 1-4 所示。

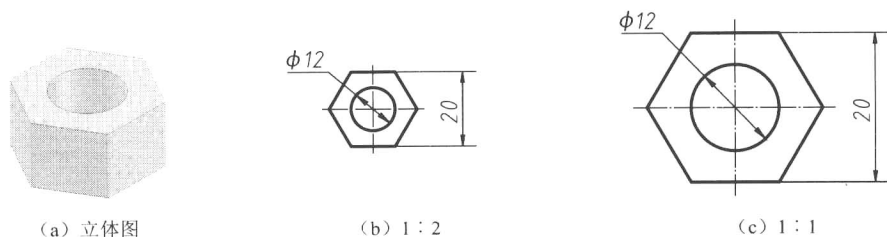


图 1-4 按实际尺寸标注

1.1.3 字体

字体是技术制图中的一个重要组成部分,国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了图样上汉字、字母和数字的书写规范。

书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数代表字体高度(h),其公称尺寸系列为:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如需要书写更大的字时,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

如图 1-5 所示,汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其宽度一般为字高的 $1/\sqrt{2}$ 。



图 1-5 长仿宋体汉字书写示例

2. 字母与数字

字母和数字分 A 型(笔画宽为 $h/14$)和 B 型(笔画宽为 $h/10$)两类,在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。在书写时可写成斜体或直体,一般采用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。如图 1-6 所示。



图 1-6 数字及字母的 A 型斜体字示例

1.1.4 图线

1. 图线的基本线型及应用

机械工程图样中的图形是由不同形式的图线组成的。国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》和 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中对图线有详细规定。