

工 程 制 图

(第 2 版)

张新来 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 1 年 · 北 京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书内容包括投影基础、制图基础和专业绘图。书中主要介绍了投影的基本知识;点、线、面、体的投影、轴测投影;组合体的画法和读图方法、图样画法;钢筋混凝土结构图、钢结构图、房屋建筑图、桥隧工程图及线路工程图。

本书适用于高等院校的铁道工程、桥梁工程、工业与民用建筑、道路工程等专业、专科。既可作为教材,也可作为成人教育和自学参考用书。

本书附有配套的习题集,供练习使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/张新来主编;汪英珍,唐广,路清献编.2版.
北京:中国铁道出版社,2001.6
ISBN 7-113-04106-X

.工... .张... 汪... 唐... 路... .工程制图 .TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第10210号

书 名:工程制图(第2版)

作 者:张新来 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:王俊法

封面设计:陈东山

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:20.25 插页:2 字数:530千

版 本:1997年6月第1版 2001年6月第2版 第2次印刷

印 数:4201~7200册

书 号:ISBN 7-113-04106-X/TU·658

定 价:48.00元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

修订版前言

本书是在由张新来主编的《工程制图》(中国铁道出版社 1997 年版)的基础上,根据国家技术监督局 1999 年颁布的《技术制图》有关要求与标准修订的。在修订过程中,充分考虑了专家和读者对原教材所提的宝贵意见和建议,对内容进行了补充和修改。

这次修订的内容主要有下列三个方面:

一、增加了《线路工程图》一章。

二、删去了原书中的《计算机绘图》一章。

三、对原书中的文字叙述、插图等方面的错误和不妥之处,均进行了修改。

书中主要包括投影基础知识、制图基础和专业图内容。

本书适用于铁道工程、道路工程、工民建等土建类专业。对配套使用的《工程制图习题集》的内容也进行了充实和修改,与教材同时出版。

这次修订由张新来主编,路清献主审。

参加本书编写的有:张新来(绪论、第二、三、九章),汪英珍(第一、四、六、八章),唐广(第五、七、十、十一章),路清献(第十二章)。

欢迎专家、读者对本书的不妥与错误之处予以批评指正。

编者

2001 年 2 月

目 录

绪 论.....	1
第一章 制图的基本知识.....	3
第一节 制图基本标准.....	3
第二节 绘图工具及仪器的使用	11
第三节 几何作图	16
第四节 绘图的方法和步骤	22
第二章 点、直线、平面和立体的投影	25
第一节 投影法的基本知识	25
第二节 三面投影图	28
第三节 点的投影	30
第四节 直线的投影	34
第五节 平面的投影	39
第六节 变换投影面法	44
第七节 直线、平面的相对位置.....	50
第八节 基本几何体的投影	60
第三章 轴 测 图	66
第一节 轴测图的基本知识	66
第二节 正等轴测图	67
第三节 斜轴测图	74
第四章 立体的表面相交	78
第一节 立体表面上的点和直线	78
第二节 平面与平面体表面相交	84
第三节 平面与曲面体表面相交	87
第四节 直线与立体相交	93
第五节 两平面体相交	95
第六节 平面体与曲面体相交	98
第七节 两曲面体相交	99
第五章 组合体的投影.....	108
第一节 组合体的组合方式及其表面交线分析.....	108
第二节 组合体投影图的画法.....	109
第三节 组合体投影图的阅读.....	111
第四节 组合体的尺寸标注.....	119
第六章 图样画法.....	123
第一节 视 图.....	123
第二节 剖 视 图.....	125

第三节	断 面 图.....	131
第四节	轴测剖视图的画法.....	132
第五节	图样的简化画法及其他表达方法.....	134
第七章	钢筋混凝土结构图.....	138
第一节	钢筋基本知识及图示法.....	138
第二节	钢筋布置图及其特点.....	139
第三节	钢筋布置图的阅读.....	142
第八章	钢结构图.....	144
第一节	钢结构中型钢的连接方法.....	145
第二节	钢梁结构图.....	148
第三节	钢屋架结构图.....	154
第九章	桥涵工程图.....	158
第一节	全桥布置图.....	158
第二节	桥 墩 图.....	160
第三节	桥 台 图.....	164
第四节	涵 洞 图.....	168
第十章	隧道工程图.....	172
第一节	隧道洞门图.....	172
第二节	隧道衬砌断面图.....	177
第三节	避车洞图.....	178
第十一章	房屋建筑图.....	180
第一节	概 述.....	180
第二节	建筑施工图.....	180
第三节	结构施工图.....	197
第四节	设备施工图.....	201
第十二章	线路工程图.....	214
第一节	地形的表示方法.....	214
第二节	线路平面图.....	219
第三节	线路纵断面图.....	224
第四节	线路路基横断面图.....	226
第五节	路基个别设计图.....	229
附件:工程制图习题集		

绪 论

一、本课程的地位

本课程是高等工业学校必修的一门技术基础课。它研究解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法。

准确地表达物体的形状,尺寸及其技术要求的图形,称为工程图样。在现代化生产中,设计人员用它来表达设计意图,制造部门依据它来进行生产施工。因此,工程图样是工程技术界表达和交流技术思想必不可少的技术文件。人们常把图样比喻为“工程界的语言”。在国际上进行的科学技术交流活动中,图样也是一种必不可少的技术语言。每个工程技术人员必须掌握这种“语言”,通过透彻地阅读和正确地绘制图样来指导工程建设。

二、学习本课程的目的和任务

主要目的是:培养学生的制图技能和空间想象力,为学生学习后续课和完成课程设计与毕业设计打好基础。

主要任务是:

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用;
2. 培养空间想象力和图解空间几何问题的初步能力;
3. 培养较强的绘图技能;
4. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。此外,在教学过程中还必须有意地培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力。

三、本课程的主要内容及学习方法

本课程是一门既有理论,又有较强实践性的重要技术基础课,其主要内容有:

1. 基本知识 介绍基本制图标准、绘图仪器、工具、用品的使用、几何作图等知识;
2. 土建工程图 介绍土建工程图的内容、特点,从而掌握其绘制和阅读的方法。

本课程的内容,应通过看图和画图实践来掌握。

其具体学习方法有以下几点:

1. 课前要进行预习,预习中要不断地向自己提出问题,同自己已掌握的知识相联系。没有看懂的地方要记下来,留待查阅参考书、课堂讲解、讨论等方法解决。

2. 通过预习、带着问题集中精力听课,积极思考。不仅要听懂课堂所讲内容,还要多问几个为什么,举一反三,真正掌握所学内容,提高课堂学习效率。

3. 课后复习,认真独立完成每次作业;复习时不宜停留在单纯的阅读,而应在阅读的同时,用制图工具在图纸上描绘所有的作图方法。这样,不断加深理解课文的内容,待概念清晰、思路理顺之后,再动手做练习。学习本课程时,必须完成相当数量的习题和作业,才能灵活运用所学概念和方法解决实际问题。

4. 画图时要严格遵守国家标准规定,掌握正确的作图方法和步骤,养成作图准确和图面整洁的习惯。

5. 学好本课程的关键是要在画图和读图时,注意空间几何关系的分析和空间形体与投影之间对应关系。这种“由空间到平面,再由平面回到空间”的反复研究和思维的过程,是最有效的学习方法。只有这样,才能掌握投影分析和形体分析方法,提高和发展空间想象能力。

第一章 制图的基本知识

第一节 制图基本标准

图样是工程界的共同语言,是设计和施工过程中的重要资料。为了便于组织生产和进行技术交流,我国机械和建筑制图国家标准对图样画法、尺寸注法等都作了统一规定。每个从事工程技术工作的人都必须掌握并遵守。本节主要介绍图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等国家标准的部分内容。

一、图纸幅面及标题栏

(一) 图纸幅面及格式

图纸幅面分 A 0、A 1、A 2、A 3、A 4 共五种,幅面尺寸如表 1—1 所示。

(二) 图框格式

绘制图样时,无论图样是否装订,在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。当表 1—1 中规定的幅面尺寸不能满足要求时,可以加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 C 为 10),而 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 C 为 10)。

需要装订的图样,其图框格式如图 1—1 所示,周边尺寸 a 与 c 按表 1—1 中的规定选取。一般采用 A 4 幅面竖装(图 1—1a)或 A 3 幅面横装(图 1—1b)所示。

不留装订边的图纸,周边尺寸相同,尺寸大小按表 1—1 中的 e 选取。

表 1—1 图纸幅面尺寸(单位:mm)

幅面代号	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4
幅面尺寸 B×L	841× 1 189	594× 841	420× 594	297× 420	210× 297
周边 尺寸	a	25			
	c	10		5	
	e	20		10	

注:本书中除标明的长度单位外,其余尺寸以及示例的长度单位,均以 mm 计。

图 1—1 图框格式

(三) 标题栏的方位与格式

图样上应画有标题栏。标题栏一般画在图纸的右下角,应按图 1—1 的方式配置。标题栏中的文字方向应与读图方向一致,即在图样中标注尺寸、注写符号及作文字说明时的书写方向,均应以标题栏的方位为准,这样可便于读图,不致产生误解。

对于标题栏的格式,国家标准已作了统一规定。但为了学习方便,在学校的制图作业中,建议采用图 1—2 所推荐的格式。

图 1—2 标题栏的格式

标题栏的外框线一律用粗实线绘制,右边和底边均与图框线重合,标题栏内的分格线均用细实线绘制。

(四) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对表 1—1 所列的各号图纸,均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm,如图 1—1 所示。

二、比 例

图样上的比例是指图样中物体要素的线性尺寸与实际物体相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时一般应采用表 1—2 所规定的比例。

绘制同一物体的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中注明。当某个视图需要采用不同比例时,必须在该视图图名右方注明。

图 1—3 表示同一物体采用不同比例所画出的图形。

图 1—3 以不同比例画出的同一物体图形

三、字 体

图样中除图形外,还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明设计、制造和施工时的各项要求。

在图样中书写汉字、字母、数字时必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。字体的大小按号数(即字体的高度,单位为 mm)可分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 共 8 种(汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm),字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母及数字的笔划宽度约为字高的 1/10。

表 1—2 绘 图 比 例

种 类		比 例				
原值比例		1 1				
放大比例		5 1 5×10^n 1	2 1 2×10^n 1	1×10^n 1		
缩小比例		1 2 $1 \ 2 \times 10^n$	1 5 $1 \ 5 \times 10^n$	1 1 $1 \ 1 \times 10^n$		
可用比例	放大比例	4 1 4×10^n 1	2.5 1 2.5×10^n 1			
	缩小比例	1 1.5 $1 \ 1.5 \times 10^n$	1 2.5 $1 \ 2.5 \times 10^n$	1 3 $1 \ 3 \times 10^n$	1 4 $1 \ 4 \times 10^n$	1 6 $1 \ 6 \times 10^n$

(一) 汉 字

图样中的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。要写好长仿宋字体,应从基本笔划和结构布局两方面下功夫。

长仿宋字体的基本笔划如图 1—4 所示。长仿宋字体的结构分对称和不对称两类。书写时要分配好偏旁部首所占的适当比例,使整个字的各部分保持均匀。如图 1—5 所示。

图 1—4 长仿宋字体的基本笔划

图 1—5 长仿宋字体的结构布局

图 1—6 为图样上常用的 10、7 号长仿宋字体示例。

图 1—6 长仿宋字体示例

(二) 拉丁字母和数字

拉丁字母和数字(数字分阿拉伯数字、罗马数字两类)均有直体和斜体之分,图样上一般采用斜体字。斜体字的字头向右倾斜,与水平线约成 75 角,如图 1—7 所示。

四、图 线

国标中所规定的各类图线的名称、型式、宽度及用途,列于表 1—3 中。

图线分粗、中、细三类。画图时,根据图形的大小和复杂程度,可在 0.13 ~ 2 mm 的范围内选定粗实线的宽度 b 。 b 按国标规定的系列为 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。考虑绘图方便其他图线的宽度应按表 1—3 的规定执行,尽量避免采用 0.18 mm 的图线宽度。

图 1—7 拉丁字母和数字示例

线型——不同线素构成的实体,为不同线型。

线素:不连续线的独立部分为线素,如点、长度不同的画和间隔。

在同一图样中,同类图线的宽度应基本保持一致;虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔,也应各自大致相等。

表 1—3 线 型

绘制图线时的注意事项可参阅表 1—4。

五、尺寸注法

在图样上标注尺寸时,必须遵守国标中的有关规定。下面仅介绍国标中的一些基本内容,其余内容将在以后的有关章节中叙述。

(一)基本规则

1. 图样中的尺寸是以物体的真实大小为依据的,与图样中的比例和准确度无关。
2. 图样中的尺寸一般以毫米(mm)为单位,在尺寸数字后面不必加注计量单位名称或代号,如采用其他单位,则必须注明。

(二) 尺寸的组成

一个完整的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和起止符号四个内容组成,一般称为尺寸四要素,如表 1—5 中所示。

表 1—4 图线的画法

表 1—5 尺寸的组成及注法

项目	图 例	说 明
尺寸的组成		一个完整的尺寸由四部分组成: (1)尺寸数字, (2)尺寸线 (3)尺寸界线 (4)尺寸起止符号

项目	图 例	说 明
尺 寸 线		<p>线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方或中断处；</p> <p>线性尺寸数字的注写方向如图(a)所示,并尽量避免在图示30°范围内标注尺寸;当无法避免时,可按图(b)所示的形式标注;</p> <p>尺寸数字一律以标准字体书写(一般以3.5号字为宜)</p>
		<p>对于非水平方向的尺寸,其数字也可水平地填写在尺寸线的中断处,如图中的30、32;</p> <p>在同一图样中,尽可能采用同一种注写形式</p>
		<p>尺寸数字不能被图样上的任何图线所通过;否则,需将该图线断开</p>
		<p>尺寸线用细实线绘制,其终端形式分箭头和斜线两种,分别如图(a)和图(b)所示(图中h为字体高度)斜线用中粗线绘制,其倾斜方向应与尺寸界线顺时针45°角,长度宜为2~3mm。</p> <p>半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号,宜用箭头表示</p>
		<p>标注线性尺寸的尺寸线时应注意:</p> <p>(1)尺寸线应平行于被标注的线段,其间隔及两平行的尺寸线间的间隔约为5~7mm;</p> <p>(2)尺寸线不能用其他图线来代替,也不允许画在其他图线的延长线上;</p> <p>(3)尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交</p>

项目	图 例	说 明
尺寸界线		<p>尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、细线或对称中心线处引出,也可直接以这些线作为尺寸界线;</p> <p>尺寸界线一般应垂直于尺寸线,必要时才允许倾斜;</p> <p>尺寸界线的长短,一般以超过箭头2 ~ 3 mm 为宜</p>
圆的尺寸注法		<p>标注整圆或大于半圆圆弧的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ϕ”,尺寸线应通过圆心</p>
圆弧的尺寸注法		<p>标注小于或等于半圆圆弧的半径尺寸时,要注在反映圆弧的图形上,尺寸线从圆心出发,箭头指向圆弧,并在尺寸数字前加注符号“R”(图 a)</p> <p>当圆弧过大,在图纸范围内无法标出圆心位置时,按图(b)标注</p> <p>不需标出圆心位置时,按图(c)标注</p>
球面尺寸的注法		<p>标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“S”或“SR”</p>
角度尺寸的注法		<p>标注角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,其圆心为该角的顶点,其半径取适当大小(图(a))</p> <p>角度数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处,或尺寸线的上方、外边或引出标注(图(b))</p>

项目	图 例	说 明
小尺寸的注法		没有足够地方画箭头或注写尺寸数字的小尺寸,可按图示形式进行标注

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,由图形轮廓线、轴线(或对称中心线)处引出,并超出尺寸线(或箭头)约2 mm。

图 1—8 图线的应用示例

2. 尺寸线

尺寸线应画在尺寸界限之间,用细实线绘制。

尺寸线终端可采用箭头或45°斜短线两种形式。箭头适用于图样中的各种尺寸标注。箭头应按表 1—5 的要求画。45°斜短线只适用于线性尺寸。45°斜短线的长度应为2~3 mm,其方向相当于尺寸界线顺时针方向旋转45°。

3. 尺寸数字

尺寸数字写在尺寸线的上方或尺寸线断开的地方,尽可能接近尺寸线的中央部位,尺寸数字的字头方向,向上或向左。如表 1—5 所示。

第二节 绘图工具及仪器的使用

要画好图样,首先要有绘图工具。工具齐全、使用得法,对提高制图的速度和质量起着很重要的作用。现将几种常用的绘图工具名称和使用方法介绍如下。

一、铅 笔

铅笔的笔芯有软硬之分:分别以标号“B”和“H”来表示。B前面的数字愈大,表示笔芯愈软;H前面的数字愈大,表示笔芯愈硬。绘图时,根据不同的要求采用不同的铅笔。

B 或 HB——用来加深粗实线;

H 或 HB——写字、画箭头;

H 或 2H——画底稿线及细线型的图线;

B 或 2B——装入圆规的铅芯插脚内,加深粗实线的圆或圆弧。

铅笔的削磨也很讲究,不同的用途,有不同的削磨要求。其中,用于画粗实线的铅芯应磨成矩形断面,其余则磨成圆锥形。圆规插角上的铅芯,根据不同的要求磨成不同的形状。如图 1—9 所示。

图 1—9 铅笔的削磨

铅笔的使用也有一定的规律,用铅笔画线时,笔杆应向画线的前进方向倾斜约 30°角,但不得前倾后仰。画粗实线时,因用力较大、倾斜角度可适当地小一些。画线用力要均匀,且匀速前进,不能出现线段不均匀现象。衡量图样是否清晰美观,在很大程度上取决于图样中的图线是否均匀。

二、绘图工具

(一)图板

图板是固定图纸用的木质垫板,板面要保持平坦光滑。图板由板面和导边组成(图板的左右两边称为导边)。常用的图板规格有 0 号、1 号、2 号。画图前应根据图纸的大小来选择图板的号数,将图纸用透明胶带纸固定在图板上。

(二)丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成,尺头与尺身的连接处必须牢固。将尺头的内侧边紧贴图板的导边上下移动,用尺身的工作边便可以画出不同位置的水平线,如图 1—10 所示。丁字尺用完后,应垂直挂在干燥的地方,防止翘曲变形。

(三)三角板

一副三角板分 45°—90°角和 30°—60°—90°角的各一块。三角板是最常用的画图工具。两块三角板配合使用,可以画出已知直线的平行线和垂直线,如图 1—11 所示。如果它和丁字尺配合使用,可以直接画出垂直线和 30°、45°、60°的斜线以及 15°倍角的斜线,如图 1—10 所示。

(四)圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规固定腿上的钢针有两种不同形状的尖端;带台阶的尖端是画圆或圆弧时定心用的,锥形的尖端可作分规使用;活动腿上具有肘形关节,以便更换插脚,如铅芯插脚、鸭嘴笔插脚及作分规用的锥形钢针插脚,如图 1—12(a)所示。图 1—12(b)所