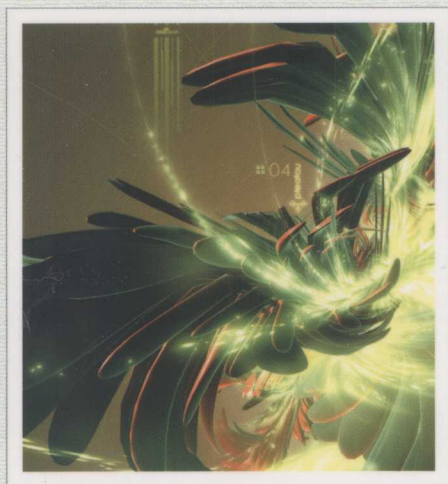


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列



机械制图

高等职业技术教育研究会 审定

文学红 宋金虎 主编

王南燕 董文杰 副主编

Mechanical Drawing

- ◆ 采用最新国家标准
- ◆ 突出读图基本技能
- ◆ 配备丰富教辅资源



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

注册 (CIP) 目录第五种图

出版单位：北京一、编主宋金虎、文学红、图编编

果如表分目取取协会等育教本技业理国中

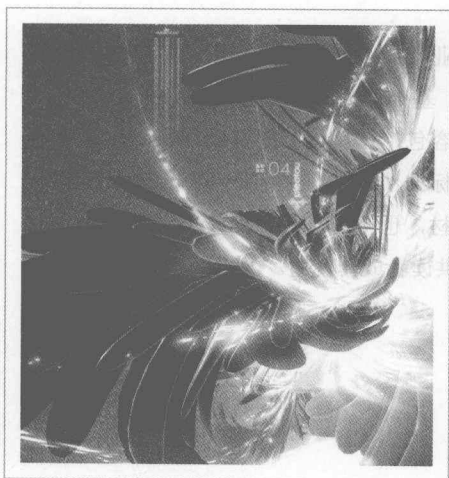
ISBN 978-7-115-19770-2

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列

要容内



机械制图

高等职业技术教育研究会 审定

文学红 宋金虎 主编

王南燕 董文杰 副主编

Mechanical Drawing



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 文学红, 宋金虎主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

ISBN 978-7-115-19770-2

I. 机… II. ①文…②宋… III. 机械制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第030858号

内 容 提 要

本书是以《高职高专工程制图课程教学基本要求(机械类专业)》为依据,结合作者多年的实践教学经验,针对高职院校的特点编写的,注重培养学生的实践能力,基础理论简明实用。

本书采用最新的《技术制图》和《机械制图》标准,主要内容包括:机械制图基础知识、投影理论基础、基本几何体的投影、组合体的视图、机件常用的表示法、标准件和常用件、零件图、装配图等。本书可作为高职高专和成人教育学院机械类、近机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。与本书配套的《机械制图习题集》由人民邮电出版社同时出版,可供读者成套使用。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列

机械制图

◆ 审 定 高等职业技术教育研究会

主 编 文学红 宋金虎

副 主 编 王南燕 董文杰

责任编辑 潘春燕

执行编辑 潘新文

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 17.25

字数: 424千字

2009年5月第1版

印数: 1—3000册

2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19770-2/TN

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与
“双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

李秀忠 周明虎 林 平 韩志国 顾 晔 吴晓苏 周 虹 钟 健
赵 宇 冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林
吴新佳 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育“双证课程”培养方案规划

教材·机电基础课程系列编委会

主 任：李秀忠

副主任：吴晓苏 孙慧平

委 员：	徐小增	郭建尊	王诗军	李艳霞	王金花	蔡冬根	林党养	刘树青	娄 琳
金文兵	朱 强	霍苏平	周 玮	周 兰	孙小撈	张伟林	贾俊良	陈万利	杨占尧
郑 金	黄中玉	李 辉	赵宏立	华满香	周建安	孙卫锋	林宗良	金英姬	黄义俊
董小金	戴晓东	牛荣华	丁如春	冯锦春	刘 岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	文学红
毛好喜	李本红	任成高	余慰荔	周旭光	苏 伟	刘 宏	吕永峰	王雁彬	邵 萍
郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆华	张江城	冯 宁	吴 灏	阮予明	李振杰	李 英
燕居怀	谢海良	王 浩	张中明	陈桂芳	宋雪臣	楚 忠	王双林	王广业	刘 慧
孟庆平									

审稿委员会

主 任：彭跃湘

副主任：胡进德

委 员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄 军	谭 毅	谢响明	汤长清	高荣林
卜新民	罗澄清	王德发	王德山	栾 敏	谢伟东	李 学	张 鑫	吕修海	王达斌
周 林	熊 江	王军红	邓剑锋	杨国生	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向 东
葛序风	李建平	刘战术	魏东坡	肖允鑫	李 丹	张光跃	陈玉平	林长青	王玉梅
戴晓光	罗正斌	刘晓军	张秀玲	袁小平	李 宏	张凤军	孙建香	陈晓罗	肖 龙
何 谦	周 玮	张瑞林	周 林	潘爱民	徐国洪	张国锋	陈孝先	夏光蔚	李燕林
刘一兵	田培成	刘 勇	冯光林	魏仕华	曹淑联	孙振强	罗 伦	田 晶	卜燕萍
王少岩	山 颖	温钢云	蔡超强	刘建敏	吴京霞	张海筹	张森林	范恒彦	朱庚生
丁明成	李华楹	孟华峰	范恒彦	高荣林	杨亚辉	鞠加彬	白福民	宋丽华	王世桥
孙 岩	彭跃湘	李 明	吴春玉	吴 民	张华忠	牟志华	申凤琴	孙佳海	黎川林
孟 平	杨 强	麦崇裔	胡进德	吴德平	赵红毅	王观海	公 相	王朝红	姬红旭
吕 品	李 凡	李 江							

本书主审：王少岩

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于“双证书”的专业解决方案、课程资源匮乏,“双证课程”不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立、又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、“双

证课程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于“双证书”的专业教学方案，也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

《机械制图》是一门培养学生用投影法绘制和阅读机械工程图样以及解决机械加工中空间几何问题的课程，是高等职业技术学院机械类专业必修的一门主要的技术基础课。

本书以《高职高专工程制图课程教学基本要求（机械类专业）》为依据，结合多所院校一线教师的教学经验，并在广泛吸取高职高专制图教学改革实践经验以及其他同类教材优点的基础上编写而成。全书在编写上注重培养学生的实践能力，基础理论简明实用，符合职业教育“实用为主、必需和够用为度”的教学原则；以典型零件为载体，将识图基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写中，文字叙述力求简明扼要，通俗易懂。

本书在编写过程中注重理论联系实际，将投影理论与图示应用相结合。与其他同类教材相比，本教材具有以下特点。

1. 全书贯彻最新的国家标准。力求与国家标准《技术制图》和《机械制图》的规定同步，使教材具有鲜明的时代特征。

2. 重组内容，优化体系结构。对传统的画法几何及机械制图的内容进行了慎重的取舍，内容设置注重实际应用和技能训练，着重能力培养，突出适应性、适用性、针对性。

3. 图例简明易懂、典型实用。

本书还配备了 PPT 课件、习题答案等教学资源，任课教师可到人民邮电出版社教学服务与资源网（www.ptpedu.com.cn）免费下载使用。本书的参考学时为 88 学时，各章的参考学时参见下表。

章号	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	练 习
1	机械制图基础知识	8	4
2	投影理论基础	6	4
3	基本几何体视图	10	2
4	组合体视图	6	4
5	机件常用的表示法	8	4
6	标准件和常用件	8	2
7	零件图	10	4
8	装配图	4	4
课时总计：88		60	28
制图测绘		1 周	

本书由文学红、宋金虎任主编，王南燕、董文杰任副主编。其中第 2、4、8 章由文学红编写，第 4 章的第 2 节、第 3 节由宋金虎编写，第 1、3、7 章由王南燕编写，第 5、6 章由董文杰

编写。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免存在缺点和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 机械制图基础知识1

1.1 绘图工具的使用1

1.1.1 常用绘图工具的种类和 使用方法1

1.1.2 常用绘图仪器的种类和 使用方法3

1.1.3 常用绘图用品的种类和 使用方法5

1.2 制图的国家标准简介6

1.2.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)7

1.2.2 比例 (GB/T14690— 1993)11

1.2.3 字体 (GB/T14691— 1993)12

1.2.4 图线 (GB/T17450— 1998)14

1.2.5 尺寸注法 (GB/4458.4—2003)16

1.3 几何作图22

1.3.1 线段的等分22

1.3.2 圆周等分和正多边形的 画法23

1.3.3 斜度和锥度24

1.3.4 椭圆的近似画法25

1.3.5 圆弧公切线的作图方法26

1.3.6 圆弧连接26

1.4 平面图形的画法28

1.4.1 平面图形的尺寸分析28

1.4.2 平面图形的线段性质分析29

1.4.3 平面图形的绘图步骤和

尺寸标注29

本章小结31

第 2 章 投影理论基础33

2.1 正投影法33

2.1.1 投影法的基本概念33

2.1.2 投影法的分类34

2.1.3 正投影的特性34

2.2 三视图的形成35

2.2.1 视图的基本概念35

2.2.2 三投影面体系与三视图的 形成36

2.2.3 三视图的投影规律38

2.3 点的投影39

2.3.1 点的投影规律39

2.3.2 两点的相对位置和重影点41

2.4 直线的投影43

2.4.1 直线投影的基本特性43

2.4.2 各种位置直线的投影特性44

2.4.3 两直线的相对位置及其 投影特性47

2.5 平面的投影51

2.5.1 平面的表示法51

2.5.2 平面投影的基本特性52

2.5.3 各种位置平面的投影特性52

2.5.4 平面内作直线、作点的 方法55

本章小结58

第 3 章 基本几何体视图59

3.1 几类基本几何体的投影59

3.1.1 平面立体的投影59

3.1.2 回转体的投影64

3.2	立体表面的交线	72
3.2.1	截交线	72
3.2.2	相贯线	81
3.3	基本几何体轴测图的画法	87
3.3.1	轴测图的基本知识	88
3.3.2	正等轴测图	89
3.3.3	斜二等轴测图	94
	本章小结	95
第4章	组合体视图	97
4.1	组合体的形体分析	97
4.1.1	组合体的组合形式	97
4.1.2	形体分析法	100
4.2	组合体三视图及轴测图的画法	100
4.2.1	组合体三视图的画法	100
4.2.2	组合体正等轴测图的画法	102
4.3	组合体的尺寸标注	104
4.3.1	常见基本形体的尺寸注法	104
4.3.2	组合体的尺寸注法	107
4.4	识读组合体视图的方法	110
4.4.1	读组合体视图应注意的几个问题	110
4.4.2	读图的基本方法	112
4.4.3	由两个视图补画第三视图	113
	本章小结	114
第5章	机件常用的表示法	115
5.1	视图	115
5.1.1	基本视图及配置	115
5.1.2	局部视图	117
5.1.3	斜视图	117
5.2	剖视图	118
5.2.1	剖视图的基本概念	118
5.2.2	剖视图的种类	121
5.2.3	剖切面的种类	123
5.3	断面图	126
5.3.1	断面图的概念	126

5.3.2	断面图的种类和画法	127
5.3.3	断面图的标注	128
5.4	其他表示法	128
5.4.1	规定画法	128
5.4.2	简化画法	130
5.5	第三角画法简介	132
5.5.1	第三角画法的视图形成与配置	132
5.5.2	第三角画法与第一角画法的区别	134
5.5.3	第一角画法和第三角画法的识别符号	134
	本章小结	135
第6章	标准件和常用件	136
6.1	螺纹和螺纹连接件	136
6.1.1	螺纹	136
6.1.2	螺栓连接	146
6.1.3	螺柱连接	148
6.1.4	螺钉连接	150
6.2	齿轮的画法	151
6.2.1	直齿圆柱齿轮	152
6.2.2	直齿圆锥齿轮	156
6.2.3	蜗杆蜗轮	158
6.3	键、销连接及轴承、弹簧的画法	160
6.3.1	键及其连接	160
6.3.2	销及其连接	162
6.3.3	滚动轴承	163
6.3.4	弹簧	166
	本章小结	169
第7章	零件图	171
7.1	零件图的作用与内容	171
7.1.1	零件图的作用	171
7.1.2	零件图的内容	171
7.2	零件表达方案的确定	172
7.2.1	零件视图的选择原则	172
7.2.2	常用零件表达方案举例	174
7.3	零件图的尺寸标注	179
7.3.1	尺寸基准	179

7.3.2 合理标注尺寸应注意的问题	180
7.3.3 常见结构要素的尺寸标注方法	183
7.4 零件图上的技术要求	186
7.4.1 表面粗糙度及其标注方法	186
7.4.2 极限与配合	188
7.4.3 形状与位置公差	194
7.4.4 典型零件技术要求的确定	199
7.5 零件工艺结构简介	199
7.5.1 零件上的铸造工艺结构	199
7.5.2 零件上的机械加工工艺结构	202
7.6 识读零件图	204
7.6.1 识读零件图的要求	204
7.6.2 识读零件图的方法和步骤	205
7.7 零件测绘	209
7.7.1 零件的测绘步骤	209
7.7.2 零件尺寸测量方法	211
7.7.3 常见零件结构的测绘	213
本章小结	215
第 8 章 装配图	216
8.1 装配图的作用和内容	216

8.1.1 装配图的作用	216
8.1.2 装配图的内容	216
8.2 装配图的规定画法和特殊画法	218
8.2.1 装配图的规定画法	218
8.2.2 装配图的特殊画法	219
8.3 装配图尺寸标注和技术要求	222
8.3.1 装配图上的尺寸	222
8.3.2 装配图的技术要求	224
8.4 装配图的零、部件序号和明细栏	224
8.4.1 零、部件序号	225
8.4.2 明细栏	226
8.5 识读装配图和读图自测	227
8.5.1 识读装配图	227
8.5.2 读图自测	230
本章小结	233
附录 A 螺纹	234
附录 B 螺纹紧固件	237
附录 C 键与销	247
附录 D 滚动轴承	251
附录 E 标准公差	253
附录 F 轴和孔的极限偏差	254
附录 G 常用金属材料	259
参考文献	263

第1章

机械制图基础知识

机械图样的绘制方法主要有3种：尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。其中尺规绘图是传统的、应用最广泛的，也是本章将要介绍的作图方法。所谓尺规作图，就是在图板上借助丁字尺、三角板、圆规等绘图仪器绘制零件图和装配图，它要求工程技术人员熟悉国家标准的有关规定，正确地使用绘图工具，掌握几何作图的方法和技巧，并且还要通过绘图技能的训练以保证绘图质量，提高绘图速度。

1.1

绘图工具的使用

“工欲善其事，必先利其器。”要提高绘图的准确性和效率，必须正确地使用各种绘图工具和仪器并养成维护绘图工具和仪器的好习惯。下面介绍手工绘图时绘图工具和仪器的使用方法。

1.1.1 常用绘图工具的种类和使用方法

1. 图板

图板是用来铺放及固定图纸的矩形木板。图板一般分A0~A3四种规格，比相应的图纸略大些。图板表面应平坦光洁软硬适中，左右两边为导边，必须平直，如图1-1所示。

一般图纸用胶带纸固定在图板的左下角。画完图后，不要撕去胶带纸，只需将其向后卷贴在图纸的反面即可。不要使用图钉固定图纸，以免损坏板面。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成，主要用于绘制水平线。作图时，尺头应紧靠图板左侧，并上下移动尺身至画线位置，如图1-2(a)①所示；然后用左手按住尺身，再自左至右在尺身工作边画线，如图1-2(a)②所示；铅笔沿尺身工作边从左往右运笔角度，如图1-2(b)所示。禁止用丁字尺画垂线及用尺身下边缘画水平线。

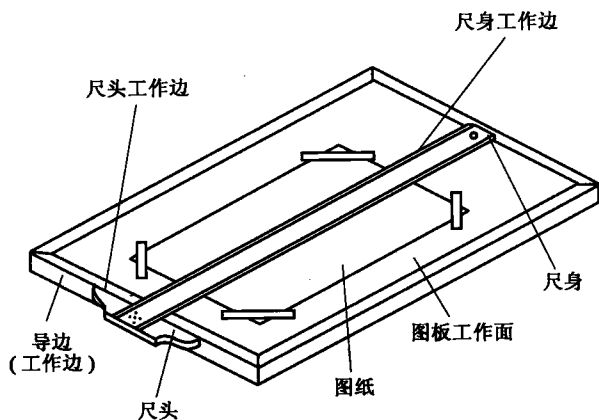


图 1-1 图板、丁字尺及图纸的固定

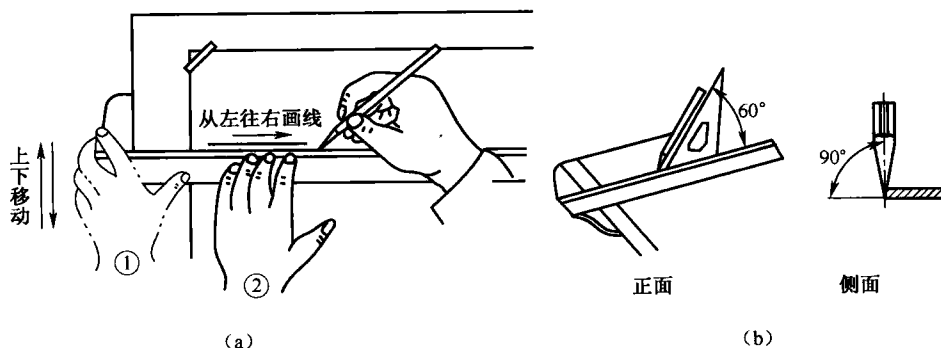


图 1-2 用丁字尺画水平线

3. 三角板

一副三角板是由两块组成的，其中一块是两锐角均为 45° 的直角三角形，另一块是两锐角分别为 30° 、 60° 的直角三角形。三角板与丁字尺配合，可左右移动至画线位置，自下而上画出一系列垂直线，如图 1-3 所示。

此外，用三角板和丁字尺配合，还可以画出各种 15° 倍数角度的斜线，如图 1-4 所示。如将两块三角板配合使用，还可以画任意方向已知线的平行线和垂直线，如图 1-5 所示。

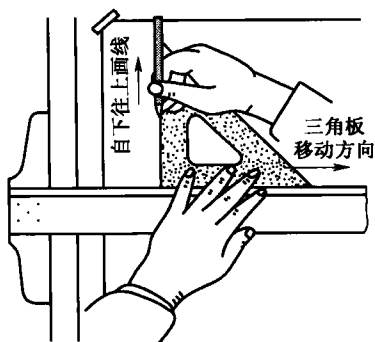


图 1-3 用三角板和丁字尺画垂直线

4. 曲线板

曲线板用于绘制非圆曲线。使用时应先定出曲线上足够数量的吻合点（不少于 4 个点），再选择曲线上曲率与其相吻合的部分，然后分段画出各段曲线。应注意某段曲线的末端应留一小段，当画下一段曲线时应使一小段与其重合，这样曲线才会圆滑。

5. 比例尺

比例尺又叫三棱尺，是将标准尺寸刻度换算成比例刻度刻在尺上。它的 3 个棱面上刻有 6 种不同比例的刻度。画图时，可按所需比例从比例尺上直接量取尺寸，不需要另行计算。

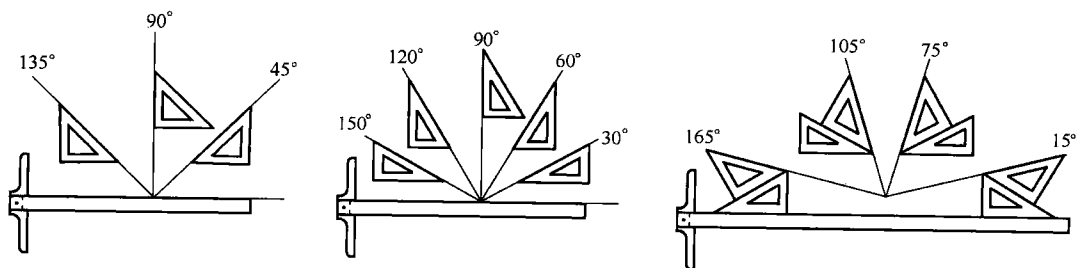


图 1-4 用三角板画 15° 倍数角度的斜线

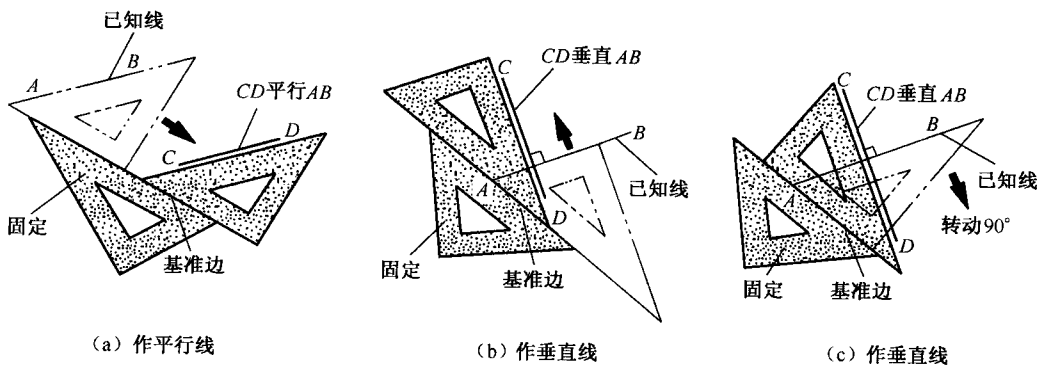


图 1-5 用两块三角板配合画任意方向已知线的平行线和垂直线

1.1.2 常用绘图仪器的种类和使用方法

1. 圆规

圆规用于画圆和圆弧。常用圆规及其附件如图 1-6 所示。

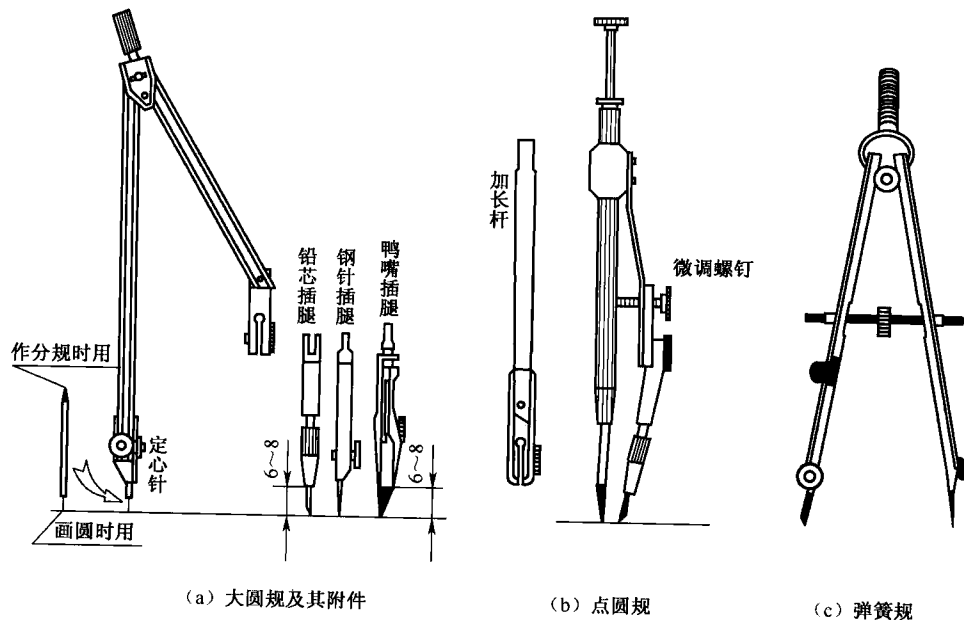


图 1-6 圆规的种类

圆规有大圆规和小圆规（包括点圆规和弹簧规）两种。大圆规有3个可更换的插腿和加长杆：铅芯插腿可画一般铅笔图上的圆或圆弧；钢针插腿可代替分规量取尺寸；鸭嘴插腿可用于描图；加长杆可画大圆。画圆时，圆规的钢针应使用有台肩的一端，并使台肩与铅芯尖平齐。大圆规的使用方法如图1-7(a)、(b)、(c)、(d)所示。

小圆规主要用于画5 mm以下的小圆。小圆规用微调螺钉进行调节，使所画圆精确，其使用方法如图1-7(e)所示。

圆规的铅芯应削成与纸面成 75° 的楔形，以使圆弧粗细均匀，如图1-7(f)所示。

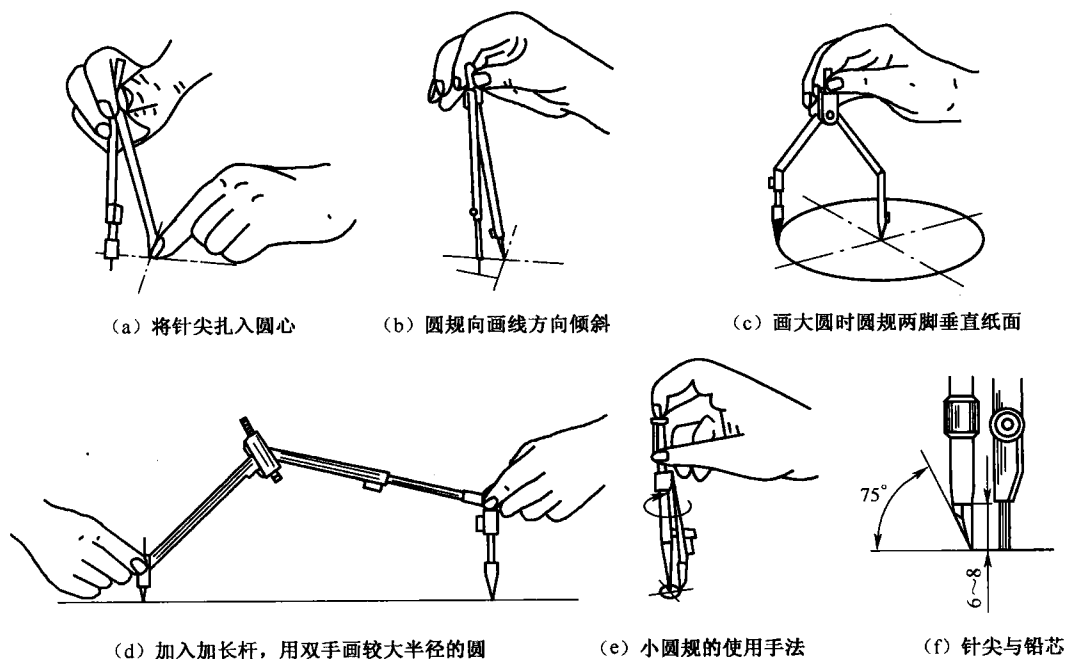


图 1-7 圆规的使用方法

2. 分规

分规主要用于等分线段和量取尺寸等。使用前应检查分规的两个钢针脚，尽量使两个钢针尖并拢时对齐，如图1-8所示。量取尺寸时，先张开至大于被量尺寸距离，再逐步压缩至被量尺寸大小，注意钢针不要扎进尺的刻度内，避免损坏尺上的刻度，具体手法如图1-9所示。分规等分线段时的作图方法将在后续章节介绍。

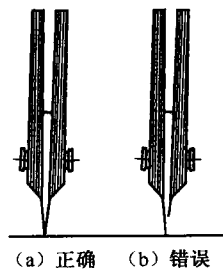


图 1-8 针尖对齐

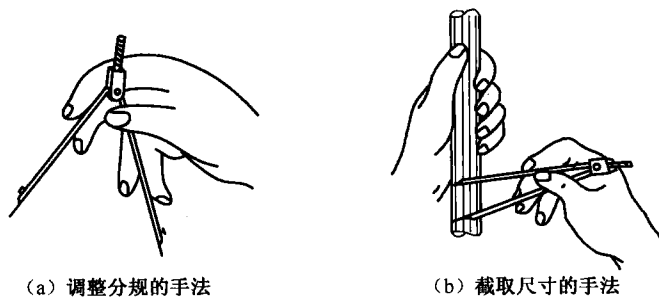


图 1-9 使用分规的手法

1.1.3 常用绘图用品的种类和使用方法

1. 铅笔

铅笔有木杆铅笔和活动铅笔两种,绘制图样通常用木杆铅笔。铅笔软硬程度分别以字母 B、H 及数字表示, B (H) 前的数字越大表示铅笔越软 (硬), HB 表示软硬适中。铅笔应削制成圆锥形或矩形,木杆用小刀削,铅芯用砂纸打磨成所需形状,其磨削方法及尺寸如图 1-10 所示。此外,铅笔应从没有标号的一端开始使用,以便保留软硬的标号。削制铅笔时常见的错误削法如图 1-11 所示。铅笔使用的注意事项有以下几点。

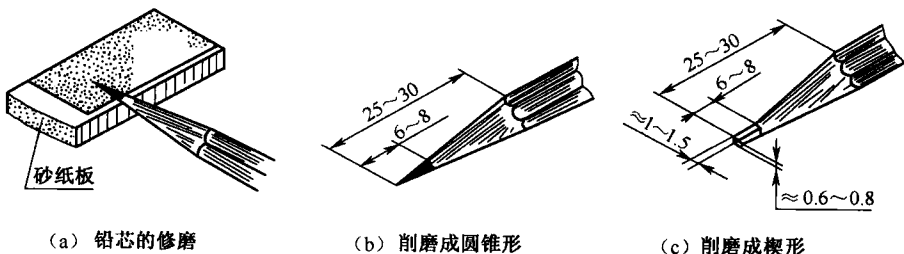


图 1-10 铅笔的磨削方法及尺寸

(1) 细线铅笔的削法

绘制细线所用的铅笔采用牌号为 HB 的铅笔,磨削成圆锥形,绘制时用力不要太大。很多书上推荐用 H 或 2H 的铅笔,实践证明对初学者来说是不好的,因为运笔的力度难以掌控,会造成擦去底稿图线后图样上仍有较深的划痕。此外,铅笔画秃后要及时磨削。

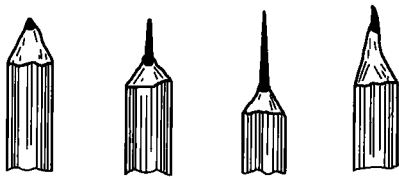


图 1-11 铅笔削法的错误示例

(2) 粗线铅笔的削法

绘制粗线所用的铅笔一般根据图形的大小和复杂程度采用牌号为 HB 或 B 的铅笔。按书中尺寸削出木杆及铅芯长度,铅芯一般用砂纸磨成楔形,即铅芯与笔杆连接部分为四棱台,尖部为长方体。铅芯断面矩形的长边要尽可能长,短边为粗实线的宽度,且使长方体较宽的侧面与笔杆六棱柱的一个侧面平行,这样易于保证铅芯的两侧面平行。

画粗实线时,要使矩形的短边和纸面接触,头部长方体铅芯较宽的侧面和丁字尺或三角板的导向棱面贴紧,用力要均匀,速度不要太快。为使画出的粗实线粗细均匀、颜色一致,一般应顺向画完一条线段,紧接着逆向回笔。使用时,若铅芯磨损不均匀或磨成圆秃形,可在砂纸上将铅芯磨好后再画。

(3) 粗线圆规铅芯的削法和使用的

绘制粗实线圆或圆弧所用的铅芯牌号一般比同一图样上的粗实线直线的铅芯牌号软一号。将铅芯也用砂纸磨成楔形。画圆时,要使铅芯和纸面垂直,侧棱和纸面均匀接触,用力要均匀,速度要慢,一遍画不黑可反方向重复一遍。

2. 绘图纸

绘图纸要求质地坚实,用橡皮擦拭不易起毛。画图时,将丁字尺尺头紧靠图板的导边,以