

中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械制图

(机械类)

主 编 冯秋官
责任主审 方昆凡
审 稿 吴自通

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2000 年颁发的
编写而成的，为中等职业教育国家规划教材。

全书分 14 章。主要内容包括制图的基本知识和技能，正投影法和三视图，点、直线、平面的投影，基本体，轴测投影，常见的立体表面交线，组合体，图样画法，标准件和常用件，零件图，装配图，换面法，展开图，焊接图，计算机绘图简介等。与本书配套，同时出版

本书可作为中等职业学校
其他专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目

机械制图/冯秋官主编. —北京: 高等教育出版社,
2001.7

ISBN 7 - 04 - 009796 - 6

. 机... . 冯... . 机械制图 - 专业学校 - 教
材 . TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字

责任编辑 席东梅 封面设计 王 责任绘图 朱 静
责任校对 朱惠芳 责任印制

机械制图

冯秋官 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010 - 64054588

传 真 010 - 64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

开 本 787 × 1092 1/16

版 次 年 月第 版

印 张 19.5

印 次 年 月第 次印刷

字 数 460 000

定 价 19.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻
落实
划，根据

障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

前 言

为了贯彻深化教育改革全面推进素质教育的决定，落实面向 21 世纪职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部 2000 年颁发的
几年教学改革实践经验，参考各类职业学校现行制图教材并吸收其中的成功经验，广泛听取各类职业学校制图教师的意见和建议，针对中职制图教学的实际，以面向 21 世纪中职教育的人才需求为出发点，编写了这套中职机械类制图教材。可供中等职业学校机械类、近机类各专业使用。

本教材的主要特点：

1. 根据中等职业教育的培养目标、教学要求和教育特点，教材将读图、绘图贯彻始终，加强读图、测绘和徒手画草图的能力训练，努力做到读图和测绘不断线，以培养学生的读图、绘图能力，实践能力和创新精神。

2. 采用模块式课程结构，把学生必须掌握的基本知识、基本理论和基本技能作为必修的基础模块，放在教材前面；在保证正确熟练表达机械图样的情况下，对有关画法几何中偏而深的内容，适当地降低了理论要求。同时，规定了拓宽加深的选学内容，放在教材后面或用打 * 号穿插在有关章节中，以便根据不同学校的教学需要，灵活选用。

3. 教材体现了计算机绘图新知识、新技术，全面贯彻了最新的技术制图和机械制图标准以及其他相关的国家新标准，反映了加强实践能力训练的新方法。

4. 深化课程改革，重视职教特点，采用新的课程体系和编排次序，突出重点，讲求实用，理论联系实际，符合中职学生的认知规律，方便教与学。

本教材体系完整，取材适当，插图醒目，较好地体现了它的科学性、先进性、系统性和效用性，体现了中等职业教育的特色，能够满足生产第一线对高素质劳动者和中、初等专门人才的培养需求。符合我国中等职业教育的现状和今后的发展需要。

这套教材的使用建议：

1. 教材把教学内容分为必学的基础模块和选学的拓宽加深模块。基础模块是中等职业学校机械类各专业学生都要学习的基本内容和最低要求。教材中标有“*”的内容为拓宽加深模块，供不同学校、专业、学制和岗位群的需要作弹性选择，四年制学生应尽量多学。

2. 掌握计算机绘图技术是科技迅速发展的需要，应努力创造条件，加强计算机绘图的教学。我国幅员广大，中等职业学校类型多，各校教学条件和教学要求不同。本教材针对目前大多数中等职业学校计算机绘图教学的实际和需要，计算机绘图部分仅作简单介绍。为便于加强计算机绘图的教学，便于教材及时更新以适应计算机绘图迅速发展的需要，更详细深入的内容由蓝汝铭另行单独编写成册。

计算机绘图教学，可以集中进行，也可以按章节与传统制图融合在一起进行。

3. 本课程教学共需 160 ~ 196 学时，学时分配参考表如下：

章 次	学 时 数	章 次	学 时 数
绪 论	0.5	第八章 图样画法	16
第一章 制图的基本知识和技能	13.5	第九章 标准件和常用件	14
第二章 正投影法和三视图	4	第十章 零件图	26
第三章 点、直线、平面的投影	8	第十一章 装配图	22
第四章 基本体	8	*第十二章 换面法	4
第五章 轴测投影	6	*第十三章 其他图样	4
第六章 常见的立体表面交线	12	第十四章 计算机绘图简介	2~30
第七章 组合体	16	机 动	12

由于教材适用面宽，学时分配仅作为建议，在保证达到教学要求的前提下，对教学内容、次序和学时分配等，可根据具体需要作适当的调整。对学时分配的弹性建议，有的专业、工种只需达到基本要求时，采用下限学时教学，有的专业、工种对此要求较高时，采用上限学时教学。

4. 测绘实践是学完制图理论课后的综合实践环节，应集中进行。完成实际测绘学时有困难时，可适当给出部分零件图代替一些零件的实际测绘。

5. 教学中要充分利用挂图、模型、多媒体课件、音像设备等教学手段。

参加本书编写的有：福建职业技术学院冯秋官（绪论、第一、二、三、四章），郑州大学赖雅琳（第五、十二、十三、十四章），陕西工业职业技术学院吕守祥（第六、七章），北京铁路机械学校安增桂（第八、九章），辽宁工学院职业技术学院史彦敏（第十、十一章），由冯秋官任主编。

高等教育出版社聘请鞍山钢铁学校金大鹰担任主审，参加审稿的还有：上海市公用事业学校韩湘、重庆工业职业技术学院陈树国、郑州铁路职业技术学院刘锦尧、南昌铁路机械学校刘巨声、河北机电学校梁玉春、黑龙江机械制造学校马德新、广东机械学校江丽珍、厦门工业学校刘玉恩、大连工业学校杨力等同志，他们对本书初稿提出许多宝贵意见。在编写过程中，我们还得到教育部职业教育与成人教育司组织的多个课题组的关怀和支持，得到高等教育出版社有关领导和编辑的反复指导，广大中职制图教师也热情地提出许多编写意见和建议，在此一并表示诚挚感谢。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过，由东北大学方昆凡教授担任责任主审，吴自通教授审稿。两位教授对提高书稿质量起了重要作用，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中一定有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2001年2月

目 录

绪 论	1	第八章 图样画法	106
第一章 制图的基本知识和技能	2	第一节 视图	106
第一节 常用绘图工具、用品及其用法	2	第二节 剖视图	110
第二节 制图国家标准的基本规定	6	第三节 断面图	122
第三节 常用几何图形的画法	20	第四节 其他表示方法	125
第四节 平面图形的画法	25	第五节 读剖视图	131
第五节 草图的画法	27	第六节 各种表示方法的应用举例	133
第二章 正投影法和三视图	30	* 第七节 第三角画法简介	135
第一节 投影法的基本知识	30	第九章 标准件和常用件	139
第二节 三视图的形成及其对应关系	31	第一节 螺纹	139
第三章 点、直线、平面的投影	36	第二节 常用螺纹紧固件	147
第一节 点的投影	36	第三节 键连接和销	153
第二节 直线的投影	40	第四节 齿轮	157
第三节 平面的投影	44	第五节 滚动轴承	166
第四章 基本体	51	第六节 弹簧	170
第一节 平面立体	51	第十章 零件图	174
第二节 回转体	54	第一节 零件图的视图选择	176
第三节 基本体的尺寸注法	58	第二节 零件上常见的工艺结构	178
第五章 轴测投影	61	第三节 零件图上的尺寸标注	182
第一节 轴测投影的基本知识	61	第四节 零件图上技术要求的注写	188
第二节 正等轴测图画法	62	第五节 常见典型零件分析	202
第三节 斜二轴测图画法简介	68	第六节 零件测绘	211
第六章 常见的立体表面交线	71	第七节 读零件图	215
第一节 截交线	71	第十一章 装配图	218
第二节 相贯线	81	第一节 装配图的规定画法和特殊画法	220
第三节 截断体和相贯体的尺寸注法	88	第二节 装配结构的合理性	222
第七章 组合体	90	第三节 装配图上的尺寸标注和技术要求	225
第一节 组合体的形体分析	90	第四节 装配图中零、部件的序号和明细栏	226
第二节 组合体的三视图画法	91	第五节 部件测绘和装配图画法	228
第三节 组合体的尺寸注法	93	第六节 读装配图和由装配图拆画零件图	231
第四节 读组合体视图	97		
第五节 组合体的轴测图画法	101		
第六节 模型测绘	103		

* 第十二章 换面法	236	第二节 AutoCAD 绘图操作步骤	265
第一节 换面法原理	236	附录	276
第二节 换面法的基本作图	238	一、螺纹	276
* 第十三章 其他图样	243	二、常用标准件	279
第一节 展开图	243	三、常用零件结构要素	291
第二节 焊接图	249	四、极限与配合	294
第十四章 计算机绘图简介	256	五、常用材料及热处理	298
第一节 AutoCAD 基本知识	256		

绪 论

一、图样及其在生产中的用途

根据投影原理、标准或有关规定绘制的表示工程对象,并有必要的技术说明的图,称为图样。

在现代的工业生产中,无论是机器、仪器的设计、制造与维修,还是工程建筑的设计与施工,都是通过图样来进行的。设计者通过图样来表达设计意图;制造者根据图样进行制造与施工;使用者通过图样了解它的构造和性能,掌握正确的使用和维护方法。因此,图样是工业生产中的重要技术文件,是交流技术思想的重要工具,是工程界的技术语言。工程操作人员必须具备绘制和阅读图样的能力。

不同部门使用的图样名称不同,要求也不同。用来表示机器、仪器等的图样,称为机械图样。机械制图就是研究绘制与识读机械图样的基本原理和方法的一门学科。

二、本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生具有一定的识读和绘制机械图样的能力、空间想象和思维能力以及绘图技能,为提高学生全面素质、形成综合职业能力和继续学习打下基础。通过本课程的教学,使学生:

1. 掌握正投影法的基本理论和作图方法;
2. 能够执行制图国家标准及其他有关规定;
3. 具有识读中等复杂程度的零件图和装配图,绘制中等复杂程度的零件图和简单装配图的基本能力;
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,具有徒手画图的技能;
6. 了解计算机绘图的基本知识,能用计算机绘制简单的机械图样;
7. 具有创新精神和实践能力,认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

1. 本课程是实践性很强的工程技术基础课。学习中,要注意物体和图样相结合,由浅入深,通过由空间到平面,由平面到空间的多画、多读、多想、反复实践,及时、独立、认真地完成习题和作业。同时还应通过参观生产现场和机械产品,借助模型、轴测图、实物等,增加生产实践知识和表象积累,培养和发展空间想象和思维能力。

2. 要严格遵守、认真贯彻

定,要重视学习和严格遵守,对其中常用的标准,应牢记并能熟练地运用。

3. 要正确地使用绘图工具和仪器,同时应注重计算机绘图和徒手绘图能力的培养。

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 常用绘图工具、用品及其用法

要提高手工绘图的质量和速度，必须正确熟练地使用各种绘图工具和用品。本节主要介绍常用的手工绘图工具、用品及其用法。

一、图板

图板是用来铺放、固定图纸并进行绘图的边。注意板面和工作边完好不受损，要防止受潮和受热。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分构成，如图 1 - 1 所示，它主要用来画水平线。使用时，左手扶住尺头，并使尺头工作边紧靠图板工作边，上下移动到画线位置

线部位压住尺身，右手握笔，沿丁字尺工作边自左向右画水平线

画铅垂线，也不能用尺身下缘画水平线。用完要将丁字尺挂起，以免变形、跌坏或踩断。

图 1 - 1 图板和丁字尺

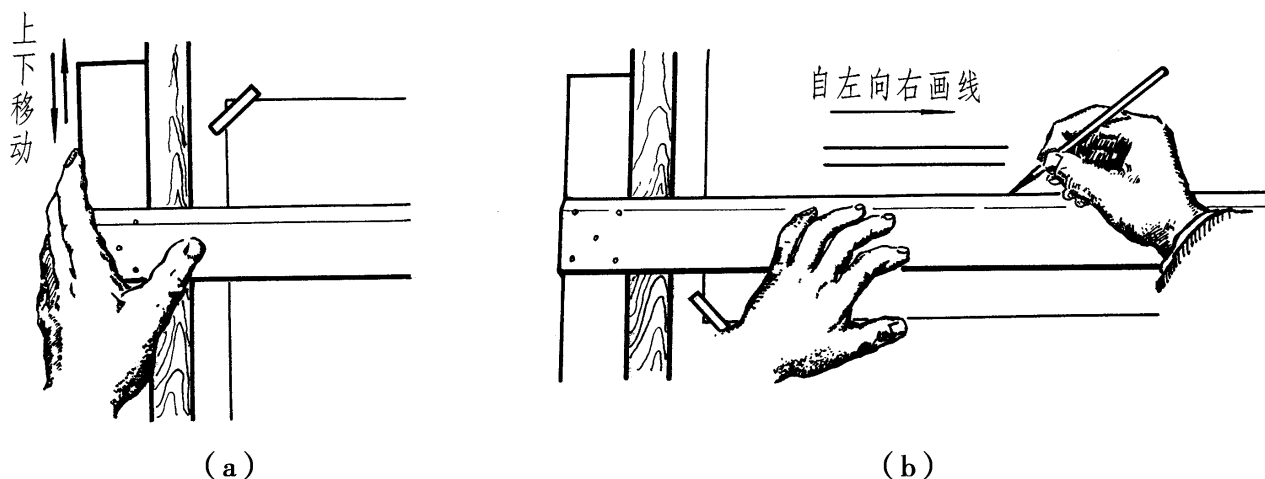


图 1 - 2 用丁字尺画水平线

三、三角板

三角板与丁字尺配合，可以画水平线的垂直线，如图 1 - 3 所示。画线时，三角板的一直角边靠紧丁字尺尺身工作边，另一直角边置于左侧，左右移动三角板至画线位置，左手按住丁字尺和三角板，右手握笔，自下而上沿三角板左边画垂直线。

三角板与丁字尺或直尺配合使用，可画与水平线成 15° 倍数角的斜线，如图 1 - 4 所示。

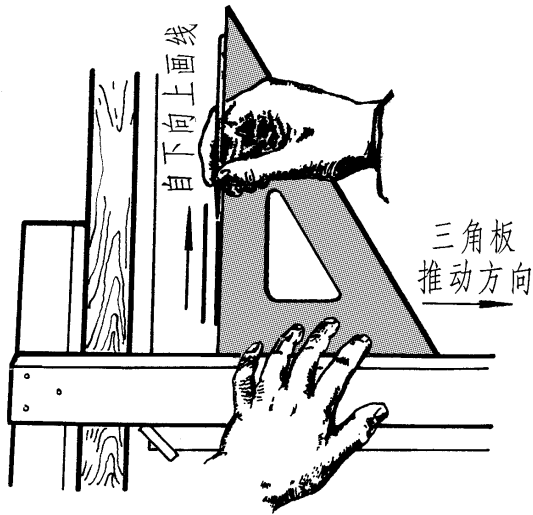


图 1 - 3 用三角板与丁字尺画垂直线

图 1 - 4 用三角板画 15° 倍数角的斜线

两块三角板配合，还可以画任意已知直线的平行线或垂直线，如图 1 - 5 所示。

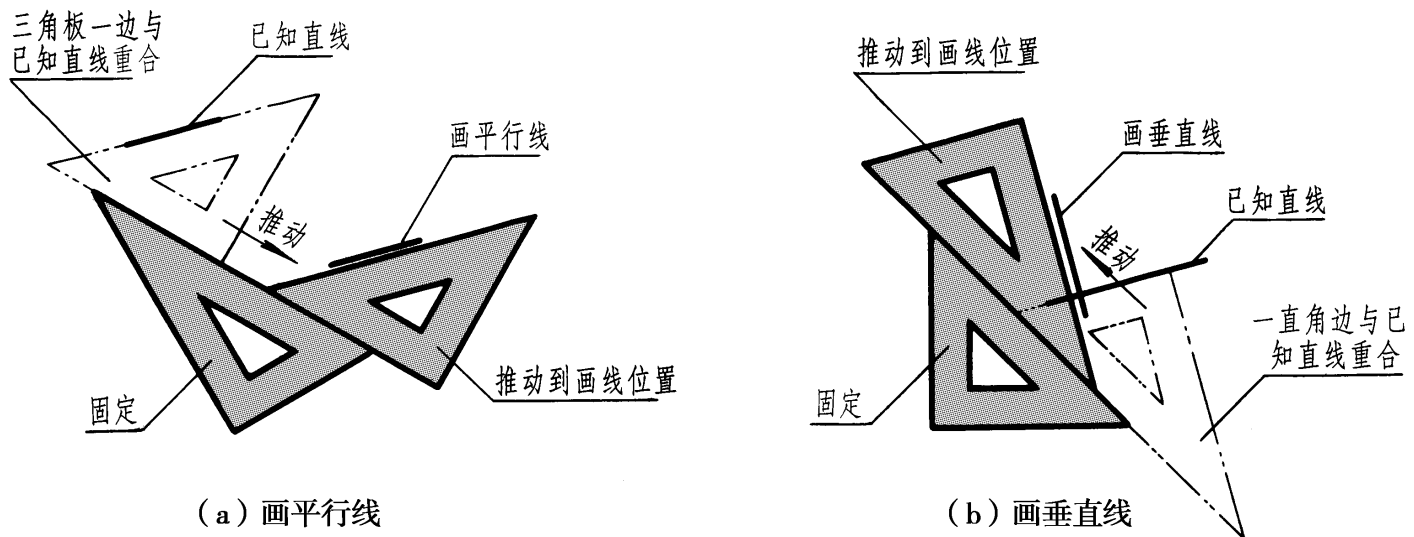


图 1 - 5 画已知直线的平行线和垂直线

四、圆规

圆规用来画圆和圆弧。它的一条腿上装有钢针，另一条腿上可换装三种插脚和接长杆，其构造和附件如图 1 - 6 所示。

画圆前，应将插脚上的铅芯削好，将钢针有台肩的一端朝下，并使台肩面与铅芯尖端平齐，如图 1 - 7 所示。

画圆时，应将钢针尖对准圆心

按顺时针方向画圆，并向前进方向稍微倾斜，画小圆时，圆规两脚应向里弯曲较大圆时，应调整钢针与铅芯插脚，保持与纸面垂直

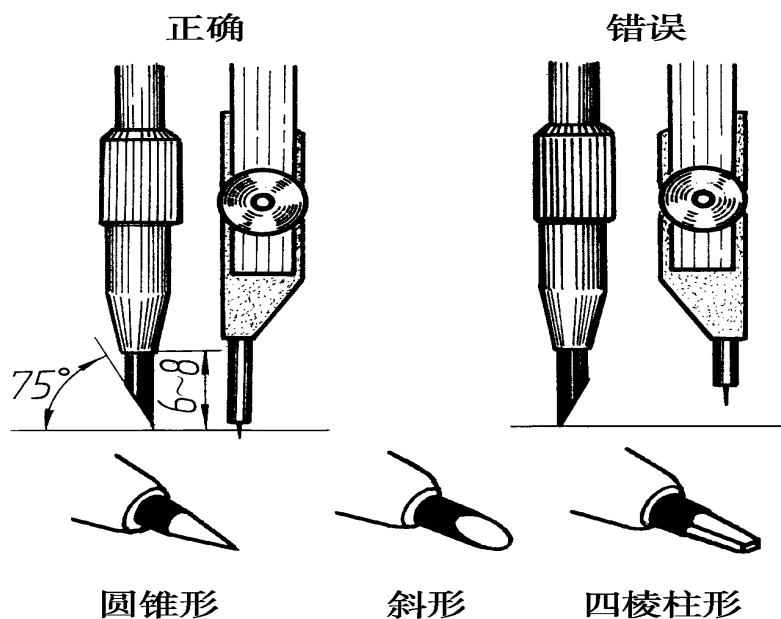


图 1 - 6 圆规及其插脚

图 1 - 7 圆规用定心钢针的安装及铅芯形状

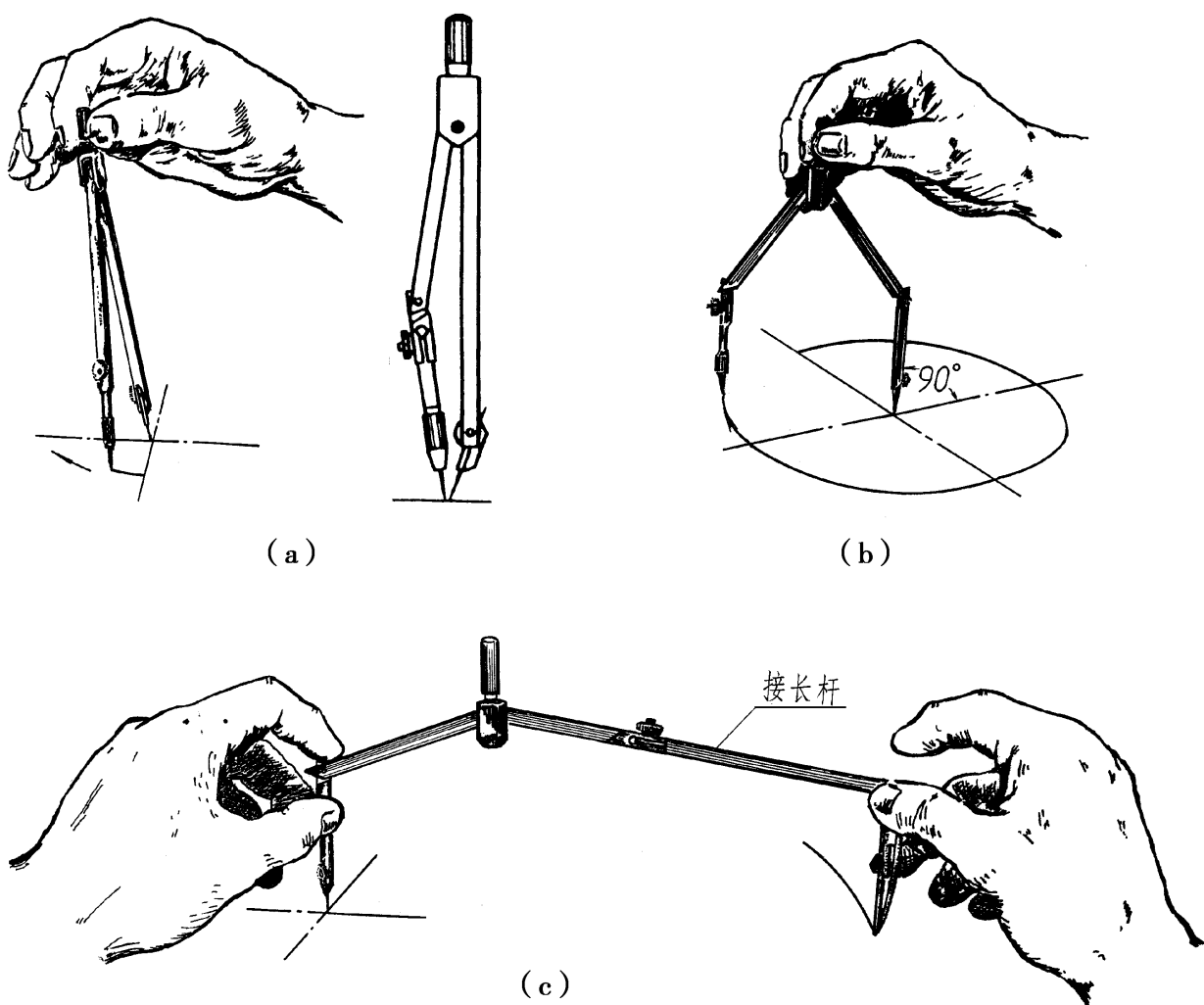


图 1 - 8 圆规的使用

五、分规

分规用来量取尺寸和截取、等分线段。当两腿并拢时，两针尖应会合于一点。分规的开

合，用一只手控制
心，沿给出的直线连续截取

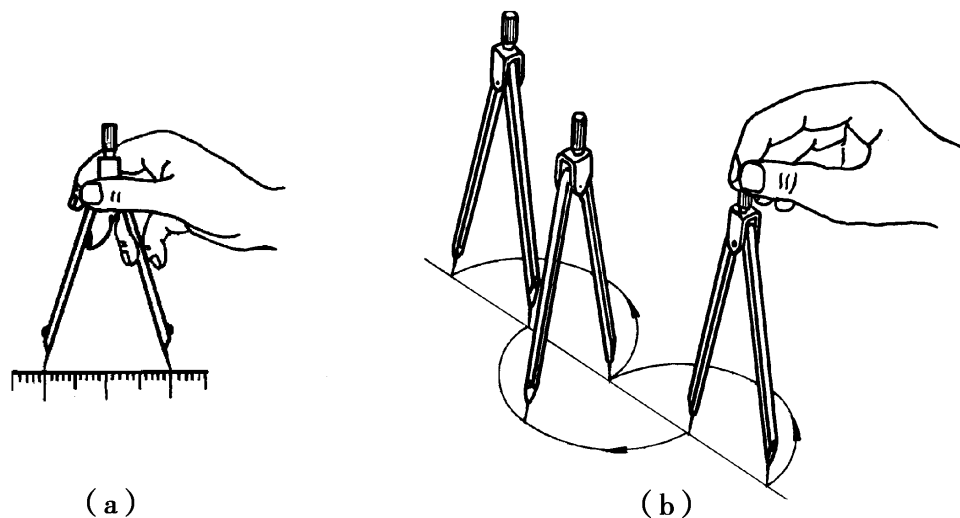


图 1 - 9 分规的使用

六、铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用标号 B 或 H 表示。B 前数字越大，铅芯越软，H 前数字越大，铅芯越硬，HB 铅芯软硬适中。

绘图时，一般用 H 或 2H 铅笔画底稿线，用 HB 或 B 铅笔画粗线
的 B 或 2B)

铅笔应从没有标号的一端开始削起，木杆削去约 30 mm，铅芯外露约 8 mm。用于画底稿线、细线和写字的铅笔，其铅芯宜磨成圆锥形
磨成宽度 d 接近粗线宽度的扁四棱柱形

图 1 - 10 铅笔的削磨

七、绘图纸

绘图纸要求质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛，并符合国家标准规定的幅面尺寸。固定图纸时，应将图纸置于图板左下方
尺身工作边密合摆正。然后将图纸摊平，四角用胶带纸固定在图板上，如图 1 - 1 所示。

以上是手工绘图所使用的最基本的绘图工具和用品。除此之外，必备的绘图工具和用品还有比例尺、曲线板、胶带纸、擦线板、墨线笔等。随着制图技术的日益发展，许多实用的多功能制图工具也在不断问世，如针管式制图笔，多用模板等。特别是近年来，计算机绘图的应用使工程图样的绘制变得更快捷、清晰、准确。

第二节 制图国家标准的基本规定

图样是现代化工业生产中的重要技术文件。为了便于生产和进行技术交流，图样的格式、内容和表示方法必须有统一的规定。为此，国家质量技术监督局发布实施了一系列国家标准等五个标准中的基本内容。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)^注

为了便于图纸的使用和保管，国家标准对图纸幅面尺寸、图框格式、标题栏的方位、附加符号等作了统一规定。

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1 - 1 所规定的五种基本幅面。其中，A0 幅面最大，面积约为 1 m^2 ，其余都是后一号为前一号幅面的一半长幅面，但加长后的幅面尺寸须由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1 - 1 图纸基本幅面代号和尺寸

	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，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图 1 - 11、图 1 - 12 所示，其尺寸见表 1 - 1。但同一产品的图样只能采用一种格式。

3. 标题栏的方位

绘图时，必须在每张图纸的右下角画出标题栏

1989 列举的标题栏

1 - 14 所示的简化标题栏。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1 - 11a、图

注：“GB/T”为推荐性国家标准，“14689”为标准的编号，“1993”表示该标准是 1993 年发布的。

图 1 - 11 不留装订边的图框格式

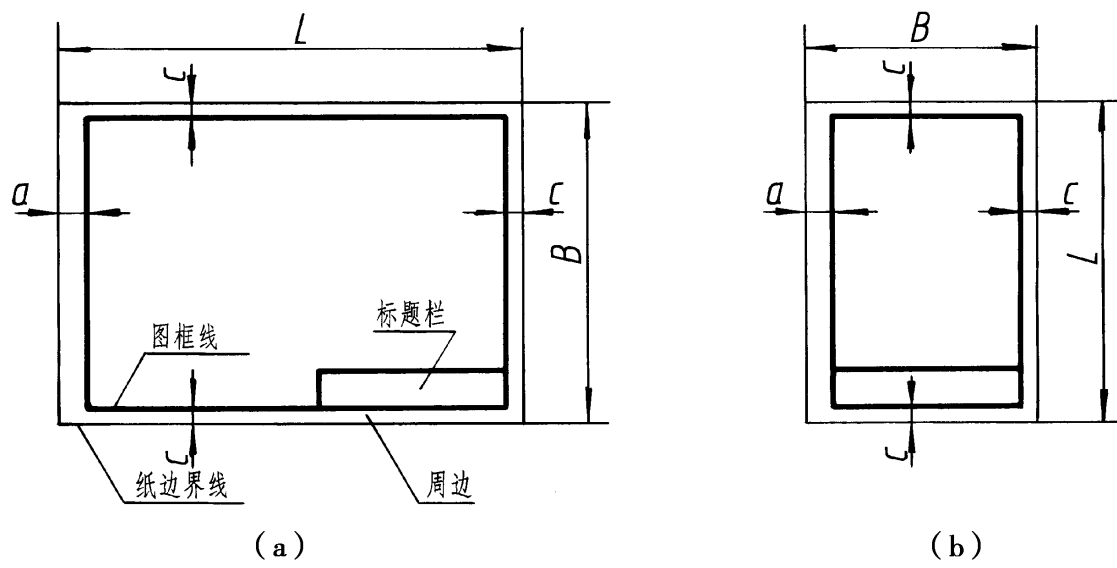


图 1 - 12 留装订边的图框格式

图 1 - 13 标题栏的格式和尺寸

1 - 12a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1 - 11b、图 1 - 12b 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1 - 15 所示；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1 - 16 所示。

图 1 - 14 制图作业用简化标题栏

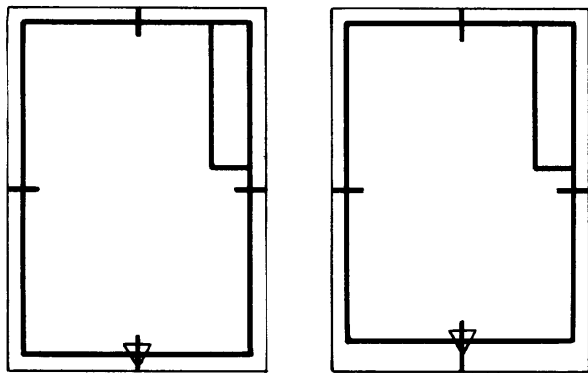


图 1 - 15 X 型图纸短边置于水平

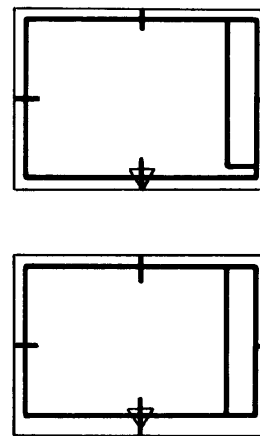


图 1 - 16 Y 型图纸长边置于水平

4. 附加符号

号图纸，均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号

1 - 16)

边界开始至伸入图框内约 5 mm，位置误差不大于 0.5 mm。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1 - 16 所示。

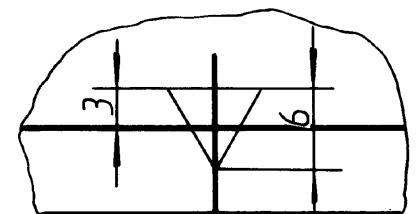


图 1 - 17 方向符号

时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1 - 15、图 1 - 16 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置如图 1 - 17 所示。

二、比例(GB/ T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

需要按比例绘制图样时，应由表 1 - 2 规定的系列中选取适当的比例。必要时，允许选取表 1 - 3 中的比例。

表 1 - 2 比例(一)

种 类	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
缩小比例	1 2	1 5	1 10
	$1/2 \times 10^n$	$1/5 \times 10^n$	$1/10 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1 - 3 比例(二)

种 类	比 例				
放大比例	4 1	2.5 1			
	4×10^n 1	2.5×10^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。

为使图形能直接反映实物的真实大小，绘图时，应尽可能采用原值比例。需要采用放大或缩小比例绘图时，图形上所注的尺寸数值，必须是实物的实际大小。带角度的图形，不论放大或缩小，仍应按实际角度绘制和标注。

标注比例时，比例符号应以“ ”表示，如 1 1，2 1，1 2 等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如：

$$\frac{I}{2} \quad \frac{A}{100} \quad \frac{B-B}{2.5}$$

三、字体(GB/ T 14691—1993)

图样中书写的字体必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

字体高度 (h 表示)

要书写更大的字，其字体高度应按 2 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 h/ 2。

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。初学书写长仿宋体字

时,应先画好格子。书写时,笔画要一笔写成,不要勾描,横要从左到右平直且略微提升,竖要铅垂,起落笔有力露锋;偏旁部首比例分配适当,结构匀称美观;主要笔画尖锋触格,但切忌一律追求满格。表 1 - 4 为长仿宋体字的基本笔画和写法,图 1 - 18 为长仿宋体字的示例。

表 1 - 4 长仿宋体字的基本笔画和写法

笔画	形状和运笔方法	笔画	形状和运笔方法
点		捺	
横		钩	
竖		挑	
撇		折	

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图 机械 电子 汽车 航空 船舶 土木 建筑 矿山 井坑 港口 纺织服装

3.5 号字

螺纹 齿轮 端子 接线 飞行 指导 驾舱 位 挖 凿 缸 弓 水 通 风 闸 阀 贝 棉 麻 毡 千

图 1 - 18 长仿宋体字示例

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d)$ $h)$

宽度 $d)$ $h)$ 的 $1/10$ 。同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,如图 1 - 19 所示。