

铁路职业教育铁道部规划教材

工程识图

GONGCHENGSHITU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

张世军 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中专)

工程识图

(第二版)

张世军 主 编
李晓林 主 审

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书内容主要包括画法几何和土建专业图两大部分。其中,在画法几何部分介绍了制图基础知识,投影基础,点、线、面的投影,基本体与组合体的投影,轴测投影,剖面及断面等;在土建专业图部分介绍了铁路线路工程图、钢筋混凝土结构图、桥梁工程图、涵洞工程图、隧道工程图。

本书为中等职业学校铁道工程专业、土木工程类专业及相近专业的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程识图/张世军主编. —2 版—北京:中国铁道出版社,2010.10 (2013.1 重印)
铁路职业教育铁道部规划教材. 中专
ISBN 978-7-113-11892-1

I. 工… II. 张… III. 工程制图—识图法—专业学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 184964 号

书 名:工程识图(第二版)

作 者:张世军 主编

责任编辑:李丽娟

电话:010-51873135

教材网址:www.tdjiaocai.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:张玉华

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号,100054)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市兴达印务有限公司

版 次:2007 年 8 月第 1 版 2010 年 10 月第 2 版 2013 年 1 月第 6 次印刷

开 本:787mm×1 092mm 1/16 印张:7.25 插页:1 字数:175 千

书 号:ISBN 978-7-113-11892-1

定 价:16.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路中专教育铁道工程(工务)专业教学计划“工程识图”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育铁道工程(工务)专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育铁道工程(工务)专业教材编审组审定。

本书内容主要包括画法几何和土建专业图两大部分。其中,在画法几何部分介绍了制图基础知识,投影基础,点、线、面的投影,基本体与组合体的投影,轴测投影,剖面与断面等;在土建专业图部分介绍了铁路线路工程图、钢筋混凝土结构图、桥梁工程图、涵洞工程图、隧道工程图等。为了便于教学,同时编写出版了与本书相配套的《工程识图习题集》。

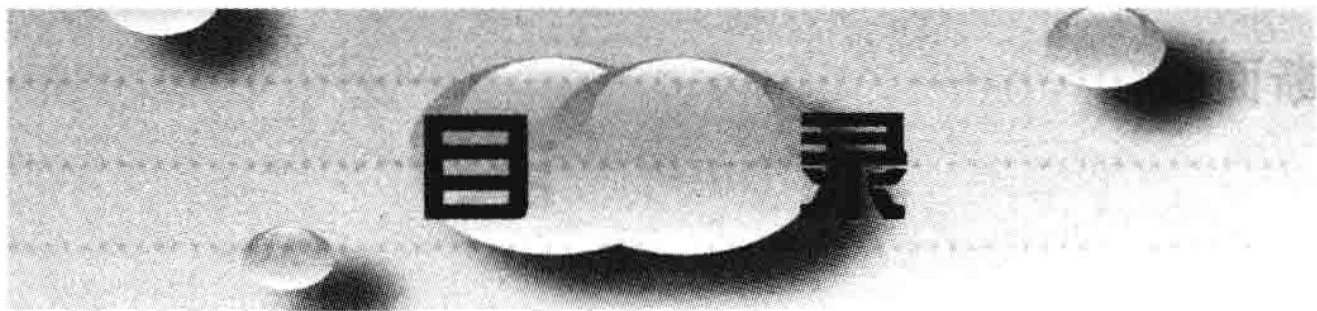
本书是在2004年中国铁道出版社出版的由刘秀琴老师主编的《工程制图》基础上,由各参编老师总结多年教学改革经验编写而成的。

本书的特点是密切结合现场实际,知识体系和能力体系共同体现,满足铁道工程专业的教学要求。本书在内容的选择和组织上尽量做到主次分明,深浅恰当,详细适度,由浅入深,循序渐进,取舍方便;编写时尽量做到文句通顺,插图清晰规范,文图配合紧密。

本书由合肥铁路工程学校张世军主编,包头铁路工程学校李晓林主审。参加本书编写工作的有:包头铁路工程学校广强(第三、六章),武汉铁路桥梁学校廉亚峰(第一、七章),齐齐哈尔铁路工程学校杨琪(第四、五章),合肥铁路工程学校胡继红(第八章)、徐利艳(第十、十一、十二章)和张世军(前言、绪论、第二、九章)。

由于时间仓促与水平有限,书中缺点与错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者
2010年7月



绪 论..... 1

第一章 制图基本知识..... 2

 § 1-1 制图工具与用品 2

 § 1-2 基本制图标准 3

 § 1-3 几何作图 10

 思考题 14

第二章 投影基础 15

 § 2-1 投影的基本知识 15

 § 2-2 正投影的基本特性 16

 § 2-3 形体的三面投影图 16

 思考题 18

第三章 点、直线、平面的投影 19

 § 3-1 点的三面投影 19

 § 3-2 直线的投影 22

 § 3-3 平面的投影 27

 思考题 31

第四章 基本体的投影 32

 § 4-1 平面体的投影 32

 § 4-2 回转体的投影 34

 § 4-3 基本体的投影特征及尺寸标注 36

 § 4-4 基本体表面上的点和线 38

 思考题 40

第五章 组合体的投影 41

 § 5-1 截切体的投影 41

 § 5-2 相贯体的投影 44

 § 5-3 组合体的组成及表面交线形式 47

 § 5-4 组合体投影图的画法 49

 § 5-5 组合体投影图的尺寸标注 51

 § 5-6 组合体投影图的识读 52

 思考题 55

第六章 轴测投影 56

 § 6-1 轴测投影的基本概念 56

§ 6-2 正等测图	57
§ 6-3 斜轴测投影	61
思考题	63
第七章 剖面图与断面图	64
§ 7-1 剖面图	64
§ 7-2 断面图	67
思考题	69
第八章 铁路线路工程图	70
§ 8-1 基本标准图形、符号	70
§ 8-2 线路平面图	73
§ 8-3 线路纵断面图	76
§ 8-4 路基横断面图	78
思考题	80
第九章 钢筋混凝土结构图	81
思考题	85
第十章 桥梁工程图	86
§ 10-1 全桥布置图	86
§ 10-2 桥墩图	88
§ 10-3 桥台图	91
§ 10-4 钢筋混凝土梁图	95
思考题	98
第十一章 涵洞工程图	99
§ 11-1 涵洞的图示方法与要求	100
§ 11-2 涵洞工程图的识读	100
思考题	102
第十二章 隧道工程图	103
§ 12-1 隧道洞门图的图示方法与要求	103
§ 12-2 隧道洞门图的识读	104
§ 12-3 衬砌断面图	105
§ 12-4 避车洞图	105
思考题	107
参考文献	108

绪 论

一、工程图样在生产中的作用

在现代化社会生产中,各行各业都必须依靠图样。一项建筑工程或一个机械零部件,其形状、大小、结构很难用文字表达清楚,而图样则能很好地完成这一使命。设计人员用图样来表达设计意图,制造部门依据它来进行生产施工和技术交流等。因此图样常被称为工程界的“语言”,从事铁路生产施工的技术人员也毫不例外地必须掌握这种“语言”,通过正确地绘制和透彻地阅读图样来指导工程建设。

二、本课程的任务及要求

任何一门现代科学或专业技术都有其自身的基础,本课程主要介绍图样的基本知识、投影作图、工程图样的常用表达方法以及部分工程专业制图内容,是为本专业学生学习后续课程提供工程图学的基本概念、基本理论、基本方法和基本技能的一门专业技术基础课程;也是工程技术人员必不可少的专业基础。

通过本课程的学习,学生应牢固掌握投影的基本概念和基本理论,熟练掌握作图的基本方法和基本技能;通过制图标准的学习和贯彻,培养学生能严格按标准来绘制工程图样;通过由物到图、由图到物的思维锻炼,努力提高自己的工程图示能力和空间构形、图解空间几何问题的空间思维能力,进而达到较熟练地识图和绘制简单工程图样的目的。

三、本课程的特点及学习方法

本课程内容丰富、逻辑严密、表达严谨、实用性强。在学习过程中应有针对性地进行学习。

1. 勤动手

在课堂上认真听,课后要按时完成作业,画法几何内容的学习要落实在“画”上,工程制图内容的学习要落实在“制”上。通过按时完成作业,才能有条不紊的掌握“画”和“制”等方面的基本知识点。

2. 多思维

本课程的逻辑严密,学习过程中要不断地温故知新,多加联想,解题时每一作图过程都应有理论或方法作依据,不能盲目解题;逐步进行由物到图、由图到物的思维锻炼;完成一道作业题后应求变,即稍微改变已知条件后应该思考怎样求解。

3. 按标准

图样是工程技术语言,是重要的技术文件。学习时要严格遵守制图标准或有关规定,要有负责任的态度。在自我严格要求中,才能培养自己认真细致的工作作风。

4. 不松懈

本课程内容由易到难,步步深入,具有良好的系统性。只要掌握了学习方法,勤奋学习,就能克服学习中的困难,就能取得好的学习效果,从而达到教学目的。为今后的学习和工作打下坚实的工程图学基础。

第一章

制图基本知识

本章简要介绍我国的国家基本制图标准,包括图纸幅面、图框、标题栏、图线、字体、比例及尺寸注法等内容。简要介绍制图工具和用品的使用方法,以及平面几何图形的作图方法等。

§ 1-1 制图工具与用品

一、制图工具

1. 图 板

图板是用来铺放和固定图纸的,其工作表面必须平坦、光洁,左、右导边必须光滑、平直,如图 1-1 所示。

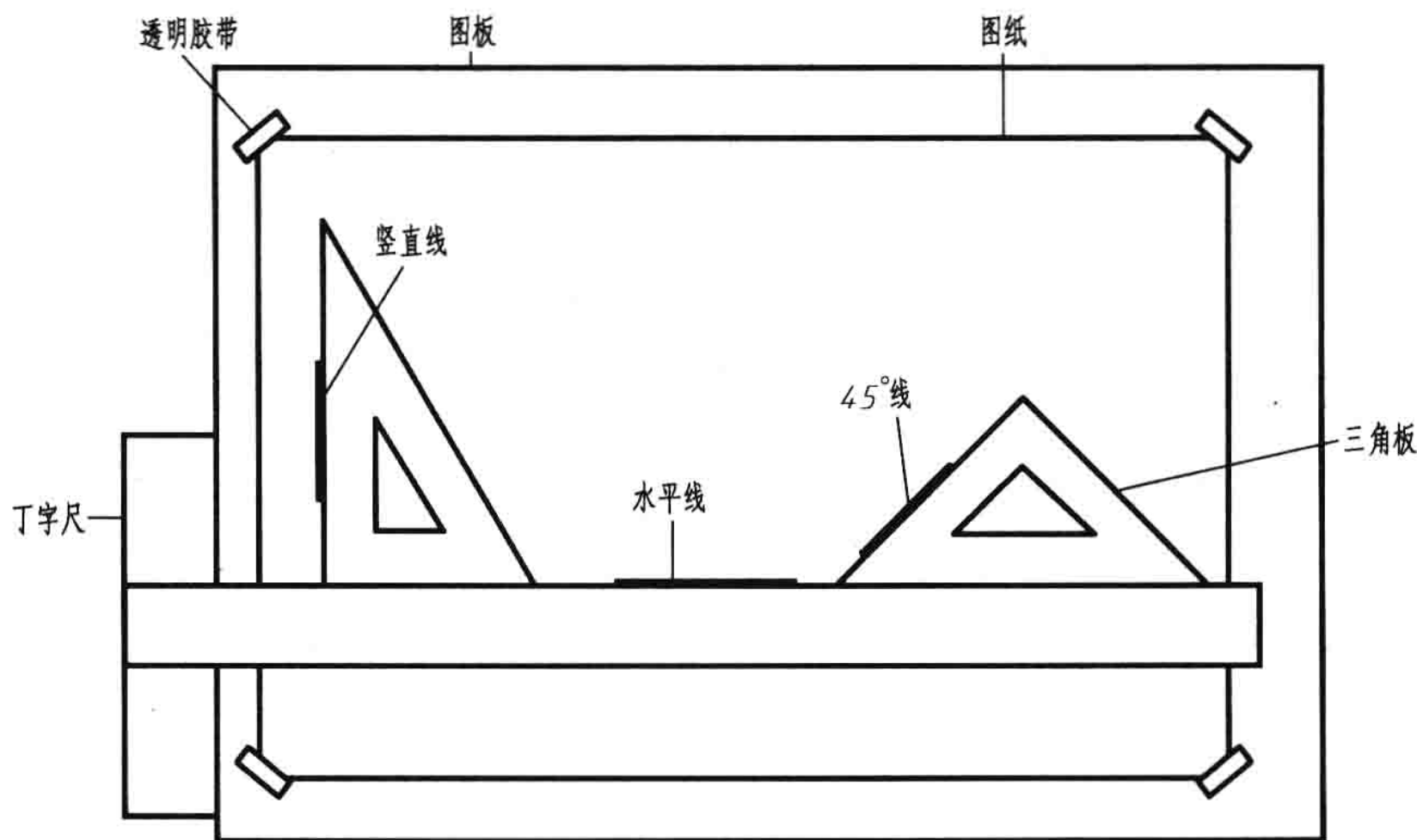


图 1-1 图板、丁字尺、三角板

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分垂直相交构成,尺身的上边缘为工作边,要求平直光滑。丁字尺主要用来画水平线,如图 1-1 所示。

3. 三角板

一副三角板包括 45° 、 45° 和 30° 、 60° 各一块,如图 1-1 所示。丁字尺与三角板配合可画竖直线,还可画与水平线成 30° 、 45° 、 60° 、 90° 以及 15° 倍数角的各种倾斜线。

4. 圆规与分规

圆规主要用来画圆和圆弧。分规主要用来量取线段和等分线段(分规试分法等分线段见 § 1-3 几何作图),如图 1-2 所示。

5. 曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具。常用的曲线板如图 1-3 所示。

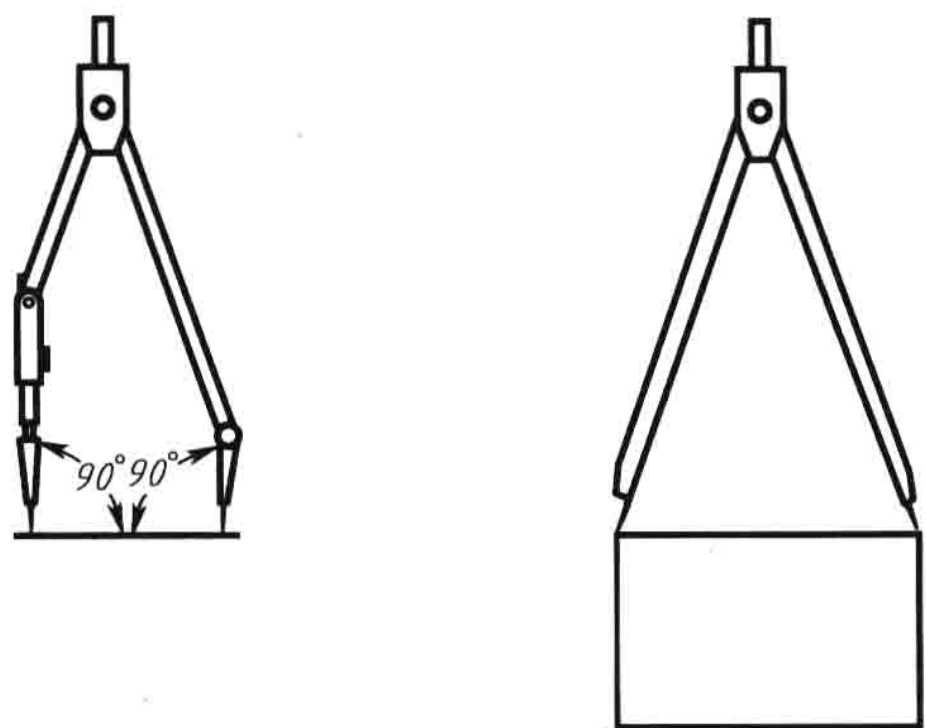


图 1-2 圆规、分规



图 1-3 曲线板

二、制图用品

1. 图 纸

图纸分绘图纸和描图纸两种，绘图纸要求纸面洁白，质地坚硬，用橡皮擦拭不易起毛，画墨线时不洇透，图纸幅面应符合国家标准。

2. 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，B 前的数字愈大表示铅芯越软；H 前的数字愈大表示铅芯越硬；HB 表示软硬适中。HB 铅笔铅芯可在砂纸上磨成圆锥形，用来画底稿、加深细线和写字；B 铅笔的铅芯可磨成四棱锥或四棱柱形状，用来描粗线，如图 1-4 所示。也可选用符合线宽标准的自动铅笔绘图。

3. 绘图橡皮与擦图片

橡皮用于擦去不需要的图线，擦图片用于保护有用的图线不被擦除，并能提供一些常用图形符号，供绘图使用，如图 1-5 所示。

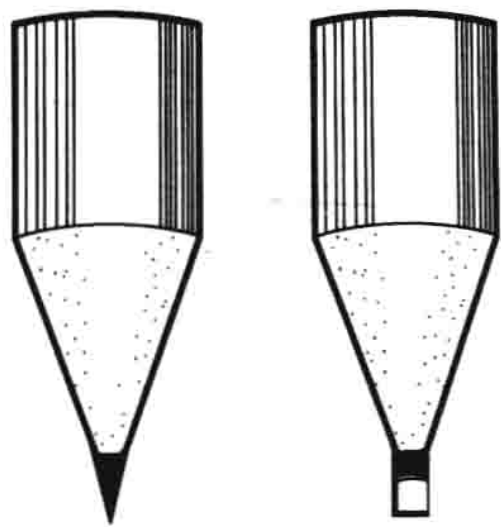


图 1-4 绘图铅笔

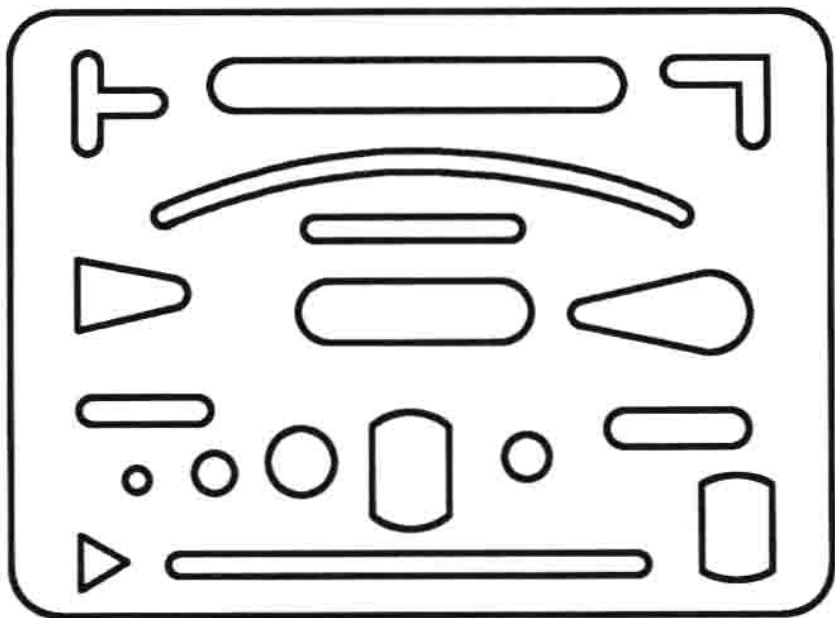


图 1-5 擦图片

§ 1-2 基本制图标准

一、图幅、图框与标题栏

1. 图纸幅面尺寸

为便于进行图样管理,对绘制图样的图纸,制图标准对其幅面的大小和格式进行了统一的规定,具体尺寸见表 1-1。

表 1-1 基本幅面 (mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841×1189	A3	297×420
A1	594×841	A4	210×297
A2	420×594		

当表 1-1 中的图幅不能满足使用要求时,可将图纸的长边加长后使用。加长后的尺寸应符合制图标准的规定。

制图时,A0~A3 图纸宜横式使用,必要时也可立式使用;A4 图纸只能立式使用,如图 1-6。

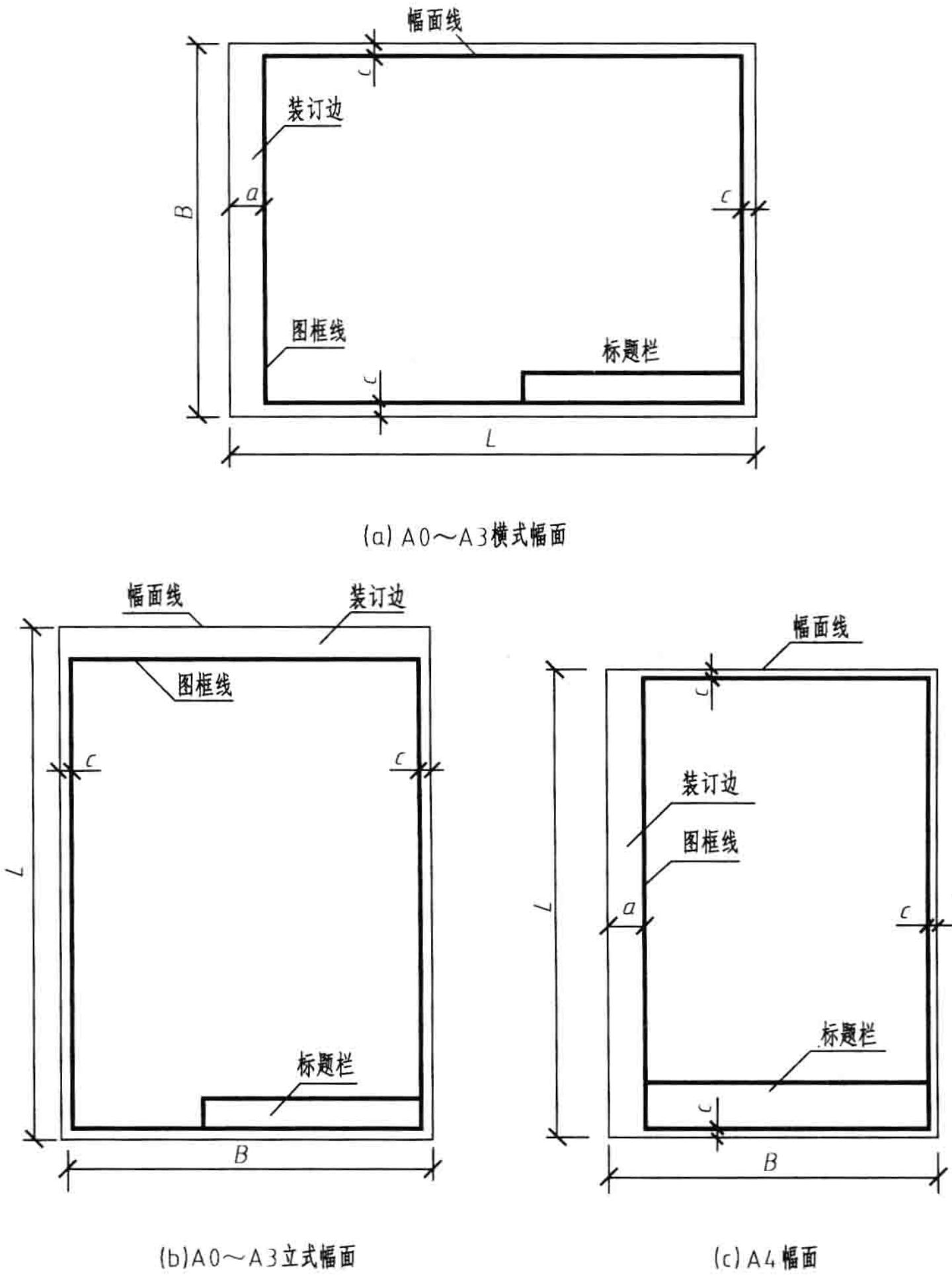


图 1-6 图幅格式

2. 图框格式

图框是图样的边界。在图纸上必须用粗实线画出图框。大小和格式见图 1-6 和表 1-2。

表 1-2 基本幅面的图框尺寸(mm)

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

3. 标题栏

标题栏(又称图标)在图纸的右下方。主要填写图名、制图人名、设计单位、图纸编号等内容。标题栏详细内容依具体情况而定,如图 1-7 所示。

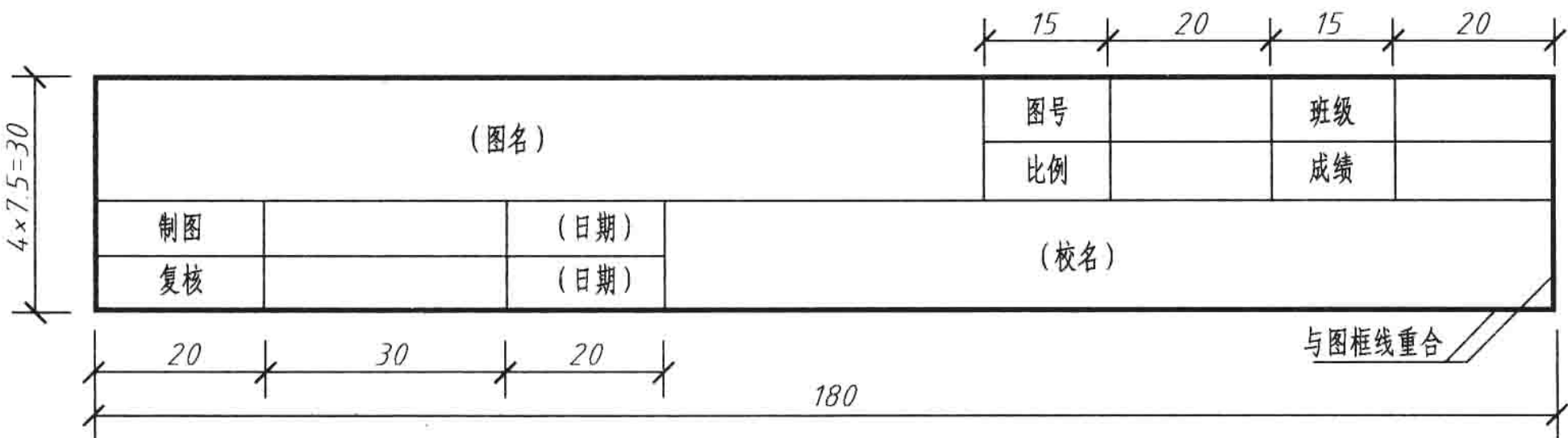


图 1-7 标题栏格式

二、图 线

图形是由图线组成的,不同的图线表达的含义不同。制图标准规定了图线的种类和画法。

1. 图线的形式、规格及用途

图线的形式及一般用途见表 1-3。

表 1-3 线 型 表

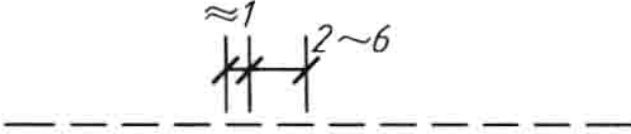
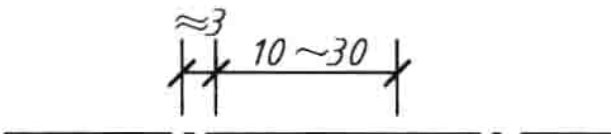
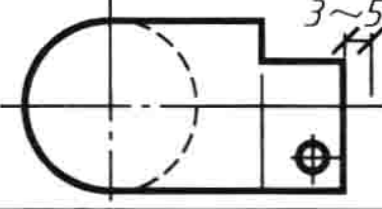
名 称		线 型	一 般 用 途
实线	粗		主要可见轮廓线
	中		可见轮廓线
	细		可见轮廓线、图例线等
虚线	粗		见有关专业制图标准
	中		不可见轮廓线
	细		不可见轮廓线、图例线等
单点长画线	粗		见有关专业制图标准
	中		见有关专业制图标准
	细		中心线、对称线等
双点长画线	粗		见有关专业制图标准
	中		见有关专业制图标准
	细		假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线			断开界限
波浪线			断开界限

图线的宽度主要有粗(b)、中($0.5b$)、细($0.35b$)三种宽度,具体线宽应符合制图标准规定的线宽系列,即 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0 mm。

2. 图线的画法及注意事项

图线的其他常见画法和注意事项应符合表 1-4 的要求。

表 1-4 图线画法

注 意 事 项		画 法
粗实线	粗实线要宽度均匀,光滑平直	
虚线	虚线间隔要小,线段长度要均匀; 虚线宽度要均匀,不能出现尖端; 虚线为实线的延长线时,应留有空隙	
点画线	点画线的点要小,间隔要小,应在图形范围内; 点画线的端部不得为“点”	
	点画线应超出图形轮廓线 3~5mm; 图形很小时,点画线可用实线代替	
图线的结合部要美观		
图线应线段相交,不应交于间隙或点画线的“点”处		
两线相切时,切点处应是单根图线的宽度		
两平行线间的空隙不小于粗线的宽度,同时不小于 0.7 mm		

三、字 体

图样上除了绘制物体的图形外,还要用文字填写标题栏、技术要求,用数字标注尺寸等等。为了易读、统一,制图标准对字体做了具体规定,如图 1-8 所示。

土木工程制图建筑结构基础设计测量审核(7号字,字高7mm)

平立侧剖面楼墙材料钢筋混凝土道桥隧城市规划水电暖气设备(5号字,字高5mm)

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

1234567890(直体)

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890(斜体)

图 1-8 文字的书写方法

书写字体要做到:笔画清晰、字体端正、排列整齐、标点符号清楚正确;字体高度(h)应从

如下系列中选用：3.5、5、7、10、14、20 mm，若需书写更大的字，字体高度应按 $\sqrt{2}$ 比率递增。字体的高度(h)代表字体的号数，如字高为 5 mm 的字称为 5 号字。

1. 汉 字

图样上的汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的宽度与高度的比例控制为 2：3。

长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、起落分明、结构匀称、写满方格。

2. 字母与数字

图样上可采用拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字书写。

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10，一般采用 B 型字体。同一图样应选用一种形式的字体。

字母与数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

四、尺寸注法

在图样上，图形只表示物体的形状。物体的大小及各部分相互位置关系，则需要用尺寸来确定。制图标准规定了图样中尺寸的注法。

1. 尺寸的组成

一个标注完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字四部分组成，简称尺寸标注四要素，如图 1-9 所示。

(1)尺寸界线。由所标注图线的两端点处引出，用来指明所注尺寸的范围，用细实线绘制。

(2)尺寸线。用来表示尺寸的方向，在两尺寸界线间绘制，一般应与所注长度平行，与尺寸界线垂直，用细实线绘制。

(3)尺寸起止符号。在尺寸线的两端绘出。有中粗斜短线和箭头两种形式。中粗斜短线的倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角，长度为 2~3 mm，此形式仅适用于建筑图样。直径、角度、弧长的起止符号及半径的终止符号，必须用箭头表示。

(4)尺寸数字。用来表示物体的实际尺寸，按照建筑国家标准的规定标注尺寸数字的方向，单位为 mm 时，常省略单位名称。

2. 常用尺寸的注法

常用尺寸的注法见表 1-5、表 1-6。

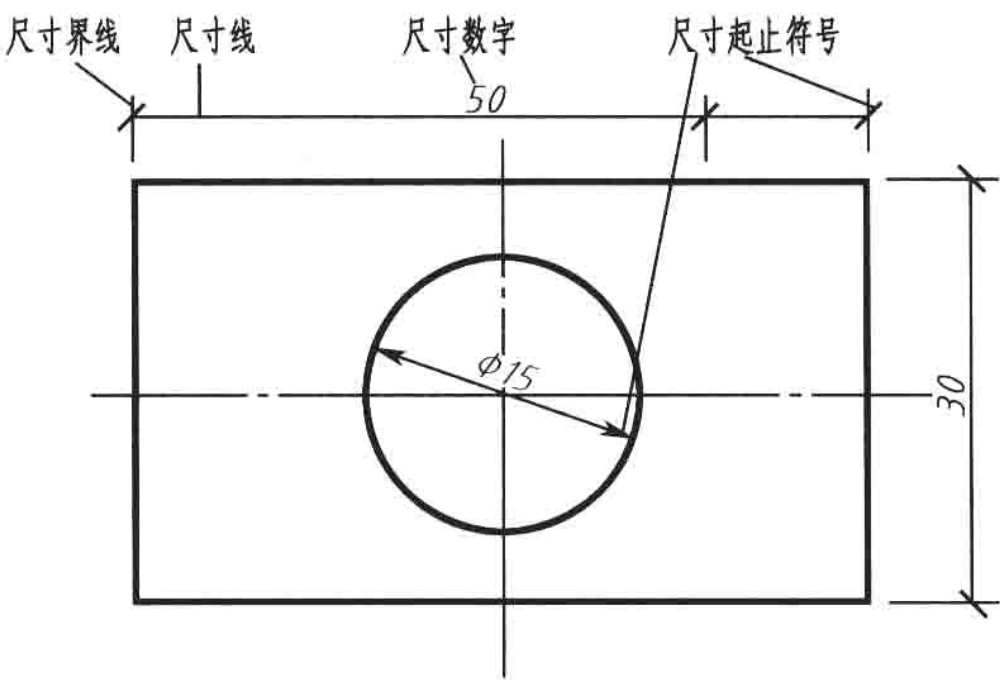


图 1-9 尺寸标注四要素

表 1-5 尺寸的基本注法(一)

内 容	说 明	正确注法
尺寸界线	1. 尺寸界线的一端离开图样轮廓线不小于 2 mm，另一端超出尺寸线 2~3 mm； 2. 可以用轮廓线或点画线的延长线作为尺寸界线	

续上表

内 容	说 明	正确注法
尺寸线	1. 尺寸线与所注长度平行； 2. 尺寸线不得超出尺寸界线； 3. 尺寸线必须单独画，不得与任何图线重合	
尺寸起止符号	1. 中粗斜短线的倾斜方向与尺寸界线成顺时针 45°，长度 2~3 mm； 2. 箭头画法如图所示	
尺寸数字的 读数方向	1. 尺寸数字的字头方向遵循“朝上朝左”的规律，并与尺寸线的垂直线方向一致； 2. 当尺寸线与竖直线的顺时针夹角 $\alpha < 30^\circ$ 时，宜按图示方向标注	
尺寸数字的 注写位置	1. 尺寸数字按读数方向注写在靠近尺寸线的上方中部； 2. 尺寸界线间放不下尺寸数字时，最外边的尺寸数字可放在尺寸界线的外侧，中部可错开注写，也可引出注写； 3. 任何图线遇到尺寸数字时均应断开	
尺寸排列	1. 尺寸线到轮廓线的距离 ≥ 10 mm，各尺寸线的间距为 7~10 mm，并保持一致； 2. 相互平行的尺寸，应小尺寸在里，大尺寸在外	

表 1-6 尺寸的基本注法(二)

内 容	说 明	正确注法
圆	1. 圆应标注直径，并在尺寸数字前加注“ϕ”； 2. 一般情况下尺寸线应通过圆心两端画箭头指至圆弧； 3. 圆的标注也可采用图示的另一种方法； 4. 当圆较小时可将箭头和数字之一或全部移出圆外(箭头大小不变)	
圆弧	1. 圆弧应注半径，并在尺寸数字前加注“R”； 2. 尺寸线从圆心指向圆弧，起止符号用箭头； 3. 圆弧较小时，可将箭头和数字之一或全部移到圆弧外； 4. 圆弧较大时，可采用图示两种标法	

续上表

内 容	说 明	正确注法
角度	1. 尺寸界限沿径向引出； 2. 尺寸线画成圆弧，圆心是角的顶点； 3. 起止符号为箭头，位置不够可用圆点代替； 4. 尺寸数字一律水平书写	
弧长	1. 尺寸界限垂直于该圆弧的弦； 2. 尺寸线用与该圆弧同径的圆弧线表示； 3. 起止符号为箭头； 4. 尺寸数字上方加注圆弧符号	
弦长	1. 尺寸界限垂直于该弦； 2. 尺寸线平行于该弦； 3. 起止符号为中粗斜短线	
标高	1. 标高符号有三种形式，用细实线绘制，具体画法见图示； 2. 标高数值以米为单位，一般注至小数点后三位数(总平面图为二位数)，负号“—”表示该面低于零点标高； 3. 同一位置表示几个不同标高时，数字可按图示注写	
坡度	1. 坡度数字下的箭头为单面箭头，并指向下坡方向，坡度的两种注法见图示； 2. 同一图样中的坡度注法应尽量统一	

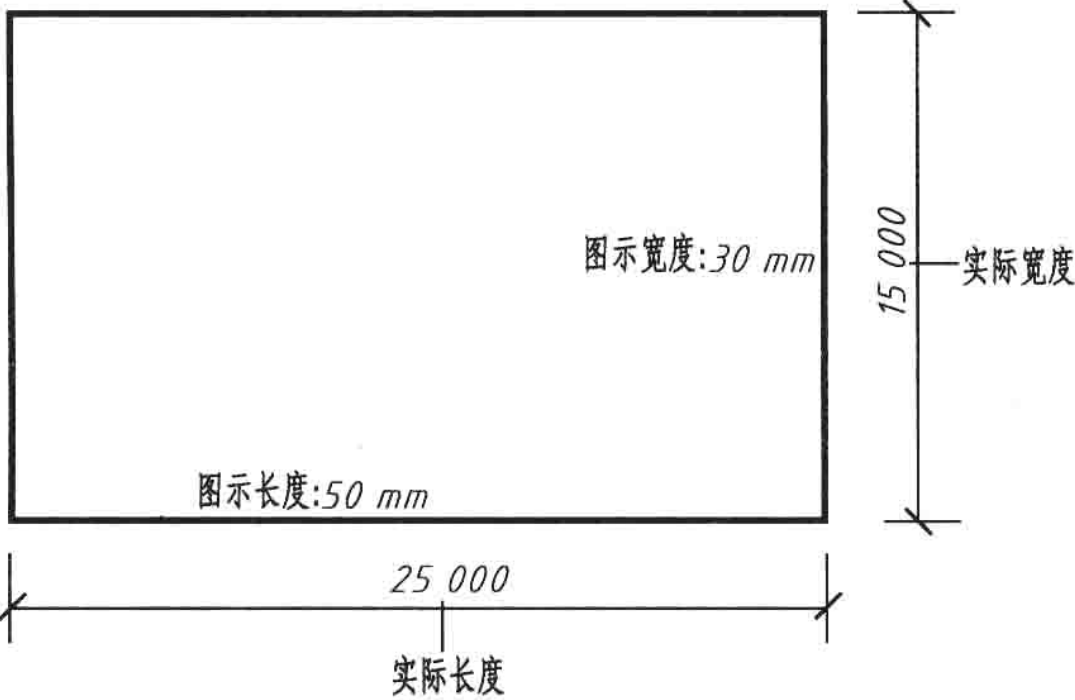
五、比 例

制图标准对图幅的大小和规格作了统一规定，有时图样不能按物体的实际尺寸绘制，需要按一定的比例缩小或放大图样。

图样的比例指图形与实物相对应的线性尺寸的比值，即比例＝图尺寸/实物尺寸，则图尺寸＝实物尺寸×比例。如图 1-10 所示足球场平面图，比例为 1：500，实际长度 25 000 mm，则图形长度为 25 000×1/500＝50 mm。

比例应注写在标题栏内，但当图样比例不同时，则在每一图样下方注写图名和比例，如图 1-10 所示。标注尺寸时要书写实际尺寸数字。

制图标准对绘图比例的选用作了统一规定，见表 1-7。



足球场平面图 1:500

图 1-10 比例及比例的标注

表 1-7 绘图所用的比例

常用比例	1:1、1:2、1:5、1:10、1:20、1:50、1:100、1:200、1:500、1:1 000、1:2 000、1:5 000、1:10 000、1:20 000、1:50 000、1:100 000、1:200 000
可用比例	1:3、1:4、1:6、1:15、1:25、1:30、1:40、1:60、1:80、1:250、1:300、1:400、1:600

§ 1-3 几何作图

用制图工具可以作出常见的平面几何图形。

一、直线与圆的相关作图方法

1. 任意等分直线

(1) 平行线法

用平行线法将已知线段 AB 分成 n 等分的作图方法如图 1-11 所示。

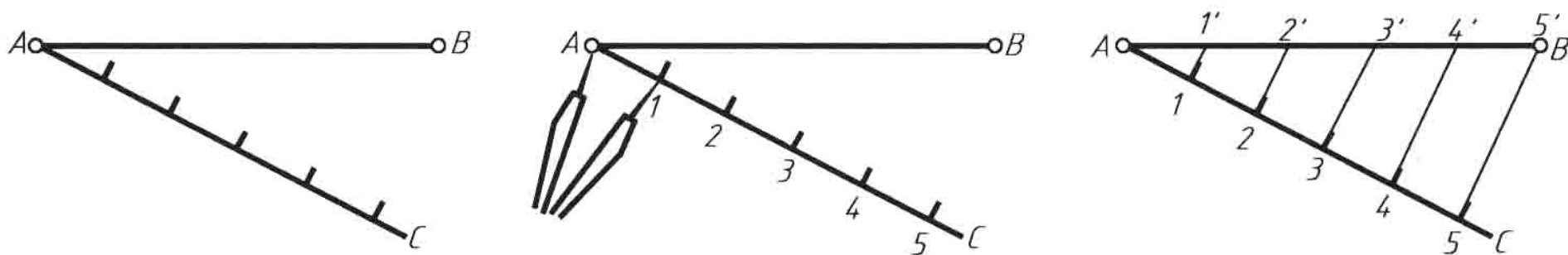


图 1-11 平行线法

作图步骤：

- ① 过端点 A 作直线 AC ，与已知线段 AB 成任意锐角；
- ② 用分规在 AC 上任意相等长度截得 1、2、3、4、5 各分点；
- ③ 连接 $5B$ ，并过 4、3、2、1 各点作 $5B$ 的平行线，在 AB 上即得 $4'$ 、 $3'$ 、 $2'$ 、 $1'$ 各等分点。

(2) 分规试分法

用分规将已知线段 AB 分成四等分的作图方法如图 1-12 所示。

所示。

作图步骤：

- ① 先估计每一等分的长度，用分规截取四等分到达 4 点；
- ② 调整分规长度，增加 $e/4$ ，再重新等分 AB ；
- ③ 按上述方法，直到等分为止。

2. 等分圆周及作圆内接正多边形

用三角板可以作 15° 的倍数角，因此用三角板和丁字尺配合可作圆内接正三、四、六、八、十二边形，如图 1-13 所示。

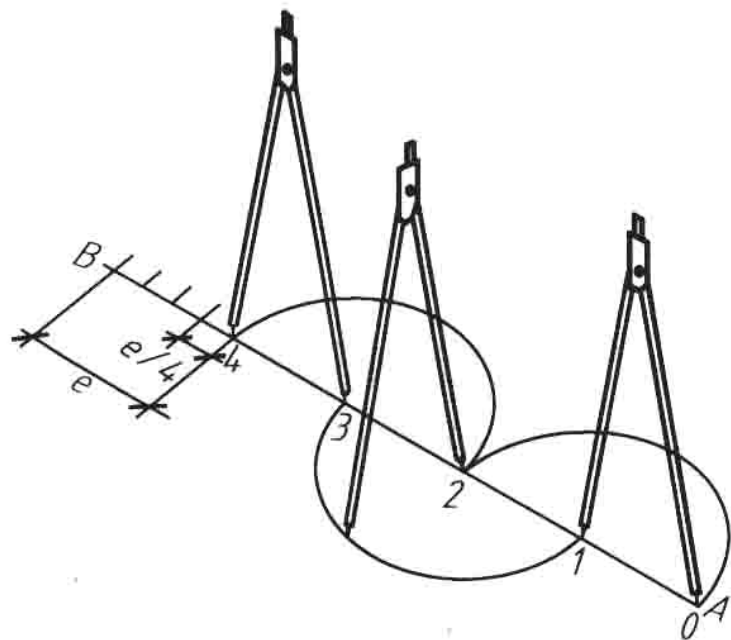


图 1-12 分规试分法

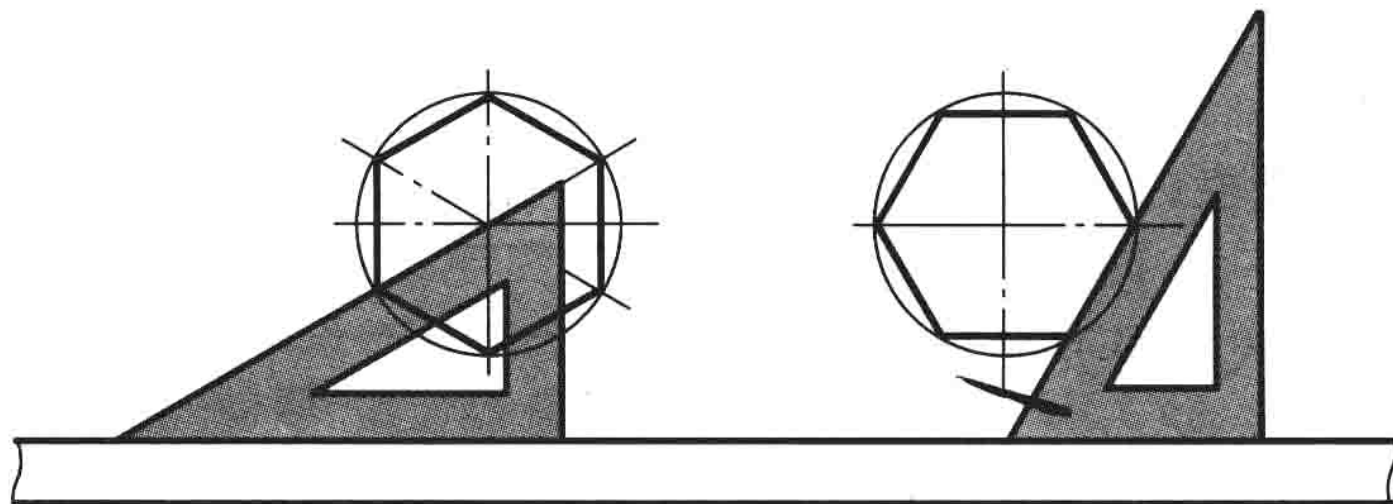


图 1-13 利用三角板和丁字尺作正六边形

二、图线连接

画物体的轮廓形状时,经常需要用圆弧将直线或其他圆弧光滑圆顺地连接起来,或者用直线将圆弧连接起来,称为图线连接。

1. 连接形式与基本原理

图线光滑连接的基本原理就是保证两条线相切,即直线与圆相切,圆与圆相切,如图 1-14 所示。

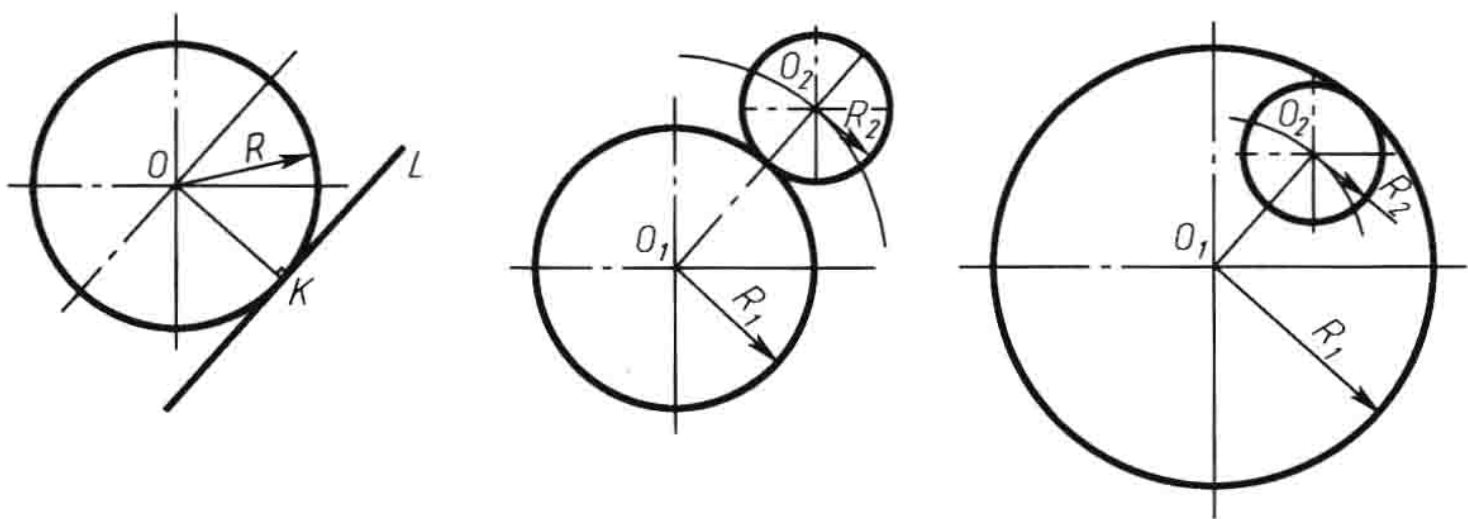


图 1-14 图线连接的基本原理

直线与圆相切——直线到圆心的距离为 R ,圆心在距离直线为 R 的平行线上。

圆与圆外切——两圆心的距离为 $R_1 + R_2$,圆 2 的圆心在与圆 1 同心,半径为 $R_1 + R_2$ 的圆弧上。

圆与圆内切——两圆心的距离为 $R_1 - R_2$,圆 2 的圆心在与圆 1 同心,半径为 $R_1 - R_2$ 的圆弧上。

2. 图线连接的作图方法

用已知半径的圆弧连接已知线段或已知圆弧,这已知半径的圆弧称为连接弧。根据图线连接的基本原理,求出连接弧的圆心和切点,然后作图。

(1) 与两条直线连接

[例 1-1] 已知直线 L_1 、 L_2 及连接弧半径 R ,求作连接弧。

分析:连接弧与两直线分别相切,则连接弧的圆心既在与直线 L_1 距离为 R 的平行线上,又在与直线 L_2 距离为 R 的平行线上,因而可确定连接弧的圆心在这两条平行线的交点上,如图 1-15 所示。

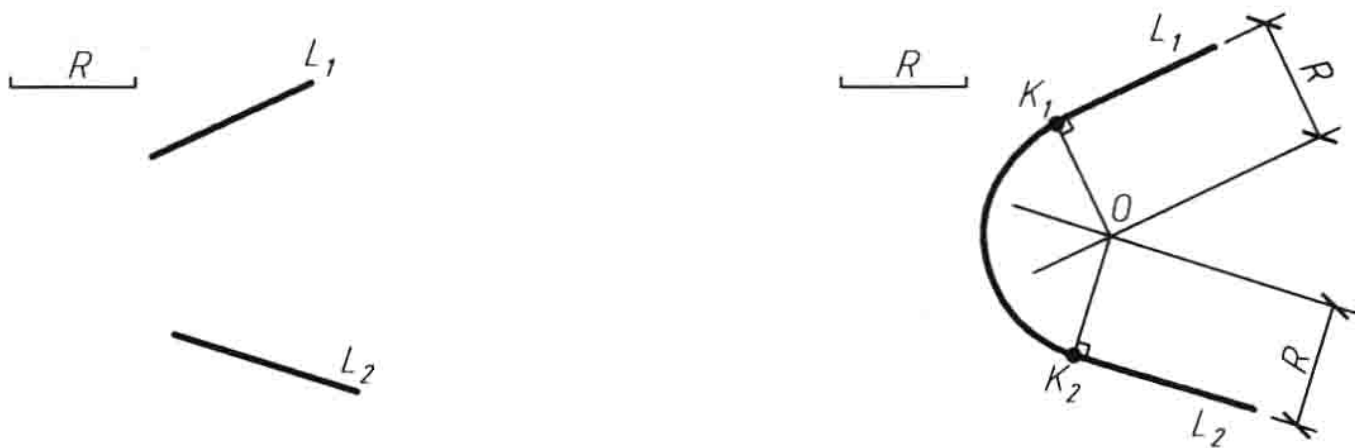


图 1-15 两直线间的圆弧连接

作图步骤:

- ① 作分别与 L_1 、 L_2 平行且相距为 R 的直线,其交点 O 为连接弧圆心;
- ② 求切点 K_1 、 K_2 ,连线并加深。

(2) 与直线和圆弧连接