



轨道交通类专业“互联网+”创新型精品教材

工程制图

GONGCHENG ZHITU



扫描二维码
共享立体资源

主 编 匡 星

工程制图

主
编
匡
星

北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 匡星主编. — 北京: 北京出版社,
2020.6

ISBN 978-7-200-15681-2

I. ①工… II. ①匡… III. ①工程制图—高等职业教
育—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 121523 号

工程制图

GONGCHENG ZHITU

主 编: 匡 星

出 版: 北京出版集团
北京出版社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总发行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版印次: 2020 年 6 月第 1 版 2020 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 15.5

字 数: 322 千字

书 号: ISBN 978-7-200-15681-2

定 价: 46.50 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572750 010-58572393

单元一 工程识图基本知识	1
任务 1 制图标准的基本规定	2
任务 2 使用制图工具和掌握制图技能	16
单元二 投影的基本知识	24
任务 1 投影概念	25
任务 2 三面投影体系	29
单元三 形体的投影知识	36
任务 1 基本体的投影	37
任务 2 组合体的投影	45
单元四 剖面图与断面图	55
任务 1 剖面图	56
任务 2 断面图	62
单元五 道路路线工程图	67
任务 1 标高投影图	68
任务 2 道路路线平面图	83
任务 3 道路纵断面图	93
任务 4 道路横断面图	101
单元六 道路路面结构图	113
单元七 城市道路工程图	127

单元八 桥梁组成构件及分类	141
任务 1 桥梁组成构件	142
任务 2 桥梁的分类	146
单元九 钢筋混凝土结构图	152
任务 1 钢筋混凝土结构的基本知识	153
任务 2 钢筋的基本知识	154
任务 3 钢筋结构图的内容	159
单元十 上部结构工程图	166
任务 1 钢筋混凝土空心板梁桥	167
任务 2 钢筋混凝土 T 型梁桥	172
任务 3 箱型梁桥	177
单元十一 桥台桥墩工程图	195
任务 1 桥墩的类型	196
任务 2 桥墩图	200
任务 3 桥台的类型	205
任务 4 桥台图	209
单元十二 桥梁总体图	215
任务 1 桥梁工程图的组成	216
任务 2 桥梁总体图	217
单元十三 涵洞工程图	223
参考答案	236

工程识图基本知识

【单元描述】

工程图是表达道桥工程设计的重要技术资料，工程图纸是道桥勘测、设计的成果，是道路放样、施工、测量、竣工验收等的关键内容，同时也是施工的依据，是工程师的语言。

为统一工程图样的画法，便于交流技术和提高制图效率，国家制定了一系列标准，例如，《总图制图标准》《道路工程制图规范》《城市道路施工图设计深度图样》等。

道路作为一种主要承受移动荷载（车辆、行人）反复作用的带状工程结构物，其基本组成部分包括路基、路面，以及桥梁、涵洞、隧道、防护工程、排水设施等构造物。工程制图应该参考《道路工程制图规范》，还应该了解《公路工程技术标准》《公路路线设计规范》《公路勘测规范》等规范的工程术语。

本单元主要有制图标准的基本规定、制图工具和仪器的使用方法、几何作图等内容。

任务 1 | 制图标准的基本规定

任务目标

1. 掌握制图的基本知识，制图的国家标准《道路工程制图标准》的相关内容；
2. 熟悉道桥专业的学习要求，制图的基本概念和内容；
3. 了解《道路工程制图标准》《城市道路施工图设计深度图样》《总图制图标准》的基本内容；
4. 会应用制图工具进行图纸裁取、线条绘制和尺寸标注。

知识链接

图纸是交流思想的重要工具，道桥施工图纸是表达工程设计和指导施工必不可少的依据，同时也是用来指导生产、施工、管理等技术工作的重要技术文件。熟悉和掌握有关工程图样的标准和规定是每一个工程技术人员必须具备的基本素质。

图纸中对于不同图样的表达、各种材料符号以及文字的标注，都有明确的规定和严格的要求，按照道桥专业教育的特点培养学生重点掌握相关制图标准。

一、图纸、工程图纸

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的大小。为了方便图样的绘制、使用和管理，图样均应绘制在标准的图纸幅面上。应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面尺寸，有 A0、A1、A2、A3、A4 五种常用幅面。必要时，可按规定加长图纸的幅面。

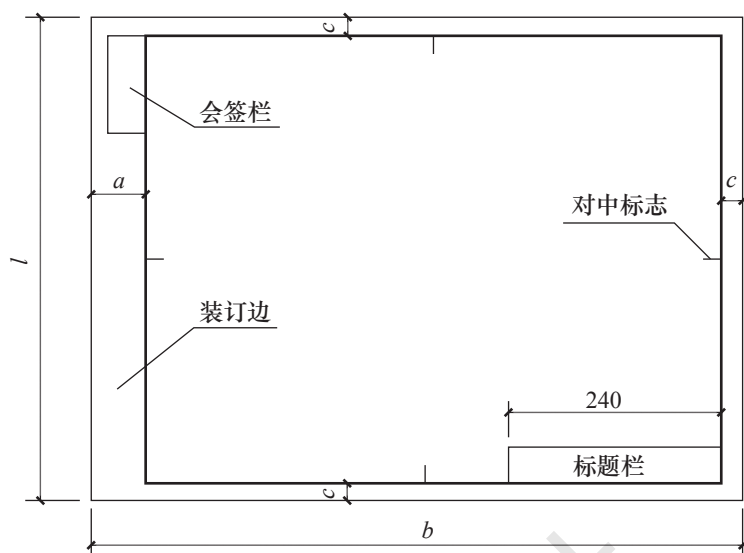
表 1-1 幅面及图框尺寸

(单位 :mm)

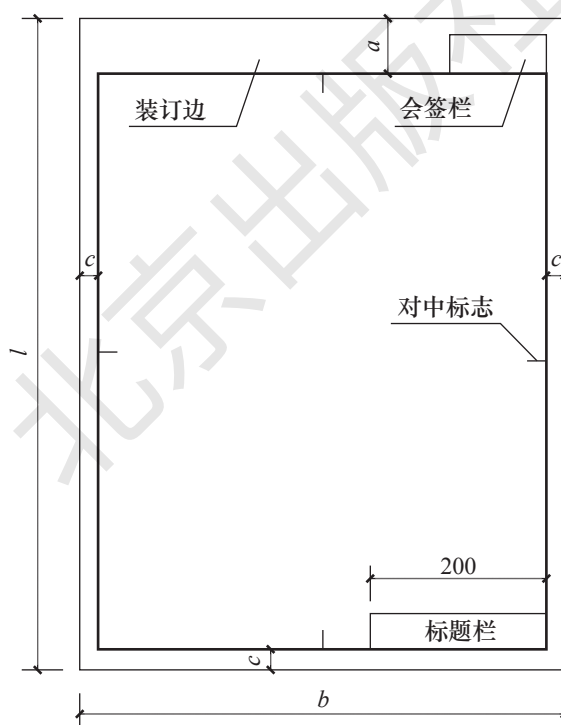
截面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

一般 A0~A3 图纸宜横式使用，必要时也可立式使用，其布置形式见图 1-1。

每张图纸的右下角都必须有标题栏，用以说明图样的名称、图号、材料、设计单位及有关人员的签名等内容，它一般包含标题栏、图框线、幅面线、装订边线和对中标志。



A0~A3横式幅面



A0~A3立式幅面

图 1-1 图纸布置形式

标题栏应按图 1-2 所示, 根据工程的需要选择确定其尺寸、格式及分区。签字栏应包括实名列和签名列, 并应符合下列规定:

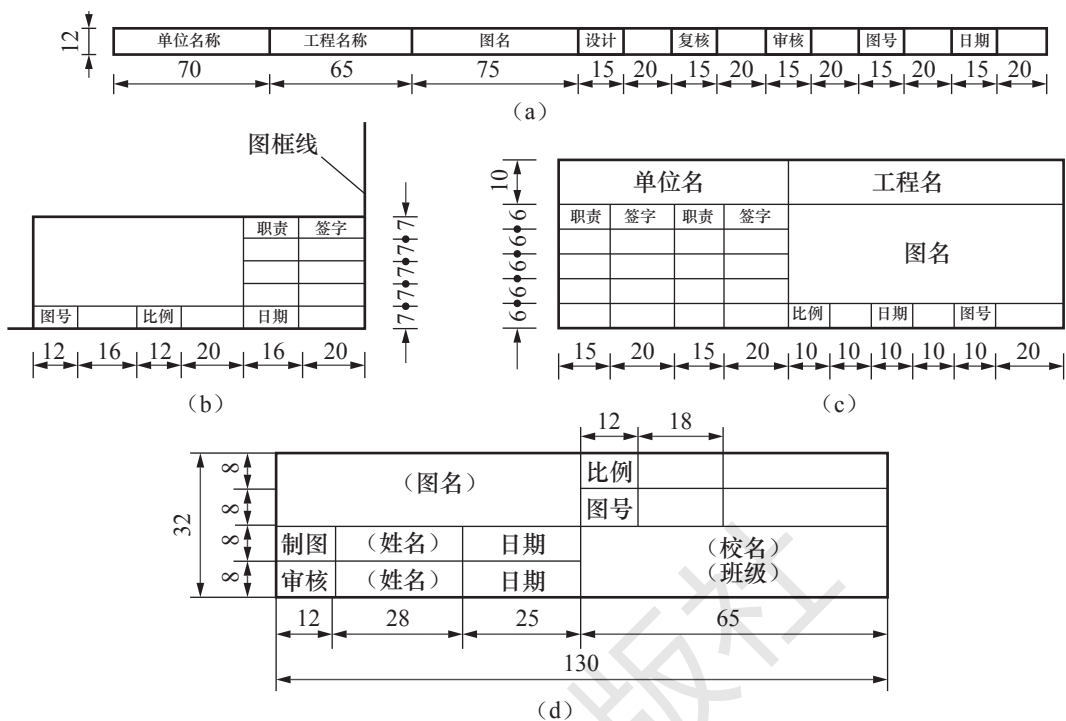


图 1-2 标题栏

二、图线

画在图纸上的各种形式的线条统称图线。国家标准《道路工程制图标准》《房屋建筑制图统一标准》和《技术制图图线》中规定了技术制图所用图线的名称、形式、应用和画法规则。

(一) 图线宽度

图线的宽度(b), 应从 2.0 mm、1.4 mm、1.0 mm、0.7 mm、0.5 mm、0.35 mm、0.25 mm、0.18 mm、0.13 mm 线宽系列中选取。图线宽度不应小于 0.1 mm。每个图样, 应根据复杂程度与比例大小, 先选定基本线宽 b , 再选用表 1-2 中相应的线宽组。

表 1-2 线宽组 (单位: mm)

线宽比	线宽组					
b	2.4	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	0.18
$0.25b$	0.5	0.35	0.25	0.18		

图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 应按照图的大小及复杂程度, 一般在 0.5~1.4 mm 之间选择, 细线的宽度约为 $b/2$ 。制图作业中一般选择 0.7 mm 为宜。同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。需要注意的是: 需要缩微的图纸, 不宜采用 0.18 及更细的线宽; 同一张图纸内, 各不同线宽中的细线可统一采用较细的线宽组的细线。

(二) 图线类型

国家标准《道路工程制图标准》《房屋建筑制图统一标准》和《技术制图图线》的规定,制图中可用粗实线、粗虚线、粗点划线、中实线、中虚线、中点划线、细实线、细虚线、细点划线等九种图线,如表 1-3 所示。

表 1-3 图线

名称	线型	线宽
加粗粗实线		$1.4 \sim 2.0b$
粗实线		b
中粗实线		$0.5b$
细实线		$0.25b$
粗虚线		b
中粗虚线		$0.5b$
细虚线		$0.25b$
粗点双线		b
中粗点双线		$0.5b$
细点双线		$0.25b$
粗双点双线		b
中粗双点双线		$0.5b$
细双点双线		$0.25b$
折断线		$0.25b$
波浪线		$0.25b$

(三) 其他规定

- (1) 虚线以及各种点划线相交时应恰当地相交于划,而不应相交于点或间隔。
- (2) 虚线、长虚线、点划线、双点划线和折断线应按图 1-3 所示绘制。

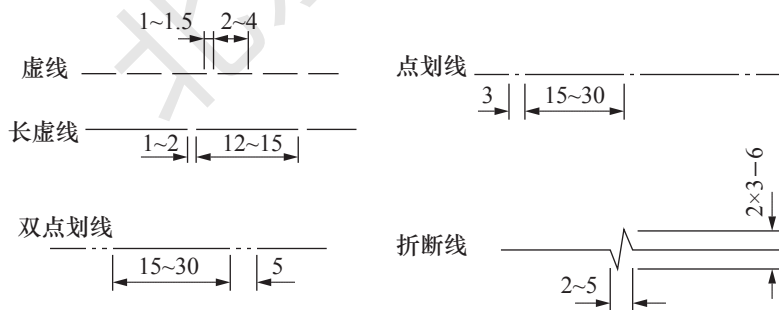


图 1-3 图线的画法

- (3) 相交图线的绘制应符合下列规定。

- ① 当虚线与虚线或虚线与实线相交接时,不应留空隙[图 1-4 (a)]。
- ② 实线的延长线为虚线时,应留空隙[图 1-4 (b)]。
- ③ 当点划线与点划线或点划线与其他图线相交时,交点应设在线段处[图 1-4 (c)]。

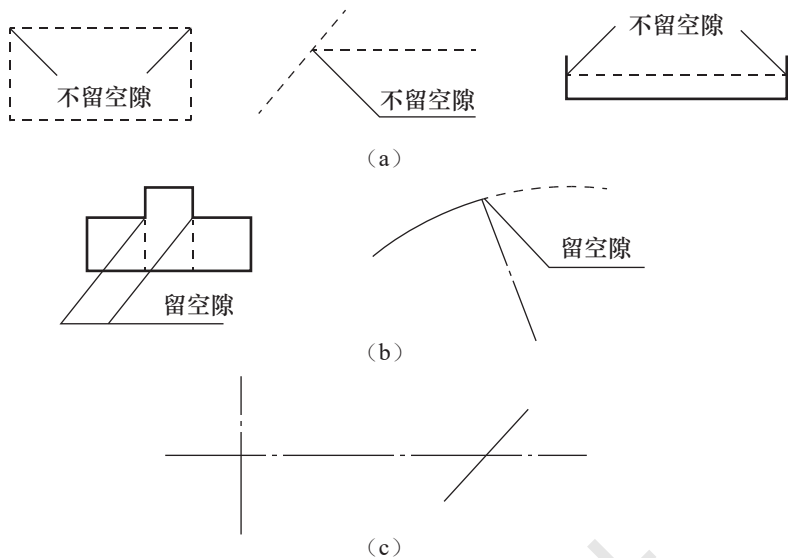


图 1-4 虚线的画法

- ④图线间的净距不得小于 0.7 mm。
- ⑤线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字清晰。

图 1-5 为中心线和虚线的正确与错误画法对比。同时思考图 1-5 的右侧图的错误之处。

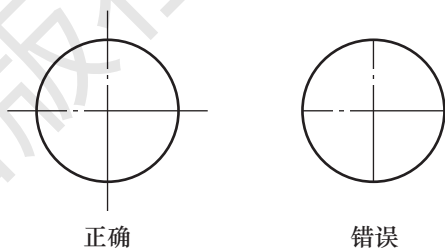


图 1-5 中心线画法

三、字体

文字、数字、字母和符号是工程图的重要组成部分，应采用规定的字体、规定的大小。《道路工程制图标准》规定，图中汉字应采用长仿宋体字（又称工程字），并采用国家正式公布的简化字，除有特殊要求外，不得采用繁体字，汉字书写要求采用从左向右、横向书写的格式。

工程图样上除绘有图形外，还要用汉字填写标题栏、技术要求或说明事项；用数字来标注尺寸；用汉语拼音字母来表示定位轴线编号、代号、符号等。图纸上所需书写的文字、数字或符号等，均应笔画清晰、字体端正、排列整齐；标点符号应清楚正确。

（一）汉字

图样及说明中的汉字，宜采用长仿宋体（矢量字体）或黑体，同一图纸字体种类不应超过两种。长仿宋体的宽度与高度的关系应符合表 1-4 的规定，黑体字的宽度与高度应相同。大标题、图册封面、地形图等汉字，也可书写成其他字体，但应易于辨认。

表 1-4 长仿宋字高宽关系 (mm)

字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

汉字的简化字书写应符合国家有关汉字简化方案的规定。长仿宋字的基本笔画有：

点、横、竖、撇、捺、挑、折、钩等，如表 1-5 所示。

长仿宋字的书写要领：横平竖直，起落有锋，结构匀称，填满方格。

表 1-5 长仿宋字基本笔画示例

名称	横	竖	撇	捺	挑	点	钩
形状							
笔法							

(二) 数字和字母

图样及说明中的拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字，宜采用单线简体或 ROMAN 字体。拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字的书写规则。数字和字母按笔画宽度 (d) 与字高 (h) 的关系情况可分为 A 型 (笔画宽度 d 为 $h/14$) 和 B 型 (笔画宽度 d 为 $h/10$)。在同一张图纸上只能采用一种字体。其中又有直体字和斜体字之分，一般采用斜体。斜体字的字头向右倾斜，与水平方向的夹角不能小于 75° 角。但当数字和字母与汉字混合书写时，可写成直体的。其书写示例字母如图 1-6 所示，数字如图 1-7 所示。



图 1-6 字母书写示例

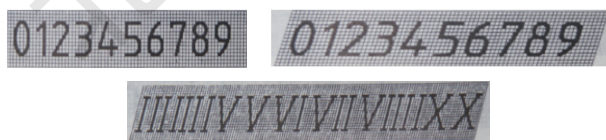


图 1-7 数字书写示例

数字和字母的字高，应不小于 2.5 mm。斜体字的高度与宽度应与相应的直体字相等。数量的数值注写，应采用正体阿拉伯数字。各种计量单位凡前面有量值的，均应采用国家颁布的单位符号注写。单位符号应采用正体字母。

(三) AutoCAD 中汉字书写

在 AutoCAD 环境中，汉字字体通常采用 Windows 系统所带的 TrueType 字体“仿宋_GB 2312”。在有些图纸中，汉字字体也可采用符合国标的形编译字体。所谓形编译字体是指符合国标的类似手写仿宋体。常见的有 Hzdxx、shx、Htxtxt、shx、Khx、shx 等。

图纸上常见的文字高度一般有 7 种 3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

文字的宽度比例，即宽高比一般设置为 2:3，文字的间距应大于 1.5 倍的字高，且汉字高度不宜小于 3.5 mm。

(四) “注”字表明

当图样中有需要说明的事项时，需在图样所在图纸的右下角图标上方处加以叙述。该部分文字应采用“注”字表明，“注”写在叙述事项的左上角，每条“注”的结尾应标句号。说明事项需要划分层次时，第一、第二、第三层次的编号应分别用阿拉伯数字、带括号的阿拉伯数字及带圆圈的阿拉伯数字标注。当表示数量时，应采用阿拉伯数字书写。如一千零五十米应写成 1 050 m，十二小时应写成 12 h。分数不得用数字与汉字混合表示，如五分之一应写成 1/5，不得写成 5 分之 1。没有整数位的小数，小数点前应加 0 定位。

四、比例

道路工程具有组成复杂、长宽高三项尺寸相差悬殊、形状受地形影响大等特点，因此它的图示方法与一般工程不完全相同。它的平面图就是一个带状地形图，纵向断面图是沿公路中心线的纵剖面图，横断面图是道路中心线法线方向的断面图。根据这三种图所表示的内容的差异，通常采用的制图比例各不同，制图比例的选择应遵循图面布置合理、均匀、美观的原则，使绘出的图形有较好的可读性。

图样的比例是指图形要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。比例的符号为“:”，比例应以阿拉伯数字表示。比例宜注写在图名的右侧，字的基准线应取平；比例的字高宜比图名的字高小一号或二号；当同一张图纸中的比例完全相同时，可在图标中注明，也可在图纸中适当位置采用标尺标注。当竖直方向与水平方向的比例不同时，可用 *V* 表示竖直方向比例，用 *H* 表示水平方向比例（图 1-8）。

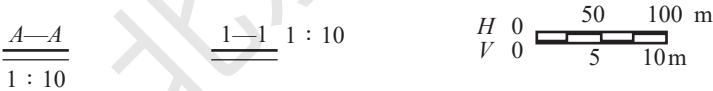


图 1-8 比例的注写

制图所用的比例应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度，从表 1-6 中选用，并应优先采用表中常用比例。一般情况下，一个图样应选用一种比例。根据专业制图需要，同一图样可选用两种比例。特殊情况下也可自选比例，这时除应注出制图比例外，还必须在适当位置绘制出相应的比例尺。

表 1-6 制图所用的比例

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	1:15	1:25	1:30	1:40	1:60
	1:150	1:250	1:300	1:400	1:600	
	1:1 500	1:2 500	1:3 000	1:4 000		
	1:6 000	1:15 000	1:30 000			

五、尺寸标注

(一) 尺寸四要素

图形只能表示物体的形状，各部分的实际大小及其相对位置必须用尺寸数字标明。尺寸数字是图样的组成部分，必须按规定注写清楚，力求完整、合理、清晰。尺寸分为总尺寸、定位尺寸、细部尺寸三种。制图时，应根据设计深度和图纸用途确定所需注写的尺寸。

制图标准中规定图样上的尺寸包括四个要素：尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字，见图 1-9。尺寸界线用细实线，一般应与被注长度垂直，其一端应离开图样轮廓线不小于 2 mm，另一端超出尺寸线 2~3 mm。必要时图样轮廓线可用作尺寸界线，见图 1-10。

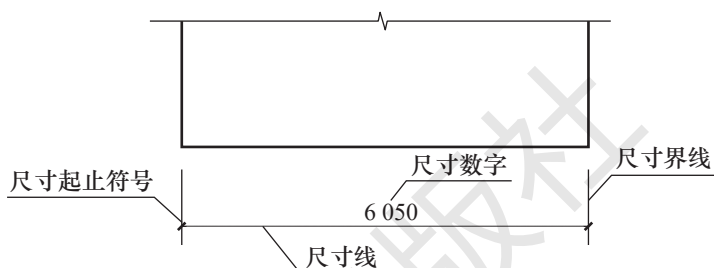


图 1-9 尺寸的组成

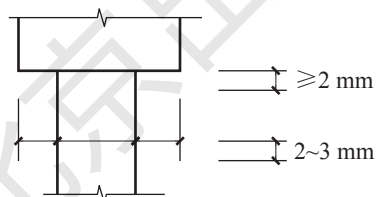


图 1-10 尺寸界线

尺寸界线应用细实线绘制，一般与被注长度垂直，图样轮廓线可用作尺寸界线。图样轮廓线以外的尺寸界线，距图样最外轮廓线之间的距离，不宜小于 10 mm。平行排列的尺寸线的间距，宜为 7~10 mm，并应保持一致。总尺寸的尺寸界线应靠近所指部位，中间的分尺寸的尺寸界线可稍短，但其长度应相等，见图 1-11。

尺寸线用细实线绘制，应与被注长度平行，图样本身的任何图线均不得用作尺寸线。

尺寸起止符号一般用中粗斜短线绘制，其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45° 角，长度宜为 2~3 mm，见图 1-12。

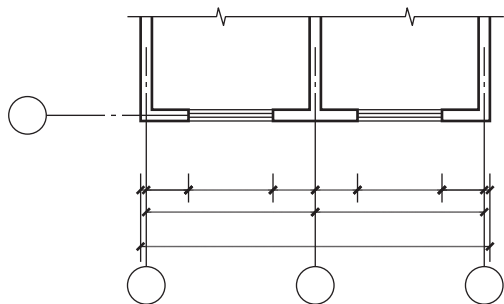


图 1-11 尺寸的排列

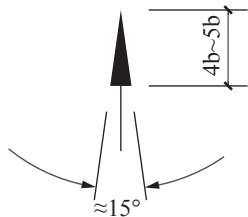


图 1-12 箭头尺寸起止符号

(二) 尺寸数字

尺寸数字应按设计规定书写。图样上的尺寸，应以尺寸数字为准，不得从图上直接量取。图样上的尺寸单位，除标高及总平面图以米 (m) 为单位外，其余必须以毫米 (mm) 为单位。尺寸数字的读数方向，应按图 1-13 (a) 的规定注写。若尺寸数字在 30° 阴影范围内，宜按图 1-13 (b) 的形式注写。

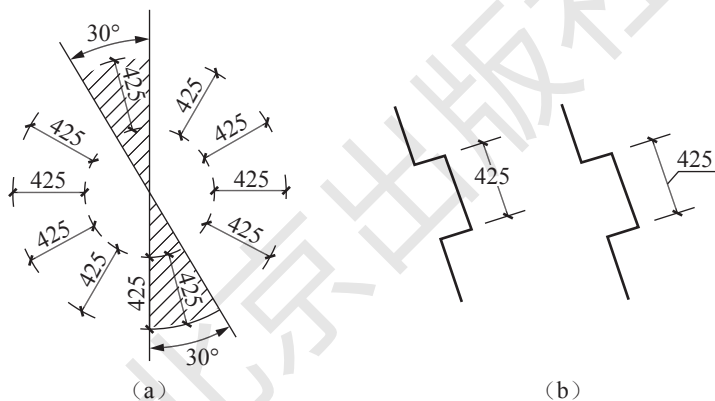


图 1-13 尺寸数字的读数方向

尺寸数字一般应依据其方向注写在靠近尺寸线的上方中部。如没有足够的注写位置，最外边的尺寸数字可注写在尺寸界线的外侧，中间相邻的尺寸数字可错开注写，如图 1-14 所示。

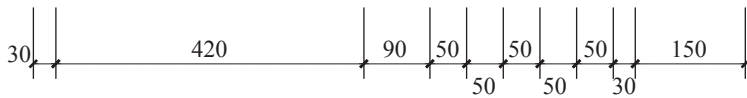


图 1-14 尺寸数字的注写位置

3. 尺寸注法

表 1-7 列出了国标所规定的一些尺寸注法。

表 1-7 尺寸标注

标注内容	示例	说明
角度		角度的尺寸线应以圆弧表示，该圆弧的圆心应是该角的顶点，角的两个边为尺寸界线。角度的起止符号应以箭头表示，如没有足够位置画箭头，可用圆点代替。角度数字应水平方向注写。
小圆直径		标注圆的直径尺寸时，直径数字前，应加符号“ ϕ ”。在圆内标注的直径尺寸线应通过圆心，两端画箭头指至圆弧。较小圆的直径尺寸，可标注在圆外。
圆直径		
大圆弧半径		
小圆弧半径		半径、直径、角度的注法。半径的尺寸线，应一端从圆心开始，另一端画箭头指至圆弧。半径数字前应加注半径符号“ R ”。
半径		

六、符号

当表示物体内部某一不可见断面时,应采用剖切法。物体被切的面称为断面。被切物体断面的位置及编号应采用一组标有英文字母或阿拉伯数字的粗短线表示。剖切后留下来的部分物体,按垂直于剖切平面方向的投影所得出的投影图,称为剖面。

(一) 剖视的剖切符号

剖视的剖切符号应由剖切位置线及投射方向线组成,均应以粗实线绘制,且不应与其他图线相接触。剖切位置线的长度宜为6~10 mm;投射方向线应垂直于剖切位置线,长度应短于剖切位置线,宜为4~6 mm。编号宜采用阿拉伯数字,按顺序由左至右、由下至上连续编排,并应注写在剖视方向线的端部。

视图名称或剖面、断面的代号均应标注在视图上方居中。剖面、断面的代号应成对地采用,并以一根5~10 mm长的细实线,将成对的代号分开。图名底部应绘制与图名等长的粗、细实线,两线间距为净1~2 mm。剖面、断面的代号宜采用英文字母或阿拉伯数字1、2、3……表示(图1-15)。

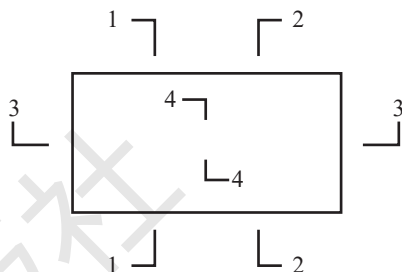


图 1-15 剖视的剖切符号

在断面图上,可再进行剖切。被切图形可以认为仍是原完整图形,也可在两个对应的断面图上相互切取(图1-16)。

(二) 断面的剖切符号

断面的剖切符号应只用剖切位置线表示,并应以粗实线绘制,长度宜为6~10 mm。编号所在的一侧应为该断面的剖视方向(图1-17)。



图 1-16 对应断面相互切取

(三) 引出线

引出线应以细实线绘制,宜采用水平方向的直线,与水平方向成30°、45°、60°、90°的直线,或经上述角度再折为水平线(图1-18)。

(四) 对称符号与连接符号

(1) 对称符号。对称符号由对称线和两端的两对平行线组成。对称线用细点划线绘制,平行线用细实线绘制(图1-19)。

(2) 连接符号。连接符号应以折断线表示需连接的部位。两部位相距过远时,折断

线两端靠图样一侧应标注大写拉丁字母表示连接编号。两个被连接的图样必须用相同的字母编号(图 1-20)。

(五) 指北针

指北针的形状如图 1-21 所示,其圆的直径宜为 24 mm,用细实线绘制;指针尾部的宽度宜为 3 mm,指针头部应注“北”或“N”字。

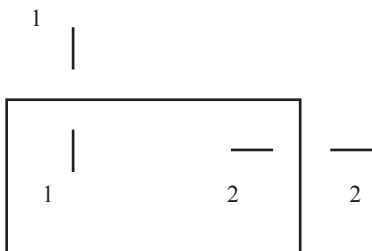


图 1-17 断面的剖切符号

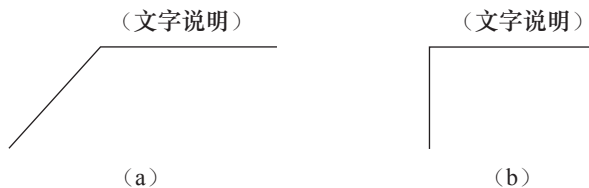


图 1-18 引出线



图 1-19 对称符号

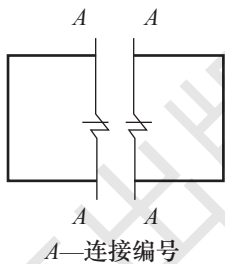


图 1-20 连接符号



图 1-21 指北针

七、标高、坡度、水位

标高符号应采用细实线绘制的等腰直角三角形表示,高为 2~3 mm,底角为 45°。顶角应指至被注的高度,顶角向上、向下均可。标高数字宜标注在三角形的右边。负标高应冠以“-”号,正标高(包括零标高)数字前不应冠以“+”号。当图形复杂时,也可采用引出线形式标注(图 1-22)。

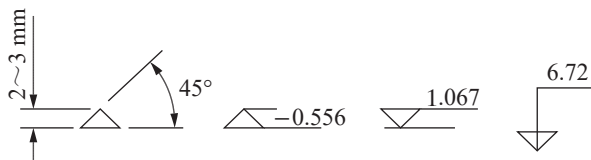


图 1-22 标高符号

当坡度值较小时,坡度的标注宜用百分率表示,并应标注坡度符号。坡度符号应由细实线、单边箭头以及在其上标注百分数组成。坡度符号的箭头应指向下坡。当坡度值较大时,坡度的标注宜用比例的形式表示,如 1:n(图 1-23)。

水位符号应由条数上长下短的细实线及标高符号组成。细实线间的间距宜为 1 mm

(图 1-24)。

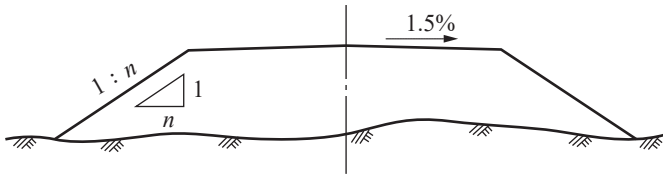


图 1-23 坡度标注

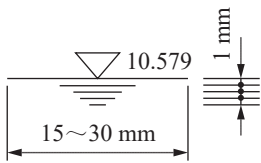


图 1-24 水位符号

八、工程计量单位

工程计量单位必须按法定计量单位标注。在同一册图纸中同一计量单位的名称与符号应一致。

当有同一计量单位的一系列数值时，可在最末一个数字后面列出计量单位。当带有阿拉伯数字的计量单位在文字、表格或公式中出现时，必须采用符号，如：重量为 150 t，不应写作重量为 150 吨或一百五十吨。工程数量或主要材料数量的计算均应根据四舍五入的原则处理其位数应按表 1-8 采用。

表 1-8 数量的取用位数

工程材料 项目	单位	取用位数	
		明细表	部分汇总表
混凝土、砖石	m ³	小数后两位	小数后一位
石方、土方	m ³	整数位	整数位
钢筋长度	m	小数后两位	小数后一位
钢筋重量	kg	小数后一位	整数位
型钢、铁件等重量	kg	小数后一位	整数位
预应力筋长度	m	小数后一位	整数位
预应力筋重量	kg	小数后一位	整位数
木材	m ³	小数后两位	小数后一位
模板	m ²	小数后一位	整数位
防水层	m ²	整数位	整数位
勾缝面积	m ²	整数位	整数位
石灰土、砂	m ³	整数位	整数位
生石灰	t	小数后两位	小数后一位
石油沥青	t	小数后两位	小数后一位

图纸中的单位，标高以米计；里程以千米或公里计；百米桩以百米计；钢筋直径及钢结构尺寸以毫米计，其余均以厘米计。当不按以上采用时，应在图纸中予以说明。

九、图纸编排

工程图纸应按封面、扉页、目录、说明、材料总数量、工程位置平面图、主体工程、次要工程等顺序排列。

扉页应绘制图框，各级负责人签署区应位于图幅上部或左部，参加项目的主要成员签

署区、设计单位等级、设计单位证书号，应位于图幅的下部或右部，排列应力求匀称。
图纸目录应绘制图框，目录本身不应编入图号与页号。

技能训练

图 1-25 所示为某道路的横断面图，请认真识读图纸，并完成以下任务。

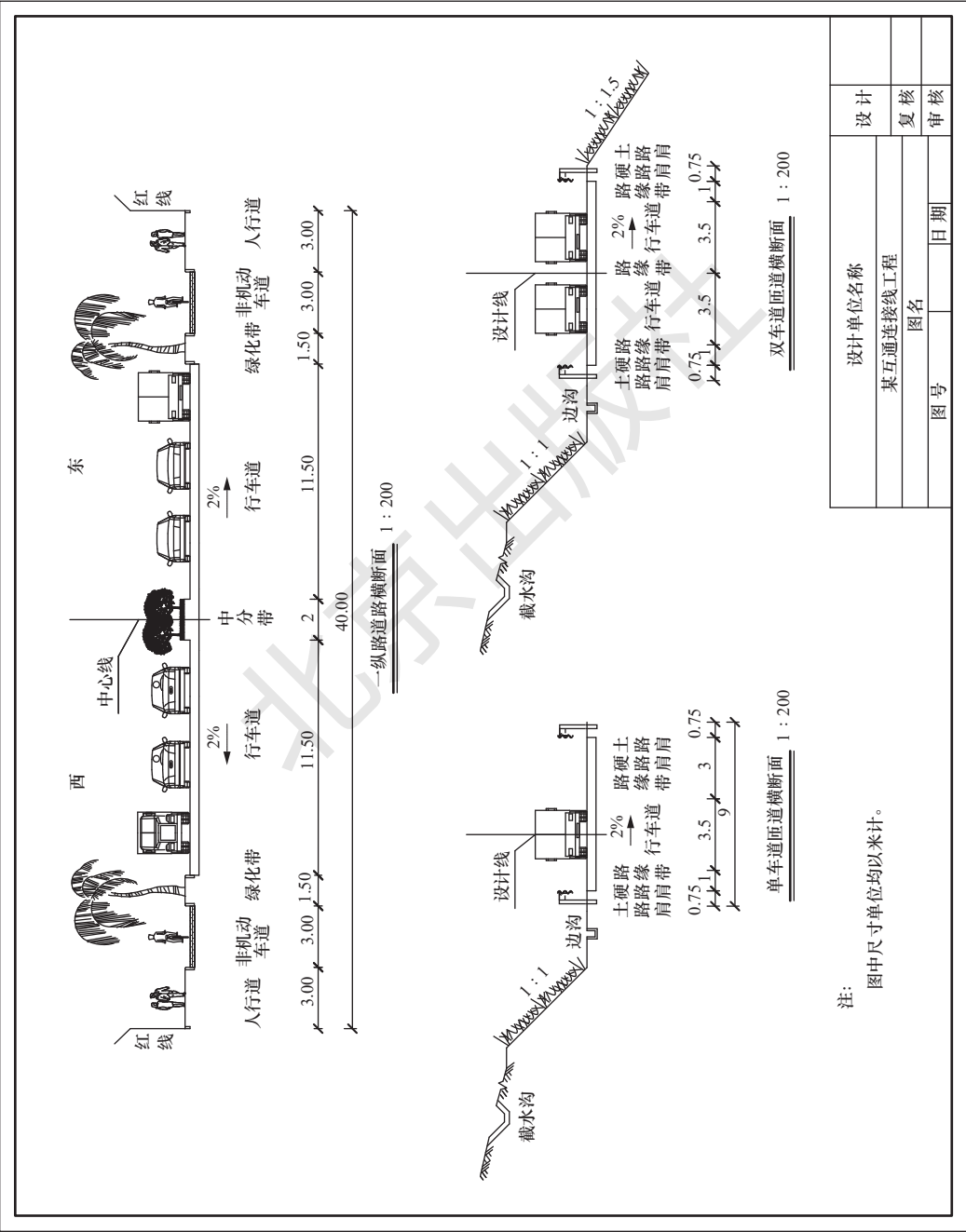


图 1-25 道路横断面图

1. 指出该 A3 图纸幅面尺寸大小、 c 和 a 的尺寸，图中标题栏都包含哪些内容？
2. 指出该图纸所采用的比例是多少？图中的附注是哪些？是如何表示的？
3. 断面图中行车道、人行道、非机动车道的尺寸分别是多少，指出尺寸的四个要素。
4. 找出图中的引出线、指北针、对称符号、连接符号，并在图中标识。
5. 图中的道路横坡是多少，如何表示的？找出图中边坡的坡度。

拓展阅读

一、国家标准中的标准代号含义

国家标准中的每一个标准都有标准代号，如 GB/T 4457.4-2002，其中“GB”为国家标准代号，它是“国家标准”汉语拼音缩写，简称“国标”，“T”表示推荐性标准，(如果不带“T”，则表示为国家强制性的标准)，“4457.4”表示该标准编号，“2002”表示该标准是 2002 年颁布的，以前有用两位数表示的，如 GB/T 14689-93。

二、标高

标高分绝对标高与相对标高两种。我国规定将青岛的黄海平均海平面定为绝对标高的零点，其他各地标高都以此为基准。

任务 2 | 使用制图工具和掌握制图技能

■ 任务目标

1. 会使用制图工具及相关仪器；
2. 掌握几何制图的制图方法与步骤。

知识链接

制图是识图进一步体现，通过绘制平面几何图形反映现实生活中的基本图形世界。制图工具是认识和描述生活空间的重要工具，其包括三角板、丁字尺、图板、铅笔、圆规、分规、铅笔、模板等。

图样绘制质量的好坏很大程度上取决于其能否正确使用制图工具和仪器。因此，要

能够掌握几种常用制图工具和仪器、用品的正确使用方法。除此之外，还应掌握规范的制图步骤，了解必要的注意事项。

一、图板

图板是固定图纸用的工具。板面为矩形，要求板面要平整，边框要平直。使用时，要防止图板受潮、受热。图纸要铺放在图板的左下部，用胶带纸粘住四角，并使图纸下方至少留有一个丁字尺宽度的空间，如图 1-26 所示。

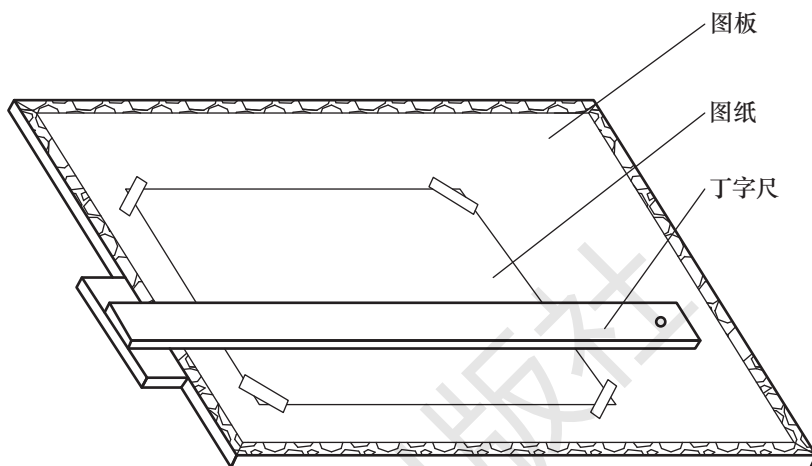


图 1-26 图板及丁字尺

图板大小有多种规格，它的选择一般应与制图纸张的尺寸相适应，与同号图纸相比每边加长 50mm。常用的图板尺寸规格见表 1-8。

表 1-8 图板尺寸规格

(单位 :mm)

图板尺寸规格代号	A0	A1	A2	A3
图板尺寸 (宽 × 长)	920×1 220	610×920	460×610	305×460

二、丁字尺

丁字尺主要用于画水平线。制图时，要使尺头紧靠图板左边，并沿其上下滑动到需要画线的位置，同时使笔尖紧靠尺身，笔杆略向右倾斜，即可从左向右匀速画出水平线。如图 1-27 所示。

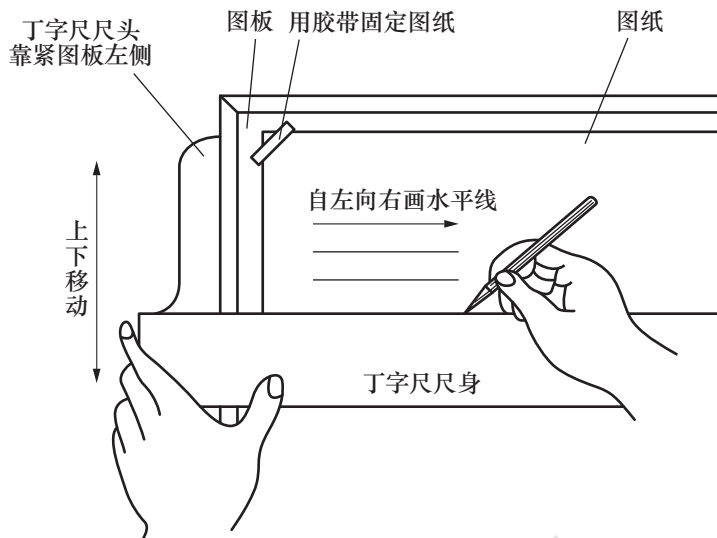


图 1-27 丁字尺的使用方法

三、三角板

三角板由 45° 和 30° (60°) 各一块组成一副。它主要用于配合丁字尺使用来画垂直线与倾斜线。画 30° 、 45° 、 60° 倾斜线时均需丁字尺与一块三角板配合使用，当画其他 15° 整数倍角的各种倾斜线时，需丁字尺和两块三角板配合使用画出，如图 1-28 所示。

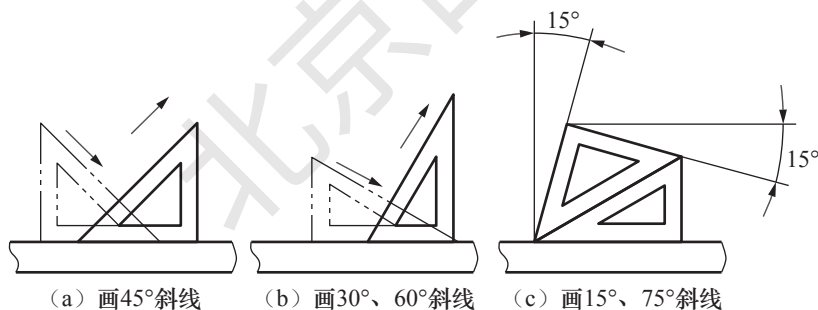


图 1-28 三角板与丁字尺配合画斜线

四、制图铅笔

铅笔是用来画图线或写字的。铅笔的铅芯有软硬之分，铅笔上标注的“H”表示铅芯的硬度，“B”表示铅芯的软度，“HB”表示软硬适中，“B”“H”前的数字越大表示铅笔越软或越硬，6H 和 6B 分别表示最硬和最软。画工程图时，应使用较硬的铅笔打底稿，如 3H、2H 等，用 HB 铅笔写字，用 B 或 2B 铅笔加深图线。铅笔通常削成锥形或铲形，笔芯露出约 6~8 mm。画图时应使铅笔略向运动方向倾斜，并使之与水平线大致成 75° 角，如图 1-29 所示，且用力要得当。

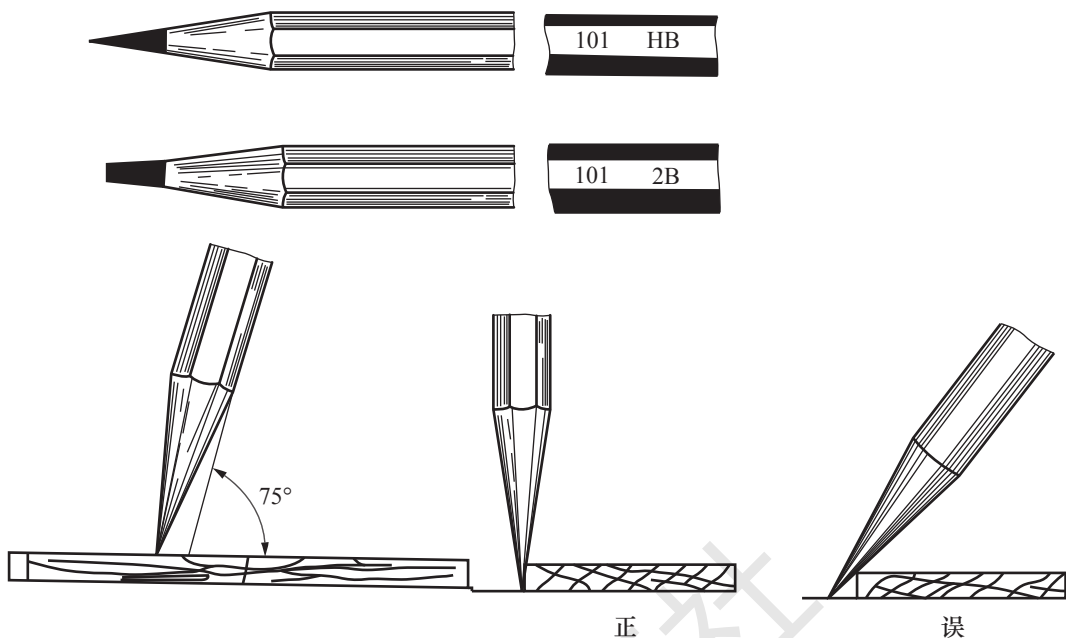


图 1-29 铅笔的使用

五、圆规和分规

圆规主要是用来画圆及圆弧的。一般较完整的圆规应附有铅芯插腿、钢针插腿、直线笔插腿和延伸杆等，如图 1-30 所示。

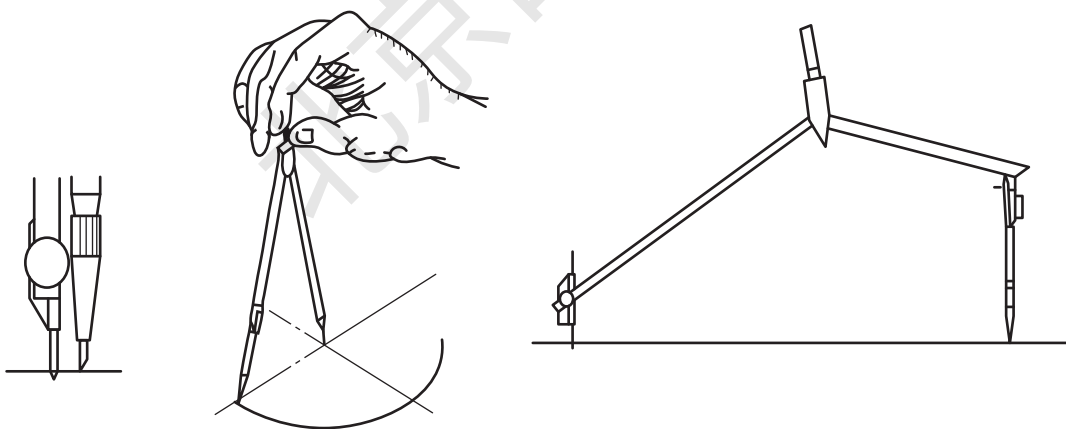


图 1-30 圆规的用法

分规主要是用来量取线段长度和等分线段的。其形状与圆规相似，但两腿都是钢针。为了能准确地量取尺寸，分规的两针尖应保持尖锐，使用时，两针尖应调整到平齐，即当分规两腿合拢后，两针尖必聚于一点，如图 1-31 (a) 所示。

等分线段时，通常用试分法，逐渐地使分规两针尖调到所需距离。然后在图纸上使两针尖沿要等分的线段依次摆动前进，如图 1-31 (b) 所示。弹簧分规用于精确地截取距离。

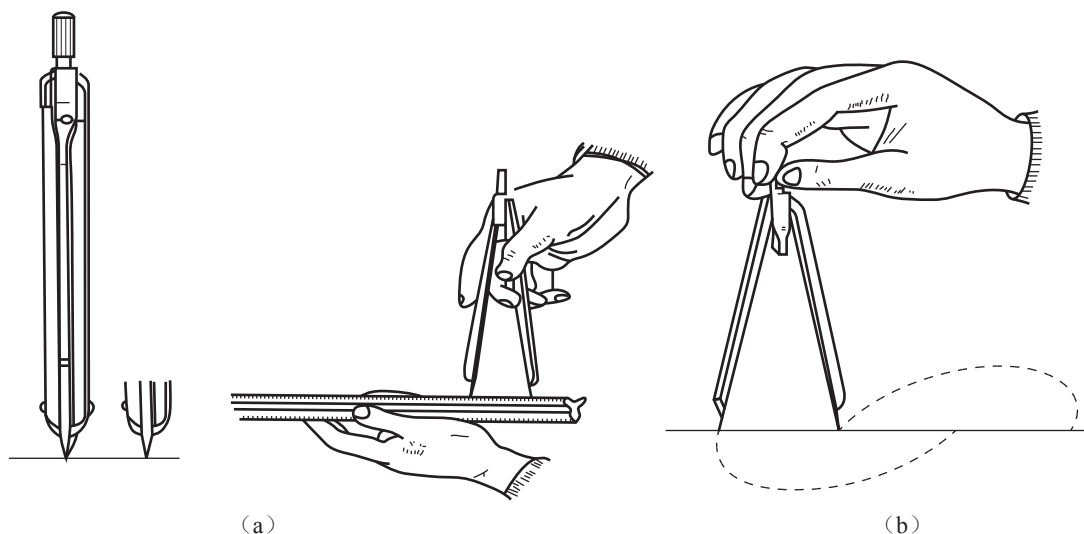


图 1-31 分规及其使用方法

其他还有制图模板、擦图片、软毛刷、橡皮等工具。

技能训练

正确使用制图工具和仪器，应用几何作图的方法，掌握图线线型的画法以及适当的制图步骤，是提高图面质量和制图速度的保证。为了保证制图的质量，提高制图的速度，要正确使用制图仪器、工具，熟练掌握几何作图方法，严格遵守国家制图标准，按下述的制图步骤和方法完成相关图形的绘制。

一、规范制图步骤

(1) 准备工作。

①收集阅读有关的文件资料，了解所制图样的内容及要求，在制图之前做到心中有数。

②准备好必要的制图仪器、工具和用品。

图板；丁字尺；三角板；圆规和分规；图纸；其他。

③将图纸用胶带纸固定在图板上，位置要适当。一般将图纸粘贴在图板的左下方。

(2) 画底稿。

①按制图标准的要求，先把图框线及标题栏的位置画好。

②根据图样的数量、大小及复杂程度选择比例，安排图位，定好图形的中心线。

③画图形的主要轮廓线，再由大到小，由整体到局部，直至画出所有轮廓线。

④画尺寸界限、尺寸线以及其他符号等。

⑤进行仔细的检查，擦去多余的底稿线。

(3) 用铅笔加深。

①先画曲线后画直线。加深后的同类图线，其粗细和深浅要保持一致。要按照水平

线从上到下、垂直线从左到右的顺序一次完成。

②各类线型的加深顺序是：中心线、粗实线、虚线、细实线。

③加深图框线、标题栏及表格，并填写其内容及说明。

(4) 注意事项。

①画底稿的铅笔用 H 至 3H，线条要轻而细。

②加深粗实线的铅笔用 HB 或 B，加深细实线的铅笔用 H 或 2H。写字的铅笔用 H 或 HB。

③加深或描绘粗实线时，要以底稿线为中心线，以保证图形的准确性。

④修图时，如果是用制图墨水绘制的，应等墨线干透后，用刀片刮去需要修整的部分。

(5) 绘制简单图形

二、绘制简单图形

在图纸上完成线段和角的等分和圆弧的链接两种常用制图做法。

(1) 线段和角的等分。

①线段的任意等分，如图 1-32 所示。

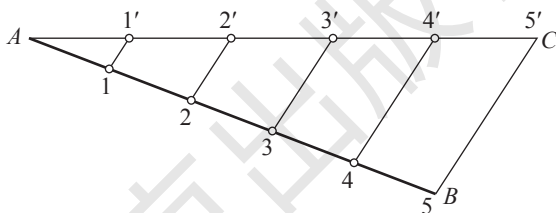


图 1-32 五等分线段 AB

②两平行线间的任意等分，如图 1-33 所示。

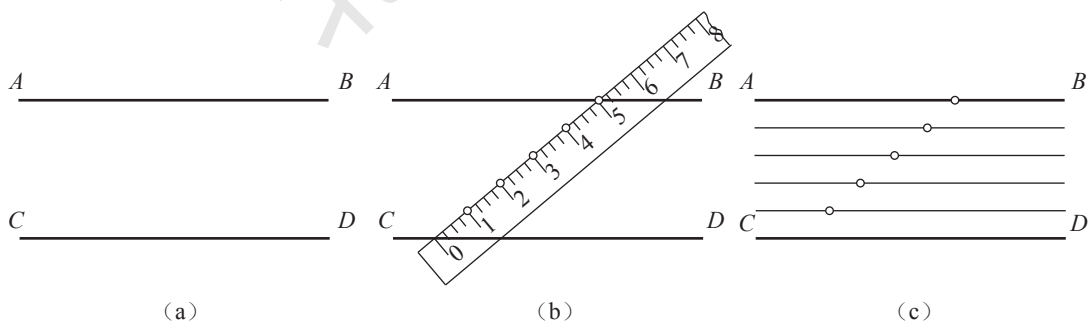


图 1-33 分两平行线 AB 和 CD 之间的距离为五等分

③角的二等分，如图 1-34 所示。

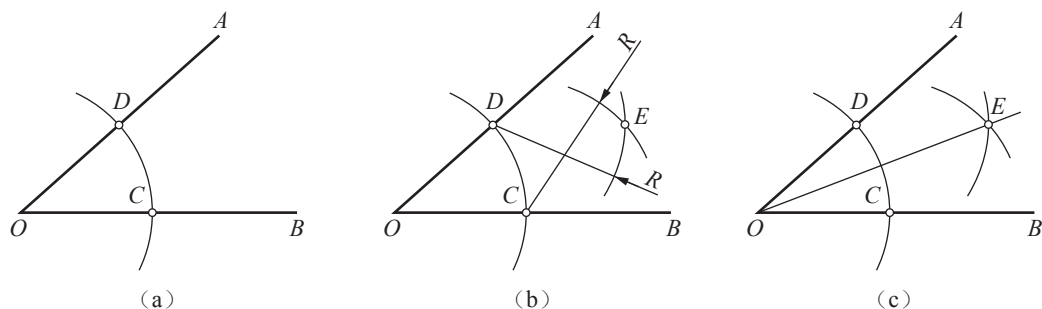


图 1-34 角的二等分

(2) 圆弧连接。

绘制平面图形时,经常需要用圆弧将两条直线、一圆弧与一直线或两个圆弧之间光滑地连接起来,这种连接作图称为圆弧连接,用来连接已知直线或已知圆弧的圆弧称为连接圆弧。圆弧连接的要求就是光滑,而要做到光滑连接就必须使连接圆弧与已知直线、圆弧相切,切点称为连接点。为了能准确连接,作图时必须先求出连接圆弧的圆心,再找连接点(切点),最后作出连接圆弧。

如图 1-35 所示,已知直线 AC 和 CB , 连接圆弧的半径为 R , 求作连接圆弧。

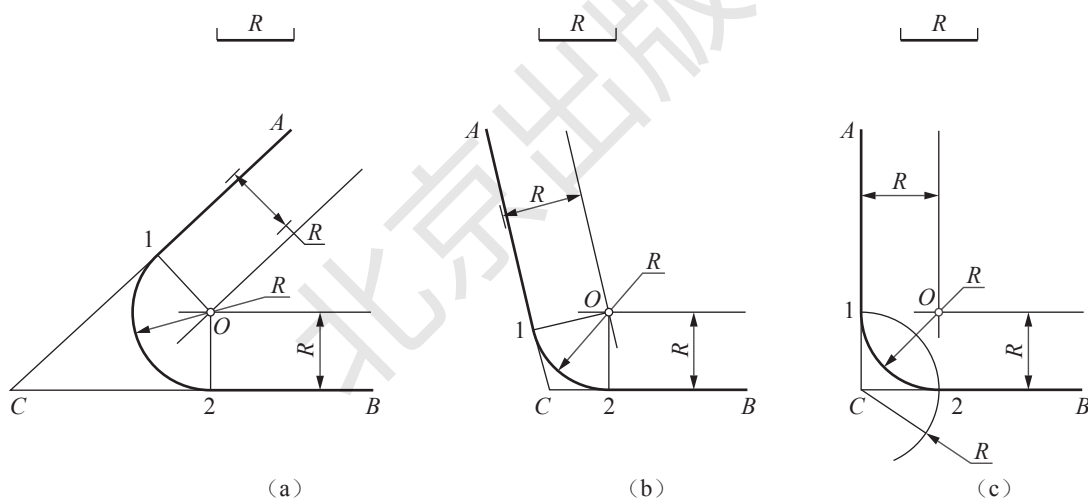


图 1-35 用圆弧连接两直线

作图步骤:

- ① a. 在直线 AC 上任找一点并以其为垂足作直线 AC 的垂线,再在该垂线上找到与垂足的距离为 R 的另一点,并过该点作直线 AC 的平行线。
- ② 用同样方法作出距离等于 R 的 BC 直线的平行线。
- ③ 两平行线的交点 O 即为连接圆弧的圆心。
- ④ 自点 O 分别向直线 AC 和 BC 作垂线,得垂足 1、2,此即为连接圆弧的连接点(切点)。
- ⑤ 以 O 为圆心、 R 为半径作圆弧 12,完成连接作图。

职业技能知识点考核

一、填空题

1. 图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的大小，常用幅面主要有 _____， _____， _____， _____， _____ 等 5 种，其中图纸中常用的 A3 图纸的尺寸为 _____。
2. 图线分 _____、 _____ 两种，粗线的宽度 b ，一般在 _____mm 之间选择，细线的宽度约为 $b/2$ 。制图作业中一般选择 _____mm 为宜。
3. 《工程制图标准》规定图中汉字应采用 _____（又称 _____），汉字书写要求采用 _____ 的格式。
4. 制图标准中规定图样上的尺寸四个要素分别是：_____、 _____、 _____ 和 _____。
5. 标高分 _____ 与 _____ 两种，我国规定将 _____ 定为绝对标高的零点，其他各地标高都以此为基础。
6. 图板大小有多种规格，它的选择一般应与 _____ 的尺寸相适应，与同号图纸相比每边 _____。
7. 制图步骤主要分为 _____， _____， _____ 等 3 大部分，此外，在制图中还应考虑相关注意事项。

二、判断题

1. 同一图样中，同类图线的宽度应差别很大。（ ）
2. 虚线以及各种点划线相交时应恰当地相交于画，而不应相交于点或间隔。（ ）
3. 线可以与文字、数字或符号重叠、混淆，并保证文字的清晰。（ ）
4. 标准中没有特殊规定时，也可以采用繁体字。（ ）
5. 尺寸界线应用细实线绘制，一般与被注长度垂直，图样轮廓线可用作尺寸界线。（ ）
6. 标高符号应采用细实线绘制的 60° 内角的等边三角形表示。（ ）
7. 加深粗实线的铅笔用 HB 或 B，加深细实线的铅笔用 H 或 2H。写字的铅笔用 H 或 HB。（ ）

三、简答、操作题

1. 简述国标规定的尺寸标注的方法。
2. 简述制图工具和仪器有哪些。如何配合使用？
3. 阐述线段和角等分方法及圆弧连接的方法。
4. 在图纸上完成 5 等分线段和圆弧连接。