

绪 论

在工业生产实践中，需要将生产意图和设计思想表达确切。对于简单的事物用语言或文字便可以叙述清楚了，但是对于较为复杂的事物，仅仅依靠语言和文字来描述，就不可能达到技术上的要求，或者根本制造不出来。因此，在技术上需要一种特殊的语言——图样，准确地表达工程结构物的形状、大小及其技术要求，此图样称为工程图样。

设计者将产品的形状、大小及各部分之间的相互关系和技术上的要求，都精确地表达在图样上，施工者根据图样进行加工，产品就可以正确地制造出来了。所以图样不仅用来表达设计者的设计意图，也是指导实践、研究问题、交流经验的主要技术文件。

在工程技术中，人们把图样比喻为工程界的语言。现代工业中，无论是建造房屋、修路架桥或者制造机器都需要依照图样进行施工或生产。图样已成为人们表达设计意图、交流技术思想的工具。因此说图样是工程界的语言，它既是人类语言的补充，也是人类语言在更高发展阶段的具体体现。所以工程图样是工业生产中的一种重要的技术资料和交流工具，是工程界共同的语言。

本课程的教学目的就是教会学生掌握这种语言，即通过学习图示理论与方法，掌握绘制和阅读工程图样的技能。它是一门既有系统的理论又有较强的实践性的技术基础课。

本课程包括以下几部分内容：

1. 制图基础部分：介绍制图的基础知识和基本规定，培养读图、绘图的能力，并要求在绘图中严格遵守国标的规定。
2. 画法几何部分：以投影理论为基础，学习用正投影法图示空间几何体，并用以解决空间几何问题。
3. 专业制图部分：运用正投影原理，学习怎样绘制和阅读工程图图样。

这门课程是一门有系统理论的学科，在学习过程中，必须将空间几何元素、几何体与平面图形结合起来，也就是空间想象与平面图形的投影分析紧密结合。在学习过程中应注意空间想象能力与空间思维能力的培养，两者是缺一不可、相辅相成的。空间想象能力就是指在解题过程中，能对于解题方法、作图步骤和作图结果等有一个比较清晰的空间形象，空间思维能力就是指对空间几何问题的逻辑思维能力，即应学会运用综合、分析、归纳等方法分析问题和解决问题。

画法几何为用图形表达工程结构物和解决空间几何问题提供了基本原理和基本方法。通过学习画法几何，掌握绘图和读图的基本理论和方法，逐步培养和发展空间想象能力和空间构思能力，训练逻辑分析和推理能力，为绘制和阅读路桥工程图样打好基础。

这门课程的特点是实践性很强，要掌握它，必须通过大量的实践，要重视实践性教学环节。无论是画法几何还是工程制图的内容都要通过完成相当数量的习题或制图作业才能掌握，所以在多动脑的同时还需多动手，特别是要经常注意观察和了解工程实际，并善于结合所学理论进行对照和理解，不断提高绘图与读图的技能。

还要注意培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。应掌握正确使用绘图仪器和

工具的方法，能正确使用绘图工具和仪器绘制图样。绘制的图样应做到：投影正确，视图选择和配置恰当 尺寸齐全 字体工整 图面整洁 符合图标。因此必须从一开始严格要求 每一条线、每一个字 都应一丝不苟认真对待 加强基本功的训练 力求作图准确、迅速、美观 为日后工作打下良好的基础。

第一章 制图基础

本章主要介绍《道路工程制图标准》(GB 50162—92)(以下简称《国标》)的有关规定、制图工具的使用方法和常用的几何作图等内容。

§ 1-1 制图工具及其使用方法

绘制图样是通过制图工具来进行的。为保证工程图样的绘制质量、加快绘制速度,就必须熟悉制图工具的性能,正确地、熟练地掌握各种工具的使用方法,并能对制图工具进行挑选和妥善地保管。

常用的绘图工具有图板、铅笔、丁字尺、三角板、比例尺等。绘图仪器有圆规、分规、鸭嘴笔等。如图 1-1 所示。

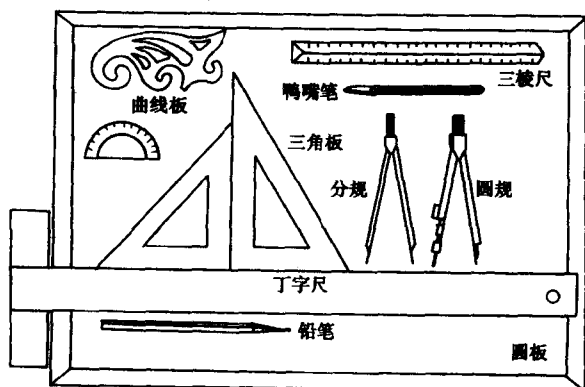


图 1-1 制图常用工具和仪器

一、图板

图板是用作画图时的垫板。如图 1-1 所示。图板通常用胶合板制成,为防止翘曲,四周镶以硬木条。图板板面应质地松软、光滑平整、有弹性。图板两端要平整,角边应垂直。图板的大小有 0 号、1 号、2 号等不同规格,可根据所画图幅的大小而选定。

图板不能受潮或曝晒,以防变形。为保持板面平滑,贴图纸宜用透明胶纸,不宜使用图钉。不画图时,应将图板竖立保管(长边在下面),并随时注意避免碰撞或刻损板面和硬木边条。

二、铅笔

绘图使用的铅笔的铅心硬度用 B 和 H 标明,B 表示软而浓,H 表示硬而淡,HB 表示软硬适中。画底稿时常用 2H~H 铅笔,描粗时常用 HB~2B 铅笔。

削好的铅笔还要用 0 号砂纸将铅心磨成圆锥形,以保证所画图线粗细均匀。图 1-2、图 1-

3)。画图时 从侧面看笔身要铅直 如图 1-4 所示 从正面看 笔身倾斜约 60° 如图 1-5 所示。

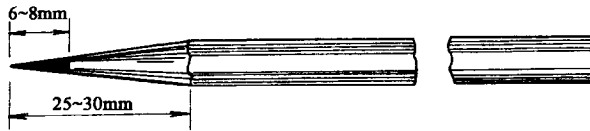


图 1-2 绘图铅笔

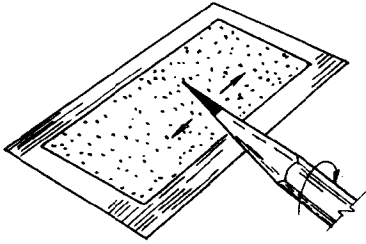


图 1-3 磨铅芯

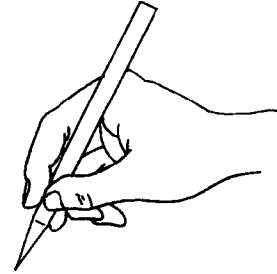
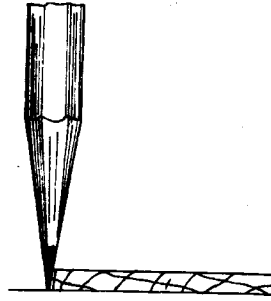


图 1-4 铅笔与尺身的相对位置 图 1-5 握铅笔方法

三、丁 字 尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成 (图 1-6)。丁字尺主要与图板配合来画水平线。使用时应先检查尺头和尺身是否坚固,再检查尺身的工作边和尺头内侧是否平直光滑。

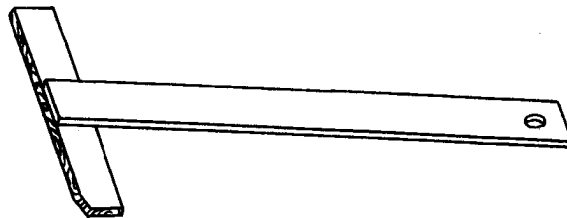


图 1-6 丁字尺

用丁字尺画水平线时 铅笔应沿着尺身工作边从左画到右 如水平线较多 则应由上而下逐条画出。丁字尺每次移动位置都要注意尺头是否紧靠图板,画线时应防止尺身移动。图 1-7 为移动丁字尺的手势 图 1-8 为画水平线的手势。

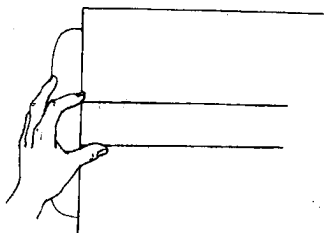


图 1-7 丁字尺移动的手势

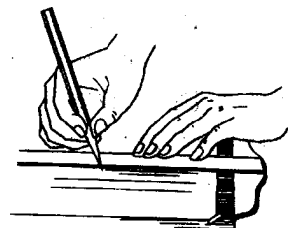


图 1-8 用丁字尺画水平线

为保证图线的准确 不许用丁字尺的下边画线 也不许把尺头靠在图板的上边、下边或右边来画铅垂线或水平线。

丁字尺是用胶合板或有机玻璃制成的 必须防止受潮、曝晒或弯曲 以免变形 不用时应挂在墙壁上。

四、三 角 板

三角板与丁字尺配合，主要用来画铅垂线和某些角度的斜线。一副三角板是由 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两块组成。它的每一个角都必须十分准确，各边都应平直光滑。

使用三角板画铅垂线时，应使丁字尺尺头紧靠图板左边硬木边条，先推丁字尺到线的下方，将三角板放在线的右侧，并使三角板的一直角边靠紧在丁字尺的工作边上，然后移动三角板 直至另一直角边靠贴铅垂线 再用左手轻轻按住丁字尺和三角板 右手持铅笔 自下而上画出铅垂线 如图 1-9 所示。

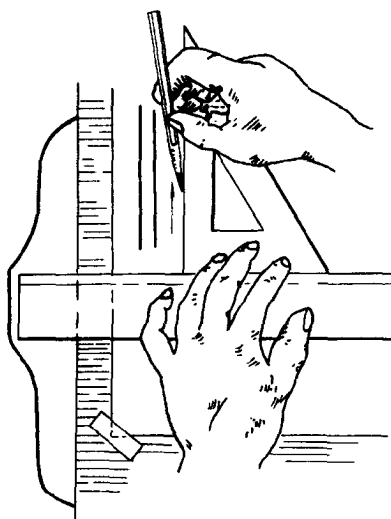


图 1-9 用三角板画铅垂线

用一副三角板和丁字尺配合，可画出与水平线成 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的斜线 如图 1-10 所示。

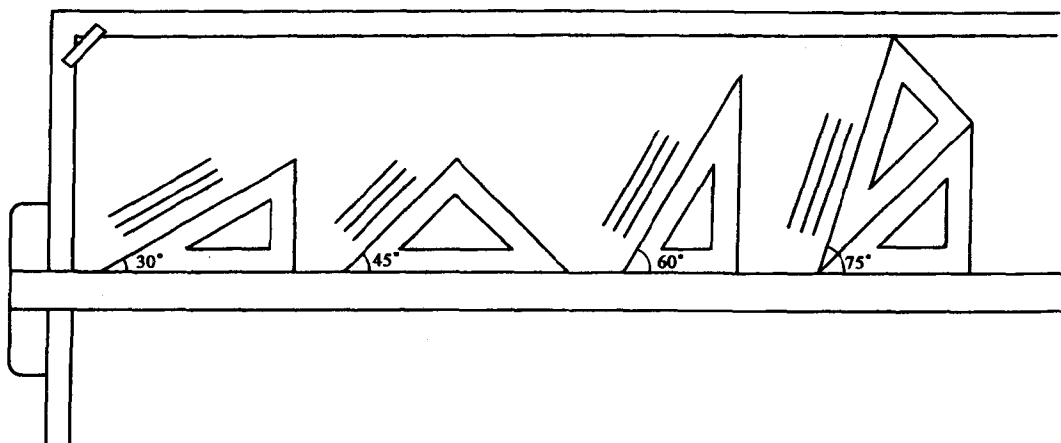


图 1-10 30° 、 45° 、 60° 、 75° 角斜线的画法

三角板一般是用有机玻璃制成的，需防止曝晒和碰坏。

五、比例尺

在图样中图形与实物相应的线性尺寸之比，称为比例。刻有不同比例的直尺称为比例尺。比例尺的式样很多 常用的为三棱尺 图 1-11) 它在三个棱面上刻有六种比例 其比例有百分比例尺和千分比例尺两种。百分比例尺如： $1:100$ 、 $1:200$ 千分比例尺如 $1:1000$ 、 $1:2000$ 。比例尺上刻度所注数字的单位为米 (m)。

值得注意的是图形上所注的尺寸是指物体实际的大小，它与图形的比例无关。绘图时不必通过计算 可直接将物体的实际长度 按所选用的比例缩小或放大画在图纸上 如图 1-12 所示。

比例尺一般用木料或塑料制成 因此不能将比例尺作直尺使用 也不能将棱线碰缺而损坏尺面上的刻度。



图 1-11 比例尺

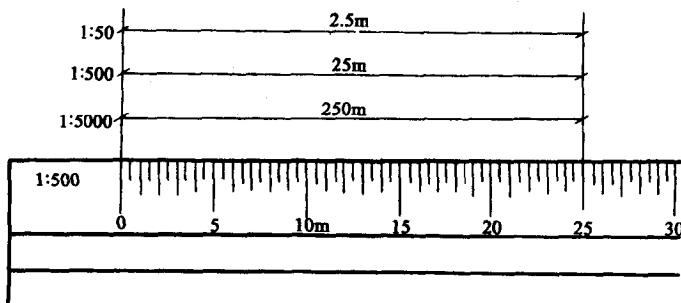


图 1-12 比例尺的用法

六、分规

分规是截量长度和等分线段的工具。使用时应使两针尖接触对齐，如图 1-13、图 1-14 所示。

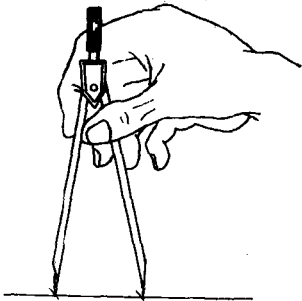


图 1-13 分规用法一

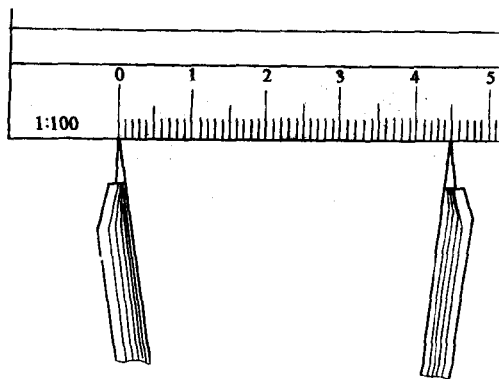


图 1-14 分规用法二

七、圆规

圆规是用来画圆或圆弧的仪器，它与分规形状相似。在一腿上附有插脚，换上不同的插脚可作不同的用途(图 1-15)。其插脚有三种：钢针插脚、铅笔插脚和墨水笔插脚。

使用圆规时，先调整针脚，使针尖略长于铅心，圆规铅心宜磨成楔形，并使斜面向外，其硬度应比所画同种直线的铅笔小一号，以保证图线深浅一致。

画圆时，先把圆规两脚分开，使铅心与针尖的距离等于所画圆弧半径，再用左手食指来帮助针尖扎准圆心，从圆的中心线开始，顺时针方向转动圆规。转动时圆规可往前进方向稍微倾斜，整个圆或圆弧应一次画完(如图 1-16 所示)。画较大的圆弧时，应使圆规两脚与纸面垂直。画更大的圆弧时要接上延长杆(图 1-17)。

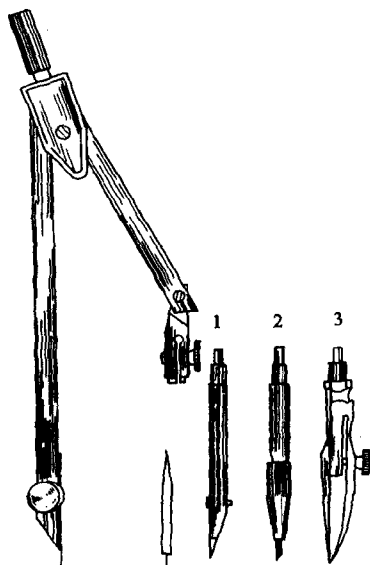


图 1-15 圆规及其附件

1-钢针插脚；2-铅笔插脚；3-墨水笔插脚

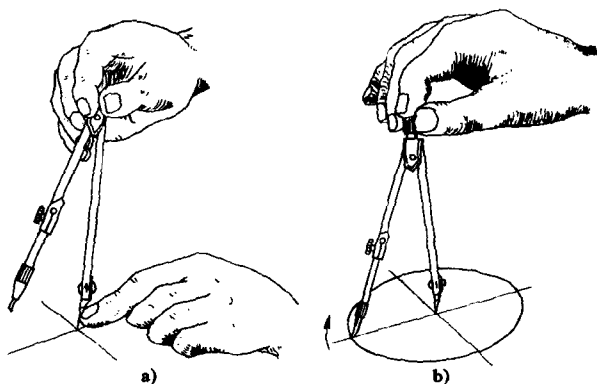


图 1-16 圆规用法

八、擦线板

擦线板是用透明胶片或金属片制成的(图 1-18)是用来擦去画错图线的工具。使用时选择适当形状的挖孔框住图上需擦去的线条，左手压紧擦线板，再用橡皮擦去框住的线条，这样擦图的准确性很高，可避免误擦有用的图线。

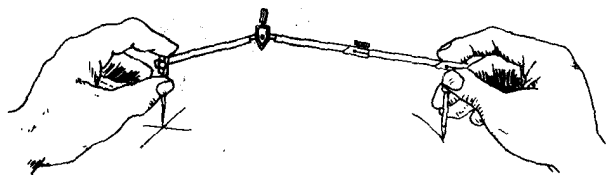


图 1-17 接上延长杆画大圆

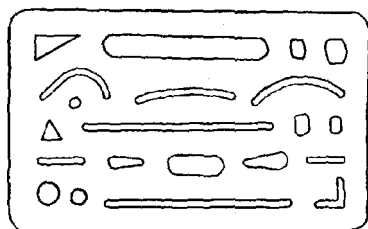


图 1-18 擦线板

九、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具 其式样很多 曲率大小各不相同。曲线板面应平滑、板内外边缘应光滑、曲率转变自然。

在使用曲线板之前，必须先定出曲线上的若干控制点。用铅笔徒手顺着各点轻轻地勾画出曲线，所画曲线的曲率转变应很顺畅。然后选择曲线板上曲率相应的部分，分几次画成。每次至少应有三点与曲线板相吻合，并应留出一小段，作为下次连接其相邻部分之用，以保持线段的顺溜（图 1-19）。

曲线板是用塑料或有机玻璃制成的，应防止翘曲。

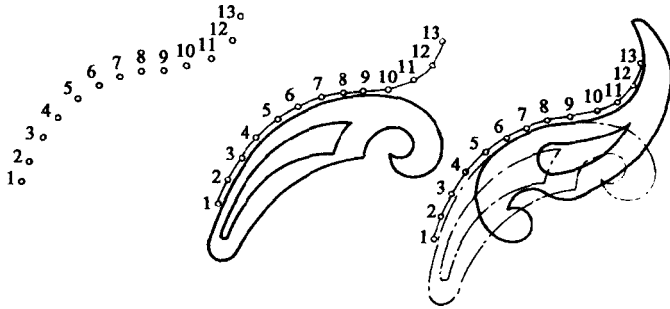


图 1-19 曲线板的用法

十、墨线笔

墨线笔 又称鸭嘴笔 是描图上墨画线的工具。加墨时 用墨水瓶上的吸管或小钢笔蘸取墨水 灌注在两叶片中间（图 1-20）。笔内一次含墨高度约 5mm 为宜。如叶片外侧沾有墨水，必须擦净，以免墨水沿尺边渗入尺底而弄脏图纸。加墨水应在图纸之外进行。

墨线笔上墨水后 根据所画线条粗细 调节叶片间的距离 并在相同的图纸上试画 直至调节到符合要求为止。

画图时，笔杆向右倾斜约 30° ，笔尖与尺应保持一定距离，两叶片要同时接触纸面（图 1-21）笔杆切不可外倾或内倾，以免造成跑墨或墨线不平滑等现象。画线速度要均匀，用力不宜过大 但要平稳 中途不能停顿。

墨线笔使用完毕后，应立即松开调节螺母，并将叶片上的墨水擦净。

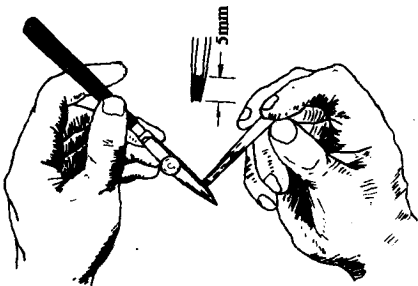


图 1-20 墨线笔上墨水方法

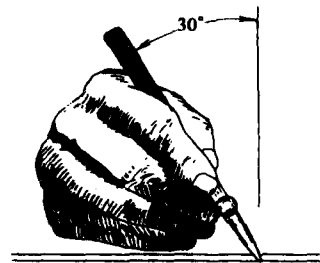


图 1-21 持墨线笔的手势

十一、绘图墨水笔

除了用墨线笔画墨线外，还可以用绘图墨水笔画墨线，如图 1-22 所示 墨线笔的笔尖是一

支细针管，能吸存碳素墨水，描图时不用频频加墨。笔尖的口径有多种规格，笔尖按粗细不同共分12种，从0.1mm到1.2mm，间隔为0.1mm，每支笔只可画一种线宽。画图时笔头可略倾斜 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，但不能重压笔尖。必须注意的是，用后要洗净才能存放盒内。

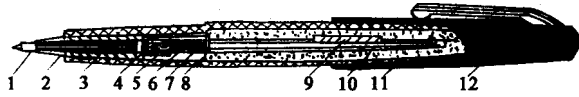


图 1-22 绘图墨水笔构造图

1-笔头;2-笔颈;3-引水通针;4-储水器;5-尖套;6-排气管;7-插座;8-接螺丝;9-笔胆;10-护胆管;11-笔杆;12-笔套

§ 1-2 基本规格与图形美学

工程图是重要的技术资料，是施工的依据。为使工程图样图形准确，图面清晰，符合生产要求和便于技术交流，就要做到工程图样基本统一。对图幅大小、图线的线型、粗细、尺寸标注、图例、字体等都必须有统一的规定。本节主要介绍《道路工程制图标准》的有关规定。

一、图幅

为合理使用图纸和便于装订管理，图幅大小均应按国家标准规定（表 1-1 执行。表中尺寸代号含义见图 1-23。在选用图幅时，应以一种规格为主，尽量避免大小幅面掺杂使用。

图幅及图框尺寸(mm)

表 1-1

图幅代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸代号					
$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	35	35	35	35	25
c	10	10	10	10	10

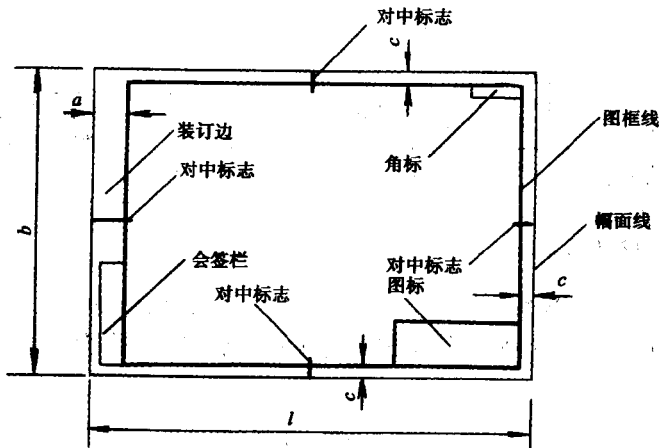


图 1-23 幅面格式

图纸幅面边长尺寸相当于 $\sqrt{2}$ 系列，即 $L = \sqrt{2}b$ 。A0号图纸幅面的面积为 1m^2 ，A1号图纸

幅面是 A0 号幅面长边的对裁, 其他幅面依次类推。

根据需要 图纸幅面的长边可以加长 但短边不得加宽 长边加长的尺寸应符合有关规定。长边加长时图幅 A0、A2、A4 应为 150mm 的整倍数 图幅 A1、A3 应为 210mm 的整倍数。

对中标志应画在幅面线中点处, 线宽应为 0.35mm 伸入图框内 5mm。

图框内右下角应绘图纸标题栏 简称图标, 《国标》规定的格式有三种 如图 1-24 所示。图标外框线线宽宜为 0.7mm 图标内分格线线宽宜为 0.25mm。

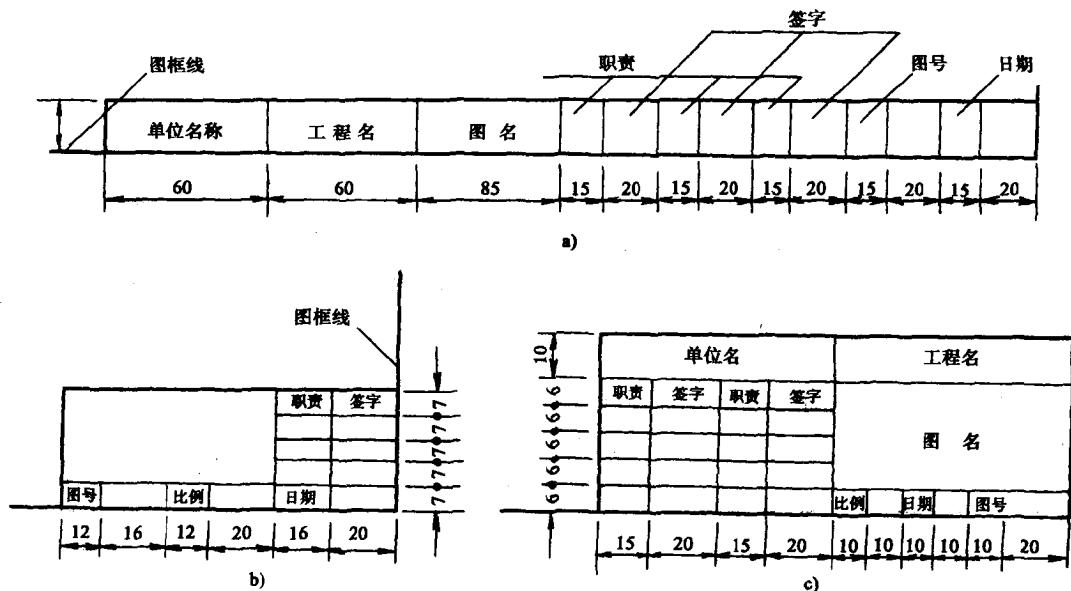


图 1-24 图标尺寸单位: mm)

会签栏绘制在图框外右下角 如图 1-25 所示。会签栏外框线线宽宜为 0.5mm 内分格线线宽宜为 0.25mm。

当图纸要绘制角标时, 应布置在图框内的右上角, 如图 1-26 所示。角标线线宽宜为 0.25mm。

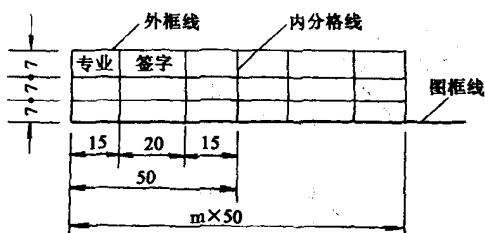


图 1-25 会签栏尺寸单位: mm)

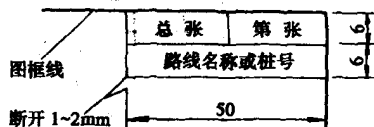


图 1-26 角标尺寸单位: mm)

学生在学习期间 可采用作业用的标题栏 详见《道路工程制图习题集》)会签栏和角标可不设。

二、比例

图样中图形与实物相应线性尺寸之比, 称为比例。比例大小即为比值大小, 如 1:50 大于 1:100。绘图比例的选择 应根据图面布置合理、匀称、美观的原则 按图形大小及图面复杂程

度确定，一般优先选用表 1-2 中的常用比例。

绘图所用的比例

表 1-2

常用比例	1:1	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50
	1:100	1:200	1:500	1:1000		
	1:2000	1:5000	1:10000	1:20000		
	1:50000	1:100000	1:200000			
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	
	1:1500	1:2500	1:3000	1:4000		
	1:6000	1:15000	1:30000			

比例应采用阿拉伯数字表示，标注在图名的下方或右侧。比例字体字高比图名字体小一号或二号。如图 1-27 所示。当同一张图纸中的比例完全相同时，可在图标中注明，也可以在图纸中适当位置采用标尺标注。

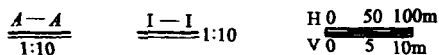


图 1-27 比例的标注

当竖直方向与水平方向的比例不同时，可以用 V 表示竖直方向比例，用 H 表示水平方向比例。

当采用一定比例画图时，图样上标注的尺寸数字是结构物的实际尺寸，而与所采用的比例无关。

三、字体

文字、数字或符号是工程图中的重要组成部分。若字体潦草，各写一套，导致辨认困难，或被误认为其他，容易造成工程事故，给国家和个人带来损失，同时也影响图面整洁美观。因此要求图纸上的字体端正、笔画清晰、排列整齐、标点符号清楚正确，而且要求采用规定的字体和按规定的大小书写。

1. 汉字

汉字应采用国家公布使用的简化汉字，从左向右，横向书写，并应采用挺秀端正、粗细均匀的长仿宋体。长仿宋体的字高和字宽之比为 3:2。如图 1-28。汉字的高度，国家标准规定应不小于 3.5mm。其字高系列及字高与字宽关系见表 1-3。字体的高度即为字体大小的号数。

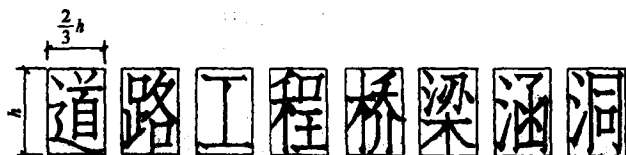


图 1-28 长仿宋字体高宽比

长仿宋体字的高宽关系 (mm)

表 1-3

字高(即字号)	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

长仿宋体字和其他汉字一样，都是由八种基本笔画组成，如图 1-29 所示。在书写时，要先掌握基本笔画的特点。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直，起落分明，排列匀称，填满方格。注意在运笔时，起笔和落笔要有棱角，使笔画形成尖端或三角形。字体的结构布局，笔画之间的间隔均匀相称，偏旁、部首的比例适当（图 1-30）。

名称	点	挑	横	竖	撇	捺	厥	钩
笔	上点	平挑	平横	直竖	斜撇	捺	右厥 左厥	竖钩 曲钩
画	左点	左挑	左尖横	上尖竖	竖撇	平捺		
型	右点	斜挑	右尖横	下尖竖	曲撇	曲头捺	反厥 双厥	包钩 背钩
式	垂点	向上挑	右钩横	下尖竖	曲撇	反捺		
	挑点							

图 1-29 长仿宋体基本笔划及运笔

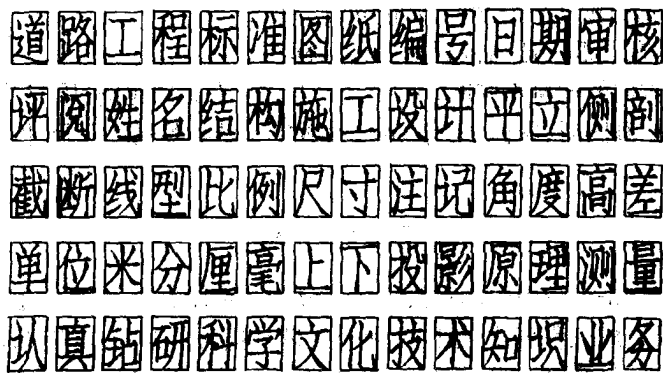


图 1-30 字例

2. 数字和字母

图纸中的阿拉伯数字、外文字母、汉语拼音字母的笔划宽度宜为字高的 $1/10$ 。大写字母的字宽宜为字高的 $2/3$ 小写字母的高度应以 b, f, h, p, g 为准 字宽宜为字高的 $1/2$ 。 a, m, n, o, e 的字宽宜为上述小写字母高度的 $2/3$ 。

数字与字母的字体可采用直体或斜体。直体笔划的横与竖应成 90° ；斜体字字头向右倾斜 与水平方向应成 75° 。数字与字母要与汉字同行书写，其字高应比汉字的高小一号。图 1-31 所示为《国标》所规定的数字和字母示例。

当图纸中有需要说明的事项时，宜在每张图的右下角图标上方处加以叙述。该部分文字应采用“注”字标明“字样”注”应写在叙述事项的右上角 每条注的结尾应标以句号“。”。说明事项需要划分层次时 第一、二、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。图纸中文字说明不宜用符号代替名称。当表示数量时，应采用阿拉伯数字书写。如三千零五十毫米就写成 3050mm 三十二小时应写成 32h 。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。不够整数位的小数数字 小数点前应加 0 定位。

四、线 型

工程图是由不同线型、不同粗细的线条所构成 这些图线可表达图样的不同内容 以及分



图 1-31 数字和字母示例

清图中的主次，《国标》对线型及线宽作了规定(表 1-4)。

工程图的图线线型有实线、虚线、点画线、折断线、波浪线等，其画法和用途见表 1-4。

图线的线型、线宽、用途及其画法

表 1-4

名称	线型	线宽	一般用途
标准实线		b	可见轮廓线、钢筋线
中实线		$0.5b$	较细的、可见轮廓线、钢筋线
细实线		$0.25b$	尺寸线、剖面线、引出线、图例线等
加粗实线		$1.4b \sim 2.0b$	图框线、路线设计线、地平线等
粗虚线		b	地下管线或建筑物
中虚线		$0.5b$	不可见轮廓线
细点画线		$0.25b$	中心线、对称线、轴线等
双点画线		$0.25b$	假想轮廓线
波浪线		$0.25b$	断开界线
折断线		$0.25b$	断开界线

图线的宽度应根据图的复杂程度及比例大小，从下列规定的线宽系列中选取 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0(mm)。工程图一般使用三种线宽，且互成一定比例，即粗线、中粗线、细线的比例规定为 $b:0.5b:0.35b$ 。因此先确定基本图线(粗实线)的宽度 b ，中粗线及细线的宽度也就随之确定，成为一个线宽组，如表 1-5 所示。图框线和标题栏线的宽度，将随图纸幅面的大小而不同，见表 1-6。

绘制比较简单的图或比例较小的图，可以只用二种线宽，其线宽比规定为 $b:0.35b$ ，即不用中粗线。

线宽组合

表 1-5

线宽类别	线宽系列(mm)				
	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
b	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	0.7	0.5	0.35	0.25	0.25
$0.25b$	0.35	0.25	0.18 (0.2)	0.13 (0.15)	0.13 (0.15)

注：表中括弧内的数字为代用的线宽。

圆纸幅面	图框线	标题栏外 框线	标题栏 分格线
A0、A1	1.4	0.7	0.35
A2、A3、A4	1.0	0.7	0.35

相交图线的绘制应符合下列规定：

- 1) 当虚线和虚线或虚线与实线相交时, 相交处不应留空隙, 应交于短线处, 见图 1-32a)。
- 2) 当实线的延长线为虚线时 应该留有空隙 见图 1-32b)。
- 3) 当点划线自身相交或点划线与其它图线相交时, 交点应设在线段处, 见图 1-32c)。

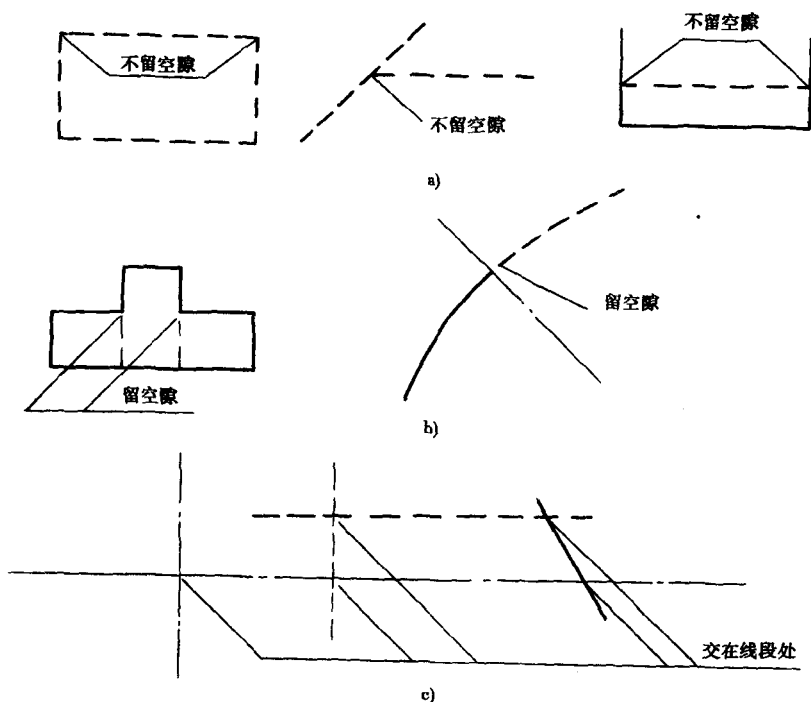


图 1-32 图线相交的画法

图线间的净距不得小于 0.7mm 必要时可采用示意方法 局部扩大比例。

五、坐标

为了表示地区的方位和路线的走向, 地形图上需画出指北针或坐标网格。图纸上指北针标志的绘制如图 1-33a) 所示 圆的直径应为 24mm 指针尾部的宽度为 3mm, 需用较大直径绘制指北针时 指针尾部宽度为直径的 1/8。为确定平面位置而用网格表示坐标, 坐标网格应用细实线绘制 南北方向轴线代号为 X 轴 向北为坐标值增大方向 东西方向轴线代号为 Y 轴, 向东为坐标值增大方向。坐标网格也可采用十字代替, 如图 1-33b)。坐标值的标注应靠近被标注点 书写方向应平行于对应的网格线 或在其延长线上。坐标值前应标注坐标轴代号 当无坐标轴代号时 图纸上应绘制指北针标志。

当需要标注的控制坐标点不多时, 宜采用引出线的形式标注。水平线上、下分别标注 X 轴、Y 轴的代号及数值 如图 1-34 所示。当需要标注的控制坐标点较多时, 图纸上可仅标注点

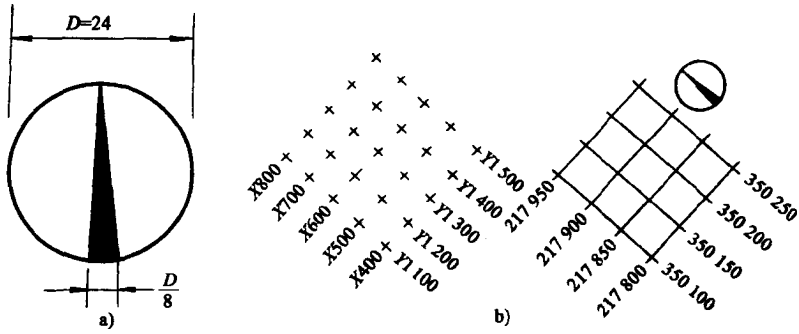


图 1-33 坐标网格及指北针的绘制
a)指北针的绘制;b坐标网格及标线



图 1-34 控制点坐标的标注

的代号，坐标数值可在适当位置列表示出。

坐标数值的计量单位应采用 m 并精确到小数点后三位。当坐标数值位数较多时 可将前面相同数字省略 但应在图纸中说明 坐标数值也可采用间隔标注。

例： $\frac{X460.405}{Y310.750}$ 表示该点距坐标原点向北 460.405m 向东 310.750m

六、尺寸标注

工程图上除画出构造物的形状外，还必须准确、完整和清晰地标注出构造物的实际尺寸，以作为施工的依据。

1. 尺寸的组成

图样上标注尺寸 由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字四部分组成 如图 1-35 所示。

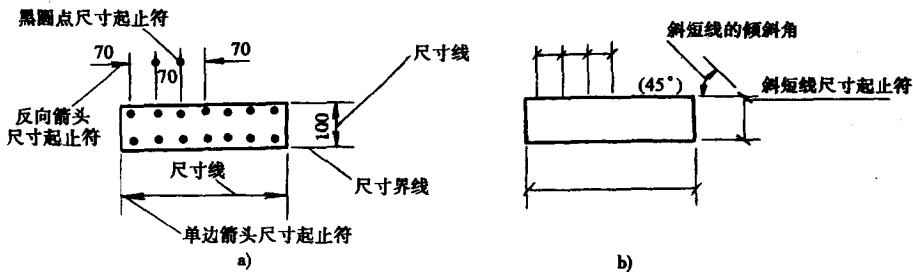


图 1-35 尺寸要素的标注

2. 尺寸标注的一般规则

(1) 图上所有尺寸数字是物体的实际大小数值，与图的比例无关。

(2) 在道路工程图中 线路的里程桩号以 km 为单位 标高、坡长和曲线要素均以 m 为单位，一般砖、石、混凝土等工程结构物以 cm 为单位 钢筋和钢材以 cm 为单位 钢筋和钢材断面

以 mm 为单位。图上尺寸数字之后不必注写单位，但在注解及技术要求中要注明尺寸单位。

(3) 尺寸界线应用细实线绘制，由一对垂直于被标注长度的平行线组成，其间距等于被标注的长度。当标注有困难时，尺寸界线也可不垂直于被标注长度，但尺寸界线应互相平行。图 1-36。尺寸界线一端应靠近所标注的图形轮廓线，但不得相连，另一端宜超出尺寸线 1~3mm。图形轮廓线、中心线也可作为尺寸界线。

(4) 尺寸线用细实线绘制，应与被注长度平行，且不宜超出尺寸界线。任何其它图线均不得用作尺寸线。当标注位置不足时，可采用反向箭头，如图 1-35。尺寸线与被标注尺寸的轮廓线的间距以及互相平行的两尺寸线的间距一般在 5~15mm 之间。同一图纸或同一图形上的这种间距大小应当保持一致。互相平行的尺寸线应从被标注的图形轮廓线由近向远排列，分尺寸线应离轮廓线近，总尺寸线应离轮廓线远，即大尺寸线包小尺寸线。如图 1-37 所示。

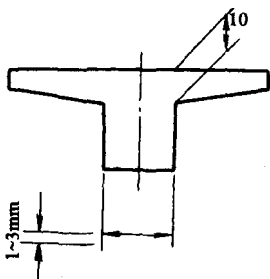


图 1-36 尺寸界线的标注

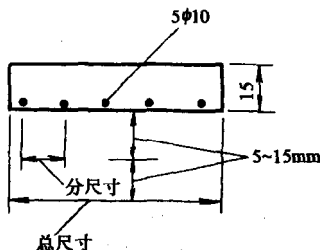


图 1-37 尺寸线的标注

(5) 尺寸线与尺寸界线的相接点为尺寸的起止点，在起止点上应画尺寸起止符号。尺寸起止符号宜采用单边箭头表示。箭头在尺寸界线的右边时，应标注在尺寸线之上；反之，应标注在尺寸线之下。箭头大小可按绘图比例取值。尺寸起止符也可采用斜短线表示。斜短线采用中粗线，长度约为 2~3mm，把尺寸界线按顺时针转 45° 作为斜短线的倾斜方向。但全图必须采用统一的尺寸起止符。在连续表示的小尺寸中，也可在尺寸界线同一水平的位置，用黑圆点表示中间部分的尺寸起止符。如图 1-35 所示。

(6) 尺寸数字应按规定的字体书写，字高一般是 3.5mm 或 2.5mm。尺寸数字一般标注在尺寸线中间的上方和左侧，字头向上和向左。离尺寸线应不大于 1mm。如没有足够的注写位置，最外边的尺寸数字可标注在尺寸界线外侧箭头的上方，中间相邻的尺寸数字可错开注写。也可引出注写。尺寸均应标注在图样轮廓线以外，任何图线不得穿过尺寸数字。当不可避免时，应将尺寸数字处的图线断开。同一张图纸上，尺寸数字的大小应相同。尺寸数字及文字书写方向如图 1-38 所示。

(7) 引出线的斜线与水平线应采用细实线绘制，其交角 α 可按 90°、120°、135°、150° 绘制。当斜线在一条以上时，各斜线宜平行或交于一点。如图 1-39 所示。当图形需要文字说明时，可将文字说明标注在引出线的水平线上。

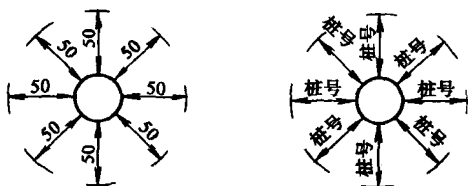


图 1-38 尺寸数字、文字的标注

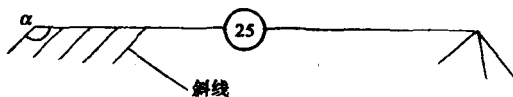


图 1-39 引出线的标注

(8) 当用大样图表示较小且复杂的图形时，其放大范围应采用细实线的圆或其它图形在原图中圈出并用引出线标注名称如图 1-40 所示。

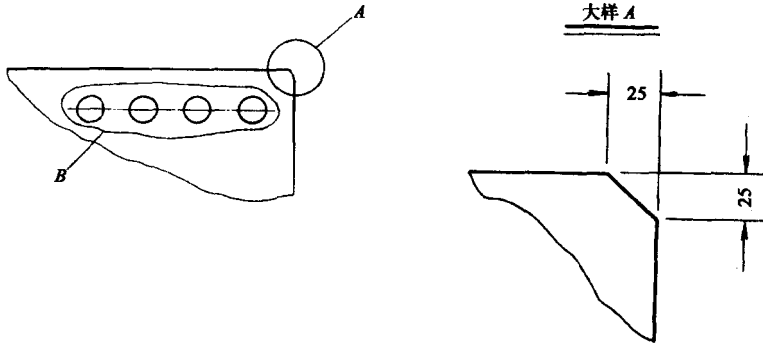


图 1-40 大样图范围的标注

3. 圆的标注

在标注圆的直径尺寸数字前面，加注符号“ ϕ ”或“ d 、 D ”在半径尺寸数字前面加注符号“ r 、 R ”如图 1-41a)所示。当圆的直径较小时，半径与直径可如图 1-41b)所示标注当圆的直径较大时，半径尺寸的起点可不从圆心开始如图 1-41c)所示。

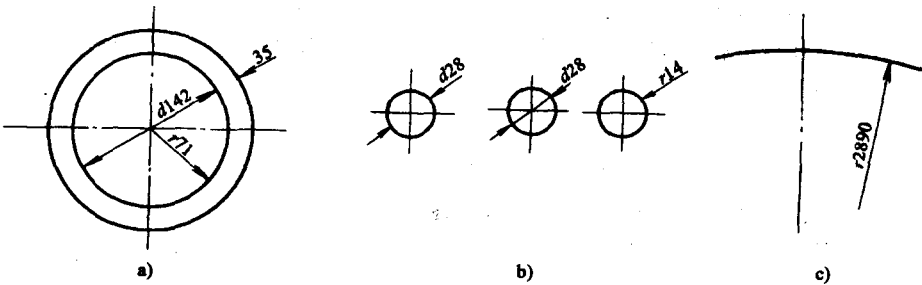


图 1-41 半径与直径的标注

圆弧尺寸标注如图 1-42a)所示，当弧长分为数段标注时，尺寸界线可沿径向引出，如图 1-42b)，弦长的尺寸界线应垂直该圆弧的弦如图 1-42c)所示。

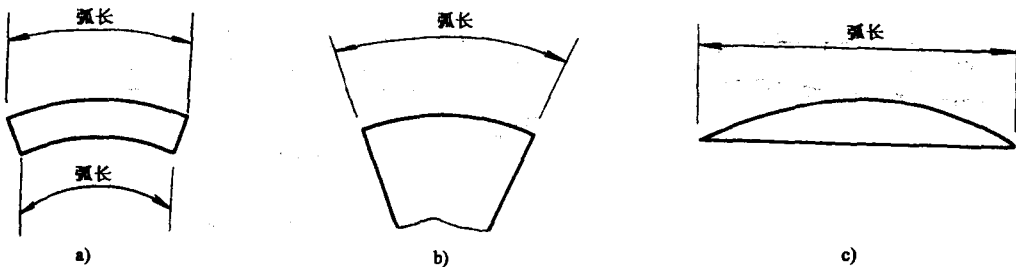


图 1-42 弧、弦的尺寸标注

4. 球的标注

标注球体的尺寸时，应在直径和半径符号前加 S 如“ $S\phi$ ”“ SR ”。

5. 角度的标注

角度的尺寸线应以圆弧表示，角的两边作为尺寸界线。角度数值应写在尺寸线中间的上