

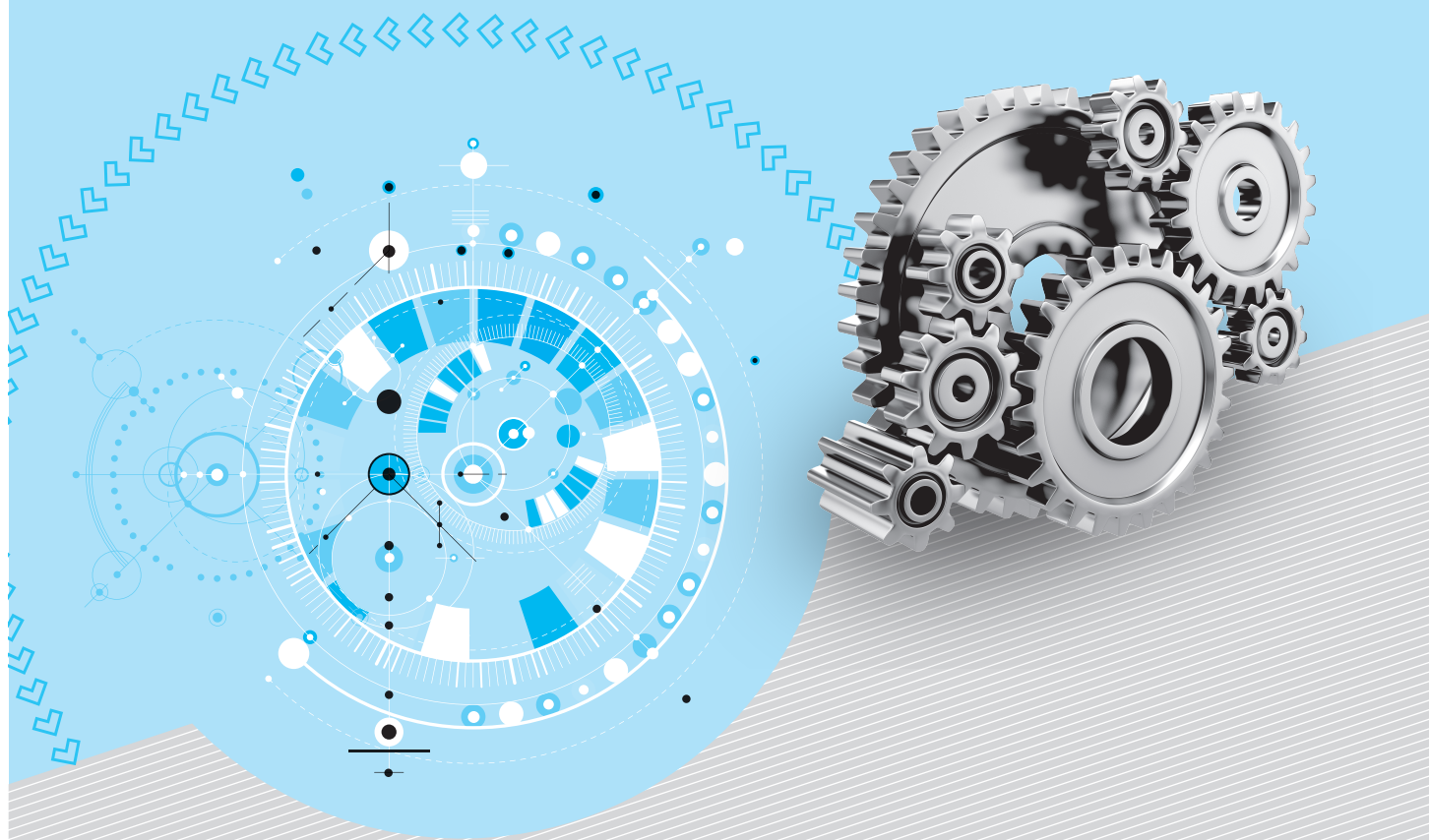


中等职业学校机械系列教材
中等职业教育新形态一体化教材

机械制图

(多学时)

主 编 徐灵敏
副主编 吕世国 陈未峰
朱重阳 赵 芳
主 审 鲁东晴 卓良福



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

全书共 8 个项目,主要内容有按照国家标准绘制平面图样并标注尺寸、用正投影法绘制基本体三视图并标注尺寸、绘制和识读组合体三视图、绘制正等轴测图、机件的表达方法、零件图、装配图和典型零部件测绘。

本书可作为中等职业学校机械类各专业及工程技术类相关专业的教材,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图:多学时 / 徐灵敏主编. — 上海:上海
交通大学出版社, 2022. 9(2023. 7 重印)

ISBN 978-7-313-25649-2

I. ①机… II. ①徐… III. ①机械制图 IV.
①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 225414 号

机械制图(多学时)

JIXIE ZHITU(DUOXUESHI)

主 编:徐灵敏

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:357 千字

版 次:2022 年 9 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-25649-2

定 价:45.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:16

印 次:2023 年 7 月第 2 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-8836866



前言

Preface

“机械制图”是中等职业教育装备制造大类的专业基础课,是一门实用性很强的课程。本书是根据教育部颁布的《中等职业学校机械制图教学大纲》,立足机械行业的专业特色,结合中等职业教育的特点和教学实际,并依据现行的《技术制图》和《机械制图》国家标准(截至2021年6月)编写而成的。

本书以理论知识为支撑,以技能训练为主线,采用项目式教学法,利用任务驱动,较好地处理了理论教学和技能训练的关系,紧密联系生产实际,体现科学性、实用性和创新性。本书注重培养学生的识图、制图和空间想象能力,以及遵守国家标准的职业素质。

本书具有以下特色:

(1)依据现行国家标准,体现职业教育特色。本书依据现行的《技术制图》和《机械制图》国家标准,贯彻“以服务为宗旨,以就业为导向”的职业教育方针,打破“章、节”编写模式,建立了以“工作项目为引导,工作任务为驱动,行动体系为框架”的教学体系;整合重组知识结构,紧扣大纲,难度适中,编排合理,结合实例,符合中职学生的认知规律。

(2)突出“做、学、教”结合的职业教育特点,创设工单式的教学情境。本书在教学中通过学与练的紧密结合,实现“学有所悟,练有所思”。在项目的选取上,以典型机械零件为原型进行设计,任务围绕项目,以“任务布置—任务分析—知识链接—任务工单引导—拓展学习”的模式,手把手地引导学生按步骤完成规定任务,由易到难,层层分解,步步深入,帮助学生掌握和理解项目实施中的核心知识点,注重“做、学、教”的密切结合,以学生为主体,将理论知识学习、动手能力训

练和职业素质培养进行融合。

(3)融入思政教育。本书恰当地引入思政案例,以工匠精神为引导,将专业教学与思政教育有效融合,体现教材的时代特征。

本书共 8 个教学项目,11 个教学任务,学习计划为 84~132 课时,各项目建议课时如下:

项 目	课程内容	建议课时
1	按照国家标准绘制平面图样并标注尺寸	8~14
2	用正投影法绘制基本体三视图并标注尺寸	16~26
3	绘制和识读组合体三视图	14~20
4	绘制正等轴测图	4~8
5	机件的表达方法	16~24
6	零件图	14~20
7	装配图	12~20
8	典型零部件测绘	(0.5~1 周)
总计		(84~132 课时)+ (0.5~1 周)

本书由中山市中等专业学校徐灵敏任主编,由中山市技师学院吕世国、陈未峰和中山市中等专业学校朱重阳、赵芳任副主编,由中山市中等专业学校鲁东晴和全国机械职业教育教学指导委员会委员、深圳市宝安职业技术学校卓良福主审。本书在编写过程中得到了明阳科技(苏州)股份有限公司技术人员的大力支持,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中存在的不妥之处,恳请广大同道和读者批评指正。

编 者



项目 1 按照国家标准绘制平面图样并标注尺寸 1

任务 1.1 认识机械图样与了解机械制图的国家标准 3

1.1.1 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008) 5

1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—2008) 6

1.1.3 比例(GB/T 14690—1993) 8

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993) 9

1.1.5 图线(GB/T 4457.4—2002) 10

1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003) 12

任务 1.2 按照机械制图国家标准的要求绘制平面图样并标注尺寸 16

1.2.1 绘图工具的使用方法 17

1.2.2 几何作图 20

1.2.3 平面图形的分析和绘图步骤 27

项目 2 用正投影法绘制基本体三视图并标注尺寸 36

任务 2.1 正投影法点、线、面、体的投影规律 37

2.1.1 正投影法的基本原理 38

2.1.2 三视图的形成及其投影规律 41

2.1.3 点、直线、平面的投影 45

任务 2.2 基本体的三视图、表面取点与尺寸标注 53

2.2.1 平面基本体的三视图 54

2.2.2 曲面基本体的三视图 58

2.2.3 基本体的尺寸标注 64



项目 3	绘制和识读组合体三视图	67
	任务 3.1 以轴承座为例绘制组合体三视图并标注尺寸	68
	3.1.1 组合体的组合形式与表面连接、过渡关系	70
	3.1.2 截切体的画法	72
	3.1.3 相贯体的画法	80
	3.1.4 形体分析法	87
	3.1.5 绘制组合体三视图	87
	3.1.6 组合体的尺寸标注	89
	任务 3.2 识读组合体视图并补全视图	97
	3.2.1 识读组合体三视图的基本方法	97
	3.2.2 识读组合体三视图的步骤	98
	3.2.3 补画漏缺线	100
项目 4	绘制正等轴测图	102
	任务 4.1 绘制组合体的正等轴测图	104
	4.1.1 轴测图的基本知识	104
	4.1.2 正等轴测图	105
项目 5	机件的表达方法	116
	任务 5.1 识读零件视图,分析表达方案	118
	5.1.1 视图	118
	5.1.2 剖视图	121
	5.1.3 断面图	130
	5.1.4 其他常用表达方法	133
项目 6	零件图	140
	任务 6.1 识读并抄画零件图	141
	6.1.1 零件图的作用和内容	142
	6.1.2 零件图的视图表达	144
	6.1.3 零件图的尺寸标注	146
	6.1.4 零件上常见的工艺结构	150



6.1.5	零件图的技术要求	154
6.1.6	识读零件图	167
6.1.7	绘制零件图	167
项目 7	装配图	170
任务 7.1	识读装配图并拆画零件图	171
7.1.1	螺纹	173
7.1.2	常用螺纹紧固件及其连接	179
7.1.3	标准直齿圆柱齿轮	184
7.1.4	键连接和销连接	187
7.1.5	滚动轴承	190
7.1.6	弹簧	192
7.1.7	装配图的作用和内容	194
7.1.8	装配图的视图表达	196
7.1.9	装配图的尺寸标注和技术要求	199
7.1.10	装配图中零件序号及明细栏	201
项目 8	典型零部件测绘	207
任务 8.1	测绘滑动轴承	208
8.1.1	常用量具和测量方法	209
8.1.2	零件测绘方法	212
附录		219
参考文献		247



项目

1

按照国家标准绘制平面图样并标注尺寸

学习目标

- ④ 掌握国家标准中有关图幅、比例、字体、图线和尺寸标注的基本规则。
- ④ 能正确使用常用的绘图工具和仪器。
- ④ 学会分析平面图形,掌握平面图形的基本绘制方法。
- ④ 掌握徒手绘制草图的方法。

学习重点

- ④ 图幅、线型和尺寸标注的一般规定。
- ④ 识读和绘制平面图形的方法。





思政教育

“不以规矩，不能成方圆。”这句耳熟能详的名言告诫人们立身处世以至治国安邦，必须遵守一定的准则和法度。家家有规矩，国有国法，学校也有严格的校规校纪。规矩是人类自己制定的信条。规矩与我们的生活息息相关，例如，法规、交通规则、文明公约、道德规范、校规、考试规定，等等。为了统一图样的画法，便于技术管理和技术交流，国家市场监督管理总局标准化管理委员会批准发布了《技术制图》与《机械制图》国家标准，对工程图样的表达做了统一的技术规定。这些规定是绘制和阅读工程图样的准则和依据。



思政要点

如果个人不知道如何规范自己的行为，不仅自身安全得不到保障，而且会影响、干扰他人。例如，违反交通法规会使道路交通混乱，甚至使自身受到法律的惩罚和人身伤害。这就要求同学们遵守法律法规及学校的各种规章制度和校规校纪，养成遵纪守法的意识。

就像日常交流的文字语言具有一定的语法规则一样，制图作为一种工程语言，也必须具有一定的绘制标准与规范。为此，我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》，之后经过几次重大修改，颁布了国家标准《技术制图》。《机械制图》和《技术制图》国家标准是工程中的重要技术标准，是绘制和识读机械图样的准则和依据。

机械制图不仅是一门培养学生对所学机械专业产生情感和兴趣的重要课程，也是从事工程技术相关专业的技术人员必须熟练掌握的基本技能。国家标准对技术图样上的有关内容做了统一的规定，每名从事技术工作的人员都必须掌握并遵守，做到严守操作规范、符合规范流程。



任务 1.1

认识机械图样与了解机械制图的国家标准



任务布置

看千斤顶组图(见图 1-1),认识机械图样,了解机械图样在生产中的用途,并通过识读图 1-2 所示千斤顶装配图和图 1-3 所示铰杠零件图,熟悉机械制图国家标准的要求。



任务分析

图样是指根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象,并有必要技术说明的图。

图样是一种通用的技术语言,在机械、冶金、化工、航天航空、电子及建筑等工程的设计、制造、施工、维修等现代工业生产中发挥着重要的作用。

机械制图是研究机械图样的一门学科。凡是从事机械工程技术的工作人员,都必须掌握机械制图的基本技能。在生产中,机械设备通常是由很多零部件组合而成的。例如,千斤顶是机械安装和汽车维修时用来起重或顶压的常用工具,它由底座、螺套、螺杆、铰杠、顶垫和螺钉等组成,如图 1-1 所示。在设计千斤顶时,要画出装配图(见图 1-2)和零件图(见图 1-3);在制造千斤顶时,要根据零件图加工零件,再根据装配图把各种零件装配成部件。

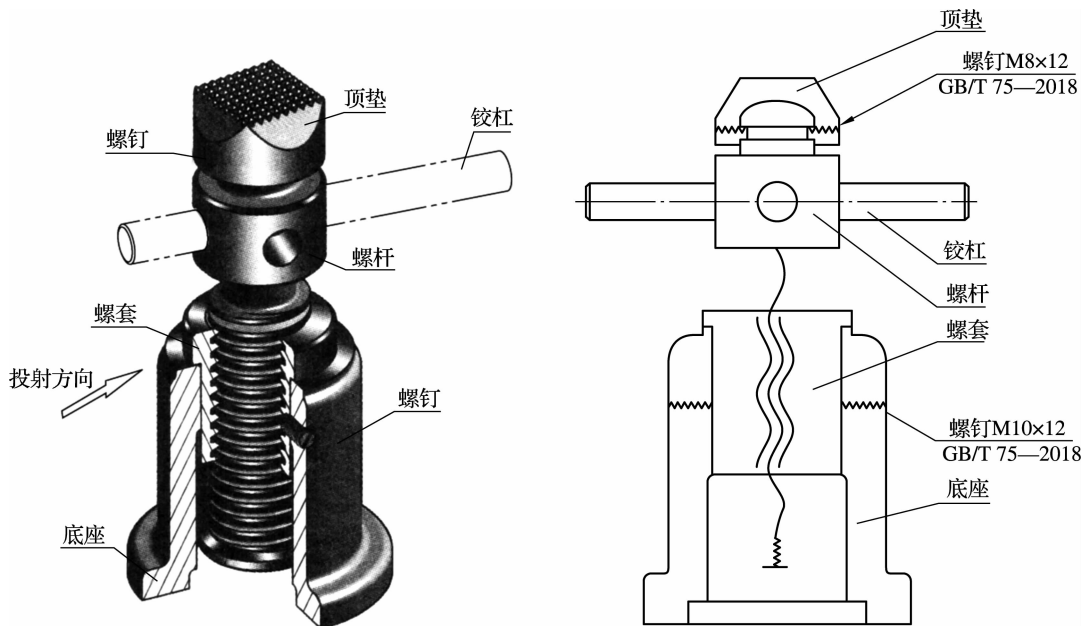


图 1-1 千 斤 顶

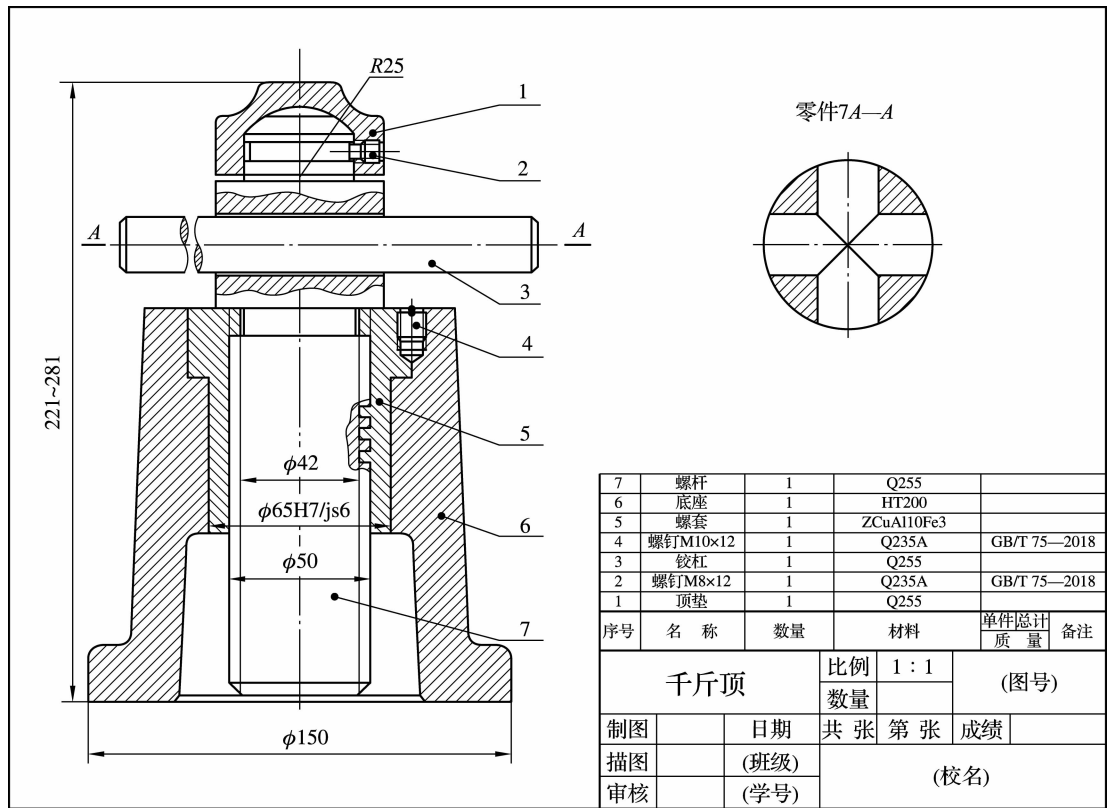


图 1-2 千斤顶装配图

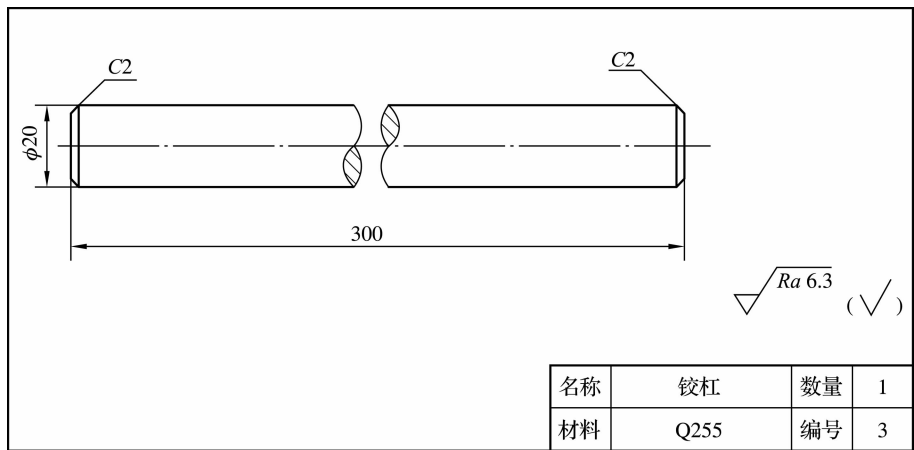


图 1-3 铰杠零件图

制图国家标准对图纸幅面与图框格式、比例、字体、图线、尺寸标注等均做了规定。



1.1.1 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)

图纸是表达工程图样最重要的载体之一,应参照国家标准选择图纸幅面,如表 1-1 所示。

表 1-1 图 纸 幅 面

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸	$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

表 1-1 中幅面尺寸所用的单位为 mm,这也是工程中及本教材所使用的默认单位。

当尺寸数字单位没有明确标出时,均为 mm;当需要使用其他单位时,必须明确标出单位符号。

表 1-1 中各参数的含义如图 1-4 和图 1-5 所示。其中,图 1-4 所示为不留装订边的图纸的图框格式,图 1-5 所示为留装订边的图纸的图框格式。在保持图纸幅面一定的情况下,可根据图样实际情况选择横置与竖置两种方式,分别如图 1-4(a)、图 1-5(a)和图 1-4(b)、图 1-5(b)所示。从中可以看出,外边框表示图纸边界,用细实线表达,其大小为幅面尺寸;内边框用粗实线表达,根据留装订边与否及图纸幅面大小的不同,其与外边框的四边偏移量有所区别;图纸右下角为标题栏。

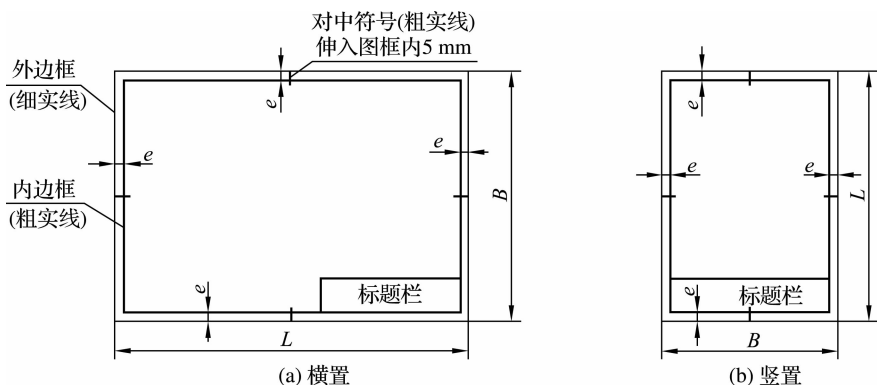


图 1-4 图纸的图框格式(不留装订边)

必要时也允许按规定的尺寸加长图纸幅面,这些幅面尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图 1-6 所示。

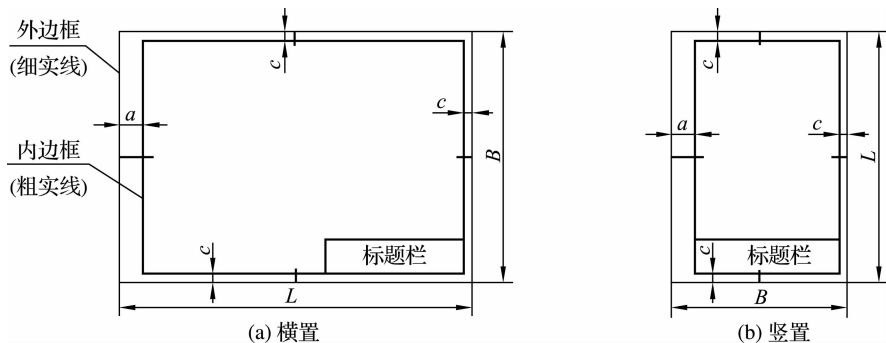


图 1-5 图纸的图框格式(留装订边)

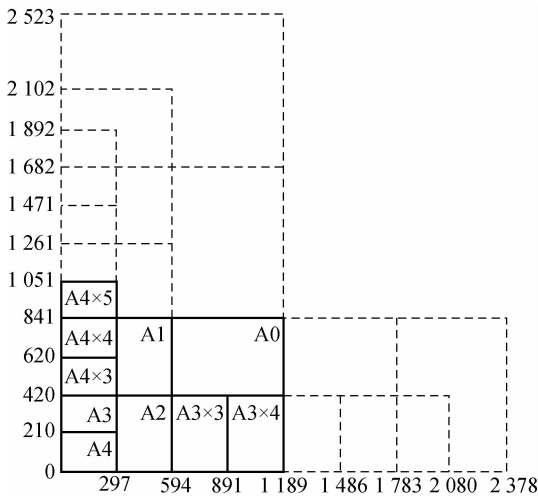


图 1-6 基本幅面及加长幅面

1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每张图样的右下角须有标题栏,用以表达图样名称、图样代号、材料标记等详细信息。国家标准规定的标题栏如图 1-7 所示,可知标题栏的格式、尺寸与内容。

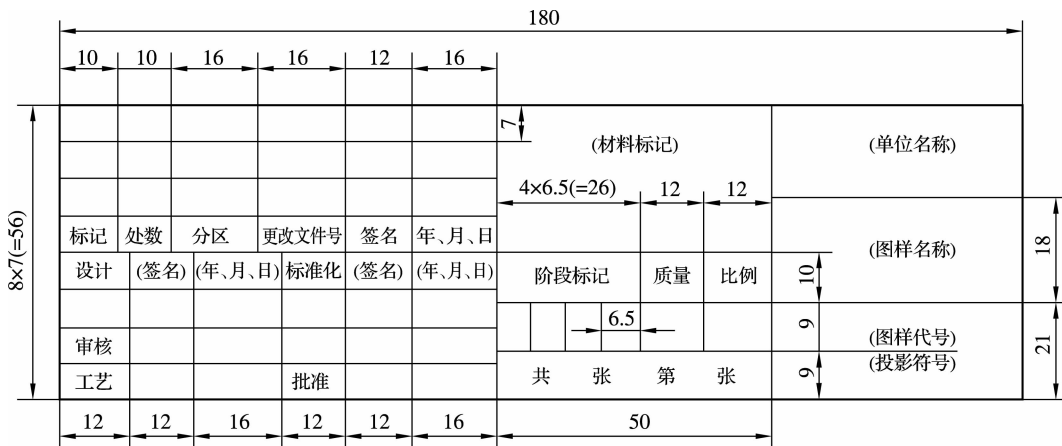


图 1-7 国家标准规定的标题栏



国家标准规定的标题栏各栏含义与填写要求如表 1-2 所示。

表 1-2 国家标准规定的标题栏各栏含义与填写要求

区 域	栏 目	填写要求
更改区	标记	按要求或有关规定填写更改标记
	处数	同一标记所表示的更改数量
	分区	必要时,按照有关规定填写
	更改文件号	填写更改所依据的文件号
	签名和年、月、日	填写更改人的姓名和更改的时间
签字区	设计	设计人员签名、时间
	审核	审核人员签名、时间
	工艺	工艺人员签名、时间
	标准化	标准化人员签名、时间
	批准	负责人员签名、时间
名称及代号区	单位名称	绘制图样单位的名称或代号
	图样名称	所绘制图样的名称
	图样代号	按有关标准或规定填写图样的代号
其他区	材料标记	按相应标准或规定填写图样所表达实体的材料
	阶段标记	按有关规定从左到右填写图样各生产阶段
	质量	填写图样所表达实体的计算质量,缺省单位为千克(kg)
	比例	填写绘制图样时所采用的比例
	共 张 第 张	填写同一表达对象所绘图样的总张数及该张图样所在的张次
	投影符号	第一角画法或第三角画法的投影识别符号,采用第一角画法时,可省略

学生制图作业建议采用简化格式的标题栏(见图 1-8),此种标题栏不能用在正式图样上。

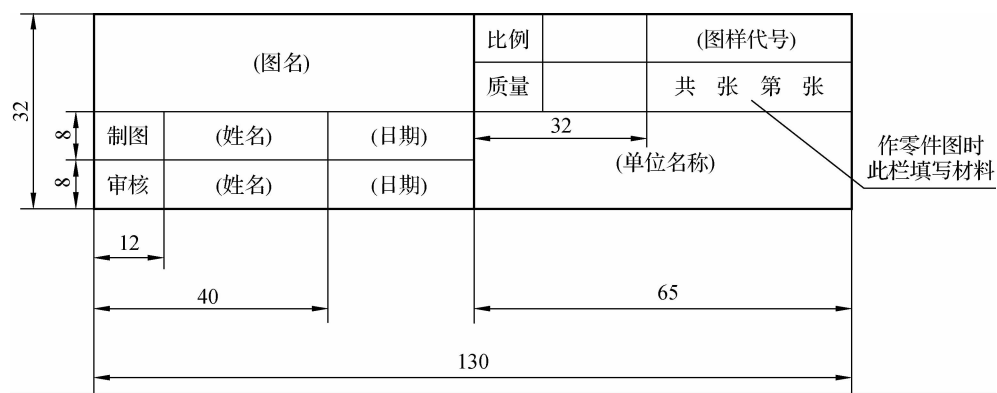


图 1-8 简化格式的标题栏



1.1.3 比例(GB/T 14690—1993)

在一定图纸幅面上表达实际工件时,往往要对实际图样进行相应的缩放,这就涉及比例的问题。图样的比例即图样与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例有以下三种类型:

- (1)原值比例——比值为1的比例,即1:1,如图1-9(a)所示。
- (2)缩小比例——比值小于1的比例,如1:2等,如图1-9(b)所示。
- (3)放大比例——比值大于1的比例,如2:1等,如图1-9(c)所示。

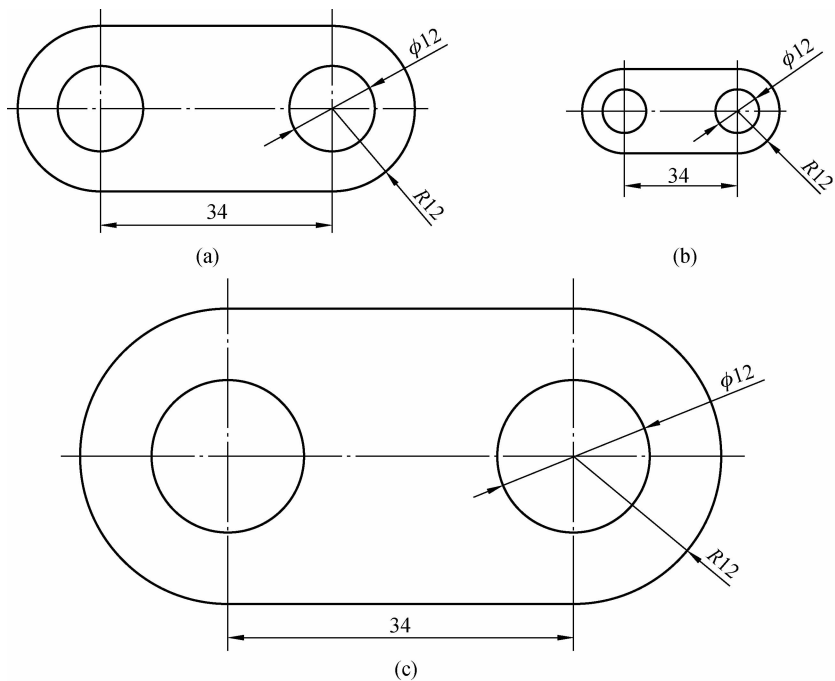


图 1-9 图样比例示意图

比例值不是任意选取的,一般应从国家标准规定的数值中选用适当的比例,具体如表1-3所示。

表 1-3 比例系列

比例类型	比例 值					
原值比例	1:1					
放大比例	优先使用	5:1	2:1	$5\times10^n:1$	$2\times10^n:1$	$1\times10^n:1$
	允许使用	4:1	2.5:1	$4\times10^n:1$	$2.5\times10^n:1$	
缩小比例	优先使用	1:2	1:5	1:10	$1:2\times10^n$	$1:5\times10^n$
	允许使用	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
		$1:1.5\times10^n$		$1:3\times10^n$	$1:4\times10^n$	$1:6\times10^n$

注: n 为正整数。



当要表达对象的形状复杂程度或尺寸适中时,一般采用原值比例 1:1 绘制;当表达对象的尺寸较大时,应采用缩小比例,但要保证复杂部位清晰可读;当表达对象的尺寸较小时,应采用放大比例,使各部位清晰可读。选择比例时,应结合幅面尺寸,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

比例一般应标注在标题栏的比例栏中,必要时可在视图名称的下方或右侧标注。

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

图样上不仅需要表达形体的图形,还需要用文字和数字来填写标题栏信息、标注尺寸及书写技术要求等,这些文字与数字在不同的场合必须遵循特定的规范,为此,国家标准中对制图中的字体也提出了相应的标准要求。

1. 字体的一般要求

字体的一般要求有以下几点:

- (1)总体要求为“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。
- (2)汉字应书写成长仿宋体,并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。
- (3)字体高度 h 的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字体,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的号数指字体的高度。
- (4)字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字体高度 h 的 1/14;B 型字体的笔画宽度 d 为字体高度 h 的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。
- (5)斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。
- (6)用作指数、分数、极限偏差等的数字与字母,一般应采用小一号的字体。

2. 字体示例

汉字示例(长仿宋体)如图 1-10 所示。



图 1-10 汉字示例

字母示例(A 型斜体)如图 1-11 所示。
 数字示例(A 型斜体)如图 1-12 所示。

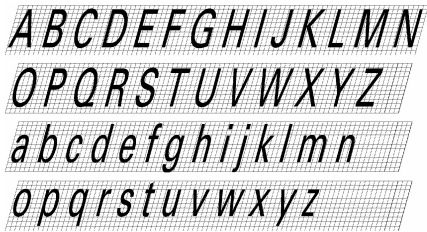


图 1-11 字母示例

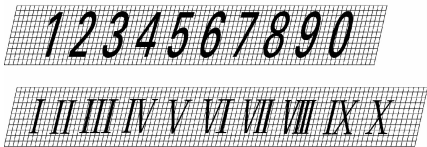


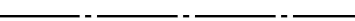
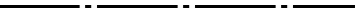
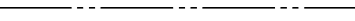
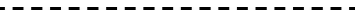
图 1-12 数字示例

1.1.5 图线(GB/T 4457.4—2002)

1. 基本线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,它可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)中规定了 9 种基本线型的名称、形式、结构、标记及画法规则等。此处列出了 9 种基本线型及其用途,见表 1-4。图线绘制的基本要求是“线型分明、首尾均匀、线边光滑”。各种线型综合应用实例如图 1-13 所示。

表 1-4 9 种基本线型及其用途

名 称	线 型	线 宽	主要用途
粗实线		粗	可见轮廓线、可见棱边线、可见相贯线等
细实线		细	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过渡线等
细点画线			轴线、孔系分布的中心线、对称中心线、分度圆(线)等
细虚线			不可见轮廓线、不可见棱边线
双折线			断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗点画线		粗	限定范围表示线
细双点画线		细	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线等
波浪线			断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗虚线		粗	允许表面处理的表示线

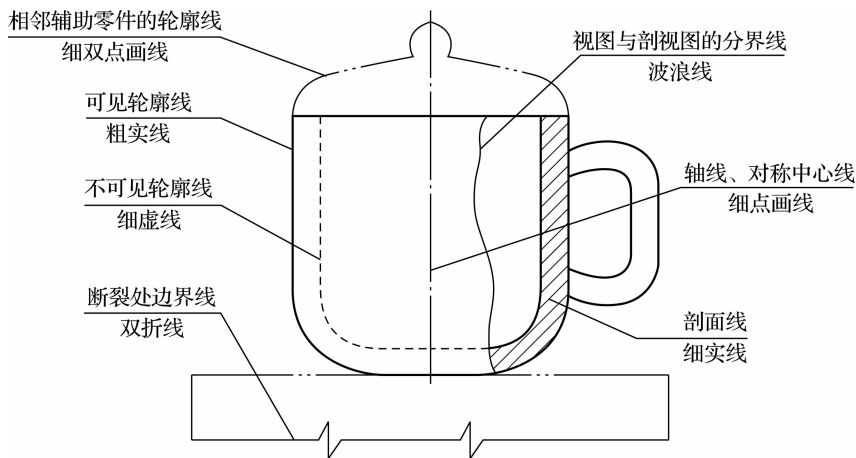


图 1-13 各种线型综合应用实例

2. 图线的宽度

图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 可在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 选择, 细线的宽度为 $b/2$ 。线宽的推荐组别为 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm 。不同图线组别情况下绘制细实线与粗实线的对应关系如表 1-5 所示。

表 1-5 不同图线组别情况下绘制细实线与粗实线的对应关系 单位: mm

图线组别	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

3. 图线画法注意要点

图线画法注意要点如下:

- (1) 在同一图样中, 同类线型的宽度应基本一致。
- (2) 虚线以及各种点画线相交时应恰当地相交于线, 而不应相交于点或间隙。
- (3) 点画线与双点画线两端应是线段而非短画, 画对称中心线及回转中心线时, 中心线应超出图形轮廓 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。
- (4) 当所绘制的图形太小, 其中心线用点画线绘制比较困难时, 可用细实线代替点画线。
- (5) 绘制剖面线时, 除非另有规定, 两条平行线之间的间隙不得小于 0.7 mm 。
- (6) 当两种或两种以上图线重叠时, 应按可见轮廓线—不可见轮廓线—轴线和对称中心线—双点画线的顺序优先画出所需的图线。



1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

在图样中,除需要表达机件的结构形状外,还需要标注尺寸,以明确其各部分的具体尺寸,具体查阅国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)。

1. 基本规则

尺寸标注的基本规则有以下几点:

(1)机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形的大小及绘制的准确度无关。

(2)图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm 为单位时,无须标注单位的符号或名称;当采用其他单位时,应注明相应的计量单位符号,如 cm。

(3)图样中所标注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4)机件的每个尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸界线、尺寸线和尺寸终端组成,如图 1-14 所示。

1) 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围,一般用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可用轮廓线、轴线或对称中心线做尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超过尺寸线 3~4 mm,必要时允许倾斜,但两尺寸界线必须相互平行,如图 1-15 所示。

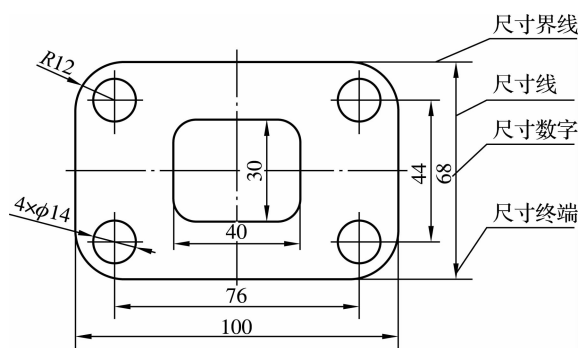


图 1-14 尺寸组成

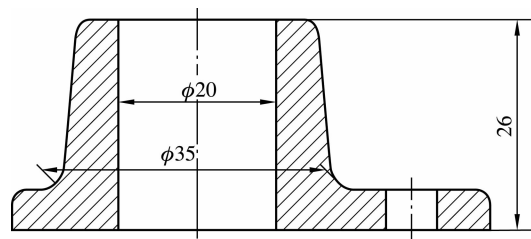


图 1-15 尺寸界线

2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,用细实线绘制,同方向尺寸线之间距离应均匀间隔 7~10 mm。尺寸线不能用图样上其他图线来代替,也不能与其他图线重合或画



在其延长线上。尺寸线不能相互交叉,而且要避免与尺寸界线交叉。

3) 尺寸终端

尺寸终端有箭头和斜线两种形式。

(1) 箭头形式。箭头的形式如图 1-16(a) 所示,适用于各种类型的图样,图中 d 表示粗实线宽度。当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时,允许将箭头画在尺寸线外边;尺寸终端采用箭头形式时,标注连续的小尺寸可以用小圆点代替箭头,如图 1-17 所示。

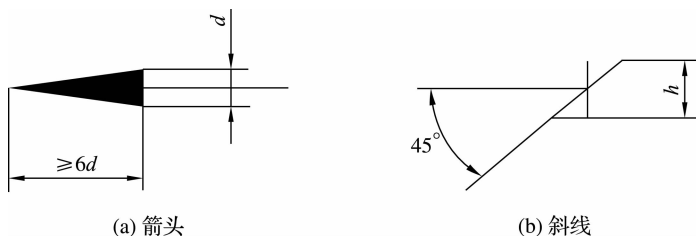


图 1-16 尺寸终端

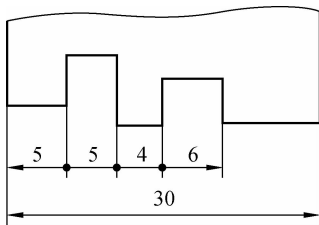


图 1-17 用小圆点代替箭头

(2) 斜线形式。斜线用细实线绘制,其倾斜方向、角度、高度及画法如图 1-16(b) 所示,其中 h 表示字体高度。当尺寸终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一张图样中,除圆、圆弧、角度外,其他尺寸标注应采用一种尺寸终端形式。

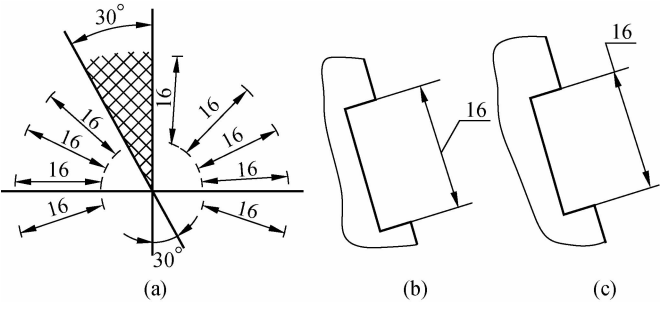
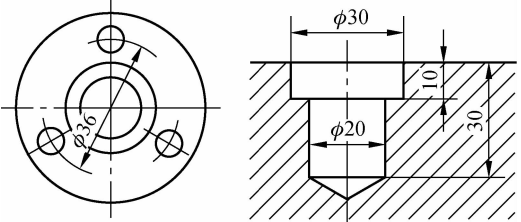
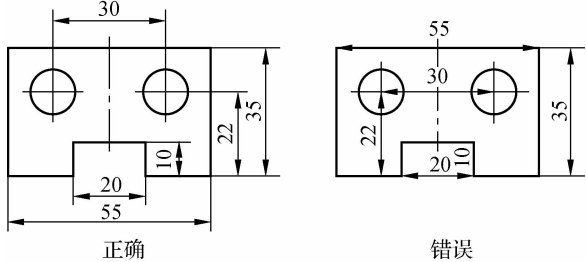
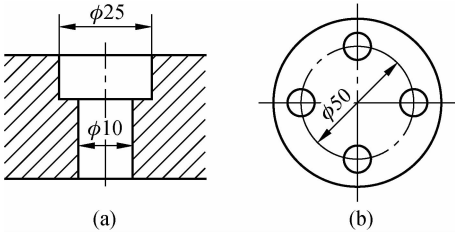
4) 尺寸数字

尺寸数字用来标注机件的实际尺寸大小,一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,在特殊情况下,还可以采用引出线进行注写。

3. 常用尺寸标注方法示例及注意事项

常用尺寸标注方法示例及注意事项如表 1-6 所示。

表 1-6 常用尺寸标注方法示例及注意事项

项 目	标注方法及注意事项	标注示例
尺寸数字	线性尺寸的尺寸数字应按图(a)所示的方向填写,注在尺寸线的上方或中断处,并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图(b)或图(c)的形式标注	
	数字不可与任何图线重合,当不可避免时,必须把图线断开	
尺寸线	尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可做尺寸线	
	标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	
尺寸界线	尺寸界线用细实线绘制,也可以用轮廓线(见图 a)或中心线(见图 b)做尺寸界线	



(续表)

项 目	标注方法及注意事项	标注示例
尺寸界线	尺寸界线应与尺寸线垂直,必要时可倾斜画出	
	在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的切点引出尺寸界线	
直径与半径	标注直径尺寸时,在数字前应加注符号 ϕ 。标注半径尺寸时,在数字前应加注 R	
	当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图(a)的形式标出。当不需要标出其圆心位置时,可按图(b)的形式标出	
	标注球面的直径或半径时,应在 ϕ 或 R 的前面加注 S	
狭小部位	在没有足够的位置画箭头或写尺寸数字时,可将其中之一布置在外面	
	当位置更小时,箭头和数字都可布置在外面	
	几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用小圆点或斜线代替	



(续表)

项 目	标注方法及注意事项	标注示例
角度	角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是角的顶点,尺寸终端为箭头 角度尺寸数字应一律水平书写,一般注在尺寸线中断处;必要时也可注在尺寸线附近	



任务工单引导

1. 识读图 1-2 所示千斤顶装配图,把明细栏中的每种零件和图 1-1 千斤顶中的零件一一对应上。

2. 识读图 1-3 所示铰杠零件图。

(1) 说一说它在图 1-2 千斤顶装配图中是几号零件? _____

(2) 它的材质是什么? _____

(3) 外形尺寸是多少? 总长_____,直径_____

(4) 这张零件图采用的是什么绘图比例? _____

(5) 图上一共使用了几种图线? 不同线型、线宽的图线分别表示什么含义?

①粗实线_____

②细实线_____

③细点画线_____

任务 1.2

按照机械制图国家标准的要求绘制平面图样并标注尺寸



任务布置

用 A4 图幅,图框选用不带装订边的样式,图纸竖用,选用适当比例,绘制图 1-18 所示平面图形并标注尺寸。

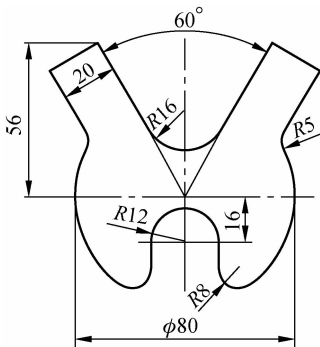


图 1-18 平面图样



任务分析

该平面图样左右对称,图形边界以圆弧为主,看似简单,实则不然,要先分析图形特点,弄清哪些是已知线段,哪些是中间线段和连接线段,明了图形各部分的尺寸大小,先确定好图幅、绘图比例、定位基准、绘图顺序,再进行绘制。

1.2.1 绘图工具的使用方法

“工欲善其事,必先利其器”,正确、熟练地使用绘图工具是保证绘图速度和质量的前提。常用的绘图工具包括图板、丁字尺、三角板、铅笔、圆规和分规等。

1. 图板与丁字尺

图板是用来铺放和固定图纸的。图板一般由胶合板制成,四周镶有硬木边。图板的工作表面必须平坦、光洁,左右导边必须光滑、平直。图板一般与丁字尺配合使用,如图 1-19 所示。

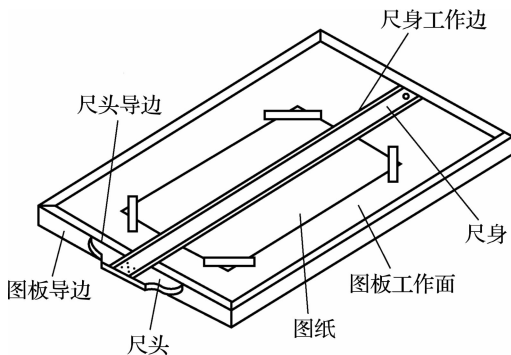


图 1-19 图板与丁字尺



丁字尺的作用主要是绘制水平线,以及与三角板配合绘制竖直线及斜线。丁字尺一般用木材或有机玻璃等制成,由尺头和尺身两部分垂直相交构成丁字形。丁字尺的尺头内边缘为丁字尺导边,尺身的上边缘为工作边,尺头和尺身都要求平直光滑,如图 1-19 所示。

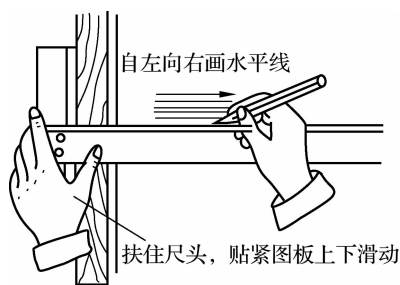


图 1-20 用丁字尺画水平线

如图 1-20 所示,使用丁字尺画水平线时,可用左手握住尺头推动丁字尺沿左面的导边上下滑动,待移到要画水平线的位置后,用左手使尺头内侧导边靠紧图板左侧导边,把丁字尺调整到准确的位置,随即将左手移到画线部位将尺身压住,以免画线时丁字尺位置变动,然后用右手执笔沿尺身工作边自左向右画线。笔尖应紧靠尺身,笔杆略向右倾斜。

2. 三角板

一副三角板由两块板组成,分别为 45° 角和 $30^\circ/60^\circ$ 角。两块三角板组合或各自与丁字尺相配合,可绘制水平、竖直及多种特殊角度的直线,如图 1-21 所示。

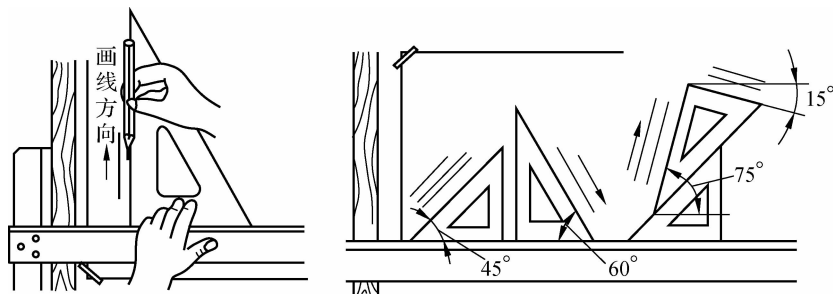


图 1-21 用三角板和丁字尺配合绘制竖直线及多种角度的直线

3. 铅笔

铅笔的铅芯可分为软芯与硬芯两种,分别用字母 B 与 H 来表示。字母 B 前的数字越大表示铅芯越软,所绘制的线条颜色越深;字母 H 前的数字越大表示铅芯越硬,所绘制的线条颜色越淡;HB 型介于两者之间。

如图 1-22 所示,铅笔一般可削磨成圆锥状头部和四棱柱状头部两种,分别用来绘制细实线和粗实线。画图时通常用 H 和 2H 铅笔画底稿,用 B 或 HB 铅笔加粗、加深全图,书写文字时一般用 HB 铅笔。

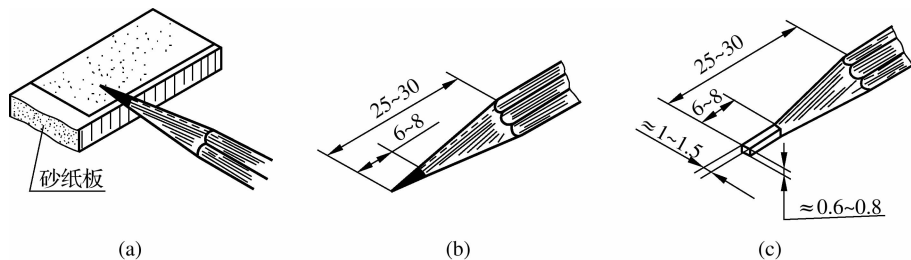


图 1-22 铅笔的削磨方法

(a) 铅芯的修磨; (b) 削磨成圆锥状; (c) 削磨成四棱柱状

4. 圆规与分规

圆规是用来画圆与圆弧的工具。圆规的一脚上装有带台阶的小钢针,用来定圆心,并可防止针孔扩大;另一脚上安装铅芯画图。画圆时,应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面,钢针的台阶与笔尖应平齐,如图 1-23 所示。

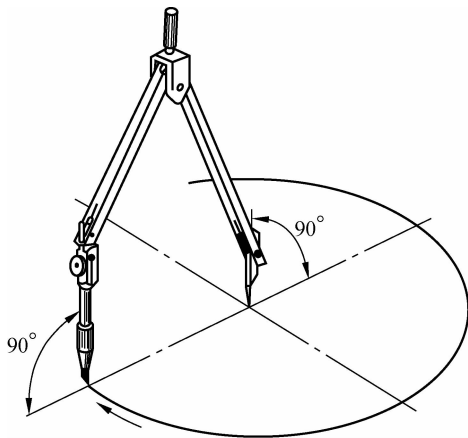


图 1-23 圆规的使用方法

分规是在作图过程中用来等分线段或量取尺寸的工具。分规的两脚端部均为固定的钢针,当两脚合拢时,两尖应合并成一点。分规的使用方法如图 1-24 所示。

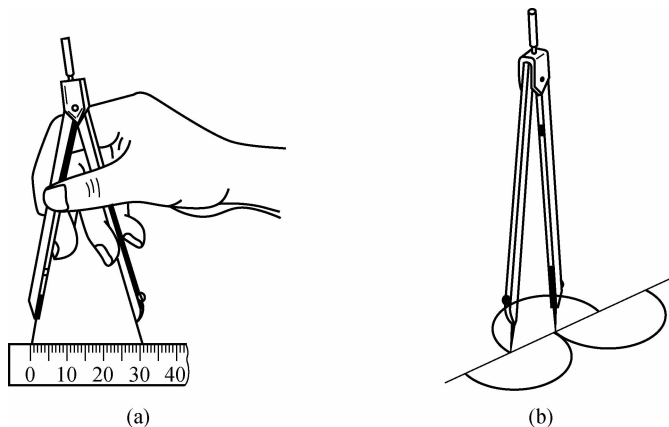


图 1-24 分规的使用方法



除了上述工具外,绘图时还要备有削铅笔的小刀、磨铅芯的砂纸、橡皮以及固定图纸的胶带等。

1.2.2 几何作图

任何平面图形都可以看作是由一些简单几何图形组成的。几何作图就是依据给定条件,准确绘出预定的几何图形。常用的几何作图有等分线段、等分圆周、斜度与锥度、圆弧连接和椭圆画法等,下面分别予以介绍。

1. 等分线段

将任意长度的一条线段做任意等分,通常有两种方法,分别为试分法与平行线法。

首先介绍试分法,如图 1-25 所示,以线段 AB 四等分为例。先目测分规两针间距为所分线段的 $1/4$,从线段一端 A 点开始,使两针尖交替画弧试分直到 C 点(C 点有可能不到或超过 B 点),再根据剩余或超出的距离调整两针间距,再进行重复试分,直到等分为止。

图 1-26 所示为用平行线法等分线段的示例。现要求将线段 AB 五等分,如图 1-26(a)所示;过端点 A 作任意一条辅助线,并用分规将该辅助线采用适当的间隔五等分,如图 1-26(b)所示;将 B 点与辅助线的最后一个等分点相连,连续作该线的平行线与线段 AB 相交,则交点即为所求的等分点,如图 1-26(c)所示。

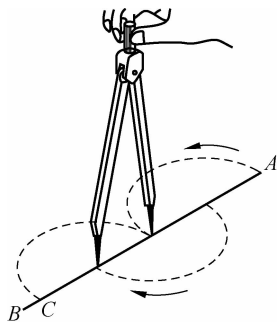


图 1-25 用试分法等分线段

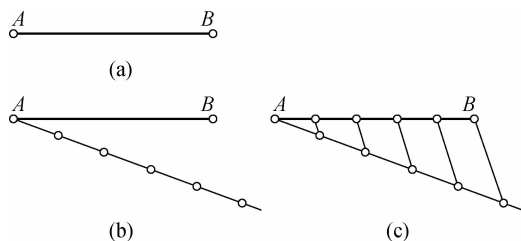


图 1-26 用平行线法等分线段

2. 等分圆周及作正多边形

1) 三等分圆周及作正三角形

三等分圆周及作正三角形的方法如图 1-27 所示。已知圆周,先使 $30^\circ/60^\circ$ 三角板的长直角边通过圆周直径 AB ,以丁字尺工作边导向使三角板的短直角边平移,用三角板的斜边过点 A 画线,交已知圆周于 1 点;反转三角板,用同样的方法在对称方



向作斜线交已知圆周于 2 点,则 A、1 及 2 点为已知圆周的三等分点,连接以上三点,即得已知圆周的內接正三角形。

2) 五等分圆周及作正五边形

五等分圆周及作正五边形的方法如图 1-28 所示。已知圆周,首先求作半径 OM 的中点 O_1 ,以 O_1 为圆心、 O_1A 为半径自 A 点作弧,与 MN 交于点 O_2 ;再以 A 点为圆心、 O_2A 为半径左、右作弧,分别交已知圆周于 B 、 E 两点;再分别以 B 、 E 点为圆心、 AE 弦长为半径作弧,交已知圆周于 C 、 D 两点。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 点为已知圆周的五等分点,依次连接所得的五等分点,即得已知圆周的內接正五边形。

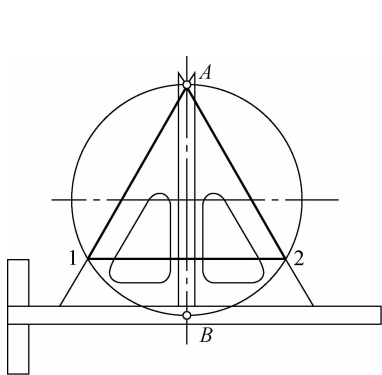


图 1-27 三等分圆周及作正三角形

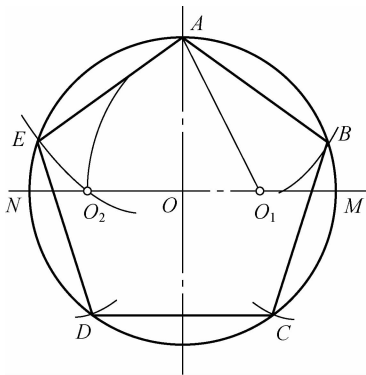


图 1-28 五等分圆周及作正五边形

3) 六等分圆周及作正六边形

求作六等分点及正六边形的方法通常有两种。

第一种方法是用圆规求作。如图 1-29(a)所示,以已知圆周与任意直径的两个交点 A 、 D 为圆心,以已知圆周的半径为半径,分别向上、下方向作弧,与已知圆周交于四点 B 、 C 、 E 、 F ,则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 即为所求已知圆周的六等分点,依次连接该六点即得已知圆周的內接正六边形。

第二种方法是用丁字尺与三角板相互配合求作。如图 1-29(b)所示,保证丁字尺水平工作状态,使 $30^\circ/60^\circ$ 三角板的短直角边与丁字尺的水平工作边接触平齐,以丁字尺水平工作边导向使三角板的短直角边平移,沿三角板斜边分别过已知圆周与直径的交点 A 、 D 画直线,所画直线与已知圆周分别交于 F 、 C 两点;将三角板进行反转,采用同样的方法沿三角板斜边画直线,所画直线与已知圆周分别交于 B 、 E 两点。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点即为所求已知圆周的六等分点,将六点依次相连即得已知圆周的內接正六边形。

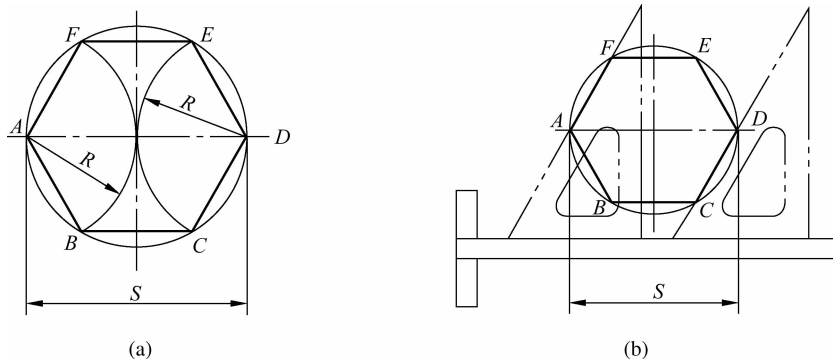


图 1-29 六等分圆周及作正六边形

(a)用圆规求作；(b)用丁字尺与三角板相互配合求作

4)任意等分圆周及作正多边形

如图 1-30 所示,求作已知圆周的 n 边形。首先将直径 AK 用前述方法进行 n 等分,再以 K 点为圆心、 AK 为半径画弧,与直径 PQ 的延长线交于 M 、 N 两点;然后将 M 点和 N 点与已求的各个 n 等分点分别相连并延长,与已知圆周交于 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 等点。这些点以及 A 点即为已知圆周的 n 等分点,将这 n 个点依次相连,即为已知圆周的內接正 n 边形。

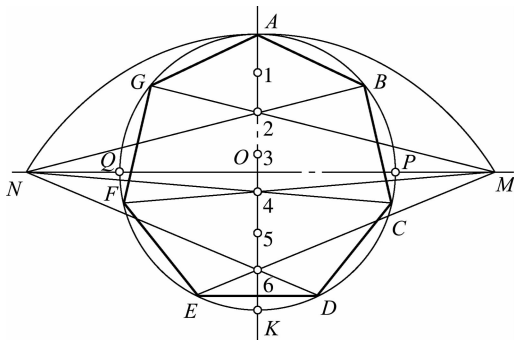


图 1-30 任意等分圆周及作正多边形

3. 斜度与锥度

1)斜度

斜度是指一直线(或平面)相对于另一直线(或平面)的倾斜程度,其大小用这两个直线(或平面)的夹角的正切值来表示,如图 1-31(a)所示。

$$\text{斜度} = \tan \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{L} \quad (\alpha \text{ 为倾斜角度})$$

斜度的画法与标注如图 1-32 所示。在图 1-32(a)中,首先利用临时辅助线求作图样所要求的 $1:6$ 斜度值;然后在图 1-32(b)中作已求斜度的平行线,即为图样上实



际的斜度轮廓线;最后在图 1-32(c)中擦去多余的辅助线,对图样加以修饰,并进行相应的标注。标注时,在斜度值前加符号“ $\angle$ ”,且符号的方向应与斜度的方向一致。

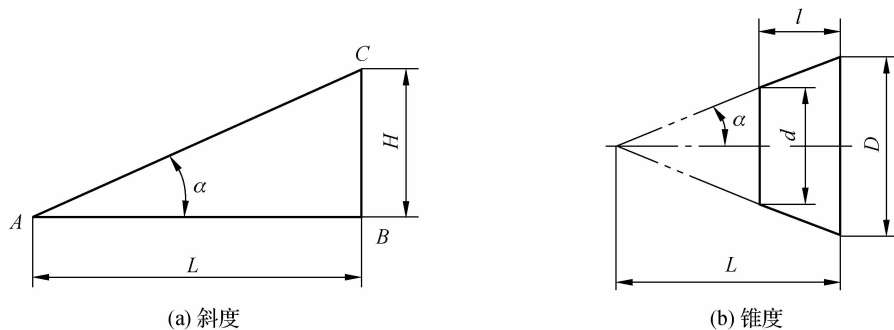


图 1-31 斜度与锥度

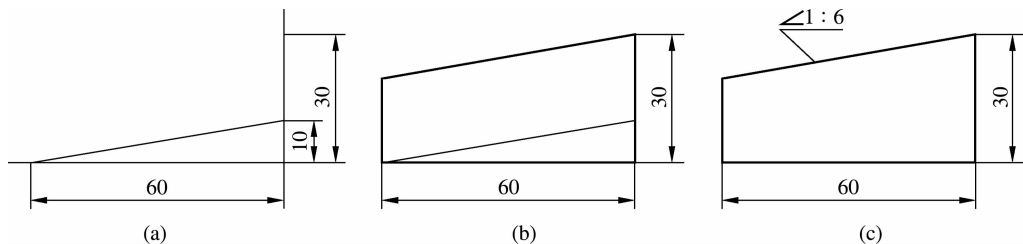


图 1-32 斜度的画法与标注

2) 锥度

锥度是指正圆锥体底圆直径与锥高之比。如果是圆锥台则是上、下底圆直径之差与锥台高度之比,如图 1-31(b)所示。

$$\text{锥度} = 2 \tan \alpha = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l} \quad (\alpha \text{ 为圆锥半角})$$

锥度的画法与标注如图 1-33 所示。在图 1-33(a)中,首先利用临时辅助线求作图样所要求的 1:3 的锥度值;然后在图 1-33(b)中作已求斜度的平行线,即为图样上实际的锥度轮廓线;最后在图 1-33(c)中擦去多余的辅助线,对图样加以修饰,并进行相应的标注。标注时,在锥度值前加符号 ∇ ,该符号应配置在基准线上,基准线应与圆锥的轴线平行,符号的方向应与锥度的方向一致。

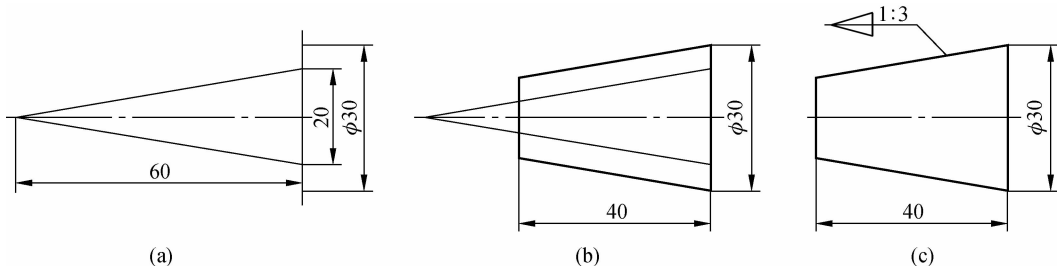


图 1-33 锥度的画法与标注



4. 圆弧连接

画零件的投影轮廓时,常会遇到用圆弧光滑连接另外两个已知线段(直线或圆弧)的作图。这里的光滑连接,在几何里就是相切的作图问题,连接点就是切点。在圆弧连接中起连接作用的圆弧称为连接圆弧。

圆弧连接作图的要点就是根据已知条件准确地定出连接圆弧的圆心及切点。

1) 用连接圆弧连接两已知直线段

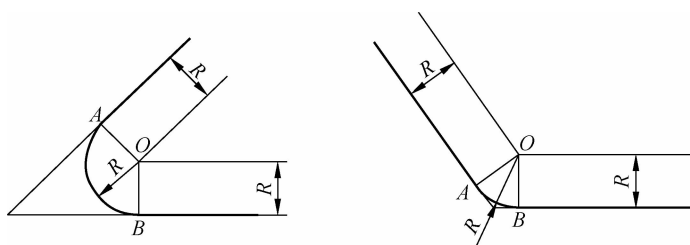


图 1-34 用连接圆弧连接两已知直线段

已知条件为两条待连接的直线段及连接圆弧的半径 R , 要求用连接圆弧连接两直线段。连接方法: 分别在角内侧作两条距直线段间距为 R 的平行线, 交于点 O , 点 O 即为连接圆弧的圆心; 过点 O 分别作

两条直线段的垂线, 垂足 A 、 B 即为连接圆弧与两条待连直线段的切点; 以 O 点为圆心、连接圆弧的半径 R 为半径作弧, 与两条直线分别切于 A 、 B 点; 整理图线, 完成连接, 如图 1-34 所示。

2) 用连接圆弧连接直线段和圆弧

这种圆弧连接有两种情形: 一种是连接圆弧与已知圆弧内切的情形, 如图 1-35(a) 所示; 另一种是连接圆弧与已知圆弧外切的情形, 如图 1-35(b) 所示。首先介绍第一种情形。已知条件为待连接的一条直线段与圆弧及连接圆弧的半径 R , 要求用连接圆弧连接直线段与圆弧。连接方法: 在直线段内侧作间距为 R 的平行线; 再以已知圆弧的圆心 O_1 为圆心、 $R_1 - R$ 为半径作弧, 与上述所作平行线交于点 O , 点 O 即为连接圆弧的圆心; 以 O 点为圆心、连接圆弧的半径 R 为半径作弧, 分别与已知直线段和已知圆弧相切, 即可求得连接圆弧; 整理图线, 完成连接。第二种情形的连接圆弧与第一种情形类似, 只是在以已知圆弧的圆心 O_1 为圆心作弧时, 其半径为 $R + R_1$ 。

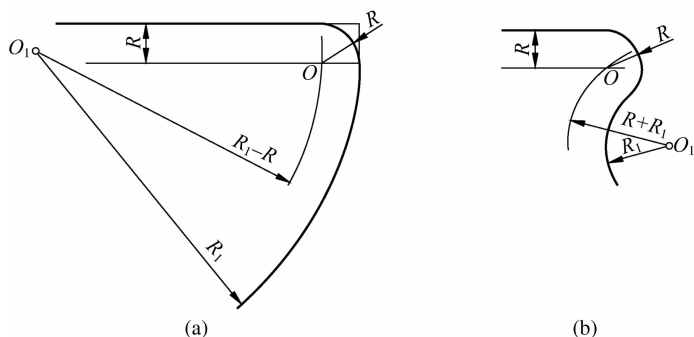


图 1-35 用连接圆弧连接直线段和圆弧

(a) 连接圆弧与已知圆弧内切; (b) 连接圆弧与已知圆弧外切



3) 用连接圆弧连接两已知圆弧

(1) 连接圆弧与已知圆弧皆外切。已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 和 O_2 ,半径分别为 R_1 和 R_2 ,连接圆弧的半径为 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧且与两已知圆弧外切。连接方法:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心, R_1+R 、 R_2+R 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与两已知圆弧相外切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-36 所示。

(2) 连接圆弧与已知圆弧皆内切。已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 、 O_2 ,半径分别为 R_1 、 R_2 ,连接圆弧的半径为 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧,且与两已知圆弧皆内切。连接方法:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心, $R-R_1$ 、 $R-R_2$ 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与两已知圆弧相内切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-37 所示。

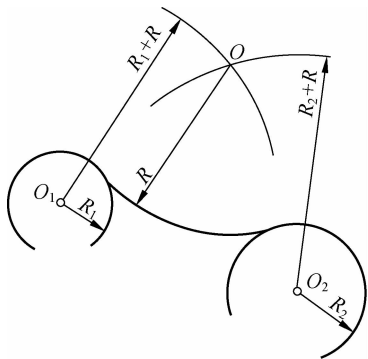


图 1-36 连接圆弧与已知圆弧皆外切

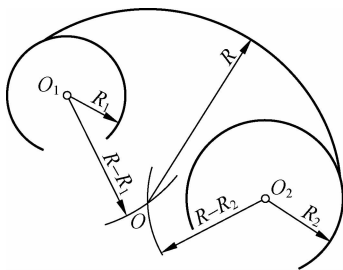


图 1-37 连接圆弧与已知圆弧皆内切

(3) 连接圆弧与已知圆弧分别内切和外切。已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 、 O_2 ,半径分别为 R_1 、 R_2 ,连接圆弧的半径为 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧,且与两已知圆弧分别内切和外切。连接方法:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心, $R-R_1$ 、 $R+R_2$ 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与两已知圆弧相内切和外切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-38 所示。

5. 椭圆的画法

1) 同心圆法

同心圆法是椭圆的一种精确画法。已知条件为椭圆的长轴与短轴,要求绘制



椭圆,作图过程如图 1-39 所示。以椭圆长半轴及短半轴为半径画圆,如图 1-39(a)所示;过中心 O 作直线,分别与两圆相交,由各射线与大圆的交点画垂直线,与小圆的交点画水平线,它们的交点即为椭圆上的点,如图 1-39(b)所示;正确使用曲线板将这些点逐段连接成椭圆,如图 1-39(c)所示。

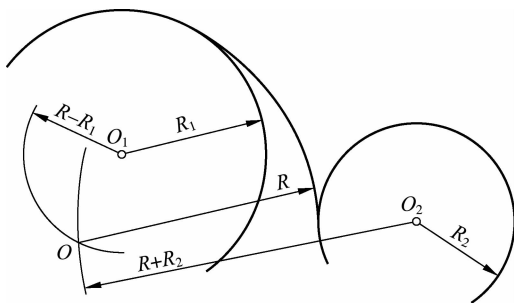


图 1-38 连接圆弧与已知圆弧分别内切和外切

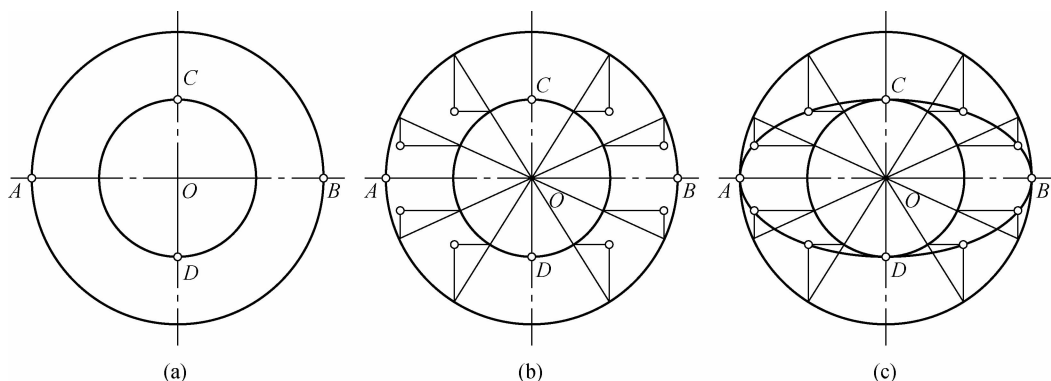


图 1-39 同心圆法绘制椭圆

2) 四心圆法

四心圆法是椭圆的一种近似画法。如图 1-40 所示,用四段圆弧光滑连接来得到近似椭圆。已知椭圆半轴 OA 、 OB 、 OC 、 OD ,首先连接 AC ,以点 O 为圆心、 OA 为半径作圆弧,与短轴 CD 的延长线交于点 E ,再以点 C 为圆心、 CE 为半径作圆弧,与 AC 交于点 F ,作 AF 的中垂线交长轴于点 O_1 ,交短轴的延长线于点 O_2 ;找出 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 ,连接 O_1O_2 、 O_2O_3 、 O_4O_1 、 O_4O_3 并延长,以点 O_2 和 O_4 为圆心、 O_2C 为半径作大圆弧,以点 O_1 和 O_3 为圆心、 O_1A 为半径作小圆弧;点 K 、 L 、 M 、 N 为大小圆弧的接点,即得四心扁圆,近似表示椭圆。

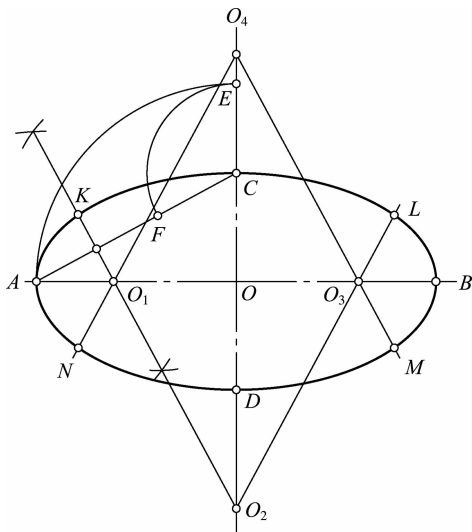


图 1-40 四心圆法绘制椭圆

1.2.3 平面图形的分析和绘图步骤

平面图形一般由多个封闭的图形组成,而每个封闭图形一般又由若干线段组成,这些线段之间的相对位置和连接关系,靠给定的尺寸来确定。根据图中给定的尺寸对构成图形的各类线段进行分析,明确其形状、大小和线段之间的关系,是确定正确的作图方法和步骤的前提条件。

1. 平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸,根据其表达作用的不同,可分为定形尺寸与定位尺寸两类。为了确定平面图形中线段的相对位置,还需要确定尺寸基准。

1) 定形尺寸

定形尺寸是指平面图形中确定各部分大小的尺寸,如线段长度、圆的直径、圆弧半径及角度大小等。图 1-41 中的 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、15、85、 $R15$ 、 $R12$ 、 $R50$ 、 $R10$ 都属于定形尺寸。

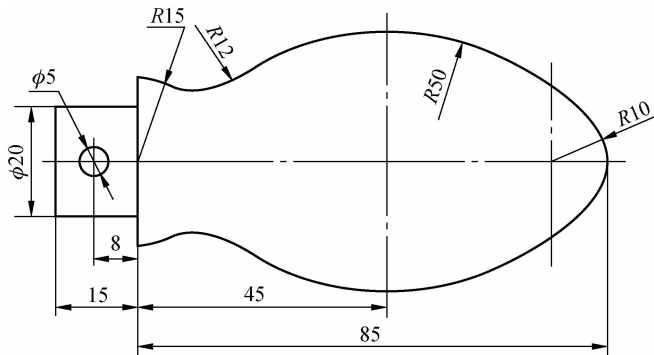


图 1-41 手柄平面图



2) 定位尺寸

定位尺寸是指平面图形中确定各部分之间相对位置的尺寸。一般平面图形中每个部分要标出两个方向的定位尺寸,即只有得到两个方向的尺寸才能确定此部分在平面图形中的准确相对位置。如图 1-41 中的 8、45、85 都属于定位尺寸。

有些尺寸既属于定形尺寸,又属于定位尺寸,如图 1-41 中的尺寸 85,既是确定手柄长度的定形尺寸,又是确定 $R10$ 与 $R15$ 两段相对位置的定位尺寸。

3) 尺寸基准

标注尺寸的起点称为尺寸基准。定位尺寸通常以图形的对称线或中心线、图形的底边或边线等作为尺寸基准。平面图形一般至少在水平和垂直方向各有一个尺寸基准。图 1-41 中平面图形的水平方向的尺寸基准为 $R15$ 的竖直直径,垂直方向的尺寸基准为对称中心线。

2. 平面图形的线段分析

平面图形中,根据线段所给定位尺寸的齐全与否,可以把线段分成已知线段、中间线段和连接线段三类。

1) 已知线段

凡具有定形尺寸和两个定位尺寸,能直接画出的线段称为已知线段,如图 1-41 中的 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、 $R15$ 、 $R10$ 标注的线段。

2) 中间线段

只有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段。虽然中间线段的另一个定位尺寸没有明显标出,但可以借助与其相邻线段中的一个连接关系求得。图 1-41 中标注的 $R50$ 圆弧,只标出其水平方向的定位尺寸 45,这时还不能确定其圆心位置,但显然该线段与其相邻的 $R10$ 线段是内切关系,因此以 $R10$ 圆弧的圆心为圆心、以其半径之差为半径作弧,即可求得 $R50$ 的圆心,从而作出该中间线段。

3) 连接线段

只有定形尺寸,而无定位尺寸的线段称为连接线段。如图 1-41 中的 $R12$ 标注的圆弧,根据与其相邻的两段圆弧采用前述圆弧连接的画法求得。

3. 平面图形的尺寸标注

1) 平面图形尺寸标注要点

平面图形尺寸标注应注意以下要点:

(1) 标注尺寸之前必须先分析清楚图中哪些尺寸需要标注,哪些尺寸不需要标注。



- (2) 各种结构的尺寸标注要正确,即符合 GB/T 4458.4—2003 的规定。
- (3) 图中所有定形尺寸与定位尺寸不能重复标注,更不能有遗漏的情况。
- (4) 图中尺寸标注总体满足合理、清晰的要求。

2) 平面图形尺寸标注步骤

以图 1-42 所示图形为例说明平面图形的尺寸标注步骤。

(1) 分析图形,确定基准。示例中的图形在两个方向都是对称的,因此选择两个方向的对称中心线作为尺寸基准。

(2) 标注定形尺寸。该图是对称图形,因此相同结构的定形尺寸只标注一次即可。图中 $R6$ 、 $\phi 6$ 、 $R30$ 、 $R14$ 、48、80 都属于定形尺寸。

(3) 标注定位尺寸。图中 13、30、40、68 都属于定位尺寸。

(4) 检查。最后检查所标注的尺寸有没有重复、遗漏与不合理的情况,完成标注。

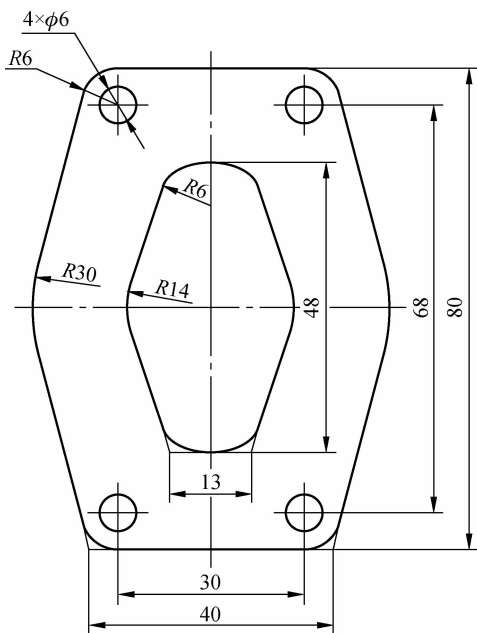
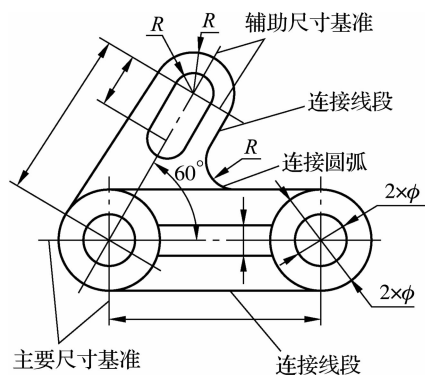


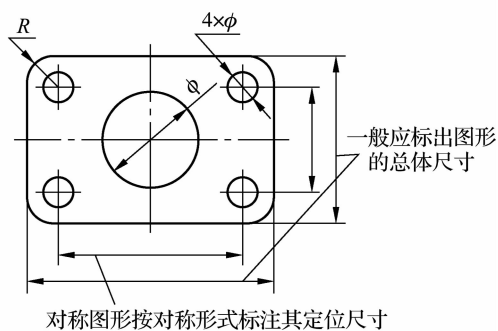
图 1-42 垫片的尺寸标注

3) 常见平面图形尺寸标注示例

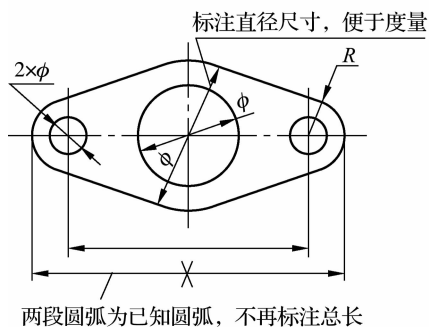
常见平面图形尺寸标注示例如图 1-43 所示。



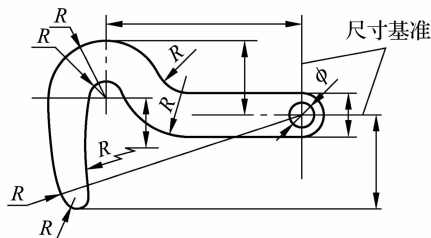
(a)



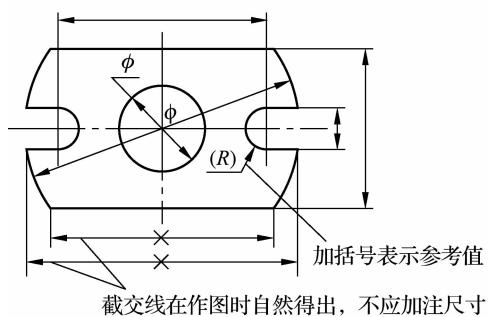
(b)



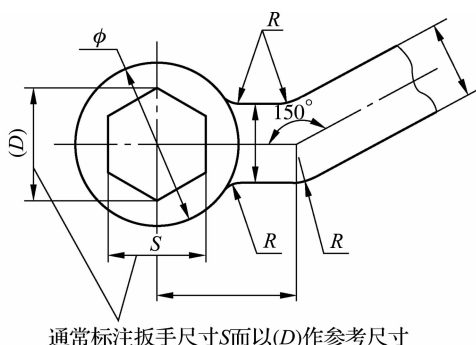
(c)



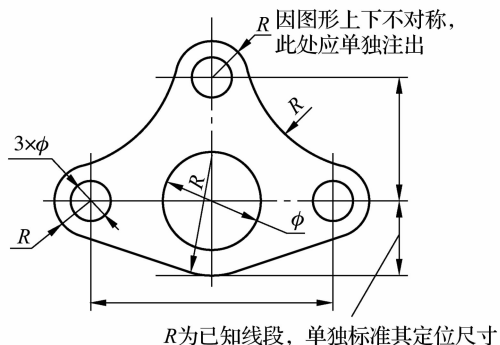
(d)



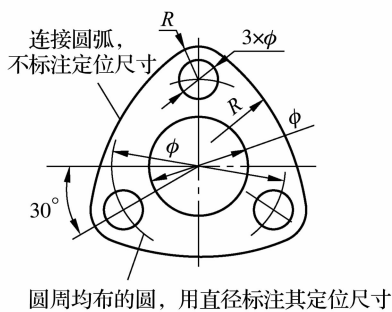
(e)



(f)



(g)



(h)

图 1-43 常见平面图形尺寸标注示例



4. 平面图形绘制的一般步骤

平面图形绘制的一般步骤如下：

- (1) 分析所绘平面图形,以弄清哪些是已知线段,哪些是中间线段和连接线段,明了图形各部分的尺寸大小。
- (2) 根据图形大小选择比例及图纸幅面。
- (3) 固定图纸,画出基准线。
- (4) 用较硬的铅笔打底稿,按照已知线段、中间线段和连接线段的顺序依次画出各线段。
- (5) 按国家标准要求描深图线并检查。
- (6) 标注尺寸,书写技术要求,填写标题栏等,完成作图。

5. 检查与描深的一般步骤

手工绘图时,绘图的质量往往取决于图线的检查与描深,有必要在此专门加以说明。检查与描深的一般步骤如下：

- (1) 对底稿进行一次彻底的检查和清理,修正错误并擦去多余的图线。
- (2) 先加深图样中的圆与圆弧。
- (3) 用丁字尺与三角板按照水平线、竖直线、倾斜线的顺序加深图样中的粗实线。
- (4) 描深中心线、剖面线。



任务工单引导

1. 工具准备

需要用到 HB 铅笔、2B 铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、A4 图纸、橡皮、透明胶带等工具。

2. 平面图形绘制

(1) 确定图幅和绘图比例。图形主要为圆弧和直线,图形的大体尺寸为 $80\text{ mm} \times 90\text{ mm}$,该平面图形较小,按任务要求,使用 A4 图幅。对于绘图比例,结合幅面尺寸选择,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值,又因本平面图形的尺寸较小应采用放大比例,故从国家标准推荐的优选比例中选用绘图比例 $2 : 1$ 。

(2) 固定图纸,按照国家标准的要求绘制图框和标题栏。

(3) 确定定位基准,画出基准线。这个平面图形左右对称,上下不对称,先确定定位基准:水平方向的定位基准为中间的竖点画线;竖直方向的定位基准为水平的



点画线。绘制基准线时应考虑整体图面的构图。

(4)对平面图形进行尺寸分析,找出图形中的已知线段、中间线段和连接线段。用较硬的铅笔打底稿,按照已知线段、中间线段和连接线段的顺序依次画出各线段。

(5)检查与描深。

①对底稿进行一次彻底的检查和清理,修正错误并擦去多余的图线。

②先加深图样中的圆与圆弧。

③用丁字尺与三角板按照水平线、竖直线、倾斜线的顺序加深图样中的粗实线。

④描深中心线、剖面线。

平面图形的绘制步骤如图 1-44 所示。

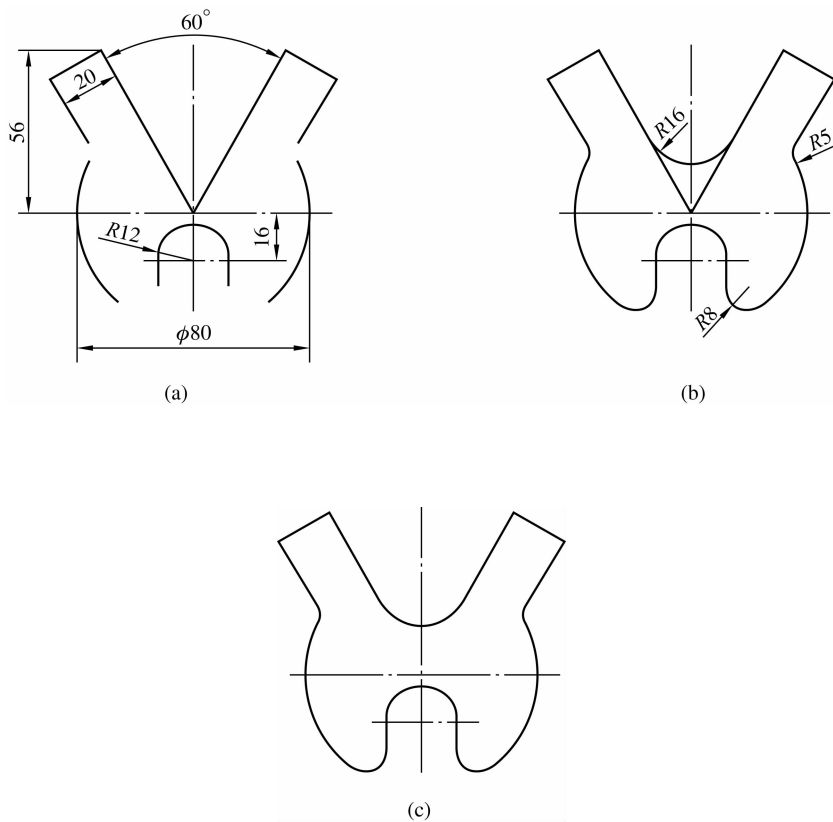


图 1-44 平面图形的绘制步骤

(a)分析线段,画出基准线,画出已知线段;(b)画出中间线段与连接线段;(c)检查与描深

3. 按照国家标准的要求标注尺寸

标注时先标注总体尺寸、定形尺寸,再标注定位尺寸。最后检查尺寸标注,确保无重复、无遗漏。

4. 书写技术要求,填写标题栏

书写技术要求,填写标题栏等,完成作图。



在绘图的过程中还要注意描深时应用力均匀,要尽量保证在同一张图样上的同种线型浓淡一致;为确保图面整洁,要尽量避免三角板等绘图工具在已加深的图线上反复移动等。



拓展学习

徒手绘图就是不借助绘图工具,通过目测形状及大小徒手绘制图样。在机器测绘、技术交流、现场参观等场合,受现场条件的制约与机动性要求,经常需要徒手绘图来进行工程记录、表达技术思想等。因此,徒手绘图是一名合格工程技术人员必备的一项基本技能。

1. 徒手绘图的基本要求和动作要领

徒手绘图时,应事先准备好铅笔、方格纸(或白纸)及橡皮等工具,一般选择铅芯较软的 HB 或 2B 铅笔,铅芯磨成圆锥状。

徒手绘图的基本要求如下:

- (1)画线要稳,图线要清晰。
- (2)目测尺寸尽量符合实际尺寸,各部分比例选取适当。
- (3)绘图速度要快。
- (4)标注尺寸尽可能准确、清晰,字迹尽可能工整。

徒手绘图的动作要领如下:

- (1)徒手绘图时,手握笔的位置要比用仪器绘图时较高些,以利于运笔和观察目标。
- (2)运笔时,小手指及手腕不宜紧贴纸面,力求自然用力。
- (3)绘制短线时用手腕用力,绘制长线时用前臂用力。
- (4)在两点之间画长线时,目光要注视线段的终点,从起点开始着笔轻轻移动手臂沿要画的线段方向画至终点。

2. 徒手绘图的基本技能

1) 水平线、竖直线的画法

画水平线时,先在图纸的左、右两边根据所画线段的长短定出两端点,注视终点,自左向右水平移动,小手指轻轻滑过纸面,以控制直线的平直,画至终点;画竖直线时,先在图纸的上、下两边根据所画线段的长短定出两端点,由上而下用手腕沿垂直方向轻轻移动,画至终点,如图 1-45 所示。

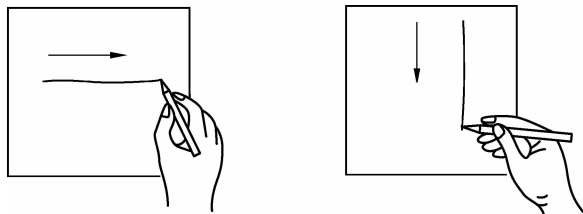


图 1-45 徒手画直线

2) 斜线的画法

首先目测线段长短,定出两 endpoints,若画向右的倾斜线,则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜上方轻轻移动,画至终点;若画向左的倾斜线,则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜下方轻轻移动,画至终点,如图 1-46 所示。

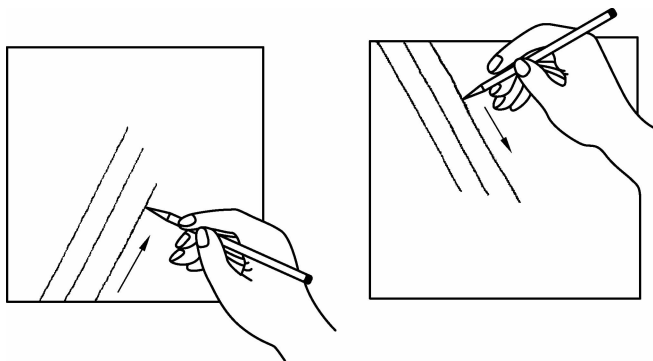


图 1-46 徒手画斜线

3) 常用角度的画法

画常用角度时,可根据它们的斜率,用近似比值画出,如图 1-47 所示。

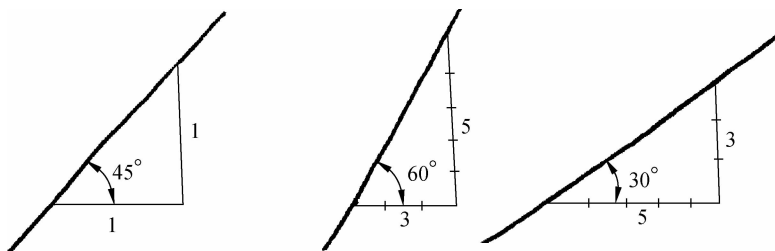


图 1-47 徒手画角度

4) 圆及圆弧的画法

(1) 圆的画法。画圆时,应首先定圆心位置,然后过圆心画出对称中心线,再过中心点画出与水平线成 45° 角的斜线;在对称中心线及斜交线上距圆心等于半径处截取八个点;过八个点画圆即可,如图 1-48 所示。

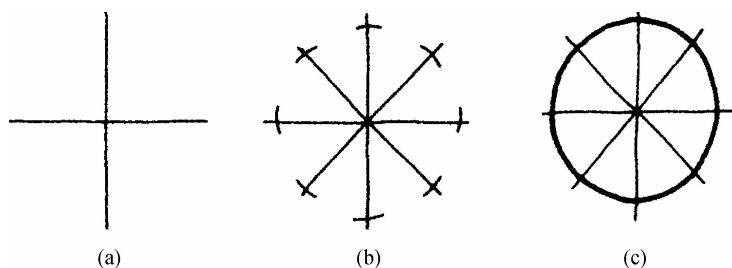


图 1-48 徒手画圆

(2)圆弧的画法。在两已知边内画圆弧时,根据圆弧半径的大小找出圆心,过圆心作分角线,再过圆心向已知边作垂线,定出圆弧的起点和终点,在分角线上也定出一圆弧上的点,然后过三点作圆弧,如图 1-49 所示。

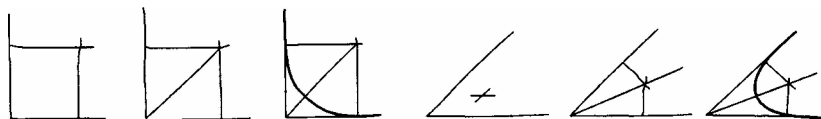


图 1-49 徒手画圆弧

5) 椭圆的画法

画椭圆时,根据椭圆的长、短轴在正交中心线上定出四个顶点;再过四个顶点作出矩形,在四个顶点处画出短弧;连接各短弧即得所画椭圆,如图 1-50 所示。

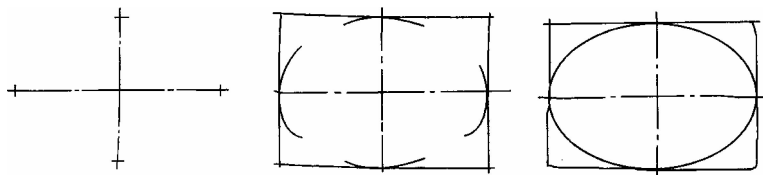


图 1-50 徒手画椭圆

