



高等
职业教育
规划教材

机械制图

(非机械类专业少学时)

金大鹰 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





教育部
推荐教材

机械制图

（第2版）



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育规划教材

机 械 制 图

(非机械类专业少学时)

金大鹰 主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是为满足高等职业技术学院、高等工程专科学校非机械类专业少学时的制图教学需要,按最新《技术制图》与《机械制图》国家标准编写的。全书按 50 学时编写,侧重于对学生看图能力的培养,主要内容包括:制图的基本知识、正投影基础、立体的表面交线、组合体、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校非机械类专业少学时的通用教材,也可作为高级工人培训的制图教材。

与本书配套使用的《机械制图习题集》同时由机械工业出版社出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/金大鹰主编. —北京:机械工业出版社,
2003. 2

高等职业教育规划教材·非机械类专业少学时
ISBN 7-111-11588-0

I. 机… II. 金… III. 机械制图-高等学校:技术学校-教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004581 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨民强 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版·第 3 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·8 印张·192 千字

10 001—16 000 册

定价:12.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是为了满足高等职业技术学院(校)、高等工程专科学校非机械类专业少学时的制图教学需要,按50学时编写的。

本书全部采用了《技术制图》与《机械制图》最新国家标准。

根据相应岗位群职业能力的要求,本书侧重于培养学生的看图能力。由于“看图源于画图”,所以采用了“既突出看图,又不忽视画图”这条编写主线。自投影作图起,即以“必需、够用”的基础理论为指导,以左右逢源的轴测图为媒介,以空间(物体) $\rightleftharpoons$ 平面(图形)相互转化为依托,将画图、看图揉在一起,力求使学生把握开启画图、看图之门的两把钥匙。在内容的处理上,试以组合体为界。组合体之前的内容,采用了“精而深”的写法,相应知识较为厚重,因为这是培养学生具有看图、画图能力和扩充知识的根本保证;组合体之后的部分,则采用了“粗而广”的写法,且结合常见图例,尽量多地介绍一些实际生产图样所涉及的内容。其中,由于技术要求(如表面粗糙度、极限与配合、形位公差等)是零件图中的重要内容,而选用本书的专业对此一般又很少单独设课讲授,所以本书也给予了适量介绍,使学生能够理解其意,掌握其代号的标注和识读方法,为看、画实用的零件图创造条件。

为便于学生自学,书中的文字叙述着意通俗、详尽,插图力求清晰、醒目、秀美;对学生学习时易犯的错误示出了正误对比图例,对较复杂的投影图采用了分解图或附加了立体图。

与本书配套使用的习题集,内容较为充实,题型多,寓意深,角度新。且习题有一定余量,为教师取舍及学生多练提供了方便。

本书可作为高等职业技术学院(校)、高等工程专科学校以及成人高等院校非机械类专业少学时通用的制图教材,也可作为高级工人培训的制图教材使用。

本书由鞍钢职工大学金大鹰、刘宇和大连职业技术学院孙红编写,由金大鹰任主编。在编写过程中,鞍钢职工大学给予了大力支持,编者在此表示感谢。

由于我们的水平所限,书中的缺点在所难免,诚请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 制图工具及用品	3
第二节 制图国家标准的基本规定	4
第三节 尺寸注法	7
第四节 几何作图	9
第五节 平面图形的画法	12
第六节 徒手画图的方法	14
第二章 正投影基础	17
第一节 正投影法的基本概念	17
第二节 三面视图	17
第三节 点的投影	21
第四节 直线的投影	23
第五节 平面的投影	26
第六节 几何体的投影	29
第七节 几何体的轴测图	34
第三章 立体的表面交线	39
第一节 截交线	39
第二节 相贯线	43
第四章 组合体	47
第一节 组合体的形体分析	47
第二节 组合体视图的画法	49
第三节 组合体的尺寸标注	50
第四节 看组合体视图的方法	52
第五章 机件的表达方法	58
第一节 视图	58
第二节 剖视图	60
第三节 断面图	67
第四节 其他表达方法	69
第五节 第三角画法简介	72
第六节 看图举例	74
第六章 标准件与常用件	78
第一节 螺纹	78
第二节 螺纹紧固件及其连接画法	83
第三节 齿轮	86
第四节 键联结、销连接	90
第五节 滚动轴承	92
第六节 弹簧	94
第七章 零件图	95
第一节 零件图的技术要求	96
第二节 画零件图	105
第三节 看零件图	106
第八章 装配图	110
第一节 概述	110
第二节 看装配图	111
附录	118
附表 1 优先及常用配合轴的极限 偏差表	118
附表 2 优先及常用配合孔的极限 偏差表	120

绪 论

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

本书所研究的图样主要是机械图样,用它来准确地表达机件(机器或零、部件)的形状和尺寸以及制造和检验该机件时所需要的技术要求。

人类在近代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依赖图样才能进行。图样已成为人们表达设计意图和交流技术思想的工具。因此说,图样是工程技术界的语言,它既是人类语言的补充,也是人类的智慧和语言在更高发展阶段上的具体体现。

由于图样已成为在社会生产中人们传递技术信息和思想的媒介与工具,因此,凡是从事工程技术工作的人员,都必须具有画图的能力和看图的本领。机械制图就是研究机械图样的绘制(画图)和识读(看图)规律与方法的一门学科。

一、本课程的主要任务和要求

1. 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
2. 掌握正确地使用绘图仪器和徒手画图的方法。
3. 能根据国家标准的规定,运用所学的基本理论、基本知识和基本技能,绘制和看懂比较简单的零件图和装配图。
4. 培养和发展学生的空间想象能力。
5. 培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

二、本课程的学习方法

1. 注重形象思维

学生学习制图课,有时会出现这样的现象:学习“数、理、化”成绩之优者,学习制图课很吃力;而其差者,却感到得心应手。为什么会出现这种反常现象呢?其实,“反常”的现象并非反常。因为,前者学习时未能抓住制图课的特点,而后者正是由于抓住了这门课特点的缘故。

制图课主要是研究空间物体到平面图形(画图)和由平面图形到空间物体(看图)转化规律和方法的学科。其思维方式独特(以形象思维为主),学生倘若袭用老方法学习此课,则难免误入歧途。就是说,学习本课必须积极开展形象思维活动,注意提高空间想象能力。

2. 注重基础知识

任何知识都需建立在已有的基础知识之上。然而,制图这门新课,其基础知识却主要来自于课程自身,即从投影概念,点、直线、平面、几何体的投影……,一阶一阶地砌垒而成。基础打好了,才能为进入组合体的学习搭好铺垫。

组合体在制图教学中具有重要地位。可把组合体比作“转运站”,因为它能把这些基础知识“吸收”进来,“转发”出去;组合体又好比是座“桥”,因为只有顺利地通过它,才能到达学习的理想境地。可以说,组合体教学是整个制图教学路程中的一座“里程碑”。

组合体的教学内容极其丰富:学习制图课的两大主要任务——画图、看图,以及解决画

图、看图问题的两种主要方法——形体分析法和线面分析法均聚在此。尤其，在学习零件图的绘制、识读时，它们将对应地作为最基本、最重要的基础知识，毫无折扣地为之所用。

学生如能吃透并灵活地运用形体、线面分析法，掌握这些画图、看图的基本方法，以后的学习定将顺畅展开，圆满地完成学习任务。

3. 注重作图实践

制图课的实践性很强，“每课必练”是本课的又一突出特点。就是说，若想学好这门课，具有画图、看图的本领，只有通过扎扎实实、反反复复地“练”才能奏效，绝无他法。

练习时，应做到以下几点：

(1) 正确掌握绘图工具和用品的使用方法，以提高作图的质量和速度。

(2) 作图必须以投影理论为指导，先看书，后作图。在作“依物画图”和“由图想物”的习题时，一定要弄清楚“物”、“图”之间的相互转化关系，注意培养自己的空间想象能力。

(3) 及时完成作业，批改后，要将错处改正过来。

综上所述，本课是以形象思维为主的新课，学习时切勿采用背记的方法；注意打好知识基础；只有通过大量的作图实践，才能不断提高看图和画图能力。

第一章 制图的基本知识

第一节 制图工具及用品

进行制图工作，须有制图工具及制图用品。它们质量的好坏，将直接影响图面质量和绘图速度。

常用的制图工具和用品有：图板、丁字尺、三角板、制图仪器和图纸、铅笔等等。

一、图板

图板是固定图纸用的矩形木板（图 1-1），板面及导边应光滑平直。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成（图 1-1）。尺头和尺身的导边应保持互相垂直。

将尺头紧靠图板的左边，上下滑动，即可沿尺身的上边画出各种位置的水平线（图 1-2）。

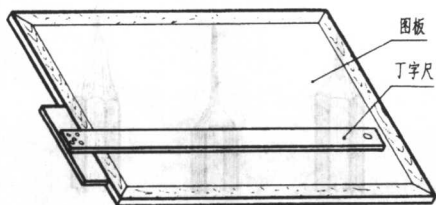


图 1-1 图板和丁字尺

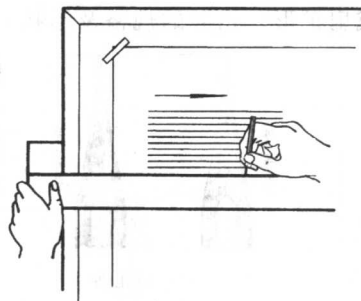


图 1-2 用丁字尺画水平线

三、三角板

三角板由 45° 的和 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用，可画出垂直线（图 1-3）、倾斜线（图 1-4）和一些常用的特殊角度。

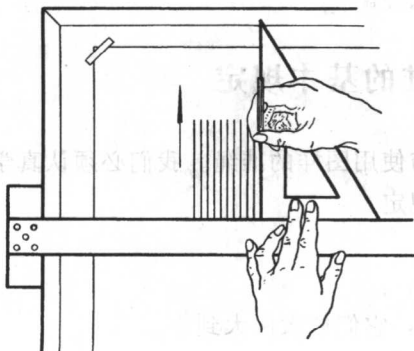


图 1-3 垂直线的画法

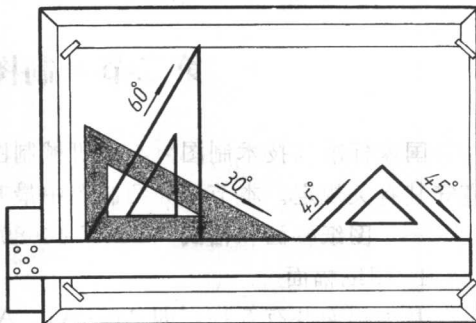


图 1-4 倾斜线的画法

四、制图仪器

制图仪器一般是成套地装在仪器盒内。其中常用的是分规和圆规。

1. 分规

分规是用来截取线段、等分直线或圆周以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐，其开合只需单手调整。

2. 圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。画圆或圆弧时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，这样不致使图纸上的针孔过于扩大。圆规的使用方法如图 1-5 所示。

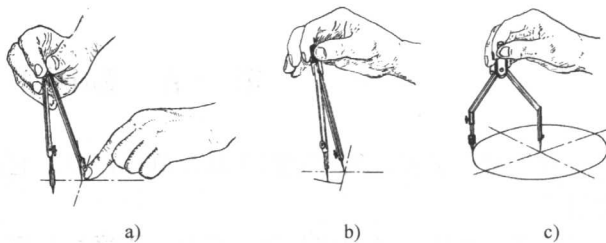


图 1-5 圆规的用法

- a) 将针尖扎入圆心 b) 圆规向画线方向倾斜
c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

五、制图用品

(1) 图纸 绘图纸一面平光，另一面粗糙，必须在平光面上制图。

(2) 铅笔 铅笔分硬、中、软三种。

6H 为最硬，HB 为中等硬度，6B 为最软。

绘制图形底稿时，采用 2H 或 3H 铅笔，削成圆锥形；描深底稿时，采用 B 或 HB 铅笔，削成扁铲形。铅芯的规格及形状，如图 1-6 所示。

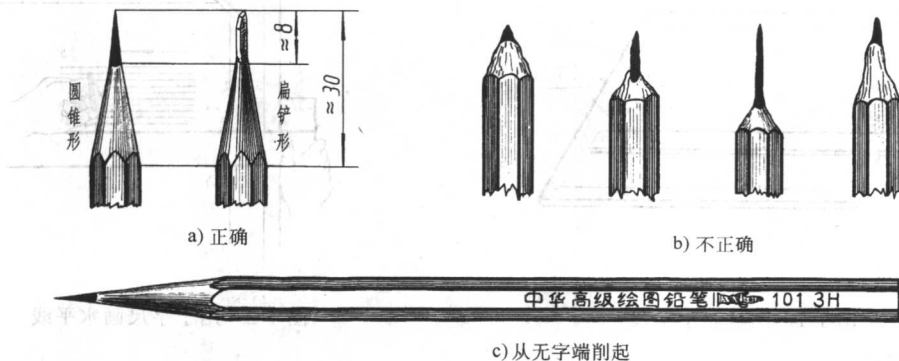


图 1-6 铅笔的削法

常用的制图用品还有橡皮、胶带纸、小刀和砂纸等。

第二节 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》与《机械制图》是绘制与使用图样的准绳。我们必须认真学习和遵守其有关规定。本节只介绍制图中最基本的几项规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

基本幅面共有 5 种，即 A0、A1、A2、A3、A4，它们依次由大到小。

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装订边两种。留有装订边

的图纸，其图框格式如图 1-7 所示。

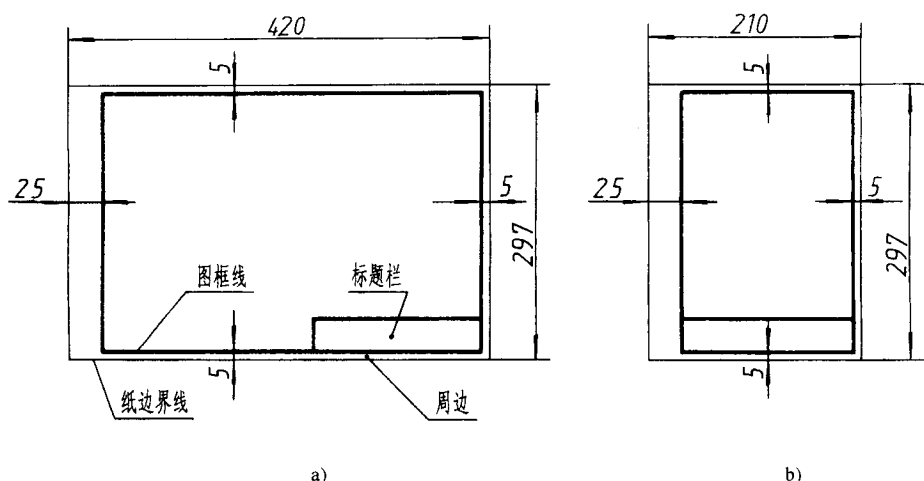


图 1-7 留有装订边的图框格式

a) A3 图纸横放 b) A4 图纸竖放

3. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏，其位置应位于图样的右下角。在制图作业中，建议采用图 1-8 的格式。

57			15	45	(13)	7 4 × 7 = (28)
(图 名)			比 例	材 料	图 号	
制 图	(姓 名)	(学号)	(校名、班级)			
审 核						
12	25	20	(73)			
130						

图 1-8 制图作业标题栏的格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。比例共有以下三种：

(1) 原值比例 比例为 1 的比例，即 1:1。应尽量采用原值比例，以从图样上直接反映出实物的大小。

(2) 放大比例 比值大于 1 的比例。放大比例应优先选用 2:1、5:1 等。

(3) 缩小比例 比值小于 1 的比例。缩小比例应优先选用 1:2、1:5 等。

无论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-9 所示。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

汉字应写成长仿宋体字。汉字的高度不应小于 3.5mm。字体高度代表字体的号数。

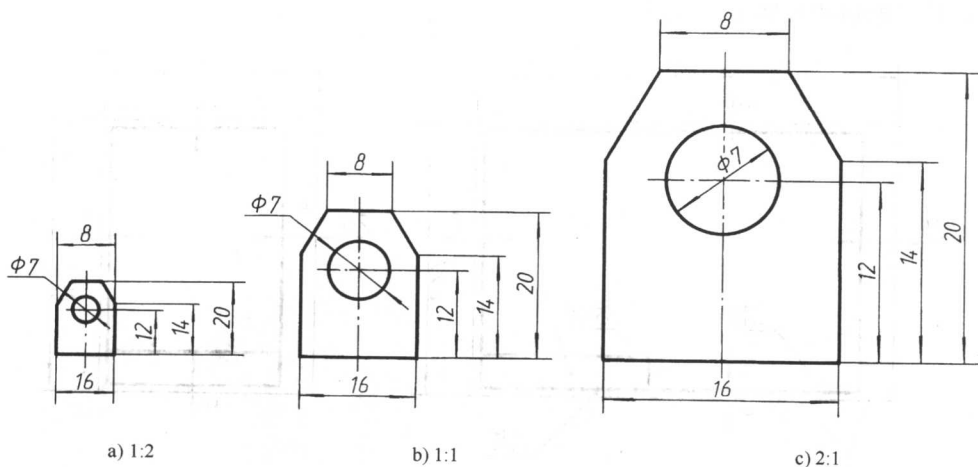


图 1-9 图形比例与尺寸数字

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。
汉字、数字和字母的示例见表 1-1。

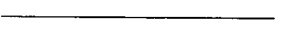
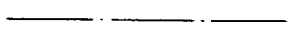
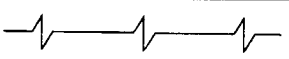
表 1-1 字 体

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝填棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	0123456789
	正体	0123456789
罗马数字	斜体	IIIIIVVVVIVIIIIIXX
	正体	IIIIIVVVVIVIIIIIXX

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—1984)

国家制图标准中规定了图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的应用,见表 1-2。

表 1-2 图 线

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线
细点画线		约 $d/2$	轴线 对称中心线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
粗点画线		约 d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线

粗实线的宽度 (d) 通常取 $0.7 \sim 1\text{mm}$, 细线的宽度为 $d/2$ 。画线时应注意以下几点:

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 点画线应以长画相交。点画线的起始与终了应为长画 (图 1-10)。

(3) 点画线超出图形轮廓约 5mm (图 1-11a)。较小的圆形, 其中心线可用细实线代替, 超出图形约 3mm (图 1-11b)。

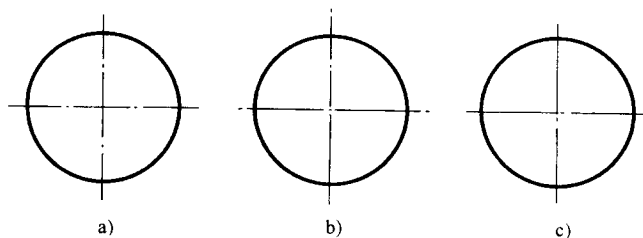


图 1-10 画点画线的正误例子
a) 正确 b) 不正确 c) 不正确

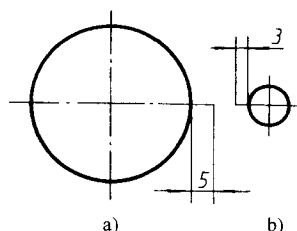


图 1-11 圆的中心线画法

第三节 尺寸注法

尺寸是图样中的重要内容之一, 是制造零件的直接依据, 也是图样中指令性最强的部分。关于尺寸标注的规则, 国家标准《机械制图》与《技术制图》作了详细的规定, 这里只介绍一些基本规定。

一、标注尺寸的基本规则

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

(2) 图样中的尺寸以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

二、尺寸的组成

完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线和尺寸界线等要素组成。

(1) 尺寸界线和尺寸线画成细实线; 线性尺寸的尺寸线两端要有箭头与尺寸界线接触; 尺寸线和轮廓线的距离不应小于 7mm, 如图 1-12 所示。

轮廓线或中心线可代替尺寸界线。但应记住: 尺寸线不可被任何图线或其延长线代替, 必须单独画出。

(2) 尺寸线终端可以有箭头、斜线两种形式。箭头的形式如图 1-13 所示, 适用于各种类型的图样; 斜线用细实线绘制, 其方向以尺寸线为准, 逆时针旋转 45° , 如图 1-14 所示。当尺寸线的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, 只能采用一种尺寸线终端形式。

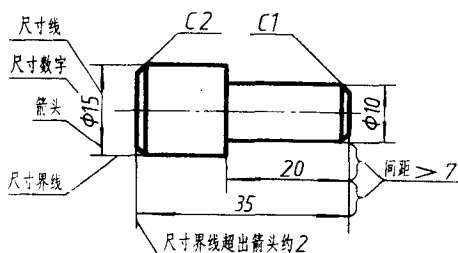


图 1-12 尺寸的标注示例

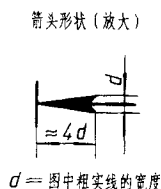


图 1-13 箭头的形式

(3) 对线性尺寸的尺寸数字, 一般应填写在尺寸线的上方 (也允许注在尺寸线的中断处), 如图 1-12 所示。尺寸数字不允许被任何图线所通过。当不可避免时, 必须把图线断开。必要时尺寸线终端形式也可用斜线

三、常见尺寸的注法

1. 线性尺寸

标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线 2~3mm。

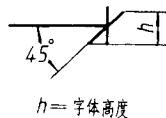


图 1-14 斜线的画法

2. 圆、圆弧及球面尺寸

(1) 圆须注出直径, 且在尺寸数字前加注符号 “ ϕ ”, 注法如图 1-15a 所示。

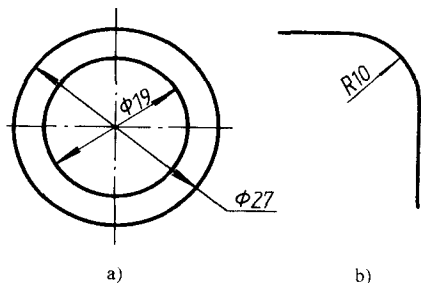


图 1-15 圆及圆弧尺寸注法

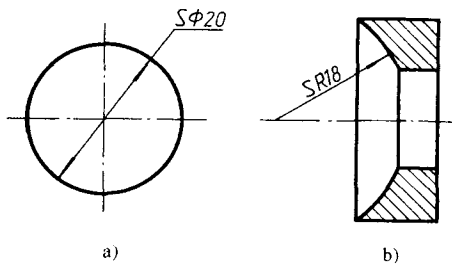


图 1-16 球面尺寸的注法

(2) 圆弧须注出半径, 且在尺寸数字前加注符号“R”, 注法如图 1-15b 所示。

(3) 标注球面的直径或半径时, 应在符号“ ϕ ”或“R”前加注符号“S”, 如图 1-16a、b 所示。

3. 角度尺寸

图形上标注角度大小的形式如图 1-17 所示。即以角的两边为尺寸界线, 尺寸线是以角顶为圆心的圆弧, 箭头的尖端同样要与角的两边接触, 尺寸数字一律写成水平方向, 并要在数字的右上角加注角度代号“°”。

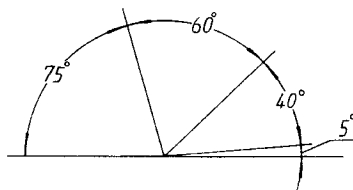


图 1-17 角度尺寸的注法

第四节 几何作图

机件的轮廓形状虽各有不同, 但都是由各种基本的几何图形所组成的。所以, 绘制机械图样时必先学会几何作图。本节将介绍简单几何作图的方法。

一、等分作图

1. 等分线段

等分线段常用试分法。试分时, 先凭目测估计出分段的长度, 用分规自线段的一端进行试分, 如不能恰好将线段分尽, 可视其“不足”或“剩余”部分的长度调整分规的开度, 再行试分, 直到分尽为止, 如图 1-18 所示。

2. 等分圆周和作正多边形

用圆规可直接在圆周上取三、六等分点, 将各等分点依次连线, 即可分别作出圆的内接(或外切)正三角形、正六边形, 其作图方法如图 1-19 所示。用 $30^\circ \sim 60^\circ$ 三角板与丁字尺配合, 可直接作出圆的外切(或内接)正六边形, 其作图方法如图 1-20 所示。

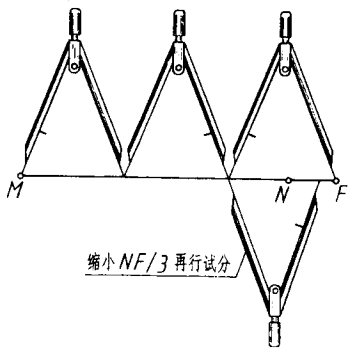


图 1-18 用分规试分线段

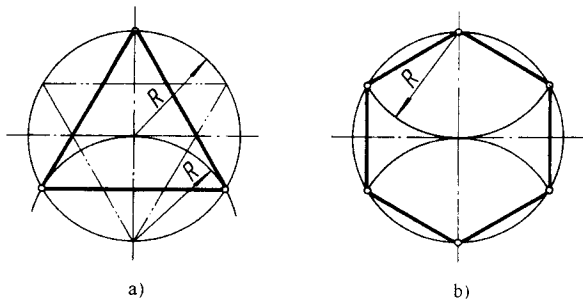


图 1-19 用圆规三、六等分圆周
a) 作正三角形 b) 作正六边形

用 45° 三角板与丁字尺配合, 可直接作出圆的内接或外切正方形和正八边形(希望读者自行试作)。

在上述作图中, 如需改变其正多边形的方位, 可通过调整取等分点的起始位置或三角板摆放位置的方法来实现。

二、圆弧连接

用一圆弧光滑地连接相邻两线段的作图方法, 称为圆弧连接。圆弧连接在机件轮廓图中经常可见, 图 1-21a 所示即为扳手的轮廓图。

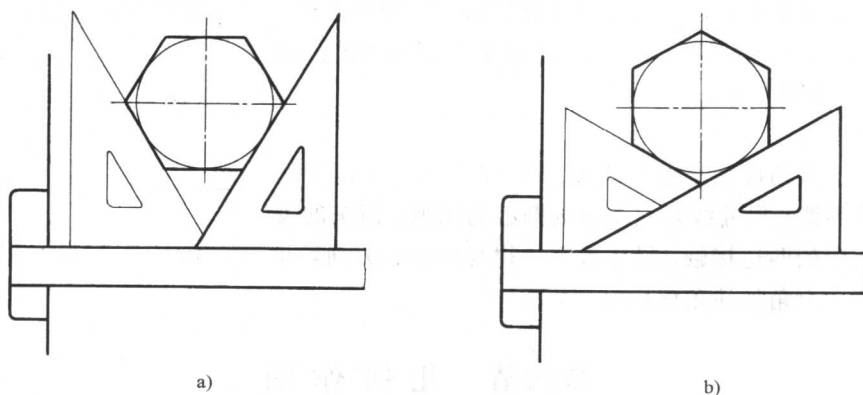


图 1-20 作圆的外切正六边形

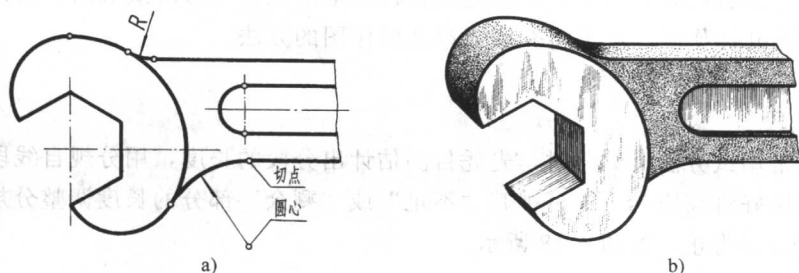


图 1-21 圆弧连接示例

a) 扳手轮廓图 b) 扳手

1. 圆弧连接的作图原理

圆弧连接的作图，关键是要求出连接弧的圆心和切点。

(1) 圆与直线相切 与已知直线相切的圆，其圆心轨迹是一条直线，如图 1-22 所示。该直线与已知直线平行，间距为圆的半径 R 。自圆心向已知直线作垂线，其垂足 K 即为切点。

(2) 圆与圆相切 如图 1-23 所示，与已知圆相切的圆，其圆心轨迹为已知圆的同心圆。同心圆的半径，根据相切情况而定，即：两圆外切时，为两圆半径之和；两圆内切时，为两圆半径之差。两圆相切的切点，在两圆心的连线（或其延长线）与圆周的交点处。

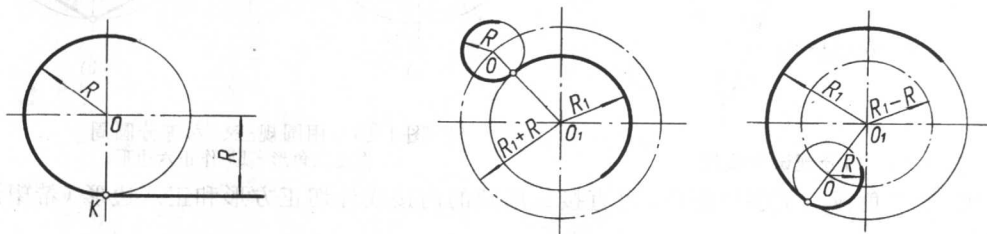


图 1-22 圆与直线相切

图 1-23 圆与圆相切

$$OO_1 = R + R_1 \quad OO_1 = R_1 - R$$

应用上述作图原理，即可完成直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧间的圆弧连接。

2. 用圆弧连接相交两直线

(1) 当两直线相交成钝角或锐角时（图 1-24），其作图步骤如下：

- 1) 作与已知角两边分别相距为 R 的平行线, 交点 O 即为连接弧圆心。
 - 2) 自 O 点分别向已知角两边作垂线, 垂足 M 、 N 即为切点。
 - 3) 以 O 为圆心, R 为半径在两切点 M 、 N 之间画连接圆弧即为所求。
- (2) 当两直线相交成直角时 (图 1-25), 其作图步骤如下:

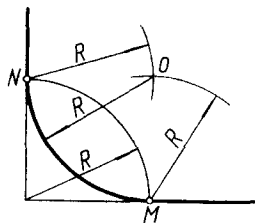
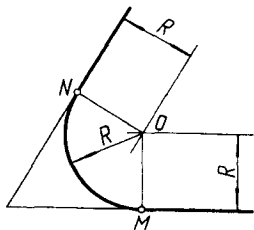
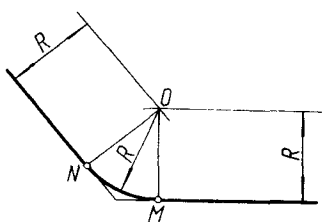


图 1-24 用圆弧连接相交两直线 (一)

图 1-25 用圆弧连接相交两直线 (二)

- 1) 以角顶为圆心, R 为半径画弧, 交直角两边于 M 、 N 。
- 2) 以 M 、 N 为圆心, R 为半径画弧, 相交得连接弧圆心 O 。
- 3) 以 O 为圆心, R 为半径, 在 M 、 N 间画连接圆弧即为所求。

3. 用圆弧连接一已知直线和一已知圆弧

(1) 连接弧与已知弧外切 以已知半径 r 画弧, 连接直线 AB , 并外切于半径为 R 的圆弧 (图 1-26), 其作图步骤如下:

- 1) 先以 O 为圆心, 以 $r+R$ 为半径画弧。
- 2) 作距 AB 为 r 的平行线 KL , 使其交于所画圆弧于 O_1 点, 即得连接弧圆心。
- 3) 连接 O 和 O_1 , 与圆弧相交于 M 点, 再由 O_1 作 AB 的垂线得 N 点, 则 M 和 N 两点即为切点。

4) 再以 O_1 为圆心, 以 r 为半径画 NM 弧, 即得所求的连接圆弧。

(2) 连接弧与已知弧内切 以已知半径 r 画弧, 连接直线 AB , 并内切于半径为 R 的已知圆弧, 如图 1-27 所示。

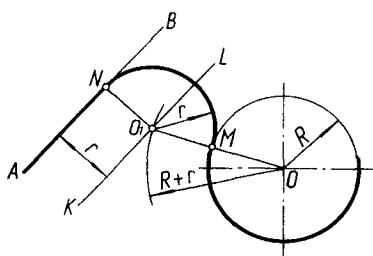


图 1-26 画弧连接直线和外接已知弧

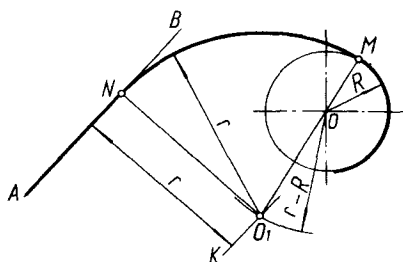


图 1-27 画弧连接直线和内接已知弧

这一问题的作图步骤与外连接相同, 因为是内切, 故连接弧的圆心 O_1 是平行线 K 与半径为 $r-R$ 的圆弧的交点。对于切点, 读者可自行分析。

4. 用圆弧连接已知两圆弧

这种连接可分为如下三种情况:

- (1) 连接弧与两圆弧外切。
- (2) 连接弧与两圆弧内切。