



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育数控专业规划教材

机械制图

Jixie Zhitu

孙焕利 胡学新 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育数控专业规划教材

机 械 制 图

主 编 孙焕利 胡学新
副主编 杜吉陆 王桂莲
参 编 王香耿 陈 丽 刘兴波
主 审 崔国利



机械工业出版社

本书是根据教育部等七部委发布的中等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案组织编写的。

本书的特点是突出实用,以满足数控技术应用专业和机械专业的要求为出发点,采用模块式课程结构,尽可能压缩课时,少讲多练,删除不必要的理论,突出读图和绘图能力的培养,充分体现了先进的职业教育理念和以就业为导向的职业教育目标。

全书共分九章,主要内容包括制图的基本知识与技能、正投影法及三视图、组合体的视图及识读、轴测图、机件常用的表达方法及识读、标准件和常用件的画法及识读、零件图的绘制与识读、装配图绘制与识读、机器零部件的测绘等,每章末附有综合训练。与本书配套同时出版的还有《机械制图习题集》。

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐的中等职业学校数控技术应用专业或机械类和机电类专业的通用教材,也可以作为技术工人培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/孙焕利,胡学新主编. —北京:机械工业出版社,2006.7
(2007.1重印)

教育部职业教育与成人教育司推荐教材 中等职业教育数控专业规划教材

ISBN 7-111-19257-5

I. 机... II. ①孙 ②胡 III. 机械制图—专业学校—教材
IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第058171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:汪光灿 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2007年1月第1版第2次印刷

184mm×260mm·13.25印张·326千字

5 001—10 000册

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话 (010) 68326294

购书热线电话 (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话 (010) 88379182

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部中等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案和最新的数控专业教学计划组织编写的,是教育部职业教育与成人教育司的推荐教材。

本教材的特点突出实用,充分体现先进的职业教育理念和以就业为导向的职业教育目标,以满足数控技术应用专业和机械专业的要求为出发点,采用模块式课程结构,尽可能压缩课时,少讲多练;删除不必要的理论,突出读图和绘图能力的培养。本教材采用了现行最新国家标准。

本课程是培养在相关企业从事数控设备的操作与维护、计算机绘图及技术档案管理、加工质量检测与管理、数控设备的销售与技术服务以及机械加工行业一线技术应用、实用性技术人才或高素质劳动者的一门实践性和实用性很强的主干技术基础课。其主要任务是培养学生掌握一定的机械制图的基础知识,具有一定的读图、绘图的能力和技能,并且培养学生具有一定的空间想象能力和思维能力,为后续的计算机绘图和专业课的学习奠定扎实的基础。

本课程原则上安排 100~130 课时(含测绘)。

本课程教学共需课时、课时分配参考表如下:

章次	课时数	章次	课时数
绪论	1	第六章	11
第一章	10	第七章	12
第二章	16	第八章	11
第三章	12	第九章	7
第四章	6	综合测绘	30
第五章	15	机动	10

参加本书编写的有:山东省轻工工程学校孙焕利(绪论、第五章),湖北十堰职业技术(集团)学校胡学新(第二章),山东省轻工工程学校王桂莲(第一章、第四章),河南机电学校王香耿(第六章、第七章),湖北十堰职业技术(集团)学校杜吉陆(第三章),徐州机电工程高等职业学校陈丽(第八章),山东省轻工工程学校刘兴波(第九章)。由孙焕利、胡学新任主编,崔国利任主审,主审对本书初稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限,编写时间比较短,书中肯定有不少缺点,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 制图的基本知识与技能

第一节 制图的基本规定	2
第二节 绘图工具及其使用方法	14
第三节 常见图形的画法	17
综合训练	25

第二章 正投影法及三视图

第一节 投影法	28
第二节 三视图及其投影规律	31
第三节 点、直线、平面的投影特性	34
第四节 常见形体绘图及识读	44
综合训练	51

第三章 组合体的视图及识读

第一节 组合体三视图的画法	53
第二节 组合体的尺寸注法	60
第三节 识读组合体三视图	62
综合训练	68

第四章 轴测图

第一节 轴测图的基本知识	69
第二节 正等轴测图	70
第三节 斜二轴测图	75
综合训练	76

第五章 机件常用的表达方法及识读

第一节 视图	78
第二节 剖视图	81
第三节 断面图	91
第四节 局部放大图和简化画法	94
第五节 第三角画法简介	99
第六节 综合应用及识读图举例	101

综合训练	103
------------	-----

第六章 标准件和常用件的画法及识读

第一节 螺纹及螺纹紧固件	105
第二节 齿轮	114
第三节 键联接和销联接	119
第四节 滚动轴承	120
第五节 焊接件的画法	123
综合训练	129

第七章 零件图

第一节 零件图概述	131
第二节 零件的视图选择	132
第三节 零件图的尺寸标注	137
第四节 零件图上的技术要求	140
第五节 零件图的识读	147
综合训练	154

第八章 装配图绘制与识读

第一节 装配图概述	156
第二节 装配图的表达方法及规定画法	158
第三节 装配图的尺寸标注、技术要求及其他内容	165
第四节 装配图的绘制方法和步骤	170
第五节 装配图的识读与拆画零件图	174
综合训练	178

第九章 机器零部件的测绘

第一节 常用测绘工具及其使用方法	181
第二节 零件测绘的方法和步骤	184
第三节 装配体测绘的方法和步骤	185
综合训练	187

附录

附表 1 普通螺纹公称直径、螺距和基本	189
---------------------	-----

尺寸	189	附表 11 普通平键槽的尺寸与公差	198
附表 2 55°非密封管螺纹	190	附表 12 普通平键的尺寸与公差	199
附表 3 六角头螺栓	191	附表 13 滚动轴承	200
附表 4 六角螺母	192	附表 14 优先及常用配合轴的极限偏 差表	201
附表 5 双头螺柱	193	附表 15 优先及常用配合孔的极限偏 差表	203
附表 6 螺钉 (一)	194	附表 16 标准公差数值	205
附表 7 螺钉 (二)	195	参考文献	206
附表 8 (一) 平垫圈	196		
附表 8 (二) 标准型弹簧垫圈	196		
附表 9 圆柱销	197		
附表 10 圆锥销	197		

绪 论

一、机械制图的研究对象和任务

工程图样被誉为“工程界的通用语言”，作为一个从事机械制造工作的技术人员不掌握这种“语言”就无法正常完成工作。本课程就是研究如何应用正投影原理，掌握绘制和阅读机械工程图样的方法。由于机械工程图样不仅要求表明机件的结构形状，同时还要反映出机件的尺寸和制造生产机件的技术要求等内容，而与这些内容有关的相应国家标准中对其表示方式和方法都作了具体的规定，因此，上述内容和有关的生产知识及国家标准也是本课程的研究对象。本课程是工科学校学生的一门十分重要的、必修技术基础课程。

机械制图就是研究如何运用正投影法的基本原理，绘制和阅读机械工程图样的课程。本课程的主要任务如下：

- 1) 学习投影法特别是正投影法的基本理论及其应用，培养学生具有分析空间几何问题的初步能力。
- 2) 培养空间想象能力和形象思维能力。
- 3) 培养绘制和阅读零、部件等机械图样的能力。
- 4) 培养徒手草图、手工仪器绘图的综合能力。
- 5) 学习、贯彻机械制图国家标准及其他有关规定，具有查阅有关标准及手册的能力。
- 6) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致、一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课。因此，学习本课程首先应学好正投影法的基本理论和方法，并运用这些理论和方法去分析解决空间几何问题，由浅入深，逐步培养自己的空间想象与思维能力；其次应通过大量的作业、练习、绘图、读图实践，加深理解和巩固理论知识，加速培养自己的读图能力和图形表达能力，掌握绘图的方法与技能技巧，不断提高绘图质量；鉴于图样在生产过程中的重要作用，要多深入生产实际，不断增加自己的感性认识，丰富自己的工程实践知识，无疑这对于学好本课程也是十分有益的。此外，由于图样是生产的依据，绘图和读图中的任何一点疏忽，都有可能给生产造成严重的损失。因此，在学习中还应注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的良好作风。

第一章

制图的基本知识与技能

【学习目的】

熟悉国标中图纸幅面、格式、比例、字体、图线、尺寸标注的方法及各种绘图工具及仪器的使用方法以及斜度、锥度的画法和标注方法，了解正多边形的画法及圆弧连接的方法。掌握平面图形的画法及其尺寸标注。并了解绘图的方法步骤及徒手绘图的方法。

【学习重点】

《机械制图》的基本规定及画平面图形的方法和尺寸标注的方法步骤。

第一节 制图的基本规定

图样是设计、制造机器的主要技术资料。为了正确地绘制和阅读机械图样，必须熟悉有关国家标准和规定。《技术制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准，是绘图和读图的准则和依据。

我国国家标准（简称“国标”）的代号为“GB”（“GB/T”为推荐性国标），字母后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份。在 GB/T14689 ~ 14691—1993、GB/T17450—1998，分别对图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等作了规定，本节将对上述内容作简要介绍。

一、图纸幅面和格式（GB/T14689—1993）

(一) 图纸幅面尺寸

为了使图纸幅面统一,便于装订和管理,绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面,表中幅面代号意义见图 1-1、图 1-2。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

(单位: mm)

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

(二) 图框格式

在图纸上,图框线必须用粗实线画,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,分别如图 1-1、图 1-2 所示。但同一产品的图样只能采用一种格式。

需要装订的图纸,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式。

(三) 标题栏和明细栏

国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T10609.1—1989)、《技术制图 明细栏》(GB/T10609.2—1989)对标题栏与明细栏的要求、内容、格式与尺寸作了明确的规定,如图 1-3 所示。生产上用的标题栏内容较多、较复杂,一般均印在图纸上,在学校的制图作业中,建议采用简化标题栏,如图 1-4 所示。

标题栏中的文字方向一般为看图方向。标题栏一般应位于图纸的右下角。

(四) 看图方向的规定

为了利用预先印制好的图纸,允许将图纸逆时针旋转 90° 放置,如图 1-5a、b 所示。此时,为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。同时为了明确绘图和看图方向,在图纸下边对中符号处画一个方向符号,方向符号为一个细

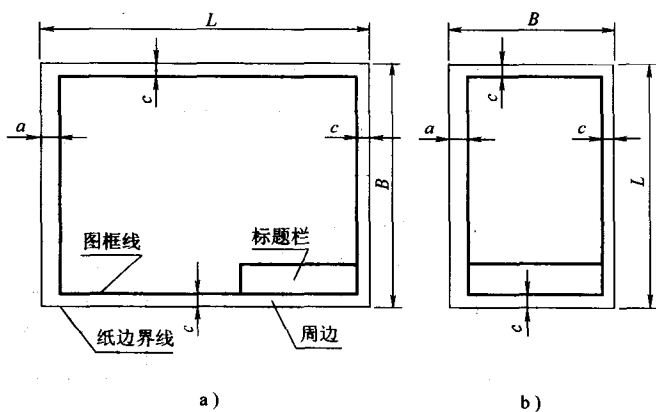


图 1-1 留有装订边的图框格式

a) 横装订的格式 b) 竖装订的格式

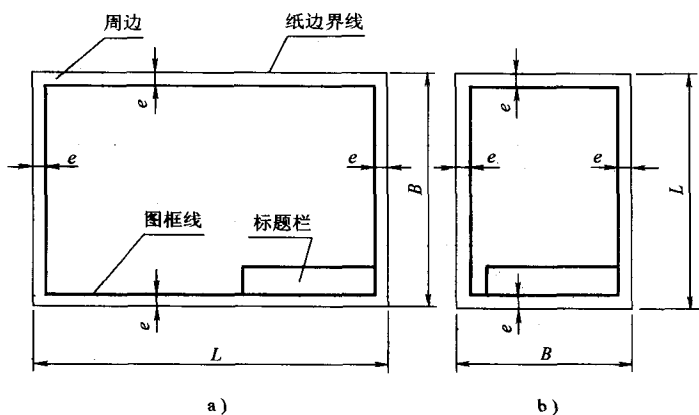


图 1-2 不留装订边的图框格式

a) A3 横装订的格式 b) A4 竖装订的格式

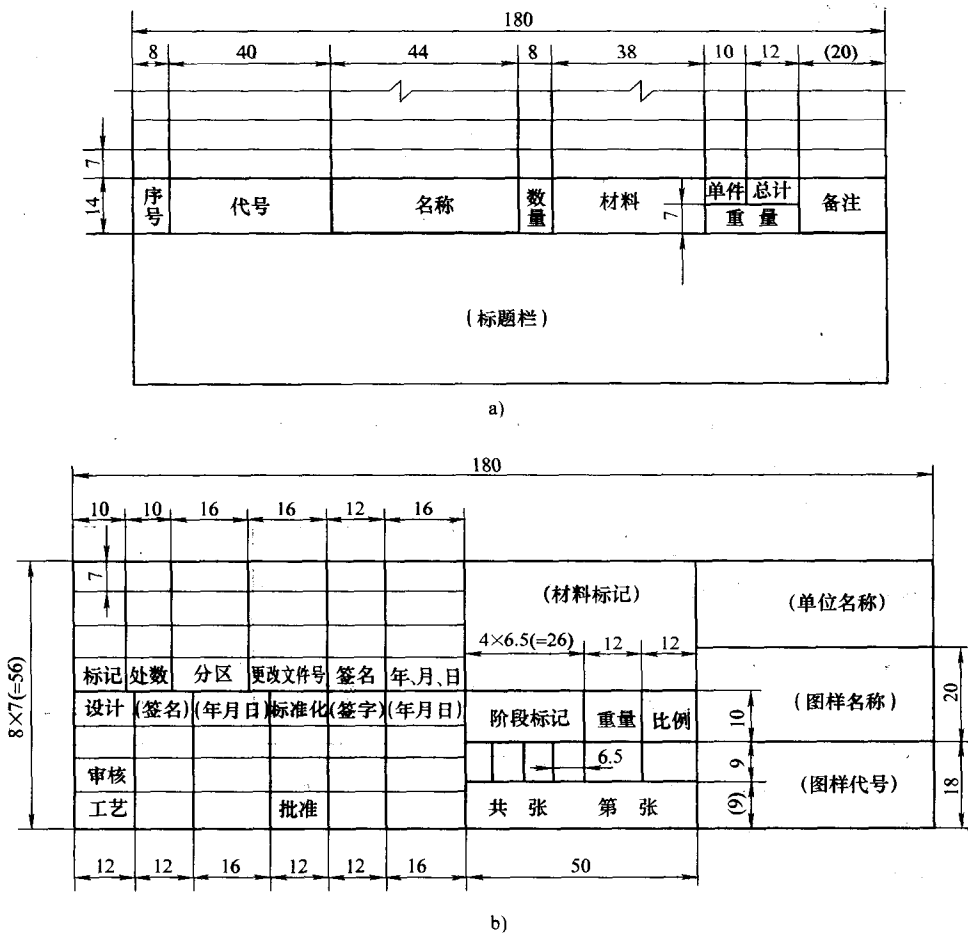


图 1-3 标题栏与明细表的格式

a) 标题栏的格式 b) 明细表的格式

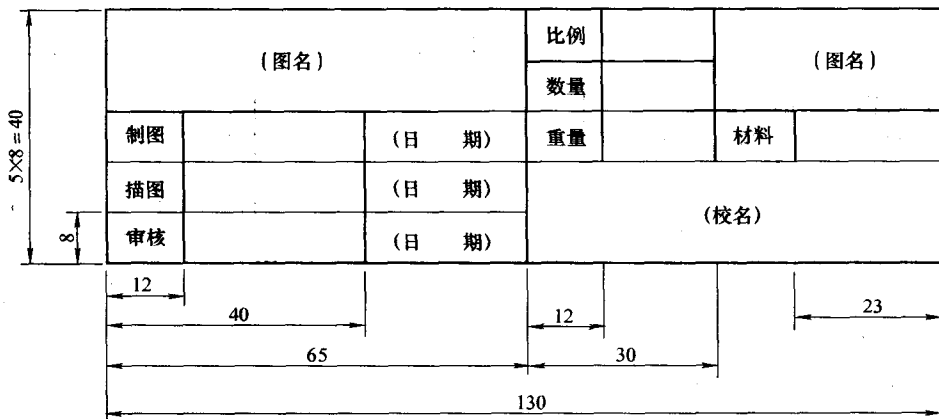


图 1-4 学生用标题栏格式

实线绘制的等边三角形,其大小、位置如图 1-5c 所示。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,伸入图框边界内 5mm。当对中符号处在标题栏的范围内时,伸入标题栏的部分省略如图 1-5b 所示。

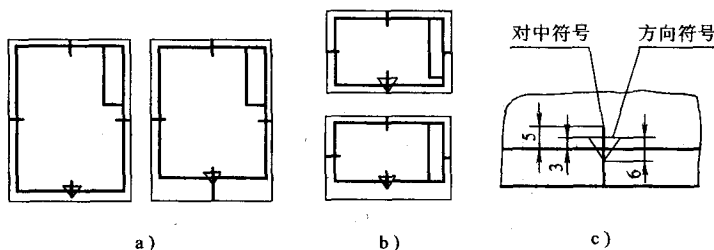


图 1-5 标题栏位于右上角时的看图方向

二、比例 (GB/T14690—1993)

(一) 概念

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。国家标准规定当需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选取表 1-2 中带括号的比列。

表 1-2 绘图比例 (摘自 GB/T14690—1993)

种类	比 例					
原值比例	1:1					
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$	
	(2.5:1)	(4:1)	$(2.5 \times 10^n:1)$	$(4 \times 10^n:1)$	$(5 \times 10^n:1)$	
缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
		(1:1.5)	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	(1:6)
	$(1:1.5 \times 10^n)$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	$(1:4 \times 10^n)$	$(1:6 \times 10^n)$	

注: n 为正整数

(二) 标注方法

- 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:500、20:1 等比号。
- 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{10:1}$$

(三) 选择原则

- 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时,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。
- 尽量优先选用表 1-2 中不带括弧的比例。根据表达对象的特点,必要时才选用表 1-2 中带括弧的比例。
- 选择比例时,应结合幅面尺寸选择,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。无论采用何种比例,图形中所注的尺寸数值均指机件的实际大小,与图形的比例无关。

三、字体 (GB/T14691—1993)

在图样中书写的字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。字体高度代表字体的号数。

汉字应写成长仿宋体, 并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分 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。在同一图样上, 只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般应采用小一号的字体。

长仿宋体汉字示例:

10 号 工程字体长仿宋体

7 号 字体工整笔画清楚排列整齐

5 号 装配技术要求对称不同轴线热处理

3.5 号 螺栓母钉汽缸活塞滑块齿轮带轮弹簧连接箱体拉杆

B 型拉丁字母示例:

大写斜体:

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

小写斜体:

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

B 型阿拉伯数字示例

斜体：



直体：



B 型罗马数字

斜体：



直体：



四、图线（GB/T17450—1998、GB/T4457.4—2002）

（一）图线的类型

图线基本线型见表 1-3，共有 15 种，其中 01 是连续线，02～15 为不连续线。

基本线型可能的变形如表 1-4 所示。

表 1-3 基本线型

代码 No.	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线

(续)

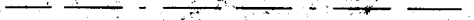
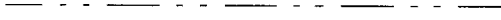
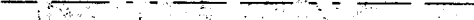
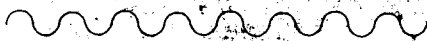
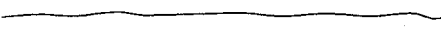
代码 No.	基本线型	名称
10		画点线
11		双画点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

表 1-4 基本线型的变形

基本线型的变形	名 称
	规则波浪连续线
	规则螺旋连续线
	规则锯齿连续线
	波浪线 (徒手连续线)

注: 本表仅包括了 No. 01 基本线型的变形, No. 02 ~ 15 可用同样的方法变形表示。

标准规定了九种图线宽度, 所有线型的图线宽度 (d 表示图线宽度) 应按图样的类型和尺寸在下列数系中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种, 粗线、中粗线、细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。一般粗线和中粗线宜在 0.5 ~ 2mm 之间选取, 应尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18mm 的图线。

机械图样上采用两种线宽, 其比例关系是 2:1。机械图样上常用的线型为粗实线、细实线、[细] 波浪线、[细] 双折线、粗虚线、[细] 虚线、粗点画线、[细] 点画线、[细] 双点画线 (“[]” 内表示一般缺省时所指的粗细线型)。

注意: 04 点画线、05 双点画线、06 三点画线的画为“长画”, 10 画点线、12 画双点画线、14 画三点画线的画是“画”; 其中的点是“点”, 而不是原意义上的“短划”。

手工绘图时, 线素的长度应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 图线的构成

线素	线型	长度	线素	线型	长度
点	04 ~ 07, 10 ~ 15	$\leq 0.5d$	画	02, 03, 10 ~ 15	$12d$
短间隔	02, 04 ~ 15	$3d$	长画	04 ~ 06, 08, 09	$24d$
短画	08, 09	$6d$	间隔	03	$18d$

基本线型和线素的画法示例,如图 1-6 所示。

(二) 图线的应用

绘制点画线和虚线时,还应遵守图 1-7 的画法要求,在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。绘制点画线的要求是:以画为始尾,以画相交,超出图形轮廓 2~5mm。

图线一般应用示例见图 1-8。

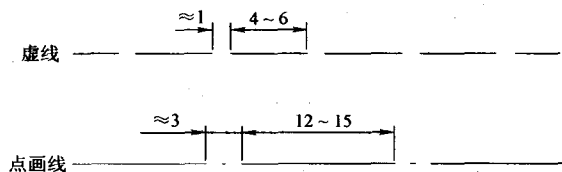


图 1-6 图线规格

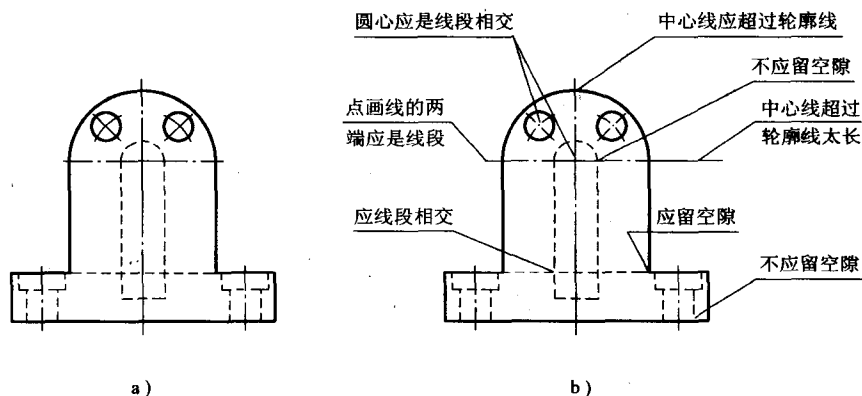


图 1-7 点画线和虚线的画法

a) 正确 b) 错误

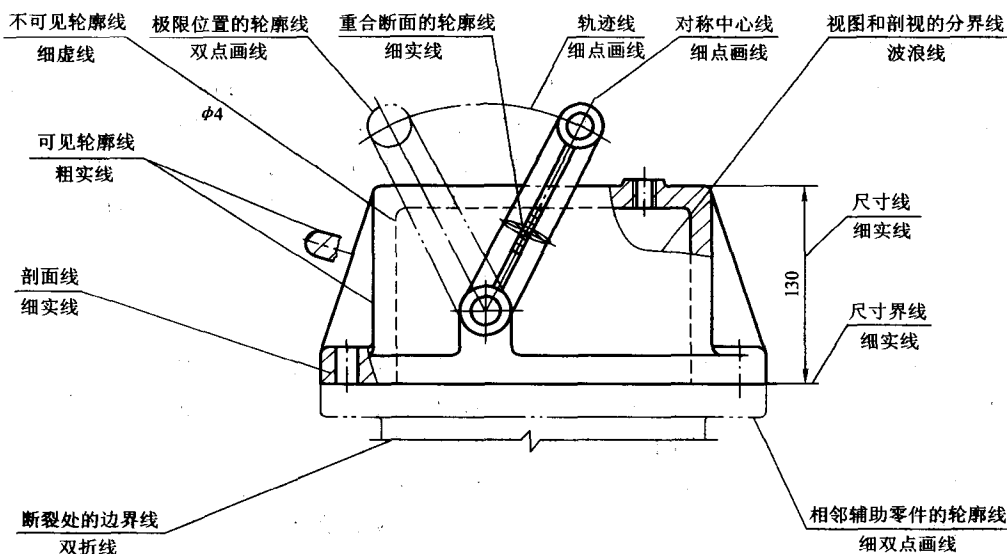


图 1-8 图线应用示例

注意的问题 (见图 1-9);

1) 同一张图样的同类图线的粗细应基本一致,虚线点画线及双点画线的线段长短和间距大小靠目测控制,应各自大致相等。

2) 点画线或双点画线中的点是极短的一划(长约1mm),而首末两端应是线段。

3) 虚线与虚线或实线相交,应以线段相交不得留间隙。

4) 点画线应以线段相交,点画线的首末两端应是线段而不是点,应超出图形3~5mm。

5) 图线与图线相切应以切点相切,相切处应保持两线中的较宽的图线宽度,不要相割或相离。

五、尺寸标注(GB4458.4—1984 和 GB/T16675.2—1996)

图形只能表达零件的形状,零件的大小则通过标注尺寸来确定。国家标准规定了标注尺寸的一系列规则和方法,绘图时必须遵守。

(一) 基本规定

1) 图样中的线性尺寸,以毫米为单位时,不需注明计量单位代号或名称。若采用其他单位则必须标注相应计量单位或名称。

2) 图样中所注的尺寸数值是零件的真实大小,与图形大小及绘图的准确度无关。

3) 零件的每一尺寸,在图样中一般只标注一次。

4) 图样中所注尺寸是该零件最后完工时的尺寸,否则应另加说明。

5) 在保证不引起误解的情况下,可简化标注。

(二) 尺寸要素

一个完整的尺寸,包含下列四个尺寸要素:

1. 尺寸界线

用来表示所注尺寸的范围

尺寸界线用细实线绘制。尺寸界线一般自图形轮廓线、轴线或对称中心线引出,超出尺寸线终端约2~3mm。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线代替尺寸界线,如图1-10a所示。线性尺寸的尺寸界线一般与所注的线段垂直,必要时允许倾斜,但两尺寸界线仍然相互平行。角度的尺寸界线应沿径向引出,弦长及弧长的尺寸界线应平行于弦的垂直平分线,如图1-14所示。

2. 尺寸线

用来表示尺寸度量的方向。

尺寸线用细实线绘制在尺寸界线之间,如图1-10a所示。尺寸线必须单独画出,不能与图线重合或在其延长线上,如图1-10b中尺寸3和8的尺寸线,并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交,图1-10b尺寸14和18标注不正确。

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向的各尺寸线的间距要均匀,间隔应大于7mm,以便注写尺寸数字和有关符号。标注角度和弧长时,尺寸线应画成圆弧,圆心是该角的顶点尺寸线不得用其他图线代替,如图1-14所示。

3. 尺寸线终端

用以表示尺寸的起止。

尺寸线终端有箭头和细斜线两种形式,如图1-11所示。箭头适用于各种类型的图形,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,如图1-12所示。

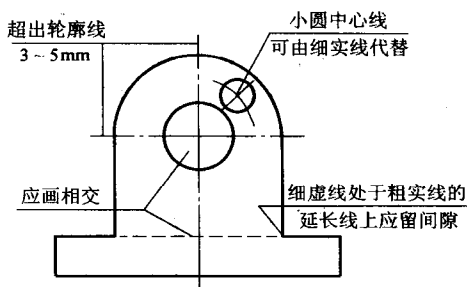


图 1-9 图线画法注意事项

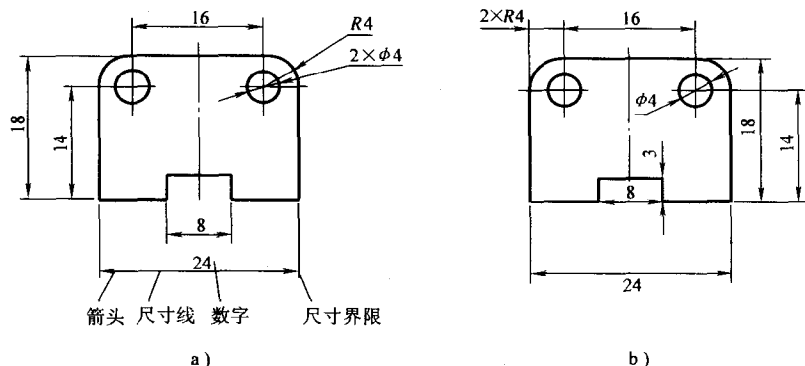


图 1-10 尺寸的组成及尺寸标注正误对比

a) 正确 b) 错误

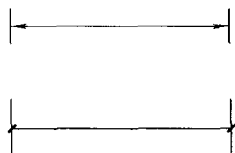


图 1-11 尺寸线终端两种形式

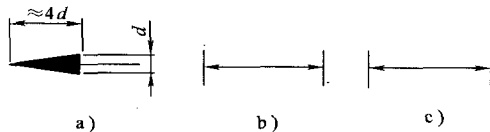


图 1-12 箭头画法对比

a) 箭头的画法 b) 正确注法 c) 错误注法

箭头的尾部宽度等于图形中可见轮廓线的宽度 d ，长度约为 $4d \sim 5d$ 。箭头的位置应与尺寸界线接触，不得留有间隙。

细 45° 斜线的方向和画法如图 1-11 所示，当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。画箭头地方不够时，允许用圆点或斜线代替箭头，也可用单边箭头。

4. 尺寸数字

用以表示所注机件尺寸的实际大小。

尺寸数字采用斜体阿拉伯数字，同一张图样中数字大小应一致；线性尺寸数字一般应注在尺寸线的上方，也允许写在尺寸线的中断处。线性尺寸的注法：

方法一[⊖]：线性尺寸数字的方向应以图纸右下脚的标题栏为基准，使水平字头朝上，铅直尺寸字头朝左，倾斜尺寸的尺寸数字都应保持字头仍有朝上的趋势。（垂直 30° 范围内尽量不注倾斜尺寸）

方法二：对非水平方向的尺寸，其数字可水平地注在尺寸线的中断处。

注：一般用第一种方法，也允许用第二种方法。但一张图纸尽量用一种方法。

(三) 常用的符号及缩写（见表 1-6）

(四) 各类尺寸注法示例

1. 线性尺寸注法

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。线性尺寸的数值应按图 1-13a

⊖ 一般用第一种方法，也允许用第二种方法。但一张图纸尽量用一种方法。