

工程制图

(机械类用)

中国机械工业教育协会 组编

831

TB23-43

L76

21 世纪高职高专系列教材

工 程 制 图

(机械类用)

中国机械工业教育协会 组编

主 编 武汉船舶职业技术学院 刘 义 李俊武

副主编 金华职业技术学院 龚永坚

武汉船舶职业技术学院 谭银元等

参 编 包头职业技术学院 樊忠和

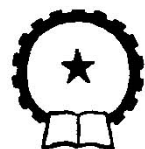
江苏理工大学 顾寄南

湖北工学院 黄丽丽

天津理工学院职业技术学院 焦树钧

主 审 河北工业大学 张顺心

天津大学 曾维川



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据高等职业技术教育的特点,结合人才市场对高等技术应用性人才的要求,在总结近几年各院校教改经验的基础上编写的。本书面向21世纪高职教学需要,适应社会发展和现代科技发展的需求,遵循从三维立体到二维平面图形的认识规律,以高职理论教育“必须、够用”为原则,经过精选,将传统经典的工程制图内容与计算机绘图融为一体。其结构是以经典的图学内容为框架,以计算机绘图为主线,以培养空间思维能力、绘图和识图能力为目标进行设置的。它重点突出投影方法、工程设计表达和分析应用等内容,注意宣传与贯彻最新国家标准,增强手工绘图和计算机绘图的综合能力。它既能满足应用现代教学技术的需要,也适用于传统的教学手段与方法。

本书共十三章,主要内容有:工程制图的基本知识;计算机绘图的基本知识;点、直线、平面的投影;基本体及其截交线;尺寸标注;组合体与相贯线;计算机绘制基本体、组合体的三维图形;物体的表达方法;零件图的技术要求;标准件与常用件;零件图;装配图;展开图和焊接图等。

本书可作为高职高专院校机械类和近机械类各专业工程制图的教材,也可供其他工科院校、电视大学、职工大学、函授大学相关专业使用,并可作为工程技术人员自学和参考用书。与本书配套的《工程制图习题集》同时出版,可供选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/中国机械工业教育协会组编. —北京:机械工业出版社, 2000.8

ISBN 7-111-08152-8

I. 工… II. 中… III. 工程制图-高等教育-教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第63998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:荆宏智 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年7月第1版·第2次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·19.75印张·487千字

6 001—10 000册

定价:28.00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、68326677—2527

前 言

高等职业技术教育是高等教育的一个重要类型,它以培养高等技术应用性人才为目标。为适应社会经济发展和科学技术进步对人才的需要,我们以形成工程制图能力为重点,以培养空间思维能力和工程设计表达能力为核心,强化手工和计算机绘图的综合技能,构建工程制图课程的教学内容体系,并在总结各院校近几年《工程制图》教学改革经验的基础上编写了此书,作为适应 21 世纪高等职业技术教育的新教材。本书有以下特点:

1. 结构与内容是以形成职业能力为目标,着重提高学生的分析与应用能力,遵循“必需、够用”的原则,选择教学内容。

2. 遵循从三维立体到二维图形的认识规律,安排了计算机三维绘图内容,以增强学生对三维立体到二维投影图形的理解。利用计算机三维绘图与编辑功能,在教学中可以很直观地体现投影关系,在练习中学生按自己的创意对立体进行并、交、差、切割、拉伸等编辑,构思空间形体,培养创新能力。

3. 计算机绘图与经典的工程制图内容有机地融为一体,使教与学变得更直观、更容易。计算机设计绘图作为 21 世纪工程设计的主要手段与方法,是工程类高级技术应用性人才必备的基本素质之一。强化手工和计算机绘图综合能力是本书的特色之一。

4. 本书的内容编排上,1~4 章安排了工程制图和计算机绘图的基本知识,使学生打下良好的基础;8~13 章安排了工程制图的内容和计算机绘图方法,使学生达到高职教育要求的图示能力和计算机绘图应用水平。

5. 增强了徒手绘图的内容。徒手绘图是工程设计、工程技术应用、记录创新构思的重要技能。它是应用计算机进行工程设计时所必须的表达手段。本书从第 1 章开始到第 12 章,由浅入深地安排了徒手绘图的内容和相应的练习。为了教学的需要,本书保留了必要的手工仪器绘图的内容。

参加本书编写的有:武汉船舶职业技术学院刘义、李俊武、谭银元、易敏、罗红英、陈屋芳、季学毅;金华职业技术学院 龚永坚;包头职业技术学院 樊忠和;江苏理工大学 顾寄南;湖北工学院 黄丽丽;天津理工学院职业技术学院 焦树钧。具体分工如下:

绪论 李俊武,第 1 章 刘义、龚永坚,第 2 章 刘义、顾寄南,第 3 章 易敏、樊忠和,第 4 章 易敏、龚永坚,第 5 章 罗红英、季学毅,第 6 章 谭银元、樊忠和,第 7 章 易敏、李俊武,第 8 章 谭银元,第 9 章 李俊武,第 10 章 罗红英、黄丽丽,第 11 章 李俊武、易敏,第 12 章 李俊武、焦树钧,第 13 章 陈屋芳,附录 罗红英、李俊武、易敏。

全书由刘义、李俊武任主编,由龚永坚、谭银元、易敏、罗红英任副主编;由河北工业大学张顺心、天津大学曾维川主审。

本书的编写工作,得到了各院校领导和许多教师的帮助,在此表示感谢;同时也参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致谢!

由于编者水平所限,书中可能存在某些缺点或错误,敬请读者批评指正。

编者

目 录

序	
前言	
绪论	1
第 1 章 工程制图的基本知识	2
1.1 国家标准《技术制图》内容简介	2
1.1.1 图纸幅面及标题栏	2
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线型式及应用	5
1.2 绘图工具及作图方法	5
1.2.1 绘图方法简介	5
1.2.2 绘图工具及使用方法	6
1.2.3 几何作图	8
1.2.4 平面图形的分析与作图步骤	9
1.2.5 仪器绘图的一般步骤	9
1.3 投影基础	10
1.3.1 投影的基本知识	10
1.3.2 中心投影法	10
1.3.3 平行投影法	10
1.3.4 工程上常用的几种投影图	11
1.4 物体的三面视图	12
1.4.1 三投影面体系的建立	12
1.4.2 物体的三视图	12
1.4.3 物体与三视图的对应关系	13
1.5 徒手画图	13
1.5.1 徒手画草图的基本要求	13
1.5.2 徒手画图的方法	14
1.5.3 徒手画立体三视图	15
1.6 轴测图	16
1.6.1 概述	16
1.6.2 平面立体正等测图的画法	17
1.6.3 回转立体正等测图的画法	19
1.6.4 斜二测图的画法	20
第 2 章 计算机绘图的基本知识 ...	22
2.1 计算机绘图概述	22
2.1.1 AutoCAD2000 的工作界面	22
2.1.2 下拉菜单和快捷菜单	23
2.1.3 对话框	24
2.1.4 工具栏	24
2.1.5 常用功能键	24
2.1.6 AutoCAD 命令的执行方法	24
2.1.7 图形文件管理	25
2.2 计算机绘图环境设置	27
2.3 图层	29
2.3.1 图层的概述	29
2.3.2 图层的特性	29
2.3.3 图层的操作	29
2.4 文字标注与编辑	31
2.4.1 文字样式设置	31
2.4.2 标注多行文字	33
2.5 AutoCAD 基本绘图命令	34
2.5.1 点的输入方式及点的坐标	34
2.5.2 画直线	35
2.5.3 画二维多义线	36
2.5.4 画正多边形	37
2.5.5 画圆	38
2.5.6 画圆弧	38
2.5.7 画样条曲线	39
2.5.8 画椭圆	40
2.6 常用图形编辑命令	40
2.6.1 选择编辑对象	41
2.6.2 删除对象	42
2.6.3 复制对象	42
2.6.4 镜像复制对象	43
2.6.5 偏移复制对象	43
2.6.6 阵列复制对象	44
2.6.7 旋转对象	44
2.6.8 改变直线或圆弧长度	45

2.6.9	裁剪对象	46
2.6.10	延伸对象	46
2.6.11	切断对象	47
2.6.12	倒角	47
2.6.13	倒圆角	48
2.7	其他实用命令	49
2.7.1	图形缩放	49
2.7.2	图形移动	50
2.7.3	查询距离	50
2.7.4	显示点的坐标	50
2.7.5	取消操作	50
2.7.6	恢复操作	50
2.7.7	图案填充	51
2.7.8	对象特性工具栏	52
2.8	计算机绘图举例	52
2.8.1	绘图的设置	52
2.8.2	绘制三视图	52
2.8.3	计算机绘制正等测图	55
第3章	点、直线、平面的投影	59
3.1	点的投影	59
3.1.1	点的空间位置和直角坐标	59
3.1.2	点的三面投影及投影特征	59
3.1.3	点的相对位置	60
3.1.4	各种位置点的投影	62
3.2	直线的投影	63
3.2.1	直线的三面投影的形成	63
3.2.2	直线上点的投影	64
3.2.3	直线对投影面的各种相对位置	64
3.2.4	两直线的相对位置	66
3.3	平面的投影	67
3.3.1	平面的表示法	67
3.3.2	平面对投影面的各种相对位置	69
3.3.3	平面上的直线和点	70
第4章	基本体及其截交线	74
4.1	平面立体	74
4.1.1	棱柱	74
4.1.2	棱锥	75
4.1.3	平面立体表面上的点	76

4.1.4	平面立体表面上的线	77
4.1.5	平面立体的截交线	78
4.2	回转体	81
4.2.1	圆柱	81
4.2.2	圆锥及圆锥台	84
4.2.3	圆球	90
4.2.4	圆环	92
4.3	基本体识读	94
4.3.1	线面分析法	94
4.3.2	读图的一般方法与步骤	95

第5章 尺寸标注 99

5.1	标注尺寸的基本方法	99
5.1.1	基本规则	99
5.1.2	尺寸的组成	99
5.1.3	尺寸标注的基本方法	99
5.1.4	尺寸标注的简化表示法	99
5.2	AutoCAD 尺寸标注的命令	102
5.2.1	线性尺寸标注	102
5.2.2	对齐尺寸标注	103
5.2.3	角度尺寸标注	103
5.2.4	基线标注	104
5.2.5	连续标注	104
5.2.6	半径尺寸标注	104
5.2.7	直径尺寸标注	105
5.2.8	快速引线标注	105
5.3	利用对话框设置尺寸标注样式	106
5.3.1	设置为当前样式	107
5.3.2	新建	107
5.3.3	修改	111
5.3.4	替代	112
5.3.5	比较	112
5.4	编辑、修改尺寸标注	112
5.4.1	尺寸编辑	112
5.4.2	修改尺寸文字的位置	112
5.5	基本体的尺寸标注	113
5.5.1	基本体的尺寸注法	113
5.5.2	带切口、穿孔的基本体的尺寸注法	113
5.5.3	用 AutoCAD 标注带切口、穿孔的基本体的尺寸	114

第6章 组合体与相贯线 116

6.1 组合体的形体分析和组合形式 116

6.1.1 组合体的形体分析 116

6.1.2 组合体的组合形式及表面连接关系 116

6.2 相贯线 118

6.2.1 相贯线的概念及性质 118

6.2.2 利用积聚性求相贯线 120

6.2.3 利用辅助平面求相贯线 120

6.2.4 两回转体相贯线的特殊情况 121

6.2.5 相贯线的近似画法 123

6.2.6 过渡线 123

6.3 组合体三视图的画法 124

6.4 组合体的尺寸标注 126

6.5 组合体三视图的识读 127

6.5.1 读图与画图的关系 127

6.5.2 看图的方法和步骤 127

第7章 计算机绘制基本体、组合体的三维图形 132

7.1 概述 132

7.1.1 三维实体模型的概念 132

7.1.2 绘三维线段 132

7.1.3 设置用户坐标系 133

7.1.4 利用三维视点设置投影方向 135

7.1.5 实体表面渲染 136

7.2 绘制基本体 137

7.2.1 绘制长方体 137

7.2.2 绘制球体 137

7.2.3 绘制圆柱体 138

7.2.4 绘制圆锥体 138

7.2.5 绘制楔形体 138

7.2.6 绘制圆环体 139

7.2.7 利用二维对象建模 139

7.3 绘制组合体 143

7.3.1 对三维实体进行布尔运算 143

7.3.2 切开三维实体 145

7.3.3 倒角 145

7.3.4 倒圆角 146

7.3.5 其他编辑命令 146

7.4 计算机三维绘图举例 148

7.4.1 绘制三维立体图的准备 148

7.4.2 绘制三维立体图 148

第8章 物体的表达方法 154

8.1 视图 154

8.1.1 基本视图 154

8.1.2 向视图 154

8.1.3 局部视图 154

8.1.4 斜视图 156

8.2 剖视图 157

8.2.1 剖视图的概念 157

8.2.2 剖视图的种类 160

8.2.3 常用的剖切方法 162

8.3 断面图 166

8.3.1 断面图的概念 166

8.3.2 断面图的种类 166

8.4 局部放大图、简化画法及其他表达方法 168

8.4.1 局部放大图 168

8.4.2 轮辐、肋在剖视图中的规定画法 169

8.4.3 均匀分布的结构要素在剖视图中的画法 169

8.4.4 简化画法 170

8.5 综合应用举例 171

8.6 轴测剖视图 175

8.6.1 正等测剖视图 175

8.6.2 斜二测剖视图 175

8.6.3 轴测剖视图中的剖面线的画法 175

8.7 第三角画法简介 177

第9章 零件图的技术要求 181

9.1 零件图的作用和内容 181

9.1.1 零件图的作用 181

9.1.2 零件图的内容 181

9.2 表面粗糙度 182

9.2.1	表面粗糙度的概念	182*
9.2.2	表面粗糙度的代(符)号	182
9.2.3	表面粗糙度参数的注写	182
9.2.4	表面粗糙度的标注方法	183
9.3	极限与配合	184
9.3.1	互换性的概念	184
9.3.2	极限的有关术语及定义	184
9.3.3	配合的有关术语	187
9.3.4	极限与配合的选用	188
9.3.5	极限与配合的标注	188
9.4	形状与位置公差	189
9.4.1	形位公差的符号	189
9.4.2	形位公差的标注方法	190
9.4.3	形位公差在图样上的标注示 例	191
9.5	图块及其属性	192
9.5.1	图块的概念及功能	192
9.5.2	利用对话框定义块	192
9.5.3	将块作为文件保存	194
9.5.4	利用对话框插入块	194
9.5.5	分解块	195
9.5.6	图块与图层的关系	195
9.5.7	属性	196
9.6	计算机标注技术要求	197
9.6.1	计算机标注表面粗糙度	197
9.6.2	计算机标注尺寸公差	198
9.6.3	计算机标注形位公差	199
第10章	标准件与常用件	201
10.1	螺纹	201
10.1.1	螺纹的形成及种类	201
10.1.2	螺纹各部分名称及要素	201
10.1.3	螺纹的规定画法	203
10.1.4	螺纹标记	204
10.1.5	螺纹的标注方法	206
10.2	螺纹联接件	206
10.2.1	常见螺纹联接件的种类和标 记	206
10.2.2	螺栓联接	209
10.2.3	双头螺柱联接	210
10.2.4	螺钉联接	210
10.3	齿轮	211

10.3.1	圆柱齿轮	211
10.3.2	锥齿轮	214
10.4	键联结、销联接	215
10.4.1	键联结	215
10.4.2	销联接	216
10.5	滚动轴承	218
10.5.1	滚动轴承的构造和种类	219
10.5.2	滚动轴承的代号	219
10.5.3	滚动轴承的画法	220
10.6	弹簧	221
10.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部名称 及尺寸计算	221
10.6.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画 法	221
10.6.3	圆柱螺旋压缩弹簧的作图步 骤	222

第11章 零件图

11.1	零件表达方案的选择	223
11.1.1	主视图的选择	223
11.1.2	其他视图的选择	223
11.1.3	零件表达方案的选择	224
11.1.4	典型零件的表达方案	224
11.2	零件的工艺结构	228
11.2.1	铸造零件对结构的要求	228
11.2.2	机械加工对零件结构的要 求	229
11.3	零件图中尺寸的合理标注	231
11.3.1	零件图的尺寸标注要求	231
11.3.2	基准	232
11.3.3	标注尺寸应符合设计要求	233
11.3.4	标注尺寸应考虑工艺要求	233
11.4	零件的测绘	235
11.4.1	零件草图的绘制方法和步 骤	235
11.4.2	零件尺寸的测量	237
11.4.3	画零件工作图	237
11.5	读零件图	238
11.5.1	读零件图的要求	238
11.5.2	读零件图的方法和步骤	238
11.5.3	读图实例	239
11.6	计算机绘制零件图	241

11.6.1 AutoCAD 绘制零件图的方法 与步骤	241
11.6.2 举例	241

第 12 章 装配图 249

12.1 装配图的内容 249

12.1.1 一组图形	249
12.1.2 必要的尺寸	249
12.1.3 技术要求	249
12.1.4 标题栏、零部件序号和明细 栏	249

12.2 装配体的表达方法 251

12.2.1 规定画法	251
12.2.2 特殊画法	251
12.2.3 简化画法	253

12.3 装配图中尺寸和技术要求的标 注 254

12.3.1 尺寸标注	254
12.3.2 技术要求的注写	254

12.4 装配图中零、部件的序号及明 细栏 254

12.4.1 零、部件序号及编排方法	254
12.4.2 明细栏	255

12.5 装配结构 255

12.5.1 接触面与配合面的结构	255
12.5.2 考虑拆卸方便	255
12.5.3 滚动轴承的轴向固定及其密封装 置的结构	256

12.6 装配体测绘和装配图画法 257

12.6.1 装配体测绘步骤	257
----------------------	-----

12.6.2 装配图表达方案的选择	259
-------------------------	-----

12.6.3 画装配图的方法与步骤	259
-------------------------	-----

12.7 读装配图 263

12.7.1 读装配图要了解的内容	263
12.7.2 读装配图的方法和步骤	263

12.8 由装配图拆画零件图 265

12.8.1 确定零件的形状	265
12.8.2 确定表达方案	265
12.8.3 零件图上尺寸的处理	266
12.8.4 表面粗糙度和其他技术要 求	266
12.8.5 举例	266

第 13 章 展开图和焊接图 268

13.1 立体表面的展开 268

13.1.1 平面立体表面的展开	268
13.1.2 可展曲面的展开	269

13.2 焊接件图 274

13.2.1 焊缝的规定画法	274
13.2.2 焊缝代号及标注	274
13.2.3 焊接方法及数字代号	276

附录 278

附录 A 螺纹	278
---------------	-----

附录 B 常用标准件	281
------------------	-----

附录 C 极限与配合	293
------------------	-----

附录 D AutoCAD2000 常用命令和系统 变量	301
--------------------------------------	-----

参考文献 303

绪 论

1. 本课程的研究对象 在工程界, 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。图样是人们表达设计思想、传递设计信息、交流创新构思的重要工具之一。图样与文字、数字一样, 在工程设计、施工、检验、技术交流等方面有着极为重要的地位。图样信息的产生、加工、存储和传递已成为“工程界的共同语言”。随着信息时代的到来, 图样信息的载体由原来的图纸发展成为计算机, 而且后者逐渐取代前者。所以, 每个高级工程技术应用性人才必须熟练地掌握“工程语言”和计算机在图学中的应用。

本课程是一门研究设计、绘制和阅读工程图样的原理与方法的技术基础课。它的目的就是培养学生掌握图学的基本原理, 运用手工绘图和计算机绘图等手段, 表达工程设计思想的能力与创造性地实施工程设计方案的表达能力。

2. 本课程的主要任务

- (1) 掌握应用正投影法, 图示空间物体的基本理论与方法。
- (2) 培养学生三维空间思维和设计构形能力, 为培养创新人才打下基础。
- (3) 培养学生计算机绘图、徒手绘制草图、手工仪器绘图的综合能力和阅读工程图样的能力。
- (4) 培养学生掌握贯彻国家标准的有关规定, 并能熟练地查阅工程图样中常用的国家标准的能力。
- (5) 培养学生一丝不苟的工作作风和严谨的工作态度。

3. 本课程的学习方法

- (1) 本课程是一门实践性较强的课程, 在学习投影理论的同时, 应当注意分析物体模型, 零件、部件的形状与结构特点, 积累对物体的感性认识, 总结它们的投影规律。
- (2) 除认真听讲、及时复习外, 更重要的是多动手绘图、多读图、多想像、多自制物体模型。利用 AutoCAD 三维绘图功能多绘制物体的三维图以及三维立体与二维平面投影图之间的转换, 理解从三维立体投影到二维平面的规律, 掌握从工程图形想像三维立体的正确方法。
- (3) 在计算机绘图的训练中, 应注意掌握 AutoCAD 绘图设置、编辑和绘图方法, 不断提高应用 AutoCAD 各种命令绘图的技能。
- (4) 加强徒手绘制草图的练习, 提高绘图的实际能力。
- (5) 在学习过程中, 应有意识地培养自学能力, 提高创新意识, 养成认真工作的习惯。这是 21 世纪高级工程技术应用性人才必备的基本素质。

第 1 章 工程制图的基本知识

图样是现代工业生产的重要技术文件，是人们表达设计思想、进行技术交流、组织生产与施工的重要工具之一，是工程技术人员的“语言”。国家标准对工程图样有详细规定，绘图时必须严格遵守，以便生产部门科学地进行生产与管理。

1.1 国家标准《技术制图》内容简介

1.1.1 图纸幅面及标题栏

1. 图纸幅面尺寸 表 1-1 列出了 GB/T 14689—93 中规定的各种图纸幅面尺寸，绘图时应优先采用，必要时可延长边长，加长量应符合本标准的规定。

表 1-1 图纸幅面 (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		

2. 图框格式 每张图样均需有粗实线的图框和标题栏。需要装订的图样，应留装订边，如图 1-1 所示。不需要装订的图样，图框格式如图 1-2 所示。

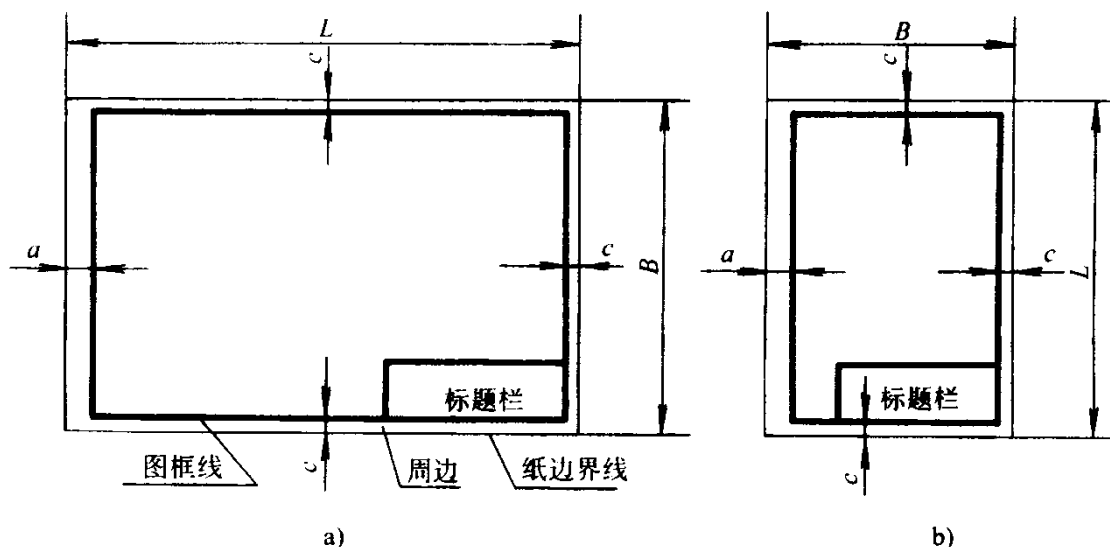


图 1-1 需要装订图样的图框格式

3. 标题栏方位

(1) 每张图样上必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸应符合 GB10609.1—89 的规定。在练习绘制零件图时，建议采用图 1-3 所示的标题栏格式。标题栏的位置位于图纸的右下角，如图 1-1、图 1-2 所示。

(2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-1a 和图 1-2a 所示。当标题栏的长边与图纸长边方向垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-1b 和图 1-

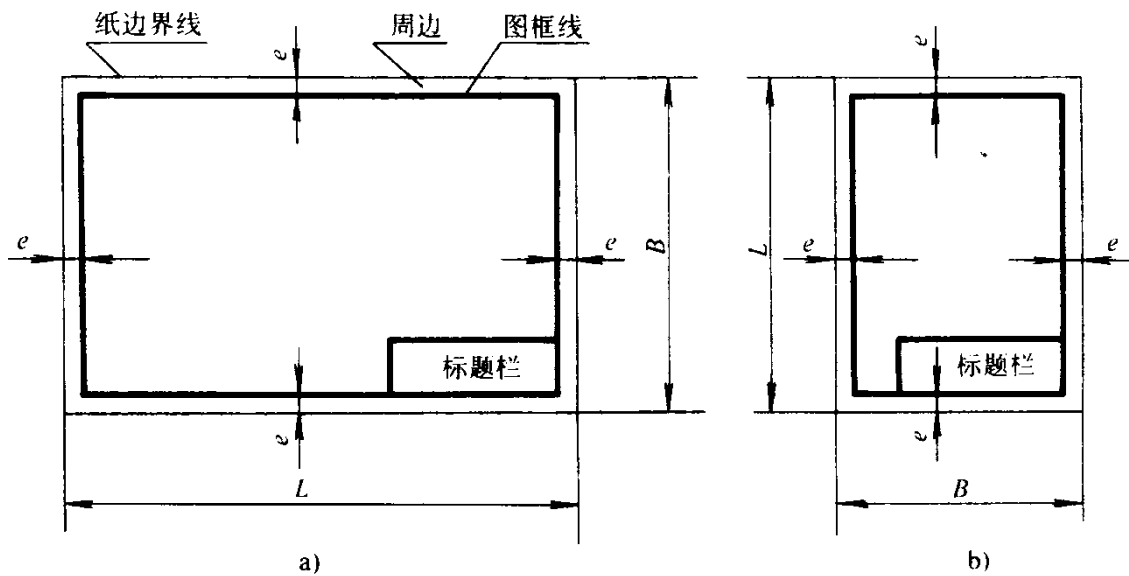


图 1-2 不需要装订图样的图框格式

2b 所示。

(3) 标题栏中的文字方向与看图方向一致。

(4) 允许将 X 型图纸按图 1-4a 所示方位使用，将 Y 型图纸按图 1-4b 所示方位使用。但必须画出方向符号，指示看图方向。图 1-5 为方向符号的画法。

4. 其他附加符号 为了阅读、管理图样方便，图框线上还可以绘制一些附加符号，如对中符号（见图 1-4）、剪切符号、图幅分区符号等。它们的画法及含义可查阅 GB/T14689—93 中的有关规定。

			15	15	20	30	
	(图名)			比例	数量	材料	(图号)
∞	制图	(签名)	(日期)	(校名)			
∞	审核	(签名)	(日期)				
	20	25	15	140			

图 1-3 零件图的标题栏

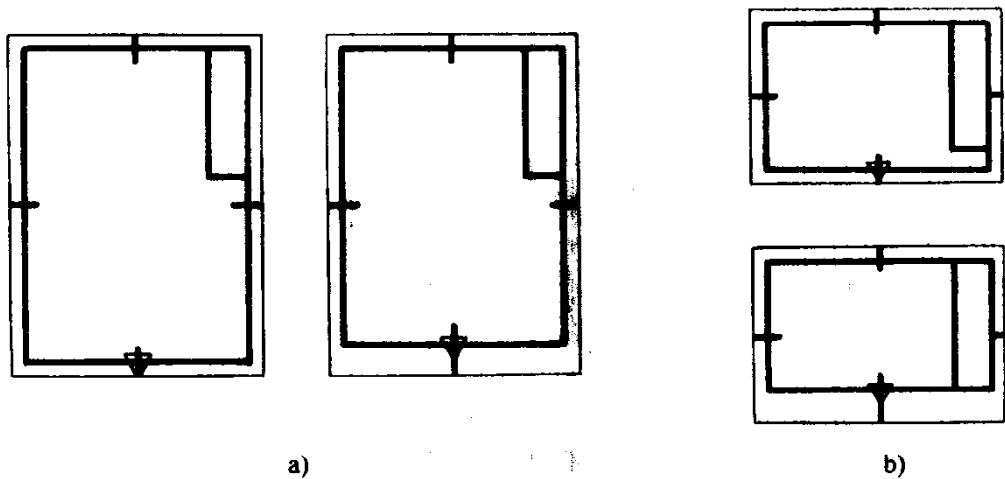


图 1-4 X 型、Y 型图纸的允许使用方向

1.1.2 比例 (GB/T 14690—93)

1. 术语

- (1) 比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 原值比例是比值为 1 的比例，即 1 : 1。

- (3) 放大比例是比值大于 1 的比例，如 2 : 1 等。
- (4) 缩小比例是比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等。

2. 比例系列

(1) 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。

表 1-2 优先比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 10 × 10 ⁿ
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	5 × 10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1	1 × 10 ⁿ : 1

注：n 为正整数。

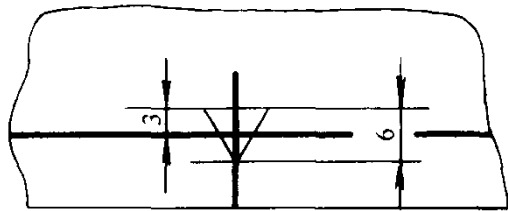


图 1-5 方向符号的画法

(2) 绘制同一物体的各个视图尺寸应尽量采用相同的比例，并在标题栏中比例项内填写。
当某个视图需要采用不同比例时，必须另行标注。

1.1.3 字体 (GB/T14691—93)

1. 基本要求 标准规定了汉字、字母和数字的结构形式。书写字体的基本要求是：

- (1) 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- (2) 字体高度 (用 *h* 表示) 的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。

如要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

汉字应字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

院校系专业班级姓名制图审核序号件数名称比例材料重量备注

螺栓螺母螺钉技术要求铸造圆倒角起模斜度深度均布旋转球销锥热处理精度等级淬火

图 1-6 长仿宋体字

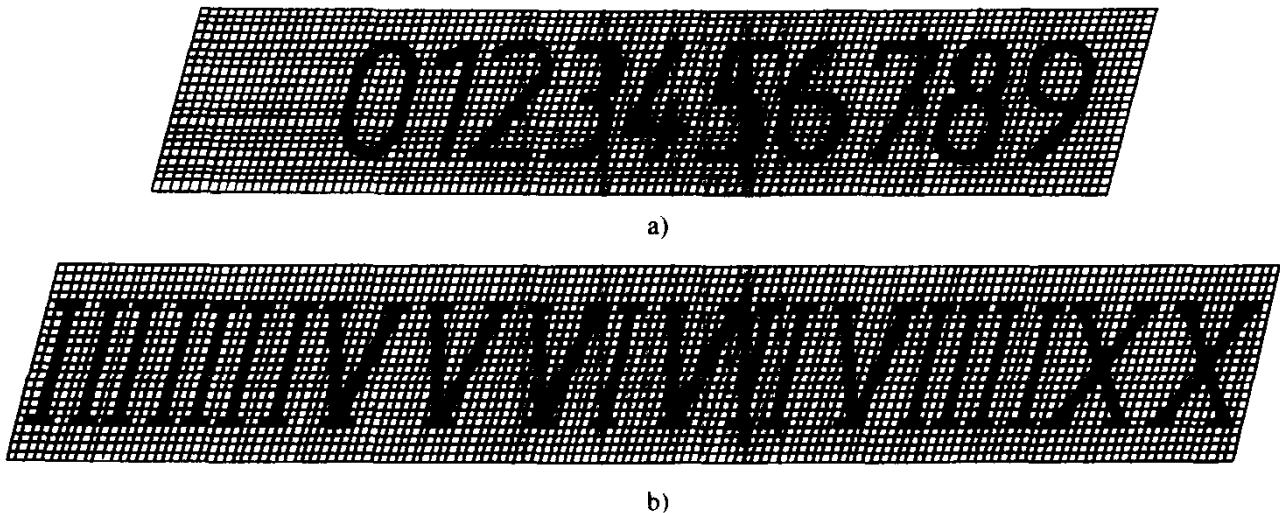


图 1-7 数字

a) 阿拉伯数字 b) 罗马数字

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并应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 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/14; B 型字体笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

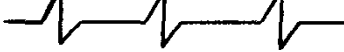
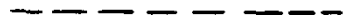
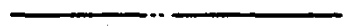
(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 书写示例 图 1-6 和图 1-7 所示是图样上常见的字体书写示例。

1.1.4 图线型式及应用

1. 图线 国家标准《技术制图》图线 (GB/T17450—1998) 规定了工程图样中各种图线的名称、型式及其画法。常用图线的名称、型式、宽度以及在图样上的应用见表 1-3。

表 1-3 常用图线型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线、可见过渡线
细实线		约 $d/2$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、引出线等
细波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
细双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		约 $d/2$	轴线及对称线、中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点画线		d	限定范围的表示线、剖切平面线等
双点画线		约 $d/2$	相邻零件的轮廓线、移动件的限位线

2. 图线画法规定

(1) 粗线的宽度 (d) 应根据图形的大小和复杂程度的不同,在 0.5~2mm 之间选择,应尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18mm 的图线。细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列为: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。

(2) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。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。

(3) 两条平行线 (包括剖面线) 之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm。

(4) 绘制相交中心线时,应以长画相交,点画线的起始与终了应为长画。一般中心线应超出轮廓线 3~5mm 为宜。

(5) 绘制较小图时,允许用细实线代替点画线。

1.2 绘图工具及作图方法

1.2.1 绘图方法简介

一般用三种方法绘制图样。

1. 计算机绘图 应用计算机软件绘制图样。

2. 徒手绘图 以目测估计图形与实物比例,按一定画法要求徒手 (或部分使用绘图仪器) 绘制图样的草图。具体画法见后续章节。

3. 仪器绘图 使用绘图仪器和工具绘制图样。

1.2.2 绘图工具及使用方法

正确使用绘图工具是提高绘图质量和速度的前提, 几种常用绘图工具介绍如下:

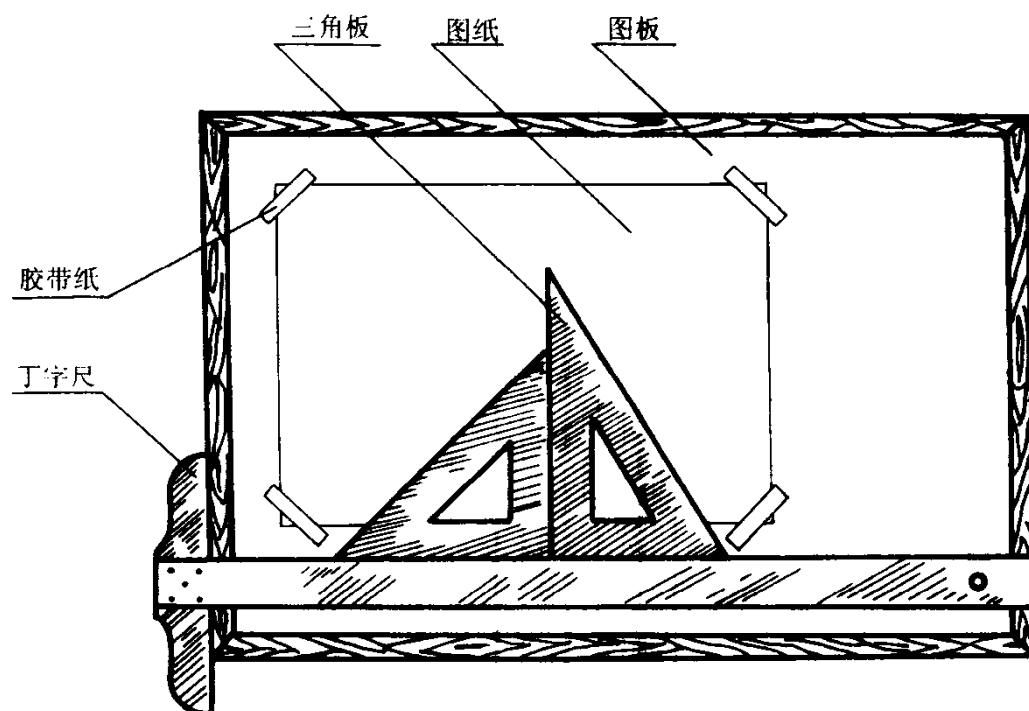


图 1-8 图纸与图板

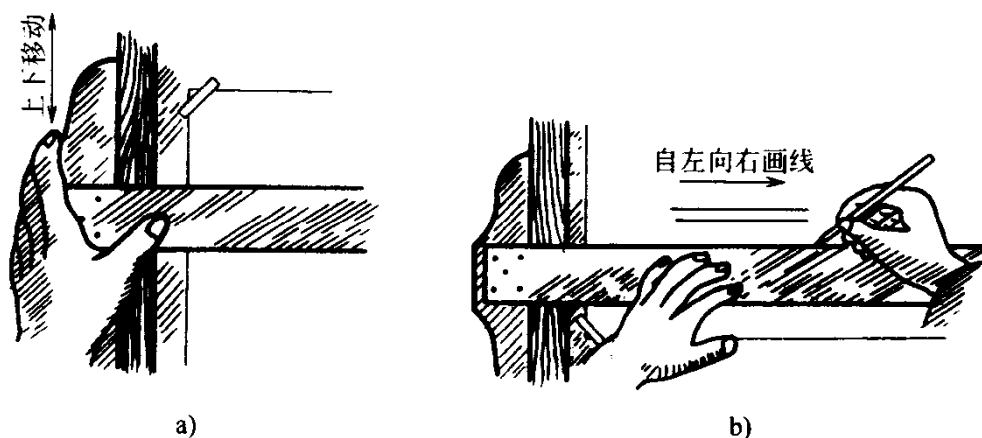


图 1-9 丁字尺和三角板的使用方法 (一)

a) 上下移动丁字尺 b) 自左向右画水平线

1. 图板 是铺贴图纸用的, 其表面应平滑光洁, 图板的侧边为丁字尺的导边, 应该平直光滑, 其用法见图 1-8。

2. 丁字尺和三角板 两者配合使用, 可以画水平线、垂直线和特殊角度线, 如图 1-9 和图 1-10 所示。

3. 圆规与分规 圆规用来画圆和圆弧, 画图时应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面, 且钢针的

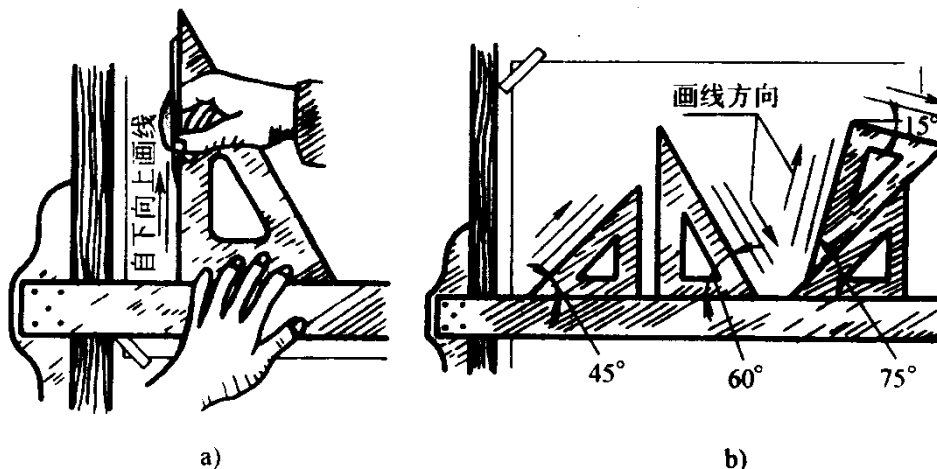


图 1-10 丁字尺和三角板的使用方法 (二)

a) 自下向上画垂直线 b) 画特殊角度线

台阶与铅芯尖平齐，使用方法如图 1-11 所示。分规主要用来量取线段长度、等分线段，使用时分规的两个针尖应调整平齐，分规的用法如图 1-12 所示。

4. 曲线板 曲线板主要用来描绘由一系列已知点确定的自由曲线。使用时，从曲线一端开始选择曲线板与曲线相吻合的四个点，用铅笔沿曲线板轮廓画出前三点之间的曲线，留下第三点与第四点之间的曲线不画；下一步再从第三点开始，包括第四点，再选四个点，绘制第二段曲线……，直至绘制完整段曲线，使绘制的曲线比较光滑。

5. 绘图铅笔 绘制工程图样应使用绘图铅笔。绘图铅笔依笔芯的软硬有 2B、B、HB、H 等多种标号。B 前面的数字越大，表示铅芯越软。H 前面的数字越大，表示铅芯越硬。HB 标号的铅芯软硬适中。绘图时建议按下列标号选用绘图铅笔：

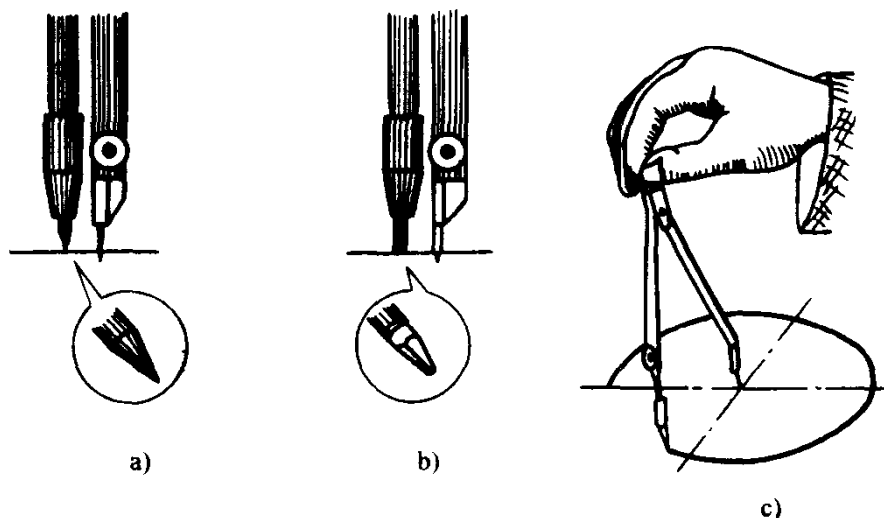


图 1-11 圆规的用法

a) 打底稿用铅芯 b) 加深图线用铅芯 c) 画圆的方法

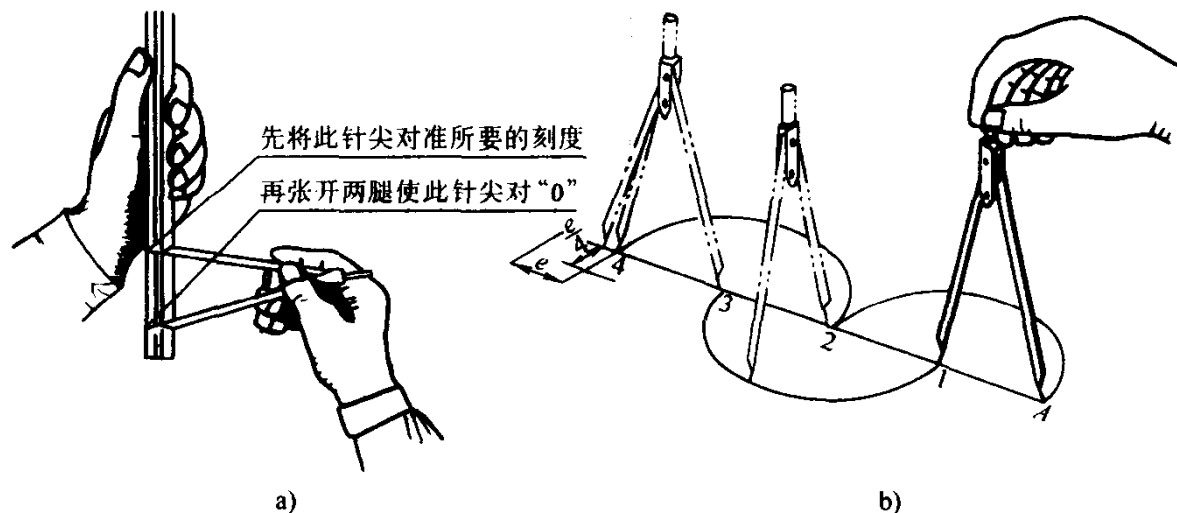


图 1-12 分规的用法

a) 截取长度 b) 等分线段

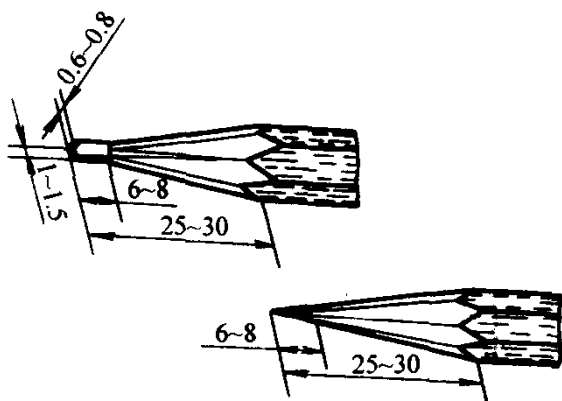


图 1-13 铅芯的形状

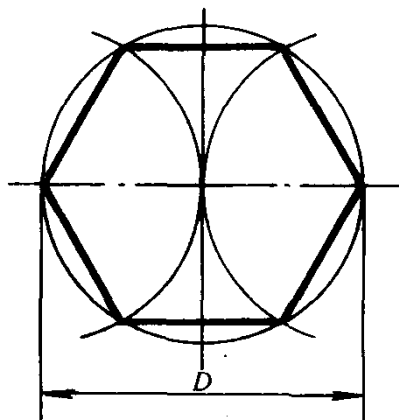


图 1-14 正六边形画法

- (1) 画粗实线时选用 HB 或 B 型铅笔；画粗实线圆选用 2B 型铅笔。
- (2) 写字，画箭头、细实线和各类细点画线时选用 HB 或 H 型铅笔。

(3) 打底稿时用 H 或 2H 型铅笔, 轻轻绘出。

铅笔的笔芯可磨削成锥形或矩形两种形状, 如图 1-13 所示。锥形用来写字和打底稿, 矩形用来加粗和描深。

1.2.3 几何作图

1. 正六边形的画法 绘制正六边形时, 一般利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理, 按如图 1-14 所示方法绘制。

2. 斜度与锥度 斜度是指直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。工程上用直角三角形对边与邻边的比值来表示, 并规定把比例前项化为 1, 写成 $1:n$ 的形式, 如图 1-15a 所示。若已知直线段 AC 的斜度为 $1:5$, 其作图方法如图 1-15b 所示。

锥度是指圆锥的底圆直径 D 与高度 H 之比, 通常, 锥度也要写成 $1:n$ 的形式, 见图 1-16a; 锥度的作图方法如图 1-16b 所示。

3. 圆弧连接 圆弧与直线、圆弧与圆弧的光滑连接, 关键在于正确找出连接圆弧的圆心以及切点的位置。当两圆弧以内切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R-R_0$ 来确定, 当两圆弧以外切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R+R_0$ 来确定。用仪器绘图时, 各种圆弧连接的画法如图 1-17 所示。

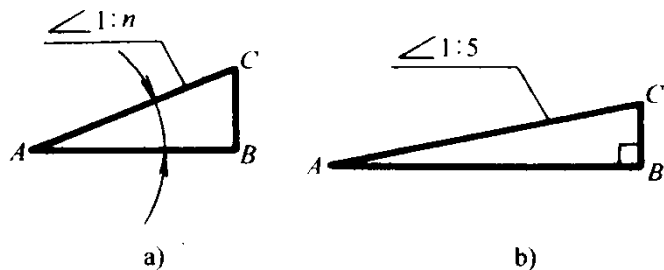


图 1-15 斜度的画法

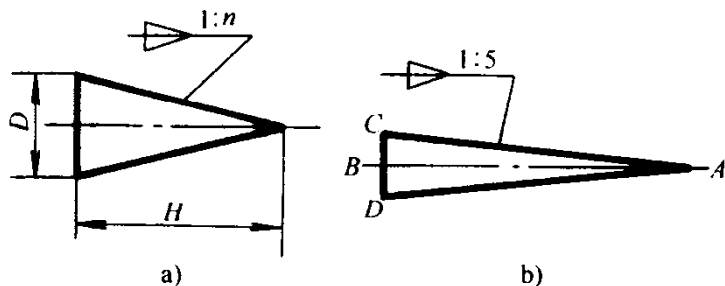


图 1-16 锥度的画法

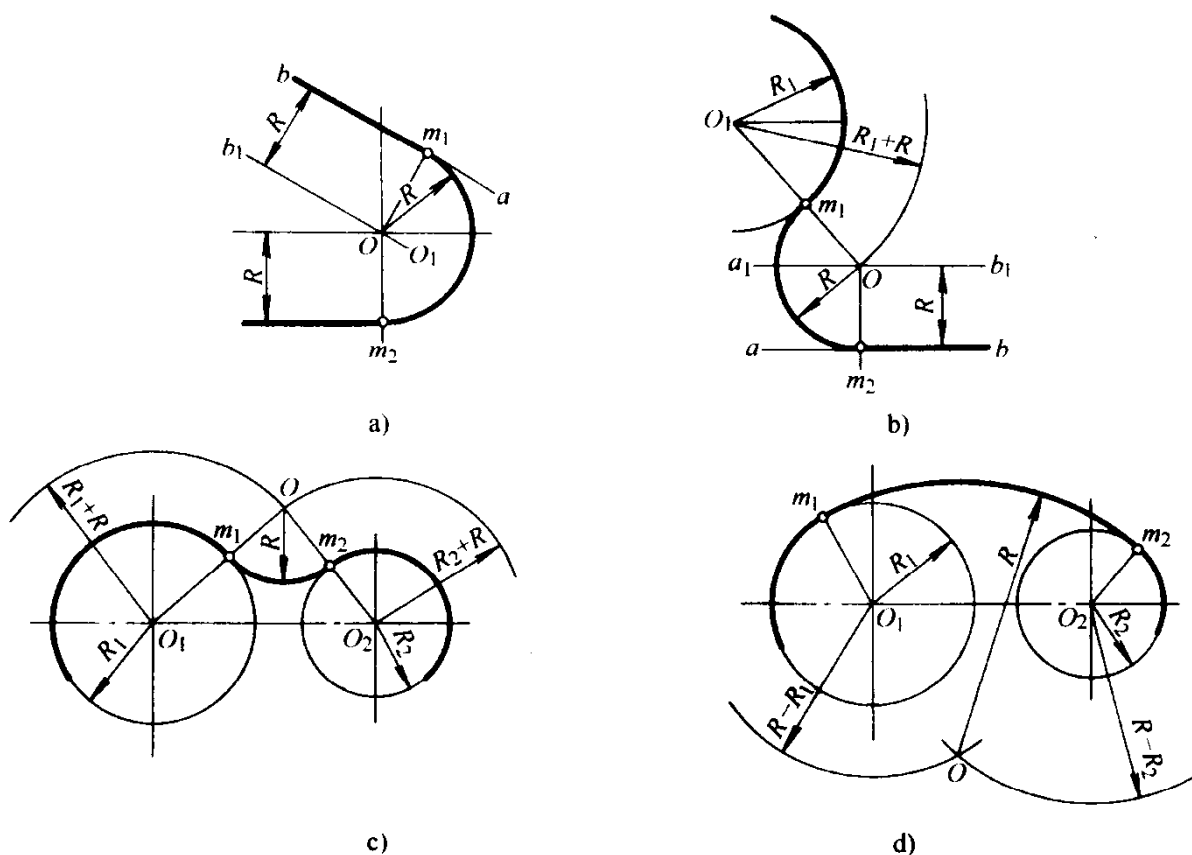


图 1-17 圆弧连接

a) 用圆弧连接已知两直线 b) 用圆弧连接直线和圆弧 c) 与两圆弧外切的画法 d) 与两圆弧内切的画法