

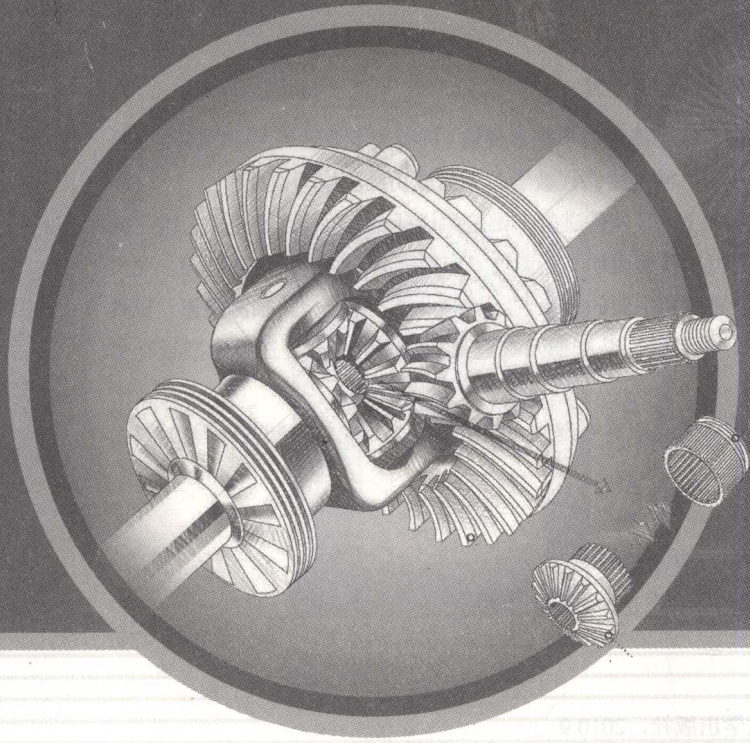
机械制图

涂晶洁 主编
左桂兰 胡新 副主编

- 采用项目驱动与案例相结合的教学模式
- 融入最新的国家制图标准和相关规定
- 增加Pro/ENGINEER三维建模内容帮助建立空间概念
- 免费提供PPT电子课件以及书中实例源文件



清华大学出版社



机械制图

涂晶洁 主 编
左桂兰 胡 新 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求(机械类专业适用)》和最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准,汲取了近几年机械制图课程教学改革的成功经验编写而成。

本书打破了传统的机械制图教学模式,利用 Pro/E 软件进行三维造型设计,帮助学习者建立三维空间概念。教学内容突出了高职的教学特点,以工程项目为驱动,强调技术应用能力的培养,内容精简,图文并茂。全书包括制图的基本知识与技能,点、直线和平面的投影,立体的投影,组合体,轴测投影,机件形状的表达方法,机械图样中的特殊表示法,零件图、装配图及减速器典型零件 Pro/E 三维造型设计等内容。

本书是一本极具特色的机械制图教材,可作为高职高专及成人院校机械类专业机械制图课程的教材,也可供有关的工程技术人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/涂晶洁主编. —北京:清华大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-302-23770-9

I. ①机… II. ①涂 III. ①机械制图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167361 号

责任编辑:朱英彪

封面设计:张岩

版式设计:侯哲芬 杨洋

责任校对:姜彦

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23 字 数:529 千字

版 次:2010年9月第1版 印 次:2010年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

产品编号:035743-01

前 言

高等职业教育已成为我国普通高等教育中一个不可分割的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。我国政府十分重视高等职业教育的发展，2006年，国家教育部以教高[2006]16号文件的形式颁发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》。这个文件的出台，标志着高等职业教育的工作重心发生了根本性的转变，从重点抓规模扩张转向以内涵建设、重点抓教学质量上。根据教育部《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》，我们总结了多年教学改革的经验，根据工学结合的教学实践和国家质量技术监督局发布的最新制图国家标准组织编写了本教材。

本教材遵循“以就业为导向，工学结合”的原则，以实用为基础，根据企业的实际需求进行课程体系的设置和教学内容的选取，降低了理论要求，加强了绘制和阅读机械制图基本能力的训练，突出技术应用能力的培养。考虑到高职学生的学习特点，新增减速器部分典型零件的 Pro/ENGINEER 三维实体造型设计内容，由此来提高学生的学习兴趣 and 积极性，帮助学生建立空间概念，建议此内容的学习在正式学习制图知识之前完成。书中的各章节内容均以工程项目为驱动，体现了我国现代职业教育的特点。因此，本教材适合高职高专院校机械类专业教学使用。

参与本教材编写的人员有宁波大红鹰学院的涂晶洁（绪论、前言、第1章）、刘玉（第2、3、4章）、杨光（第5章）、左桂兰（第10、11、12、13、14章）；温州职业技术学院的胡新（第6、7章）；浙江万里学院的颜曼兰（第8、9章）。另外，吕焕培、朱火美和王健等参与了图书的图片制作和文字校对工作。在本教材的编写过程中参考了一些同类著作，在此向作者表示感谢，具体书目作为参考文献列于书末。

本教材由福州大学叶顺能老师负责审阅，他给予了许多指正和建议，在此一并表示感谢！由于编者水平有限，时间仓促，书中错误、缺点在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

绪 论

1. 《机械制图》课程的研究对象

机械制图是一门研究绘制、阅读机械图样并解决其空间几何问题的课程，主要内容是正投影理论和国家标准《技术制图》、《机械制图》中的有关规定。

在工程上，为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求，通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上，这种图纸被称为工程图样，简称图样。工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，也是工程技术部门的一项重要技术文件，机械图样是工程图样中应用最多的一种。在现代工业生产中，各种机器、船舶、车辆、工具、电子仪器的设计、制造以及各种工程建筑的设计、施工都要以图样为依据。在生产和科学实验活动中，设计者需要通过图样来表达设计对象；制造者需要通过图样来了解设计要求，依照图样制造设计对象；使用者需要通过图样来了解设计、制造对象的结构及性能。因此，图样也称作工程界交流的技术语言。

在机械工程上常用的机械图样有零件图和装配图。任何机器都是由许多部件组成的，部件又是由若干个零件组成的。表达机器的总装配图（总图）、表达部件的部件装配图和表达零件的零件图，统称为机械图样。装配图和零件图相互依赖、各有所用。随着生产和科学技术的发展，图样的作用越来越重要。

2. 《机械制图》课程的性质和任务

机械制图是一门实践性较强的专业基础课，是培养工程技术应用型人才的主干技术基础课，其主要目的是培养学生正确运用正投影法分析、表达机械工程问题的能力，绘制和阅读机械图样的能力和空间想象能力，同时，也为后续课程的学习和顺利完成毕业设计奠定基础。

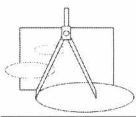
本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用；
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力；
- (3) 学习、贯彻制图国家标准和其他有关规定；
- (4) 培养空间逻辑思维的能力与形象思维的能力；
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 《机械制图》课程的学习方法和要求

机械制图是一门既有系统理论，又注重实践的技术基础课，各部分内容既紧密联系又各有特点。根据《机械制图》课程的学习要求及各部分内容的特点，这里简要介绍一下学习方法：

- (1) 准备一套绘图工具，并认真完成作业。
- (2) 认真听课，及时复习，牢固掌握投影原理和图示方法，透彻理解基本概念，以便



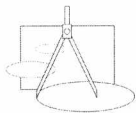
灵活运用有关概念和方法进行解题；掌握形体分析法、线面分析法和投影分析法，提高独立分析能力和看图、画图能力。

(3) 注意画图与看图相结合、物体与图样相结合，要多画多看，逐步培养空间逻辑思维能力与形象思维能力。

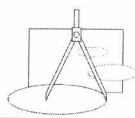
(4) 严格遵守机械制图的国家标准，掌握查阅有关标准和资料的方法。

目 录

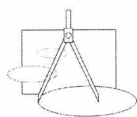
第 1 章 制图的基本知识与技能	1
1.1 平面图形吊钩绘制说明	1
1.2 基础知识	1
1.2.1 绘图工具和仪器的使用	1
1.2.2 国家标准的基本规定	4
1.2.3 几何作图	16
1.2.4 平面图形的尺寸分析与作图步骤	20
1.3 平面图形吊钩的绘制	21
1.3.1 平面图形吊钩的尺寸分析	21
1.3.2 平面图形吊钩的线段分析	21
1.3.3 平面图形吊钩的绘制方法和步骤	22
1.3.4 平面图形吊钩的绘制检查与评估	22
1.4 拓展训练	23
1.5 实践中常见问题解析	24
本章小结	24
思考与练习	25
第 2 章 点、直线和平面的投影	26
2.1 三视图绘制说明	26
2.2 基础知识	26
2.2.1 投影法及三视图的形成 (GB/T14692—2008)	26
2.2.2 点的投影	30
2.2.3 直线的投影	33
2.2.4 平面的投影	37
2.2.5 投影变换	41
2.2.6* 第三角投影法	45
2.3 模型三视图的绘制	46
2.3.1 模型及 P 面投影分析	47
2.3.2 模型三视图的绘制检查与评估	47
2.4 拓展训练	47
2.5 实践中常见问题解析	48
本章小结	48
思考与练习	49



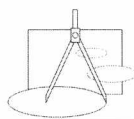
第3章 立体的投影	50
3.1 连杆头截交线的绘制说明	50
3.2 基础知识	50
3.2.1 平面基本体的投影及其表面取点	50
3.2.2 回转体	55
3.3 平面与立体表面的交线（截交线）	62
3.3.1 平面与平面立体表面的交线	63
3.3.2 平面与回转体的交线	63
3.4 两回转体表面的交线（相贯线）	67
3.4.1 相贯线作图举例	68
3.4.2 相贯线的特殊情况画法	71
3.5 连杆头截交线的绘制	72
3.5.1 连杆头的形体分析、交线的空间分析和投影分析	73
3.5.2 连杆头的绘制过程	73
3.5.3 连杆头截交线的绘制检查与评估	73
3.6 拓展训练	74
3.7 实践中常见问题解析	75
本章小结	75
思考与练习	76
第4章 组合体	77
4.1 轴承座的画法与标注说明	77
4.2 基础知识	77
4.2.1 组合体概述	77
4.2.2 组合体视图	80
4.2.3 读组合体视图	83
4.2.4 组合体视图尺寸标注	89
4.3 轴承座的绘制与标注	94
4.3.1 轴承座的形体分析	94
4.3.2 轴承座主视图的选择	94
4.3.3 轴承座的绘图过程	94
4.3.4 尺寸标注	95
4.3.5 轴承座绘制与标注的检查与评估	95
4.4 拓展训练	96
4.5 实践中常见问题解析	97
本章小结	97
思考与练习	98



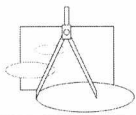
第 5 章 轴测投影	99
5.1 支架轴测图绘制说明.....	99
5.2 轴测图基本知识.....	99
5.2.1 轴测图的形成.....	100
5.2.2 轴测投影的有关名词和基本特性.....	101
5.3 正等轴测图.....	101
5.3.1 正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数.....	101
5.3.2 多边形及平面体的正等轴测图画图举例.....	102
5.3.3 圆及圆角的正等轴测图简化画图举例.....	104
5.4 斜二等轴测图.....	107
5.4.1 斜二等轴测图的参数.....	107
5.4.2 斜二等轴测图举例.....	108
5.5 支架的正等轴测图绘制.....	109
5.5.1 支架的形体分析.....	109
5.5.2 支架的绘制过程.....	110
5.5.3 支架绘制的检查与评估.....	110
5.6 拓展训练.....	111
5.7 实践中常见问题解析.....	112
本章小结.....	112
思考与练习.....	113
第 6 章 机件形状的表达方法	114
6.1 轴承座结构特征的表达方法说明.....	114
6.2 基础知识.....	115
6.2.1 机件外形结构的表达方法——视图.....	115
6.2.2 机件内部结构的表达方法——剖视图.....	119
6.2.3 断面图.....	132
6.3 轴承座表达方案的实施过程.....	136
6.3.1 轴承座工艺表达方案的选择.....	136
6.3.2 轴承座工艺表达方案的分析比较.....	137
6.4 局部放大图及其他表示方法.....	137
6.4.1 局部放大图.....	137
6.4.2 简化画法.....	138
6.5 拓展训练.....	143
6.6 实践中常见问题解析.....	143
本章小结.....	144
思考与练习题.....	144



第7章 机械图样中的特殊表示法	146
7.1 螺纹连接套及直齿圆柱齿轮的表达方法说明.....	146
7.2 基础知识.....	147
7.2.1 螺纹的基本知识.....	147
7.2.2 螺纹的规定画法.....	151
7.2.3 螺纹的分类及其标注.....	153
7.3 螺纹连接套及螺栓、螺母、螺柱等 表达方案的实施.....	158
7.4 常用螺纹紧固件.....	159
7.4.1 常用螺纹紧固件及其标记.....	159
7.4.2 螺纹紧固件的连接画法.....	160
7.5 齿轮及其图样表示法.....	165
7.6 键和销.....	169
7.7 滚动轴承.....	172
7.8 弹簧.....	176
7.9 拓展训练.....	180
7.10 实践中常见问题解析.....	181
本章小结.....	181
思考与练习.....	182
第8章 零件图	183
8.1 减速器部分零件图绘制说明.....	183
8.2 基础知识.....	184
8.2.1 零件图概述.....	184
8.2.2 零件视图的选择.....	185
8.2.3 零件图的尺寸标注.....	186
8.2.4 技术要求在零件图上的标注.....	193
8.2.5 零件的工艺结构.....	206
8.2.6 读零件图.....	211
8.2.7 常见典型零件图例分析.....	214
8.3 实践中常见问题解析.....	222
本章小结.....	222
思考与练习.....	223
第9章 装配图	226
9.1 减速器装配图绘制说明.....	226
9.2 基础知识.....	227
9.2.1 装配图概述.....	227
9.2.2 装配体的表达方法.....	227



9.2.3	装配图上的尺寸和技术要求.....	233
9.2.4	装配图中零件的序号及明细表.....	234
9.2.5	装配体的常见工艺结构.....	235
9.2.6	装配体的测绘.....	238
9.2.7	读装配图.....	244
9.2.8	由装配图拆画零件图.....	247
9.3	拓展训练.....	251
9.4	实践中常见问题解析.....	253
	本章小结.....	253
	思考与练习.....	254
第 10 章	端盖平面图的绘制	255
10.1	端盖平面图设计说明.....	255
10.2	基础知识.....	256
10.2.1	操作界面.....	256
10.2.2	鼠标操作.....	257
10.2.3	文件操作.....	258
10.2.4	二维草绘的操作.....	260
10.3	端盖平面图绘制过程.....	263
	本章小结.....	265
	思考与练习.....	266
第 11 章	套筒的三维建模	267
11.1	套筒设计说明.....	267
11.2	基础知识.....	268
11.2.1	拉伸特征.....	268
11.2.2	拉伸增加材料.....	270
11.2.3	拉伸去除材料.....	270
11.3	套筒绘制步骤.....	270
	本章小结.....	273
	思考与练习.....	273
第 12 章	高速轴的三维建模	275
12.1	高速轴设计说明.....	275
12.2	基础知识.....	276
12.2.1	旋转特征.....	276
12.2.2	基准平面的创建.....	278
12.2.3	倒圆角工具.....	280
12.2.4	倒角工具.....	281



12.3 高速轴绘制.....	283
本章小结.....	287
思考与练习.....	288
第 13 章 齿轮的三维建模.....	289
13.1 齿轮设计说明.....	289
13.2 基础知识.....	290
13.2.1 基准点.....	290
13.2.2 基准曲线.....	291
13.2.3 基准坐标系.....	292
13.2.4 特征镜像.....	292
13.2.5 特征阵列.....	294
13.3 齿轮绘制步骤.....	296
本章小结.....	304
思考与练习.....	305
第 14 章 减速器箱体的三维建模.....	306
14.1 减速器箱体设计说明.....	306
14.2 基础知识.....	307
14.2.1 孔特征.....	307
14.2.2 壳特征.....	310
14.2.3 筋特征.....	311
14.2.4 拔模特征.....	312
14.3 减速器下箱体绘制步骤.....	315
本章小结.....	330
思考与练习.....	330
附录.....	332
参考文献.....	353

第1章 制图的基本知识与技能

知识目标

1. 了解制图国家标准中关于图纸幅面和格式、比例、字体及图线等方面的基本规定。
2. 了解并掌握绘图工具和仪器的使用方法。
3. 掌握平面图形的尺寸和线段分析的方法和步骤。
4. 初步养成良好的绘图习惯和一丝不苟的工作作风。

技能目标

1. 正确使用绘图工具和仪器。
2. 熟练掌握几何作图的方法。

项目案例导入

本章以平面图形吊钩的绘制为例，对平面图形吊钩绘制过程中所涉及到的知识与技能做了详细的介绍，例如依据国家标准选择图纸大小、绘图比例、图纸上的字体、绘图的线型、标注平面图形尺寸，以及绘图时绘图工具和仪器的正确使用方法、几何作图和平面图形绘制的方法和步骤等。最后，通过平面图形吊钩的绘制，完成本章知识的综合运用。

1.1 平面图形吊钩绘制说明

1. 设计目的

通过分析和绘制平面图形吊钩，了解国家制图标准的一般规定和要求，掌握绘图工具和仪器的正确使用方法，以及平面图形尺寸分析和绘制的基本方法和步骤。

2. 设计条件

了解并掌握制图的基本知识与技能，绘图工具和仪器齐全。

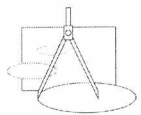
3. 设计内容及要求

在 A3 图纸上绘制出平面图形吊钩。

1.2 基础知识

1.2.1 绘图工具和仪器的使用

工程中使用的图样，其图形一般由直线和曲线按照一定的几何关系绘制而成。作图时



需利用绘图工具和仪器，按照图形的几何关系顺序完成。正确地使用绘图工具和仪器，是保证绘图质量和绘图效率的一个重要方面。下面先来介绍手工绘图工具和仪器的正确使用方法。

1. 绘图工具

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、量角器、比例尺、曲线板、绘图机和计算机等，这里重点介绍图板、丁字尺、三角板和曲线板的使用方法。

(1) 图板

图板是用来固定图纸的，因此要求板面平滑光洁。图板的规格尺寸有 0 号（900mm×1200mm）、1 号（600mm×900mm）、2 号（450mm×600mm）等几种，可根据需要进行选用。图纸用胶带纸固定在图板上，当图纸较小时，可以将其铺贴在靠近图板左下方的位置，如图 1-1 所示。

(2) 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成，主要用来绘制水平线或配合三角板等仪器绘制一些特殊位置的直线，其尺头部分须紧靠绘图板左边。画线时用左手推动丁字尺尺头沿图板边上下移动，当丁字尺调整到准确的位置后，压住丁字尺进行画线。绘制水平线时应从左到右，画线开始和结束处，铅笔应与纸面垂直；画线过程中铅笔与纸面保持倾斜约 30° ，如图 1-2 所示。

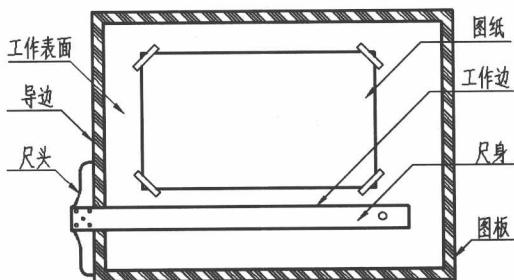


图 1-1 图纸与图板

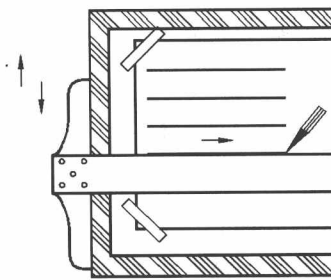


图 1-2 丁字尺的使用方法

(3) 三角板

三角板分 45° 三角板和 60° 三角板两种，可配合丁字尺画出铅垂线及 15° 倍角的斜线；也可以互相配合画出任意角度的平行线或垂直线。画这些线条时，走笔方向如图 1-3 中的箭头所示。

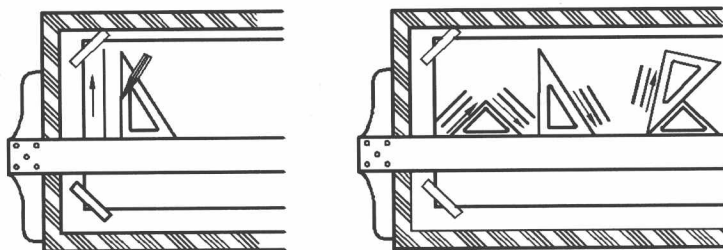
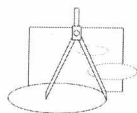


图 1-3 丁字尺与三角板的使用方法



(4) 曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的。描绘曲线时，先徒手将已求出的各点顺序、轻轻地连成曲线，再根据曲线的曲率大小和弯曲方向，从曲线板上选取与所绘曲线相吻合的一段与其贴合，每次至少对准4个点，并且只描中间一段，前面一段为上次所画，后面一段留待下次连接，以保证连接光滑流畅，如图1-4所示。

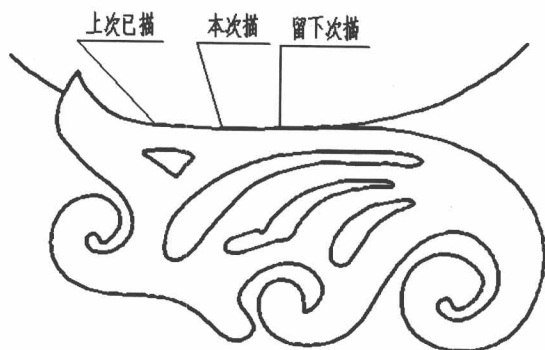


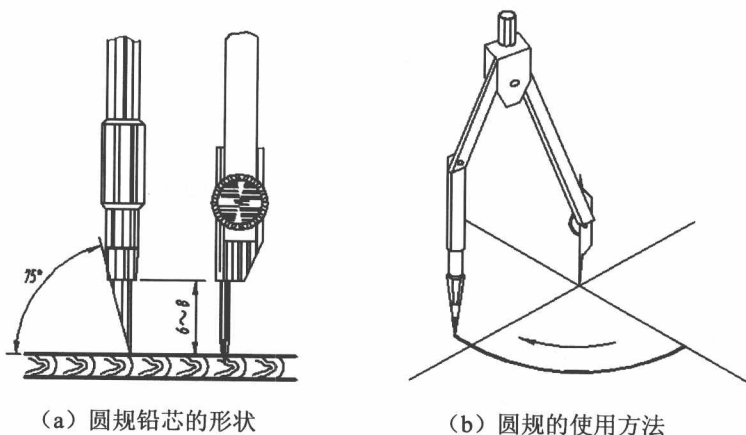
图 1-4 曲线板的使用方法

2. 绘图仪器

绘图仪器是用来绘制机械图样的工具，常用的绘图仪器有圆规、分规和直线笔等，这里主要介绍圆规和分规的使用方法。

(1) 圆规

圆规是绘图仪器中的主要绘图工具，用来画圆及圆弧。它有3种插腿：铅芯插腿、墨线笔插腿和钢针插腿，分别用于画铅笔线、画墨线及代替分规。使用圆规时，应先调整针尖（有台阶的一端朝下）和插腿的长度，使针尖台阶处与铅芯的高度平齐，铅芯削成如图1-5(a)所示的形状。圆规的使用方法如图1-5(b)所示。



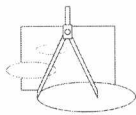
(a) 圆规铅芯的形状

(b) 圆规的使用方法

图 1-5 圆规

(2) 分规

分规是用来量取线段和等分线段的工具，使用前应调整分规的两个针尖使之平齐。当



从比例尺上量取长度时，应使针尖与尺面保持倾斜，不要正对尺面。用分规等分线段时，通常采用试分法。分规的使用方法如图 1-6 所示。

3. 绘图用品

常用的绘图用品有图纸、绘图铅笔、橡皮、擦图片、小刀、砂纸和胶带等。这里主要介绍图纸和绘图铅笔的使用方法。

(1) 图纸

图纸分绘图纸和描图纸两种。

- **绘图纸**：要求纸面洁白、质地坚实，橡皮擦拭不易起毛，画墨线时不渗透。在绘图时要鉴别图纸的正反面，要求使用其正面来绘图。
- **描图纸**：用于描绘复制蓝图的墨线图。要求纸面洁白、透明度好。描图纸薄而脆，使用时应避免折皱，防止受潮。

(2) 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，分别用字母 B 和 H 表示。B 字母前的数字越大，表示铅芯越软，画线越黑；H 字母前的数字越大，表示铅芯越硬，画线越淡。绘图时，可根据不同的使用要求，准备以下几种硬度不同的铅笔。

- **B 或 HB**：画粗实线用。
- **HB 或 H**：画箭头和写字用。
- **H 或 2H**：画各种细线和画底稿用。

其中，写字及画细线的铅芯头磨成圆锥形，画粗线的铅芯头磨成四棱柱形，其断面成矩形，如图 1-7 所示。

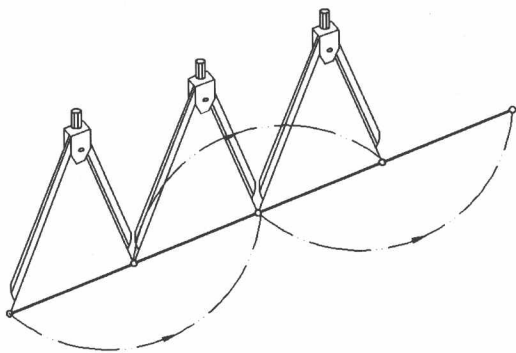


图 1-6 分规的使用方法

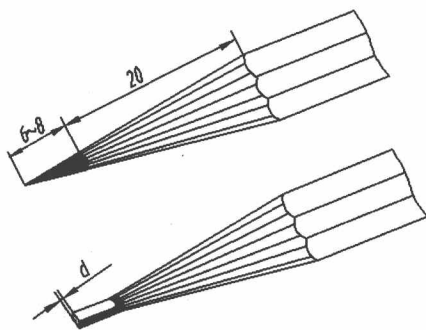
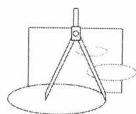


图 1-7 铅笔头的形状

1.2.2 国家标准的基本规定

技术图样是表达设计思想、进行技术交流和组织生产的重要资料，是工程界通用的技术“语言”。因此，国家对图样的画法、尺寸注法和所用代号等都作了统一的规定，这些规定就是制图标准。如 GB/T 14689—2008，就是国家标准《技术制图 图纸幅面及格式》的代号。其中“GB/T”表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准，简称国



标)和 TUIJIAN (推荐)的缩写,如果“GB”后面没有“/T”则表示此标准为强制性国家标准;“14689”是该标准的编号;“2008”表示该标准最后一次发布是2008年。在绘图和读图时,都应严格遵守这些准则。

1. 图纸的幅面及格式

1) 图纸的幅面 (GB/T 14689—2008)

为了便于图样的绘制、使用和保管,机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上。图纸由5种基本幅面组成,分别为A0、A1、A2、A3、A4。GB/T14689—2008中规定,绘制技术图样时,应优先采用表1-1所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

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		

注: B 、 L 、 a 、 c 、 e 的含义如图1-9、图1-10所示。

必要时,也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图1-8所示。

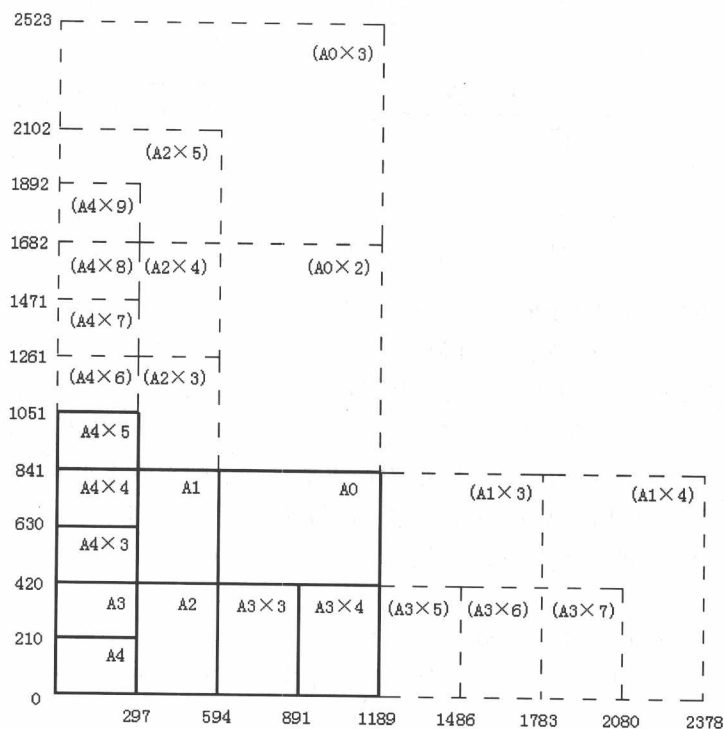


图 1-8 图幅的尺寸