

21 世纪高等学校
规划教材



机械制图

魏祥武 李景仲 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 魏祥武, 李景仲主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 8

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 7-118-04614-0

I. 机... II. ①魏...②李... III. 机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 072487 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 16 字数 365 千字

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 23.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

《机械制图》编委会名单

主 编 魏祥武 李景仲

副主编 李滨慧 王 梅 李 靖

编 委 吴 聪 赵承琴 郝传宾

主 审 韩 梅

前 言

随着科学技术的迅猛发展,设计和制造的理论及加工手段都发生了巨大变化。现代制造技术对机械制图教学提出了新的要求。我们根据教育部高教司《高等学校工科本科工程图学教学基本要求》、“新世纪高职高专教育机械基础课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”课题改革方案的要求,认真总结和充分吸收兄弟院校近几年教学改革的成功经验,并依据《画法几何及工程制图教学大纲》编写了本教材。

本教材具有以下特点。

(1) 体系新,时代感强,具有前瞻性。制图与设计紧密结合,加强绘制和阅读三维图能力的培养。

(2) 注意循序渐进,由浅入深,由简到繁;语言简明扼要,文字通俗易懂;图例典型,以图释义。

(3) 以“必须、够用”为原则,精选内容。在画法几何部分,对机械零件表达、识读起主要作用的组合体表达有所侧重,对线面求解、体表面交线、轴测图一般掌握;机械制图部分,对机件的表达方法、零件图及装配图的识读较为侧重,强化应用,力求实用性强。

(4) 全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。另外还编写了对应的习题集,与本教材配套使用。

本书由魏祥武、李景仲任主编,李滨慧、王梅、李靖任副主编。韩梅教授任主审,并提出了许多宝贵的意见和建议。

参加本书编写工作的有魏祥武(第1章、第10章、第11章)、李景仲(第2章、第9章)、李滨慧(第4章、第8章)、王梅(第3章、第6章)、李靖(绪论、第7章)、吴聪(附录)、赵承琴(第5章),插图由郝传宾完成。

在本书编写过程中,得到了北京信息科技大学、辽宁省交通高等专科学校、沈阳农业大学水利学院、沈阳机械学校等院校的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。在编写过程中参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致谢。

本书可作为普通高等学校、高等职业院校机械类、近机类专业的教材,也可作为高等教育自学考试相关专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。由于本书实用性强,特别适合作为应用型本科教材和高等职业院校教材。

由于作者水平有限,难免有不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

作 者

目 录

绪论	1
第1章 制图基本知识	3
1.1 绘图工具及用品的使用	3
1.1.1 图板	3
1.1.2 丁字尺	3
1.1.3 三角板	3
1.1.4 圆规与分规	4
1.1.5 比例尺	5
1.1.6 曲线板	5
1.1.7 绘图铅笔	5
1.1.8 图纸	6
1.2 《机械制图》国家标准摘录	7
1.2.1 图纸幅面	7
1.2.2 比例	9
1.2.3 字体	11
1.2.4 图线	12
1.2.5 尺寸注法	14
1.3 几何作图	17
1.3.1 等分作图	18
1.3.2 斜度与锥度	20
1.3.3 圆弧连接	20
1.3.4 椭圆	23
1.4 平面图形的画法	24
1.4.1 尺寸分析	24
1.4.2 线段分析	25
1.4.3 平面图形的作图步骤	25
1.5 徒手画图的方法	26
思考题	27
第2章 正投影基础	29
2.1 投影法的基本知识	29
2.1.1 投影的概念	29
2.1.2 投影法的分类	29

2.2 点的投影	30
2.2.1 点在三面投影体系中的投影	30
2.2.2 点的投影与直角坐标	31
2.2.3 两点的相对位置、重影点	32
2.3 直线的投影	33
2.3.1 直线的三面投影	33
2.3.2 属于直线的点	34
2.3.3 各种位置直线的投影	35
2.3.4 两直线的相对位置	36
2.4 平面的投影	38
2.4.1 平面的表示法	38
2.4.2 平面的投影过程	39
2.4.3 各种位置平面的投影特性	39
2.4.4 平面上的直线和点	41
2.4.5 直线与平面、平面与平面之间的相对位置	42
2.5 变换投影面法	46
2.5.1 概述	46
2.5.2 换面法的基本作图方法	47
2.5.3 换面法的应用举例	50
思考题	52
第3章 基本几何体的投影	53
3.1 平面立体的投影	53
3.1.1 棱柱体	53
3.1.2 棱锥	54
3.2 回转体的投影	55
3.2.1 圆柱体	55
3.2.2 圆锥体	56
3.2.3 圆球	58
思考题	59
第4章 立体的表面交线	60
4.1 截交线	60
4.1.1 平面立体的截交线	61
4.1.2 曲面立体的截交线	62
4.2 相贯线	67
4.2.1 利用积聚性求相贯线	67
4.2.2 利用辅助平面法求相贯线	68
4.2.3 相贯线的特殊情况	69
思考题	71
第5章 轴测投影	73

5.1 轴测投影的基本知识	73
5.1.1 轴测投影的形成	73
5.1.2 轴测轴、轴间角、轴向变形系数	73
5.1.3 轴测图的种类	74
5.1.4 轴测投影的基本性质	74
5.2 正等轴测图	74
5.2.1 正等测的轴间角、轴向变形系数	74
5.2.2 正等测的基本画法	75
5.2.3 平行坐标面圆的正等测图	76
5.2.4 组合体的正等测作图方法	78
5.3 斜二测轴测图	80
5.3.1 斜二测的轴间角和轴向变形系数	80
5.3.2 斜二测的作图方法	80
思考题	81
第6章 组合体	82
6.1 组合体的形体分析法	82
6.1.1 形体分析法	82
6.1.2 形体之间的表面连接关系	82
6.2 组合体三视图的画法	83
6.2.1 叠加型组合体的三视图	83
6.2.2 切割式组合体的三视图	85
6.3 组合体视图的尺寸标注	86
6.3.1 基本体的尺寸标注	86
6.3.2 组合体的尺寸标注	86
6.4 组合体的看图方法	89
6.4.1 读图的基本要领	89
6.4.2 读图的基本方法	92
6.4.3 读图举例	94
思考题	97
第7章 机件的表达方法	98
7.1 视图	98
7.1.1 基本视图	98
7.1.2 局部视图	99
7.1.3 斜视图	99
7.1.4 旋转视图	100
7.2 剖视图	101
7.2.1 剖视的基本概念	101
7.2.2 剖视图的种类	103
7.2.3 剖切平面和剖切方法	105

7.3	断面图	108
7.3.1	基本概念	108
7.3.2	断面图的种类	109
7.3.3	断面图的标注	109
7.3.4	画断面图的一些规定	110
7.4	其他表达方法	111
7.4.1	局部放大图	111
7.4.2	简化及规定画法	111
7.5	第三角投影简介	113
	思考题	115
第8章	标准件与常用件	116
8.1	螺纹及螺纹件连接	116
8.1.1	螺纹	116
8.1.2	螺纹紧固件及其连接	122
8.2	齿轮	128
8.2.1	圆柱齿轮	128
8.2.2	圆锥齿轮	131
8.2.3	蜗杆、蜗轮	132
8.3	键、销连接	134
8.3.1	键连接	134
8.3.2	销连接	136
8.4	滚动轴承	137
8.4.1	滚动轴承的构造和种类	137
8.4.2	滚动轴承的代号和画法	137
8.5	弹簧	139
8.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	140
8.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	140
	思考题	142
第9章	零件图	144
9.1	零件图的作用和内容	144
9.2	零件图的视图选择	145
9.2.1	主视图的选择	145
9.2.2	其他视图的选择	146
9.3	零件图的尺寸标注	147
9.3.1	零件图的尺寸基准	147
9.3.2	零件的重要尺寸应直接注出	149
9.3.3	不能注成封闭的尺寸链	149
9.3.4	按加工工艺标注尺寸	150
9.3.5	按测量要求标注尺寸	150

9.3.6	零件上常见结构尺寸的规定注法	150
9.4	表面粗糙度	152
9.4.1	表面粗糙度的评定参数	152
9.4.2	表面粗糙度的代(符)号	153
9.4.3	表面粗糙度代号在图样上的标注	154
9.5	公差与配合、形位公差	156
9.5.1	公差与配合的基本概念	156
9.5.2	公差与配合的标注和识读	161
9.5.3	形状公差与位置公差	161
9.5.4	形位公差及公差带	163
9.5.5	基准要素	174
9.5.6	公差原则	175
9.6	零件上的工艺结构	182
9.6.1	铸造零件的工艺结构	182
9.6.2	机械加工工艺结构	184
9.7	几类零件的分析	185
9.7.1	轴、套类零件	185
9.7.2	盘、盖类零件	187
9.7.3	叉、杆类零件	189
9.7.4	支架类零件	190
9.7.5	箱体类零件	192
9.8	读零件图	196
9.9	零件测绘	197
9.9.1	零件的测绘方法和步骤	197
9.9.2	根据零件草图绘制零件工作图	201
9.9.3	测绘注意事项	201
思考题		201
第10章	装配图	202
10.1	装配图的作用和内容	202
10.1.1	装配图的作用	202
10.1.2	装配图的内容	202
10.2	装配图的表达方法	202
10.2.1	规定画法	202
10.2.2	装配图的特殊表达方法	204
10.3	装配图的尺寸、技术要求、零件序号及明细栏	207
10.3.1	尺寸标注	207
10.3.2	技术要求	207
10.3.3	装配图上的序号和明细栏	207
10.4	装配结构的合理性	209

10.5 部件测绘.....	210
10.5.1 分析测绘对象.....	210
10.5.2 拆卸部件.....	210
10.5.3 画零件草图.....	211
10.5.4 画装配图和拆画零件图.....	211
10.6 装配图的画法.....	211
10.6.1 分析部件的装配关系和工作原理.....	211
10.6.2 选择表达方案.....	212
10.6.3 画装配图的步骤.....	215
10.7 读装配图和由装配图拆画零件图.....	215
10.7.1 读装配图.....	215
10.7.2 由装配图拆画零件图.....	218
思考题.....	219
第11章 展开图	220
11.1 概述.....	220
11.2 平面立体表面的展开.....	221
11.2.1 棱柱管的展开.....	221
11.2.2 棱锥管的展开.....	221
11.3 可展曲面的表面展开.....	222
11.3.1 圆柱管的展开.....	222
11.3.2 斜口圆锥管的展开.....	224
11.4 变形接头的展开.....	224
11.5 不可展曲面的表面展开.....	225
11.5.1 球面的近似展开.....	225
11.5.2 环形圆管的近似展开.....	226
11.6 生产中作展开图应考虑的因素.....	226
思考题.....	228
附录	229
参考文献	245

绪 论

1. 本课程的地位和研究对象

在工程技术中,按一定的投影原理、标准和技术规定,将物体的结构形状、尺寸和必要的技术要求正确地表示在图纸上,称为工程图样。

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

人类在现代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是公路、桥梁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。

机械制图是研究机械图样的绘制和读图规律与方法的一门学科。在机械类各专业的教学计划中,都设置了机械制图这门主干技术基础课,为学生绘图和读图打下基础,并在后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中,得到继续应用、培养和提高,从而使学生在绘图和读图方面的训练。

2. 本课程的学习目的和任务

本课程是一门理论严谨、实践性强的课程。其目的是培养学生具有绘图、读图和空间想象能力。本课程的主要任务是:

- (1) 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论及其应用。
- (2) 培养较强的绘图技能。
- (3) 学习、贯彻《机械制图》国家标准和有关技术规定。
- (4) 培养绘制(零、部件测绘)和阅读机械图样的能力。
- (5) 提高学生空间想象能力和图解空间几何问题的基本能力。
- (6) 使学生具有计算机绘图的初步能力。
- (7) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,还必须重视对自学能力、分析问题和解决问题的能力以及审美能力的培养。

3. 本课程的学习方法

(1) 在学习本课程的理论基础(画法几何)时,必须掌握正投影基本理论、基本作图方法和图解方法。要把基本概念理解透彻,做到融会贯通,并灵活运用这些概念、原理和方法进行解题。

(2) 为了培养空间想象能力和空间形体的图示表达能力,必须注意对物体进行几何分析,以及掌握不同形体在各种相对位置的投影特性,由浅入深、由简到繁地多画、多看、多想,不断地由物画图、由图想物。反复深化空间形体与平面图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和图示空间物体的能力。

(3) 理论联系实际,在掌握基本知识、基本理论的同时,必须完成一定数量的作业和

练习。通过一系列的绘图和读图实践,逐步掌握绘图和读图的方法和步骤,从而提高绘图和读图能力。

(4) 严格遵守《机械制图》国家标准的有关规定。养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,进行绘图技能的操作训练。

(5) 机械图样在生产中起着重要作用,工程技术人员不能画错或看错图样,否则会造成重大损失。因此,在学习中要养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风,为成为一名有创造性的机械工程技术人员奠定坚实的基础。

4. 我国工程图学发展概况

我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史,自远古以来就用图表达感情、记录事物、研究问题、交流思想,随着科学的发展、工程技术的进步、生产规模的扩大,工程图学日趋完善。特别是中华人民共和国成立后,科学技术、工农业生产的迅速发展,为古老的工程学注入新的活力,制图技术不断完善。我国先后于 1959 年、1970 年、1974 年、1984 年、1993 年、1997 年、1998 年、2000 年、2003 年制订或修订《机械制图》国家标准。从 1997 年开始,为了培养高层次的工程图学人才,我国已有 70 所高等院校先后招收工程图学硕士研究生,近期又设立了我国第一个工程图学士点。

从 20 世纪 50 年代诞生第一台计算机绘图仪开始,就能由计算机直接输出图形了。目前,计算机绘图技术迅速普及,已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作中。

随着我国科学技术的进步、国民经济的迅速发展,工程图学必将得到更加广泛的应用和发展,在生产实践中将起到愈来愈重要的作用。

第1章 制图基本知识

1.1 绘图工具及用品的使用

“工欲善其事,必先利其器。”正确地使用与维护绘图工具,是提高绘图质量和速度的前提。

1.1.1 图板

一般用胶合板制成,板面要求平整光滑,左侧为导边。使用时,应当保持板面的整洁完好。

1.1.2 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成,主要用来画水平线。使用时,尺头内侧必须靠紧图板的导边,用左手推动丁字尺上下移动(图1-1(a)),由左至右画水平线(图1-1(b)),由上至下画垂直线(图1-1(c))。

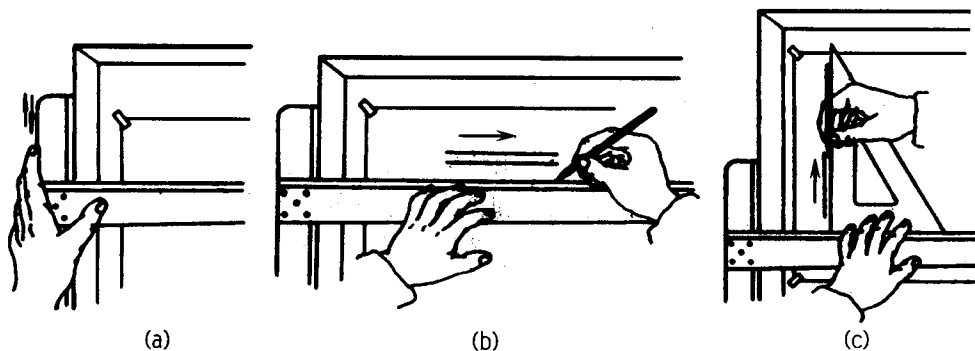


图1-1 丁字尺的正确使用及水平、垂直线画法

绘图时,禁止用尺身下缘画线,也不能用丁字尺画垂直线。为保持丁字尺平直准确,用完后应吊挂在墙上,以免尺身弯曲变形。

1.1.3 三角板

三角板与丁字尺配合使用时,可画垂直线以及与水平线成 30° , 45° , 60° 的斜线。若同一副三角板配合使用,还可画成 15° , 75° 的斜线(图1-2(a))。三角板配置和画线时的运笔方向如图1-2(b)所示。绘图时,通常用丁字尺和三角板作已知直线的平行线或垂直线,具体作法如图1-3所示。

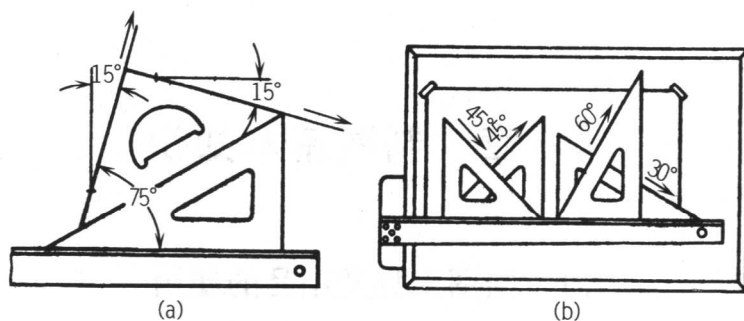


图 1-2 斜线的画法

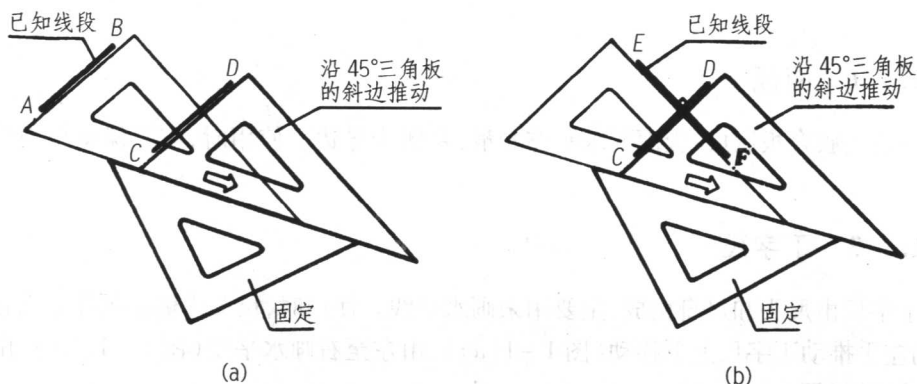


图 1-3 作已知线段的平行线和垂直线

(a) 作平行线；(b) 作垂直线。

1.1.4 圆规与分规

(1) 圆规是用于画圆和圆弧的工具。附件有钢针插脚、鸭嘴笔插脚和延伸插杆等。画圆时,使钢针尖轻轻扎圆心,用右手拇指和食指捏紧圆规手柄作顺时针方向旋转,并略向前进方向倾斜。画图之前调整好钢针和铅芯的长度,并调整铅芯和钢针的角度,使两脚与纸面垂直(图 1-4)。

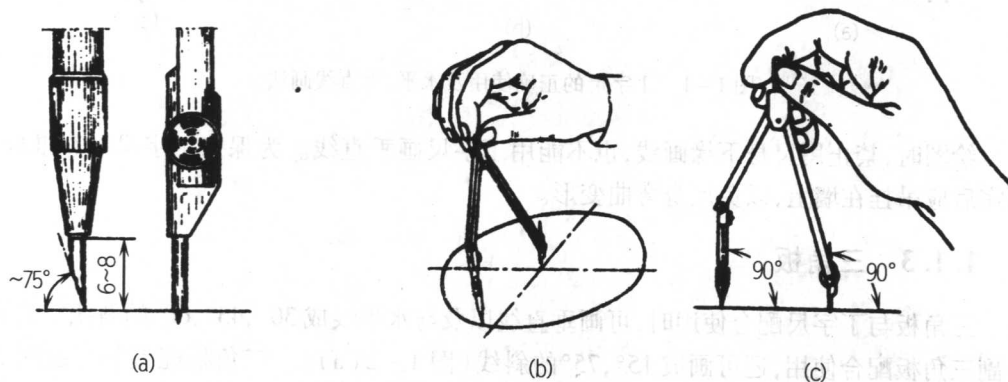


图 1-4 圆规的使用方法

(2) 分规是用来从尺上量取尺寸、等分线段和移置线段的工具,使用前应将两脚的钢针调齐。分规的使用方法如图 1-5 所示。

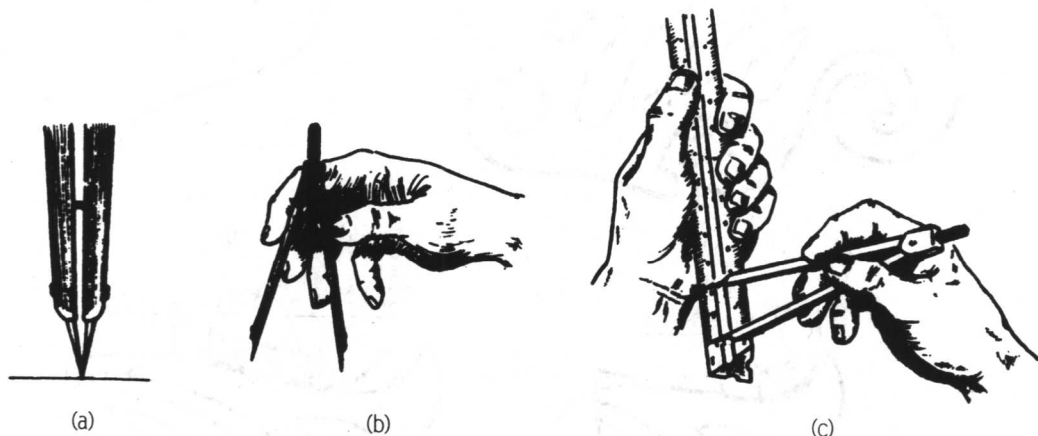


图 1-5 分规的使用方法

(a) 针尖对齐; (b) 调节分规的方法; (c) 量取尺寸的方法。

1.1.5 比例尺

比例尺也叫三棱尺(图 1-6)。在它的三个棱面上有 6 种常见刻度,如 1:100, 1:200, 1:500 等。按照比例尺上的任一种比例作图时,可直接按尺寸数值从相应的刻度上量取长度。

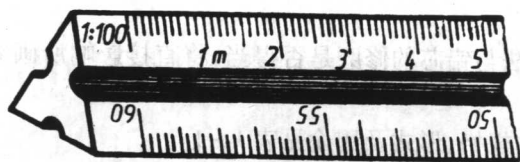


图 1-6 比例尺

1.1.6 曲线板

曲线板是用来描画非圆曲线的。使用时,应先徒手将所求曲线上各点轻轻地依次连成圆滑的曲线图,然后从曲率大的地方着手,在曲线板上选择曲率变化与该段曲线基本相同的一段进行描画。一般每描一段最少应有 4 个已知点与曲线图板的曲线重合。为保证连接圆滑,当描后一曲线时,应有一小段与前一段所描的曲线重叠,后面一小段待下次描画,具体方法如图 1-7 所示。

描画对称曲线时,最好先在曲线板上标上记号,然后翻转曲线板,便能方便地按记号的位置描画对称曲线的另一半。

1.1.7 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分。“B”表示铅芯的软度,号数越大铅芯越软;“H”表示铅芯的硬度,号数越大铅芯越硬;“HB”的铅芯软硬程度适中。绘图常用 2H 或 H 铅笔画底

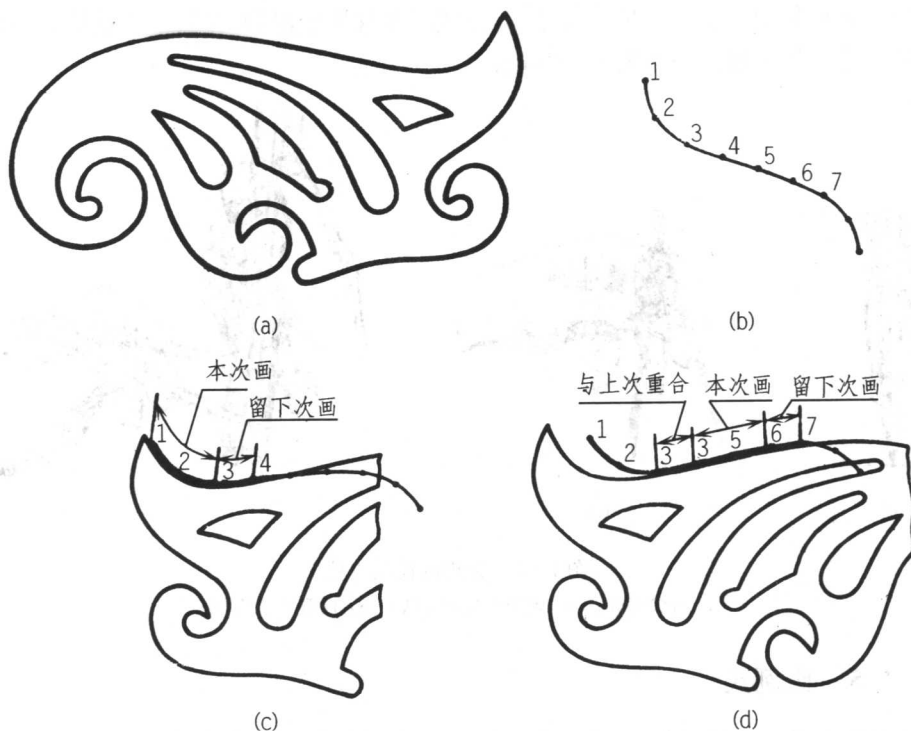


图 1-7 曲线板的用法

稿;用 HB、B 或 2B 铅笔描深图线;用 HB 铅笔写字。描画图线时,圆规所用铅芯应比铅笔的铅芯软一号。

画图时,铅笔的削法与铅芯的修磨是否得当,将直接影响所画线条的粗细是否均匀、边是否光滑。

铅笔与圆规铅芯的规格、形式及用途见表 1-1。

表 1-1 铅笔与圆规铅芯的规格、形式及用途

类别	铅 笔			圆 规		
铅芯软硬	3H	H, HB	HB, B	2H	2B	2B
铅芯形式	 (圆锥形)		 (四棱柱形)	 (圆柱磨斜)	 (四棱柱磨斜)	
用途	画底稿线	描深点画线、细实线、画箭头、写数字等	描深粗实线	画底稿线	描深点画线、细实线、虚线等	描深粗实线

1.1.8 图纸

绘图纸要求质地坚实,用橡皮擦拭不易起毛。必须用图纸的正面画图。识别方法是用橡皮擦拭几下,不易起毛的一面或迎光比较光亮的一面为正面。图纸的位置如图 1-8

所示。

除上述工具和用品外,必备的绘图用品还有橡皮、小刀、砂纸、胶带纸等。

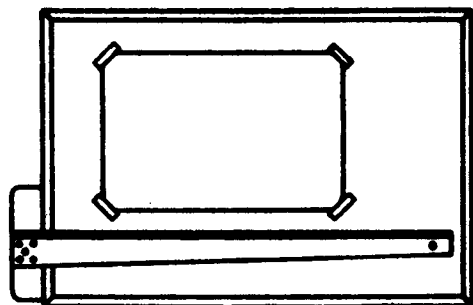


图 1-8 固定图纸的位置

1.2 《机械制图》国家标准摘录

机械图样是制造机器的主要依据,是机械制造业中的重要技术资料,是工程界交流技术思想的共同语言。《机械制图》国家标准是我国颁布的一项重要技术标准,标准中对机械图样的画法、尺寸标注及所采用的符号作了统一规定。国家标准(简称国标)的代号用“GB”。

1.2.1 图纸幅面

1. 图纸幅面尺寸

图纸宽度与长度组成的图面,称为图纸幅面(图 1-9)。为了合理使用图纸,便于图样的管理装订,国家标准规定了图纸的 5 种基本幅面(表 1-2):A0(841 × 1189)、A1(594 × 841)、A2(420 × 594)、A3(297 × 420)、A4(210 × 297)。

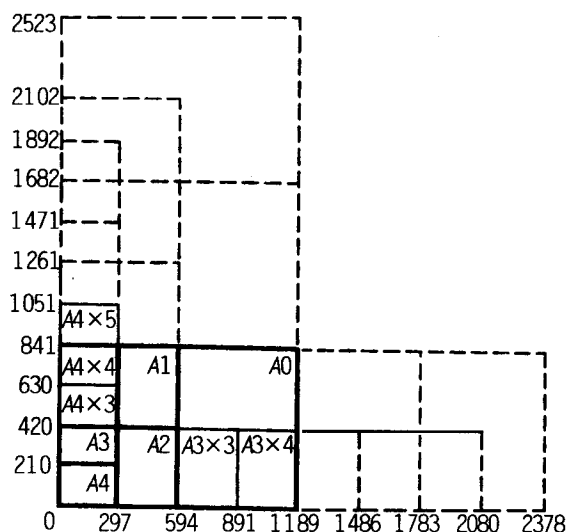


图 1-9 图纸幅面关系