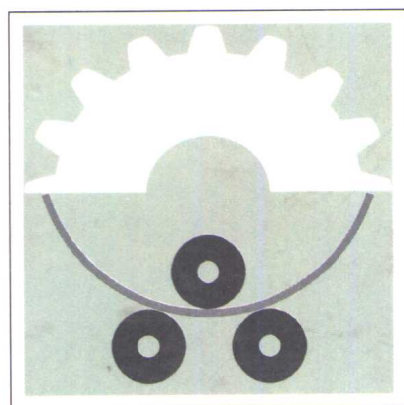




实用 钣金

技术 手册



实用钣金技术手册编写组 编

TG38
Z-436

实用钣金技术手册

实用钣金技术手册编写组 编



机械工业出版社

《实用钣金技术手册》全书共分为四篇十二章，第一篇主要介绍钣金展开中的各项基础理论知识；第二篇主要介绍钣金展开中的计算展开，电子计算机计算展开和图解展开的三种方法，所选实例都具有代表性；第三篇主要介绍钣金联接中的机械联接、焊接及粘接三种方法；第四篇主要介绍钣金工艺制作知识，包括从冲裁（又分为常规冲裁、精密冲裁及特种冲裁）到弯曲成形等冲压方面的工艺技术。本手册简明实用、图文并茂、深浅有序、可靠必备。

本手册的读者对象主要是从事钣金工作的工程技术人员，也可作为钣金工实际操作人员、大、中专在校学生或其它相关人员的参考工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用钣金技术手册/实用钣金技术手册编写组编.
—北京:机械工业出版社,2001.5;
ISBN 7-111-08886-7

I. 实... II. 实... III. 钣金工—技术手册
IV. TG38-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 18656 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:李铭杰 版式设计:冉晓华 责任校对:韩晶

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·39 印张·2 插页·1018 千字

0 001—4 000 册

定价:68.00 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

实用钣金技术手册编写组

主 编 朱觉新
副主编 王成文
参 编 吴志生 刘 洁 陈清阳
 阎 杰 刘德瑞 陈培君
 田文珍 王立非 刘翠荣
 武月星
主 审 张承德 闫更生

前 言

《实用钣金技术手册》是机械工业出版社组织出版的“实用技术手册”系列之一；是一本介绍金属板（结构）制品制作技术的实用工具书。主要供从事钣金工作的各类技术人员查阅参考，部分篇章还适合高、中级技术工人在实际操作中应用。

本手册共分十二章，在编写时首先从基础的理论着手，但侧重于实际应用方面。特点是实用性强、简明扼要、工艺参数准确可靠。本手册的出版如果能对读者在生产、设计工作中有些帮助，或者对读者在提高技术水平上有些裨益，我们将甚感欣慰，亦正是编写者的初衷之一。

机械制造业作为大工业的基础，其钣金制作是不可或缺的组成部分，能够为广大读者奉献上由编写者多年经验积累且苦心编写的这本手册，进而也为我国机械制造业之钣金技术的发展做出微不足道的贡献，可谓是万分荣幸。但限于编者水平，书中难免会有错误及不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 钣金展开基础

第一章 钣金划线	1	一、板厚处理	33
一、钣金与制图	1	二、展开实长与实形的求法	36
二、基本几何图形的作法	8	三、钣金展开方法	43
三、划线	22	四、板材、型材展开长度及切口下料	59
四、放样	27	第三章 近似展开及其它	69
五、合理用料	31	一、可展与不可展表面	69
第二章 钣金展开基础	33	二、钣金近似展开	70
		三、封头放样计算	73

第二篇 钣金展开技术

第四章 钣金展开计算法	76	二、异径圆柱形管件及异口形管件	171
一、等径圆管构件放样的计算	76	三、圆锥、台及管件	186
二、异径和异口三通管件放样的计算	90	四、棱锥、棱台管件	201
三、棱锥管及其组合件放样的计算	103	五、方口曲面管、球体	210
四、圆锥管及其组合件放样的计算	115	第六章 钣金图解展开	220
五、圆方过渡接头放样的计算	133	一、圆管管件的展开	220
六、其它种类的放样的计算	154	二、圆管与多面体截交的展开	246
第五章 钣金展开电子计算机算法	161	三、多面体制件的展开	249
一、等径圆柱形管件	161	四、异径管件的展开	261
		五、锥体制件的展开	285

第三篇 钣金联接

第七章 机械式联接	299	五、点焊	438
一、铆接	299	六、其它钣金焊接方法	452
二、胀接	320	第九章 粘接	475
三、螺纹联接	329	一、概述	475
四、咬缝联接	354	二、粘接的基本原理	476
第八章 钣金的焊接	359	三、粘接接头的设计	477
一、焊条电弧焊	359	四、胶粘剂	482
二、钨极惰性气体保护焊	381	五、表面处理	486
三、等离子弧焊及切割	410	六、粘接工艺	490
四、熔化极气体保护电弧焊	428	七、常见粘接缺陷及解决方法	496

第四篇 钣金工艺制作

第十章 钣金冲压基础	498	四、钣金冲裁的应用	533
一、概述	498	第十二章 钣金的弯曲成形	541
二、冲压变形	500	一、钣金的手工成形	541
三、金属的流动	505	二、钣金的弯曲	547
第十一章 钣金分离工艺	508	三、钣金的拉延	577
一、剪切	508	四、钣金的成形	589
二、钣金的冲裁	511	附录 三角函数表	594
三、精密冲裁	523	参考文献	617

第一篇 钣金展开基础

第一章 钣金划线








一、钣金与制图

1. 图线


工程图样是产品制造中的基本技术文件和表达技术思想的重要工具。画出的图样不仅应完整清晰、准确无误，在图样中的图线也要遵循有关的标准规定。

图线及应用范围见表 1-1

表 1-1 图线及应用范围

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	应用范围
粗实线		A	b	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合剖面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同—表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		F	约 $b/3$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线		G	约 $b/3$	轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或表面的表示线

(续)

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	应用范围
双点划线		K	约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 试验或工艺用结构(成品上不存在的)的轮廓线 中断线

(1) 图线宽度 b 通常按图的大小和复杂程度并以推荐的系列来进行选择。

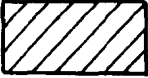

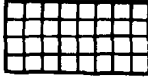


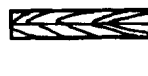

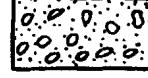
(2) b 的推荐系列值为: 0.18mm (由于图样复制中所存在的困难, 应避免采用), 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

(3) 通常选择 b 值为 0.5~2mm, 工程图样中推荐 $b=1.4\text{mm}$ 和 $b=1\text{mm}$ 。



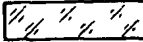



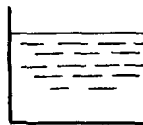
2. 剖面符号

剖面符号仅表示材料的类型, 而材料的名称和代号必须另行注明。剖面符号参见表 1-2。

表 1-2 剖面符号

符 号	应 用 范 围
	金属材料 (已有规定剖面符号者除外)
	非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)
	线圈绕组元件
	转子、电枢、变压器和电抗器等的叠钢片
	型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷及硬质合金刀片等
	本质胶合板 (不分层数)
	基础周围的泥土
	混凝土

(续)

符 号	应 用 范 围	
	钢筋混凝土	
	砖	
	玻璃及供观察的其它透明材料	
	格网(筛网、过滤网等)	
	木 材	纵剖面
		横剖面
	液 体	

注: 1. 叠钢片的剖面线方向, 应与束装中叠钢片的方向一致。

2. 由不同材料嵌入或粘帖在一起的成品, 用其中主要材料的剖面符号表示。

3. 在装配图中, 宽度 $\leq 2\text{mm}$ 的狭小面积的剖面, 可用涂黑代替剖面符号。如果是玻璃或其它不宜涂黑的材料, 可不画剖面符号。

4. 液面用细实线绘制。

3. 图样画法

(1) 视图

1) 视图名称及投影影示法(见表 1-3)。

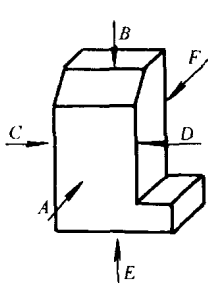
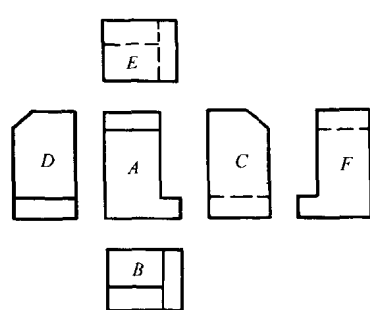
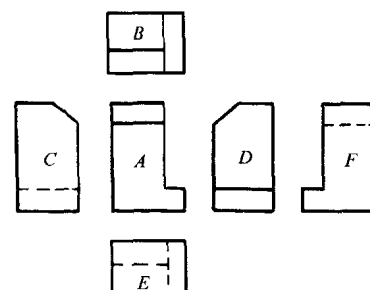
2) 视图配置 我国及英国、法国、瑞士、俄罗斯等多数欧洲国家、经互会都是以第一角投影为主; 而有些国家如美国、日本、澳大利亚等是以第三角投影法为主的。

3) 基本视图 基本视图指机件向基本投影面投影所得的视图。基本投影面规定为正六面体的六个面, 在同一张图纸内配置基本视图时, 一律不标注视图名称, 如图 1-1 所示。如不能按图 1-1 所示配置视图时, 应在视图的上方标出视图的名称, 在相应的视图附近用箭头指明投影方向, 并注上同样的字母。

4) 斜视图 斜视图指机件向不平行于任何基本投影的平面投影所得的视图。画斜视图时, 必须在视图的上方标出视图的名称—— \times 向, 在相应的视图附近用箭头指明投影方向, 并注上同样的字母, 如图 1-2 所示。

斜视图一般按投影关系配置, 必要时也可配置在其它适当位置。为了不致引起误解时, 允

表 1-3 视图名称及投影方法

投影方法	视图
	<p>第一角 (E)</p> 
	<p>第三角 (A)</p> 

注：A 方向为前视图（主视图）；B 方向为俯视图；C 方向为左视图；D 方向为右视图；E 方向为仰视图；F 方向为后视图。

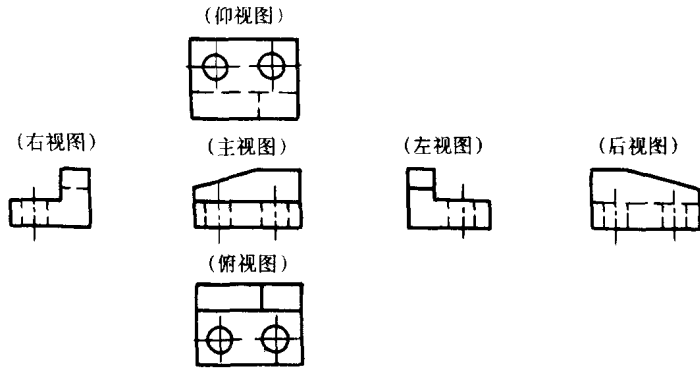


图 1-1 基本视图

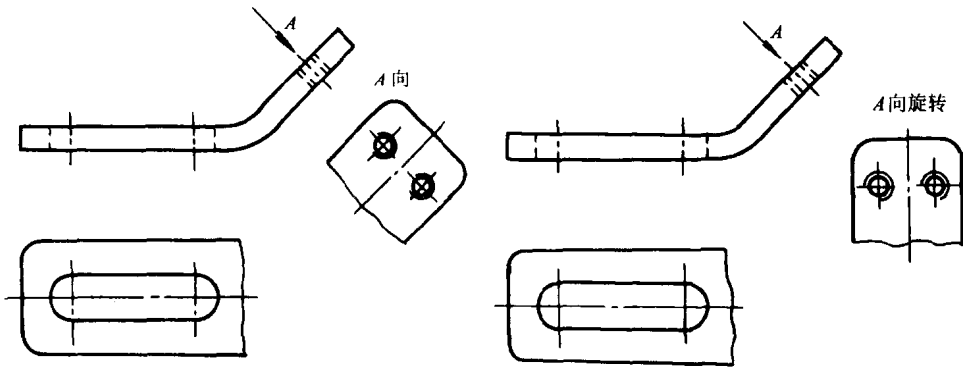


图 1-2 斜视图

许将图形旋转，但需标注“×向旋转”。

5) 局部视图 局部视图如图 1-3 所示，是将机件的某一部分向基本投影面投影而得的视图。画局部视图时，一般要在局部视图上方标出视图的名称“×向”，在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母。当局部视图按投影关系配置，中间又没有其它图形隔开时，可省略标注。

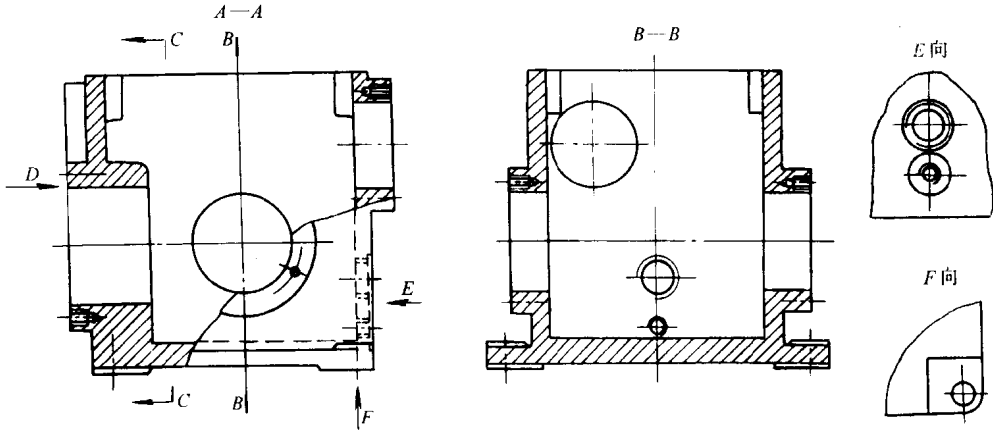


图 1-3 局部视图

局部视图和局部的斜视图的断裂边界应以波浪线表示；当所表示的局部结构是完整的，且外轮廓线又成封闭时，波浪线可省略不画。

6) 旋转视图 旋转视图是假想将机件的倾斜部分旋转到与某一选定的基本投影面平行后再向该投影面投影所得的视图，如图 1-4 所示。

(2) 剖视

1) 剖切面

① 单一剖切图面 如图 1-5 所示，单一剖切面一般是用平面来剖切机件，但也可采用柱面剖切机件——剖视图要展开绘制。

② 两相交的剖切平面 这种剖切法又称为旋转剖，如图 1-6 所示，用两个相交且垂直于

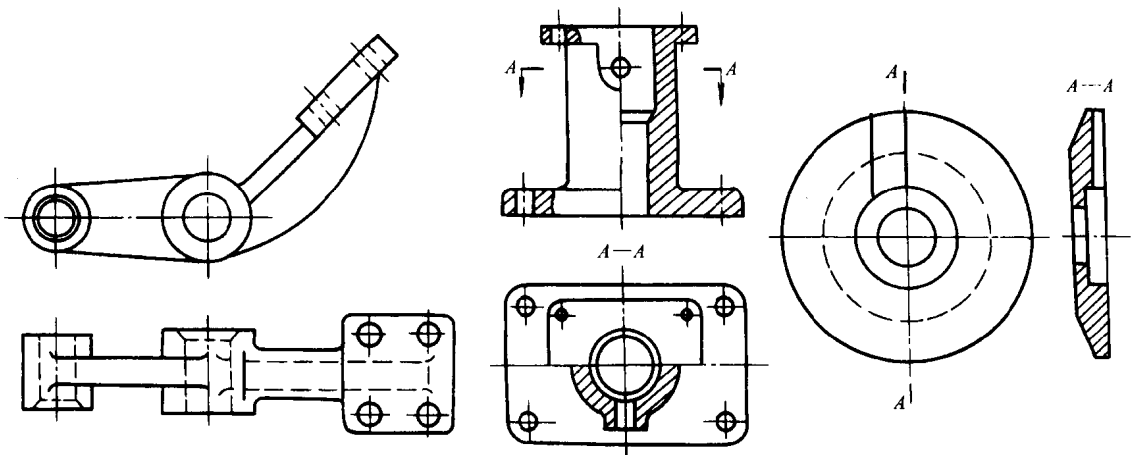


图 1-4 旋转视图

图 1-5 单一剖切面

某一基本投影面的剖切平面去剖开机件。画剖视图时，先假设按剖切位置切开机件，然后将剖切平面剖开的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行再进行投影。

在剖切平面后的其它结构一般仍用原来位置投影（见图 1-6a）。当剖切后产生不完整要素时，应将此部分按不剖绘制（见图 1-6b）。

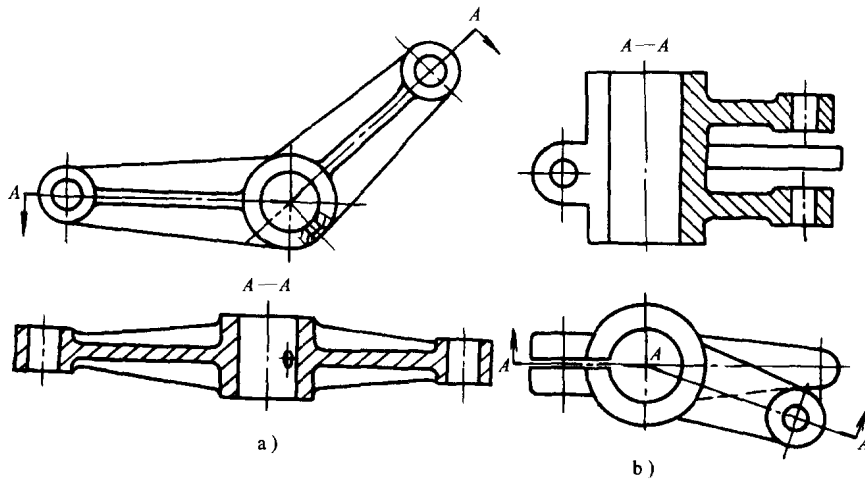


图 1-6 两相交的剖切平面

③ 几个平行的剖切平面，这是用几个平行的剖切平面剖开机件的方法，又称为阶梯剖视，如图 1-7 所示。采用这种方法画剖视图时，在图形内不应出现不完整的要素，仅当两个要素在图形上具有公共对称中心线或轴线时，可以各画一半，此时应以对称中心线或轴线为界（见图 1-7b）。

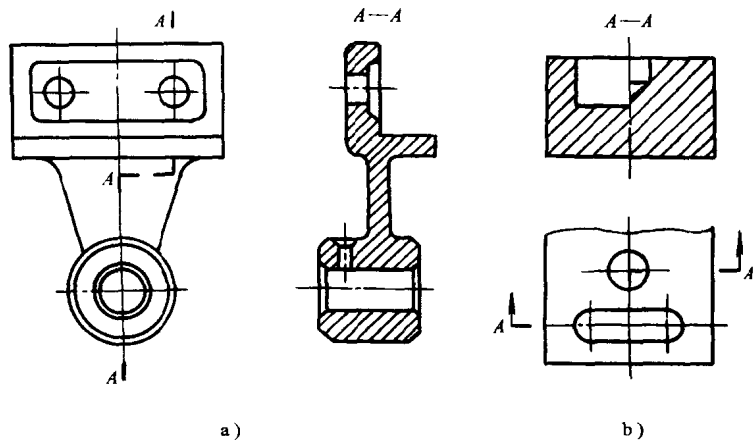


图 1-7 几个平行的剖切平面

④ 组合的剖切平面，如图 1-8 所示，除旋转、阶梯剖以外，用组合的剖切平面剖开机件的方法称为复合剖。采用这种方法画视图时，可采用展开画法，但在此时应标注“×—×展开”。

⑤ 不平行于任何基本投影面的剖切平面又称斜剖，指用不平行于任何基本投影面的剖切平面来剖开机件。采用这种方法画剖视图，在不产生任何误解时，允许将图形旋转，标注形式为“×—×旋转”。

2) 剖视

① 全剖视图 指用剖切面完全地剖开机件所得的剖视图。

② 半剖视图 如图 1-9 所示，当机件具有对称平面时，在垂直于对称平面的投影面上投影所得的图形，可以对称中心线为界，一半画成剖视，另一半画成视图。当机件形状接近于对称，且不对称部分已另有图形表达清楚时，也可以画成半剖视。

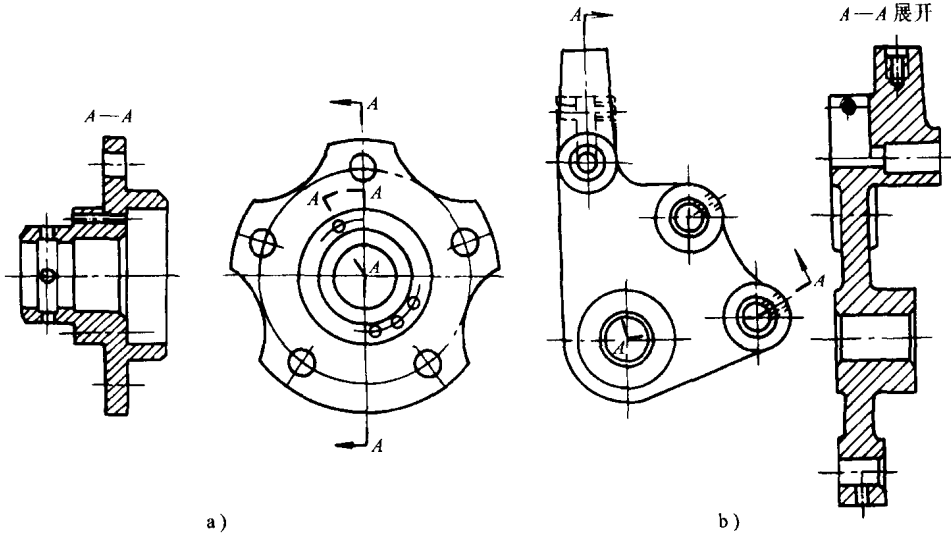


图 1-8 组合的剖切平面

③ 局部剖视图 如图 1-10 所示，局部剖视图就是用剖切平面局部地剖开机件。局部剖视图用波浪线分界，波浪线不应和图样上的其它图线重合。当被剖结构为回转体时、允许将该结构的中心线作为局部剖视与视图的分界线。

(3) 剖面

1) 移出剖面 如图 1-11 所示，移出剖面的轮廓线用粗实线绘制。移出剖面应尽量配置在剖切符号或

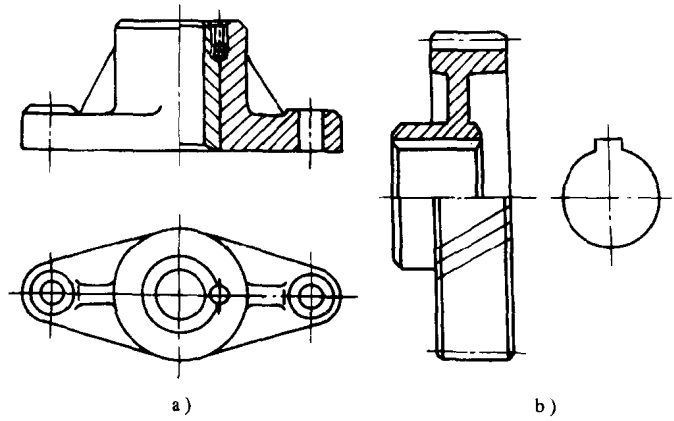


图 1-9 半剖视图

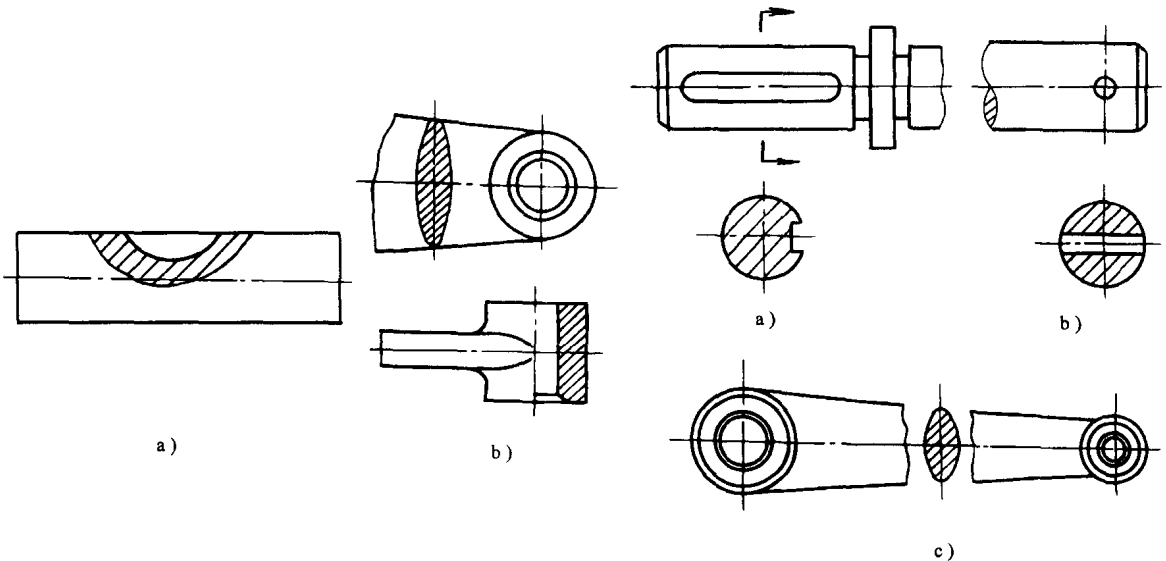


图 1-10 局部剖视图

图 1-11 移出剖面

剖切平面迹线的延长线上。剖面图形对称时，也可画在视图的中断处。在不致引起误解时，允许将图形旋转，其标注形式为“×—× 旋转”。必要时可将移出剖面配置在其它适当的位置。由两个或多个相交的剖切平面剖切得出的移出剖面，中间一般应断开。

当剖切平面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时，这些结构按剖视绘制。当剖切平面通过非圆孔，会导致出现完全分离的两个剖面时，则这些结构应按剖视绘制。

2) 重合剖面 如图 1-12 所示，轮廓线与重合剖面的图形重叠时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断。对称的重合剖面不必标注。

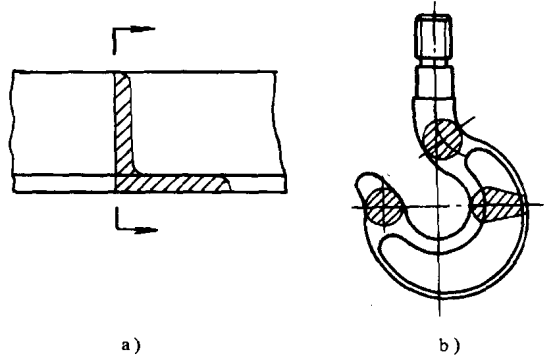


图 1-12 重合剖面

二、基本几何图形的作法

1. 直线

(1) 直线的作法

1) 短直线的作法 在小型制件上划线时，当所划直线 $\leq 1000\text{mm}$ 时，可用划针或石笔紧靠直尺的一侧进行。注意在划直线时划针（或石笔）应倾斜一定的角度，如图 1-13 所示。

2) 中长直线的作法 当所划直线为 $1000 \sim 8000\text{mm}$ 时，可采用粉线弹出，如图 1-14 所示。通常在直线大于 4000mm 时，应弹两次粉线，且以两线重合为准。

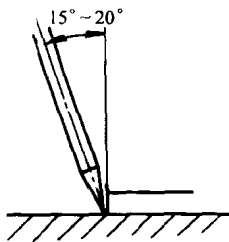


图 1-13 短直线的作法

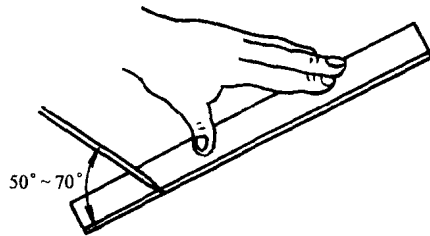


图 1-14 中长直线的作法

3) 长直线的作法 当所划直线大于 8000mm 时，可用小于 $\phi 1\text{mm}$ 的钢丝，用弹簧拉紧并托以垫块，然后再用 90° 角尺靠紧钢丝一侧并在其下端定出若干点数，再用粉线以三点弹成直线而成，如图 1-15 所示。

(2) 垂线的作法

1) 作直线上点的垂线 如图 1-16 所示，以 P 点为中心，取适当长度为半径画弧交直线

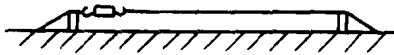


图 1-15 长直线的作法

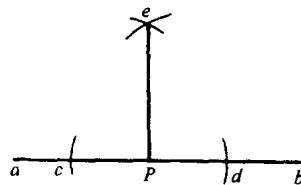


图 1-16 垂线的作法 I

ab 于 c 、 d 两点；分别以 c 、 d 点为中心，取大于前一半径的距离为半径画圆弧得出交点为 e ，连接 eP ，则得到 $eP \perp ab$ 。

2) 作直线外点的垂线 如图 1-17 所示，以 P 点为中心，取大于直线 AB 至 P 点的距离的长度为半径画圆弧，交直线 AB 于 c 、 d 点；分别以 c 、 d 点为中心，以大于 cd 线一半的长度为半径画圆弧交点为 e ，连接 eP ，则 $eP \perp AB$ 。

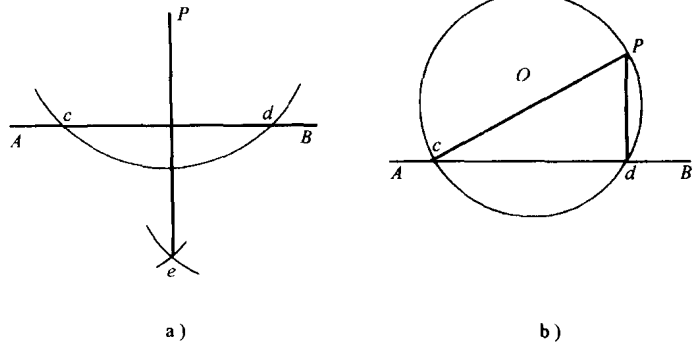


图 1-17 垂线的作法 II

3) 作直线端点的垂线 如图 1-18a 所示，在直线 ab 外任取一点 O ，以 O 为中心，取 Ob 为半径画圆交 ab 于 c 点；连接 cO 并延长交圆于 d 点，连接 bd ，则 $bd \perp ab$ 。

又如图 1-18 中 b 所示，可用勾股弦法作出。在直线 ab 上取适当的长度为 L ，然后从 b 点开始量取 $bd = 4L$ ；再以 b 、 d 为顶点，分别取 $3L$ 、 $5L$ 为长度为半径画圆弧得交点为 c ，连接 bc ，则 $bc \perp ab$ 。

(3) 平行线的作法

1) 作相距为 S 的平行线 如图 1-19 所示，在直线 ab 上任取两点为中心，以 S 长为半径画两圆弧，作出两圆弧的切线 cd ，则 $cd \parallel ab$ 。

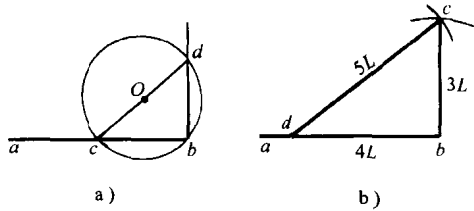


图 1-18 垂线的作法 III

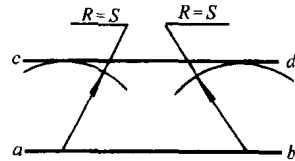


图 1-19 平行线作法 I

2) 过直线外一点作平行线，如图 1-20 所示，以直线 ab 外的已知点 P 为中心，取大于 P 点到 ab 的距离的长度为半径画圆弧交 ab 于 e 点；以 e 为中心，同样的半径画圆弧交 ab 于 f 点。仍以 e 为中心，取 $f-P$ 的长度为半径画圆弧，与第一次所画的圆弧交于 g 点，过 P 、 g 两点作直线 cd ，则 $cd \parallel ab$ 。

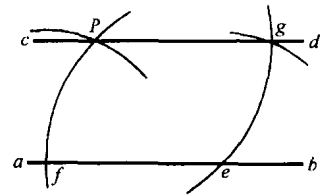


图 1-20 平行线作法 II

2. 曲线

(1) 圆弧的作法

1) 作图法 作图法又分为准确和近视两种，通常应用作图法来作圆弧的构件尺寸较小。

① 圆弧的准确作法 如图 1-21 所示，是用已知弦长和弦高求作圆弧。在图 1-21a 中，先连接 ac 、 bc ，并分别求作这两条直线的垂直平分线且相交于 O 点，再以 O 为中心， $a-O$ 长度为半径画圆弧，即得。

在图 1-21b 中，分别过 a 、 c 两点作 cd 和 ab 的平行线而得到矩形 $adce$ ；再连接 ac ，且过

a 点作 ac 的垂直线并交 ce 的延长线于 f 点；在 ad、cf、ae 线上各截取相同的等分（图中为四等分）；分别连接 ad 与 cf 上的等分点以及 ae 上的等分点与 c 相连，可得到一组对应交点，然后圆滑连接这些对应交点，即得所求圆弧。

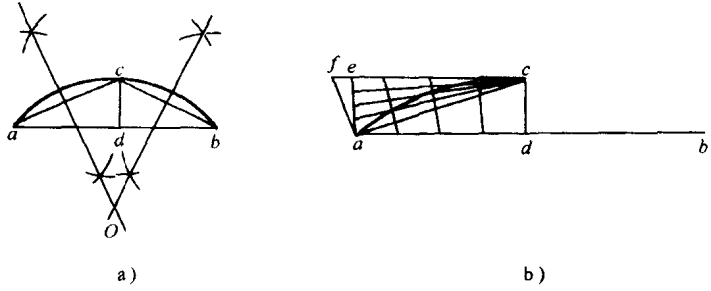


图 1-21 圆弧的准确作法

② 圆弧的近似作法 如图 1-22 所示，也是已知弦长和弦高。在图 1-22a 中，以 d 为中心，cd 为半径画圆，延长 cd 线与圆交于 p 点；将 1/4 圆周和 ab/2 作相同的等份（图中为三等分），得 1、2 点和 1''、2'' 点；连接 1-p、2-p 与 ab 交于 1'、2' 点；分别以 1-1' 和 2-2' 的长度在 ab 的 1''、2'' 点的向上垂线上截取等同长度，然后圆滑连接各点，即得出所求的近似圆弧。

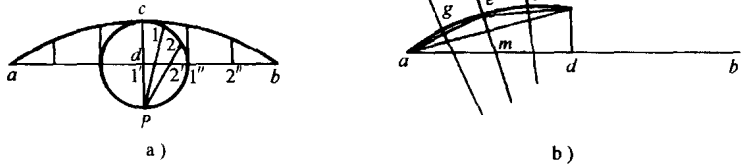


图 1-22 圆弧的近似作法

在图 1-22b 中，连接 ac 且作 ac 线的垂直平分线，与 ac 交于 m 点，从 m 点向上截取 cd/4 的长度为 e 点；再连接 a-e 和 c-e，并作两线的垂直平分线，同理量取 em/4 的长度可得 f、g 点；如果不要，按同样的方法还可求作出若干点；然后圆滑连接所求各点，可得到所求的近视圆弧。

2) 计算法 当求作的圆弧较大时可采用此方法。

① 若已知弦长和弦高时，如图 1-23 所示，其计算公式为：

$$\eta = h - \frac{4H}{B^2} X^2$$

② 已知半径和圆心角时，如图 1-24 所示，其计算公式为：

$$L = R \frac{\pi\alpha}{180^\circ}$$

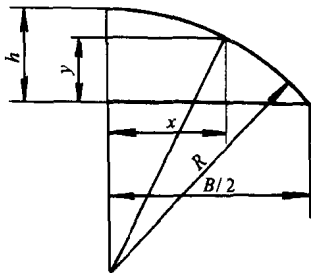


图 1-23

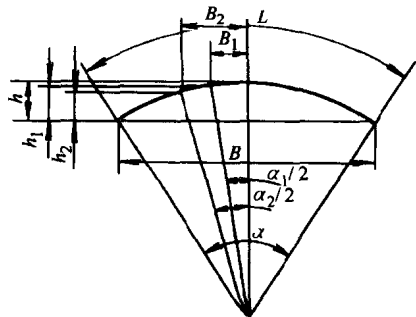


图 1-24