

李采 编



36

板金展开作图法

本书共分八章，主要包括：几何作图基础，投影和识图的基本知识，柱面及其构件的展开，锥面及其构件的展开，相贯线及其构件的展开，过渡体及其构件的展开，多面体及其构件的展开，螺旋面及其构件的展开。书中介绍了平行线、放射线画法的运用，旋转法、切平面法求实长线，一次、二次变换法及回转法求断面实形，各种形式的三角形画法展开构件等方法，另外，对咬口缝的咬口步骤，厚板构件的展开及坡口切割，角钢制件的计算下料和切口下料也作了介绍。

本书适合具有初中文化水平的工人及有关技术人员学习参考。

板金展开作图法

李 采 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16 印张：10 $\frac{1}{2}$ 字数：256千字

1990年2月第一版 1990年2月第一次印刷

印数：1—10110册 定价：4.00元

ISBN 7-112-00894-8/TU·634

(5962)

前 言

金属板构件展开技术,不仅板金工需要掌握,其它如铆工、焊工、钳工和划线工等工种在生产中应用也是比较广泛的,可以说,板材展开技术的应用不仅面广,而且是涉及多工种的一门专业技术。尤其当前许多有丰富经验的老工人离开生产第一线,青年工人顶上岗位之际,他们非常需要尽快掌握这一技术,以提高生产技能。针对这一实际情况,编者编写了这本《板金展开作图法》,以求引导青年读者通过自学,结合生产实际,进而全面掌握这一技术。因此本书在叙述原理方面做到简明扼要,在展开画法上说明文字力求详尽,使理论与实践结合起来。对所选择的展开实例,不仅使其具有展开画法的代表性,且与生产实际相联系。对难以辨别的形体和不易画出的构件投影图,都辅以直观性强的立体图和投影图画法,这对看懂、画好投影图和展开图都将起到启迪作用,不致使读者因疑难而退却,从而引起读者的自学兴趣,达到举一反三的目的。

本书共分八章。第一和第二章介绍了几何作图法、投影和识图知识以及求线段的实长方法,为画好构件投影图和展开图奠定基础。第三、第四两章为柱面和锥面构件的展开,主要讲述了平行线、放射线原理及画法的运用,较详细地介绍了求实长线的有关旋转法、切平面法、求实形、一次、二次变换法,以及回转法求断面实形等。还着重讲述了咬口缝的种类、咬口步骤,并对典型构件的咬口绘出示意图。对厚板构件的展开及修切连接坡口也作了介绍。初学展开技术的读者,通过这两章学习,对掌握展开理论和画图能力,将会有很大程度的提高。第五章主要叙述两形体的相贯,如何对不同两相贯体,运用恰当的画法,准确地求出结合线。对简捷求相贯线的球面法着重作了介绍。第六、第七章涉及的过渡体和多面体,所列举的构件虽然都属于三角形画法,但由于形体的不同,三角形线实长的求法亦有所区别,故对具有典型的各种形式的三角形线都做了叙述。第八章螺旋面构件随着工业的不断发展,应用面越来越广,熟练掌握它很有必要。与板制构件有着不可分割的角钢制件的计算下料和切口下料也作了介绍。

本书可供青年工人自学和有关技术人员参考。由于编者水平有限,书中错误之处在所难免,诚恳希望读者批评指正。

目 录

第一章 展开图及几何画线基础..... 1	一、锥面与放射线..... 5 5
一、展开图..... 1	二、放射线画法展开实例..... 64
二、几何画线基础..... 2	三、板厚处理..... 77
三、等分角度..... 3	第五章 相贯线及其构件的展开..... 8 8
四、椭圆的画法..... 4	一、相贯线的概念..... 8 8
五、圆的作法..... 6	二、相贯线的几种画法..... 8 8
六、圆弧连接及圆的切线..... 10	三、相贯线画法的展开实例..... 94
第二章 识图..... 13	第六章 过渡体及其构件的展开..... 101
一、投影的概念..... 13	一、过渡体的概念..... 101
二、正投影..... 13	二、过渡体画法的展开实例..... 101
三、识图方法..... 14	第七章 多面体及其构件的展开..... 128
四、点、线、面的投影..... 15	一、多面体..... 128
五、直线段的投影..... 16	二、多面体画法的展开实例..... 128
六、平面的投影..... 19	三、构件加固角钢..... 150
七、直线段实长的求法..... 22	第八章 螺旋面及其构件的展开..... 152
第三章 柱面及其构件的展开..... 25	一、螺旋面..... 152
一、柱面与平行线..... 25	二、螺旋面画法展开实例..... 153
二、平行线画法的展开实例..... 28	三、角钢计算下料..... 160
三、咬口缝..... 51	
第四章 锥面及其构件的展开..... 55	

第一章 展开图及几何画线基础

一、展 开 图

金属板制造的构件以及板制大型装置，随着基本建设的发展，越来越多地出现于矿山、冶金、化工、船舶、铁道、建筑等各工业部门。图1-1所示即一饲料车间的整套粉料装置。从图中不难看出许多构件，是由多节弯头、料斗、天圆地方过渡接头，矩形弯头，贮料罐、螺旋吸料装置以及分离器等所组成，这些构件在生产过程中，第一道工序就是将构件的立体表面展开成为金属板材上的下料图形，即展开技术。

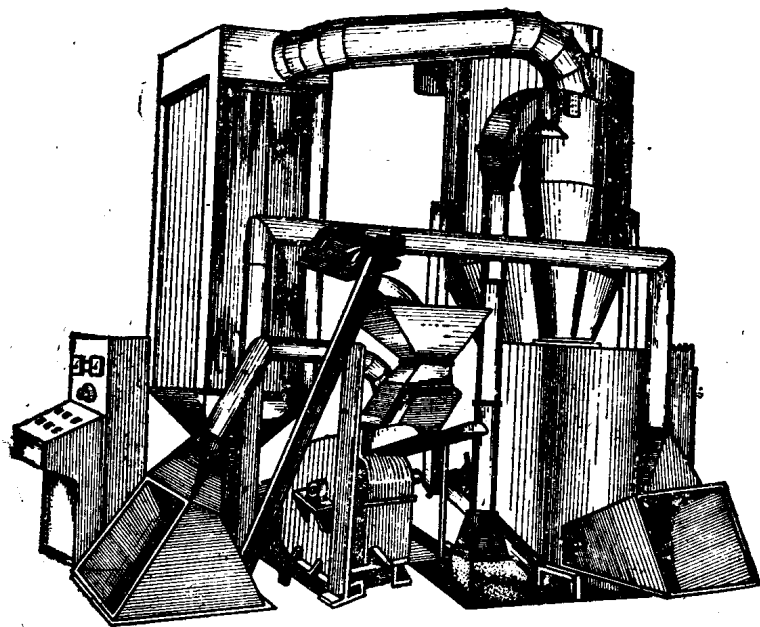


图 1-1 粉料装置

所谓展开，即将各种形状的构件立体表面按实际尺寸依次展开画在一平面上。图1-2所示的方箱壳体，如沿棱处切开，其所呈现的平面图形，即为这一构件的展开图。

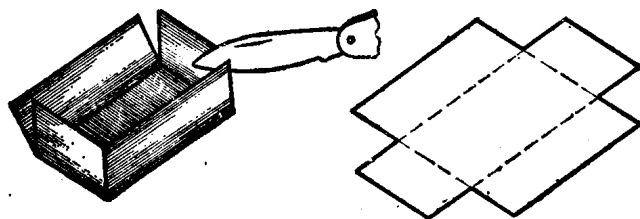


图 1-2 方箱壳体的展开形状

较简单的构件，可直接量取构件表面尺寸，画出下料图，对形体复杂的构件，必须运用展开作图法。

常用展开方法有平行线法、放射线法、三角形法及辅助球面法。使用哪种方法恰当，要视构件立体表面不同形状而定。下面各章将对不同画法逐一叙述。

二、几何画线基础

构件生产图纸的图面是由各种图形所组成，虽然图形各不相同，但总离不开直线和曲线，而这些线的形成，又与几何形状有关，为准确画好展开图，须首先熟悉掌握几何作图法。

1. 作垂直线（图1-3）

- 1) 在A—B直线上定O点，以O点为中心，任意长为半径画弧交于a和b。
- 2) 分别以a、b为中心，大于O—a长为半径在上方画弧交C点。
- 3) 连接C—O，即所求垂直线。如将线延长即得十字中心线。

2. 直线一端作垂直线（图1-4）

- 1) 定直线A—B，一端定B为中心，任意长为半径画弧交于a，以a为中心，原半径不动在弧上截取b和c。
- 2) 分别以b和c为中心，任意长为半径向上方画弧交于d，连接d—B即得一端所作垂直线。

3. 直线段任意等分（图1-5）

- 1) 设将直线段5等分。由A点作一斜线A—C（与A—B成一角度；一般 $20^\circ \sim 40^\circ$ 为宜）。
- 2) 在A—C斜线上，任意长截取5等分，5与B连线，引4、3、2、1点作5—B线的平行线，即在A—B直线段上得5等分点。

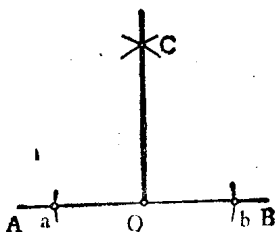


图 1-3 垂直线的作法

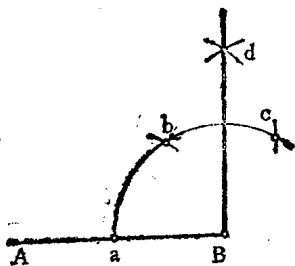


图 1-4 直线一端作垂直线

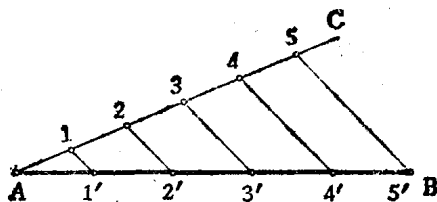


图 1-5 直线段任意等分作法

三、等 分 角 度

1. 二等分角 (图1-6)

- 1) 以O为中心, 任意长为半径画弧交于a和b。
- 2) 分别以a、b为中心, 任意长为半径画弧交于c, c—O连线即角的二等分线。

2. 二等分无顶点的角 (图1-7)

- 1) 在A—B、C—D线上任意定O'和O'', 分别以O'和O''为中心, 任意长画弧交于ab、cd, 原半径不动, 分别再以a、b、c、d为中心, 在弧上截取e、x和g、h点。

- 2) 将ef、gh连线并延长交于O, 以O为中心, 任意长画弧交于1和2, 再分别以1和2为中心, 原半径不动画弧交于3, O—3连线即平分无顶角。

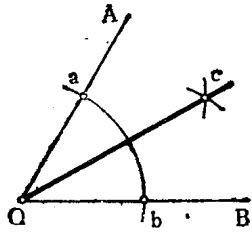


图 1-6 角的二等分作法

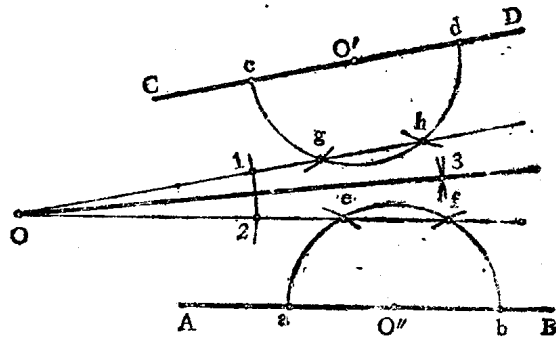


图 1-7 二等分无顶角的作法

3. 三等分直角 (图1-8)

- 1) 定直角 $\angle AOB$, 以O为中心, 任意长为半径画弧交于a和b。
- 2) 原半径不动, 分别以a、b为中心在弧上截取c、d点, 连接O—c, O—d, 即角的三等分线。

4. 任意等分角 (图1-9)

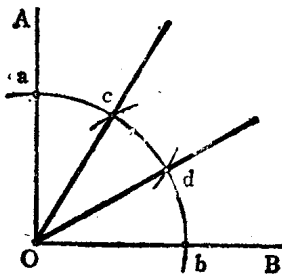


图 1-8 直角三等分的作法

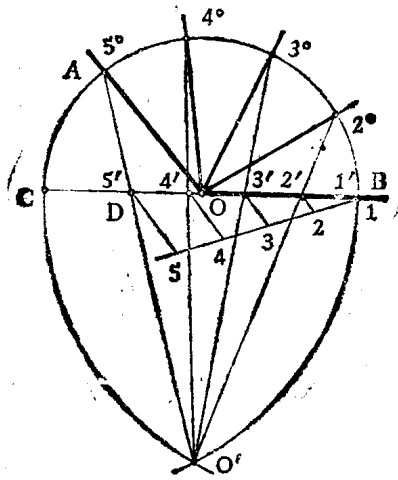


图 1-9 任意等分角的作法

1) 定角 $\angle AOB$ (设4等分角), 以O为中心, 任意长画半圆交于C、1、5°, 分别以C、1为中心, C—1长画弧交于O'点。

2) 5°—O'连线交C—O线上得D点。并将D—1线段5等分。

3) 由O'点过D—1线上各点连线, 在 $\widehat{AB}$ 弧上得2°、3°、4°点, 连O—2°、O—3°、O—4°即4等分线。

5. 作任意角 (图1-10)

1) 以O为中心, 取定数57.3毫米长为半径画弧, 此弧线上每取1毫米与O连线, 其夹角即为1° (定数57.3根据 $\frac{\text{圆周长}}{2\pi}$ 得来; 即 $\frac{360}{2 \times 3.14} = 57.3$ ($57.3 \times 2 \times 3.14 \approx 360$))。

2) 在定弧上量取几毫米, 即是几度。如量25毫米, 即25°, 60毫米即60°。

6. 三角形内画圆切其各边 (图1-11)

1) 分别将A角和B角二等分, 平分线交于O, 过O点作下垂线交D。

2) 以O点为圆心, O—D长为半径画圆, 即所求。

7. 三角形内画三等圆各切其两边 (图1-12)

1) 画正三角形ABC, 平分各角, 等分线交a、b、c, 二等分 $\angle OcB$, 等分线交于d, 由d作垂线交于e点。

2) 以O点为圆心, O—d长画圆交于f、g, 分别以f、g、d为圆心, d—e长画圆即所求三切圆。

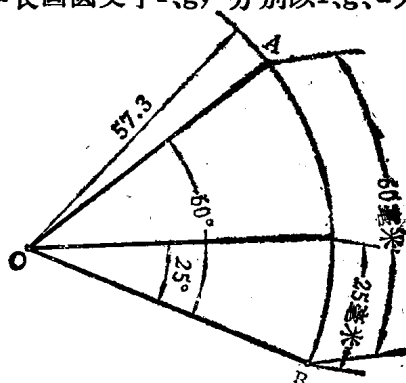


图 1-10 任意角的求法

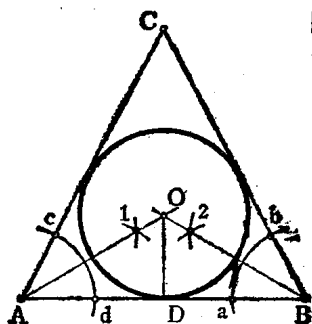


图 1-11 三角形内画圆切各边的作法

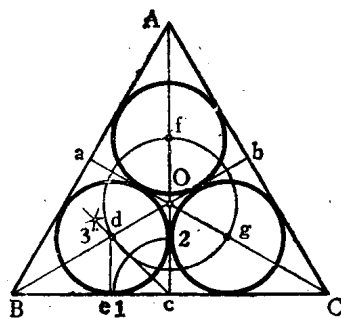


图 1-12 三角形内画三等圆切其两边

四、椭圆的画法

1. 已知长轴画椭圆 (图1-13)

1) 将长轴A—B线段3等分, 得O₁和O₂, 分别以O₁、O₂为中心, O₁—A长为半径画圆

交于a、b。

2) 由a和b过 O_1 、 O_2 连线交于c、d、e、f点。以a和b为中心，a—d长为半径画弧连接 $\widehat{df}$ 、 $\widehat{ce}$ ，即所求椭圆。

2. 已知长短轴画椭圆(图1-14)

1) 设A—B、C—D为长短轴，A—C连线，以O为中心，O—A长画弧交于F，以C为中心，C—F长画弧交于E，作E—A垂直平分线交于a和b。

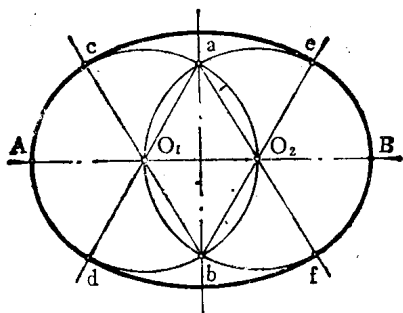


图 1-13 已知长轴画椭圆

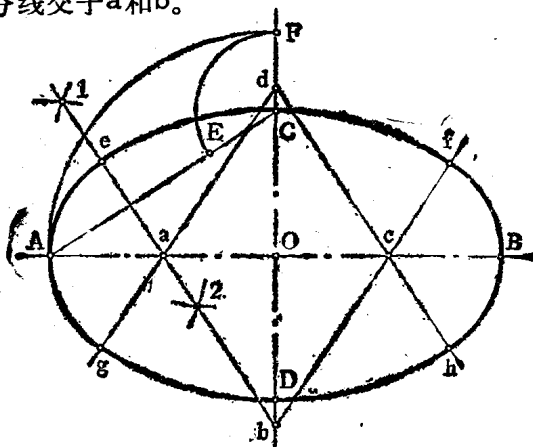


图 1-14 已知长短轴画椭圆

2) 截取Od为Ob，Oc为Oa。由d和b点分别与a和c连线并延长。各以a、c为中心，a—A长画弧交于eg、fh与以b、d为中心bC长所画弧连接，即所求。

3. 蛋形圆的画法(图1-15)

1) 以O为中心，已知半径画圆交于A、B、C、D，C—A、D—A连线并延长。

2) 分别以C、D为中心，C—D长画弧交于a、b。再以A为中心，A—a长画弧连接即所求。

4. 求椭圆周长(1/4周长)(图1-16)

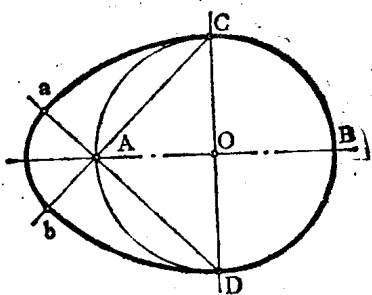


图 1-15 蛋形圆的作法

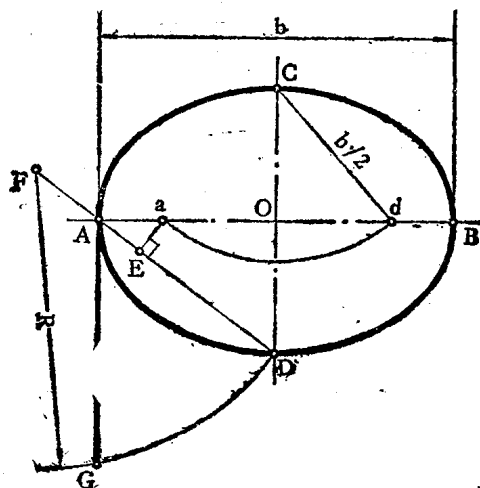


图 1-16 椭圆周长的求法

1) 以C为中心，b/2长画弧交于a、d。

2) A—D连线并延长，过a点作A—D线的垂线交于E，截取A—F长为1.5倍A—E。

3) 以F为中心，F—D长画弧与A点所作的切线交于G点，A—G即1/4的椭圆伸直长。

五、圆的作法

1. 求圆周长(图1-17)

- 1) 定圆直径A—B, 由F点作圆的切线, 在切线上截取E点为3D。
- 2) 作 $\angle COa$ 为 30° , 由a点作水平线交于a, 连b—E, 即圆的伸直长度。

2. 求半圆周长(图1-18)

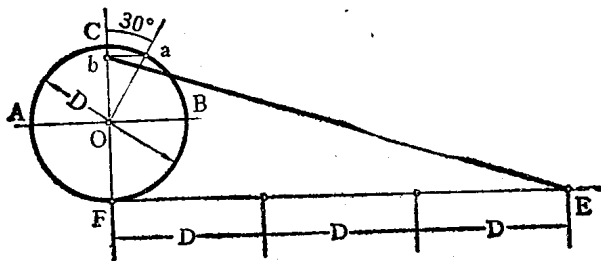


图 1-17 圆周长的求法

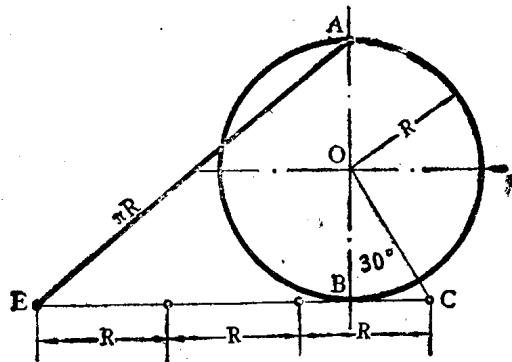


图 1-18 半圆周长的求法

- 1) 定圆直径A—B, 过B点作切线, 作 30° 角交切线得C点。
- 2) 由C点截取3R得E点, E—A连线, 此线即半圆周伸直长度。

3. 求圆弧的圆心(图1-19)

- 1) 在圆弧上任取3点A、B、C并连直线。
- 2) 作A—B、B—C的垂直平分线, 两线相交得O点即圆弧的圆心。

4. 较大圆弧的画法(图1-20)

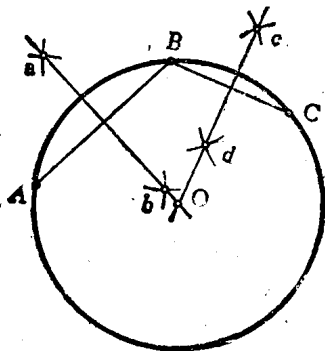


图 1-19 求圆弧的圆心

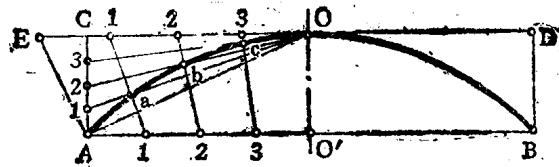


图 1-20 较大圆弧作法

- 1) 已知弦长和弧高作一矩形, 定点A、B、C、D和O、O', A—O连直线, 并过A点作A—O'垂线交于O—C延长线得E点。

- 2) 分别在E—O、A—O'、A—C线段上作4等分点(等分可视弧的大小而定), 上下对应连线, A—C线上各点分别与O连线交上下连线得a、b、c点, 用曲线圆滑连接各点即得大圆弧。

5. 定圆内接正五边形(图1-21)

1) 以O点为圆心, 已知半径画圆交得A、B、C、D点, 原半径不变, 以A为中心画弧交得a和b, a—b连线交于E点。

2) E为中心, E—C长画弧交于F, F—C连线, 此线段长即五边形一边之长。

如将1—3、1—4、2—4、2—5、5—3连线, 即得正五角星(图1-22)。

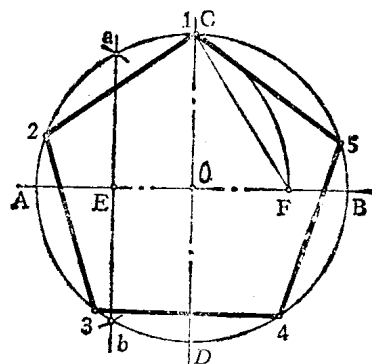


图 1-21 定圆内接正五边形的作法

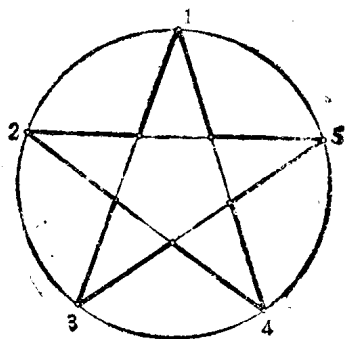


图 1-22 五角星

6. 定圆内接正六边形(图1-23)

1) 已知半径画圆交点A、B, 分别以A、B为中心原半径不动画弧交点C、D和E、F。

2) A—D、D—F、F—B、B—E、E—C、C—A连线即所求内接正六边形。

7. 已知边长画正五边形(图1-24)

1) 已知边长A—B, 分别以A和B为圆心, A—B长画圆交a、b, 以b为圆心, 原半径不动画圆交于c、d。

2) a—b连线交于e, d—e、c—e连线并延长交得C和D点, 分别以C、D为中心, A—B长向上方画弧交得E点, E—C、E—D、C—A、D—B连线即所求。

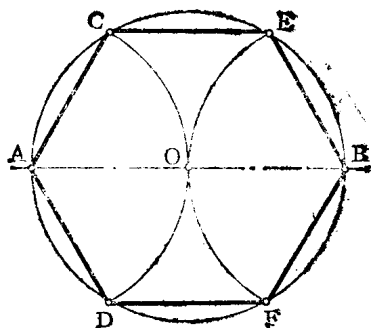


图 1-23 定圆内接正六边形的作法

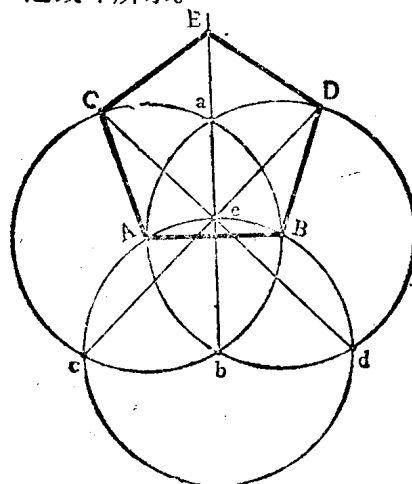


图 1-24 正五边形的作法

8. 定圆内接正七边形(图1-25)

1) 以O点为圆心, 已知半径画圆交于A、B点, 以B为中心, 原半径不动画弧交于C和D点。

2) C—D连线交中垂线得E点, C—E线段即正七边形的边长。

9. 定圆内接正九边形(图1-26)

1) 以O为圆心, 已知半径画圆交得A、B、C、D点, 以B点为中心, B—C长画弧交于中垂线上得E点。

2) 以E点为中心, E—C长画弧交于F, 再以B为中心, B—F长画弧交于G点, G—A连线与C—F弧交于H, H—O连线, 此线段长即九边形一边之长。

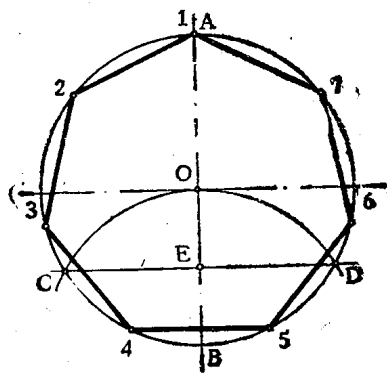


图 1-25 正七边形的作法

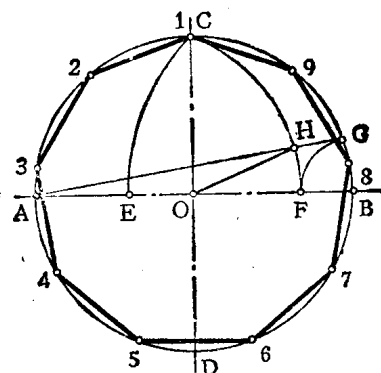


图 1-26 正九边形的作法

10. 定圆内画任意多边形 (设七边形) (图1-27)

1) 以O为圆心, 已知半径画圆交于A、B, 以B为中心, B—A长画弧交于C、D。

2) 将A—B线段七等分 (求几边形就在此线段上截几等分), 分别以C、D过1、3、5点连线 (须隔点相连), 并延长与圆交得1、2、3、7、4、6点, 各点连直线, 即所求。

11. 用弦长表等分圆周 (图1-28)

定圆内接多边形, 为圆周特定较多的等分数的作图法。如在圆周上作较多的等分, 可用弦长表求得。弦长表的用法即按弦长与直径的比例系数, 算得多边形的长度, 弦长系数见表1-1。

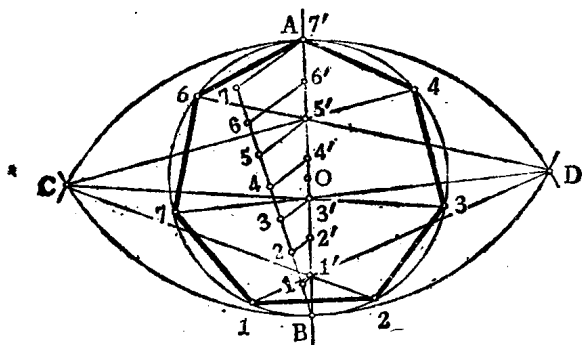


图 1-27 任意多边形的作法

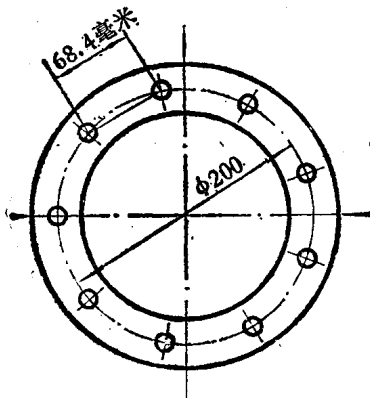


图 1-28 法兰盘

弦长系数计算式为:

$$B = KD$$

式中 B = 等分弦长

K = 弦长系数

圆周弦长系数表

表 1-1

等分数 n	系 数 k	等分数 n	系 数 k	等分数 n	系 数 k	等分数 n	系 数 k	等分数 n	系 数 k
3	0.8660	13	0.2393	23	0.1362	33	0.0951	43	0.0730
4	0.7071	14	0.2225	24	0.1305	34	0.0923	44	0.0713
5	0.5878	15	0.2079	25	0.1253	35	0.0896	45	0.0698
6	0.5000	16	0.1991	26	0.1205	36	0.0872	46	0.0682
7	0.4339	17	0.1838	27	0.1181	37	0.0848	47	0.0668
8	0.3827	18	0.1737	28	0.1120	38	0.0826	48	0.0654
9	0.3420	19	0.1646	29	0.1081	39	0.0805	49	0.0641
10	0.3090	20	0.1564	30	0.1045	40	0.0785	50	0.0628
11	0.2817	21	0.1490	31	0.1012	41	0.0766	51	0.0616
12	0.2598	22	0.1423	32	0.0980	42	0.0747	52	0.0604

D = 圆的直径

【例】制件法兰盘(图1-28)中心直径 $\phi 200$ 毫米,在其圆周上钻九个等距的孔,求两孔间中心距B。

【解】从弦长表中查得九等分系数 $K = 0.3420$

$$B = KD$$

$$= 200 \times 0.3420$$

$$= 68.4 \text{ 毫米}$$

12. 定圆内画三互相切圆(图1-29)

1) 将定圆六等分点A、B、C、D、E、F。B—E、C—F连线,过E点作切线与C—F延长线交于G。

2) 平分 $\angle OGE$ 角,等分线交于H,以O为圆心,O—H长画圆交I、J两点。

3) 分别以H、I、J为圆心,H—E长为半径画圆,即得三切圆。

13. 定圆内画相互接触三半圆(图1-30)

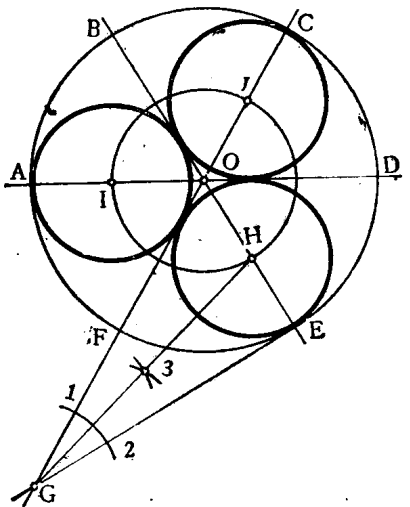


图 1-29 圆内三互相切圆的作法

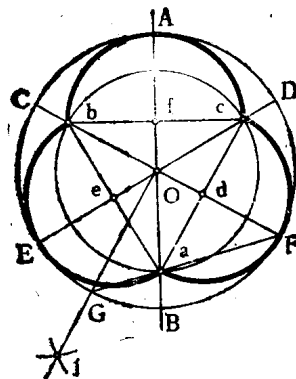


图 1-30 定圆内三半圆的作法

- 1) 将定圆六等分, A—B、C—F、D—E连直线, 二等分 $\angle OEB$ 角, 等分线交于G。
- 2) G—F连线交垂线得a点, 以O为圆心, O—a长画圆交于b、c点。a—b—c三点连直线交得e、f、d点, 分别以e、f、d为圆心, d—F长画三半圆, 即所求。

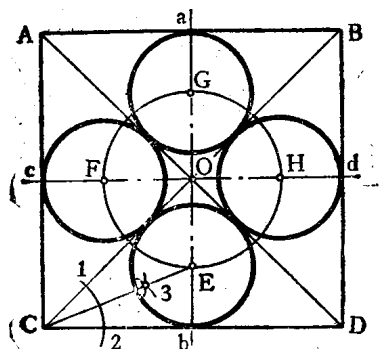


图 1-31 方形内四等圆的作法

14. 正方形内画四等圆 (图1-31)

- 1) 作正方形的对角线, 平分 $\angle OCB$, 等分线交于E。

- 2) 以O为圆心, O—E长画圆交于中垂线上得H、G、F点。

- 3) 分别以H、G、F、H点为圆心, E—b长画四等圆, 即所求。

六、圆弧连接及圆的切线

1. 圆弧连接直角 (图1-32)

- 1) 定直角ABC, 连接圆弧半径R。以B点为中心, R长画弧交得1和2点。
- 2) 分别以1和2为中心, R长画弧交于O点, 以O为中心, R长画弧连接1 2 即所求。

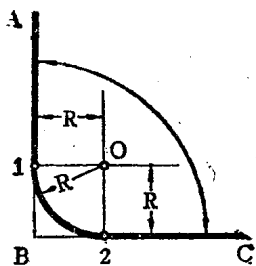


图 1-32 圆弧连接直角的作法

2. 圆弧连接锐角 (图1-33)

- 1) 定锐角ABC, 以连接弧R长分别作A—B、B—C的平行线, 交点O。
- 2) 由O点作A—B、B—C的垂线交得1和2点, 以O点为中心, R长画弧连接1和2即所求。

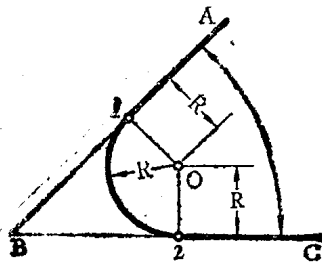


图 1-33 圆弧连接锐角的作法

3. 圆弧连接钝角 (图1-34)

- 1) 定钝角ABC, 以R长分别作A—B、B—C的平行线, 交点O。
- 2) 由O点作A—B、B—C的垂线交得1和2点, 以O点为中心, R长画弧连接1 2 即所求。

4. 圆的一点作切线 (图1-35)

- 1) 切点A与O连线, 以A为中心任意长画弧得交点B, 原半径不动由B点在弧上截取1和2点。
- 2) 分别以1和2为中心, 任意长向左方画圆弧交于E点, E—A连直线, 即所得圆的切线。

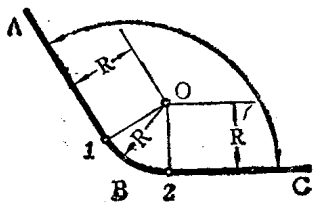


图 1-34 圆弧连接钝角的作法

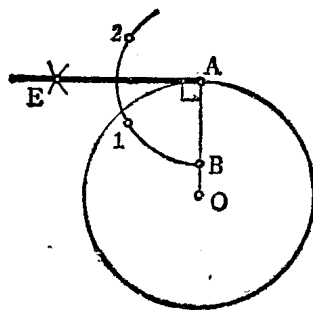


图 1-35 圆的切线作法

5. 圆外定点作圆的切线(图1-36)

- 1) 圆外定点A, A—O连线并将此线段二等分, 等分点O'。
- 2) 以O'为圆心, O—O'长为半径画半圆交于B得切点, B—A连直线即所求切线。

6. 两不等圆的外公切线(图1-37)

- 1) 将两圆心连接线段平分得A点, 以A点为中心, A—O长画弧与以O为圆心R—r长所画圆交于B, O—B连线并延长交于C点。
- 2) B—O'连线, 过O'点作B—O'的垂线交于E点, C—E连线, 即所求公切线。

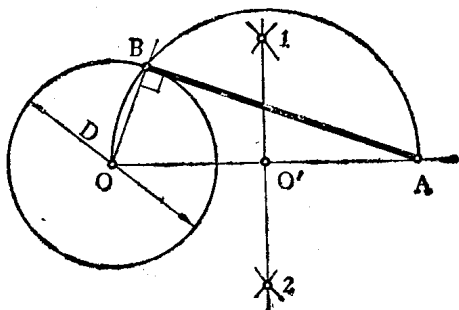


图 1-36 圆外定点切线的作法

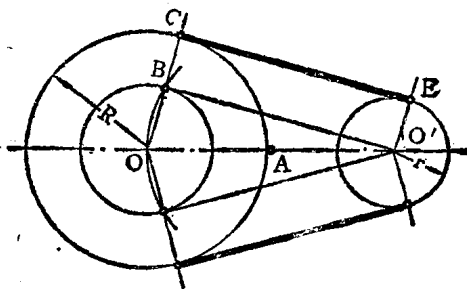


图 1-37 不等圆外公切线的作法

7. 圆弧与两圆相切(图1-38)

- 1) 以O'为中心, 已知R—R₁长为半径画弧与以O'为中心R—R₂长为半径画弧交于O点。
- 2) 分别将O—O'、O—O''连线并延长交于a、b点, a和b即弧的切点。以O为中心, R长画弧连接a—b即得R弧相切两圆。

8. 椭圆上定点作切线(图1-39)

- 1) 定椭圆切点E。以O点为圆心, O—A长画圆与椭圆切点E—O延长线交于F点, 过F点作F—O的垂线并延长为ab线段(图1-39(a))。
- 2) 在F—b线段上任取一点G(图1-39(b))。在椭圆中心线上任取一点H并连线, 分别再与E连线使其成为三角形。
- 3) 在a端适当位置作G—H的平行线交点g、h点, 过h点作E—H的平行线与由g点所作的G—E平行线交于e点。

4) $g-h-e$ 三点相连接即得与 EGH 相似的三角形。E—e 连线即得椭圆 E 点的切线。

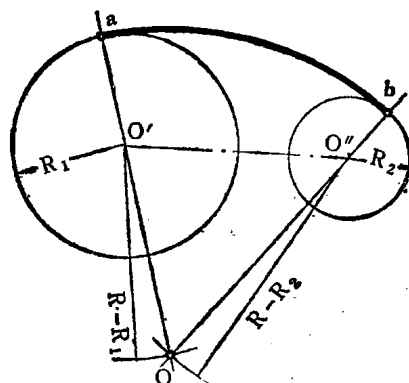


图 1-38 圆弧切两圆的作法

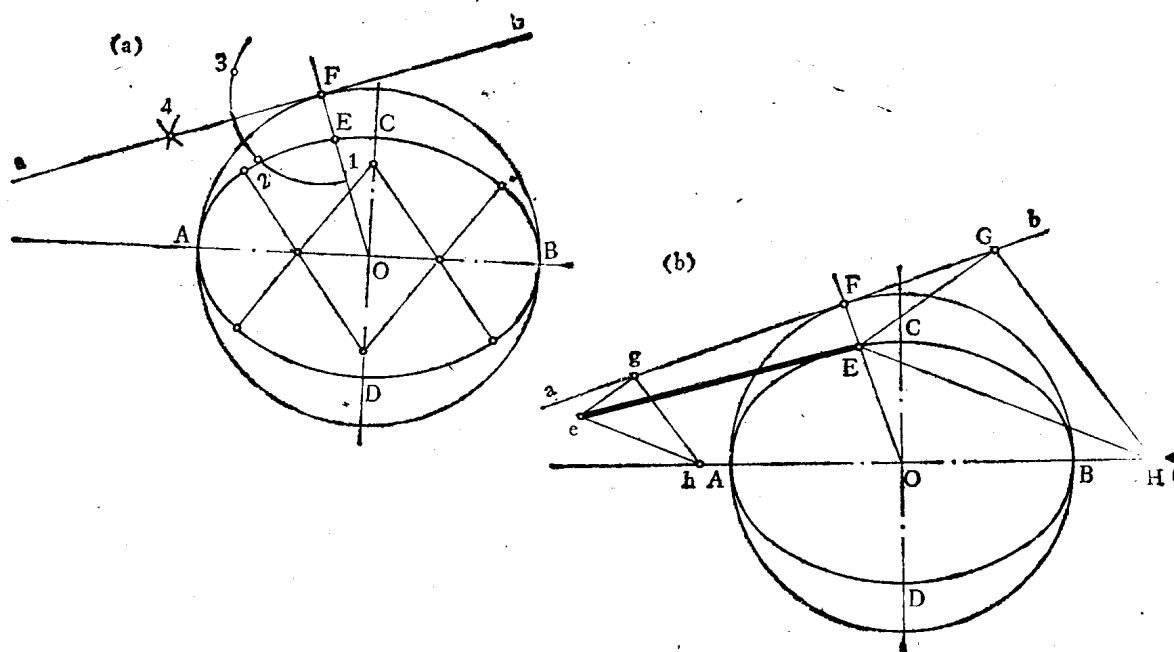


图 1-39 椭圆切线的作法

(a) 作 ab 线段; (b) 求作椭圆切线

第二章 识 图

识图通称看图，识图是生产中必不可少的工序。要想画好展开图，首先要弄清图纸中的构件形状、尺寸和技术要求。

生产图纸上面的构件图样，是依照正投影原理绘制而成的。从事板金工作以及其它工种的技术工人，不仅需要掌握工作图的基本知识和看懂图纸，而且应能准确的画好展开图。

一、投影图的概念

金属板制构件的图样都是按照正投影方法绘制的。什么是投影呢？譬如利用灯的光线来照射物体（图2-1），使其轮廓投射到对面的墙壁上，则壁上的影子就叫做物体的投影。灯光的光线叫做投影线，地平面可当做投影平面，墙壁的影子就叫做物体的中心投影。

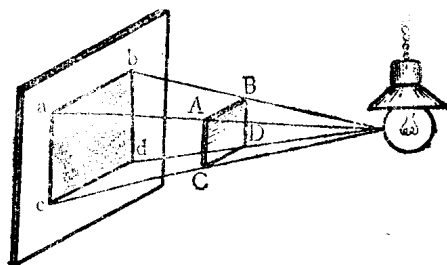


图 2-1 投影概念

二、正 投 影

投影一般可分为中心投影法和平行投影法。中心投影的光线，是从光源中心发出的，光线互不平行（图2-2），所得到的投影总是比物体的实际轮廓大得多，不能反映物体的真实大小，故不能用于绘制工程图。

平行投影是设想将光源移到离墙壁无限远处，则照射到墙壁的光线，可以看作是互相平行的。这时被照到墙壁上的投影与物体大小是一致的，所以称这种投影叫做平行投影，如图2-3所示。

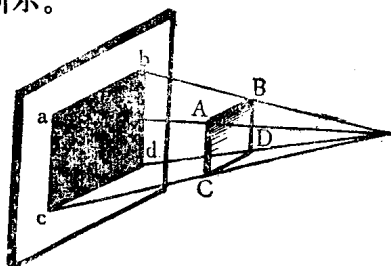


图 2-2 中心投影法

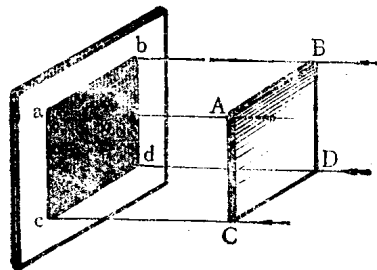


图 2-3 平行投影