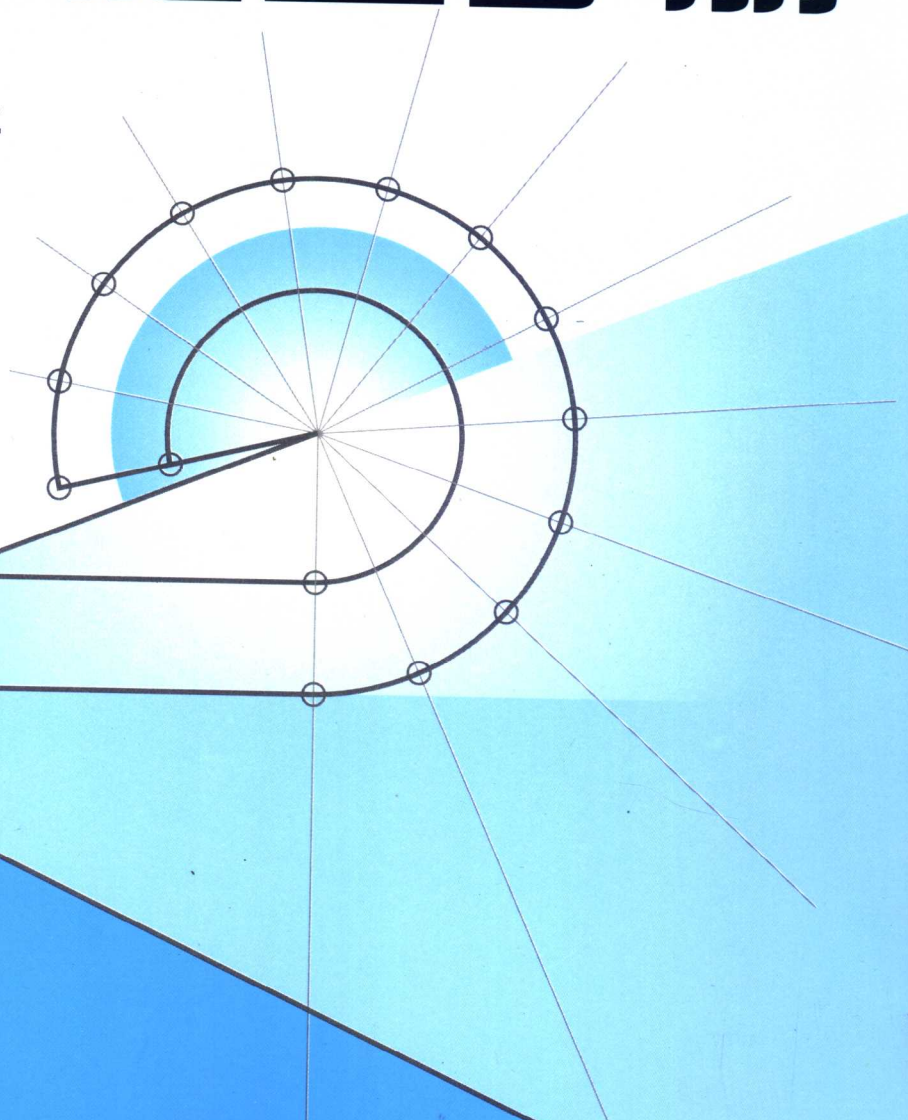


钣金展开 施工手册

金东连 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

钣金展开施工手册

金东连 编著



机械工业出版社

本手册全面系统地汇集了钣金施工所需的全方位的技术资料和有关放大样及展开的具体步骤。还包括部分经验画法和经验公式。

主要内容包括各类三通、裤形三通、四通、五通、螺旋体、绞龙、变径弯头、球体、各类容器及大圆地方等。尤其在前面重点介绍最新科技成果“钣金展开列线图法”及其使用说明。

本书可供钣金设计、施工、教学、管理人员使用，也可供大专院校学生参考。

图书在版编目（CIP）数据

钣金展开施工手册/金东连编著. —北京：机械工业出版社，2005.4

ISBN 7-111-16259-5

I. 钣... II. 金... III. 钣金工—技术手册 IV. TG936-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 018755 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：曲彩云 责任编辑：曲彩云 吕德齐 版式设计：霍永明

责任校对：樊钟英 封面设计：姚毅 责任印制：杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·8.75 印张·1 插页·154 千字

0001-5000 册

定价：25.00 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）68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国民经济的不断发展,钣金技术的应用越来越广泛,在通风、气力输送、物料输送、供热、工艺流程系统、机械制造等行业都离不开钣金技术。可是,百余年来公开书籍甚少,影响技术的普及和发展。

本手册提供了“钣金展开列线图法”这一新成果,实现了不放大样也能展开下料的愿望。人们可通过一张列线图展开千变万化封钣三通、任何节数和角度的弯头、任何变径管等。其方法简单易懂、省料省时又很精确,是对传统放样方法的一种改革。这一成果曾得到全国五所大学的教授和大型企业的专家的大力支持,并通过了技术鉴定。鉴定意见是:该列线图法有利于加速现代化建设,值得大力宣传、推广和应用……。列线图的审定和鉴定过程中得到同济大学洪钟德教授、上海华东理工大学盛谷我教授、辽宁红光电器厂康保坤总工程师和张振钣金技师、延边建筑总公司田奎相总经理、辽宁朝阳电力修造厂郭若董工程师等同志们的指导和协助,这里谨表示诚挚的谢意。除此之外,本手册还全面介绍各类构件的放大样和展开的具体步骤,说明清晰,一目了然。

即使是理论与实践相结合的钣金专家,针对一件难度较大的构件的展开,一时也都会措手不及,不能立即动手下料,这是因为钣金技术本身需要有个非常清晰的空间思维,因此非要思索一番,理清思维之后才有可能提出具体步骤。为此,本手册全面提供所能涉及到的全方位各类构件的展开实例,从而满足了广大钣金施工者的迫切需要,适应了科技的发展和变化。

本手册共分5章,内容以创新画法为主,以传统画法为次,大部分内容来自设计与实践。知识就在实践中,发现它,进而把它整理成理性知识并进一步发展深加工,就是知识分子的功劳。没有师傅们的帮助,没有有识前辈们的传授,我是寸步难行、无能为力、一事无成的。因此,出版本手册之际向广大钣金工师傅们和有识前辈们致以诚挚的谢意。

本手册的出版得到了机械工业出版社汽车分社的大力支持和关怀。由于编者水平有限,而且成稿时间较短,难免有不足之处,恳切希望读者提出宝贵意见,以便再版时订正。

作者 金东连
2004年12月

目 录

前 言

第一章 基础知识

第一节 基本分规操作法	1
第二节 椭圆画法	6
第三节 封头、角钢、咬口	8
第四节 投影图的基本概念	12
第五节 展开法	15
1. 放射线法	16
2. 平行法	16
3. 三角形法, 混合法	19

第二章 钣金展开列线图法

第一节 现行的放样下料概况	24
1. 三通	24
2. 弯头	24
3. 大小头 (变径管)	27
第二节 钣金展开列线图的使用	29
1. 三通支管的展开	29
2. 弯头半节展开图	30
3. 求变径管展开图中的 L_1 、 L'_1 、 L_2 、 L'_2 的长度	31

第三章 各类一般构件的展开

第一节 锥体与柱体构件的展开	33
第二节 各类常见三通构件的展开	35
1. 偏心异径斜三通	35
2. 正六角筒与正四方筒正斜交三通	37
3. 矩形管与圆形管正斜交三通	37
4. 椭圆柱与椭圆柱垂直相交三通	40
5. 椭圆柱与椭圆柱正斜交三通	41
6. 补料三通 (特殊三通)	42
第三节 各类裤形三通展开	43
1. 天圆地方裤形三通	43
2. 底为椭圆、支管为正圆形的裤形三通	45

3. 两个同径锥体斜交裤形三通	47
4. 两个弯头与圆管相交的裤形三通	49
5. 下为方, 上为圆形的裤形三通	51
6. 两路同径弯头与方形母管相交的裤形三通	52
7. 异径丫形裤形三通	53
8. 母管为圆柱而支管为方管的裤形三通	56
9. 两个相同的正锥体支管与圆形管相交的丫形裤形三通	57
10. 母管为圆管而支管为细长椭圆管的裤形三通	58
11. 加补料的三个同径的丫形裤形三通	61
12. 天圆地椭圆裤形三通	62
13. 母管及支管皆为弹头形的裤形三通	62
14. 母管为圆形而支管为同径细长圆形管的裤形三通	66
15. 两个异径锥形体相交的裤形三通	68

第四章 螺旋管及绞龙翼片展开

第一节 螺旋管	73
1. 180°方形螺旋管	73
2. 180°不同尺寸的螺旋管	74
3. 不同尺寸螺旋管	78
4. 圆形来回弯管	81
第二节 绞龙翼片展开	82
1. 柱芯等宽翼片绞龙展开 (一)	82
2. 柱芯等宽翼片上升导程不匀速的绞龙	83
3. 柱芯等宽翼片绞龙展开 (二)	83
4. 柱芯等宽倾斜翼片绞龙展开	87
5. 360°柱芯渐缩翼片绞龙展开	87
6. 双导程柱芯渐缩翼片绞龙	91
7. 锥芯等宽翼片绞龙展开	91

第五章 特殊构件

第一节 四通、五通	96
1. 三个支管均为同径而且均在同一平面上的四通	96
2. 放射状四通	96
3. 母管为方形而支管为同径的五通	101
4. 不等径四通	101
第二节 变径弯头	105
1. 变径 90°多节弯头	105
2. 各截面皆为正圆形的多节 90°变径弯头	107
第三节 球体构件	108

1. 六角塔构件展开	108
2. 球体展开 (一)	109
3. 球体展开 (二)	109
4. 罐端板展开	113
5. 半球形罐端表面展开图	114

第六章 各类容器及罩

第一节 各类容器	116
1. 浴盆	116
2. 正天圆地方	116
3. 特殊的天圆地方	116
第二节 各类变径构件	120
1. 圆管垂直正插入四角锥体	120
2. 矩形变径管	120
3. 带弧角形天圆地方	120
4. 上、下口为正圆的斜变径管	124
5. 茶壶嘴	124
6. 渐缩八角形	124
7. 圆管垂直插入六角锥体展开	128
8. 尾部排烟接头及五角星	131
9. 矩形风道构件	132

第一章 基础知识

钣金展开是立体空间概念较强的一门技术，不仅要有清醒的投影概念，而且要具备熟练的操作技能。要想展开一个部件，首先要按着机械制图的规则按1:1的比例正确地绘制出部件图形，也就是正确地放大样，从而直接量取或求得展开所需要的每个线段的实长。最后，按照所选择的展开法绘制出展开图。除此之外，在具体划线过程中还要涉及到几何制图方面的知识，即要熟练地掌握各种线段、弧线、角度的等分方法和各线与弧线之间的连接方法及相贯线的求法等，同时还要熟记经验数据和经验画法。

第一节 基本分规操作法

图 1-1 所示为如何画出既垂直于 12 线段又通过 1 点的 15 直线。以 1 点为圆心、以任意 R_1 为半径画弧得与 12 线段的交点 3，以 3 点为圆心以同样 R_1 为半径画弧得交点 4，继续以 4 为圆心以 R_1 为半径画弧，得与 34 的延长线的交点 5，连接 1、5 的线段就是通过 1 点而且又垂直于 12 的线段。

图 1-2 所示为如何画出既垂直于 12 线段又等分 12 的线段。分别以 1、2 点为圆心，以大于 12 线段一半的长度 R_2 为半径画弧得 3、4 交点，连接 3、4 点的直线就是 12 线段的垂直等分线。

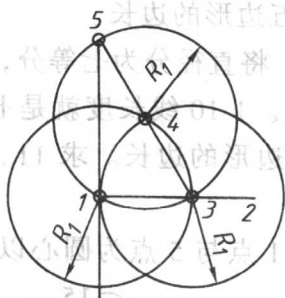


图 1-1

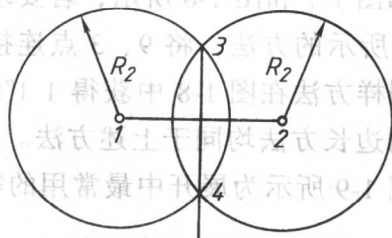


图 1-2

图 1-3 所示为如何等分 90° 圆弧。分别以 6、7 点为圆心，以任意 R_2 为半径画弧得交点 4，O4 线就是等分线。同样方法可求得 O3 线即为 $\angle 406$ 的等分线。

图 1-4 所示为如何画出既能与 O4 线和 O2 线相切，又能满足半径为 R_0 的圆。利用图 1-3 方法先画出 $\angle 204$ 的等分线 O2'，再画出 O3 线段的垂直等分线 4'8，在 4-8 线上取 $58 = R_0$ 的 5 点，画通过 5 点而且垂直于 4'8 的垂直线 56，得与 O2' 线的交点 7，以 7 点为圆心，以 R_0 为半径画弧就是要求的圆弧。

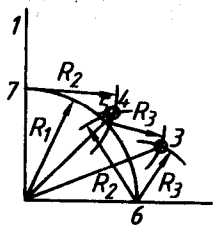


图 1-3

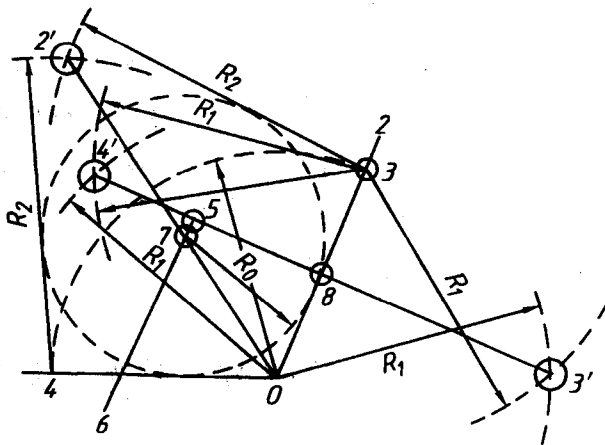


图 1-4

图 1-5 所示为已知一圆，如何求得此圆的内接五边形的边长。先求得 O1 线的垂直等分线 34，得与 O2 线的交点 5，以 5 点为圆心以 56 线为半径画弧，得与 O2 线的交点 8。68 线的长度就是五边形的边长。

图 1-6 所示为求已知圆的内接五边形边长的另一种方法。将直径 16 分成 5 等分，分别以 1、6 点为圆心以直径为半径画弧，得交点 8，连接 8 与 3 点并延长得与圆周的交点 7，连接 1 点与 7 点的直线段为五边形的边长。

如图 1-7 和图 1-8 所示，若要求七边形的边长，将直径分为七等分，然后用图 1-6 所示的方法，将 9、3 点连接并延长得 10 点。110 线长度就是七边形边长。同样方法在图 1-8 中获得 11" 线长度，即为九边形的边长。求 11、13、15 边形的边长方法均同于上述方法。

图 1-9 所示为展开中最常用的等分法。分别以 1 点与 5 点为圆心以 R 为半径画弧，得与圆周的交点 2 与 4。此时 $\overset{\frown}{1}4 = \overset{\frown}{4}2 = \overset{\frown}{2}5 = \frac{\overset{\frown}{15}}{3}$ 。如将 $\overset{\frown}{1}4$ 等分，则 $\overset{\frown}{1}3$ 为 $\overset{\frown}{1}4$ 的 $1/2$ 。通过此法可将圆周分为 12、24、48 等分。

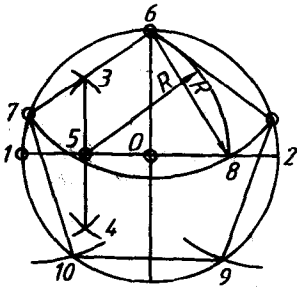


图 1-5

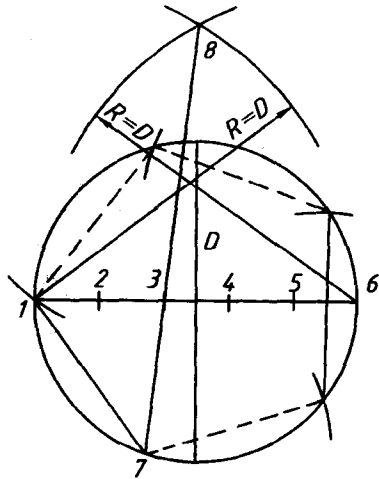


图 1-6

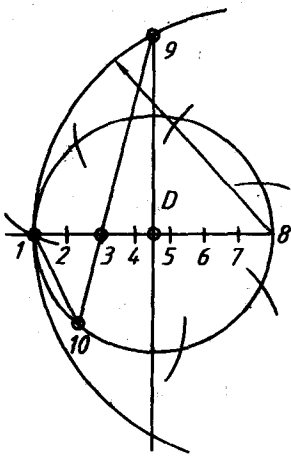


图 1-7

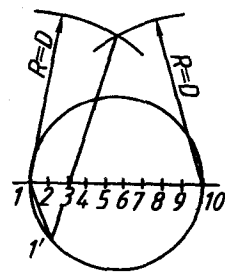


图 1-8

图 1-10 所示为如何求得不规则的角度，如 37° 、 42° 等等。通过上述方法可获得规则的角度 30° 、 45° 等，因此若能求得 7° 或 2° 的角度的话就能获取 37° 、 42° 角度。已知当 $r = 57.3\text{mm}$ 时弧弦长为 Y ，当 $Y = 7\text{mm}$ 时 $\angle 305$ 为 7° 。此法适用于求取小于或等于 10° 的角如图所示已求得 30° 角，那么在 r 的圆周上取 Y 为 7mm 时角 $\angle 304$ 即为 37° 。

第二章 钣金展开列线图法

第一节 现行的放样下料概况

同一平面上的封板三通、弯头、大小头等部件是在管道工程中最为常见而且为数最多的部件。下面分别介绍目前现行的下料状况。

1. 三通

图 2-1 是三通的展开。钢管品种繁多,不仅有焊接钢管、螺纹钢管、非金属塑料管,还有各种规格的薄板管道,其直径小则 100mm,大则 2400mm。但是到目前为止我们没有方法用一种或若干个代表性的三通样本来替代所有的三通展开。放样时首先要具备平正的工作台具,上面铺上薄油纸,按 1:1 的比例在油纸上画三通的放大样,并求得展开所需的实长线,最后画出展开图。显然,画出展开图才是我们的目的,而放大样虽不是我们的目的,但它是必须的操作程序。放样过程本身决不是简单画线操作过程,不掌握画法几何知识是无法下手的,而且一个三通的放大样至少需要 30 多道画线操作,如果管径较大,12 等分远远不够,至少要分成 24 等分或者是 48 等分。此时,放大样所需的画线操作次数要成倍增加,同时,这类工作都是属于手工操作,所以难免有误差,八个人放样就会出现八个不同的放样图,结果出现八个不同质量的展开图,所以误差是客观存在的。但是,钣金展开列线图法就能克服上述问题,即能成功地取消了放大样程序,而且从列线图中直接读取展开实长系数,再通过简单算术法就能在办公桌前快速获取所有展开线实长,操作变得简单、省时,同时精确度远高于放大样下料法。具体应用请见本章第二节“钣金展开列线图的使用”。

2. 弯头

图 2-2 是弯头的展开图。管道工程中弯头的用量是最多的,它也是随着 α 、 D_n 、 R 、瓦数等变量的变化而出现千万种弯头。图 2-2 是我们常用的放样画线

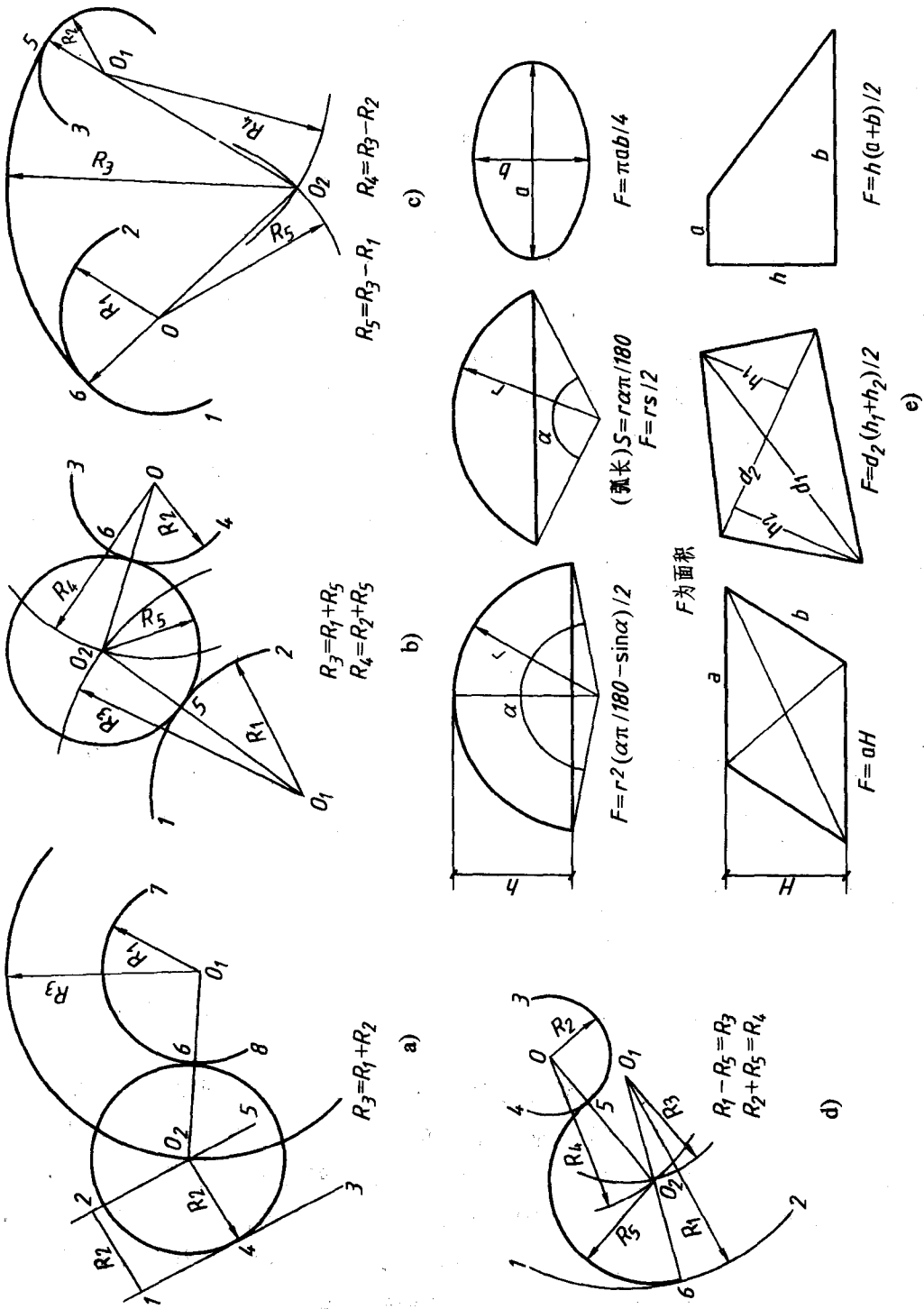


图 1-11 曲线的连接与几何图形面积计算

第二节 椭圆画法

如图 1-12 所示, 首先给定椭圆的短轴为 H , 从而求得 $R = H/1.134$, 在一直线上先任意选取 O_1 点并以 O_1 点为圆心, 以 R 为半径画圆, 得与轴线的交点 O_2 , 以 O_2 为圆心以 R 为半径画圆, 得交点 O_3 与 O_4 , O_4 与 O_2 连接并延长得与圆弧的交点 4, 同样方法得 1、2、3 点, 以 O_4 为圆心, 以 $O_4 4$ 线为半径画弧得 $\sim 3 4$ 。同样方法得 $\sim 1 2$ 。再以 O_2 为圆心以 $O_2 4$ 线为半径画弧得 $\sim 2 4$ 。同样方法获得 $\sim 1 3$ 。从而形成鸭蛋形椭圆, 长轴长度为 3 倍 R 。

图 1-13 为已知长短轴如何画椭圆。可以采用等分法, 以 O 点为圆心分别以长、短轴的 $1/2$ 作为半径画两个圆, 然后将两个圆周按同样数量等分 (12 或 24 等分) 其等分点分别为 1、2...7 和 1'、2'、3'...7'。分别通过各点画水平线与垂直线, 从而获得各新的交点 2''、3''、4''、5''、6'', 并用光滑曲线相连该诸点即成椭圆。

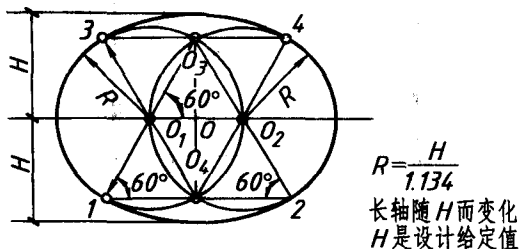


图 1-12 鸭蛋形椭圆画法

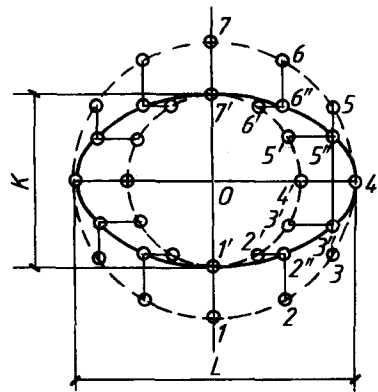


图 1-13 等分法画椭圆

如图 1-14 所示, 已知长、短轴 1 2 线段和 3 4 线段。如同图 1-13 的方法, 先画出长、短轴的两个圆弧, 得与垂直轴线的交点 4'、4、3、4'', 以 4 点为圆心, 以 4 4' 线为半径画圆弧, 得与 2 4 线的交点 5, 将 2 5 线垂直二等分得 6 7 线, 6 7 的延长线与长短轴的交点分别为 9 和 8, 以 8 点为圆心, 以 8 4 为半径画弧得 $\sim 10 10'$ 。同样方法分别以 8'、9' 为圆心以 3 8'、9' 10' 为半径画弧分别获得 $\sim 11 11'$ 、 $\sim 10' 11'$ 。此法应用较广而且精确度高。

图 1-15 所示的方法常应用于投影图上。就是当正面图上的端口为正圆形而且成斜面直线，那么它在水平投影上应成椭圆形。如何画其水平投影？如图 1-15 所示，我们通过辅助图形来获得椭圆平面图。将正面图上的正圆形断面图移到水平投影的右侧，其轴线 44 （在平面图中为 $1'1'$ ）要平行于垂直轴线，两个半圆形的等分数相等（6 等分或 12 等分），而后从每个等分点引垂直线，得与水平线的交点 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ ，并将各点用光滑曲线相连即得椭圆平面图。

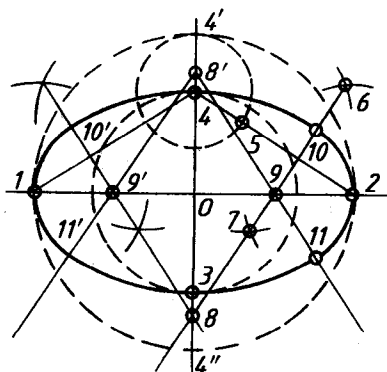


图 1-14

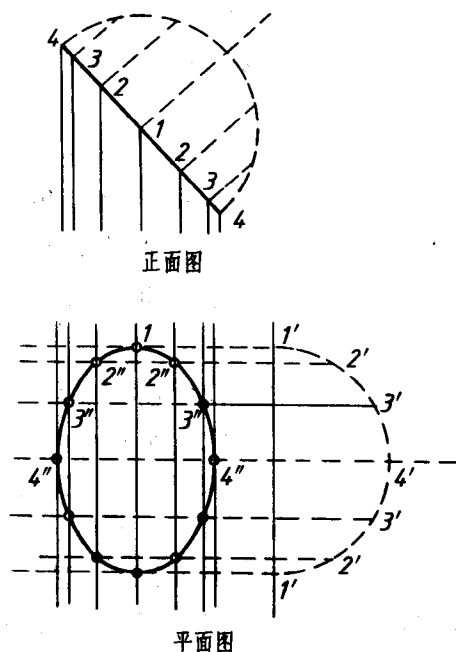


图 1-15

注：当正圆截面在正面图中倾斜而变为一条直线时其水平投影面为椭圆形。

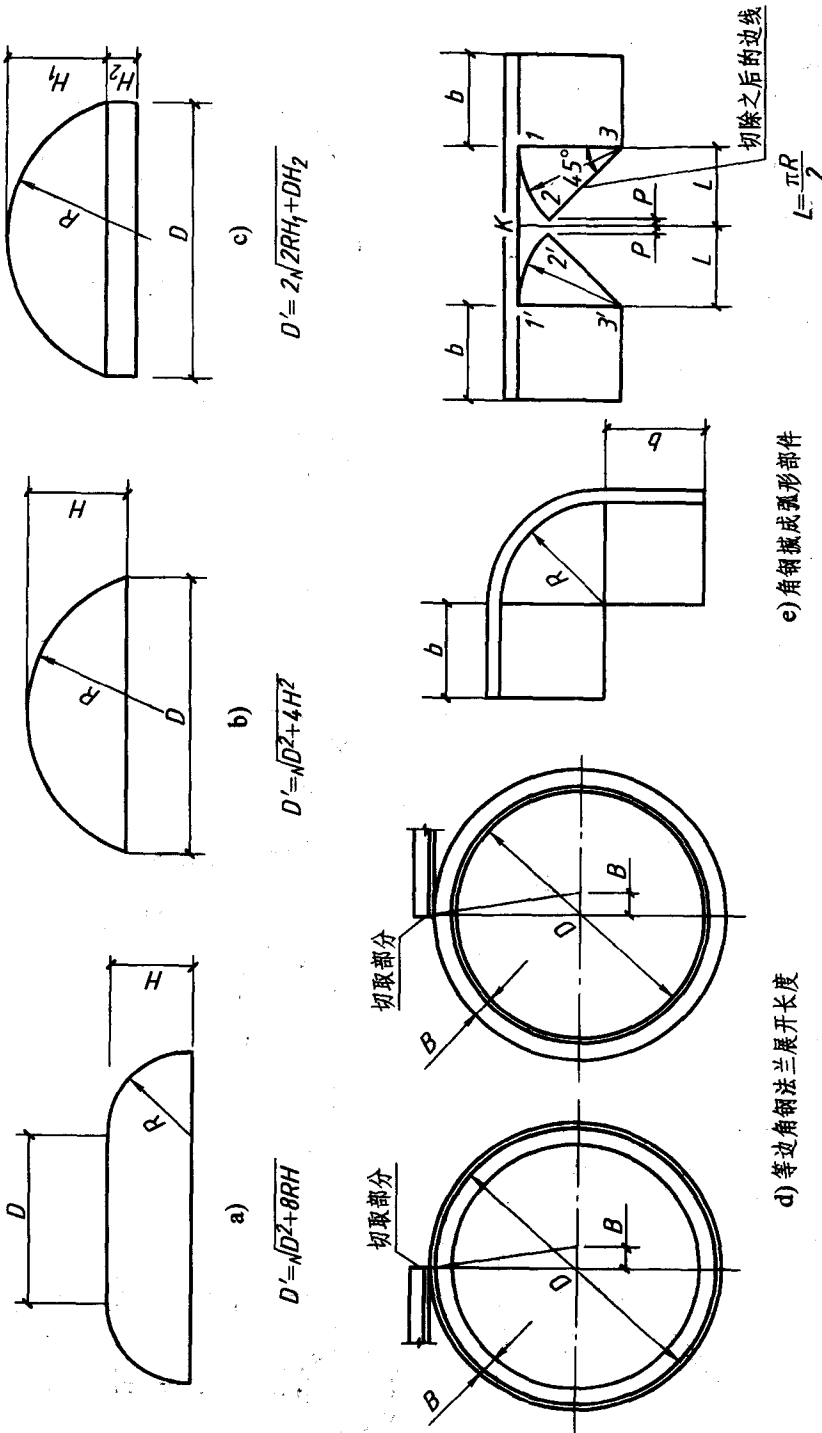
第三节 封头、角钢、咬口

在铆工加工作业中我们经常遇到各类封头、角钢构件的下料。由于都在热状态下加工，工件在加工过程中都在伸缩变形，很难用精确的计算公式求得展开料的面积和长度。如图 1-16 所示， D' 为实际展开料的直径，随不同的封头所采用的 D' 经验公式有所不同。图中表示三种情况，都是来自近似的经验公式，也是目前广泛使用的公式。同样，制作角钢构件和法兰时也是在热状态下进行加工，施加力的大小和温度直接影响产品质量，因此也无法用精确公式表达展开料长，对角钢内撇和外撇时情况尤其这样。在图 1-16 中，当给定角钢规格和法兰直径时，分别提出计算展开料长 L 的近似经验公式。公式中 δ 为角钢壁厚 (mm)， B 为角钢外宽 (mm)。按此公式加热撇成之后实际仍然不符给定的设计值 D ，但非常相近，在工程质量所允许的范围之内。为加工精确起见，按角钢的展开长度下料之后，对其两端应进行修正，即按图示要求各削去一定角度，其切取宽度随 D 、 B 大小而改变。

弧形角钢的冷撇下料 (图示中 90° 弧形) 如图 1-16e 所示。先选取 L 之后，画 45° 弧线得 2、2' 点，即出现 $2P$ 间隙，沿 3、2、1、 K 、1'、2'、3' 的边线切除后撇成 90° 就可成 90° 弧形弯。

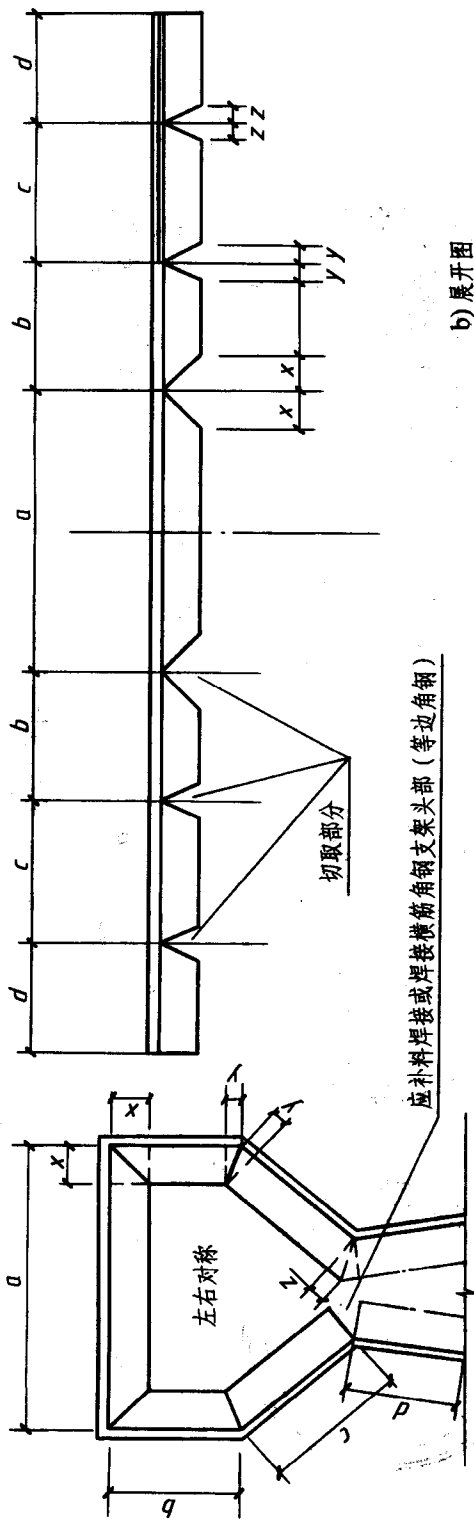
图 1-17 是支架头部示意图。为美观起见，对室外管网支架头部常做成如图所示的形状。根据安装管道的数量和管径大小确定角钢规格和 a 、 b 、 c 尺寸。因此确定上述数据之后画出放大样，从而可直接量取 X 、 Y 、 Z 值，在展开料长中切除相应的 X 、 Y 、 Z 之后冷撇即成头部形状。最后焊接各折口部位以加强构件的整体性。

图 1-18 是咬口图。常用的咬口形式为如图 1-18a 所示的 6 种。 L 为单程咬口长度，当钢板壁厚小于 0.7mm 时， L 为 $6\sim 8\text{mm}$ 。当壁厚 1.5mm 以下时 L 为 $8\sim 12\text{mm}$ 。其中图 1-18a 的 1 为双边咬口，因此一侧要留 $2L$ 而另一侧要留 $3L$ 余量。如图 1-18a 的 2 所示，一侧要留 $1L$ 而另一侧留 $2L$ 余量。图 1-18a 中的 3 为外单角咬口，图 1-18a 的 4 为里单角咬口，图 1-18a 的 5 为外单角突缘咬口，图 1-18a 的 6 为联合角咬口。应根据不同情况采用不同形式。桶沿常用三种形式，其中图 1-18b 的 1 型余量为 $1.3L$ ，2 型余量为 $2.5L$ ，3 型余量根据钢丝粗细而定。桶底咬口常用四种形式，如图 1-18c 所示，其预留余量的原则同于平咬口，可参照咬口类型。



对任何弧形角钢均可按上述方法展开但随不同的弧形45°角度也随之而改变

图 1-16 常用封头展开计算



b) 展开图

a) 室外管道支架头部

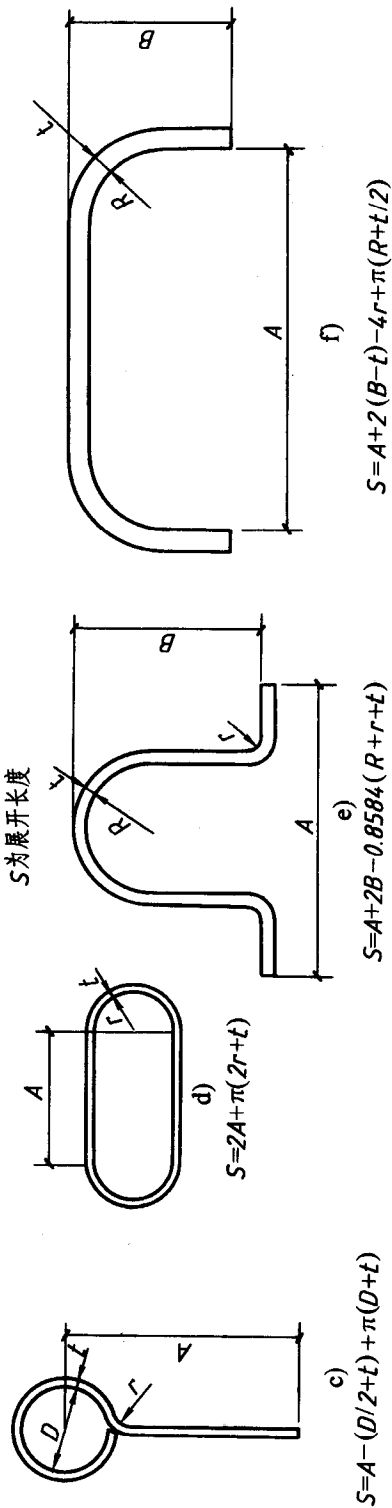


图 1-17