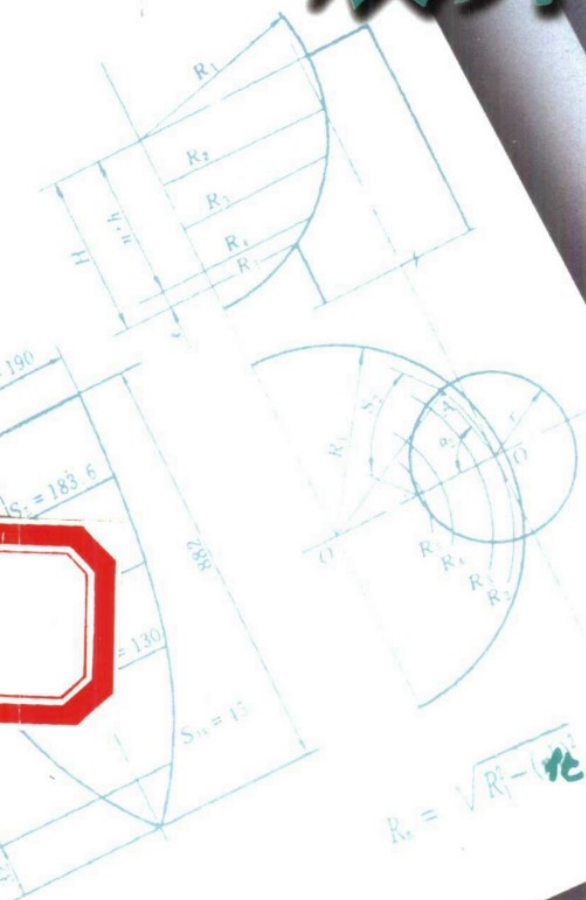


实用

翟洪绪 翟纯雷 编著

钣金

展开算法



$$\alpha = \arccos \frac{R_1^2 + R_2^2 - R_3^2}{2R_1R_2}$$

$$R_0 = \sqrt{R_1^2 - \dots}$$

化学工业出版社



实用钣金展开算法

翟洪绪 翟纯雷 编著

化学工业出版社
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

实用钣金展开算法/翟洪绪等著. —北京:化学工业出版社, 1999
ISBN 7-5025-2733-8

I. 实… II. 翟… III. 钣金加工-计算方法 IV. TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 71478 号

实用钣金展开算法

翟洪绪 翟纯雷 编著

责任编辑: 白 洁

责任校对: 凌亚男

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10⁵/₈ 插页 1 字数 383 千字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-2733-8/TH·62

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

自 30 年代兴起机械制造行业至 80 年代末,半个多世纪以来,对钣金件的展开下料一直采用放大样方法,即采用 1:1 的方式放实样求实长作展开,这样既费时又不准确。如 10000m^3 以上的瓜瓣拱形顶盖的放大样,不但需要一个特大的平台,浪费人力物力,而且精确度不高。随着社会的进步,科学的发展,人们渴望能用计算的方法展开下料。作者自 1985 年以来,将放大样展开下料的数据进行了记录,几经计算、验证,使两者统一起来,最后总结成正式计算公式,再配以插图,形成正文,日积月累,编著成本书,以满足广大钣金工作者计算下料要求。

众多钣金工读者并不满足于仅仅知道一个个的展开实例,而迫切希望能看到一本比较系统的理论与实践相结合的既叙述计算原理又叙述计算方法的书,以便在实际工作中遇到难度较大的构件时,能举一反三地加以解决。作者有感于此,在实际工作中确实遇到过这种构件,如任意节角度圆管弯头的展开下料,由于盲目沿用传统的方法作展开,结果造成了废品,酿成了质量事故。为此,作者在编写过程中,对每种构件都示出了计算原理图,对难度较大的计算公式都配以表达式推导过程、局视图或放大图,以利读者了解计算公式的来源,从而能举一反三地解决难题。

全书共列出 127 种构件,近 700 幅插图,按其形状和用途可归纳成 13 章,即:封头、锥台、弯头、方矩锥管、方圆连接管、圆异口管、三通、补强圈和椭圆、淋降装置、支座、钢梯、螺旋和零片板。每种构件都附有立体图、施工图、计算原理图和展开图,便于读者认识、学习和使用。

本书不但包括常规钣金件的展开计算,还增补了设备内外件的展开计算,如螺旋、钢梯、支座、补强圈和椭圆、淋降装置等,大大丰富了钣金资料内容。

本书的特点是:计算公式准确可靠,简明易懂;举例代表性强,能举一反三;具有明确的板厚处理,实用性强。

作者曾于 1994 年由机械工业出版社出版《板金展开计算法》一书,重印四次,其间收到不少读者的许多建议和要求,经认真思考,改变了叙述方式,简化了计算公式,删掉了许多边沿构件,又增补了近几年来积累资料中的精华,而写成本书。

由于作者水平所限,难免有错误,欢迎广大读者批评指正。

作者

1999 年 7 月

内 容 提 要

本书是作者 30 多年来从事钣金由放样到计算实践经验的总结,利用具体实例,从计算原理图中分析出计算公式,是理论与实践相结合的实用技术图书。

全书共分 13 章,分别叙述了封头、锥台、弯头、方矩锥管、方圆连接管、圆异口管、三通、补强圈和椭圆、淋降装置、支座、钢梯、螺旋、零片板的计算原理和方法。利用计算器和计算公式,即可完成所有计算。在编写过程中,作者本着由浅入深、图文并茂的原则,对每一种构件都示出立体图、施工图、计算原理图和展开图,便于学习,易于掌握。

本书很适于铆工、钣金工、管工、安装工、钳工等工种使用,也可供中专、技校师生作参考教材,也可供工程技术人员作设计参考。

目 录

第一章 封头	1
一、小球体料计算.....	1
二、整料压制半球形封头坯料直径计算.....	3
三、整料压制直边半球形封头坯料直径计算.....	4
四、球罐整瓜瓣料的简易下料方法.....	4
五、橘瓣球壳瓣片料计算.....	6
六、整料压制球缺封头坯料直径计算	15
七、油罐瓜瓣拱形顶盖料计算	16
八、向心型瓜瓣球缺封头料计算	19
九、直线型瓜瓣球缺封头料计算	23
十、整料压制标准椭圆封头坯料直径计算	25
十一、整料压制碟形封头坯料直径计算	26
十二、瓜瓣碟形封头料计算	28
十三、锥形顶盖排版、料计算方法	35
十四、对接罐底板排版料计算	40
十五、搭接罐底板排版料计算	42
十六、封头与裙座相连裙座直径的确定原则和结合高度的计算	43
第二章 圆锥台	47
一、正圆锥台料计算	47
二、直角斜圆锥台料计算	48
三、钝角、锐角斜圆锥台料计算	49
四、带衬里斜交下料口（斜圆锥台）料计算	52
五、双折边锥体料计算	54
六、波形膨胀节料计算	55
七、清角单、双折边锥体料计算	58
八、圆锥台、单、双折边锥体展开料包角是定值	60
九、带斜度、锥度管断面计算	64
十、圆锥外加强环料计算	67
十一、较大展开半径圆锥台排版、料计算方法	68
十二、特大展开半径圆锥台排版、料计算方法	73

十三、圆筒夹套引出管锥台料计算	77
第三章 弯头	80
一、两节任意度数圆管弯头料计算	80
二、任意度数圆管弯头料计算	81
三、任意节角度的圆管弯头料计算	84
四、任意度数牛角弯头料计算	88
五、等径弯头三通料计算	92
六、被斜截圆筒料计算	94
七、蛇形管料计算	95
八、方螺旋 90°渐缩弯头料计算	98
第四章 方矩锥管	99
一、断面呈折线形板料构件料计算	99
二、断面呈直曲线形板料构件料计算	100
三、正方连接管料计算	102
四、两端口平行且偏心正方管料计算	103
五、正心方矩锥管料计算	104
六、两端口平行单偏心方矩锥管料计算	107
七、两端口平行双偏心方矩锥管料计算	109
八、两端口互相垂直方矩锥管料计算	112
九、两端口互相垂直且偏心方矩锥管料计算	114
十、两端口相交方矩锥管料计算	117
十一、两端口相交且偏心方矩锥管料计算	119
十二、上端倾斜一侧垂直方矩锥管料计算	121
十三、上端倾斜两侧垂直方矩锥管料计算	123
十四、斜底方矩锥管料计算	125
十五、两端口扭转 45°正方锥管料计算	127
十六、两端口扭转 45°双偏心方矩锥管料计算	128
十七、正十字形方矩锥管料计算	131
十八、双偏心十字形方矩锥管料计算	131
十九、带圆角矩形盒料计算	135
第五章 方圆连接管	137
一、正心方圆连接管料计算	138
二、正心矩方圆连接管料计算	138
三、单偏心方圆连接管料计算 (之一)	140
四、单偏心方圆连接管料计算 (之二)	141

五、单偏心方圆连接管料计算 (之三)	143
六、双偏心方圆连接管料计算 (之一)	144
七、双偏心方圆连接管料计算 (之二)	146
八、两端口互相垂直方圆连接管料计算	148
九、两端口互相垂直且偏心方圆连接管料计算	150
十、圆顶斜底方圆连接管料计算	151
十一、一侧垂直多棱方圆连接管料计算	153
十二、圆斜顶矩形底双偏心连接管料计算	155
十三、裤形方圆连接管料计算	157
十四、方顶椭圆底连接管料计算	159
十五、长圆顶矩形底连接管料计算	160
第六章 圆异口管	163
一、两正圆端口互相垂直连接管料计算	163
二、两正圆端口同心相交连接管料计算	164
三、两正圆端口偏心相交连接管料计算	167
四、偏心正圆椭圆连接管料计算	170
五、顶正圆长圆底连接管料计算	172
第七章 三通	175
一、异径直交三通管料计算	175
二、等径直交三通管料计算	176
三、偏心直交三通管料计算 (之一)	178
四、偏心直交三通管料计算 (之二)	180
五、异径正心斜交三通管料计算	181
六、异径偏心斜交三通管料计算	184
七、等径斜交三通管料计算	186
八、任意角度等径三通管料计算	188
九、圆管直交正锥台料计算	189
十、圆管平交正锥台料计算	192
十一、圆管斜交正锥台料计算	195
十二、带补料等径直交三通管料计算	198
十三、异径斜交两段管料计算	200
十四、锥台平行出入孔料计算	202
十五、拱顶盖偏心直交人孔料计算	203
第八章 补强圈和椭圆	206
一、直交支管补强圈计算下料	206

二、四心法精确计算椭圆周长方法·····	209
三、用计算法划椭圆的各种方法·····	210
四、接管衬里挡圈料计算·····	214
五、正圆筒上开孔划线计算方法·····	217
六、内插外套椭圆板料计算·····	218
第九章 淋降装置 ·····	221
一、受液盘料计算·····	221
二、降液板料计算·····	225
三、液体分布盘料计算和直接划线的最简方法·····	234
四、支承圈料计算·····	236
五、换热器隔板料计算（球缺封头型）·····	241
六、圆筒内隔板料计算（标准椭圆型）·····	242
七、蒸汽分水器料计算·····	251
第十章 支座 ·····	253
一、鞍式支座（JB 1167—81）料计算·····	253
二、倾斜鞍式支座（JB 1167—81）料计算·····	254
三、直支承式支座（JB/T 4724—92）料计算·····	256
四、斜支承式支座料计算·····	258
五、放射状鞍式支座（JB/T 4712—92）料计算·····	259
六、带倾斜、折弯鞍式支座料计算·····	261
七、角钢腿式支座（JB/T 4713—92）料计算·····	263
八、钢管腿式支座（JB/T 4713—92）料计算·····	267
九、球罐支柱缺口及托板料计算·····	270
十、裙体螺栓座料计算·····	273
第十一章 钢梯 ·····	276
一、直斜钢梯料计算·····	276
二、单双折弯钢梯料计算·····	277
三、来回弯钢梯料计算·····	279
四、圆柱螺旋盘梯料计算·····	281
五、斜圆柱螺旋盘梯料计算·····	284
六、球罐一次圆柱螺旋盘梯料计算·····	287
第十二章 螺旋 ·····	294
一、圆柱螺旋输送机叶片料计算·····	294
二、等宽圆锥螺旋输送机叶片料计算·····	297
三、不等宽圆锥螺旋输送机叶片料计算·····	299

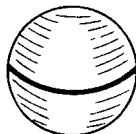
四、旋流片料计算·····	301
五、灰犁料计算·····	303
六、切线螺旋进料管料计算·····	305
七、气柜螺旋导轨胎具、料计算·····	310
第十三章 零片板 ·····	314
一、倾斜式、垂直式人字挡板料计算·····	314
二、圆筒体上斜置托板料计算·····	320
三、夹套筒体料计算·····	321
四、斜扁钢圈和带孔椭圆板料计算·····	326
五、管口挡板料计算·····	328

第一章 封 头

本章主要介绍各种球体、拼接、瓜瓣球缺封头、标准椭圆封头、碟形封头的料计算方法,以及锥形顶盖排版方法和料计算方法和对接、搭接罐底板料计算等。

一、小球体料计算 (图 1-1)

小型球体的下料,方法大致有二,一是半球法,即下成圆板压成两个半球;二是三瓣法,即将球体下成三个瓜瓣,三瓜瓣又有整瓜瓣和半瓜瓣之分,两端配以顶圆,下面举例说明。



(一) 半球法

如图 1-2 所示,为一球形结构球体,由于直径较小,下成两瓣为好,图 1-3 为展开图。

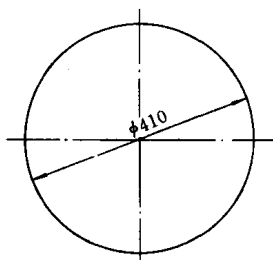
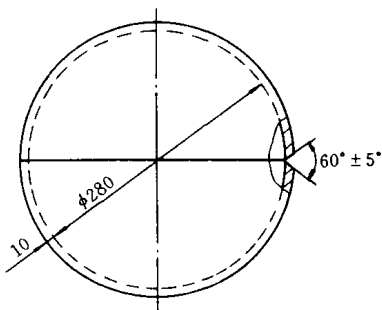


图 1-2 小型两瓣球体

图 1-3 半球展开图 (净料)

半球展开料直径 $D = \sqrt{8R} = \sqrt{8 \times 145} = 410$ (mm) (净料)。

(二) 三瓣法

如图 1-4 所示,为装饰用不锈钢球体,由于直径稍大,下成两半球具受限制,故下成三瓣,三瓣又分整三和半三两种,下面分别叙述。

1. $\frac{1}{3}$ 整瓜瓣法 (见图 1-5 和图 1-6)

(1) 瓜瓣

① 展开料长 $L = \pi R \cdot \frac{120^\circ}{180^\circ} = \pi \times 247.5 \times \frac{120^\circ}{180^\circ} = 518$ (mm)

② 顶端的展开半径 $P_1 = R \cdot \tan 30^\circ = 247.5 \times \tan 30^\circ = 143$ (mm)

③ 顶圆处纬圆半径 $r = R \cdot \sin 30^\circ = 247.5 \times \sin 30^\circ = 124$ (mm)

- ④ 上部 $\frac{1}{2}$ 弧长 $S_1 = \pi r / n = \pi \times 124 \div 3 = 129.8 \text{ (mm)}$

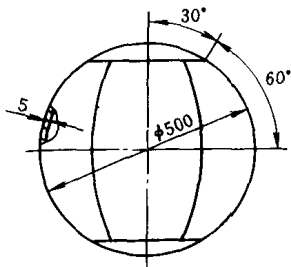


图 1-4 小型三瓣球体

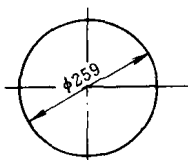


图 1-6 顶圆展开料 (净料)

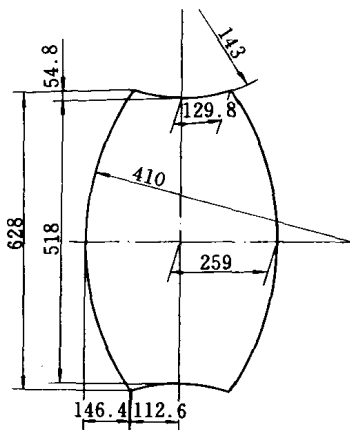


图 1-5 $\frac{1}{3}$ 整瓜瓣展开图 (净料)

- ⑤ 赤道带 $\frac{1}{2}$ 弧长 $S_2 = \pi R / n = \pi \times 247.5 \div 3 = 259 \text{ (mm)}$
- ⑥ 展开料上端所对半圆心角 $\alpha_1 = \frac{S_1 \cdot 180^\circ}{\pi P_1} = \frac{129.8 \times 180^\circ}{\pi \times 143} = 51.92^\circ$
- ⑦ 上端弦高 $e = P_1 \cdot (1 - \cos \alpha_1) = 143 \times (1 - \cos 51.92^\circ) = 54.8 \text{ (mm)}$
- ⑧ 上端半弦长 $B' = P_1 \cdot \sin \alpha = 143 \times \sin 51.92^\circ = 112.6 \text{ (mm)}$
- ⑨ 两侧弧的展开半径 $P_2 = \frac{B^2 + 4h^2}{8h} = \frac{628^2 + 4 \times 146.4^2}{8 \times 146.4} = 410 \text{ (mm)}$ (相交弦

定理)

式中 R ——球体中半径;

n ——球瓣等分数;

B ——瓜瓣纵向弦长;

h ——瓜瓣纵向弦高。

- (2) 顶圆净料展开直径 $D = \pi R \frac{60^\circ}{180^\circ} = 259 \text{ (mm)}$

2. $\frac{1}{3}$ 半瓜瓣法

为了说明 $\frac{1}{3}$ 整瓜瓣与 $\frac{1}{3}$ 半瓜瓣下料的不同, 仍利用图 1-4 进行说明。小端展开半径 P_1 是真正的展开半径, 而大端的展开半径 P_2 不是真正的展开半径, 压制

成型后大端角部会缺角，其处理方法见图 1-7。下面就角部的处理进行计算。

(1) 大端展开半径 $P_2 = 143 + 259 = 402$ (mm)

(2) 展开料大端半包角 $\alpha_2 = \frac{S_2 \cdot 180^\circ}{\pi \cdot P_2} = \frac{259 \times 180^\circ}{\pi \times 402} = 36.9^\circ$

(3) 大端弦高 $h = P_2 \cdot (1 - \cos \alpha_2) = 402 \times (1 - \cos 36.9^\circ) = 80.6$ (mm)

由以上计算可得出整瓜瓣和半瓜瓣角部高差为 80.6mm，根据实践经验，瓜瓣宽度相对直径较大时，应加 $\frac{2h}{3}$ ；较小时加 $\frac{h}{2}$ ，具体加多少，要凭经验决定。对本例来讲，瓜瓣的相对宽度较大，应加 $\frac{2h}{3}$ 等于 54mm 为合适。

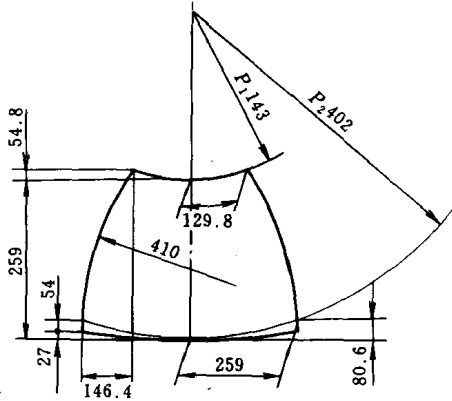


图 1-7 $\frac{1}{3}$ 半瓜瓣展开图 (净料)

二、整料压制半球形封头坯料直径计算 (图 1-8)

图 1-9 为计算原理图，并设： $D_1 = 752$ mm， $R = 376$ mm， $\delta = 10$ mm。

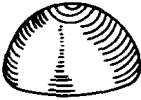


图 1-8 立体图

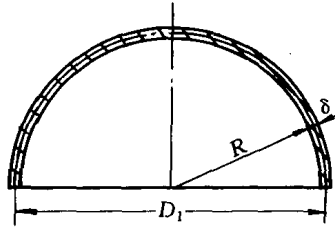


图 1-9 计算原理图

等面积坯料直径 $D = \sqrt{8R} = \sqrt{2D_1} = \sqrt{8} \times 376 = \sqrt{2} \times 752 = 1063$ (mm)

表达式推导如下：

$$\therefore \text{坯料面积 } \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

$$\text{半球面积 } 2\pi R^2$$

$$\therefore \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 = 2\pi R^2$$

$$\frac{D^2}{4} = 2R^2$$

$$D = \sqrt{8R} = \sqrt{4 \times 2} \times R = \sqrt{2} D_1$$

式中 D_1 ——中直径;

R ——中半径。

三、整料压制直边半球形封头坯料直径计算 (图 1-10)

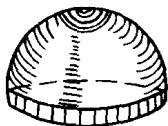


图 1-10 立体图

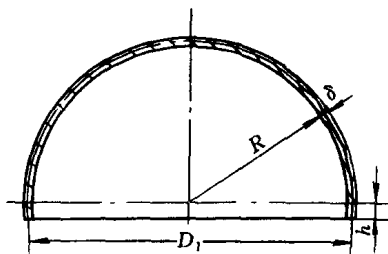


图 1-11 计算原理图

图 1-11 为计算原理图, 并设: $D_1=810\text{mm}$, $h=40\text{mm}$, $R=405\text{mm}$, $\delta=10\text{mm}$ 。

等面积法坯料直径 $D=\sqrt{2D_1^2+4D_1h}=2\sqrt{2R^2+2Rh}$

坯料直径 $D=\sqrt{2\times D_1^2+4D_1h}=\sqrt{2\times 810^2+4\times 810\times 40}=1201\text{ (mm)}$

坯料直径 $D=2\sqrt{2R^2+2Rh}=2\times\sqrt{2\times 405^2+2\times 405\times 40}=1201\text{ (mm)}$

表达式推导如下:

$\therefore$ 坯料面积 $\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$

半球面积 $2\pi R^2$

直段面积 $\pi D_1 h$

$\therefore \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2=2\pi R^2+\pi D_1 h$

$D^2=8R^2+4D_1 h$

$D=\sqrt{8R^2+4D_1 h}=\sqrt{2\times 2\times 2\times R\times R+4D_1 h}=\sqrt{2D_1^2+4D_1 h}$

由 $D=\sqrt{8R^2+4D_1 h}=\sqrt{2\times 4R^2+4\times 2Rh}=2\sqrt{2R^2+2Rh}$

式中 D_1 ——中直径;

R ——中半径。

四、球罐整瓜瓣料的简易下料方法 (图 1-12)

一般球罐壳体都是按半球或多片型式设计的, 但因规格、设计压力、温度、介质的不同, 尽量减少焊缝, 将其设计成整瓜瓣型式。

图 1-13 为一球罐施工图, 图 1-14 为部分主视图, 图 1-15 为展开计算原理图。

(一) 计算

计算图 1-13 中 1/12 瓜瓣 1/4 展开料部分数据如图 1-16, 为计算方便, 图 1-14 中, 除 $m_1=205\text{mm}$ 外, 其余均为 200mm 。现计算第 10 点各数据如下。

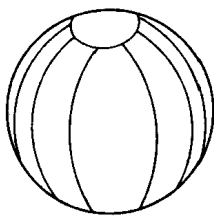


图 1-12 立体图

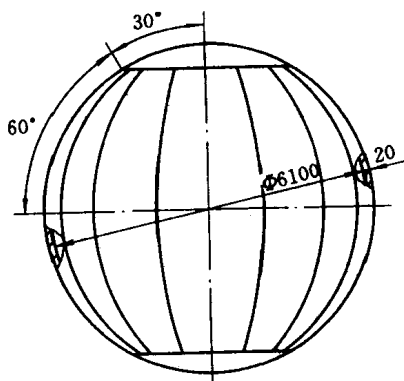


图 1-13 120m³ 球罐

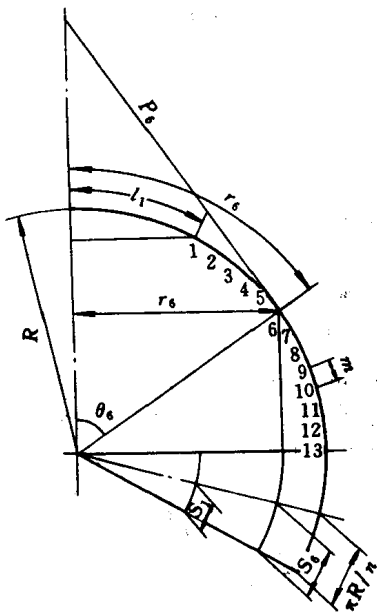


图 1-14 部分主视图

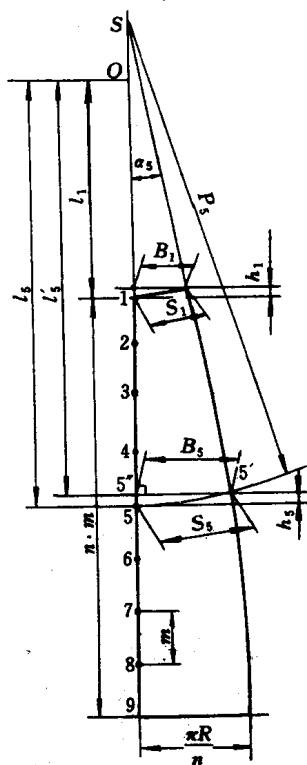


图 1-15 计算原理图

1. 各等分点至顶圆中心弧长 $l_n = l_1 + n \cdot m$
 $l_{10} = 1602 + 1805 = 3407 \text{ (mm)}$