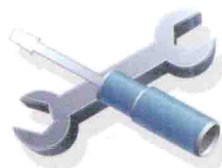


主 编 王振强

副主编 翟洪绪
王传禹

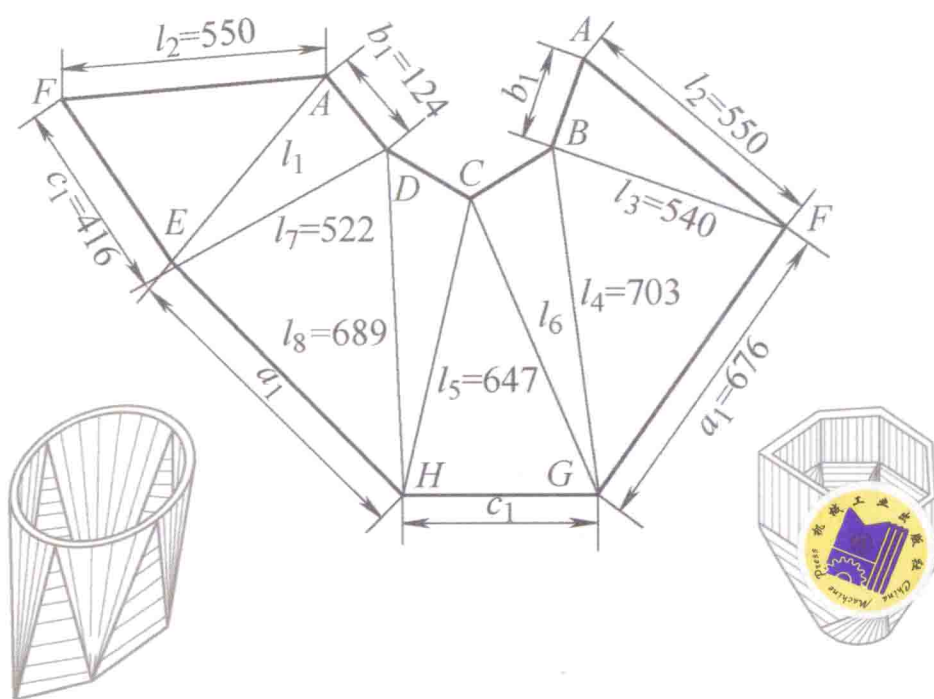
钣金



BANJIN ZHANKAI JISUANFA

第2版 展开计算法

第1版已印16次，销售50000余册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

钣金展开计算法

第2版

主 编 王振强
副主编 翟洪绪 王传禹
参 编 王秀清 翟纯雷 翟艺铭 翟润雪



机械工业出版社

本书是《钣金展开算法》的第2版,是编者多年从事钣金下料计算展开工作的经验总结。书中计算公式简单,在第1版的基础上,针对每一个构件提出了具体的板厚处理方法,并增加了展开图的画法,实用性强。

本书共12章,分别介绍了钣金展开计算原理及锥管、弯管、三通管、方矩锥管、方圆连接管、型钢、封头、圆异口管、螺旋、钢梯等构件的展开算法和展开图画法,以及白铁件的下料和制作。

本书适合铆工、钣金工、管工、钳工等工种使用,也可供有关工程技术人员做设计时参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

钣金展开算法/王振强主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2014.1

ISBN 978-7-111-45210-2

I. ①钣… II. ①王… III. ①钣金工—计算方法 IV. ①TG936

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第304446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:孔劲 责任编辑:孔劲

版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年6月第2版第1次印刷

184mm×260mm·35.5印张·872千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-45210-2

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

电话服务

策划编辑(010)88379772

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

读者购书热线:(010)88379203

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面防伪标均为盗版

再版前言

《钣金展开算法》一书自 1995 年出版以来, 已重印 16 次, 今再版与全国广大读者见面。

前书问世后, 读者通过各种形式跟编者联系。在好评的同时, 读者们提出了一些宝贵的建议和意见, 如: 板厚处理叙述得较笼统, 不具体到每一件上; 未加展开图的画法; 个别计算公式还不够简化; 白铁件只有计算方法没有制作方法等。鉴于以上不足, 编者几经斟酌, 通过多年再行积累、实践、修改, 在第 1 版的基础上对本书加以完善, 进行再版, 以尽量满足钣金行业中读者的要求。

为了让读者更快地掌握计算原理, 实现快捷计算, 编者在全面掌握钣金理论和实践的同时, 总结出了一个通用计算线段实长的公式:

$$\text{线段实长 } l = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$$

式中 a 、 b ——非实长线段的纵横投影长;

h ——构件实高。

以上公式完全适用于天圆地方管、三通管、球体、椭圆体、碟形体、方矩锥管、圆锥管、螺旋体等。钣金展开中, 最难构件不外乎上述几种, 故上述公式被誉为通用公式, 只要熟练地掌握和运用上述公式, 就可以方便地进行钣金展开计算。

要想灵活运用上述公式, 还应熟练掌握下述十个初等数学的基础公式:

1) 正锥台展开料包角 $\omega = 360^\circ \times \sin\alpha$ 。

2) 展开料弦长 $A = 2R \sin \frac{\omega}{2}$ 。

3) 展开料曲端的弧长 $s = \pi R \frac{\omega}{180^\circ}$ 。

4) 正圆锥台的展开半径 $R = \sqrt{H^2 + r^2}$ 。

5) 圆周上每等分弦长 $A_1 = 2R \sin \frac{180^\circ}{m}$

式中 α ——半锥顶角;

H ——圆锥高;

m ——圆周等分数;

r ——圆端中半径。

6) 螺旋导轨任一曲面位置上近似展开半径 $P = \frac{B^2}{8h} + \frac{h}{2}$ (相交弦定理之推理)

式中 B ——弦长;

h ——起拱高。

7) 多节弯头端节任一素线长 $l = \tan\alpha (R \pm r \sin\beta_n)$

式中 α ——端节角度；

R ——弯头的弯曲半径；

$\pm$ ——内侧用“-”，外侧用“+”；

r ——根据节与节的接触情况定，或为内半径，或为中半径，或为外半径；

β_n ——端面圆周各等分点与同一横向半径的夹角。

8) 来回弯钢梯用余弦定理斜边长 $C = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos c}$

式中 a 、 b 、 c ——斜三角形的三条边；

C —— c 边所对的角。

9) 球、椭圆周上任一点的展开半径 $P = R\tan Q$

10) 纬圆半径 $r = R\sin Q$

式中 Q ——圆心角；

R ——球或椭圆体的半径，根据接触情况确定是内半径、中半径或外半径。

本书的特点是：

1. 计算公式简单、准确。

本书中使用的公式皆为初等数学公式，如勾股定理及其推理，正、余弦定理，相交弦定理，等面积原理，弧角互换定理，相似多边形比例等，具有初中文化水平的人即能轻松学会。

编者最初工作时，是用放样的方法取得数据，后来用计算的方法在现场下料，通过近40年的反复实践证明，所用计算公式还是相当准确的。

2. 有具体的板厚处理

全书的每一个构件都示出了明确的板厚处理，可大大提高展开计算的质量。

根据广大读者的要求，本书作了如下的修改：

1) 第1版只是在序中概括地叙述了板厚处理，本书则是对每一件都有了明确的板厚处理；

2) 第1版对展开图的画法从略，本书对每一构件都增加了展开图的画法；

3) 第1版为了缩简篇幅，只是在举例中计算2条素线，以示计算过程和方法，再版后对每条素线都进行了计算，便于读者借鉴和使用；

4) 第1版对白铁件只举出了常见的15件，再版后将其增加到54件，其中有绝热白铁皮15件，并增加了加工工具、扳折方法。

本书由王振强主编，翟洪绪、王传禹副主编，参加编写的还有王秀清、翟纯皎、高绍俊、翟纯雷、张志慧、卢涛、翟艺铭、翟润雪、夏侯铸、穆若英、夏侯明震、夏侯蕴、李永麟、李亚男、任军勇、高绪明、苏莉、高岩等。本书在编写过程中得到冯汝学（绝热高级技师）、韩红梅（封头旋压专家）等的指导，在此表示衷心的感谢！

由于水平所限，书中难免存在缺憾和不足，竭诚欢迎广大读者不吝赐教！

编 者
于山东淄博

目 录

再版前言

第一章 钣金展开计算原理	1
一、板厚处理	1
二、展开半径和纬圆半径	11
三、正圆锥台展开料包角是定值—— $\omega = 360^\circ \times \sin\alpha$	26
四、双折边锥体料计算	31
五、特小锥度圆锥台烟囱料计算	36
六、油罐瓜瓣拱形顶盖料计算	39
七、球壳板料计算	42
第二章 锥管	53
一、正圆锥台料计算	53
二、直角斜圆锥台料计算	54
三、钝角斜圆锥台料计算	56
四、锐角斜圆锥台料计算	58
五、带斜度、锥度管类断面的计算方法	60
六、较小展开半径圆锥台料计算和排版方法	62
七、特大展开半径圆锥台料计算和排版方法	65
八、波形膨胀节料计算	68
第三章 弯管	71
一、两节任意度数圆管弯管料计算	71
二、任意度数圆管弯管料计算	72
三、特殊节角度的圆管弯管料计算	78
四、蛇形管料计算	80
五、任意度数牛角弯管料计算	81
六、斜截圆筒料计算	86
七、三通弯管料计算	88
八、弯管支架料计算	90
九、直角方弯管料计算	92
十、多节方弯管料计算	93
十一、方来回弯管料计算	94
十二、正十字形方弯管料计算	96
十三、方弧面 90° 弯管料计算	99
十四、方螺旋 90° 渐缩弯管料计算	100
十五、异径 90° 方弯管料计算	101
十六、等径仰头 90° 方弯管料计算	105
第四章 三通管	108
一、气罐进口三通管料计算	108

二、切线相交三通管料计算	112
三、Y形偏心圆三通管料计算	114
四、带挡板三通管料计算	117
五、异径直交三通管（骑马式）料计算	119
六、异径直交三通管（插入式）料计算	121
七、等径直交三通管（插入式）料计算	124
八、偏心直交三通管（骑马式）料计算	126
九、偏心直交三通管（插入式）料计算（之一）	128
十、偏心直交三通管（插入式）料计算（之二）	131
十一、任意直径斜交三通管（骑马式）料计算	133
十二、异径正心斜交三通管（插入式）料计算	136
十三、等径正心斜交三通管（插入式）料计算	139
十四、带补料等径直交三通管料计算	143
十五、任意夹角等径三通管料计算	146
十六、端口正圆裤形三通管料计算	147
十七、内插外套椭圆板料计算	150
十八、圆管直交正四棱锥料计算	152
十九、圆管平交正方锥管料计算	154
二十、圆管直交正方锥管料计算	156
二十一、圆管斜交正方锥管料计算	158
二十二、方管横穿正圆锥台料计算	160
第五章 方矩锥管	163
一、正四棱锥料计算	163
二、正四棱锥管料计算	164
三、正五棱锥管料计算	165
四、正六棱锥管料计算	167
五、两端口平行单偏心正方管料计算	169
六、正心方矩锥管料计算	171
七、两端口平行单偏心方矩锥管料计算（之一）	173
八、两端口平行单偏心方矩锥管料计算（之二）	175
九、两端口平行双偏心方矩锥管料计算（之一）	177
十、两端口平行双偏心方矩锥管料计算（之二）	181
十一、两端口互相垂直方矩锥管料计算	182
十二、两端口互相垂直双偏心方矩锥管料计算	185
十三、两端口相交方矩锥管料计算	187
十四、两端口相交单偏心方矩锥管料计算	189
十五、两端口相交双偏心方矩锥管料计算	191
十六、上端倾斜一侧垂直方矩锥管料计算	194
十七、两端口平行单偏心方直漏斗料计算	196
十八、上端倾斜两侧垂直方矩锥管料计算	197
十九、斜底方矩锥管料计算	199
二十、两端口扭转 45° 正方锥管料计算	202
二十一、两端口扭转 45° 双偏心方矩锥管料计算	204

二十二、正十字形方矩锥管料计算	207
二十三、双偏心十字形方矩锥管料计算	208
二十四、带圆角矩形盒料计算	211
二十五、油盘料计算	213
第六章 方圆连接管	217
一、正心方圆连接管料计算	217
二、正心矩方圆连接管料计算	220
三、单偏心方圆连接管料计算（之一）	222
四、单偏心方圆连接管料计算（之二）	224
五、单偏心方圆连接管料计算（之三）	226
六、单偏心方圆连接管料计算（之四）	228
七、双偏心方圆连接管料计算（之一）	230
八、双偏心方圆连接管料计算（之二）	232
九、两端口互相垂直方圆连接管料计算	234
十、两端口互相垂直双偏心方圆连接管料计算	236
十一、圆顶斜底方圆连接管料计算	238
十二、一侧垂直多棱方圆连接管料计算	240
十三、圆斜顶矩形底双偏心连接管料计算	241
十四、裤形方圆连接管料计算	244
十五、方顶椭圆底连接管料计算	246
十六、长圆顶矩形底连接管料计算	248
十七、圆顶菱形底连接管料计算	250
第七章 型钢	253
一、内减槽（角）钢矩形框料计算	253
二、外减角（槽）钢矩形框料计算	254
三、内外减混合型角（槽）钢矩形框料计算	256
四、角（槽）钢内减正多边形框料计算	258
五、角（槽）钢外减正多边形框料计算	260
六、角钢内减成带圆角矩形框料计算	262
七、筒内型钢长度及缺口计算	263
八、锥形顶盖加强角钢料计算	264
九、内减带圆角正三角形框料计算	265
十、内减任意角三角形角钢框料计算	266
十一、平减槽钢圈料计算	269
十二、内外立减槽钢圈料计算	269
十三、内外减角钢圈料计算	270
十四、内外减不等边角钢圈料计算	271
十五、平减工字钢圈料计算	271
十六、立减工字钢（或 H 型钢）圈料计算	272
第八章 封头	273
一、整料压制平顶清角封头坯料直径计算	273
二、整料压制平顶圆角封头坯料直径计算	274

三、整料压制平顶圆角直边封头坯料直径计算	275
四、整料压制球缺封头坯料直径计算	276
五、整料压制球缺直边封头坯料直径计算	277
六、整料压制球缺平边构件坯料直径计算	278
七、向心型瓜瓣球缺封头料计算	279
八、直线型瓜瓣球缺封头料计算	283
九、整料压制半球形封头坯料直径计算	284
十、整料压制直边半球形封头坯料直径计算	285
十一、整料压制半球平边构件坯料直径计算	286
十二、瓜瓣球形封头料计算	287
十三、小球体料计算	289
十四、整料压制标准椭圆封头坯料直径计算	292
十五、瓜瓣标准椭圆封头料计算	295
十六、换热器封头管箱隔板料计算	297
十七、整料压制碟形封头坯料直径计算	299
十八、瓜瓣碟形封头料计算	300
十九、锥形顶盖排版料计算	302
二十、对接罐底板排版料计算	306
二十一、搭接罐底板排版料计算	307
第九章 圆异口管	309
一、两正圆端口互相垂直连接管料计算	309
二、两正圆端口同心相交连接管料计算	311
三、两正圆端口偏心相交连接管料计算（之一）	314
四、两正圆端口偏心相交连接管料计算（之二）	316
五、偏心正圆椭圆连接管料计算	319
六、顶正圆长圆底连接管料计算	322
七、顶正圆长圆底偏心过渡管料计算	323
八、两正圆端口不规则相交过渡管料计算	326
九、圆筒形熔化炉料计算	328
十、锥形猪嘴熔化炉料计算	329
十一、熔化炉炉勺料计算	331
第十章 螺旋	334
一、圆柱螺旋输送机叶片料计算	334
二、等宽圆锥螺旋输送机叶片料计算	337
三、不等宽圆锥螺旋输送机叶片料计算	339
四、旋流片料计算	340
五、灰犁料计算	342
六、切线螺旋进料管料计算	343
七、气柜螺旋导轨料计算	348
八、压制气柜螺旋导轨胎具的计算	350
九、正方螺旋管料计算	355
十、方矩螺旋管料计算（之一）	357
十一、方矩螺旋管料计算（之二）	359

第十一章 钢梯	363
一、直斜钢梯料计算	363
二、桥式钢梯料计算	365
三、来回弯钢梯料计算	367
四、圆柱螺旋盘梯料计算	369
五、芯轴直径特小的正圆柱螺旋钢梯料计算	372
六、圆柱螺旋盘梯三角支架料计算	374
七、球罐一次圆柱螺旋盘梯料计算	375
八、倾斜圆筒螺旋钢梯料计算	383
第十二章 白铁件下料与制作	388
一、卷边	388
二、咬缝	390
三、加工工具	397
(一) 白铁工具淬火的基本原理和方法	397
(二) 工具	398
四、白铁件制作工艺举例	432
(一) 单立咬缝水桶的制作方法	432
(二) 带护圈水桶的制作方法	433
(三) 甜水桶的制作方法	435
(四) 豆浆桶的制作方法	437
(五) 饮水桶的制作方法	441
(六) 带盖方桶的制作方法	442
(七) 理发店洗发筒的制作方法	444
(八) 半锥台消防桶的制作方法	446
(九) 锥台洗衣盆的制作方法	448
(十) 幼儿浴盆的制作方法	449
(十一) 烧芯炉的制作方法	451
(十二) 蜂窝煤燃烧炉的制作方法	455
(十三) 标准手提壶的制作方法	457
(十四) 长圆手提水壶的制作方法	462
(十五) 机油壶的制作方法	463
(十六) 灌浆壶的制作方法	467
(十七) 抽油器的制作方法	471
(十八) 液体漏斗的制作方法	474
(十九) 磨虾酱下料漏斗的制作方法	475
(二十) 圆偏心磨麻酱下料斗的制作方法	477
(二十一) 镀锌板烟囱的制作方法	481
(二十二) 拨火烟囱的制作方法	481
(二十三) 拉面馆锅上排汽罩的制作方法	483
(二十四) 吸烟罩的制作方法	485
(二十五) 锥形锅盖的制作方法	488
(二十六) 两节 90°圆管弯头的制作方法	490
(二十七) 四节 90°圆管弯头的制作方法	492

(二十八) 避开障碍物的圆形下水管的制作方法	494
(二十九) 异径排烟三通管的制作方法	496
(三十) 等径排烟三通管的制作方法	498
(三十一) 矩形方弯管的制作方法	499
(三十二) 灰簸箕的制作方法	501
(三十三) 肩背式流动簸箕的制作方法	502
(三十四) 有盖手提式流动簸箕的制作方法	505
(三十五) 盛鱼虾方锥盆的制作方法	507
(三十六) 排风扇活页窗的制作方法	509
(三十七) 檐下漏水斗的制作方法	510
(三十八) 天圆地方形中草药盘的制作方法	511
(三十九) 中草药筛的制作方法	512
(四十) 侧板外张呈圆弧状称盘的制作方法	514
(四十一) 正心粮铲的制作方法	516
(四十二) 移动菜肴盒的制作方法	518
(四十三) 铝锅局部换底的方法	520
(四十四) 铸铝锅换锅底的方法	521
(四十五) 铝锅整体换底的方法	522
(四十六) 带弧度铝盒换成品底的诀窍——成品底直径小于盆体直径	524
(四十七) 三通管绝热铁皮的制作方法	525
(四十八) 圆形弯管绝热铁皮的制作方法	532
(四十九) 大型圆锥台绝热工程的制作方法	535
(五十) 保温火烧桶的制作方法	537
(五十一) 方圆绝热短节的制作方法	540
(五十二) 方圆连接管和方弯管绝热铁皮的制作方法	543
(五十三) 大型锥顶罐绝热工程的制作方法	547
(五十四) 标准椭圆封头绝热铁皮的制作方法	552

第一章 钣金展开计算原理

一、板厚处理

板厚处理是机械制造业的一个专用术语，因板的厚度不同，故下料的基准也不同，从而导致了组对方法、坡口形式、加工方法和焊接方法的不同。日常生活中也存在着板厚处理，如每天早上的叠被褥，特厚的被子对折时，中间要留出较长的距离；较薄的被子对折时，中间要留出较短的距离；很薄的床单中间可不留距离，两端对折后，整体平整圆滑，有角有棱，美观大方；否则，一床大厚被子，中间不留间隙，两端对折后，中间会出个大鼓包，一厚一薄，像个楔子，很难看，什么原因呢？这就是被褥的“板厚”处理不当造成的。

板厚处理不是说只在板厚上作处理，还与其他诸多方面有关系，这些因素都处理正确了，才能确定正确的下料基准，才能下出最准确的料，才能制造出合格的产品。下面分别叙述其他诸因素。

1. 板厚因素

1) 一般来讲，板厚在 3mm 以下的板，可不作板厚处理，如槽制一个小型天圆地方连接管，按里皮或外皮下料都关系不大，圆端按中径下料或按外径、内径下料也都可以，成形后的尺度都能在允差范围，可不考虑坡口。

2) 当板厚在 6~16mm 时，如各种直径的正圆筒，可考虑按中径下料，绝不能按外径或内径下料，自身连接或上下端连接时，即使直径再大，也应考虑开外坡口，底部留 1~3mm 的钝边，因为外坡口比内坡口有利于焊接。

3) 当板厚超过 20mm 时，如球罐的球皮，有的达 40~50mm，此时应考虑开两面 X 形坡口，底部留 3~5mm 的钝边。下料时应以中径为基准，按内径或外径都是不对的（有人按内径）。

2. 坡口因素

1) 如常见的规格较小的方矩锥管、天圆地方管、三通管和弯头等，由于内部无法进入施焊，不考虑计算基准怎样，其自身的连接和与上下端构件的连接都应该开外坡口。

2) 如贮罐底板由于规格较大，只能现场铺设完成后施焊，为了保证严密的密封性（焊完后要作氨气试漏和真空试漏），故常采用搭接形式，只在上面焊搭接缝；即使是对接缝，也只是上面的单面坡口，此时底部应留较大的钝边，以防穿透。

3) 如球罐，因为板很厚，可达 40~50mm，设计要求有足够的强度和密封性，所以不管内部的焊接环境恶劣到什么程度，都应该开 X 形坡口。

3. 内部焊接空间

1) 如油罐的拱形顶盖，因规格较大，所以是在罐壁成形后，在其上分层吊装组焊成形的，为了保证其密封性和强度，尽管顶盖下有足够大的空间，但焊工无法在内部施焊且是仰焊，故采用了搭接焊缝，只焊上面不焊下面。

2) 上已述及，如天圆地方管、方矩锥管、圆筒管、弯头等，只要是内部空间很小、无

法进入施焊的,不考虑其他因素,一律开外坡口。

退一步说,即使内部空间再大,因板厚只开单面坡口时,应首选开外坡口,因外侧比内侧便于施焊且焊接环境也好。

4. 加工方法

加工方法不同,板厚处理也不同,如常见的方矩锥管、天圆地方管、正方管、受液盘、分布盘和降液板等,当采用折弯连接成形时,由于所采用的折弯手段不同(手工折弯和机械折弯),其料计算基准就不同。下面叙述一下手工折弯和机械折弯。

(1) 手工折弯 不管厚板薄板,板料都有它的刚性和弹性,本书所指的手工折弯是指为了折出较明显的棱角,要用气焊炬烤至樱红色,然后用人力扳折至成形的折弯方法;手工折弯时,按里皮算料长,成形后的尺度总是偏小一点,后经长期实践验证,按里皮计,折一个直角应加 $0.23t$ (t 为板厚),这是因为手工扳折折不出设计的清角,所以偏小。

(2) 机械折弯 机械折弯包括:用大锤和槽弧锤在胎具上用人力折弯、在折弯机上机械折弯和在压力机上用胎具折弯三种折弯方法。机械折弯时,由于在强大的压力作用下,折弯部分单位面积所受的力特大 ($1000t\text{f}^{\text{①}}$ 左右,大锤和槽弧锤的瞬间爆发力也不小于此),使板料由屈服阶段进入强化阶段,使板料产生了冷硬现象,卸压后无回弹,折线处的内外层都产生了拉伸变薄,圆角半径 r 下移,这样压制后的料长按里皮计定在允差范围,此理论名曰尖角铆压理论,已在实践中检验是正确的。

5. 严密性和强度

容器或设备的严密性和强度不同,板厚处理也不同。严密性好和强度高,在压力容器的制造中几乎是同时要求具备的,为了达到此要求,设备制造完毕后要进行各种检测,除了要求焊工的技术精湛外,还要有合理的坡口形式作保证。球罐是压力容器,要求高的严密性和强度,所以设计要求开 X 形坡口,并有 $3 \sim 5\text{mm}$ 的钝边,一侧焊完后,再从另一侧刨掉钝边、磨光,并作磁粉检验和着色检验;成形后还要作 100% 射线无损检测、水压试验和气压试验等,最后作热处理,以降低罐壁板应力峰值、提高韧性。

如贮罐,也要求高强度,但更重要的是要求有好的密封性,不渗漏,所以壁板设计为各种不同厚度(下端厚、上部薄)的较厚板,开下外单 L 形坡口留钝边,成形后作装水检验和煤油渗漏检验、丁字缝射线无损检测;底板虽采用较薄板,但采用上面搭接焊缝,以保证严密性,焊完后再作氨气试漏和真空试漏。

如鞍座,只要求高强度不要求严密性,所以焊接时不要求开坡口,只需在角焊缝上加大焊肉高度就可以了。

6. 增加断面防变形

凡是搞机械制造的,都知道这样一个道理:薄板刚性小,容易变形;厚板刚性大,不容易变形。那么为了提高刚性大大地增加板厚行不行呢?可以肯定地回答:不行。例如,一个 50m 的电视转播铁塔是由角钢、工字钢连接而成的,为了提高其刚性,整塔改用铸铁浇注而成,或用厚度 $100 \sim 200\text{mm}$ 的钢板焊接而成,固然这样刚性很大,也不会变形,但是这是不可能的,因为一是代价太高,二是没法安装。本来的方法已经是很合理的了,这种方法叫增加断面法,断面增加了,就是增加了厚度。下面举出常见到的增加断面防变形的例子,如图 1-1 所示。

① $1\text{tf} = 9.807 \times 10^3 \text{N}$ 。

图 1-1a 为贮罐的抗风圈,是用角钢加平板焊接而成,这样可大大增加筒体的刚性;图 1-1b 为焊接筒体用的槽钢胀圈,加胀圈后断面增大,可大大减小环缝的变形;图 1-1c 为筒体纵缝两端的引弧板,由于端头属于自由端,容易变形,加引弧板后变为封闭端,也属增大了断面,可大大减小纵缝两端的外张变形;图 1-1d 为原始的平板,为了增加其刚性,在平面内压上两道鼓,它就不会颤动了,如车间的大门,为了防止出现软绵绵的颤动,在板上压鼓或点焊^①角钢,就是这个道理;图 1-1e 为在平板的两边或四边折边,其刚性比平板大得多,实际上就是增加了平板的厚度;图 1-1f 为圆筒体加鼓,如家用水桶,不加鼓时盛水后容易颤动,加鼓后盛水稳定性很强。

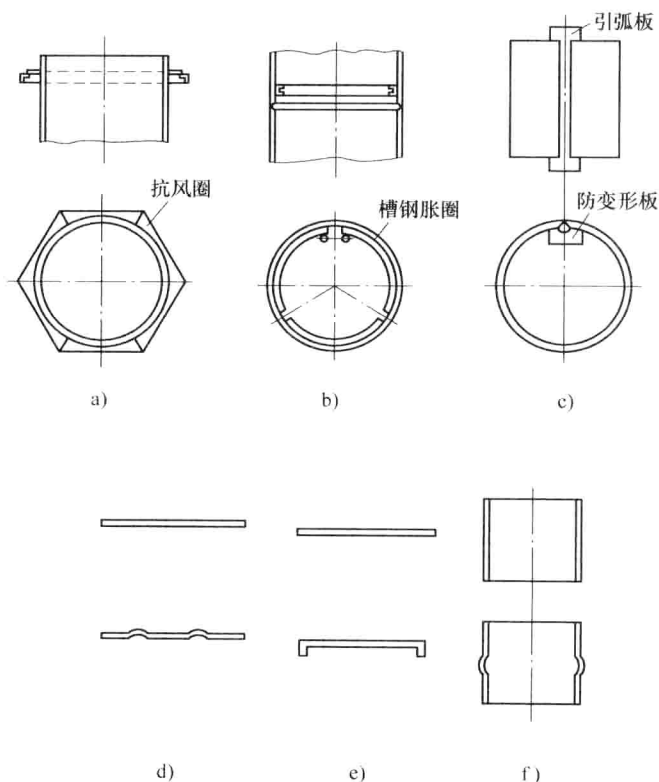


图 1-1 加大断面防变形实例

- a) 大型贮罐抗风圈 b) 焊接环缝用胀圈 c) 焊接纵缝用防变形板和引弧板
d) 加大断面前后的平板板材 e) 加大断面前后的折边板材 f) 加大断面前后的筒体

7. 板厚处理不同,下料基准也不同

下料基准与构件的空间位置、类别和板厚有着密切的关系,本文将常见构件的板厚处理原理及下料基准分析于后,举一反三,可推理出所有钣金构件的下料基准。

(1) 方矩管和方矩锥管 方矩管和方矩锥管如图 1-2 所示,其板厚处理形式共六种,如图 1-3 所示,可根据强度、压力和密封要求灵活选用,图 1-3 中 I 为半搭,II 为整搭,III 为互搭,IV 为里皮连接,V 为整搭开坡口,VI 为互搭开坡口。

① 按新版国家标准中术语,本文所述点焊均应是定位焊,但考虑行业使用的习惯和本书描述的需要,仍采用点焊表达。

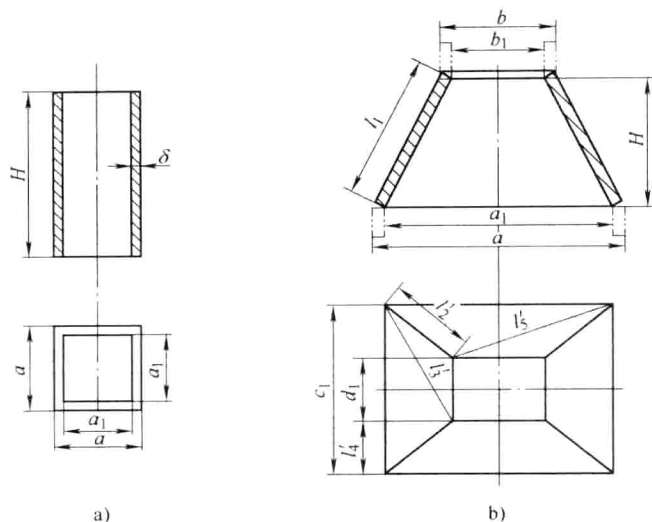


图 1-2 方矩管和方矩锥管

a) 方矩管 b) 方矩锥管

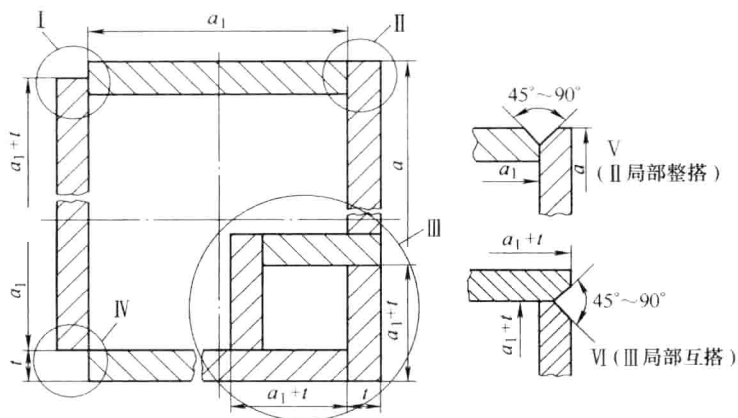


图 1-3 矩形管板厚处理节点图

下料基准是：高 H 为两端口间的垂直距离；不管机械折弯还是切断连接，一律按里皮，其原理可参阅下述尖角镦压理论。

如图 1-4 所示为在 1000t 压力机上压制直角的情况，圆角半径 r 约等于板厚 t ，当上下胎挤压板时，角部单位面积所受力特大，使板料由屈服阶段进入强化阶段，使板料产生了冷硬现象，卸压后无回弹，角部的内外层和中心层都产生了拉伸变薄，板厚由原来的 t_1 变为被拉伸变薄的板厚 t_2 ，圆角半径 r 下移，由 r_1 变为 r_2 ，这样加工的构件料长按里皮计算是完全可以的，只长不短。

(2) 正圆筒 层状圆形板和圆筒件，其料长的计算基准是按中心径，其原理是：如图 1-5 所示，内层在上轴辊的挤压下被压缩变厚，外层被拉伸变薄，长度都发生了变化，只有中径不变，所以计算料长应按中径。其下料基准是：高 H 为两端口间的垂直距离；按中径算料长，料长 $L = \pi D_1$ (D_1 为中径)。

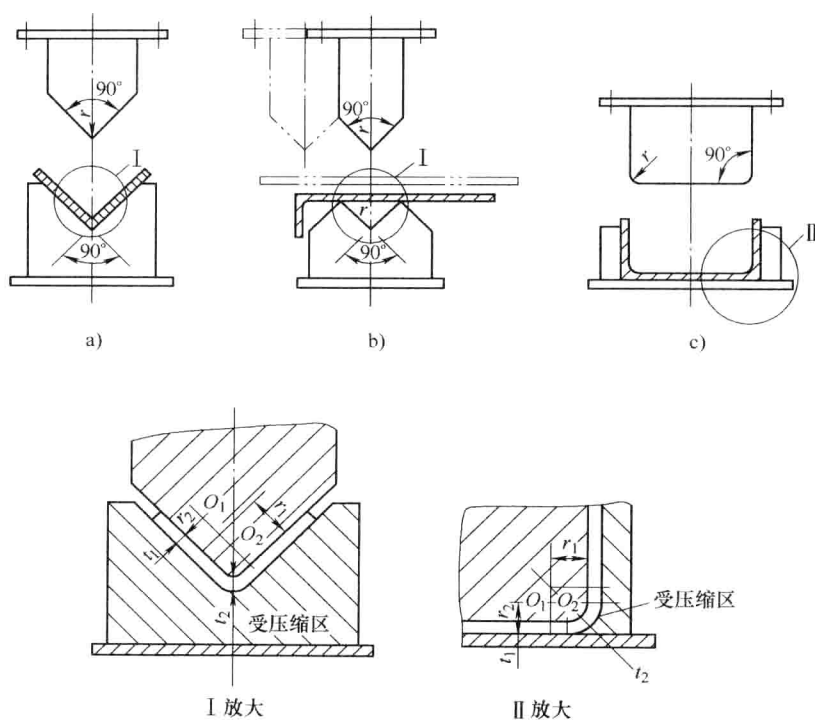


图 1-4 尖角镦压原理

a) 压角钢 b) 压来回弯受液盘 c) 压槽钢

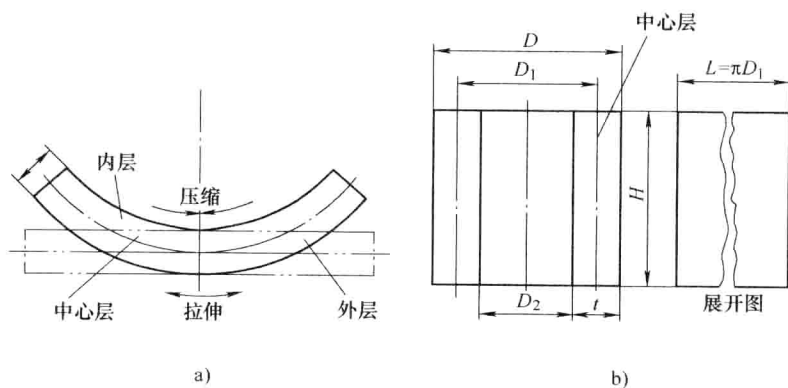


图 1-5 圆筒体按中径计算的原理

a) 成形原理 b) 下料基准

(3) 天圆地方管 天圆地方管是方和圆的组合体，其下料基准即可推理而出。如图 1-6 所示为天圆地方管，其下料基准是：高 H 为方端里皮圆端中径间的垂直距离；展开料，方按里皮，圆按中径。

(4) 圆锥台 圆锥台的结构形式为上下皆圆形，即是说应该与正圆筒的下料基准相似。如图 1-7 所示为圆锥台管，不管是正圆锥台，还是直角、钝角、锐角斜圆锥台，下料基准是一样的，即：高 h 为两端中径点间的垂直距离；两端皆按中径算料长，即 $s = \pi D$ ， $s_1 = \pi a$ 。

(5) 标准椭圆封头 如图 1-8 所示为标准椭圆封头, 其下料基准如下。

1) 瓜瓣组焊, 如图 1-8a 所示。

① 高 H 为椭圆长轴线至弧顶里皮间的垂直距离。

② 展开胎料确定: 按 $\frac{1}{n}$ 算出一扇里皮净料, 大端加直边, 之后在四周加 10mm 的修切余量。

③ 顶圆胎料直径 $D_1 = d + 2k$ ($k = 10\text{mm}$ 修切余量)。

④ 压制胎具样板: 以封头设计内径划线, 一切切出, 即为上下胎内卡样板。

2) 漏环热冲压, 如图 1-8b 所示。

① 高 H 为椭圆长轴线至弧顶里皮间的垂直距离。

② 展开胎料计算公式: $1.2D + 2h + k$ (k 为修切余量, 一般为 10mm)。

3) 冷旋压, 如图 1-8c 所示。

① 高 H 为椭圆长轴线至弧顶里皮间的垂直距离。

② 展开胎料计算公式: $1.2D + t$ (t 为板厚, 有修切余量)。

4) 从图 1-8 可以看出, 高 H 和内径 D 皆为里皮, 计算基准也是里皮, 按道理可能偏小, 实践不会小, 其理由是: 三种封头的胎料直径都加了充足的余量; 三种封头在压延过程中都发生了拉伸变薄现象, 特别是旋压封头。故按里皮算料长只大不小。

(6) 球封头 如图 1-9 所示为球封头, 其下料基准如下。

1) 图 1-9a 的坯料直径 $D_1 = \sqrt{8}R = \sqrt{2}D$ (R, D 皆为内径)。

2) 图 1-9b 的坯料直径 $D_1 = \sqrt{2D^2 + 4Dh} = 2\sqrt{2R^2 + 2Rh}$ (R, D 皆为内径)。

3) 说明: 上两种球封头皆按里皮为计算基准, 这是因为在热冲压的过程中板料产生了拉伸变薄, 故按里皮为基准是不会小的。

(7) 球体 如图 1-10 所示为整球体, 其下料基准如下。

1) 图 1-10a 按中心径计算的计算公式请参阅本章“七、球壳板料计算”中球罐整瓜瓣的板厚处理与料计算。

2) 图 1-10b 按中心径计算的计算公式请参阅本章“七、球壳板料计算”中橘瓣球壳瓣片的板厚处理与料计算。

3) 两者的顶圆直径 $D_1 = \pi R \frac{60^\circ}{180^\circ}$ 。

4) 说明: 瓣片球体的料计算基准很不统一, 有的人按内径 (大多数), 有的人按中径, 没有人采用外径, 按内径肯定偏小, 按外径肯定偏大, 按中径既结合实践也符合曲面弯曲理论, 故本人认为按中径为合理, 这是因为壳体经点压至成形, 板料肯定受挤压会变薄伸长, 但焊接后诸多的焊缝收缩也不可忽视, 且板越厚, 收缩量越大, 两者比较起来还是后者的量大, 所以按中径。

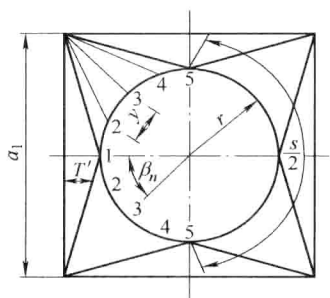
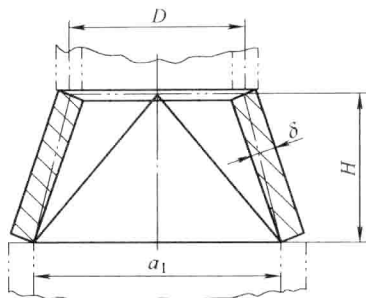


图 1-6 天圆地方管