

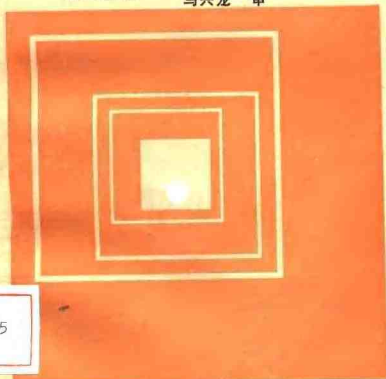
职工技术培训读物

厚板的展开处理

第二重机厂

许万满等编

马兴龙 审



5.5

四川科学技术出版社

责任编辑：崔泽海
封面设计：魏天禄

厚板的展开处理 许万清 编著

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 成都印刷一厂印刷

开本850×1168毫米1/32 印张 10.25 插页 2 字数254千

1984年10月第一版 1984年10月第一次印刷

印数：1—4,900册

书号：15298·29

定价：1.55元

前 言

职工教育是我国教育事业的组成部分，是提高职工科学文化水平和培养技术管理人员的重要途径。为了适应工农业生产发展和四化建设的需要，我们组织了有关工程技术人员和有丰富实践经验的老工人，根据国家的有关规定，编写了一套供工交战线上的在职职工学习的《职工技术培训读物》，内容包括轻工化工、电子电器、机械技术、建工建材、金属材料、表面处理、水利水电、农业机械、环境保护、能源交通、地球物理等等。本书就是其中之一。

板材是重要的钢结构材料。钢结构在重型机械行业中是占相当比例的。锅炉、造船、桥梁、起重机械、矿山设备、核压力壳以及轻工、农业、国防工业等很多机械产品，都是由钢板或型钢等组焊而成的。随着这些产品吨位容量的增加，所采用的厚板越来越多。厚板作为大型设备的主要组成部分，在机械制造过程中常碰到几何体和相贯体的构件，往往要涉及到展开和板厚处理问题。由于板厚处理不当而发生质量事故是常见的。作为制造过程中的第一道工序——放样下料，如何保证厚板构件展开的质量，这是急待解决的问题。德阳第二重机厂许万满工程师将他从事厚板制作技术工作三十余年的经验总结出来，在主管单位和学会的大力支持下，经过反复讲用、修改，写成了《厚板的展开处理》。

全书共五章：第一章，从理论上论证板厚对几何形状、接口相对位置、投影交线、求实长等厚板展开的影响问题，以及板厚

处理的重要性;第二、三、四章,着重阐述如何根据构件的不同形状和特点,正确应用“平行线法”、“放射线法”和“三角形法”的展开及实体物件的板厚处理工艺;第五章,介绍几种常见的板材、型材简单形状的几何计算和切角划线的方法。每章都以不同的几何体和贯穿体厚板处理展开为例,根据构件的几何形状、相对位置和各部分尺寸,求出新的投影轮廓线,进行投影和展开,画出主视图。本书以应用技术为主,兼顾基础知识,针对生产实际,提出问题,解决问题,并通过典型实例和图表,较系统地讲述了厚板展开处理的基础知识和操作技艺。可供具有初中以上文化水平的冷作铆工、放样工、钣金工等自学,技术人员参考,兼作职工技术培训教材。

本书在编写过程中,曾得到德阳第二重机厂、四川省机械工程学学会、《四川机械》编辑部和四川科学技术出版社的大力支持和帮助。为了进一步提高书稿质量,德阳第二重机厂、四川省机械工程学学会和四川科学技术出版社于1982年10月又联合召开书稿审定会议。参加审稿的有:重庆水泵厂彭朝新,第二重机厂马兴龙、董瑞林、葛文郁、梁贤元,东方电机厂郑本英,东方锅炉厂高文峰,四川锅炉厂王显金,重庆锅炉厂肖林万,成都锅炉厂马裕槐等同志。他们对本书提供了许多宝贵的资料和经验,进一步丰富了内容,增强了实用性。本书最后由重庆水泵厂彭朝新同志复审修改定稿。在此,一并表示谢意。

由于我们水平有限,书中缺点错误难免,恳望读者批评指正。

四川省科普作协工交专业委员会
四川省机械工程学学会

一九八三年四月

目 录

第一章 厚板展开处理基本知识

- 第一节 构件形状不同的板厚处理..... (2)
- 第二节 构件接口位置的板厚处理..... (11)
- 第三节 构件投影交线的处理..... (19)
- 第四节 厚板构件实长和展开的特点..... (24)

第二章 平行线画法展开的板厚处理

- 第一节 基本原理..... (37)
- 第二节 平行线法求相贯线..... (38)
- 第三节 各种几何体及相贯体构件的展开..... (40)

第三章 放射线画法展开的板厚处理

- 第一节 基本原理..... (85)
- 第二节 放射线画法求相贯线的基本方法..... (86)
- 第三节 各种几何体及相贯构件的展开..... (91)

第四章 三角形画法展开的板厚处理

- 第一节 基本原理..... (154)
- 第二节 三角形画法的相贯线..... (155)
- 第三节 各种几何体及相贯构件的展开..... (157)

第五章 各种型材件的展开

- 第一节 板料弯件的展开计算..... (249)
- 第二节 圆钢、钢管展开长度的计算..... (255)
- 第三节 各种型钢展开长度计算..... (259)
- 第四节 封头、领环的展开计算..... (271)

第五节 型钢的展开计算与划线	(285)
附录1: 焊接结构收缩的近似值	(299)
附录2: 弧弦高面积表	(302)
附录3: 型钢接头尺寸, 重心距及重量表	(306)
附录4: 面积与体积计算	(316)

第一章 厚板展开处理基本知识

随着重工业的发展,大型设备不断出现,有以焊接件代替铸钢件或锻件的发展趋势。这样,厚板的应用不断增多,结构件的钢材厚度由几毫米至几十毫米甚至增到百毫米以上。为此,在钢结构制造的第一道放样展开工序中,就经常遇到厚板展开的一系列技术问题。

2~3毫米薄板以下的,对构件的几何尺寸影响很小,一般不考虑板厚的影响。然而,厚板构件则不同于薄板构件的展开,这是因为厚板展开时,钢板的厚度对构件的几何尺寸影响很大,如不考虑板厚或考虑不当,那么,成形后就无法保证构件的几何尺寸要求,其误差随板厚而变化,装配时接口很难贴合,以至造成返修或报废,给国家造成不应有的损失。所以,板厚处理是放样工必须掌握的基础知识。

本章针对不同构件板厚处理的问题,加以较详细叙述,并通过它的形状、接口位置、投影交线、实长和展开等方面来论证板厚处理的重要性。

什么是板厚处理呢?板厚处理就是为了消除板厚对构件几何尺寸的影响。在实际放样和展开过程中,根据钢板的厚度所采取的措施和方法,以及根据构件的几何形状、相对位置和各部尺寸,求出新的投影轮廓线,并以该轮廓线进行投影和展开,使它成形后达到图纸几何尺寸的要求,这种处理过程称为板厚处理。

例如,假设圆管的外径 $D=1200$ 毫米,板的厚度分别为 $t_1=2$ 毫米和 $t_2=20$ 毫米进行展开,试比较其展开长度的变化?

当板厚为 2 毫米时:

$$\begin{aligned} l &= (D - t_1) \pi \\ &= (1200 - 2) 3.1416 = 3763.64 \text{毫米} \end{aligned}$$

当板厚为 20 毫米时:

$$\begin{aligned} l &= (D - t_2) \pi \\ &= (1200 - 20) 3.1416 = 3707.09 \text{毫米} \end{aligned}$$

两者展开长之差:

$$\Delta l = 3763.64 - 3707.09 = 56.55 \text{毫米}$$

这个差值就是钢板厚度对展开长度的影响结果,由此可见板厚处理的重要性。

那么,如何处理呢?

(1) 首先要看懂施工图,分清结构类型,这是作放样投影展开的基础;

(2) 弄清构件的几何形状、各部分尺寸和在空间的相对位置;

(3) 正确处理板厚,求出新的投影轮廓线,并以这个轮廓线为基准,进行投影并画出展开图。

第一节 构件形状不同的板厚处理

几何体构件的形状决定了板厚处理的方法,实际上就是以它的几何形状和相对位置的变化求得投影轮廓线。例如圆管、矩形管、“天圆地方”、“天方地方”、“天圆地圆”、“天方地圆”等构件,由于形状的不同,它的板厚处理方法也不同。

从构件的断面分析,它的几何体形状决定主视图、俯视图的投影。

1. 圆管类形厚板构件

用板厚卷制而成的圆柱管构件（见图 1—1）有内径（内壁

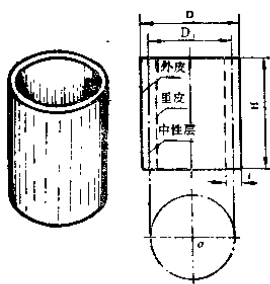


图 1—1

或里皮直径)、外径（外壁或外皮直径）和板厚 t 。中性层的外部受拉伸，中性层以里是受压缩，它们都改变了原来的长度，只有中性层的长度保持不变。所以，一般都以中性层计算料展开长，用公式表示为：

$$l = \pi D_1$$

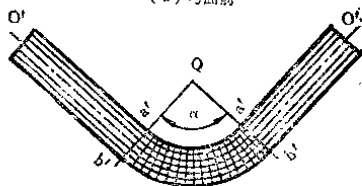
式中： D_1 —— 中性层直径；

l —— 展开料的长度。

什么是中性层呢？为弄清板厚的伸缩问题，从断面图来看它的变化，如图 1—2（a）所示。弯曲前， $\overline{a-a}$ 等于 $\overline{b-b}$ ；弯曲后，如图 1—2（b）所示：



（a）弯曲前



（b）弯曲后

图 1—2

(1) 弯曲后主要变形区域是圆角部分，而直边部分没有什么变形，

(2) 在弯曲变形区域内，板料中性层外部纵向纤维受拉而伸长， $\widehat{b'-b'} > \widehat{b-b}$ ，中性层内部受压而缩短， $\widehat{a'-a'} < \widehat{a-a}$ ，由板厚内外表面至中性层的缩短和伸长的变形差逐渐变小，在缩短与伸长的两个变形区域的中间有一层纤维的长度是不变的，这个中间层称为中性层。

(3) 弯曲时坯件断面发生畸变，中性层以内纵向纤维的缩短而使横面增宽，中性层以外则由于纵向纤维的伸长而使横面变窄。变形时断面的畸变，一般在板的宽度 B 小于板料厚度 2 倍

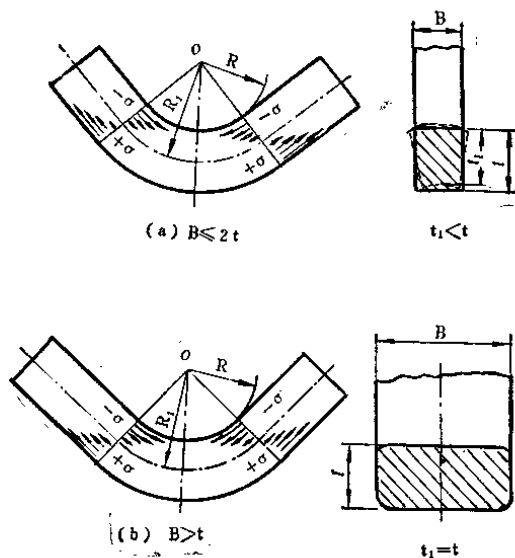


图 1-3

时，变形才比较明显，如图 1—3 (a) 所示；而在板料宽度 B 大于 2 倍板料厚度弯曲时，畸变不大，如图 1—3 (b) 所示。

在弯曲时，当弯曲半径 R 与板厚 t 之比较小时，板厚中性层不断向弯曲内侧偏移；其 R/t 比值越小，变形程度越大，则中性层偏移也愈大，离板料内表面愈近，这是由于弯曲时半径较小，中性层变化较大，致使板料的伸长和缩短，厚度也随之减薄。所以，计算或放样时就要适当的生长或缩短。当 $R/t < 6$ 时，变化的中性层离内表面的距离用 X 表示（见图 1—4），可用简单的公式计算方法求出：

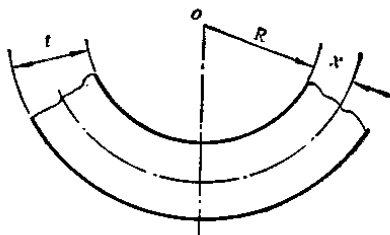


图 1—4

$$X = K_0 t$$

式中： t —板厚；

K_0 —中性层变化系数（查表 1—1）。

通过系数 K_0 值进行计算或放样，虽然得到展开伸长较准确的数据，但也是近似值。因为它与很多因素有关，如坯件的材质，成形时所使用的设备，模压弯曲或自由弯曲（冷弯或热弯）等都影响到板料的展开长度。所以，板料的展开长度应适当的调整。

调整的一般方法是根据使用的设备和工作状态，选用不同的

表 1-1

中性层变化 K_0 系数值

(毫米)

R/t	0.1	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.8	1	1.5	2	3	4	5	>6
K_1	0.23	0.29	0.31	0.32	0.35	0.37	0.40	0.41	0.43	0.45	0.46	0.47	0.48	0.5
K_2	0.3	0.33	0.35	0.36	0.37	0.38	0.41	0.42	0.44	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5
$\pm \Delta K$	0.04											0.03	0.02	0.01

注：表中 K_1 —适用于有顶板或压板的弯曲。 K_2 —适用于无顶板或自由弯曲。

π 系数值 (见表 1-2)。从而使构件在成形时允许有一定数量的延伸值，以达到质量要求。

表 1-2

 $K\pi$ 系数值

(毫米)

材 质	冷 卷		热 卷	备 注
	三 辊	四 辊		
普通低碳钢	3.14	3.137~ 3.14	3.12~	热卷与加热温度，辊圆次数和直径大小有关，对于温度高，辊圆次数多和直径小的宜取小值。
低合金钢	3.14		3.129	
及合金钢				

以上是指在钢板上直接下料后成形的展开计算。对于钢管的成品下料，必须先根据视图的几何尺寸，按照外径计算坯件的展开长度。但由于所制作的样板不可能很紧的围在钢管的外径上，它们中间会有一定的间隙。因此，所作的样板除了计算的展开长

外，还应增长一些，其增长值以管径的大小而定。一般当管径小于200毫米时，增长值约为2毫米左右。但对于直径较大的钢管，应适当的多增加一些，以使样板能很紧的围住钢管一周，如图1—5所示。

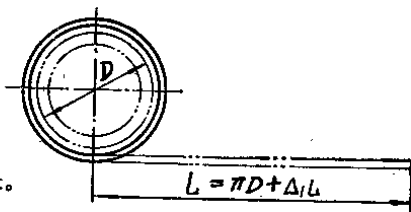
样板的展开长度：

$$L = \pi D + \Delta_1 L$$

式中：D—圆管外径；

$\Delta_1 L$ —增长值；

L—样板展开长。



2. 矩形管类厚板构件

图1—5

板料弯曲成折线形，它与弯曲成圆管类形的构件的板厚处理是不同的，如图1—6所示。这类构件在成形时，棱角处受到很大的外力，尖角处发生了急剧的变化。

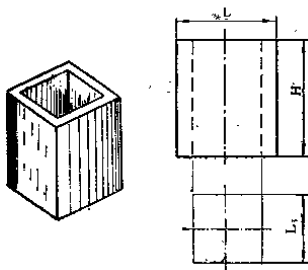


图1—6

除里皮长度变化不大外，其余各层纤维组织均发生较大的变形。所以，矩形管或多边形管的计算和展开长度均以构件的里皮边长为准，乘以构件边数；而它的高度不变，即展开长度：

$$L = L_1 \times i$$

式中： L_1 —棱角里皮边长；

i—边数。

3. 圆锥台厚板构件

圆锥台俗称天圆地圆，如图1—7所示。已知外形尺寸D、d、H、t，如果按照这些尺寸进行放样展开，则成形后它的直径和高度都要大于原来给定的几何尺寸，这样就无法保证制件质量。所

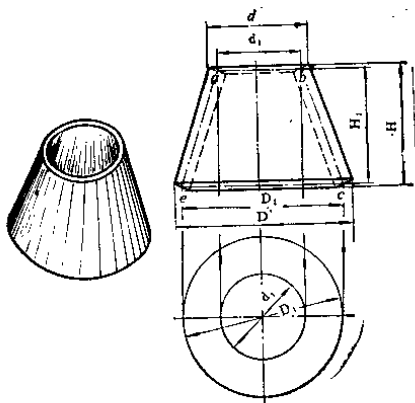


图 1-7

以，在放样时，应以视图的要求，在放样平台上（或钢板上）、放出1:1实样。按照板厚画出构件的主视图，并以视图的高度引出板厚的直角线（钢板剪切或气割成形后自然形成的角度，与板厚成直角。）和板厚中性层平行线，相交于a、b、c、e点，直线连接a—b，c—e点，其a—b—c—e的连线就是经板厚处理后所求得的投影轮廓线。

从主视图可以看出，在放样时圆锥台大小口的直径分别为 D_1 和 d_1 ，而构件的高度应以 H_1 为准作为放样的基准线，进行投影和画出展开图。但在实际放样工作中，为了制图方便，俯视图一般不需画出板厚，可按照所求的投影轮廓线画出。但是，有些特殊构件为了投影和展开切孔的需要，也可在俯视图上画出板厚。

4. 棱锥厚板构件

棱锥台俗称天方地方，如图1—8所示。由于它的形状不同，板厚处理的方法和所得到的投影轮廓线也与圆锥台大不相同。从图中可看出，经引出内壁和外皮的直角线和小口内壁 a 、 b 的连线，而得板厚处理后的外形。但由于棱锥台成形时，尖角点以外的纵向纤维均发生较大的不均匀的伸长。所以，它的投影轮廓线同矩形管相似。即是说内壁 $a-b-c-e$ 的连线就是投影所求的轮廓线，其高度为 H_1 。俯视图按内壁投影轮廓线画出。若将图1—7和图1—8的处理作比较，则可以看出两者的板厚处理是不同的。

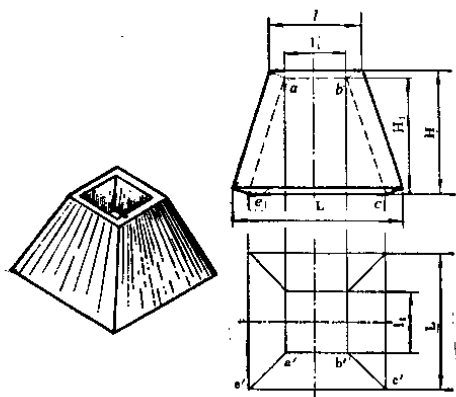


图 1—8

5. 天圆地方（即上圆下方）厚板构件

天圆地方如图1—9所示，它相当于圆锥台和棱锥台两种不同几何体的组合体。这种构件的板厚处理方法，如图1—7和图1—8所

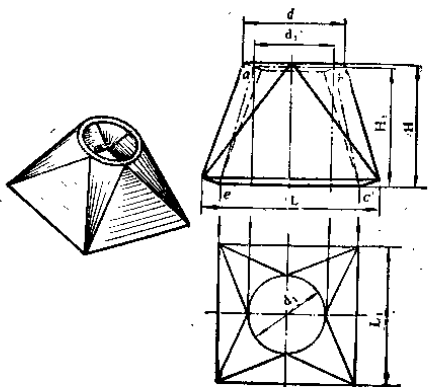


图 1-9

示。它的投影轮廓线因上口是圆形，故取板厚里外皮交角连接线的中性层点，得到 a, b ；而下口是方形，棱角相交点 c, e 便是所求的点；台锥的高度，上口按板厚中性层连线 $a-b$ ，下口按里皮连线 $c-e$ ， H_1 即为所求的高。其 $a-b-c-e$ 就是经过板厚处理所得到的轮廓线，以此轮廓线为准作投影展开。

俯视图可按所求的投影轮廓线画出。因此，对厚板构件的板厚处理可得出下列结论：

- (1) 凡回转体类构件（指圆柱管、圆锥或台锥管），它的展开长度应按处理后的投影所求的“中性层”（交角连接线的中点）作为基准计算；
- (2) 凡平面棱锥体构件（指棱柱和棱锥或台棱锥管），它的展开长度应按处理后的投影所求得的内表面边长作基准计算；
- (3) 对“天圆地方”或“天方地圆”构件的投影及展开，则是回转体和平面棱锥体的综合处理的应用；
- (4) 各类构件的高度均以所求轮廓线的高 H_1 为基准计算。

第二节 构件接口位置的板厚处理

接口是指两个或两个以上相贯体构件的接合处，也是两形体不同位置相交的交接处。接口和相贯线虽在同一位置，但实质上是有区别的。

1. 接口

在实践中，接口处的板厚处理，不仅影响到构件的几何尺寸，而且还影响到构件的装焊质量。图1—10所示为直角 90° 弯头，它是没有经过板厚处理，而按外径作投影展开的构件，当其

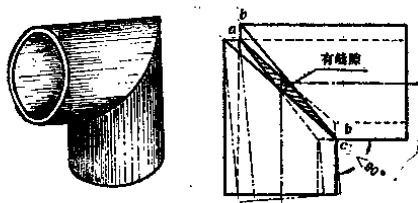


图1—10

成形后，里、外皮的变化如a—b、c—d连线那样，a角为里皮接触，c角为外皮接触，中间有缝隙（俗称缺肉）。而且接合后夹角小于 90° ，这种接口无法保证质量，必须反修。这个构件接口处之所以不能很好吻合，影响它的因素就是板的厚度。所以，接口处的板厚处理是不可忽略的。

2. 相贯线

如果两个或两个以上几何体相交时，一定存在着几何体构件相交的公共点，这些公共点叫相贯点。将相贯点连接而成的线叫