

等径三通整形模样板绘制方法改进

冉 骥

东方电气集团东方锅炉股份有限公司 四川自贡 643001

摘要: 主要阐述了压制等径三通整形模具制造检查样板两种绘制方法: 找点作图法与改进的计算作图法; 比较两种方法绘制复杂度, 说明改进的计算作图法不仅保证检查样板图的准确性, 而且还提高样板绘图效率。

关键词: 找点画法; 计算作图法

Improvement of drawing method of shaped template of straight tee

Ran Ji

Dongfang Electric Group Dongfang Boiler Co., Ltd. Sichuan Zigong 643001

Abstract: This paper mainly expounds two drawing methods of manufacturing inspection template of pressing straight tee: drawing method of finding points and improved calculation drawing method. Comparing the drawing complexity of the two methods, it shows that the improved calculation drawing method not only ensures the accuracy of checking template drawing, but also improves the efficiency of template drawing.

Keywords: drawing of finding points, calculation drawing method

三通是长距离输送介质的压力管道系统中的重要组成部分。大容量电站锅炉的过热器、再热器系统中广泛采用了大口径三通结构; 出于流动阻力, 内部流体流动特性以及制造成本等考虑: 一般采用压制三通。压制三通成型工艺分为两类: 一类是多次成型、整形交叉进行, 最后母管成型并鼓出支管; 另一类则是多次压扁、成圆交叉进行并辅以局部冷却或局部整形等手段鼓出支管。两种方法都需要成型模具与整形模具互相配合。

1、问题的提出

压制三通模具制造好后, 首先需要检查样板对模具进行检查: 成型模样板和整形模样板; 两者都是以平面图来表达立体要素, 或者说用平面图来表达某个截面的实体边界线, 是复杂的立体画法几何作图法。

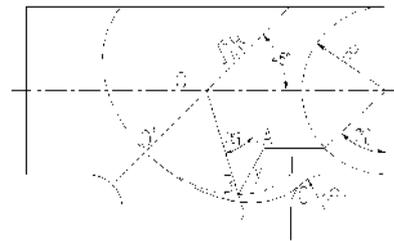
由于样板画法复杂且几乎无法校对(最好由校对者自己再画一次)因此, 要求绘制者必须对样板画法有深刻、准确的理解, 从而保证样板绘制及模具制造的正确性。但是, 由于其复杂性, 这就增加了工作的难度。因此, 急需一种新法的, 简单的方法来绘制检查样板。

经过细致的分析与推导: 对成型模样板, 还未能找到更好的方法; 对等径三通整形模样板, 找到更加简便

的绘制方法—计算作图法。

2、等径三通整形模样板简介

图一为等径三通整形模下模俯视图(上模相同)。



图一 等径三通整形模下模俯视图

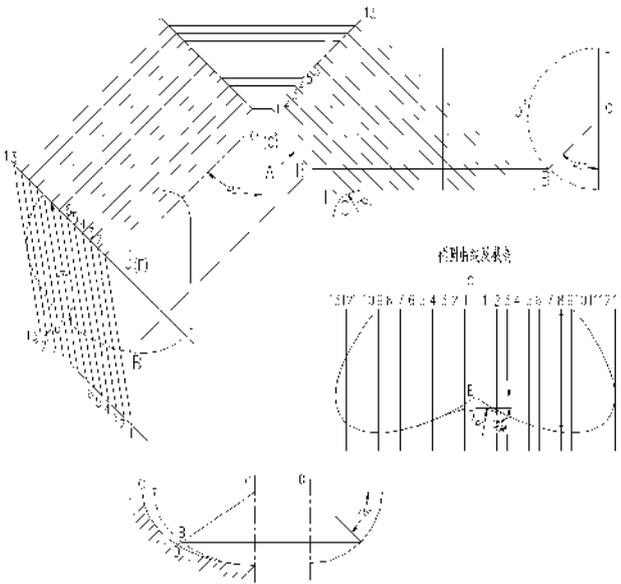
虚线半圆所示为直通管, 虚线椭圆所示为交贯线所在截面与直通管的交线。按等径三通整形模型腔的设计, 直通管与支管的交贯处不是尖角, 而是按一定规则变化的圆角。当直通圆上 a_0 从 0° 变到 90° 时, 交贯线上 a_1 也由 0° 变到 90° , 而沿O-D的垂直于交贯线所在平面的截面与直通管、支管相截成两相交的椭圆曲线; 该两椭圆曲线相交处圆角半径按一定规则变化。当直通圆上 a_0 从 0° 变到 90° 时, 该圆角半径从 R' 连续变化到 $6.828R'$ 。

模具的检验样板有三块：一块是分模面上R'的样板，该样板易于制造；第二块样板是 a_0 为 45° 时，沿O-D的截平面与模腔相交的两椭圆曲线打好圆角后的曲线样板；第三块样板为图一中交贯线处打好圆角后（增加了截高BD）所形成的O'-D-C曲线。将第二块样板嵌入第三块样板，即可形成一幅立体样板来检验模具制造的质量。

归根结底，实际上难就难在截高BD的求法上；应该如何来绘制这两幅样板曲线呢？

3、原来的放样画法（找点作图法）

由于画法复杂，在这里仅以直通圆上 $a_0=45^\circ$ 时为例，来说明截高BD的求法及倾角 a_1 的画法。



图二 45°分型面找点作图

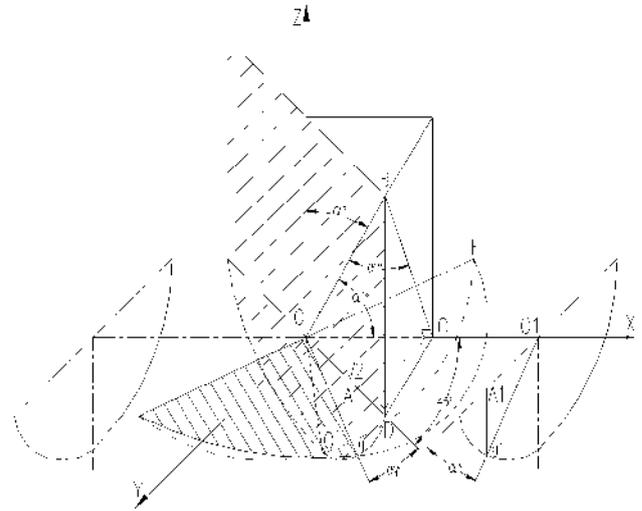
图中O-O'-C三点构成的平面（N面）即为交贯线所在的平面，O-B-F三点构成的平面（M面）即为垂直于N面的截面，该截面与直通管、支管相截成两相交的椭圆曲线。那么怎么来求该椭圆曲线上的点呢？

1.沿O-F线过1、2、3.....13点作N面的平行面，它们将与直通管相交为大小相同的椭圆K（短半轴为R，长半轴为 $\sqrt{2}R$ ），而这些椭圆与M面形成的交点即为要求的点。从A向示图上来看，这些椭圆的中心沿O-E线分别移动O-1，O-2.....O-13的距离，他们与M面的交点到O点的距离实际上就等于将B面反向移动相同的距离所获得的与椭圆K曲线的交点到E-O延长线上的距离，这就是所求的各点的H值。

2.做出相交两椭圆曲线，再根据不同的半径打圆角，即可求得截高B-D，从而画出前述第二块样板。各个角度的截高求出后，即可画出前述第三块样板。

4、改进后的放样画法（计算作图法）

找点作图法显然比较复杂，为了有利于工作，经过分析与推导获得了以下更加简便易行的方法。



图三 等径三通分析图

1.直通管上角度为 a_0 时，求 a_1 ：

设椭圆短半轴 $b=R$ ，长半轴 $a=\sqrt{2}R$

$$X=OA=\sqrt{2}R \cos a_0$$

据椭圆方程：（O-C为X轴，O-O'为Y轴）

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \text{可得 } y=R \sin a_0$$

$$\text{tg } a_1 = \frac{y}{oa} = R \sin a_0 / (\sqrt{2}R \cos a_0) = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{tg } a_0$$

$$a_1 = \arctg \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{tg } a_0 \right)$$

2.求截椭圆面与直角轴线夹角 a

设X、Y轴构成的平面为分模面，X轴为直通管轴线。O-B为过中心O点的前述M面的法线，当直通管上角度为 a_0 ，M面绕图三的O-F轴旋转 a_1 ，则O-B与Z轴的夹角为 a_1 ，设 $DC=OC=1$ 。则 $OD=\sqrt{2}$ ，则 $OB=\sqrt{2}/\sin a_1$

$$\cos a' = \frac{1}{OB} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin a_1$$

$$a' = \arccos \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \sin a_1 \right)$$

因OB垂直于O-B-C面与M面的脚线L，并且O-B-C面垂直于M面，故截圆与直管轴线成 a 夹角：

$$a = 90^\circ - \arccos \left(\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \sin a_1 \right) \right)$$

$$\text{即： } a = \arcsin \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \sin a_1 \right) = \arcsin \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \sin \left(\arctg \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{tg } a_0 \right) \right) \right)$$

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{tg } a_0 \right)$$

这样，当直通管上角度为 a_0 时，我们可方便地计算

出截椭圆的长半轴 $A = \frac{R}{\sin a}$ 而截椭圆短半轴 $B=R$ ，因此，我们可以非常方便地画出椭圆曲线。由图二可知，M平面处于各个角度时截椭圆曲线都要过F点，此点在M面上与中心O点距离为 $\sqrt{2}R$ 。同时，相贯线上那点必然在O-F的垂线上。我们就可以按图四的方法非常方便地求出截高。

3. 求放 45° 样时需旋转角度 a_2 ：

$$y^2 = (\sqrt{2}R)^2 - x^2$$

$$x^2 = 2R^2 - y^2$$

据椭圆方程： $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$

其中 $a=R/\sin a$ $b=R$

得： $\sin a_3 = y/\sqrt{2}R$ 化简得：

$$a_3 = \arcsin \left(\frac{\sqrt{1 - \lg^2 a}}{2} \right) = \arccos \left(1 - \sqrt{2} \cos a \right)$$

$$a_2 = a_3 + a$$

至此，我们就可方便、准确地画出所需样板了。

5、结论

由于样板的 a 和 a_3 ；都只决定于 a_0 ，因此，随着直通管上 a_0 不断的变化， a 和 a_3 的计算都只微一次，这样就极大地方便了批量绘制等径三通整形模检查样板图，同时更好地保证了检查样板图的准确性，提高功效。同时，原方法只有画法几何能力强的极少数人能画，而新方法极大地简化了样板图画法。

目前我们已用这种方法绘制了11套样板图，保证了制造及成品检验的顺利进行。

参考文献：

[1] 许发樾. 实用模具设计与制造手册[K]. 北京：机械工业出版社，2000

[2] 常明. 画法几何及机械制图. 武汉：华中科技大学出版社，2009