

计算机辅助设计(CAD)图解斜轧穿孔孔型开度值

黄德超, 周梦雄, 邓丕安

(衡阳华菱钢管(集团)有限公司, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 介绍了一种使用计算机辅助设计(CAD)图解斜轧穿孔孔型开度值的方法, 解决了在生产中用数学方法求解斜轧孔型开度值较复杂, 难以应用的问题。对穿孔机轧辊空间位置进行计算机仿真后, 作轧制线上某点的垂直截面, 根据开度值假设条件, 在截面内用作图方式逐步逼近开度值。以较简单的作图方式得到有一定精度、能满足工程应用的开度值, 并对开度值数据作了简要的分析。

关键词: CAD; 斜轧穿孔; 孔型; 开度值

中图分类号: TP391.72 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2311(2005)06-0046-03

CAD Illustrative Method for Groove Opening Value of Rotary Piercing Mill

Huang Dechao, Zhou Mengxiong, Deng Pi'an

(Hengyang Hualing Steel Tube (Group) Co., Ltd., Hengyang 421001, China)

Abstract: Presented in the article is a CAD illustrative method for groove opening of rotary piercing mill, which is much simpler and easy-to-use than the mathematic method as used for the same purpose. After computer simulation of the piercer roll space position, a perpendicular plane is made from a certain point in the rolling line, and then following the assumed conditions for the opening value, the opening value is approached to by means of drawing on the said plane. With this rather simple illustrative method, certain accuracy of the groove opening value can be obtained to meet actual engineering requirement. In addition, a brief analysis of the said groove opening data is made.

Key words: CAD; Rotary piercing process; Groove; Opening value

0 前言

为实现高精度钢管轧制, 生产较高几何尺寸精度的荒管, 必须计算穿孔变形区中轧辊的开度值。关于开度值的计算, 过去通常运用空间解析几何建立数学模型求解, 但因变形区的三维空间关系比较复杂, 数学推导、开度方程的建立及方程的求解难度大, 因此数学法求解开度值在实践中的应用受到限制。

应用计算机辅助设计(AutoCAD 2004版)方法, 通过直观和简便的作图方式逐步逼近斜轧穿孔孔型开度值是一种简便、有效的方法。

黄德超(1965-), 男, $\Phi 50$ 分厂技术副厂长, 工程师, 从事钢管生产技术研究及新产品研发工作。

1 CAD图解的假设条件

为了便于计算机辅助设计(CAD)求解, 根据生产实际情况进行必要的数学概念上的抽象, 特作如下假设:

- (1) 轧辊和轧件的接触为刚性体的线接触^[1];
- (2) 轧辊和轧件之间的关系遵循共轭关系^[1];
- (3) 轧件是以轧制线为旋转轴的回转圆柱和有一定锥度的正圆锥体(管坯直径压缩区)的组合件^[1];
- (4) 以垂直于轧制线的截面截得轧辊截面为椭圆(或部分椭圆), 轧件截面为圆, 孔型开度值为截面与轧制线的交点至截面椭圆曲线的最短距离^[2];
- (5) 为了既能满足工程应用精度又能简化作图, 本文的开度值精确到小数点后第 1 位数(单位: mm)。

2 CAD作图法求解开度值

2.1 作轧辊平面、实体、空间位置和截面图

选用锥形辊穿孔机,其轧辊上下布置,送进角(指轧辊轴线在包含轧制线的水平面上投影的交角)在 $12^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 内可调,辗轧角(指轧辊轴线与轧制线在包含轧制线的垂直面上投影的交角)由轧辊轴承座安装位置固定为 15° ,通过分析可知轧制线上某点两轧辊的开度值相等,因此可只研究上轧辊的开度值。在CAD界面上任选一点为第一用户坐标系(UCS)的原点,第一用户坐标系的x轴位于轧制线的竖直平面内且平行轧制线。轧辊外形的上半部分如图1所示。以x轴为旋转轴对轧辊上半部分平面简图封闭多义线进行 360° 旋转得轧辊实体,如图2所示。以第一用户坐标系原点为中心,将轧辊实体(图2)绕z轴旋转 15° (辗轧角)后,以坐标原点为中心,绕y轴旋转一角度(送进角),作轧辊空间位置立体图,如图3所示。沿第一用户坐标系x轴移动坐标原点到某一指定位置后,以y轴为旋转轴将坐标系旋转 90° 得到第二用户坐标系。创建一个新图层(第2层)并置为当前层。沿第二用户坐标系xy坐标面对轧辊实体作截面,使用平面命令PLAN,视图变为从轧制线出口方向看轧辊。冻结其他图层仅保留当前图层后得轧辊截面(椭圆)曲线图,如图4所示。



图1 轧辊外轮廓示意

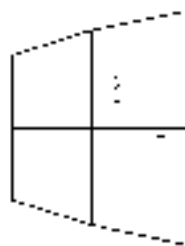


图2 轧辊实体示意

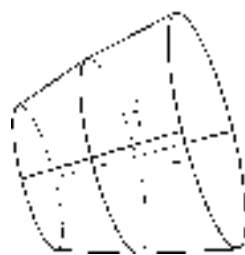


图3 轧辊实体空间位置示意

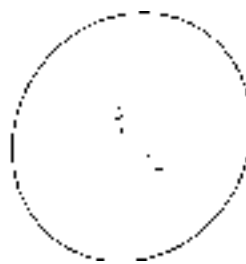


图4 轧辊截面示意

2.2 图解法逐步逼近孔型开度值

用CAD菜单工具查询轧辊截面面域特性可得轧辊截面图形范围上、下角点坐标,通过下角点坐标作水平线,与截面图形交于一点,此点即为截面曲线的最低点。根据轧辊及所选的孔喉尺寸(100 mm)求出轧辊截面与轧制线的交点,将第二用户坐标系的原点移至该交点,作第三用户坐标系。第一用户坐标系至第二用户坐标系坐标变换过程中坐标原点未作上下平移,因此无论截面位置如何变化,第二用户坐标系原点至轧制线的距离保持不变。在轧辊截面图中,经过原点作竖直线 L_1 ,经过原点至截面图形最低点作直线 L_2 。根据图形形状分析及通过大量作图得到验证:开度极值点在竖直线 L_1 与截面曲线的交点至截面曲线最低点之间,且位于竖直线 L_1 与曲线交点附近。经过原点作竖直线 L_1 与原点至截面图形最低点线 L_2 的夹角 α 的角平分线(平分角度可粗略估计) L_3 ,通过尺寸标注求出 L_3 的距离 S_3 ,将此值与 L_1 和 L_2 原点至截面曲线交点距离 S_1 、 S_2 进行比较,看是否为最小值,如果不是,作 L_3 与 L_1 的角平分线 L_4 ,通过尺寸标注求出 L_4 原点至截面曲线交点的距离,看它是否为最小值,如果不是,作 L_4 与 L_1 的夹角的平分线,如果是则作 L_4 与之左右相邻的两角的两条角平分线,比较此3线的距离值,找出距离最小的线,作距离最小线与之左右两边紧相邻两角的角平分线,找出此3线的最短距离线,作距离

最小的线与之左右相邻的两角的角平分线……直到某条角平分线的 S_1 第一位小数不会变小, 角平分线中最小的距离值 S_n 为所求的达到预定精度的开度值, 如图 5 所示。

在轧辊空间位置图(图3)上, 沿轧制线方向移动坐标原点到另一指定位置作轧辊截面, 用逐步逼近法求解该截面的开度值……, 所作截面开度值数据见表1。



图5 逐步逼近法求解开度值示意

表1 开度值参数

| | mm | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| x | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 0° | 63.09 | 60.91 | 58.73 | 56.54 | 54.36 | 52.18 | 50 | 52.62 | 55.24 | 57.86 | 60.48 | 63.10 | 65.72 |
| 12° | 68.20 | 64.32 | 60.79 | 57.66 | 54.80 | 52.27 | 50 | 52.69 | 55.62 | 58.75 | 62.07 | 65.57 | 69.24 |
| 15° | 71.00 | 66.19 | 61.93 | 58.24 | 55.06 | 52.31 | 50 | 52.73 | 55.82 | 59.24 | 62.95 | 66.95 | 71.51 |

(1) x为轧制线坐标值, 原点为孔喉中心, 正值为出口锥, 负值为入口锥;

(2) 0°、12°、15°为送进角;

(3) 送进角为0°时的开度值为 L_1 , 即坐标原点至辊面的垂直距离。

3 分析

据表1数据计算不同送进角情况下的工作锥角见表2。由表2可知, 同一送进角, 离孔喉距离越远, 工作锥角修正值越大; 同一截面, 送进角越大, 工作锥角修正值越大; 送进角为0°的工作锥角

修正值与辊面角设计值完全相同, 经分析工作锥角修正值的变化规律与实际情况相符。本文所涉及的穿孔机为德国某公司制造, 外方提供的相关工艺参数为: 从送进角为12°的情况考虑, 3°出口锥角的修正值为3.3°。因送进角的影响, 轧辊工作锥角是变化的, 在计算穿孔工艺参数时所用出口锥工作锥角, 应是顶头辗轧处轧辊工作锥角。据轧制表及顶头工艺参数可粗略估计顶头辗轧段在轧辊出口锥距孔喉150 mm处, 据表2送进角12°的轧辊工作锥角修正值为3.338°, 与德国公司所提供的工艺参数基本相符。

表2 工作角度修正值

| | mm | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| x | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 0° | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 12° | 3.471 9 | 3.278 | 3.088 | 2.924 | 2.748 | 2.599 | - | 3.080 | 3.217 | 3.338 | 3.453 6 | 3.564 | 3.670 |
| 15° | 4.004 0 | 3.705 | 3.414 | 3.144 | 2.897 | 2.645 | - | 3.125 | 3.330 | 3.525 | 3.705 0 | 3.879 | 4.101 |

4 结 语

使用计算机辅助设计(CAD)图解斜轧穿孔孔型开度值的方法, 解决了在生产中用数学方法求解斜轧孔型开度值较复杂, 难以应用的问题。计算机辅助设计求解斜轧孔型开度值, 为钢管生产工程应用提供了一种简便、有效的方法。

5 参考文献

- 1 李国祯. 斜轧孔型开度值计算[J]. 钢管, 1990, 19(5): 40.
- 2 成海涛. 菌式轧管机辊型设计的数学模型[J]. 钢管, 1993, 22(1): 28.

(收稿日期: 2004-10-18)

(修定日期: 2005-03-10)

欢迎订阅“中国期刊方阵”双效期刊·钢管 (双月刊)