

● 技术交流

12-13

中小径直缝焊管的反弯成型法

张 奇 苏红英
(徐州轧钢厂)

TG335-75

介绍了一种新型管坯成型方法——反弯成型法。该法可使带钢边部的伸长量最小和尺寸处于稳定状态，并可满足扩大中小径直缝电焊管的规格品种和提高焊速的要求。

关键词 中小径直缝电焊钢管 管坯成型, 反弯成型法, 焊接钢管

REVERSE BENDING FORMATION OF LONGITUDINAL ERW PIPE WITH SMALL AND MEDIUM DIAMETERS

Zhang qi Su Hongying
(Xuzhou Steel Rolling Mill)

A new hollow shell formation method, the reverse bending process, is presented. The process, with constant and minimum elongation of strip steel edge, can meet the requirements of expanding varieties and sizes with higher welding speed.

Key words longitudinal ERW pipe with small and medium diameters hollow shell formation reverse bending process

中小径直缝电焊钢管在成型过程中，其带钢边部尺寸要发生变化，由此影响钢管的焊缝质量。为将成型过程中带钢边部伸长量控制在最小范围内，拟提出一种反弯成型法。带钢在反弯成型过程中边部呈直线态(图1)。

的半径， $\pi r = b$ ，可得出下列关系式

$$X = (\Delta - b)t + b$$

$$Y = b\pi/t$$

$$Z = Lt$$

式中 t ——变形区的单位长度

直线CO的关系式为

$$Y = -bZ/L\pi$$

传统成型法(圆周弯曲法、边缘弯曲法、中心弯曲法、组合弯曲法等)在成型的第1阶段，带钢边缘各点不能全部落在直线ED上，为将带钢边部的伸长量限制在最小范围内，必须采用反弯成型法，使带钢边缘各点都落在直线ED上。为不使辊型复杂化和便于成型辊加工，本成型法只在成型的第1阶段对带钢中部进行单半径反弯，其余部分正弯。带钢某横截面的反弯变形见图2。直线E'D'为成型过程中带钢边缘在XOY面上的投影因带钢为对称变形，故图2只取其一侧。

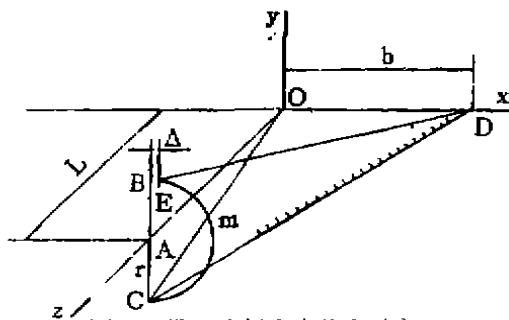


图1 带钢边部直线状态示意

b —带钢宽度的一半 L —变形区长度 Δ —最后一个封闭孔型环宽的一半 ED —成型中的带钢边缘或带钢边缘任意一点的运动轨迹

从图1可知， Δ 相对于 b 很小。为了计算方便，设定E点的纵坐标等于圆弧 C_mE

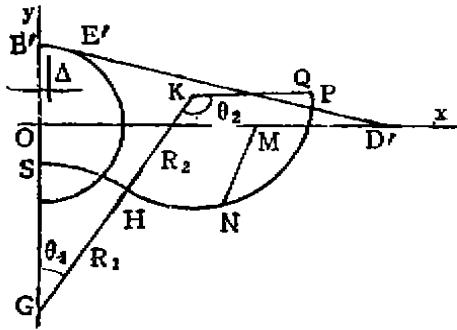


图2 带钢某横截面反弯变形示意

R_1 —反弯半径 θ_1 —反弯变形角
 R_2 —一边部正弯半径 θ_2 —一边部正弯变形角

反弯弧 \widehat{SH} 与正弯弧 \widehat{HQ} 在 H 点相切，G 和 K 两点分别为反弯弧和正弯弧的圆心，故 G 点、H 点和 K 点在一条直线上。设 P 点为直线 ED 与带钢边缘 Q 点对应的点，根据前述要求， R_1 、 R_2 、 θ_1 和 θ_2 这 4 个参数的选择原则是使 Q 点与 P 点之间的距离最短，即目标函数可写为

$$\overline{PQ} = f(R_1, R_2, \theta_1, \theta_2)$$

由图 2 示出的几何关系可得下式

$$\overline{PQ} = \left\{ \left[R_2 \sin(\theta_2 - \theta_1) + (R_1 + R_2) \sin\theta_1 - (\Delta - b) \frac{2}{L} - b \right]^2 + \left[(R_1 + R_2) \cos\theta_1 - \left(\frac{b^2}{L\pi} + R_1 \right) - R_2 \cos(\theta_2 - \theta_1) - \frac{b^2}{L\pi} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

R_1 、 R_2 、 θ_1 和 θ_2 这 4 个参数除应满足 \overline{PQ} 值最小的条件外，还应满足以下 3 个条件：

- (1) 带钢宽度不变，即 $R_1\theta_1 + R_2\theta_2 = b$ ；
- (2) 沿带钢横向任何一部分的纵向变形要小于或等于带钢边缘的纵向变形。

由图 2 可知，N 点所在部分的纵向变形最大，设 M 点为 N 点在横向上未变形时的对应点，则本约束条件可表示为

$$\overline{MN} \leq \overline{QD}$$

由图可求得

$$\overline{MN}^2 = \left[(R_1 + R_2) \sin\theta_1 - \cos\theta_1 (R_1 + R_2) \right]^2 + \left[(R_1 + R_2) \cos\theta_1 - \left(\frac{b^2}{L\pi} + R_1 + R_2 \right) \right]^2$$

$$\overline{QD}^2 = \left[R_2 \sin(\theta_2 - \theta_1) + (R_1 + R_2) \sin\theta_1 - b \right]^2 + \left[(R_1 + R_2) \cos\theta_1 - \left(\frac{b^2}{L\pi} + R_1 \right) - R_2 \cos(\theta_2 - \theta_1) \right]^2$$

(3) 应保证带钢的纵向变形在弹性范围。另外 R_1 、 R_2 、 θ_1 和 θ_2 还应满足 $0 \leq \theta_1 \leq \pi/4$ ， R_1 、 R_2 、 θ_2 均应大于零。

根据以上函数和条件确定 Z 值，即可得到相应的最优解。图 3 为由最优参数绘制的变形示意图。在成型的后阶段，中间部分的反弯弧长变小，半径增大。为简化设计和成型辊的制作，中间部分可设计为直线。反弯成型法通过目标函数的设定能更准确地计算出带钢在成型区各段的形状，为孔型设计提供更可靠的依据。在可能的情况下多次反弯，还能使带钢边部的伸长量更小，大大缩短变形区长度。

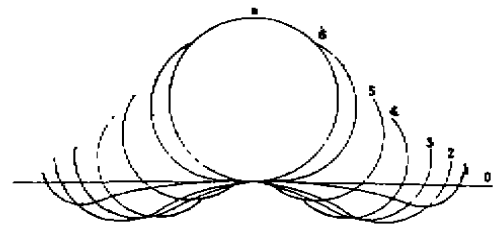


图3 反弯成型法变形过程示意

反弯成型法作为一种良好的成型方法，能有效地控制管坯在成型过程中的纵向变形，同时提高管坯在成型过程中的稳定性，也为扩大中小径直缝电焊管的规格品种和提高焊接速度及质量创造了条件。

(收稿日期：1991-08-21)