

# 电极扁钢孔型设计的探讨

刘宝峰,王作成

(山东大学 材料科学与工程学院,山东 济南 250061)

**摘要:**按照技术要求,结合生产现场实际情况,用150 mm × 330 mm矩形坯轧制120 mm × 245 mm规格电极扁钢,设计第1道次采用立轧孔,成品再前孔采用1.0 mm凹底的立轧孔,成品孔配以2 mm的下压力,侧壁斜度4.6%,解决了产品倒角、侧边垂直度以及扭曲、弯曲等问题,过钢量20 000 t,产品质量良好。

**关键词:**电极扁钢;孔型设计;立轧孔型;凹底

中图分类号: TG332.23

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2013)04-0012-02

## 1 前言

电极扁钢是电解铝厂用于阴极导电棒的消耗性材料,随着电解铝行业技术的不断发展,电极扁钢的规格由原来的65 mm × 180 mm、70 mm × 180 mm、90 mm × 180 mm发展到现在的100 mm × 230 mm、100 mm × 280 mm等。电极扁钢一般的技术要求为:宽度和厚度公差±2 mm,长度公差0~+5 mm,倒角( $R13 \pm 2$ )mm且4个倒角均匀,弯曲和扭曲≤3 mm,侧边垂直度0.3,具有断面尺寸大、延伸系数小、外观质量要求严格等特点。

本研究结合现场生产条件,对120 mm × 245 mm规格电极扁钢的箱形孔型系统进行设计,生产出了合格产品。

## 2 生产工艺流程

120 mm × 245 mm规格产品采用150 mm × 330 mm矩形坯轧制。工艺流程如下:连铸坯→加热→轧制→冷却→锯切→检查与清理→标识→成品。电极扁钢生产线为一列两架650轧机,两架轧机之间采用移钢机。轧制完成后进入推钢式冷床,冷床同时具有降温和矫直两个作用。

## 3 孔型设计

### 3.1 第1道次孔型的选择

由于在加热过程中钢坯表面生成厚度约3~5 mm的炉生氧化铁皮,为去除该氧化铁皮,防止成品表面形成面积较大的凹坑或结疤,在生产线上不具备高压水除鳞设施的条件下,第1道次采用立轧孔型,见图1。立轧孔型既满足压下规程的设计需要,同时能去除坯料表面的氧化铁皮。

收稿日期:2013-04-08

**作者简介:**刘宝峰,男,1981年生,2005年毕业于山东建筑工程学院金属材料专业。现为山东大学材料科学与工程学院在读工程硕士,从事轧钢工艺及孔型设计相关工作。

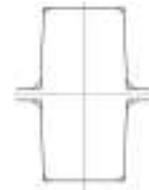


图1 第1道次立轧孔型

### 3.2 成品前或成品再前立轧孔的确定

由于电极扁钢对倒角和侧边垂直度的要求较高,成品前孔一般选择为立轧孔。受生产线设备限制,针对生产线的成品前孔只能选择平箱孔,成品再前孔为立轧孔。

120 mm × 245 mm成品再前立轧孔参数的确定主要考虑成品前孔和成品孔的宽展及轧后轧件冷却收缩两方面的因素。根据轧制理论,轧制时轧件在高度方向受压,金属向长度和宽度方向流动,即产生延伸和宽展。压下量愈大,相应的延伸和宽展也愈大。实践证明,压下量是影响宽展的主要因素。

当辊径一定、其他条件不变时,压下率的大小对轧件宽展产生不同的影响。当压下率小而且轧件的宽高比( $B/H$ )<0.4时,变形只在轧件与轧辊接触面处发生,不能深入到轧件高度的中心部分,即产生表面变形。此时宽展也只能发生在邻近表面部分,轧件形成双鼓形侧面;当压下率较大且 $B/H > 0.4$ 时,轧件呈单鼓形侧面(见图2)。如轧件变形程度用压下率 $\epsilon$ 来表示。 $\epsilon$ 在10%以下时,轧件产生表面变形,宽展只在接近上下表面处发生;当 $\epsilon$ 在20%以上时,变形才渗透到中心部分;当 $\epsilon$ 在30%以上时,则中心部分变形大于接触表面部分<sup>[1]</sup>。

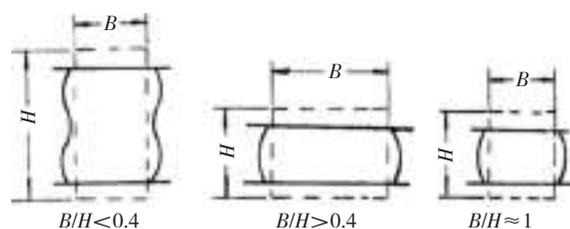


图2 在不同B/H条件下的轧件变形情况

120 mm × 245 mm 成品前孔的宽高比为0.52, 压下率为5.5%, 成品孔的宽高比为0.49, 压下率为6.7%。结合上述轧制理论, 成品前孔和成品孔的轧件会出现图2所示的双鼓形。这与现场情况相符合, 同时由于轧件心部温度高, 在冷收缩时会加剧双鼓形的状况<sup>[2]</sup>。

故成品再前立轧孔不能采用平槽底的设计。根据压下量的设定, 结合开轧温度的影响, 采用凹底的方式, 见图3。对120 mm × 245 mm 规格电极扁钢采用了1.0 mm的凹底, 有效地解决了成品侧边双鼓形的质量缺陷。

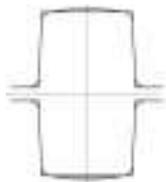


图3 凹底设计的成品再前孔

### 3.3 成品孔参数设计

成品孔的一般设计原则是上下辊直径相同, 以减小辊径差对成品质量的影响。电极扁钢厚度较大, 若按照此原则进行成品孔的设计, 会造成轧件前头出现趴头现象, 导致切头长度增加, 使成材率降低。为此, 在120 mm × 245 mm 规格电极扁钢成品孔设计时, 配加2 mm的下压力, 有效地解决了这个问题, 见图4。

侧壁斜度选择过小, 会减少轧辊的重车量, 不利于咬入, 容易出现耳子等; 但侧壁斜度过大, 会影



图4 配有2 mm下压力的成品孔

响轧件形状以及轧件在孔型中的稳定性<sup>[3]</sup>。延伸用的箱形孔, 其侧壁斜度的取值一般为10%~20%。根据Q/BG 535—2007《电极扁钢》的技术要求, 用箱形成品孔生产电极扁钢, 具有本身的技术特点。120 mm × 245 mm 成品孔的侧壁斜度取值为3%~5%, 既可以保证产品的外观质量, 又增加了轧辊的重车量。

## 4 孔型使用效果

采用150 mm × 330 mm 矩形坯轧制120 mm × 245 mm 规格电极扁钢, 第1道次采用立轧孔, 成品再前孔采用1.0 mm凹底的立轧孔, 成品孔配以2 mm的下压力, 侧壁斜度为4.6%。根据此设计, 产品的倒角、侧边垂直度以及扭曲、弯曲等问题都得到了有效解决, 此设计已投用生产, 过钢量20 000 t, 产品外观质量合格, 得到客户的良好反馈。

### 参考文献:

- [1] 刘文, 王兴珍. 轧钢生产基础知识问答[M]. 2版. 北京: 冶金工业出版社, 1994: 184.
- [2] 赵松筠, 唐文林. 型钢孔型设计[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2000: 16.
- [3] 李国. D2扁钢立轧孔型设计[J]. 特钢技术, 1997(4): 59-63.

## Discussion about the Pass Design for Electrode Flat Steel

LIU Baofeng, WANG Zuocheng

(School of Material Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** According to the technical requirements and the practical situation of production site, the rolling passes for producing 120 mm × 245 mm specification electrode flat steel by 150 mm × 330 mm rectangular bloom adopts vertical pass in the first pass, vertical pass of 1.0 mm concave base in the third from finish pass, down force of 2 mm in the finish pass and the slope of side wall 4.6%. It solved the problems of product chamfer, perpendicularity, twisting and bending etc and produced up to 20 000 t. The product quality is good.

**Key words:** electrode flat steel; pass design; vertical pass; concave base

(上接第11页)

## Practice of Improving the Product Quality of Small Alloy Steel Bar

LI Xiufeng

(The Special Steel Plant of Laiwu Breach Company, Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271105, China)

**Abstract:** In order to improve product quality and meet user requirements, a series of technology optimization and improvement measures were adopted. These measures include optimizing the heating process, applying high pressure water descaling technology and the measure of improving the packing quality, such as changing the cold cut, adding cold saw, improving cold cut groove, optimizing the length of the product and using automatic bundling machine. After the improvements, the mechanical properties and surface quality of the product were improved, round steel yield was increased from 96.6% to 97%, increasing the market competitiveness of products, can producing many kinds of high grade steel products. Many kinds of high grade steel products can be produced.

**Key words:** alloy steel bar; quality improvement; high pressure water descaling; packaging quality