65 mm×180 mm 电极扁钢外形缺陷分析及对策*

陈 岚[1,2],李振亮[1],付玉艳[2],周 彦[2]

(1. 内蒙古科技大学材料与冶金学院,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司特钢分公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章对电极扁钢弯曲缺陷进行了研究,分析电极扁钢产生弯曲缺陷的工艺、操作、设备原因,通过对加热温度控制、孔型系统改进和操作作业标准化及运输、冷却设备技术改进等一系列改进措施,改善轧件热应力和变形应力,减少扁钢弯曲,提高电极扁钢热轧一次合格率,降低工人的劳动强度,缩短产品交货期,增强市场竞争力,提高市场占有率。

关键词: 电极扁钢; 缺陷; 弯曲; 热轧一次合格率
中图分类号: TG335,TG142 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)03-0062-03
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.03.016

Analysis and Countermeasures on Defects of Shape for 65 mm×180 mm Electrode Flat Steel

Chen Lan[1,2], *Li Zhen-liang*[1], *Fu Yu-yan*[2], *Zhou Yan*[2]

(1. *School of Materials and Metallurgy, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Special Steel Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, the bending defects of electrode flat steel are studied as well as the process, operations and equipment for them are analyzed. The thermal stress and deformation stress of rolled pieces are improved, bending of flat steel is reduced, first pass yield of hot rolling of electrode flat steel is improved, labor intensity of workers is reduced, product delivery time is shortened, market competitiveness is enhanced and market share is increased through a series of improvement measures such as controlling heating temperature, improving pass system, operation standardization as well as the technological improvement of transportation and cooling equipment.

Key words: electrode flat steel; defect; bending; first pass yield of hot rolling

国内电解铝行业电力成本约占电解铝企业总成本的45%,电极扁钢作为阴极安装在电解槽中,可以起到均匀分布电流,改善铝液水平电流,实现低电压生产并降低电解铝直流电耗的作用[1]。为保证电极扁钢在电解槽中的安装使用,对电极扁钢尺寸偏差和外形精度要求较高。

特钢分公司作为国内电极扁钢主要制造商,占领国内35%的市场份额,在生产电极扁钢中产品弯

* 收稿日期:2020-03-02
作者简介:陈 岚(1985-),女,山西省朔州市人,在读硕士,政工师,现从事企业管理工作。

曲控制起来十分困难，尤其是宽厚比大于等于 2.3 的规格特别容易出现弯曲，造成后部工序处理非常困难。通过对宽厚比最大的 65 mm × 180 mm 电极扁钢的弯曲问题进行定义、测量、分析、改进和控制，使得电极扁钢的弯曲和缺陷得到明显控制，并将成功的经验运用到其他规格产品，减少二次处理产品的数量，提高电极扁钢热轧一次合格率。

1　生产工艺情况

连轧生产线主要设备：步进梁式燃气加热炉及推钢式燃气加热炉各一座；Φ850 mm 二辊可逆式开坯机一架；Φ700 mm × 3 + Φ550 mm × 4 架连轧机组一套；Φ2 000 mm、Φ1 800 mm 固定、移动式圆盘热锯机四台；10 m、12 m 步进式收集台架各一组；配备锯切、矫直、开通透缝等阴极电极扁钢冷加工生产线。

电极扁钢生产工艺流程为：炼钢连铸坯→加热炉加热→开坯机轧制→连轧机组轧制→热锯分段→冷床冷却→冷锯切割→矫直（开通透缝）→打包、标识→收集入库→发货。

2　电极扁钢质量缺陷情况

电极扁钢的弯曲要求如图 1 所示。长度小于 3 m的电极扁钢，总弯曲度不大于 3 mm。长度在 3 ~ 12 m的电极扁钢每米弯曲度不大于 3 mm，总弯曲度不大于钢棒长度的 0.30%。

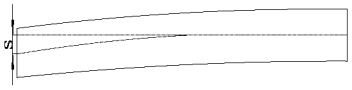


图 1　电极扁钢的弯曲示意图

通过对 2019 年电极扁钢缺陷的统计分析，产品缺陷主要包括弯曲、扭转、结疤、刮伤、未切净、拉丝等，其中弯曲缺陷占比为 51%，是影响热轧合格率的最主要原因。具体数据统计分析见图 2。

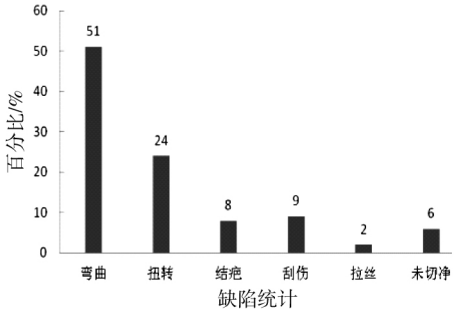


图 2　电极扁钢缺陷分布

通过 2019 年生产的电极扁钢热轧一次合格率统计分析，65 mm × 180 mm 规格是所有规格中产生弯钢占比最大，因此将 65 mm × 180 mm 产品作为重点研究和改进对象[2]。经统计 65 mm × 180 mm 电极扁钢产生弯曲分为宽面弯曲和侧面弯曲，而宽面弯曲又分为头部上弯和下弯，侧面弯曲又分为头部侧弯和侧面大弧弯，其中头部侧弯曲为 69.6%，占比最大，是我们着重解决主要问题和攻关方向，如图 3所示。

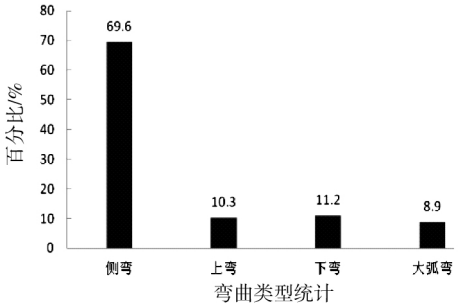


图 3　65 mm × 180 mm 规格电极扁钢弯曲类型的占比图

3　电极扁钢弯曲影响因素

为了消除电极扁钢弯曲缺陷，降低电极扁钢弯曲率，从人、机、料、法、环等 5 方面，找出具体影响弯曲的主要因素，制定详细措施进行整改，并建立轧制工序检查制度和轧制工具三级质量检查制度作为保障，持续改进，取得较好的效果。

3.1　生产工具准备不到位

连轧机组装配、轧辊车削精度、轧辊孔型磨损不满足工艺要求，连轧机组轧制堆拉关系不稳定造成头部侧弯。

3.2　钢坯加热温度不均

采用包钢炼钢厂 280 mm × 380 mm 连铸坯轧制 65 mm × 180 mm 规格的电极扁钢，使用步进炉生产，受炉长制约连铸坯在加热的过程中钢坯内外温差较大，轧制时温度应力较大容易造成轧件弯曲。

3.3　连轧各道次压下量大

轧制 65 mm × 180 mm 电极扁钢孔型，采用 Φ850 mm 开坯机供料，连轧机组后 5 架轧机 700 mm × 1 + 550 mm × 4 进行轧制。由于各道次压下量较大，造成料型不正造成轧件出现弯曲。

3.4　调整不当

由于轧机调整不当，成品出口导卫与孔型未对

正造成头部弯曲。成品轧制线偏高，造成尾部在甩出孔型瞬间将尾部摔出尾弯。

3.5 横移设备和冷床的影响

由于横移设备原始设计问题造成横移不同步，轧件从轧制出口辊道推到锯切辊道过程中造成推弯。1#冷床在下冷床处设计是阶梯状，在下钢过程中是颠簸状态，容易造成成品弯曲，特别是宽厚比大的扁钢，更容易产生弯曲。2#冷床由于设计原因，动梁与静梁落差较小，在传动轴上托轮磨损的情况下造成走钢过程中动梁刮钢造成弯曲[3]。

4 解决的对策与效果

针对65 mm×180 mm规格电极扁钢在轧制过程中经常出现弯曲现象，造成热轧一次合格率较低，因此影响交货效率，特制定相应的整改措施。

4.1 工艺改进措施

(1) 采取标准化作业。完善技术操作规程，制定轧辊车修、装配、验收、在线调整等工序作业标准指导书，保证工艺系统稳定可靠。

(2) 加强加热制度的控制。在保证总加热时间不变的情况下，增加均热时间20～40 min，减少连铸坯内外温差和均匀性，保证连铸坯在轧制过程中变形均匀。

(3) 修改孔型设计。将连轧机组后5架轧制修改为前5架700 mm×3+550 mm×2进行轧制，并将Φ850 mm来料尺寸由102 mm×215 mm改为100 mm×208 mm，减少各架次压下量。

4.2 设备改进措施

(1) 改进导卫滑座。改进扁钢导卫固定顶丝，导卫两边用顶丝顶住，防止导卫左右摆动，原来的导卫滑座改为固定方式，大大提高了导卫的作用。

(2) 横移装置改造。将横移小车推到热据辊道一侧，在超过辊道30～40 mm处吊线找齐，在横移小车上焊上铁板，保证成品能从轧制出口辊道推到锯切辊道过程中平直运行，保证移钢过程中扁钢的垂直度。

(3) 冷床的改造。将1#冷床阶梯用圆钢连成斜坡状，保证滑移下钢，减少弯钢产生。抬高2#台架动梁支撑轴承座，增加动、静梁落差，避免台架运输过程中将产品拉弯、带弯。

5 结束语

通过控制连铸坯加热温度、修改孔型配置和严格执行标准化作业指导书，降低温度应力和轧制变形应力，稳定变形，减少轧制产生的弯曲，同时对导卫装置、横移运输装置和冷却台架进行技术改进，提升硬件的同时，夯实软件基础，自改进实施以来，电极扁钢热轧一次合格率呈上升趋势，热轧一次合格率由原来88.11%提高到95.46%，可满足后部工序生产需求，降低工人的劳动强度，缩短产品交货期，增强市场竞争力，提高市场占有率。

参 考 文 献

[1] 冯乃祥. 铝电解[M]. 北京: 化学工业出版社，2008.

[2] 吴功军，訾文胜，安海春. 电极扁钢系列产品开发[J]. 河北冶金. 2016，(4)：13－15.

[3] 邹进和. 高精度扁钢轧制压力分析[J]. 机械设计与制造. 2004，(5)：67－68.