



# ER50-6焊丝钢开发生产实践

孙衍国,刘吉志

(山东广富集团有限公司 技术中心,山东 滨州 256217)

**摘要:**广富集团采用单渣快速脱磷,出钢[P]≤0.010%,终点碳0.035%~0.05%;LF精炼控制渣系和氧含量;连铸全程保护浇注、塞棒自动控制以及结晶器电磁搅拌;控轧控冷,成功开发生产了ER50-6焊丝用钢。产品检验表明,钢的化学成分均匀、稳定,氧含量 $(15\sim 35)\times 10^{-6}$ ,铸坯组织致密,中心疏松≤1.0级,热轧盘条抗拉强度500~550 MPa,断后伸长率≥25%。

**关键词:**ER50-6焊丝钢;产品开发;终点碳;精炼渣

中图分类号:TF762

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2015)03-0013-02

## 1 前言

为应对严峻的钢铁形势,山东广富集团有限公司(简称广富集团)通过扩大产业链来提高市场竞争力。为充分发挥新上焊丝生产线的产能,广富集团决定开发生产焊丝用钢。ER50-6为气体保护焊实芯焊丝的主要原料,应用广泛。根据焊丝生产线的要求,广富集团采用80 t顶底复吹转炉—LF精炼—CCM(160 mm×160 mm)—高速线材工艺流程开发生产ER50-6焊丝用钢。通过半年的生产研发,炼钢和轧钢已形成稳定的ER50-6焊丝用钢的生产工艺,钢材质量全部满足焊丝使用要求。

## 2 ER50-6焊丝钢开发

### 2.1 化学成分设计

ER50-6焊丝要求有较好的焊接质量和拉拔性能,而钢的化学成分对钢材的力学性能和组织影响巨大,故ER50-6对成分有较高要求,钢中的碳、硅、锰含量越高,钢材强度越高,但拉拔性能降低。因此化学成分在满足GB/T 3429—2002标准要求的基础上,采用窄成分控制,碳、硅、锰均控制在下限,同时控制尽量低的残余元素含量,以保证焊缝质量,防止焊花飞溅。

### 2.2 冶炼工艺控制

炼钢用原料、合金要保证干燥,合金在800℃以上烘烤不低于3 h。因为没有铁水预处理,所以严格控制入炉铁水成分,要求[P]≤0.10%, [S]≤0.050%,带渣量≤0.5%。为稳定控制成分和生产操作,出钢量稳定在 $(70\pm 1)$ t。

出钢终点[C]控制目标0.035%~0.050%,不影

响精炼操作,防止碳超出要求;转炉单渣快速脱磷,脱磷率≥90%,出钢[P]≤0.010%,采用挡渣塞挡渣,防止回磷;炉后加入大量精炼合成渣、活性石灰,以便LF精炼工序快速成渣;精准控制精炼前成分,减少LF精炼调成分操作,以便于稳定生产节奏。精炼前成分要求见表1。

表1 精炼前化学成分要求(质量分数) %

C	Si	Mn	P	S
0.03~0.06	0.78~0.82	1.38~1.42	≤0.012	≤0.025

### 2.3 LF精炼工艺控制

双工位80 t钢包精炼炉,配有自动加料系统、喂丝机、定氧等。

吹氩控制:采取钢包底吹氩,全程吹氩,调整成分时以钢液面翻动为宜,后期以钢液面微微波动为宜,不能爆吹。ER50-6焊丝钢要求有较好的拉拔性能,对夹杂物要求较高,尤其是B、D类塑性夹杂,为此精炼渣系采用前期造高碱度渣脱氧、脱硫、去夹杂,后期造低碱度渣吸附B类夹杂。为了防止增碳并且保证LF渣良好的流动性和发泡性能,造渣脱氧材料前期采用石灰、电石、硅铁粉脱氧造渣,后期采用硅石变渣,将终渣碱度控制在1.5~2.0。LF出钢时精炼渣的主要成分见表2。

表2 LF精炼渣主要成分(质量分数)

CaO/%	SiO <sub>2</sub> /%	MgO/%	(FeO+MnO)/%	R
43~48	25~30	5~8	≤0.5	1.5~2.0

成分、温度合适,定氧 $\leq 20\times 10^{-6}$ 后进行软吹氩,严禁钢水裸露,渣面轻微波动,直径稳定在10~20 cm;软吹氩时间≥15 min。为防止焊花飞溅,禁止喂含钙类包芯线。

### 2.4 连铸工艺控制

全程保护浇注,中间包采用镁质涂料包,采用无碳覆盖剂和碳化稻壳双层覆盖,碳化稻壳覆盖在无碳覆盖剂之上;钢包至中间包采用吹氩长水口,

收稿日期:2015-04-02

作者简介:孙衍国,男,1979年生,2003年毕业于中国海洋大学应用电子专业。现为山东广富集团有限公司技术中心工程师,从事炼钢工艺研究和新钢种开发工作。

中间包至结晶器采用铝碳质浸入式水口加密封垫。

过热度控制在20~30℃,拉速波动控制在±0.05 m/min,比水量0.63 L/kg;采用塞棒自动控制,结晶器液面波动<3 mm;结晶器电磁搅拌频率6 Hz,电流300 A。

### 2.5 轧制工艺控制

加热炉均热段温度控制在1 030~1 080℃,总加热时间1.5~2.0 h,炉内为还原性气氛。

ER50-6焊丝用热轧盘条理想的金相组织为铁素体+珠光体。为有效控制奥氏体晶粒度,获得良好的金相组织和力学性能,开轧温度控制在970~

990℃,吐丝机开口温度为860~880℃,进精轧机温度为905~935℃;同时严格控制水箱水压和风冷辊道速度。

### 3 产品质量分析

广富集团从2014年9月开始开发ER50-6焊丝钢,至2015年3月份共生产3 000 t。钢的化学成分稳定、均匀,全部达到内控要求,氧含量控制在 $(15\sim35)\times 10^{-6}$ (见表3);铸坯质量较好,每炉取2个试样进行低倍检验,结果表明,铸坯组织致密,无皮下气泡、夹杂、裂纹等缺陷,中心疏松≤1.0级。

表3 ER50-6焊丝钢化学成分(质量分数)

项目	C/%	Si/%	Mn/%	P/%	S/%	Cr/%	Ni/%	Mo/%	[O]×10 <sup>-6</sup>	[N]×10 <sup>-6</sup>
国标	0.06~0.15	0.80~1.15	1.40~1.85	≤0.025	≤0.025	≤0.15	≤0.15	≤0.15		
内控	0.06~0.09	0.80~0.90	1.40~1.50	≤0.015	≤0.015	≤0.08	≤0.08	≤0.08	≤40	≤60
实际	0.07~0.08	0.82~0.88	1.42~1.46	≤0.015	≤0.015	≤0.05	≤0.05	≤0.05	15~35	31~53

检测钢材的非金属夹杂物级别(GB/T 10561—2005):A类、C类0~1.0级;B类、D类≤0.5级。

力学性能检测:抗拉强度500~550 MPa,断后伸长率≥25%,断面收缩率≥60%。

焊丝生产线的使用表明,ER50-6焊丝用钢盘条拉拔性能良好,Φ5.5 mm盘条可不经热处理直接拉拔到Φ1.0 mm不断丝,成品焊丝焊接检验符合国家标准要求,完全满足了焊丝使用需要。

### 4 结语

广富集团通过转炉稳定控制终点碳、快速脱磷,LF精炼采用合理的脱氧造渣制度,连铸全程保护浇注以及结晶器液面自动控制等技术,开发生产的ER50-6焊丝钢能够满足焊丝生产线要求,扩大了公司产业链,提高了产品的市场竞争力。

## Development and Production Practice of ER50-6 Welding Wire Steel

SUN Yanguo, LIU Jizhi

(The Technology Center of Shandong Guangfu Group Co., Ltd., Binzhou 256217, China)

**Abstract:** Adopting single slag fast dephosphorization for tapping [P] ≤0.010% and 0.035%–0.05% aim carbon content in converter operation, controlling refining slag system and the oxygen content in LF, using full protection pouring, stopper automatic control and mould electromagnetic stirring in casting and control rolling and control cooling in rolling, Guangfu Group developed and produced ER50-6 welding wire steel. The Product inspection showed that the chemical composition is stable and uniform. The oxygen content in the steel is  $(15\sim35)\times 10^{-6}$ . Casting billet microstructure compacts; The central porosity is ≤1.0 grade. The tensile strength of the hot rolled wire rod is 500–550 MPa and the elongation is ≥25%.

**Key words:** ER50-6 welding wire steel; product development; aim carbon content; refining slag

### 科技论文摘要写作要求

摘要是对文章内容准确、概括而不加评论的简短陈述。摘要应具有独立性和完整性。一般以第三人称的语气,避免用“我们”、“作者”、“本文”、“本研究”等作为文摘的开头。

1)报道性摘要。报道性摘要即资料性摘要或情报性摘要,用来报道论文所反映的作者的主要研究成果,向读者提供论文中全部创新内容和尽可能多的定量或定性的信息。尤其适用于试验研究和专题研究类论文。篇幅100~300字。其内容比较详细,应包括研究的目的、方法、结果和结论,应是具体内容,尽量反映文章的主要信息。重点是结果和结论,将论文创

新的、具有特色的内容表达出来。一般情况下,向学术性及技术性科技期刊投稿应选用报道性摘要形式。

2)指示性摘要。仅仅指出文章用什么方法研究了什么问题,而不涉及结果及结论。以数学解析为主的论文、综述性的文章经常用这种摘要。篇幅一般50~100字。

3)报道—指示性摘要。以报道性文摘的形式表述论文中最重要的内容,即信息价值较高的部分,而以指示性文摘的形式表述其余作者认为不太重要的内容,以避免摘要写得太长且重点不突出。

(燕明宇)