

文章编号:1673-9981(2012)04-0263-05

药芯焊丝用冷轧钢带的开发与生产

李平

山钢股份有限公司济南分公司科技质量部, 山东 济南 250101

摘要:根据药芯焊丝用冷轧钢带的技术要求,对关键生产工艺进行了研究.炼钢时采用双渣法脱磷、“LF+RH”精炼工艺,可保证冶炼成分达到低C、低Si、低P的要求;热连轧时采用“三高一低”的温度制度,即高温加热、高温初轧、高温终轧和低温卷取;冷轧时采用恒延伸率平整模式,成功开发出药芯焊丝用冷轧钢带.产品的通卷性能稳定,屈服强度、抗拉强度的波动范围都稳定在±30 MPa,延伸率为39%~45%,达到了药芯焊丝生产所要求的高拉延性能.

关键词:药芯焊丝;冷轧钢带;开发与生产

中图分类号:TG142 **文献标识码:**A

药芯焊丝是近年来迅速发展的一种新型焊接材料,在工业发达国家已获得广泛的应用,是低碳冷轧带钢通过成形、充焊剂药粉后拉延形成的焊丝.近年来,我国药芯焊丝的生产得到了较快的发展,从1996年的500余吨发展至目前约2.5万吨,已有28个生产企业,共有39条生产线.其中低碳冷轧带钢占药芯焊丝总量80%以上,所以药芯焊丝的发展势必带动药芯焊丝用冷轧钢带的发展.

1 技术标准

因国内无药芯焊丝用冷轧钢带的技术标准,所以技术标准一般根据药芯焊丝生产厂家的要求制定.药芯焊丝用冷轧钢带的熔炼成分列于表1,力学性能列于表2.

表1 药芯焊丝用冷轧钢带的熔炼成分

Table 1 Melting composition of cold rolled steel strip for flux-cored wire

元素	C	Si	Mn	P	S	Als	N	Ti	Ca	Cu
含量 w/%	0.008~0.036	≤0.03	0.15~0.30	≤0.013	≤0.009	0.020~0.045	≤0.005	≤0.02	≤0.0035	≤0.05

表2 药芯焊丝用冷轧钢带的力学性能

Table 2 Mechanical properties of cold rolled steel strip for flux-cored wire

屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	A ₈₀ /%
150~280	≤370	≥35

2 关键生产工艺及技术

根据药芯焊丝用冷轧钢带的技术要求,其工艺流程确定为:优质铁水→KR→转炉冶炼→CAS→LF→RH→连铸→加热→粗轧→F1-F6精轧→层流冷却→卷取→酸洗→冷轧→退火→平整→重卷→取

收稿日期:2012-08-17

作者简介:李平(1981-),男,工程师,本科,主要从事冷轧产品开发和冷轧技术研究工作.

样→检验→包装→入库。

2.1 炼钢

药芯焊丝用冷轧钢带要求磷含量 $w(P) \leq 0.011\%$ ，而济钢又没有预处理脱磷设备，所以常规转炉炼钢法脱磷难以满足低磷要求。为满足低 P 要求，采用了顶底复吹转炉双渣法脱磷，在吹炼初期采用渣料分多次小批量加入，在吹氧 7~10 min 后倒掉前期渣，之后再重新造渣、吹氧拉碳、倒炉、放渣，点吹出钢。采用这种方法提高了转炉前期脱磷效果，可生产出 P 含量低于 0.010% 的药芯焊丝用冷轧钢带。

采用“LF+RH”工艺精炼，可保证低碳钢极窄的 C 含量，有效控制 $w(Si) \leq 0.03\%$ ， $w(O) \leq 0.0025\%$ ， $w(N) \leq 0.0030\%$ ，同时通过 LF 炉对钢液升温，使出钢温度由原来的 1720 °C 以上降至 1670 °C，解决了由于出钢温度高而引起的炉衬侵蚀问题，提高了包龄，降低了生产成本。

2.2 热连轧

为得到低碳铝镇静钢的良好成形性能，热轧采

用“三高一低”的温度制度，即高温加热、高温热轧、高温终轧和低温卷取。其目的是让 AIN 在高温时固溶，在快速低温卷取时避免析出，而在冷轧后退火时慢慢析出，以抑制不利织构而相对促进有利织构。

图 1 分别是卷取温度为 580, 615, 650 °C，终轧温度为 910 °C 时试样热连轧带钢的金相组织。由图 1 可知，在不同卷取温度下，1, 2, 3 号试样的金相组织均为铁素体。1, 2, 3 号试样的力学性能和金相组织评定等级列于表 3。由表 3 可知，3 个试样的晶粒度等级分别为 10 级、8.5 级和 8 级；在热轧终轧温度相同的情况下，随着卷取温度的升高，带钢晶粒增大，屈服强度、屈强比降低，抗拉强度无明显变化。可见，卷取温度对带钢力学性能的影响是很明显的。结合济钢 ASP 热轧工艺特点，药芯焊丝用冷轧钢带终轧温度设定在 Ar_3 以上温度： $(910 \pm 20)^\circ C$ ，考虑到氧化铁皮酸洗的难易程度，卷取温度设定为： $(620 \pm 20)^\circ C$ 。

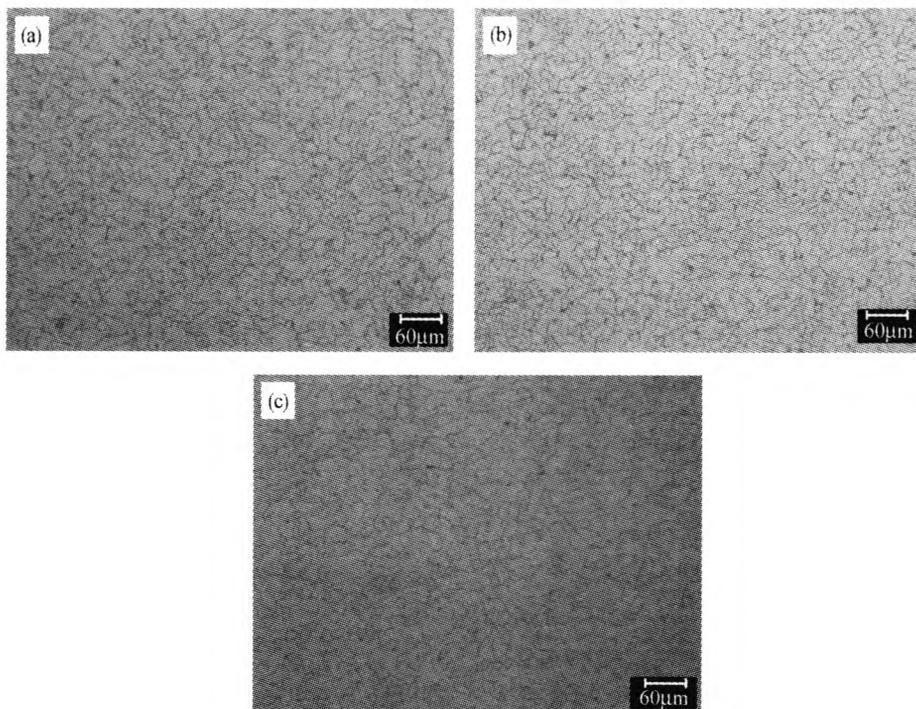


图 1 不同卷取温度下试样的金相组织

(a) 1 号试样 580 °C；(b) 2 号试样 615 °C；(c) 3 号试样 650 °C

Fig. 1 Microstructure with different coiling temperature

(a) Sample 1 580 °C；(b) Sample 2 615 °C；(c) Sample 3 650 °C

表3 不同卷取温度下试样的力学性能

Table 3 Mechanical properties with different coiling temperature

试样	终轧温度/℃	卷取温度/℃	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	A ₅₀ /%	屈强比	晶粒度级
1	910	580	295	370	45	0.8	10
2	910	615	276	352	48	0.78	8.5
3	910	650	261	350	49	0.74	8

2.3 冷轧

冷轧平整是一个小压下率的冷轧变形过程,主要是消除带钢退火过程中产生的屈服平台,改善带钢的平直度.平整模式主要有恒轧制力模式和恒延

伸率模式两种.通过对恒轧制力模式和恒延伸率模式下生产的带钢性能进行对比,研究了两种模式对冷轧带钢性能的影响,并从众多数据中各抽出三组列于表4、表5.

表4 恒轧制力模式下药芯焊丝用冷轧钢带的力学性能

Table 4 Mechanical properties of constant force mode of cold-rolled steel for flux-cored wire

批号	厚度规格/mm	恒轧制力/kN	取样位置	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	A ₈₀ /%
12L-704272	1.0	2450	平整前部	230	315	38
			平整后部	235	315	37.5
			平整中部	210	310	38
12L-705847	1.0	2450	平整前部	210	300	38.5
			平整后部	220	304	38.5
			平整中部	186	293	39
12L-706640	1.0	2450	平整前部	220	315	38.5
			平整后部	218	310	39
			平整中部	184	300	40

表5 恒延伸率模式下药芯焊丝用冷轧钢带的力学性能

Table 5 Mechanical properties of constant elongation rate model of cold-rolled steel for flux-cored wire

批号	厚度规格/mm	恒延伸率/%	取样位置	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	A ₈₀ /%
12L-703584	1.0	1.2	平整前部	195	305	39
			平整后部	200	300	38
			平整中部	198	299	38.5
12L-703704	1.0	1.2	平整前部	206	300	40
			平整后部	205	305	38.5
			平整中部	206	301	39
12L-703744	1.0	1.2	平整前部	200	302	39
			平整后部	210	305	39.5
			平整中部	205	307	39.5

由表4、5可知,恒轧制力模式下药芯焊丝用冷轧钢带的通卷力学性能很不稳定,主要表现在屈服强度上,头、中、尾屈服强度相差20~40 MPa;而恒

延伸率模式下药芯焊丝用冷轧钢带的通卷力学性能比较稳定,所以生产中选择恒延伸率模式进行冷轧平整.

3 实际生产

3.1 冶炼成分生产情况

对冶炼的 50 炉钢的化学成分进行统计,主要元素的实际冶炼统计情况列于表 6. 其中控制 C 质量分数在 0.009%~0.02%范围的占 95%,Si 质量分数低于 0.03%的占 100%,Mn 在 0.17%~0.25%范围的占 98.5%,P 低于 0.01%的占 85%,S 低于 0.006%的占 99%,Als 在 0.025%~0.035%范围的占 95%. 可见,所生产的 50 炉钢的化学成分完全满足用户要求,且主要元素含量的范围都非常窄,这对保证冷轧成品通卷性能的稳定非常有利.

表 6 熔炼成分

	Table 6 Melting composition					w/%
	C	Si	Mn	P	S	Als
最小值	0.009	0.007	0.15	0.007	0.0003	0.02
最大值	0.029	0.025	0.30	0.013	0.008	0.045
平均值	0.015	0.017	0.20	0.009	0.0034	0.033

3.2 热连轧生产情况

对热连轧生产中 97 个批次热轧基板力学的性能进行统计,结果列于表 7. 由表 7 可知,药芯焊丝用冷轧钢带热轧基板的力学性能非常稳定,屈服强度和抗拉强度的波动范围都稳定在 ± 30 MPa,延伸率控制在 42%~48%. 在 OLYMPUS GX71 型金相显微镜下观察,放大 200 倍的金相组织如图 2 所示. 由图 2 可知,热轧基板金相组织为铁素体,参考国家标准 GB/T6394《金属平均晶粒度测定法》评定晶粒度等级为 8 级,完全达到了后续冷轧工艺的要求.

表 7 药芯焊丝用冷轧钢带热轧基板的性能

Table 7 Performance of hot rolling baseplate of cold-rolled steel for flux-cored wire

	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	屈强比	A ₅₀ /%
最小值	261	322	0.78	42
最大值	317	380	0.83	48
平均值	281	347	0.8	45

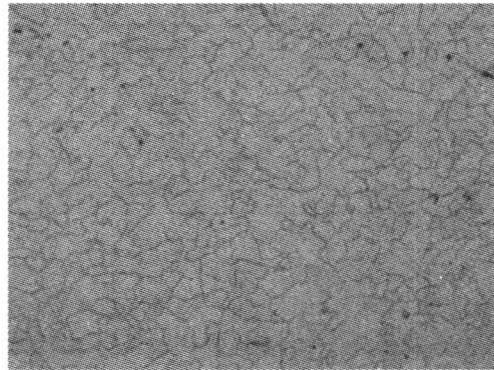


图 2 典型的药芯焊丝用冷轧带钢热轧基板金相组织($\times 200$)

Fig. 2 Typical microstructure of hot rolling baseplate of cold-rolled steel for flux-cored wire($\times 200$)

3.3 冷轧生产情况

对冷轧生产中 100 个批次冷轧板的力学性能统计后列于表 8. 由表 8 可知,药芯焊丝用冷轧钢带的力学性能非常稳定,屈服强度和抗拉强度的波动范围都稳定在 ± 30 MPa,延伸率控制在 39%~45%. 在 OLYMPUS GX71 型金相显微镜下,放大 200 倍的金相组织如图 3 所示. 由图 3 可知,冷轧带钢的金相组织为铁素体,参考国家标准 GB/T6394《金属平均晶粒度测定法》评定晶粒度等级为 7 级.

表 8 冷轧板的力学性能

Table 8 Performance of cold rolled plate

	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	屈强比	A ₅₀ /%
最小值	182	275	0.726	39
最大值	240	320	0.82	45
平均值	217	290	0.72	41

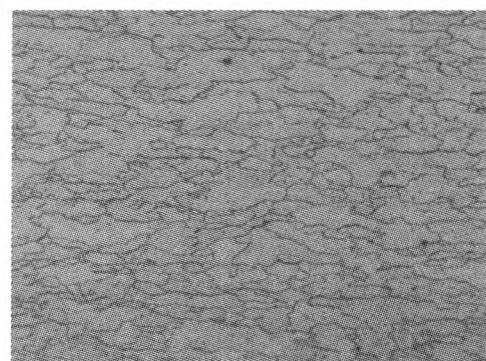


图 3 典型的药芯焊丝用冷轧带钢的金相组织($\times 200$)

Fig. 3 Typical microstructure of coldrolled steel for flux-cored wire ($\times 200$)

4 结 论

济钢生产的药芯焊丝用冷轧钢带,冶炼化学成

分、热轧工艺、冷轧工艺设计合理,产品力学性能良好,完全达到了药芯焊丝生产所要求的高拉伸性能,现已批量稳定生产并向药芯焊丝生产企业供货。

Development and production of cold rolled steel strip for flux-cored wire

LI Ping

Shandong Iron & Steel Group Co., Ltd. Jinan Company Technology and Quality Department, Jinan 250101, China

Abstract: Based on the requirements of cold rolled steel strip for flux-cored wire, the major processes and technology were investigated. Using double slag dephosphorization, "LF+RH" process of refining in steel making can meet material requirements of low C, low Si and low P. A temperature system of "three high and a low" in hot strip rolling, that is high heating, high blooming mill, high finishing and low coiling was used and a constant elongation flat in cold rolling was used to meet the requirements of volume stability, thus good forming performance and the properties of yield strength and tensile strength fluctuated within ± 30 MPa, the elongation was controlled within 39%—45%. All these can meet the requirements of high drawing of cold rolled steel strip for flux-cored wire.

Key words: flux-cored wire; cold rolled steel strip; development and product