

超低碳 20—10 型不锈钢带极 电渣堆焊工艺的优化^{*}

王家淳 孙敦武
(哈尔滨焊接研究所)

摘 要 介绍了带极电渣堆焊的原理。分析了各种工艺因素对超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊焊缝成形和母材稀释率的影响。研究表明,焊接电流、电压、堆焊速度、带极伸出长度、焊剂层厚度、磁场控制参数、搭边量及母材试板倾角等工艺因素对焊缝成形和母材稀释率均有影响。随着焊接电流的增大、电压的升高、堆焊速度的减小、磁场的减弱以及母材试板倾角的减小,母材稀释率逐渐减小。试验结果还表明,合适的带极伸出长度、焊剂层厚度和搭边量,是保证焊缝成形和堆焊层质量的必要条件。针对各种工艺因素的影响,提出了最佳堆焊工艺规范参数。

关键词: 带极电渣堆焊 稀释率 焊缝成形

0 序 言

目前,超低碳 20—10 型不锈钢材料已广泛应用于核容器和化工容器的内壁堆焊,其良好的耐腐蚀性能、抗脆化性能和综合力学性能,较好地满足了工程需要。而带极电渣堆焊工艺以其高效率、低稀释率和焊缝成形好等优点,正被逐步应用在大型压力容器的内壁堆焊上。因此,对超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊工艺进行优化分析,具有重要的现实意义。

1 带极电渣堆焊原理

带极电渣堆焊的导电熔化机理不同于电弧堆焊,它采用氟化物含量较高、导电性良好的电渣焊剂,利用导电熔渣的电阻热熔化带极和母材,除引弧阶段外,在整个堆焊过程中没有电弧产生。由于沿带极宽度方向堆焊材料同时熔化,因此形成了浅而均匀的熔深。

2 带极电渣堆焊试验条件

2.1 堆焊设备

带极电渣堆焊试验采用美国 Lincoln 电气公司生产的 DC—1500 型焊接电源及其配套的机械装置、NA5 自动控制系统和 Soudometal 附加磁场控制系统。该电源具有稳定的平特性,最大输出电流为 1500A,可满足 100%负载持续率下的带极电渣堆焊。

2.2 堆焊材料

^{*} 国家“八五”和“九五”计划攻关项目(85—213—02—32—7)。

钢带选用国产 D—NP—309L(过渡层)和 D—NP—308L(表面层)钢带,属超低碳 20—10 型不锈钢,其规格与化学成分见表 1。

表 1 带极电渣堆焊用钢带(超低碳 20—10 型不锈钢)的规格与化学成分(%)

Table 1 Ordinance and chemical constitution of steel strip (ultra-low-carbon Cr20Ni10 stainless steel) used for strip electrode electroslag surfacing (%)

Type	Dimension(mm)	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Co	Cu
D—NP—309L	0.4×50	0.022	0.30	1.47	0.0083	0.0047	24.36	12.84	0.0043	0.0086
	0.5×60	0.017	0.30	1.46	0.0054	0.0042	24.31	12.95	0.0044	0.0085
D—NP—308L	0.5×60	0.016	0.32	0.75	0.0090	0.0042	21.13	10.15	0.0066	0.0095
	0.4×75	0.0075	0.25	0.74	0.0086	0.0051	21.22	10.26	0.010	0.0085

焊剂采用哈尔滨焊接研究所开发研制的烧结型电渣焊剂 SJ15B, 具有优良的冶金性能和工艺性能,具有较小的氧化性和增碳率。

母材试板为国产 A508—3 钢, 尺寸为 480mm×240mm×40mm, 其化学成分见表 2。

表 2 国产 A508—3 钢的化学成分(%)

Table 2 Chemical constitution of A508—3 steel (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu
0.19	0.18	1.43	0.007	0.002	0.73	0.055	0.49	0.01	0.057
As	Sn	Sb	Co	Nb	Ta	W	B	N	Al
0.0052	0.0030	0.0027	0.025	0.0025	0.024	0.026	0.00001	0.011	0.023

3 各种工艺因素对焊缝成形和母材稀释率的影响

3.1 电流的影响

改变送带速度可以调节焊接电流。焊接电流 I 对母材稀释率 D 的影响见图 1。随着电流的增大,带极的熔化效率提高,母材试板单位面积上的熔敷金属量增加,堆焊层随之加厚,稀释率则逐渐减小。

3.2 电压的影响

当电压低于 24V 时,会出现粘带现象,堆焊过程变得不稳定;当电压高于 28V 时,会产生飞溅;当电压达到 30V 时,飞溅非常严重。表 3 为电压对焊缝成形、焊缝尺寸和堆焊过程稳定性的影响。随着电压的升高,母材稀释率略有下降^[1]。

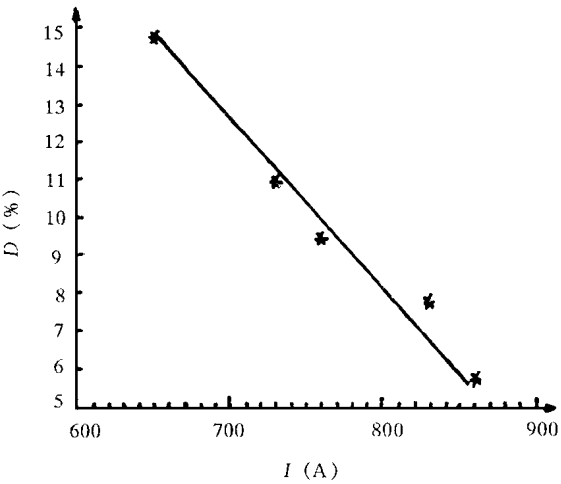


图 1 焊接电流 I 对母材稀释率 D 的影响
Fig. 1 Influence of welding current (I) on dilution (D)
(0.5mm×60mm, D—NP—309L+ SJ15B)

表 3 电压对焊缝尺寸、表面成形和堆焊过程稳定性的影响

Table 3 Influence of voltage on weld dimension surface shaping and stability of surfacing process
(0.4mm×50mm, D—NP—309L+ SJ15B)

Voltage (V)	Current (A)	Welding speed (mm/min)	Flux thickness (mm)	Weld thickness (mm)	Weld width (mm)	Surface shaping	Surfacing process
24	650	145	25	3.8	49	Cutting	Normal
26	650	145	25	3.5	50	Perfect	Stable
28	650	145	25	3.3	51	Perfect	Stable
30	650	145	25	3.2	52	Perfect	Normal
32	650	145	25	3.0	52	Cutting	Normal

由表 3 可见, 合适的电压范围为 26~28V。通过 NA5 自动控制系统, 可以实现电压的预置。

3.3 堆焊速度的影响

堆焊速度 V_w 对焊缝尺寸和母材稀释率的影响见表 4 和图 2。

表 4 堆焊速度对焊缝尺寸的影响

Table 4 Influence of surfacing speed on weld dimension
(0.4mm×50mm, D—NP—309L+ SJ15B)

Voltage (V)	Current (A)	Protruding length of strip electrode (mm)	Flux thickness (mm)	Surfacing speed (mm/min)	Weld thickness (mm)	Weld width (mm)
26	650	38	25	120	3.5	53
26	650	38	25	145	3.2	51
26	650	38	25	180	2.6	50
26	650	38	25	200	2.3	50

随着堆焊速度的增加, 焊缝宽度减小, 堆焊层减薄, 母材稀释率随之增大。为了保证合适的焊缝尺寸和母材稀释率, 通常采用的堆焊速度为 140~150mm/min。

3.4 带极伸出长度的影响

带极伸出长度对焊缝尺寸、表面成形和堆焊过程稳定性的影响见表 5。

试验发现, 带极伸出长度为 35~40mm 时, 堆焊层的厚度、宽度、表面成形和堆焊过程是最理想的。

3.5 焊剂层厚度的影响

保持渣池厚度的目的在于保持渣池的稳定性和渣池的温度。焊剂层厚度不足, 必然会使渣池过浅, 这时会出现电弧, 引起渣池的不稳定, 并产生金属飞溅, 使熔敷金属氧化, 恶化焊缝成形。实践证明, 保持足够的焊剂层厚度, 是电渣堆焊过程稳定的必要条件。在正常规范下, 通常保持 25mm 厚的焊剂层。

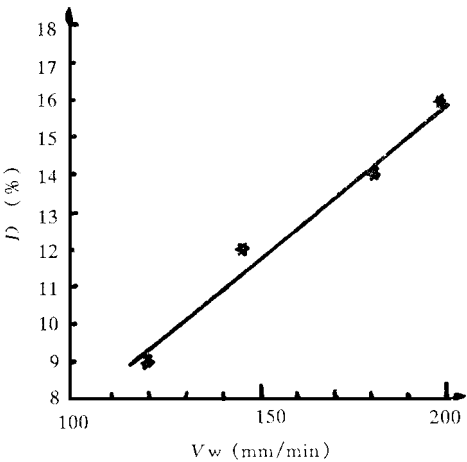


图 2 堆焊速度 V_w 对母材稀释率 D 的影响
Fig. 2 Influence of surfacing speed (V_w) on Dilution (D)
(0.4mm×50mm, D—NP—309L+ SJ15B)

表 5 带极伸出长度对焊缝尺寸、表面成形和堆焊过程稳定性的影响

Table 5 Influence of protruding length of strip electrode on weld dimension
surface shaping and stability of surfacing process
(0.4mm×50mm, D—NP—309L+ SJ15B)

Voltage (V)	Current (A)	Surfacing speed (mm/min)	Flux thickness (mm)	Protruding length of strip electrode (mm)	Weld thickness (mm)	Weld width (mm)	Surface shaping	Surfacing process
26	650	145	25	30	3.3	49	Cutting	Stable
26	650	145	25	35	3.5	50	Good	Stable
26	650	145	25	40	3.6	51	Perfect	Stable
26	650	145	25	45	3.8	52	Good	Stable
26	650	145	25	50	3.8	52	Cutting	Stable

3.6 磁场控制参数的影响

对于宽带极(带极宽度大于 60mm)电渣堆焊,为防止咬边的产生,外加磁场控制是十分必要的,但必须合理选择激磁电流的大小和磁极的位置。磁场太弱,达不到防止咬边的目的;磁场过强,又会使堆焊层焊道中央塌陷,恶化焊缝成形。图 3 所示为激磁电流(磁场强度)对母材稀释率的影响,磁场越强,稀释率越大。

3.7 搭边量的影响

带极电渣堆焊时,焊道之间的搭边量影响焊缝成形和堆焊层质量。搭边量过大,会造成堆焊层铁素体分布不均匀,热处理后,富铁素体区将容易脆化;搭边量过小,又会造成咬边,堆焊层越厚,焊道边缘越陡,所需搭边量越小。通常选择 8~10mm 的搭边量。

3.8 母材试板倾角的影响

图 4 所示为母材试板倾角对母材稀释率的影响。由图 4 可见,下坡焊时,母材稀释率较小,随着试板倾角的增加,稀释率逐渐增大。稀释率过小会降低熔敷层与母材的结合性能,一般要求母材稀释率在 10%左右。因此,带极电渣堆焊采用小上坡焊接位置较为理想,试板倾角范围为 -1°~+2°,但 0~+1°是首选的。

4 最佳工艺参数

采用合理的带极电渣堆焊工艺是保证堆焊过程稳定、接头质量良好的有效手段。综合以上

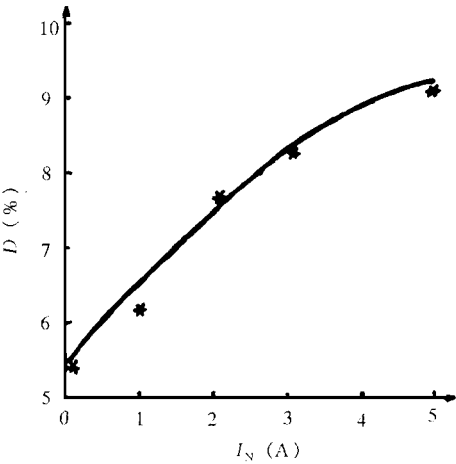


图 3 激磁电流 I_N 对稀释率 D 的影响
Fig. 3 Influence of exciting current(I_N) on Dilution(D)
(0.4mm×75mm, D—NP—308L + SJ15B)

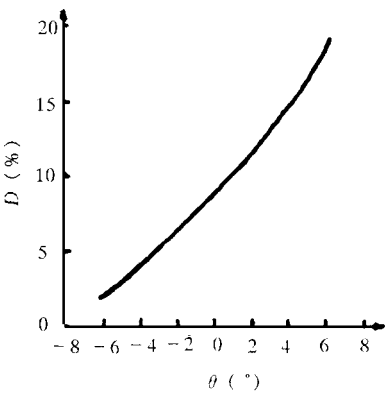


图 4 母材试板倾角 θ 对稀释率 D 的影响
Fig. 4 Influence of slope angle of plate on Dilution(D)

影响因素,提出了超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊的一些最佳工艺参数,见表 6。

表 6 超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊最佳工艺参数

Table 6 Optimizing process parameters of strip electrode electroslag surfacing using ultra—low—carbon Cr20Ni10 stainless steel

Type and dimension of steel strip	Current (A)	Voltage (V)	Surfacing speed (mm/ min)	Protruding length of steel strip (mm)	Flux thickness (mm)	Lap width (mm)	Slope angle of plate (°)
D— NP— 309L 0. 4mm× 50mm	600 ~ 650	26 ~ 28	140 ~ 150	35 ~ 40	25	5 ~ 8	0 ~ + 1
D— NP— 309L 0. 5mm× 60mm	650 ~ 700	26 ~ 28	140 ~ 150	35 ~ 40	25	8 ~ 10	0 ~ + 1
D— NP— 308L 0. 5mm× 60mm	750 ~ 800	26 ~ 28	140 ~ 150	35 ~ 40	25	8 ~ 10	0 ~ + 1
D— NP— 308L 0. 4mm× 75mm	800 ~ 850	26 ~ 28	140 ~ 150	35 ~ 40	25	10 ~ 12	0 ~ + 1

5 结 论

超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊的焊缝成形、母材稀释率和堆焊过程稳定性,受多种工艺因素的影响。电流越大,稀释率越小;电压增加,稀释率略有减小;电压过大或过小,焊缝成形和堆焊过程均不理想,合适的电压范围为 26 ~ 28V;堆焊速度越大,稀释率越大;堆焊速度过大或过小,焊缝成形不好,理想的堆焊速度为 140 ~ 150mm/ min;过大或过小的带极伸出长度对焊缝成形和堆焊过程稳定性都有不利影响,合理的带极伸出长度为 35 ~ 40mm;焊剂层不能过薄,否则影响渣池稳定性,通常保持 25mm 厚的焊剂层;对于宽带极电渣堆焊,应合理调节激磁电流的大小和磁极位置,以有效发挥磁场控制系统对咬边的抑制作用;焊道间的搭边量通常为 8 ~ 10mm,过大或过小的搭边量影响焊缝质量和焊缝成形;母材试板倾角越大,稀释率越大,为保证 10%左右的稀释率,带极电渣堆焊应采用小上坡堆焊位置,理想的倾角范围为 0 ~ + 1°。

采用合理的堆焊工艺,是保证超低碳 20—10 型不锈钢带极电渣堆焊过程稳定、焊缝质量良好的有效手段。

(1997— 05— 16 收到初稿, 1997— 06— 15 收到修改稿)

参 考 文 献

1 Forsberg S G. Resistance Electroslag(RES) Surfacing. Welding Journal. 1985(8): 41~ 48

Process Optimization of Strip Electrode Electroslag Surfacing Using Ultra—low Carbon Cr20Ni10 Stainless Steel

Wang Jiachun, Sun Dunwu

(Harbin Research Institute of Welding)

Abstract In this article, the principle of strip electrode electroslag surfacing is introduced. Several process factors that influence weld shaping and dilution of strip electrode electroslag surfacing using ultra—low carbon Cr20Ni10 stainless steel are analysed. Research results indicate that the following process factors influence weld shaping and dilution: the welding current, voltage, surfacing speed, protruding length of strip electrode, flux thickness, control parameters of magnetic field, lap width and slope angle of plate. The dilution will decrease if the welding current and voltage increase or the surfacing speed, exciting current and slope angle of plate decrease. The experiment results also indicate that a suitable protruding length of strip electrode, flux thickness and lap width are necessary for perfect weld shaping and quality. At last the best process parameters are recommended.

Key words strip electrode electroslag surfacing, dilution, weld shaping