

喷焊技术在高压料浆阀上的应用与分析

李广军　党娜　刘丽娟　张旭锋

【摘要】根据高压料浆阀的结构特点和使用工况，介绍了喷焊工艺对高压料浆阀的阀芯和阀座进行防磨处理的方法。

关键词：高压料浆阀；热喷焊；喷焊工艺

1. 概述

料浆阀是广泛应用于冶金工业生产的重要设备，随着钼业、采矿等冶金工业的发展，对其使用高中压料浆阀的可靠性和使用寿命提出了越来越高的要求。料浆阀的密封面原来采用堆焊Cr13合金、钴基合金焊材，由于受到高压介质冲蚀磨损后，其密封面的耐磨性不能达到企业安全运行的要求，为此在高压料浆阀（见图1）的阀芯和阀座上应用氧乙炔热喷焊工艺，来提高密封面的性能和使用寿命。通过喷焊处理的阀芯和阀座，在喷焊处理内部表面形成均匀致密的结合层，喷焊层与基体材料熔为一体，耐磨耐蚀性好，有很好的抗击外力的力学性能，这样就能很好的改善料浆阀的使用性能。

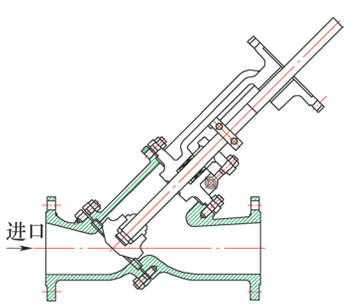


图1　料浆阀示意

2. 料浆阀结构特点

料浆阀是冶金工况中输送矿砂料浆的主控阀门，要求达到“三耐一防”的高性能，即耐磨、耐压、耐冲刷、防止结疤。为了便于阀门维修和拆解，料浆阀分为左右阀体，阀座与阀体独立设计，这便于降低阀座的维修成本和使用。左右阀体进出口采用直通式设计，当阀门全开后，阀芯藏于阀体内腔，这样便于降低介质对阀体和阀芯的冲刷，降低阀门流阻系数，提高阀门的使用寿命和降低能耗。图2为喷焊阀座现场。

3. 喷焊工作原理和特点

氧乙炔喷焊技术的工作原理是将具有多种特性的自熔性合金粉末送入氧乙炔火焰，在火焰中各个粉末颗粒塑化被喷到工件上的新型热加工技术，它是以提高耐磨性为主要目的的一种表面强化方法。

喷焊技术包括喷涂和重熔两个过程。它是将喷涂层再进行一次重熔处理，与基体表层材料达到熔融状态后，再进一步形成更紧密的冶金结合层，使零件表面获得一层类似堆焊形成的涂层。

喷焊可以看成是合金喷涂和金属堆焊两种工艺的复合，它克服了热喷涂层结合强度低、硬度低等缺点，同时由于使用了高合金粉末使喷焊层具有一系列特殊的性能，这是一般堆焊所不具备的。

4. 喷焊设备和喷焊材料

（1）喷焊设备　主要由焊接系统、控制系统、机械转动系统及工艺动作系统等组成（图3为喷焊系统原理）。喷焊设备中喷



图2　喷焊阀座现场

枪起着至关重要的作用，因为在堆焊过程中，焊枪应产生稳定的等离子弧(非转移弧和转移弧)，不出现堵粉、结珠和粉末飘散等故障。为了降低冲淡率，采用更柔一些的等离子弧，因而选择小一点的压缩比，一般压缩比d/L，选择1～1.2。为了避免产生堵粉、结珠的情况，焊枪采用外送粉方式，即粉末出口在压缩孔道外面，偏离弧柱一个距离。采用外送粉方式，如果控制不当，则容易产生粉末飘散。为了解决这一矛盾，在结构上采用喷射式送粉，即减小送粉孔的直径，借助送粉载气，将粉末喷射到弧柱里。

（2）喷焊材料 所用喷焊材料为钴基合金材料，如附表所示。

合金粉末多是在钴基合金的材料上发展起来的，钴基合金有高合金含量的奥氏体基体，铬是给以耐氧化性，钨能使之具有高温硬度，钴提供耐腐蚀性，碳以硬的碳化铬存在基体中，增加了强度和耐磨性能。合金的硬度及性能随着成分而改变。钴基合金具有优良的耐热、耐腐蚀、耐氧化、耐磨损的综合性能，突出的是热硬性好，抗磨擦磨损和粘着磨损性能极优，最适于在高温下的腐蚀、磨损、氧化等综合恶劣的工况条件下使用。

5. 喷焊的工艺技术特性和工艺参数

（1）工艺特性 喷焊是以氧气和乙炔燃烧产生的热量为能源，通过特制的喷枪将具有特殊性能的合金粉末加热到熔融或高塑性状态，然后以较高的速度喷射到经过净化预处理的零件表面上，使其获得均匀致密的金属表层，起到耐磨、耐蚀、耐热及抗氧化等作用，达到修复零件和延长其使用寿命的目的。

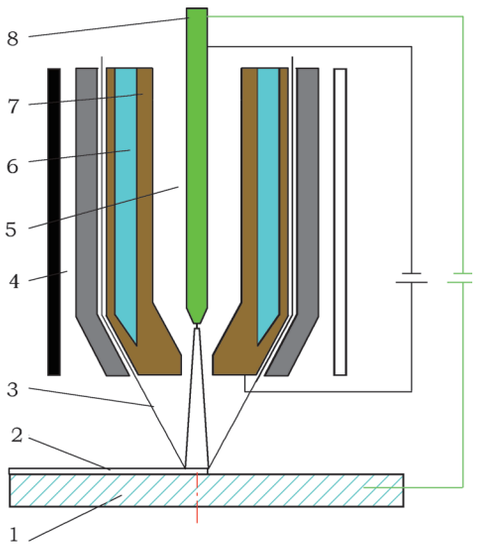


图3 喷焊系统原理

1.基体 2.喷焊层 3.喷焊合金粉末 4.保护气体 5.等离子气体 6、7.排气口 8.电极

常用钴基合金的化学成分

合金牌号	硬度	化学成分（质量分数，%）									
	HRC	C	Cr	Si	W	Fe	Mo	Ni	Co	Mn	B
Stellite 1	48	2.40	30.50	1.00	12.50	3.00	1.00	—	Bal	0.25	—
Stellite 3	48	2.30	30.50	1.00	12.50	3.00	—	2.50	Bal	—	—
Stellite 6	38	1.15	29.00	1.10	4.00	3.00	1.00	3.00	Bal	0.50	—
Stellite 12	42	1.40	29.50	1.45	8.25	3.00	1.00	3.00	Bal	1.00	—
Stellite 20	52	2.45	32.50	1.00	17.50	3.00	1.00	3.00	Bal	0.50	—

喷焊层的材质主要由喷焊粉末材料、互熔区、基体材料构成（见图4）。喷焊的厚度通常为1~1.5mm比较适宜，厚度过大，由于受热不均匀可能会产生喷焊层裂纹（见图5）。

喷焊粉末材料主要有Ni基、Fe基、Co基自熔性合金，对母材适应性强，不受母材化学成分的影响，根据不同工况要求可以进行合理搭配来满足不同的需求，尤其是要求工作表面具有高硬度而心部要求韧性好的零件，很适合采用喷焊法。由于Co基合金综合性能优良，耐热性、耐磨性、抗氧化、耐酸、耐碱腐蚀、韧性和抗冲击性好，结合强度高达450MPa，具有良好的喷焊性，通常选用Ni基合金比较多。

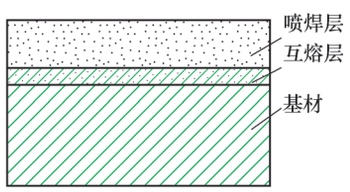


图4 喷焊层的原理

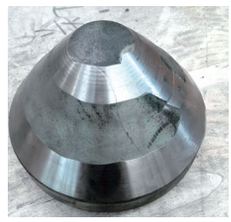


图5 喷焊过厚导致喷焊层产生裂纹

喷焊前要对零部件进行预热处理，目的是为了减少组织热应力，防止产生裂纹，这样便于降低热影响区的温度，从而得到在较宽的温度范围内获得较均匀的温度分布，这样就大大减少因温度差而造成的热应力。通常预热到400～500℃后，便可以进行喷焊操作。

（2）工艺参数　喷焊时除工作气流量、弧压设定等相对稳定的参数外，其他参数要根据阀门喷焊量进行设定和搭配，首先选定熔敷率或喷焊速度参数，其他参数通过计算而确定。

焊道几何参数及堆焊量的计算：阀门密封面都是圆环焊道，对每种喷焊件的几何尺寸是设计确定的，在操作界面上给出了尺寸图及设计值，键入尺寸值，PLC系统会自动按计算公式给出该工件的合金喷焊量。

6. 结语

氧乙炔火焰喷焊通过选择Co基合金粉对承受高应力载荷和承受冲击磨损的部件进行强化，提高工件的耐磨性，增加工件的使用寿命，制造出满足不同要求的喷焊涂层。根据钼矿企业和氧化铝厂反馈的信息，使用喷焊处理过的高压料浆阀的阀芯和阀座进行喷焊强化或修复，在氧化铝料浆介质中的使用寿命提高了5倍左右。

总之，采用喷焊工艺，不但解决了堆焊技术无法实现的耐磨、耐蚀等工艺条件，而且为高压料浆阀在耐磨耐蚀等恶劣工况条件下提供了可靠的技术保障。

参考文献：

[1] 李国英.表面工程手册［M］.北京：机械工业出版社，1997.

[2] 王志健，田欣利.超音速火焰喷涂理论与技术的研究进展［J］.兵器材料科学与工程，2002，25（3）：62-65.

[3] 顾朝阳，翟卫平，肖爱丽.氧乙炔火焰金属粉末火焰喷焊技术的应用[J]，山东建材，1999(2)：31.

作者介绍：李广军等，河南泉舜流体控制科技有限公司。

MW 20170113

（上接第73页）

表1　坡口面堆焊参数

层次	焊条牌号	焊条规格/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·s^{-1}
1～3	ENiCrFe—3	ϕ4	125～135	23～25	2.5～3.5

表2　环缝焊接参数

层次	焊材牌号	规格/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·s^{-1}
1～3	ENiCrFe—3	ϕ3.2	85～100	20～22	2.0～3.0
其余焊层	ENiCrFe—3	ϕ4.0	125～140	23～25	2.0～3.0

试规程要求进行了技能考试。

（1）管板及筒体的坡口面堆焊质量　按上述的堆焊工艺参数和操作要领对坡口面进行了堆焊，共堆焊了3层，堆焊面平整，外观质量达到要求，并逐层进行了100%PT检测，按JB47013—2015Ⅰ级要求，堆焊面未发现气孔、裂纹、未熔合等缺陷。

（2）管板与筒体对接环缝的焊接质量　管板与筒体对接的环缝在焊到30mm厚度（内控检查）时及全部焊满后，按JB47013—2015Ⅰ级要求进行了100%PT检测，检查结果焊缝无任何缺陷，并且按JB47013—2015Ⅱ级要求进行100%RT检测，两道环缝在RT检测时只有1处出现条型超标缺陷，其余一次检测合格。全部焊满后还按JB47013—2015Ⅰ级要求进行了100%UT检测，检查结果一次合格。

5. 结语

SA387Gr11CL2铬钼耐热钢焊接后需整体消应力热处理，当设备中其他部件不能进行整体消应力热处理时，用镍基合金焊材进行焊接，解决了此类设备的制造难题。

用镍基合金焊材焊接SA387Gr11CL2材料，采取有效的焊接工艺措施和操作要领，完全可以获得高质量的焊接接头，也为今后镍基合金的焊接积累了经验。

参考文献：

[1] 曾乐.现代焊接技术手册[M].上海：上海科学技术出版社，1993.

[2] 陈祝年.焊接工程师手册[M].北京：机械工业出版社，2009.

作者简介：高申华，南化化机厂。

MW 20170113