

燃气加热炉U形燃气辐射管防止焊缝开裂的方法

江苏丰东热技术股份有限公司 (大丰 224100) 蔡 祥 张卫平

近年来,随着我国机械装备技术的飞速发展,国家在节能环保建设上,鼓励新能源项目的更新改造。我公司为使生产的热处理设备能够适应市场发展的需求,自主研发用燃气加热代替电加热箱式加热炉,来适应有天然气资源而又可缓解电力紧张需求的用户。但因在满足用户个性化需求方面难以实现,公司决定开发试制国产燃气辐射管。不过在试用过程中,出现了U形辐射管双弯头焊缝开裂现象。

1. U形辐射管弯头开裂情况的原因分析

(1) U形辐射管结构 U形辐射管(见图1)是由两根直管和一根U形弯头焊接而成,母材是Cr25Ni35奥

氏体不锈钢,其高温力学性能好,冷变塑性好,焊接性好,长期使用不会脆断。

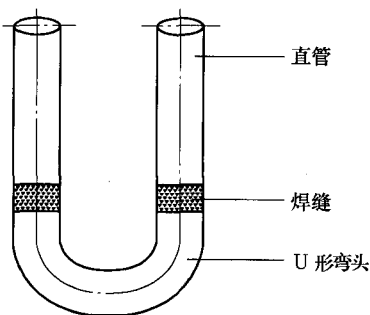


图1 U辐射管示意

(2) 现场观察到试验场地,辐射管

已从炉体加热室卸下,开裂部位沿焊缝中心部位,几乎完全断开。后设法将U形弯与直管完全分离。我们发现:①焊缝呈不规则圆裂开,由于炉内高温气氛,焊缝金属与母材金属都呈黑色。②观焊缝焊波,推测焊接方法为钨极氩气保护焊。③焊缝背面有时断时续的未焊透、未熔合现象。④熔合区有咬边现象。⑤坡口几何尺寸没达到要求,坡口角度、钝边、根部间隙都存在问题。这些要到供应商生产车间了解实际情况才能确定。

(3) 原因分析 完成试验现场的观察,我们又来到供应商的生产车间,其生产人员从材料金加工到焊接、焊后钝化处理做了全面演示。我们除了在试验场地发现的情况外,还发现:①坡口加工方式为角磨机手工打磨,因此坡口角度、钝边厚度及直线度却无法控制住,这就给后续的焊缝对接造成极大困难,甚至无法获得优质的焊接接头,其坡口形式如图2所示。②焊接方法为钨极氩气保护焊,从打底焊到填充层,再到盖面全部采用钨极氩气保护焊。焊接材料经查与母材相匹配,氩气流量、焊接电流、电弧电压都在正常范围内。其焊接速度慢,温度冷却得也慢,所以焊缝金属、热影响区金属长时间在敏感区停留,这就给焊接接头造成不利的影响;其焊接顺序为下坡焊,即由上向下焊、这样氩气就保护不到背面的焊缝,还易造成未熔合,未焊透,气孔等缺陷。其焊接过程是从开始焊到最后结束,中间未停留,这样层间温度并没有得到控制。③焊接防止拉裂定位焊的措施不到位,定位焊的长度与高度应与材料的厚度相对应。U形弯壁厚为12mm,长度应7~8mm,而其定位焊缝的长度仅为3~5mm。

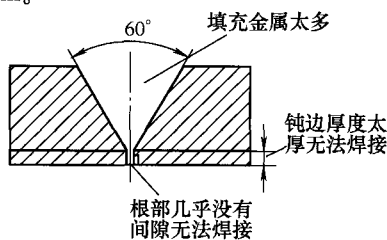


图2 焊接坡口形式

2. 焊接工艺调整

(1) 坡口形式 V形坡口填充金属较多,这样焊缝及热影响区金属就在敏感温度区停留的时长,

为此应尽量减少金属填充量。这样减少了焊接应力和变形，而且还可减少合金元素的烧损及防止有害金属氧化物的产生。所以我们建议供应商采用U形坡口，如图3所示。

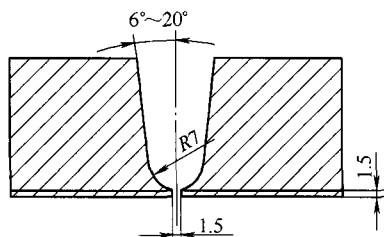


图3 U形坡口

坡口加工方法最好采用机床切削，毛刺可用新角磨片打磨干净。坡口两侧背面用丙酮擦洗干净，不能残留Fe，因Fe在炉内气氛介质腐蚀会引起点蚀。清洗干净后不能用手等去触摸坡口待焊部位。因为夏天工作时太热，不能将风扇对准焊接作业部位吹扫，注意防风，防止破坏氩气保护等。

(2) 焊接电源 可用其现有的钨极氩弧焊机，极性为正接，氩弧焊打底，焊条电弧焊填充和盖面。焊接顺序应由下端向上焊，如图4示意。

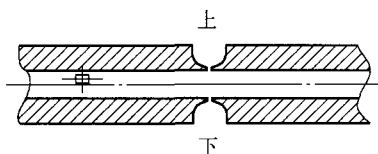


图4 焊接电源盖面使用示意

(3) 焊接材料及焊接参数 选用Ni、Cr含量稍高于母材含量的焊丝即可，坡口装配尺寸可参照图3所示，定位焊在满足强度前提下尽可能短（7~8mm），分三段，除最下端三点均布。定位焊时管子里要充满氩气保护再引弧，焊时按永久性焊缝焊接，避免焊接缺陷，然后将两端磨成平滑过渡。施焊时从最下端焊接，但打底焊另外一个接头交错焊接，尽量避免热应力的产生。建议焊接前在待焊部位先通氩气几秒钟，然后起弧。熄弧后要继续送氩气5s以上，并填满弧坑，防止弧坑裂纹缩孔的产生。氩气流量为6~10L/min，不能产生紊流，焊丝直径适用2.4mm，电流（140±5）A。打底焊完成后，可进行填充焊。填充焊时，我们建议使用焊条电弧焊，焊接电源为逆变式直流、反接。采用小电流、窄焊道、快速不摆动的焊接方法，限制热输

入，层间温度控制在60℃为宜，用手触碰坡口线外侧，以不烫手为宜，焊接过程要注意渣壳爆裂，要佩戴防护眼镜。焊接参数如附表所示。

焊条参数

焊条型号	直径/mm	焊接电流/A	电源类型	极性
A402	3.2	90~110	逆变直流	反接

焊条在焊前需经200℃烘干并保温1h，烘干后放在保温筒中保持温度在80℃左右，并在8h内使用完。尽量不要重烘，重烘不能超过两次。

盖面时熔合区不能产生咬边，收弧要填满弧坑。去除渣壳不能用尖锐的渣锤敲击焊缝，只能在冷却后轻轻叩击，不能触及焊缝金属和热影响区母材金属。待焊缝完全冷却后，必须进行100%X射线探伤，I级为合格。如有缺陷，可用碳弧气刨刨削（碳弧气刨刨削不会对焊缝组织和母材组织产生渗碳现象）。刨削前找准缺陷位置，清楚缺陷的种类，然后用碳棒清除缺陷组织，最后再用新的角磨片打磨干净后再焊。焊时仍采用焊条电弧焊，焊好后用角磨机打磨修饰美观，消除飞溅。最后再进行X射线对返修部位探伤。一般情况下返修不能超过两次。

3. 焊后处理

焊后经探伤合格后须经酸洗、钝化处理，因炉内气氛介质复杂，炉内温度高（930℃），焊缝长期在高温和腐蚀气氛下极易氧化。钝化处理时应用毛刷刷洗，把黑色氧化物都要清洗干净，直至露出银白色的金属光泽。最后再进行喷丸消除应力，因炉温在900℃工作恰好在奥氏体钢的回火温度区，故不需专门进行焊后热处理。

4. 结语

供应商采用调整后的焊接工艺后，燃气辐射管经我们公司质检部门目测检查正面焊缝合格后，再通过摄像头检查背面焊缝，其单面焊双面成形良好，没有发现焊接缺陷。在组装到UBE箱式多用炉使用后，也未发现焊缝裂纹和开裂现象。

现公司制造的燃气节能设备还出口到泰国、马来西亚等国家，为国家生产节能环保多用型淬火设备形成了产业链。MW (20120713)