



碳钢管道点状腐蚀穿孔的一种锤击钎焊方法

刘增峰

【摘要】通过碳钢管道点状腐蚀穿孔的焊补实践，对锤击钎焊方法的危险性、注意事项进行总结分析，采用合理的焊接操作工艺措施，解决了穿孔喷水情况下的焊接难题，提高了焊接效率，保证了焊接质量。

关键词：锤击；封底层；盖面层；灭弧焊

在油田的长期生产过程中，掺水管道和注水管道常年被所输送的掺水与注入水及其所含介质腐蚀，经常使管道产生点状渗漏穿孔，造成管道停输停用，从而严重影响生产，因此必须及时焊接抢修。由于生产条件所限，补焊过程多数为带水带压焊接。常用的带水焊接点状腐蚀穿孔的方法主要有锤击钎焊法、螺栓螺母焊接封堵法、闸门管子焊接引流法等。在焊接腐蚀穿孔时应仔细认真分析，根据实际情况采取安全的焊接工艺措施。一旦焊接方法选择不当，极易造成补焊失败或诱发安全生产事故，造成人员伤亡和财产损失，因此采用正确的焊接方案和操作规程，完成焊接工作实现正常生产显得尤为重要。

本文以管内掺水或注入水压低于0.5MPa的情况下，对碳钢管道点状腐蚀穿孔采用锤击钎焊法进行焊接的过程为例，对锤击钎焊法进行详细讲述。

1. 锤击钎焊法焊接的危险性分析

锤击钎焊法焊接可能存在的危险：①穿孔焊接处周围空间环境存在易燃易爆气体和可燃杂物，引起火灾和爆炸事故。②穿孔管道内存在易燃易爆的介质，造成火灾和爆炸事故。③穿孔管道内压力未降到安全的范围，造成人员伤亡事故。④穿孔焊接处周围空间环境存在的机械性伤害因素，造成人员伤亡事故。⑤焊接过程存在的触电危险，造成人员伤亡事故。⑥其他危险因素，造成其他安全生产事故。

2. 锤击钎焊法的工艺措施

(1) 准备工作 关闭控制发生点状腐蚀穿孔管道上下流程相关的切断阀门，将放空阀门打开，从放空阀门放掉管内介质，通过压力表观察压力表读数下降情况，使压力降到安全范围。清除焊接空间场所内易燃易爆等物品，使用可燃气体报警器检查焊

接操作空间是否存在爆炸危险，确认无安全隐患方可进行操作。可以用锤子轻敲腐蚀穿孔附近管道表面，查看确定腐蚀穿孔周围腐蚀状况，还可以用管道腐蚀智能检测仪来评价管道腐蚀情况，确定是否存在补焊价值。钎焊前要认真严格地使用木柄钢丝刷及手砂轮清除点状腐蚀穿孔部位待焊处的防腐油漆、油污、氧化膜、铁锈及污垢泥土等。对有烘干要求的焊条，焊前要按规定进行烘干，防止在焊接过程中产生气孔、裂纹等缺陷。

(2) 焊接设备 直流弧焊机或弧焊发电机。

(3) 焊接材料和工具 封堵层焊条选用E4303，盖面层焊条选用E5015或E5016，均选用 $\phi 3.2\text{mm}$ 。其他工具还包括：可燃气体报警器、角向磨光机、尖头敲渣锤、平头手锤、尖头冲子、木柄钢丝刷和绝缘电焊手套等。

(4) 焊接参数 碳钢管道

点状腐蚀穿孔焊接时，第一层封堵层焊道和第二层加强层焊道焊接参数如附表所示。

3. 焊接操作要点

(1) 第一层封堵层焊道焊接 点状腐蚀部位一般都比较薄，根据情况可以使用尖头冲子将穿孔点钉大，使穿孔处金属堆积加厚。由于在穿孔处带水焊接，所以选用酸性E4303焊条，该焊条的特点是对油污、水、铁锈不敏感，不易出气孔，但其焊接完成焊缝的冲击韧度、抗裂性较差，因此对于承受压力的管道只能用于第一层封堵层焊道的焊接。

焊接时根据腐蚀穿孔部位的管壁厚度确定选择焊接电流，焊接电流极性采用直流反接。焊接顺序是先焊穿孔左半圈，从穿孔的最下端边缘前方时钟5点钟位置，采用敲击法引弧拉长电弧预热后压低，焊条与穿孔边缘金属熔化形成熔池，采取灭弧焊法围绕穿孔部位向上进行焊接，熄弧的频率以每分钟40~55次为宜。熄弧动作要干净利落，重新引燃电弧的位置要准确，新熔池与前一个熔池搭接2/3左右，熔池要清晰，熔池中液态金属与熔渣要分离，避免出现夹渣与未熔合。焊条角度根据穿孔位置变化调整，直至焊到时钟1点钟位置，如图1、图2所示。

左半圈焊接完成后，再焊接穿孔右半圈，从时钟6点钟位置焊至12点钟位置，上下接头要熔合良好（见图3、图4），其目的是使穿孔周围金属加厚。沿穿孔一圈一圈逐层向穿孔中心铆焊收缩，边焊接边用铁锤和冲子向中

心锤击碾压焊缝，利用金属的延展性使焊缝金属向泄漏点积聚，泄露点逐渐缩小直至最中心处收口。

如果收口时水压升高，可以在喷水点上方堆聚一金属焊瘤，用手锤锤击，将最后泄露点碾压铆住，再焊补该点。也可以采用黄泥块或石棉绳堵塞喷水点，进行铆焊锤击碾压，不要采用圆锥木楔或金属楔子堵塞喷水点，因为管内压力升高会把楔子射出，非常危险可能造成人员伤亡。在穿孔向外喷水时电弧和管子温度降低，需适当增大焊接电流，避

免出现气孔、夹渣和未熔合的情况。焊接完成的第一层封堵层焊道如图5所示。

(2) 第二层加强层焊道焊接 焊接前认真用敲渣锤和木柄钢丝刷清除第一层封堵层焊道表面熔渣和锈皮。也可用角磨机进行轻轻打磨，要特别注意的是封堵层要保留足够厚度，防止盖面焊时烧穿。加强层焊道采用横向或纵向多道焊进行焊接，为增加焊缝冲击韧性和抗裂性，选用E5015焊条或E5016焊条直流反接法焊接，焊接电流为85~130A。碱性焊条焊接时易

焊接参数

焊道位置	选择焊条型号	焊条直径/mm	焊接电流/A
封堵层焊道	E4303	3.2	80~135
盖面层焊道	E5015或E5016	3.2	85~130

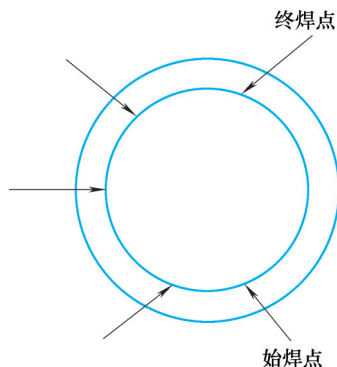


图1 左半圈焊接方向



图2 左半圈焊接实例

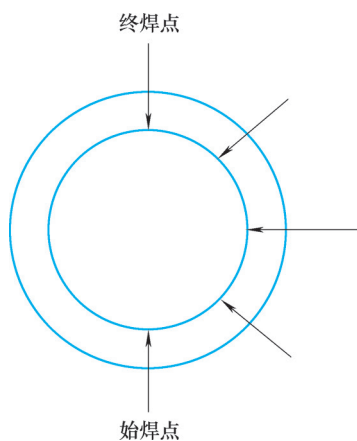


图3 右半圈焊接方向



图4 右半圈焊接实例



图5 第一层封堵层焊道

出气孔，禁止在管道表面引弧，必须在封堵层焊道上用划擦法引弧，压低电弧形成熔池后开始焊接，同时注意随时转换焊条角度，将铁液带至管道上，熔合后熄弧，后一个焊点与前一个焊点重合2/3，短弧施焊，焊接时灭弧与燃弧的频率控制在每分钟55~70次。焊接时一定要保持熔池清晰，熔渣与铁液要分开，避免产生未焊透和夹渣等缺陷。

焊接过程中做到手、眼、大脑协调一致，充分考虑管内水介质流动状态，时刻注意观察焊接熔池的形状和尺寸大小变化，装有压力表的管道，要注意压力表显示的压力变化。当出现铁液飞溅过大或者第一层封堵层熔化冒泡的现象，先要停止焊接，然后减慢点焊频率，使熄弧的时间长一点，防止熔池温度太高致使封堵层焊缝烧穿，盖面层焊道要完全盖住封堵层焊道，保证焊道与管道边缘熔合良好，控制补焊处的余高。在焊接过程中要防止焊接电流过大，产生烧穿、咬边、焊瘤等缺陷。焊接完成的第二层加强层焊道如图6所示。

4. 结语

碳钢管道点状腐蚀穿孔通过采用锤击铆焊方法，不仅解决了



图6 第二层加强层焊道

穿孔带水焊接难题，而且操作过程简单，提高了焊接效率，保证了焊接质量。根据穿孔焊接记录跟踪统计，采用该方法焊接的20处穿孔，3年内无一例在补焊处发生泄露，证明该焊接方法效果很好，实际可行。

作者简介：刘增峰，大庆油田工程建设培训中心。

MW 20170202

焊工李万君凭借超一流焊接技艺获评“教授”



李万君在焊接车间

没经过计算机和外语水平考试，也不曾评过初级、中级职称，“感动中国”2016年度人物——中车长春轨道客车股份有限公司高级技师、焊工李万君，2017年3月3日拿到了“教

授”资格证书。这是吉林省首位获得正高级职称的技术工人。

“让我焊接没问题，但是成为教授去教别人，我还要再学习提升。”李万君说，自己获评教授职称，对全国技术工人是激励和导向。以往，我国技能人才不能评职称，只能走工人技术等级。为提升高技能人才地位，老工业基地吉林探索职称制度改革，规定既在本职岗位发挥骨干作用，又在职业院校任教的“双师型”高技能人才，可以参与申评高教系列职称。

凭借超一流构架焊接技艺，“中华技能大奖”得主李万君参与了我国近三十种轨道客车转向架焊接的首件试制工作。他牵头的创新工作室近年来完成技术攻关150多项，其中24项获得国家专利。作为“长白山技能名师”，李万君在长春职业技术学院等学校“授业”，还为吉林省内外企业培训技术工人，4年来培训焊工1万多人次。

(新华社)