焊接机器人在耐磨层焊接上的应用

杨方超　吕帅

【摘要】简述了手工焊耐磨层的缺陷，通过试验分析，阐述了利用焊接机器人进行耐磨层焊接，外观质量取得显著的效果。

关键词：耐磨层；焊接机器人

1. 概述

近年来，随着工业现代化水平的高速发展，公司引进大量数控下料设备、焊接机器人、数控加工中心，形成了流水化生产线，提高了生产效率。在焊接方面，新的数控下料设备切出的毛料尺寸精度高，采用数控坡口机加工的坡口光滑美观，从而提高乐产品整体外观质量，同时对工人焊接水平也提出了更高标准要求。

公司的摇臂、框架、箱体类产品，都要在过煤面焊接耐磨层，一直以来我们都采用手工电弧焊或CO_2气体保护焊的方法焊接耐磨层，这两种焊法各有优缺点。由于耐磨层焊接采用网格式焊缝，所以人工焊法很难保证焊后网格大小均匀，焊缝宽度、高度一致的要求。面对质量与外观要求的不断提高，我们决定采用焊接机器人进行耐磨层焊接，理论上是可行的。下面我们通过一些工艺性试验，来确定了机器人焊接参数，实际应用后也得到了预期的效果。

2. 机器人焊接参数的确定

耐磨层是在煤层磨损机体时起保护作用的，因此为满足不同煤层对耐磨层性能的要求，我公司根据60年的生产制造经验，提出耐磨层硬度必须满足54~58HRC，而耐磨的焊接方式采用正菱形网格，箱体类耐磨层网格大小25mm×25mm，焊缝宽9~10mm、高10mm。

为满足耐磨层性能要求，我们选用DO*15 ϕ1.6mm药芯焊丝 ，以焊丝是德国*卡斯特林生产的，属于进口耐磨药芯焊丝。焊接时采用CO_2作为保护气，也可用80%Ar+20%CO_2混合气作为保护气，提高外观质量，减小飞溅。DO*15的相关技术参数及焊接参数如表1、表2所示。

焊前预热：根据碳当量，施焊部位的截面尺寸、厚度及几何形状来决定预热温度。当碳当量<0.2%时，不需要预热；当碳当量为0.2%~0.4%时，预热温度为100~200℃；当碳当量为0.4%~0.8%时，预热温度为200~350℃。注意：对于12%~14%的锰钢，不需要预热，并且在焊接过程中工件要保证在250℃以下。

表1 DO*15焊材相关参数

硬度HRC	回火热处理	保护气体	气体流量/L·min^{-1}	极性
58	500℃=55HRC	80%Ar +20%CO_2	16	直流正接

表2　DO*15焊接参数

	直径/mm	焊接电压/V	焊接电流/A
短弧焊过度形式	1.2	17~22	90~230
	1.6	16~20	110~300
射流过度形式	1.2	29~31	230~280
	1.6	27~31	270~325

将DO*15焊接电流及电弧电压数值转化成焊接机器人对应的焊接电流及电弧电压代码，输入焊接程序中，接下来需对焊接机器人其他5个参数（焊接速度、摆频、摆幅、收弧等待时间、收弧长度L）进行工艺试验。

首先对于5个试验参数，我们根据以往的经验都有一个取值范围，其次我们分析了5个参数之间的关系，V、R_f、R_a影响焊缝的高度和宽度，而Wait和L决定焊缝收弧部位的饱满程度。经过多次试验，我们得到了表3数据及5组不同参数下对应的焊缝，如图1所示。对比测量后决定采用数字5焊缝的焊接参数，焊接电流=3.2（代码）、电弧电压=4.8（代码）、焊接速度=6m/min(满足焊接生产率)、摆频R_f=1.2Hz、摆幅R_a=1mm、收弧等待时间Wait=3s、收弧长度=5mm，如图2所示。

3. 参数确定后进行试焊

试焊阶段，起初焊接顺利，到后面出现了经常性的断弧，因为在机器人焊接过程中出现断弧，后面的程序就要进行调整，严重影响焊接连贯性，同时在断弧部位也会留下高点以及过宽的缺陷。为了解决这个问题，我们技术部门经过分析研究确定了产生问题，三个原因：①耐磨层焊丝DO*15属于厚药皮ϕ1.6mm焊丝，焊接过程药芯保护成分氧化反应物容易堵住枪口，影响送丝。②送丝软管使用时间长，有老化现象未及时更换，加之空间位置中送丝管随各主轴过多弯曲，影响了送丝流畅性。③起弧点选择不合理，拐角位置容易断弧。

解决方法：①更换了送丝软管。②重新定位了焊接起点，避免空间狭小不利于起弧。③优化了焊接程序选择合理各主轴的旋转角度，避免焊丝管线过缠绕。④焊完一道焊缝及时清理焊枪枪口。

问题解决后，我们用调整后的程序进行正式焊接，一切顺利，用时30min得到了图3、图4中满足耐磨层要求的焊缝（人工焊接需4h），焊缝高度10mm、宽度9mm，呈网格状分布，成形好、线条均匀、美观。

表3　5条焊缝数据和对应机器人参数

	V/m·s^{-1}	R_f/Hz	R_a/mm	Wait/s	收弧长/mm	焊缝宽/mm	焊缝高/mm	焊缝成形
数字1焊缝	8	0	0	5	3	5	10	合格
数字2焊缝	7.5	0	0	4	4	5	12	合格
数字3焊缝	7	1	0.8	3	5	8	8	合格
数字4焊缝	6.5	1	1	2	6	8.5	9	合格
数字5焊缝	6	1.2	1	3	5	9	10	合格

图1　5种参数下对应的焊缝

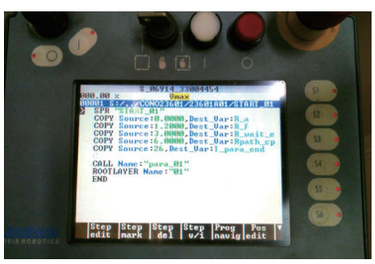

图2　焊接程序参数

图3　机器人焊后的耐磨层

图4　焊接机器人

4. 结语

通过试验研究制定了机器人焊耐磨层的具体焊接工艺，在我公司箱体类耐磨层焊接中取得了很好的效果。不仅使我公司耐磨层焊接从质量、外观，以及焊接速率方面上升了一个新的高度，而且为公司后续利用机器人进行相应产品耐磨层焊接提供了经验。

作者简介：杨方超等，西安煤矿机械有限公司。

MW 20170824