WK-4型电铲行走大伞齿轮的焊接修复

中国葛洲坝集团股份有限公司 （湖北宜昌 443002） 漆卫国

【摘要】介绍了WK—4型电铲行走大伞齿轮的焊接修复技术，包括修复方案、焊接材料选择及补焊工艺等，通过有效的过程控制，保证了修复质量。

1. 概述

我公司某矿山有6台WK－4型电铲，承担硅酸盐矿的采掘工作。该矿山开采平台现场条件恶劣，作业范围广，生产强度高，日产量达万吨以上，电铲长期处于高负荷下运行，且经常需要长距离行走，转移作业区域。其中3号电铲在一次转移作业面长距离行走时发生大伞齿轮连续崩齿两个，如图1所示。当时没有备用大伞齿轮，若购买更换大伞齿轮，采购周期需一个月以上，且大伞齿轮与轮轴是过盈配合，拆卸、装配工艺繁琐，耗费工时。为减少停产造成的损失，决定采用焊接修复的办法。

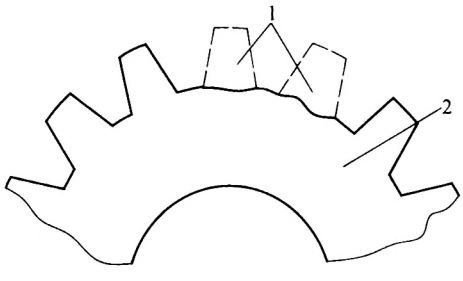


图1 崩齿后的大伞齿轮

1.连续崩掉的两个齿 2.大伞齿轮

2. 大伞齿轮的化学成分及力学性能

通过查阅电铲随机文件，大伞齿轮材料为38CrSiMnMo中碳调质钢，其化学成分及力学性能如表1、表2所示。

表1 38CrSiMnMo化学成分（质量分数） （%）

C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P
0.36~0.42	1.20~1.40	0.90~1.20	1.20~1.50	0.20~0.30	≤0.03	≤0.03

表2 38CrSiMnMo力学性能（调质状态）

R_m/MPa	R_{eL}/MPa	Z（%）	A（%）
≥1200	≥900	≥10	≥35

3. 修复方案

大伞齿轮两齿崩裂部位均在齿根，如果全部采用堆焊修复齿形，则焊接工程量非常大，焊接质量及齿形尺寸难以控制。通过分析齿体材料焊接性能及断齿部位的结构特点，决定采用“镶板+堆焊”修复方案，如图2所示。

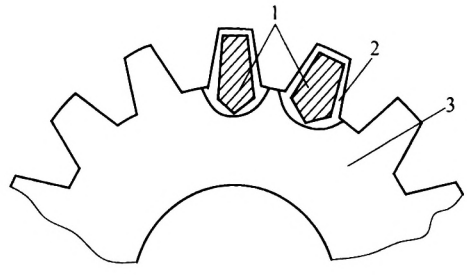


图2 大伞齿轮修复方案

1.镶板 2.堆焊齿形轮廓 3.齿轮母体

4. 镶板材料及尺寸

综合考虑齿形芯部应具有较好的力学性能，以及与母体材料含碳量相近的原则，选用35CrMo钢板作为镶接材料，镶板尺寸如图3所示。

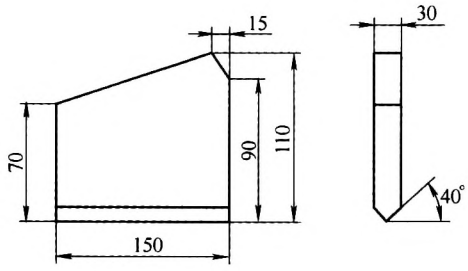


图3 镶板尺寸

5.焊接材料选择

38CrSiMnMo及35CrMo均为中碳调质钢，含碳量较高，淬硬倾向大，对氢较为敏感，增加隔离层是必要的，同时需保证焊缝的强度及齿面的耐磨性。根据38CrSiMnMo及35CrMo的化学成分、力学性能及焊接性能，并综合考虑大伞齿轮的工况和崩齿原因，确定选用大西洋E310－16、E6015－G及D212三种焊条进行修复焊接，保证修复焊缝具有良好的塑性、一定的强度及较高表面硬度。

首先使用E310－16焊条进行隔离层焊接，然后用E6015－G焊条进行堆焊，形成基本齿形，最后用D212焊条堆焊齿面，如图4所示。

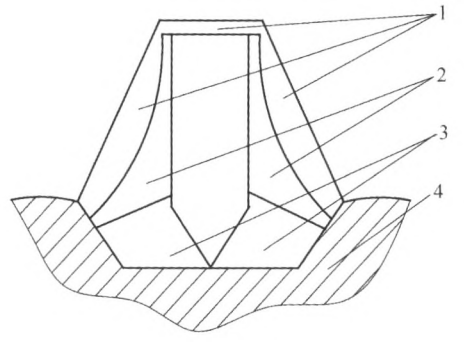


图4 分区堆焊

1.齿面堆焊区 2.齿形堆焊区 3.隔离层 4.齿轮本体

6. 焊接工艺

（1）坡口制备 首先用碳弧气刨在大伞齿轮待修复的两个齿根部位各加工一个深约50mm、宽约70mm、长约160mm的槽形坡口，坡口上部应比下部略宽，然后用角磨机修整坡口形状及表面，将气刨熔渣及夹碳清除干净，并使坡口面尽量平整。清理镶接板坡口面及其两侧面油污等，打磨铁锈、氧化皮等，直至露出金属光泽。

（2）预热及层间温度 采用火焰预热待焊部位至150℃以上，用石棉布覆盖待焊部位周围齿轮本体，减少热量散失。焊接过程中保持层间温度不低于120℃。

（3）焊接 第一，焊接参数如表3所示。

表3 焊接参数

焊接部位	焊条型（牌）号	焊条直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}
隔离层	E310－16	3.2	85～95	22～24	13～18
齿形	E6015－G	3.2	100～110	22～25	13～18
齿面	D212	3.2	90～100	22～24	13～18

第二，隔离层焊接时，应两侧交替焊接，并实时监测镶接板的垂直度，根据变形情况调整两侧焊接规范。

第三，齿形堆焊，每层厚度控制在3mm以内，每堆焊一层应及时用样板检查齿形，确定后续堆焊量。

第四，打磨齿形焊道表面至平顺，堆焊齿面，齿面堆焊层有效厚度应≥5mm。

第五，焊接时，用风铲锤击焊道以降低焊接残余应力。

（4）焊后消应力热处理 每个齿形焊完后，立即采用火焰对焊接部位进行加热消应力热处理，加热温度300~350℃，并保持30min以上，然后用多层石棉布包裹保温缓冷。

7. 齿面成形处理

消应力热处理完成后，用角磨机修磨齿形，修磨时应经常使用样板检查齿形，防止修磨过量。当齿形修磨到约剩0.5mm余量时，采用火焰加热齿面至不低于400℃，迅速用柴油和机油的混合液均匀喷洒齿面，然后再进行（180~200）℃×1h低温回火，最后精磨齿形。

8. 质量检测

齿形焊接修复完成后，对两个修复齿进行了齿形尺寸及表面硬度检测，检测结果如表4所示，将检测结果与标准参数进行比对，符合要求。对齿面进行渗透检查，未发现任何缺欠。

表4 齿形尺寸及齿面硬度检测结果

检测项目	全齿高/mm	齿厚/mm	齿顶高/mm	齿面硬度HRC
标准数值	60.8	48.24	47.94	50
检测结果	60.5~60.7	48.12~48.20	47.80~47.90	52~57

焊接变位机在山推工程机械结构件中的应用

山推工程机械股份有限公司 （山东济宁 272035） 翟 浩 孟国强 王彩凤

常用的人工焊接变位机基本形式有伸臂式、倾翻回转式和双立柱单回转式等。由于受到回转自由度的限制，这几种变位机均不能实现被焊工件在空间内的任意旋转，所以不能使各类焊缝转动到所需要的最佳位置。为开发适宜的变位机，我们经过多年的工作实践，调研分析，主要思路启发于从国外引进的结构件焊接机器人。焊接机器人上配备的焊接变位机的结构先进，适合国内工程机械行业结构件的焊接。本文根据山推现场使用经验，介绍焊接变位机选型及常用几种变位机的形式等。

1. 工程机械结构件使用焊接变位机的意义

推土机、挖掘机、压路机等工程机械的结构件大多数都很复杂，而且是整机主要关键部件，其焊接质量的好坏直接影响整机性能。选择合适的焊接变位机能提高焊接质量及生产效率，降低工人的劳动强度及生产成本，加强安全文明生产，有利于现场管理。

2. 结构件焊接变位机的选型

（1）根据焊接结构件的特点选择合适的焊接变位机 如推土机后桥箱、挖掘机X架可用L型双回转式焊接变位机，推土机台车架可用滚轮架式焊接变位机，挖掘机铲斗焊接变位机可设计成C型双回转式，挖掘机动臂可用双立柱单回转式变位机。

（2）根据手工焊接作业的情况选型 所选的焊接变位机能把被焊工件的任意一条焊缝转到平焊或船焊位置，避免立焊和仰焊，保证了焊接质量。

（3）根据操作需要选型 选择开敞性好，容易操作，结构紧凑占地面积小的焊接变位机，工人操作高度尽量低，安全可靠。工装设计要考虑工件装夹简单方便。

（4）大型结构件选型 工程机械大型的焊接结构件变位机的焊接操作高度很高，工人可通过垫高的方式进行焊接。也可通过配有液压升降台以方便不同高度位置进行焊接。

9. 使用效果

几年来，我公司应用此法共修复3台WK－4型电铲的行走大伞齿轮，首个修复齿轮已连续使用4年多，没有发生修复齿断裂及齿面耐磨堆焊层剥离等现象，经多次检查齿形尺寸，齿面磨损非常小，说明修复焊缝强度满足要求，齿面耐磨性能优良。

同时，利用焊接技术修复大伞齿轮，省去了更换齿轮所需的齿轮采购、拆卸及安装等过程，大大缩短了设备的修理时间，并简化了修理工艺，同时也获得了较好的成本效益。

10.结语

（1）实践证明，利用焊接技术修复大伞齿轮是可行的，其技术关键是正确选择焊接材料和控制焊接残余应力。

（2）焊接过程中，适时恰当地锤击焊道，可有效降低焊接应力，预防裂纹产生。

（3）本工艺选用的焊接材料组合是合理的，有效避免了裂纹、氢脆等危害的发生，使修复后的大伞齿轮经受了长时间、高强度运行的考验。

MW（20131105）