



# 一种连铸辊的堆焊

王健 刘雅静 肖磊

**【摘要】** 主要介绍了一种矩形钢坯拉矫机用连铸辊表面堆焊的焊接工艺，该连铸辊的辊体材质为42CrMo调质，表面堆焊层所选用的焊材为硬面堆焊用药芯焊丝YD430和YD414N，其中YD430用做打底过渡焊，YD414N用做面层堆焊，通过选择适合的焊接方法及的工艺参数，结果满足工件技术要求。

**关键词：** 连铸辊；表面堆焊；埋弧焊

## 1. 概述

连铸辊是炼钢主要设备拉矫机上的主要工作部件，长期处于高温恶劣的工作环境中，对其耐磨、耐高温、抗变形性能有着严格的要求。本文涉及到的连铸辊本体为42CrMo锻件，并在表面堆焊耐磨硬度层，堆焊硬度层的设计厚度为5mm，要求成活后表面硬度为44~50HRC，距离成活面1.5mm深度位置的 $W_{Cr}$ 为12.5%~13.5%，堆焊层的铁素体含量不超过9%。

堆焊材料为YD430和YD414N，其中YD430用做打底过渡焊，YD414N用做面层堆焊，此方法可以延长辊子使用寿命，磨损后可多次修复使用，降低了生产成本。工作时，辊子内部需通水进行冷却。本文将对该连铸辊表面硬度层的堆焊工艺进行详细说明。

## 2. 工件的概况

连铸辊如图1所示，工件最大外形尺寸 $\phi 300\text{mm} \times 634\text{mm}$ ，

工件成活质量251.3kg，辊子本体材质为42CrMo锻件调质钢，化学成分和力学性能分别如表1、表2所示。

## 3. 堆焊工艺的确定

(1) 焊接方法的选择 根据该工件焊接熔敷量较大的特点，而且是在辊子的圆周表面进行堆焊，通过比较各种焊接方

法，考虑到埋弧焊（SAW）具有无飞溅及电弧辐射，劳动条件好，外观成形光滑美观，容易实现机械化自动焊接等特点，因此为了更好的提高生产效率，获得更好的焊缝质量，最终选择埋弧焊（SAW）的焊接方法进行堆焊。

(2) 焊接材料的选择 根

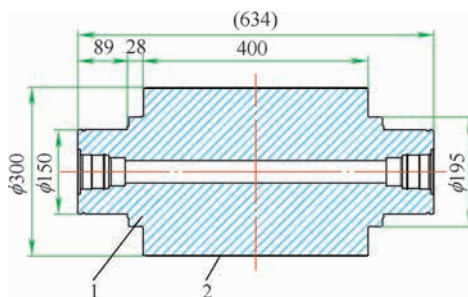


图1 连铸辊示意

1.辊体 2.堆焊层

表1 42CrMo的化学成分（质量分数） (%)

| C         | Si        | Mn        | P     | S     | Cr        | Mo        |
|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|
| 0.38~0.45 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | 0.035 | 0.035 | 0.90~1.20 | 0.15~0.30 |

表2 42CrMo调质后的力学性能

| 试样尺寸<br>/mm | 屈服极限<br>/MPa | 抗拉强度<br>/MPa | 伸长率<br>(%) | 冲击吸收能<br>量/J | 冲击吸收能量<br>检测温度/℃ |
|-------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------------|
| 160~330     | 450          | 700          | 15         | 40           | 20               |

据该连铸辊的技术要求,选择连铸辊堆焊用药芯焊丝YD414N进行堆焊,为了使堆焊层与母材更好的衔接,稀释母材表面应力,防止焊接及使用中开裂,延长面层及辊子本体的使用寿命,还选择了堆焊用药芯焊丝YD430作为过渡层进行堆焊。药芯焊丝YD414N及YD430熔敷金属的化学成分及性能如表3、表4所示,配套焊剂选用SJ600。

(3) 辊体堆焊硬度层的工艺性分析 该连铸辊本体材质为42CrMo铬钼耐热钢,根据国际上通用的碳当量计算公式得知42CrMo的碳当量为0.68%~0.89%。当材料的碳当量 $\geq 0.45\%$ 时,材料的淬硬倾向明显,而42CrMo的碳当量高达0.68%~0.89%,具有相当大的淬硬性,冷裂倾向增大,加之此工件刚性较大,冷却后容易在热影响区产生冷裂纹。

由于堆焊时需要多道焊和多层焊,后续焊道使先焊的焊道反复多次受热,工件所承受的热循环比一般焊缝要复杂的多,如果堆焊工艺选择不当,就容易产生堆焊层开裂、剥离,使母材产生裂纹,所以焊接时必须采取焊前预热、焊后保温缓冷等措施。

考虑到选用的堆焊材料YD414N和YD430均为 $w_{Cr}=13\%$ 的高铬钢堆焊合金,此种堆焊合金的组织是马氏体和铁素体,硬度高达45~50HRC,合金脆性较大,堆焊时容易产生裂纹,所以需要焊前预热300℃左右。

(4) 焊接参数的确定 经试验确定YD430和YD414N堆焊焊接参数如表5所示,焊接时注

意层间温度控制在250~300℃。

#### 4. 硬度层的堆焊

(1) 埋弧焊设备 根据现有设备,选择伊萨LAE800型埋弧焊机来进行该连铸辊的堆焊,埋弧焊机的旋转卡盘如图2所示。

焊接时将工件夹持在埋弧焊机上,采取多层多道的方式进行表面堆焊,并在辊身两端加50mm宽、8mm厚的一圈衬板,用作托焊剂和引弧、收弧使用。

(2) 焊接过程中的注意事项 ①焊前严格清除工件表面的油污、铁锈、水渍等影响焊接质量的杂质。②焊前工件预热250~300℃。③焊剂需在使用前300~350℃烘干2h。④焊后如不能立即进行热处理,应采取后热措施保温缓冷。

#### 5. 堆焊层的焊后热处理

为了得到工件要求的硬度及

避免焊接裂纹的产生,焊后立即进炉进行热处理。根据堆焊层熔敷金属的要求,在530℃时保温3h,随炉冷却至250℃以下出炉,要求升降温速率 $\leq 60^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

#### 6. 堆焊表面的性能检测

硬度层堆焊完成后,加工至图样要求尺寸,对堆焊层的各项



图2 埋弧焊机旋转卡盘

表3 YD414N熔敷金属的化学成分及性能

| 焊丝<br>牌号 | 典型化学成分 (质量分数, %) |      |      |       |      |      |      | 硬度<br>(HRC) | 金相组织                   |
|----------|------------------|------|------|-------|------|------|------|-------------|------------------------|
|          | C                | Si   | Mn   | Cr    | Ni   | Mo   | N    |             |                        |
| YD414N   | 0.02             | 0.30 | 1.50 | 12.50 | 2.80 | 0.30 | 0.04 | 43~49       | 马氏体+<br>$\leq 5\%$ 铁素体 |
|          | ~                | ~    | ~    | ~     | ~    | ~    | ~    |             |                        |
|          | 0.06             | 0.90 | 2.50 | 14.50 | 5.00 | 0.50 | 0.14 |             |                        |

表4 YD430熔敷金属的化学成分及性能

| 焊丝牌号  | 典型化学成分 (质量分数, %) |      |      |       | 硬度<br>(HRC) | 金相组织    |
|-------|------------------|------|------|-------|-------------|---------|
|       | C                | Si   | Mn   | Cr    |             |         |
| YD430 | 0.15             | 0.20 | 1.20 | 11.50 | 40~45       | 马氏体+铁素体 |
|       | ~                | ~    | ~    | ~     |             |         |
|       | 0.25             | 0.80 | 2.00 | 14.50 |             |         |

表5 埋弧焊 (SAW) 的焊接参数

| 堆焊层    | 电源极性         | 填充金属             |       | 焊接电流<br>/A | 电弧电压<br>/V | 焊接速度<br>/cm·min <sup>-1</sup> |
|--------|--------------|------------------|-------|------------|------------|-------------------------------|
|        |              | 名称               | 直径/mm |            |            |                               |
| 第一层打底焊 | 直流反接<br>DCEP | SJ600—<br>YD430  | 4.0   | 380~400    | 29~30      | 45~50                         |
| 第二层盖面焊 | 直流反接<br>DCEP | SJ600—<br>YD414N | 4.0   | 380~400    | 29~30      | 45~50                         |
| 第三层盖面焊 | 直流反接<br>DCEP | SJ600—<br>YD414N | 4.0   | 380~400    | 29~30      | 45~50                         |

性能进行检测。

(1) 表面硬度检测 检测位置如图3所示, 结果如表6所示。硬度检测结果表明, 用此种工艺堆焊的连铸辊表面堆焊硬度层的硬度基本达到了44~50HRC的要求。

(2) Cr含量的检测 取

破坏性试样对堆焊层Cr含量进行检测, 检测五组数据, 如表7所示, 基本满足设计要求的12.5%~13.5%。

(3) 堆焊层铁素体检测 取破坏性试样对堆焊层铁素体组织比例进行检测, 结果为35%, 满足工件不超过9%的要求。

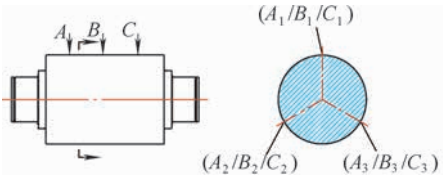


图3 硬度检测位置示意

表6 堆焊层表面硬度检测数据

| 检测位置     | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 硬度 (HRC) | 41.6           | 46.9           | 48.7           | 44.5           | 44.8           | 43.9           | 41.5           | 47.0           | 46.8           |

表7 堆焊层Cr含量检测数据

| 组别             | 第一组  | 第二组  | 第三组  | 第四组  | 第五组  |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Cr含量 (质量分数, %) | 12.0 | 13.6 | 13.8 | 12.3 | 13.0 |

7. 结语

性能检测结果证明, 通过埋弧焊的方法对本体材质为42CrMo调质钢的连铸辊进行表面硬度层堆焊, 通过对工件的焊前预热、层间温度以及焊后热处理等一系列工艺过程的控制, 堆焊结果能够满足设计所提出的性能要求。

参考文献:

[1] 宋天虎. 焊接手册 (第2卷) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.  
[2] 周振丰. 焊接冶金学 (金属焊接性) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

作者简介: 王健等, 天津赛瑞机器设备有限公司。

MW 20160503

《金属加工 (热加工) 》2016年第16期广告目次

|                                |      |     |                 |      |      |
|--------------------------------|------|-----|-----------------|------|------|
| 伏能士(上海)商贸有限公司                  | 5321 | 封面A | 威特仕焊接 (深圳) 有限公司 | 2538 | 前彩5  |
| 金属加工杂志社                        | 8000 | 封二A | 昆山京群焊材科技有限公司    | 5123 | 前彩6  |
| 法国液化空气焊接公司上海代表处                | 1404 | 封面B | 金属加工杂志社         | 8000 | I    |
| 泰佰亿 (山东) 工业有限公司                | 5032 | 封二B | 凯天环保科技股份有限公司    | 5028 | III  |
| 北京金威焊材有限公司                     | 1161 | 封三  | 2016全国失效分析培训交流会 | 8000 | V    |
| 伊达新技术电源 (昆山) 有限公司              | 1925 | 封底  | 上海镭赛文化传媒有限公司    | 5386 | VII  |
| 柯马 (上海) 工程有限公司                 | 5187 | 前彩1 | 金粉商城            | 8000 | P3   |
| 洛阳双瑞特种合金材料有限公司                 | 5276 | 前彩2 | 无锡汉神电气股份有限公司    | 1080 | 分隔页A |
| 浩亨 (珠海) 贸易有限公司                 | 5312 | 前彩3 | 金属加工全媒体服务平台     | 8000 | 分隔页B |
| 上海东浩兰生国际服务贸易 (集团) 有限公司工博会项目分公司 | 6014 | 前彩4 |                 |      |      |