

# 热轧板带轧机 R2HGC 缸旋转故障原因及改进分析

黄中友 施建军 肖朋

(广西盛隆冶金有限公司 广西 防城港 538000)

**摘要:** 本文对某 1780 热轧板厂 R2 粗轧机设备及技术参数进行了阐述, 对 HGC 缸旋转故障情况进行了说明, 通过对设备受力传递、平衡力和防转结构进行分析, 对 HGC 缸发生旋转故障的原因进行了深入分析, 并从机械结构和电气联锁程序上实施了改进, 改进后彻底消除了该故障, 取得了良好的经济效益。

**关键词:** 热轧; R2HGC 缸; 故障; 改进; 效果

## 1 R2 粗轧机概述及故障情况

### 1.1 R2 粗轧机概述及技术参数

某 1780 热轧板厂于 2019 年 11 月 26 日正式投产, 年设计产能为 500 万吨。主要配置包括三座步进梁式加热炉、粗除鳞箱、定宽机、E1 立辊轧机、R1 粗轧机、E2 立辊轧机、R2 粗轧机、飞剪、精除鳞箱、7 架精轧机、层流冷却、3 台卷取机和托盘运输链。

其中 R2 粗轧机为四辊可逆式粗轧机, 其本体主要由机架、工作辊、支撑辊装置、压下装置、支撑辊平衡装置、下辊标高调整装置、机架辊、导卫冷却及除鳞装置、粗轧主动传动装置、换辊装置等组成。

R2 粗轧机采用两侧电动压下+液压 HGC 的压下方式, 压下装置由电机、联轴器、蜗轮蜗杆减速机、压下螺丝、螺母、承压垫、HGC 缸等组成。

工作辊平衡、上支承辊平衡均为液压平衡。其中, 上支撑辊平衡装置由柱塞缸、横梁和提升梁等组成; 工作辊通过安装在牌坊上的四块腰块缸进行平衡。其相关设备主要技术参数如表所示。

### 1.2 R2 粗轧机故障情况

11 月 20 日组织日修时, R2 粗轧机点检员要求生产操作人员打开粗轧辊缝, 以便对粗轧除鳞喷嘴进行检查; 生产操作人员在确认操作画面条件满足的情况下, 在操作台进行了粗轧辊缝抬升操作, 抬升中突然发现 R2 操作侧、传动侧 HGC 油缸都出现了扭转, 将软管拉扯损坏 (图 1), 被迫延长日修时间并组织停机处理。

## 2 R2HGC 缸旋转故障原因分析

### 2.1 R2 上辊系设备受力传递顺序及平衡力分析

R2 压下系统设备受力传递顺序 (图 2): 2 台压下

表 相关设备主要技术参数

设备	技术参数	规格	单位
工作辊	辊子直径	$\phi 1250/\phi 1125$	mm
	辊身长度	1780	mm
支撑辊	辊子直径	$\phi 1600/\phi 1450$	mm
	辊身长度	1780	mm
压下装置 (电动 APC + 液压 HGC)	电动压下 / 抬升速度	Max.20/40	mm/s
HGC 液压缸 (2 台)	缸径	$\phi 1100$	mm
	液液压下速度	3	mm/s
	液液压下行程	50	mm
	工作压力	25	MPa
压下电机 (2 台)	额定功率	AC 280	kW
	转速	750/1500	r/min
	压下减速比	20	
主平衡液压缸 (柱塞式, 1 台)	压下螺丝	S560 $\times$ 32	mm
	缸径	$\phi 360$	mm
	行程	580	mm
上工作辊平衡缸 (4 台)	工作压力	16	MPa
	缸径 / 杆径	$\phi 160/\phi 140$	mm
上工作辊平衡缸 (4 台)	工作行程	415	mm

电机→电机联轴器→2 台压下蜗轮蜗杆减速机→压下丝杆。压下丝杆与装在 R2 机架内的压下螺母配合旋转, 将丝杆向上抬升或下压。

压下丝杆与 HGC 缸设备受力传递顺序: 压下丝杆→凹球面垫→凸球面垫→承压垫→HGC 缸 (图 3)。凹、凸球面垫用于消除旋转力矩, R2HGC 缸直接通过高强螺栓连接在压下丝杆的透盖上, 随压下丝杆上下动作。

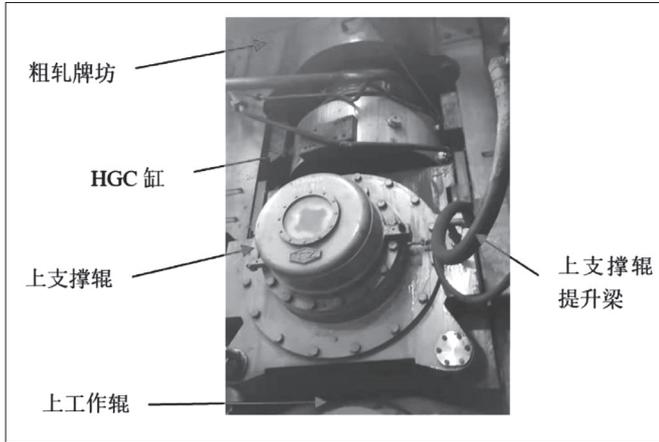


图1 R2粗轧机故障现场图

上工作辊平衡装置至 HGC 缸设备受力传递顺序：上工作辊平衡装置→上工作辊轴承座→上工作辊→上支撑辊→上支撑辊轴承座→ HGC 缸。

上支撑辊平衡装置至 HGC 缸设备受力传递顺序：上支撑辊平衡装置→上支撑辊轴承座→上支撑辊→ HGC 缸 (图 4)。

为了保证消除设备间隙，使各辊系贴紧，上工作辊和上支撑辊都设有平衡力，随压下丝杆上下随动。

### 2.2 R2HGC 缸原设计防转结构分析

为了防止 HGC 缸发生旋转，原设计时在 HGC 缸两侧安装防转板 (图 5)，其卡在上支撑辊平衡梁内，以防止压下丝杆进行旋转压下、抬升动作时，导致油缸转动。

通过以上设备受力传递、平衡力和防转结构分析，查找出了本起设备故障的真实原因。

(1) 上辊系平衡力不足，上辊系传递设备间出现了分离。

经调查，发生该故障时，有一组检修人员正在处理 R2 工作辊平衡管道焊缝漏油的问题，在操作台进行了三方安全确认挂牌，并将 R2 工作辊平衡阀台后输出球阀关闭。生产操作人员向上抬升上辊系时，R2 工作辊平衡缸无法供油产生平衡力。此时仅有上支撑辊平衡力对上辊系设备进行平衡，平衡力不足导致 R2HGC 缸随压下丝杆向上提升，而 R2 上支撑辊平衡缸保持在原位。HGC 缸与上支撑辊轴承座产生了分离，由于未及时发现，导致 HGC 缸防转装置与平衡梁脱开，造成 HGC 缸旋转，从而拉坏供油软管<sup>[1]</sup>。

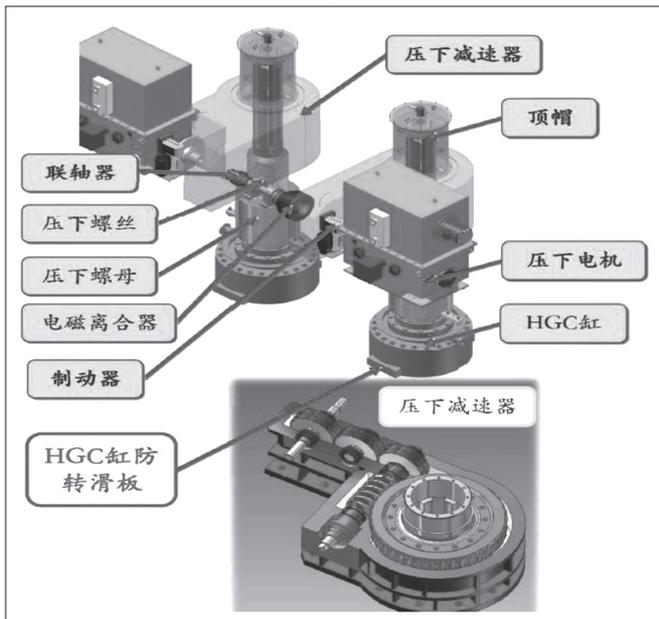


图2 压下系统设备受力传递图

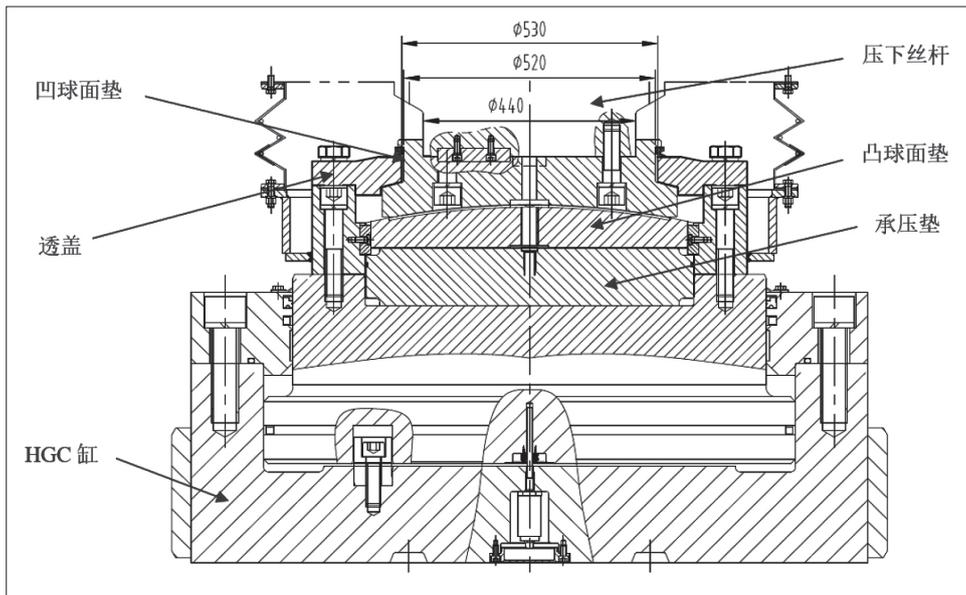


图3 压下丝杆与 HGC 缸设备受力传递图

(2) 电气连锁条件存在漏洞，在异常情况下，未能起到连锁保护。

粗轧压下系统设计了以下检测元器件：压下丝杆设计 MTS 位移传感器，用于检测压下丝杆的压下行程；HGC 缸设计 MTS 位移传感器，用于检测 HGC 缸的压下行程；上支撑辊平衡缸设计接近开关，用于检测平衡缸动作位置。并且上工作辊和上支撑辊平衡油路上都设有压力传感器，用于检测供油压力。但由于上支撑辊平衡缸的接近开关无法进行全行程测距，在动作行程上无法设置

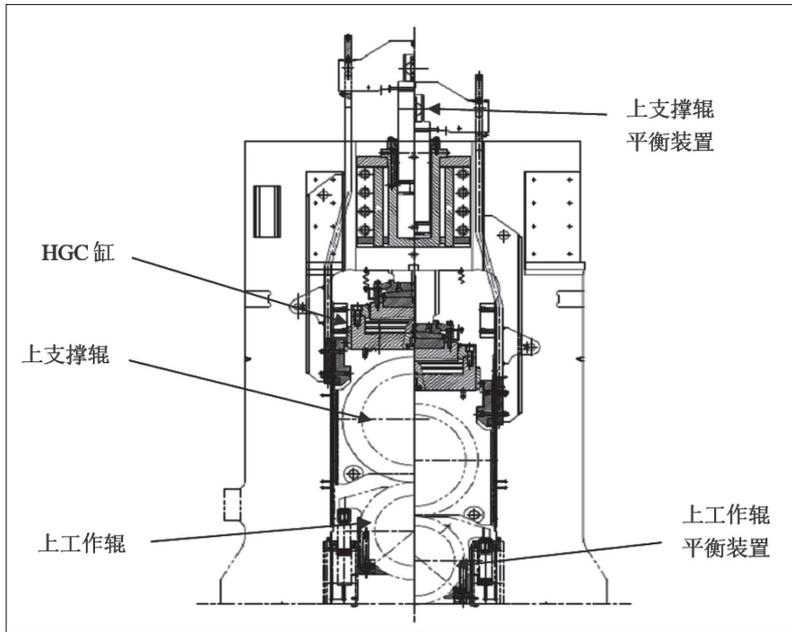


图4 辊平衡装置与HGC缸设备受力传递图

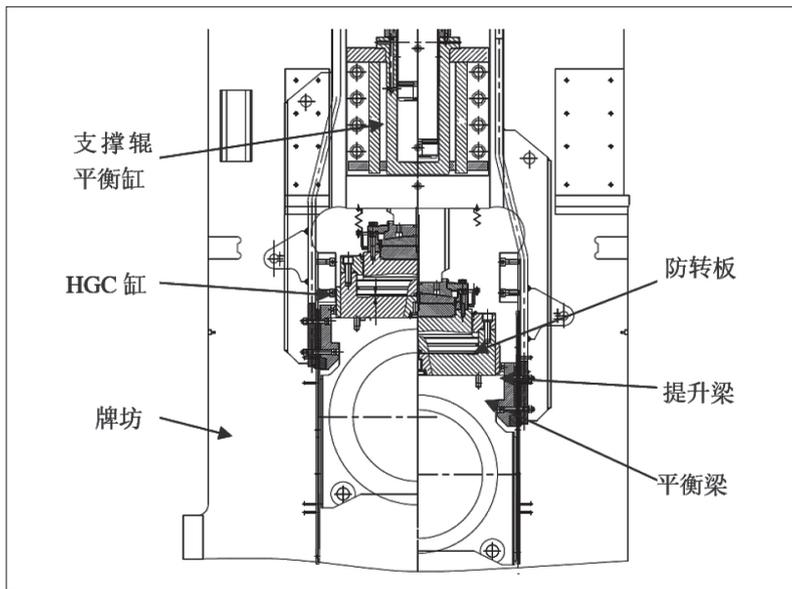


图5 改进前HGC缸防转滑板结构

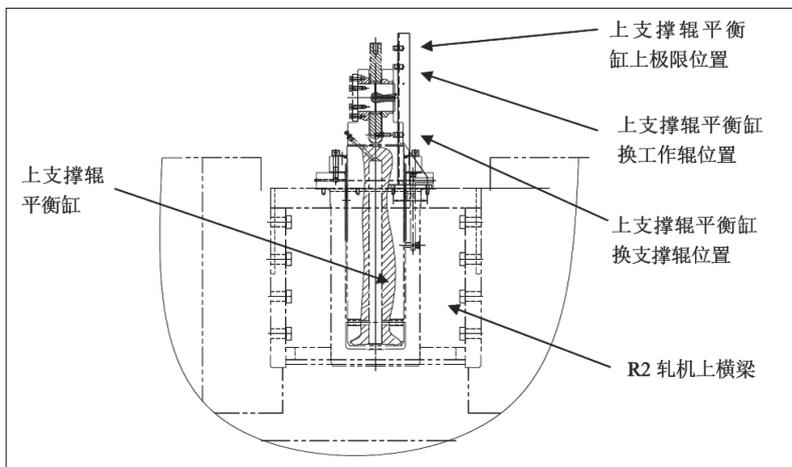


图6 改进前采用检测开关布置图

电气连锁。

上工作辊平衡装置的压力传感器安装在阀台上，而本次由于检修时关闭的是阀台出口高压球阀，故该压力传感器检测压力正常，导致电气连锁都能满足R2粗轧压下动作条件。

(3) 各专业之间人员互相沟通不到位。生产操作人员进行区域设备操作时，没有确认操作台已挂有禁止操作牌，只进行了操作画面无报警信号确认，并未安排专人至现场监护，故障发生后未能及时停车，导致故障扩大。

### 3 R2HGC缸旋转故障改进

针对电气连锁上的漏洞，改进上支撑辊平衡检测方式，由检测开关(图6)改进为MTS位移传感器(图7)，保证上支撑辊上下动作时能全行程检测，并且检测精度更高。

经过现场尺寸测量并结合原设计安装图，设计MTS位移传感器检测用辅助缸、安装支架、支座、连接销等，并进行MTS位移传感器选型，以满足上支撑辊平衡缸的最大行程长度<sup>[2]</sup>。

安装调试完成后，应满足上支撑辊平衡缸动作位置=压下丝杆动作位置+HGC缸动作位置。若偏差大于10mm时，发出报警信息；当偏差大于30mm时，直接连锁，压下装置无法动作。每次换辊进行零调时，各传感器进行自动标定，保证适应不同的辊径<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

本文对某1780热轧板厂R2粗轧机设备及技术参数进行了阐述，对HGC缸旋转故障情况进行说明，通过对设备受力传递、平衡力和原设计中的防转结构进行分析，明确了故障原因，并确定了改进方案。通过改进上支撑辊平衡检测方式，设计改进后的装置结构，R2粗轧机HGC缸彻底消除了因异常原因导致缸体旋转拉坏软管的故障，取得了显著效果，年创效100万元以上。

#### 参考文献：

[1] 熊杰. 热轧板带轧机精轧弯窜装置

(下转第68页)

度较高，具有控制有效性，有一定的应用价值。

### 3 结语

综上所述，桥式卸船机是一种常见的装卸机器，对我国的货运发展有重要作用，随着桥式卸船机的自动化升级，其存在严重的抓斗摆动问题，影响最终的装卸效率，而常规的桥式卸船机抓斗消摆控制技术的控制效果较差，整体控制偏差较高，因此本文基于自抗扰设计了一种全新的桥式卸船机抓斗消摆控制技术。实验结果表明，设计的抓斗消摆技术的控制效果较好，控制偏差较低，具有较高的控制精确性，有一定的应用价值，为我国后续的货运发展做出了一定的贡献。

#### 参考文献：

[1] 迟焕业，任晓东. 自抗扰控制器在桥式卸船机抓斗定位和防摆控制中的应用[J]. 港口科技, 2022(04): 26-30+47.

[2] 黄志平，王博强，孟怀锋. 桥式抓斗卸船机智能控制系统研究[J]. 中国设备工程, 2022(05): 13-14.

[3] 王康兴. 散粮抓斗与门机变频器的控制关系分析——一起变频器故障导致门机抓斗动作故障的处理[J]. 现

代食品, 2021(18): 23-25.

[4] 朱良红，张国强，李宇欣，等. 基于级联扩张观测器的永磁电机无传感器自抗扰控制策略[J]. 电工技术学报, 2022, 37(18): 4614-4624.

[5] 仲训泉，仲训显，彭侠夫，等. 未知雅可比建模的机器人视觉伺服自抗扰控制方法[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2022, 61(02): 231-238.

[6] 爻建军，崔晓波，于国强，等. 基于多目标优化的机组一次调频自抗扰控制[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(03): 1068-1075.

[7] 颜湘武，常文斐，崔森，等. 基于线性自抗扰控制的静止无功补偿器抑制弱交流风电系统次同步振荡策略[J]. 电工技术学报, 2022, 37(11): 2825-2836.

[8] 马明，廖鹏，蔡雨希，等. LCL并网逆变器一阶自抗扰控制及基于粒子群优化的控制参数整定方法[J]. 电力自动化设备, 2021, 41(11): 174-182.

[9] 朱进权，葛琼璇，王晓新，等. 基于自抗扰和负载功率前馈的高速磁悬浮系统PWM整流器控制策略[J]. 电工技术学报, 2021, 36(02): 320-329.

[10] 张月龄，向国菲，税懿，等. 基于解耦双通道线性自抗扰控制的连续型机械臂轨迹跟踪策略[J]. 空间控制技术与应用, 2020, 46(05): 27-35.

(上接第 64 页)

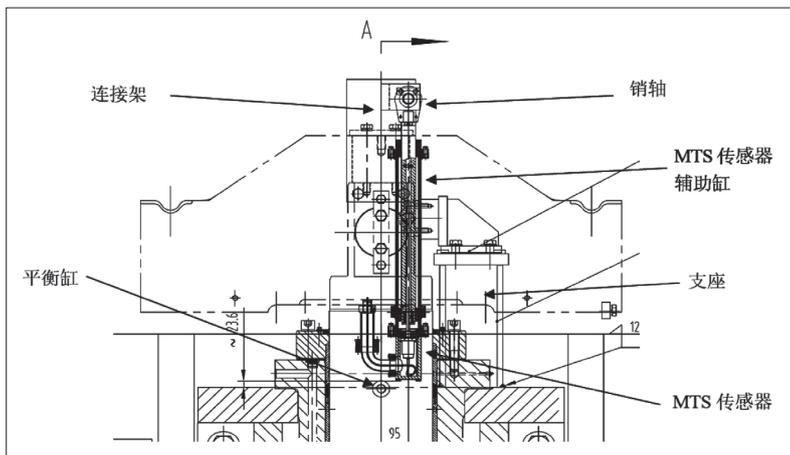


图7 改进后采用 MTS 检测方式结构布置图

故障分析及改进措施[J]. 涟钢科技与管理, 2018(2): 11-14.

[2] 林圣平，李兴尧，刘永东. 热轧带钢生产线卷筒故障分析与改进[J]. 冶金设备, 2018(S1): 85-86.

[3] 董大伟. 热轧精轧机窜辊液压缸故障分析及改进措施[J]. 冶金与材料, 2018(5): 45-46.

作者简介：黄中友（1981.09-）男，汉族，湖南娄底人，本科，工程师，研究方向：板带轧钢机械设备维护与研究。