

激光跟踪仪在轧机牌坊空间检测中的应用

张肇鹏, 吕 斐, 苏保全, 王晓楠

(内蒙古包钢钢联股份有限公司工程服务公司, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 轧机牌坊空间检测是轧机测量中的难题, 过去采用全站仪配合内径千分尺进行测量, 这种方法的测量精度等技术指标已经不能满足轧机日常检修需求。文章总结了使用激光跟踪仪进行轧机牌坊测量的方法, 根据激光跟踪仪采集的轧机牌坊数据拟合出轧机机列中心线, 以轧机机列中心线为基准建立坐标系, 得到轧机牌坊的对中尺寸、窗口尺寸、偏斜等空间位置关系。根据激光跟踪仪的测量数据调整轧机牌坊, 恢复了轧机牌坊安装精度。采用激光跟踪仪测量轧机空间位置关系的方法可靠, 可以进行推广。

关键词: 轧机检测; 激光跟踪仪; 空间位置

中图分类号: P204

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2025)04-0066-05

Applications of Laser Tracker in Spatial Detection of Rolling Mill Housing

Zhang Zhaopeng, Lv Fei, Su Baoquan, Wang Xiaonan

(Engineering Service Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: The spatial detection of rolling mill housing is the difficulty in rolling mill measurement. In the past, the measurement was with total station and inside micrometer, however, the measurement accuracy and technical indexes of this method could no longer meet the requirements of operating maintenance for rolling mill. In this paper, the method of measuring rolling mill housing with laser tracker is summarized. The centerline of rolling mill row is fitted according to the data of rolling mill housing collected by laser tracker as well as the coordinate system is established by taking the centerline of rolling mill row as the baseline so that such spatial position relationships as the centering size, window size and deflection of rolling mill housing could be obtained. The installation precision of rolling mill housing is recovered by adjusting the rolling mill housing based on the measurement data of laser tracker. This method is so reliable that it could be popularized.

Key words: rolling mill detection; laser tracker; spatial position

轧机设备在投入使用后, 随着使用时间的延长, 轧机会出现不同程度的沉降或者磨损, 影响轧机的精度和正常生产, 所以轧机需要定期进行牌坊空间检测, 根据检测结果调整轧机空间位置, 恢复轧机的精度, 保证正常生产^[1]。传统轧机牌坊使用内径千

分尺对牌坊窗口尺寸进行检测, 检测数据信息仅反应轧机牌坊两侧衬板的相对距离, 既不能用来推断各衬板的空间位置关系, 也不能用来分析整架轧机的空间位置关系^[2]。

目前广泛使用的激光跟踪仪为轧机牌坊测量提

供了新途径。基于球坐标系原理,激光跟踪仪通过两个高精度码盘和干涉测距模块分别获取测量目标的水平角、俯仰角和位置信息。API Radian Plus 激光跟踪仪的最大测量距离为 50 m,测距精度为 0.015 mm。本文采用 API Radian Plus 激光跟踪仪对 1 580 mm 热轧板带生产线精轧机组设备的空间位置进行精确测量,根据测量结果顺利完成了精轧机组安装精度的恢复。

1 轧机空间位置测量内容

1 580 mm 热轧板带生产线精轧机空间位置测量内容包括轧机机列中心线偏移、轧机牌坊窗口尺寸、轧机水平和垂直偏斜。

2 轧机空间位置测量方案

2.1 测量流程

(1)测量准备。采用热熔胶枪固定激光跟踪仪三脚架,保证仪器在测量过程中的稳定性。电脑连接仪器,启动软件,仪器预热 10 分钟。

(2)确定基准点坐标,建立测量坐标系。

(3)测量点位。电脑操作人员与现场取点人员配合进行测量,现场取点人员将靶球粘贴在衬板上后,电脑操作人员利用仪器开始测量,记录靶球的三维坐标。每块衬板的点位均按照上述步骤进行测量。

(4)建立空间坐标。利用软件对测量点位的三维坐标进行分析,获取每块衬板的平面度以及空间坐标相对关系。

2.2 测量点位分布

轧机牌坊衬板的具体测量点位如图 1 所示。轧机上、下支撑辊牌坊的每块衬板选取 12 个测点,轧机上、下工作辊牌坊的每块衬板选取 8 个测点。

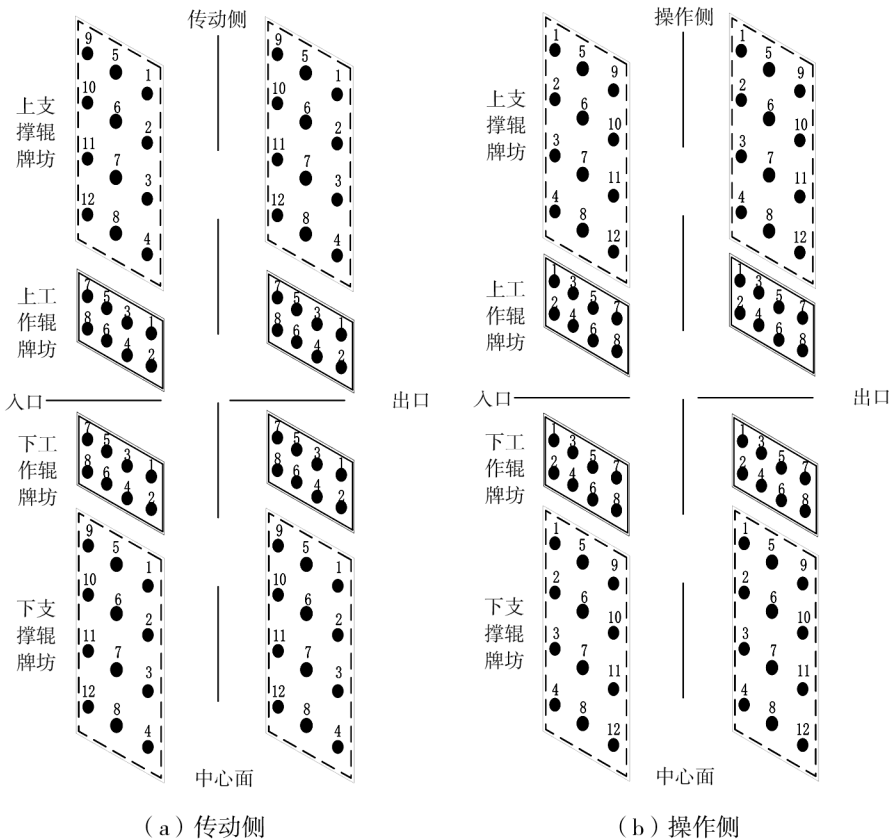


图 1 轧机窗口测量点位

3 测量结果

3.1 轧机机列中心线偏移情况

3.1.1 测量方法

根据 GB 50386—2016《轧机机械设备工程安装验收规范》^[3]的轧机机列中心线偏移测量方法(如图 2 所示),通过激光跟踪仪测量出 a 、 b 、 c 、 d 、 A 、 B 、 C 、 D 等 8 个数值,将数值代入公式(1)和公式(2)分别计算出操作侧轧机机列中心线偏移 E 和传动侧轧机机列中心线偏移 F 情况。

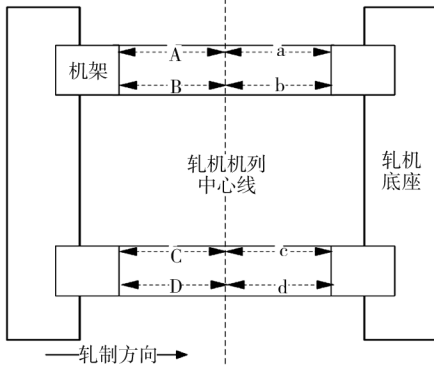


图 2 轧机机列中心线偏移测量方法示意图

操作侧机列中心线偏移计算公式:

$$E = \frac{\frac{A+B}{2} - \frac{a+b}{2}}{2} \quad (1)$$

传动侧机列中心线偏移计算公式:

$$F = \frac{\frac{C+D}{2} - \frac{c+d}{2}}{2} \quad (2)$$

式中: A 为入口传动侧牌坊一侧与机列中心线的距离; B 为入口传动侧牌坊另一侧与机列中心线的距离; C 为入口操作侧牌坊一侧与机列中心线的距离; D 为入口操作侧牌坊另一侧与机列中心线的距离; a 为出口传动侧牌坊一侧与机列中心线的距离; b 为出口传动侧牌坊另一侧与机列中心线的距离; c 为出口操作侧牌坊一侧与机列中心线的距离; d 为出口操作侧牌坊另一侧与机列中心线的距离。

3.1.2 数据分析

根据测量数据拟合出轧机机列中心线,以轧机机列中心线为基准建立坐标系,可知轧机牌坊与机列中心线之间的距离(即对中尺寸)和偏差值(对中尺寸减去设计尺寸),具体数据如表 1 所示。

表 1 轧机牌坊(衬板)机列中心线偏移

mm

位置	项目	操作侧		传动侧	
		入口	出口	入口	出口
上支承辊	对中尺寸	835.772	835.938	830.954	830.755
	设计尺寸	835.905	835.905	830.905	830.905
	偏差值	-0.133	0.033	0.049	-0.150
	机列中心线偏移	-0.083		0.124	
上工作辊	对中尺寸	440.896	460.991	435.926	456.446
	设计尺寸	440.940	460.940	435.940	455.940
	偏差值	-0.044	0.051	-0.014	0.506
	机列中心线偏移	-10.048		-10.260	
下工作辊	对中尺寸	440.929	461.081	435.976	456.525
	设计尺寸	440.940	460.940	435.940	455.940
	偏差值	-0.011	0.141	0.036	0.585
	机列中心线偏移	-10.076		-10.275	
下支承辊	对中尺寸	835.838	835.630	830.799	830.620
	设计尺寸	835.780	835.780	830.780	830.780
	偏差值	0.058	-0.150	0.019	-0.160
	机列中心线偏移	0.105		0.089	

由表 1 可知,轧机传动侧上工作辊出口牌坊衬板偏差值达到 +0.506 mm,超出设计安装要求的 ± 0.15 mm 范围;轧机传动侧上工作辊机列中心线偏移达到 -10.260 mm,超出设计安装要求的 -10 ± 0.15 mm 范围(上、下工作辊机列中心线与

上、下支撑辊机列中心线距离设计为 10 mm,且上、下工作辊机列中心线偏向出口方向)。

因此,轧机传动侧下工作辊出口牌坊衬板偏差值达到 0.585 mm,超出设计安装要求的 ± 0.15 mm 范围;轧机机列中心线偏移达到 -10.275 mm,超出

设计安装要求的 -10 ± 0.15 mm 范围(上、下工作辊机列中心线与上、下支撑辊机列中心线距离设计为 10 mm,且上、下工作辊机列中心线偏向出口方向)。

由此可知,轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板对中尺寸及机列中心线偏移不符合设计安装要求。按照同样的方法,由表 1 可知轧机操作侧工作辊和支撑辊牌坊衬板对中尺寸及机列中心线偏移符合设计安装要求。

3.2 轧机牌坊衬板窗口尺寸

以轧机机列中心线为基准建立坐标系,其中窗口尺寸 = 入口对中尺寸 + 出口对中尺寸。表 2 为轧机牌坊衬板窗口尺寸。

表 2 轧机牌坊衬板窗口尺寸 mm

位置	项目	操作侧	传动侧
上支撑辊	窗口尺寸	1 671.710	1 661.709
	设计尺寸	1 671.810	1 661.810
	偏差值	-0.100	-0.101
上工作辊	窗口尺寸	901.887	892.372
	设计尺寸	901.880	891.880
	偏差值	0.007	0.492
下工作辊	窗口尺寸	902.010	892.501
	设计尺寸	901.880	891.880
	偏差值	0.130	0.621
下支撑辊	窗口尺寸	1 671.468	1 661.419
	设计尺寸	1 671.560	1 661.560
	偏差值	-0.092	-0.141

由表 2 可知,轧机传动侧上工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸偏差值达到 0.492 mm,超出设计安装要求的 ± 0.15 mm 范围;轧机传动侧下工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸偏差值达到 0.621 mm,超出设计安装要求的 ± 0.15 mm 范围。由此可知,轧机传动侧

上、下工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸不符合设计安装要求。按照同样的方法,由表 2 可知轧机传动侧上、下支撑辊牌坊窗口尺寸符合设计安装要求。

3.3 轧机水平和垂直偏斜

轧机牌坊衬板倾斜检测结果见表 3。由表 3 数据可知,轧机传动侧上工作辊出口牌坊衬板水平偏斜值为 0.529 mm,超过 ± 0.200 mm 的技术要求;轧机传动侧下工作辊出口牌坊衬板水平偏斜值为 0.500 mm,超过 ± 0.200 mm 的技术要求。由此可知,轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板水平偏斜不符合技术要求。轧机牌坊衬板的垂直偏斜符合 ± 0.200 mm 设计安装的技术要求。

3.4 轧机调整方案

轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板对中尺寸和水平偏斜不符合设计要求,同时轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸不符合设计要求,因此需要调整轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板。

轧机传动侧上工作辊出口牌坊衬板对中尺寸较设计值小 0.514 mm,水平偏斜为 -0.529 mm,均超过 ± 0.200 mm 的技术要求。衬板拆除后,发现其厚度已减薄,更换新衬板,复测其对中尺寸为 455.914 mm,相比设计值 455.940 mm 偏差为 0.026 mm,其水平偏斜为 0.032 mm,达到了 ± 0.200 mm 的技术要求。

轧机传动侧下工作辊出口牌坊衬板对中尺寸较设计值大 0.585 mm,磨损较大,其水平偏斜为 -0.5 mm,均超过 ± 0.200 mm 的技术要求,衬板拆除后,发现其厚度已减薄,更换新衬板,复测其对中尺寸为 455.840 mm,相比设计值 455.940 mm 偏差为 0.100 mm,其水平偏斜为 0.042 mm,达到了 ± 0.200 mm 的技术要求。

表 3 轧机牌坊衬板倾斜实测结果

mm

位置	水平倾斜				垂直倾斜			
	操作侧		驱动侧		操作侧		驱动侧	
	入口	出口	入口	出口	入口	出口	入口	出口
上支撑辊	0.019	-0.079	-0.008	0.019	-0.058	0.036	-0.02	-0.012
下支撑辊	-0.055	-0.088	0.073	-0.072	-0.041	-0.048	-0.002	0.055
上工作辊	-0.029	0.030	-0.079	-0.529	0.067	0.185	0.161	0.154
下工作辊	-0.060	-0.132	0.009	-0.500	0.144	0.105	0.06	0.055

通过更换轧机传动侧上、下工作辊出口牌坊衬板,轧机传动侧上工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸偏差值从 0.492 mm 下降至 -0.04 mm,轧机传动侧下工作辊出口牌坊衬板窗口尺寸偏差值从 0.621 mm

下降至 -0.064 mm,轧机窗口尺寸偏差值均满足了 ± 0.15 mm 的设计要求。轧机调整前后的具体数据见表 4。

表 4 轧机传动侧牌坊衬板对中尺寸和窗口尺寸调整前后对比

位置	项目	mm			
		对中尺寸	窗口尺寸	水平偏斜	垂直偏斜
上工作辊	调整前	456.446	892.372	-0.529	0.154
	调整后	455.914	891.840	0.032	0.009
下工作辊	调整前	456.525	892.501	-0.500	0.055
	调整后	455.840	891.816	0.042	0.005
设计要求		455.940	891.880	± 0.200	± 0.200

4 结束语

本文总结了使用 API Radian Plus 激光跟踪仪测量 1 580 mm 热轧板带生产线精轧机组牌坊空间位置的方法,根据测量数据拟合出轧机机列中心线,以轧机机列中心线为基准建立坐标系,由坐标系获取轧机牌坊的对中尺寸、窗口尺寸、偏斜等空间位置关系。按照空间位置关系调整轧机牌坊衬板,轧机机列中心线偏移、窗口尺寸、水平和垂直偏斜等技术指标均达到设计安装要求,恢复了轧机设备设计安装精度。由此可见,采用激光跟踪仪测量轧机空间

位置关系的方法完全可靠,可以进行推广。

参 考 文 献

- [1] 李迎,伟李明,张靓. 激光跟踪测量技术在地铁检测中的应用[J]. 机械设计与制造,2017(7):98-100.
- [2] 高远,韩健哲,陈建华,等. 精密检测在轧机牌坊空间位置测量中的应用[J]. 轧钢机械,2021,3(38):80-84.
- [3] GB 50386—2016,轧机机械设备工程安装验收规范[S].

(上接第 58 页)

- [7] 朱绍峰,程正勇. 中锰铸态耐磨钢的冲击磨损性能[J]. 热加工工艺,2004(2):25-26.
- [8] 郭玉昆,王洪庆,朱福生,等. 一种新型高铬白口铸铁变质剂在生产中的应用[J]. 热加工工艺,2006,35(5):35-36.
- [9] 李茂林. 我国金属耐磨材料的发展和应用[J]. 铸造,2002,51(9):525-529.
- [10] 王龙妹,杜挺,卢先利,等. 微量稀土元素在

钢中的作用机理及应用研究[J]. 稀土,2001,22(4):37-40.

- [11] 李春龙. 稀土在钢中的应用及需注意的一些问题[J]. 稀土,2001,22(4):1-6.
- [12] 孙建国,牛泽鹏,穆鸿敏,等. 稀土 Ce 对低合金耐磨钢组织与性能的影响[J]. 金属热处理,2025,50(4):40-47.