

热 矫 机 后 钢板平直度在线自动 测量系统

武汉点线科技有限公司

电话：086-027-83669811

1、技术要求

- 1.1、待测钢板测量温度 ≤ 700
- 1.2、待测钢板规格 宽度 1600~3250mm 长度 10000~50000mm 厚度 4~80mm
- 1.3、钢板运行速度 $\leq 3000\text{mm/s}$
- 1.4、平直度测量精度 $\pm 0.2\text{mm}$ (在线动态测量)
- 1.5、测量方式 动态在线自动测量
- 1.6、采样频率 1KHz, 1ms
- 1.7、数据显示记录 记录测量日期、班次、钢板 ID 号、平直度测量值及曲线，数据最少存储 6 个月
- 1.8、通讯要求 通过三级计算机网络与四辊轧机控制系统进行数据交换
- 1.9、适应工作环境 环境温度 $-0^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，强震动、多粉尘、强电磁干扰等
- 1.10、系统运行要求 系统运行可靠，维护一次时间间隔大于 6 个月
- 1.11、系统标定要求 系统标定简单可靠
- 1.12、数据显示 显示画面清晰易懂，四辊轧机操作台与主机柜同时显示数据
- 1.13、可靠性要求 必须具备一天 24 小时连续可靠运行能力，光学器件保证可靠运行 2 年以上，电气器件保证可靠运行 1.5 年以上；
- 1.14、工期要求 自签订合同后四个月内设备投入试运行。

2、实施方案

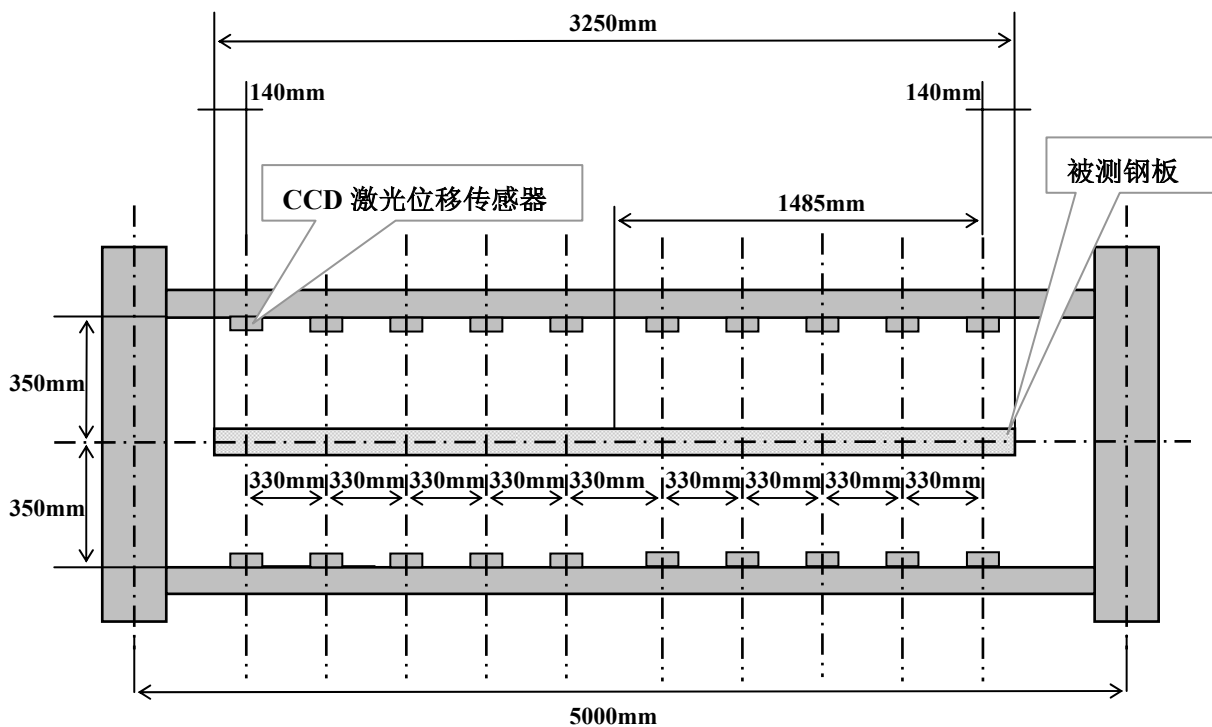
根据用户对此项目的技术要求和现场实际情况，在不改动原有设备和轧制工艺的基础上，实施方案安装使用“钢板平直度在线测量系统”（以下简称：测量系统），完成对钢板的平直度在线自动测量。

根据我们为太钢五轧厂“二辊轧机测长仪”，以及南钢中板厂“四辊轧机测长测宽仪”的研制成果及经验，本实施方案是可行的，精度是可靠的。

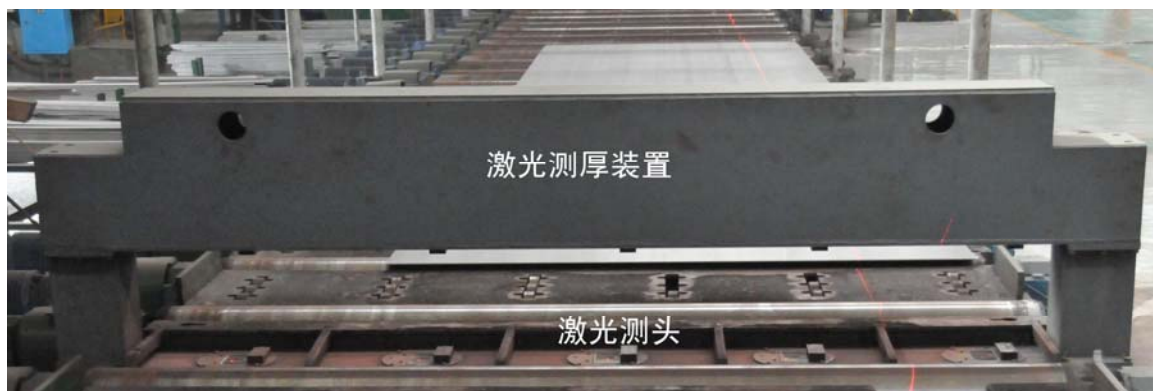
2.1、钢板平直度/测厚系统测量原理

如图一所示，应用高精度激光位移测量与光电对管测距技术完成钢板平直度/测厚的测量。

在热矫机后方安装宽 5000mm，长 800mm 的测量装置，如图二所示。在测量装置横跨辊道的上方和下方对称安装 10 对 CCD 激光位移检测器组合，沿宽度方向均匀分布的 10 条平直度/测厚测量轨迹线，上下对称测量钢板的平直度/厚度。



图一：钢板平直度/测厚系统测量原理



图二：平直度/测厚测量系统装置

对于宽度在 1600~1650mm 时，测量系统可以检测 5 条平直度/测厚轨迹线。宽度在 1650~1980mm 时，测量系统可以检测 6 条平直度/测厚轨迹线。宽度在 1980~2310mm 时，测量系统可以检测 7 条平直度/测厚轨迹线。宽度在 2310~2640mm 时，测量系统可以检测 8 条平直度/测厚轨迹线。宽度在 2640~2970mm 时，测量系统可以检测 9 条平直度/测厚轨迹线。宽度在 2970~3250mm 时，测量系统可以检测 10 条平直度/测厚轨迹线。

CCD 激光位移检测器分辨率为 0.0002mm，单向测量精度为 ±0.008mm，厚度测量为上下双向测量，所以有

$$\text{厚度测量精度} = \pm \sqrt{(0.008^2 + 0.008^2)} = \pm 0.011\text{mm} < \pm 0.02\text{mm}$$

而平直度测量是在钢板上下测距的基础上除去钢板厚度和跳动所得到的钢板浪弯。因此，

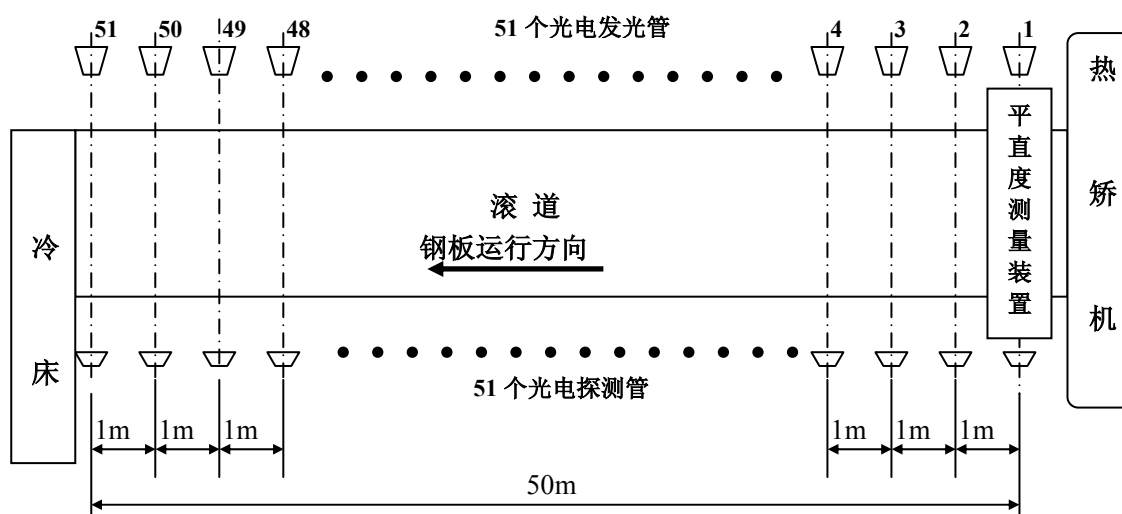
$$\text{平直度测量精度} = \pm \sqrt{(0.08^2 + 0.08^2)} = \pm 0.11\text{mm} < \pm 0.2\text{mm}$$

2.2、钢板平直度测量的方位计量

钢板平直度是测量轨迹线平面方位（长/纵向和宽/横向）的函数，因此在测量钢板平直度的同时必须计量钢板的轨迹线平面方位（长/纵向和宽/横向）。

钢板平直度的宽/横向方位由 10 对 CCD 激光位移传感器的安装位置来确定。为了使钢板计量的宽/横向方位保持一致，钢板在运行时应尽量靠近一边运行。

钢板平直度的长/纵向方位如图三所示，



图三：钢板长/纵向方位计量原理

距热矫机后 2 米处安装长度 50 米，间隔 1 米，共 51 对光电对管。1 对光电对管由 1 个光电发光管和 1 个光电探测管组成。其计量原理是没有钢板通过光电对管区域时，光电探测管导通；当钢板进入计量场时 51 对光电对管会依次被遮挡而使光电探测管短路，由此发出一个脉冲。

当钢板头部进入计量场时，计算机开始计时，光电对管依次发出脉冲，由于间隔为 1 米定数，以此计量钢板的运行速度。并在此 1 米长度内将所测得的平直度数据与长/纵向和宽/横向方位结合分布。当尾部进入计量场时，同样可以再次测量钢板的平直度，并在计算机内将多次测量的数据进行数据误差处理，从而提高测量精度。当尾部离开最后的第 51 号光电对管时，测量过程结束。

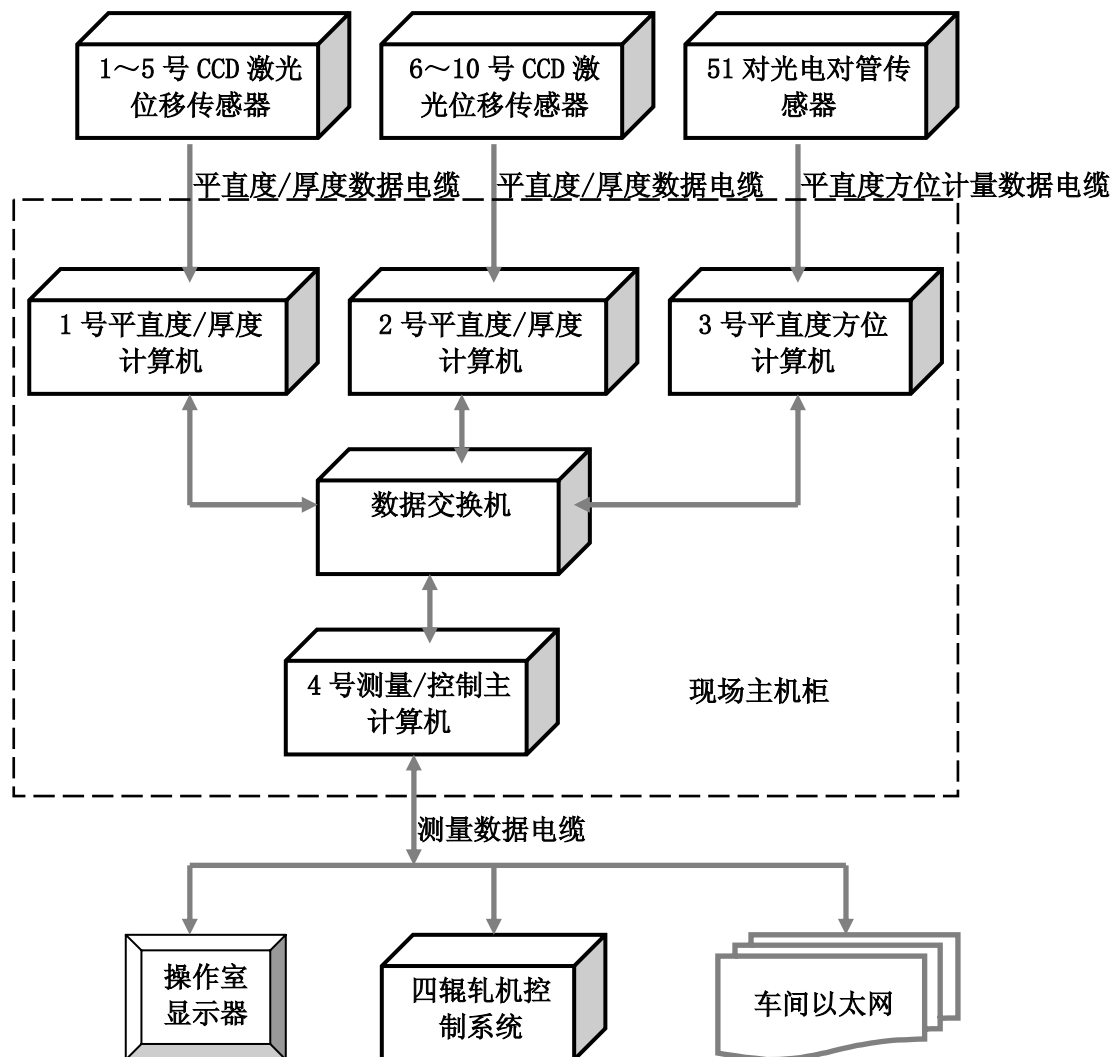
考虑到在计量场内可能会同时出现 1~2 块钢板，测量系统计算机将采取多进程控制，保证系统同时能够测量多块钢板进入测量场的情况。

2.3、测量系统的构成

图四给出了测量系统的构成，由钢板平直度/厚度测量系统、钢板平直度方位计量系统

和计算机系统组成。

获取的钢板平直度/厚度数据通过数据电缆传输至平直度/测厚计算机内的数据采集卡完成数据的 A/D 转换。计算机将钢板平直度/厚度数据和平直度方位计量计算机的数据进行融合，自动进行几何尺寸的测量、规划，计算出钢板的平直度/厚度，并将数据通过数据交换机输入 4 号测量/控制主计算机。



图四：测量系统构成示意图

2.4、数据输出

数据输出分为两大部分。一部分是钢板平直度/厚度数据，一部分是系统运行状态。

2.4.1、钢板平直度/厚度数据

输出并记录带有方位数据钢板平直度/厚度数据，格式为“X(长/纵向)，Y(宽/横向)，

平直度，厚度”。系统将输出钢板平直度和厚度的统计评均极大值、极小值与平均值以及公差带图形。

2.4.2、系统运行状态数据

系统将输出运行状态，如系统电压、防护箱内温度等数据。

2.5、测量设备的防护措施

由于现场的环境比较恶劣，必须对测量设备采取防护措施。

2.5.1、CCD 激光位移传感器的防护

由于钢板温度高，所以必须要把 CCD 激光位移传感器安装在一个由铝和复合材料制成的密封箱内，隔绝温度、水汽与粉尘。箱内有半导体致冷器和温度传感器组成的温度自动控制系统。保证箱内温度控制在 $30\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。整个箱体带有防震系统。而系统带有循环水套和散热压缩空气循环的装置。

2.5.2、光电对管的防护

光电对管安置在带有压缩空气冷却的防护箱内。

2.5.3、测量设备的维护

本测量设备属于免维护设备，只需在大修期间进行检修。

2.6、软件内容

2.6.1、CCD 激光位移传感器和光电对管数据获取；

2.6.2、数据处理/融合，平直度数据整理、判别；

2.6.3、数据图形化与曲线计算；

2.6.4、测量数据处理、统计和输出；

2.6.5、数据通信与交换；

2.7、测量设备的标定与精度检测

本单位是湖北省计量局长度与角度测试计量授权单位，本测量设备具有国家计量单位承认的计量标准。

2.7.1、*测量设备的标定*：用带有标志点的标准长尺，采用精密三维布网方法构成平面点阵，对标志点阵应用联合平差的方法进行标定。

2.8.2、*测量设备的精度检测*：用已知平直度的计量钢板进行系统测量，所测精度应达到合同要求的精度。

3、研制进程

研制进程（以合同签订日期始）

订购、加工设备	50 个工作日
硬件 / 软件联调	40 个工作日
现场安装调试	40 个工作日

计：120 个工作日

在整个进程中尽量提前完工交付使用。

4、主要设备技术参数

4.1、CCD 激光位移传感器

型号	LK-G400/LK-G405		LK-G500/LK-G505	
安装模式	漫反射	镜面反射	漫反射	镜面反射
参考距离	400 mm	398 mm	500 mm	497.5 mm
测量距离 (1)	± 100 mm	± 99 mm	-250 至 +500 mm	-249 至 +498 mm
光源	红色半导体激光			
波长	650 nm (可见光), 3A类 (GB)			
输出	最大0.95 mW			
(参考距离上的)光点直径	约290 × 8300 μm (G405) 约±290 μm (G400)		约300 × 9500 μm (G505) 约±300 μm (G500)	
直线性 (2)	± 0.05% of F.S.(F.S.= ± 100 mm)		F.S. ± 0.05%(F.S.= ± 250 mm) 长距离 ± 0.1% of F.S. (-250 to +500 mm) 高精度 ± 0.02% of F.S. (-250 to -50 mm) (F.S.= ± 250 mm)	
解析度 (3)	2 μm			
采样频率	20/50/100/200/500/1000 μs (可选择6种级别)			
LED指示器	靠近测量中心: 绿光 测量范围内: 橙光 测量范围外: 橙光闪烁			
温度特性	0.01% of F.S./°C (F.S.= ± 100 mm)		0.01% of F.S./°C (F.S.= ± 250 mm)	
防护结构	IP67 (IEC60529)			
周围亮度	白炽灯或荧光灯: 最大10,000 lux			
周围温度	0至+50°C, 无冷凝			
相对湿度	35至85%, 无冷凝			
振动抗性	10至55 Hz, 多重放大1.5 mm; X、Y、Z方向各两小时			
材料	铝压铸			
重量(包括电缆)	约380 g			

4.2、工控计算机

(参见华硕工控计算机手册)

4.3、致冷器电源

输入:	AC 220V ± 20V
输出:	DC 12V ± 0.5V 20A
工作温度:	-10°C ~ 50°C

重 量： 2100 克

外形尺寸： 650mm（宽）×580mm（高）×850mm（长）

4.4、设备自动致冷温控机箱

工作电源： DC 12V±0.5V 20A

工作方式： 温度自动控制

箱内温度： 10℃~30℃

工作温度： -20℃~80℃

重 量： 1880 克

外形尺寸： 800mm（宽）×980mm（高）×650mm（长）

4.5、主机机柜

（参见 19 吋标准机柜技术参数）

5、设备清单

序号	名称	型号	数量	备注
1	CCD 激光位移传感器	LK-G400	20	SICK
2	CCD 激光位移传感器控制器	LK-G3001V	10	SICK
3	光电对管	E3JM	51	OMRON
4	工控计算机	ZQ-5410/2G/160G	4	华硕
5	温度传感器	J05T	20	武汉大学
6	高速 A/D、D/A 转换卡	AD05G	1	武汉大学
7	传感器自动致冷温控机箱	ZD-5A	20	武汉大学
8	21 吋彩色液晶显示器	SAMSUNG	1	韩国三星
9	传感器电源	DC-5/10A	20	武汉大学
10	致冷器电源	DC-5/20A	20	武汉大学
11	精密稳压电源	AC/DC-500	1	武汉大学
12	精密光电标定尺	DJT-50		武汉大学
13	传感器防护水套与机架	JTC/10-10	1	武汉大学
14	线缆、接插件、器件和机箱等		配套	武汉大学

武汉点线科技有限公司

地址：武汉市汉口青年路 155 号长源大厦

电话：086-027-83669811

传真：086-027-83669123