

# 钢管热处理过程的“黑匣子”动态温度测试

刘金海 刘怀章 孙开明  
(天津钢管公司 300301)

刘日新  
(北京赛维美高科技有限公司 100089)

**摘要** 本文介绍了耐高温黑匣子测试技术在钢管连续热处理炉上的应用,通过对热处理过程的数字化,分析了温度测试在热处理工艺改进和优化方面的应用。

**关键词** 钢管 热处理 温度测试 黑匣子

## The Application of Temperature Measurement with Black Box in Pipe Heat Treatment Furnace

Liu Jinhai Liu Huaizhang Sun Kaiming  
Tianjin Steel Pipe Company  
Tianjin, 300301

Liu Rixin  
Beijing Savemation Technology Co. Ltd Beijing  
100089  
Email: Rixin@163bj.com  
<http://www.cnmeter.com>

### Abstract

The high temperature measurement equipment and method for heat treatment furnaces were introduced. Based on the examples of applications in heat treatment furnaces, the practical measurements and analyses could be used to improve the furnace performance and heat treatment technology.

**Key words:** Steel Pipe, Heat Treatment, Temperature Measurement, Black box

### 1 概论

热处理炉的高效、优质、低耗生产是人们所追求的。钢管的热处理过程要求达到工艺要求温度曲线、圆周方向和长度方向的温度均匀性。在热处理炉内,钢管是运动的,同时为防止弯曲还要旋转。常规的炉内热电偶测得的是一个炉内综合温度,红外温度计可以测得钢管的表面温度,但受钢管表面状态和炉内火焰的影响。把热电偶插入钢管壁上可以测得钢管的实际温度,也是最准确的温度测量方法。“黑匣子”测温技术已在上海宝山钢铁公司成功应用了多次<sup>[1]</sup>。

本文对“黑匣子”设备和测试方法进行介绍,分析“黑匣子”温度测试技术在钢管热处理炉上应用,为钢管热处理的工艺和设备的改进提供依据。

### 2 实验测试设备和方法

在不影响正常生产的情况下,采用“黑匣子”能够快速、准确地实现对炉内钢管的实际温度进行检测。“黑匣子”随钢管一同进入炉内,经过热处理后,随钢管从炉子出口拿出。

#### 2.1 实验设备

“黑匣子”是一台可以在高温下使用的耐高温温度测试仪。其外径根据使用温度和时间可以从 $\Phi 150\text{ mm}$ 到 $\Phi 400\text{ mm}$ ,可以测量不同管径的钢管热处理过程。记录仪采用K型热电偶测温,测温范围为 $-100$  to  $1290^\circ\text{C}$ ,测量误差0.5%;通道数为7通道;内存为32KB;可记录温度数据21500个;采样周期为1次/8秒-1次/8小时。

#### 2.2 实验方法

实验前选定一块成分、尺寸有代表性的钢管作实验。测试钢管的规格为 $\Phi 177.8 \times 9.19$ 。在钢管长度方向和圆周方向打测温孔，测点位置如图 1。分布在钢坯的长度方向和圆周方向。使用 K 型热电偶，偶丝 $\Phi 1.0\text{mm}$ ，外套绝缘瓷管。“黑匣子”放置在钢管头部，每分钟记录一次温度数据，将电偶热端紧紧插入测温孔中，冷端的正负极与“黑匣子”的正负极一一对应相连接，记录下“黑匣子”接口的通道所代表的钢管测温孔的位置。“黑匣子”随钢管一同进入炉内，热处理完成后，从炉子出口拿出。出炉后取出测试仪，通过与计算机相连，将测试仪中保存的数据传输到计算机中，打印出各通道的测量值，绘制出钢管升温曲线和炉温沿炉长方向的变化曲线。

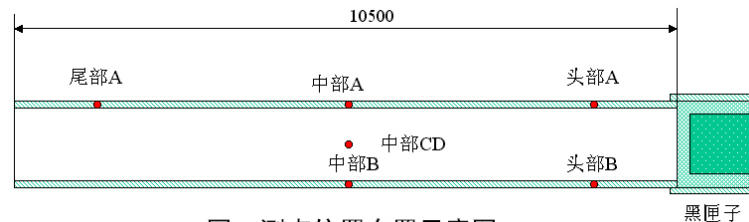


图1 测点位置布置示意图

### 3 温度测试结果及讨论

#### 3.1 钢管淬火炉

淬火炉炉长 10.5m，宽 13.8m。以天然气为燃料，采用高速烧嘴供热。淬火炉控制温度为 $870\sim 890^{\circ}\text{C}$ ，实验是在炉时间为 51min；图 2 为钢管在炉内的平均温度沿炉长的变化，可以很清楚地得出达到要求的加热温度后的保温时间。通过测试，可以制定出不同规格的钢管的淬火工艺。图 3~4 为钢管在长度和圆周方向的温度分布。长度方向（也就是淬火炉宽度方向）和圆周方向都有比较大的温差，由此可以分析钢管在炉内弯曲的原因。

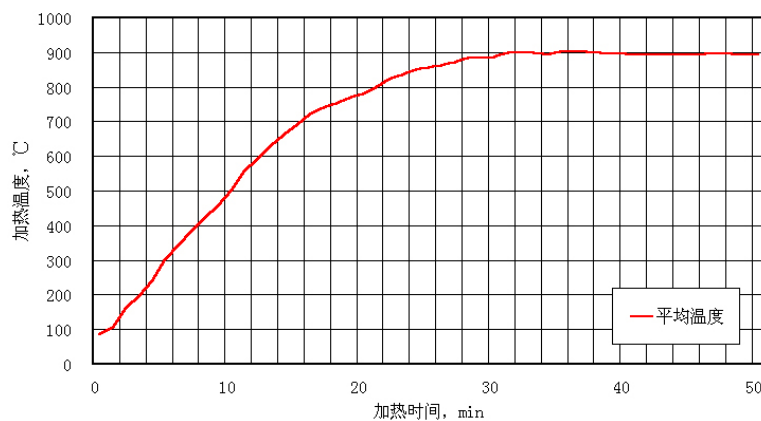


图2 钢管在淬火炉内加热的平均温度分布

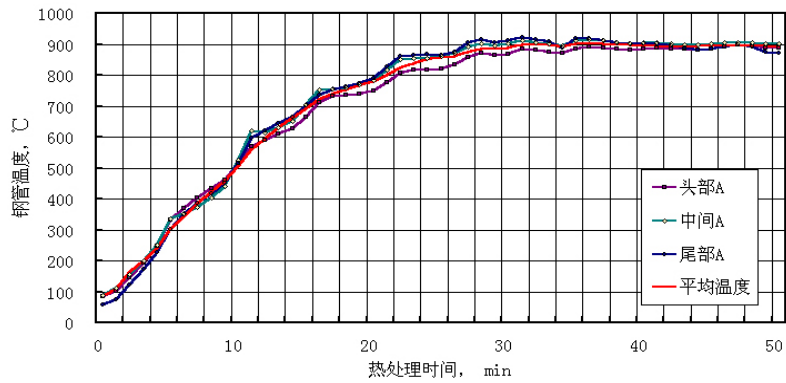


图3 钢管在淬火炉内长度方向的温度分布

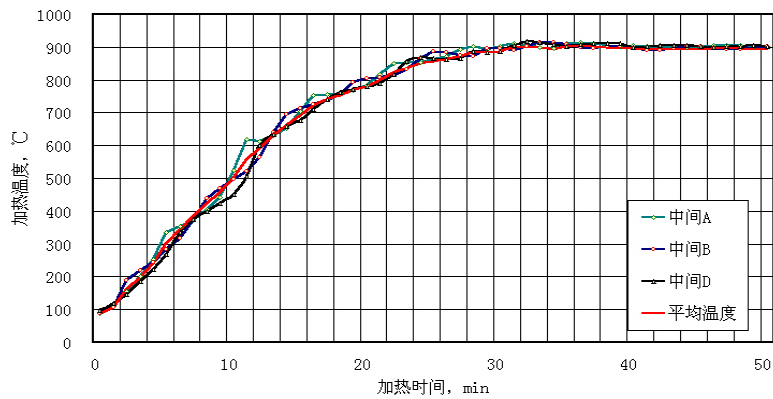


图4 钢管在淬火炉内加热圆周方向的温度分布

### 3.2 钢管回火炉

回火炉炉长 15.5m，宽 13.8m。以天然气为燃料，采用高速烧嘴供热。回火炉控制温度为 670℃，实验是在炉时间为 70min；图 5 为钢管在炉内的平均温度沿炉长的变化，可以很清楚地得出达到要求的加热温度后的保温时间，使热处理工艺数字化。通过测试，可以制定出不同规格的钢管的回火工艺。根据淬火和回火保温时间的要求，可以得出合理的淬火炉和回火炉的长度比，为新的钢管热处理线各炉长的确定提供依据。

图 6~7 为钢管在长度和圆周方向的温度分布。其温差比淬火炉的要小。炉子在宽度方向的温度分布比较均匀。

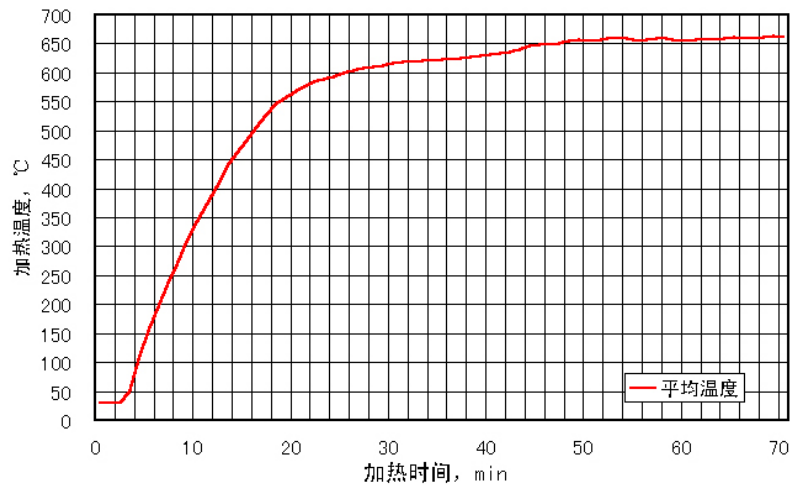


图5 钢管在回火炉内加热的平均温度分布

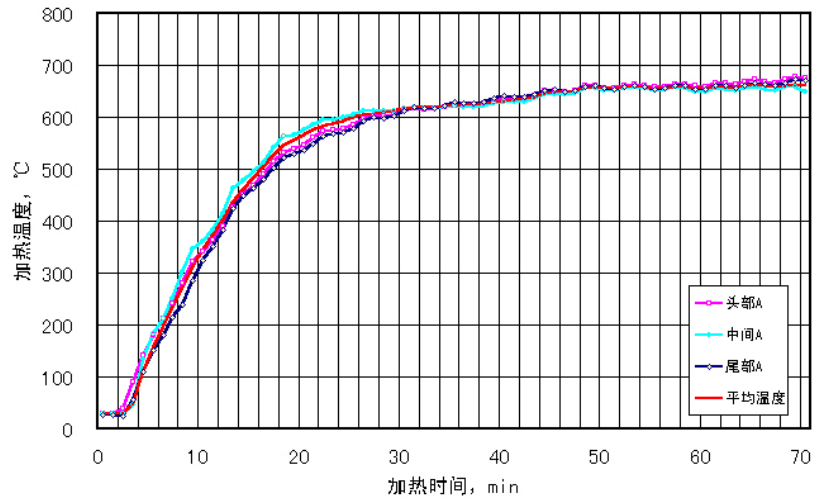


图6 钢管在回火炉内加热长度方向的温度分布

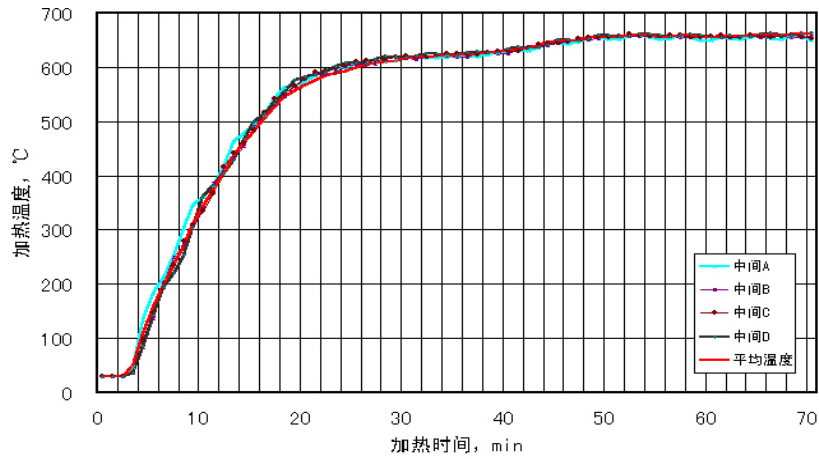


图7 钢管在回火炉内加热圆周方向的温度分布

#### 4 结论

本文介绍了热处理炉内钢管热处理实际温度测试的设备和方法，分析了“黑匣子”温度测试在钢管热处理炉的应用。通过“黑匣子”温度测试，结合炉子的热工操作、炉型结构和生产管理等方面的具体情况，改进炉子的操作和发挥炉子的生产潜力；使热处理工艺数字化，为制定不同规格的钢管的热处理工艺提供依据。

#### 参考文献

- [1] 刘日新等. 大型热轧加热炉内连铸板坯加热温度的测试[J]. 工业加热, 2000, (5): 40