



2002工业炉学术会议论文

# “黑匣子”温度测试技术 在工业炉中的应用

刘日新

北京赛维美高科技有限公司

<http://www.cnmeter.com>



# 工业炉：优质、低耗、低污染

- 丨 钢坯步进加热炉和环型加热炉加热质量方面包括：加热温度和段面温差、氧化烧损等。
- 丨 钢管和车轮热处理主要要求达到工艺要求温度曲线和均匀性。
- 丨 陶瓷烧成窑也是要求坯料在烧成过程中达到要求的烧成温度曲线。

在这些工业炉内，物料是运动的，有些在运动过程中还要发生旋转，工艺上不仅要了解表面温度，还有知道物料内部的温度分布。

“黑匣子”温度测试技术正好可以解决这个问题。



# 黑匣子的应用

- | 推钢加热炉
- | 步进加热炉
- | 环型加热炉
- | 连续热处理炉
- | 陶瓷辊道窑
- | 陶瓷隧道窑
- | 玻璃退火窑
- | 电子产品烧成窑等



# 解决问题

- | 加热炉投产验收
- | 加热工艺数字化
- | 热处理工艺数字化
- | 加热温度和段面温差、钢坯长度方向的温差
- | 氧化烧损
- | 水管黑印
- | 数学模型参数提取、数学模型验证等



## “黑匣子”实验测试设备

- “黑匣子”测试设备由高温温度记录仪和保温箱组成。
- 测试仪的高度：130~400mm. (小钢坯、低炉门测试)
- 记录仪的测温范围：
  - K 型测温范围-100 to 1290℃，分辨率0.5℃，测量误差0.5%；
  - S 型测温范围0 to 1450℃；分辨率1.0℃；测量误差0.5%；
- 通道数：7或14通道；
- 采样周期：1次/12秒- 1次/8小时；
- 数据记录仪工作条件：温度1400℃下 6 小时，在300℃低温下工作可以达到30小时。



# “黑匣子”开发过程中的热态测试





# 测试方法

- 1 在物料上打测温孔，将电偶热端紧紧插入物料测温孔中，冷端的正负极与记录仪的正负极一一对应相连接，同时记录下记录仪接口的通道数所代表的物料测温孔的位置。
- 1 记录仪随物料一同进入炉内，经过加热、热处理或烧成后，从炉子出口拿出。
- 1 出炉后，待箱体温度下降后，取出记录仪，通过与计算机相连，将记录仪中保存的数据传输到计算机中，用excel进行数据处理，绘制出物料升温曲线和炉温沿炉长方向的变化曲线。



# 测试应用 – 步进加热炉

- 丨 宝山钢铁公司二热轧厂加热炉数学模型控制模型系数调整
- 丨 宝山钢铁公司二热轧厂3#加热炉投产时温度和表面与中心温差的功能考核
- 丨 宝山钢铁公司二热轧厂新钢种硅钢开发时加热数学模型控制模型系数提取和验证。
- 丨 宝山钢铁公司一热轧厂加热和初轧区进行综合分析研究，以降低钢坯的氧化烧损和氧化铁皮的压入，提高质量；
- 丨 江阴兴澄钢铁公司300×300钢坯加热炉进行测试，提取数学模型控制参数



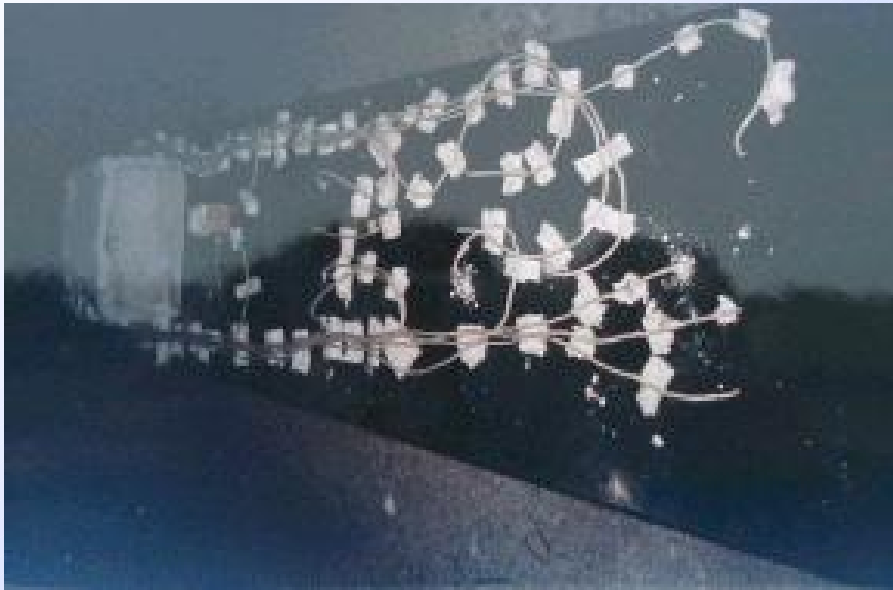


# 加热炉功能考核

我们成功地对由重庆钢铁设计研究院总包的宝钢热轧厂3#硅钢加热炉进行了功能考核测试，测试结果表明：加热温度为 $1250^{\circ}\text{C}$ ，表面与中心温差为 $8^{\circ}\text{C}$ ，加热温度和断面温差达到设计要求。



# 宝钢“黑匣子”加热温度测试



安装在钢坯上



实验钢坯入炉



# 宝钢“黑匣子”温度测试结果

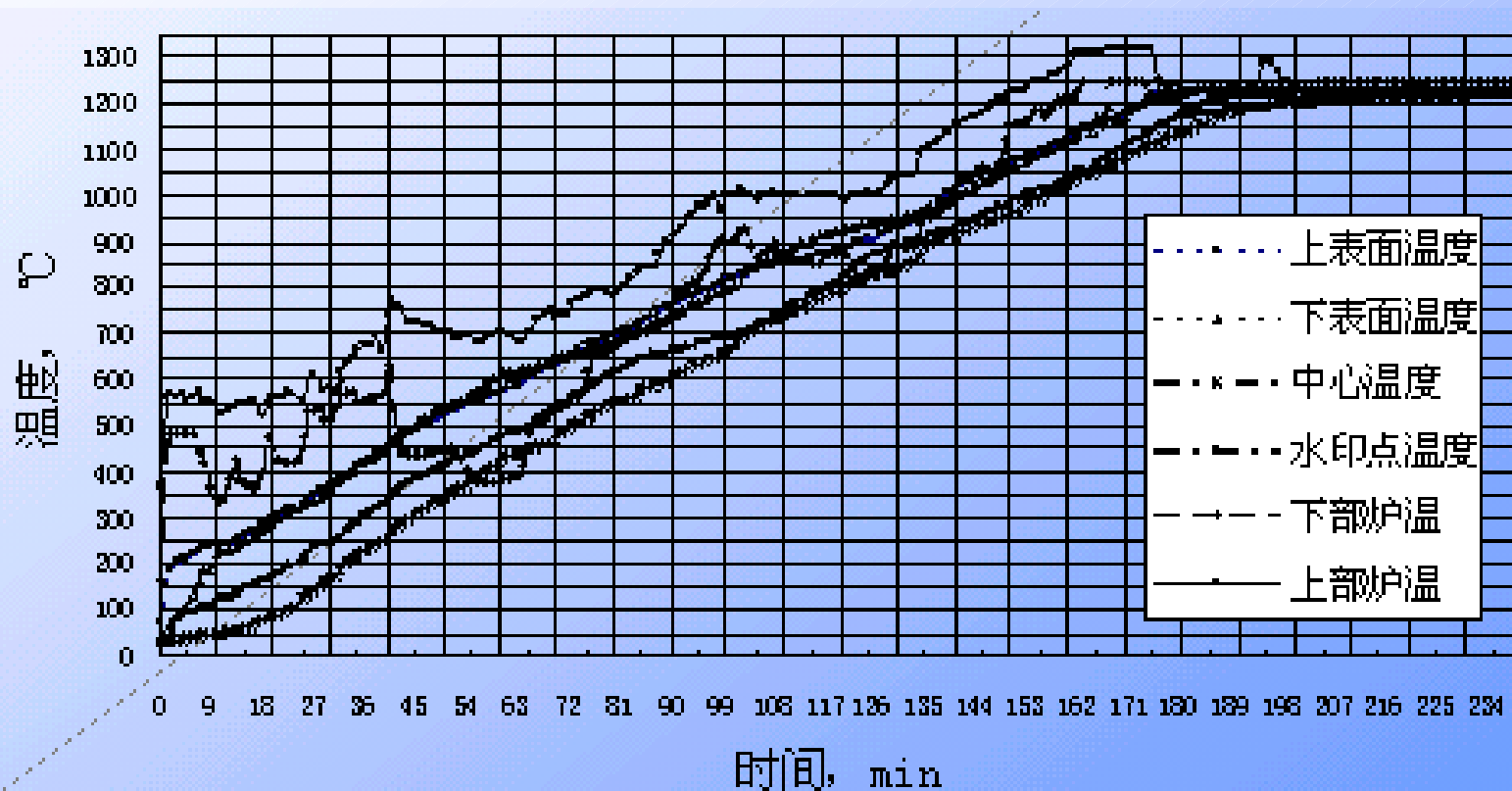
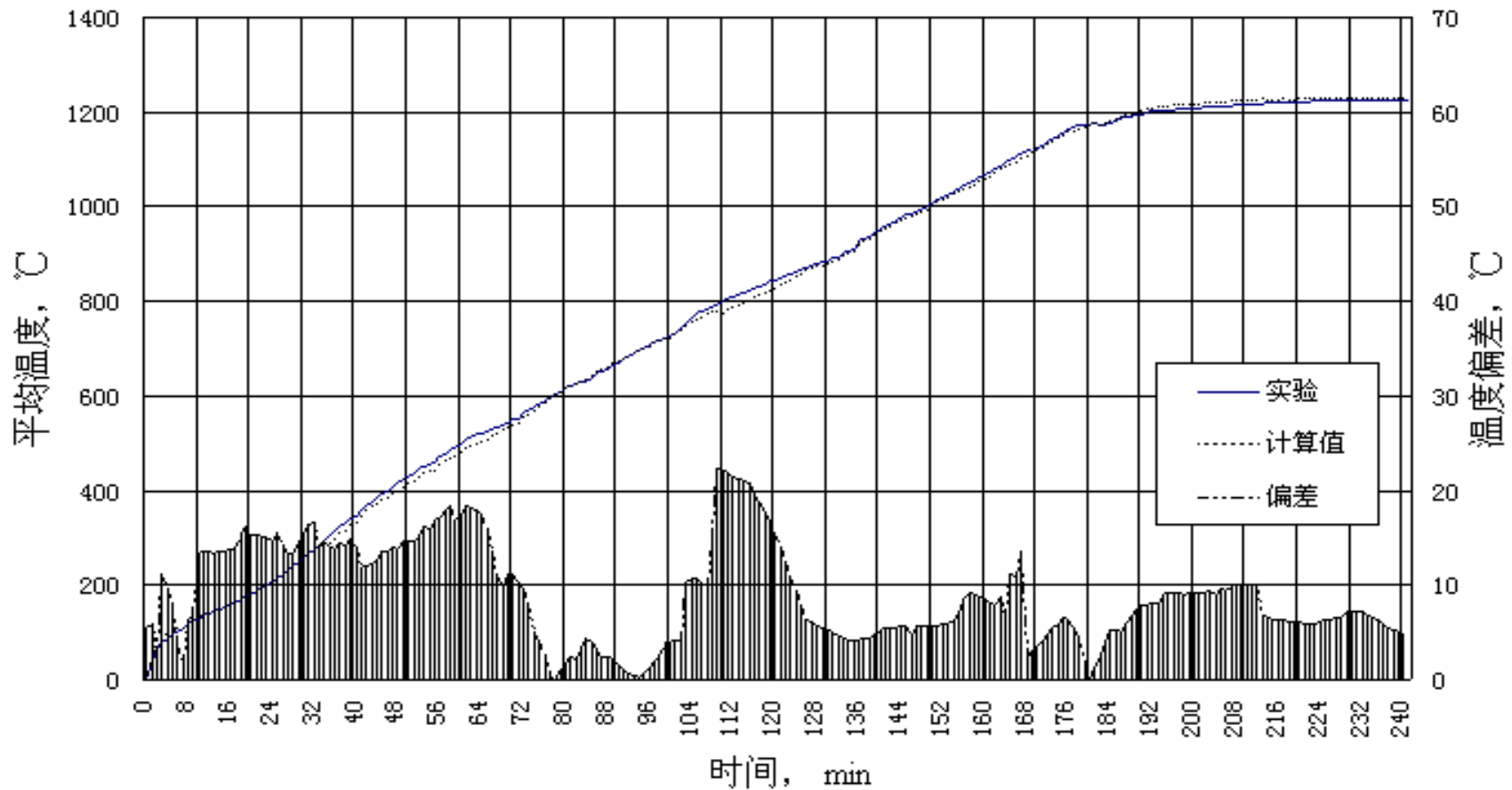


图2 1580 1#加热炉数学模型验证温度测试

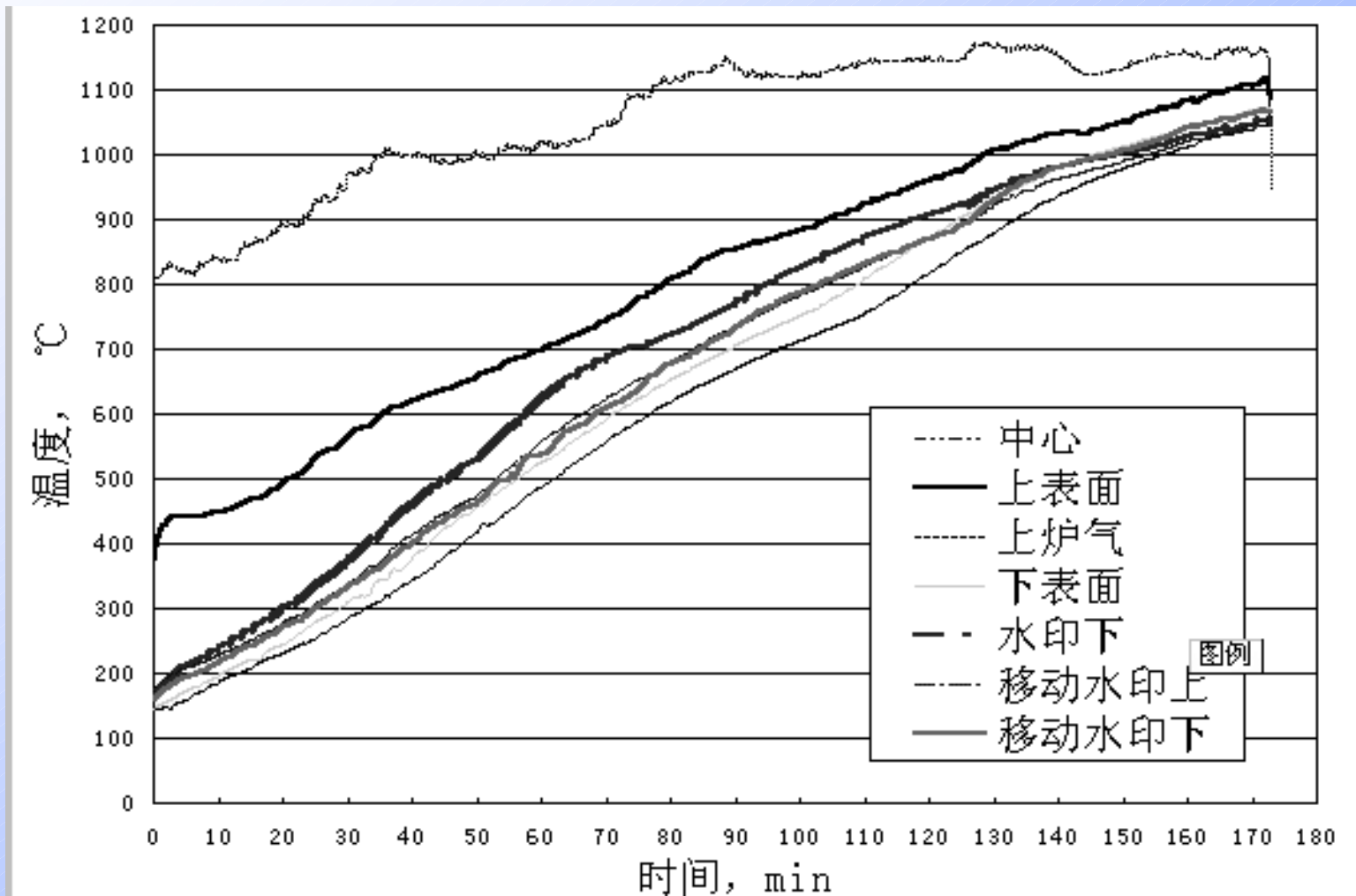


# 黑匣子测试结果与模型计算结果比较





# 硅钢加热测试结果



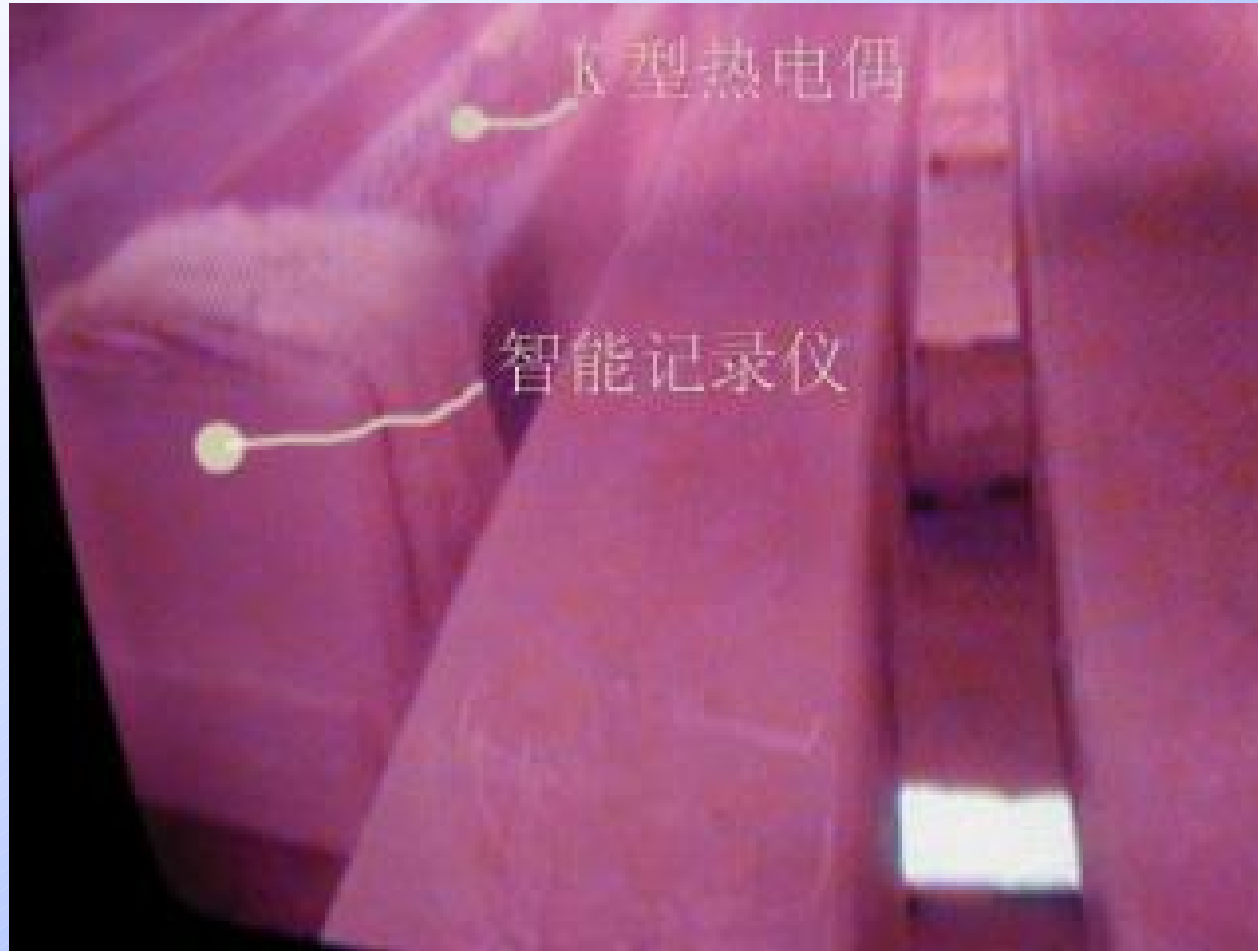


# “黑匣子”安装在测试钢坯上





# “黑匣子”在加热炉内（工业电视图）





## 测试应用 - 环型加热炉



- | 氧化铁皮厚。生成的氧化铁有时很难去除，不仅造成氧化烧损大，而且影响管坯表面质量；
- | 管坯加热温度不均匀。
- | 轧制节奏快时，管坯与炉底接触面附近发暗。





## 测试应用 - 钢管热处理炉

通过“黑匣子”测温实验确定钢管在淬火炉和回火炉内热处理过程的在钢管长度和圆周方向的温度分布，确定不同炉窑的热处理温度的均匀性，为改进热处理操作工艺和炉窑设计提供依据。



我们对天津钢管公司三台处理炉内钢管热处理进行“黑匣子”测温实验。钢管在炉内是滚动的。



# 天津钢管管加工厂回火炉





# 生产线上待热处理的钢管





# 钢管“黑匣子”的安装



安装黑匣子



黑匣子安装在钢管内

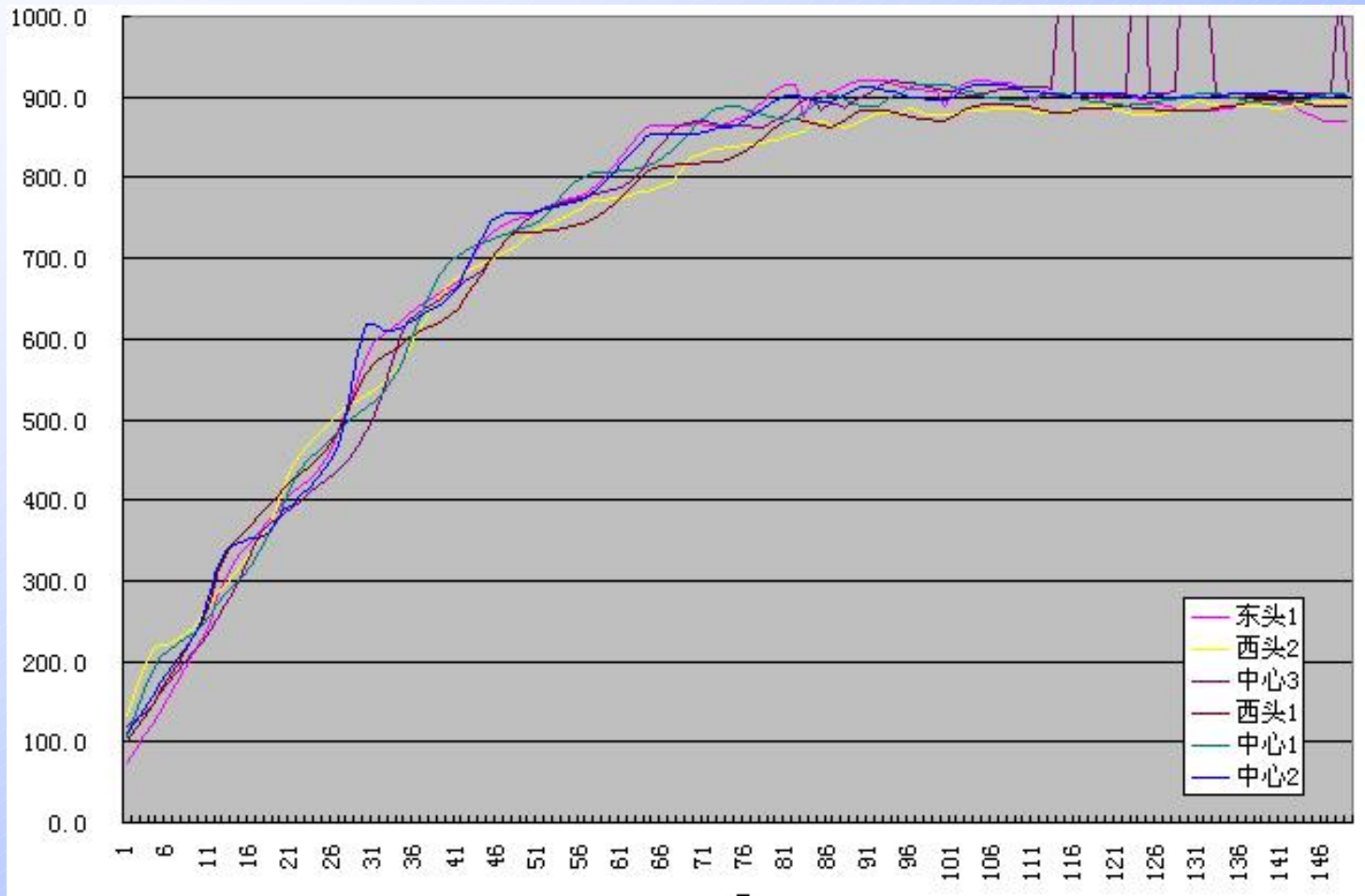


# 实验钢管出炉



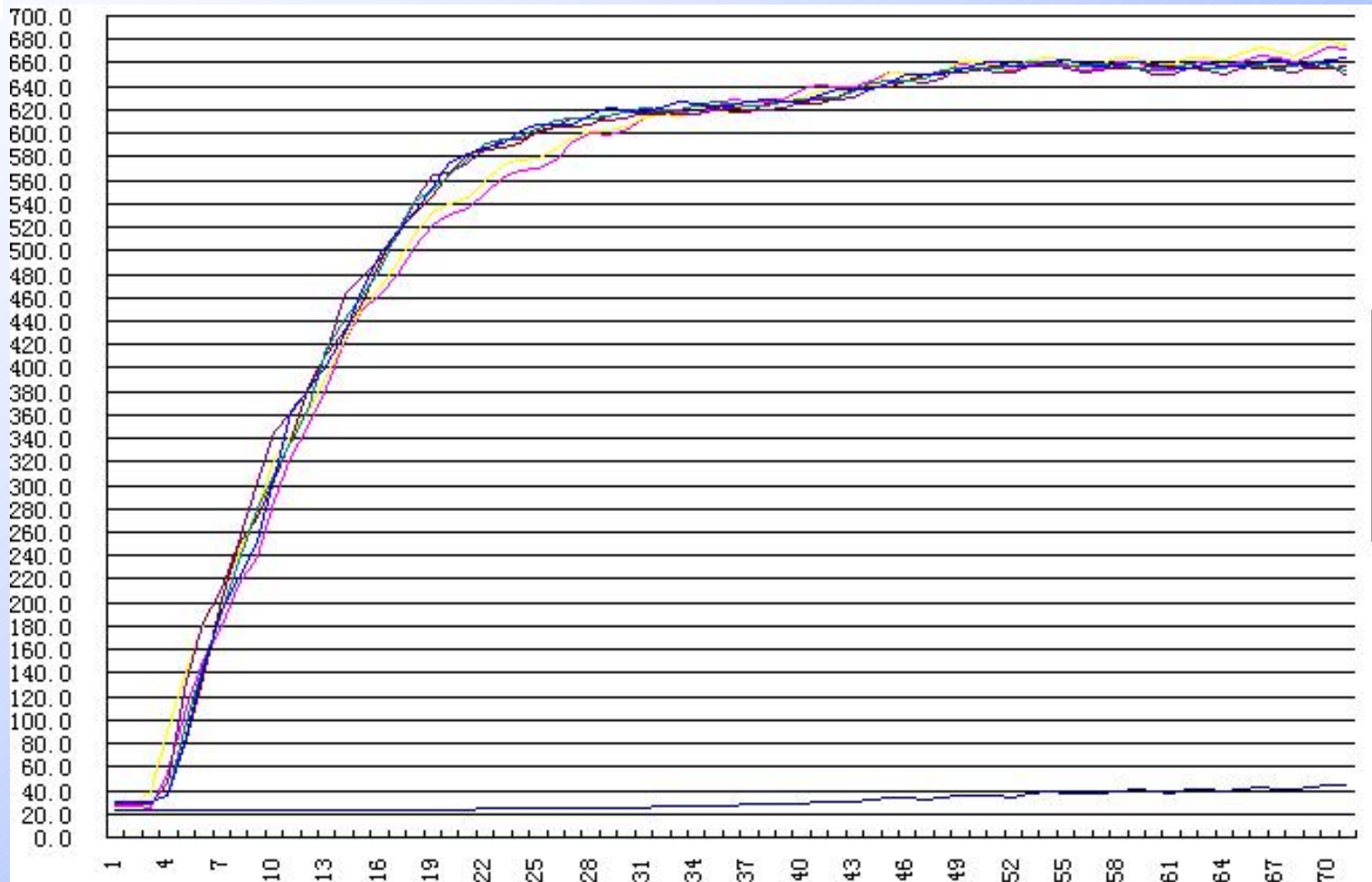


# 淬火炉测试结果





# 回火炉测试结果





## 测试应用 - 车轮热处理炉

火车提速对火车轮的质量提出了越来越高的要求。这样需要保障车轮在淬火和回火过程的温度实现准确控制，因此，在实际生产中每隔一定时间，把黑匣子与车轮一同入炉，测得车轮在整个热处理过程中的温度分布，改进热处理炉的热工操作，提高车轮质量。





## 测试应用- 陶瓷窑



陶瓷窑黑匣子



地板砖裂纹

Cnmeter.com

- 在陶瓷烧成过程中物料进行一系列的物理化学变化，烧成过程温度对成品的性能起着决定性作用。
- 为了实现烧成过程所需要的烧成制度，由于烧成设备中燃料的燃烧、气体的流动，物料的运行以及传热过程是相当复杂的。
- 但目前还存在许多问题，比如：由于烧成温度不够高或过高，保温时间不足或过长，升温或降温速率太大，窑内各断面温度梯度大，温度不均匀等，造成企业的产品色号过多，变形严重，能耗高，面对造成这些问题的原因长期以来却一直一直是凭借经验作定性分析和猜测。



# 陶瓷辊道窑





# 二次烧成梭式窑烧成温度监测





## 结论

本文介绍了工业炉内运动物料加热实际温度测试的设备和方法。分析了“黑匣子”温度测试在步进加热炉、环型炉、钢管热处理炉、车轮热处理炉、陶瓷窑上的应用。使工业炉实现最优化控制，在最大程度上节约燃料和提高产品质量。



欢迎访问[赛维美公司](http://www.cnmeter.com) <http://www.cnmeter.com>