

试验研究

# 应用SPC对济钢理化检测质量的评价分析

孙永栋,崔宝金

(济南钢铁集团有限公司 科技质量部,山东 济南 250101)

**摘要:**应用SPC控制图工具,通过交叉试验和嵌套试验对济钢理化检测系统进行评价,结果表明,济钢理化检测系统处于稳态并具有良好的线性,满足位置变差接受准则;化学检测GRR为11.87%~23.75%,力学检测GRR为19.78%~27.00%,满足宽度变差接受准则。根据重复性和再现性分析确定的改进重点采取相应的改进措施后,化学检测GRR为6.98%~13.26%,力学检测GRR为11.67%~11.97%,误差在合理范围内,出具数据满足可靠性要求。

**关键词:**理化检测;评价;SPC;交叉试验;嵌套试验;重复性;再现性

中图分类号:F407.363

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)01-0042-02

## 1 前言

理化检测的输出是数据,通过评价数据质量可以实现对检测质量的评价,数据的评价指标主要是偏倚和变差。偏倚即位置变差,是指实测值与真值之差,对应常规理解的“准”的概念。变差指宽度变差,是指数据的分布宽度,对应常规理解的“精”的概念<sup>[1-2]</sup>。济钢质检中心已通过了国家实验室认可,本研究旨在配合济钢产品研发和质量提升,对其进行系统评价,制定提升理化检测数据可靠性和精准性的措施,使济钢理化检测系统更具说服力。

## 2 分析内容

本次评价分析中,化学检测以标准样做真值,对常规C、Si、Mn、P、S及微合金元素Nb进行检测,通过对试样的多次测量求得样本;力学检测采集屈服强度( $R_e$ )、抗拉强度( $R_m$ )、断后伸长率(A)和冲击功( $A_k$ )4项力学性能的多次测量求得样本。

### 2.1 位置变差分析

1)量具具有足够的分辨力和敏感度。经审查相关证明性文件,济钢中心化验室和物理实验室的测量量具均具有足够的分辨力和敏感度,满足进行下步评价研究的需要。

2)检测过程处于稳态,即统计控制状态,主要应用SPC工具中的均值-极差控制图进行分析<sup>[3]</sup>。以C元素为例,对样本数据进行SPC控制图分析显示C元素的测量数据处于稳态,结果见图1。同样的分析显示元素Si、Mn、P、S及Nb的测量也处于稳态,说明济钢中心化验室的测量系统处于稳态。

3)测量系统具有良好的线性。以S元素为例,对样本数据进行线性拟合分析显示,S元素的测定

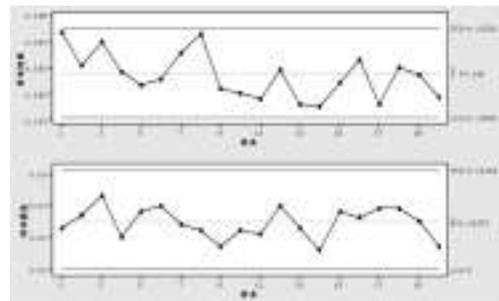


图1 C元素测量质量控制

数据呈强线性正相关,相关系数为99.999 99%。同样的分析显示,元素C、Si、Mn、P及Nb的测量数据也呈良好的线性,说明济钢中心化验室的测量系统具有良好的线性。

由于力学性能检测没有标准样,其过程稳定性的评价无法进行,而且其试验过程是破坏性试验,也不能重复对试样进行试验,因此,在稳定性和线性分析方面,主要通过法定检验机构定期检定和比对进行控制,每个检测设备都有合格检定证书并在有效期内。

### 2.2 宽度变差分析

宽度变差主要反映的是数据的离散程度,统计量主要有标准差、极差等,通过数据的分析,更精确地分离出影响分量的大小及影响程度,这样会更有利于有针对性地采取措施<sup>[3]</sup>。

在本次评价分析中,主要考虑测量人员、测量设备及这两个分量交互作用对检验结果的影响。因此选择的评价指标为:GRR(R&R),这两个R分别代表重复性与再现性,重复性主要反映的是测量设备变差,再现性主要反映的是测量人员变差。GRR接受准则: $\geq 10\%$ ,是优良的测量系统; $10\% \sim 30\%$ ,测量系统可以接受,但从测量项目重要性、成本及维修费用等方面考虑选择是否进行改进; $< 30\%$ ,测量系统不可接受,需要实施改进。另外测量系统的识别力要 $> 4$ ,测量系统的变动要 $< 10$ 。

收稿日期:2011-06-01

作者简介:孙永栋,男,1984年生,2006年毕业于北京科技大学冶金工程专业。现为济钢科技质量部助理工程师,从事质量管理工作。

化学检测过程GRR分析通过交叉试验进行,力学检测过程GRR分析通过嵌套试验进行。以C元素为例,对样本数据应用Minitab软件进行数据处理和综合分析,结果见图2。

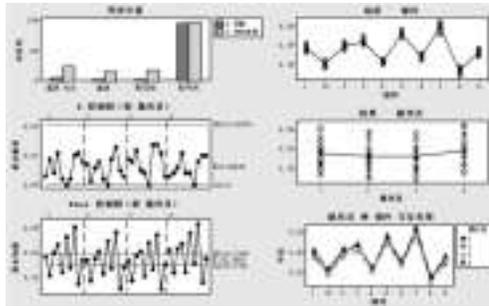


图2 C元素分析量具R&R分析(交叉试验)

用同样的方法对其他化学检测元素和力学性能检测的测量数据进行分析,结果见表1。从分析的GRR、识别力、变动结果看,济钢化学检测GRR为11.87%~23.75%,力学检测GRR为19.78%~27.00%,是可以接受的测量系统,但为使其更加可靠,应分别重点从人员和设备方面进行改进。

表1 化学检测和力学检测GRR分析结果

项目	GRR/%	识别力	变动	重复性/%	再现性/%	改进重点
C	23.75	5	5.64	15.02	18.04	人员操作
Si	12.45	11	1.55	8.76	8.84	人员操作
Mn	23.45	5	5.50	16.18	16.97	人员操作
P	17.45	7	3.05	12.31	12.38	人员操作
S	19.54	7	3.82	17.88	7.86	测量设备
Nb	11.87	11	1.41	9.44	7.19	测量设备
$R_e$	27.00	5	7.29	23.14	12.48	测量设备
$R_m$	20.05	6	4.02	19.10	5.88	测量设备
A	22.31	6	4.98	22.31	0	测量设备
$A_k$	19.78	6	3.91	18.08	8.03	测量设备

### 3 改进措施

根据本次评价分析的初步结论,重点从人员操作方面制定了8项中心化验室改进措施,从测量设备方面制定了9项中心物理室改进措施。通过措施持续实施,2系统GRR值都有了很大改善,化学检测GRR为6.98%~13.26%,力学检测GRR为11.67%~11.97%,基本实现了预期的目标,结果见图3。

## Evaluation and Analysis of Jinan Steel's Physical and Chemical Testing Quality by SPC

SUN Yong-dong, CUI Bao-jin

(The Technology and Quality Department of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

**Abstract:** Through cross tests and nested test, Jinan Steel's Physical and Chemical Testing System was evaluated by use of SPC control chart. The results showed that the Testing System was in stable state and had good linearity, the GRR of the chemical testing was between 11.87% and 23.75% and the physical testing GRR was between 19.78% and 27.00%, then, met the accept criteria of location variation and width variation. According to the improvement emphases decided by the repeatability and reproducibility analyses, some corresponding improvement measures were implemented. After the improvements, the GRR of the chemical testing was between 6.98% and 13.26% and the physical testing GRR was between 11.67% and 11.97%. Therefore the error was in reasonable range and the data met the requirement of reliability.

**Key words:** physical and chemical test; evaluation; SPC; cross test; nested test; repeatability; reproducibility

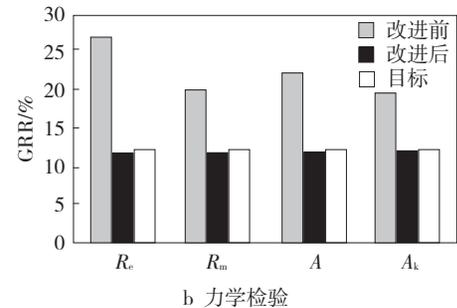
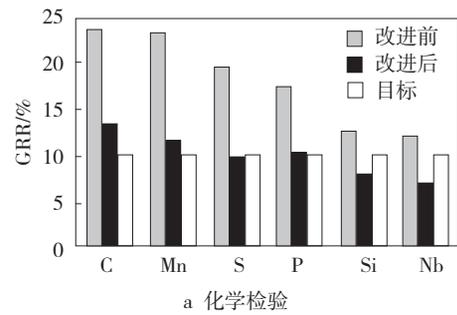


图3 济钢质检中心GRR改进效果对比

为实现长期效果,将改进措施进行了固化,完善下发了“直读光谱作业指导书”、“期间核查规程”、“比对验证的有关规定”、“金属拉伸试样操作规程”、“冲击试验夏比缺口冲击试验操作规程”及“冲击试验机维护保养规程”等文件。

### 4 结论

4.1 济钢理化检测系统处于稳态并具有良好的线性,满足位置变差接受准则,理化检测误差在合理范围内,出具数据满足可靠性要求。

4.2 济钢理化检测系统GRR<30%,满足宽度变差接收准则,如追求更高的精确性,应进行改进。

4.3 根据研究结果制定的改进措施取得了良好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 曹哲文.统计过程控制在产品质量管理中的研究应用[J].淮阴工学院学报,2008,17(4):56-58.
- [2] 王海宇.过程质量控制的性能评价与改进方法研究[D].西安:西北工业大学,2006.
- [3] 张公绪,孙静.新编质量管理学[M].2版.北京:高等教育出版社,1997.