

# 浅谈如何提高铁路工程金属声屏障施工的质量

王洪钉，宁博

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610065)

**摘要:**以新建石家庄至济南铁路客运专线站前2标金属声屏障施工为例,介绍了所开展的QC小组活动提高了插板式金属声屏障安装的合格率,有效提高了施工质量和施工效率,降低了施工成本,达到了预期目标,实现了声屏障单位工程一次验收合格的目的。

**关键词:**铁路;声屏障;合格率;施工质量

中图分类号:U215;U214;U215.7

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0112-05

## 1 工程概述

石济客专站前工程 SJZ - 2 标段里程 DK51 + 213.36 ~ DK79 + 555.99 全长 28 342.63 m, 包括两座特大桥及一段路基。声屏障采用 H 型钢插板、直立结构形式,桥面宽度为 12.2 m,H 型钢立柱中心距外侧线路中心线 3.778 m。有砟轨道直线段及曲线段内侧采用高 2.32 m 的声屏障;有砟轨道曲线段外侧采用高 2.5 m 的声屏障。2.32 m 高声屏障使用 5 块 1 960 mm × 400 mm × 140 mm 单元板,2.5 m 高声屏障使用 3 块 1 960 mm × 460 mm × 140 mm 单元板、2 块 1 960 mm × 400 mm × 140 mm 单元板。H 型钢立柱间距在任何梁型的梁中部及跨桥梁伸缩缝处,两相邻 H 型钢立柱中心间距均不得大于 2 m。该标段金属声屏障和防护屏共计 15 379.54 m<sup>2</sup>,桥梁 15 173.06 m<sup>2</sup>,路基 206.48 m<sup>2</sup>。

## 2 QC 小组的成立

为提高石济客专 2 标铁路工程金属声屏障施工的质量,项目部成立了以“提高插板式金属声屏障一次安装合格率”为课题的 QC 小组,小组由 9 人组成,小组活动时间从 2017 年 3 月 1 日开始,至 2017 年 6 月 30 日截止。

## 3 QC 小组课题的选择

QC 小组成员对前期施工的插板式金属声屏障施工质量进行了调查统计,其一次安装合格率仅为 86.67%,低于单位工程验收合格率不低于 95% 的标准,结论为插板式金属声屏障一次安装合格率偏低。

经 QC 小组成员集体讨论,将“提高插板式金属声屏障一次安装合格率”作为本次 QC 小组的课题。

## 4 现状调查

QC 小组成员依据《桥梁插板式金属声屏障》《铁路声屏障工程施工质量验收标准》要求,对 2017 年 1~3 月施工的金属声屏障施工质量情况进行了调查,共调查统计 600 点,其中不合格 80 点,合格率为 86.67%,调查结果见表 1、2。

表 1 一次安装检测结果统计表

| 序号 | 项 目       | 调查点数 /点 | 合 格 /点 | 合格率 /% | 备注 |
|----|-----------|---------|--------|--------|----|
| 1  | 金属吸声板线型   | 100     | 66     | 66     |    |
| 2  | 基座砂浆密实度   | 100     | 78     | 78     |    |
| 3  | 钢立柱镀锌涂层厚度 | 100     | 89     | 89     |    |
| 4  | 相邻金属吸声板错缝 | 100     | 92     | 92     |    |
| 5  | 综合接地系统    | 100     | 97     | 97     |    |
| 6  | 其他        | 100     | 98     | 98     |    |
| 合计 |           | 600     | 520    | 86.67  |    |

说明:共检测 600 点,合格 520 点,合格率为 86.67%。

表 2 金属声屏障施工质量问题调查表

| 序号 | 项 目          | 频 数 /个 | 频 率 /% | 累 计 频 率 /% |
|----|--------------|--------|--------|------------|
| 1  | 金属吸声板线型不顺直   | 34     | 42.5   | 42.5       |
| 2  | 基座砂浆不密实      | 22     | 27.5   | 70         |
| 3  | 钢立柱镀锌涂层厚度不合格 | 11     | 13.75  | 83.75      |
| 4  | 相邻金属吸声板错缝不合格 | 8      | 10     | 93.75      |
| 5  | 综合接地系统不合格    | 3      | 3.75   | 97.5       |
| 6  | 其他           | 2      | 2.5    | 100        |
| 合计 |              | 80     |        |            |

收稿日期:2018-04-15

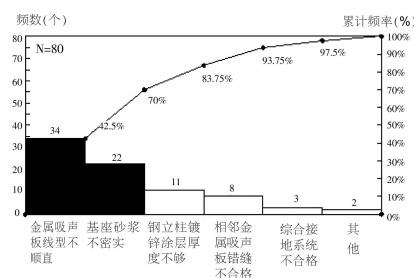


图 1 插板式金属声屏障安装质量问题排列图

从排列图(图 1)中可以看出:“金属吸声板线型不顺直”“基座砂浆不密实”是影响插板式金属声屏障安装合格率的症结。

根据金属声屏障施工质量调查分析结果,其一次安装合格率为 86.67%,症结发生频率为 70%。如果 QC 小组能解决此症结的 90%,则金属声屏障一次安装合格率将提高到  $86.67\% + (1 - 86.67\%) \times 70\% \times 90\% = 95\%$ 。

## 5 设定目标

因此,QC 小组将本次 QC 活动目标设定为:将插板式金属声屏障一次安装合格率提升至 95%(图 2)。

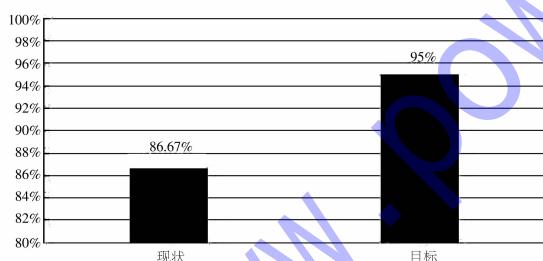


图 2 小组活动目标柱状图

## 6 原因分析

QC 小组针对“金属吸声板线型不顺直”“基座砂浆不密实”两个主要症结召开了相关会议,集思广益,从人、机、料、法、环、测六个环节对影响金属吸声板线型不顺直、基座砂浆不密实的各个环节进行了分析和总结,并绘制了关联图(图 3)。

通过对关联图进行分析得知共有末端因素 10 条:

(1)施工工期紧;(2)测量仪器未校正;(3)无专人定期保养;(4)无奖惩制度;(5)运距太远、运

送过程中抖动严重;(6)砂浆水胶比配制不合理;(7)模板加固不当;(8)遮板预制差、安装不规范;(9)作业队伍不专业;(10)测量控制不规范。

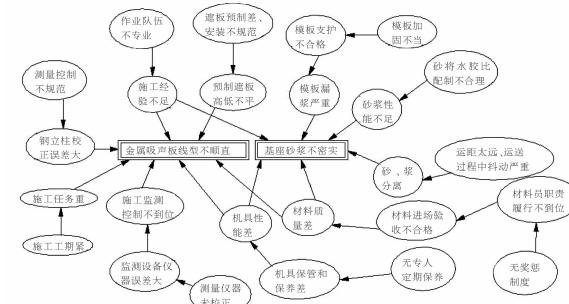


图 3 金属吸声板线型不顺直、基座砂浆不密实关联图

## 7 要因确认

针对以上 10 条末端因素,QC 小组明确了要因确认内容、确认方法、判别标准、责任人和完成时间,绘制了要因确认计划表。QC 小组成员逐一对 10 条末端因素进行了要因确认。通过要因确认,找出了导致“金属吸声板线型不顺直、基座砂浆不密实”的主要原因有以下三条:(1)作业队伍不专业;(2)遮板预制差、安装不规范;(3)砂浆水胶比配制不合理。

## 8 制定对策

### (1) 提出并确定对策。

小组成员针对以上 3 个要因,经过讨论、分析,从有效性、可行性、经济性、时间性四个方面综合分析评价比较,确定了最优方案并制定了对策分析评价表(表 3)。

### (2) 制定对策计划表。

针对所确定的对策,QC 小组设定了对策目标,制定了对策措施,明确了实施地点、完成时间和责任人,按照“5W1H”原则编制了对策表(表 4)。

## 9 对策的实施

QC 小组逐条实施了对策措施,并且在每条对策措施实施完成后,对实施结果进行了确认,具体过程如下:

实施一:对现有队伍加强培训,加大监管力度。

### (1) 确认作业队伍具有合格资质。

表3 对策分析评价表

| 序号 | 要因          | 对策方案                        | 评价内容 |     |     |     | 综合得分 | 方案选定 |
|----|-------------|-----------------------------|------|-----|-----|-----|------|------|
|    |             |                             | 有效性  | 可行性 | 经济性 | 时间性 |      |      |
| 1  | 作业队伍不专业     | (1)对现有队伍加强培训,加大监管力度         | ◎    | ◎   | O   | Δ   | 14   | 选    |
|    |             | (2)重新选择具有丰富施工经验的队伍          | O    | O   | O   | O   | 12   | 不选   |
| 2  | 遮板预制差、安装不规范 | (1)对不合格遮板进行切割处理,使其达到施工及质量要求 | ◎    | ◎   | Δ   | ◎   | 18   | 选    |
|    |             | (2)重新更换合格的声屏障遮板             | Δ    | O   | Δ   | O   | 8    | 不选   |
| 3  | 砂浆水胶比配制不合理  | (1)确定最优配比,使用电子秤称量           | ◎    | ◎   | O   | O   | 16   | 选    |
|    |             | (2)根据施工经验搅拌                 | Δ    | O   | O   | ◎   | 12   | 不选   |

注:◎5分,O3分,Δ1分。

表4 对策表

| 序号 | 要因          | 对策                        | 目标                       | 措施   | 负责人 | 地点 | 完成日期     |
|----|-------------|---------------------------|--------------------------|--|-----|----|----------|
| 1  | 作业队伍不专业     | 对现有队伍加强培训,加大监管力度          | 作业人员熟练度达到90%,考核分数达到90分以上 | (1)确认作业队伍具有合格资质<br>(2)技术人员对施工作业人员进行详细的技术交底,强调技术与质量要求<br>(3)由技术熟练的人员带领施工,并且现场管理人员加大了监管及指挥力度<br>(4)对作业人员进行技能熟练度及交底情况考核 | 吴金尧 | 现场 | 20170420 |
| 2  | 遮板预制差、安装不规范 | 对不合格的遮板进行切割处理,使其达到施工及质量要求 | 相邻遮板顶面高差小于5 mm           | (1)按要求使用4颗调平螺母将钢立柱调平<br>(2)测量准确后,拉线确保钢立柱相应位置在同一平面<br>(3)使用切割机等工具将高于基准线部位切除,确保其符合施工及质量要求                              | 尹志强 | 现场 | 20170420 |
| 3  | 砂浆水胶比配制不合理  | 确定最优配比,使用电子秤称量            | 水胶比为0.15,拌和水与砂浆比误差±1%    | (1)试验室确定最优水胶比,检测砂浆强度<br>(2)技术人员严格进行技术交底<br>(3)定期校正所使用的电子秤<br>(4)现场管理人员做好盯控,严格执行称量程序,做好记录                             | 王洪钉 | 现场 | 20170420 |

(2)技术人员对施工作业人员进行了详细的技术交底,强调了技术与质量要求。

(3)由技术熟练的人员带领施工,并且现场管理人员加大了监管及指挥力度。

(4)对作业人员进行技能熟练度及交底情况考核。

实施结果确认:由“对策一”可以看出,通过对现有队伍加强培训,加大监管力度,作业人员熟练度及技能知识考核均达到90%,消除了因作业队伍不专业带来的不良后果,对策实施效果良好,达到了对策目标。

实施二:对不合格的遮板进行切割处理,达到施工及质量要求。

(1)按要求使用4颗调平螺母将钢立柱调平。

(2)测量准确后,拉线进行微调,确保钢立柱相应位置在同一平面。

(3)复核遮板顶面高程,使用切割机等工具将高于基准线的部位切除,确保其符合施工及质量要求。

实施结果确认:由“对策二”可以看出,通过对不合格的遮板进行切割处理,达到了施工及质

量要求,对策实施效果良好,达到了相邻遮板顶面高差小于 5 mm 的目标。

### 实施三:确定最优配比,使用电子秤称量。

(1) 试验室确定的最优水胶比为 0.15, 检测砂浆强度 2 h  $\geq 20$  MPa, 1d  $\geq 40$  MPa, 28 d  $\geq 50$  MPa。

(2) 技术人员严格进行技术交底。

(3) 使用校正准确的电子秤称量后进行搅拌。

(4) 现场管理人员做好盯控,严格执行称量程序,做好记录。

实施结果确认:由“对策三”可以看出,通过确定最优配比,使用电子秤称量,对策实施效果良好,达到了拌和水与砂浆比误差  $\pm 1\%$  的目标。

## 10 效果检查

(1) 与实施前的现状对比。

QC 小组对 2017 年 5 月至 6 月金属声屏障施工质量进行了检查,共检查 600 点,合格 576 点,合格率为 96%,编制了统计表、调查表(表 5、6)。

表 5 对策实施后金属声屏障安装质量检查统计表

| 序号 | 项目            | 调查点数<br>/点 | 合格<br>/点 | 合格率<br>/% | 备注 |
|----|---------------|------------|----------|-----------|----|
| 1  | 金属吸声板线型       | 100        | 96       | 96        |    |
| 2  | 基座砂浆密实度       | 100        | 97       | 97        |    |
| 3  | 钢立柱镀锌<br>涂层厚度 | 100        | 93       | 93        |    |
| 4  | 相邻金属<br>吸声板错缝 | 100        | 95       | 95        |    |
| 5  | 综合接地系统        | 100        | 97       | 97        |    |
| 6  | 其他            | 100        | 98       | 98        |    |
| 合计 |               | 600        | 576      | 96        |    |

说明:共检测 600 点,合格 576 点,合格率为 96%。

表 6 对策实施后金属声屏障安装质量问题调查表

| 序号 | 项目               | 频数<br>/个 | 频率<br>/% | 累计频率<br>/% |
|----|------------------|----------|----------|------------|
| 1  | 钢立柱镀锌涂层<br>厚度不合格 | 7        | 29.2     | 29.2       |
| 2  | 相邻金属吸声板<br>错缝不合格 | 5        | 20.8     | 50         |
| 3  | 金属吸声板线型不顺直       | 4        | 16.7     | 66.7       |
| 4  | 基座砂浆不密实          | 3        | 12.5     | 79.2       |
| 5  | 综合接地系统不合格        | 3        | 12.5     | 91.7       |
| 6  | 其他               | 2        | 8.3      | 100        |
| 合计 |                  | 24       |          |            |

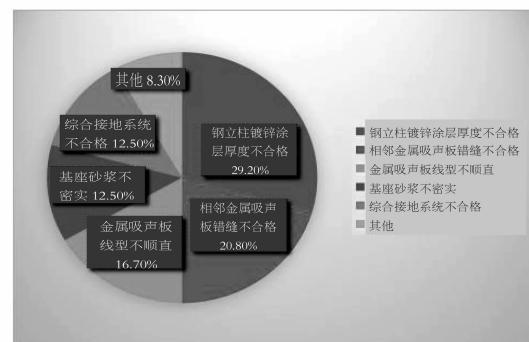


图 4 对策实施后金属声屏障安装质量问题饼分图

从饼分图(图 4)可以看出:“金属吸声板线型不顺直”“基座砂浆不密实”这两个症结已从实施前的“关键的少数”变为实施后的“次要的多数”,说明 QC 小组活动提出的改进措施有效,现状得到了较好的改善。

(2) 与目标对比。

从表 5 可以看出,4~6 月金属声屏障安装合格率达到 96%,高于活动前制定的目标值 95% (图 5)。

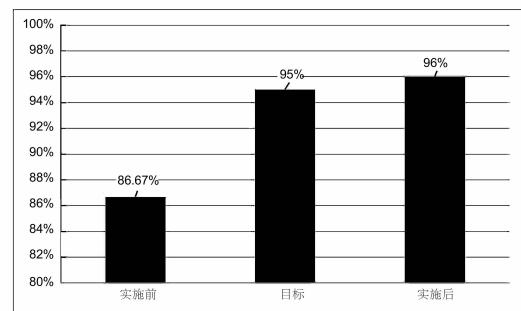


图 5 活动前、后合格率对比柱状图

(3) 取得的效益。

① 经济效益。本标段金属声屏障及防护屏共 15 379.54 m<sup>2</sup>, QC 小组活动前合格率为 86.67%, QC 小组活动后合格率为 96%,返工率由 13.33% 降为 4%。

活动前:  $15\ 379.54 \times 86.67\% = 13\ 328.98\text{ (m}^2\text{)}$

活动后:  $15\ 379.54 \times 96\% = 14\ 764.36\text{ (m}^2\text{)}$

提高程度:  $15\ 379.54 \times (13.33\% - 4\%)$

$$= 1\ 434.91\text{ (m}^2\text{)}$$

每  $m^2$  金属声屏障预算为 55 元,  
合计节约成本:  $1\ 434.91 \times 55 = 78\ 920.05$  (元)

②社会效益。通过本次 QC 小组活动的开展,插板式金属声屏障安装质量得到了极大的提高,施工质量得到了监理、业主等上级单位的一致认可,声屏障施工工期较计划提前了 3 d,保质保量地完成了施工任务,为单位工程验收、工务工程静态验收提供了保障。

## 11 制定巩固措施

为了巩固已取得的成果,QC 小组将经检验有效的对策措施进行了整理和总结,编制了《插板式金属声屏障施工作业指导书》,经项目总工程师批准,于 2017 年 6 月发布实施。

QC 小组成员每周进行检查,工程后续施工严格按照《插板式金属声屏障施工作业指导书》要求执行,并且项目部施工员、质检员对施工过程实施连续监控,确保插板式金属声屏障安装质量达标(图 6)。

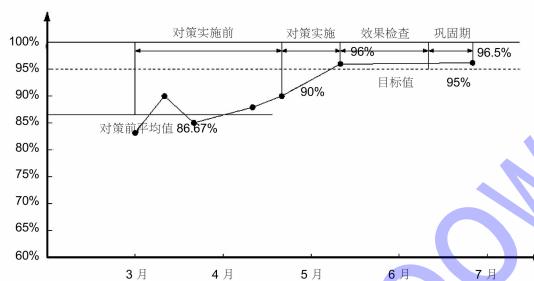


图 6 金属声屏障 3~6 月安装合格率折线图

## 12 结语

### (1) 专业技术总结。

通过开展活动,QC 小组熟练掌握了金属声屏障施工工艺及方法,有效控制了金属声屏障的合格率,降低了施工成本,完成了主要误差优化目标,在铁路桥梁金属声屏障施工工艺技术方面取得了很大的进步,对于提高工程质量、加强现场管理等方面具有积极的作用。

### (2) 管理技术总结。

针对金属声屏障的施工与管理应用、金属声屏障安装质量标准控制,为后续同类施工奠定了基础。QC 小组成员分析问题时,做到了一环紧扣一环,具有逻辑性;做到了深入施工现场调查取证,以客观事实为依据,用数据说话;能恰当、准确地应用统计图表归纳问题、发现问题和分析问题。

### (3) QC 小组综合素质评价。

通过开展活动,QC 小组成员在团队协作精神、进取精神、质量意识、QC 工具运用技巧、工作热情和干劲、改进意识方面均有较大程度地提高。

铁路插板式金属声屏障是一项外观质量及运用安全系数要求非常高的工程,其施工质量的好坏直接影响到后期列车营运安全及周边居民生活质量。项目部在探索研究施工工艺的过程中,始终坚持高水平、严要求、讲科学的态度,实事求是地不断强化施工管理水平,既方便了施工,也保证了工程质量,确保了日后铁路运营的安全。

### 作者简介:

王洪钉(1990-),男,四川广元人,助理工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作;  
宁 博(1990-),男,辽宁盘锦人,助理工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

## 世界第一高混凝土面板坝——

### 新疆大石峡水利枢纽工程开工建设

2017 年 12 月 19 日,世界第一高混凝土面板坝——大石峡水利枢纽工程在阿克苏河上正式开工建设,相当于在河底扶摇直上建造起一座 80 多层高的巨型建筑物,标志着中国水利建设史上面板坝设计、建设和管理水平站到了 250 米级的国际领先水平。

大石峡水利枢纽工程位于新疆塔里木河流域阿克苏地区,是国务院确定的 172 项节水供水重大水利工程之一。水库总库容 11.74 亿立方米,装机 75 万千瓦;主坝为混凝土面板砂砾石坝,最大坝高 247 米;工程估算总投资 89.88 亿元,总工期 102 个月。工程建成后,多年平均向塔里木河干流生态供水 30.4 亿立方米,缓解阿克苏河灌区春旱缺水状况,减轻阿克苏河流域防洪负担,提供区域经济社会发展电力供给,对维护阿克苏地区的社会稳定和长治久安具有重要意义。