



2019 年 QC 小组活动成果

提高特种钢组合箱梁拼装焊缝一次合格率



通号工程局集团建设工程有限公司

延吉项目 QC 小组

二〇一八年十二月

目 录

一、工程概况.....	1
二、小组概况.....	2
三、选择课题.....	3
四、目标值设定.....	4
五、目标可行性分析.....	4
六、原因分析.....	9
七、要因确认.....	11
八、对策制定.....	21
九、对策实施.....	23
十、效果检查.....	27
十一、巩固措施.....	30
十二、总结回顾及下步打算.....	32

提高特种钢组合箱梁拼装焊缝一次合格率

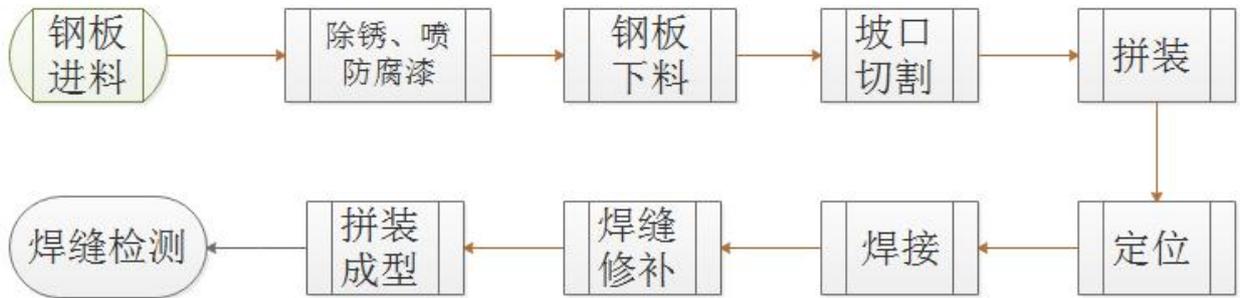
通号工程局集团建设工程有限公司延吉项目质量管理小组

一、工程概况

海兰河大桥位于延吉市旅游景区，是延吉市第一座真正意义上的钢箱梁斜拉桥，桥梁全长 620m。主桥采用花瓣形主塔双索面斜拉桥，支撑体系，单箱四室钢主梁，钢筋混凝土主塔，主桥长 260m。两侧引桥各长 180m，由两联 3×30m 预应力钢筋混凝土现浇箱梁组成。

根据主桥钢箱梁的结构形式，现场制作分为 91 段，通过焊接形成整体。全桥采用 Q345qE 高强度钢板材料。在施工过程中，焊缝的质量直接影响到整个钢箱梁主桥的结构整体性，因此如何控制钢箱梁焊缝焊接质量成为项目控制的重中之重。

钢箱梁焊接工艺流程：



制图人：张明武

时间：2018-3-20

1



钢板进场

2



钢板除锈

3



钢板喷防腐漆

4



坡口切割

5



钢板拼装

6



钢板定位



7 焊接 (CO₂气体保护焊打底)



8 焊接 (埋弧自动焊盖面)



9 焊缝修补 (碳刨清理不合格焊缝)



10 拼装成型



11 焊缝检测



12 成型焊缝

二、小组概况

表 2-1 小组简介

小组名称	延吉项目 QC 小组							
建组时间	2018.3	活动时间	2018.3.2-2018.8.31	小组注册号	CRSCE-JSGSJLFGS-YJXMB			
组长	周浪	小组类型	现场型	课题注册号	CRSCE-JSGSJLFGS-YJXMB-TZGZHXPZHF			
小组注册时间	2018.3	课题名称	提高特种钢组合箱梁拼装焊缝一次合格率					
成员概况	由项目部主要技术质量管理人员组成,共 8 名成员,平均年龄 33 岁,大部分为大学本科学历;其中工程师 4 人,助理工程师 2 人,成员年轻充满活力,并且敢于突破创新发展。每人均受 QC 培训时间为 48 小时,出勤率 96%,且具有 QC 小组活动获奖经历。							
序号	姓名	年龄	性别	学历	职务	职称	组内职务	组内分工
1	周浪	31	男	本科	总工	工程师	组长	设定目标、制定对策
2	战祥林	47	男	本科	项目经理	工程师	组员	课题选定
3	王克强	31	男	本科	副经理	工程师	组员	现场调查、巩固措施
4	李信	36	男	本科	质检员	助理工程师	组员	原因分析
5	张明武	24	男	本科	测量员	助理工程师	组员	要因确认
6	陈持旭	29	男	本科	施工员	工程师	组员	对策实施
7	杨杰	38	男	中专	施工员	高级技师	组员	效果检查
8	胡思明	27	男	高中	技术员	技师	组员	总结、成果整理

制表人: 张明武

时间: 2018-3-20



表 2-2 QC 活动计划表

时间 \ 项目	2018 年					
	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
选择课题	■					
目标值设定		■				
目标可行性分析		■				
原因分析		■				
要因确认		■				
制定对策			■			
实施对策			■			
效果检查				■		
巩固措施				■	■	
总结和下一步打算						■

制表人：张明武

制表时间：2018-3-20

三、选择课题

1、公司要求：公司要求特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率 95%以上。

2、按照规范及公司要求，现场对 3 个试验节段箱梁进行了钢板拼装工艺性试验，QC 小组成员李信对试验过程中特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率进行了调查，调查结果如下：

表 3-1 特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率

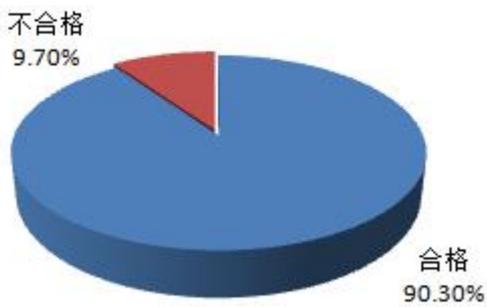
检查项目	验收点数	合格点数	不合格点数	平均检测合格率
试验箱梁 1	200	183	17	91.5%
试验箱梁 2	200	179	21	89.5%
试验箱梁 3	200	180	20	90%
合计	600	542	58	90.3%

制表人：李信

制表时间：2018-3-21

我们根据表 3-1 中的数据，绘制了试验焊接安装 3 个批次箱梁各种焊口合格率的饼分图；从图中可以

看出合格率呈现下滑趋势。



制图人：李信

制图时间：2018-3-22

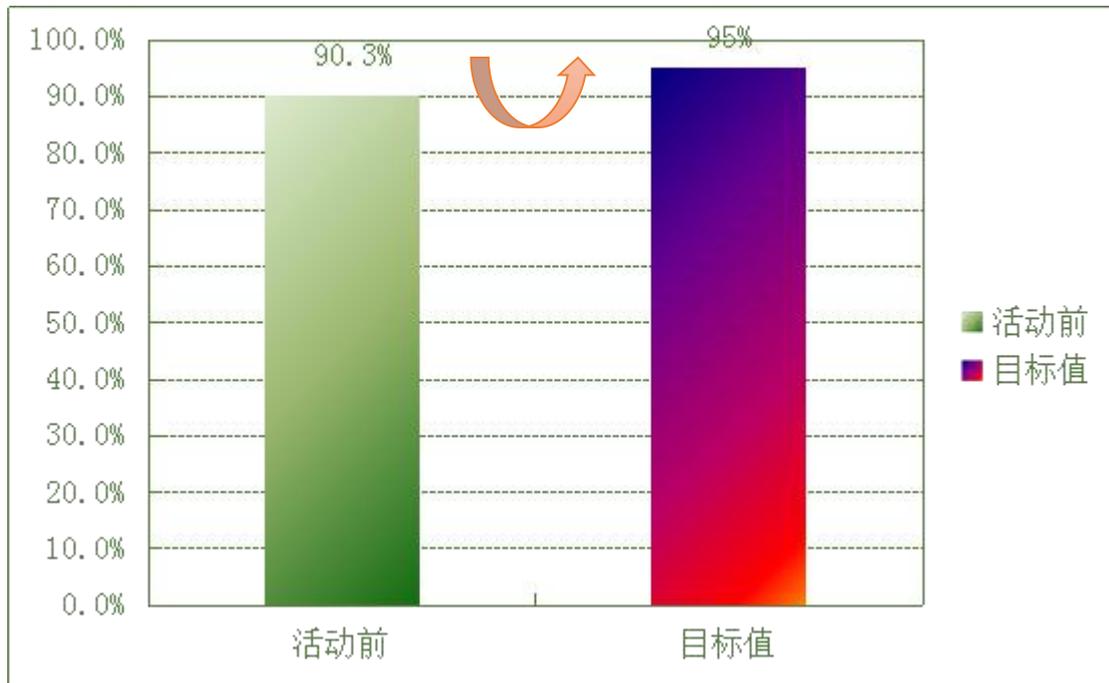
试验段工艺性实验

结论：试验段特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率仅达到 90.3%，达不到公司的要求。

选定课题：提高特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率

四、目标值设定

以公司要求作为小组的活动目标，将特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率由 90.3%提高至 95%以上。



制图人：张明武

制图时间：2018-3-28

五、目标可行性分析

5.1 与同行业单位对比

2018年4月6日~8日期间，小组成员陈持旭对同行业单位天津市政第四公司施工的海兰湖大桥钢箱梁施工过程中，钢箱梁拼装焊缝一次检测合格率进行了调查，统计如下：

表 5-1 天津市政第四公司钢箱梁拼装焊缝一次检测合格率调查表

检查项目	验收点数	合格点数	不合格点数	平均检测合格率
钢箱梁拼装焊缝一次检测合格率	570	550	20	96.4%

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

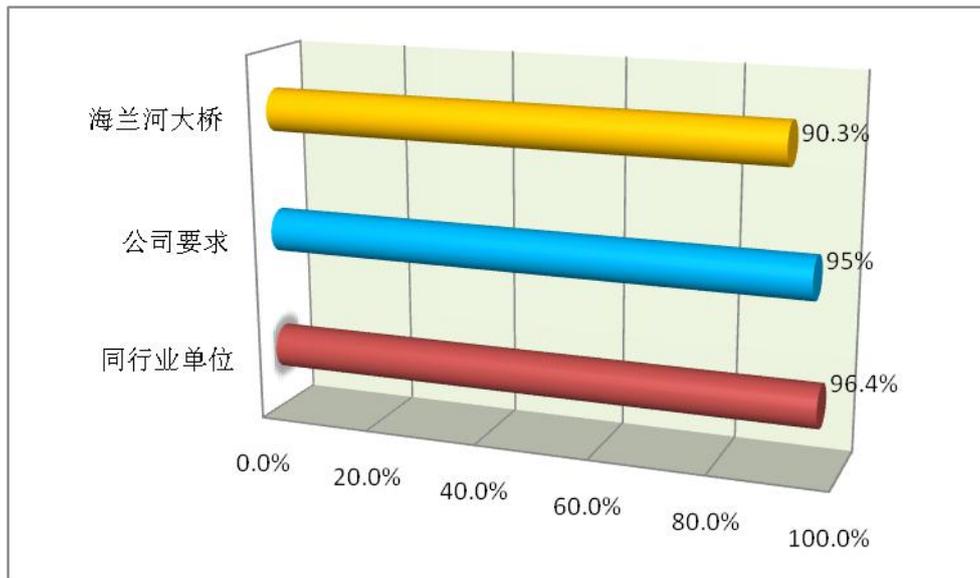


图 5-1 天津市政第四公司钢箱梁拼装焊缝一次检测合格率条形图

制图人：张明武

制图时间：2018-4-10

结论：从条形图中可以看出，在天津市政第四公司海兰湖大桥钢箱梁拼装焊接施工过程中，特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率已经达到 96.4%，达到了公司要求。

5.2 主要症结分析

为进一步把握问题现状，小组成员对影响特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率的主要问题进行了归纳整理，对阐述选题理由时所收集的数据具体分层分析，在试验段工艺性实验过程中，共由 3 个班组进行了施工，每个班组施工了一段，每个班组特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率调查结构如下：

表 5-2 各班组特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率调查表

检查项目	验收点数	合格点数	不合格点数	平均检测合格率
班组 1	200	183	17	91.5%
班组 2	200	179	21	89.5%
班组 3	200	180	20	90%
合计	600	542	58	90.3%

制表人：李信

制表时间：2018-4-9

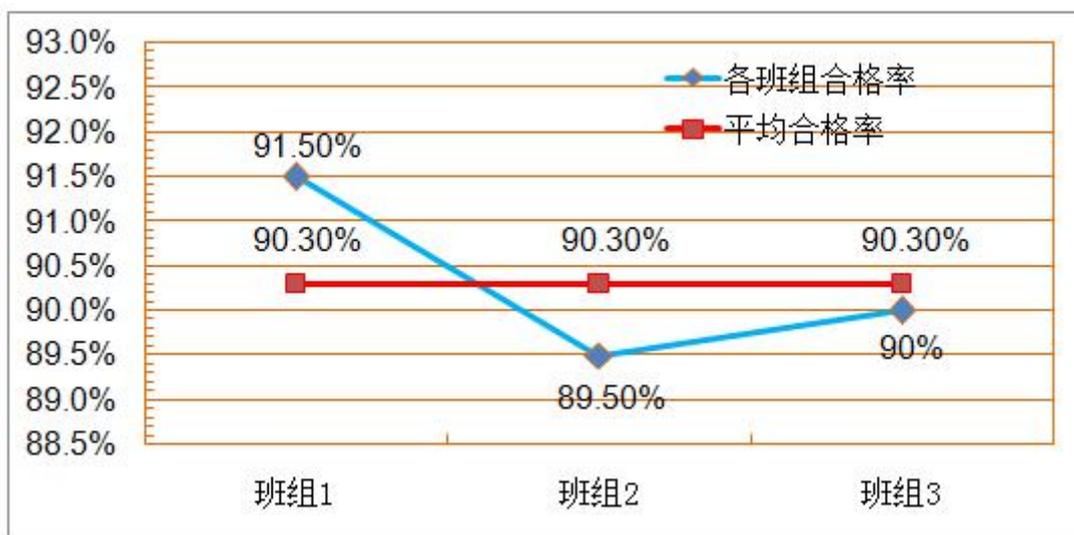


图 5-2 各班组特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率折线图

制图人：李信

制图时间：2018-4-9

从对比折线图可以看出，各班组箱梁拼装焊缝一次检测合格率差异不大。

根据白天上下两班工作时间不同，我们继续对箱梁拼装焊缝一检测合格率调查结果如下：

表 5-3 不同施工时间段内特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率调查表

施工时段	验收点数	合格点数	不合格点数	平均检测合格率
7:00 至 11:30	290	265	25	91.3%
13:30 至 18:00	310	277	33	89.3%
合计	600	542	58	90.3%

制表人：李信

制表时间：2018-4-10

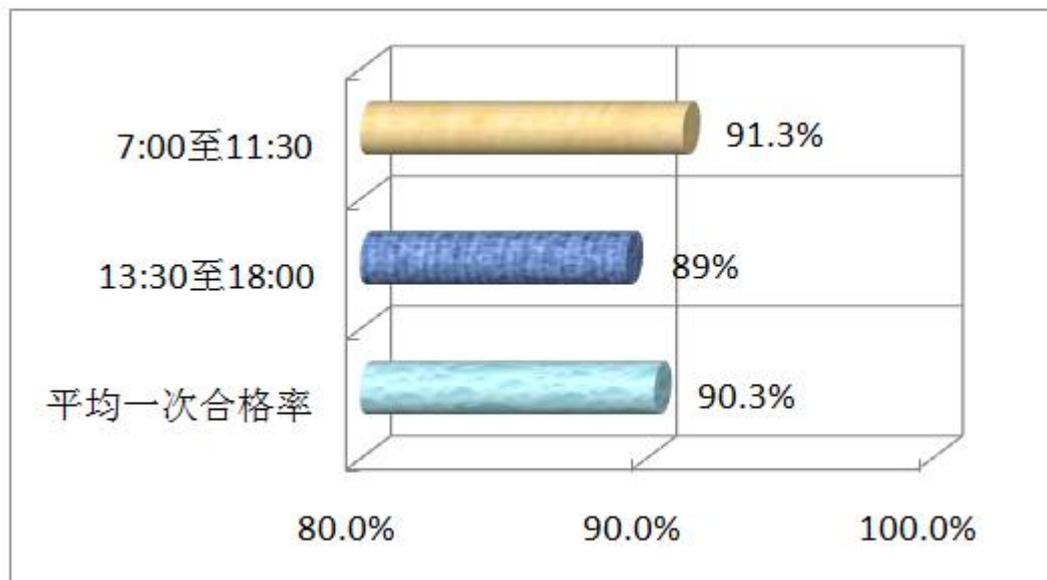


图 5-3 不同施工时间段内特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率对比条形图

制图人：李信

制图时间：2018-4-10

从对比条形图可以看出，不同施工时间内特种钢组合箱梁拼装焊缝一次合格率无明显差异。根据重点施工工序出现的问题，QC 小组成员杨杰进行统计，调查结果如下：

表 5-4 重点施工工序出现问题调查数据统计表

施工项目	钢板下料偏差	钢板坡口制备偏差	钢板吊装变形	拼装定位偏差	钢板焊接质量差	合计
班组 1	0	1	0	2	17	20
班组 2	1	2	2	1	21	27
班组 3	0	1	1	1	20	23
合计	1	4	3	4	58	70

制表人：李信

制表时间：2018-4-10

根据重点施工工序问题的出现的次数，进行重点施工工序问题分部统计：

表 5-5 重点施工工序问题分部统计表

序号	项目	重点施工工序问题	占比 (%)	累计频率 (%)
1	钢板焊接质量差	58	82.9	82.9
2	拼装定位偏差	4	5.7	88.6
3	钢板坡口制备偏差	4	5.7	94.3
4	钢板吊装变形	3	4.3	98.6
5	钢板下料偏差	1	1.4	100
合计		70	100	

制图人：李信

制图时间：2018-4-10

根据统计表，绘制出了排列图：

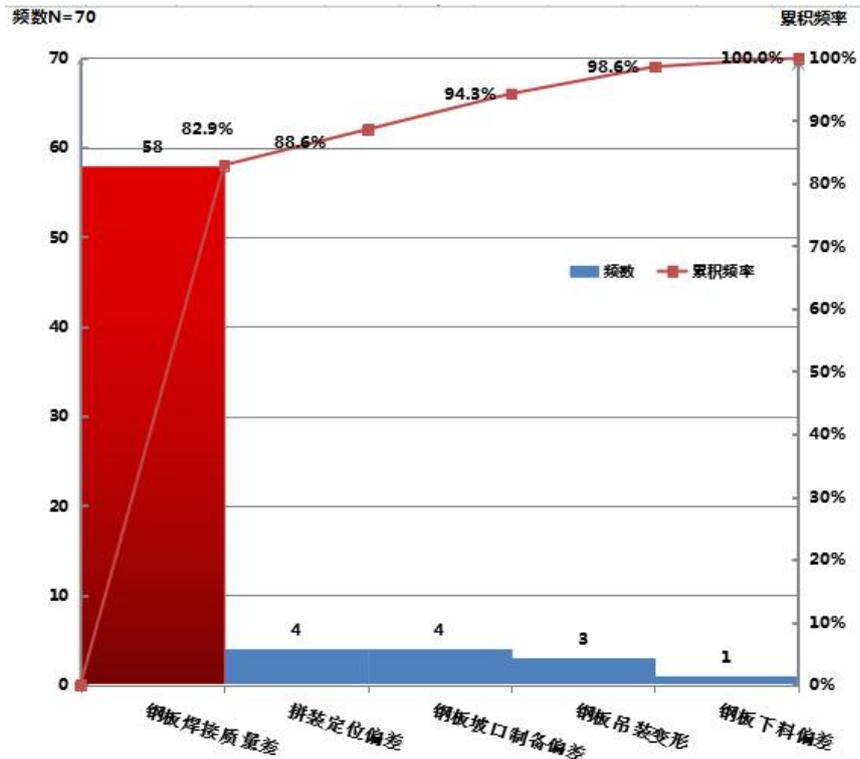


图 5-4 重点施工工序问题分部排列图

制图人：陈持旭

制图时间：2018-4-10

从排列图可以明显看出，“钢板焊接质量差”共发生 58 次，占比 82.9%。

QC 小组成员李信对 58 次“钢板焊接质量差”的主要问题进行分析，共总结归纳出 162 次问题，均会导致“钢板焊接质量差”，现场统计及分析结果如下：

表 5-6 导致“钢板焊接质量差”主要问题现场统计表

缺陷	未焊透	未融合	有夹渣气孔	表面成型不好	其他	合计
班组 1	23	10	4	4	1	42
班组 2	29	14	6	4	1	54
班组 3	37	15	7	6	1	66
累计	89	39	17	14	3	162

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

表 5-7 箱梁焊接焊口不合格缺陷排列图分类统计表

序号	缺陷	频数	累积频数	累积频率
1	未焊透	89	89	57%
2	未融合	39	128	79%
3	有夹渣气孔	17	145	90%
4	表面成型不好	14	159	98%
5	其他	3	162	100%

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

根据统计表，绘制出排列图：

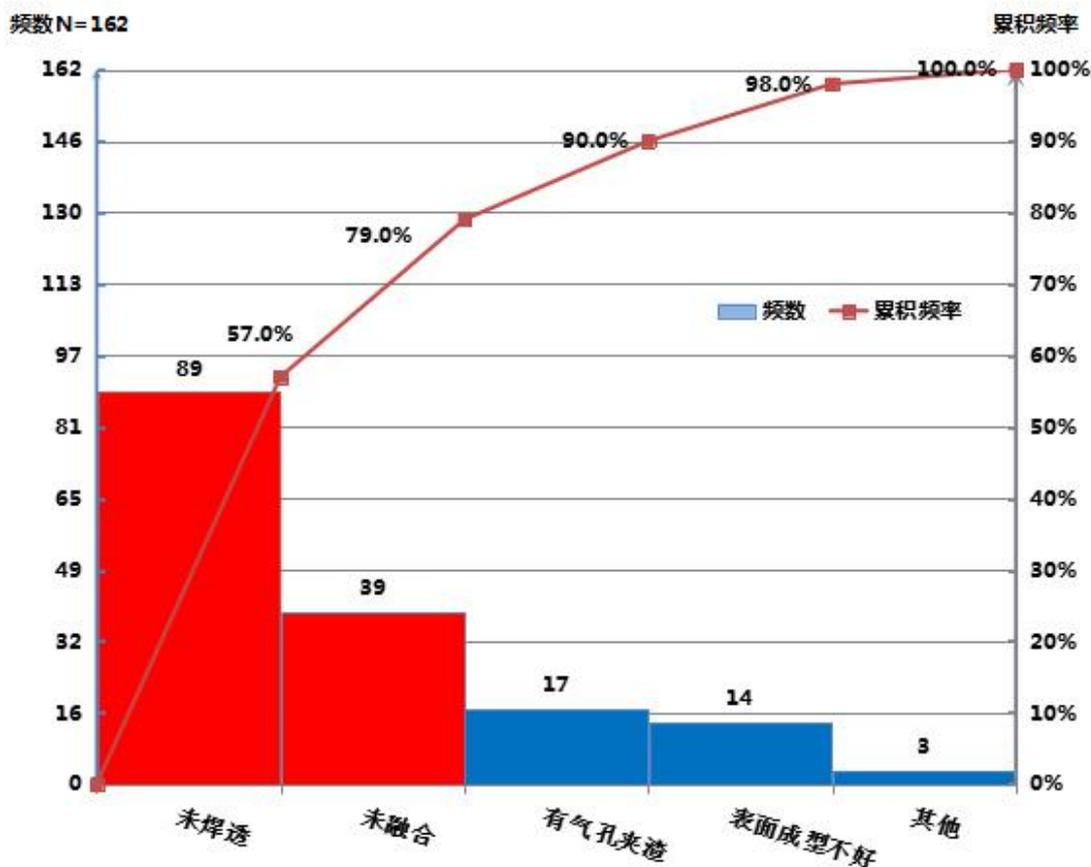


图 5-5 箱梁焊接焊口不合格排列图

制图人：张明武

制图时间：2018-4-10

结论：通过排列图可以看出：“钢板焊接质量差”主要问题中，“未焊透”和“未融合”影响程度达到79%，是特种钢组合箱梁钢板拼装焊缝一次检测合格率的主要症结所在。

关键症结：“未焊透”和“未融合”

5.3 目标值可行性分析

通过分析前期“同行业单位水平对比”时所收集的数据，对天津市政第四公司海兰湖大桥钢箱梁拼装焊缝质量差主要问题中，“未焊透”和“未融合”所占比例进行统计，具体调查统计结果如下表：

表 5-8 天津市政第四公司海兰湖大桥钢箱梁重点工序出现问题调查数据统计表

施工项目	钢板下料偏差	钢板坡口制备偏差	钢板吊装变形	拼装定位偏差	钢板焊接质量差
出现问题次数	2	1	1	2	20

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

表 5-9 天津市政第 4 公司钢箱梁施工导致“钢板焊接质量差”主要问题现场统计表

缺陷	未焊透	未融合	有夹渣气孔	表面成型不好	其他	合计
班组 1	0	1	2	4	3	10
班组 2	1	1	6	4	5	17
班组 3	2	2	4	6	6	20
累计	3	4	12	14	14	47

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

表 5-10 箱梁焊接焊口不合格缺陷排列图分类统计表

序号	缺陷	频数	占比	累积频率
1	表面成型不好	14	29.8%	29.8%
2	其他	14	29.8%	59.6%
3	有夹渣气孔	12	25.5%	85.1%
4	未融合	4	8.5%	93.6%
5	未焊透	3	6.4%	100%
合计		47	100%	

制表人：张明武

制表时间：2018-4-10

从统计表中可以明显看出，天津市政第四公司海兰湖大桥钢箱梁施工出现的“未焊透”、“未融合”所占比例为 14.9%，海兰河大桥钢箱梁质量问题的关键症结与海兰湖大桥的差值占比为 $(79\% - 14.9\%) / 79\% = 81.14\%$ 。

根据占比结果，小组成员认为能够解决主要症结的 75%，那么可提高 $(100 - 90.3) \% * 75\% * 79\% = 96.04\% > 95\%$ ，由理论计算是可行的。

结论：综合上述，我们小组成员一致认为将特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率由 90.3% 提高到 95% 以上是完全可行的。

六、原因分析

项目 QC 小组利用头脑风暴法，集思广益，对关键症结“未焊透”和“未融合”的主要问题进行了认真细致的分析，整理出 10 条末端因素，绘关联图如下图 6-1 所示：

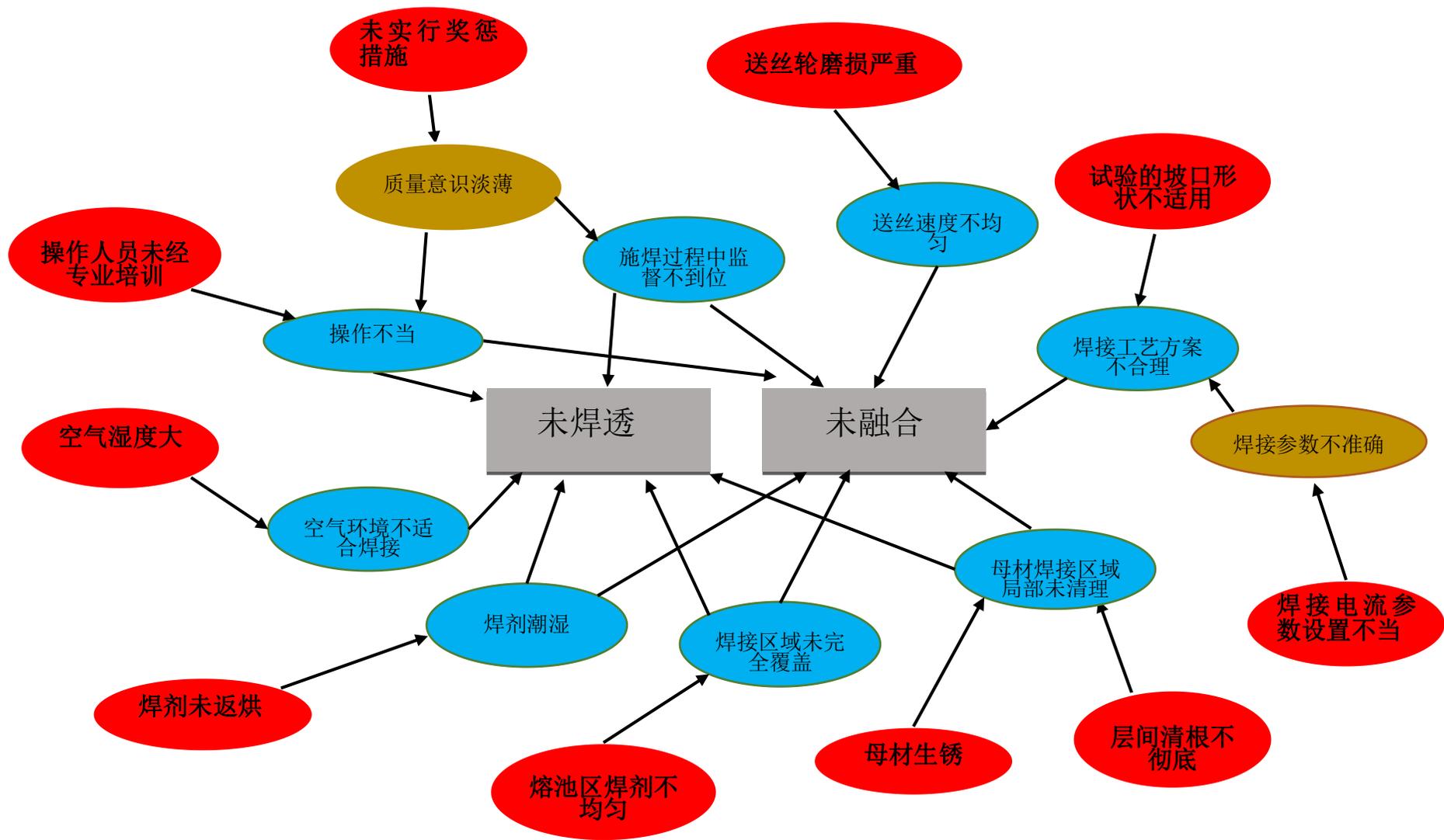


图 6-1 未焊透和未融合原因分析关联图

制图人：张明武

制图时间：2018-4-20

从关联图中可以看出，影响“未焊透”和“未融合”的末端因素共有10个，分别是：

- | | |
|--------------|----------------|
| 1、操作人员未经专业培训 | 2、专职质检员跟踪检查不到位 |
| 3、送丝轮磨损严重 | 4、焊剂未返烘 |
| 5、母材生锈 | 6、空气湿度大 |
| 7、焊接电流参数设置不当 | 8、焊接区焊剂不均匀 |
| 9、试验的坡口形状不适用 | 10、层间清根不彻底 |

七、要因确认

小组成员对这些相关因素进行逐条确认，查找分析主要因素。

(一) 首先编制了要因确认计划表：

要因确认计划表

序号	末端因素	确认内容	确认方法	影响程度判别标准	负责人	完成日期
1	操作人员未经专业培训	操作人员是否全部培训且成绩是否合格	调查分析	现场人员操作技能培训率 100%，理论实践分数全部合格以上。	李信	2018. 04. 27
2	未实行奖惩措施	是否有奖惩制度，是否实施奖励及处罚	调查分析	有完善的奖罚制度，有奖罚台账，责任落实到人。	陈持旭	2018. 04. 30
3	送丝轮磨损严重	送丝轮是否及时维修保养或更换	调查分析	焊机送丝正常、运行良好。	杨杰	2018. 04. 29
4	焊剂未返烘	焊剂是否及时进行返烘	试验验证	焊剂使用间隔 4 小时后，需进行返烘。	胡思明	2018. 05. 01
5	母材生锈	母材是否生锈	调查分析	板材坡口及要求范围内打磨干净，无锈迹。	杨杰	2018. 05. 04
6	空气湿度大	空气湿度是否大	调查分析	加工场地空气湿度小于 90%。	张明武	2018. 05. 02
7	焊接电流参数设置不当	焊接电流参数是否设置不当	试验验证	焊接电流参数 400A~700A。	李信	2018. 04. 26
8	焊接区焊剂不均匀	焊接区焊剂是否不均匀	调查分析	焊剂层的厚度严格控制在 25-40mm 范围内	陈持旭	2018. 04. 28
9	试验坡口形状不适用	试验坡口形状是否不适用	试验验证	选取的坡口形状，焊接后焊缝是否焊透且融合。	杨杰	2018. 04. 30
10	层间清根不彻底	层间清根是否不彻底	调查分析	中间层清理彻底，无残留焊渣。	李信	2018. 05. 03

制表人：张明武

制表时间：2018 年 04 月 21 日

(二) 其次按计划表逐条确认要因：

确认一

末端因素	操作人员未经专业培训		
确认方法	调查分析	影响程度	培训合格率<90%，则影响大；90%<培训合格率<100%，则有影响；培训合格率100%，则无影响。
确认标准	现场人员操作技能培训率100%，理论实践分数全部合格以上。		
确认时间	2018.4.27	确认负责人	李信

2018年4月27日，QC小组成员李信经查验资料，对于钢箱梁施工，项目部高度重视，施工前组织全体施工人员进行责任心教育，并签订了施工质量和安全责任书。同时通过查阅培训记录发现：在开工前，项目部组织所有施工人员进行《海兰河大桥箱梁焊接》培训班，平均学时为8小时。



焊工合格证



焊接理论培训



焊接实践培训

随后，又对已经培训各班组的26个焊工的实践培训考试成绩进行了统计，见统计表。

表 7-1 培训考核统计表

考核项目	优（90分以上）	良（80—90分）	合格（70—80分）	不合格（70分以下）
焊接施工实践技术	19	4	3	0
占比	73.08%	15.38%	11.54%	0%

制表人：李信

制表时间：2018年04月27日

根据考核结果统计，绘制了交底考核结果饼分图。



图 7-1 交底考核结果饼分图

制表人：李信

制表时间：2018年04月21日

从图中可以看出，施工人员对焊接施工技术掌握合格率100%，同时优良率达到了88.46%。

对关键症结影响程度分析：根据调查结果，2018年4月27日，小组成员李信对钢箱梁焊接施工班组随机抽取11人进行二次考核，考核结果如下表：

表 7-2 二次考核成绩调查表

考核项目	优 (90 分以上)	良 (80—90 分)	合格 (70—80 分)	不合格 (70 分以下)
焊接施工实践技术	8	3	0	0
占比	72.73%	27.27%	0%	0%

制表人：李信

制表时间：2018年4月27日

根据第二次考核统计表可以看出，焊接施工实践作业人员考核合格率达到100%，同时焊接施工实践项目考核优秀率达到72.73%，仅3人考核良好，对症结影响很小。

结论：“操作人员未经专业培训”不是主要原因

确认二

末端因素	未实行奖惩措施		
确认方法	调查分析	影响程度	未实行奖惩制度，则影响大； 有奖惩制度，但没有执行，则有影响； 有奖惩制度且严格执行，则无影响。
确认标准	有完善的奖罚制度，有奖罚台账，责任落实到人。		
确认时间	2018.4.30	确认负责人	陈持旭

实施经过：2018年4月27日，QC小组成员陈持旭对项目部的奖罚措施情况进行调查。经调查发现，项目经理部已在钢箱梁开工之前就制定了项目经理部质量管理办法并下发，制度中规定了奖惩措施。如图：

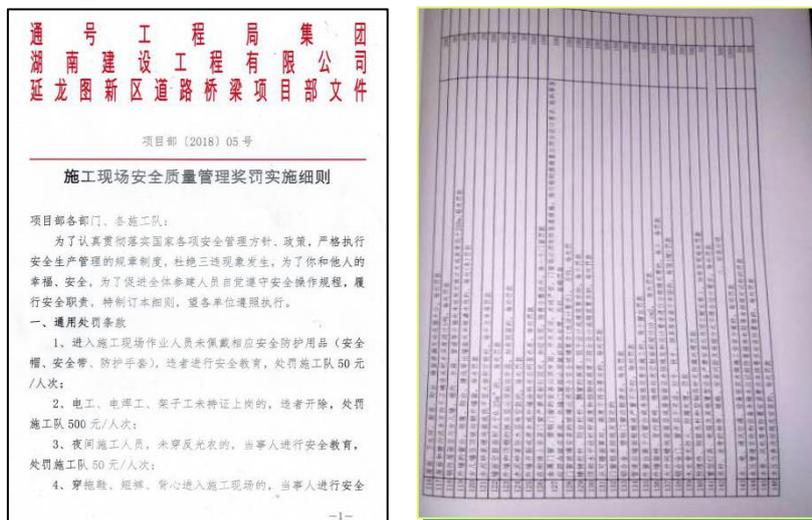


图 7-2 项目质量办法及奖惩措施

2018年4月30日，小组成员陈持旭又对项目经理部的奖罚措施执行情况进行了调查，发现项目部在4月1日--4月30日期间，对发生的质量问题均进行了奖惩，执行到位。如图：

质量奖惩记录		质量奖惩记录	
1	B3-18-08-25	钢箱梁焊缝层间未清理干净	200
2	B3-18-08-27	钢结构拼组钢板接口杂物未清理干净	500
3	B3-18-09-05	定位钢板焊接不牢固	500
4	B3-18-09-08	钢箱梁拼装有偏差	200
5	B3-18-09-10	现浇箱梁第二段底板有蜂窝麻面	300
6	B3-18-09-14	第三联箱梁翼缘板突出部位未进行打磨	500
7	B3-18-09-16	钢箱梁钢板切割有偏差	200
8	B3-18-09-18	钢箱梁第二段底板不平	300
9	B3-18-09-22	焊剂受潮未返烘	200
10	B3-18-09-23	钢板喷涂油漆不到位, 厚度不足	500
11	B3-18-09-25	钢板焊缝有(4处)有气孔	400
12	B3-18-09-28	第三联箱梁翼缘板突出部位未进行打磨	200
13	B3-18-09-29	钢箱梁钢板切割有偏差	200
14	B3-18-09-30	钢箱梁第二段底板不平	200
15	B3-18-10-04	焊剂受潮未返烘	200
16	B3-18-10-10	钢板喷涂油漆不到位, 厚度不足	200
17	B3-18-10-15	钢板焊缝有(4处)有气孔	200
18	B3-18-10-20	第三联箱梁翼缘板突出部位未进行打磨	500
19	B3-18-10-22	钢箱梁钢板切割有偏差	500
20	B3-18-10-27	钢箱梁第二段底板不平	200
21	B3-18-11-04	钢箱梁U肋搭接部位焊接质量不行	200
22	B3-18-11-08	钢箱梁吊梁位置, 吊耳焊接长度不够	500
23	B3-18-11-15	桥台背墙顶浆填筑度不符合要求	200

图 7-3 项目质量奖惩台账

随后, 小组成员陈持旭继续检查及调查现场工人进行对奖惩制度的了解情况。

表 7-3 奖惩制度抽检统计表

抽检现场施工人员数量	是否了解质量奖惩制度		是否能起到约束作用	
	了解	不清楚	能	否
23	23	0	23	0

制表人: 陈持旭

制表时间: 2018年4月30日

对关键症结影响程度的分析: 通过以上调查结果, 小组认为“没有奖惩措施”对关键症结影响程度较小, 不是主要原因。

结论: “未实行奖惩措施”非要因。

确认三

末端因素		送丝轮磨损严重	
确认方法	调查分析	影响程度	送丝轮磨损严重的情况下运行, 则影响大; 送丝轮磨损严重的情况下及时进行维修、更换运行, 则无影响;
确认标准	焊机送丝正常、运行良好		
确认时间	2018. 4. 29	确认负责人	杨杰

【实施经过】: 2018年4月25日~4月29日, 由小组成员杨杰对4月份钢箱梁加工厂6台埋弧自动焊机和21台二氧化碳保护焊机进行了检查, 送丝轮是否存在维修保养不及时或更换进行调查。

我们查阅了4月份的设备维修记录, 总共有两次维修记录。从记录中可以看出, 我们经常对该设备进行保养维护, 送丝轮经过长期使用确实已经磨损, 但我们及时进行了更换, 在整个4月份生产过程中仅更换送丝轮前的两条焊接型钢出现了问题, 但也及时进行了维修。



埋弧焊机维修保养记录



送丝机性能良好

由调查可以看出，焊接施工中没有出现因埋弧焊机、送丝机故障引起的焊接质量问题。对症结的影响极小。

结论：“送丝轮磨损严重”非要因。

确认四

末端因素	焊剂未返烘		
确认方法	调查分析	影响程度	受潮的焊剂没有返烘，则影响大； 受潮的焊剂有部分返烘，则有影响； 受潮的焊剂全部返烘，则影响极小。
确认标准	GB50661-2011 钢结构焊接规范及技术交底规定：焊剂使用间隔 4 小时后，需进行返烘。		
确认时间	2018. 5. 1	确认负责人	胡思明

【实施经过】：2018年4月28日~5月1日，由胡思明对施工现场潮湿焊剂是否进行返烘进行调查。经调查发现，施工作业人员没有按照的技术交底对潮湿焊缝进行返烘，只进行了简单的晾干处理，记录缺少。



然后，小组成员张明武对用潮湿焊剂进行焊接的钢板焊缝进行了试验，检测三个试件箱梁各 20 个点，统计结果如下：

表 7-4 用潮湿焊剂进行焊接的钢板焊缝验收统计表

项目	验收点数	合格点数	合格率	平均合格率
试件箱梁一	20	5	25%	38.3%
试件箱梁二	20	6	30%	
试件箱梁三	20	12	60%	
合计	60	23	38.3%	

制表人：张明武

制表时间：2018年5月1日



根据焊缝验收统计表，绘制了折线图。

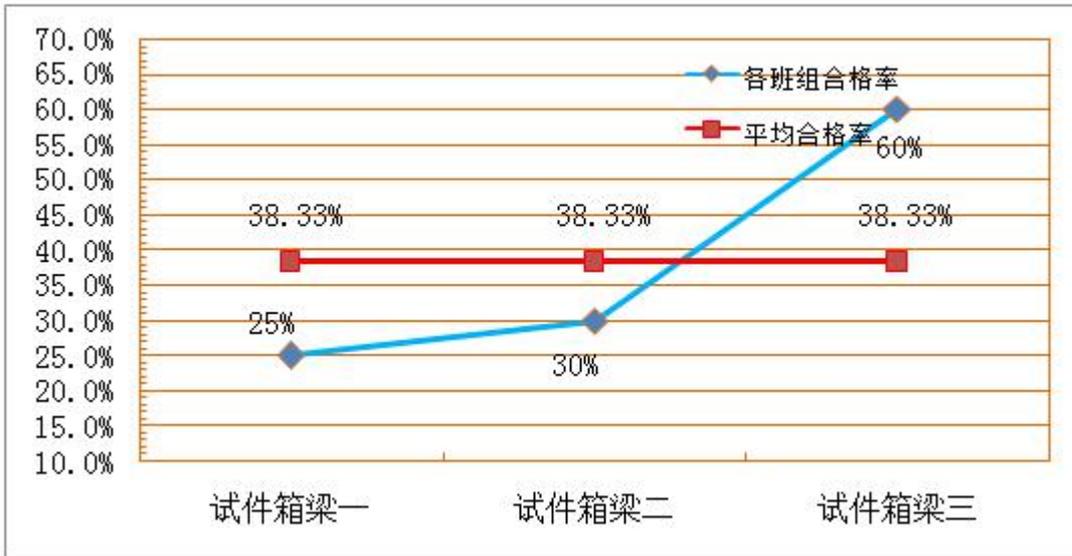


图 7-4 用潮湿焊剂进行焊接的钢板焊缝验收统计折线图

【对关键症结影响程度分析】：

通过上表可以看出，用潮湿焊剂进行焊接的钢板焊缝三个箱梁各检测20个点，共有39个点不合格，平均合格率只有38.3%，对症结影响大。

结论：“焊剂未返烘”是主要原因

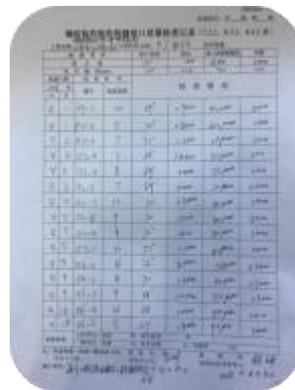
确认五

末端因素		母材生锈	
确认方法	调查分析	影响程度	母材生锈没有清理，则影响大； 母材生锈清理不到位，则有影响； 母材生锈清理干净、到位，则无影响
确认标准	板材坡口及要求范围内打磨干净，无锈迹		
确认时间	2018.5.4	确认负责人	杨杰

【实施经过】：2018年5月1日~5月4日，由杨杰对施工现场焊丝及进场钢板是否存在生锈进行调查。经过我们现场调查，生产现场所有焊丝均为从焊材库中领出的密封包装的焊丝，焊丝表面洁净、无锈蚀，板材坡口及要求范围内打磨干净，无油污、锈迹等符合工艺要求，均符合焊接要求。



焊丝检查记录



坡口检查记录



焊丝表面无污染



坡口角度打磨干净

【对症结的影响程度分析】根据调查结果，QC小组成员张明武对现场加工的母材进行了检查，检查结果如下：

表 7-5 母材生锈抽查统计表

材料	抽查次数	是否有锈		是否有油污		是否有杂质	
		是	否	是	否	是	否
焊丝	3	3	0	3	0	3	0
母材	7	7	0	7	0	6	1

制表人：张明武

制表时间：2018年5月4日

从抽查结果可以看出，随机抽查的焊丝和母材均极少发现铁锈、油污、杂质等情况，对症结影响极小。

结论：“母材生锈”是非要因

确认六

末端因素	空气湿度大		
确认方法	调查分析	影响程度	空气湿度大，则影响大； 空气湿度小，则影响小
确认标准	GB50661-2011 钢结构焊接规范规定：加工场地空气湿度小于 90%。		
确认时间	2018. 5. 2	确认负责人	张明武

【实施经过】：

延吉市地处北方，地理位置就决定了该地区气候常年干燥。为了用事实做依据，小组成员张明武对4月份延吉市的天气进行了调查，发现阴雨天气很少，并且加工场地通风性良好，焊机处于干燥位置。

【对症结的影响程度分析】：小组成员张明武对4月份天气湿度情况进行了统计，如下图所示：

表 7-6 天气情况调查统计表

日期	天气	温度	相对湿度	风力
2018年4月16日	晴/多云	21℃/3℃	38%	东风<3级
2018年4月17日	多云	21℃/3℃	39%	西风<3级
2018年4月18日	多云/小雨	21℃/6℃	41%	东风<3级
2018年4月19日	多云	22℃/8℃	38%	西风<3级
2018年4月20日	多云	19℃/5℃	37%	东风<3级
2018年4月21日	多云	25℃/9℃	37%	东风<3级
2018年4月22日	多云	16℃/4℃	41%	东风<3级

2018年4月23日	多云	17℃/4℃	40%	东风<3级
2018年4月24日	多云/晴	18℃/3℃	38%	东风<3级
2018年4月25日	晴	24℃/6℃	39%	西风<3级
2018年4月26日	多云	27℃/6℃	42%	西风<3级
2018年4月27日	晴	21℃/6℃	35%	西风<3级
2018年4月28日	晴	28℃/9℃	36%	西风<3级

制表人：张明武

制表时间：2018年5月2日



现天气非常晴朗、通风性良好、空气湿度小于90%，对凝结的影响极小。

结论：“空气湿度大”是非要因。

确认七

末端因素	焊接电流设置不当		
确认方法	调查分析	影响程度	焊机电流过大或过小，则影响大； 焊机电流适当，则影响小；
确认标准	GB50661-2011 钢结构焊接规范及焊接工艺试验规定：焊接电流参数400A~700A。		
确认时间	2018.4.26	确认负责人	李信

【实施经过】：2018年4月23日~4月25日，由QC小组成员李信对施工现场所使用的电焊机进行调查，通过查阅机械设备进场台帐，钢结构构件拉结筋焊接所使用的电焊机为新购买，均有产品合格证，使用不超3个月，现场施工使用状况良好。



图 7-5 现场使用的电焊机照片



图 7-6 电焊机使用合格证

随后，小组成员李信对施工现场随机抽取10次施焊过程中的电流进行量测，检查结果如下：

表 7-7 电焊机焊接作业时电流测定数据表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
参考电流 (400-700) A	438	442	545	545	537	538	638	642	441	542
抽检结论	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

制表人：李信

制表时间：2018年4月26日



图 7-7 电焊机工作电流测量照片

【对关键症结影响程度分析】：根据调查及试验结果，电焊机工作状态良好，工作电流稳定，在规定的范围区间，对症结影响很小。

结论：“电焊机电流不稳”不是要因。

确认八

末端因素	熔池区焊剂不均匀		
确认方法	调查分析	影响程度	焊剂敷设厚度过大或过小，则影响大；焊机电流适当，则影响小；
确认标准	GB50661-2011 钢结构焊接规范及焊接工艺试验规定：焊剂层的厚度严格控制在 25-40mm 范围内		
确认时间	2018. 4. 28	确认负责人	陈持旭

【实施经过】：2018年4月25日~4月28日，由小组成员陈持旭对钢箱梁加工厂施工的焊缝焊剂厚度进行了调查，发现在施工的焊缝熔池区均匀敷设了焊剂，且敷设平整。随后，QC小组成员陈持旭对现场试件焊剂厚度进行了抽查，如下表所示：

表 7-8 焊缝焊接施工焊剂敷设厚度调查统计表

序号	试件名称	检查部位	检查时间	厚度 (mm)
1	试件 1	底板	8:11	32
2	试件 1	顶板	9:34	33
3	试件 2	底板	9:51	28
4	试件 2	底板	10:23	37
5	试件 3	顶板	11:28	36
6	试件 3	顶板	12:46	34

制表人：陈持旭

制表时间：2018年4月28日



焊剂敷设现场

【对关键症结影响程度分析】：从表中可以看出，抽查的 6 个试件全部符合焊剂厚度规范要求，可以得出对症结的影响极小。

结论：“熔池区焊剂不均匀”不是要因。

确认九

末端因素	试验的坡口形状不适用		
确认方法	调查分析	影响程度	选用的坡口形状参数不适用，则影响大； 选取的坡口形状参数适当，则影响小；
确认标准	选取的坡口形状，焊接后焊缝是否焊透且融合。		
确认时间	2018. 4. 30	确认负责人	杨杰

【实施经过】：

在施工过程中发现，当板厚 $\geq 20\text{mm}$ 时，单边坡口不能适应焊接作业实际情况，因焊接熔池太深熔渣不易浮出造成夹渣，且变形量极大。由于开单边坡口，钢板坡口焊缝窄，根部夹角小，正面埋弧焊接 $\phi 4\text{mm}$ 的焊丝，焊接时与底部直角边很容易焊不透。

【对症结的影响程度分析】：为了验证现场情况，QC小组成员杨杰组织施工人员试制了一批采用以往的焊接工艺的 $400*300*45*70\text{mm}$ 的箱型钢，钢板分别开单边坡口，不留钝边，反面用衬垫兜焊剂填充，组对留 5mm 间隙；但当钢板厚度超过 20mm 以上，焊缝偏焊，出现了大量 $0-4\text{mm}$ 根部未熔透或未融合。调查结果如下表所示：

表 7-9 试件坡口焊缝质量调查统计表

序号	构件名称	验收点数	未焊透的频次	未融合的频次	不合格频率
1	箱型钢 1	81	5	6	12%
2	箱型钢 2	90	4	7	12%
3	箱型钢 3	75	7	9	21%
4	箱型钢 4	67	3	5	11%
5	箱型钢 5	46	1	4	10%

制表人：杨杰

制表时间：2018 年 4 月 30 日



单边坡口出现焊偏未融合现象



腹板背面未焊透

从表中调查结果可以看出，采用单面坡口焊接的焊缝，其质量缺陷比较多，对症结的影响比较大。

结论：“试验的坡口形状不适用”是要因。

确认十

末端因素	层间清根不彻底		
确认方法	调查分析	影响程度	层间清根不干净，则影响大； 层间清根彻底、无杂质，则影响小；
确认标准	中间层清理彻底，无残留焊渣。		
确认时间	2018.5.3	确认负责人	李信

【实施过程】小组成员李信于2018年4月30~5月3日进行了跟踪调查，每次焊完清理，经检查焊渣的清理彻底，所以中间层清理不干净的现象极少。



分层焊接清理焊渣

【对症结的影响程度分析】QC小组成员李信对现场焊口进行了抽查，统计结果如下：

表 7-10 部分箱梁焊口层间清理是否干净统计表

序号	构件名称	验收点数	层间清理不干净频次	不合格频率
1	箱型钢 1	62	1	1%
2	箱型钢 2	95	2	2%
3	箱型钢 3	66	1	1%

制表人：李信

制表时间：2018年5月3日

从抽查的结果看出，层间清理不干净的情况极少，焊口清理的比较干净，对症结的影响极小。

经过详细的要因确认，小组成员共找到两条要因：

要因一：焊剂未返烘。

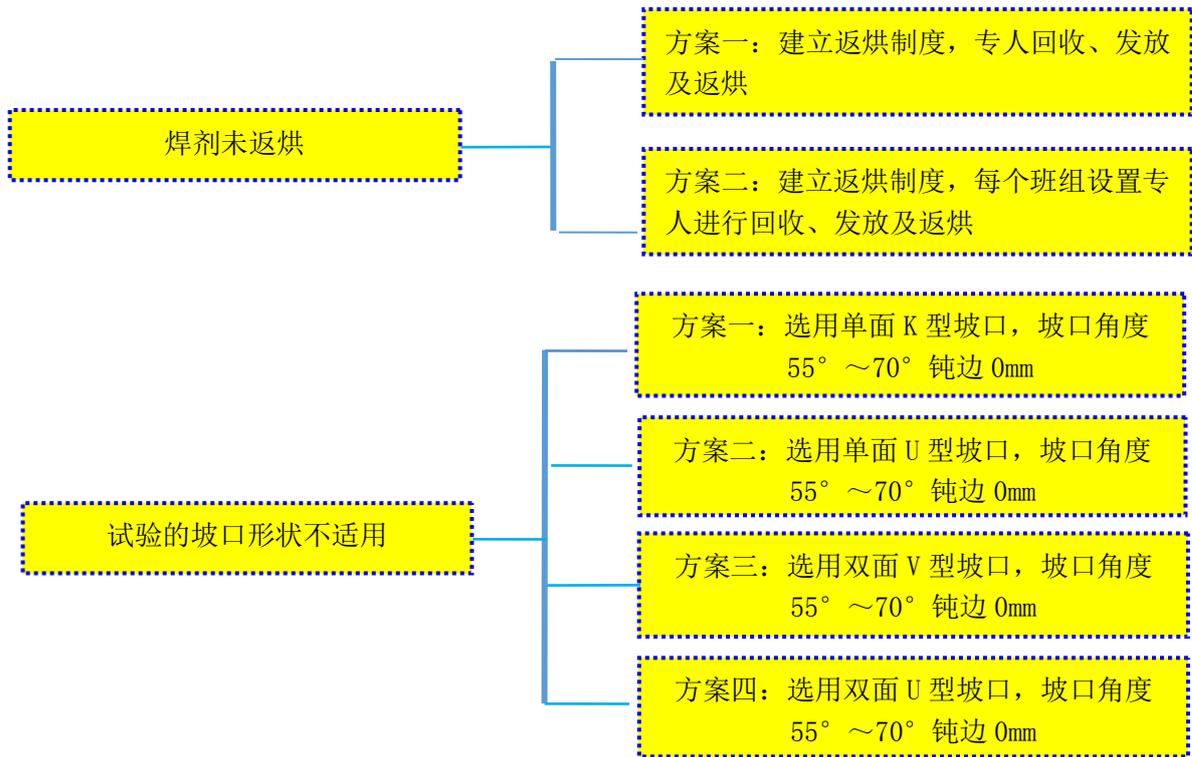
要因二：试验的坡口形状不适用。

八、对策制定

8.1 提出对策

根据要因确认结果，QC小组成员针对“焊剂未返烘”、“试验的坡口形状不适用”两条要因召开了应对方案会，在会议上小组成员讨论，针对这三个主要原因分别提出了相应的对策方案，整理归纳成下图：

图 8-1 对策制定与方案比选图



制表人：陈持旭

制表时间：2018 年 5 月 12 日

8.2 对策方案选择与可行性评估

根据提出的 2 个主要因素的对策方案，召开小组会议，分别对以上 2 个问题的对策方案进行了分析和评估，最终确定最佳对策方案，分析结果如下表所示：

表 8-2 对策方案选择表

序号	要因	对策方案	对策评估					综合得分	选定方案
			有效性	可实施性	经济性	可靠性	时效性		
1	焊剂未返烘	建立返烘制度，专人回收、发放及返烘	预期效果较好	在现有基础上实施比较方便	需增加 1~2 个专人，成本增加少	有可能受潮焊剂没有收集齐全，可靠性一般	回收、发放及返烘时间较长	18	淘汰
		<div style="text-align: center;">■</div>	<div style="text-align: center;">■</div>	<div style="text-align: center;">●</div>	<div style="text-align: center;">●</div>	<div style="text-align: center;">■</div>			
		建立返烘制度，每个班组设置专人进行回收、发放及返烘	预期效果好	在现有基础上实施比较方便	每个班组需增加专人，成本增加大	受潮焊剂每班都有专人管理，可靠性好	回收、发放及返烘时间较短	20	选定
		<div style="text-align: center;">★</div>	<div style="text-align: center;">■</div>	<div style="text-align: center;">▲</div>	<div style="text-align: center;">★</div>	<div style="text-align: center;">★</div>			
2	试验的坡口形状不适用	选用单面 K 型坡口，坡口角度 55° ~ 70° 钝边 0mm	焊缝成型质量一般	在现有基础上实施比较方便	人工成本增加较少，经济性较好。	钢板厚度大时，可能会再次出现缺陷，可靠性有限	加工周期适中	19	淘汰
		<div style="text-align: center;">●</div>	<div style="text-align: center;">■</div>	<div style="text-align: center;">★</div>	<div style="text-align: center;">●</div>	<div style="text-align: center;">■</div>			

	选用单面U型坡口, 坡口角度 55°~70° 钝边 0mm	焊缝成型质量一般	因有弧度, 在现有基础上实施比较困难	人工成本增加较多, 经济性较差。	钢板厚度大时, 可能会再次出现缺陷, 可靠性有限	加工周期长	16	淘汰
		●	●	●	●	◆		
	选用双面V型坡口, 坡口角度 55°~70° 钝边 0mm	焊缝成型质量较好	在现有基础上实施比较方便	人工成本增加较少, 经济性较好。	试验检测焊缝强度满足要求, 可靠性较好	加工周期适中	22	选定
		■	■	★	★	■		
	选用双面U型坡口, 坡口角度 55°~70° 钝边 0mm	焊缝成型质量较好	因有弧度, 在现有基础上实施比较困难	人工成本增加较多, 经济性差。	试验检测焊缝强度满足要求, 可靠性较好	加工周期很长	16	淘汰
		■	●	◆	★	◆		

注: ★5分 ■ 4分 ● 3分 ◆ 2分 ▲ 1分

制表人: 周浪

制表时间: 2018年5月12日

8.3 对策措施制定

QC小组成员按照对策评价选择表的分析结果, 按照5W1H的原则, 针对要因制定相应实施对策与措施, 并落实责任人和完成时间, 详见以下对策表。如下表8-3所示:

表8-3 对策及措施

序号	要因	制定对策	目标	相应措施	地点	责任人	完成时间
1	试验坡口形状选择不适用	选用双面V型坡口, 坡口角度 55°~70° 钝边 0mm, 间隙 0~2mm	坡口角度允许偏差为 2°, 钝边允许偏差 2mm, 间隙允许偏差 1mm。	1、钢板坡口划线 2、钢板坡口切割 3、钢板坡口打磨及拼接	加工现场	李信	2018年5月31日
2	焊剂未返烘	建立返烘制度, 每个班组设置专人进行回收、发放及返烘	焊剂烘干在 300~400°C 高温下烘干 1~2h, 焊剂含水率小于 0.1%	1、项目部建立返烘制度, 并执行。 2、所有发放焊剂均进行监督返烘干和回收, 制订烘干和回收记录。	加工现场	陈持旭	2018年5月31日

制表人: 周浪

制表时间: 2018-5-15

九、对策实施

实施对策一: 选用双面V型坡口, 坡口角度 55°~70° 钝边 0mm

【实施时间】: 2018.5.16-2018.5.31

【实施负责人】: 李信

【具体措施】: 1、钢板坡口划线, 2、钢板坡口切割, 3、钢板坡口打磨及拼接。

【实施过程】:

1、钢板坡口划线

小组成员对现场双面V型坡口进行划线:



坡口量测及划线

2、钢板坡口切割

小组成员按新工艺参数要求工人对现场双面 V 型坡口进行切割：



坡口按标线切割

3、钢板坡口打磨及拼接

小组成员李信按照制定的对策，对钢板坡口进行打磨，然后进行钢板拼接。



坡口打磨

打磨后坡口效果

钢板拼接

【实施效果检查】：经过对现场作人员进行交底并施工过程全程跟踪，控制坡口加工尺寸，QC 小组于 2018 年 5 月 31 日对现场加工好的坡口进行抽检，看其是否在允许偏差范围内，通过抽查 150 点，发现共合格 146 处，不合格 4 处，合格率 97.33%。统计表如下：

表 9-3 现场焊接焊缝质量合格率抽查统计表

检查项目	验收点数	合格点数	不合格点数	合格率
班组 1	50	49	1	98%
班组 2	50	48	2	96%
班组 3	50	49	1	98%
合计	150	146	4	97.33%

制表人：李信

制表时间：2018-5-31

结论：从上表可以看出，对策有效的解决了坡口形状的问题，实施对策有效。

对策实施二：建立返烘制度，每个班组设置专人进行回收、发放及返烘。

【实施时间】：2018.5.16-2018.5.30

【实施负责人】：陈持旭

【具体措施】：1、项目部建立返烘制度，并执行。2、所有发放焊剂均进行监督返烘干和回收，制订烘干和回收记录。

【实施过程】：

1、建立焊剂返烘制度，并严格落实。



2、焊接过程中严格执行焊剂返烘的焊接工艺，加工场每个班组设专人负责每天下班前的焊剂回收工作，将回收的焊剂重新归库并作记录，再次使用时进行烘干，重新发放。

日期	班组	焊工	焊剂型号	数量	烘干温度	烘干时间	烘干地点	备注
2018.5.16	1	王XX	DT-1	50kg	150℃	2h	项目部	
2018.5.17	2	李XX	DT-2	30kg	150℃	1.5h	项目部	
2018.5.18	3	张XX	DT-3	40kg	150℃	2h	项目部	
2018.5.19	4	赵XX	DT-4	20kg	150℃	1h	项目部	
2018.5.20	5	孙XX	DT-5	60kg	150℃	2.5h	项目部	
2018.5.21	6	周XX	DT-6	35kg	150℃	1.8h	项目部	
2018.5.22	7	吴XX	DT-7	45kg	150℃	2h	项目部	
2018.5.23	8	郑XX	DT-8	25kg	150℃	1.2h	项目部	
2018.5.24	9	冯XX	DT-9	55kg	150℃	2.2h	项目部	
2018.5.25	10	陈XX	DT-10	30kg	150℃	1.5h	项目部	
2018.5.26	11	林XX	DT-11	40kg	150℃	2h	项目部	
2018.5.27	12	黄XX	DT-12	20kg	150℃	1h	项目部	
2018.5.28	13	王XX	DT-13	60kg	150℃	2.5h	项目部	
2018.5.29	14	李XX	DT-14	35kg	150℃	1.8h	项目部	
2018.5.30	15	张XX	DT-15	45kg	150℃	2h	项目部	

序号	领用人姓名	凭证编号	领用时间	焊剂型号规格	用途	发放数量 (kg)	回收数量 (kg)	焊剂回收数量 (kg)
1	王XX	1001	2018.5.16	DT-1	钢板焊接	50	30	20
2	李XX	1002	2018.5.17	DT-2	钢板焊接	30	20	10
3	张XX	1003	2018.5.18	DT-3	钢板焊接	40	25	15
4	赵XX	1004	2018.5.19	DT-4	钢板焊接	20	15	5
5	孙XX	1005	2018.5.20	DT-5	钢板焊接	60	40	20
6	周XX	1006	2018.5.21	DT-6	钢板焊接	35	25	10
7	吴XX	1007	2018.5.22	DT-7	钢板焊接	45	30	15
8	郑XX	1008	2018.5.23	DT-8	钢板焊接	25	18	7
9	冯XX	1009	2018.5.24	DT-9	钢板焊接	55	35	20
10	陈XX	1010	2018.5.25	DT-10	钢板焊接	30	22	8
11	林XX	1011	2018.5.26	DT-11	钢板焊接	40	28	12
12	黄XX	1012	2018.5.27	DT-12	钢板焊接	20	15	5
13	王XX	1013	2018.5.28	DT-13	钢板焊接	60	40	20
14	李XX	1014	2018.5.29	DT-14	钢板焊接	35	25	10
15	张XX	1015	2018.5.30	DT-15	钢板焊接	45	30	15
16	孙XX	1016	2018.5.31	DT-16	钢板焊接	25	18	7

焊剂烘干记录

焊剂回收记录



焊剂烘干



焊剂专人回收

目标值检验：通过所有采取发放焊剂均进行监督返烘干和回收，制订烘干和回收记录，确保使用过程的焊剂无凝结成块或手感松软，减少因焊剂原因产生的焊接质量问题。

【实施效果检查】：通过对焊剂按要求进行返烘，对现场 20 个点的焊剂进行了抽查，结果如下表所示。

表 9-4 现场焊剂是否干燥抽查统计表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
焊剂含水率 (<0.1%)	0.03%	0.01%	0.05%	0.07%	0.02%	0.03%	0.04%	0.08%	0.07%	0.03%
抽检结论	合格									
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
焊剂含水率 (<0.1%)	0.05%	0.09%	0.06%	0.03%	0.02%	0.01%	0.03%	0.03%	0.11%	0.04%
抽检结论	合格	不合格	合格							

制表人：陈持旭

制表时间：2018-5-30

结论：从上表可以看出，抽查 20 个点的焊剂，其含水率只有一个点不合格，对策有效的解决了焊剂返潮的问题，实施对策有效。

2018 年 9 月 3 日，召开 9 月第一周监理例会，监理、业主均对 QC 小组采取相应技术措施做出关于安全、质量、管理、成本等方面的评定，且对提高了钢箱梁结构工程实体提升表示肯定。见评估表及会议纪要：

会议纪要			
会议名称	2018年9月第一周监理例会	主持人	廖加峰
会议时间	2018年9月3日上午	记录人	李国雄
会议地点	施工项目部会议室	工程名称	某铁路工程九河大桥工程
参会人员	详见签到表(附后)		
会议内容:			
2018年9月3日上午,由本工程建设单位项目总工程师主持召开工程例会,参会人员:监理单位、施工单位、监理单位、监理单位。			
一、施工单位:			
1. 本周施工进度:			
①、钢梁架桥机拼装及加工完成90%;			
②、引桥第二联架桥机就位、架桥;			
③、A0#桥台台架就位;			
2. 下周工作计划:			
①、钢梁架桥机制作拼装完成90%;			
②、引桥第二联架桥机就位;			
③、引桥护桥台架架立完成;			
3. 施工进度、质量、安全控制措施落实情况;			
4. 安全质量:本周未发生质量安全事故,安全管理可控;			
5. 质量情况:本周已完成工程验收合格率100%;			
二、监理单位:			
1. 本周监理单位完成了上周的巡查计划,唯一不足之处是第二联架桥机拼装质量。			

会议纪要			
会议名称	2018年9月第一周监理例会	主持人	廖加峰
会议时间	2018年9月3日上午	记录人	李国雄
会议地点	施工项目部会议室	工程名称	某铁路工程九河大桥工程
参会人员	详见签到表(附后)		
会议内容:			
要求施工单位进一步加快施工进度,加强安全管理,以实现月终的施工计划。			
2. 安全方面:本周未出现质量安全事故,钢梁架桥机拼装质量,施工单位要加强管理,及时防护。			
3. 质量方面:本周架桥机拼装质量,未出现质量问题,上次例会提到的钢梁架桥机拼装质量问题得到了有效的解决,项目部应继续做好施工工艺,选择更优V型坡口,将架桥机坡度5°~10°之间,坡度误差为5mm,钢梁架桥机坡度6~20mm,通过试验及现场实际拼装质量来看,其拼装质量得到控制,希望施工单位继续做好,把质量管理工作做到实处,并加强安全管理。			
二、监理单位:			
1. 要求施工单位制定施工进度计划,加快施工进度。			
2. 加强施工现场的安全管理,做好“三检”作业,安全、质量、进度都要抓。			

工程技术评估验收表					
工程名称:某铁路工程九河大桥工程及海三河大桥工程					
技术名称:高强特种钢组合箱梁拼装及焊接一次检测合格率施工技术					
施工单位:建发工程集团有限公司					
序号	检查内容	安全	质量	进度	备注
1	专项施工方案编制及审批情况	专项方案编制完整,审批手续齐全,审批合格。	专项方案编制完整,审批手续齐全,审批合格。	专项方案编制完整,审批手续齐全,审批合格。	增加了部分工序,增加了部分工序,增加了部分工序。
2	建立质量管理体系,并严格执行	质量管理体系建立完整,并严格执行。	质量管理体系建立完整,并严格执行。	质量管理体系建立完整,并严格执行。	增加了部分工序,增加了部分工序,增加了部分工序。
验收合格,申请验收及审批,准予批准。					
监理单位验收结论:					
监理单位验收结论:					

会议签到表			
姓名	单位	日期	备注
1	廖加峰	2018.9.3	
2	李国雄	2018.9.3	
3	李国雄	2018.9.3	
4	李国雄	2018.9.3	
5	李国雄	2018.9.3	
6	李国雄	2018.9.3	
7	李国雄	2018.9.3	
8	李国雄	2018.9.3	
9	李国雄	2018.9.3	
10	李国雄	2018.9.3	
11	李国雄	2018.9.3	
12	李国雄	2018.9.3	
13	李国雄	2018.9.3	
14	李国雄	2018.9.3	
15	李国雄	2018.9.3	
16	李国雄	2018.9.3	
17	李国雄	2018.9.3	
18	李国雄	2018.9.3	
19	李国雄	2018.9.3	
20	李国雄	2018.9.3	

图 9-3 评估表及监理例会纪要

十、效果检查

1、验收效果

2018年6月份,我们对采用新型焊接工艺焊接的497条焊缝100余吨型钢件进行了抽检,经检测人员对成型焊缝进行无损检测,UT检测合格率达97%,确认焊缝质量良好,焊缝根部未融合和未焊透现象极少。结果如下:

表 10-1 6月各个批次箱梁焊口一次检测合格率统计表

项目	班组	班组一	班组二	班组三
验收焊口道数		200	200	200
合格数		194	192	196
一次检测合格率(%)		97	96	98
平均一次检测合格率(%)		97		

制表人:张明武

制表时间:2018-6-20

针对箱梁焊接一次验收不合格的主要问题所在,我们对6月份3个批次的箱梁焊口出现的不合格因素进行了分类统计。

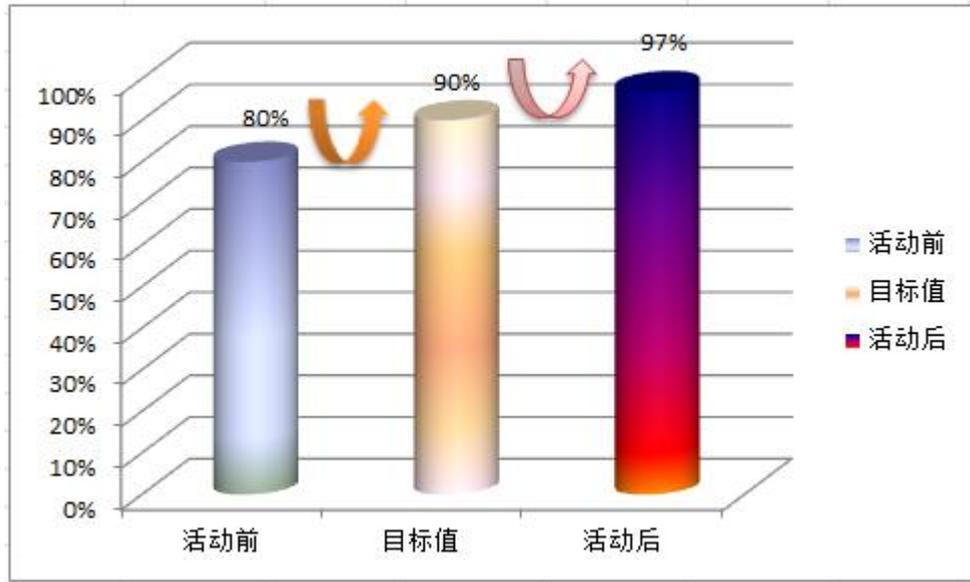


图 10-2 箱梁拼装焊口一次检测合格率对比活动前后对比柱形图

制图人：张明武

制图时间：2018-6-20

由活动前后对比柱形图可以看出，经过活动，箱梁拼装焊口一次检测合格率达到 97%，小组目标完全实现。

表 10-2 箱梁焊口不合格因素统计表

缺陷 班组	未焊透	未融合	有夹渣气孔	表面成型不好	其他	合计
班组一	1	0	1	1	1	4
班组二	0	1	1	2	2	6
班组三	1	0	1	1	1	4
累计	2	1	3	4	4	14

制表人：张明武

制表时间：2018-6-20

表 10-3 箱梁焊接焊口不合格因素排列图分类统计表

序号	缺陷	频数	频率	累积频数	累积频率
1	表面成型不好	4	28.6%	4	28.6%
2	其他	4	28.6%	8	57.2%
3	有夹渣气孔	3	21.4%	11	78.6%
4	未焊透	2	14.3%	13	92.9%
5	未融合	1	7.1%	14	100%

制表人：张明武

制表时间：2018-6-20

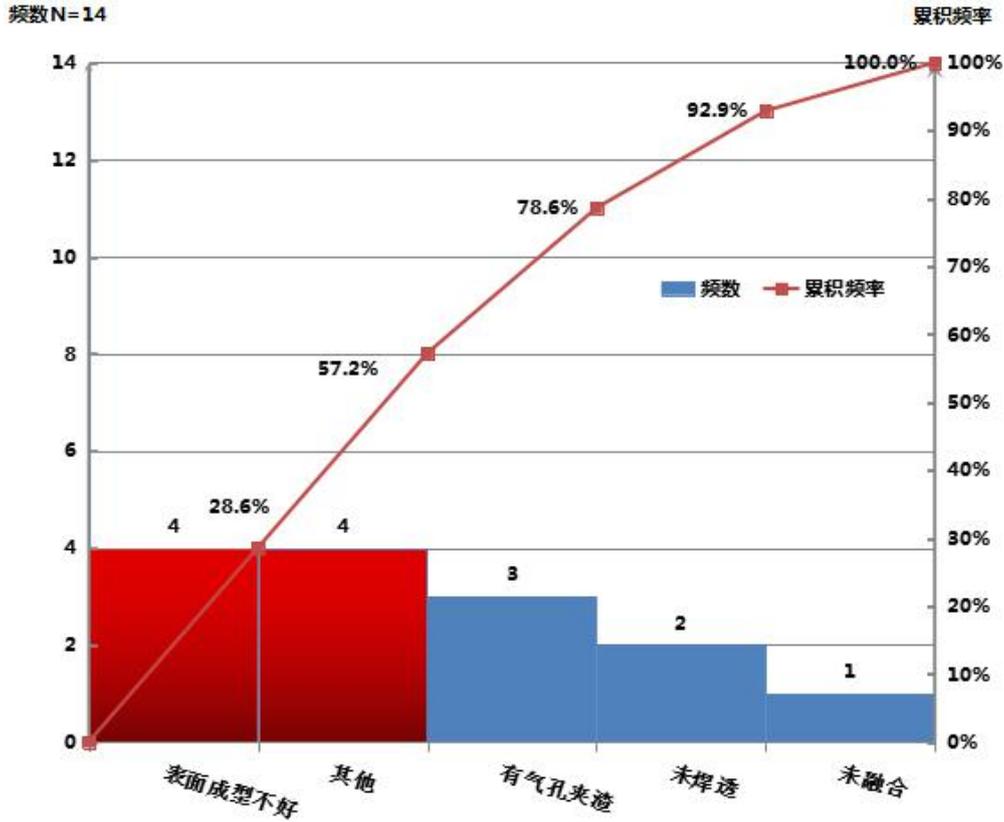


图 10-1 箱梁焊接焊口不合格因素排列图

制图人：张明武

制图时间：2018-6-20

结论：从箱梁焊接焊口不合格排列图可以看出，通过活动，未焊透和未融合占到了不合格数的 21%，已经不是影响箱梁拼装焊口验收一次不合格的主要问题。

2、经济效益

通过 QC 小组活动，一方面极大提高了施工效率，避免了材料浪费，同时保证了工期，另一方面我们也取得了较好的经济效益。经计算，产生的直接经济效益可达 16.7144 万元。如下表所示：

表 10-2 经济效益计算表

项目	活动前返工费用	活动后返工费用	节约成本（万元）	备注
材料费	1600 米/20 米*（80 元/米+40 元/米）	240 米/20 米*（80 元/米+40 元/米）	0.816	包含管理费税金
机械费	1600 米/10 米*0.5 台班*1738 元/台班	240 米/10 米*0.5 台班*1738 元/台班	11.8184	
人工费	1600 米/10 米*1*300 元/工日	240 米/10 米*1*300 元/工日	4.08	
合计			16.7144	

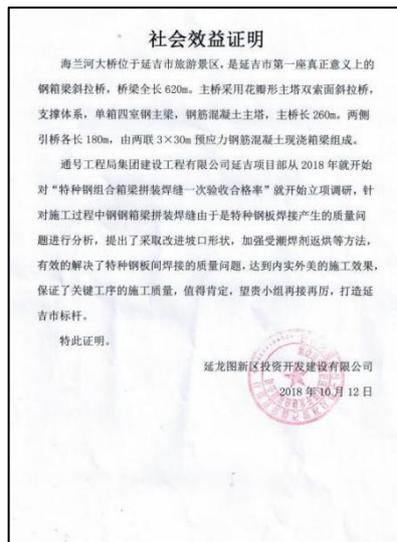
制表人：陈持旭

制表时间：2018-8-30



3. 社会效益

特种钢组合箱梁拼装焊缝一次检测合格率的提高，降低了返工率，提高了质量，保证了工期，受到了监理和业主的一致好评，被业主评为 2018 年度“延吉市优秀施工单位”和“延吉市优秀项目经理部”，为公司赢得荣誉。



十一、巩固措施

(一) 形式标准

为巩固成果，小组制定了标准，见下表：

表 11-1 巩固形式及标准

序号	项目	巩固形式	标准类型	标准编号	对应条款和内容
1	焊接工艺	钢箱梁焊接工艺参数纳入项目部《钢箱梁焊接工艺卡》手册中	管理标准	YJXMBGXLGYK-001	3.2 坡口形状加工参数 3.2.1 双面 V 型坡口, 角度 55° ~70° 之间, 钝边 0mm 4.2 焊接电流参数 4.2.1 焊接电流控制在 400~700A 之间。
2	钢箱梁焊接施工技术	将实施的对策纳入到公司《钢箱梁施工作业指导书》中	管理标准	TGJJGGXLBZ-002	4.2 钢箱梁焊接前需做工艺性试验, 确定好坡口形状和参数; 4.2.1 对于特种钢板坡口形状选择双面 V 型坡口, 角度 55° ~70° 之间, 钝边 0mm; 5.1 焊接材料的管理 5.1.1 焊剂使用 4h 以上就必须进行返烘; 5.1.2 焊剂必须专人发放、回收及返烘。

制表人: 陈持旭

制表时间: 2018-8-30



钢箱梁工程施工技术工艺卡



钢箱梁焊接施工作业指导书

(二) 巩固期效果: 活动结束后, QC 小组人员在 8 月 12 日、8 月 21 日、8 月 30 日对三个钢箱梁班组焊接的焊缝巩固期效果进行检查, 每次检查 200 处, 平均合格率为 97.3%, 比活动前后分别提高了 7%和 0.3%, 说明巩固期的措施取得了较好的效果, 见如下图表。

表 11-1 巩固期钢箱梁焊缝合格率统计表

序号	调查日期	班组	抽样频数	合格数	不合格数	合格率
1	8 月 12 日	班组一	200	195	1	97.5%
		班组二	200	193	2	96.5%
		班组三	200	198	2	99%
2	8 月 21 日	班组一	200	196	3	98%
		班组二	200	194	1	97%
		班组三	200	193	1	96.5%
3	8 月 30 日	班组一	200	194	2	97%
		班组二	200	193	3	96.5%
		班组三	200	195	1	97.5%
4	平均合格率					97.3%

制表人: 陈持旭

制表时间: 2018 年 8 月 25 日

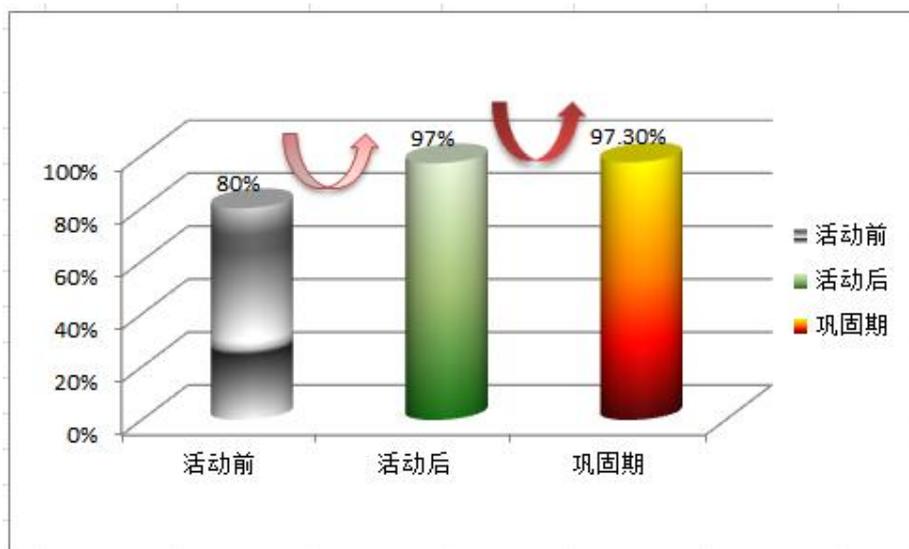


图 11-1 箱梁焊接合格率活动前后对比柱形图

制图人：陈持旭

时间：2018-8-25



对焊接质量进行不间断监督



焊口焊接表面平整、无未焊透、未融合缺陷

十二、总结回顾及下步打算

1、总结

1) 专业技术

①通过对提高钢箱梁焊缝质量 QC 活动，解决了实际施工中存在的焊缝成型质量问题，小组成员熟悉了钢箱梁加工和拼装的施工质量控制项目，同时进一步掌握了施工关键点，特别对钢板坡口形状选择和加工的细节有了全面的了解。

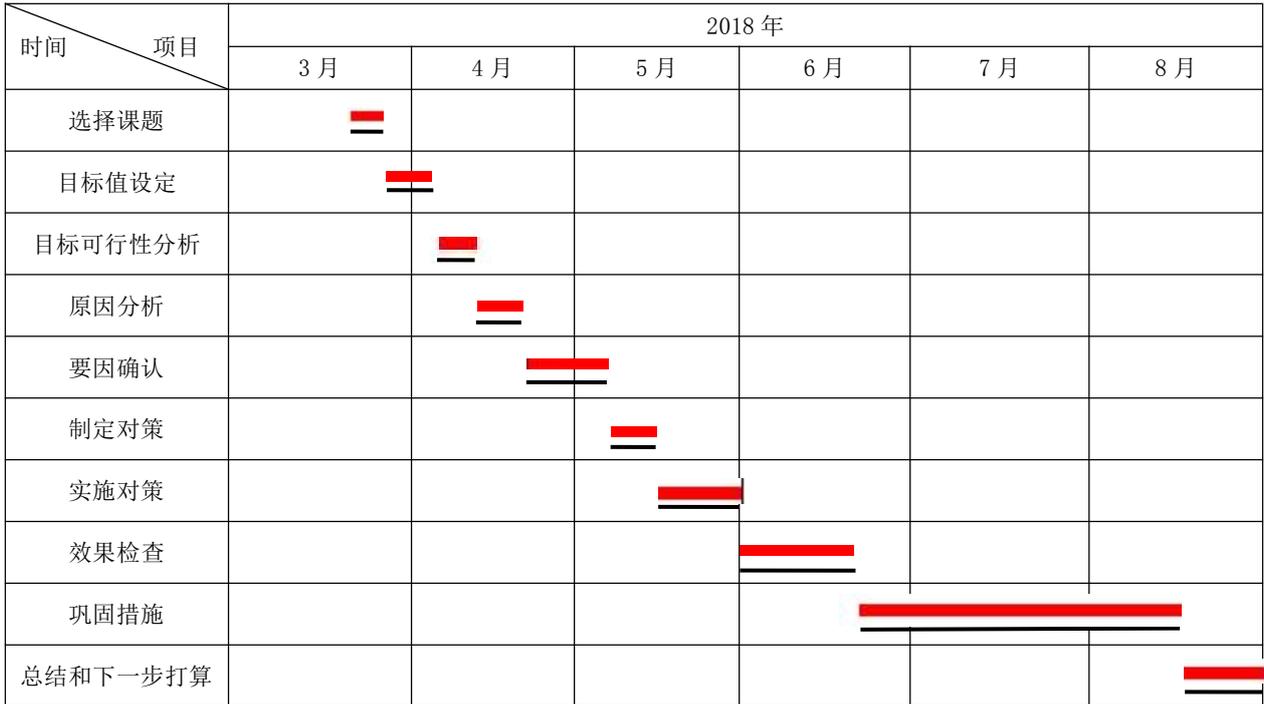
②通过使用专业的切制和打磨设备，使坡口的加工在允许的偏差范围内，确保了钢板焊接需满足的前提条件，消除了质量和安全隐患，小组成员的相关专业技术水平得到了显著提高。

③另外，根据特种钢板焊接施工工艺经推广得到了广泛应用，有力地提高了公司钢箱梁施工技术水平。

2) 管理能力

小组成员依靠集体努力实现了活动目标，增强了团队凝聚力，认识到运用科学的方法分析问题和找出问题，运用合理手段解决施工中存在的质量问题。小组按 PDCA 程序进行，解决问题思路的逻辑性较好；在选题理由，要因确认等方面能以客观数据作为依据。学会了使用排列图、柱状图、关联图等 QC 工具来分析和解决问题。

表 12-1 QC 计划完成时间与实际完成时间对比图



制图人：胡思明

制图时间：2018 年 9 月 1 日

表 12-2 QC 小组优点优点不足对比表

项目	主要优点	存在不足	今后努力方向	
P	选择课题	选题理由较为充分，为我项目当前建设过程中亟待解决的质量通病问题。	但未统筹考虑后续工作中可能出现更为重要的问题。	1、此次活动的目标设定及针对性的依据需要加强，前期各项工作的数据收集整理工作需要统筹安排，落实到每一个成员。 2、此次活动开展还需进一步完善，主要体现在拉结筋焊接作业中，由于对焊接知识储备较少，存在电焊机选型及焊接方式等方面问题，在今后工作中加强这方面的知识，使此次成果更加完美。 3、在今后的成果整理过程中，尽量摒弃本位思想，使课题在每个小组成员脑海里都有思路，逻辑合理，使非专业人员对专业知识更能深刻了解。
	目标设定	目标具体且量化，具备可操作性。	目标针对性不足，缺乏数据支撑。	
	目标可行性分析	运用统计表、排列图等对现状进行了分析，数据详实有利，找到了主要问题。	图表运用的不是很规范，部分数据也不是很完善。	
	原因分析	从人机料环法测六个方面进行了分析。	个别末端因素分析不到位	
	要因确认	对末端因素进行了逐条确认，确认标准明确。	部分要因缺乏数据支持。	
	制定对策	优选了比较合适的方案。	方法方案不够多样化。	
D	对策实施	对策实施过程中数据分析准确，效果对比明显。	对策的具体实施不够详细，小组成员分配工作量不够均衡。	
C	效果检查	按真实的现场情况对成果进行了效果检查，并形成了经济效益。	部分对策效果，还需不断完善、持续改进。	
A	巩固措施	能够形成专项施工方案，有利于成果的推广。	巩固期时间在计划时考虑不足。	
	下一步打算	有比较清晰的下一步打算	课题选择立足于现场问题，创新不足。	

制表人：周浪

制表时间：2018 年 9 月 1 日

3) 综合素质方面: 通过开展本次 QC 活动, 小组成员掌握运用 QC 活动解决问题的方法, 提高了用 QC 方法解决问题的能力和个人质量意识, 培养了分析问题、解决问题的能力, 提高了自身的团队合作精神和、进取精神、QC 知识掌握, 小组成员工作热情高涨。我们将在今后的 QC 活动中继续改进, 成为责任心强, 充满活力, 具有高效执行力和良好团队合作精神的团队。

表 12-3 小组成员综合素质评价表

序号	项目	活动前 (分)	活动后 (分)
1	质量意识	70	90
2	解决问题的能力	75	90
3	团队协作精神	70	85
4	工作热情和干劲	80	90
5	改进意识	75	85
6	QC工具运用技巧	65	80

制表人: 李信

制表时间: 2018-9-1

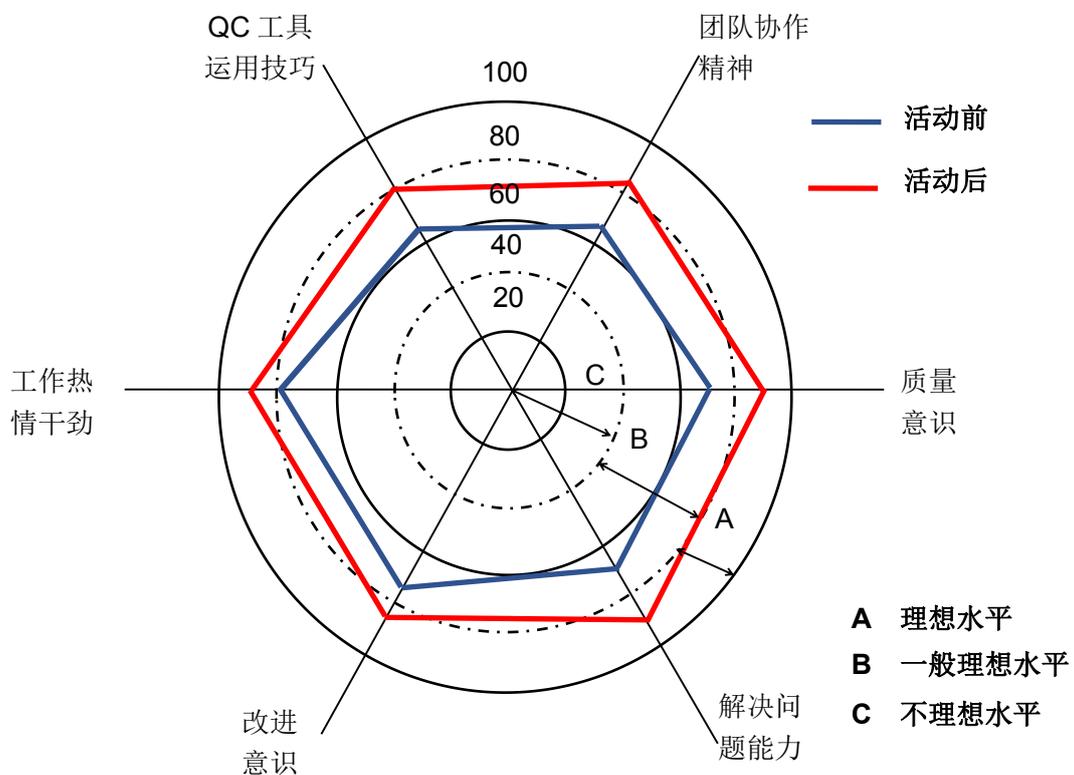


图 12-1 自我评价雷达图

制图人: 张明武

制图时间: 2018年9月1日

2、下一步打算

在本次活动中, 钢箱梁焊缝表面成型合格率在活动前与活动后均没有得到改善, 表面成型不好是活动后出现频数最大的质量问题, 必须要尽快改善, 是本小组的活动方向, 因此本小组的下一课题为:

提高特种钢组合箱梁焊缝表面成型合格率