

提高短线匹配法预制箱梁安装正位率

中交二航局第三工程有限公司“舍我其谁”QC小组

一、工程概况

泰国拉玛三至曼谷西外环高速公路项目 C2 标，全长约 5.32KM，里程编号为 KM6+369.090—KM11+690.577。全线为高架桥，设计为双向六车道钢筋混凝土结构，下部结构主要采用 Y 型支柱设计，上部结构采用预制箱梁结构。按照联营体内部协商，确定按照里程划分各自的施工范围，我方施工里程为 KM10+127.747—KM11+690.577，约 1.56KM。

该项目预制箱梁共计 106 榀，为 1398 个节段，其中主线共 96 榀，为 1260 个节段，匝道共 10 榀，为 138 个节段。单榀梁长 25m-45m 不等，箱梁最大宽度 13.5m，最大梁长 45m，最大重量为 850t，单片节段最大长度 2.9m，单个节段（墩顶块）最大重量为 96t。预制箱梁之间连接方式为干接，箱梁匹配面不使用结构胶进行粘接。连续梁单跨在两端各设置一条湿接缝，简支梁不设置湿接缝。连续梁纵向预应力布置为单跨预应力加两跨预应力的组合，预应力不设置减震装置。

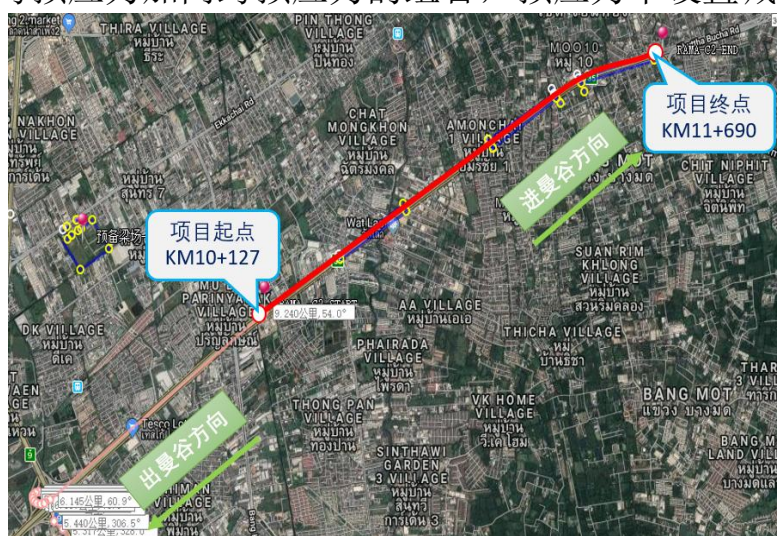


图 1-1 项目地理位置图

制图人：张其

日期：2022 年 10 月 4 日

本工程共有箱梁节段 1398 榀，混凝土强度等级为 C45，箱梁节段工程施工参数如表 1-1 所示

表 1-1 箱梁节段参数表

箱梁节段参数表										
序号	箱梁型号	箱梁数量	ELS	EEJ	S	D2	D5	D7	BPS	合计
1	V1	10	6	14	78	20	20	0	0	138
2	V1/TV1	1	2	0	7	2	2	0	0	13
3	TV1	6	10	2	40	8	12	0	0	72
4	TV2	3	4	2	17	2	6	0	0	31
5	CV2	8	12	4	50	8	16	0	0	90
6	TV3	76	16	48	624	144	0	152	44	1028
7	TV3/CV3	1	2	0	7	2	0	2	0	13
8	CV3	1	2	0	7	2	0	2	0	13
总计		106	54	70	830	188	56	156	44	1398

制表人:姜春福

日期:2022 年 10 月 4 日

预制箱梁安装施工工艺流程如下:

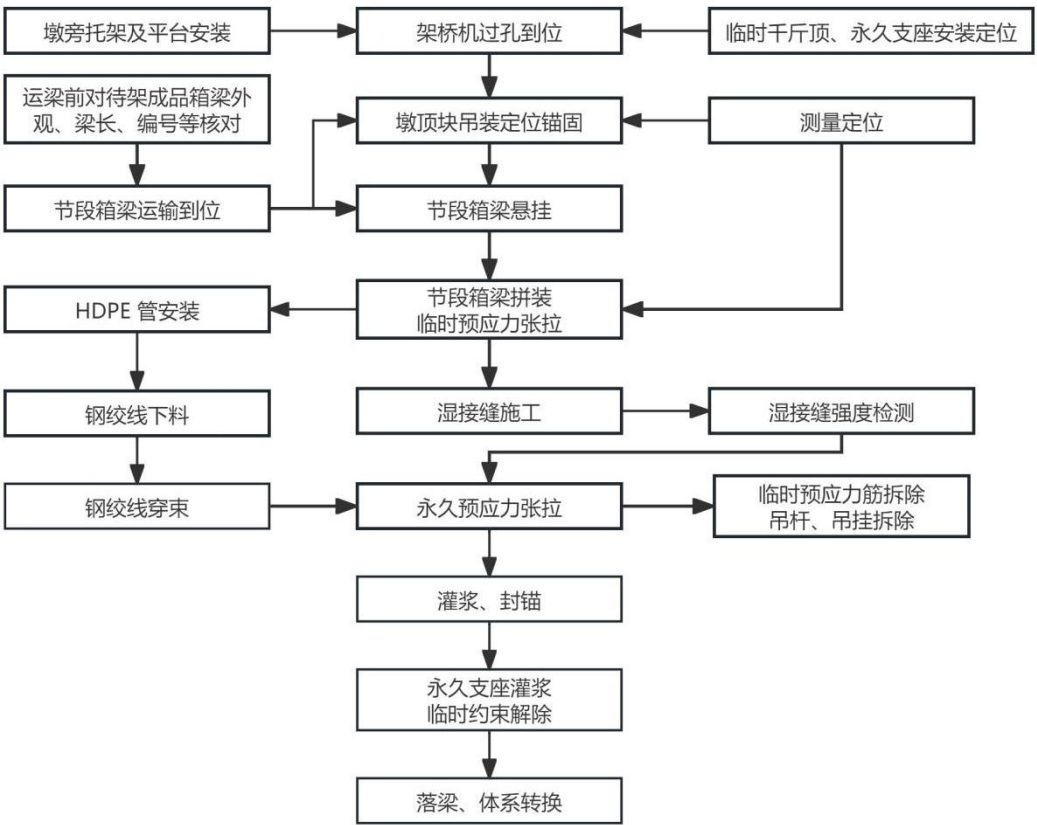


图 1-2 预制箱梁安装施工流程图

制表人:姜春福

日期:2022 年 10 月 4 日

预制箱梁安装正位是桥梁施工中至关重要的步骤，在桥梁施工过程中容易引起预制箱梁的偏位，可能导致梁体出现偏心受压，使得结构产生开裂破坏，降低梁体的承载能力。这对于整个桥梁结构的稳定性和安全性都具有重要影响。因此，在进行预制箱梁安装时，必须严格控制正位，确保梁体的准确位置和方向。总体而言，精准的预制箱梁安装正位对于确保桥梁结构的牢固性、稳定性和安全性至关重要。

二、小组概况

2.1 小组简介

泰国拉玛三高速公路 C2 标项目于 2022 年 9 月成立舍我其谁 QC 小组，小组成员由项目管理人员及主要技术骨干组成。小组成员积极参与 QC 培训学习及活动成果策划展示，以进一步提高 QC 活动水平。小组概况如下表：

表 2-1 QC 小组概况表

小组名称		舍我其谁QC小组				小组成立时间		2022年9月2日	
课题名称		提高短线匹配法预制箱梁安装正位率				课题类型		问题解决型	
活动次数		24次				小组注册号		2022-QCXZ-DGLM-002	
课题注册时间		2022年9月2日				课题注册号		2022-QCKT-DGLM-002	
课题活动时间		2022年10月-2023年6月				QC教育时间		平均96学时	
成员简介									
序号	姓名	性别	年龄	学历	职称或职务	组内职务	分工	出勤率	
1	靖丙强	男	36	本科	项目经理	总负责	活动策划	100%	
2	陈乐乐	男	33	本科	项目总工程师	组长	技术方案管理	100%	
3	崔江涛	男	33	本科	经理助理	副组长	技术指导	100%	
4	金 勇	男	37	本科	副总工兼质检部长	组员	组织现场实施	100%	
5	周 楷	男	30	本科	工程部长	组员	组织管理	100%	
6	张 其	男	28	本科	技术部长	组员	质量管理	100%	
7	姜春福	男	26	本科	测量部长	组员	测量复核	100%	

							活动实施	
8	向士斌	男	24	本科	技术员	组员	数据整理	100%
9	王鑫强	男	23	本科	技术员	组员	资料收集	100%

制表人:姜春福

日期:2022 年 10 月 5 日

三、选择课题

3.1 选题理由

(1) 企业质量目标要求

工程质量要求达到中交集团优质工程的质量标准,创中交集团优质工程奖。 为了加强质量管理,提高质量创优能力,本公司制定了施工管理工作责任考核办法,要求预制箱梁施工正位精度严格控制在10mm 以内,合格率不低于 95%。

(2) 工程现状

对现阶段在施预制箱梁拼装的 300 个预制箱梁正位精度进行调查发现, 预制箱梁拼装施工正位率平均值仅为 92.7%, 低于公司对项目要求的合格率标准 95%。

表 3-1 预制箱梁安装正位率

区跨	30-35M 跨	35-40M 跨	40-45M 跨	平均值
正位率	94.6%	92.5%	91.0%	92.7%

制表人: 姜春福

日期: 2022 年 10 月 14 日

(3)桥面平整度修复成本高: 本工程预制箱梁拼装工程量较大,箱梁数量达 1398 个节段, 且单个节段(墩顶块)最大重量为 96t,最大梁长 45m,最大重量为 850t。如果按照预制箱梁拼装施工正位率 92.7%计算,本项目预制箱梁拼装施工正位不合格的箱梁数量多达 102 个,对于这些存在质量缺陷的箱梁进行修复的难度很大、且耗时长,将严重影响项目施工的工期及成本。

3.2 课题确定

经调查,我们发现三个区跨预制箱梁拼装施工正位率全都未达到上级单位的要求,且箱梁拼装质量问题造成的后续成本较高,质量管

理小组成员迅速召开会议研究确定课题为：提高短线匹配法预制箱梁安装正位率。

四 、现状调查

4.1 合格率调查

课题选定后，为了更深入的了解工程施工过程中预制箱梁拼装正位质量问题,找到问题症结,小组成员于 2022 年 10 月 20 日至 2022 年 11 月 4 日对本工程各区跨已施工的预制箱梁拼装施工正位精度进行了调查分析，检查数共计 300 个，其中，预制箱梁拼装施工正位精度满足施工要求的有 280 个，不合格的有 20 个，预制箱梁拼装施工正位率平均值为 92.7%。接下来，我们对预制箱梁拼装正位问题继续进行下一步的分析。

表 4-1 预制箱梁拼装施工正位率调查表

泰国拉玛三项目	区跨	检查数/个	合格数/个	不合格数/个	正位率	平均正位率
	30-35M 跨	148	140	8	94.6%	92.7%
	35-40M 跨	107	99	8	92.5%	
	40-45M 跨	45	41	4	91.0%	
合计		300	280	20		

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 5 日

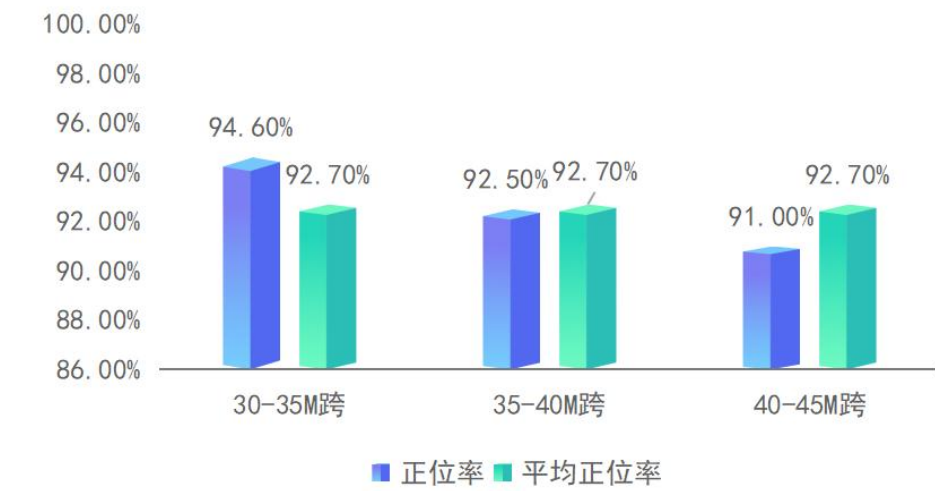


图 4-1 预制箱梁拼装施工正位率柱状图

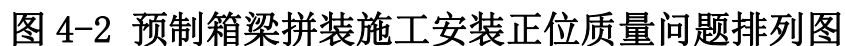
制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 5 日

小组成员对上述预制箱梁拼装正位不合格的 20 个节段进行调查分析,通过分层分析法得到预制箱梁拼装正位质量问题调查表及排列图如下所示:

序号	项 目	频数	频 率 (%)	累计频率 (%)
1	施工定位超偏	15	75	75
2	结构尺寸超偏	2	10	85
3	设计精准性超偏	1	5	90
4	运输过程超偏	1	5	95
5	环境因素影响	1	5	100
6	合计	20	100	100

日期：2022 年 11 月 7 日



日期：2022 年 11 月 7 日

从第一次分层分析结果中可以看出, 施工定位超偏占比为 75%, 是预制箱梁拼装施工安装正位精度的主要问题, 但还需要进一步进行分层分析, 以明确症结所在。

4.3 预制箱梁拼装施工正位症结调查分析

4月10日，小组成员对预制箱梁拼装施工定位超偏占问题进行第二层次调查分析，结果如下所示。

表 4-3 预制箱梁拼装施工定位超偏情况调查表

区跨	预制箱梁拼装施工定位超偏项目					合计
	箱梁中心正位超偏	箱梁基础平整度超偏	箱梁模具制作精度超偏	箱梁预埋测量控制点偏差	施工现场环境变化	
30-35M 跨	7	1	1	0	0	9
35-40M 跨	2	1	0	1	0	4
40-45M 跨	1	0	0	0	1	2
合计	10	2	1	1	1	15

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 10 日

表 4-4 预制箱梁拼装施工定位超偏项目统计表

序号	项目	频数	频率(%)	累计频率(%)
1	箱梁中心正位超偏	10	66.7	66.7
2	箱梁基础平整度超偏	2	13.3	80.0
3	箱梁模具制作精度超偏	1	6.7	86.7
4	箱梁预埋测量控制点偏差	1	6.7	93.4
5	施工现场环境变化	1	6.6	100
6	合计	15	100	

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 10 日

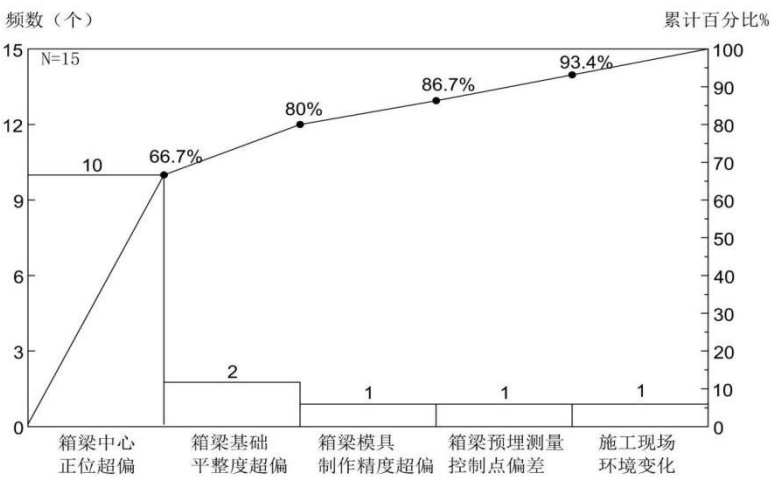


图 4-3 预制箱梁拼装施工定位超偏项数据排列图

制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 10 日

结论: 根据以上调查分析结果可知，节段箱梁中心正位超偏占比为 66.7%, 是造成的症结所在。

五、设定目标

5.1 设定目标依据

(1) 项目达到的先进水平

小组成员对国内其他精品工程项目的预制箱梁拼装施工定位精度及测量复核记录进行调查，3 个项目各随机抽取 150 个点进行检查发现，其预制箱梁拼装施工定位精度满足要求的平均点数为 145 个，平均合格率为 96.67%。

表 5-1 其他精品项目预制箱梁拼装施工定位合格率

项 目	检查点数	合格数	不合格数	合格率
项目一	150	145	5	96.67%
项目二	150	143	7	95.33%
项目三	150	147	3	98.00%
均值	150	145	5	96.67%

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 15 日

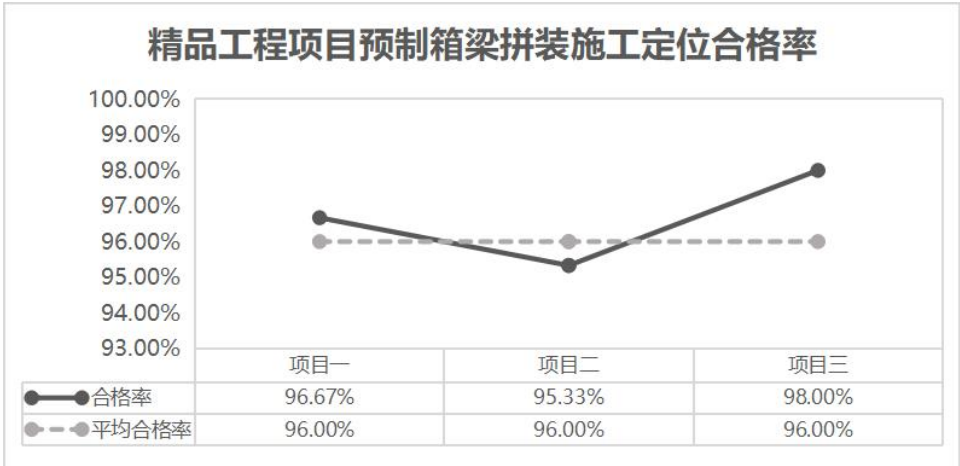


图 5-1 其他标段预制箱梁拼装施工定位合格率折线图

制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 15 日

(2) 测算分析

根据前期深入现场实际调查及图列分析显示，预制箱梁拼装施工定位合格率仅为 92.7%, 其中，“节段箱梁中心正位超偏”这一症结

出现缺陷的频率为 66.7%。针对“节段箱梁中心正位超偏”这个症结综合考虑“人-机-料-法-环-测”等各方面因素，以及本小组成员的相关工程经验、业务水平、群策能力，确定能解决 98%的此类问题，就可以将预制箱梁拼装施工定位合格率提升至 $92.7\% + (1 - 92.7\%) \times 75\% \times 64.3\% \times 98\% = 96\%$ 。

5.2 确定目标

小组成员集体讨论研究确定，本次活动不仅要达到本企业质量目标要求，而且应挑战自身，努力向其他标段所承建项目的标杆水平看齐，结合目标设定测算分析，我们将预制箱梁拼装施工正位率目标值设定为 96%。

表 5-2 预制箱梁拼装施工定位合格率目标值设定依据

序号	类别	正位率
1	现状预制箱梁拼装施工定位合格率	92.70%
2	企业要求预制箱梁拼装施工定位合格率	95.00%
3	理论计算预制箱梁拼装施工定位合格率	95.00%
4	精品工程项目求预制箱梁拼装施工定位合格率	96.00%

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 15 日

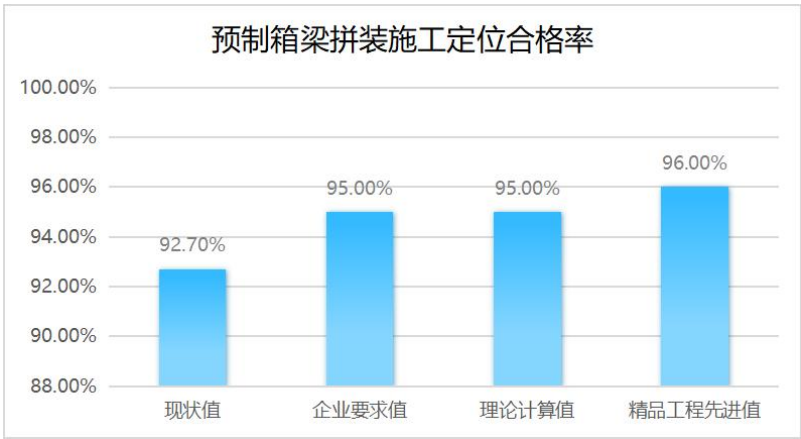


图 5-2 目标设定依据

制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 15 日

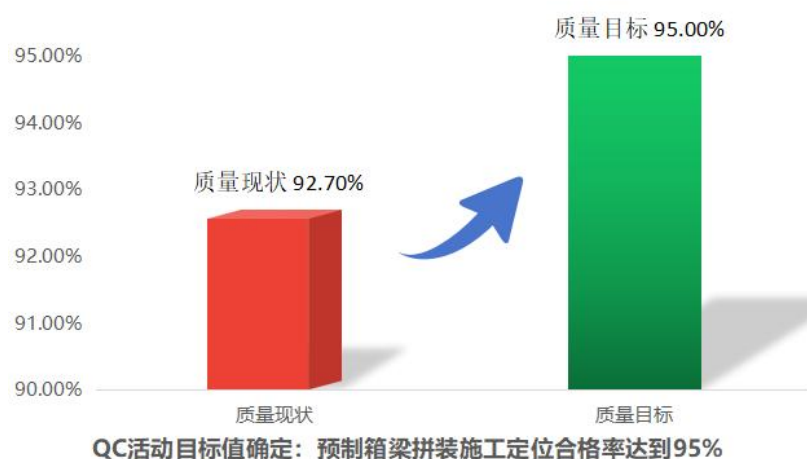


图 5-3 目标柱状图

制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 15 日

六、原因分析

2022 年 11 月 22 日，QC 小组成员围绕“节段箱梁中心正位超偏”这一症结召开“QC 分析会”，采用头脑风暴法对造成节段箱梁中心正位超偏的原因进行讨论分析。



摄图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 22 日

综合考虑“人-机-料-法-环-测”等各方面的因素，分层梳理各因素之间的因果关系，绘制节段箱梁中心正位超偏因果分析图如下所示

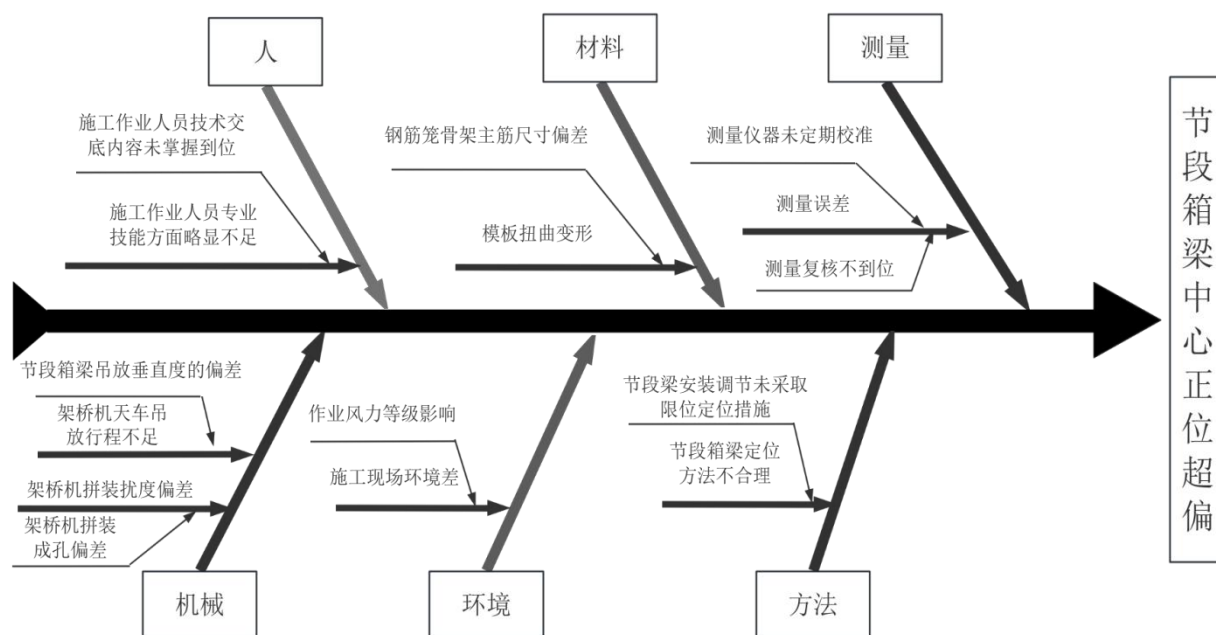


图 6-2 节段箱梁中心正位超偏因果分析图

制图人：姜春福

日期：2022 年 11 月 23 日

七、确定主要原因

针对影响节段箱梁中心正位超偏的 8 个末端原因，逐一进行要因确认，制定要因确认计划如表 7-1 所示。

表 7-1 要因确认计划表

序号	末端原因	确认内容	判定方式	确认人	确认时间
1	施工作业人员技术交底内容未掌握到位	施工作业人员技术交底内容掌握情况对症结影响程度	调查分析	周 楷	2022 年 11 月 28 日
2	测量仪器未定期校准	测量仪器检定与否对症结影响程度	调查分析	姜春福	2022 年 12 月 1 日
3	测量复核不到位	测量复核情况对症结影响程度	调查分析 现场测量	姜春福	2022 年 12 月 2 日
4	钢筋笼骨架主筋尺寸精度偏差	钢筋笼骨架主筋尺寸精度对症结影响程度	现场测量	张 其	2022 年 12 月 4 日
5	节段梁安装调节未采取限位定位措施	节段梁安装调节未采取限位定位措施对症结影响程度	现场验证 现场测量	崔江涛	2022 年 12 月 6 日

6	节段箱梁吊放垂直度的偏差	节段箱梁吊放垂直度的偏差对症结影响程度	调查分析 现场测量	金 勇	2022 年 12 月 8 日
7	架桥机拼装成孔偏差	架桥机拼装成孔偏差对症结影响程度	调查分析 现场测量	向士斌	2022 年 12 月 9 日
8	作业风力等级影响	作业风力等级对症结影响程度	调查分析 现场测量	王鑫强	2022 年 12 月 12 日

制表人：姜春福

日期：2022 年 11 月 24 日

末端原因 1:施工作业人员技术交底内容未掌握到位

判定方式	调查分析	确认人	周楷	确认时间	2022 年 11 月 28 日													
确认内容	施工作业人员技术交底内容掌握情况对症结影响程度																	
确认依据	对现场 34 名施工作业人员接受预制箱梁拼装施工技术交底及考试成绩进行调查，发现 10 名作业人员考试成绩在 90 分以上(优秀), 20 名作业人员成绩在 60-90 分之间(良好), 4 名作业人员成绩在 60 分(合格)。优秀良好合格																	
	表 7-2 作业人员交底考核情况调查统计表																	
	<table><tr><th>类别</th><th>人数（人）</th><th>总人数（人）</th><th>占比</th></tr><tr><td>优秀（>90 分）</td><td>10</td><td rowspan="3">34</td><td>29.4%</td></tr><tr><td>良好（60-90 分）</td><td>20</td><td>58.8%</td></tr><tr><td>合格（60 分）</td><td>4</td><td>11.8%</td></tr></table>				类别	人数（人）	总人数（人）	占比	优秀（>90 分）	10	34	29.4%	良好（60-90 分）	20	58.8%	合格（60 分）	4	11.8%
	类别	人数（人）	总人数（人）	占比														
	优秀（>90 分）	10	34	29.4%														
良好（60-90 分）	20	58.8%																
合格（60 分）	4	11.8%																
作业人员交底考核占比																		
<table><tr><th>类别</th><th>占比</th></tr><tr><td>优秀</td><td>29%</td></tr><tr><td>良好</td><td>59%</td></tr><tr><td>合格</td><td>12%</td></tr></table>					类别	占比	优秀	29%	良好	59%	合格	12%						
类别	占比																	
优秀	29%																	
良好	59%																	
合格	12%																	
图 7-1 交底考核情况饼分图																		



图 7-2 技术交底培训及考试

通过对考试成绩分别为优秀、良好、合格人员预制箱梁拼装施工正位精度进行调查得到数据如下表所示：

表 7-3 节段箱梁中心正位超偏数据统计表

类别	检查数量	节段箱梁中心正位超偏数量	节段箱梁中心正位超偏占比
优秀	30	1	3.3%
良好	60	3	5.0%
合格	30	2	6.7%

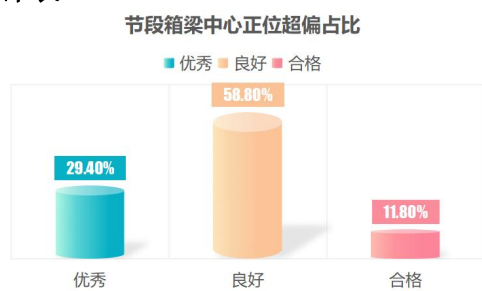


图 7-2 节段箱梁中心正位超偏占比柱状图

影响程度判断：调查发现施工作业人员技术交底考核掌握情况不同，并通过对优秀、良好、合格人员节段箱梁中心安装正位精度进行调查，发现节段箱梁中心正位超偏占比差别较小，因此，施工作业人员技术交底内容未掌握到位对症结的影响程度小。

结论 施工作业人员技术交底内容未掌握到位对症结的影响程度小，判定为非要因

末端原因 2:测量仪器未定期校准

判定方式	调查分析	确认人	姜春福	确认时间	2022 年 12 月 1 日
确认内容	测量仪器检定与否对症结影响程度				
	调查发现项目部使用型号为 TS11 的全站仪 (徕卡 1662124) 未定期校准 (校准时间为 2021 年 1 月 12 日, 有效期至 2022 年 1 月 11 日), 为此项目部从公司申请一台同型号定期校准全站仪 (徕卡 TCR1201+R400/873674: 校准时间 2022 年 1 月 15 日, 有效期至 2023 年 1 月 14 日), 并对两台全站仪测量精度进行对比, 均满足施工要求, 并且两者测量数据差值在 1mm 范围内。 表 7-4 测量精度统计表				

二次测量复核		53	53.5%
无测量复核		18	18.2%

图 7-4 测量复核情况饼分图

全站仪测量放样记录手册

工程部位: ABP12-13-14 天气: 晴 测量日期: 2022.12.12

仪器及编号: Leica 1202R 测站: ABP12-13-14 后视点: ABP12-13-14

气压: 1018 温度: 28.1 经纬仪立角: 90°

测量员: 王明 记录员: 王明 复核员: 王明

测站信息	测站: <u>ABP12-13-14</u>				后视点: <u>ABP12-13-14</u>			
	X(m)	Y(m)	H(m)	方位角	X(m)	Y(m)	H(m)	方位角
	131266.000	65772.375	22.368		151266.117	65772.375	22.368	
	检视点: <u>CH-14</u>				检视点: <u>CH-14</u>			
测量放样成果	测站: <u>ABP12-13-14</u>				后视点: <u>ABP12-13-14</u>			
	X(m)	Y(m)	H(m)	方位角	X(m)	Y(m)	H(m)	方位角
	点号	X(m)	Y(m)	H(m)	点号	X(m)	Y(m)	H(m)
	01	131266.000	65772.375	22.368	01	151266.117	65772.375	22.368
	02	131266.000	65772.375	22.368	02	151266.117	65772.375	22.368
	03	131266.000	65772.375	22.368	03	151266.117	65772.375	22.368
	04	131266.000	65772.375	22.368	04	151266.117	65772.375	22.368
	05	131266.000	65772.375	22.368	05	151266.117	65772.375	22.368
	06	131266.000	65772.375	22.368	06	151266.117	65772.375	22.368
	07	131266.000	65772.375	22.368	07	151266.117	65772.375	22.368
	08	131266.000	65772.375	22.368	08	151266.117	65772.375	22.368
	09	131266.000	65772.375	22.368	09	151266.117	65772.375	22.368
	10	131266.000	65772.375	22.368	10	151266.117	65772.375	22.368

图 7-5 复核测量记录

统计以上三种测量复情况下节段箱梁中心定位超偏的情况，得到数据如下表所示:

表 7-6 节段箱梁中心正位超偏数据统计表

测量复核情况	数量	节段箱梁中心正位超偏数量	节段箱梁中心正位超偏占比
无测量复核	18	1	4.5%
一次测量复核	53	2	3.8%
二次测量复核	28	0	0%

图 7-6 节段箱梁中心正位超偏占比柱状图

影响程度判断: 调查发现现场施工中节段梁安装过程中及安装完成后存在不同测量复核情况, 但不同测量复核情况下对节段箱梁中心定位精度影响的差别较小, 因此, 测量复核不到位对症结影响程度小。

结论	测量复核不到位对症结的影响程度小, 判定为非要因
----	--------------------------

末端原因 4:钢筋笼骨架主筋尺寸精度偏差

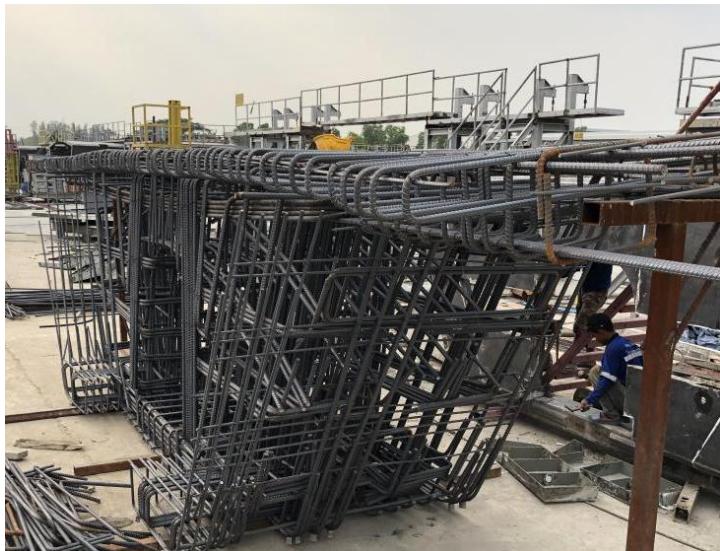
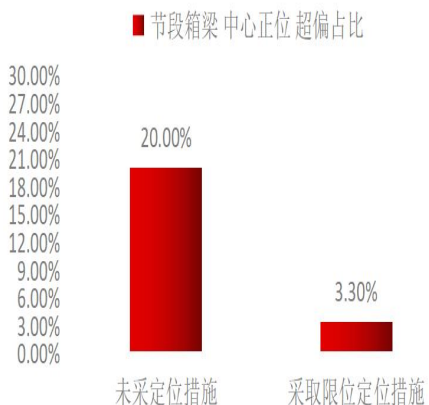
判定方式	现场测量	确认人	张其	确认时间	2022 年 12 月 4 日																				
确认内容	钢筋笼骨架主筋尺寸精度对症状影响程度																								
确认依据	钢筋笼骨架主筋的连接采用搭接连接，主筋焊接连接后钢筋骨架应同心同轴，确保钢筋笼骨架的垂直度。调查现场节段箱梁制作过程中几何尺寸精度、位置精度及连接件的制造精度如下表所示。 表 7-7 钢筋笼骨架主筋尺寸精度统计表 <table><tr><td>检查项目</td><td>检查点数</td><td>合格数</td><td>合格率</td><td>检查标准</td></tr><tr><td>几何尺寸精度</td><td>60</td><td>59</td><td>98.3%</td><td>±5mm</td></tr><tr><td>位置精度</td><td>60</td><td>58</td><td>96.7%</td><td>±5mm</td></tr><tr><td>连接件的制造精度</td><td>60</td><td>60</td><td>100%</td><td>±5mm</td></tr></table>					检查项目	检查点数	合格数	合格率	检查标准	几何尺寸精度	60	59	98.3%	±5mm	位置精度	60	58	96.7%	±5mm	连接件的制造精度	60	60	100%	±5mm
	检查项目	检查点数	合格数	合格率	检查标准																				
	几何尺寸精度	60	59	98.3%	±5mm																				
	位置精度	60	58	96.7%	±5mm																				
	连接件的制造精度	60	60	100%	±5mm																				
																									
图 7-8 节段箱梁钢筋笼骨架主筋尺寸制作情况																									

	 图 7-8 节段箱梁钢筋笼骨架主筋尺寸检查情况 影响程度判断：调查发现钢筋笼骨架主筋尺寸精度基本满足施工要求。材料横截面的高度、宽度、斜度等均满足。孔洞的位置、连接螺栓孔的位置等未出现偏差情况，连接件尺寸和位置、轴线偏差均满足要求，其全部合格，不影响节段箱梁中心正位精度，因此，材料尺寸精度对症结影响程度小。
结论	钢筋笼骨架主筋尺寸精度对症结影响程度小，判定为非要因

末端原因 5: 节段梁安装调节未采取限位定位措施

判定方式	现场验证 现场测量	确认人	崔江涛	确认时间	2022 年 12 月 6 日
确认内容	节段箱梁安装调节未采取限位定位偏差对症结影响程度				
确认依据	调查节段箱梁安装调节过程中节段箱梁采取的限位正位措施情况发现，节段箱梁正位措施过于简易，对节段箱梁正位精度所起作用不大，或者节段箱梁下放过程中未采取任何限位正位措施。在调查的 60 处节段箱梁中，未采取限位正位措施的占比 70%，采取简易正位措施的占比 30%。				
	表 7-8 节段箱梁安装调节限位正位措施调查情况统计表				
	措施情况		检查总数	数量	占比
	未采取任何限位正位措施		60	42	70%
	采取简易正位措施			18	30%
	在后期的施工中，通过对节段箱梁安装调节采取限位定位措施，调查发现是否采取定位措施对节段箱梁中心正位超偏有较大区别，调查数据如下表所示：				
	表 7-9 节段箱梁中心正位超偏数据统计表				
	措施情况	数量	节段箱梁中心正位超	节段箱梁中心正位超	

			偏数量	偏占比	
	未采 取 定位 措施	30	6	20.0%	
	采取 限位 定位 措施	30	1	3.3%	
图 7-9 节段箱梁中心正位超偏占比柱状图 影响程度判断：调查发现本工程节段箱梁安装调节过程中大部分均未采取限位定位措施，并对比了节段箱梁安装调节采取特定的定位措施情况发现，节段箱梁中心正位超偏情况基本得到解决，有无限位定位措施对节段箱梁中心正位超偏的影响达到了 $70\% \times 20\% - 30\% \times 3.3\% = 13.01\%$，因此，节段梁安装调节未采取限位定位措施对症结影响程度大。					
结论	节段箱梁安装调节未采取限位定位对症结影响程度大，判定为要因。				

末端原因 6:节段箱梁吊放垂直度的偏差

判定方式	调查分析 现场测量	确认人	金勇	确认时间	2022 年 12 月 8 日
确认内容	节段箱梁吊放垂直度的偏差对症状影响程度				
确认依据	本预制节段箱梁拼装工程箱梁需分段吊放并采用螺栓连接。调查节段箱梁吊放垂直度偏差，在调查的 60 处中，节段箱梁吊放垂直度偏差小于等于 1%占比 96.7%，大于 1%仅占比 3.3%。				
	图 7-10 节段箱梁吊放垂直度情况统计表				
	垂直度偏差	检查总数	数量	占比	
	≤1%	60	58	96.7%	
	>1%	60	2	3.3%	



图 7-10 节段箱梁吊放

调查节段箱梁连接过程中节段箱梁吊放垂直度偏差对节段箱梁中心正位超偏的影响，得到数据如下表所示：

表 7-11 节段箱梁中心正位超偏数据统计表

垂直度偏差	数量	节段箱梁中心正位超偏数量	节段箱梁中心正位超偏占比
$\leq 1\%$	58	0	0%
$> 1\%$	2	0	0%

影响程度判断：调查发现 96.7% 的节段箱梁吊放垂直度偏差小于 1%，且吊放垂直度大于 1% 的节段箱梁中心正位也均满足施工要求，因此，节段箱梁吊放垂直度偏差对桩基影响程度小。

结论	节段箱梁吊放垂直度偏差对桩基影响程度小，判定为非要因。
----	-----------------------------

末端原因 7: 架桥机拼装成孔偏差

判定方式	调查分析 现场测量	确认人	向士斌	确认时间	2022 年 12 月 9 日
确认内容	架桥机拼装成孔偏差对症结影响程度				
	调查现场施工中架桥机拼装成孔偏差情况，抽检的 60 个点的梁孔孔中心偏位均小±15mm, 符合规范要求。				
	表 7-12 架桥机拼装成孔检查标准				
	检查项目	检查点数	合格数	合格率	检查标准
	桩孔中心位置	60	60	100%	±15mm
	抽检架桥机拼装成孔孔位中心偏差数据如下表所示。				

确认依据	表 7-13 孔位中心偏差数据统计表									
	编号	偏差 (mm)	编号	偏差 (mm)	编号	偏差 (mm)	编号	偏差 (mm)	编号	偏差 (mm)
	1	0	13	11	25	-10	37	10	49	-11
	2	-12	14	13	26	3	38	15	50	-12
	3	-7	15	-15	27	5	39	-15	51	-15
	4	3	16	-15	28	-9	40	-12	52	-11
	5	-8	17	-10	29	13	41	0	53	3
	6	3	18	-13	30	-14	42	-10	54	-12
	7	-8	19	-12	31	11	43	-10	55	13
	8	-14	20	11	32	-3	44	7	56	1
	9	5	21	11	33	13	45	-13	57	-14
	10	4	22	14	34	-4	46	-11	58	8
	11	5	23	-13	35	14	47	11	59	12
	12	-12	24	14	36	-14	48	10	60	10
影响程度判断：调查发现架桥机拼装成孔偏差均满足施工要求，不影响节段箱梁中心正位精度。因此，架桥机拼装成孔偏差对桩基影响程度小。										
结论	架桥机拼装成孔偏差对桩基影响程度小，判定为非要因。									

末端原因 8:作业风力等级影响

判定方式	调查分析 现场测量	确认人	王鑫强	确认时间	2022 年 12 月 10 日											
确认内容	作业风力等级对桩基影响程度															
	当遇到五级以上大风天气时，风速过高将会影响架桥机的吊放精确度，给节段箱梁中心正位增加难度，并且大风天气不利于节段箱梁的成孔质量，进而影响节段箱梁中心正位精度。															
	12 月 10 日至 12 月 19 日，连续 11 天对施工现场风速、风力等级进行监测，风力监测数据见下表。11 天内最大风速达到 8.5m/s, 风力等级为 5 级。															
	表 7-14 风速监测数据表															
	<table><tr><td>日期</td><td>风向</td><td>风力等级</td><td>最大风速 (m/s)</td></tr><tr><td>2022. 12. 10</td><td>东风</td><td>4-5 级</td><td>8.5</td></tr><tr><td>2022. 12. 11</td><td>西南风</td><td>3-4 级</td><td>6</td></tr></table>					日期	风向	风力等级	最大风速 (m/s)	2022. 12. 10	东风	4-5 级	8.5	2022. 12. 11	西南风	3-4 级
日期	风向	风力等级	最大风速 (m/s)													
2022. 12. 10	东风	4-5 级	8.5													
2022. 12. 11	西南风	3-4 级	6													

确认依据		2022. 12. 12	东北风	5 级	8.4
		2022. 12. 13	北风	3 级	5.1
		2022. 12. 14	北风	4 级	7
		2022. 12. 15	北风	3 级	4
		2022. 12. 16	北风	5 级	8.4
		2022. 12. 17	东南风	3-4 级	6
		2022. 21. 18	南风	3-4 级	6
		2022. 12. 19	南风	3 级	5
	分别对不同风力等级下节段箱梁施工定位数据进行记录，数据如下表所示。				
	表 7-15 节段箱梁中心正位超偏占比数据表				

通过对上述 8 条末端原因逐条分析论证，得到“节段箱梁安装调节未采取限位正位措施”是影响节段箱梁中心正位超偏的主要原因，要因确认结果汇总如下表所示。

表 7-16 要因确认结果汇总表

序号	末端原因	确认人	是否要因
1	施工作业人员技术交底内容未掌握到位	周楷	非要因

2	测量仪器未定期校准	姜春福	非要因
3	测量复核不到位	姜春福	非要因
4	钢筋笼骨架主筋尺寸精度偏差	张其	非要因
5	节段梁安装调节未采取限位定位措施	崔江涛	非要因
6	节段箱梁吊放垂直度的偏差	金勇	要因
7	架桥机拼装成孔偏差	向士斌	非要因
8	作业风力等级影响	王鑫强	非要因

制表人：姜春福

日期：2022 年 12 月 14 日

八、制定对策

8.1 对策方案提出及评估

小组成员针对“节段梁安装调节未采取限位定位措施”这个主要原因召开对策方案分析会，通过研究提出应对对策解决方案，并从方案实施的有效性、适用性、经济性及创新性四个方面进行评估如下表所示。

表 8-1 对策方案评价表

主要原因	对策方案	评估				选定方案
		有效性	适用性	经济性	创新性	
节段梁安装调节未采取限位定位措施	自主研发墩顶节段箱梁安装调节限位装置，四组为一套固墩顶节段箱梁下。拧动底座上的高强螺栓，给予千斤顶以横向力来带动墩顶节段箱梁移动，达到墩顶节段箱梁精准调节限位的目的。	通过自锁千斤顶和高强螺栓的组合，可以实现对墩顶节段箱梁的精准调节，确保其标高符合设计要求。利用可滑动底座上的高强螺栓给予千斤顶横向力，能够有效带动墩顶节段箱梁实现横向移动，增加了调节的灵活性。	使用不锈钢钢板和聚四氟乙烯板，具有良好的耐腐蚀性和耐磨性，适用于不同环境条件。	采用钢板基座、不锈钢钢板等材料，制作成本相对较低。装置设计简单，易于拆卸，可重复利用，降低了施工过程中的材料浪费和成本。	通过组合自锁千斤顶和可滑动底座的方式，实现了对墩顶节段箱梁的横向和纵向精准调节，具有一定的创新性。	选定

制表人：姜春福

日期：2022 年 12 月 25 日

8.2 制定对策措施

依据对策方案评价表的评估结果，遵循“5W1H”原则制定对策措施如下表所示。

表 8-2 对策表

主要原因	对策	目标	措施	地点	完成时间	负责人
节段梁安装调节未采取限位定位措施	自主研发墩顶节段箱梁安装调节装置	节段箱梁中心正位偏差小于10mm。	(1) 制作墩顶节段箱梁安装调节定位装置 (2) 对作业人员进行节段箱梁正位装置及其施工方法交底及培训。 (3) 安装墩顶节段箱梁安装调节定位装置。 (4) 检查验证对策实施目标。	施工现场	2023年2月28日	崔江涛 姜春福

制表人：姜春福

日期：2022 年 12 月 25 日

九、对策实施

(1)制作墩顶节段箱梁安装调节定位装置

墩顶节段箱梁安装调节定位装置主要由钢板基座(含顶推装置)、不锈钢钢板滑移面(与基座固定连接)、聚四氟乙烯滑移板(与不锈钢钢板间涂抹润滑油脂)、自锁千斤顶(顶部支撑座坡度可自调节)四部分组成。该正位卡架装置如下图所示：



图 9-1 墩顶节段箱梁安装调节定位装置

拍摄人：崔江涛

日期：2023 年 1 月 3 日

该正位装置四组为一套，将四个正位卡架均匀对称固定于墩顶节

段箱梁下。根据设计布置图布置调节装置，钢板基座应放置在水平的平面上，可使用细沙调整底面水平。不锈钢钢板滑移面与聚四氟乙烯滑移板间涂抹润滑油后将自锁千斤顶放置在基座中心位置。墩顶节段箱梁粗就位后，标高通过装置上自锁千斤顶调节完成。

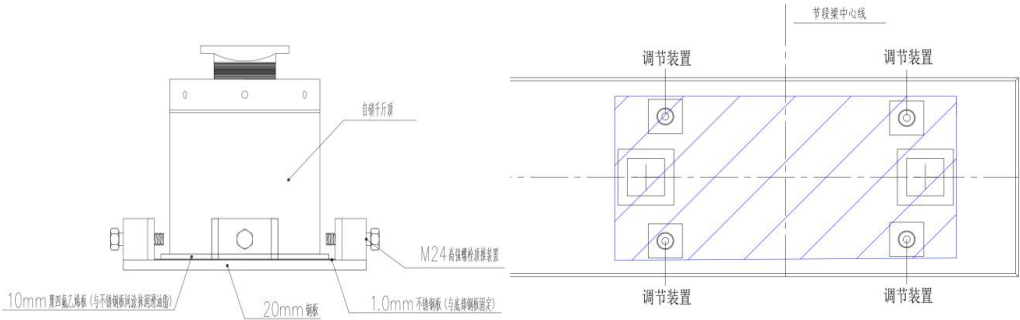


图 9-2 墩顶节段箱梁安装调节定位装置安装及正位

制图人：姜春福

日期：2023 年 1 月 3 日

(2) 对作业人员进行节段箱梁正位装置及其施工方法交底及培训

对作业人员进行墩顶节段箱梁安装调节定位装置及其施工方法交底及培训墩顶节段箱梁安装调节定位装置以预制配件的形式，施工前需进行拼装定位，以确保装置的伸缩固定长度满足墩顶节段箱梁正位要求。

2023 年 1 月 5 日由小组成员姜春福对施工作业人员进行墩顶节段箱梁安装调节定位装置试拼装、安装及校正固定交底培训，并且培训结束后进行考核，考核合格率达到 100%。



图 9-3 培训及考核

拍摄人：姜春福 日期：2023 年 1 月 5 日

表 9-1 考核情况汇总表

考核结果	人数/人	总人数/人	占比
优秀(>90 分)	26	34	76.5%
及格(60-90 分)	8		23.5%
不及格(<60 分)	0		0

制表人：姜春福 日期：2023 年 1 月 5 日

(3) 安装墩顶节段箱梁安装调节定位装置

2023 年 1 月 6 日至 2023 年 2 月 28 日，组织作业人员对现场节段箱梁中心正位进行置安装，在墩顶节段箱梁吊放于盖梁前，在盖梁上的同一水平横截面上将四个装置呈间隔距离固定在门式墩盖梁上。每一节墩顶节段箱梁设置一组。



图 9-4 墩顶节段箱梁安装调节定位装置安装及位置分布

拍摄人：姜春福 日期：2023 年 1 月 20 日

(4) 检查验证对策实施目标

对策实施后 QC 小组成员对各区跨节段箱梁中心正位精度进行检查，共检查 60 点，得到节段箱梁中心正位偏差数据如下所示。

表 9-2 节段箱梁中心正位精度偏差表

制表人：姜春福

日期：2023 年 2 月 28 日

序号	偏差 (mm)	是否合格	编号	偏差 (mm)	是否合格	编号	偏差 (mm)	是否合格	编号	偏差 (mm)	是否合格	编号	偏差 (mm)	是否合格
1	2	是	13	-3	是	25	-5	是	37	-7	是	49	4	是
2	1	是	14	-7	是	26	-7	是	38	6	是	50	-4	是
3	2	是	15	6	是	27	7	是	39	4	是	51	4	是
4	7	是	16	-6	是	28	3	是	40	5	是	52	3	是
5	10	是	17	0	是	29	5	是	41	-7	是	53	0	是
6	-3	是	18	-6	是	30	-4	是	42	4	是	54	6	是
7	-8	是	19	5	是	31	6	是	43	-2	是	55	0	是
8	-9	是	20	0	是	32	0	是	44	0	是	56	-6	是
9	-1	是	21	6	是	33	-3	是	45	-2	是	57	6	是
10	2	是	22	3	是	34	3	是	46	6	是	58	4	是
11	5	是	23	0	是	35	-6	是	47	-1	是	59	-7	是
12	10	是	24	-2	是	36	1	是	48	-3	是	60	-3	是

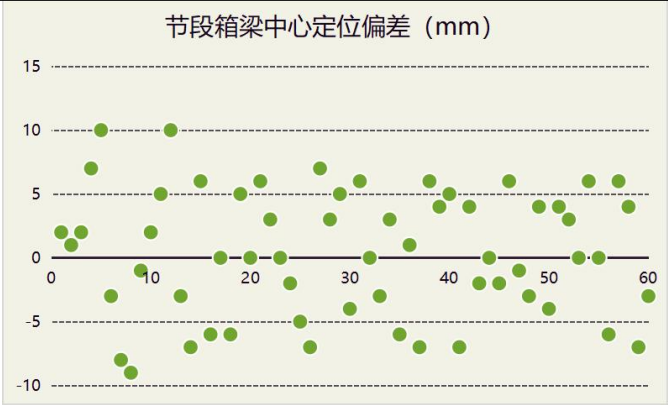


图 9-5 节段箱梁中心正位偏差散点图

制图人：姜春福

日期：2023 年 2 月 28 日

预制节段箱梁中心正偏差均小于 10mm, 预制节段箱梁中心正位率达到 100%, 对策实施的目标实现。并且根据散点图我们可以看出，预制节段箱梁中心正位偏差基本分布在±7mm 的范围内，此范围内的分布比例高达 98%, 墩顶节段箱梁安装调节定位装置有效提高了预制节段箱梁中心正位精度。

十、效果检查

10.1 目标检查

(1) 预制箱梁拼装施工正位率目标完成情况

对策实施后，QC 小组成员对已施工完成的预制箱梁进行了预制箱梁拼装正位精确度检查统计，共检查了 600 个节段，合格数 580 个节段，不合格数 20 个节段，预制箱梁拼装施工正位率平均值为 96.6%。

表 10-1 预制箱梁拼装施工正位率统计表

泰国拉玛三项目	区跨	检查数/个	合格数/个	不合格数/个	正位率	平均正位率
	30-35M 跨	296	287	9	97.0%	96.6%
	35-40M 跨	215	210	5	97.7%	
	40-45M 跨	89	83	6	96.6%	
合计		600	580	20	/	

制表人：姜春福

日期：2023 年 3 月 20 日



图 10-1 预制箱梁拼装施工正位率目标完成情况对比图

制图人：姜春福

日期：2023 年 3 月 20 日

通过 QC 小组活动，预制箱梁拼装施工施工正位率由原来的 92.7% 提高到 96.6%，超过了小组活动目标值 95.0%，小组活动目标达到。

(2) 对策实施前后症结变化情况

针对此次调查中预制箱梁拼装施工正位精度不合格的 20 个节段进行深入调查，质量缺陷统计数据如下：

表 10-2 预制箱梁拼装施工正位质量问题统计表

序号	项目	频数	频率(%)	累计频率 (%)
1	施工定位超偏	8	40	40
2	结构尺寸超偏	5	25	65
3	设计精准性超偏	3	15	80
4	运输过程超偏	2	10	90
5	环境因素影响	2	10	100
6	合计	20	100	/

制表人：姜春福

日期：2023 年 3 月 20 日

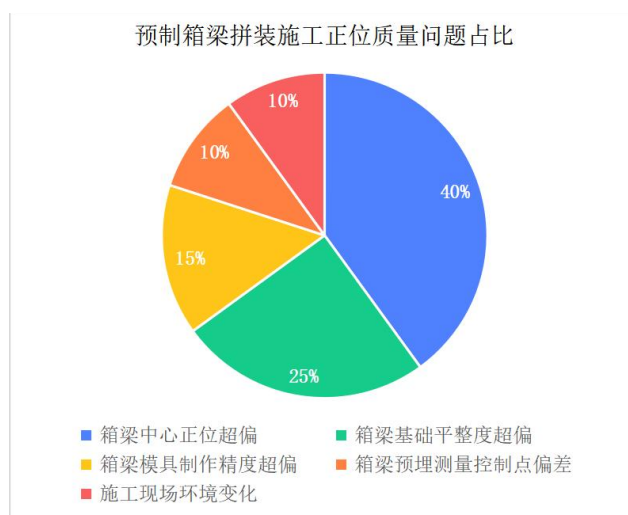


图 10-2 预制箱梁拼装施工正位质量问题饼分图

制图人：姜春福 日期：2023 年 3 月 20 日

对策实施前后节段箱梁拼装正位质量问题排列图如下所示：

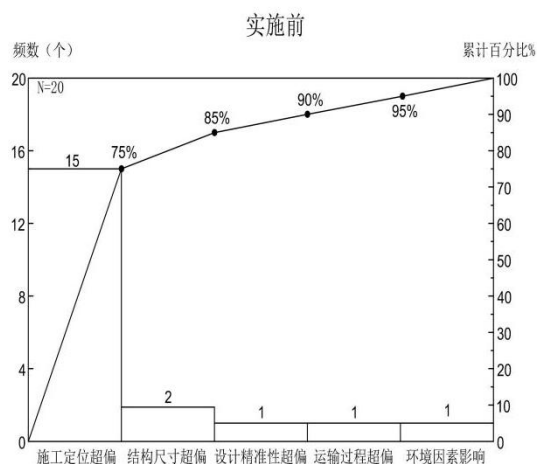


图 10-3 实施前正位质量问题排列图

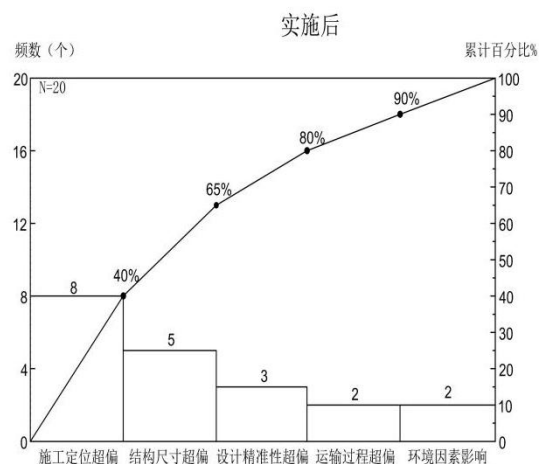


图 10-4 实施后正位质量问题排列图

制图人：姜春福

日期：2023 年 3 月 20 日

通过对策实施前后预制箱梁拼装施工正位质量问题排列图对比发现，“预制箱梁施工定位超偏”占比明显下降，从对策实施前的75%下降到45%。小组成员对预制箱梁施工定位超偏问题进行进一步的调查统计，结果如下所示。

表 10-3 预制箱梁施工定位超偏项目数据统计表

序号	不合格项	频数	频率 (%)	累计频率 (%)
1	箱梁中心正位超偏	6	40	40
2	箱梁基础平整度超偏	3	20	60
3	箱梁模具制作精度超偏	2	13	73
4	箱梁预埋测量控制点偏差	2	13	86
5	施工现场环境变化	2	14	100
6	合计	15	100	/

制表人：姜春福

日期：2023 年 3 月 23 日

对策实施前后箱梁拼装施工正位超偏数据排列图如下所示

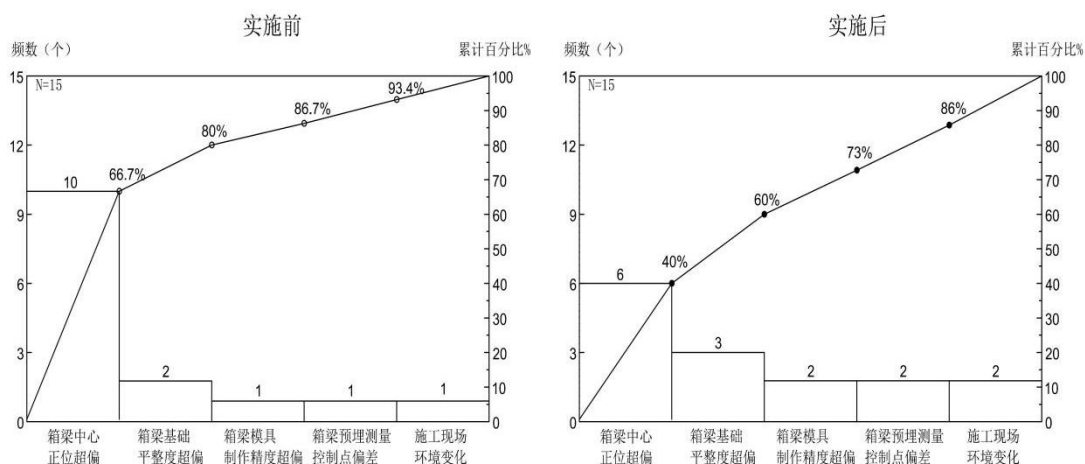


图 10-5 实施前拼装施工正位超偏数据 图 10-6 实施后拼装施工正位超偏数据

制图人：姜春福

日期：2023 年 3 月 23 日

综上所述，对策实施后，“节段箱梁中心正位超偏”大幅下降，根据实施前后对比下降 35%，得到了改善，小组活动成果有效。

10.2 经济效益和社会效益

(1) 经济效益

本次 QC 活动通过对施工作业人员进行交底、强化施工工艺、严格控制节段箱梁正位精确等一系列措施，不仅使预制箱梁拼装施工正位率大幅提高，而且还增强了管理人员和作业人员的质量意识，提高了施工效率，为项目产生了一定的经济效益。具体产生的经济效益如下表所示。

表 10-4 经济效益计算表

序号	费用项目		效益计算
1	预制节段箱梁正位不合格减少数量	活动前合格率 92.7%，活动后合格率 97.1%。不合格根数减少 49 个。	$(97.1\% - 92.7\%) \times (1398 - 300) = 49$ 个
2	节约返修人工费	返工维修用工：1 工日/根，需 8 人进行返修、清理。	$1 \times 49 \times 8 \times 150 = 58800$ 元
3	节约材料费	沥青可节省约 450 方	$450 \times 110 = 77000$ 元
4	节省工期费	预制箱梁正位精度提高，可节省节段箱梁拼装施工工期 24 天。 单个工人作业人工费 350 元/工日；每天平均有 34 人进行施工作	$24 \times 150 \times 34 = 122400$ 元

		业。	
5	节省设备费	架桥机日租金 10000/日	$10000 \times 24 \times 2 = 480000$ 元
6	增加费用	墩顶节段箱梁安装调节定位装置制作费单个装置制作成本 8000 元。	$16 \times 8000 \times 2 = 256000$ 元
7	费用合计		$58800 + 77000 + 122400 + 480000 - 256000 = 482200$ 元

制表人：姜春福

日期：2023 年 6 月 29 日

经济效益证明

通过本次 QC 活动，使用了研制的墩顶节段箱梁安装调节装置，不仅规范了操作，提高了节段箱梁安装质量，降低了后续增加成本，同时取得了良好的经济效益。此项发明节省 482200 元，经济效益非常可观。

序号	费用项目		效益计算
1	预制节段箱梁正位不合格减少数量	活动前合格率 92.7%，活动后合格率 97.1%。不合格根数减少 49 个。	$(97.1\% - 92.7\%) \times (1398 - 300) = 49$ 个
2	节约返修人工费	返工维修用工：1 工日/根，需 8 人进行返修、清理。	$1 \times 49 \times 8 \times 150 = 58800$ 元
3	节约材料费	沥青可节省约 450 方	$450 \times 110 = 77000$ 元
4	节省工期费	预制箱梁正位精度提高，可节省节段箱梁拼装施工工期 24 天。 单个工人作业人工费 350 元/工日；每天平均有 34 人进行施工作业。	$24 \times 150 \times 34 = 122400$ 元
5	节省设备费	架桥机日租金 10000/日	$10000 \times 24 \times 2 = 480000$ 元
6	增加费用	墩顶节段箱梁安装调节定位装置制作费单个装置制作成本 8000 元。	$16 \times 8000 \times 2 = 256000$ 元
7	费用合计		$58800 + 77000 + 122400 + 480000 - 256000 = 482200$ 元

中交第二航务工程局有限公司
泰国拉玛三至曼谷西外环高速公路项目 C2 项目经理部
二〇二三年六月二十九日



图 10-7 经济效益证明

制图人：姜春福

日期：2023 年 06 月 29 日

(2)社会效益

本工程为我公司是泰国高速公路市场的重点工程，本次活动有效提高了预制箱梁拼装施工正位精度，解决了节段箱梁施工正位精确度这个施工难点，为泰国拉玛三至曼谷西外环高速公路项目 C2 标段节段梁拼装工程施工质量提供了有效保证，得到了业主泰国特高速公路局的肯定与认可。同时，本次 QC 活动为建设工程相关项目的实施积累了宝贵经验，为高架桥工程施工提供了先进的施工技术，满足了行业对新技术新工艺的要求，社会效益显著，对于提高我公司在泰国市政工程市场的竞争力具有积极的推动作用。

十一、制定巩固措施

经过 QC 小组成员的共同努力，预制箱梁拼装施工正位超偏难题得到解决，有效提高了节段箱梁拼装精确度。为此，对相关经验成果进行归纳和总结，进一步巩固 QC 活动成果。

(1)总结预制箱梁拼装正位施工方法，形成《预制箱梁拼装正位作业指导书》，为今后类似工程施工提供技术指导。

表 11-1 巩固措施介绍表

序号	序号	采取措施	形成巩固	形成时间	封面页
1	4.1	对作业人员进行墩顶节段箱梁安装调节定位装置及其施工方法交底及培训	《预制箱梁拼装正位作业指导书》	2023 年 3 月 11 日	
2	6.2.4-2	安装墩顶节段箱梁安装调节定位装置			
3	6.2.4-3	校正墩顶节段箱梁安装调节定位装置并进行固定			

制表人：姜春福

日期：2023 年 3 月 25 日

(3)为检验巩固措施实施后的质量效果和保持质量管理工作的连

续性，小组成员对后续施工预制箱梁拼装施工正位率进行跟踪调查。2023 年 4 月 11 日至 2023 年 4 月 30 日，质量管理小组成员(张其、姜春福、向士斌)分别对本工程 30m-35m 区跨、35m-40m 区跨、40m-45m 区跨预制箱梁拼装施工正位精度进行了三个周期的现场调查，汇总数据调查情况如下所示。

表 11-2 巩固期各时间段预制箱梁正位率

序号	日期	检查数量	合格数量	不合格数量	正位率
1	第一期(3 月 25 日-4 月 16 日)	99	96	3	97%
2	第二期(4 月 17 日-5 月 23 日)	100	98	2	98%
3	第三期(5 月 24 日-6 月 23 日)	101	100	1	99%
4	合计	300	296	6	98%

制表人：姜春福

日期：2023 年 6 月 24 日

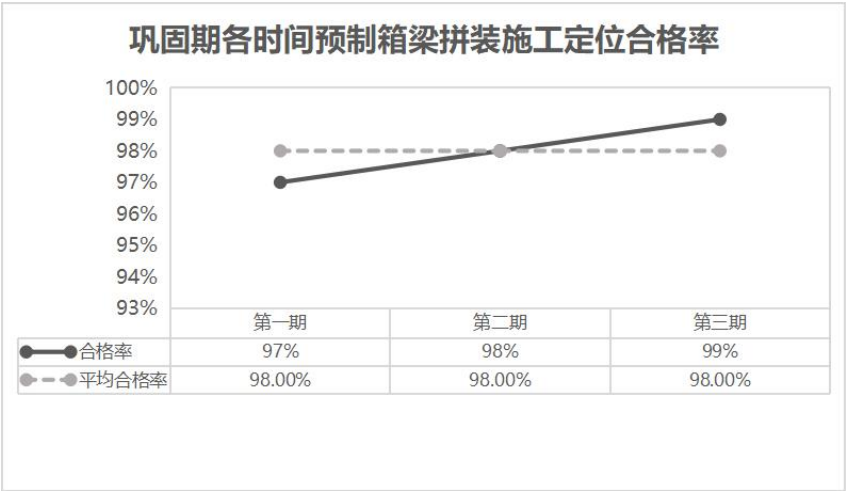


图 11-1 巩固期各时间段合格率折线图

制图人：姜春福

日期：2023 年 6 月 24 日

对比各阶段预制箱梁拼装施工正位率调查情况，在巩固期内箱梁拼装正位质量得到有效控制，合格率达到 98.0%，活动目标完成，且比实施后略有提高，说明巩固措施有效，值得推广应用。

十二、总结和下一步打算

12.1 总结

(1) 专业技术方面

小组成员通 QC 活动的展开，能够掌握墩顶节段箱梁安装调节定位装置的施工原理、安装方法以及工艺要求，为提预制箱梁拼装施工正位精度积累了大量实践经验。

表 12-1 专业技术总结表

序号	专业技术措施	主要优点	不足之处	今后努力方向
1	对作业人员进行交底及培训	让施工作业人员充分掌握墩顶节段箱梁安装调节定位装置的原理、施工方法及工艺要求	存在部分施工作业人员未能全面掌握具体的施工方法	采用 BIM 可视化、制作施工动画进行技术培训及交底
2	节段箱梁安装调节定位装置的研发	墩顶节段箱梁安装调节装置具有一定的精准性、易操作性	研发多样性有待提高	多学习各种先进施工技术，注重创新思维的培养
3	预制节段箱梁安装、校正及固定	形成节段箱梁施工正位标准化流程更好的指导现场施工	节段箱梁正位卡架装置需要进行试拼装和现场安装，会有一定的耗时	推广节段箱梁施工正位方法的实施应用

制表人：姜春福

日期：2023 年 6 月 25 日

基于墩顶节段箱梁安装调节定位装置的创新性，总结形成专利一项《墩顶节段箱梁安装调节定位装置》。



图 12-1 专利知识产权成果

拍摄人：姜春福

日期：2023 年 6 月 27 日

(2)管理方法方面

本次 QC 活动通过 PDCA 循环的方式开展，发现问题、分析问题、制定措施、解决问题，凡事以客观事实及实施数据为依据，一环紧扣一环，思维逻辑严密。

表 12-2 管理方法总结表

序号	活动内容	主要优点	不足之处	今后努力方向
1	选择课题	课题选择直接针对所要解决的问题，并以特征值表达；选题理由明确，有数据支撑	课题分析略简单，叙述能力有待提高	基于数据和事实进行课题比选
2	现状调查	对数据和信息进行分类、分层和统计	分层法还可进一步应用	加强分层的学习和应用
3	设定目标	考虑本公司同类项目先进水平及测算分析合理设定目标	应与同行业先进水平看齐	搜集同行业乃至国际先进水平施工标准，严格改善工程质量
4	原因分析	从人-机-料-法-环-测六个方面全面分析，逻辑关系清晰、紧密	部分原因分析不彻底部分数据收集不充分	集思广益、全面彻底分析原因
5	确定主要原因	确定要因过程数据充分，材料完整	统计工具运用较单一	根据数据和实际情况，恰当选用统计方法
6	制定对策	对策目标明确，可测量检查	对策比选方案不够全面	对策方案归纳总结
7	对策实施	按照对策表逐条实施，并进行效果验证	对策实施过程不够具体	细化实施过程
8	效果检查	与现状调查呼应，判定改善程度	统计工具运用多样性有待加强	进行多种统计工具培训
9	制定巩固措施	将行之有效的措施进行固化	巩固措施有待大范围推广应用	积极推广应用

制表人：姜春福

日期：2023 年 6 月 28 日

在活动过程中，我们灵活运用调查表、柱形图、排列图、散点图、雷达图、饼分图、折线图、因果图、分层法等 QC 辅助分析工具累计 67 次，使质量管理小组成员使用管理方法的能力逐步提高。

表 12-3 工具应用统计表

统计方法	分层法	调查表	排列图	因果图	柱状图	流程图	饼图	折线图	散点图	雷达图	计 合
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----

课题简介		1				1					2
小组概况		1									1
选择课题		1									1
现状调查		5	2		1						8
设定目标		2			2			1			5
原因分析				1							1
确定主要原因		18			4		2				24
制定对策		2									2
对策实施		3							1		4
效果检查		4	5				2				11
制定巩固措施		2						1			3
总结		4								1	5
合计		43	7	1	7	1	4	2	1	1	67

制表人：姜春福

制表日期：2023 年 6 月 28 日

(3) 小组成员综合素质方面

通过 QC 小组活动，小组成员综合素质都有了不同程度的改善和提高，在问题分析能力和 QC 知识方面的进步尤为突出，为 QC 小组的下一步活动打下了良好基础。活动前后小组成员综合素质自我评价如下。

表 12-4 素质评价表

序号	评价内容	活动前	活动后
1	问题分析能力	72	96
2	QC 知识	65	90
3	质量意识	80	95
4	团队协作精神	80	94
5	攻关能力	75	86
6	工作热情与干劲	85	98

制表人：姜春福 2023 年 6 月 28 日

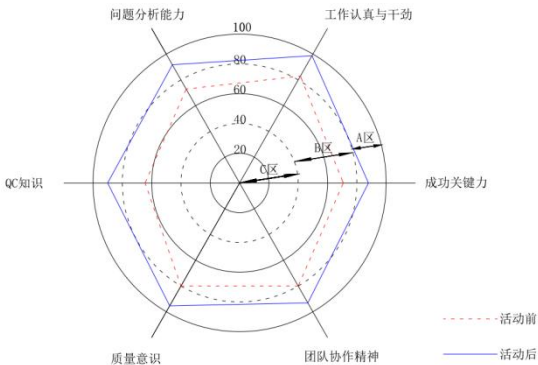


图 12-1 综合素质评价雷达图
制图人：姜春福 日期：2023 年 6 月 28 日

12.2 下一步打算

通过开展 QC 小组活动，使得预制箱梁拼装施工正位精度得到了提高，有效避免了因节段箱梁中心正位偏位过大而导致梁面产生偏心受压，保证了桥面荷载的能力，大大提高了结构的安全和使用性能。

此外，本 QC 小组全员专业技术水准以及施工工程管理水平均得以全面提升。未来之规划，我等将持续推进 QC 小组活动，以“品质”作为长远主题，不懈努力于积极学习以及勇于创新，以期能够洞察并挖掘更多深层次课题，不懈追求更卓越成果，为公司事业乃至全社会发展做出更为杰出的贡献。

根据现场施工情况，小组成员运用头脑风暴法，广泛提出自己的想法和意见，归纳整理出 3 个下一步可供选择的 QC 课题。经小组全员评估确定“提高节段箱梁排水管道支架安装合格率”作为小组下一个课题。

表 12-5 下一步小组活动课题选择评价表

序号	课题	重要性	紧迫性	难度系数	经济性	综合评分
1	提高节段箱梁排水管道支架安装合格率	★	★	★	●	35
2	提高现浇护栏一次验收合格率	★	★	●	▲	33
3	提高沥青路面检查井盖周边压实度合格率	★	▲	▲	●	31

制表人:姜春福 日期: 2023 年 6 月 30 日

评分标准：★-10 分，施工质量对工程创优的影响程度大、工期要求紧迫是关键线路、施工难度大、投入小且经济效益好。

▲-8 分，施工质量对工程创优的影响程度较大、工期要求紧迫度较大是关键线路、施工难度大、投入大且经济效益较好。

●-5 分，施工质量对工程创优的影响程度较大、工期要求紧迫度较大是非关键线路、施工难度易控制、投入大且经济效益一般。