

提高现浇混凝土箱涵模板支设 一次验收合格率

中交一公局第三工程有限公司乘风破浪 QC 小组

一、工程概况

本工程名称为连淮高速公路扩建工程 LHK-HA3 标段，本标段起点接 LHK-HA2 标段，起于河网村，起点桩号为 K78+500.000，止于涟水高铁站西侧，终点桩号为 K88+000.000，路线全长 9.5km。项目扩建采用两侧整体式拼宽为主，主要施工内容包括 1 座桥梁拆除新建、1 座路改桥和 1 座桥梁两侧拼宽和 12 座桥梁更换上部板梁。施工合同额 7.047 亿元，该工程施工于 2023 年 7 月 1 日，计划竣工于 2026 年 6 月 30 日，累计共 35 个月。本项目质量要求为江苏省优质工程奖“扬子杯”。

该工程共有 8 道箱涵，每道管涵长度为 162.93m，累计长度达 1303.44m，共有 7 条通道，其中每道通道长度为 154.71m，累计长度为 1082.97m，箱涵墙身模板采用竹胶板，箱涵模板分两次支设，第一次支设底板与 300~500mm 高度的侧板，第二次支设侧板与顶板。侧墙模板除设立支撑外，还可设拉杆固定，箱内采用碗扣式支架，模板支架材料使用钢管和木方搭设。



图 1-1 项目箱涵施工照片

本工程中箱涵是整体闭合式框架结构，全箱涵主体结构采用 C35 混凝土现浇施工，施工时采用明挖基坑，就地浇筑混凝土的施工方式，全箱涵采用两次浇筑，第一次浇筑至底板内壁以上倒角上 10~20cm，第二次浇筑余下侧墙及顶板部分。倒角处采用定型模板，定型模板与大块模板连接紧固，密封条密实。模板分两次支立，第一次支第一层外模模板及底板以上 30cm 处的倒角模板，倒角模板与墙身钢筋之间横向加焊钢筋固定，加焊横向钢筋间距 70cm，在第一次混凝土浇筑至底板以上 30cm，且混凝土强度满足要求后，再支设剩余模板。

箱涵施工阶段开始于 2023 年 6 月，计划结束于 2025 年 1 月，本项目联合公司成立相关 QC 小组，对箱涵施工阶段遇到的问题及时进行纠偏，箱涵施工工艺流程图如下所示：

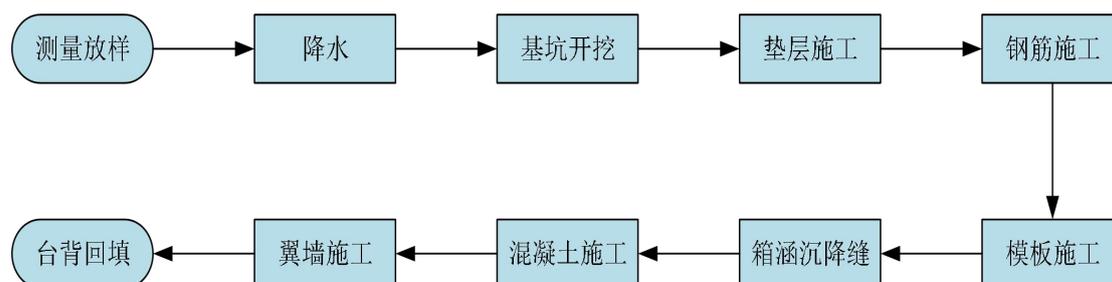


图 1-2 现浇混凝土箱涵施工工艺流程图

制图人：武新建

制图日期：2023 年 8 月 5 日

二、小组简介

本次 QC 小组成立于 2023 年 8 月 5 日，共计有 9 名成员组成，成员均来自我司技术管理部和项管部，成员的专业知识储备较高，学历均为本科。本次 QC 活动共计开展 117 天，开始于 2023 年 8 月 5 日，结束于 2023 年 11 月 30 日。

表 2-1 QC 小组简介

课题名称	提高现浇混凝土箱涵模板支设一次验收合格率		
小组名称	乘风破浪 QC 小组	小组成立时间	2023 年 8 月 5 日
小组注册编号	ZJYGJDSGCQC-2023-08	小组注册日期	2023 年 8 月 5 日

课题注册号	ZJYGJDSGCQCKT-2023-08			课题登记时间	2023年8月13日
课题类型	问题解决型			组长	王众
活动时间	2023年8月5日至2023年11月30日			活动出勤率	100%
小组成员	9	QC培训课时	56小时	活动次数	10次

制表人：王众

制表日期：2023年8月5日

表 2-2 小组成员简介

序号	组内职务	姓名	性别	职称	年龄	学历	职务	小组分工
1	组长	王众	男	高级工程师	48	本科	项目负责人	总负责
2	副组长	杜延东	男	高级工程师	35	本科	技术负责人	方案制定
3	成员	陈磊	男	工程师	42	本科	生产负责人	定制计划
4	成员	江书达	男	工程师	32	本科	安全负责人	技术指导
5	成员	祝寿年	男	助理工程师	33	本科	技术负责	质量控制
6	成员	杨君	男	工程师	44	本科	现场技术主管	计量及预算
7	成员	武新建	男	助理工程师	29	本科	现场技术主管	现场实施
8	成员	胡亚长	男	工程师	39	本科	测量负责人	现场实施
9	成员	位岩	男	工程师	29	本科	试验负责人	现场实施

制表人：杜延东

制表日期：2023年8月5日

本组内成员根据 QC 活动阶段和 PDCA 原则制定了活动计划表，如下所示：

表 2-3 小组活动计划横道图

活动内容	主要负责人	活动时间（2023年8月5日至2023年11月30日）				
		8月	9月	10月	11月	
P	选择课题	王众				
	现状调查	江书达				
	设定目标	杜延东				
	原因分析	陈磊				
	确定主要原因	陈磊				
	制定对策	江书达				
D	对策实施	武新建				

C	效果检查	祝寿年			
A	制定巩固措施	杨君			
	总结和下一步打算	王众			

其中“”代表活动计划时间，“”代表实际活动时间。

制表人：陈磊

制表日期：2023年8月7日

表 2-4 小组活动开会节点及小组人员出勤率表

活动阶段	开会时间	会议主题	应到人数	实到人数	出勤率
选择课题	2023.8.5	多角度确定课题	7	7	100%
现状调查	2023.8.13	分层分析施工现状	7	7	100%
设定目标	2023.8.21	数据化明确目标	7	7	100%
原因分析	2023.8.26	全角度挖掘原因	7	7	100%
确定主要原因	2023.9.1	试验逐一分析原因	7	7	100%
制定对策	2023.10.1	5W1H 确定对策	7	7	100%
对策实施	2023.10.6	对策实施开展	7	7	100%
效果检查	2023.10.21	QC 后效果分析	7	7	100%
制定巩固措施	2023.10.27	制定标准	7	7	100%
总结和下一步打算	2023.11.20	QC 活动总结	7	7	100%

制表人：陈磊

制表日期：2023年8月5日



图 2-1 小组活动开会照片

制图人：陈磊

制图日期：2023年8月26日

三、选择课题

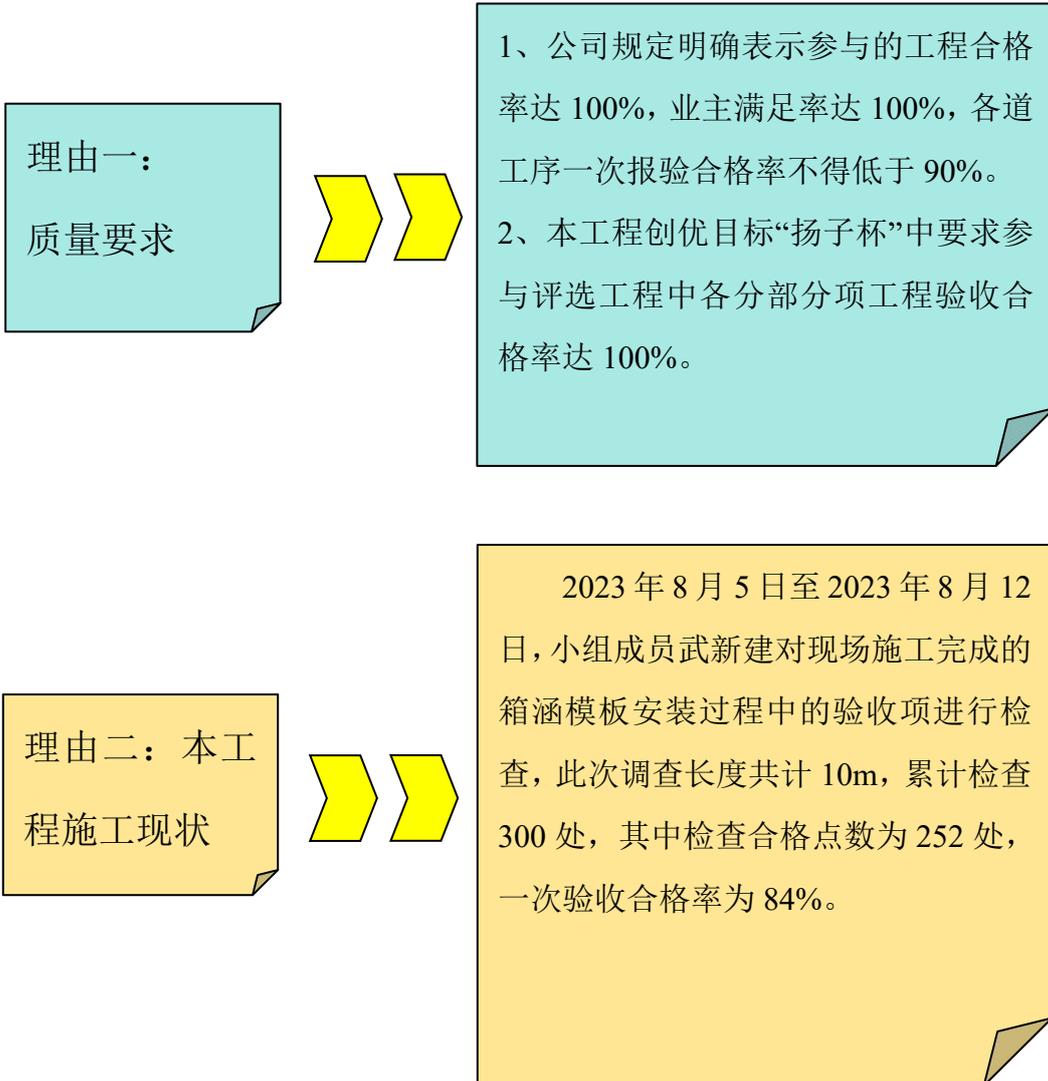


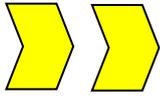
表 3-1 现浇混凝土箱涵模板施工质量问题统计表

项目	检查点数	合格点数	合格率
现浇混凝土箱涵模板 施工质量	300	252	84%

制表人：武新建

制表日期：2023 年 8 月 12 日

理由三：同行
业施工水平



根据本小组成员对同地区同行业已完工或在建工程的箱涵分项工程的施工合格率情况进行调查，发现同行业不同公司箱涵模板支设施工一次验收平均合格率为 91%。

表 3-2 箱涵模板施工一次验收合格率统计表

项目名称	合格率	平均合格率
滨海至淮安高速公路盐城段 BH-6 标	89%	91%
连淮高速公路扩建工程 LHK-LYG1 标	93%	
连淮高速公路扩建工程 LHK-LYG2 标	91%	

制表人：杨君

制表日期：2023 年 8 月 12 日

选择课题：提高现浇混凝土箱涵模板支设一次验收合格率

制图人：杜延东

制图日期：2023 年 8 月 12 日

四、现状调查

2023 年 8 月 13 日至 2023 年 8 月 20 日，我小组成员江书达和祝寿年相约现场检查施工已完成的箱涵模板工程，在本次检查过程中，根据《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）进行调查，本次调查箱涵长度为 20m，累计调查点数为 600 点，其中合格的点数为 504 个，不合格点数为 96 个，合格率为 84%。

表 4-1 现浇混凝土箱涵模板制作允许偏差及检查方法

项次	偏差名称	允许偏差 (mm)	检查方式
1	小型模板：长和宽	±3	卷尺测量

2	大型模板（长、宽大于 3m）： 长和宽	±5	卷尺测量
3	大型模板对角线	±5	卷尺测量
4	相邻两板面高差	2	红外线水平仪及卷尺 测量
5	相邻两板拼缝宽度	2	塞尺测量
6	局部不平	(0, 5)	用 2m 直尺测量

制表人：江书达

制表日期：2023 年 8 月 13 日

表 4-2 现浇混凝土箱涵模板安装允许偏差及检查方式

项次	偏差项目	混凝土结构部位		检查方式
		外露表面	隐蔽内面	
1	相邻两板面 高差	3mm	5mm	红外线水平仪及钢尺 测量
	局部不平	5mm	10mm	用 2m 靠尺测量
2	结构物边线与设计边线	内模板， (-10,0) 外模板，(0, +10)	15mm	用钢尺测量
3	结构物水平截面内部尺寸	±20mm		钢尺测量
4	轴线位置	±5mm		经纬仪测量
5	局部垂直度	全高≤5m，	(0,6mm)	使用线垂和钢尺组合 测量
		全高>5m，	(0,8mm)	

制表人：江书达

制表日期：2023 年 8 月 13 日

表 4-3 现浇混凝土箱涵模板支设施工质量调查表

检查位置	检查总数	合格点数	合格率	平均合格率
外露表面	200	119	59.5%	84%
隐蔽内面	200	188	94%	
端头模板及底部倒 角模板	200	197	98.5%	
总计	600	504	/	

制表人：祝寿年

制表日期：2023 年 8 月 16 日

通过对现场的施工情况得知，本项目的箱涵模板安装施工一次验收合格率为 84%，对 96 个不合格的检查点进行调查，统计如下表：

表 4-4 箱涵模板安装施工问题汇总表

检查项目	频数 (个)	累计频数	频率	累计频率
外露表面模板安装差	81	81	84.4%	84.4%
隐蔽内面模板安装差	12	93	12.5%	96.9%
端头模板及底部倒角模板安装差	3	96	3.1%	100%
合计	96	/	100%	/

制表人：祝寿年

制表日期：2023 年年 8 月 16 日

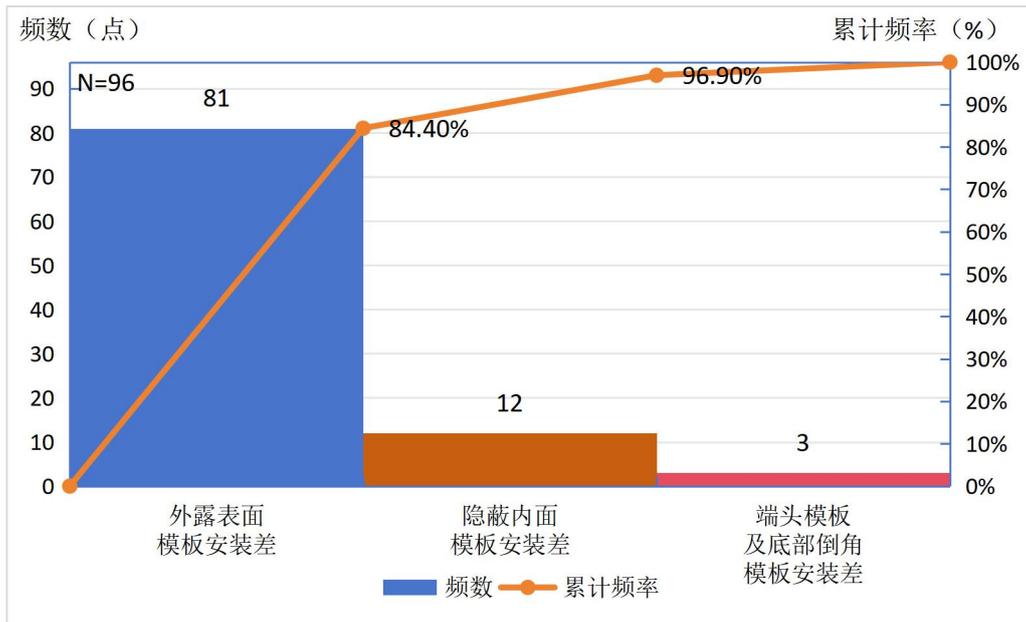


图 4-1 箱涵模板安装施工问题频数排列图

制图人：祝寿年

制图日期：2023 年 8 月 16 日

通过上述调查结果可以知道，影响现浇混凝土箱涵模板支设的主要问题在于外露表面模板安装差，该施工问题频率高达 81 个，占比问题权重为 84.4%，为了进一步确认施工问题症结所在，对该 81 个施工问题进行分层分析，调查结果如下表所示：

表 4-5 外露表面模板安装施工问题汇总表

检查项目	频数 (个)	累计频数	频率	累计频率
平整度控制较差	67	67	82.7%	82.7%
结构边线误差较大	7	74	8.6%	91.3%
相邻板面高差	4	78	4.9%	96.2%

较大				
相邻模板拼缝过宽	3	81	3.8%	100%
合计	81	/	100%	/

制表人：祝寿年

制表日期：2023年8月20日

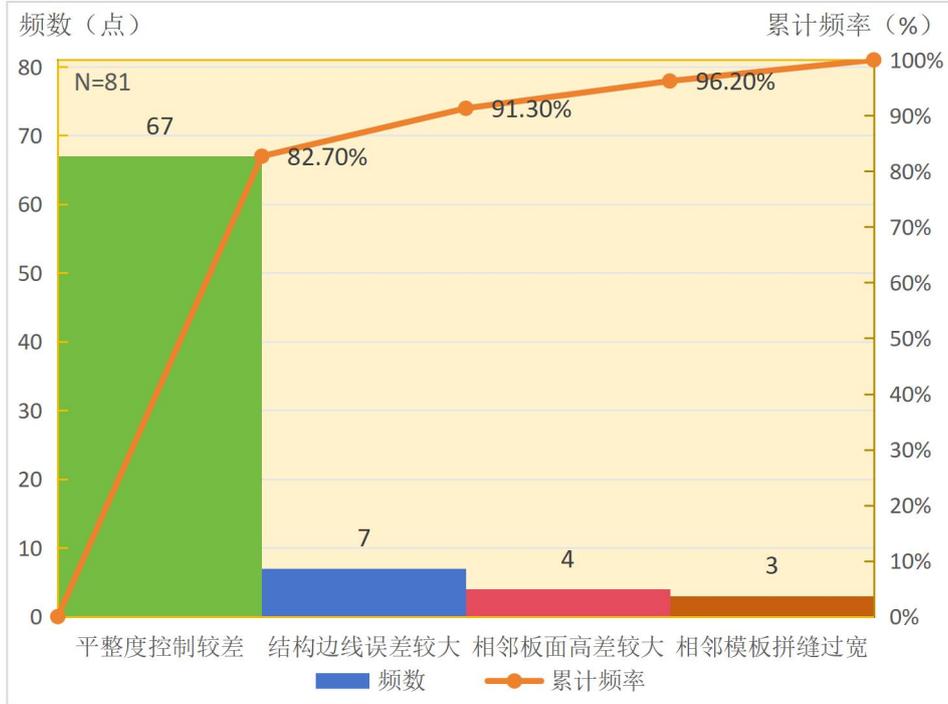


图 4-2 箱涵外露表面模板安装施工问题频数排列图

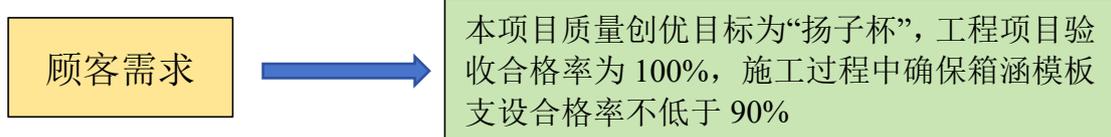
制图人：祝寿年

制图日期：2023年8月20日

调查结果分析：“平整度控制较差”占比外露表面模板安装差问题的 82.7%，频数高达 67 点，比次要问题多 60 点，平整度控制较差问题占比总问题的 $84.4\% \times 82.7\% = 69.8\% > 50\%$ ，问题占比较大。因此“平整度控制较差”定为现浇混凝土箱涵模板支设施工一次合格率低的症状。

五、设定目标

(一) 目标设定依据



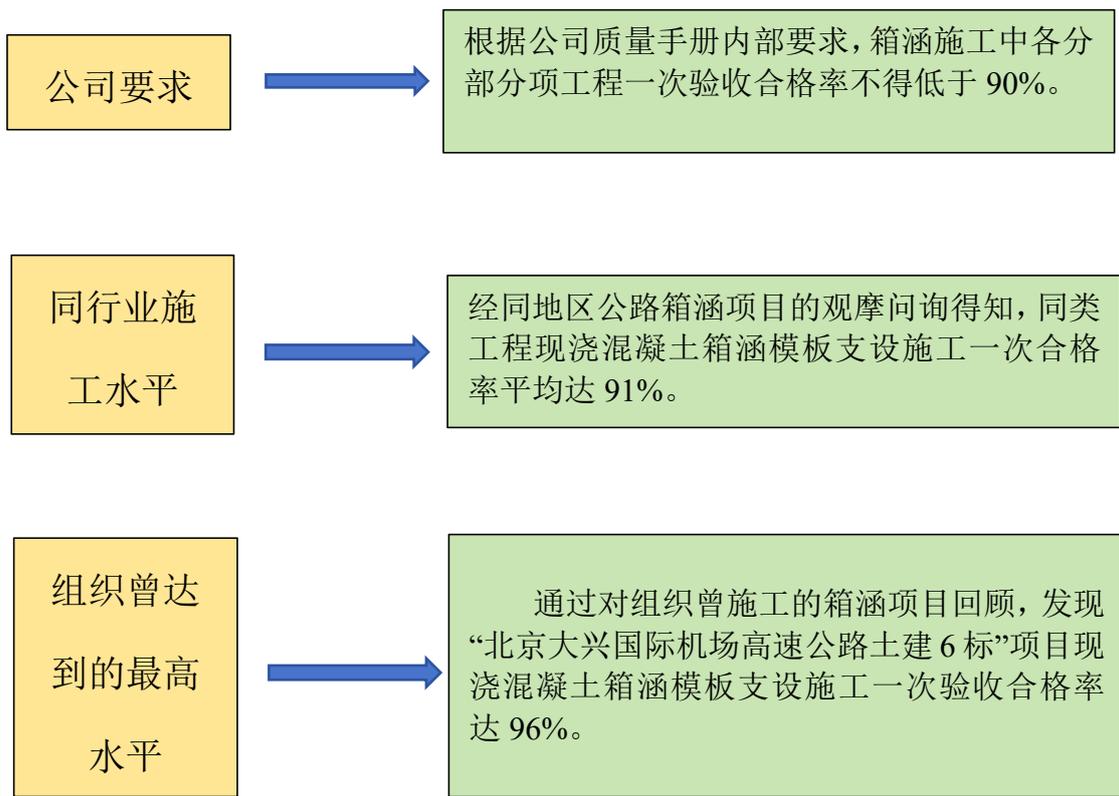
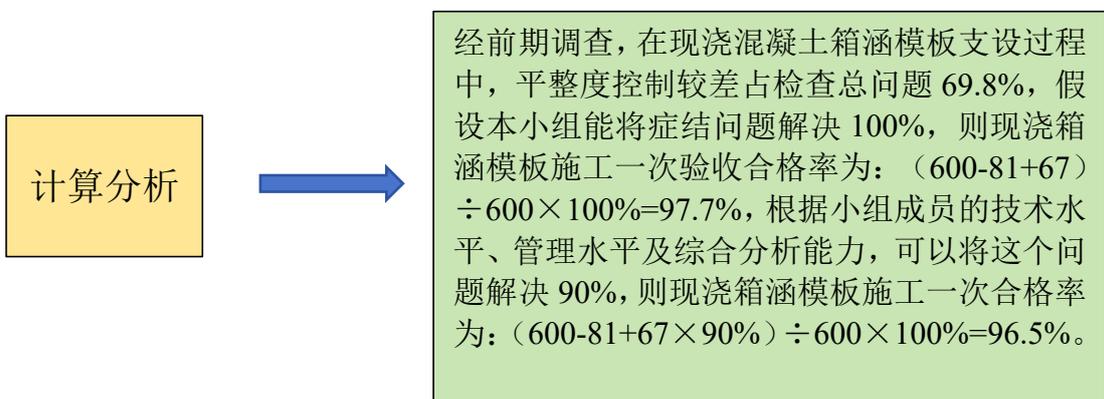


表 5-1 组织曾施工箱涵模板支设施工一次验收合格率统计表

项目名称	一次验收合格率	最高一次验收合格率
河北 G112 改扩建工程	92%	96%
雄安新区容易线公路工程	91%	
北京大兴国际机场高速公路土建 6 标	96%	

制表人：祝寿年

制表日期：2023 年 8 月 25 日



(二) 目标值设定

经过上述从五个方面综合考虑，并结合现场实际工况条件，本小组决定将 QC 目标设定为：**将现浇混凝土箱涵模板支设施工一次验收合格率从 84%提高至 95%以上。**

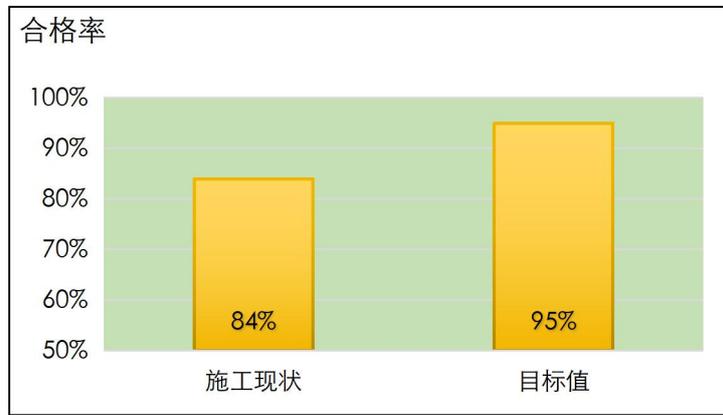


图 5-1 QC 目标值设定柱状图

制图人：陈磊

制图日期：2023 年 8 月 25 日

六、原因分析

2023 年 8 月 26 日，本小组成员开展内部会议，对症结“平整度控制较差”问题进行深入探讨，小组使用头脑风暴法和因果法从人、机、料、法、环、测六个方面进行综合分析，绘制因果图如下所示：

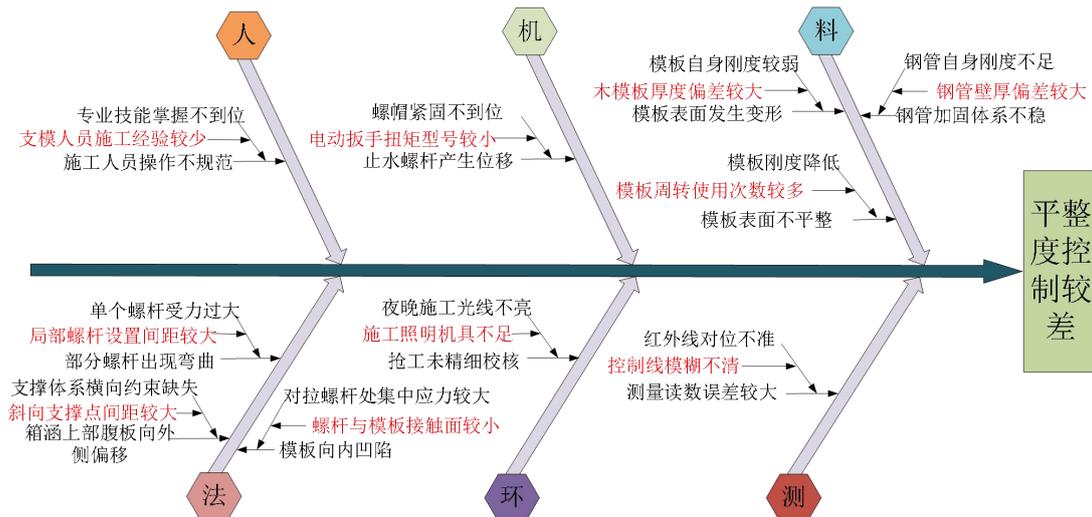


图 6-1 原因分析因果图

制图人：江书达

制图日期：2023 年 9 月 2 日

从以上因果图得知“平整度控制较差”的末端原因有 10 个，总结如下图：

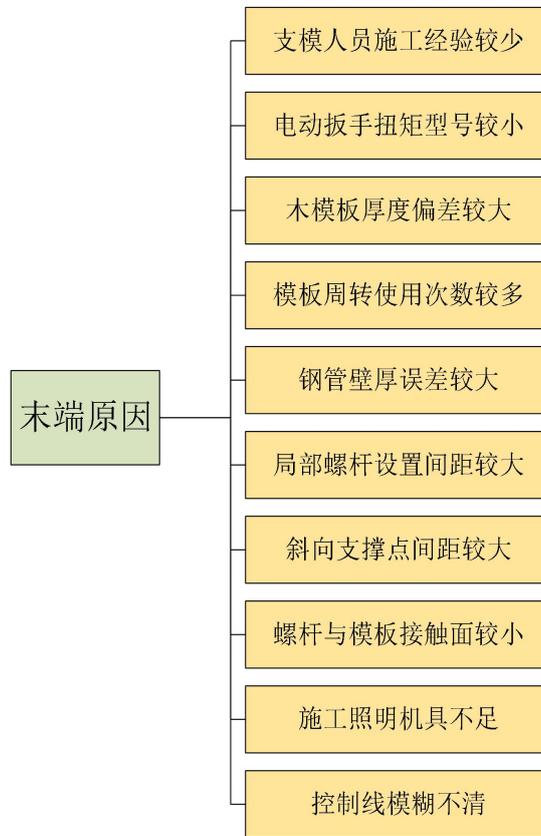


图 6-2 末端原因汇总图

制图人：江书达

制图日期：2023 年 9 月 2 日

七、确定主要原因

2023 年 9 月 3 日至 2023 年 9 月 29 日期间，组长王众组织小组成员对上述的 10 个末端原因依次进行了调查与分析，通过对比试验确定主要原因，进行了相关分工。

表 7-1 要因确认计划表

序号	末端原因	确认内容	确认方式	确定依据	确认人员	确认日期
1	支模人员施工经验较少	调查箱涵支模施工人员工龄	调查分析试验	1、根据末端原因对症结影响程度进行判断。 2、具体	王众 杜延东	2023 年 9 月 6 日
2	电动扳手扭矩型号较小	调查模板支设所用扳手扭矩型号	调查分析试验		陈磊 江书达	2023 年 9 月 9 日

3	木模板厚度偏差较大	调查木模板厚度偏差情况	现场测量试验	见每项的确认过程	祝寿年 杨君	2023年9月12日
4	模板周转使用次数较多	调查模板周转使用次数情况	调查分析试验		王众 武新建	2023年9月15日
5	钢管壁厚误差较大	调查现场支模体系钢管壁厚大小	现场测量试验		杜延东 陈磊	2023年9月17日
6	局部螺杆设置间距较大	调查螺杆之间的间距大小	现场测量试验		江书达 祝寿年	2023年9月19日
7	斜向支撑点间距较大	调查斜向支撑点间距大小	现场测量试验		杨君 武新建	2023年9月21日
8	螺杆与模板接触面较小	调查止水螺杆与模板的接触面积	调查分析试验		陈磊 江书达	2023年9月23日
9	施工照明机具不足	调查现场施工照明机具数量	调查分析试验		祝寿年 杨君	2023年9月26日
10	控制线模糊不清	调查箱涵外侧控制线清晰程度	调查分析试验		王众 武新建	2023年9月29日

制表人：陈磊

制表日期：2023年9月7日

(一) 确定主要原因一：支模人员施工经验较少

确认内容	调查箱涵支模施工人工龄		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	王众、杜延东
确定依据	支模人员施工经验长短对症结的影响程度		
确认日期	2023年9月2日至2023年9月6日		

过程一：2023年9月2日，本小组成员王众和杜延东对箱涵施工木工班组施工人工龄进行调查，参与此次调查人员共有16人，其中工龄在3年以下人员共有4人，3年以上5年以下人员共有6人，5年以上人员共有6人。

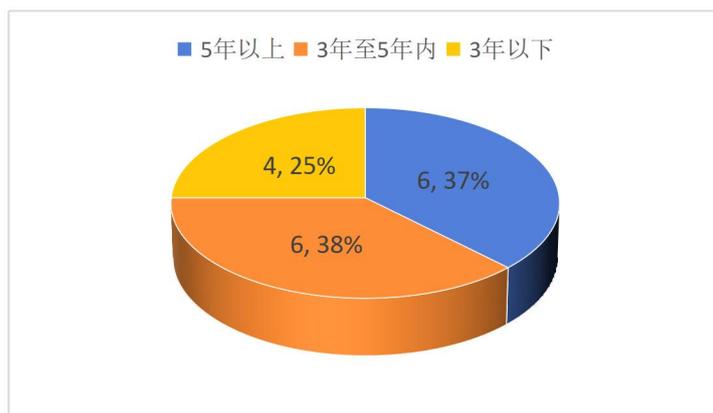


图 7-1 支模班组人员工龄分布扇形统计图

制图人：杜延东

制图日期：2023 年 9 月 2 日

过程二：为了进一步调查支模人员施工经验长短对症结的影响程度，本小组成员王众组织了两次相关试验，分别从工龄在 5 年以上的施工人员中抽出 4 人进行箱涵模板支设施工，还有一次安排 3 年以下施工经验的人员进行箱涵模板支设施工，对两次试验的外露表面模板平整度进行检查，检查结果如下：

表 7-2 不同工龄施工人员支模对症结的影响程度表

施工人员工龄 H	检查点数	合格点数	合格率
H>5 年	80	72	90%
H<3 年	80	70	87.5%

制表人：王众

制表日期：2023 年 9 月 6 日



施工人员工龄调查

影响程度分析：通过上述的试验结果得知，在两次试验中，当安排工龄较长的施工人员进行箱涵模板支设时，箱涵腹板外侧支模平整

度合格率为 90%，当安排工龄较短的施工人员进行箱涵模板支设时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 87.5%，两次试验的平整度合格率相差 2.5%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因。

(二) 确定主要原因二：电动扳手扭矩型号较小

确认内容	调查模板支设所用扳手扭矩型号		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	陈磊、江书达
确定依据	模板支设所用电动扳手型号大小对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 7 日至 2023 年 9 月 9 日		

过程一：2023 年 9 月 7 日，小组成员对支模所用的工具进行检查，通过检查发现现场大部分螺杆加固均使用电动扳手，有的支模人员使用的电动扳手型号较大，标准扭矩参数为 200N·m，有的支模人员所用的电动扳手型号较小，标准扭矩参数为 80N·m。

过程二：为了进一步确认模板支设所用工具电动扳手扭矩对症结的影响程度，本小组成员陈磊组织了两次相关试验，安排一组木工分别采用扭矩型号为 200N·m 和 80N·m 的电动扳手进行紧固螺杆螺帽，对两片施工区域进行外腹板平整度检查，检查结果如下：

表 7-3 不同扭矩扳手施工对症结的影响程度表

电动扳手扭矩	检查点数	合格点数	合格率
200N·m	80	70	87.5%
80N·m	80	69	86.25%

制表人：陈磊

制表日期：2023 年 9 月 9 日

影响程度分析：通过上述的试验结果得知，在两次试验中，当使用扭矩参数为 200N·m 的电动扳手进行模板加固时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 87.5%，当使用扭矩参数为 80N·m 的电动扳手进行模板加固时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 86.25%，两次试验的平整度合格率相差 1.25%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

(三) 确定主要原因三：木模板厚度偏差较大

确认内容	调查木模板厚度偏差情况		
判定方式	现场测量、试验	确认人员	祝寿年、杨君
确定依据	木模板厚度偏差对症结的影响程度		
确认日期	2023年9月10日至2023年9月12日		

过程一：2023年9月10日，在模板支设过程中，模板的刚度往往与其厚度、材质、胶水的粘性等因素有一定的关联度，当厚度不均，模板刚度变弱，模板支设及加固过程中往往会出现模板偏位及平整度控制不佳的情况。本小组成员祝寿年现场使用游标卡尺检查模板厚度，标准模板材质为15mm的红模板，现场测量发现部分模板厚度为12mm，模板厚度的偏差较大。

过程二：为了进一步确认模板厚度偏差对箱涵施工症结的影响程度，小组成员杨君组织现场施工工人进行相关试验，对现场的模板进行编码标记，厚度为15mm的模板为一套箱涵模板，安排人员使用该套模板进行支设作业，厚度为（12mm，13mm）之间的模板为一套箱涵模板，并安排其他班组人员使用该套模板进行支设作业，对两次作业结果统计分析：

表 7-4 不同模板厚度对症结的影响程度表

模板厚度	检查点数	合格点数	合格率
15mm	80	72	90%
12mm~13mm	80	69	86.25%

制表人：杨君

制表日期：2023年9月9日



木模板厚度测量

影响程度分析：通过上述的试验结果得知，当使用厚度为 15mm 的木模板进行支模作业时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 90%，当使用厚度为 12mm~13mm 的木模板进行支模作业时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 86.25%，两次试验的平整度合格率相差 3.75%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

（四）确定主要原因四：模板周转使用次数较多

确认内容	调查模板周转使用次数		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	王众、武新建
确定依据	模板周转使用次数对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 13 日至 2023 年 9 月 15 日		

过程一：2023 年 9 月 13 日，模板的刚度随着周转使用的次数增多而减弱，为了降低施工成本，项目部现场预准备三套模板进行流水支设施工，每套模板周转次数为 8 次，由于一开始箱涵施工时模板班组人员不足，所以第三套模板迟迟未开模，当人员增加至现场生产需要时，第三套模板开始投入使用，此时第一套模板周转次数已为第四次使用。刚度有所降低。



木模板周转使用次数过多

过程二：为了进一步确认模板周转使用次数较多对箱涵施工症结的影响程度，小组成员武新建组织现场施工工人进行相关试验，现场

使用第三套刚开模的模板进行箱涵腹板模板支设，并对箱涵外腹板平整度进行检查，另一次试验是使用第一套模板进行模板支设，此时模板的周转使用次数高达 5 次，对两次作业结果统计分析：

表 7-5 模板不同周转施工次数对症结的影响程度表

模板周转使用次数	检查点数	合格点数	合格率
5 次	80	68	85%
1 次	80	70	87.5%

制表人：武新建

制表日期：2023 年 9 月 15 日

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当箱涵模板周转使用次数为 5 次时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 85%，当箱涵模板周转使用次数为 1 次时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 87.5%，两次试验的平整度合格率相差 2.5%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

(五) 确定主要原因五：钢管壁厚误差较大

确认内容	调查现场支模体系钢管壁厚大小		
判定方式	现场测量、试验	确认人员	杜延东、陈磊
确定依据	现场钢管壁厚大小对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 16 日至 2023 年 9 月 17 日		

过程一：本项目箱涵支模施工采用钢管为主要材料进行加固，横向和竖向龙骨均采用外径 48mm，壁厚 3.5mm 的钢管进行加固，在现场实际施工中，发现横向龙骨钢管出现了外径 51mm，壁厚 3mm 的钢管，当钢管的壁厚降低时，钢管刚度有所影响，且因为两种钢管的外径存在 3mm 差值，会导致加固有偏差。

过程二：2023 年 9 月 17 日，为了进一步确认施工现场钢管壁厚误差大小对箱涵施工症结的影响程度，小组成员陈磊组织了两次相关试验，其中一次是全部使用 $\phi 48 \times 3.5$ 钢管进行模板支设，完工后检查外腹板平整度合格率，另一次试验是全部使用 $\phi 51 \times 3$ 钢管进行支模作业，对两次作业结果统计分析：

表 7-6 不同钢管壁厚对症结的影响程度表

钢管型号	检查点数	合格点数	合格率
φ48*3.5	80	70	87.5%
φ51*3	80	69	86.25%

制表人：陈磊

制表日期：2023 年 9 月 17 日



现场施工所用钢管码放

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当支模体系使用φ48*3.5的钢管时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 87.5%，当支模体系使用φ51*3 钢管时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 86.25%，两次试验的平整度合格率相差 1.25%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

（六）确定主要原因六：局部螺杆设置间距较大

确认内容	调查螺杆之间的间距大小		
判定方式	现场测量、试验	确认人员	江书达、祝寿年
确定依据	螺杆之间的间距大小对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 18 日至 2023 年 9 月 19 日		

过程一：2023 年 9 月 18 日，本小组成员江书达对箱涵腹板支模使用的止水螺杆的间距进行检查，根据施工方案知晓箱涵腹板螺杆设置要求为水平向螺杆的间距为 400mm，竖向螺杆的间距为 350mm，现场测量后得知水平向螺杆的间距为 450mm，竖向螺杆的间距为 400mm。



箱涵侧墙板模板支设螺杆布置

过程二：2023年9月19日，为了进一步确认局部螺杆设置间距对症结的影响程度大小，本小组成员祝寿年现场组织了两次相关试验，其中一次试验是按照现场的止水螺杆设置进行施工，另一次试验是按照施工方案的止水螺杆设置要求进行施工，检查两处的腹板外表面平整度情况，并将两次试验的结果进行对比分析：

表 7-7 不同螺杆设置间距对症结的影响程度表

止水螺杆间距（mm）	检查点数	合格点数	合格率
水平向螺杆间距 L=450mm 竖向螺杆间距 H=400mm	80	70	87.5%
水平向螺杆间距 L=400mm 竖向螺杆间距 H=350mm	80	75	93.75%

制表人：祝寿年

制表日期：2023年9月19日

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当水平向螺杆间距 L=450mm，竖向螺杆间距 H=400mm 时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 87.5%，当水平向螺杆间距 L=400mm，竖向螺杆间距为 350mm 时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 93.75%，两次试验的平整度合格率相差 6.25%，说明对症结的影响程度较大。

最终判定：要因

（七）确定主要原因七：斜向支撑点间距较大

确认内容	调查斜向支撑点间距大小		
判定方式	现场测量、试验	确认人员	杨君、武新建

确定依据	斜向支撑点间距大小对症结的影响程度
确认日期	2023年9月20日至2023年9月21日

过程一：2023年9月20日，本小组成员武新建对箱涵相邻的斜向支撑点进行相关调查，在施工方案中，为了保证其模板的稳定性，按照底、中、上设置三排斜撑，斜撑间距应当小于2000mm，在现场测量得部分斜撑间距在2500mm左右。



箱涵斜撑布置

过程二：2023年9月21日，为了进一步确认相邻斜撑间距对症结的影响程度大小，本小组成员杨君现场组织了两次相关试验，其中一次试验是在箱涵腹板支模施工时，将相邻斜向支撑点间距控制在1800mm，另一次试验是在箱涵腹板施工时，将相邻的斜撑间距控制在2500mm，并对这两次的试验结果进行统计，对比分析，结果如下：

表 7-8 不同斜撑点间距对症结的影响程度表

同一水平向斜向支撑点间距 (mm)	检查点数	合格点数	合格率
1800	80	72	90%
2500	80	69	86.25%

制表人：杨君

制表日期：2023年9月21日

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当同一水平向斜向支撑点间距为1800mm时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为90%，当同一水平向斜向支撑点间距为2500mm时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为86.25%，两次试验的平整度合格率相差3.75%，说明对症结的

影响程度较小。

最终判定：非要因

(八) 确定主要原因八：螺杆与模板接触面较小

确认内容	调查止水螺杆与模板接触面积		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	陈磊、江书达
确定依据	止水螺杆与模板接触面对症结的影响程度		
确认日期	2023年9月22日至2023年9月23日		

过程一：2023年9月22日，本小组成员江书达现场检查时发现木工在加固箱涵模板时，部分的止水螺杆与箱涵模板的接触面积过小，在止水螺杆处产生了集中应力，模板产生收缩造成向内凹陷。



箱涵模板支设施工

过程二：2023年9月23日，小组成员江书达为了进一步确认螺杆与模板接触面情况对症结的影响程度大小，本小组成员杨君现场组织了两次相关试验，其中一次试验是采用当下的支模方式进行箱涵支设，另一次试验是在模板支设的端头采用垫板的方式进行箱涵模板支设，检查两次施工结果，对比分析：

表 7-9 螺杆与模板接触面对症结的影响程度表

螺杆与模板接触面积大小	检查点数	合格点数	合格率
2cm ²	80	72	90%
10cm ²	80	76	95%

制表人：江书达

制表日期：2023年9月23日

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当止水螺杆与模板接触面积大小为 2cm²时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 90%，当止水螺杆与模板接触面积大小为 10cm²时，箱涵腹板外侧支模平整度合格率为 95%，两次试验的平整度合格率相差 5%，说明对症结的影响程度较大。

最终判定：要因

（九）确定主要原因九：施工照明机具不足

确认内容	调查现场施工照明机具数量情况		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	祝寿年、杨君
确定依据	夜间施工照明机具数量对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 24 日至 2023 年 9 月 26 日		

过程一：2023 年 9 月 24 日，本小组成员祝寿年对现场夜间施工的照明机具数量数量进行检查，发现现场在夜间施工时，施工照明机具较少，无法覆盖整个施工现场，模板支设施工过程中，无法精准控制模板安装质量。



夜间施工照明灯具不足

过程二：2023 年 9 月 26 日，为了进一步确认夜间施工照明机具数量对症结的影响程度大小，本小组成员祝寿年现场组织了两次相关试验，在现场其中一次试验是按照原来现场的灯具布置（照明机具共计 6 只）进行支模施工，另一次试验是增加照明机具数量至 10 只进行夜间施工，待支模完成后，检查两处的箱涵腹板外模板支设平整度情况，并将两次试验的结果进行对比分析：

表 7-10 不同施工照明机具数量对症结的影响程度表

夜施照明机具数量 N	检查点数	合格点数	合格率
N=6 只	80	71	88.75%
N=10 只	80	73	91.25%

制表人：杨君

制表日期：2023 年 9 月 26 日

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当夜间施工照明机具数量为 6 只时，现浇混凝土箱涵腹板外表面模板支设平整度合格率为 88.75%，当夜间施工照明机具数量为 10 只时，现浇混凝土箱涵腹板外表面模板支设平整度合格率为 91.25%，两次试验的合格率相差 2.5%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

（十）确定主要原因十：控制线模糊不清

确认内容	调查箱涵外侧控制线清晰程度		
判定方式	调查分析、试验	确认人员	王众、武新建
确定依据	箱涵外侧控制线清晰程度对症结的影响程度		
确认日期	2023 年 9 月 27 日至 2023 年 9 月 29 日		

过程一：在测量箱涵外侧模板安装平整度时，使用红外线水平仪射出红外线与垫层上预先弹好的控制线相重合，用钢尺随机测量箱涵外侧上、中、下三点，看是否读数相同，2023 年 9 月 27 日，由于天气下雨，垫层表面弹好的墨线模糊不清，导致红外线水平仪对齐时较为马虎，测量的读数容易产生较大误差。

过程二：2023 年 9 月 29 日，小组成员武新建为了进一步确定控制线模糊不清对症结的影响程度，分别对 27 号测量结果和以往控制线清晰的调查结果进行对比，结果如下：

表 7-11 控制线清晰度对症结的影响程度表

控制线清晰度	检查点数	合格点数	合格率
清晰	80	70	87.5%
模糊	80	68	85%

制表人：武新建

制表日期：2023 年 9 月 29 日



箱涵模板支设施工

影响程度分析：通过上述试验结果得知，当箱涵外侧控制线清晰时，现浇混凝土箱涵腹板外表面模板支设平整度合格率为 87.5%，当箱涵外侧控制线模糊时，现浇混凝土箱涵腹板外表面模板支设平整度合格率为 85%，两次试验的合格率相差 2.5%，说明对症结的影响程度较小。

最终判定：非要因

通过上述末端原因确认环节，QC 小组全体成员认为，导致箱涵外侧模板平整度控制较差的主要原因有如下两点：



制图人：武新建

制图日期：2023 年 9 月 29 日

八、制定对策

2023 年 9 月 30 日，本 QC 小组组长王众组织召开措施讨论会，会议主题是针对“局部螺杆设置间距较大”和“螺杆与模板接触面较小”这两项问题制定相关的对策，大家集思广益最终制定如下对策：

表 8-1 对策收集表

序号	要因	对策内容
----	----	------

1	局部螺杆设置间距较大	缩短螺杆设置的间距，使用双螺母支模
2		箱涵腹板两侧斜撑支模
3	螺杆与模板接触面较小	增大螺杆与模板面接触面积
4		采用三段式止水拉杆施工

制表人：王众

制表日期：2023年9月30日

由于我QC小组成员针对两个要因提出了4个对策，为确定最终的对策，本小组成员再次进行相关讨论和研究，从有效性、可实施性、可靠性、经济性和时间性五个层面对提出的对策进行综合分析，确定处最终的对策。

表 8-2 对策评估表

要因	对策方案	方案分析					选定对策
		有效性	可实施性	经济性	可靠性	时间性	
局部螺杆设置间距较大	缩短螺杆设置的间距，使用双螺母支模	增加模板支设的稳定性，有效性较强	项目技术人员对施工人员技术交底，可实施性强	经测算分析，每平方米多增加螺杆费用40元	双螺母的设置大幅提高模板的稳固，可靠性强	增加了模板的开洞时间和支模时间，每10米箱涵多花费0.5个工日	选用
	箱涵腹板两侧斜撑支模	采用内拉外撑的方式进行支模，有效性较强	对施工人员技术交底，可实施性强	经测算分析，每1m箱涵多花费人工支模费用50元	斜撑需地锚配合，预埋地锚易产生误差，可靠性较差	增加了箱涵支模的时间，每10米箱涵支模多花费1个工日，时间性较差	不选用
螺杆与模板接触面较小	增大螺杆与模板接触面积	增大螺杆与模板面积有效降低集中应力减少凹陷情况	对施工人员进行技术交底，实施性强	经过测算分析，每1m ² 箱涵腹板外侧花费成本50元	通过增加螺杆与箱涵外侧接触面积降低集中应力，可靠性强	增加了模板支设的时间，其中每10m箱涵支模多花费1个人工	不选用
	采用三段式止水	通过三段式止水	对施工人员技	更换三段式止	三段式止水拉	减少后期螺杆切割	选用

水拉杆施工	水拉杆有效控制模板的平整度	术交底可实现,实施性较强	水拉杆经过测算每根多花费0.5元	杆方便操作,直接加工至墙身宽度	的时间,时间性较好
-------	---------------	--------------	------------------	-----------------	-----------

制表人：江书达

制表日期：2023年10月5日

本次QC小组根据提出的对策及对策评估所确定的对策，按照“5W1H”的原则制定对策表。

表 8-3 对策表

序号	主要原因	对策	目标	措施	地点	实施时间	负责人
1	局部螺杆设置间距较大	缩短螺杆设置的间距，使用双螺母支模	1、水平向螺杆间距小于400mm； 2、竖向螺杆间距小于350mm； 3、双螺母覆盖率达100%	1、组织施工人员技术交底； 2、支设模板施工； 3、现场管理人员监督旁站	会议室、施工现场	2023年10月6日至10月10日	陈磊 江书达 祝寿年 杨君
2	螺杆与模板接触面较小	采用三段式止水拉杆施工	1、技术交底掌握率为100%； 2、螺杆洞漏浆率为0	1、中杆预埋 2、连接套筒及胶垫安放 3、墙身合模及加固 4、拆模及螺杆洞修补	会议室、施工现场	2023年10月11日至10月14日	陈磊 江书达 祝寿年 杨君

制表人：陈磊

制表日期：2023年10月5日

九、对策实施

(一) 对策实施一：缩短螺杆设置的间距，使用双螺母支模

1、组织施工人员技术交底

2023年10月6日，本小组成员陈磊组织现场施工人员进行技术交底，在本次技术交底过程中，严格要求在箱涵腹板支模过程中，将

现阶段水平向螺杆间距由 450mm 缩短至 400mm，竖向螺杆间距由 400mm 缩短至 350mm，并且在支模过程中使用双螺母支模，能更好地保证整个支模体系的刚度和稳定性。通过此次交底，施工人员提高了箱涵腹板支模的技术水平并提升了质量意识。



组织工人技术交底

2、支设模板施工

在模板支设过程中，首先在模板上进行开洞，开洞尺寸与止水螺杆的排布设置相一致，人工将模板与止水螺杆相固定，并使用电动扳手将双螺母固定，保证钢模板之间的拼缝严密。



使用双螺母固定

3、现场管理人员监督旁站

在现场施工中，本次 QC 小组成员旁站监督，及时指出施工人员的错误之处并责令改正，通过现场管理人员旁站监督，提升了整体施

工进度和质量，施工人员对于箱涵腹板施工的技能有了进一步的提升。

【阶段性实施效果检查】

2023年10月10日，本小组成员祝寿年对现场箱涵腹板支模的螺杆间距进行相关检查，检查结果如下所示：

表 9-1 现场箱涵腹板支模螺杆间距施工检查表

检查项目	检查点数	合格点数	不合格点数	合格率
水平向螺杆间距	50	50	0	100%
竖向螺杆间距	50	50	0	100%

制表人：祝寿年

制表日期:2023年10月12日

通过上述表格数据得知，水平向螺杆间距小于400mm，竖向螺杆间距小于350mm，合格率为100%，本次对策目标一实现。

2023年10月10日，本小组成员杨君对现场的双螺母使用覆盖率进行调查，抽查了现场已施的50处螺杆，检查结果如下：

表 9-2 现场箱涵腹板支模双螺母使用情况调查表

检查项目	点数	使用覆盖率
使用双螺母	50	100%
使用单螺母	0	0%

制表人：杨君

制表日期:2023年10月14日

通过上述表格数据得知，现场箱涵腹板支模施工时使用双螺母覆盖率达100%，因此本对策目标二实现。

【负面影响评价】

通过缩短箱涵腹板支模时竖向和水平向螺杆的间距，保证了整体支模体系的稳定性，并且使用双螺母支模，进一步确保了模板体系的刚度要求，经计算，本对策多花费2000元的材料费用，缩短了1个施工工日，产生了1000元的工期效益，本对策对安全、环保方面无较大的影响。

(二) 对策实施二：采用三段式止水拉杆施工

1、中杆预埋

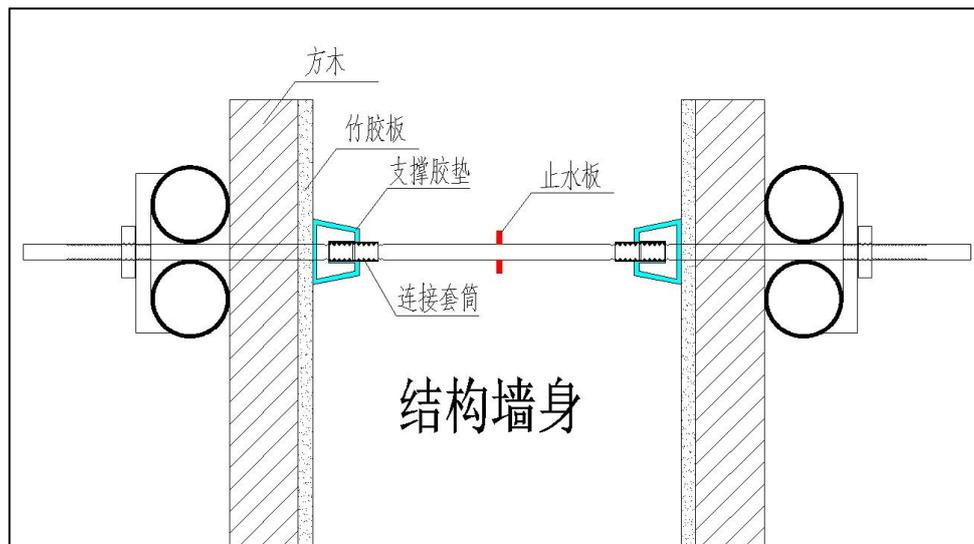


三段式止水拉杆

三段式止水螺杆是由两根外杆加一根内杆和螺母组成，两边是有锥形母进行定位，锥形母内可以连接内杆和外杆，组成一根止水螺杆，内杆带有止水片可以拆卸成三段结构，在箱涵模板支设过程中，将中杆放置于箱涵墙体之间，处于居中状态。

2、连接套筒及胶垫安放

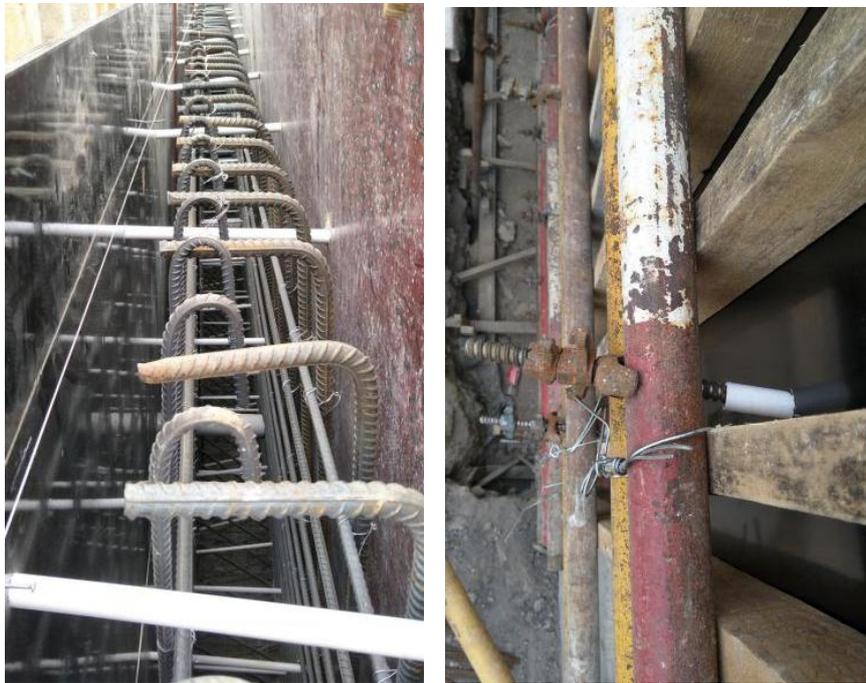
中杆放置完成后安装连接套筒和脚垫，其中连接套筒将中杆和两端的左右杆固定，左杆组件包括左杆螺杆、山型卡和螺帽，左杆的内端上设有与连接螺帽旋接的螺纹，左杆的外端上设有螺纹、山型卡及螺帽，胶垫呈现梯形状抵住模板内侧。



三段式止水拉杆工作示意图

3、墙身合模及加固

左右杆通过钢管、山型卡和螺杆进行固定，混凝土浇筑前，应详细检查有关准备工作，清除模板内的杂物、积水，同时在浇筑砼前应检查和控制模板、钢筋、保护层和止水等的规格、数量和位置，其偏差应符合国家标准的规定。此外还应检查模板支撑的稳定性以及模板接缝的密合情况，确保模板的标高、位置及截面尺寸与设计符合，模板支撑固定可靠。做好各道工序的验收签证，并做好记录。浇筑时应按监理工程师批准的浇筑分层分块和浇筑程序施工。



三段式止水拉杆安放位置



三段式止水拉杆固定

4、拆除及螺杆洞修补

浇筑完成后，待混凝土终凝后拆模，拆模时应当把模板左右杆卸下，并抠出胶垫使用高性能砂浆进行修补。



三段式止水拉杆使用效果

【阶段性实施效果检查】

2023年10月11日，小组成员杜延东对接受三段式止水拉杆支设专项交底会的20名施工人员进行技术考核，考核采用问卷调查的方式进行，并对考核结果进行打分，统计考核结果并统计如下：

表 9-3 三段式止水拉杆施工技术交底掌握情况

考核分数	人数	占比
≥80分	20	100%
≤80分	0	0

制表人：杜延东

制表日期：2023年10月11日

通过上表可知，所有施工人员均已掌握三段式止水拉杆施工的技术要点，技术掌握合格率达100%，该对策目标达成。

2023年10月14日，本小组成员王众对现场使用三段式拉杆施工的箱涵腹板进行质量检查，此次检查主要检查螺杆洞漏浆情况，判断是否因为漏浆从而影响箱涵腹板表面平整度。

表 9-2 箱涵腹板模板漏浆情况统计表

检查序号	是否出现漏浆	检查序号	是否出现漏浆
1	否	14	否
2	否	15	否
3	否	16	否
4	否	17	否

5	否	18	否
6	否	19	否
7	否	20	否
8	否	21	否
9	否	22	否
10	否	23	否
11	否	24	否
12	否	25	否
13	否	26	否

制表人：王众

制表日期：2023 年 10 月 10 日

通过上表可知，使用三段式止水拉杆进行箱涵模板支设，浇筑过程中未出现漏浆情况，说明该对策实施有效，目标达成。

【负面影响评价】

本对策在实施过程中，每组拉杆中，中杆杆体每组单价为 7.9 元，不可重复利用；左右杆组件每组单价为 6.4 元，可重复利用率为 90%。每组拉杆总造价为 $7.9+6.4\times 10\%=8.54$ 元。通过对策实施，累计花费成本 6500 元，在进度、安全和环保方面无较大影响。

十、效果检查

（一）目标检查及对比

2023 年 10 月 15 日至 2023 年 10 月 21 日，为了检查对策实施后的效果，小组成员祝寿年和杨君对实施后的箱涵支模施工质量进行检查，本次调查箱涵长度为 20m，累计调查点数为 600 点，其中合格的点数为 572 个，不合格点数为 28 个，合格率为 95.3%。

表 10-1 现浇混凝土箱涵模板支设施工质量调查表

检查位置	检查总数	合格点数	合格率	平均合格率
外露表面	200	185	92.5%	95.3%
隐蔽内面	200	190	95%	
端头模板及底部倒角模板	200	197	98.5%	
总计	600	572	/	

制表人：祝寿年

制表日期：2023 年 10 月 18 日

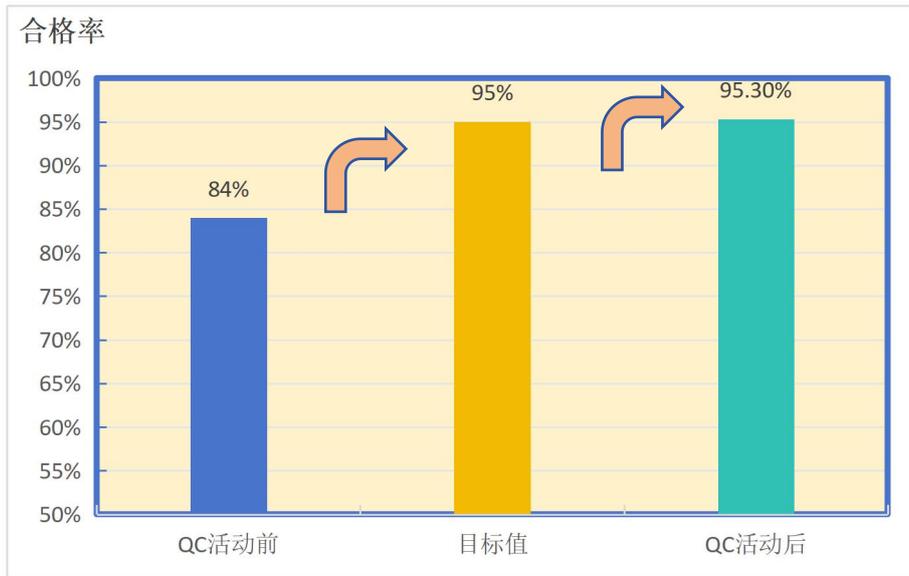


图 10-1 现浇混凝土箱涵模板支设施工质量验收合格率柱状变化图

制图人：祝寿年

制图日期：2023 年 10 月 18 日

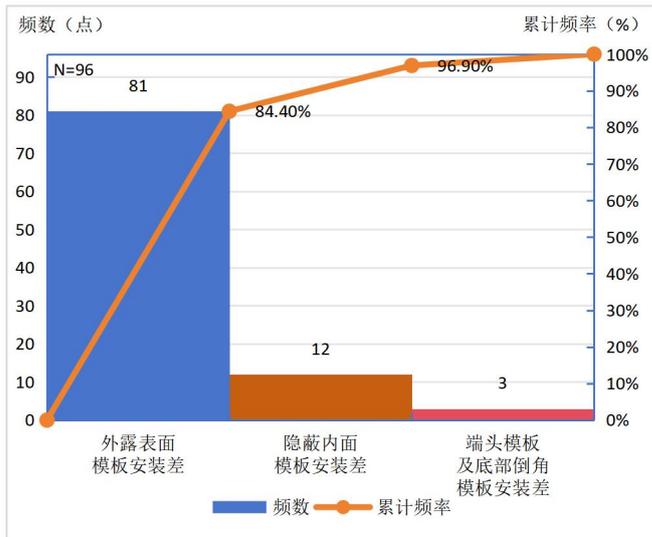
通过对现场的施工情况得知，本项目的箱涵模板安装施工一次验收合格率为 95.3%，相较于对策实施前有了较大的提高，对此次调查的 28 个不合格点进行调查得：

表 10-2 箱涵模板安装施工问题汇总表

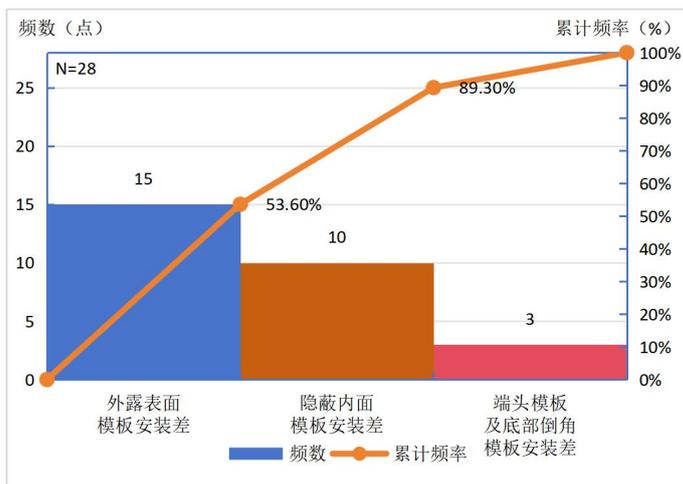
检查项目	频数(个)	累计频数	频率	累计频率
外露表面模板安装差	15	15	53.6%	53.6%
隐蔽内面模板安装差	10	25	35.7%	89.3%
端头模板及底部倒角模板安装差	3	28	10.7%	100%
合计	28	/	100%	/

制表人：祝寿年

制表日期：2023 年 10 月 18 日



QC 活动前



QC 活动后

通过左面两个排列图可知得知，“外露表面模板安装差”问题占比由 84.4% 降低至 53.6%，问题得到一定程度缓解，频数由 81 个降低至 15 个，降幅为 81.5%，说明 QC 对策有效，整体箱涵模板安装施工质量合格率超过目标设定值，QC 目标达成。

制图人：祝寿年

制图日期：2023 年 10 月 18 日

为了解症结问题的解决情况，本小组成员杨君继续对调查进行分层分析，通过对 15 个“外露表面模板安装差”问题进一步调查发现：

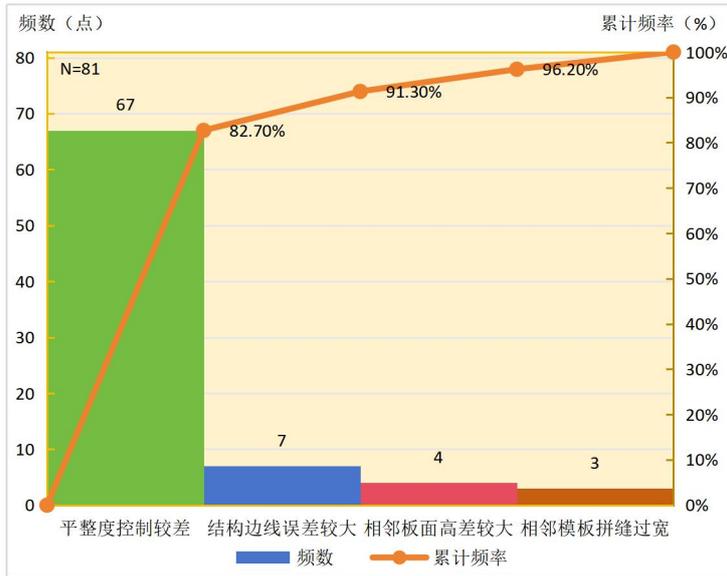
表 10-3 外露表面模板安装施工问题汇总表

检查项目	频数 (个)	累计频数	频率	累计频率
结构边线误差较大	7	7	46.7%	46.7%
平整度控制较差	3	10	20%	66.7%
相邻板面高差较大	3	13	20%	86.7%
相邻模板拼缝	2	15	13.3%	100%

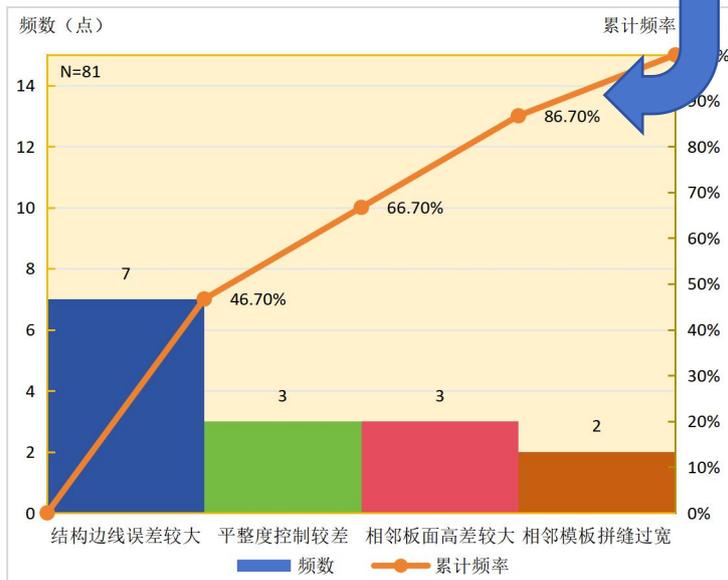
过宽				
合计	15	/	100%	/

制表人：杨君

制表日期：2023 年 10 月 21 日



QC 活动前



QC 活动后

制图人：祝寿年

制图日期：2023 年 10 月 21 日

(二) 经济效益分析

通过本次的 QC 活动，有效提高了箱涵模板施工的平整度，本小组通过采用三段式止水拉杆支设箱涵模版，并在支模时缩短螺杆之间

通过对左图分析，“平整度控制较差”问题从占比 82.7% 降低至 20%，频数从 67 降低至 3，由主要问题降至次要问题，并且最大问题占比得到降低，说明症结问题得到改善。QC 对策有效，目标达成。

的间距，采用双螺母进行支模施工，有效提高了整体模板体系的稳定性和刚度，本次 QC 活动费用共计 3000 元，采用三段式止水拉杆共花费 45000 元，多使用螺杆及螺母等费用为 1000 元，并节约工期为 20 天，其中每个施工工日共产生了 2000 元的施工效益，累计产生了 $2000 \times 20 = 40000$ 元工期效益。并且后期减少螺杆洞剔凿修补的人工，箱涵平整度有所保证，减少后期剔凿修补的人工，累计节约 55 个人工，累计节约 16500 元。因此本次 QC 活动累计节约了 97350 元。

表 10-4 QC 活动成本核算表

类别	相关费用	费用（元）
增加成本	QC 活动经费	3000
	三段式止水拉杆成本	45000
	材料成本	1000
节约成本	普通拉杆	89850
	工期效益	40000
	人工成本	16500
合计节约		97350 元

制表人：杨君

制表日期：2023 年 10 月 21 日



中交一公局第三工程有限公司

提高现浇混凝土箱涵模板支设一次验收合格率

乘风破浪 QC 小组活动成果 经济效益证明

公司名称：中交一公局第三工程有限公司

项目名称：长深高速公路连云港至淮安段扩建工程 LHK-HA3 标

QC 课题名称：提高现浇混凝土箱涵模板支设一次验收合格率

活动时间：2023 年 8 月 5 日至 2023 年 11 月 30 日

通过本次的 QC 活动，有效提高了箱涵模板施工的平整度，本小组通过采用三段式止水拉杆，并在支模时缩短螺杆之间的间距，采用双螺母进行支模施工，有效提高了整体模板体系的稳定性和刚度。

核算过程：

本次 QC 活动费用共计 3000 元，采用三段式止水拉杆共花费 45000 元，相较于原普通拉杆成本 89850 元节约了 44850 元，多使用螺杆及螺母等费用为 1000 元，节约工期为 20 天，其中每个施工工日共产生了 2000 元的施工效益，累计产生了 $2000 \times 20 = 40000$ 元工期效益。并且后期减少螺杆洞剔凿修补的人工，箱涵平整度有所保证，减少后期剔凿修补的人工，累计节约 55 个人工，累计节约 16500 元。

综上所述，通过此次 QC 活动，累计产生经济效益 97350 元。



中交一公局第三工程有限公司财务部
2023 年 11 月 30 日

经济效益证明文件

(三) 社会效益分析



现场箱涵模板检查

经过本次 QC 活动，提高了施工质量，保证了施工工期，为工程

创优提供了一定的条件，同时在施工过程中，通过 PDCA 原则采取纠偏对策，取得良好的经济效益，具有一定的示范作用，同时提升了本公司的企业形象，赢得了业主方及同行业的一致好评，为以后承揽同类工程提供了一定的经验和指导性建议。

十一、制定巩固措施

（一）编制《现浇混凝土箱涵支模施工作业指导书》

本小组成员通过会议总结了活动中的有效对策，并将对策总结为专项技术，将其编制为《现浇混凝土箱涵支模施工作业指导书》，报公司审批，审批通过后在公司内部推广使用。



《现浇混凝土箱涵支模施工作业指导书》

表 11-1 现浇混凝土箱涵支模施工作业指导书

现浇混凝土箱涵支模施工作业指导书			
形成时间	2023 年 11 月	收录时间	2023 年 11 月
编号	ZJYGJ-ZY-LHK-HA3-2023-05		
主要内容和措施			
序号	对策措施	对策内容	指导书对应措施
1	缩短螺杆设置的间距,使用双螺母支模	1、组织施工人员进行技术交底; 2、支设模板施工; 3、现场管理人员监督旁站	组织现场施工人员进行技术交底,在模板支设过程中,开洞尺寸与止水螺杆的排布设置相一致,人工将模板与止水螺杆相固定,并使用电动扳手将双螺母固定,保证钢模板之间的拼缝严密。浇筑安排管理人员旁站,及时指出施工人员的错误之处并责令改正。
2	采用三段式止水拉杆施工	1、中杆预埋 2、连接套筒及胶垫安放 3、墙身合模及加固 4、拆模及螺杆洞修补	中杆放置于箱涵墙身中间,完成后安装连接套筒和脚垫,其中连接套筒将中杆和两端的左右杆固定,左杆组件包括左杆螺杆、山型卡和螺帽,左杆的内端上设有与连接螺帽旋接的螺纹,左杆的外端上设有螺纹、山型卡及螺帽,胶垫呈现梯形状抵住模板内侧。箱涵浇筑完成后,拆除左右杆件重复利用。

制表人: 江书达

制表日期: 2023 年 11 月 22 日

(二) 巩固期检查

本小组成员祝寿年和武新建为进一步确认施工问题有无得到改善,2023 年 10 月 22 日至 2023 年 11 月 22 日期间,再次对箱涵腹板施工质量进行调查,本次检查共计调查 1800 个点,其中合格点数为 1728 个,不合格点数为 72 个,合格率为 96%,具体检查结果见下表:

表 11-2 巩固期内箱涵腹板施工质量检查结果统计表

检查批次	调查点数	合格点数	合格率	平均合格率
第一段	600	580	96.7%	96%
第二段	600	576	96%	
第三段	600	572	95.3%	

制表人: 祝寿年

制表日期: 2023 年 11 月 22 日

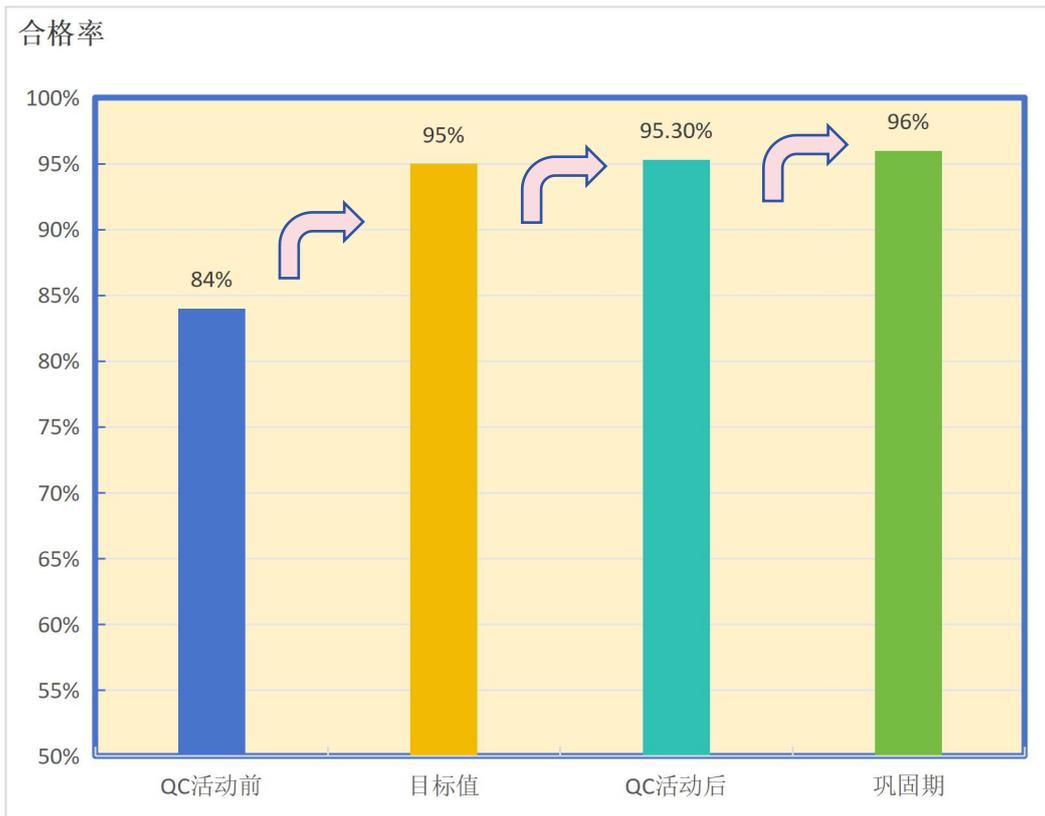


图 11-2 箱涵腹板施工一次验收合格率变化柱状统计图

制图人：祝寿年

制图日期：2023 年 11 月 22 日

通过上述检查得知，本次现浇混凝土箱涵模板支设施工质量检查一次验收合格率达 96%，整体验收合格率逐步上升，说明巩固期内施工效果良好。

十二、总结和下一步打算

（一）小组活动总结

1、小组活动总结

通过本次 QC 活动，本小组成员对公路箱涵工程中箱涵支模施工有了更深一步的认知，更加注重施工过程中的要点，为后续的公路项目积累了宝贵的施工经验。

表 12-1 小组专业技术总结表

序号	专业技术	活动前	活动后
1	公路工程箱涵腹板支模技术	采用普通拉杆加固箱涵腹板两侧模板，漏浆情况多	采用三段式止水拉杆支模加固

2		单螺杆支模施工，并且螺杆间距为400mm~450mm	缩短相邻螺杆间距，由单螺杆固定改为双螺母固定
---	--	----------------------------	------------------------

制表人：王众

制表日期：2023年11月25日

2、管理方法

在本次QC小组活动中，小组成员认识到全面质量管理的科学性、群众性和有效性，也增强了解决工程实际问题的逻辑思维能力。

表 12-2 管理方法分析表

序号	活动内容	优点	缺点	改进之处
1	选择课题	选题立足点多样，选择现场最迫切解决的施工问题	同行业先进水平的样本选择较少，容易失真	提升数据处理能力，样本多样化
2	现状调查	使用分层法找出箱涵模板安装的症结	现状调查过程中整理数据和图表绘制时不够精细	提高小组的绘图和制表能力
3	目标设定	通过目标测算，确定小组能到达设定的目标	小组对图表的使用能力部分欠缺	增加小组成员QC学习时间，提高技能
4	原因分析	从人机料法环测六方面进行综合分析末端原因	部分末端原因较为常规	末端原因再次深层次分析
5	确定主要原因	对所有的末端原因进行对比试验，得出要因	末端原因分析花费时间占比QC活动较大	增加图片，提高活动的真实性
6	制定对策	从要因出发制定多重对策并对比分析，确定最终对策	对策实施措施制定不够详细	深化对策实施过程
7	效果检查	效果检查时调查较多的数据，确保效果真实	经济效益相对较低	提高小组活动的成本控制
8	制定巩固措施	编制相关作业指导书并推广使用	未能形成施工工法	增加技术总结会议，拓展小组成员的综合能力

9	总结和下一步打算	总结合理，下一步打算围绕紧迫性、重要性开展 QC 活动	专业技术总结较少	学习新技术，提高技术总结能力
---	----------	-----------------------------	----------	----------------

制表人：杜延东

制表日期：2023 年 11 月 25 日

3、小组成员综合素质

本小组经 QC 活动后，综合素质的得到一定程度的提高，组长对各个成员的 QC 活动前后表现进行了综合打分，并取前后的平均值代替小组综合水平，表现如下：

表 12-3 小组活动自我评价表

序号	评价内容	活动前（分）	活动后（分）
1	质量意识	6.4	8.6
2	创新精神与能力	7.1	9.2
3	工作热情	7.5	9.5
4	团队精神	6.9	8.9
5	分析与解决问题能力	7.3	9.6
6	改进意识	7.2	9.1

制表人：王众

制表日期：2023 年 11 月 29 日

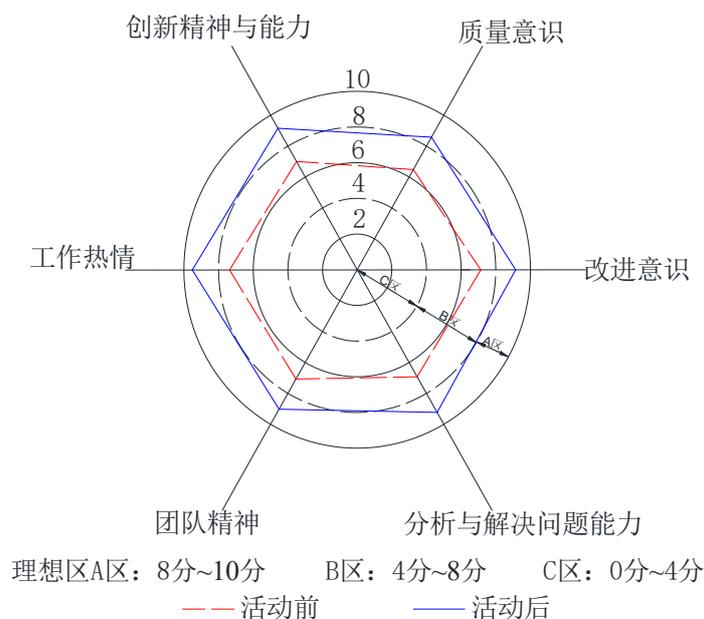


图 12-1 小组综合素质评价雷达图

制图人：王众

制图日期：2023 年 11 月 29 日

通过雷达图得知，我组成员各项素质能力均达到理想水平 A 区，小组素质能力得到一定程度的提高。

（二） 下一步打算

本小组秉持着质量第一的原则进行施工管理，以 PDCA 循环的理念对待施工过程中的每一个环节，在本次 QC 活动开展中，通过采用三段式止水拉杆和双螺母的设置更好地保证了箱涵腹板支模体系的稳定性和刚度，缩短螺杆的间距能进一步保证箱涵腹板混凝土浇筑时不产生涨模等现象，提高了箱涵表面平整度，减少后期剔凿修补的成本。

QC 小组本着探索创新的原则，主动向现场施工人员询问施工中的难点，并结合重要性和紧迫性，本项目公路桥梁作为重点工程，桥面施工质量影响着安全性和适用性。因此本小组决定将下一次的 QC 活动课题定为：**提高桥面铺装施工一次验收合格率。**