

序号	姓名	性别	学历	职称	组内职务	组内分工
1	周伟	男	本科	高级工程师、技师	组长	总负责
2	刘学永	男	本科	二级建造师	副组长	活动策划
3	袁正敏	男	大专	技师	施工队长	现场管理
4	邵云钊	男	大专	高级工	组员	技术指导
5	杨加文	男	本科	工程师	组员	市场调研
6	李增强	男	大专	技术员	组员	现场检查
7	祝贺	男	大专	助理工程师	组员	方案比选
8	孙天智	男	本科	工程师	组员	统计分析
9	王尊利	男	大专	技术员	组员	现场执行
10	张轩瑜	男	大专	助理工程师	组员	材料管理

制表人：周伟

日期：2023年2月6日

表 2-2 QC 小组活动计划表

序号	项目	活动时间									
		2023年2月		2023年3月		2023年4月		2023年5月			
		15	30	15	30	15	30	15	30		
1	选择课题	-> ->									
2	现状调查	-> ->									
3	目标设定		-> ->								
4	原因分析		-> ->								
5	要因确认			-> ->							
6	制定对策				-> ->						
7	实施对策					-> ->					
8	效果检查						-> ->				
9	巩固措施							-> ->			
10	活动总结									-> ->	
计划线		----->				实施线		->			

制表人：周伟

日期：2023年2月6日

三、选择课题

（一） 上级单位要求

本工程为公路养护创优工程，结合项目创优要求，建设单位要求本工程国省干线沥青路面养护质量合格率必须大于 90.00%。

（二） 现场实际情况

在此背景下，小组成员李增强于 2023 年 2 月 3 日-2023 年 2 月 6 日对本工程已经施工完成的国省干线沥青路面养护质量情况进行随机抽检，随机抽检结果如下所示。由表可知，共计检查数为 350，其中合格数为 289，不合格数为 61，因此本工程国省干线沥青路面养护质量合格率仅为 82.57%，合格率偏低，未满足建设单位要求。

表 3-3 国省干线沥青路面养护检查情况统计表

序号	时间	检查数	合格数	不合格数	检查人
1	2023 年 2 月 3 日	90	74	16	李增强
2	2023 年 2 月 4 日	90	74	16	孙天智
3	2023 年 2 月 5 日	90	75	15	李增强
4	2023 年 2 月 6 日	80	66	14	孙天智
	合计	350	289	61	
国省干线沥青路面养护质量合格率				82.57%	

制表人：孙天智

日期：2023 年 2 月 6 日

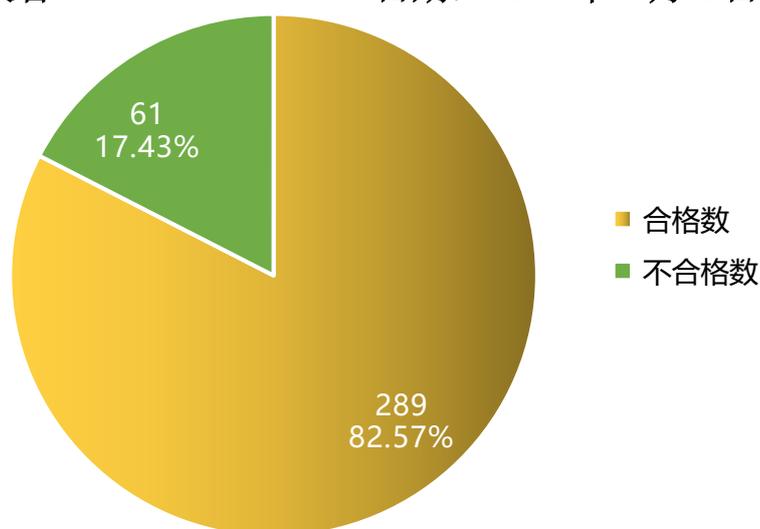


图 3-2 国省干线沥青路面养护检查情况饼分图

制图人：孙天智

日期：2023 年 2 月 6 日

（三）确定课题

基于上述理由，为满足工程需求，小组决定将“提高国省干线沥青路面养护质量合格率”作为本次 QC 小组活动的课题。

四、现状调查

（一）第一次分层调查

小组成员孙天智于 2023 年 2 月 6 日对此前检查出的 61 处不合格问题再次进行统计分析。经过分析，小组发现这 61 处不合格的国省干线沥青路面养护问题有以下几点，主要包括沥青路面表观较差、沥青路面结构裂缝。进一步整理形成统计表和饼分图。

表 4-4 国省干线沥青路面养护不合格问题类型统计表

序号	问题类型	问题数量	问题占比
1	沥青路面表观较差	56	91.80%
2	沥青路面结构裂缝	5	8.20%
	合计	61	100.00%

制表人：孙天智

日期：2023 年 2 月 8 日

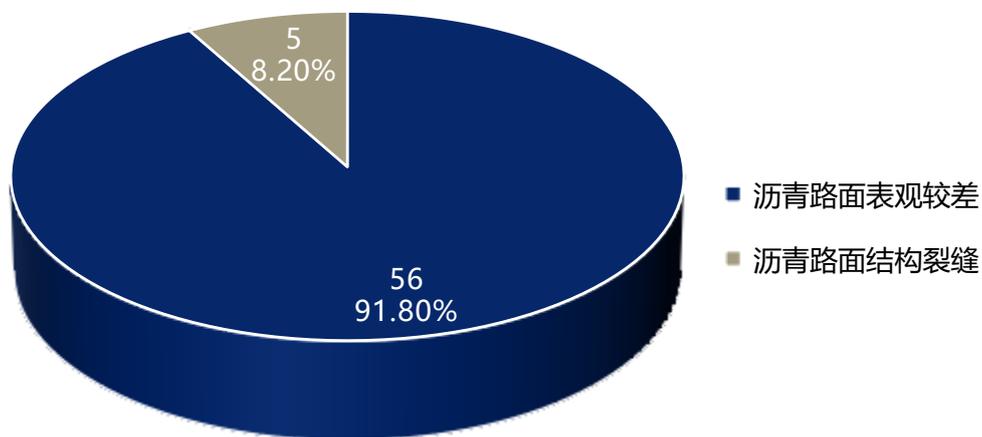


图 4-3 国省干线沥青路面养护不合格问题类型饼分图

制图人：孙天智

日期：2023 年 2 月 8 日

根据统计表和饼分图可知，国省干线沥青路面养护质量合格率偏低的主要问题为沥青路面表观较差，其数量达到 56，累计频率达到 91.80%，因此沥青路面表观较差是本课题的主要研究方向。

（二）第二次分层调查

为了查清楚问题症结所在，QC 小组成员孙天智对主要问题“沥青路面表观较差”的质量问题进行进一步的分层分析，发现沥青路面表观较差的质量问题集中体现在：沥青路面唧泥、沥青路面起砂、沥青路面沉陷、沥青路面拥包等问题，并绘制了调查表和排列图。

表 4-5 沥青路面表观较差质量问题调查表

序号	质量问题	频数	频率	累计频率
1	沥青路面唧泥	33	58.93%	58.93%
2	沥青路面起砂	12	21.43%	80.36%
3	沥青路面沉陷	6	10.71%	91.07%
4	沥青路面拥包	3	5.36%	96.43%
5	其他	2	3.57%	100.00%
	合计	56	100.00%	

制表人：孙天智

日期：2023 年 2 月 10 日

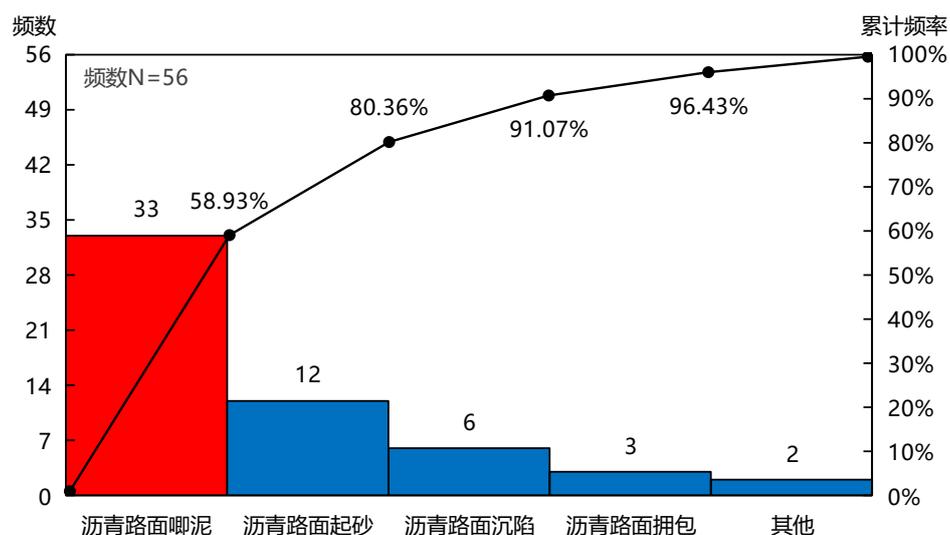


图 4-4 沥青路面表观较差质量问题排列图

制图人：孙天智

日期：2023 年 2 月 10 日

由调查表和排列图可知，沥青路面唧泥的数量为 33，累计频率高达 58.93%，因此是国省干线沥青路面养护质量合格率偏低的症结所在。

五、设定目标

（一）目标设定依据

1、上级考核指标

小组此前通过查阅建设单位对本工程下达的责任状，发现在对本工程下达的责任状中，建设单位明确要求了本工程国省干线沥青路面养护质量合格率需达到 90.00%及以上。

2、周边同行先进水平

小组成员祝贺通过对周边数个与本工程类似且施工水平较高的项目进行了查阅、调研，经充分沟通后，了解到各项目国省干线沥青路面养护质量合格率情况汇总如下表所示。发现全市同行平均水平的国省干线沥青路面养护质量合格率达到到了 92.30%。

表 5-6 全市同行平均水平调查统计表

序号	年份	合格率
1	【2021】	92.30%
2	【2020】	90.80%
3	【2019】	92.10%
4	【2018】	92.00%

制表人：祝贺

日期：2023 年 2 月 14 日

3、公司历史水平

2023 年 2 月 14 日，小组针对本公司曾经所承建的在施工中关于国省干线沥青路面养护最好的情况 PCI 进行查阅，统计整理后，其国省干线沥青路面养护质量合格率如下所示。由表可知，2021 年进行施工后检测 PCI 对比分析，国省干线沥青路面养护质量合格率达到到了 92.50%。

表 5-7 公司历史水平调查统计表

序号	年份	合格率
1	【2021】	92.50%
2	【2020】	91.00%
3	【2019】	92.40%
4	【2018】	92.00%

制表人：祝贺

日期：2023 年 2 月 17 日

4、测算目标值

小组结合此前的调查结果进行分析，目前国省干线沥青路面养护质量合格率为 82.57%，沥青路面表观较差在国省干线沥青路面养护

不合格数量中占 91.80%，而沥青路面唧泥占沥青路面表观较差数量的 58.93%。接着结合自身能力以及以往活动经验，认为通过本次活动的开展可以解决“沥青路面唧泥”问题的 90.00%。因此通过测算，可知通过本次活动后国省干线沥青路面养护质量合格率可达：

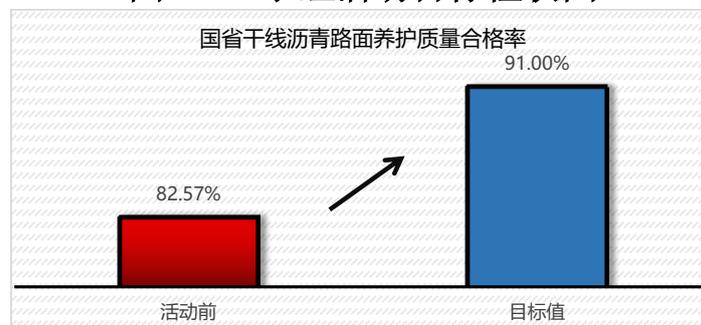
$82.57\% + (1 - 82.57\%) \times 91.80\% \times 58.93\% \times 90.00\% = 91.06\% > 91.00\%$ ，满足目标要求。

结论：经过一系列调查、统计和分析，小组认为将国省干线沥青路面养护质量合格率的目标设定为 91.00%是可以实现的。

（二）设定活动目标

通过上述调查和分析，本着立足于现场实际，考虑到目标实现留有余地，小组认为 91.00%的国省干线沥青路面养护质量合格率作为课题目标比较合理，也具有一定的挑战性。因此，一致同意将本次活动目标设定为：将国省干线沥青路面养护质量合格率从 82.57%提高至 91.00%。

图 5-5 小组活动目标柱状图



制图人：祝贺

日期：2023年2月11日

六、原因分析

小组现场充分调查分析后，采用头脑风暴法，针对症结“沥青路面唧泥”进行原因分析，对存在的问题进行讨论，大家集思广益，从多个方面进行原因分析，并绘制系统图。



图 6-6 系统图

制图人：杨加文

日期：2023 年 2 月 18 日

七、确认主要原因

(一) 制定要因确认计划表

通过原因分析，从系统图中共找出 7 个末端原因，小组成员针对末端原因制定了确定主要原因计划表。根据确定主要原因计划表，小组对末端原因进行具体的调查、分析、论证，逐一进行主要原因。

表 7-8 要因确认计划表

序号	末端原因	问题症结	确认内容	判定方法	负责人	日期
1	工人接受交底不到位	沥青路面唧泥	工人接受交底不到位对症结的影响程度	调查分析	邵云钊	2023 年 2 月 23 日
2	现场无质量员旁站	沥青路面唧泥	现场无质量员旁站对症结的影响程度	调查分析	杨加文	2023 年 2 月 26 日
3	搅拌机转速不足	沥青路面唧泥	搅拌机转速不足对症结的影响程度	调查分析	李增强	2023 年 3 月 1 日
4	钻孔离缝距离偏大	沥青路面唧泥	钻孔离缝距离偏大对症结的影响程度	调查分析	祝贺	2023 年 3 月 4 日
5	压浆料选型不对	沥青路面唧泥	压浆料选型不对对症结的影响程度	试验	孙天智	2023 年 3 月 14 日
6	开放交通时间偏早	沥青路面唧泥	开放交通时间偏早对症结的影响程度	调查分析	王尊利	2023 年 3 月 17 日
7	夜间养护	沥青路面唧泥	夜间养护对症结的影响程度	调查分析	张轩瑜	2023 年 3 月 20 日

制表人：刘学永

日期：2023 年 2 月 19 日

(二) 要因确认情况

要因确认 1：工人接受交底不到位

确认方法	确认内容	确认人	确认时间																				
调查分析	工人接受交底不到位对症结的影响程度	邵云钊	2023年2月23日																				
确认过程	<p>1、小组成员邵云钊于2023年2月20日对工人交底情况进行调查，通过检查项目部级和班组级技术交底，通过查阅资料，已对全员进行三级技术交底，交底内容全面，详实，且每天进行班前教育，确保人员受到全面教育。随后通过交底考核情况，发现部分工人在考核中不合格。如果工人接受交底不到位，可能导致他们对沥青路面养护的关键要点和技术要求不够了解，无法正确执行养护工作。这样就会在施工过程中产生诸如未及时铺设、压实不够、温度控制不当等问题，最终导致沥青路面出现唧泥现象。</p>  <p style="text-align: center;">图 7-7 技术交底</p> <p style="text-align: center;">制图人：邵云钊 日期：2023年2月20日</p> <p>2、小组将此前所检查的国省干线沥青路面养护情况按照工人交底考核不合格和工人交底考核合格分成两类，接着统计两种情况下出现症结“沥青路面唧泥”的情况，如下所示。</p> <p style="text-align: center;">表 7-9 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>工人交底考核情况</th> <th>检查数量</th> <th>症结数量</th> <th>症结占比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>工人交底考核不合格</td> <td>135</td> <td>13</td> <td>9.63%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>工人交底考核合格</td> <td>215</td> <td>20</td> <td>9.30%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>差值</td> <td></td> <td></td> <td>0.33%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">制表人：邵云钊 日期：2023年2月23日</p>			序号	工人交底考核情况	检查数量	症结数量	症结占比	1	工人交底考核不合格	135	13	9.63%	2	工人交底考核合格	215	20	9.30%		差值			0.33%
序号	工人交底考核情况	检查数量	症结数量	症结占比																			
1	工人交底考核不合格	135	13	9.63%																			
2	工人交底考核合格	215	20	9.30%																			
	差值			0.33%																			



图 7-8 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计柱状图
制图人：邵云钊 日期：2023 年 2 月 23 日

3、影响程度分析：通过调查分析小组发现在工人交底考核不合格和工人交底考核合格两种情况下分别进行国省干线沥青路面养护后，症结“沥青路面唧泥”出现的占比情况分别为 9.63%和 9.30%，差值为 0.33%。因此工人接受交底不到位对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较小。

确认结论	“工人接受交底不到位”为非要因
------	-----------------

要因确认 2：现场无质量员旁站

确认方法	确认内容	确认人	确认时间
调查分析	现场无质量员旁站对症结的影响程度	杨加文	2023 年 2 月 26 日
确认过程	<p>1、小组成员杨加文在 2023 年 2 月 23 日通过调查质量员旁站情况，发现存在现场无质量员旁站的情况。而质量员在施工现场负责监督施工过程中的质量控制，包括施工工艺、设备操作、原材料配比等方面。如果没有质量员旁站，施工人员可能会在质量监督不足的情况下，随意操作或忽略关键细节，造成沥青路面唧泥问题的发生。</p>  <p>2、为进一步确定现场无质量员旁站对问题症结的影响程度大小，小组将此前所检查的国省干线沥青路面养护情况按照现场无质</p>		

图 7-9 质量员旁站

制图人：杨加文 日期：2023 年 2 月 23 日

量员旁站和现场有质量员旁站分成两类，接着统计两种情况下出现症结“沥青路面唧泥”的情况，如下所示。

表 7-10 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计表

序号	质量员旁站情况	检查数量	症结数量	症结占比
1	现场无质量员旁站	155	15	9.68%
2	现场有质量员旁站	195	18	9.23%
	差值			0.45%

制表人：杨加文

日期：2023年2月26日



图 7-10 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计柱状图

制图人：杨加文

日期：2023年2月26日

3、影响程度分析：通过调查分析发现，在现场无质量员旁站和现场有质量员旁站两种情况下，症结“沥青路面唧泥”出现的占比情况分别为9.68%和9.23%，差值为0.45%。因此现场无质量员旁站对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较小。

确认结论

“现场无质量员旁站”为非要因

要因确认 3：搅拌机转速不足

确认方法	确认内容	确认人	确认时间
调查分析	搅拌机转速不足对症结的影响程度	李增强	2023年3月1日
确认过程	1、小组成员李增强于2023年2月26日对搅拌机转速情况进行调查，发现搅拌机转速有1000rpm/min和1500rpm/min两种情况。因此认为搅拌机转速不足对症结的影响程度较大。		



图 7-11 搅拌机

制图人：李增强

日期：2023 年 2 月 26 日

2、为确认搅拌机转速不足对症结“沥青路面唧泥”的影响程度大小，小组将此前国省干线沥青路面养护后出现症结“沥青路面唧泥”的情况，按照搅拌机转速情况分成两类，一类为搅拌机转速为 1000rpm/min，另一类为搅拌机转速为 1500rpm/min，统计结果如下所示。

表 7-11 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计表

序号	搅拌机转速情况	检查数量	症结数量	症结占比
1	搅拌机转速为 1000rpm/min	165	16	9.70%
2	搅拌机转速为 1500rpm/min	185	17	9.19%
	差值			0.51%

制表人：李增强

日期：2023 年 3 月 1 日

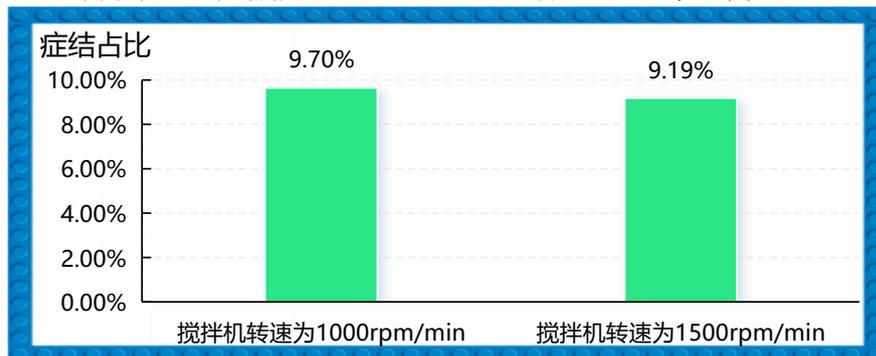


图 7-12 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计柱状图

制图人：李增强

日期：2023 年 3 月 1 日

3、影响程度分析：通过调查分析发现，在搅拌机转速为 1000rpm/min 和搅拌机转速为 1500rpm/min 两种情况下分别进行国省干线沥青路面养护后，症结“沥青路面唧泥”出现的占比情况分别为 9.70%和 9.19%，差值为 0.51%。因此搅拌机转速不足对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较小。

确认结论

“搅拌机转速不足”为非要因

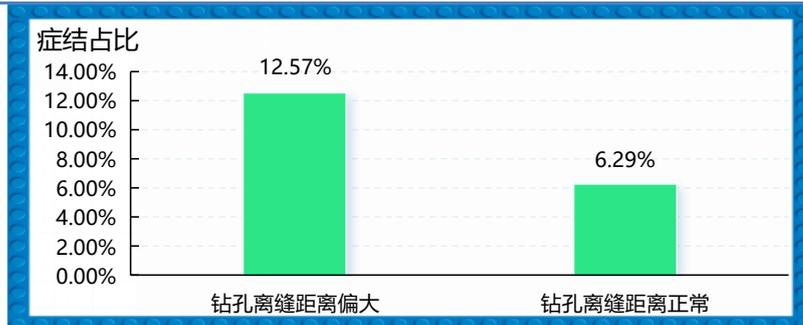


图 7-14 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计柱状图
制图人：祝贺 日期：2023 年 3 月 4 日

3、影响程度分析：通过调查分析发现，在钻孔离缝距离偏大和钻孔离缝距离正常两种情况下，症结“沥青路面唧泥”出现的占比情况分别为 12.57%和 6.29%，差值为 6.29%。因此钻孔离缝距离偏大对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较大。

确认结论

“钻孔离缝距离偏大”为要因

要因确认 5：压浆料选型不对

确认方法	确认内容	确认人	确认时间
试验	压浆料选型不对对症结的影响程度	孙天智	2023 年 3 月 14 日
确认过程	<p>1、小组成员孙天智在 2023 年 3 月 4 日对压浆料选型情况进行调查，得知压浆料为普通水泥，而压浆料的选型应根据施工环境和沥青路面要求来选择，不同的压浆料具有不同的密实性和粘附性。如果选用的压浆料不适合当前的施工环境或无法良好粘附于沥青路面，就会导致养护后的路面表面出现唧泥现象。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 7-15 普通水泥</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>聚合物复合水泥</p> </div> </div> <p>制图人：孙天智 日期：2023 年 3 月 4 日</p> <p>2、小组通过和项目进行沟通后，采用压浆料为聚合物复合水泥进行国省干线沥青路面养护，在试验段施工一段时间后，对比在采用压浆料为普通水泥和压浆料为聚合物复合水泥两种情况下，国省干线沥青路面养护完成后的出现症结“沥青路面唧泥”情况如下所示。</p> <p style="text-align: center;">表 7-13 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计表</p>		

序号	压浆料选型情况	检查数量	症结数量	症结占比
1	压浆料为普通水泥	155	19	12.26%
2	压浆料为聚合物复合水泥	155	11	7.10%
	差值			5.16%

制表人：孙天智

日期：2023年3月14日

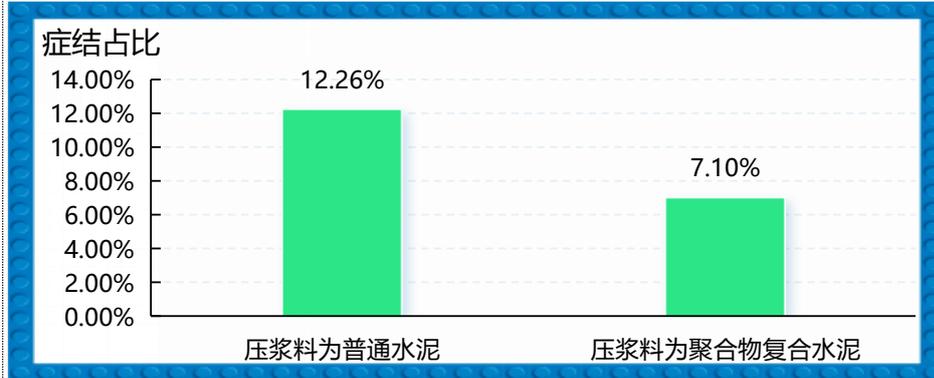


图 7-16 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计柱状图

制图人：孙天智

日期：2023年3月14日

3、影响程度分析：通过试验小组发现在压浆料为普通水泥和压浆料为聚合物复合水泥两种情况下，出现症结“沥青路面唧泥”的占比情况分别为 12.26%和 7.10%，差值为 5.16%。因此压浆料选型不对对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较大。

确认结论

“压浆料选型不对”为要因

要因确认 6：开放交通时间偏早

确认方法	确认内容	确认人	确认时间
调查分析	开放交通时间偏早对症结的影响程度	王尊利	2023年3月17日
确认过程	<p>1、小组成员王尊利于 2023 年 3 月 14 日通过调查开放交通时间情况，发现存在道路压浆后 10 小时内放行的情况，如果在养护过程中过早开放交通，车辆的轮胎可能会对尚未完全固化的路面施加压力，造成路面的变形和损坏。这样就容易出现唧泥问题，因为沥青路面没有足够的时间来达到理想的固化效果。</p> 		

图 7-17 开放交通

制图人：王尊利

日期：2023 年 3 月 14 日

2、为确认开放交通时间偏早对症结“沥青路面唧泥”的影响程度大小，小组将此前国省干线沥青路面养护后出现症结“沥青路面唧泥”的情况，按照开放交通时间情况分成两类，一类为道路压浆后 10 小时内放行，另一类为道路压浆后 10 小时后放行，统计结果如下所示。

表 7-14 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计表

序号	开放交通时间情况	检查数量	症结数量	症结占比
1	道路压浆后 10 小时内放行	110	11	10.00%
2	道路压浆后 10 小时后放行	240	22	9.17%
	差值			0.83%

制表人：王尊利

日期：2023 年 3 月 17 日



图 7-18 症结“沥青路面唧泥”占比情况统计柱状图

制图人：王尊利

日期：2023 年 3 月 17 日

3、影响程度分析：通过调查分析小组发现在道路压浆后 10 小时内放行和道路压浆后 10 小时后放行两种情况下分别进行国省干线沥青路面养护后，出现症结“沥青路面唧泥”的占比情况分别为 10.00% 和 9.17%，差值为 0.83%。因此开放交通时间偏早对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较小。

确认结论

“开放交通时间偏早”为非要因

要因确认 7：夜间养护

确认方法	确认内容	确认人	确认时间
调查分析	夜间养护对症结的影响程度	张轩瑜	2023 年 3 月 20 日
确认过程	<p>1、小组成员张轩瑜于 2023 年 3 月 17 日通过调查养护实施时间，发现存在夜间养护的情况。而夜间养护可能面临照明不足和施工条件限制等挑战，这些因素也可能对养护质量产生负面影响，因此认为夜间养护对症结的影响程度较大。</p> <p>2、小组针对此前对国省干线沥青路面养护的检查结果，统计在夜间养护和白天养护两种情况下，国省干线沥青路面养护中出现症结</p>		

“沥青路面唧泥”的情况，如下所示。

表 7-15 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计表

序号	养护实施时间	检查数量	症结数量	症结占比
1	夜间养护	83	8	9.64%
2	白天养护	267	25	9.36%
	差值			0.28%

制表人：张轩瑜

日期：2023年3月20日

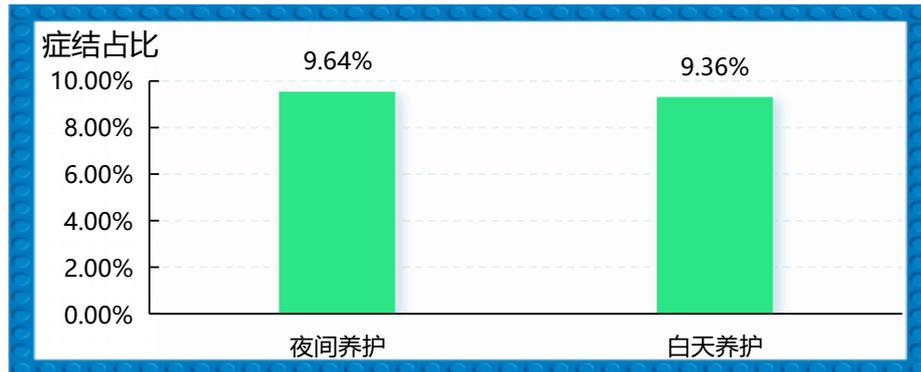


图 7-19 症结“沥青路面唧泥”出现情况统计柱状图

制图人：张轩瑜

日期：2023年3月20日

3、影响程度分析：通过调查分析小组发现在夜间养护和白天养护两种情况下分别进行国省干线沥青路面养护后，出现症结“沥青路面唧泥”的占比情况分别为 9.64%和 9.36%，差值为 0.28%。因此夜间养护对症结“沥青路面唧泥”的影响程度较小。

确认结论

“夜间养护”为非要因

（三）要因确认结论

小组成员通过对末端原因进行认真调查，客观的进行分析和论证，得出影响国省干线沥青路面养护质量合格率症结的主要原因为：**钻孔工艺不到位、压浆料选型不对。**

八、制定对策

2023年3月22日，小组副组长刘学永针对钻孔工艺不到位、压浆料选型不对，召开制定对策会议，按照 5W1H 的原则制定对策表如下所示。

表 8-16 对策表

序号	要因	对策	目标	措施	地点	时间	负责人
1	钻孔工艺不到位	优化钻孔工艺	钻孔合格率 100%	1. 明确有明显沉陷沥青路面钻孔方法 2. 明确无明显沉陷沥青路面钻孔方法	现场 办公室	2023 年 4 月 2 日	邵云钊 杨加文 李增强
2	压浆料选型不对	采用聚合物复合水泥	唧泥率小于 5%	1. 试验配合设计终凝时间 2. 明确压浆工艺 3. 进行技术验证	现场 办公室	2023 年 4 月 15 日	祝 贺 孙天智 王尊利 张轩瑜

制表人：刘学永

日期：2023 年 3 月 22 日

九、对策实施

（一） 实施一：优化钻孔工艺

1、明确有明显沉陷沥青路面钻孔方法

无沉陷沥青路面，沿公路裂缝一侧离缝 10cm 处钻孔，孔深大于 45cm，然后沿裂缝前进方向 2m 处钻孔，位置应与前一个孔在缝的两侧成交错状。



图 9-20 有明显沉陷沥青路面钻孔方法

制图人：刘学永

日期：2023 年 3 月 23 日

2、明确无明显沉陷沥青路面钻孔方法

有明显沉陷沥青路面，沿公路裂缝一侧离缝 50cm 处钻孔，孔深大于 45cm，然后沿裂缝前进方向 2m 处钻孔，位置应与前一个孔在缝的两侧成交错排列。



图 9-21 无明显沉陷沥青路面钻孔方法

制图人：刘学永

日期：2023 年 3 月 25 日

【小组目标验证】：

对策实施后，小组对钻孔情况进行调查，可知钻孔成孔合格率达到到了 100%，对策目标实现。

表 9-17 钻孔合格情况统计表

钻孔编号	钻孔情况	钻孔编号	钻孔情况	钻孔编号	钻孔情况
ZK-2-3	合格	ZK-2-11	合格	ZK-2-19	合格
ZK-2-4	合格	ZK-2-12	合格	ZK-2-20	合格
ZK-2-5	合格	ZK-2-13	合格	ZK-2-21	合格
ZK-2-6	合格	ZK-2-14	合格	ZK-2-22	合格
ZK-2-7	合格	ZK-2-15	合格	ZK-2-23	合格
ZK-2-8	合格	ZK-2-16	合格	ZK-2-24	合格
ZK-2-9	合格	ZK-2-17	合格	ZK-2-25	合格
ZK-2-10	合格	ZK-2-18	合格	ZK-2-26	合格

制表人：刘学永

日期：2023 年 4 月 2 日

（二） 实施二：采用聚合物复合水泥

1、 试验配合设计终凝时间

压浆料采用聚合物复合水泥，试验配合设计终凝时间为 6 个小时，在搅拌后尽快压浆，应采取通常的压浆方法，以确保浇筑连续不断。

6h 终凝早强压浆料生产抽样

加水 10：28，初 18 秒，30 分 23 秒（机搅）；30 分钟稍有稠；35 分开始自流性差，一搅还行；1 小时 20 分搅几下也基本不流，终凝大概 5 小时。

6 小时	抗折：约 0.9	抗压：约 1.5
22 小时	折：6.7	压：31.9
3 天	折：5.8	压：60.8
28 天	折：10.3	压：97.4

②样重：3000 28%水：840		
加水 11:11，初 18 秒，30 分 30 秒（机搅）；30 分比较稠；33 分开始自流性差，一搅还行；终凝大概 4 小时 30 分。		
21 小时 30 分	折：6.5	压：33.6
3 天	折：4.5	压：63.8
28 天	折：8.2	压：96.1

图 9-22 试验配合设计终凝时间

制图人：孙天智

日期：2023 年 4 月 2 日

2、明确压浆工艺

把压浆枪头放入孔洞并紧锁后开始压浆施工，当压浆料从另一孔洞流出时，应及时用木塞塞住，防止压浆料流出，一般压浆长度不大于 6 米，此时应移孔进行压浆施工。在沥青公路路基压浆施工中应封闭交通。



图 9-23 明确压浆工艺

制图人：孙天智

日期：2023 年 4 月 4 日

3、进行技术验证

最后进行技术验证，取得压浆料实验室数据进行对比，调整施工方案，直至达到最优。

【小组目标验证】：

对策实施后，小组对国省干线沥青路面养护中出现唧泥的情况进行调查，整理如下表所示。可知唧泥率小于 5%，满足对策目标要求。

表 9-18 沥青路面养护情况统计表

检查批次	检查数	唧泥数	唧泥率
1	80	3	3.8%
2	80	2	2.5%

3	80	3	3.8%
4	80	2	2.5%
5	80	0	0.0%
6	80	1	1.3%

制表人：周伟

日期：2023年4月15日

十、效果检查

（一）质量效果

通过采取针对性措施后，现场严格按照活动要求进行施工，为检验活动实施效果，小组成员周伟于2023年4月26日-2023年4月29日再次对国省干线沥青路面养护的情况进行检查验收，检查验收结果如下所示。共计检查350处，其中322处合格，28处不合格，因此活动后国省干线沥青路面养护质量合格率为92.00%大于91.00%，远超市活动前所制定的目标。

表 10-19 活动后国省干线沥青路面养护检查情况统计表

序号	时间	检查数	合格数	不合格数	检查人
1	2023年4月26日	90	82	8	刘学永
2	2023年4月27日	90	83	7	李增强
3	2023年4月28日	90	83	7	刘学永
4	2023年4月29日	80	74	6	李增强
合计		350	322	28	
国省干线沥青路面养护质量合格率				92.00%	

制表人：周伟

日期：2023年4月29日

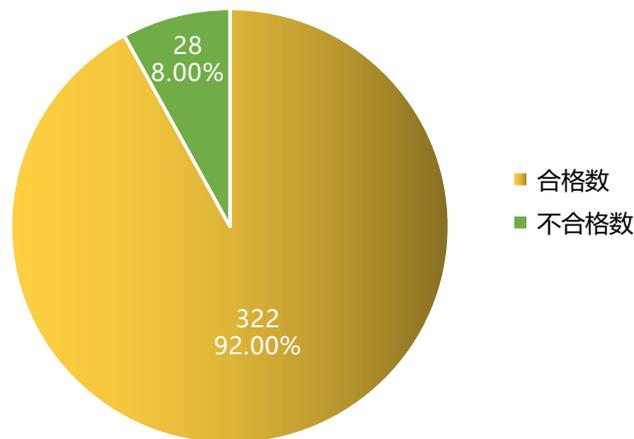
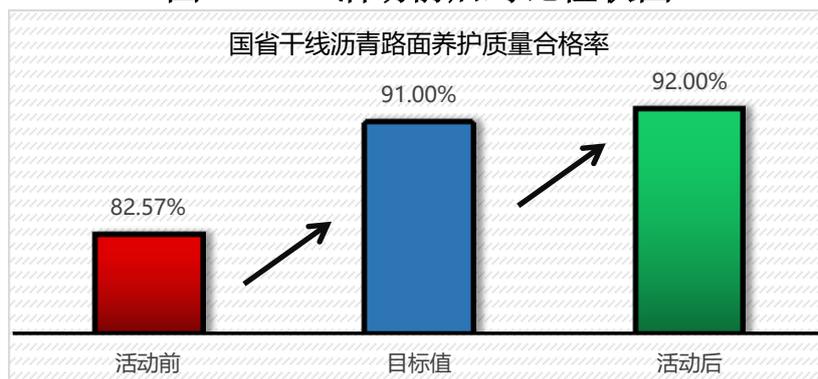


图 10-24 活动后国省干线沥青路面养护检查情况饼分图

制图人：刘学永

日期：2023年4月29日

图 10-25 活动前后对比柱状图



制图人：周伟

日期：2023 年 4 月 29 日

(二) 症结变化情况

随后小组在活动后对国省干线沥青路面养护进行检查验收的基础上进行进一步的调查分析，针对 28 处不合格的问题类型进行具体分析，得到如下统计表。

表 10-20 活动后国省干线沥青路面养护不合格问题类型

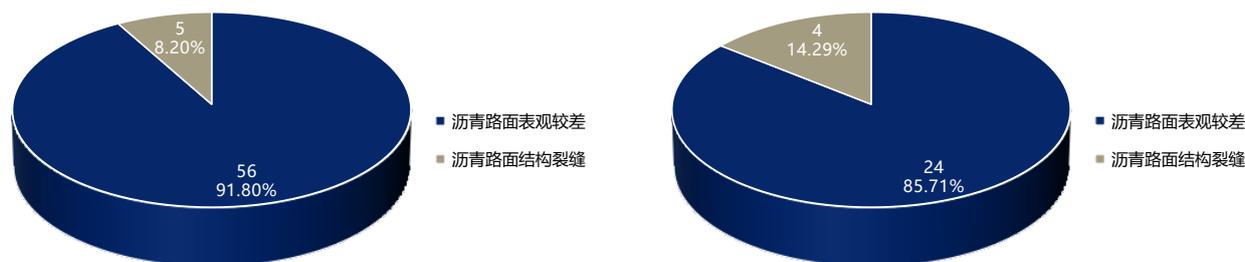
序号	问题类型	问题数量	问题占比
1	沥青路面表观较差	24	85.71%
2	沥青路面结构裂缝	4	14.29%
	合计	28	100.00%

制表人：周伟

日期：2023 年 4 月 30 日

从活动前后的饼分图可以看出，沥青路面表观较差已经得到明显改善，沥青路面表观较差的数量为 24，占比由活动前的 91.80%变为活动后的 85.71%，但仍然是国省干线沥青路面养护质量的主要问题。

图 10-26 活动前后国省干线沥青路面养护不合格问题类型饼分图



活动前

制图人：周伟

活动后

日期：2023 年 4 月 30 日

小组进一步针对活动后 24 处沥青路面表观较差的具体质量问题进行分层统计，再次整理形成如下调查表。

表 10-21 活动后沥青路面表观较差质量问题调查表

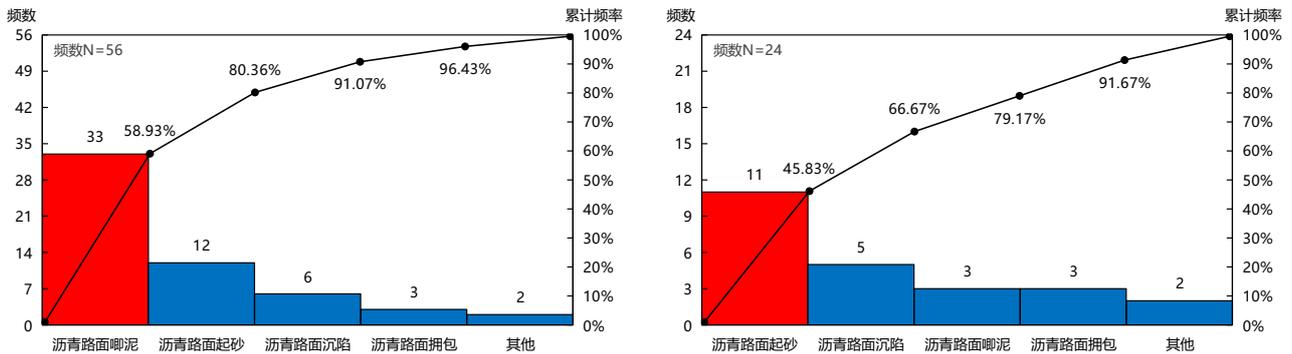
序号	质量问题	频数	频率	累计频率
1	沥青路面起砂	11	45.83%	45.83%
2	沥青路面沉陷	5	20.83%	66.67%
3	沥青路面唧泥	3	12.50%	79.17%
4	沥青路面拥包	3	12.50%	91.67%
5	其他	2	8.33%	100.00%
	合计	24	100.00%	

制表人：周伟

日期：2023 年 5 月 1 日

随后对比活动前后的排列图。可知原症结沥青路面唧泥的数量为 3，相比活动前有了明显的改善，已不再是症结所在。

图 10-27 活动前后沥青路面表观较差质量问题排列图



活动前

活动后

制图人：周伟

日期：2023 年 5 月 1 日

(三) 经济效益

通过本次 QC 活动大大解决了国省干线沥青路面养护质量合格率偏低的难题。由于活动前国省干线沥青路面养护检查 350 处有 61 处不合格的情况，而活动后国省干线沥青路面养护检查 350 处不合格的数量只有 28 处。通过进一步调查得知所辖国省干线公路所有施工处可节约返修工期 10 天，已知返修的费用为 200 元/处，耽误一天工期的人工成本费为 3000 元/天，又因为本次活动开展所花费用为 2000 元。通过下表计算，本次活动的可节约施工成本为 34600 元。

表 10-22 经济效益统计表

序号	费用类别	费用计算式
1	返工修补费	200 元/处×(61 处-28 处)=6600 元
2	节约工期费	3000 元/天×10 天=30000 元
3	QC 活动投入的经费	2000 元
	经济效益(节约施工成本)	34600 元

制表人：孙天智

日期：2023 年 5 月 21 日

(四) 社会效益

通过本次 QC 活动，国省干线沥青路面养护质量合格率有明显的提高，为企业赢得了良好的信誉。不但增强了公司的市场竞争力，同时提升了公司品牌形象，为项目按期完成做出了保障，取得了良好的社会效益，组织了多场现场观摩会。



图 10-28 社会效益

制图人：孙天智

日期：2023 年 5 月 21 日

十一、制定巩固措施

(一) 形成工艺标准

经过优化钻孔施工工艺和采用聚合物复合水泥，国省干线沥青路面养护质量合格率达到 91.00%。为了巩固在“提高国省干线沥青路面养护质量合格率”QC 活动中取得的良好效果，小组成员于 2023

年 5 月 1 日在公司三楼会议室对本次 QC 活动所取得的成果进行了标准化总结，并编制了公司级《国省干线沥青路面养护作业指导书》（LORS-S021-H0）。整理上报公司后，于 2023 年 5 月 5 日进行公司内部评价，认为本成果达到了公司的先进水平，获得了较好的评价，编号为：LORS-S021-H0，随后在公司范围内下文推广，为今后类似工程提供参考

表 11-23 对策纳入统计表

《国省干线沥青路面养护作业指导书》			
形成时间	2023 年 5 月 1 日	收录时间	2023 年 5 月 5 日
编号	LORS-S021-H0		
序号	巩固措施		
1	无沉陷沥青路面，沿公路裂缝一侧离缝 10cm 处钻孔，孔深大于 45cm，然后沿裂缝前进方向 2m 处钻孔，位置应与前一个孔在缝的两侧成交错状。		
2	有明显沉陷沥青路面，沿公路裂缝一侧离缝 50cm 处钻孔，孔深大于 45cm，然后沿裂缝前进方向 2m 处钻孔，位置应与前一个孔在缝的两侧成交错排列。		
3	压浆料采用聚合物复合水泥，试验配合设计终凝时间为 6 个小时，在搅拌后尽快压浆，应采取通常的压浆方法，以确保浇筑连续不断。		
4	把压浆枪头放入孔洞并紧锁后开始压浆施工，当压浆料从另一孔洞流出时，应及时用木塞塞住，防止压浆料流出，一般压浆长度不大于 6 米，此时应移孔进行压浆施工。在沥青公路路基压浆施工中应封闭交通。		
5	最后进行技术验证，取得压浆料实验室数据进行对比，调整施工方案，直至达到最优。		

制表人：李增强

日期：2023 年 5 月 26 日

（二）巩固期实施情况统计

活动目标达成后，小组继续执行本次 PDCA 循环过程中行之有效的质量控制和施工方法。在 2023 年 4 月 30 日-2023 年 5 月 29 日的巩固期内，根据国省干线沥青路面养护情况分别对三个统计周期内的国省干线沥青路面养护质量进行统计，统计结果如下所表所示。由上数据分析可知，在巩固期内的国省干线沥青路面养护的质量问题得到有效控制，平均合格率比活动后略有提高，说明巩固措施有效较稳定，可值得推广。

表 11-24 巩固期统计表

统计周期	检查数	合格数	不合格数	合格率
周期一	350	327	23	93.43%
周期二	350	322	28	92.00%
周期三	350	325	25	92.86%
平均值	350	324.7	25.3	/
巩固期国省干线沥青路面养护质量合格率			92.76%	

制表人：李增强

日期：2023年5月29日

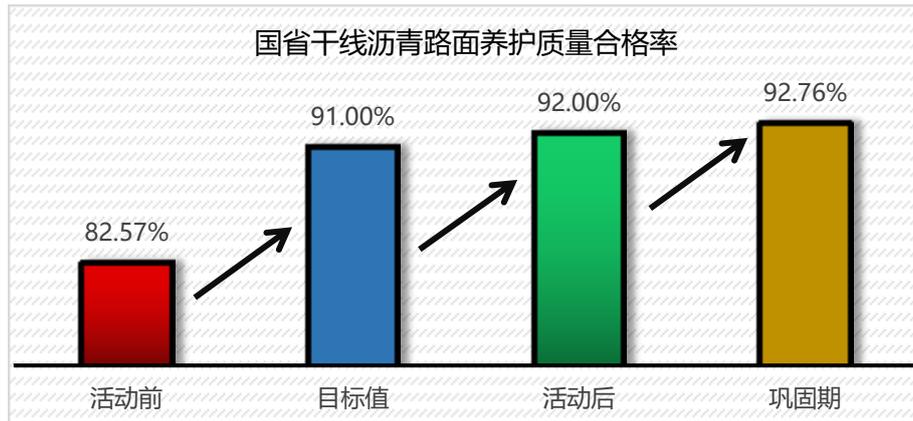


图 11-29 活动前、目标值、活动后、巩固期情况

制图人：周伟

日期：2023年5月29日

十二、总结和下一步打算

（一）总结

通过本次 QC 活动提高了小组的专业技术、管理水平及综合素质，改进了我们的思考方式，增强了我们对质量管理的信心，同时为以后采用 QC 质量管理对工程质量进行把控打下了良好的基础。

1、专业技术方面

经过此次 QC 小组活动，小组成员学到了许多专业技术的技能和经验，对国省干线沥青路面养护质量有了更深一步的了解，对于一些通病的处理和防范也吸取了经验，对提高工程质量、加强施工现场管理等方面起到了积极作用。

2、管理方法方面

本小组遵循 PDCA 程序开展 QC 活动，科学有效的解决现场实际问题，解决问题过程中思路清晰，环环相扣，具有严密的逻辑性，用数

据分析和事实说话。

表 12-25 管理方法评价表

序号	活动内容	总结
1	选择课题	根据上级目标及现场施工存在的问题等进行课题的选择，选题理由较为充分，选题中也体现了数据化和图表化，但叙述不够简便。
2	现状调查	采用分层法进行症结的确定，但应用的统计工具较为单一。
3	设定目标	自定目标明确，但无。
4	原因分析	分析全面、合理应用统计工具，但个别原因分析较粗。
5	确定主要原因	依据末端原因对题症结的影响程度进行要因的判定，小组成员能够依据数据和事实，针对末端原因客观的确定主要原因，但要因确认深度稍欠缺。
6	制定对策	逐一制定了对策，根据 5W1H 制定对策表，对策目标可测量，对策具体。，但无。
7	对策实施	能够及时收集数据，检查实施是否达到目标，但无。
8	效果检查	对比现在调查，检验实施后课题现状以及症结的改善程度，能用数据证明达到活动效果，但对比分析不够深入。
9	制定巩固措施	将对策表中的有效措施写入到指导书中，但无。

制表人：刘学永

日期：2023 年 5 月 30 日

3、综合素质方面

通过本次活动，实现了目标，小组全体成员的团队精神、质量意识、进取精神、QC 工具运用、工作热情、改进意识等方面素质有了很大的提高。活动结束后，小组成员对活动前、后状态进行了自我评价，并制成相应表格和雷达图如下：

表 12-26 个人综合素质评分表

姓名	团队精神		质量意识		进取精神		QC 工具运用		工作热情		改进意识	
	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后
周伟	2	8	5	9	5	10	5	8	5	9	5	10
刘学永	4	9	2	8	5	8	5	10	5	10	2	10
袁正敏	3	10	5	8	5	8	5	9	5	8	5	9
邵云钊	3	8	6	9	6	10	5	8	5	9	2	9

杨加文	4	8	4	9	5	9	5	10	5	9	2	10
李增强	3	10	3	9	6	8	5	10	5	8	2	9
祝贺	3	10	2	9	6	9	5	10	5	10	3	10
孙天智	2	9	5	9	6	8	5	8	5	10	5	9
王尊利	2	9	6	8	6	8	5	9	5	9	5	10
张轩瑜	2	9	2	9	6	10	5	10	5	8	3	9
平均分	2.8	9.0	4.0	8.7	5.6	8.8	5.0	9.2	5.0	9.0	3.4	9.5

制表人：刘学永

日期：2023年5月30日

表 12-27 综合素质自我评价汇总表

序号	项目	活动前（分）	活动后（分）
1	团队精神	2.8	9.0
2	质量意识	4.0	8.7
3	进取精神	5.6	8.8
4	QC 工具运用	5.0	9.2
5	工作热情	5.0	9.0
6	改进意识	3.4	9.5

制表人：刘学永

日期：2023年5月30日

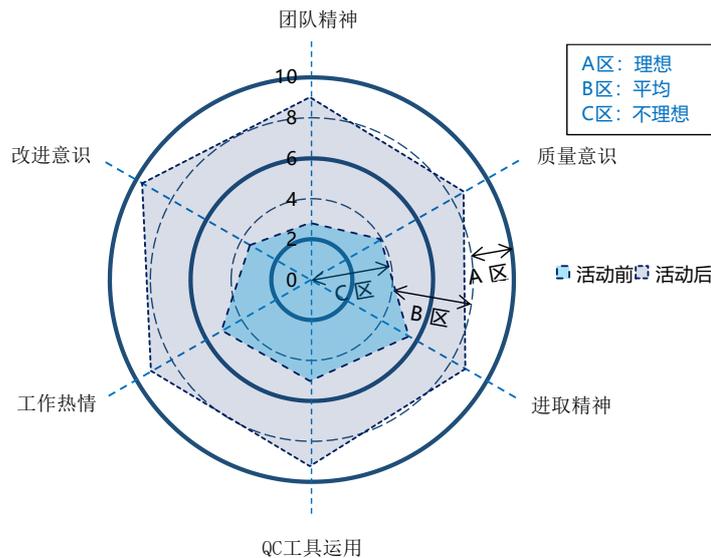


图 12-30 自我评价雷达图

制图人：刘学永

日期：2023年5月30日

（二） 下一步打算

本次活动达到了小组的既定目标，提升了小组成员们的综合素质，为下一次活动的顺利开展提供了充足的信心。今后，我们将在施工中继续开展 QC 活动，严格按照 PDCA 的原则开展活动，开拓思维，进而获得更大的进步和提高。因此本小组计划下一阶段 QC 小组活动的课题为“提高国省干线公路裂缝灌缝质量合格率”。