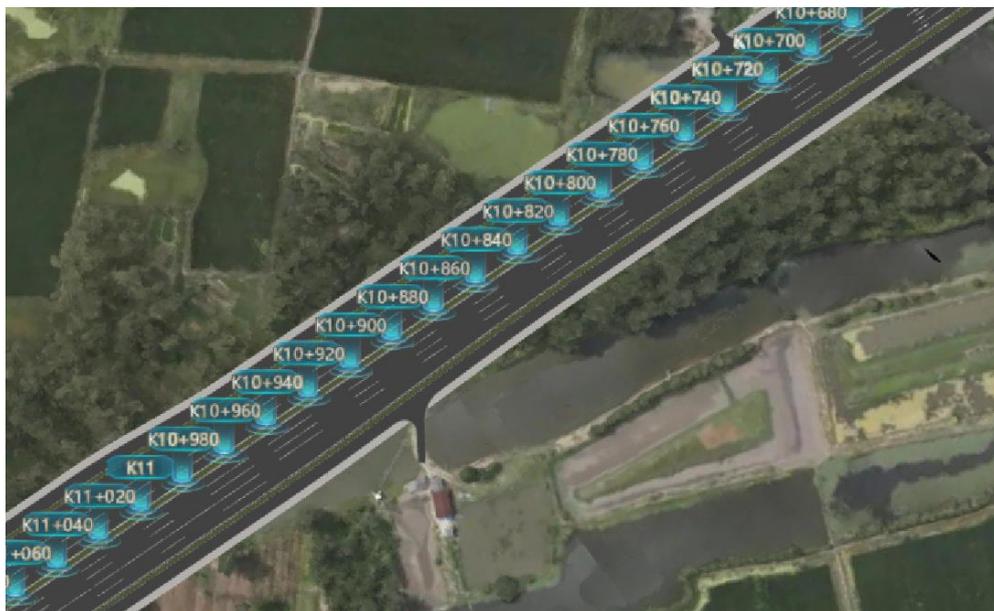


提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率

南京南部路桥建设（集团）有限公司攀峰 QC 小组

一、工程概况

501 省道六合雄州至西坝港区段施工 S501NJ-SG3 标段软基工程软基处理湿喷桩总量为 384681 延米。湿喷桩处理段落主要分布在 K7+002.2-K7+004.2、K8+547.8-K8+630 和 K9+700-K11+268。施工图设计桩长 12m、14m 和 15m 三种，设计桩距 1.1、1.3、1.5 米三种，布置形式为梅花形，桩顶设置 30cm 厚碎石垫层，垫层上下各铺一层土工布，桥头段与非深层处理段之间采用锁扣钢塑双向土工格栅处理，处理长度为 30m，其中 15m 伸入桥头段，土工格栅铺设两层，分别铺设在第一层灰土的顶部及底部。湿喷桩横向处理范围为路堤边坡按 1:1 坡率放坡至原地面坡脚外加一排桩。



搅拌桩地理位置图 （图 1-1）

二、小组简介

攀峰 QC 小组成立于 2021 年 8 月，全组共 9 人，小组由项目经理魏志斌任组长，负责组织活动，由项目总工张浩浩任副组长负责技术指导，由工程部部长林安稳负责安排工作、制定计划、具体实施和成果整理，小组成员具体分工和个人情况见下表：

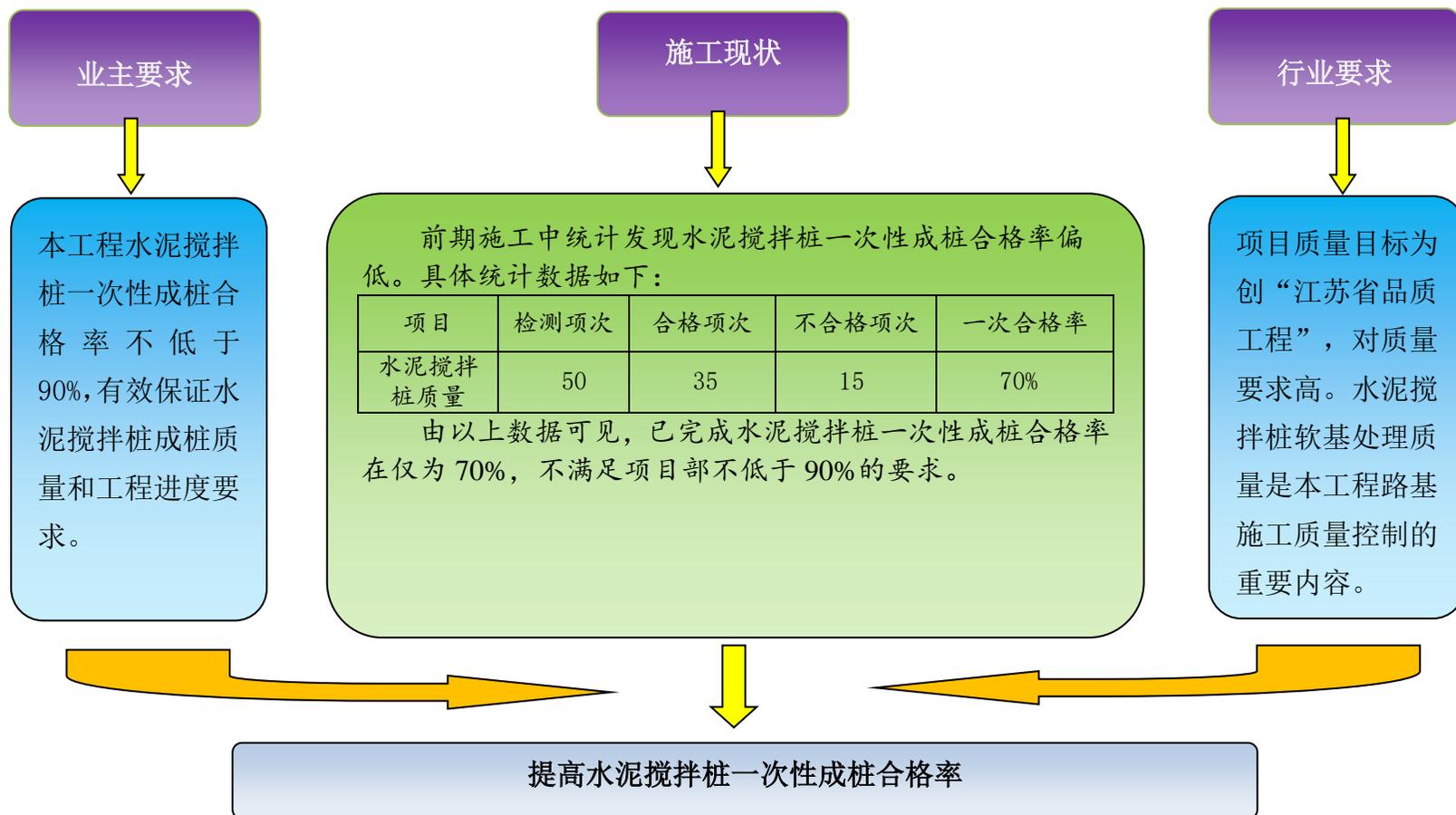
表 2.1 QC 小组简介表

小组名称	攀峰 QC 小组					
成立时间	2021 年 8 月	注册日期	2021 年 8 月	注册编号	QC-NBLQ-202102	
活动时间	2023 年 5 月-2023 年 12 月			活动次数	5	
课题类型	问题解决型	小组人数	9 人	参加率	100%	
活动课题	提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率			推进者	魏志斌	
小组成员	姓名	性别	文化程度	职务	职称	组内分工
组长	魏志斌	男	本科	项目经理	工程师	统筹指导
副组长	张浩浩	男	本科	项目总工	工程师	技术指导
组员	林安稳	男	本科	工程部长	工程师	组织协调
组员	于孔志	男	本科	测量负责人	助理工程师	过程控制
组员	王亮	男	大专	安全部长	工程师	资料整理
组员	王维琪	男	本科	财务部长	工程师	活动记录
组员	邵海洋	男	本科	测量员	工程师	汇总测量
组员	傅鹏	男	本科	试验室主任	工程师	试验检测
组员	周鹏	男	本科	综合办公室	工程师	成果发布

制表人：于孔志

编制日期：2023. 5. 2

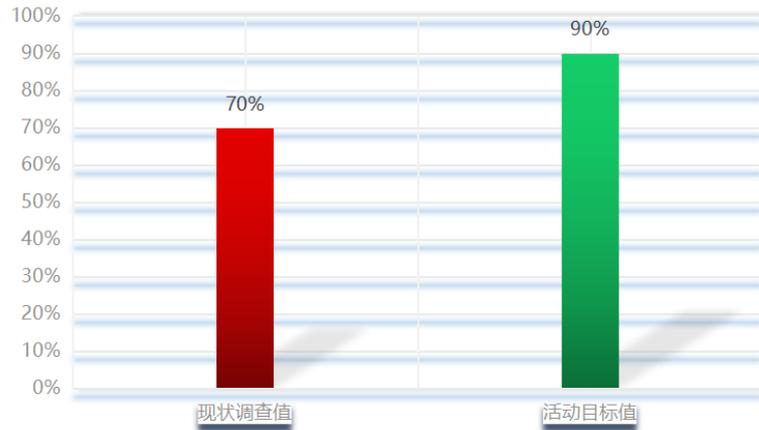
三、选择课题



为使提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率满足行业和业主要求，保证成桩质量及工程进度，我们以“提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率”为课题成立了QC小组开展活动。

四、设定目标

根据业主要求，我们将目标设定为：将水泥搅拌桩一次性成桩合格率从70%提高到90%。



制图人：王亮（图 4-1） 编制日期：2023.5.5

五、可行性论证

2023年5月6日，小组对本工程中水泥搅拌桩水泥搅拌桩施工质量检验记录进行了统计，按照质量缺陷数据进行分类、整理，制成调查表如下：

表 5.1 水泥搅拌桩施工质量缺陷调查统计表

桩号位置	项次	检测项目	标准	水泥搅拌桩施工质量检测指标										检查总数	合格数	不合格数
				0.8	0.7	0.6	0.6	0.9	0.7	1	0.6	0.7	0.5			
K10+5 40- K10+5 60	1	桩身 28d 强 度 (MPa)	≥ 0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.9	0.7	1	0.6	0.7	0.5	10	3	7
	2	均匀度 (cm)	± 5	4	+6	3	+7	-4	-6	-3	+5	7	-6	10	5	5
	3	垂直度 (%)	≤ 1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.6	1.2	1.4	1.3	1.2	10	9	1
	4	桩径 (m)	≥ 0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	10	9	1
	5	桩长 (m)	≥ 1.2	1.21	1.25	1.25	1.30	1.25	1.27	1.18	1.25	1.26	1.20	10	9	1
	合计													50	35	15

制表人：王维琪

编制日期：2023.5.10

QC 小组对 15 个不合格点分布统计表如下：

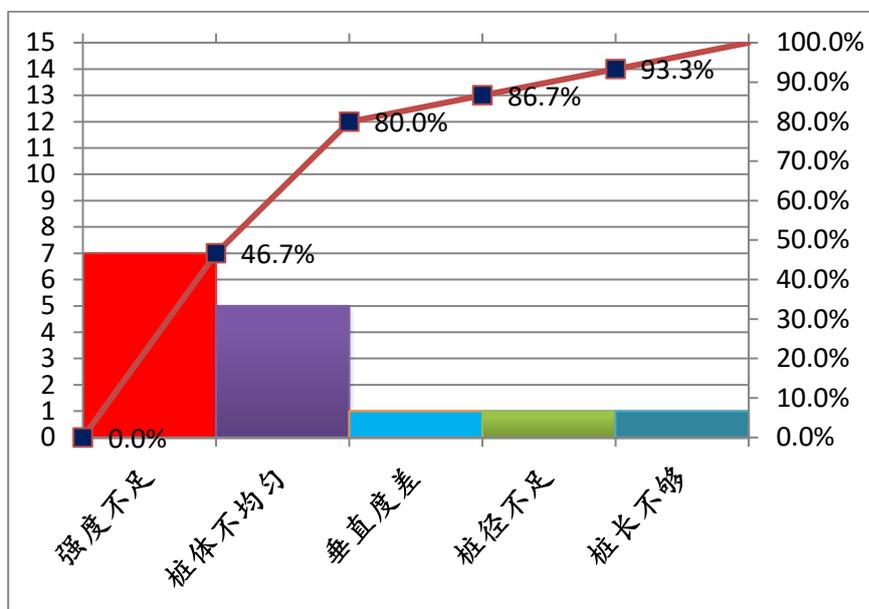
表 5.2 水泥搅拌桩缺陷频数统计表

序号	缺陷类型	频数(点)	频率 (%)	累计频率 (%)
1	强度不足	7	46.7%	46.7%
2	桩体不均匀	5	33.3%	80.0%
3	垂直度差	1	6.7%	86.7%
4	桩径不足	1	6.6%	93.3%
5	桩长不够	1	6.7%	100.0%
	合计	15	100.0%	/

制表人：傅鹏

编制日期：2023. 5. 10

依据缺陷频数统计表，小组成员绘制了了水泥搅拌桩施工质量缺陷排列图：



制图人：傅鹏

(图 5-1)

编制日期：2023. 5. 15

从排列图中可以看出影响水泥搅拌桩一次性成桩合格率的主要症结是强度不足和桩体不均匀，占到总因素的 80%。

对于目标是否可行，小组成员做了以下调查分析：

强度不足和桩体不均匀占到总因素的 80%，如果能够解决这两个关键问题，则可提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率至： $(35+12) / 50=94% > 90%$ ；由以上分析，小组人员认为目标是可以实现的。

六、原因分析

针对水泥搅拌桩一次性成桩合格率偏低的主要症结是强度不足和桩体不均匀, QC 小组成员对施工记录及相关资料进行收集审查, 开展头脑风暴, 利用关联图进行了原因分析。最终找到了 9 个末端因素。



制图人：林安稳 （图 6-1） 编制日期：2023. 6. 10

七、确定要因

我们对关联图中列出的 9 个末端因素进行分工, 确定验证标准和症结影响程度验证方法, 如下表所示:

表 7-1 要因确认计划表

序号	末端原因	确定方法	确认内容	影响程度	责任人	完成日期
1	人员培训不足	调查、分析	应按要求对施工人员进行技术交底且培训合格才能上岗作业	通过交底考核良好和优秀的两组施工人员在同等条件下进行现场施工，验证对主要症结的影响程度	王亮	2023. 6. 15
2	叶片和喷嘴设置不合理	调查、分析	应能保证土体内任意一点搅拌 20 次以上，并保证出灰均匀	通过不同叶片和喷嘴设置情况对比验证对主要症结的影响程度	林安稳	2023. 6. 25
3	钻头磨损过大	现场测量	钻头直径磨耗量不得大于 1cm	在钻头直径损耗量不同的条件下验证对主要症结的影响程度	于孔志	2023. 7. 5
4	喷灰量不足	调查、验证	喷灰量 65kg/m，要求±3kg/m 以内	验证不同喷灰量对主要症结的影响程度	傅鹏	2023. 7. 15
5	复搅不到位	调查、分析	是否在设计范围内全桩复搅	验证复搅次数对主要症结的影响程度	王维琪	2023. 7. 25
6	喷灰频率与搅拌提升不匹配	调查、分析	边提升边喷射边搅拌，尽可能搅拌均匀，使软土与固化料充分混合，喷射量与提升速度应匹配，如一次喷灰不能达到设计要求，应采用两次喷灰	验证喷灰频率与搅拌提升匹配情况对主要症结的影响程度	周鹏	2023. 8. 5
7	水泥受潮结块强度不足	调查、验证	水泥进场应检验合格，受潮结块后的水泥不得使用	验证水泥是否受潮，检验水泥强度	傅鹏	2023. 8. 15
8	转速与提升速度不匹配	调查、分析	每提升 20mm，钻头搅拌不少于 1 圈	验证转速与提升速度的匹配情况对主要症结的影响程度	于孔志	2023. 8. 25
9	钻进、搅拌速度控制不当	调查、分析	搅拌速度 30 转/min，钻进速度 1.2-1.5m/min	验证钻进、搅拌速度对主要症结的影响程度	林安稳	2023. 9. 5

制表人：于孔志

编制日期：2023. 6. 15

依据已定的确认方法和内容，小组成员对上表中的 9 个末端原因进行了逐一验证，具体验证过程如下：

表 7-2 末端因素确认表

要因确认一	确认方法	确认人	确认日期																		
人员培训不足	调查、分析	王亮	2023 年 6 月 11 日																		
确认内容	按要求对施工人员进行技术交底且培训合格才能上岗作业																				
影响程度	通过交底考核良好和优秀的两组施工人员在同等条件下进行现场施工，验证对水泥搅拌桩主要症结的影响程度																				
<p>确认过程：</p> <p>(1) 经过调查，有完善的交底记录，技术交底全面、详细，同时施工现场还有每日班前交底。</p>																					
																					
交底记录		每日班前交底																			
<p>(2) 小组组织了现场 15 名施工人员进行培训作业考核，考核结果如下：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>成绩</th> <th>不及格</th> <th>及格</th> <th>良好</th> <th>优秀</th> <th>合计</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>人数</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>占比</td> <td>6%</td> <td>13%</td> <td>43%</td> <td>38%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>				成绩	不及格	及格	良好	优秀	合计	人数	1	2	7	6	16	占比	6%	13%	43%	38%	100%
成绩	不及格	及格	良好	优秀	合计																
人数	1	2	7	6	16																
占比	6%	13%	43%	38%	100%																
<p>(3) 症结影响程度检查</p> <p>为了进一步确认“人员培训不足”对“强度不足”和“桩体不均匀”的影响程度，小组分别抽取了 6 名培训考核成绩良好和 6 名培训考核成绩优秀的施工人员在相同条件下进行现场施工，检查两班组施工质量，结果如下：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>班组</th> <th>考核人数</th> <th>培训考核成绩</th> <th>检测点数</th> <th>不合格点数</th> <th>差值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>班组 1</td> <td>6</td> <td>优秀</td> <td>30</td> <td>2</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>班组 2</td> <td>6</td> <td>良好</td> <td>30</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>				班组	考核人数	培训考核成绩	检测点数	不合格点数	差值	班组 1	6	优秀	30	2	1	班组 2	6	良好	30	3	
班组	考核人数	培训考核成绩	检测点数	不合格点数	差值																
班组 1	6	优秀	30	2	1																
班组 2	6	良好	30	3																	
影响程度分析	由上述看出，培训考核良好人员及培训考核优秀人员进行施工，水泥搅拌桩成桩质量控制情况相差较小，因此“人员培训不足”对主要症结的影响程度较小。																				
确认结论	非要因																				

制表人：王亮

编制日期：2023.6.15

表 7-3 末端因素确认表

要因确认二	确认方法	确认人	确认日期																																										
叶片和喷嘴设置不合理	调查、分析	林安稳	2023 年 6 月 16 日																																										
确认内容	应能保证土体内任意一点搅拌 20 次以上，并保证出灰均匀																																												
影响程度	通过不同叶片和喷嘴设置情况对比验证对主要症结的影响程度																																												
<p>确认过程：</p> <p>(1) QC 小组见过调查，发现现场使用的搅拌叶片为 2 层 4 片，跟踪检查 3 台钻机不同时段的土体内单点搅拌次数最高为 16 点，达不到土体内单点搅拌次数 20 次的施工要求，同时易造成土体搅拌不均匀。另外出灰口位置在搅拌轴上，水泥多集中在喷灰口的桩轴附近，叶片外缘缺灰，造成喷灰不均匀；</p> <table border="1" data-bbox="411 719 1257 1140"> <thead> <tr> <th>钻机</th> <th>监测时段</th> <th>单点搅拌平均次数</th> <th>是否合格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1 号</td> <td>8: 00-9: 00</td> <td>13</td> <td rowspan="3">否</td> </tr> <tr> <td>10:00-11: 00</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>18:00-19: 00</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2 号</td> <td>8: 00-9: 00</td> <td>12</td> <td rowspan="3">否</td> </tr> <tr> <td>11:00-12: 00</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>16:00-17: 00</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3 号</td> <td>7: 00-8: 00</td> <td>15</td> <td rowspan="3">否</td> </tr> <tr> <td>13:00-14: 00</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>15:00-16: 00</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 症结影响程度检查</p> <p>QC 小组对现场使用的 2 层 4 片以及出灰口位置设置在搅拌轴上和 3 层 6 片以及出灰口位置设置在搅拌叶片中部的两台钻机进行同等条件下施工对比，统计情况如下：</p> <table border="1" data-bbox="424 1364 1241 1606"> <thead> <tr> <th>钻机</th> <th>搅拌叶片</th> <th>出灰口位置</th> <th>主要症结缺陷频率</th> <th>差值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2 层 4 片</td> <td>搅拌轴上</td> <td>12.3%</td> <td rowspan="2">10.2%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3 层 6 片</td> <td>搅拌叶片中部</td> <td>2.1%</td> </tr> </tbody> </table>				钻机	监测时段	单点搅拌平均次数	是否合格	1 号	8: 00-9: 00	13	否	10:00-11: 00	15	18:00-19: 00	16	2 号	8: 00-9: 00	12	否	11:00-12: 00	10	16:00-17: 00	14	3 号	7: 00-8: 00	15	否	13:00-14: 00	13	15:00-16: 00	12	钻机	搅拌叶片	出灰口位置	主要症结缺陷频率	差值	1	2 层 4 片	搅拌轴上	12.3%	10.2%	2	3 层 6 片	搅拌叶片中部	2.1%
钻机	监测时段	单点搅拌平均次数	是否合格																																										
1 号	8: 00-9: 00	13	否																																										
	10:00-11: 00	15																																											
	18:00-19: 00	16																																											
2 号	8: 00-9: 00	12	否																																										
	11:00-12: 00	10																																											
	16:00-17: 00	14																																											
3 号	7: 00-8: 00	15	否																																										
	13:00-14: 00	13																																											
	15:00-16: 00	12																																											
钻机	搅拌叶片	出灰口位置	主要症结缺陷频率	差值																																									
1	2 层 4 片	搅拌轴上	12.3%	10.2%																																									
2	3 层 6 片	搅拌叶片中部	2.1%																																										
影响程度分析	由上述看出，采用搅拌叶片更改为 3 层 6 片同时灰口位置设置在搅拌叶片中部的钻头进行施工主要症结缺陷频率大幅减低，，因此“叶片和喷嘴设置不合理”对主要症结的影响程度很大。																																												
确认结论	要因																																												

制表人：林安稳

编制日期：2023. 6. 25

表 7-4 末端因素确认表

要因确认三	确认方法	确认人	确认日期																														
钻头磨损过大	现场测量	于孔志	2023年6月26日																														
确认内容	钻头直径磨损量不得大于 1cm																																
影响程度	在钻头直径损耗量不同的条件下验证对主要症结的影响程度																																
<p>确认过程：</p> <p>(1) 经过现场量测，现场 3 台水泥搅拌桩钻头直径分别为 0.52m、0.50m、0.53m，要求孔径为 0.50m，满足设计及施工要求。</p>																																	
																																	
测量记录																																	
<p>(2) 症结影响程度检查：</p> <p>小组成员进行现场试验，对 3 台钻机在同一时间段施工的水泥搅拌桩进行成桩质量抽检，验证其主要症结缺陷频率，结果如下：</p>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>钻机</th> <th>搅拌桩编号</th> <th>单桩喷灰量 (Kg)</th> <th>主要症结缺陷频率</th> <th>最大差值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1号</td> <td>1-5</td> <td>65.2</td> <td rowspan="3">5.1%</td> <td rowspan="6">1.9%</td> </tr> <tr> <td>1-10</td> <td>66.1</td> </tr> <tr> <td>1-11</td> <td>65.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2号</td> <td>2-20</td> <td>65.8</td> <td rowspan="3">4.2%</td> </tr> <tr> <td>2-31</td> <td>66.1</td> </tr> <tr> <td>2-45</td> <td>66.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3号</td> <td>3-25</td> <td>65.2</td> <td rowspan="3">6.1%</td> </tr> <tr> <td>3-34</td> <td>65.3</td> </tr> <tr> <td>3.41</td> <td>65.7</td> </tr> </tbody> </table>				钻机	搅拌桩编号	单桩喷灰量 (Kg)	主要症结缺陷频率	最大差值	1号	1-5	65.2	5.1%	1.9%	1-10	66.1	1-11	65.4	2号	2-20	65.8	4.2%	2-31	66.1	2-45	66.3	3号	3-25	65.2	6.1%	3-34	65.3	3.41	65.7
钻机	搅拌桩编号	单桩喷灰量 (Kg)	主要症结缺陷频率	最大差值																													
1号	1-5	65.2	5.1%	1.9%																													
	1-10	66.1																															
	1-11	65.4																															
2号	2-20	65.8	4.2%																														
	2-31	66.1																															
	2-45	66.3																															
3号	3-25	65.2	6.1%																														
	3-34	65.3																															
	3.41	65.7																															
影响程度分析	由此可见，磨损程度不同的钻头直径对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差不大，因此“钻头磨损过大”对主要症结的影响程度较小。																																
确认结论	非要因																																

制表人：于孔志

编制日期：2023.7.5

表 7-5 末端因素确认表

要因确认四	确认方法	确认人	确认日期
喷灰量不足	调查、验证	傅鹏	2023年7月6日
确认内容	喷灰量 65kg/m, 要求±3kg/m 以内		
影响程度	验证不同喷灰量对主要症结的影响程度		

确认过程:

(1) 小组成员对现场施工记录进行了调查, 水泥搅拌桩设计水泥用量为 65kg/m, 现场调查 15 根水泥搅拌桩施工记录, 满足设计和施工要求。如一次喷灰量不足时, 采取了二次喷灰。

S501省道六合雄州至西坝港区段建设工程 双搅桩施工现场记录表										
施工单位: 南京南都路桥建设(集团)有限公司					监理单位: 江苏东信工程监理有限公司					
桩机编号: 2#		机械类型: ZGT-18		段序桩号: K10+00-K10+05		水灰比: 0.5				
浆液比重: 1.77g/cm ³		设计桩长: 12 m		设计桩距: 1.5 m		设计水泥用量: 65kg/m				
序号	桩排号	成桩时间		施工桩长 (m)	下钻速度 (cm/min)	提升速度 (cm/min)	垂直度 (%)	水泥用量 (kg/桩)	浆液比重 (g/cm ³)	备注
		开始时间	结束时间							
1	10-1	6:10	6:36	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	674	1.78	
2	10-5	6:12	7:05	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	677	1.77	
3	10-4	7:10	7:34	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	672	1.77	
4	10-3	7:35	8:02	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	700	1.78	
5	10-2	8:02	8:30	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	672	1.77	
6	10-1	8:31	8:58	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	690	1.77	
7	11-1	7:05	7:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	728	1.77	
8	11-2	9:26	10:02	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	686	1.78	
9	11-3	10:05	10:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	689	1.78	
10	11-4	10:35	11:01	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	676	1.78	
11	11-5	11:03	11:29	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	675	1.77	
12	11-6	12:15	12:41	11.40	1.0	0.4-0.7	0.1	677	1.77	
13	11-7	12:42	13:07	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	707	1.77	
14	11-8	13:11	13:38	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	188	1.77	
15	11-9	13:39	14:06	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	677	1.78	

记录人: 傅鹏 监理: 陈磊 记录日期: 2023.11.27

水泥搅拌桩施工记录

(2) 症结影响程度检查:

小组成员进行现场试验, 对 8 根不同喷灰量的水泥搅拌桩进行成品质量验收, 并进行对比验证对主要症结的影响程度, 结果如下:

桩号	喷灰量 (kg/m)	主要症结缺陷频率	最大差值
12-1	65.2	4.2%	1.3%
12-2	66.0		
12-3	65.3		
13-2	66.1	2.9%	
13-4	65.3		
13-6	65.8		
14-2	65.5		
14-5	66.2		

影响程度分析	经检查, 本项目水泥搅拌桩的喷灰量均满足设计和施工要求。同时, 不同喷灰量对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差不大, 因此“喷灰量不足”对主要症结缺陷频率的影响不成立。
确认结论	非要因

制表人: 傅鹏

编制日期: 2023.7.15

表 7-6 末端因素确认表

要因确认五	确认方法	确认人	确认日期																																																																																																																																																																																																									
复搅不到位	调查、分析	王维琪	2023年7月16日																																																																																																																																																																																																									
确认内容	是否在设计范围内全桩复搅																																																																																																																																																																																																											
影响程度	验证复搅次数对主要症结的影响程度																																																																																																																																																																																																											
<p>确认过程：</p> <p>(1) QC 小组成员调查了施工记录，并不定期进行检查 10 次复搅情况，现场水泥搅拌桩均在设计范围内全桩复搅，复搅深度及次数均能满足设计及施工要求，未发现复搅不到位的情况。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">S501省道六合雄州至西坝港区段建设工程 双搅桩施工现场记录表</p> <p style="text-align: right;">S501NJ-S03标</p> <p>施工单位：南京南浦路桥建设(集团)有限公司 监理单位：江苏永信工程项目管理有限公司</p> <p>桩机编号：2# 机械类型：ZGZ-18 段落桩号：K10+60-K10+65 水灰比：0.5</p> <p>浆液比重：1.77g/cm³ 设计桩长：12 m 设计桩径：1.5 m 设计水泥用量：65kg/m</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">序号</th> <th rowspan="2">桩排号</th> <th colspan="2">成桩时间</th> <th rowspan="2">施工桩长 (m)</th> <th rowspan="2">下钻速度 (cm/min)</th> <th rowspan="2">提升速度 (cm/min)</th> <th rowspan="2">垂直度 (%)</th> <th rowspan="2">水泥用量 (kg/桩)</th> <th rowspan="2">浆液比重 (g/cm³)</th> <th rowspan="2">备注</th> </tr> <tr> <th>开始时间</th> <th>结束时间</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>10-6</td><td>6:04</td><td>6:26</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>694</td><td>1.78</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>10-5</td><td>6:27</td><td>7:05</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>697</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>10-4</td><td>7:07</td><td>7:24</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>692</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>10-3</td><td>7:35</td><td>8:02</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>700</td><td>1.78</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>10-2</td><td>8:03</td><td>8:30</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>672</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>10-1</td><td>8:31</td><td>8:58</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>690</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>11-1</td><td>9:05</td><td>9:32</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>78</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>11-2</td><td>9:36</td><td>10:03</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>686</td><td>1.78</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>11-3</td><td>10:05</td><td>10:32</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>689</td><td>1.78</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>11-4</td><td>10:35</td><td>11:01</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>676</td><td>1.78</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>11-5</td><td>11:03</td><td>11:29</td><td>12.30</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>675</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>11-6</td><td>12:15</td><td>12:41</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>677</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>11-7</td><td>12:42</td><td>13:09</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>709</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>11-8</td><td>13:11</td><td>13:38</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>688</td><td>1.77</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>11-9</td><td>13:39</td><td>14:06</td><td>12.40</td><td>1.0</td><td>0.4-0.7</td><td>0.1</td><td>699</td><td>1.78</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>记录人：孙伟 监理：孙美 记录日期：2023.11.27</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">施工复搅记录</p> <p>(2) 症结影响程度检查：</p> <p>小组成员进行现场试验，对 6 根不同复搅次数的水泥搅拌桩进行成品质量验收，并进行对比验证对主要症结的影响程度，结果如下：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>桩号</th> <th>复搅次数 (m)</th> <th>主要症结缺陷频率</th> <th>最大差值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20-1</td> <td rowspan="3">1 次</td> <td rowspan="3">3.9</td> <td rowspan="6">0.8%</td> </tr> <tr><td>20-2</td></tr> <tr><td>20-4</td></tr> <tr> <td>21-2</td> <td rowspan="3">2 次</td> <td rowspan="3">3.1</td> </tr> <tr><td>21-5</td></tr> <tr><td>21-6</td></tr> </tbody> </table> <tr> <td>影响程度分析</td> <td colspan="3">经检查，本项目现场水泥搅拌桩均在设计范围内全桩复搅。同时，不同复搅次数对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差不大，因此“复搅不到位”对主要症结缺陷频率的影响不成立。</td> </tr> <tr> <td>确认结论</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">非要因</td> </tr>				序号	桩排号	成桩时间		施工桩长 (m)	下钻速度 (cm/min)	提升速度 (cm/min)	垂直度 (%)	水泥用量 (kg/桩)	浆液比重 (g/cm ³)	备注	开始时间	结束时间	1	10-6	6:04	6:26	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	694	1.78		2	10-5	6:27	7:05	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	697	1.77		3	10-4	7:07	7:24	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	692	1.77		4	10-3	7:35	8:02	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	700	1.78		5	10-2	8:03	8:30	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	672	1.77		6	10-1	8:31	8:58	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	690	1.77		7	11-1	9:05	9:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	78	1.77		8	11-2	9:36	10:03	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	686	1.78		9	11-3	10:05	10:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	689	1.78		10	11-4	10:35	11:01	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	676	1.78		11	11-5	11:03	11:29	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	675	1.77		12	11-6	12:15	12:41	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	677	1.77		13	11-7	12:42	13:09	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	709	1.77		14	11-8	13:11	13:38	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	688	1.77		15	11-9	13:39	14:06	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	699	1.78		桩号	复搅次数 (m)	主要症结缺陷频率	最大差值	20-1	1 次	3.9	0.8%	20-2	20-4	21-2	2 次	3.1	21-5	21-6	影响程度分析	经检查，本项目现场水泥搅拌桩均在设计范围内全桩复搅。同时，不同复搅次数对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差不大，因此“复搅不到位”对主要症结缺陷频率的影响不成立。			确认结论	非要因		
序号	桩排号	成桩时间				施工桩长 (m)	下钻速度 (cm/min)								提升速度 (cm/min)	垂直度 (%)	水泥用量 (kg/桩)	浆液比重 (g/cm ³)	备注																																																																																																																																																																																									
		开始时间	结束时间																																																																																																																																																																																																									
1	10-6	6:04	6:26	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	694	1.78																																																																																																																																																																																																			
2	10-5	6:27	7:05	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	697	1.77																																																																																																																																																																																																			
3	10-4	7:07	7:24	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	692	1.77																																																																																																																																																																																																			
4	10-3	7:35	8:02	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	700	1.78																																																																																																																																																																																																			
5	10-2	8:03	8:30	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	672	1.77																																																																																																																																																																																																			
6	10-1	8:31	8:58	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	690	1.77																																																																																																																																																																																																			
7	11-1	9:05	9:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	78	1.77																																																																																																																																																																																																			
8	11-2	9:36	10:03	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	686	1.78																																																																																																																																																																																																			
9	11-3	10:05	10:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	689	1.78																																																																																																																																																																																																			
10	11-4	10:35	11:01	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	676	1.78																																																																																																																																																																																																			
11	11-5	11:03	11:29	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	675	1.77																																																																																																																																																																																																			
12	11-6	12:15	12:41	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	677	1.77																																																																																																																																																																																																			
13	11-7	12:42	13:09	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	709	1.77																																																																																																																																																																																																			
14	11-8	13:11	13:38	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	688	1.77																																																																																																																																																																																																			
15	11-9	13:39	14:06	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	699	1.78																																																																																																																																																																																																			
桩号	复搅次数 (m)	主要症结缺陷频率	最大差值																																																																																																																																																																																																									
20-1	1 次	3.9	0.8%																																																																																																																																																																																																									
20-2																																																																																																																																																																																																												
20-4																																																																																																																																																																																																												
21-2	2 次	3.1																																																																																																																																																																																																										
21-5																																																																																																																																																																																																												
21-6																																																																																																																																																																																																												
影响程度分析	经检查，本项目现场水泥搅拌桩均在设计范围内全桩复搅。同时，不同复搅次数对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差不大，因此“复搅不到位”对主要症结缺陷频率的影响不成立。																																																																																																																																																																																																											
确认结论	非要因																																																																																																																																																																																																											

制表人：傅鹏

编制日期：2023.7.25

表 7-7 末端因素确认表

要因确认六	确认方法	确认人	确认日期															
喷灰频率与搅拌、提升不匹配	调查、分析	周鹏	2023年7月26日															
确认内容	边提升边喷射边搅拌，尽可能搅拌均匀，使软土与固化料充分混合，喷射量与提升速度应匹配，如一次喷灰不能达到设计要求，应采用两次喷灰。																	
影响程度	验证喷灰频率与搅拌提升匹配情况对主要症结的影响程度																	
<p>确认过程：</p> <p>小组人员调查发现喷灰与搅拌、提升工作存在不协调，主要表现为：</p> <p>1、存在灰自泵出之后尚未到达喷灰口时（该过程耗时称为走灰时间）就已经开始提升、搅拌工作的情况，造成该段喷灰量不足。</p> <p>2、提升速度、喷灰压力、流量存在不稳定的情况，造成部分节段喷灰量不均匀。</p>																		
																		
现场取芯照片																		
<p>(2) 症结影响程度检查：</p> <p>小组成员根据现场施工情况，采取相关措施，调整喷灰频率，使其与搅拌、提升速度进行匹配，并进行现场试验，验证其对主要症结的影响程度，结果如下：</p>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">桩号</th> <th style="width: 25%;">施工情况</th> <th style="width: 25%;">主要症结缺陷频率</th> <th style="width: 35%;">最大差值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22-2</td> <td rowspan="3">采取措施前</td> <td rowspan="3">14.8</td> <td rowspan="6">10.7%</td> </tr> <tr> <td>22-3</td> </tr> <tr> <td>22-4</td> </tr> <tr> <td>22-8</td> <td rowspan="3">采取措施后</td> <td rowspan="3">4.1</td> </tr> <tr> <td>22-9</td> </tr> <tr> <td>22-10</td> </tr> </tbody> </table>				桩号	施工情况	主要症结缺陷频率	最大差值	22-2	采取措施前	14.8	10.7%	22-3	22-4	22-8	采取措施后	4.1	22-9	22-10
桩号	施工情况	主要症结缺陷频率	最大差值															
22-2	采取措施前	14.8	10.7%															
22-3																		
22-4																		
22-8	采取措施后	4.1																
22-9																		
22-10																		
影响程度分析	由此可见，喷灰频率与搅拌、提升速度的匹配程度对水泥搅拌桩成桩质量影响偏差较大，因此“喷灰频率与搅拌、提升不匹配”对主要症结的影响程度较大。																	

确认结论	要因
------	-----------

制表人：周鹏

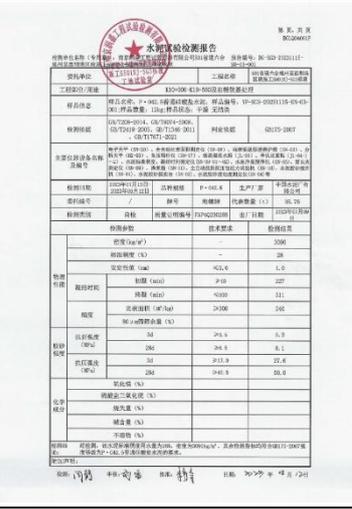
编制日期：2023.8.5

表 7-8 末端因素确认表

要因确认七	确认方法	确认人	确认日期
水泥受潮结块 强度不足	调查、验证	傅鹏	2023年8月6日
确认内容	水泥进场应检验合格，受潮结块后的水泥不得使用		
影响程度	验证水泥是否受潮，检验水泥强度		

确认过程：

(1) QC 小组对水泥存放及使用情况进行检查，现场水泥采用罐装，未使用受潮结块的水泥；在监理的见证下，对现场强度等级为 42.5 的水泥进行委托送检，检测结果满足设计及施工要求。

	
存放情况	水泥检测报告

影响程度分析	由此可见，现场水泥存放条件和质量均满足施工和设计要求故对主要症结的影响程度较小。
--------	--

确认结论	非要因
------	------------

制表人：傅鹏

编制日期：2023.8.15

表 7-9 末端因素确认表

要因确认八	确认方法	确认人	确认日期
转速与提升速度不匹配	调查、分析	于孔志	2023年8月16日
确认内容	每提升 20mm，钻头搅拌不少于 1 圈		
影响程度	验证转速与提升速度的匹配情况对主要症结的影响程度		

确认过程：

(1) QC 小组经过调查发现，现场搅拌桩施工采用只能监控设备进行实时监控，根据不同时段的监控数据显示转速与提升速度满足每提升 20mm，钻头搅拌不少于 1 圈的施工要求，从而保证成桩搅拌的均匀性。



监控记录

(2) 症结影响程度检查:

小组成员进行现场试验,对6根桩,每三根一组,每组在提升距离相同的情况下,进行不同搅拌圈数的对比分析,验证其对主要症结的影响程度,结果如下:

桩号	施工状态	主要症结缺陷频率	最大差值
23-1	每提升20mm,钻头搅拌1圈	5.6%	1.7%
23-2			
23-3			
23-6	每提升20mm,钻头搅拌2圈	3.9%	
23-7			
23-8			

影响程度分析	经过现场调查发现转速与提升速度匹配,满足施工要求,通过现场试验得出“转速与提升速度不匹配”对主要症结的影响程度较小。
确认结论	非要因

制表人: 于孔志

编制日期: 2023. 8. 25

表 7-10 末端因素确认表

要因确认九	确认方法	确认人	确认日期
钻进、搅拌速度控制不当	调查、分析	林安稳	2023年8月26日
确认内容	搅拌速度 30 转/min, 钻进速度 1.0-1.5m/min		
影响程度	验证钻进、搅拌速度对主要症结的影响程度		

确认过程:

(1) 小组成员对现场施工记录进行了调查,水泥搅拌桩搅拌速度和钻进速度满足设计和施工要求。

S501省道六合雄州至西坝港区段建设工程 双搅桩施工现场记录表										
施工单位: 南京安邦路桥建设(集团)有限公司					监理单位: 江苏永信工程项目管理有限公司					
桩机编号: 2#		机械类型: ZQJ-18		段落桩号: K10+00-K10+100		水灰比: 0.5				
浆液比重: 1.27g/cm ³		设计桩长: 12.0m		设计桩距: 1.5m		设计水灰用量: 65kg/m				
序号	桩排号	成桩时间		施工桩长 (m)	下钻速度 (cm/min)	提升速度 (cm/min)	垂直度 (%)	水灰用量 (kg/桩)	浆液比重 (g/cm ³)	备注
		开始时间	结束时间							
1	10-6	6:04	6:26	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	69.4	1.78	
2	10-5	6:27	7:05	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	67.7	1.77	
3	10-4	7:07	7:34	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	69.1	1.77	
4	10-3	7:35	8:02	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	70.0	1.78	
5	10-2	8:03	8:30	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	67.2	1.77	
6	10-1	8:31	8:58	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	69.0	1.77	
7	11-1	9:05	9:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	7.8	1.77	
8	11-2	9:36	10:03	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	68.6	1.78	
9	11-3	10:05	10:32	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	66.9	1.78	
10	11-4	10:35	11:01	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	67.6	1.78	
11	11-5	11:03	11:29	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	67.5	1.77	
12	11-6	12:15	12:41	11.40	1.0	0.4-0.7	0.1	67.7	1.77	
13	11-7	12:42	13:07	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	70.1	1.77	
14	11-8	13:11	13:38	12.40	1.0	0.4-0.7	0.1	68.8	1.77	
15	11-9	13:39	14:06	12.30	1.0	0.4-0.7	0.1	67.9	1.78	

记录人: 冯坤 监理: 杨磊 记录日期: 2023.11.7

施工记录

影响程度分析 由此可见,现场施工钻进和搅拌速度控制得当,满足施工要求对对主要症结的缺陷频率无影响。

确认结论 **非要因**

制表人: 林安稳

编制日期: 2023.9.5

通过以上验证,我们得出结论为:导致强度不足和桩体不均匀问题产生的主要原因是叶片和喷嘴设置不合理和喷灰频率与搅拌、提升不匹配。

八、制定对策

针对这两个要因,我们小组组织讨论会,对相关问题展开头脑风暴法,制定了以下对策表:

表 8-1 对策表

序号	要因	对策	目标	措施	地点	完成时间	责任人
1	叶片和喷嘴设置不合理	改变叶片结构和喷嘴位置	土体内单点搅拌次数均达到20次,并出灰均匀	1、增加叶片数量,改变叶片夹角。 2、改变出灰口位置到搅拌叶片中部。	施工现场	2023年9月30日	林安稳
2	喷灰频率与搅拌、提升不匹配	根据喷灰时间控制搅拌提升时间,控制喷灰压力、流量、提升速度稳定	开始搅拌提升的时间与走灰时间匹配,喷灰频率与搅拌提升速度稳定、匹配	1、搅拌机每次下沉和提升的时间安排有专人记录,时间误差不大于5s,提升前要有等待送粉到达桩底的时间。 2、控制工艺,稳定喷灰频率及提升搅拌速度。	施工现场	2023年10月31日	于孔志

制表人: 于孔志

编制日期: 2023.9.10

九、对策实施

（一） 对策实施 1：针对叶片和喷嘴设置不合理

1、 QC 小组成员于孔志 2023 年 9 月 11 日将搅拌叶片由 2 层 4 片增加至 3 层 6 片。各层叶片间互成 60° 夹角，将下面 2 层叶片沿旋转时的切土方向适当倾斜，使土体内单点搅拌次数均达到 20 次，并保证切土搅拌均匀。

2、 将出灰口改到搅拌叶片中部，以克服搅拌轴底出灰方式易引起的搅拌不均，确保出灰均匀。

3、 对策目标验证：

表 8-2 对策验证表

钻机	监测时段	单点搅拌平均次数	出灰是否均匀
1 号	6: 00-7: 00	23	是
	9:00-10: 00	24	是
	16:00-17: 00	20	是
2 号	8: 00-9: 00	22	是
	11:00-12: 00	20	是
	15:00-16: 00	21	是
3 号	7: 00-8: 00	25	是
	12:00-13: 00	23	是
	14:00-15: 00	22	是

制表人：林安稳

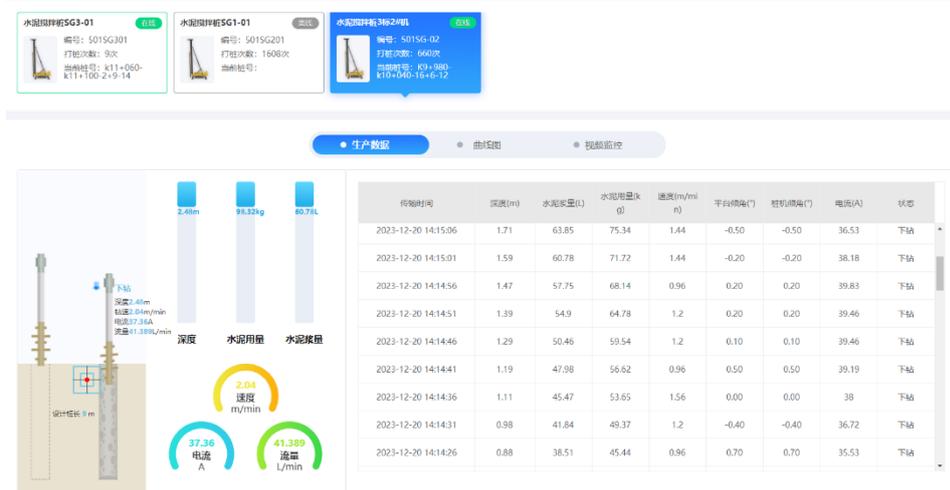
编制日期：2023. 9. 30

对策实施后，切土搅拌均匀，土体内单点搅拌次数均达到 20 次，且未出现水泥在桩轴出灰口附近集中而叶片边缘缺失的情况，出灰均匀。对策 1 目标实现。

（二） 对策实施 2：针对喷灰频率与搅拌、提升不匹配

1、 QC 小组成员林安稳 2023 年 10 月 1 日对搅拌机每次下沉和提升的时间安排专人记录，时间误差不大于 5s，提升前要有等待送粉到达桩底的时间，防止出现已提升却未喷粉的情况，具体时间随机械类型与送灰管长度而变化。

2、QC小组成员于孔志检查、检定喷灰压力罐及压力表、电子秤，确保喷灰压力稳定，喷灰量稳定。配置自动流量计，电脑控制喷灰频率达到要求，借鉴试桩各阶段记录的施工技术参数，确定转速、提升速度参数，严格按参数值控制施工，保证搅拌、提升速度与喷灰频率的匹配。



智能监测记录 图 9-1

3、对策目标检查：对策实施后开始搅拌提升的时间与走灰时间匹配，未出现钻头已提升而灰未到的情况，喷灰压力、流量、搅拌提升速度稳定，喷灰频率与搅拌提升速度匹配。对策 2 目标实现。

十、效果检查

(一) 目标检查

对策实施后小组成员对本工程后续水泥石搅拌桩一次性成桩合格率进行统计，共抽检 50 个点，其中桩身强度未出现缺陷，桩体不均匀的缺陷出现 1 次，而其他缺陷累计出现 3 次，详见下表。

表 10-1 水泥石搅拌桩施工质量验收情况统计表

桩号位置	项次	检测项目	标准	水泥石搅拌桩施工质量检测指标										检查总数	合格数	不合格数
				0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8			
K10+600 - K10+620	1	桩身 28d 强度 (MPa)	≥ 0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	10	10	0
	2	均匀度 (cm)	± 5	+5	+5	-5	+6	-6	-5	-5	+5	+5	-3	10	9	1

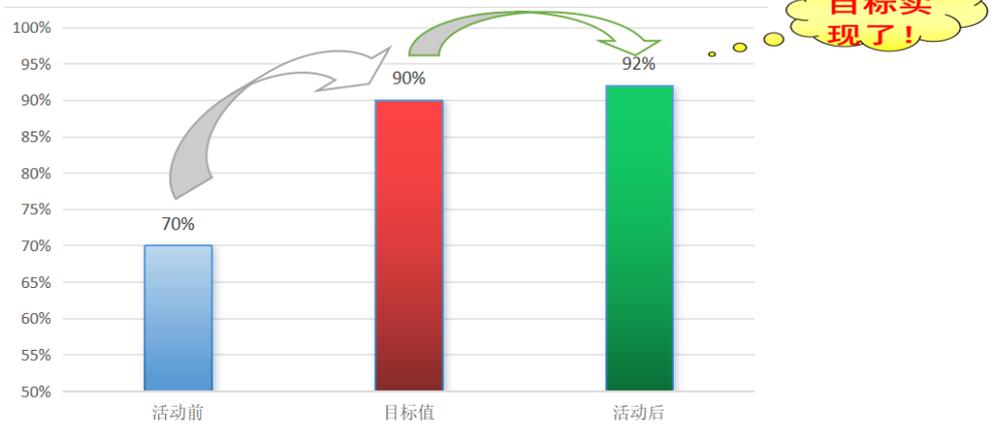
	3	垂直度 (%)	≤ 1.5	1.3	1.2	1.6	1.1	1.4	1.5	1.2	1.6	1.3	1.4	10	8	2
	4	桩径 (m)	≥ 0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	10	10	0
	5	桩长 (m)	≥ 1.2	1.24	1.21	1.19	1.23	1.25	1.22	1.21	1.24	1.25	1.21	10	9	1
	合计													50	46	4

制表人：于孔志

编制日期：2023.11.15

经过本次 QC 活动，混凝土搅拌桩一次性成桩合格率得到了明显的提高，过程质量控制取得了明显效果，通过活动验收合格率提升至 46/50=92%，目标达成。

活动目标完成情况



制图人：于孔志

(图 10-1)

编制日期：2023.11.20

(二) 症结改善程度检查

表 10-2 活动前后症结改善情况频数统计对比表

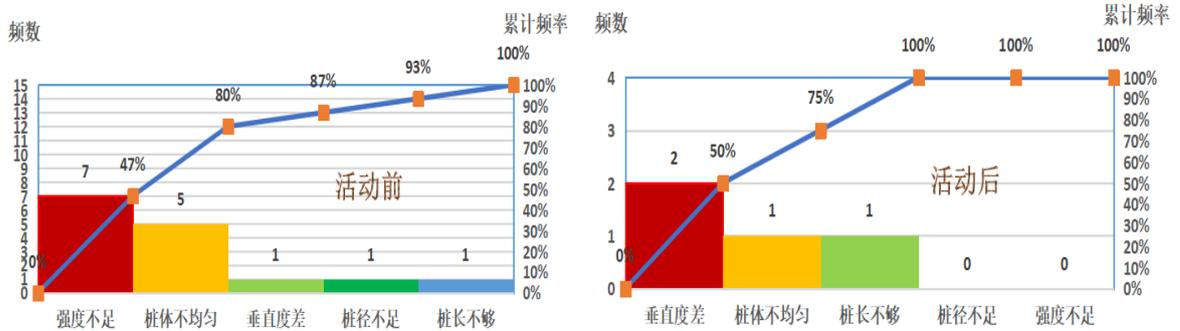
序号	项 目	活动前			活动后			
		不合格频数	频率 (%)	累计频率 (%)	项 目	不合格频数	频数 (%)	累计频率 (%)
1	强度不足	7	46.7%	46.7%	垂直度差	2	50.0%	50.0%
2	桩体不均匀	5	33.3%	80.0%	桩体不均匀	1	25.0%	75.0%
3	垂直度差	1	6.7%	86.7%	桩长不够	1	25.0%	100.0%
4	桩径不足	1	6.6%	93.3%	桩径不足	0	0.0%	100.0%
5	桩长不够	1	6.7%	100.0%	强度不足	0	0.0%	100.0%
合计		15		100.0%	/	4		100.0%

制表人：于孔志

编制日期：2023.11.25

根据对比表绘制了相应的排列图如下：

水泥搅拌桩一次成桩率目标对比图



制图人：于孔志 （图 10-2） 编制日期：2023. 11. 25

小组成员通过活动前后症结改善情况排列图的对比，由缺陷项目排列图可见，原主要质量缺陷项目“强度不足”、“桩体不均匀”已大幅度减小，不再是水泥搅拌桩一次性成桩合格率的主要缺陷项目。最终实现课题目标实现！

（三）经济效益

对策实施后水泥搅拌桩一次性成桩合格率提高至 92%，达到项目部的要求，减少补桩工程量约 800m，以 60 元/m 计，节约成本 48000 元；节约工期 10 天，以每天工期人工和机械成本 2000 元计算，节约成本 20000 元。

对策实施过程中材料、人工、机械费用共 10000 元。

本次活动共节省资金=48000+20000-10000=58000 元。

（四）社会效益

通过小组的活动，有效提高了水泥搅拌桩施工质量，减少补桩工作，对工程总体质量、进度控制提供了有效保障，避免了因水泥搅拌桩缺陷造成的返修、返工，确保了路基工程验收顺利通过。得到了业主单位好评，为公司争得荣誉。

十一、巩固措施

（一）编制作业指导书

1、建立水泥搅拌桩（喷粉）施工的质量管理点，积累和总结经验，指

导本工程以后的施工控制；

2、根据提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率的控制措施和管理方法编写《水泥搅拌桩施工作业指导书》推广到公司其它类似项目施工中。



(图 11-1)

表 11-1 作业指导书内容

序号	页码	采取措施	形成巩固措施	形成时间
1	P10	1、增加叶片数量，改变叶片夹角。 2、改变出灰口位置到搅拌叶片中部。	《水泥搅拌桩（喷粉）施工作业指导书》	2023. 12
2	P13	1、搅拌机每次下沉和提升的时间安排有专人记录，时间误差不大于 5s，提升前要有等待送粉到达桩底的时间。 2、控制工艺，稳定喷灰频率及提升搅拌速度。		2023. 12

制表人：于孔志

编制日期：2023. 11. 30

(二) 巩固工程质量

小组成员于 2023 年 12 月份累计对水泥搅拌桩一次性成桩合格率进行三次检查，每次检查 50 个点，调查情况见下表，从中可以看出均能达到目标值，平均合格率达到 93.3%，保持良好。

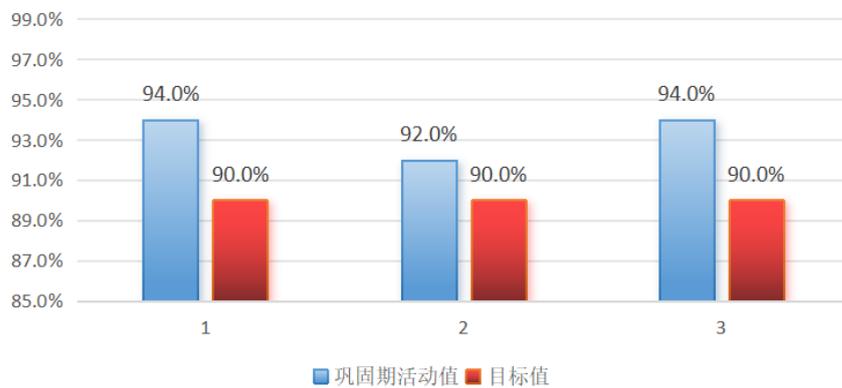
表 11-2 巩固期水泥搅拌桩一次性成桩合格率统计表

时间	检查点数	合格点数	合格率
2023. 12. 1	50	47	94.0%
2023. 12. 10	50	46	92.0%
2023. 12. 20	50	47	94.0%
平均值			93.3%

制表人：于孔志

编制日期：2023. 12. 20

巩固期活动值与目标值合格率对比柱状图



制图人：于孔志

(图 11-2)

编制日期：2023. 12. 25

十二、总结与下一步打算

(一) 技术提升

通过本次 QC 小组活动，提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率到 90% 的目标得以实现。小组成员将合理设置叶片结构以及喷嘴位置和喷灰频率与搅拌、提升相匹配等控制要点编制成了作业指导书，然后针对提高水泥搅拌桩一次性成桩合格率进行总结，为以后的同类型施工提供借鉴。

(二) 管理方面

通过 QC 活动开展，小组成员与施工班组共同解决了施工中的难题，掌握了水泥搅拌桩施工过程的现场管理，QC 小组成员现场管理、指导施工能力大大提升。通过对班组的指导教育，进一步加强了管理层的现场监督力度。

(三) 小组综合素质方面

通过本课题活动，小组成员的创新意识、质量意识和工作的主动性得到了增强，整个小组的综合素质亦得到了明显提高，同时对 QC 知识的掌握、

分析解决问题能力和团队合作的精神都有很大的促进作用。

（四） 下一步打算

在以后的施工中，我们将定期组织施工人员进一步普及 QC 教育，坚持开展 QC 活动，努力实现 QC 经常化、制度化、全员化。与，从各方面和各环节对施工质量全过程、全方位进行严格管理和控制；同时，坚持开展 QC 小组活动，分析出影响工程质量的关键部位及重要影响因素，设质量监控点，按照 PDCA 循环过程，分阶段、有成效的进行质量控制。下一步，我们将以“提高桥梁护栏钢筋保护层厚度一次验收合格率”为 QC 课题，增强小组成员的质量意识和专业知识，实现质量工作的长效化管理。