

提高装配式 PC 构件叠合板表面粗糙度合格率

中交三航局第三工程有限公司建筑工业分公司筑梦三航 QC 小组

一、课题简介

中交三航局第三工程有限公司建筑工业分公司建于 1970 年，是中交系统历史最为悠久的专业化预制构件厂，以生产 PHC 管桩为主，至今已生产运行 50 余年。2018 年响应国家号召，抓住建筑业转型发展的新机遇，投资新建了装配式建筑 PC 构件自动化生产线，PC 车间厂房占地 1 万平方米，配置自动化流水生产线一条、固定模台生产线 2 条，配置标准型模台 120 张，可生产装配式建筑的所有类型构件，包括墙板、立柱、叠合板、叠合梁、阳台、飘窗、楼梯、空调板等，设计日产能 200 立方米，年设计产能 6 万立方米，2022 年生产预制 PC 构件 66883 件，25678m³，其中叠合板构件数量占比近 80%，是车间质量控制的重点。

装配式混凝土叠合板技术是将楼板沿厚度方向分成两部分，底部是预制叠合板，上部为后浇混凝土叠合层，形成楼板整体以满足承载要求。相关研究表明，预制叠合板结合面的粗糙度是增强新老混凝土之间粘结强度，确保叠合板的破坏形态是弯曲破坏，保证叠合板两部分共同工作的关键。在住建部 GB50010-2010《混凝土结构设计规范》、JGJ1-2014《装配式混凝土结构技术规程》和江苏省工程建设强制性标准 DGJ32/J184-2016《装配式结构工程施工质量验收规程》中都规定叠合板构件上部粗糙面凹凸深度不应小于 4mm。粗糙度是叠合板质量验收的一个重要质量指标。



图 1-1 PC 生产车间与构件存放区

二、小组概况

(一) 小组简介

表 2-1 QC 小组简介

工程名称	建筑业分公司	单位工程名称	房建工程
QC 小组名称	建筑业分公司筑梦三航 QC 小组		
小组注册号	ZLGL-2023-14	课题注册号	ZLGL-2023-14
类 型	问题解决型	建组日期	2023. 03. 20
组 长	张宜兵	小组人数	9
课题名称	提高装配式 PC 构件叠合板表面粗糙度合格率		
循环日期	2023. 3. 20-2023. 10. 20		
预定目标	叠合板表面粗糙度合格率 $\geq 94\%$		

表 2-2 小组成员

小组成员					
成员	姓名	性别	文化程度	职称	职务（岗位）
组长	张宜兵	男	大专	特级技师	试验室主任
副组长	成建华	女	本科	高级工程师	技术负责人

组员	曹新洪	男	本科	高级工程师	试验条线主管
组员	贾玲	女	本科	工程师	试验室检测员
组员	底玉茹	女	本科	工程师	试验室检测员
组员	朱慧	女	本科	高级工	试验室检测员
组员	丁娟	女	本科	高级工	试验室检测员
组员	苗壮	男	大专	工程师	PC 车间主任
组员	洪拥军	男	大专	高级工	PC 车间质检员
组员	金斌	男	大专	高级工	PC 车间施工员

制表人：朱 慧

制表日期：2023 年 03 月 20 日

(二)QC 小组活动进度计划表

表 2-3 小组活动进度计划表

阶段	活动程序	内容	形式	负责人	时间
P	选择课题	根据近期叠合板粗糙度检测情况进行统计，选择课题	收集资料	张宜兵 成建华	2023. 03. 10
	现状调查	调查影响叠合板表面粗糙度的各种情况	收集资料 汇总分析	洪拥军 朱慧	2023. 03. 16 ~2023. 03. 21
	设定目标	对现状调查结果进行分析，参考同行业情况以及企业质量目标情况，设定目标	收集资料 汇总分析	张宜兵 成建华	2023. 03. 22 ~2023. 03. 23
	原因分析	研究分析问题，找出原因	先分散 后集中	张宜兵 金斌	2023. 03. 24 ~2023. 03. 25
	确定主要原因	找出主要原因	先分散 后集中	张宜兵 洪拥军	2023. 03. 26 ~2023. 04. 15
	制定对策	根据主要原因，确定相应的措施	集中讨论	曹新洪	2023. 04. 16 ~2023. 04. 17
D	对策实施	按照对策表要求，督促各项措施的落实	分工实施	洪拥军 金斌	2023. 04. 18 ~2023. 04. 25
C	效果检查	通过对比，验证效果	纵横对比	洪拥军 苗壮	2023. 05. 04 ~2023. 08. 03
A	制定巩固	巩固 QC 活动成果，制定相应措施，并检查巩固阶段	纵横对比	成建华 洪拥军	2023. 08. 05 ~2023. 10. 10

	措施	效果			
	总结和下一步打算	形成作业指导书，巩固措施	汇总归纳	成建华	2023. 10. 11 ~2023. 10. 15

制表人：朱慧

制表日期：2023 年 03 月 10 日

(三) 小组业绩

小组定期举行 QC 知识培训和教育活动，本小组多项 QC 成果获得过省部级优秀 QC 成果奖。2021 年江苏省交通行业优秀质量管理小组；2022 年获中国建筑业协会工程建设质量管理小组活动成果大赛三等奖、上海市工程建设优秀 QC 小组一类成果奖；2023 年获江苏省交通行业质量信得过班组。



图 2-2 小组历年 QC 荣誉证书

三、选择课题

(一) 选题理由

1、企业质量目标要求：年初公司组织召开了创优策划会，明确了创“三航局优质混凝土”，争创“中交优质混凝土”的质量目标，对质量创优指标进行了细化和明确，其中要求构件实体质量测点偏差合格率 $\geq 92\%$ 。

2、质量现状问题：QC 小组成员对 2023 年 1 月~3 月叠合板表面粗糙度合格率情况进行调查统计（表 2-1），调查发现合格率平均值仅为 88.6%，低于公司创优要求的合格率标准 92%。

表 3-1 叠合板表面粗糙度合格率调查表

日期 叠合板情况	1 月 03 日~1 月 13 日	2 月 08 日~2 月 28 日	3 月 01 日~3 月 14 日	合计
叠合板生产数量 (块)	448	1447	454	2349
检测数量 (块)	90	290	92	472
不合格数量 (块)	10	32	12	54
合格数量 (块)	80	258	80	418
合格率 (%)	88.9	89.0	87.0	88.6

制表人:朱 慧

制表日期: 2023 年 03 月 15 日

3、修复返工成本高：除去重大节日，本公司叠合板构件后期月均产量 1000 块，如果按照粗糙度平均合格率 88.6%计算，每月因粗糙度不合格的叠合板数量多达 114 块，对于这些质量缺陷的叠合板进行修复，不仅费时且费力，将严重影响 PC 构件交付和成本。

(二) 课题选定

调查近三个月叠合板表面粗糙度合格率未达到企业质量目标要求，且因粗糙度不合格而产生返工费时费力成本高，质量管理小组迅速召开会议研究确定课题为：提高装配式 PC 构件—叠合板表面粗糙度合格率。

四、现状调查

生产的叠合板有两种强度等级，分别为 C30 和 C35，小组成员首先根据强度等级对上述表面粗糙度不合格的 54 块叠合板进行统计

分析，从饼分图可以看出不同强度等级的叠合板表面粗糙度质量问题所占比例近似持平，故不需要进一步分层统计。

表 3-1 不同强度等级叠合板表面粗糙度质量问题统计表

序号	强度等级	频数（次）	累计频数（次）	频率（%）	累计频率（%）
1	C30	30	30	55.6	55.6
2	C35	24	54	44.4	100
合计		54	/	/	/

制表人:朱 慧

制表日期:2023 年 03 月 22 日

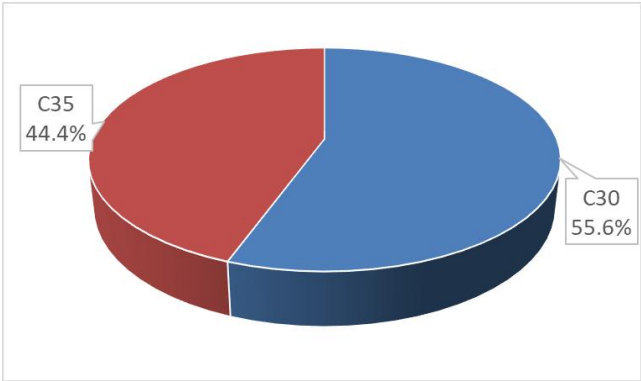


图 4-1 不同强度等级叠合板表面粗糙度质量问题饼分图

制图人:朱慧

制图日期:2023 年 03 月 22 日

然后小组成员又对上述表面粗糙度不合格的 54 块叠合板进行调查具体分析，结果如下所示：

表 4-2 叠合板表面粗糙度质量问题调查表

序号	项目	频数（次）	频率（%）	累计频率（%）
1	拉毛深度浅	38	70.4	70.4
2	拉毛间距大	6	11.1	81.5
3	漏拉毛	5	9.3	90.8
4	拉毛粗细不均匀	3	5.6	96.4
5	其它	2	3.7	100
合计		54	/	/

制表人：朱慧

制表日期：2023 年 03 月 22 日

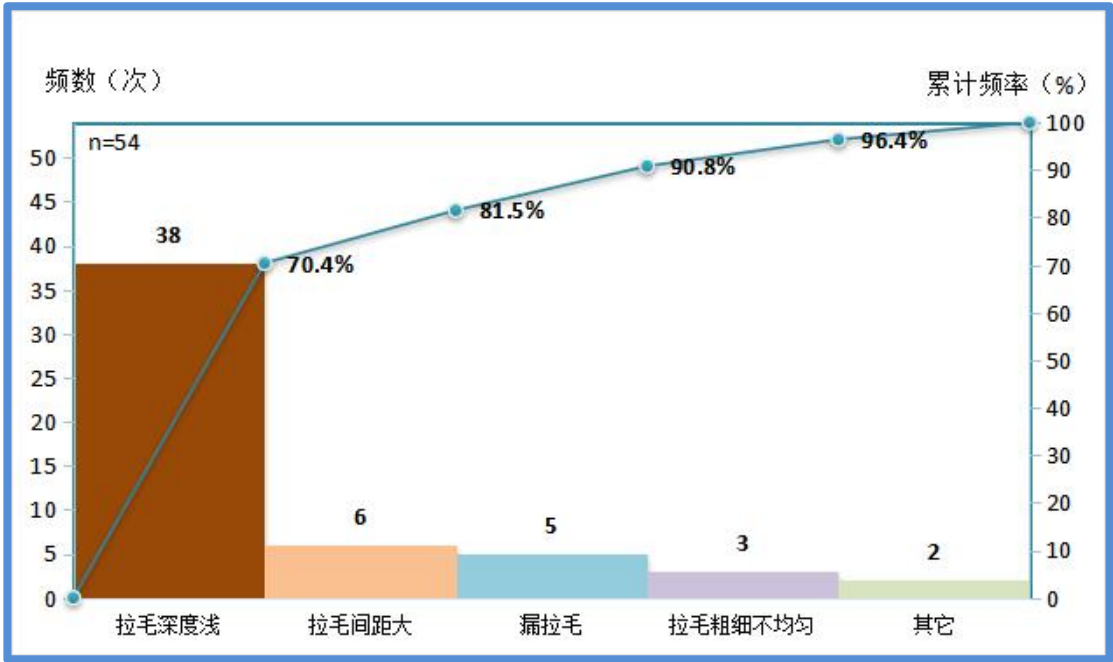


图 4-2 影响叠合板表面粗糙度质量问题排列图

制图人：朱慧

制图日期：2023 年 03 月 22 日

从以上调查分析结果可知，“拉毛深度浅”问题率占比达到70.4%，是造成叠合板表面粗糙度不合格的症结所在。

五、设定目标

- (一) 目标设定依据：
- 1、公司要求构件实体质量测点偏差合格率≥92%。

2、同行业调研：调研中交三航厦门分公司预制厂、远大住工等同行业中相对成熟的 PC 构件生产厂家，叠合板表面粗糙度合格率均在 93%以上。详见下表。

表 5-1 同行业 PC 构件厂叠合板表面粗糙度合格率统计表

月份 构件厂家	1 月	2 月	3 月	平均
厦门分公司预制厂（%）	95.2	96.4	94.7	95.4
远大住工（%）	93.3	92.5	95.0	93.6

制表人：朱 慧

制表日期：2023 年 03 月 23 日

3、目标测算：小组根据前期调查及图例分析显示，“拉毛深度浅”是主要症结。本小组往年 QC 活动过程中，解决症结的比例在 70%-80%之间，如果本次对“拉毛深度浅”这个症结问题解决 70%，则叠合板表面粗糙度合格率可提升至 94.1%。

计算如下：

(1) “拉毛深度浅”这个症结问题解决 70%，叠合板表面粗糙度不合格可减少 $38 \times 70\% = 26$ （块）；

(2) 则叠合板表面粗糙度不合格数可减少到： $54 - 26 = 28$ （块）；

(3) 那么叠合板表面粗糙度合格率可提升至： $(472 - 28) \div 472 = 94.1\%$ 。

(二) 设定目标：

结合以上分析，小组成员集体讨论研究确定，本次活动目标：装配式 PC 构件叠合板表面粗糙度合格率 $\geq 94\%$ 。

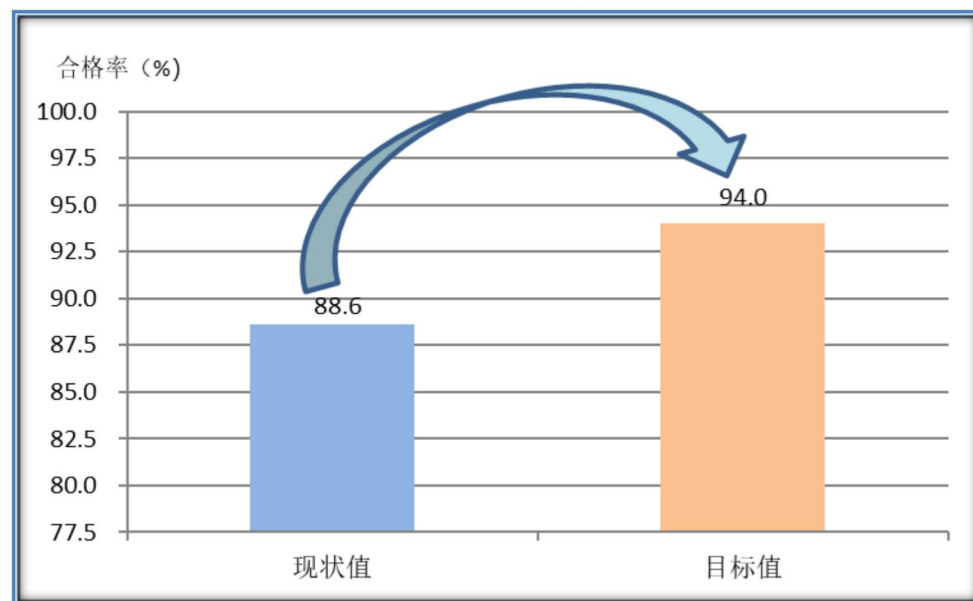


图 5-1 目标设定柱状图

制图人：朱 慧

制图日期：2023 年 03 月 23 日

六、原因分析

QC 小组针对“拉毛深度浅”主要问题进行了多次讨论，从人、机、料、法、环等方面认真分析，寻找原因，绘出末端原因分析图如下：

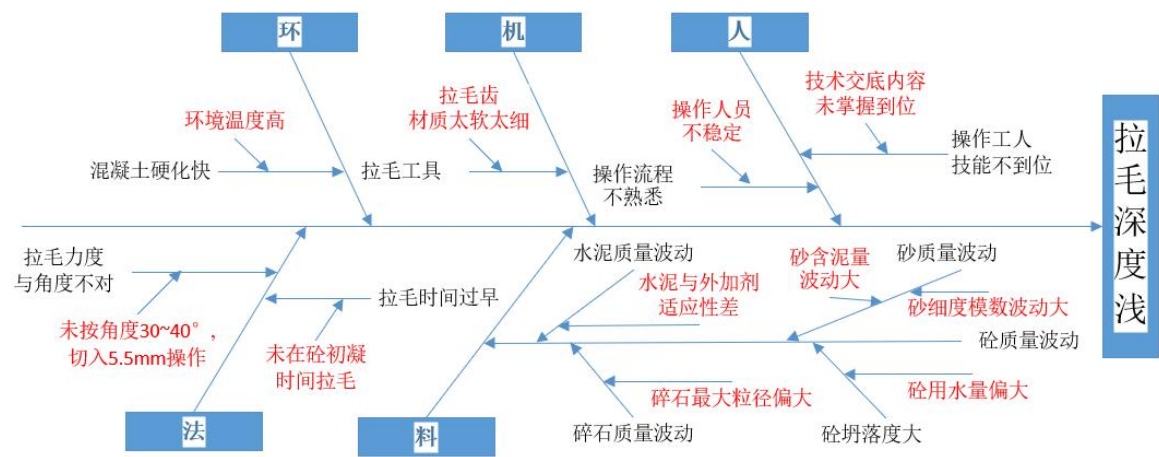


图 6-1 拉毛深度浅末端原因分析图

制图人: 曹新洪 制图日期: 2023 年 03 月 25 日

七、确定主要原因

针对以上 11 个末端原因，小组成员制定了主要原因确认计划表，具体的确认内容、判定方式、确认人以及确认时间详见下表。

表 7-1 主要原因确认计划表

序号	末端原因	确认内容	判定方式	确认人	确认时间
1	技术交底内容未掌握到位	技术交底内容掌握情况对症结问题的影响程度	调查分析、试验	苗壮	2023.03.27
2	未按角度 30°~40°，切入 5.5mm 操作	未按角度 30°~40°，切入 5.5mm 操作对症结问题的影响程度	调查分析、试验	洪拥军	2023.03.29
3	拉毛齿材质太软太细	拉毛齿对症结问题的影响程度	调查分析、试验	曹新洪	2023.03.31
4	未在砼初凝时间拉毛	砼凝结时间对症结问题的影响程度	调查分析、试验	洪拥军	2023.04.02
5	拉毛操作人员不稳定	拉毛操作人员不稳定对症结问题的影响程度	调查分析	金斌	2023.04.03
6	砂细度模数波动大	砂细度模数偏大对症结问题的影响程度	调查分析、试验	金斌	2023.04.04

7	砂含泥量波动大	砂含泥量波动大对症结问题的影响程度	调 查 分 析、试验	洪拥军	2023. 04. 0 6
8	水泥与外加剂适应性差	水泥与外加剂适应性对症结问题的影响程度	调 查 分 析、试验	丁娟	2023. 04. 0 8
9	碎石最大粒径偏大	碎石最大粒径对症结问题的影响程度	调 查 分 析、试验	洪拥军	2023. 04. 1 0
10	环境温度高	环境温度对症结问题的影响程度	调 查 分 析、试验	金斌	2023. 04. 1 2
11	砼用水量偏大	砼用水量偏大对症结问题的影响程度	调 查 分 析、试验	金斌	2023. 04. 1 5

制表人：成建华

制表日期：2023 年 04 月 15 日

为了找出主要原因，我们根据主要原因确认计划表，对 11 个末端原因逐一进行了展开分析、确认。确认情况如下：

要因确认一：技术交底内容未掌握到位

[确认过程] 2023 年 3 月 27 日，小组成员苗壮组织对现场 2 个施工班组作业人员接受叠合板生产三级技术交底培训、考核，并随后统计理论考核合格率 $\geq 80\%$ 和 $< 80\%$ 的施工班组进行叠合板生产，调查叠合板表面拉毛深度合格情况，调查数据如下表所示：



图 7-1 施工班组培训考核

表 7-2 施工班组技术交底考核成绩统计表

施工班组	班组人数	考核情况		合格率 (%)
		合格	不合格	
班组 1	15	13	2	86.7
班组 2	15	11	4	73.3

制表人：苗壮

制表日期：2023 年 03 月 27 日

表 7-3 拉毛深度合格率调查表

施工班组	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
技术交底考核合格率 ≥80%的班组 1	45	40	5	88.9	2.2
技术交底考核合格率 <80%的班组 2	45	39	6	86.7	

制表人：苗壮

制表日期：2023 年 03 月 27 日

[对症结的影响程度] 经调查分析和现场操作考核验证，发现施工作业人员技术交底掌握情况不同的施工班组生产的叠合板表面拉毛深度合格率差值仅 2.2%，影响程度较小。技术交底内容未掌握到位对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 苗壮

[确认时间] 2023 年 03 月 27 日

[结论] 不是要因。

要因确认二：未按角度 30°~40°，切入 5.5mm 操作

[确认过程] 2023 年 3 月 28 日，小组成员洪拥军对叠合板拉毛角度和切入深度进行了调查，为验证对工后拉毛深度影响程度，分别在 40 个叠合板桁架筋两侧区域进行对比拉毛，直线外伸筋侧严格按照角度 30°~40°，切入 5.5mm 操作，弯折外伸筋侧作业人员自己把握操作，蒸养后，对叠合板表面拉毛深度合格率进行统计，统计结果如下：



图 7-2 拉毛操作

表 7-4 拉毛深度合格率调查表

部位	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
直线外伸筋侧	40	35	5	87.5	5.0
弯折外伸筋侧	40	33	7	82.5	

制表人：洪拥军

制表日期：2023 年 03 月 29 日

[对症结的影响程度] 经现场调查分析验证，发现施工作业人员拉毛时严格按照角度 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，切入 5.5mm 操作和作业人员自己把握操作的工后拉毛深度合格率的差值仅为 5.0%，影响程度较小，因此，未按角度 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，切入 5.5mm 操作对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 洪拥军

[确认时间] 2023 年 03 月 29 日

[结论] 不是要因。

要因确认三：拉毛齿材质太软太细

[确认过程] 2023 年 3 月 30 日，小组成员曹新洪对叠合板拉毛工具进行了调查，现场有两种，均为普通尼龙材质，拉毛工具 A：齿直径 2.4mm，齿间距均值 16mm；拉毛工具 B：齿直径 3.7mm，齿间距均值 16mm；拉毛工具 A 使用较久，齿有磨损变尖细、间距变形大小不均，拉毛工具 B 是备用的，准备替换。调查两种工具使用效果，调查数据如下表所示：

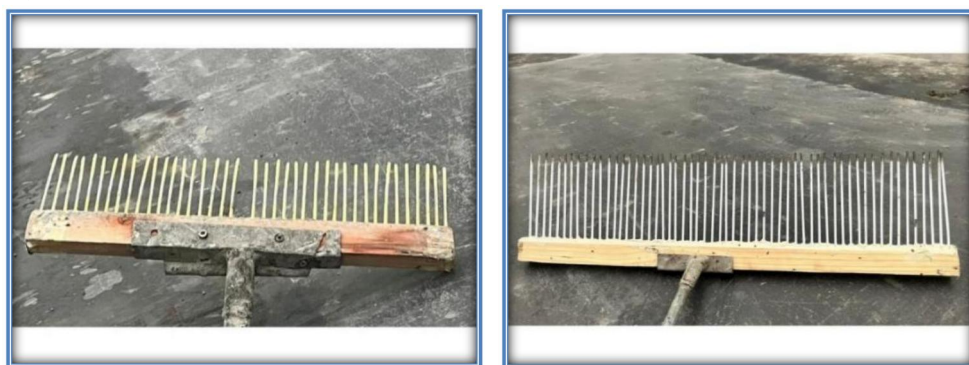


图 7-3 拉毛工具 A 和拉毛工具 B

表 7-5 拉毛深度合格率调查表

拉毛工具情况	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
拉毛工具 A	35	26	9	74.3	14.3
拉毛工具 B	35	31	4	88.6	

制表人：曹新洪

制表日期：2023 年 03 月 31 日

〔对症结的影响程度〕经现场调查分析验证，发现施工作业人员拉毛时使用拉毛工具 A 和使用拉毛工具 B 对工后拉毛深度合格率差值达到 14.3%，影响程度较大，因此，拉毛齿材质太软太细对症结问题的影响程度大。

[确认人] 曹新洪

[确认时间] 2023 年 03 月 31 日

[结论] 是要因。

要因确认四：未在砼初凝时间拉毛

[确认过程] 2023 年 3 月 27 日开始,小组成员洪拥军对叠合板拉毛时间进行调查,发现现场并没有根据砼状态是否达到初凝时间来调整拉毛时间。为验证拉毛时间对工后拉毛深度的影响程度,调查近 2 天叠合板拉毛时间记录情况,对工后拉毛深度进行统计,统计结果如下:



图 7-4 拉毛时间过早

表 7-6 拉毛深度合格率调查表

拉毛时间	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
------	------------	------------	-------------	------------	--------------

砼初凝时间拉毛	42	39	3	92.9	21.5
未在砼初凝时间拉毛	42	30	12	71.4	

制表人：洪拥军 制表日期：2023 年 04 月 02 日

[对症结的影响程度] 经现场调查分析验证，发现施工作业人员砼初凝时间拉毛和砼初凝时间前拉毛对工后拉毛深度合格率差值达到 21.5%，影响程度较大，因此，未在砼初凝时间拉毛对拉毛深度症结问题的影响程度大。

[确认人] 洪拥军
 [确认时间] 2023 年 04 月 02 日
 [结论] 是要因。

要因确认五：拉毛操作人员不稳定

[确认过程] 2023 年 3 月 31 日开始，小组成员金斌对拉毛施工作业人员进行了调查，发现拉毛操作人员并不稳定，当其中一人忙不过来，就另外一名人员来操作，为验证拉毛操作人员对工后拉毛深度影响程度，根据近 2 天叠合板拉毛人员 A、B 和 C 记录情况，对工后拉毛深度进行统计，统计结果如下：

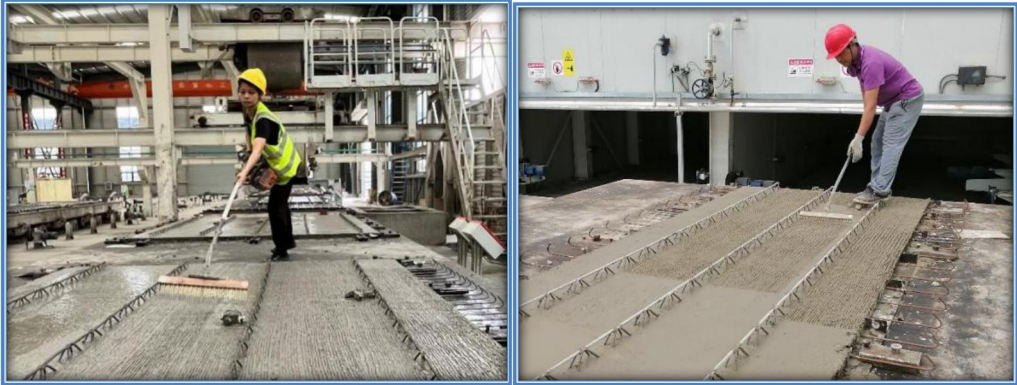


图 7-5 拉毛操作人员

表 7-7 拉毛深度合格率调查表

操作人员	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
拉毛人员 A	37	31	6	83.8	5.4
拉毛人员 B	37	30	7	81.1	
拉毛人员 C	37	32	5	86.5	

制表人：金斌

制表日期：2023 年 04 月 03 日

[对症结的影响程度] 经现场调查分析验证，发现拉毛操作人员不稳定对工后拉毛深度合格率差值仅 5.4%，影响程度较小，因此，拉毛操作人员不稳定对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 金斌

[确认时间] 2023 年 04 月 03 日

[结论]不是要因

要因确认六：砂细度模数波动大

[确认过程] 2023 年 3 月 28 日，到场一船砂 2000t，经核实该船砂为三艘采砂船拼装而成，小组成员金斌对其 3 个部位取样，并带回试验室进行检测，细度模数检测结果分别为 3.1、2.7、2.6，为验证砂细度模数波动对砼质量波动影响程度，分别用 3 种细度模数砂生产砼，观察砼和易性，浇筑叠合板，发现细度模数越大，震动后砼表面砂浆量越少，拉毛拉深越难。使用三种不同细度模数砂对工后拉毛深度进行统计，统计结果如下：



图 7-6 到船砂取样及检测



图 7-7 细度模数 3.1 砂与细度模数 2.6 砂生产砼拉毛对比

表 7-8 拉毛深度合格率调查表

砵用砂细度模数	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率极差值 (%)
3.1	28	18	10	64.3	25.0
2.7	28	22	6	78.6	
2.6	28	25	3	89.3	

制表人：金斌

制表日期：2023 年 04 月 04 日

〔对症结的影响程度〕经现场调查分析验证，发现砂细度模数波动大对工后拉毛深度合格率极差值达到 25.0%，影响程度较大，因此，砂细度模数波动大对拉毛深度症结问题的影响程度大。

「确认人」 金斌

[确认时间] 2023 年 04 月 04 日

〔结论〕 是要因

要因确认七：砂含泥量波动大

[确认过程]砂含泥量会对外加剂有吸附作用，影响外加剂作用发挥，造成混凝土质量波动，进而可能影响拉毛深度。 基准配合比用砂含泥量为 1.5%，2023 年 4 月 3 日，对西场地库存砂不同区域检测，含泥量分别为 2.6%，1.7%，0.6%，均符合规范要求 $\leq 3.0\%$ 质量要求。统计使用三种不同含泥量砂对工后拉毛深度进行统计，统计结果如下：



图 7-8 不同含泥量砂泡水后对比

表 7-9 拉毛深度合格率调查表

砂含泥量情况	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差 值 (%)
2.6	31	22	9	71.0%	22.6
1.7	31	27	4	87.1%	
0.6	31	20	11	64.5%	

制表人：洪拥军 制表日期：2023 年 04 月 06 日

[对症结的影响程度] 经现场调查分析验证，发现砂含泥量波动大对工后拉毛深度合格率极差值达到 22.6%，影响程度较大，因此，砂含泥量波动大对拉毛深度症结问题的影响程度大。

[确认人] 洪拥军

[确认时间] 2023 年 04 月 06 日

[结论] 是要因

要因确认八：水泥与外加剂适应性差

[确认过程]水泥与外加剂适应性不好，将引起浆体流动性、经时损失的变化，严重时会出现泛白、粘底、离析现象，引起砼质量波动，进而可能影响拉毛深度。调查统计 3 月 27 日~4 月 7 日期间，所有进场车次水泥与外加剂适应性试验情况，统计结果如下。



图 7-9 水泥与外加剂适应性好差对比

表 7-10 进场水泥与外加剂适应性情况调查表

适应性情况	检查总数 (次)	数量 (次)	占比 (%)
水泥与外加剂适应性好	20	19	95.0



图 7-11 26.5mm 方孔筛碎石颗粒占比 5%砵

表 7-12 碎石最大粒径偏大占比情况调查表

碎石最大粒径情况	检查总数 (批)	数量 (批)	占比 (%)
小于 26.5mm 方孔筛石子	22	21	95.5
大于 26.5mm 方孔筛石子		1	4.5

制表人：洪拥军 制表日期：2023 年 04 月 10 日

表 7-13 拉毛深度合格率调查表

碎石最大粒径情况	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差 值 (%)
小于 26.5mm 方孔筛石子	35	31	4	88.6	2.9
大于 26.5mm 方孔筛石子	35	30	5	85.7	

制表人：洪拥军 制表日期：2023 年 04 月 10 日

[对症结的影响程度]经现场调查分析验证，发现碎石最大粒径偏大的车次占比仅 4.5%，而且碎石最大粒径偏大对工后拉毛深度合格率差值仅 2.9%，影响程度较小，因此，碎石最大粒径偏大对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 洪拥军

[确认时间] 2023 年 04 月 10 日

[结论] 不是要因

要因确认十：环境温度高

[确认过程]环境温度高，混凝土的凝固和硬化过程会加速，尤其表面会失水加快，如果不采取措施，可能会导致拉毛拉不动，进而会影响拉毛深度。统计厂区库存叠合板 2022 年 8 月和 2023 年 3 月生产的叠合板，现场混凝土坍落度试验情况，统计结果如下：



图 7-12 环境温度

表 7-14 拉毛深度合格率调查表

生产日期	月平均高温 (°C)	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差值 (%)
2022 年 8 月	34	34	28	6	82.4	5.8
2023 年 3 月	18	34	30	4	88.2	

制表人：金斌 制表日期：2023 年 04 月 12 日

[对症结的影响程度]经现场调查分析验证，发现环境温度高对工后拉毛深度合格率差值仅 5.8%，影响程度较小，因此，环境温度高对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 金斌

[确认时间] 2023 年 04 月 12 日

[结论] 不是要因

要因确认十一：砼用水量偏大

[确认过程]砂仓受积水影响存在含水率波动，可能会造成混凝土用水量偏大，混凝土坍落度过大，造成混凝土质量波动，严重时

会离析泌水，可能会影响拉毛深度。统计 4 月 5 日~4 月 14 日期间，现场混凝土坍落度试验情况，统计结果如下：



图 7-13 砵用水量偏大与料仓砂

表 7-15 拉毛深度合格率调查表

砼用水量情况	检测数 (个)	合格数 (个)	不合格数 (个)	合格率 (%)	合格率差 值 (%)
砼用水量偏大	30	25	5	83.3	3.4
正常砼用水量	30	26	4	86.7	

制表人：金斌

制表日期：2023 年 04 月 15 日

[对症结的影响程度]经现场调查分析验证，发现砼用水量偏大对工后拉毛深度合格率差值仅 3.4%，影响程度较小，因此，砼用水量偏大对拉毛深度症结问题的影响程度小。

[确认人] 金斌

[确认时间] 2023 年 04 月 15 日

[结论] 不是要囚

通过现场测量、调查分析，确认主要原因是：

- 1、拉毛齿材质太软太细。
- 2、未在砼初凝时间拉毛。
- 3、砂细度模数波动大。
- 4、砂含泥量波动大。

八、制定对策

根据已确认的主要原因，QC 小组开会逐一讨论，按照 5W1H 原则制定了对策和措施，确定了时间、地点和负责人，见表 8-1：

表 8-1 对策表

序号	主要原因	对策	目标	措施	负责人	地点	完成日期
1	拉毛齿材质太软太细	自主制作拉毛工具	制作的拉毛工具符合制作要求，试拉毛粗糙度符合设计要求。	1、寻找合适拉毛工具材质。 2、齿宽度 8mm、间距 8mm、长度 30cm，齿固定在槽钢内，制作拉毛工具。 3、对作业人员进行培训交底，并试拉毛。	洪拥军	PC 车间、试验室	2023 年 04 月 18 日~04 月 27 日
2	未在砼初凝时间拉毛	制定拉毛时间控制标准并指导操作人员规范操作	拉毛后混凝土浆体无回流填充拉毛缝	1、拟定拉毛时间控制标准。 2、对作业人员进行培训交底。 3、拉毛后，检查拉毛缝。	金斌	PC 车间	2023 年 04 月 18 日~04 月 27 日
3	砂细度模数波动大	隔开设置两处砂仓，包括存放细砂的仓和存放中砂的仓	按比例混合后保持砂细度模数稳定在 2.6	1、通知物资部采购细度模数为 1.0~1.5 的细砂和细度模数为 2.6~3.2 的中砂。 2、设置两个砂存放区，分别存放细砂和中砂。 3、对搅拌楼砂称量仓优化，再增加一个砂称量仓。	曹新洪	搅拌楼、试验室	2023 年 04 月 18 日~04 月 27 日
4	砂含泥量波动大	调整外加剂用量	找出外加剂调整用量与含泥量波动关系	1、眼观手摸初步观察后，采取多点多部位取样检测含泥量。 2、以设计配比中砂含泥量、外加剂用量为基准，用不同砂含泥量与外加剂用量进行混凝土试拌试验。	曹新洪	PC 车间、试验室	2023 年 04 月 18 日~2023 年 04 月 27 日

制表人：丁娟

制表日期：2023 年 04 月 17 日

九、对策实施

（一）对策一：自主制作拉毛工具。

1、寻找合适拉毛工具材质。

拉毛工具齿在混凝土中频繁使用和清洗，遇到叠合板上预埋件比如暗盒，要求轻松通过，因而必须耐磨、耐腐蚀、还要有一定弹性，从市场中找到如下高品质材料应用到拉毛工具上。

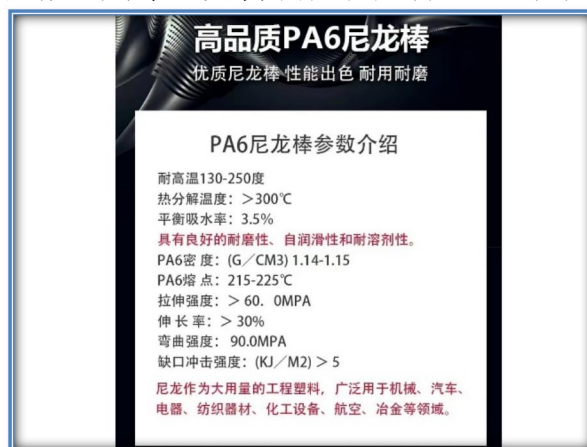


图 9-1 拉毛工具齿材料

2、齿宽度 8mm、间距 8mm、长度 30cm，齿固定在槽钢内，制作拉毛工具。

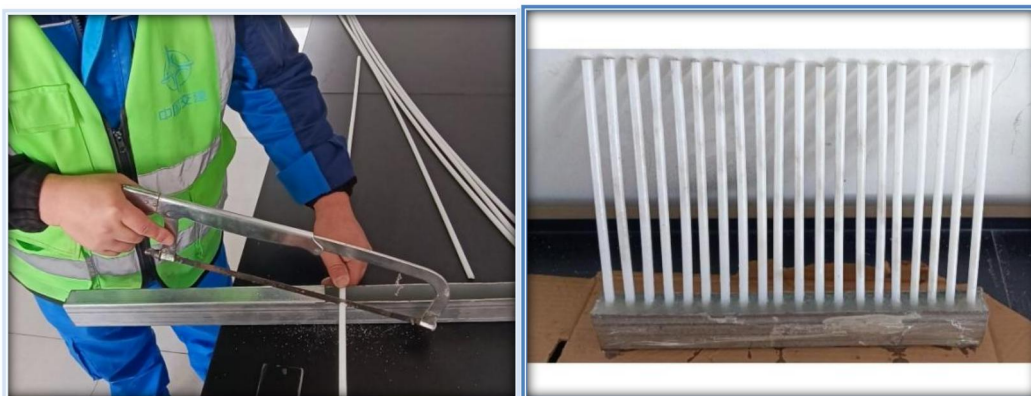


图 9-2 拉毛工具制作

3、对作业人员进行培训交底，并试拉毛。



图 9-3 现场交底与试拉毛

4、效果验证：对策实施后，QC 小组成员洪拥军首先对制作的拉毛工具测量核对，符合制作要求，并对试拉毛叠合板进行粗糙度测试结果为 5.8mm，符合设计要求。之后安装手柄后正式应用，对 2023 年 4 月 26 日生产的叠合板工后拉毛深度进行检查，共检查 45 个叠合板，拉毛深度均大于 5.5mm，综合看，对策目标达成。



图 9-4 测量制作的拉毛工具与试拉毛粗糙度测试

表 9-1 叠合板拉毛深度情况调查表

编号	拉毛深度 (mm)	编号	拉毛深度 (mm)	编号	拉毛深度 (mm)
5-18AYZB15-2	7.3	5-17AYZB31-2	6.3	5-18AYZB13-2	7.2
5-18AYZB18-1	7.9	14-18AYZB10-2	6.4	5-17AYZB7-2	7.6
5-17AYZB8-1	7.2	14-18AYZB10-3	7.8	5-17AYZB9-1	5.9
5-18AYZB13-15	7.7	14-18AYZB10-4	6.6	6F-PCB-8	6.2
5-18AYZB13-2	7.3	14-18AYZB11-2	6.8	6F-PCB-9	7.6
5-18AYZB13-3	7.6	5-17AYZB7-2	6.1	6F-PCB-10	7.8
5-18AYZB13-4	7.8	5-17AYZB9-1	6.2	6F-PCB-11	7.4
5-18AYZB13-5	5.8	4F-PCB-8	7.8	6F-PCB-12	7.0
5-18AYZB13-6	7.2	4F-PCB-9	6.7	6F-PCB-15	6.9
5-18AYZB13-7	5.9	4F-PCB-10	7.6	5-18AYZB14-5	6.7
5-18AYZB14-2	6.8	4F-PCB-11	7.7	5-18AYZB14-6	6.3
5-18AYZB14-3	6.6	4F-PCB-12	6.9	5-18AYZB14-7	6.1
5-18AYZB14-4	7.2	4F-PCB-15	6.3	5-17AYZB31-1	6.8
5-18AYZB14-5	6.0	4F-PCB-16	6.6	5-17AYZB31-2	5.8

表 9-2 叠合板拉毛缝情况检查表

编号	拉毛后拉毛缝情况
YDB-6	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-17	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-14	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-24	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-15	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-16	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-12	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-18	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-19	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-7	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-8	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-1	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-2	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-3	无浆体回流填充拉毛缝
YDB-20	无浆体回流填充拉毛缝

制表人：金斌

制表日期：2023 年 04 月 25 日

(三) 对策三：隔开设置两处砂仓，包括存放细砂的仓和存放中砂的仓。

1、通知物资部采购细度模数为 1.0~1.5 的细砂和细度模数为 2.6~3.2 的中砂。

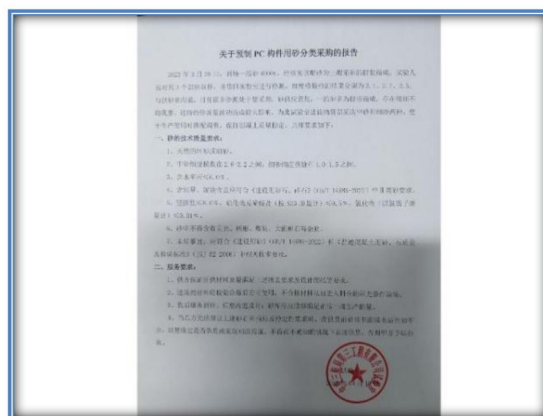


图 9-7 分类采购细砂和中砂

2、设置两个砂存放区，分别存放细砂和中砂。

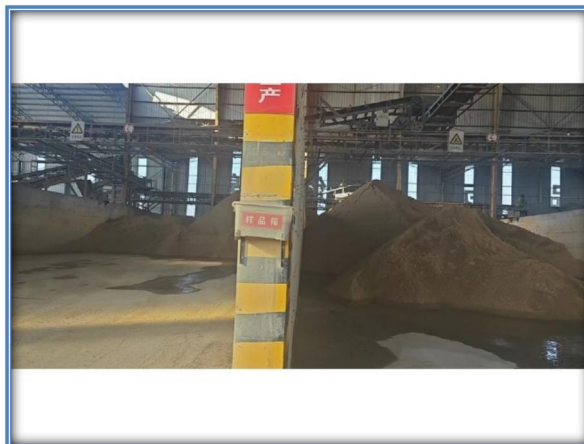


图 9-8 细砂区和中砂区图

3、对搅拌楼砂称量仓优化，再增加一个砂称量仓。

搅拌楼原有一个砂称量仓和三个石子称量仓，现将一个石子称量仓改为砂称量仓，并加装附着式震动器。



图 9-9 原砂称量仓和新增砂称量仓图

4、效果验证：对策实施后，QC 小组成员曹新洪对 2023 年 4 月 24 日进场的中砂和细砂，进行掺配后的情况进行检查，不同细度模数中砂与细砂按比例掺配后均能保持砂细度模数稳定在 2.6，对策目标达成。

表 9-3 现场混凝土坍落度试验情况调查表

序号	中砂		细砂		掺配后 细度模数
	细度模数	掺配比例	细度模数	掺配比例	
1	3.2	65%	1.5	35%	2.6

1	基准	基准
2	基准+1%	基准+0.1%
3	基准-1%	基准-0.1%

制表人：曹新洪 制表日期：2023 年 04 月 26 日

十、效果检查

通过 QC 活动开展，选择统计检查 QC 活动开展后，2023 年 5 月-7 月份叠合板表面粗糙度合格率情况（表 10-1），活动措施实施后粗糙度合格率平均值为 95.3%，具体详见下表。

表 10-1 叠合板表面粗糙度合格率调查表

日期 叠合板情况	5 月 04 日~5 月 31 日	6 月 01 日~6 月 30	7 月 01 日~7 月 31 日	合计
生产数量（块）	1124	1087	1224	3435
检测数量（块）	224	218	244	686
不合格数量（块）	12	10	10	32
合格数量（块）	212	208	234	654
合格率（%）	94.6	95.4	95.9	95.3

制表人：朱 慧 制表日期：2023 年 08 月 02 日

然后小组成员又对上述表面粗糙度不合格的 32 块叠合板进行调查具体分析，结果如下所示：

表 10-2 QC 活动后叠合板表面粗糙度质量问题调查表

序号	项目	频数（次）	频率（%）	累计频率（%）
1	拉毛深度浅	14	43.8	43.8
2	漏拉毛	6	18.8	62.6
3	拉毛间距大	4	12.5	75.1
4	拉毛粗细不均匀	4	12.5	87.6
5	其它	4	12.5	100
合计		32	/	/

制表人：朱慧 制表日期：2023 年 08 月 03 日

活动前后叠合板表面粗糙度质量问题排列图如下所示：

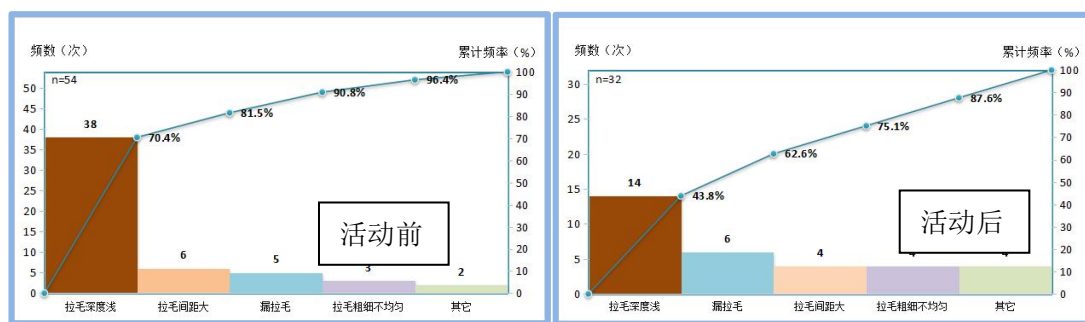


图 10-1 叠合板表面粗糙度质量问题活动前后对比排列图

制图人:朱慧

制图日期: 2023 年 08 月 03 日

通过活动前后的排列图可以直观的看出, 对策实施后, “拉毛深度浅” 的问题已经明显改善。

针对活动前、目标值、和活动后的叠合板表面粗糙度合格率进行对比, 绘制对比柱状图如下所示:

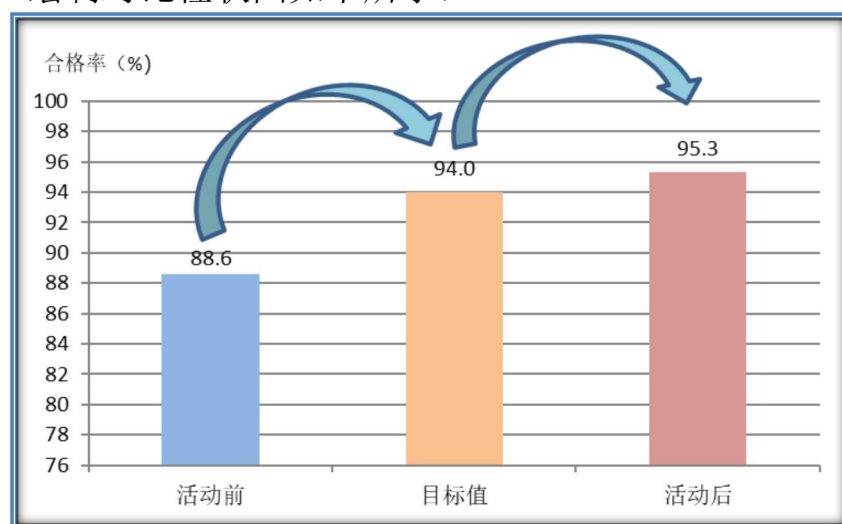


图 10-2 叠合板表面粗糙度合格率目标完成情况对比图

制图人:朱慧

制图日期: 2023 年 08 月 03 日

结论:

1、通过此次 QC 活动的开展, 粗糙度合格率由活动前的 88.6% 提升至 95.3%, 超过预定目标 93.0%, 达到活动目标。

2、通过此次 QC 活动, 叠合板质量有了保障, 结合面质量也有所提升, 并达到了较稳定的状态。

3、操作工人的质量意识及责任心有了显著提升，施工作业队伍综合素质上了一个台阶。

4、这次的 QC 活动完成，小组内成员的个人管理意识和现场问题的处理经验有了明显的提高，同时也增强了团队精神。

5、经济效益：通过本次 QC 小组活动，提高了叠合板表面粗糙度合格率，减少了后续返工修补费用，根据厂返工维修用工 0.5 工日/个，单个工人作业人工费 300 元/工日，活动期间生产的 3435 个叠合板，合格率从活动前的 88.6%提升至活动后的 95.3%，节省返工修补费用： $3435 \times (95.3\% - 88.6\%) \times 0.5 \times 300 = 34521$ 元，创造了一定的经济效益。

十一、制定巩固措施

QC 小组通过这次活动实施，提高了叠合板表面粗糙度合格率，叠合板结合面质量有了保障，叠合板结构内在质量得到提升，为巩固成果，防止类似问题发生，我们制定了以下措施：

1、认真总结本次 QC 活动经验，整理活动成果，将行之有效的措施纳入并修订了叠合板粗糙面作业指导书，强化了操作过程规范化，确保叠合板结合面质量。

表 11-1 措施巩固表

序号	对策表中的措施	作业指导书中的主要内容
1	1、寻找合适拉毛工具材质。 2、齿宽度 8mm、间距 8mm、长度 30cm，齿固定在槽钢内，制作拉毛工具。 3、对作业人员进行培训交底，并试拉毛。	3.1 确认所需材料和设备 2. 人工拉毛工具 (1) 拉毛工具齿材质必须耐磨、耐腐蚀、有一定弹韧性，推荐高品质尼龙棒材料制作。 (2) 建议拉毛齿宽度 8mm、间距 8mm、长度 30cm。
2	1、拟定拉毛时间控制标准。 2、对作业人员进行培训交底。 3、拉毛后，检查拉毛缝。	4.2 进行作业 (3) 观察混凝土表面无明显水渍后，尝试拉毛作业，拉毛不易过早，会造成拉毛缝被水泥浆回填；不宜过晚，会造成石子被拉起或无法深入混凝土表层。 4.3 观察和调整 (2) 如发现处理效果不理想，可以进行二次拉毛处理，直到满意为止。

3	1、通知物资部采购细度模数为 1.0~1.5 的细砂和细度模数为 2.6~3.2 的中砂。 2、设置两个砂存放区，分别存放细砂和中砂。 3、对搅拌楼砂称量仓优化，再增加一个砂称量仓。	5.1 砂细度模数的控制 (1) 搅拌楼堆砂区应隔开设两处砂仓，包括存放细砂的仓和存放中砂的仓。 (2) 应采用细度模数为 1.0~1.5 的细砂和细度模数为 2.6~3.2 的中砂，并在物资采购合同质量条款中明确。 (3) 叠合板混凝土施工配合比按砂细度模数检测值，计算、调整配料。
4	1、眼观手摸初步观察后，采取多点多部位取样检测含泥量。 2、以设计配比中砂含泥量、外加剂用量为基准，用不同砂含泥量与外加剂用量进行混凝土试拌试验。	5.2 砂含泥量与外加剂用量 (1) 每批进场砂，应眼观手摸初步观察后，采取多点多部位取样检测含泥量。 (2) 以设计配比中砂含泥量为基准，实际用砂含泥量增加或减少 1%，外加剂在基准基础上增加或减少 0.1%。

制表人:朱 慧

制表日期: 2023 年 10 月 07 日

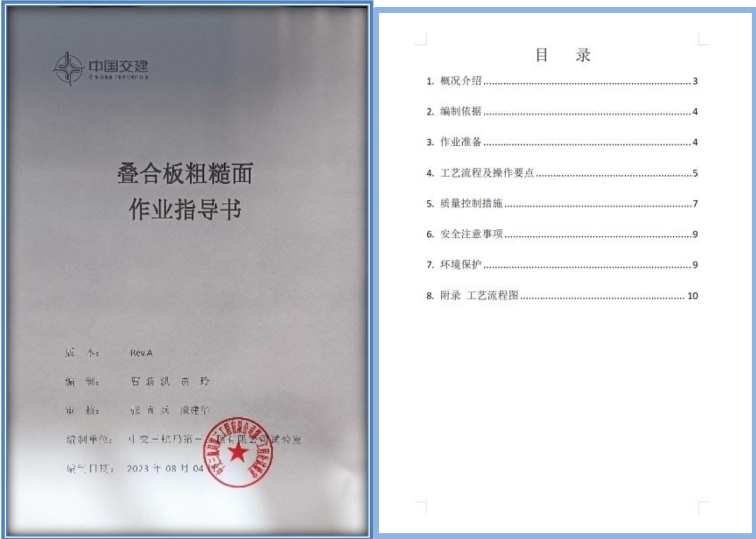


图 11-1 叠合板粗糙面作业指导书

2、为了巩固本次 QC 成果，QC 小组成员继续收集 2023 年 8 月~10 月巩固期内生产的红枫二期、G24、G110 等项目叠合板表面粗糙度质量情况，如下所示：

表 11-2 叠合板表面粗糙度合格率调查表

统计周期 叠合板情况	周期一 (8 月 5 日~8 月 25 日)	周期二 (8 月 26 日~9 月 15 日)	周期三 (9 月 16 日~10 月 06 日)	合计
生产数量 (块)	1351	1497	1262	4110
检测数量 (块)	135	150	126	411
不合格数量(块)	5	6	4	15

合格数量（块）	130	144	122	396
合格率（%）	96.3	96.0	96.8	96.4

制表人:朱 慧

制表日期:2023 年 10 月 07 日

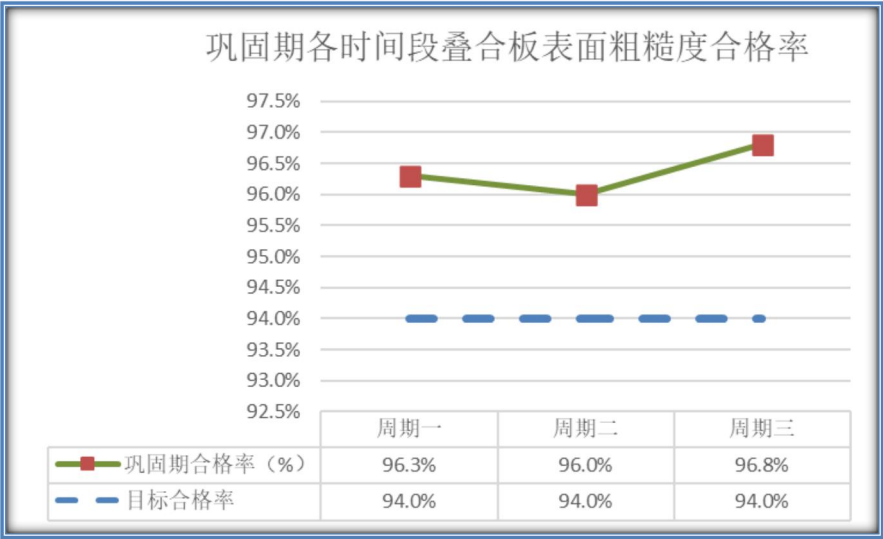


图 11-2 巩固期各时间段合格率折线图

制图人:朱慧

制图日期:2023 年 10 月 07 日

然后小组成员又对上述表面粗糙度不合格的 15 块叠合板进行调查具体分析，结果如下所示：

表 11-3 QC 活动巩固期叠合板表面粗糙度质量问题调查表

序号	项目	频数（次）	频率（%）	累计频率（%）
1	拉毛深度浅	5	33.3	33.3
2	拉毛粗细不均匀	3	20.0	53.3
3	漏拉毛	3	20.0	73.3
4	拉毛间距大	2	13.3	86.6
5	其它	2	13.3	100
合计		15	/	/

制表人:朱慧

制表日期:2023 年 10 月 10 日

并绘制了排列图，和现状调查排列图、QC 活动后排列图进行比较，如下所示：

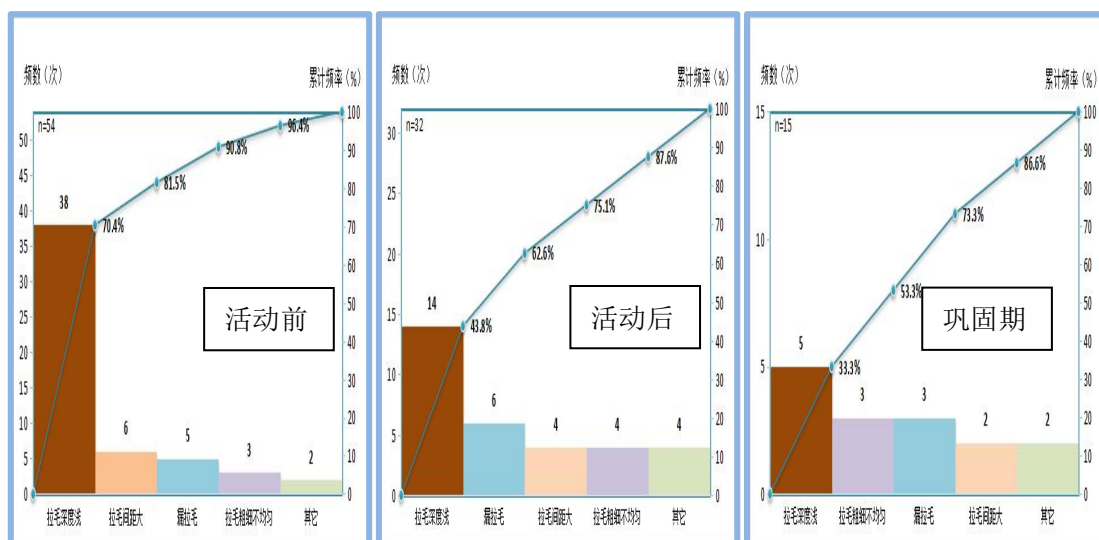


图 11-3 叠合板表面粗糙度质量问题活动前后及巩固期对比排列图

制图人：朱慧

制图日期：2023 年 10 月 10 日

由统计表和排列图可以直观的看出，巩固阶段，拉毛深度浅已经不是症结，质量问题得到有效控制，叠合板表面粗糙度合格率达到 96.4%，活动目标完成，且比实施后略有提高。QC 小组活动前、目标值、活动后、巩固期叠合板表面粗糙度情况对比柱状图如下：

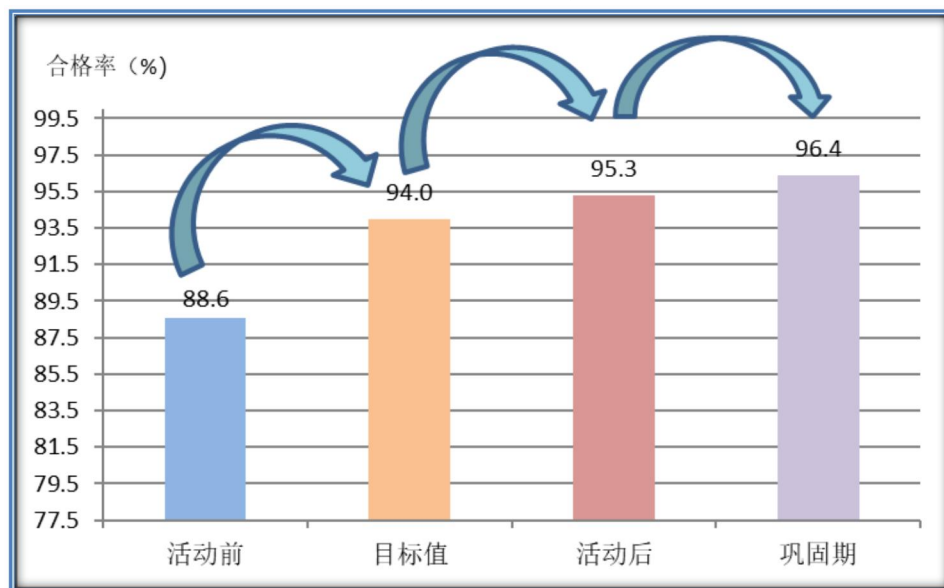


图 11-4 QC 小组活动前、目标值、活动后、巩固期对比图

制图人：朱慧

制图日期：2023 年 10 月 10 日

3、建立了定期交流总结的制度，每个月对当月叠合板表面粗糙面作业过程中问题及整改措施进行了交流和总结。

4、制定了技术质量培训计划，定期召开质量分析会，提高员工的技术水平，形成了良性工作氛围。

十二、总结和下一步打算

通过这次 QC 活动，每个小组成员认真严谨，团结协作，积极总结，圆满的完成了此次活动目标。同时，本次活动也提高了小组成员的协作能力、发现问题的能力、独立解决问题的能力，综合素质显著提高。

表 12-1 活动总结表

考核项目	QC 工具应用	PDCA 循环	对成果的的收集整理
	施工方案、操作规程	叠合板粗糙面作业指导书	硬件、软件
专业技术	制定、论证采用头脑风暴法，确定最科学、最经济、最合理的方案，系统性、数据性强	思维能力、创新能力大大提高	PPT、excel 等工具熟练掌握
管理方法	应用调查表、排列图、因果图、折线图等多种统计工具，熟练程度进一步提高	逻辑思维能力有了很大的提高	数据调查、图片收集和拍照水平有很大的提高
综合素质	全体 QC 成员的综合素质明显提升		

制表人：朱慧

制表日期: 2023 年 10 月 10 日

虽然本次 QC 活动课题达到预期目标，仍有次要因素没有得到有效解决，在今后的施工中将继续探讨，不断加强过程控制，规范操作方法，完善工序流程，保持质量意识始终处于稳定的状态。

表 12-2 小组活动自我评价表

项目	自我评价（总分 10 分）	
	活动前（分）	活动后（分）
质量意识	7	9
个人能力	7	8
QC 知识	7	9
团队精神	8	10
发现问题	7	10
解决问题	7	9
参与意识	7	9

制表人：朱慧

制表日期：2023 年 10 月 10 日

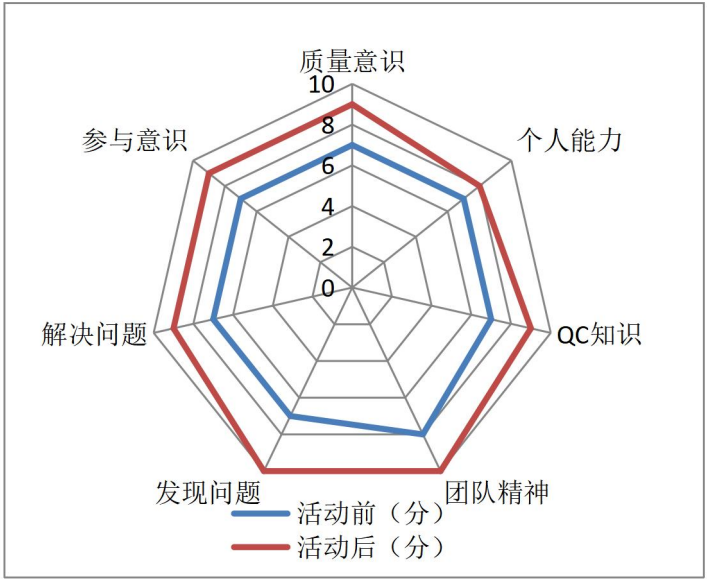


图 12-1 QC 小组活动自我评价雷达图

制图人：朱慧

制图日期：2023 年 10 月 10 日

我们将通过以上 QC 活动的开展不断优化产品的质量，以开展 QC 活动为载体，不断加大工作力度。经小组成员共同讨论分析，下一步将针对“提高管桩余浆利用率”开展 QC 活动，积极推进品牌建设，为企业高质量发展做出新贡献。