

安全帽振动式扩音装置的研制

江苏省通启高速公路管理处指挥调度中心机电技术 QC 小组

一、课题简介

（一）背景

在高速公路发生车辆碰撞、抛锚等事故后，需出动清障人员对事故车辆进行清拖作业并恢复现场秩序，以保障高速公路运行平稳和畅通。

本课题是针对在清拖作业中，清障人员使用对讲机呼叫、传达指令时，受噪音影响，无法及时响应这一问题开展活动。

（二）名词解释

1、清障作业：在高速公路发生事故后，按规定的时间，规定的流程执行恢复现场交通秩序的工作。

2、安全帽：清障作业工作人员使用的专用安全帽，主要性能及外观参照国家消防救援安全帽国家标准执行。

3、对讲机：清障作业工作人员使用的标准小型对讲机，佩戴位置在腰腹部，并禁止使用封闭式耳麦。

4、小组概况

表 1-1 小组概况表

小组名称		通启处调度中心机电班“机电技术”QC 小组		
本次课题		安全帽振动式扩音装置的研制		
小组成立时间		2017 年 4 月	课题类型	创新型
课题注册时间		2023 年 5 月	课题编号	2023-05-DDZX01
活动次数		10	活动时间	2023.5 至 2023.12
姓名	行政职务	性别	文化程度	组内分工
程雪梅	调度中心主任	女	本科	组织策划
钱 军	排障大队队长	男	本科	技术指导

龚 强	管理员	男	本科	技术指导
陈 飞	管理员	男	本科	调查分析
王 烨	管理员	女	本科	数据收集实施
王剑云	调度员	男	本科	资料整理实施
耿 丰	调度员	男	大专	实施记录
徐 峰	收费员	男	大专	方案细化实施

制表人：徐峰

制表日期:2023.05

二、选择课题

1、明确需求

（1）现行做法及不足之处：清障作业时，受现场噪音影响。传统对讲机佩戴在清障员腰间，清障员经常无法听到对讲机指令，响应时间长达 30 秒。（表 2-1）

（2）现工作要求：通启管理处领导对清障对下达新的工作要求，在进行清障作业使用对讲机呼叫时，必须在 5 秒以内响应。

表 2-1 通启处清障员对讲机呼叫响应时间统计表（可行性论证）

序号	清障作业流程	呼叫人	响应人	呼叫次数	响应时间
1	事故现场定位	葛小翔	吴斌华	2	28 秒
2	车辆到达现场准备	徐鹏程	吴斌华	3	27 秒
3	铺设防护锥桶及警示牌	吴斌华	葛小翔	2	25 秒
4	检查故障车	徐鹏程	葛小翔	2	28 秒
5	操作牵引器或拖车钩	葛小翔	吴斌华	2	29 秒
6	清拖驶离现场	徐鹏程	吴斌华	3	30 秒
7	回收防护锥桶及警示牌	吴斌华	葛小翔	2	30 秒
8	作业结束	徐鹏程	葛小翔	3	26 秒
最长距离					30 秒

制表人：徐峰

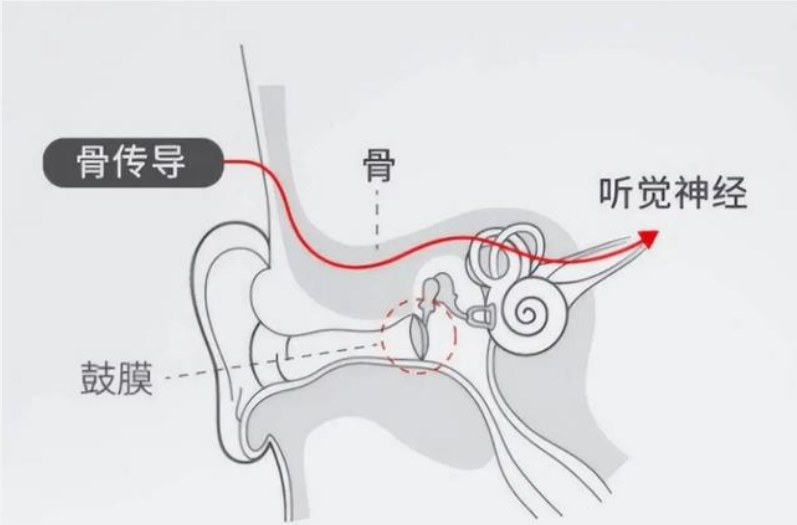
制表日期:2023.05

2、借鉴

借鉴一： 骨传导助听器

QC 小组认为，要降低对讲机呼叫响应时间，必须调整对讲机的发声位置。小组成员徐峰通过查阅学术网站发现，骨传导助听器的技术方法对我们有借鉴意义，如表 2-2

表 2-2 借鉴分析表

文献借鉴	文献内容					
《骨传导助听器对小耳畸形及单侧耳聋的听力干预效果评估》	应用场景：骨传导助听器 技术方法：助听器振动单元接受到声波信号后，转化为不同频率的机械振动，通过振动颅骨向听觉中枢传输声波。					
技术原理						
核心技术	核心部件	抗阻	功率	电压	传输速率	传输距离
	振动单元	8 Ω	2W	5V	/	≤0m
借鉴思路	可借鉴其振动发声技术，在清障员的安全帽外部研制安装一组振动单元，使其与安全帽共振发声。将主要发声位置改为安全帽本体。					

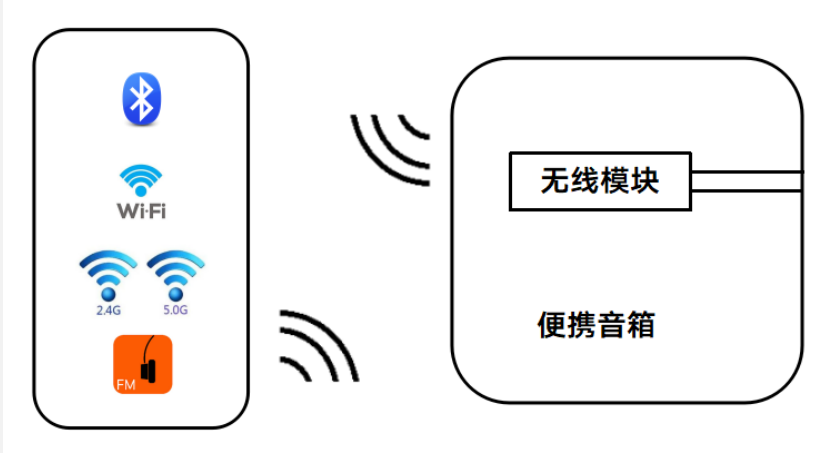
制表人： 徐峰

制表日期:2023. 05

借鉴二： 便携音箱

传统对讲机的喇叭已集成在机身内，如何才能将声波传输至振动单元。小组成员经过观察发现，便携音箱的技术方法对我们有借鉴意义，如表 2-3

表 2-3 借鉴分析表

借鉴	内容				
便携音箱	应用场景：蓝牙技术 技术方法：依靠蓝牙灯无线传输技术。将音频信号进行点对点无线传输。不受传统有线传输束缚，使用场景更加灵活。				
结构图示					
核心技术	核心技术	频段	传输速率	传输距离	电源要求
	蓝牙模块	2. 4Ghz	2Mbps	10m	1mW
	Wifi 模块	2. 4GHz/5GHz	300Mbps	≥100m	220V/12V
借鉴思路	可借鉴其无线传输技术，集成蓝牙模块与振动单元，将对讲机声波通过无线模块传导至振动单元。				

制表人：徐峰

制表日期:2023. 05

3、确定课题

受上述借鉴情况启发，可以满足需求。QC 小组成员最终选定课题名称为：安全帽振动式扩音装置的研制。并确定了 QC 小组活动计划表。（表 2-4）

表 2-4 QC 小组活动计划表

阶段	实施项目	2023 年							
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
P	选择课题	---->							
	设定目标及可行性论证		---->						
	提出方案并确定最佳方案			---->					
	制定对策				---->				
D	对策实施					---->			
C	效果检查						---->		
	标准化							---->	
A	总结和下一步打算								---->

制表人：徐峰

制表时间：

2023. 05

三、设定目标及目标可行性论证

（一） 设定目标

QC 小组决定设定本次课题目标为：将对讲机呼叫响应时间至 5 秒之内。

（二） 目标可行性论证

模拟实验：

QC 小组根据骨传导助听器和便携音箱的技术原理，进行为期 5 天的模拟实验。

1. 实验工具：直流电机、锡焊枪、蓝牙功放板、聚合物电池。
2. 实验方法：首先将聚合物电池、振动马达与蓝牙驱动板正负极锡焊连接。再将手机与蓝牙驱动板匹配播放音乐，待音频信号传至马达开始产生振动。在与安全帽的主要制作材料：塑料与金属两种材质接触后，测试是否共振发声并响应（图 3-2、3-3）。

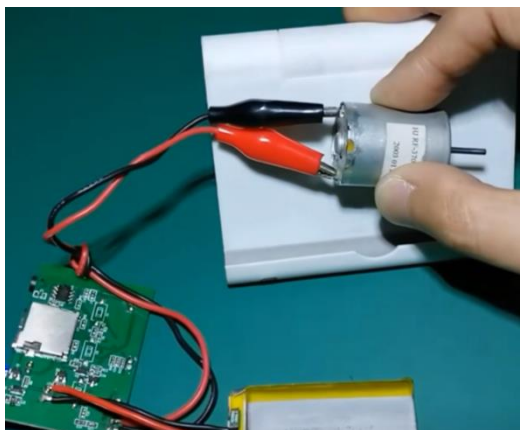


图 3-2 振动塑料传导发声



图 3-3 振动金属传导发声

表 3-1 振动发声模拟实验统计表

实验日期	传输距离	振动位置	声波强度	响应时间
6.2	3 米	塑料制品	58db	1 秒
6.2	3 米	塑料制品	56db	1 秒
6.3	3 米	塑料制品	55db	1 秒
6.3	3 米	塑料制品	53db	1 秒
6.4	3 米	塑料制品	52db	1 秒
6.2	3 米	金属制品	59db	1 秒
6.2	3 米	金属制品	57db	1 秒
6.3	3 米	金属制品	56db	1 秒
6.3	3 米	金属制品	55db	1 秒
6.4	3 米	金属制品	55db	1 秒
最小值				1 秒

制表人：徐峰

制表时间：2023.05

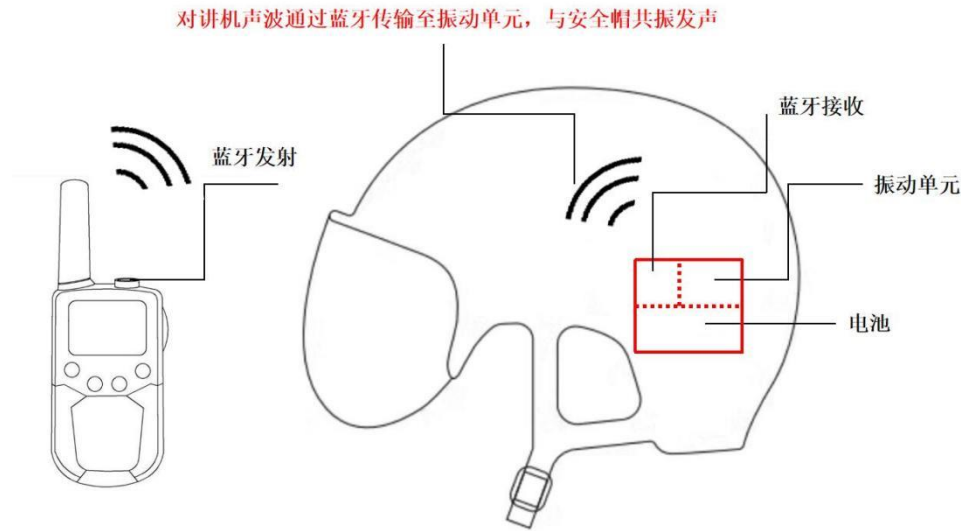
根据实验结果显示，在共振发声时，人耳听到声波并响应时间为 1 秒，声波强度也为最高 58db-59db。由此可知，借鉴骨传导耳机的技术，将声波传导至振动单元与其他材质接触，以共振的方式发声是完全可行的，目标可实现。

四、提出方案并确定最佳方案

（一）提出总体方案

通过借鉴分析、QC 小组围绕课题目标，最终小组将总体方案确定为：**基于振动发声的安全帽扩音**。提出总体方案功能中应包含发声方式、传输方式、固定方式三部分（图 4-1、4-2）

图 4-1 总体方案示意图



制图人：徐峰

制图时间 2023.05

图 4-2 总体方案竖图

实验分析		求。							
	实验数据				实验数据				
	时间	电压	响应时间	孔径	时间	电压	响应时间	孔径	
	10 次	5V	0. 6ms	0. 55mm	10 次	5V	3. 3ms	1mm	
	20 次	5V	0. 5ms	0. 55mm	20 次	5V	3. 4ms	1mm	
	40 次	5V	0. 5ms	0. 55mm	40 次	5V	3. 4ms	1mm	
	60 次	5V	0. 4ms	0. 55mm	60 次	5V	3. 5ms	1mm	
	/	/	符合	符合	/	/	符合	符合	
方案评价	实验结果表明：机械开关在同等电压输出下，按压响应时间更短，安装孔径更小。 因此，小组决定选用机械开关。								
结论	选用				不选				

制表人：徐峰

制表时间：

2023. 06

2、 振动单元的选择

表 4-2 振动单元对比分析表

技术要求	功率≥10w 振动频率≥1000hz							
比选项目	振子喇叭				直流电机			
方案图例								
调查分析	数据来源：网络搜索				数据来源：网络搜索			
	振动频率	功率	电压	重量	振动频率	功率	电压	重量
	1500hz	5W	3V	20g	1200hz	10W	3V	20g

实验分析	实验方法	通电运行测试，测试时间分别为 1 分钟、3 分钟、5 分钟和 10 分钟，使用万用表测量功率、频率计测量振动频率是否符合技术要求。							
	实验数据				实验数据				
	时间	电压	振动频率	功率	时间	电压	振动频率	功率	
	1 分钟	3V	1446hz	4. 5w	1 分钟	3V	1151hz	9. 5w	
	3 分钟	3V	1464hz	4. 7w	3 分钟	3V	1128hz	9. 2w	
	5 分钟	3V	1433hz	4. 3w	5 分钟	3V	1151hz	9. 5w	
	10 分钟	3V	1464hz	4. 7w	10 分钟	3V	1195hz	9. 8w	
	/	/	符合	符合	/	/	符合	符合	
方案评价	实验结果表明：阵子喇叭在同等电压输出下，振动频率更加宽泛，功率更小。因此，小组决定选用振子喇叭。								
结论	选用				不选				

制表人：徐峰

制表时间：

2023. 06

3、电池的选择

表 4-3 电池对比分析表

技术要求	电压≥1. 5V 电力储存时间≥10 小时	
比选项目	锂电池	碱性电池

方案图例				负极（锌筒）：$\text{Zn}-2\text{e}^-+2\text{OH}^-=\text{Zn}(\text{OH})_2$ 正极（石墨）：$2\text{MnO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=2\text{MnOOH}+2\text{OH}^-$ 总反应：$\text{Zn}+2\text{MnO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{MnOOH}+\text{Zn}(\text{OH})_2$		
	数据来源：《科普中国》期刊			数据来源：《科普中国》期刊		
调查分析	电压	成分	输入电流	电压	成分	输入电流
	3.7V	锂离子	15A	1.5V	锌锰	1.6A
实验分析	实验方法		将两种电池充满电后，进行深放电测试，将电池链接差速电机，采取5小时、7小时、9小时、11小时四个时间段测试电力储存时间。			
	实验数据			实验数据		
	时长	电压	剩余电量	时间	电压	剩余电量
	5小时	3.7V	83%	5小时	1.58V	61%
	7小时	3.73V	53%	7小时	1.62V	42%
	9小时	3.71V	32%	9小时	1.61V	20%
	11小时	3.71V	19%	11小时	1.61V	3%
	/	符合	符合	/	符合	符合
方案评价	在同等时间测试下，实验结果表明，锂电池电力持续输出，电压较大较为稳定，且储电时长 ≥ 10 小时，小组最终决定选用锂电池。					
结论	选用			不选用		

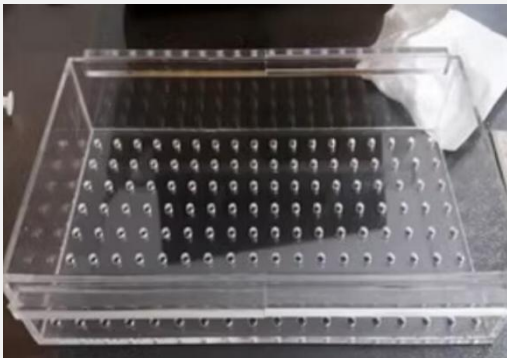
制表人：徐峰

制表时间：2023.06

4、外壳的选择

表 4-4 外壳对比分析表

技术要求	重量 $\leq 50\text{g}/\text{m}^2$ 烧穿点 ≤ 3 个	
比选项目	亚克力雕刻	PVC 注塑

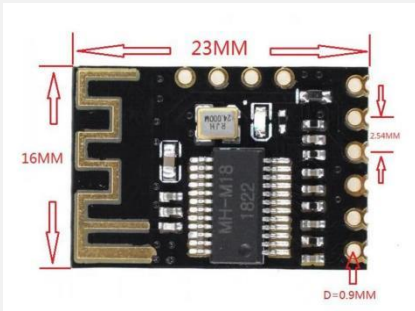
方案图例								
调查分析	数据来源：网络搜索				数据来源：网络搜索			
	防火等级	厚度	硬度	重量	防火等级	厚度	硬度	重量
	5VB	0.3mm	70hb/m	15g/m	5VB	0.3mm	60hb/m	20g/m
			2	2			2	2
实验分析	实验方法	将两种材料使用硬度计压力测试，在 10 秒、25 秒，20 秒和 30 秒四个时间段分别使用测试其熄火后是否有可见的烧穿点。并使用电子秤称其重量。						
	实验数据				实验数据			
	时间	厚度	烧穿点	重量	时间	厚度	烧穿点	重量
	10 秒	0.3mm	无	15g/m²	10 秒	0.3mm	无	21g/m²
	15 秒	0.3mm	无	15g/m²	15 秒	0.3mm	无	19g/m²
	20 秒	0.3mm	无	15g/m²	20 秒	0.3mm	1	19g/m²
	30 秒	0.3mm	无	15g/m²	30 秒	0.3mm	2	17g/m²
	/	/	符合	符合	/	/	符合	符合
方案评价	在同等时间测试下，实验结果表明，亚克力材料的重量更轻，且防火等级更高，在最高 30 秒的燃烧测试中，未出现少穿点的情况。小组最终决定选用亚克力材质雕刻。							
结论	选用				不选用			

制表人：徐峰

制表时间：2023.06

5、传输方式的选择

表 4-5 传输方式对比分析表

技术要求	传输距离≥5m 丢包率≤1%							
比选项目	蓝牙驱动板				WIFI 驱动板			
方案图例								
调查分析	数据来源：百度百科词条				数据来源：百度百科词条			
	协议	传输距离	丢包率		协议	传输距离	丢包率	
	蓝牙	10m	≤1%		TCP/IP	30m	≤1%	
实验分析	实验方法		使用手机在蓝牙与 WIFI 环境下载文件，在 1m、3m、5m、10m 距离下测试，并同步使用测速软件测试丢包率。					
	实验数据				实验数据			
	距离	文件个数	接收次数	丢包率	距离	文件个数	接收次数	丢包率
	1m	10	10	0.25%	1m	10	10	0.75%
	3m	10	10	0.26%	3m	10	10	0.83%
	5m	10	10	0.25%	5m	10	10	0.82%
	10m	10	10	0.23%	10m	10	10	0.88%
	/	/	符合	符合	/	/	符合	符合
经济成本	购买费用 100 元				购买费用 300 元			
方案评价	实验结果显示，两块驱动板在传输距离上一致，但在丢包率上，蓝牙驱动板的丢包率明显更低，且在权衡经济成本方面更便宜，小组最终决定选用蓝牙驱动板。							
结论	选用				不选用			

制表人：徐峰

制表时间：2023.06

6、固定方式的选择

表 4-6 固定方式对比分析表

技术要求	负重≥200g 支撑力≤100FN 自重≤5g							
比选项目	双面胶				螺丝			
方案图例								
调查分析	数据来源：网络搜索				数据来源：网络搜索			
	材质	负重	自重	耐温	材质	负重	自重	耐温
	PU 泡棉	≤500g	1g	70℃	金属	≥500g	5g	35℃
实验数据	实验方法		使用 50g、100g、150g、200g 不等的负重物挂靠在两项材料上，在 10 分钟内观察负重物是否稳固。使用拉力计测量实验数值。					
	实验数据				实验数据			
	负重	负重时间	支撑力		载重	负重时间	支撑力值	
	50g	10 分钟	35FN		50g	10 分钟	23FN	
	100g	10 分钟	62FN		100g	10 分钟	46FN	
	150g	10 分钟	83FN		150g	10 分钟	66FN	
	200g	10 分钟	97FN		200g	10 分钟	82FN	
	/	/	符合		/	/	符合	
方案评价	实验结果显示，在支撑力值方面，两种方案均达到技术要求，但由于双面胶自重更轻，且操作简便，QC 小组决定选用双面胶进行固定。							
结论	选用				不选用			

制表人：徐峰

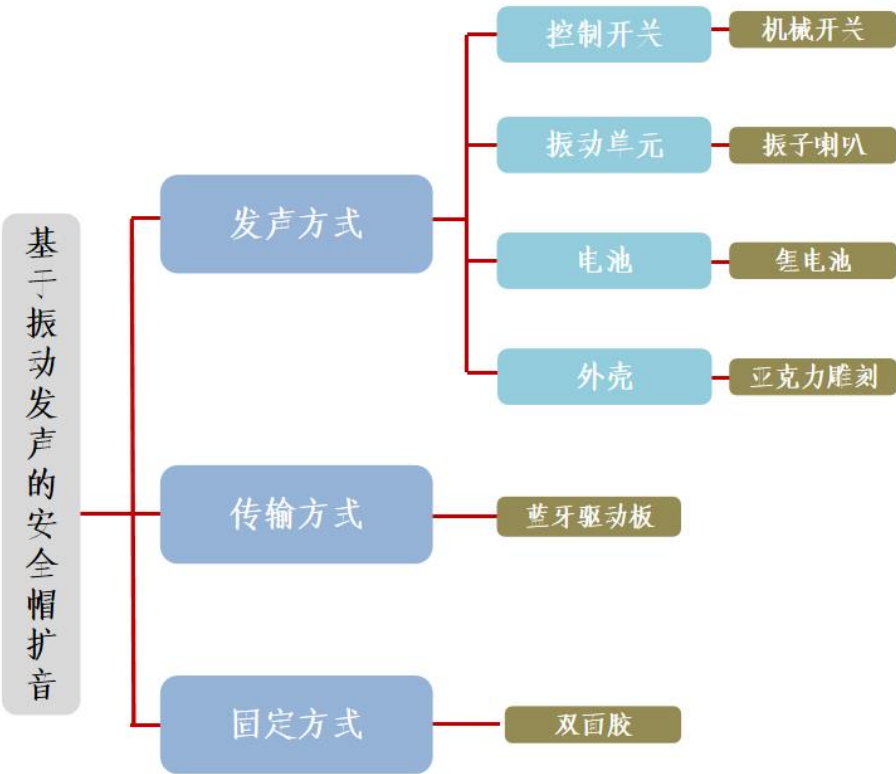
制表时间：2023.06

（三） 确定最佳方案

经过小组成员的层层对比分析，排除不利方案，最终确认了最

佳设计方案，并整理出最佳方案图，如图 4-3

图 4-3 最佳方案图



制图人：徐峰 制图时间：2023. 06

五、制定对策

（一） 对策表

QC 小组成员认真研制，反复讨论，针对每一步深入细化，使之更具备可操作性并按照 5W1H 原则对上述对策方案制定详细的实施对策表。（表 5-1）

表 5-1 对策表

序号	对策	目标	措施	负责人	地点	完成时间
1	机械开关	响应时间≤5ms	1、购买符合要求的机械开关 2、通电测试机械开关	程雪梅	办公楼	2023/7/1

2	振子喇叭	振动频率 $\geq$ 1000hz	1、购买符合要求的振子喇叭 2、测试振子喇叭功率和振动频率	耿峰	办公楼	2023/7/3
3	锂电池	电力储存时间 $\geq$ 10 小时	1、定制符合要求的锂电池 2、测试锂电池电力储存时间和电压	王烨	办公楼	2023/7/12
4	亚克力雕刻	硬度 $\geq$ 50hrc	1、绘制外壳设计图纸并雕刻 2、测试传输距离及传输速率	王烨	办公楼	2023/7/16
5	蓝牙驱动板	传输速率 $\leq$ 20mbps	1、定制蓝牙驱动板 2、通电测试传输速率	龚强	办公楼	2023/7/21
6	双面胶	粘贴强度 $\geq$ 5N	1、定制泡棉双面胶 2、测试粘贴强度	龚强	办公楼	2023/7/25
7	组装调试	运行稳定 声音正常	1、组装调试并试运行 2、测试声波强度	徐峰	公路现场	2023/7/30

制表人：徐峰

制表时间：

2023.07

六、对策实施

（一） 实施一：机械开关

措施 1	购买符合要求的机械开关
	

图 1 机械开关实拍图				
措施 2	测试差速电机			
				
图 2 通电测试机械开关				
实施一：对策目标检查				
检查工具	目标	实际开孔孔径	响应时间	结论
计时器	开关响应时间≤ 5ms	/	0.4ms	目标达成
经计时器测量，响应时间 0.4ms。对策目标实现				

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

（二） 实施二：振子喇叭

措施 1	购买符合要求的振子喇叭
	
图 1 购买振子喇叭	

措施 2		测试振子喇叭功率和振动频率		
				
图 3 测试振子喇叭功率		图 3 测试振子喇叭振动频率		
实施二：对策目标检查				
检查工具	检查目标	实测功率	实测频率	结论
频率计	振动频率 $\geq 1000\text{hz}$	/	1439hz	目标达成
经频率计测量，振动频率为 1439hz。对策目标实现				

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

（三）实施三：锂电池

措施 1	定制符合要求的锂电池
	

图 1	锂电池	图 2	锂电池定制现场
-----	-----	-----	---------

措施 2	测试锂电池电力储存时间和电压
	

图 3 测试锂电池电力储电时间和电压				
实施二：对策目标检查				
检查工具	检查目标	实测电压	实测储电时间	结论
电池检测仪	充放电深循环一次 消耗时间≥10 小时	/	12.5 小时	目标达成
经电池检测仪放电测试，实际电压为 3.72V，实际储电时间为 12.5 小时。 对策目标实现				

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

（四） 实施四：亚克力雕刻

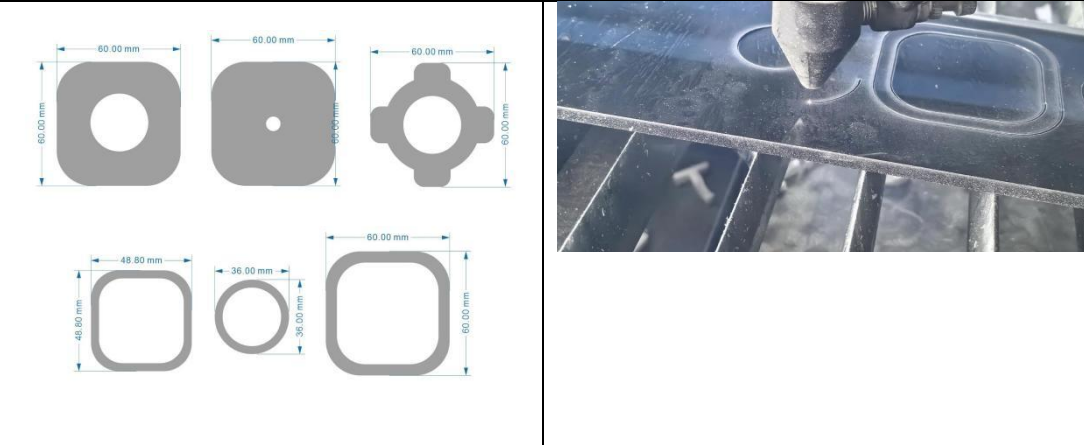
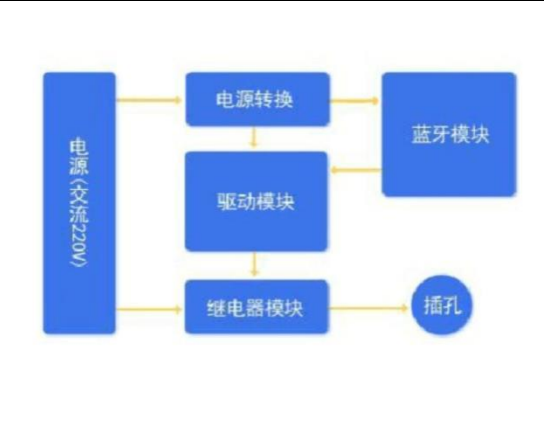
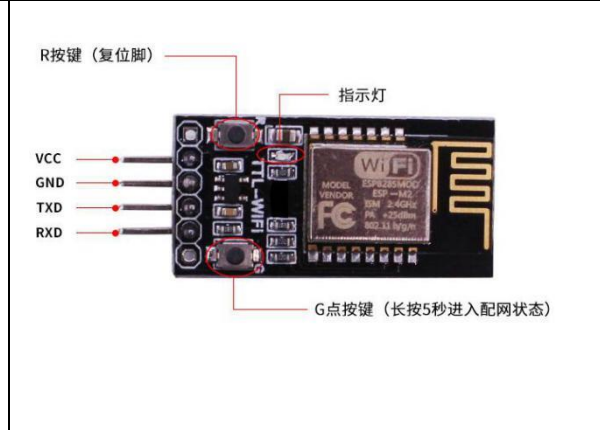
措施 1	绘制外壳设计图纸并雕刻
	

图 1 绘制外壳设计图纸		图 2 雕刻外壳											
措施 2	测试外壳硬度和重量												
													
图 3 测试外壳硬度		图 4 测试外壳重量											
实施三：对策目标检查													
<table><tr><th>检查工具</th><th>检查目标</th><th>实测硬度</th><th>实测重量</th><th>结论</th></tr><tr><td>硬度计</td><td>硬度≥50hrc</td><td>68hrc</td><td>/</td><td>目标达成</td></tr></table>				检查工具	检查目标	实测硬度	实测重量	结论	硬度计	硬度≥50hrc	68hrc	/	目标达成
检查工具	检查目标	实测硬度	实测重量	结论									
硬度计	硬度≥50hrc	68hrc	/	目标达成									
经硬度计压力测试，实际硬度为 68hrc。对策目标实现													

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

（五）实施五：蓝牙驱动板

措施 1	定制蓝牙驱动板		
			
图 1 蓝牙驱动板定制图		图 2 蓝牙驱动板定制	

措施 2

测试传输距离及传输速率

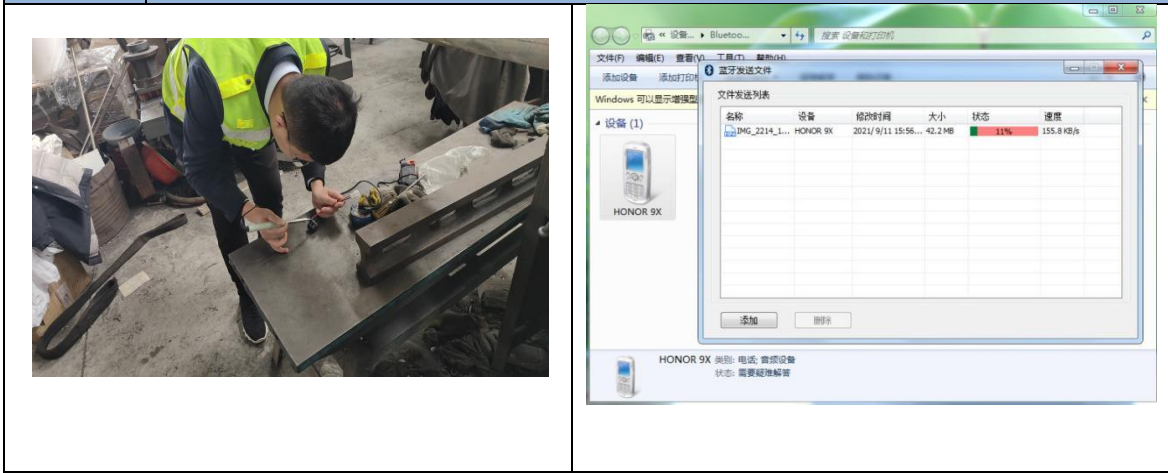


图 3 锡焊电池通电测试

图 4 软件测试传输速率

实施四：对策目标检查

检查工具	检查目标	实测距离	实测速率	结论
测速软件	传输速率≤20mbps/s	/	24mbps	目标达成

通电成功后，使用测速软件测试后发现实测速率 24mbps/s。对策实施目标实现

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

（六） 实施六：泡绵双面胶

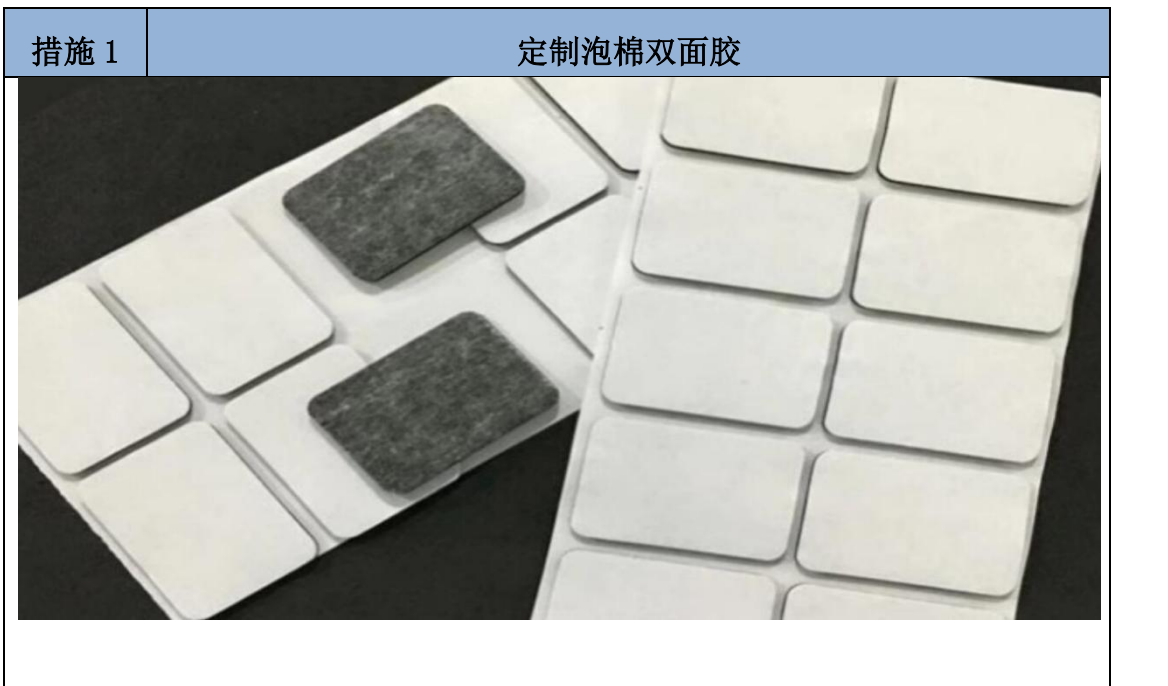


图 1 定制泡绵双面胶

措施 2	测试粘贴强度
------	--------

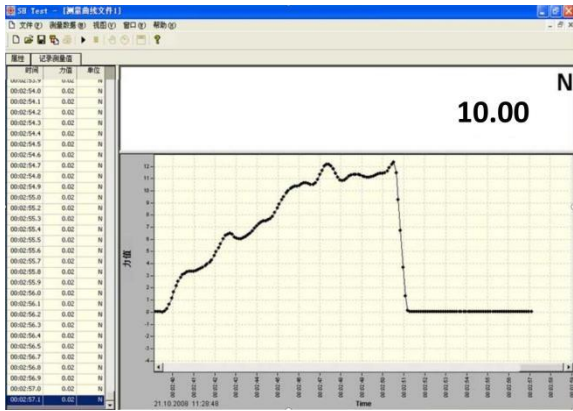


图 2 测量粘贴强度

实施五：对策目标检查

检查工具	检查目标	实测粘贴强度	结论
拉力计	粘贴强度 $\geq 5\text{N}$	10N	目标达成

使用拉力计测试横向拉力值，实测拉力值为 10N。**对策实施目标实现**

制表人：徐峰制表时间：2023.08

(七) 实施七：组装调试

措施 1	组装调试并试运行
------	----------

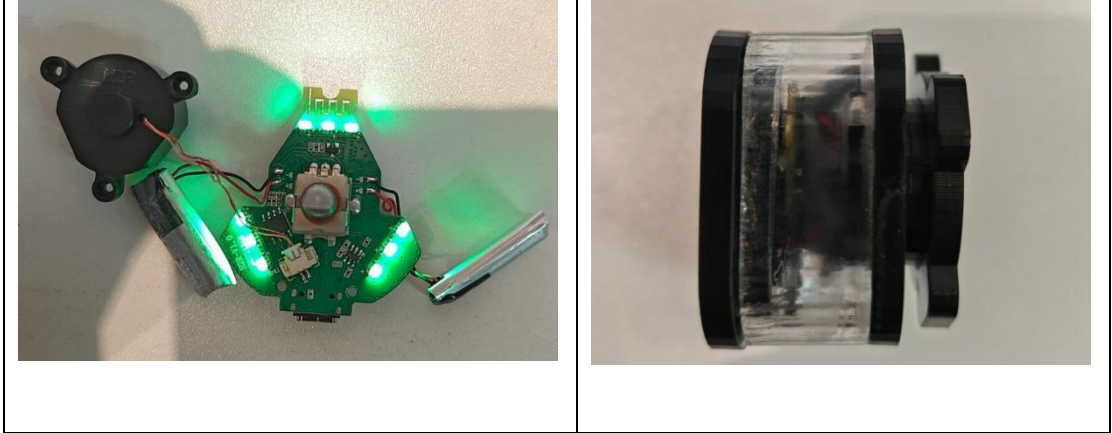
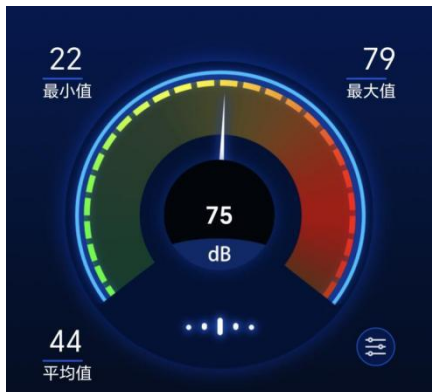


图 1 组装完成	图 2 调试完成
----------	----------

措施 2	测试声波强度
------	--------

			
图 3 调试完成	图 4 声波强度测试		
实施八：对策目标检查			
检查工具	检查目标	实测声波强度	结论
噪音测试仪	声波强度 $\geq 50\text{db}$	75db	目标达成
运行稳定，声音传输正常。对策实施目标实现			

制表人：徐峰

制表时间：2023.08

七、效果检查

（一）目标检查

小组成员使用组装成功的安全帽扩音装置进行使用，测量呼叫响应时间，并统计分析：

表 7-1 通启处清障作业对讲机声波位置统计表

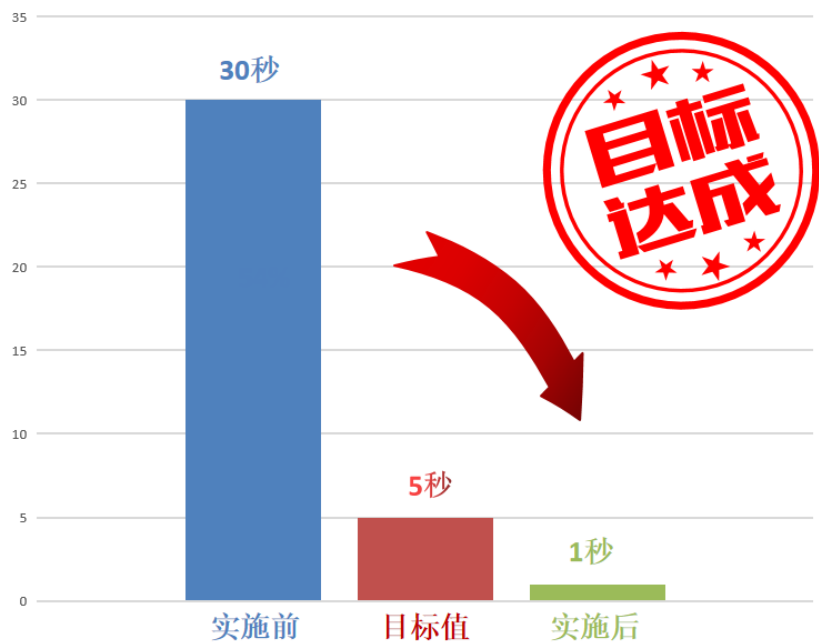
序号	清障作业流程	呼叫人	响应人	呼叫次数	响应时间
1	事故现场定位	葛小翔	吴斌华	1	1 秒
2	车辆到达现场准备	徐鹏程	吴斌华	1	1 秒
3	铺设防护锥桶及警示牌	吴斌华	葛小翔	1	1 秒
4	检查故障车	徐鹏程	葛小翔	1	1 秒
5	操作牵引器或拖车钩	葛小翔	吴斌华	1	1 秒

6	清拖驶离现场	徐鹏程	吴斌华	1	1 秒
7	回收防护锥桶及警示牌	吴斌华	葛小翔	1	1 秒
8	作业结束	徐鹏程	葛小翔	1	1 秒
最长响应时间					1 秒

制表人：徐峰

制表日期:2023. 10

对讲机呼叫响应时间 1 秒，目标已达成。



（二）经济效益

据统计，通启处清障作业一般在 30 分钟内完成。2022 年度共完成清障作业 62 起，总收益 18600 元。在应用本课题成果后，整体时效由原来的 30 分钟分成降低至 25 分钟。2023 年度共完成清障作业 93 起，总收益 27900 元，年收益每年增加 9300 元。经济效益较大。

（三）社会效益

1、提升清障作业流程对讲机一次呼叫响应率。

经核算，2023 年车辆事故清障作业达 200 起，平均作业时间为 33 分钟，对讲机一次呼叫响应率仅为 54%，应用该成果后，呼叫响应率提升至 95%，效果明显。

表 7-2 通启处清障作业对讲机一次呼叫响应率统计表

序号	清障作业流程	呼叫方	响应方	呼叫数	响应数	一次响应率
1	事故现场定位	调度员	清障员	3	3	100%
2	车辆到达现场准备	调度员	清障员	2	1	50%
3	铺设防护锥桶及警示牌	清障员	清障员	4	4	100%
4	检查故障车	清障员	清障员	3	3	100%
5	操作牵引器或拖车钩	清障员	清障员	4	4	100%
6	清拖驶离现场	调度员	清障员	3	3	100%
7	回收防护锥桶及警示牌	清障员	清障员	2	2	100%
8	作业结束	调度员	清障员	3	3	100%
合计/平均				24	23	95%

制表人：徐峰

制表日期:2023. 10

2、促进车流畅通，节能减排，环保效益有所提升

清障作业导致车辆拥堵和积压。根据相关部门解释，每辆车每一万次通畅开车，节省 314 升燃油、每一万次通畅开车，将减少 55.96 千克各类污染物排放。经粗略估算减少油耗约 20%，减少各类污染排放约 30%。

3、人员安全效显著提升

未研制振动式安全帽扩音装置前，采取纯“腰间佩戴对讲机收听”的方式，在高速公路现场车流穿梭的环境中，安全隐患较大，极为危险。在本项目应用后，清障人员无需关注腰部对讲机，扩音装置已距离人耳较近，响应时间 1 秒。安全性大幅提升。

4、协作单位之间促进意义较大

2023 年 11 月，江苏省高速公路“一路三方”小组，组织了相关单位观摩学习，使用效果受到一致好评，示范意义良好，具有较高的推广价值，进一步提升了指挥调度中心的社会形象。

八、标准化

(一) 推广价值评价

经过此次 QC 活动，研制的振动式安全帽扩音装置在车辆事故清障作业工作中得到了有效应用，主管单位作出了可推广评价性，认为该巡查器具有很好的推广价值。

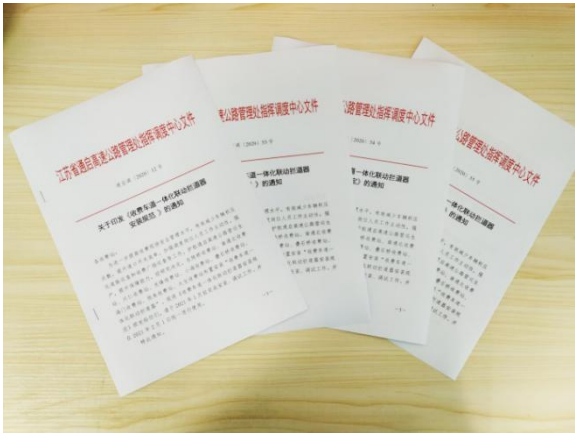
江苏省通启高速公路管理处 关于印发《振动式安全帽扩音装置》QC 课题推广应用评价的通知 指挥调度中心机电技术 QC 小组： 你小组完成的《振动式安全帽扩音装置》创新型 QC 课题成果依靠清障队员安全帽，将扩音设备紧密安装，缩短对讲机声波与人耳距离，有效的完成各项车辆事故清障任务，同时结构合理，制作成本及使用成本可控，质量优良。 经我单位组织的评价，该成果具有推广应用价值。 特此证明 江苏省通启高速公路管理处 2023 年 12 月 15 日	《振动式安全帽扩音装置》应用证明 <table><tr><td>成果名称</td><td>振动式安全帽扩音装置</td></tr><tr><td>应用单位</td><td>江苏省通启高速公路管理处</td></tr></table> 兹证明： 江苏省通启高速公路管理处指挥调度中心机电技术 QC 小组《振动式安全帽扩音装置》创新型 QC 课题成果已应用于清障队 江苏省通启高速公路管理处 2023 年 12 月 15 日	成果名称	振动式安全帽扩音装置	应用单位	江苏省通启高速公路管理处
成果名称	振动式安全帽扩音装置				
应用单位	江苏省通启高速公路管理处				
图 8-1 推广应用评价	图 8-2 推广应用证明				

(二)、形成标准化文件

小组成员根据活动成果，编写了《振动式安全帽扩音装置安装规范》《振动式安全帽扩音装置使用说明》、《振动式安全帽扩音装置使用管理规定》、《振动式安全帽扩音装置日常维护规范》，经调度中心领导批准印发各维护单位，并将上述规范、规定纳入《通启处系统设备管理要求》，纳入《通启处系统故障处置预案》。（表 8-1）

表 8-1 振动式安全帽扩音装置相关管理、使用规范汇总表

序号	项目	标准化形式	文件名称	文件编号
1	设计安装规范	纳入管理处系统	印发《振动式安全帽扩音装	通启调【1】1 号

		设备管理要求	置安装规范 》	
2	使用规范	纳入管理处系统 设备管理要求	印发《振动式安全帽扩音装 置使用说明 》	通启调【2】2 号
3	管理规范	纳入管理处系统 设备管理要求、 管理处系统故障 特情处置预案	印发《振动式安全帽扩音装 置使用管理规定 》	通启调【3】3 号
4	保养规范	纳入管理处系统 设备管理要求	印发《振动式安全帽扩音装 置日常维护规范》	通启调【4】4 号
 通启高速公路管理处指挥调度中心 振动式安全帽扩音装置 使用说明 				
图 8-3 振动式安全帽扩音装置相关使用规范及说明				

制表人：徐峰

制表日期:2023. 11

九、总结及下一步打算

- （一） 总结回顾

创新点总结：本次活动中，QC 小组通过广泛借鉴, 获得创新灵感, 提出用振动信号振动物体发声，并通过颅骨传导至人耳。缩短呼叫响应时间。
- （二） 小组综合素质总结

通过此次 QC 小组活动，小组通过成功研制振动式安全帽扩音装

置，创造性的解决了日常车辆清障工作面临的实际问题，在思考能力、动手能力、团队协作等方面均有了不同程度的提高，为小组在今后工作中解决问题积累了宝贵经验。（表 9-1）

表 9-1 QC 小组活动总结表

创新能力	振动式安全帽扩音装置借鉴骨传导和蓝牙传输技术，将无法穿透的气动信号转化为振动信号发声，缩短呼叫响应时间。
技术能力	1. 解决问题，深度思考借鉴技术的特点，并充分利用于此活动中。 2. 能熟练掌握电子元器件的安装调试，并进行测试基础性能；能熟练掌握和使用各种制图、制表软件。 3. 能够熟练使用各种电动工具；熟练组装振动式安全帽扩音装置。
管理能力	能够按照 PDCA 循环思考，通过团队协作，较好的完成了此次课题研制，在研制过程中增进了小组成员之间的交流和了解，提升了小组的凝聚力和战斗力，为继续开展好 QC 小组活动夯实了队伍建设基础，几位核心小组成员完成了从书本知识到实践技能的转变。
不足之处及今后努力方向	此次活动中大部分工作依靠几位核心小组成员完成，部分组员还存在对常用统计方法掌握不熟练的问题，今后将加强对核心小组成员外的其他组员的教育、培训工作，增强小组成员的参与意识和质量改进意识。

制表人：徐峰

制表日期:2023. 12

（三） 下一步打算

为加快构建数字化、网络化、智能化高速公路智慧调度体系，下步小组成员计划针对高速公路屡禁不止的车辆闯卡逃费行为，以《闯卡车辆沿途识别取证系统的研制》作为课题继续开展 QC 活动。