高速公路人工车道车牌校验
辅助装置研制

江苏省崇启大桥管理处启东东收费站五心五力 QC 小组

一、 小组概况

“五心五力”QC 小组成立于 2023 年 1 月份，隶属于江苏省崇启大桥管理处启东东收费站。小组成员主要由站党员及入党积极分子组成，现有成员 8 人。小组取名来自于站“五心五力”党建品牌文化：围绕中心，增强服务能力；维护核心，保持政治定力；贴近民心，彰显创新能力；凝聚人心，汇聚强大合力；坚定信心，激发党建活力。

表 1:小组简介

五心五力 QC 小组					
本次课题		高速公路收费站人工车道车牌校验辅助装置研制			
小组成立时间		2023 年 1 月		**课题类型**	创新型
课题注册时间		2023 年 1 月		**注册号**	2023-07-006
活动次数		10		**活动时间**	2023.6 至 2023.9
序号	**姓名**	**行政职务**	**性别**	**文化程度**	**组内分工**
1	周　伟	主管	男	本科	活动计划 研制
2	周佩华	管理员	女	本科	组织协调
3	陆凯凯	收费班长	男	大专	研制 成果发布
4	高　菱	收费员	女	本科	资料整理
5	卞冬燕	收费班长	女	大专	实施记录 成果发布
6	赵赛娟	收费班长	女	大专	成果发布
7	徐　杰	收费班长	男	大专	资料整理
8	刘雪浩	电工	男	高中	研制

制表人:陆凯凯　　**制表时间:2023 年 6 月 7 日**

二、选择课题

（一）课题来源

自全省高速公路实行电子票后要求收费站入口对车牌识别准确率为 100%。但当车辆停止位置有偏角、车牌老旧、灯光过强等原因会导致车牌识别错误，需要发卡人员走出收费亭进行车牌校验，整个过程平均耗时约 38 秒。**驾乘人员（外部顾客）**觉得等待时间过长曾提出不满，因此上级要求每辆车在道口停留时间不超过 13 秒（其中发卡时间为 5 秒）。因而收费站的**收费员工(内部顾客)**提出创新需求：**在 8 秒内完成车牌校验工作。**

图 1:出亭查看车牌

制图人: 卞冬燕　　制图时间:2023 年 6 月 8 日

（二）技术借鉴

小组根据需求，通过广泛查询发现停车场自动收费系统可以借鉴。**借鉴内容为:通过车牌识别相机识别车牌并转成语音和文字的技术。**

表 2　“停车场自动收费系统”借鉴表

设备名称	停车场自动收费系统
借鉴技术	停车场自动缴费装置车牌识别技术:通过车牌识别，将车牌信息传输至输出设备（如喇叭、显示屏）的技术。
实拍图	
技术参数	1、车牌识别准确率≥99% 2、车牌播报显示时长≤8 秒 3、识别距离:2-6 米；
可借鉴点	通过车牌识别相机识别车牌，并转换成语音、文字输出。
借鉴思路	用车牌识别相机识别出车牌，通过 RS485 通信协议传输至语音转模块及 LED 屏控制器，再转换成语音和文字显示。

制表人:徐　杰　　**制表时间:2023 年 6 月 9 日**

（三）确定课题

小组通过借鉴，获得了创新思路，并经过开会讨论将课题确定为:**高速公路人工车道车牌校验辅助装置研制**

三、设定目标及可行性论证

（一）设定目标

由于收费员工期望车牌校对所耗的时间为 8 秒。

因此经小组研究决定本次课题**设定目标：车牌校验时间为 8 秒。**

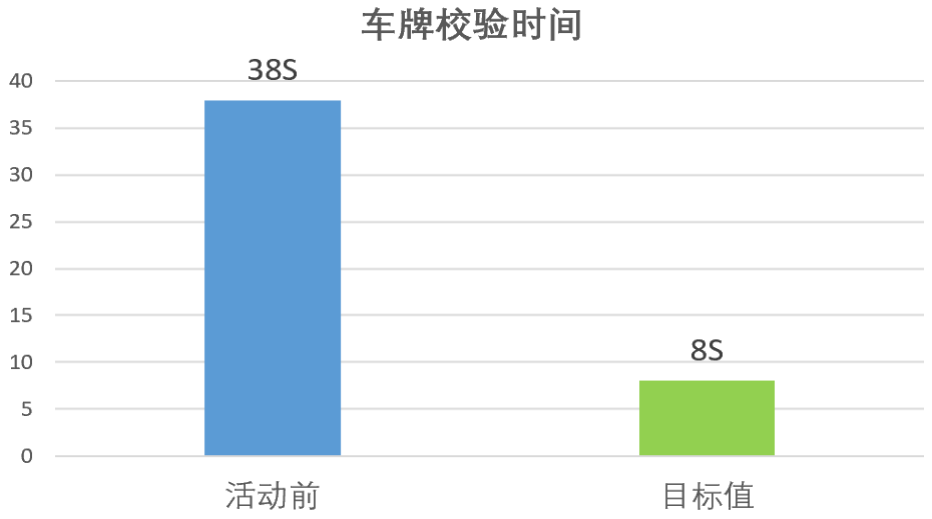


图 2 车牌校验时间目标

制图人:高菱　　制图时间:2023 年 6 月 10 日

（二）目标可行性论证

1.模拟实验:

小组根据所借鉴停车场自动收费系统的技术原理，进行模拟实验。

试验描述:

1）实验场所:收费车道。

2）实验器材:车牌识别相机、喊话启、笔记本电脑、秒表。

3）实验描述:当车辆进入车道时，车牌识别相机识别出车牌后传输至笔记本电脑，实验人员通过喊话器报出车牌，发卡员将听的车牌与收费系统识别车牌进行对比校验后发卡放行。实验人员记录全过程所用时间。

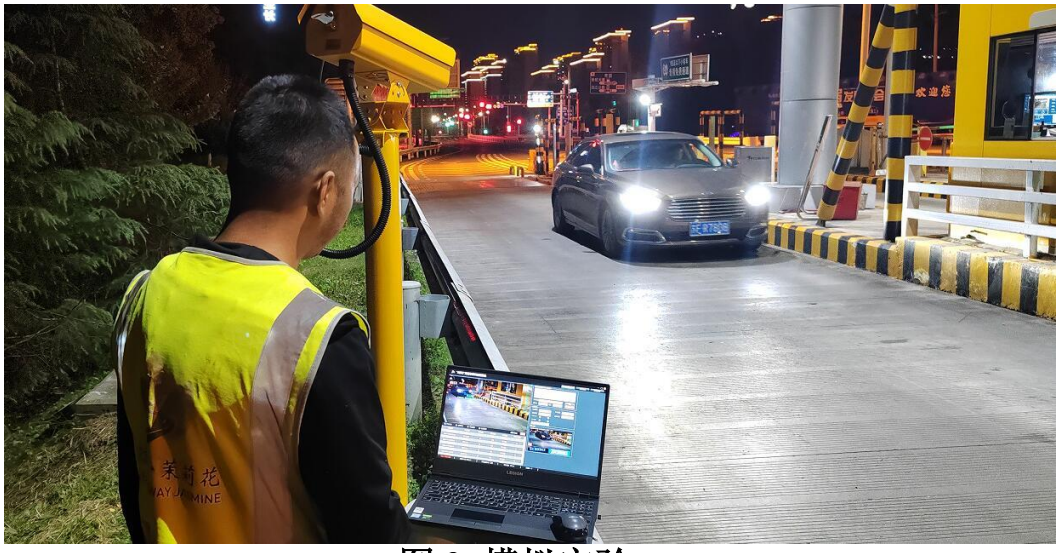


图 3 模拟实验

制图人:高菱　　制图时间:2023 年 6 月 12 日

表 3　模拟实验数据表

组数	日期	天气	实验次数	平均时长（S）
1	6 月 13 日	晴	10	7.3
2	6 月 14 日	多云	10	7.9
3	6 月 15 日	晴	10	7.8
4	6 月 16 日	雨	10	7.6
5	6 月 17 日	阴	10	7.3
平均值				**7.6**

制表人:高菱　　制表时间:2023 年 6 月 18 日

在使用装置后车牌校验过程平均耗时为 7.6 秒，**小于目标值 8 秒**。

2.技术支撑:

小组有熟悉车牌识别技术的高级工程师 1 名，并有熟练掌电子技术的骨干成员 4 名，对该项目有充足的技术支撑。

3.资金支持:

管理处高度重视项目的研制工作，给小组特批 10000 元研制经费。

因此，**所设定目标可行。**

四、提出方案并确定最佳方案

（一）提出总体方案

小组通过借鉴，将总体方案确定为:基于车牌识别相机，通过语音与字符信息转换传送至输出终端。

具体由车牌识别相机识别出车牌，并通过 RS485 通信协议将车牌信息传输至语音转换卡及 LED 屏控制器，再通过喇叭对车牌进行播报及 LED 屏显示车牌。

小组根据总体方案，制定出了分级方案的具体架构:

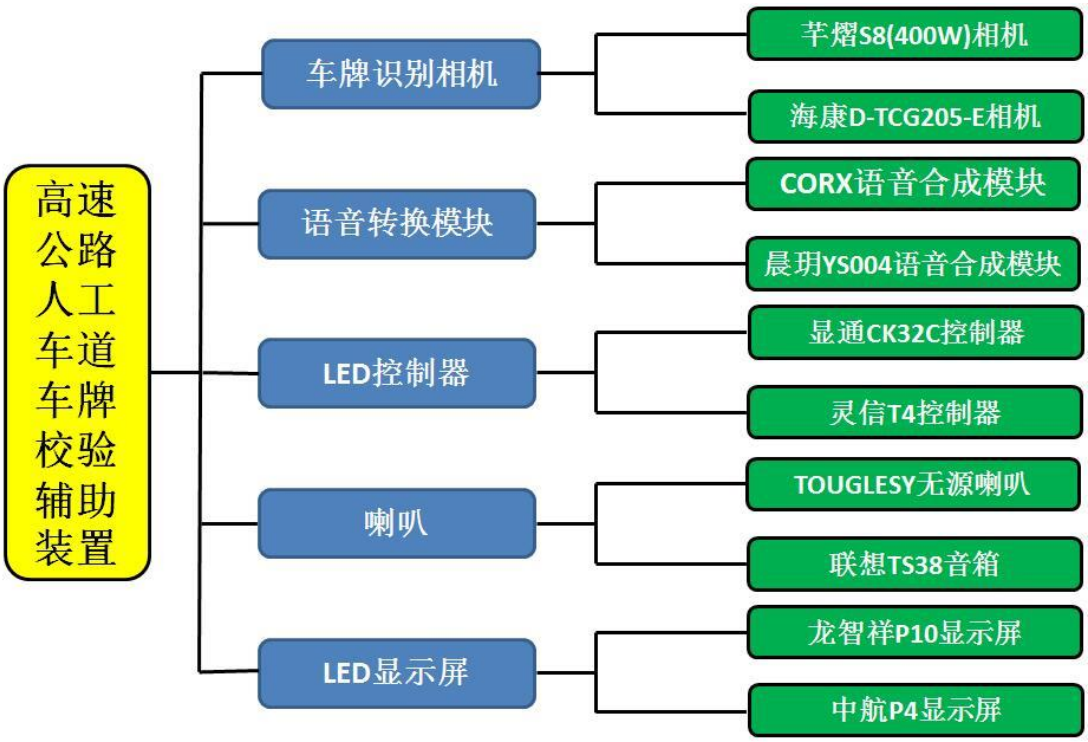


图 4 方案架构图

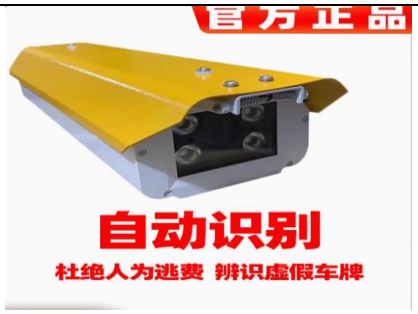
制图人:周伟　　制图时间:2023 年 6 月 21 日

（二）分级方案比选

小组根据分级方案，与相对应的比选参数进行比选：

1）车牌识别相机比选，见下表：

表 4　车牌识别相机比选表

<table>
<tr><td>比选参数</td><td colspan="2">车牌识别成功率≥99%、数据传输时间≤0.2S</td></tr>
<tr><td>方案名称</td><td>芊熠 S8(400W)相机</td><td>海康 DS-TCG205-E 相机</td></tr>
<tr><td>方案说明</td><td> 

芊熠 S8(400W)相机，适应各种顺逆光、阴阳牌、污损牌、200W 像素，支持 H265 编码集成度高。</td><td>

海康 DS-TCG205-E 相机，200W 像素，采用高清晰逐行扫描 CMOS，具体清晰度高，低照度、帧率高、色彩还原度高。</td></tr>
<tr><td>实验描述</td><td colspan="2">对两个方案测试车牌识别数据，并分别在车速 10km/h、20km/h 进行车牌识别测试；测试 5 组数据，每组 20 次测试识别成功率，同时分别统计数据传输时间。</td></tr>
<tr><td>模拟测试数据</td><td>
车牌识别成功率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>10km/h 成功次数</td><td>20km/h 成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
数据传输时间测试表（单位 S）
<table>
<tr><td>次数</td><td>10km/h</td><td>20km/h</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0.13</td><td>0.14</td></tr>
<tr><td>2</td><td>0.15</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>3</td><td>0.11</td><td>0.15</td></tr>
<tr><td>4</td><td>0.12</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>5</td><td>0.15</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>0.13</td><td>0.14</td></tr>
</table>
</td><td>
车牌识别成功率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>10km/h 成功次数</td><td>20km/h 成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
数据传输时间测试表（单位 S）
<table>
<tr><td>次数</td><td>10km/h</td><td>20km/h</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0.19</td><td>0.23</td></tr>
<tr><td>2</td><td>0.17</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td>3</td><td>0.18</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td>4</td><td>0.2</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td>5</td><td>0.21</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>0.19</td><td>0.22</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>技术难易</td><td>易集成，数据解码兼容性强</td><td>有数据加密措施需厂家技术支持</td></tr>
<tr><td>预期效果</td><td>车牌识别成功率及传输时间满足需求</td><td>车牌识别成功率满足需求</td></tr>
<tr><td>经济性</td><td>870 元</td><td>1950 元</td></tr>
<tr><td>综合分析</td><td colspan="2">从测试数据中可以看出，车牌识别成功率均符合要求，而数据传输时间上，芊熠 S8(400W)相机的 0.13S、0.14S 要优于海康 DS-TCG205-E 相机 0.19S，0.22S；再结合技术难易程度及价格因素，芊熠 S8(400W)相机的方案更符合比选要求。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>选择</td><td>不选</td></tr>
</table>

制表人:卞冬燕　　**制表时间：2023 年 7 月 3 日**

2）语音转换模块比选，见下表:

表 5 语音转换模块比选表

<table>
<tr><td>比选参数</td><td colspan="2">输出功率≥2W、语音转换正确率≥99%</td></tr>
<tr><td>方案名称</td><td>晨玥 YS004 语音合成模块</td><td>CORX-ETV001 语音转换卡</td></tr>
<tr><td>方案说明</td><td>

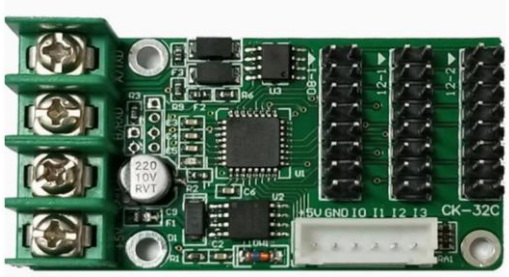
晨玥 YS004 语音合成模块，支持 3W 功率，TIL\UART 控制，RS485 串口控制，可以通过串口文本，直接合成语音信号。</td><td>

CORX-ETV001 语音转换卡，勇于各种播报系统，支持 MODBUS RTU/TCP 协议，与组态屏、触摸屏、PLC 等无缝对接。</td></tr>
<tr><td>实验描述</td><td colspan="2">对两种方案分别通过分贝测试仪，模拟信号输出，并分别分 5 组，每组 20 次，测试其输出功率与语音转换正确率。</td></tr>
<tr><td>模拟测试数据</td><td>
输出功率测试表（单位 W）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均输出功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>2.3</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>4.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>1.3</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>2.4</td></tr>
</table>
语音转换正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
</td><td>
输出功率测试表（单位 W）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均输出功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>8.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>7.5</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>6.8</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>7.8</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>9.2</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>7.9</td></tr>
</table>
语音转换正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>19</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>19</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>98</td><td>98%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>技术难易</td><td>通过串口输入合成语音信号易接入</td><td>通过软件协议转换合成语音信号实现复杂</td></tr>
<tr><td>预期效果</td><td>能将串口信号直接成功合成语音</td><td>能通过语音卡内置协议软件成功合成语音</td></tr>
<tr><td>经济性</td><td>79 元</td><td>93 元</td></tr>
<tr><td>综合分析</td><td colspan="2">由测试数据得出，输出功率:晨玥 YS004 语音合成模块的 2.4,CORX-ETV001 语音转换卡 7.9dB，均符合要求。语音转换正确率:晨玥 YS004 语音合成模块的 100%优于 CORX-ETV001 语音转换卡的 98%，；综合技术难易程度及价格因素，晨玥 YS004 语音合成模块符合方案的比选要求。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>选择</td><td>不选</td></tr>
</table>

制表人:陆凯凯　　制表时间:2023 年 7 月 5 日

3）、LED 控制器比选，见下表:

表 6　LED 控制器比选表

<table>
<tr><td>比选参数</td><td colspan="2">字符识别率≥99%、传输速率≥128bps;</td></tr>
<tr><td>方案名称</td><td>显通 CK32C</td><td>灵信 T4</td></tr>
<tr><td>方案说明</td><td> 

显通 CK32C，通讯接口:TTL 接口与 RS485 接口，扫描频率:64Hz,单条最大信息长度:40-80 个汉字</td><td>
灵信 T4，通信接口 USB 接口和百兆接口，显示接口:HUB08 接口和 HUB12 接口，16 级亮度。</td></tr>
<tr><td>实验描述</td><td colspan="2">分别用模拟信号模拟车牌信息，对两种方案进行测试，分 5 组，每组 20 次，测试其字符识别率与传输速率。</td></tr>
<tr><td>模拟测试数据</td><td>
字符识别率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
传输速率测试表（bps）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均传输速率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>168.6</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>189.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>178.2</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>198.4</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>177.9</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>182.46</td></tr>
</table>
</td><td>
字符识别率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
传输速率测试表（bps）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均传输速率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>119.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>120.1</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>108.2</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>102.1</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>116.3</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>113.18</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>技术难易</td><td>通过 RS485 接口连接语音合成模块，易连接</td><td>通过 USB 转接口进行模块合成需进行信号转换，需增加中间转换模块</td></tr>
<tr><td>预期效果</td><td>可通过 RS485 串口将文本转换成相应字符</td><td>可通过 USB 转接口转换串口文本信息但有延时</td></tr>
<tr><td>经济性</td><td>65 元</td><td>89 元</td></tr>
<tr><td>综合分析</td><td colspan="2">从测试数据得出，字符识别率:显通 CK32C 与灵信 T4 均达到 100%，传输速率显通 CK32C 的平均速率 182.46bps 优于灵信 T4 的平均速率 113.18bps；综上所述及价格因素:显通 CK32C 更符合方案参数的比选要求。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>选择</td><td>不选</td></tr>
</table>

制表人:陆凯凯　　**制表时间:2023 年 7 月 6 日**

4）、喇叭比选，见下表:

表 7 喇叭比选表

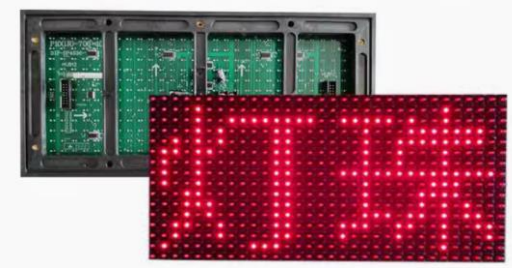
<table>
<tr><td>比选参数</td><td colspan="2">音频输出≥10db；字符播报正确率≥100%</td></tr>
<tr><td>方案名称</td><td>TOUGLESY 无源喇叭</td><td>联想 TS38 音响</td></tr>
<tr><td>方案说明</td><td>
TOUGLESY 无源喇叭，8 欧 2W，塑胶内磁，通过抗老化测试，能把电信号转变成声信号，使用纸盆震动与空气共振发出声音。</td><td>

联想 TS38 音响，360 度环绕音，使用防磁技术，重低音振膜，3W 双喇叭。音频范围 0.02-20Ghz，驱动单元:9.2mm.</td></tr>
<tr><td>实验描述</td><td colspan="2">对两种方案分别通过分贝测试仪，模拟信号输出，并分别分 5 组，每组 20 次，测试其字符播报正确率与音频输出。</td></tr>
<tr><td>模拟测试数据</td><td>
字符播报正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
音频输出分贝（单位 dB）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均输出分贝</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>14.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>13.8</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>14.6</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>14.7</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>13.7</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>14.4</td></tr>
</table>
</td><td>
字符播报正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>19</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>99</td><td>99%</td></tr>
</table>
音频输出分贝（单位 dB）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均输出分贝</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>21.1</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>19</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>19.2</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>19.8</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>技术难易</td><td>可内置与装置中，易安装</td><td>USB 接口自插拔式，需外置安装</td></tr>
<tr><td>预期效果</td><td>可隐藏与装置中，音频输出也在人耳接受范围内</td><td>可调节音量但无法嵌入装置内</td></tr>
<tr><td>经济性</td><td>9.5 元</td><td>34.4 元</td></tr>
<tr><td>综合分析</td><td colspan="2">由测试数据得出，字符播报正确率 TOUGLESY 无源喇叭 100%优于联想 TS38 音响 99%；音频输出:OUGLESY 无源喇叭的平均值 14.4dB，联想 TS38 音响的平均值 19.8dB，再综合技术难易及价格，OUGLESY 无源喇叭更符合方案的比选要求。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>选择</td><td>不选</td></tr>
</table>

制表人:周佩华 **制表时间:2023 年 7 月 7 日**

5）、LED 显示器比选，见下表:

表 8 LED 显示器比选表

<table>
<tr><td>比选参数</td><td colspan="2">字符屏显正确率≥99%、字符屏显延时≤0.2S;</td></tr>
<tr><td>方案名称</td><td>龙智祥 P10</td><td>中航 P4</td></tr>
<tr><td>方案说明</td><td> 
龙智祥 P10，低能耗高亮度单元板，防水防尘、纯铜线芯，LED 材质，像素间距 10mm,像素配置 1W，恒压驱动。</td><td>

中航 P4，全彩 LED 屏，5V,USB 供电，WIFI 连接，可以支持多行显示，字体修改、旋转等。</td></tr>
<tr><td>实验描述</td><td colspan="2">使用模拟信号，多次对两种方案进行测试，分 5 组，每组 20 次，测试其字符屏显正确率与字符屏显延时。</td></tr>
<tr><td>模拟测试数据</td><td>
字符屏显正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
字符屏显延时（单位 S）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均屏显延时</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>0.11</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>0.11</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>0.11</td></tr>
</table>
</td><td>
字符屏显正确率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>19</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>20</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>19</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>99</td><td>98%</td></tr>
</table>
字符屏显延时（单位 S）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均屏显延时</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20</td><td>0.23</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>3</td><td>20</td><td>0.26</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20</td><td>0.27</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>0.24</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>技术难易</td><td>通过 RS485 串口直接输入，易接入</td><td>通过 WIFI 接入，需增加接收模块</td></tr>
<tr><td>预期效果</td><td>可显示 RS485 串口的文本信息</td><td>需对 RS485 串口文本进行解码后才能显示</td></tr>
<tr><td>经济性</td><td>19.5 元</td><td>89 元</td></tr>
<tr><td>综合分析</td><td colspan="2">由测试数据得出，字符屏显正确率:龙智祥 P10 的均值 100%优于中航 P4 的均值 98%，字符屏显延时:龙智祥 P10 的均值 0.11S 优于中航 P4 的均值 0.24S，再综合技术难易及价格，龙智祥 P10 更符合方案的比选要求。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>选择</td><td>不选</td></tr>
</table>

制表人:陆凯凯　　制表时间:2023 年 7 月 8 日

（三）确定最佳方案

小组成员依据分级方案的比选、评价、分析，最终确定了快速除雾装置的**最佳方案**:

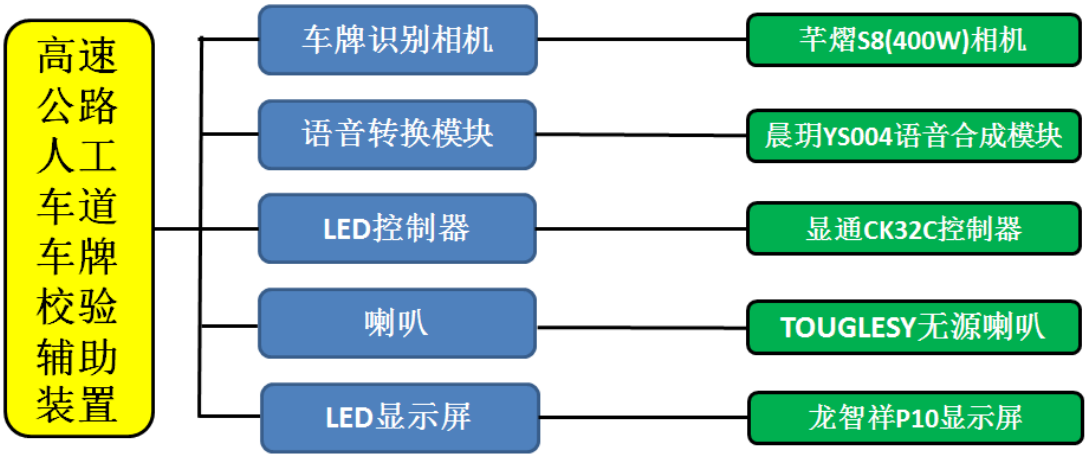


图 5　最佳方案图

制图人:陆凯凯　　制图时间:2023 年 7 月 9 日

五、制定对策

QC 小组按照 5W1H 原则及成员特长制定了对策表，明确目标、落实责任人及完成时间。

表 9　对策表

序号	对策	目标	措施	责任人	地点	完成时间
1	芊熠 S8(400W)相机	车牌采集合格率≥99%	1、采购该车牌识别相机； 2、对芊熠 S8(400W)相机进行线路连接，并进行性能检测；	周伟	工作室	2023.7.13
2	晨玥 YS004 语音合成模块	语音转换指标合格率≥99%	1、采购语音转换模块； 2、对晨玥 YS004 语音合成模块与识别相机连接，并进行性能检测；	陆凯凯	工作室	2023.7.15
3	显通 CK32C 控制器	字符输出成功率≥99%	1、采购 LED 控制器； 2、对显通 CK32C 与识别相机连接，并进行性能检测；	周伟	工作室	2023.7.20
4	TOUGLESY 无源喇叭	音频输出≥10dB;	1.采购 TOUGLESY 无源喇叭； 2.对 TOUGLESY 无源喇叭与语音合成模块连接，并进行性能检测；	陆凯凯	工作室	2023.7.23
5	龙智祥 P10 显示屏	字符显示成功率≥99%	1、采购 LED 显示屏； 2、对龙智祥 P10 与显通 CK32C 控制器连接，并进行性能检测	周伟	工作室	2023.7.25
6	组装调试	装置运行成功率≥99%，通过安全检测	1、对各部件进行组装； 2、安装完成后，对装置进行调试相关性能； 3、进行安全检测；	刘雪浩	收费道口	2023.7.28

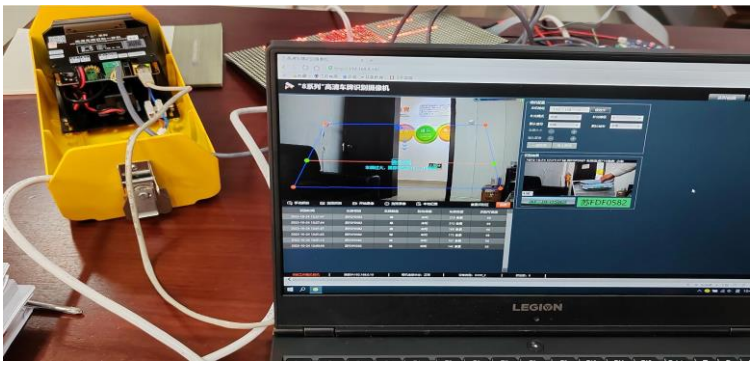
制表人:周伟　　制表时间:2023 年 7 月 10 日

六、对策实施

1、对策实施一:芊熠 S8(400W)相机

表 10:实施一过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 13 日</td><td>地点</td><td>工作室</td><td>责任人</td><td>周伟</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">车牌采集合格率≥99%</td></tr>
<tr><td>措施实施</td><td colspan="5">1. 小组成员周伟采购芊熠 S8(400W)相机；

2. 小组成员周伟对芊熠 S8(400W)相机进行线路连接。
 

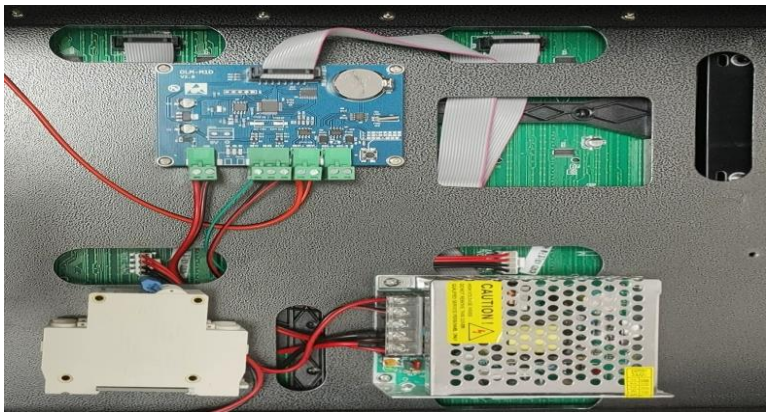
3. 小组成员周伟对芊熠 S8(400W)相机测试其车牌采集合格率。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">测试结果</td><td colspan="5">车牌采集表
<table>
<tr><th>测试组号</th><th>车牌采集合格数</th><th>合格率</th></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>6</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>7</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>合计</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="5">测试结论:车牌采集测试 10 组（每组 10 次），车牌采集合格 100 次，失败 0 次，合格率 100%；</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td colspan="5">车牌采集合格率为 100%＞目标值 99%，实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:周伟 **制表时间:2023 年 7 月 13 日**

2、对策实施二:晨玥 YS004 语音合成模块

表 11:实施二过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 15 日</td><td>地点</td><td>工作室</td><td>责任人</td><td>陆凯凯</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">语音转换指标合格率≥99%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">措施实施</td><td colspan="5">1. 小组成员陆凯凯采购语音转换模块

2. 小组成员陆凯凯对晨玥 YS004 语音合成模块与识别相机连接。
 
3. 小组成员陆凯凯测试晨玥 YS004 语音合成模块语音转换指标合格率。</td></tr>
<tr><td>测试结果</td><td colspan="5">语音转换指标合格率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>合格次数</td><td>合格率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>6</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>7</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
测试结论:经过测试语音转换指标合格率分 10 组（每组 10 次），合格数 100 次，不合格数为 0 次，合格率为 100%。</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td colspan="5">语音转换指标合格率为 100%＞目标值 99%。实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:陆凯凯　　制表时间:2023 年 7 月 15 日

3、对策实施三:显通 CK32C 控制器

表 12:实施三过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 20 日</td><td>地点</td><td>工作室</td><td>责任人</td><td>周伟</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">字符输出成功率≥99%</td></tr>
<tr><td>措施实施</td><td colspan="5">1、小组成员周伟采购显通 LED 控制器;
2、

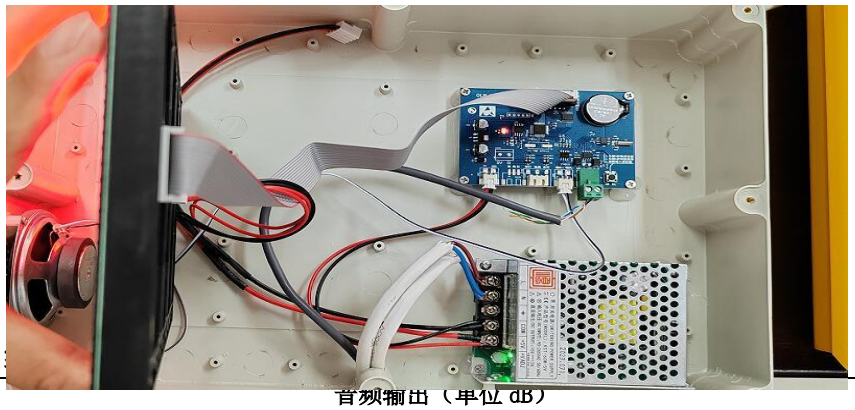
3、小组成员周伟测试显通 CK32C 控制器的字符输出成功率。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">测试结果</td><td colspan="5">
字符输出成功率测试表
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>6</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>7</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="5">测试结论:经过测试字符输出成功率分 10 组（每组 10 次），成功次数 100 次，失败次数 0 次，成功率为 100%。</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td colspan="5">字符输出成功率为 100%＞目标值 99%。实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:周伟　　制表时间:2023 年 7 月 20 日

4、对策实施四:TOUGLESY 无源喇叭

表 13:实施四过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 23 日</td><td>地点</td><td>工作室</td><td>责任人</td><td>陆凯凯</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">音频输出≥10dB;</td></tr>
<tr><td>措施实施</td><td colspan="5">1.小组成员陆凯凯采购喇叭

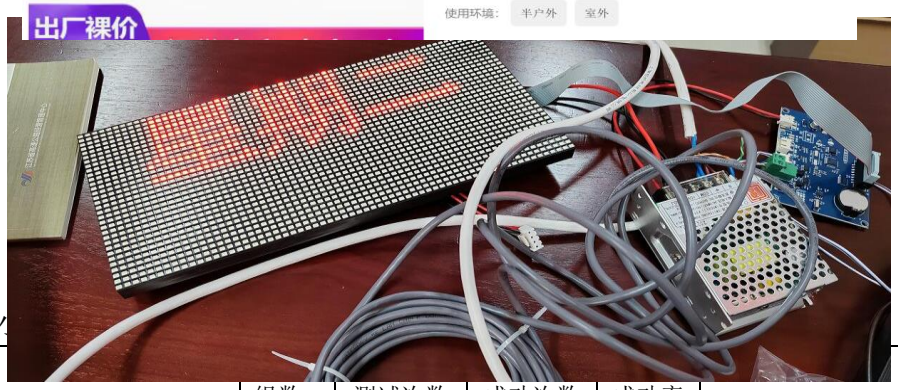
2.小组
 
3.小</td></tr>
<tr><td>测试结果</td><td colspan="5">音频输出（单位 dB）
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>平均输出分贝</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>12.3</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>12.7</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>13.1</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>11.9</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>12.3</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>12.5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>11.6</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>11.4</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>11.3</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>12.1</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>12.1</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">测试结论:经过测试音频输出分 10 组（每组 10 次），最终平均音频输出为 12.1dB.</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td colspan="5">平均音频输出 12.1 dB＞目标值 10 dB，为实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:陆凯凯　　制表时间:2023 年 7 月 23 日

5、对策实施五:龙智祥 P10 显示屏

表 14:实施五过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 25 日</td><td>地点</td><td>工作室</td><td>责任人</td><td>周伟</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">字符显示成功率≥99%</td></tr>
<tr><td>措施实施</td><td colspan="5">1.小组成员周伟采购 LED 显示屏

2.小

3.</td></tr>
<tr><td>测试结果</td><td colspan="5">
<table>
<tr><td>组数</td><td>测试次数</td><td>成功次数</td><td>成功率</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>6</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>7</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>100</td><td>100</td><td>100%</td></tr>
</table>
测试结论:经过测试字符显示成功率分 10 组（每组 10 次），成功次数 100 次，失败次数 0 次，成功率为 100%。</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td colspan="5">字符显示成功率为 100%＞目标值 99%，实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:周伟　　制表时间:2023 年 7 月 25 日

6、对策实施六:组装与调试

表 15:实施六过程表

<table>
<tr><td>时间</td><td>2023 年 7 月 28 日</td><td>地点</td><td>收费道口</td><td>责任人</td><td>刘雪浩</td></tr>
<tr><td>目标</td><td colspan="5">装置运行成功率≥99%，通过安全检测</td></tr>
<tr><td>措施实施</td><td colspan="5">1、小组成员刘雪浩对各部件进行组装。

2、小组成员刘雪浩把装置安装于收费现场，对装置进行调试。
 </td></tr>
<tr><td>测试结果</td><td colspan="5">装置运行效果检查表
<table>
<tr><th>测试组号</th><th>测试车辆数</th><th>运行成功次数</th></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>2</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>6</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>7</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>合计</td><td>100</td><td>100</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">测试结论:测试装置运行共十组（各 10 次）运行成功 100 次，失败 0 次，运行成功率 100%;</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>安全检测</td><td>3、小组向崇启大桥管理处安全部门申请对该装置的安全检测。
安全检测结果文件图
江苏省崇启大桥管理处文件
关于对“高速公路人工车道车牌校验辅助装置”安全评估结果的通知
启东东收费站五心五力 QC 小组：
由你小组研制的“高速公路人工车道车牌校验辅助装置”，经过相关技术专家的检测，该装置在电气安全、保密安全等方面均符合相关规范要求。可以广泛应用于相关场所。
特此通知。
附：《高速公路人工车道车牌校验辅助装置安全评估明细表》
江苏省崇启大桥管理处
2023 年 7 月 26 日</td></tr>
<tr><td>检测结果</td><td>电绝缘性、电流干扰均未检测出安全隐患，可应用于实际工作。</td></tr>
<tr><td>对策目标检查</td><td>各部件连接正常，装置运行成功率为 100%＞目标值 99%，并通过安全部门的安全检测，实现对策目标。</td></tr>
</table>

制表人:刘雪浩　　制表时间:2023 年 7 月 28 日

综上所诉:小组根据对策表，进行对策实施，并依据相关措施与测试数据，对策都已达到目标值，**装置整体实现对策目标。**

七、效果检查

（一）课题目标检查

小组将该“高速公路人工车道车牌校验辅助装置”应用到启东东收费站所在收费亭内并进行效果检查。

图 6 效果检查

制图人:陆凯凯　　制图时间:2023 年 8 月 1 日

装置使用后，当车辆进入车道停车区域时，装置会自动抓拍当前车牌信息，并将车牌信息传输至收费亭内输出端进行播报和显示，从而辅助收费人员快速的进行车牌校验。

为检查该装置的使用效果，小组成员也分批分次的在收费现场进行现场效果检查，时间为 8 月 1 日至 31 日。检查效果见表 16:

表 16 车牌校验时间统计表

日　　期	天气	测试次数	平均校验时长（S）
8 月 1 日	晴	50	7.6
8 月 2 日	多云	50	7.4
8 月 3 日	晴	50	6.8
8 月 4 日	多云	50	7.8
8 月 5 日	晴	50	7.9
8 月 6 日	阴	50	7.1
8 月 7 日	雨	50	7.8
8 月 8 日	雨	50	8.0
8 月 9 日	雨	50	7.9
8 月 10 日	晴	50	7.8
8 月 11 日	多云	50	6.9
8 月 12 日	晴	50	7.4
8 月 13 日	晴	50	7.8
8 月 14 日	晴	50	6.9
8 月 15 日	多云	50	7.3
8 月 16 日	晴	50	7.1
8 月 17 日	雨	50	6.8
8 月 18 日	晴	50	7.7
8 月 19 日	多云	50	8
8 月 20 日	阴	50	7.4
8 月 21 日	多云	50	7.6
8 月 22 日	多云	50	7.9
8 月 23 日	晴	50	7.9
8 月 24 日	阴	50	6.8
8 月 25 日	雨	50	7.3
8 月 26 日	晴	50	7.5
8 月 27 日	多云	50	7.6
8 月 28 日	雨	50	7.1
8 月 29 日	晴	50	7.7
8 月 30 日	雨	50	7.8
8 月 31 日	雨	50	7.9
平均校验时长			7.5

制表人:陆凯凯　　制表时间:2023 年 8 月 31 日

（二）课题目标完成

根据上述表数据中可以看出:在使用高速公路人工车道车牌校验辅助装置后，8 月 1 日至 31 日车牌校验平均时长为 **7.5 秒，小于目标值 8 秒。**

综上所述:实现课题目标。

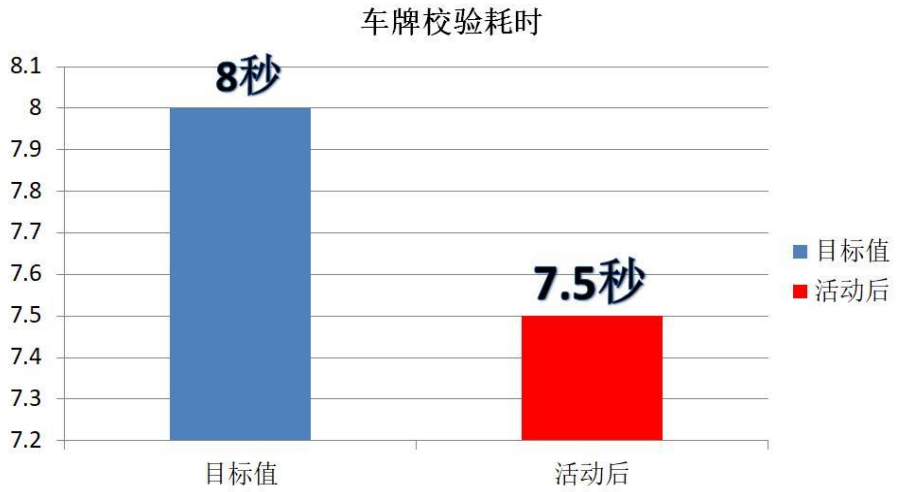
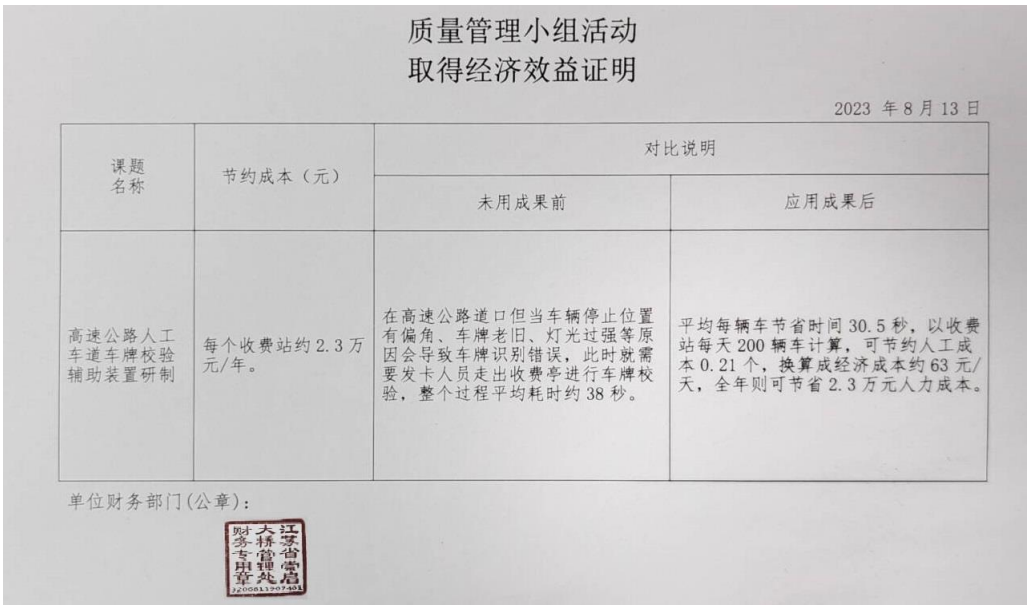


图 7 车牌校验时间目标柱状图

制图人:陆凯凯　　制图时间:2023 年 9 月 2 日

（三）经济效益

在使用“高速公路人工车道车牌校验辅助装置”后，平均每辆车节省时间 30.5 秒，收费站每天平均使用 200 次，节约人工成本 0.21 个约 73 元/天，全年可节省人力成本 26495 元。再减去小组本次活动所耗费用 3500 元，项目共产生经济效益 22995 元。



质量管理小组活动
取得经济效益证明

2023 年 8 月 13 日

课题名称	节约成本（元）	对比说明	
		未用成果前	应用成果后
高速公路人工车道车牌校验辅助装置研制	每个收费站约 2.3 万元/年。	在高速公路道口但当车辆停止位置有偏角、车牌老旧、灯光过强等原因会导致车牌识别错误，此时就需要发卡人员走出收费亭进行车牌校验，整个过程平均耗时约 38 秒。	平均每辆车节省时间 30.5 秒，以收费站每天 200 辆车计算，可节约人工成本 0.21 个，换算成经济成本约 63 元/天，全年则可节省 2.3 万元人力成本。

单位财务部门(公章)：

图 8 车牌校验时间目标柱状图

制图人: 卞冬燕　　制图时间:2023 年 9 月 5 日

（四）社会效益

高速公路人工车道车牌校验辅助装置的成功研制及推广使用，大大减轻了员工的工作量，并降低车牌校验的出错率，同时也减少了车辆在道口等待的时间，有助于节能减排，并提升驾乘人员对高速公路服务的满意度。

八、标准化

（一）可推广性评价

在得到实施效果后，崇启大桥管理处组织评审小组检查验收此项目，并对可推广性进行评审。评审结果为:该装置切合实际需求，且系统稳定、性能良好、安全可靠，具有极高的推广价值。

（二）标准化

经报上级同意，小组编制了**《高速公路人工车道车牌校验辅助装置使用维护管理制度》及《高速公路人工车道车牌校验辅助装置使用说明》**。从而规范该装置的日常管理与使用。

图 9　标准化文件

制图人:周伟　　制图时间:2023 年 9 月 10 日

图 10　资料整理

制图人:高菱　　制图时间:2023 年 9 月 11 日

九、总结和下一步打算。

（一）总结

表 17 总结表

创新点	通过硬件解码的方式,将相机识别的车牌信息分别转换成语音播报和字幕显示。
专业技术	1.小组成员先后借阅 15 本信号传输与电子线路控制学等相关书籍，并通过不断地网络学习与借鉴，创新的使用硬件解码替代软件解码实现信号的输出。 2.在制作装置的过程中，在组长的带领下，各组员对信号信号传输与电子线路控制方面有了详细的探讨与研究。
管理方法	1.小组基于 2020 年版新 QC 准则 PDCA 基本理论，进一步的提升 QC 理论学习，及创新型与问题解决型的相关流程。 2.增强了创新性课题的理论实践，着重于课题的创新点的借鉴,缕清思路的对各方案进行比选。
小组成员综合素质	通过团队协作，激发了小组成员的积极性和创造性，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，核心小组成员完成了从高校书本知识向工作实践技术技能的转变。小组成员各自撰写相关思路与观点，通过相互辩论，评委评论等多样方式开展活动，在融合了 QC 知识、个人能力、创新意识等方面都得到明显提升。在 23 次的试验失败中让小组成员的抗压能力、抗挫折能力有极大的提高，同时也让小组成员在创新观点上思维越发的活跃。
不足之处与努力方向	对数据信号传输，与模拟信号转换任然存在知识结构不牢固，在 QC 工具应用也有所欠缺。在后期，小组成员将认真总结经验，及时了解时代发展的创新性。以 QC 小组活动准则进行新项目的开展。

制表人:卞冬燕　　制表时间:2023 年 9 月 15 日

图 11　小组活动

制图人：周佩华　　制图时间：2023 年 9 月 17 日

（二）下一步打算

下一步小组将会总结本次活动中的得失与经验，继续加强对 QC 理论的学习，发挥 QC 控制管理。结合我们工作中存在的疑难问题，

运用 QC 的思维去解决。

根据单位安保人员反映，单位安保系统的红外感应探测器因气温和阳光干扰误报警次数每日高达 100 多次，严重影响到安保人员的正常工作。因此小组将下一个课题选定为**《无线漫反射探测器的研制》**，通过该装置的使用将误报警次数降低到 10 次以内。