

二、系统的硬件设计

（一）单片机设计

单片机也就是单片微型计算机，是集成 I/O 接口电路、存储器和中央处理器的电路芯片，构成小型计算机系统，并且具备位处理、逻辑运算等能力，还能够控制外部设备。本文系统在设计过程中使用 STM32F10x 系列芯片，能够实现外设 I/O 设备的数据通讯，从而计算外设数据并且转发。

（二）卫星定位设计

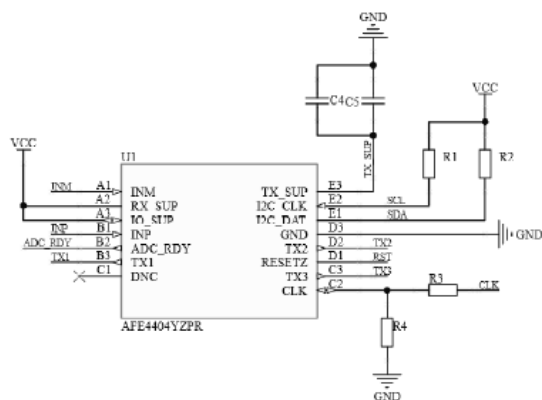
利用卫星对物体位置精准定位，本文系统使用北斗定位系统结合 GPS 定位系统，使系统定位精准性得到提高。北斗 /GPS 双模定位使用 ATGM332D 模块，在计算机和单片机系统传输定位信息。此模块的主要功能为灵敏度高、功耗低，并且具备三维位置的定位功能，还能够测速，定位精度不超过 2.5m。

（三）监测采集功能

使用 VL52L0X 高精度激光测距传感器对帽带进行检测，能够实现非可见光的发射，使传统方式中红光分散注意力等问题得到解决，还能够使系统抗干扰性得到增强。

（四）前额监测功能

在收集血氧、心率等生理健康参数的过程中，可以使用微型对光电传感器进行模拟，前额监测电路详见图2。根据反射式 PPG 信号能够对是否正确的佩戴安全帽进行检测，此种设计方法能够使功耗得到降低，满足设计的需求，使样本的收集率得到提高。AFE4404 中设置开关发光二极管和光电二极管，对人员的血氧饱和度与心率进行监测，并且设置 LED 驱动器对电路信息接收，并且对小信号电平感测，降低成本，满足设计需求^[3]。



> 图2 前额监测电路

（五）主控和通讯功能

使用 N32G452REL7 主控芯片设计智能安全帽，工作主频率最高为 144MHz，并且支持 DSP 指令和浮点运算，并且集成多路接口，使智能安全帽拓展功能得到满足。使用低功耗、高性能的智能安全帽通信模块，利用 LCC 贴片封装，能够提高抗干扰性能。

（六）声光报警功能

利用 LED 指示灯和无源蜂鸣器对智能安全帽佩戴和充电的情况显示，如果安全帽的电量比阈值要低，蜂鸣器每隔五分钟就会进行警示，红色指示灯闪烁。

在正常佩戴智能安全帽时，那么绿色指示灯的闪烁正常。如果没有正常的佩戴，那么蜂鸣器会急促提示，并且报警。在红绿灯交替闪烁的时候，表示网络不佳，设备无法联网。在成功联网时，绿色指示灯闪烁。

三、系统的软件设计

（一）视频采集

本文系统输入数据就是摄像头抽帧图像，根据程序编程接口对系统环境进行开发设计。并且实时显示网络摄像头中的视频。初始化网络摄像头 SDK，注册设备后预览。对数据流进行实时收集，然后对数据库图像信息调用，对信息进行解码。通过人机界面能对数据流进行显示，然后读取摄像头中的数据。如果检测到没有佩戴安全帽，能够抓取监控中人体的区域，并且在界面中显示，将细节对管理人员展示^[4]。

（二）人机界面设计

QT 属于跨平台 C++ 图形用户界面库，能够对大量功能模块封装，从而使工作人员快速开发人机界面。通过信号与槽函数机制传递各控件信息，方便了模块交互，提高信息发送精准性。本文使用 C++ 编写调度库函数，实现人机界面的设计。开启网络摄像头，然后对视频流区域进行截取，编码图像在云台中上传，根据智能算法检测照片中的工作人员是否正确佩戴了安全帽。

对云平台在检测安全帽是否正确佩戴的结果进行解析，根据 QPainter 类进行绘图，根据重载父部件中 QWidget 函数绘制子类窗口部件，利用程序调用函数后更新窗口中的部件。然后通过 JSON 数据的解析结果分析人员的坐标，然后绘制视频窗口数据曲线内容。

人机界面的按键就是信号发生器，在点击按键后发生信号，对槽函数进行执行，从而实现相应功能。另外，还能够统一管理多个网络摄像头设备，还能够对视频流进行实时的监控。如果工作人员佩戴安全帽的方式不正确或者没有佩戴，那么就要展示在大窗口中，使管理人员能够查看。

（三）可视化管理功能

1. 人员定位

利用智能定位模块得到佩戴安全帽工作人员的定位信息，利用通信模块将数据传输到数据库中，安全监管平台能够利用页面交互和数据协议，在显示屏上显示作业人员定位信息，管理人员利用驾驶舱对人员位置掌握。在管理过程中，结合系统对考勤区域设置，对工作人员进行考勤和调度^[5]。

2. 佩戴监控

通过传感器的信号对智能安全帽进行监测，在正确佩戴智能安全帽的时候，光电传感器紧贴工作人员的前额，能够测量人体生理的参数。如果没有正确佩戴安全帽，那么就无法对生理参数监测，利用数据处理后报警。监管系统对佩戴人员发送短信提醒。另外，还能够将信息保存到数据库中，利用后台或者驾驶舱查看，图3为智能安全帽的佩戴检测。

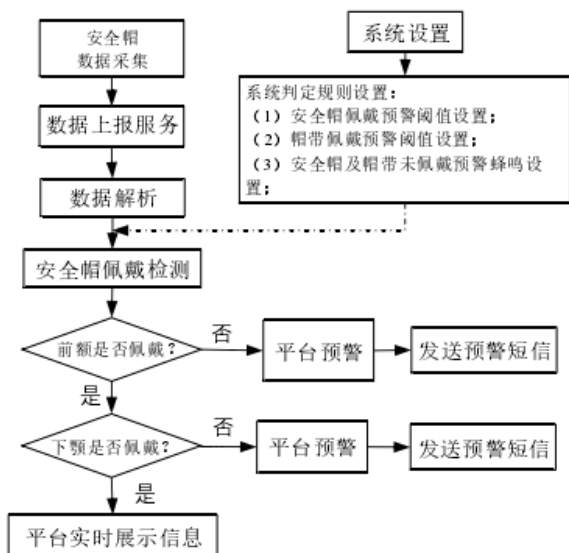


图3 智能安全帽的佩戴检测

3. 生理参数监测

通过监测生理参数能够了解作业人员的身体情况，不同施工区域的环境不同，如果作业人员在高温下施工可能会中暑，无法及时监测和通知。所以安全帽使用传感器监测作业人员血氧饱和度和心率，对智能安全帽的传感器信息进行收集，比如心率等。根据无线传输技术将参数发送到云服务器中，以约定的协议对参数进行解析，并且对其进行判断。如果出现异常，就要对作业人员发送短信，并用安全帽报警。

4. 班组上下班监测

在施工过程中可能会存在部分特殊情况，同个班组要负责多工段施工。并且各工段距离不同，那么可以根据系统安全帽佩戴的比例进行判断，设置班组长，优先判断班组长的佩戴情况，在平台中反馈上下班数据。

四、系统的现场应用

以某工程为例分析智能安全帽的应用，此工程涉及车务、给排水、电务、公务等专业，工期包括200名劳务工、50名安全监

管人员、20台挖掘机等设备，对现场安全和质量的要求比较高。以实际工程施工现场作业人员，为智能安全帽赋予唯一的二维码和ID，绑定施工人员和智能安全帽。

(1) 状态监控预警。管理人员能够利用监控平台对作业人员佩戴安全帽的情况监控，判断是否在规定的区域中施工。假如出现电量过低、佩戴不正确、脱帽等情况，安全帽就会警报提醒工作人员，并且监控平台中也会显示红色的标识，对管理人员警示，通过信息或者电话等方式通知负责人。

(2) 信息整理分析。智能安全帽和监控平台能够对作业过程中的视频信息进行收集，对每日作业人员的数量、活动路径、违规次数等信息收集。通过数据的导出构成作业人员考勤表，对其工作能力进行评价，从而得出劳务结算和考核建议，掌握剩余的劳动潜力与效率。对施工中的影像资料进行存储，使工程变更、签证更加的方便，还能够追溯工程有缺陷问题的负责人，及时发现存在的问题并且解决。

(3) 辅助管理决策。根据统计数据报表或者视频信息，使工程的成本、进度、质量和安全管理得到强化。对比违章次数和劳动效率，选择优秀的劳务个人或者队伍。或者通过作业流程视频对工作经验总结，对施工组织、方案进行优化，并且科学安排作业流程，掌握安全质量的监控重点，对工作人员的工作量合理分配，避免机械人工浪费。另外，还能够及时的发现剩余劳动力，使富余劳动力降低，从而降低工程人工成本。对违章事件、习惯性违章次数进行统计，对高频安全问题及时的纠正。

五、结束语

目前，智能安全帽系统已经在试运行，在工作现场管理过程中逐渐替代了管理人员。本文设计的系统是针对传统安全帽系统功能设计的实时定位和传输，管理人员能够动态化的跟踪作业人员的活动，并且实时收集生产现场的动态信息，结合管理功能实现预警信息的发送，对作业人员佩戴安全帽进行实时监控和提醒。另外，在系统应用过程中还能够避免工作人员出现违章情况，提高工作人员工作的规范化程度和作业标准化意识。

参考文献

- [1] 梁楷博, 吴有龙, 苏杰, 等. 基于惯性传感器的智能安全人体跌倒检测系统设计 [J]. 物联网技术, 2022, 12(4): 14-16.
- [2] 任伟. 基于本安摄像头外挂式 AI 终端的安全帽识别的实现 [J]. 煤矿机电, 2023, 44(1): 13-17.
- [3] 陆启荣, 赵新朋, 梁利华. 基于智能安全帽的数字化安全监管平台设计 [J]. 科技资讯, 2023, 21(19): 52-56, 75.
- [4] 马晓慧, 刘新恺, 马鑫磊, 等. 基于树莓派的嵌入式智能安全帽设计与实现 [J]. 物联网技术, 2022, 12(2): 61-64.
- [5] 何敏, 秦亮, 赵峰, 等. 面向电力系统现场作业的安全风险管控智能检测算法 [J]. 高电压技术, 2023, 49(6): 2442-2457.
- [6] 郑楚伟, 林辉. 基于百度 AI 智能云平台的安全帽佩戴检测系统 [J]. 机电工程技术, 2022, 51(8): 220-224.