# 医用雾化器硬件设计说明

1. **目的**

本文档的目的是对硬件方案及设计思路进行描述，以便其他人更好理解雾化器的设计方案及工作原理。

1. **雾化器需求功能描述**

医用雾化器主要需要的功能如下表所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 功能 | 功能描述 | 备注 |
|  | 呼吸机可识别 | 当雾化器通过航插接在呼吸机上时，呼吸机可识别到雾化器设备插入； |  |
|  | 呼吸机可控制启停 | 呼吸机可通过界面控制雾化器开始/停止工作； |  |
|  | 状态反馈 | 雾化器反馈当前工作状态给呼吸机； |  |
|  | 扫频 | 雾化器开机启动开始扫频，并记录采样数据，找出数据最大点为最佳雾化频率点，记录频率数据并以此频率开始雾化功能 |  |
|  | 雾化 | 雾化器可正常驱动药杯进行雾化药液的工作； |  |
|  | 无水停机报警 | 当药液全部雾化完毕后，雾化器停止工作并通过反馈给出报警信息，保证雾化器不因无水工作而损坏 | 正常工作状态下可触发 |
|  | 药杯未连接好报警 | 雾化器与药杯之间的线没有连接好，不能正常雾化，雾化器可判断并反馈给呼吸机报警状态； | 正常工作状态下可触发 |
|  | 药杯连接好后自动恢复 | 当药杯未连接好报警后，重新插好药杯，雾化器恢复正常工作状态重新启动雾化功能； | 正常工作状态下可触发 |
|  | 开机无水报警 | 当开机发现药杯内无水时，停止雾化并反馈报警信号 | 本版本做不到 |
|  |  |  |  |

1. **硬件设计详细说明**

硬件原理图如PDF文件所示，硬件的主要功能分为四大块：与呼吸机通讯、输出PWM信号启动雾化、采集CT\_AD信号读取水杯工作状态、处理各个关键信号并反馈，下面分别论述：

* 1. 与呼吸机通讯功能：

与呼吸机的通讯主要依靠三根信号线，分别是：

a)呼吸机给雾化器的使能信号EN\_Fog，当雾化时间设置为15min时，此信号为4Hz方波，同时雾化器需要控制15min指示灯亮，15min计时由呼吸机完成，计时时间到，呼吸机把EN\_Fog信号拉低，雾化器停止工作；同理，当雾化时间设置为30min时，此信号为8Hz方波，同时雾化器需要控制30min指示灯亮，30min计时由呼吸机完成，计时时间到，呼吸机把EN\_Fog信号拉低，雾化器停止工作。

b)雾化器给呼吸机的状态反馈信号NebSt，此信号为雾化器反馈当前工作状态的信号，反馈频率与状态对应关系如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 雾化器当前工作状态 | 反馈频率值（Hz） |
|  | 未工作 | 0（低电平） |
|  | 15min正常工作 | 4 |
|  | 30min正常工作 | 8 |
|  | 药杯未连接好 | 16 |
|  | 药杯无水停机报警 | 32 |

c)呼吸机识别雾化器是否插入的信号Dev\_NC，此信号用于呼吸机识别雾化器设备是否连入呼吸机系统，对于雾化器而言，此信号上电以后一直为高电平。

* 1. 输出PWM信号启动雾化：

雾化器的雾化原理是：MCU输出PWM信号驱动MOS管，MOS管一直开关给L2电感储能，MOS关闭后，L2上的能量通过P+,P-形成回路释放，此能量用于驱动雾化片。所以此PWM的频率即为雾化片的驱动频率。（雾化片手册声称的频率为120±5kHz，所以我们的扫频频率为108kHz~130kHz。扫频的目的是补偿雾化片生产过程中的差异，保证雾化片工作在最大振幅的状态）

* 1. 采集CT\_AD信号读取水杯工作状态：

硬件通过简单的RC滤波，把电流的采样信号通过13脚给到单片机的内部ADC，通过软件滤波得到相对稳定的平均值信号，当此值过小，说明没有负载，报药杯未连接故障；当此值过大，说明后端短路，应立即停止PWM输出并输出故障状态；当此值正常时，记录当前值，把此值的**±10%**范围（可调整）划定为正常工作状态，此阈值范围每15s更新一次，当采集到超出此范围时，开始进入无水判断，连续采集10次，范围缩小到5%（可调整），当超出此范围，状态+1，否则-1，状态≥5，判断为无水，停止PWM输出并输出无水停机状态给呼吸机。

* 1. 处理各个关键信号并反馈：

主要处理工作中的各种状态，比如开机扫频确认雾化频率、确认水杯是否连接好或短路并反馈对应状态，判断水杯是否无水并给出反馈状态，雾化的启动和停止、状态反馈、设备是否插入雾化器系统等。

总的来说，雾化器的硬件整体来说比较简单，难点在无水检测的准确判断及扫频策略上，希望软件能在现有的基础上优化，使整机性能稳定可靠。