廣東工業大學

2020-2021 学年第二学期

传感器技术及应用

项目作业报告

学院 信息工程学院

专业 信息工程

班级 18 级 2 班

小组成员 余鸿呈

杨泽宇

张泽伟

指导教师 何家峰

2021 年 5 月 10 日

基于多传感器融合技术的智能导盲杖的设计

A、分工说明

余鸿呈：查找文献、市场调研、元件选择、发现存在的问题，提出解决方案，演讲展示

张泽伟：完成电路结构形式、元件选择、组装调试、电路改进、提出解决方案、整合文档

杨泽宇：误差分配、元件选择、参数估算、抗干扰设计、限制因素和矛盾因素分析及处理、提出解决方案、制作 PPT

B、通过文献与市场调研，发现存在的问题

据中国残联最新统计的数据显示，中国目前各类残疾人总数已达 8500 万，有着世界上最大的满人群体。每年在中国大约有 109 万新增盲人,如果继续保持该增长趋势,到 2025 年中国的盲人人数可能增加四倍。盲人的比例日益增加,但该群体受经济和生活等多方面因素的影响,盲人的出行问题,成为当今社会最揪心的话题。很多因为外力因素致盲的人会因为视力丧失而出现心理障碍。同时，国家现在大力倡导“残疾人无障碍出行”的大众理念以及相关的法律法规。

C、提出解决方案

鉴于此，为方便盲人出行,我们设计了一款新型的智能导盲杖。该导盲杖利用超声波传感器、温度传感器及积水探测传感器分别探测盲人前方障碍物、环境温度、路面积水情况等信息,并通过语音播报、震动反馈将预警信息反馈给盲人。利用光照度传感器测量周围光线情况,根据光照度值自动打开灯光,提醒他人避让盲人。该导盲杖功能齐全、使用方便,可为盲人的出行带来很大的便利。　导盲杖的对话功能也能在一定程度上增强他们的心理安全感及自信感,进而使他们的紧张。

产品整体构思：

这款安装了超声波感应器的新型智能导盲杖，可以感应使用者在行走时前方一定距离的障碍物，并可以通过耳机播报相关提示内容来通知视觉障碍者，提高了他们出行的安全性，使用者可以自行调节耳机音量的大小，在电量过低时，耳机将发出相关提示音提醒使用者充电。

设计创新点：

1. 为了让盲人及时地掌握出行路况，确保他们出行的安全方便，智能导盲杖的外观设计上可采用安全轻便又耐用的材料，并且在导盲杖上安装超声波感应器，通过耳机能够提前提醒盲人前方有障碍。

2. 当光照强度小于某个阈值时自动打开导盲杖上的 LED 警示灯，以便提醒行人及车辆注意避让，能够更好地增加盲人夜间出行的安全性。

3. 该款智能导盲杖通过太阳能电池板发电和储能蓄电池蓄电，实现节能环保和资源的可再生。

参考文献：

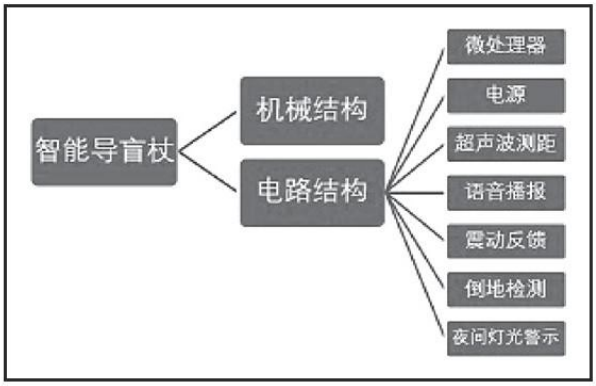
【1】钟旭,陆艳.互联网思维下残疾人助行器的外观设计构思[J].信息记录材料，2018,19(11):231-232.

【2】吴艳丹,王聪颖.资源配置视角下残疾人群众体育的现状、问题与对策[J].体育科学,2015,35(3):3-11

【3】赵晓军,陈晓燕,李家兴等,基于 RFID/GPS 的导盲杖设计与研究[J].电视技术,2019,43(1):111-114

D、电路结构形式

智能导盲杖由机械结构和电路结构两部分组成。机械结构包括导盲杖的各个组成部件、杖体外形以及杖体的使用材料。电路结构包括微处理器单片机、电源模块以及各传感器模块。



（1）超声波测距避障模块主要是利用超声波传感器，持续地发射和接收超声波，不停地检测前方是否有障碍物，该模块为整个系统的核心。

（2）语音播报模块主要是通过语音控制芯片，将主控制系统传输的信息转化为语音输出。

（3）震动反馈模块由多个振动马达组成，当收到单片机发出的“震动”信号时，电路接通，使导盲杖处于震动状态，以便更好地提醒盲人。

（4）倒地检测模块安装在把手位置，可以利用内置的三轴加速度传感器，获取导盲杖当前所处的状态，及时判断是否发生摔倒。

（5）夜间灯光警示模块主要是利用光照强度传感器检测外界环境光照强度，并结合 LED 光源，实现在较暗的环境下提醒行人的功能。

E、误差分配

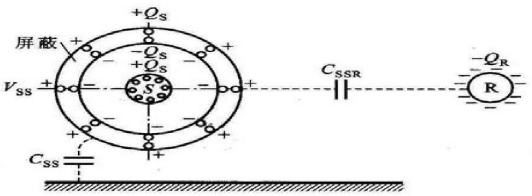
在等作用原则分配误差的基础上，按可能性调整误差：
（1）超声波测距避障、语音播报、震动反馈、倒地检测。测量精准度相对误差为 1%。
（2）超声波测距避障误差为 3cm,语音播报震动反馈错误概率 1%，倒地检测错误率 10%。

F、参数估算

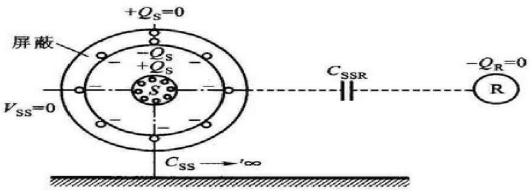
（1）当检测到障碍物距离杖体 15cm～50cm 时，处理器会将信号发送给震动反馈模块，此时位于手柄部位的多个震动马达开始发挥作用，使整个杖体不停地震动，提醒盲人要加倍小心。
（2）超声波测距避障探测距离为 2 cm～450 cm，探测频率为 500Hz,测试精度可达 3mm，多组传感器并行工作可实现 360 度全方位测距避障。
（3）通过实验发现，倒地检测装置所处的位置直接关系到测量数据的准确性，将装置安装于把手位置最为可靠。因为把手位置的活动幅度较小，相比于杖体稳定性更高。倒地检测装置的核心部件是可以同时测量空间三个方向的加速度的三轴加速度传感器。图 4 为该款智能导盲杖的三维坐标图。令 Aca 为加速度向量幅值，设 X 轴方向的加速度为,Y 轴方向的加速度为,Z 轴方向的加速度为,则合加速度为在倒地瞬间，导盲杖的加速度在三轴方向(即 Aca 值)会发生巨大变化。Aca 的值越小，智能导盲杖所处的状态越稳定。当盲人摔倒时，导盲杖失去平衡，此时装置会检测加速度是否达到设定峰值，因此可以用阈值法来判断摔倒是否发生。
（4）夜间灯光警示模块将光照强度值转化为电压值，再经调压电路将此电压值转换为 0～2V 或 4～20mA，以此来判环境的光照强度，当光照强度小于某个阈值时自动打开导盲杖上的 LED 警示灯。

G、抗干扰设计

（1）抗电磁：
1.电干扰：
要减少电场所引起的干扰，可采取以下措施:
(1 使干扰源与受感器远离以减小 CSR，从而达到减小 Qn 的目的。
(2 加设高电导率的金属屏蔽物如壳、罩、板、栅等将被屏蔽物隔离,并让其良好的接地,使 V=0



(b) 屏蔽未接地，不能抑制干扰



(c) 屏蔽接地，干扰被抑制

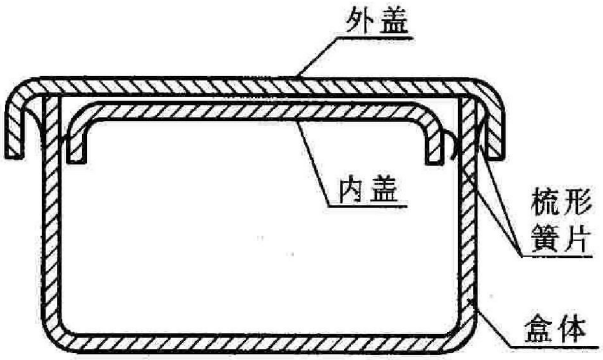


图 2.31　双层电屏蔽盖结构

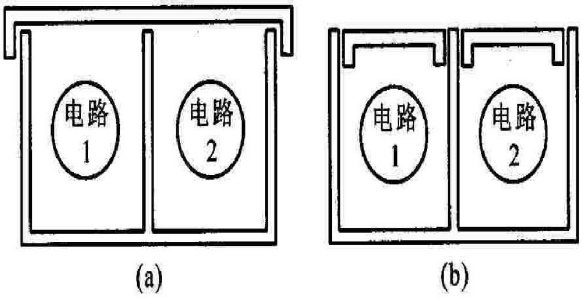


图 2.32　屏蔽盖的结构形式

2. 磁干扰：

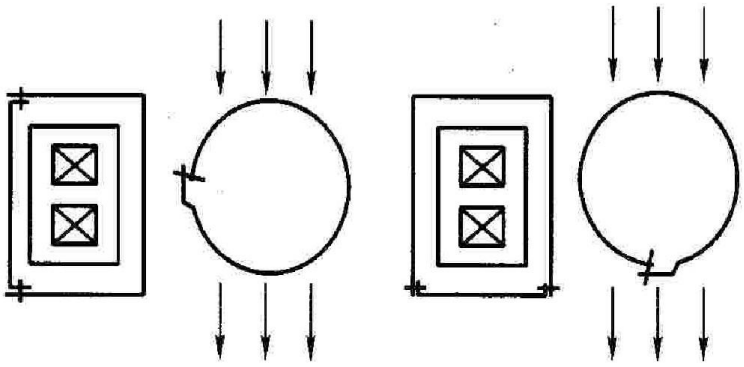
由于磁场屏蔽是通过选用高磁导率材料进行磁分路来实现的，因此，在磁场屏蔽的结构设计时，要围绕减少磁阻工作开展，具体可采取以下措施：

(1 减小屏蔽盒(罩)接缝的磁阻

(2 屏蔽盒(罩)接缝位置应平行于磁场

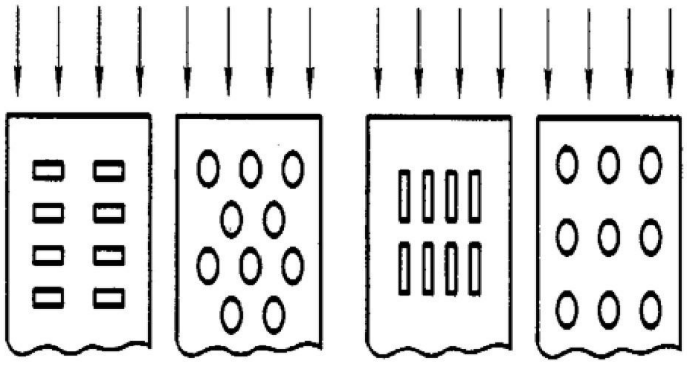
(3 正确布置屏蔽盒(罩)上的通风孔和接线孔。

(4 双层磁屏蔽



(a) 不正确　　(b) 正确

图 2.36　屏蔽盒(罩)接缝位置



(a) 不正确　　(b) 正确

图 2.37　屏蔽盒(罩)上的通风孔和接线孔布局

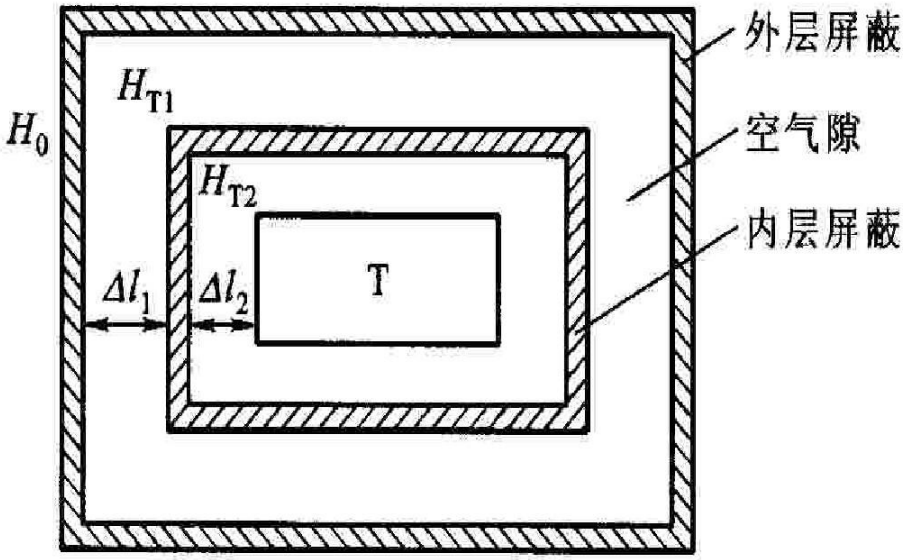


图 2.38　双层磁屏蔽结构

（2）抗环境温度变化：

1. 自然散热

电子设备的自然散热途径通常有两种情况;对于封闭式机箱,另一种对于敞开式机箱。实际上必须从两方面来考虑电子设备的自然散热问题:一方面是提高机壳向外界的热传递能力;另一方面是改善设备内部电子元器件向机壳的传热能力。

(1 机壳的散热设计

机壳在自然散热中起重要作用,应充分考虑热传递的途径,进行合理的散热设计。

a. 降低壁面传热热阻或增加换热表面积

b. 加强电子设备的辐射散热能力,主要是提高电子设备机箱外壳和元器件外表面的热辐射能力。

c. 提高对流换热效果(烟囱效应)

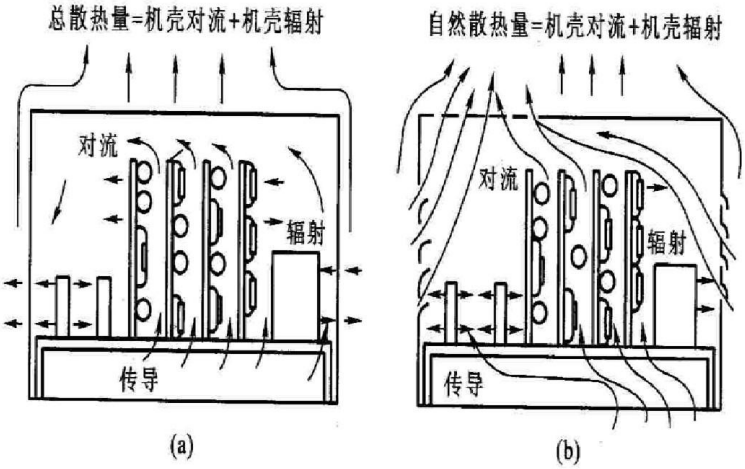


图 2.4 电子设备自然散热时的热流途径

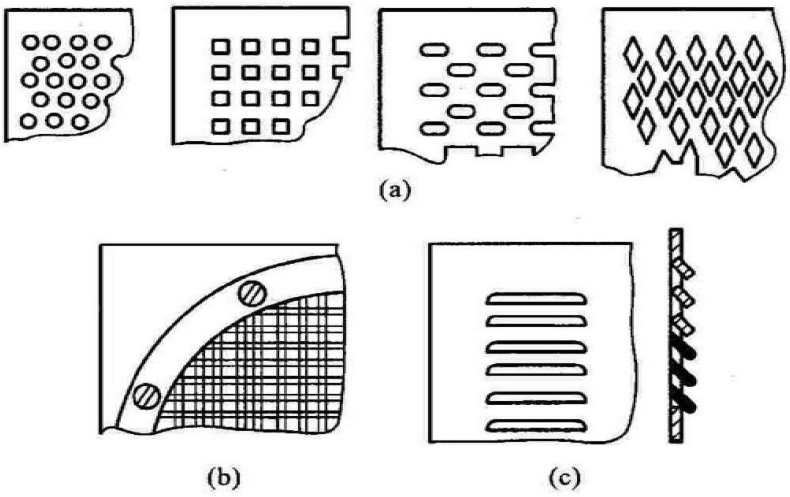


图 2.5 通风孔的结构形式

(2 设备内部的自然散热

a. 电阻电阻的温度与其型式、尺寸、功耗、安装位置以及环境温度有关。

b. 变压器变压器主要依靠传导散热。

c. 晶体管对于功率小于 100mW 的晶体管，一般不加散热器，

d. 集成电路主要依靠其外壳及引出线的对流。

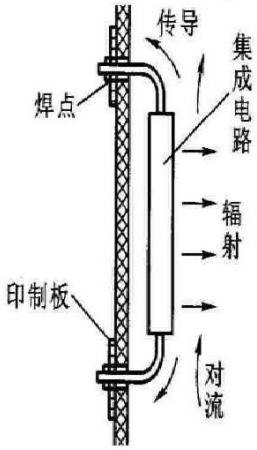


图 2.7 集成电路一般散热途径

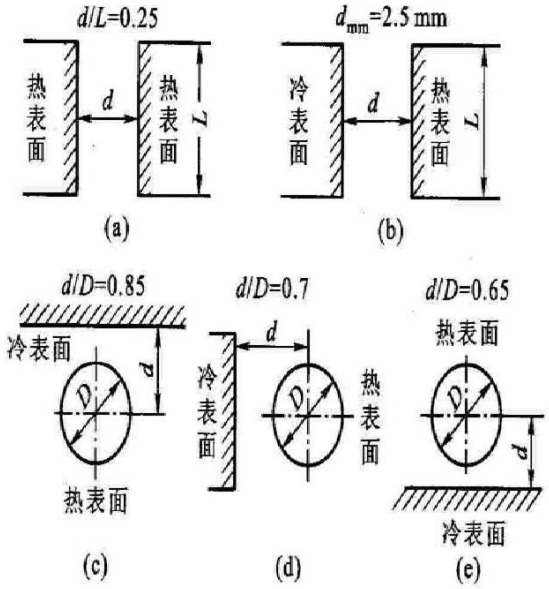


图 2.8 自然对流时,元件排列的距离关系

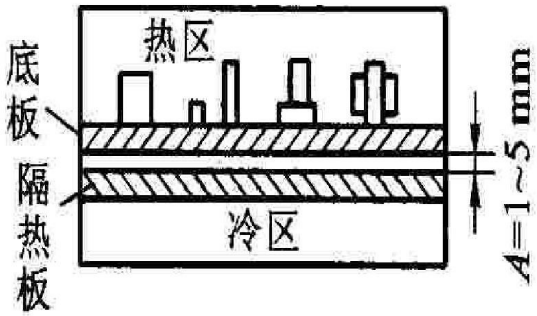


图 2.9 “热屏蔽”形成的热区和冷区图

2．强迫通风散热

强迫通风散热适用于中、大功率的电子设备，利用风机进行抽风或鼓风，加速设备内气流速度，达到散热目的。

(1 整机的抽风冷却

(2 整机的鼓风冷却

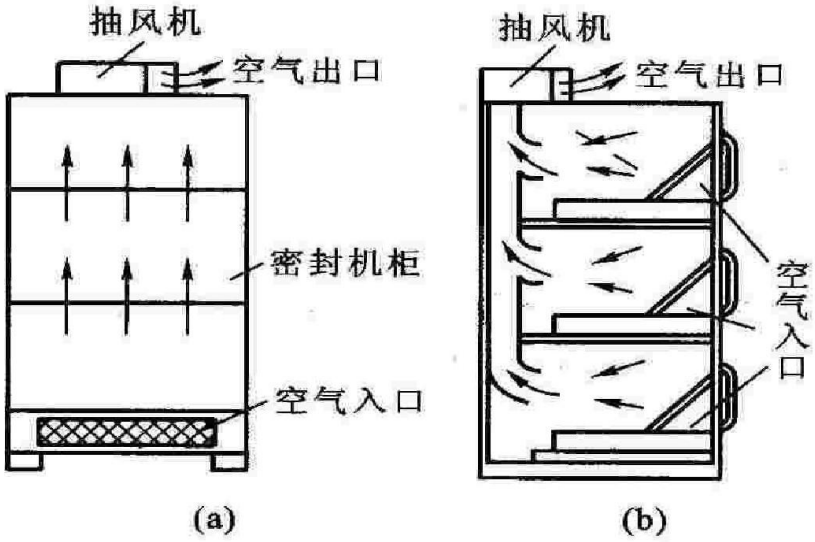


图 2.12　抽风冷却

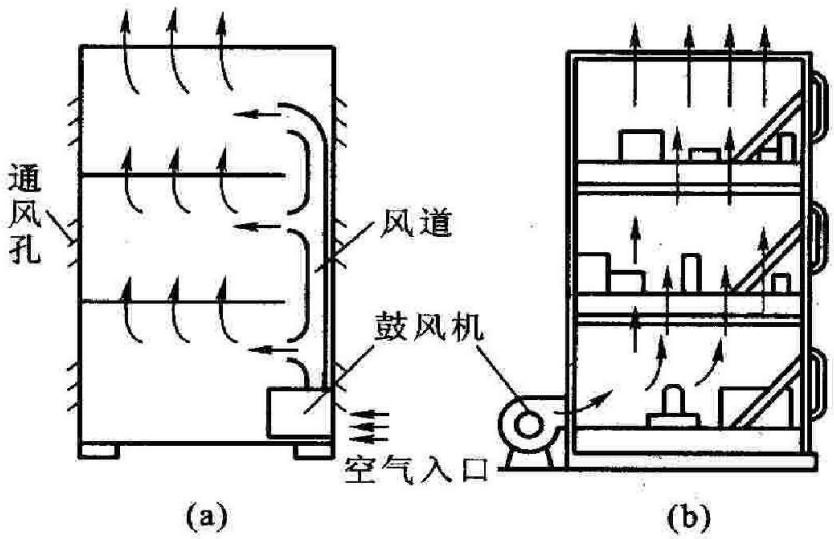


图 2.13　鼓风冷却

H、元件选择

（1）微处理器模块：

该模块采用 STM32F103 单片机(ST 公司开发的 32 位微控制器)作为核心处理器，其具有超低功耗的 ARM Cortex-M0 处理器内核，性能强悍，运算速度快，完全可以满足该方案的设计需求。

（2）电源模块：

电源采用可充电 9V 锂离子电池，经过电压转换模块的稳压降压以及外围滤波电路的处理后产生需要的 5V 和 3.3V 电压。

（3）超声波测距避障：

超声波测距避障模块采用多组 HY-SRF05 超声波传感器，探测距离为 2 cm～450 cm，探测频率为 500Hz，测试精度可达 3mm，多组传感器并行工作可实现 360 度全方位测距避障。该传感器一共有五个引脚，分别是 Vcc、GND、Trig、Echo、Out。其中 Vcc 表示电源端，接 5v 电源；GND 为共地端；OUT 为输出端子，可通过判断输出的电平来判断是否上电；Trig 为触发(控制)端口；Echo 为接收端。使用该模块时，通过 STM32 单片机给其触发控制端一个 10μs 以上的高电平信号，该传感器的输出端会发送 8 个 40 kHz 的方波，并且具有信号回传的自动检测功能，如检测到有信号返回，则通过 I/O 口接收端输出一个高电平，高电平持续的时间 T 即为超声波从发射到返回的时间。

（4）语音播报：

单片机将超声波传感器检测到的路面情况的信号传输到语音播报模块，此时位于该模块的语音控制芯片通过内嵌的 DSP 高速音频处理器和 13Bit/DA 转换器将单片机传输的电信号转换为音频信号，并通过内置的播放器向外播放。

（5）震动反馈：

在把手部位安装多个震动马达，所选用的马达与常见的手机马达类似，外部为塑料制成的外壳，内部有一个微小的直流电动机，用以驱动偏心轮转动。此外在该模块还设置有一块集成电路，这部分电路可以控制电机的启动和停止。当核心处理器向该模块发出“振动” 信号时，控制电路接通。电机轴上有一个偏心轮，在电机转动过程中，偏心轮的圆心质点不在电机的转心上，此时马达处于不断的失去平衡的状态，由于惯性作用引起震动。

（6）倒地检测：

通过实验发现，倒地检测装置所处的位置直接关系到测量数据的准确性，将装置安装于把手位置最为可靠。因为把手位置的活动幅度较小，相比于杖体稳定性更高。倒地检测装置的核心部件是可以同时测量空间三个方向的加速度的三轴加速度传感器。当盲人摔倒时，导盲杖失去平衡，此时装置会检测加速度是否达到设定峰值，因此可以用阈值法来判断摔倒是否发生。

（7）夜间灯光检测：

夜间灯光警示模块由光照强度传感器和 LED 光源警示灯组成，采用 HA2003 光照传感器进行采集，将光照强度值转化为电压值，再经调压电路将此电压值转换为 0～2V 或 4～20mA，以此来判环境的光照强度，当光照强度小于某个阈值时自动打开导盲杖上的 LED 警示灯，以便提醒行人及车辆注意避让。

I、组装调试

在把手位置安装有整个系统的开关按钮，按下按钮各电路接通。首先，超声波传感器持续地发射和接收超声波信号，当检测到前方有障碍物时，超声波测距避障

模块会输出不同的电压值作为信号，当距离杖体 50cm～150cm 时，传感器会将检测到的信号输送给微处理器单片机，经过单片机处理后，将信号传输给语音播报模块。语音播报模块会将单片机传输的电信号通过语音控制芯片转化为文本信息，再由语音合成芯片将文本信息转化为语音，通过播放器向外播报。当检测到障碍物距离杖体 15cm～50cm 时，处理器会将信号发送给震动反馈模块，此时位于手柄部位的多个震动马达开始发挥作用，使整个杖体不停地震动，提醒盲人要加倍小心。在开关接通后，倒地检测模块和夜间灯光警示模块会持续处于工作状态。倒地检测模块内置的三轴加速度传感器会不停收集智能导盲杖各方位的加速度，若检测到当前状态异常，会将信号由单片机传送到语音播报模块和震动反馈模块，及时向外界发出信号，寻求帮助。夜间灯光警示模块内置光照强度传感器，当检测到外界环境较暗时，会打开智能导盲杖的 LED 三色警示灯，提醒行人注意避让。

J、电路改进

由于导盲杖可能因为忘记充电或者在外使用时间过长导致电源电量不足，所以在电路改进方面可以加上太阳能电池与太阳能板。

K、限制因素和矛盾因素分析及处理

（1）限制因素：精准度、价格、性能。

处理方法:精准度:多次探测取均值

价格：用 PC 材料，坚固耐用可回收，不易产生划痕

性能：以后添加导盲杖专属 APP，让功能多样化

（2）矛盾因素：

性能和价格的矛盾：功能的丰富可能会导致价格的上涨

解决方法：增强智能导盲杖对各类 APP 的兼容性，让功能丰富的同时尽可能减少用户的支出。