

北京航空航天大学

**第二十三届 “冯如杯”
学生创意大赛**

空气检测净化“口罩”

2013 年 4 月 17 号

摘要

近段时间，由北京市 PM2.5 事件等引起的空气问题引起了大家的广泛关注，空气质量成为热点问题。大家对空气质量的追求不断提高，因此需要便携式的可以对空气污染物进行检测并适当净化的装置，让我们能在户外获得更好的空气质量。

关键词

PM2.5 空气检测 空气净化

Abstract

Recently, the widespread concern caused by the air of Beijing PM2.5 events, air quality has become a hot issue. The pursuit of the air quality continuously improve, and therefore need a portable air pollutants detection and appropriate purification device, so that we can get a better air quality in outdoor.

Keywords

PM2.5 Air quality testing Air purification

绪论.....	4
一、创意思路.....	4
1. 作品核心创意.....	4
1.1 产品结构.....	4
1.2 创意来源.....	4
2.系统设计概述.....	5
3.产品工作原理.....	5
3.1 空气检测模块.....	5
3.2 空气净化模块.....	7
3.3 微处理器模块.....	8
3.4 输出模块.....	9
四、预计技术难点.....	9
1.空气检测装置.....	9
2.空气净化装置.....	9
3.电源.....	9
4.处理器和输出模块.....	10
五、应用前景.....	10
优点.....	10
缺点.....	10
市场需求.....	10
六、总结.....	10

绪论

进入 21 世纪以来,随着科学技术和社会经济的不断发展,人们在不断提高并追求生活质量,空气质量便是进来的关注热点。前段时间北京等城市 PM2.5 超标等空气问题引起了人们的广泛关注。

目前对环境和人类产生危害的大气污染物约有 100 种,其中影响范围较广的污染物主要有以下几类:颗粒物、硫化物、氮氧化物、含卤素化合物、挥发性有机物和放射性物质等。随着科学技术和工业化的不断发展,空气质量问题愈演愈烈。因此空气质量检测及净化装置具有了很高的需求性。

在以前的产品中,空气检测装置已经出现。但是常用的空气检测装置在便携性、实用性等方面还有很大限制,并不能在大家的生活中普及。同样,空气净化装置虽然早已出现,但是其便携性较差,多位室内家居使用,难以用于户外空气净化。空气检测和净化技术正在发展,但是限于技术的不成熟和市场需求的限制,此类技术并未能得到市场的认可,真正出现在我们的生活中。鉴于此种情况,我产生了设计一体化空气检测净化装置的想法。如果将空气检测功能和空气净化的功能集成并尽量减小装置体积,便可以提高大家在户外时的空气质量。

目前虽然空气质量检测和净化两种技术都已得到应用,但是大多都是两种技术单独应用,并且应用的对象体积大便携性差。而将两种技术集成于一体,并可在户外使用的便携式装置还并未出现。

一、创意思路

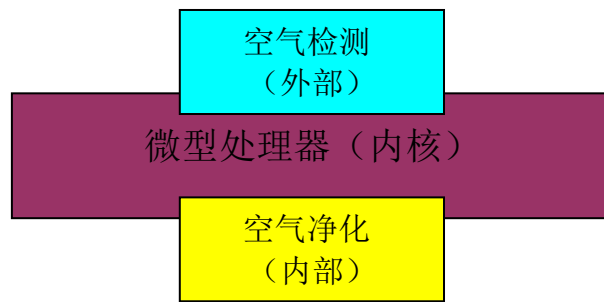
1. 作品核心创意

1.1 产品结构

本产品小巧精致,集成了采样监测系统、净化滤芯以及微处理器等元件,但尺寸较小,携带方便。产品外部为空气检测是可吸入颗粒采样器、LED 显示装置等,内部则装配活性炭空气净化器、负氧离子净化器及中央处理系统,进行数据的采集和处理,并控制空气净化。

1.2 创意来源

在工业污染、汽车尾气愈加严重的今天,人们对空气质量有了越来越高的要求。如果将空气检测和净化的功能集成,外形小巧美观,这样的产品必然会令消费者满意,而空气检测“口罩”就是两种功能集成,佩戴方便,让人们能便捷的了解空气状况并对其进行适当进化处理。其基本结构如图(1):



图(1) 空气检测净化“口罩”的基本结构

2.系统设计概述

我们的设计理念是通过将空气检测和净化技术集成起来，主要有三大模块构成，空气检测模块、空气净化模块、控制和显示模块，由三大模块的互相协同工作，构成了空气检测净化“口罩”的主体结构，实现了基本功能。空气检测模块通过采集和探测装置，可以实现光传输等方法实现检测功能。微处理器接收空气监测数据，只能选择净化方式和程度。空气净化模块通过活性炭吸附和负氧离子净化器等将空气适当净化。显示模块以语音方式告知用户空气检测结果和采用的净化方式，若需要也可切换 LED 显示功能以显示数据。用户也可通过控制模块控制装置开关、功能选择等。

技术实现思路是首先实现三大模块各自的正确运行，然后实现三大模块的功能集成，组成所设计的完整装置。空气检测模块的采集探测装置，应该具有可吸入颗粒检测及污染性气体检测等功能。三大模块位置尺寸良好契合，才能使我们所设计的空气检测净化“口罩”具有更大的实用性和更好的外观。除此之外，便是检测净化模块与微处理器模块的配合运行，通过数据传输，将所获得的检测信息传输至处理器存储模块并通过显示模块显示给用户，从而实现空气检测净化“口罩”的各项功能配合工作。

3.产品工作原理

3.1 空气检测模块

功能简述：

空气检测系统由可吸入颗粒探测装置和有害气体探测系统组成。其中可吸入颗粒物探测系统采用光吸收技术：当光波通过线性物质时，会与物质发生相互作用，光波一部分被介质吸收，转化为热能；一部分被介质散射，偏离了原来的传播方向，剩下的部分仍按原来的传播方向通过介质。透过部分的光强与入射光强之间符合朗伯-比尔定律。光吸收型粉尘浓度传感器以朗伯-比尔定律为基

础，通过测量入射光强与出射光强，经过计算得到粉尘浓度。有害气体检测装置采用专用的传感器进行检测。既定性又定量进行检测。传感器为电化学传感器，为三电极的形式。其中目标气体在工作电极上发生反应，产生的电流通过对电极构成回路，参比电极对工作电极提供合适的偏值。传感器通过参比电极与工作电极的催化剂实现选择性反应，即定性反应。回路产生的电流与气体的浓度成正比，实现定量反应。将两种检测系统集成，使其协同工作，将采集的空气检测数据通过传输装置传输至中央微处理器。通过空气检测器检测空气，得到相应的模拟信号电压，并把该信号进行模数转换，得到数字信号，传给处理器。



图(2) 气体检测传感器

工作原理：

步骤 1：进气放置（采集模块）

该模块具有经过特殊尺寸设计的进气气体通道，适当产生吸力采集空气，放置于空气检测通道。此模块需要控制流入空气的体积和流速，确保其在空气检测系统承受范围之内，利于空气检测传感器等装置正常工作。

步骤 2： 传感器检测（检测模块）

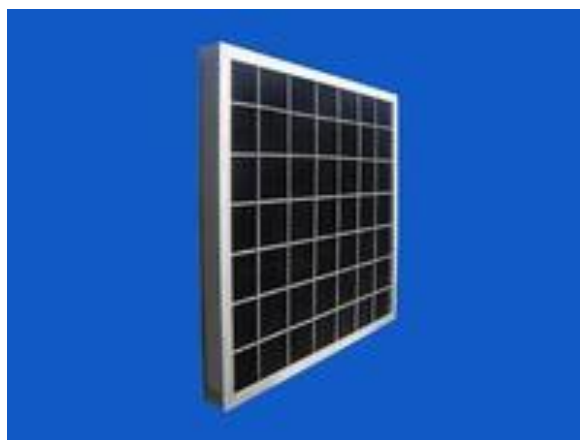
上一步已将空气采集至检测通道，检测通道内的传感器等装置进行检测。光吸收型粉尘浓度传感器对可吸入颗粒进行检测，测量入射光强与出射光强，经过计算得到粉尘浓度。有害气体则通过电化学传感器检测，目标气体在工作电极上发生反应，产生的电流通过对电极构成回路，参比电极对工作电极提供合适的偏值。传感器通过参比电极与工作电极的催化剂实现选择性反应，即定性反应。回路产生的电流与气体的浓度成正比，实现定量反应。

步骤 3： 数据传输（传感模块）

光吸收型粉尘浓度传感器和电化学传感器完成数据采集后，将采集的数据通过模数转换后，将数字信号通过传输线传输至中央微处理器，进行数据分析和显示等。

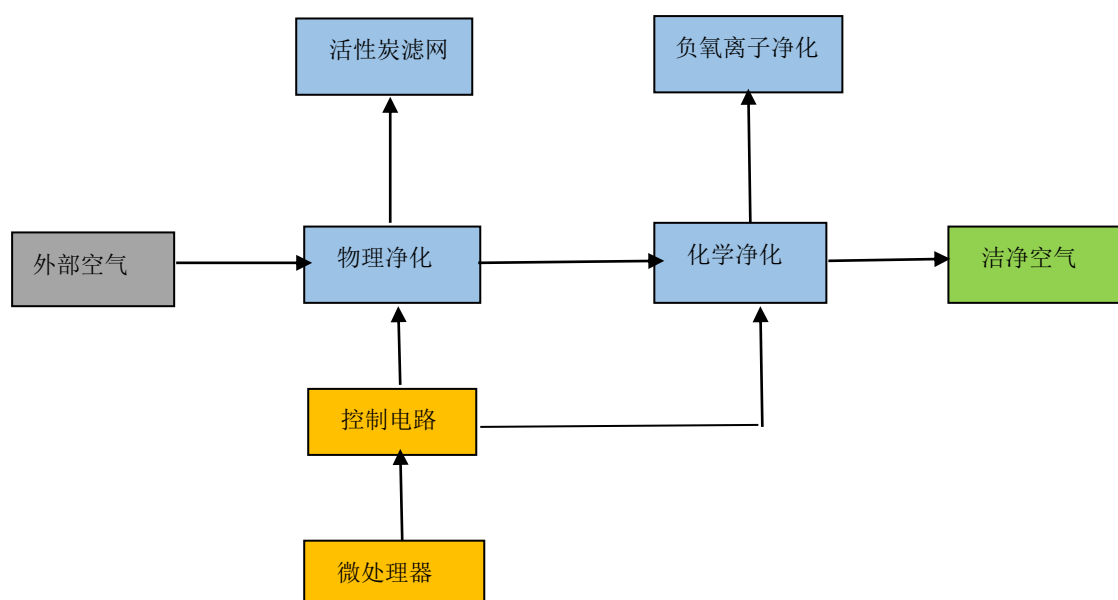
3.2 空气净化模块

本系统主要采用活性炭吸附和负氧离子净化器，同步进行物理净化和化学净化，达到最佳的净化效果。



图（3）蜂窝活性炭滤网

空气系统的工作机理是:外部的空气首先经过活性炭过滤网进行物理净化，滤除可吸入颗粒物等污染物。经过滤除的空气再经过负氧离子净化系统，利用高压放电对空气中氧原子进行电离，产生负氧离子，迅速与空气中其它化合物结合，使其形成新形态的氧化物，进而使某些气态物质转化为晶态物达到净化空气目的。



图（4）净化模块基本结构

本系统主要由活性炭滤网和负氧离子净化装置组成。

活性炭过滤部分主要组件为活性炭滤网，滤除可吸入颗粒。活性炭具有极强的吸附性，可作为滤网材料。空气净化活性炭是一种圆柱型活性炭。是优质活性炭经特殊处理，用于专门净化被污染的空气。只有硬度大、强度高、孔隙为微孔的活性炭才能作为空气净化炭。果壳炭、煤炭可以作为空气净化原料。其中椰壳活性炭效果最佳。其中椰壳活性炭效果最佳。空气净化活性炭，选用优质的木材或椰子壳，通过深度活化和我司独特的孔径调节工艺，使活性炭有丰富的孔，且孔的大小略大于有毒气体，比表面积 >1300 平方平/克，对于苯，甲醛，氨气等有毒有害气体具有高效能吸附能力，可有效去除空气中的气态污染物及有害恶臭物质，进而达到降低污染、净化空气的目的。根据不同的应用场合推出球形，柱状两种规格产品，故脱附再生容易，损耗小，比起传统颗粒或粉状活性炭有更高的使用寿命，可大大降低使用者成本。因此不管在效能上或是以消费者角度而言，活性炭皆是一最佳的空气净化滤材。



图（5）负氧离子净化器

负离子发生器工作原理来源于电晕放电。电晕放电是气体自持放电的一种形式，它不需要外加电离源来引发和维持放电。为了保持稳定的电晕放电，必须形成一个非均匀电场。把高压负电极连接在一根极细的针状导线上，随着施加在电极间的电压的增加，导线附近的电场强度也将增大。在放电极附近的强电场区域内，气体中原有的少量自由电子被加速到某一很高的速度，足以碰撞气体分子，并电离出新的自由电子和正离子，新的自由电子又被加速产生进一步的碰撞电离。这个过程在极短的瞬间重复了很多次，于是形成了“电子雪崩”的积累过程，在放电极附近的电晕区内产生大量的自由电子和正离子，其中正离子被加速引向负极，释放电荷。而在电晕外区，则形成大量的空气负离子。

负氧离子空气净化器可以利用自身产生的负离子对空气进行净化、除尘、除味、灭菌等处理。其核心功能是生成负离子，利用负离子本身具有的除尘降尘、灭菌解毒的特性来对室内空气进行优化。其与传统的空气净化器的不同之处是以负离子作为作用因子，主动出击捕捉空气中的有害物质。

3.3 微处理器模块

微处理器是设备的核心部分。用一片或少数几片大规模集成电路组成的中央处理器。此设备的微处理器主要由寄存器堆、运算器、时序控制电路，以及数据

和地址总线组成。微处理器能完成取指令、执行指令，以及与外界存储器和逻辑部件交换信息等操作，是设备的运算控制部分。

空气检测模块完成检测功能后，将检测数据通过传输线传输至微处理器，微处理器对数据进行采集和处理。经过运算后将结果传输至显示模块。同时，微处理器根据所收集到的空气检测结果，只能选择所需采用的空气净化方式以及净化程度，帮助用户得到最佳的空气净化效果。

我们的设备采用目前嵌入式开发较为常用的 ARM 处理器。拟采用 ARM1136J 型号。ARM 处理器具有体积小、低功耗、低成本、高性能等特点，便于实现设备的便携性。

3.4 输出模块

输出模块主要功能是显示空气检测结果，帮助用户了解所处环境的空气质量，以及所采用的空气净化方式和净化效果。

在设备外部配置 LED 显示屏，将空气检测的各种参数数据显示，方便用户查看。

同时，考虑到产品可作为“口罩”佩戴，应具有语音播报功能，使得用户可以不需摘下装置即可通过语音功能了解需要的信息。

四、预计技术难点

1.空气检测装置

受环境的限制，在一些特殊的环境中可能会影响检测的准确性，例如在烧烤摊旁油烟较大，会影响空气检测的准确性。

2.空气净化装置

目前通用的空气净化装置大多为室内使用，体积较大无法携带，因此实现空气净化装置的缩小化处理和便携性具有较大难点。

3.电源

我们必须要将电池做的足够小，才能保证我们设计的产品实现微型化，可在电池的基础上同时配置太阳能供电系统，主要依靠太阳能供电，在电器状况不佳太阳能供电无法工作时启用备用电池。

4.处理器和输出模块

我们在保证较高性能的前提下，必须也要将处理器和存储器模块尽可能微型化，与空气检测模块和空气净化模块有机结合以实现功能的整合统一。

同时具备显示和语音播报功能的输出模块，实现微型化同样就有一定难度。

五、应用前景

优点

我们这次设计的产品主要的优点是该产品帮助用户在户外时随时查看空气质量，并对空气进行净化，呼吸更洁净健康的空气。同时方便佩戴，并且外观时尚。

缺点

在实现空气检测的准确度和空气净化的高效性下，产品的高度集成和便携性需要提高，方便人们佩戴。

市场需求

当今社会，人们对生活质量包括空气质量有了以前所没有的关注度，人们对洁净的空气有了更高的需求。微型化、便携性等需求同样十分重要，便于佩戴的装置更便于人们使用。而我们设计的空气检测净化“口罩”正好适应这种需求。它体积小，同时具备空气检测和净化的功能，具有很大的实用价值。并且该产品时尚新颖，具有很大的市场潜力。

六、总结

便携性的空气检测净化装置目前市面上还没有出现相关的产品，但根据本论文的概述，采用可吸入颗粒探测装置和有害气体探测系统实现空气检测功能，采用活性炭吸附和负氧离子净化器可实现空气净化功能。微处理器使用 ARM11 系列，与空气检测净化和输出模块集成，可实现整套系统正常工作。凭借当前技术做出来的产品便携性还有待提高，但随着相关技术的突破，产品性能将更加完善。随着当前空气检测净化技术的发展，人们对空气质量的需求，空气检测净化“口罩”的诞生刻不容缓，且由于其自身的优越性，市场前景一定非常乐观。

参考文献：

- 【1】李国刚. 环境空气和废气污染物分析测试方法. 北京:化学工业出版社, 2013.
- 【2】冯树根. 空气洁净技术与工程应用. 北京:机械工业出版社, 2010.
- 【3】葛超, 王嘉伟, 陈磊. ARM 体系结构与编程. 北京:清华大学出版社, 2012 .