

A Wind Speed Sensing Probe Based on the “Hot Plate Wind Wheel” Structure for Mine Roadway Ventilation Detection

Yong Wu

Tongling Nonferrous Metals Shares Anqing Yueshan Mining Co., Ltd., Tongling, Anhui, 246131, China

Abstract

Underground mine ventilation is an important guarantee for safe production in mines. In order to ensure the safe, reliable, and efficient operation of the ventilation system, the detection of ventilation conditions in major tunnels, passages, and working faces underground is a basic condition for the operation of the system. The paper introduces a wind speed sensing probe based on the “hot plate wind wheel” structure, which complements each other’s strengths and weaknesses to achieve detection of wind speed over a large range. This wind speed sensing probe can be adapted to post electrification and automation equipment and facilities, and is suitable for various places where wind speed and direction need to be detected. This wind speed sensing probe can provide reliable data support for the assessment, design, and renovation of underground mine ventilation conditions, and provide strong assistance for mine safety production.

Keywords

thermal sensor; impeller sensor; “hot plate wind wheel” structure

一种基于“热片—风轮”结构用于矿山井巷通风检测的风速传感探头

吴勇

铜陵有色股份安庆月山矿业有限公司, 中国·安徽 铜陵 246131

摘要

地下矿山井下通风是矿山安全生产的重要保障, 为保证通风系统安全、可靠、高效地运行, 矿山井下各大巷、通道及作业面的通风状况检测是系统运行的基础条件。论文介绍一种基于“热片—风轮”结构的风速传感探头, 它取长补短, 实现风速较大量程的检测。这款风速传感探头可适配后级电气化、自动化设备设施, 适用于各种需要检测风速、风向的场所。这款风速传感探头可为地下矿山通风状况评估、设计和改造提供可靠的数据支撑, 为矿山安全生产提供坚强助力。

关键词

热片传感器; 叶轮传感器; “热片—风轮”结构

1 引言

矿山井下通风系统是金属非金属矿山安全生产的重要组成部分, 是矿山安全生产的生命线。依据相关标准, 地下矿山都建有机电通风系统。一定时间间隔, 地下矿山应对通风系统进行全面检测, 并根据检测结果及时调整完善通风系统。在日常矿山安全生产中, 应有必要的技术和手段, 实时对地下矿山各生产区域和节点的通风状况进行检测和了解, 再结合通风系统及其局部系统进行调整和控制。

矿山井下通风状况的检测主要以叶轮风速计和热线风速仪为手段, 这两种方法各有优缺点, 叶轮风速计对于低于0.3m/s的微小风存在检测盲区; 热线风速计使用贵金属为检

测载体, 造价相对较高且热线高温、易损, 使用不便。

2 “热片—风轮”结构风速传感探头技术方案

本方案的目的是解决现有技术的不足, 提供一种结构简单、成本低廉, 使用维护方便的基于“热片—叶轮”结构的风速传感探头。

具体技术方案为: 用于矿山井巷通风检测的风速传感探头, 包括热片传感器、叶轮传感器、信号变送器以及数显仪器仪表等。

热片传感器测量微小风速, 增加测向功能和提高探头灵敏度; 叶轮传感器测量一般风速, 两套传感系统形成功能互补。信号变送器, 是对热片和叶轮结构的两套传感系统进行信号限幅、前级放大、电路和信号转换、后级处理以及标准模拟量和数字量输出的电路单元; 叶轮传感器的感应部分小于某一阈值时启用热片传感器及其检测电路的功能亦由

【作者简介】吴勇(1972-), 男, 中国安徽安庆人, 工程师, 从事电气、机电研究。

它完成。数显仪器仪表是对信号变送器提供的各项数据进行进一步处理，用于风速、风向等物理量显示、警示，控制和管理等。

3 “热片—风轮”结构风速传感探头工作原理

热片传感器，其原理为：将一片通电加热的薄金属片置于空气中，其散热量的大小与其表面气流速度成正比，热量散失导致的温度变化与空气流速成正比。在一定的温度范围内一些金属的电阻温度特性比较突出和稳定，选用这些金属薄片可将空气流速转变为阻值变化的电信号。在圆弧面二象限分布热片传感器，利用两片传感器信号差可以检测风向。

论文热片传感器选用金属锡薄片，除熔点较低、热稳定性区间较小之外，其相较于铂、钨或铂钨合金在电阻率、电阻温度系数和比热容及导热系数、密度等性能指标都能满足要求。热片传感器在微小风检测时的应用温度为 80℃~100℃，热性能短板亦能克服。热片传感器是在镂空耐热绝缘基板上分布截面为 1.0mm×0.1mm、长度为 350mm、阻值约为 0.4Ω 的传感单片，配对使用。

叶轮传感器，系采用一组螺旋桨叶轮，其水平轴方向

正对空气流入方向，叶轮受风压作用，产生一定的扭矩使叶轮旋转，其转速正比于风速。利用电磁感应原理或光电、霍尔效应可将机械转速转变为电信号。

论文叶轮传感器选用市面常用的 φ40mm 电磁式叶轮 1 只。

信号变送器，具有电源变换、信号限幅及前级放大、电路和信号转换、后级处理以及标准模拟量和数字量输出等功能。

数显仪器仪表，系信号变送器的后级单元，选用市场成熟货架产品，适配成装置式或便携式工业控制仪表和检测仪器，设置标准接口适用于工业自动化和信息化。

本结构的“热片—叶轮”风速传感探头，利用热片在气流散热时温度电阻变化和叶轮不同转速时电磁感应大小变化的不同特点，取长补短，实现空气流动参数的广域传感检测。

4 “热片—风轮”结构风速传感探头的设计和制作

“热片—风轮”结构风速传感探头的设计和制作见图 1~图 3。

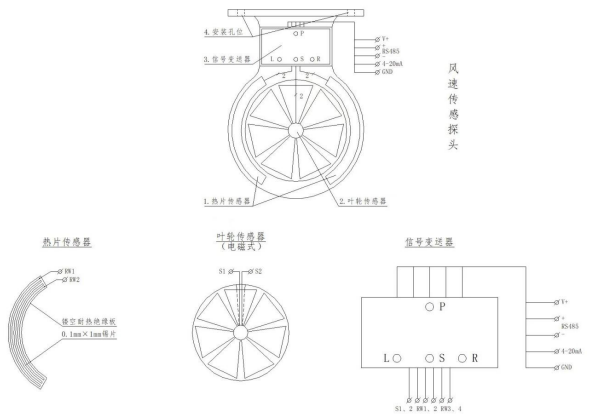


图 1 本风速传感探头结构示意图

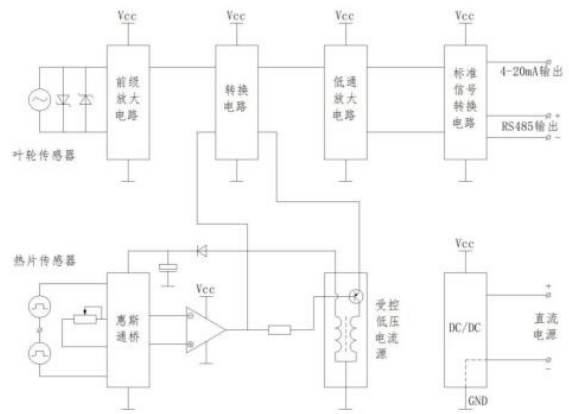


图 2 本风速传感探头信号变送器原理图

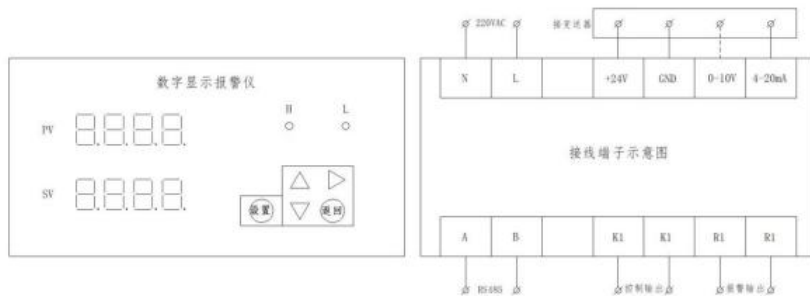


图 3 数显仪器仪表图例

图 1 中：1 为热片传感器（2 片）；2 为叶轮传感器；3 为信号变送器；4 为安装孔位（2 个）。图 2 中所示为信号变送器电路原理框图。附图“热片—叶轮”风速传感探头适配数显仪表图例。

下面结合图 1、图 2，对本风速传感探头做进一步的说明。如图 1 所示，用于矿山井巷通风检测的风速传感探头，包括 2 片热片传感器（1）、1 只 φ40mm 叶轮传感器（2）、1 只信号变送器（3）、综合传感探头支架及安装位。

如图2所示,信号变送器(3)直流电源,通过其内部DC/DC转换电路生成所需直流电压,供给传感器及变送器各部分电路。首先,叶轮传感器输出的风速感应信号经信号变送器限幅电路至前级放大电路输出到转换电路,如风速不小于0.3m/s,则转换电路将之输出至低通放大电路进行抗干扰和进一步放大处理,输出至标准信号转换电路形成标准模拟量和数字量,作为信号变送器风速信号输出。若风速小于0.3m/s,则转换电路启动低压电流源给热片传感器形成的惠斯通桥电路提供电源,桥式电路输出的反映热片气流散热情况的电位差信号,经放大后,一路进入低压电流源用于控制流入组成惠斯通桥电路的热片传感器的电流大小,补充因空气流散的热量,保持热片传感器温度不变。另一路进入转换电路输出至低通放大器再至标准信号转换电路输出风速信号。

“热片—叶轮”风速传感探头输出的风速信号,用作附图中数显仪器仪表的输入,可实现特定场景下风速全量程精确测量、警示以及自动控制,如地下矿山井巷、作业迎头等。

为进一步方便理解,特选取下述方案实施实例,对风速传感探头做说明。

实施实例1,选用图1、图2所示热片传感器(1)、叶轮传感器(2)和由集成运放电路组成的信号变送器(3)以及综合传感探头支架等,一一按图示组装到位。再按数显仪器仪表附图接好线路,经调试、检校确保各项技术参数合格。

实施实例1为装置式风向风速检测、控制装置,适用于自动化和信息化装备的检测仪表。保留实施实例1的主要技术要素,将该“热片—叶轮”风速传感探头与数显仪器仪表进行一体化设计和制作,即为实施实例2,就是一款便于携带、利于各种现场实时检测空气气流方向和速度的高灵敏度、全量程仪表。

由设计制作实例可知,本风速传感探头适配性好,既

可装置式适配后级电气化、自动化设备设施,亦可与后级单元作一体化设计生产便携式产品,适用于各种需要检测、监查、控制及管理空气流动情况的场所。

5 “热片—风轮”结构风速传感探头的应用

本结构的“热片—叶轮”风速传感探头,利用锡金属片温度电阻特性和叶轮旋转电磁感应与空气流动速度都具有相关性,通过取长补短,设计制作具有高灵敏度、高精度,全量程的一款检测风力数据的仪器仪表。本探头结构简单、安装使用便利、灵敏度高、适用范围广,能有效提高各种涉风力场合的检测和控制效率,是一款实用高效的检测利器,值得大力推广使用。

6 结论

综上所述,金属非金属地下矿山井下通风是矿山安全生产的重要保障,为保证通风系统安全、可靠、高效的运行,矿山井下各大巷、通道及作业面的通风状况是通风系统运行、监查和调配的必要基础数据。论文介绍一种基于“热片—风轮”结构的风速传感探头,它利用热片在气流散热时温度电阻变化和叶轮不同转速时电磁感应大小变化的不同特点,取长补短,实现空气流动参数的广域传感检测。这款基于“热片—风轮”结构的风速传感探头可适配后级电气化、自动化设备设施,亦可与后级单元作一体化设计生产便携式产品,适用于各种需要检测、监查、控制及管理空气流动情况的场所。这款“热片—风轮”结构的风速传感探头也可为地下矿山通风状况评估、设计和改造提供高灵敏、高精度和高可靠性数据支撑,为矿山安全生产的自动化和信息化提供条件。

参考文献

- [1] 刘召广,潘炼,王君.模糊神经网络在发动机故障诊断中应用研究[J].传感器世界,2008,14(4):4.
- [2] 贾伯年,俞朴,宋爱国.传感器技术[M].第3版.南京:东南大学出版社,2007.
- [3] 袁希光.传感器技术手册[M].北京:国防工业出版社,1986.