

煤矿通风系统自动化技术应用探究

张瑞运

河南龙宇能源股份有限公司车集煤矿, 河南 永城 476600

[摘要] 以下指出了一种新的煤矿通风安全管理系统, 它采用 PLC 主动控制和变频调压控制方法, 能够有效减少煤矿安全事件概率, 并且具有良好的节能效果。为此, 对这一系统闭环控制原理和总体实施方案进行分析, 并对系统的硬件部分技术做出了精心选型, 包括 PLC 手柄、变频器以及信号的接线图。通过将 PLC 控制和变频调速技术应用于矿山通风技术, 大大提升了通煤矿通风的效率, 并且大大降低了产品的能耗。

[关键词] 煤矿通风; 自动化技术; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v6i3.7954

中图分类号: TD724

文献标识码: A

Exploration on Application of Automation Technology in Coal Mine Ventilation System

ZHANG Ruiyun

Cheji Coal Mine of He'nan Longyu Energy Co., Ltd., Yongcheng, He'nan, 476600, China

Abstract: The following points out a new coal mine ventilation safety management system, which uses PLC active control and frequency conversion and voltage regulation control methods, which can effectively reduce the probability of coal mine safety incidents, and has good energy-saving effects. To this end, the closed-loop control principle and overall implementation plan of this system are analyzed, and the hardware technology of the system is carefully selected, including the PLC handle, frequency converter, and signal wiring diagram. By applying PLC control and frequency conversion speed regulation technology to mine ventilation technology, the efficiency of ventilation in coal mines has been greatly improved, and the energy consumption of products has been greatly reduced.

Keywords: coal mine ventilation; automation technology; technology application

引言

煤炭行业一直是我国经济发展的重要支柱, 但受到地下开采方式的影响, 瓦斯爆炸事故频发, 严重威胁着井下工作人员的安全。因此, 必须加强安全管理, 确保煤炭行业的安全发展, 以保障社会发展和经济快速增长。经过对历史多起煤矿爆炸事故的深入分析, 认为大多数事件矿井缺乏有效的通风设施, 从而导致严重的后果; 通风系统不合理, 控制方式不科学, 最终酿成大祸。近年来, 由于计算机信息、微电子技术和控制理论的发展, PLC 控制技术和变频器技术已经变成各行各业中缺一不可的应用技术, 应用日益广泛。PLC 控制煤矿通风机能够大大提升通风的自动化水平和可靠性, 而变频器则能够有效地减少发电机的功耗, 达到电机软启动和无级调压, 以下将深入探讨煤矿通风的自动化技术, 以及如何应用这些高新技术来改善煤矿通风系统的运行效率。

1 煤矿通风在煤矿开采中的重要性

除了技术限制, 煤炭开采的安全性问题也是一大挑战。塌方、瓦斯爆炸等交通事故会极大影响生产, 井下有害气体对工作人员带来身体伤害, 而且过热的环境也会对煤炭的产量带来极大的不利影响。煤矿生产科技人员应该积极采取措施, 努力消除各种不利因素, 以确保煤矿安全生产, 其中最重要的就是在煤矿通风工作上投入更多的精力^[1]。

硅肺是一个严重的职业性疾病, 它是矿井工作人员长时间从事气井操作时吸入大量粉尘和有害气体, 这种情况在过去通常是由于采矿设备不完善或通风系统不足引起的。这种疾病会对矿工的身心健康产生危害, 并且会干扰他们的采掘操作。经过现代自动化煤矿通风控制系统, 井下的水汽和热气被有效地排除, 外界空气被输送到井下, 这样一来, 有害气体和粉尘就会被大幅度稀释, 使其浓度降低到人体可接受的范围, 同时, 温度也会不断降低到人员能够承受的程度。由于将井下瓦斯气体稀释排除, 不仅可以有效防止瓦斯爆炸, 还可以减少因爆炸而引发的塌方, 从而减少施工人员和采矿设备受到的伤害, 大大降低了生产事故率, 确保了工作人员作业安全, 同时也提高了产量。

2 控制系统整体方案设计

2.1 系统功能设计

传统的风机操控方法具有许多缺陷, 如自动化水平较低、开机持续时间长、电压冲击大等, 这些缺陷会破坏电动机的绝缘隔离特性, 降低电气设备的寿命, 并导致电能浪费。为此提出的 PLC 控制器一般能够实现三个模式: 手动调节、自动控制和远程终端操控, 而且能够随意转换。此外, 该操作系统还能够进行软件自动启动, 并自觉加入变频运行模式, 当变频器故障时, 能够迅速恢复正常状态。当矿井发生爆炸或火灾事故时, PLC 监控风机能够实时反

向转动,并透过液晶屏实时显示风机的各组状态;如果整个系统内部电气设备、电参数等工况数据出现异常,信息系统会发出报警消息,而且在参数超出预设值足够量时,立即断开供电,暂停风机工作;而当主风机出现故障时,PLC会自动执行切换程序,断开主风机供电,并开启副风机状态^[2]。

2.2 系统结构方案设计

以 PLC 控制器为内核,包含远程监控机、上位机、交换机、控制器、变频器和各种感应器,它们能够实时监测风机的历史运营数据信息和现场运营效率,并利用网络进行远程引导和交流,从而提高控制系统的可靠性和稳定性。控制系统采用严密的授权管理方式,只有拥有较高授权的用户才能查看和修改信息。为了进行信息传递,采用光纤电缆,并采用 TCP/IP 协议进行数据传输,以适应各装置相互之间的通讯需求。此外,控制系统还配置了多种感应器,包含温度传感器、风速传感器、相对湿度感应器和气体含量感应器,能够实时采集矿井和风力发动机内的信号参数,并进行风力的自适应调节。

3 系统设备选型设计

以下深入探讨 PLC 控制器、变频转换器和传感器等智能硬件设施在控制中的应用,以期获得更加精准的控制效果^[3]。

采用 PLC 主动控制和变频调速驱动工艺的通风系统,通过 RS485 串行通信实现了高效的信息传输,具备抗干扰性能强、传输速度快等优点,可以满足 PLC 控制风机启动、调节风量、调节温度等多种功能。正反转和调速等要求。采用闭环控制,传感器可以实时监测机组进出处的风力信息,并将其与给定的风量进行比较,从而计算出继电器的注入量,经过精确的数据校正,以确保机组输出的风力保持恒定。

3.1 PLC 控制器及外围模块选型设计

使用 S7-300PLC 控件,能够有效地控制通风机设备、高低压电气设备等,其编程功能强劲,具备良好的电磁兼容性和强抗干扰性能,即可适应矿井通风机的各种要求。S7-300PLC 供电系统,能够供应 5V 和 24V 的直流电源,而控制器 CPU 系统规格为 315-2DP,拥有 384KRAM 的存储容量,以及两个 DP 接口,能够适用多种应用场景的需要。通过 SM321 数字量输入系统和输入输出系统,控制器能够将外界数字信号转化为内在信息,或是将内在信号转换为外界器件应用信息,以适应不同的应用需求。此外,CP343-1 和 CP341 通信模块也能够适应控制器的以太网和串口通信要求,从而实现更加高效的控制操作^[4]。

3.2 变频器选型

目前,变频转换器主要包括交——直——交变频转换器和交——交变频转换器两类,当中交——直——交变频转换器可以将交换电经过整流变换为直流电,再经过逆变系统转化为所需的频谱。我们采用日立有限公司制造的 SJ700 交——直——交变频器,它拥有较高的启动扭矩,可以有效地提高机组的启动速度,并且具备过电流和过电

压保护能力,可以有效减少跳闸危险,此外,还可以采用噪声滤波器,有效减少变频器发生的噪声污染,可以很好地满足用户的使用要求。

3.3 传感器模块设计

该系统由多种传感器模块构成,包括气温感应器、相对湿度感应器、风速传感器和瓦斯浓度感应器。同时,温度传感器选用 NTC 热敏电阻材料,R2 为限流电阻,C1 为滤波电容器,可以测量-20℃~75℃的环境温度,误差小于±0.1℃,从而提供准确的温度数据,从而满足实际应用的需求。

采用 DHT1 数字式湿度传感器,具备快速响应、性能优越等好处,R3 为上拉电阻值,当传送间距超过 20m 时,需要测量出适当的阻力值,而 C2 则是用于滤波的电容器。

KG9701 新型智能沼气传感器可以即时检测周围环境中的 CO 废气含量,并且具备声光报警功用,而 KGF2 型矿井专用风速传感器则可以检测出风机出口处的风速变化,从而更好地保障瓦斯浓度的准确性。KGF2 传感器可以使用 18V 直流开关电源供水,并且可以将信息传递到 PLC 控制器,也可以使用液晶屏显示器,它们被安装在出风管道口的墙面上,以确保传感器探头与出风的方向完全一致。

利用各种感应器装置检测矿井的通风技术参数,能够发现,当巷道风力超过 3m/s 时,瓦斯等危害废气的浓度会降低,温度和湿度维持在一种安全的水平。但是,如果风力过大,不但会浪费能源,还会产生灰尘,严重影响作业环保。相反,如果风力过小,就无法有效输入新鲜空气,稀释瓦斯。利用实时监测数据,系统能够控制通风机的转速,从而达到最佳的通风效果。

研究表明,PLC 控制器可以有效地控制矿井通风系统,并且可以显著提高控制系统的效率和节能效果。为了实现这一目标,能够对系统的主要硬件设备和传感器进行精心选型,并设计了一种新的温度和湿度传感器接线方式,以满足矿井通风系统的需要。这种控制系统和技术具有高度自动化和节能优势,可以满足通风系统的调速和监控要求,进一步提高井下工作的可靠性。

4 自动化技术在煤矿通风系统中的应用

4.1 工作原理

采用智能管理软件管理系统和 C++ 编程技术,基于 TCP/IP 协议,利用光纤实现信号传输,实现对矿井内风速、粉尘、气体浓度、热量等不同因素的集控分测试监管,将监测数据管理系统采集到监控管理服务中心(智能应用软件管理系统),进行综合分析管理工作,从而实现对通风系统各项功能的有效监控。将指令转化为模拟信号,经由专用传输线路发送到执行元件,以便对井道内的检测因子进行有效监控^[5]。

4.2 具体应用设计

4.2.1 自动化控制设计

在设计这个通风系统时,我们首先考虑将通信技术应

用到其中,以实现三项主要工作:信号收集、处理和命令输出。这些工作都需要在光纤信号传输的基础上进行。实现各项工作的关键在于采取以下措施:

第一,信号收集。这是一项重要的工作,它旨在收集井道内的实时数据,包括风压、风速、气温、灰尘和危险气体含量等。为了获取气体浓度的资讯,应该使用红外线吸收法,即透过测量井下废气对红外线的吸附程度,从而获取所需的资讯,并进行进一步的分析和判断,以便更好地掌握井下废气的真实含量。由于使用压力传感器和热传感器,能够即时收集风压和环境温度的变化信息,并将其透过光纤传输至控制中心,从而实现对其他因子的有效监测。

第二,信号处理。通过收集和分析各种数字信息,将其统一分析,并以动态走势图或其他形式直观展示出来,与组态软件中预先设定的信号变化值进行比较,以便更好地理解信号变化状况。在此区域内,所有因素的数据变化都将被即时反馈,而不需要进行任何处理。组态软件可以有效地监控和处理超出允许范围的数据信号,并且能够即时发出报警,从而使自动化控制和操作员能够更加准确地了解井下状况,从而提高安全系数。

当组态软件解析到井下某个数字超出一个规定值时,将立即发出警报,并启动执行控制指令,以便及时处理异常情况。例如,当井下风力在允许范围内但有害气体浓度超出允许值时,将实施“增加风力直至井下气体浓度恢复到报警值以内”的控制指令。利用光纤将指令转换为模拟信号,并将其传输至井下执行元件,以实现指令的有效监控。

当元件刚刚开始执行控制动作时,信息采集管理工作将会持续完成,并将实时数据传递到控制系统管理中心,便于完成分析比较。一旦被监测因子返回到安全值,控制中心将会终止监测,延续监控任务。

4.2.2 重点设计事项

通风设计是井下安全与舒适的关键因素,其成功与否直接影响到井下通风效率。为此,应该采取多种技术手段,如调节风门或叶片角度,调整电机转速,以及实行自动化控制,以达到最佳的通风效果。为了确保采矿安全,应该加大对矿场技术工作者的培训,不但要进一步提高他们的知识,更要进一步提高他们的专业素质,以培养一批综合型、高专业技能的应用型人才队伍,为采矿技术的发展提供扎实的技术基础^[6]。

在我国煤矿工程智能化通风技术工程设计中,采用的方法是将信息采集到监控管理中心,然后实施监控管理。为了提高效率,可以借鉴国外的成功经验,在今后的工程设计中逐步学习自动化技术,通过井下监测和数据处理,从而达到风量的精确控制。

4.3 设计附加功能要求

煤矿自动化通风系统应具备以下几项功能:

第一,自动化通风设计旨在实现高效的控制功能,以减少人力投入,简化通风系统的运行流程。第二,该系统

应具备协调人机关系、实现协同操作的功能。为了满足施工场地的需求,有些人员必须在井下从事特种操作,而智能化通风控制系统只能提供安全的环境保护,无法满足这些特种操作的要求。因此,施工人员必须采用遥控式控制,以便更好地完成这些特殊作业。第三,为了满足未来开发人员对自动化通风系统功能的需求,该系统必须具备可扩展性,以便实现更高效的运行。

4.4 设备的监测与维护

自动化通风控制系统的电气设备,特别是井下设备,都有一定的使用寿命,因此,除去要对井下状况进行监控外,还应该对其本身的电气设备进行安全监测和维护,以确保控制系统的正常运行。此外,针对敏感易磨损的元件,如感应器、光缆等,在安装时应该充分考虑其转换的便利性,并选择适当的位置进行安装,方便后期的维护与更换。通过数据曲线分析和人工井下数据采集,可以准确地监测传感器的灵敏度,从而确定其失效时间。此外,为了保证通风系统的稳定性和可靠性,应及时替换和修复失效或损毁的元器件。

随着科学技术的发展,我国自动化控制已经取得了很大的几步,但仍有一定的差距。因此,在未来的研究中,相关科研人员需要结合实际煤矿生产条件与需求,提高技术标准,设计出更加适用、安全的智能化通风系统,以满足煤矿安全生产的需求。

5 结语

综上所述,煤矿通风是矿场作业的重要组成部分,是保证安全生产的基础。从过去的单一设备组合通风,到现在的完全自动化智能监控,煤炭通风控制系统经过了从复杂到简单、从劣质到优质的变化。通过应用自动化控制技术,可以更加全面、便捷地进行煤炭通风,从而有效保障矿井作业的安全性和效率。矿场科技人员必须检查通风系统,及早发觉并解决,以保障控制系统的平稳运转,避免发生事故灾难,保护人员和机械设备的安全。

参考文献

- [1]杨会龙.煤矿通风系统自动化技术应用探究[J].中国设备工程,2022(24):228-230.
- [2]周航远.煤矿通风系统中自动化技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(4):98-99.
- [3]胡晨飞.煤矿通风系统自动化技术的研究与应用[J].山西煤炭,2020,40(4):62-65.
- [4]陈卫东,谭佳铨,萧玉豪.煤矿通风系统中自动化技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2020(21):17-18.
- [5]陈团团.电气自动化技术在煤矿通风系统中的应用[J].现代矿业,2019,35(9):273-274.
- [6]董春发,郝正英.煤矿通风系统中自动化技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2015(5):43-52.

作者简介:张瑞运(1990.4-),毕业院校:中国矿业大学,所学专业:安全工程,当前就职单位:河南龙宇能源股份有限公司车集煤矿,职务:副科级,职称级别:工程师。