

doi:10.16576/j.ISSN.1007-4414.2023.02.046

火力发电厂烟气连续排放监测系统可靠性分析与优化*

李晋达

(广东粤电靖海发电有限公司,广东 揭阳 515200)

摘要:电厂烟气排放连续监测系统又称为 CEMS,其规范了烟气排放连续监测系统用电设备供电电源配置原则及技术条件。目前对火力发电企业的固定污染源烟气排放的监管日趋严格,因此寻求一种更为可靠的 CEMS 供电方式迫在眉睫。为提高某发电厂 CEMS 的供电可靠性,利用电厂 UPS 电源资源,通过对原有的 CEMS 供电方案进行优化设计。对比并分析了几种改造 CEMS 供电方案的优缺点,得出了比较合适的发电厂烟气连续排放监测系统电源系统,达到了烟气排放监测数据的统一管理。

关键词:CEMS 系统;供电可靠性;UPS 电源资源;优化设计

中图分类号:TM621

文献标识码:A

文章编号:1007-4414(2023)02-0169-04

Reliability Analysis and Optimization of Flue Gas Continuous Emission Power System for Thermal Power Plants

LI Jin-da

(Guangdong Yuedian Jinghai Power Generation Co., Ltd., Jieyang Guangdong 515200, China)

Abstract: The continuous monitoring system of flue gas emissions in power plants, also known as CEMS, regulates the principles and technical conditions of power supply configuration of power supply for electrical equipment in continuous flue gas emission monitoring system. At present, the regulation of fixed pollution source flue gas emissions by thermal power generation enterprises is becoming increasingly stringent, so it is urgent to seek a more reliable CEMS power supply method. In order to improve the power supply reliability of a power plant's CEMS, the original CEMS power supply scheme is optimized by using the power plant's UPS power supply resources. The advantages and disadvantages of several modified CEMS power supply schemes are compared and analyzed, and a more suitable power supply system for the continuous emission monitoring system of power plant flue gas is obtained, which achieves unified management of monitoring data of flue gas emission.

Key words:CEMS system; power supply reliability; UPS power resources; optimal design

0 引言

火力发电厂属于国家的重点排污企业,随着国家对污染物排放的日益严格的管控,人们对持续烟气污染物的监测日益关注^[1],烟气连续排放监测系统(CEMS)在火力发电企业的应用也越来越广泛。CEMS 故障不仅会导致企业的电价补贴受影响,也会对人们的生命财产安全造成影响,故障严重的甚至还会受到政府有关部门的行政处罚^[2]。CEMS 系统结构主要包括样品采集设备、传输装置、预处理设备、气体分析仪器、数据采集和传输设备以及其他辅助设备。根据 CEMS 测量方式和原理的不同,CEMS 由上述全部或部分结构组成。《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测技术规范(HJ 75-2017)》对 CEMS 系统可靠性运行提出了十分严格的要求。CEMS 连续检测技术可以连续实时跟踪^[3]固定污染源的烟尘、气态污染物的浓度和排放速率,CEMS 系统监测^[4]的指标包括 SO₂、NO_x、烟气温度、

压力、流量、含氧量和湿度,这些数据由 CEMS 系统的主计算机上进行采集,并通过数据采集传输仪^[5]实时上传到生态环境管理部门^[6],实现政府对烟尘污染的实时监测。而 CEMS 系统可靠运行的前提是需要有一套可靠的电源系统,其自身的安全、稳定与否将直接对 CEMS 系统稳定运行产生重要的影响。

可靠性是衡量产品质量的重要指标,笔者对不同供电方式下的系统可靠性评价^[7]指标进行比较,得出在保证 CEMS 系统正常工作的情况下,合理地确定供电系统的配置,便能提高供电可靠性,降低改造成本,维护正常运行。

1 改造前 CEMS 电源系统及可靠性分析

改造前 CEMS 系统的供电模式是由烟气脱硫系统的热工配电柜供电,而热工配电柜则是由一条普通 UPS 电源和一条 AC 保安电源组成,两路均为双电源自动开关 ASCO-7000 实现自动切换,供电系统结构如图 1 所示。

* 收稿日期:2022-09-24

作者简介:李晋达(1990-),男,广东江门人,研究生,工程师,主要从事火力发电厂热控设备检修维护及管理方面的科研工作。

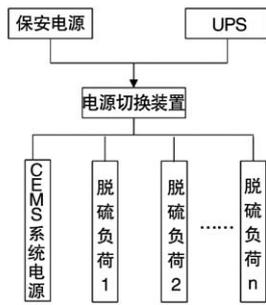


图1 改造前 CEMS 系统供电系统结构图

从图1可得,CEMS系统供电方式主要由保安电源供电,当保安电源出现故障时,电源切换装置自动切换至UPS供电,配电柜中除了CEMS系统外,还带有多个用电负荷。保安电源与UPS为并联可靠性关系。若电源切换装置故障,则导致整个供电系统瘫痪,其与系统的可靠性为串联。

尽管两个自动开关设备可以实现自动开关,但是开关周期很长(120 ms),不能连续给CEMS提供电力。在切换至后备电源时,如果开关时间未达到要求,则会产生CEMS分析仪、PLC、数采仪等重要设备重启,部分设备重启将实行初始化,甚至部分加热设备重新进行加热,数据的采集、分析和传输将中断。此外,配电柜中还有其他负载,当这些负载出现接地故障时,将拉低整个配电柜电压,甚至造成配电柜失电,这些都会额外增加CEMS系统失电的风险。

2 不同电源系统改造方案可靠性分析

从电厂CEMS系统用电设备的供电可靠性要求、负荷等级、设备特点等方面综合考量,制订合理的供电设备配置方案^[8]。

2.1 增加小型蓄电池或小型UPS装置的电源配置方案

提高火力发电厂CEMS系统用电设备电源可靠性的方法一般是在切换开关之后配以单台小功率UPS弥补切换时间中断的供电。原理图如图2所示。

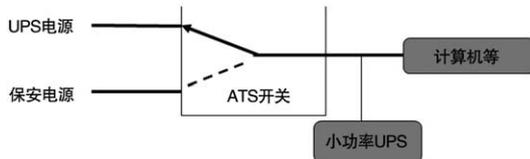


图2 增加小型蓄电池或小型UPS装置的电源配置方案

此方法可确保在电源发生故障时,对电源进行控制,但现有的电池、UPS设备的寿命一般为5~8年,UPS设备存在大量电气、电气环节,从而增加了供电的复杂性,在运行中故障率很高,同时由于小型UPS在放电时蓄电池放电电流较大,会造成电池不可靠,

当需要UPS起作用时不能工作,其可靠性较低,UPS设备故障引起的输出功率异常问题屡次发生^[9]。

2.2 采用动力电源变压和UPS供电等混合控制电源的方式

图3中为典型的动力电源变压和UPS供电等混合控制电源结构图,这种结构基于风险分配原理,在电源电压下降或中断或UPS电源发生故障时,有可能使系统设备脱开^[10],但跳闸的次数要比使用电力电源的变压和增加小型电池或UPS设备的方法时少。

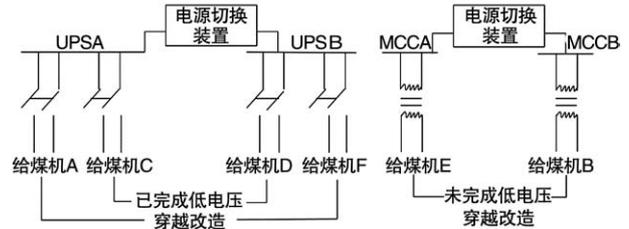


图3 控制电源混合供电配置方式

2.3 采用UPSA/B段同时供电的方式

低压跨网改造中,直流电源是变频调速系统的后备电源,在变频调速系统进线电压异常时,由直流电源提供给变频调速系统的进线。由于该方案只在低压跨线时增加了直流电源,而控制电路都是用交流电压控制的,所以有些机组采取了将控制电源换成比较可靠的UPS供电的方法,以改善控制电源的供电可靠性。如图4所示。

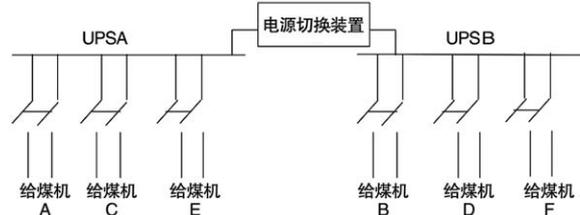


图4 采用UPS供电的配置方式

该方式是目前大部分机组普遍采用的配置方式,可以避免动力电源电压跌落或中断带来的跳闸风险。

2.4 按CEMS负荷的性质和重要性分组供电

按照按CEMS负荷的性质和重要性分组,供电类别OI负载^[11]是一种类型,而OIII是另外一种类型。OIII级负载供电模式不改变,仍然是原来的热工配电箱;OI级负载通过新的联机UPS设备^[12]供电,将一个微型断路器(iC65H-C25A/2P)添加到CEMS配电箱的进线断路器,用于联机UPS设备的AC220V的电源,联机UPS设备的输出是OI级负载,并且具有5kVA的容量。CEMS电源的改进方案如图5所示。

另一种改造方案基本思想与图5的方案原理一样,只是联机UPS采用电气侧的UPS电源,大大增加

了两种负荷段中 UPS 的可靠性。按照 CEMS 负载的特性和重要性进行划分,0I 级负载是一组,0III 级负载是另外一组。0III 级负载供电模式不改变,仍然是原来的热配电箱;0I 级负载由电力专用 UPS 设备提供,并在 CEMS 配电箱内加装一个小型断路器(iC65H-C25A/2P),0I 级负载包的电源输入,如图 6 所示。

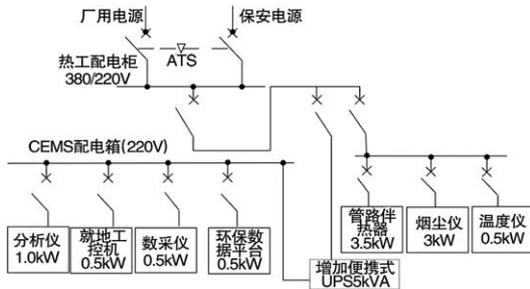


图 5 CEMS 供电改造方案一

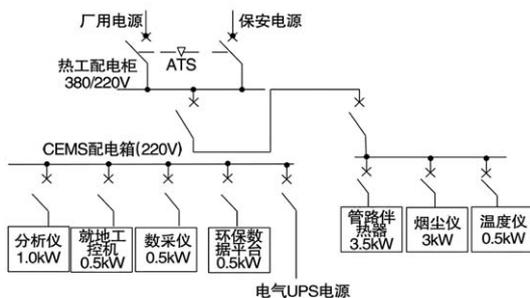


图 6 CEMS 供电改造方案二

与原来的 CEMS 供电相比,这两种方案的供电可靠性都得到了改善;两种改造方案都能满足 CEMS 的内部测试需求。经过核实,CEMS 配电箱中仍有可增设小型断路器的空间,故以上两种改造方案都能满足。方案一只需要添加一套便携式 UPS 设备和线路,对设备的改造要求不高,且易于实现;方案二是从电力专业的 UPS 设备中抽取电力,需要对电力专业 UPS 设备的容量进行核算,同时还要增设 UPS 的电缆敷设,因此改造工作量很大。

3 改造方案及问题

(1) 增加小型蓄电池或小型 UPS 装置的电源配置方案。CEMS 电源冗余配置改造采用的是新型的静态开关切换模式,空载切换时间小于 10 ms,可以满足 CEMS 系统电源的切换要求。静态转换开关自带控制和防护系统的双向晶闸管开关,由于晶闸管的导通时间快,基本小于 200 μs。这样空载同步电源系统 5 ms 之内,不同步的电源系统空载约 10 ms 左右就可实现两路电源之间的切换。其机构原理如图 7 所示。

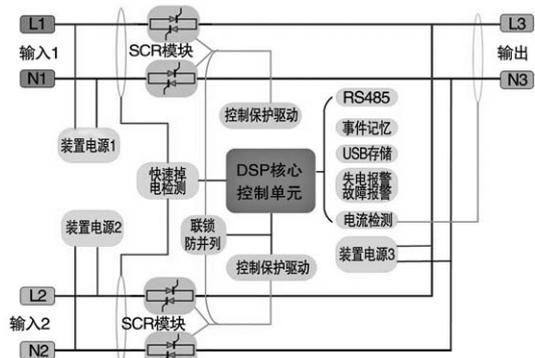


图 7 静态开关的切换模式原理图

此外,CEMS 系统电源改造还采取了额外的机械式旁路开关模式,即在静态开关外设置旁路电源,使空载同步电源系统在 5 ms 之内,不同步的电源系统空载需要约 10 ms 左右就可以实现两路电源之间的切换。其中工作电源、备用电源采用静态转换开关切换,实现 30 ms 内的电源切换,旁路电源则在工作电源、备用电源失去时,实现 50 ms 内完成电源冗余切换。并且在电源回路设计中还在进入新型静态切换开关前均加装了二级空开,这样既可以有利于切换装置的检修,又方便电源切换试验,实现系统的紧急供电。

(2) 采用动力电源变压和 UPS 供电等混合控制电源的方式。采用动力电源变压和 UPS 供电等混合控制电源结构,这种结构基于风险分配原理,在电源电压下降或中断或 UPS 电源发生故障时,有可能使系统设备脱开,但跳闸的次数相比于使用电力电源的变压和增加小型电池或 UPS 设备的方法会降低很多。虽然给煤机跳闸的风险相对增加了,但是出现电源问题时对机组的影响相对要小。

(3) 采用 UPS A/B 段同时供电的方式。由于这种供电模式只在低压跨线时加入直流电源,其余都是交流电压,所以有些机组把控制电源换成较可靠的 UPS,以提高控制电源的供电可靠性,可防止电力供应电压下降或中断造成的短路危险。在此基础上,还应根据系统正常工作状态下的工作条件,对单段 UPS 进行优化配置。

(4) 按 CEMS 负荷的性质和重要性分组供电。

方案一:仍然是原来的热工配电箱;0I 级负载通过新增的联机 UPS 设备供电,并在 CEMS 配电箱进线断路器上增设一个小型断路器(iC65H-C25A/2P),用于联机 UPS 设备的 AC220 V 电源,以及用于 0I 级负载的联机 UPS 设备的输出。

方案二:0I 级负载一组,0III 级负载为另一组,0III 级负载仍然由原来的热工配电箱提供,0I 级负载由专业的 UPS 设备供电,并在 CEMS 配电箱上增设一个小

型断路器,作为0I级负载包的电源输入。

第一种方案虽然很容易实现,但由于在线UPS设备的可靠性比不上电力专业的UPS设备,因为它是串联在一起的,如果出现故障,CEMS系统就会失去电源,从而影响CEMS系统的安全运行。

方案二是从电力专业的UPS设备中抽取电力,需要对电力专业UPS设备的容量进行核算,同时还要增设UPS的电缆敷设,因此改造工作量很大。

综上所述,方案二具有改造成本低、运行可靠性高等优点。考虑到线式UPS设备的可靠性比不上专业的电力设备,它是串联在电源环路上的,如果出现故障,CEMS系统就会失去电源,从而保证CEMS系统的安全运行。相比较在线式UPS装置而言,脱硫系统电气专业UPS装置采用电厂专用型UPS装置,采用三路电源进线,一路UPS主机交流主电源输入由交流保安电源提供,一路UPS主机直流电源输入由220V直流系统提供,一路UPS交流旁路电源输入由脱硫PC段提供^[13];主机电源、直流电源、主机电源和旁路电源之间的不间断电源转换,使供电更加安全可靠。

4 CEMS电源系统改造实施

新改造后的CEMS电源系统配置采取静态转换开关快切,工作电源来自#1、2脱硫UPS系统,备用电源取自#2脱硫保安段,旁路电源取自#1炉脱硫保安段,三路电源可实现快速切换,其中工作电源、备用电源采用静态转换开关切换,实现30ms内完成电源切换,旁路电源则在工作电源、备用电源失去时,实现50ms内完成电源冗余切换。并且在电源回路设计中还在进入新型静态切换开关前均加装了二级空开,这样既有利于切换装置的检修,又方便电源切换试验。改造后的CEMS冗余电源配置示意图如图8所示。

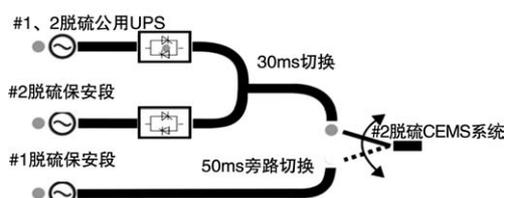


图8 改造后的CEMS冗余电源配置图

经过改造后,对CEMS系统电源切换装置进行带负载全真模拟电源切换试验,使用HantekDSO1050手持示波器记录切换时输出的电压波形,真实了解切换时电压变化情况,录得的波形如图9所示。

由图9所得,工作电源与备用电源切换时间大概在30ms之间,经过反复试验,现场观察,CEMS系统的烟气分析仪、上位机、数据采集仪、PLC等均能连续

正常工作,未发生断电重启等异常现象,大大增强了供电的可靠性。

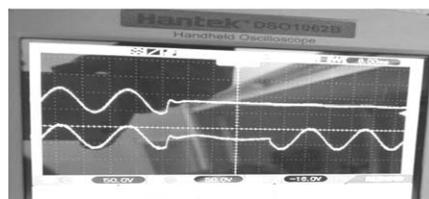


图9 CEMS系统电源切换装置带负荷切换试验波形图

5 结 语

随着国家对环保问题重视程度的增加和环保标准的逐步健全,火力发电企业对烟气污染物的控制也日益重视。所以,除了要加强持续烟气排放监控系统自身质量的重视之外,还要注重改善CEMS的供电可靠性。CEMS电源安全稳定运行,保证了CEMS的安全稳定运行,数据传输真实有效。文中重点对不同电源系统改造方案进行分析,对比优缺点,得出了几种适合本电厂的电源系统改造方案。其中以电力为基础的变压和UPS混合供电的方法采取了风险分散的原则对CEMS电源系统进行了改造,确保其不间断运行的可靠性,这对于电厂设备的安全环保运行具有重要参考价值。

参考文献:

- [1] 刘季江,包海斌.燃煤锅炉烟气中CO含量合理控制值的测算[J].浙江电力,2018,37(1):57-61.
- [2] HJ/T 76-2001.固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法[S].
- [3] 韩涛,张晓飞.超低排放机组烟气排放连续监测系统的技术应用[J].环境与发展,2018,30(11):151+153.
- [4] 丛经纬,杨金城.火力发电厂烟气排放连续监测系统的应用分析[J].石油化工自动化,2017,53(2):50-53+73.
- [5] HJ 477-2009.污染源在线自动监控(监测)数据采集传输仪技术要求[S].
- [6] 何文,郭志军,张军亮.燃煤电厂超低排放改造后CEMS设备管理经验浅谈[J].自动化博览,2018,35(12):94-97.
- [7] 白会贤.DCS系统可靠性指标的定量计算[D].北京:华北电力大学,2009.
- [8] 胡建垠.燃煤电厂烟气排放连续监测系统用电设备供电电源配置标准化设计[J].工业控制计算机,2020,33(10):116-117.
- [9] 孙耀,刘琼,董大亨,等.大型制造企业UPS安全隐患分析与管理技术要点[J].自动化仪表,2019,40(11):81-85.
- [10] 曹伟,吴臻玮.电源自切装置动作时给煤机停机问题的分析与解决[J].上海节能,2016(9):516-519.
- [11] 陈贤.变压器中性点直流电流影响及抑制措施[J].工业设计,2015(8):134-135.
- [12] 康鑫.变压器铁芯电流监测装置的开发与应用[D].北京:华北电力大学,2014.
- [13] 李题印,毛春琴.金属氧化物避雷器阻性电流在线监测装置[J].农村电气化,2012(5):43-44.