

智能短脉冲气流激振自动防堵吹扫系统的设计

任维凯

国能宝清煤电化有限公司

[摘要] 本文通过对风烟系统取样管路堵塞原因进行定性分析,设计了一种采用短脉冲气流激振工作原理的自动吹扫装置;采用PLC为控制核心,特别适用于多通道设计。“防堵”、“吹扫”两种工作模式,减少了对控制系统的干扰,在确保安全的情况下,最大限度的降低维护人员的工作量。

[关键词] 短脉冲;气流激振;双模式;防堵吹扫装置

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.02.1209

0 前言

烟风系统是火力发电厂的重要系统之一,其重要特点是介质中含有大量的粉尘、煤粉等固体颗粒物。在热工测量系统设计中,一般采用加装沉降器、定时反吹装置和自动补偿连续吹扫装置解决取样管路堵塞问题,但对于风烟系统热工压力测点,沉降器存在防堵效果差,定时反吹装置存在影响自动系统和联锁保护功能投入,自动补偿连续吹扫装置存在补偿精度低,防堵效果差等问题;因而应用于风烟系统的压力、差压、流量取样系统,一般采用人工定期吹扫的方式,但工作量大,劳动强度高,影响自动调节系统和联锁保护功能的投入。本文通过对风烟系统取样装置堵塞原理进行分析,设计一种能够在不影响测量系统正常工作的情况下,对反吹取样系统采用压缩空气进行脉冲激振防堵的智能控制装置。

1 烟风系统取样装置堵塞的原因

从本质上说,风烟系统取样装置堵塞是因为烟气中含尘(煤粉)进入到取样装置后,自然沉降在取样装置和仪表管路的局部;沉降量较大以后,造成测量通路减小甚至堵塞。在不考虑取样和测量系统泄漏的情况下,还有以下几方面的因素。

1.1 介质的可压缩性

风烟系统的介质(空气、烟气),具有较大的可压缩性。当烟气系统的压力发生变化时,含有固体颗粒物的介质,会进入取样装置并在内部发生沉降。

1.2 温差循环

由于风烟系统介质的温度,高于环境温度。在这种情况下,在取样装置内部的不同区段,就会形成温差,最终导致介质形成密度差,从而形成循环带入含有固体颗粒物的介质并在取样装置内部发生沉降。

1.3 结露作用

风烟系统中介质一般都含有一定的水蒸汽,在环境温度下会发生冷凝结露,转化为湿蒸汽与固体颗粒物结合成大颗粒,加速了沉降作用,并且容易发生板结。

2 现有压力取样装置的限制性

带沉降功能的炉膛压力测点取样装置和带自动补偿功能的连续吹扫压力取样装置,由于自然沉降的灰尘,并不能通过自动沿倾斜的取样管回落至炉膛;随着时间会越积聚越多,只能通过人工吹扫解决。由于烟气中带有水分,如果没有保温伴热或保温伴热不良,会导致灰尘板结,难以疏通。带自动补偿功能的连续吹扫压力取样装置,由于连续的吹扫空气,会造成连接至仪表的取样点压力与炉膛压力实际值并不相等,而补偿精度很难精确控制并随吹扫流量、实际压力的变化而变化。定期反吹系统中,主要是反吹过程中需要隔离仪表,从而会影响自动系统和联锁保护功能投入。

3 智能短脉冲气流激振自动防堵吹扫控制装置

根据以上分析可知,借助连续吹扫装置的设计,通过控制装置控制压缩空气流量,使携带灰尘的介质不能或少进入取样装置;只要保证其流量足够小,就对测量系统的影响微乎其微。为不影响防堵效果,采用时间非常短的气流脉冲形成的激振,实现松动、吹扫的效果,同时也不至于为减小测量误差,使瞬时流量过小。由于测量系统绝大部分时间处于非吹扫状态,从而不影响测量系统的测量和便于监视吹扫时的压力波动。这种工作方式,本文称作“防堵”状态。

由于在短脉冲状态,主要功能是“防堵”,吹扫效果有限,在经过一段时间后,控制装置转为“吹扫”状态;延长通气时间,提高吹扫效果和疏通能力。那么,其设计理念是“防堵”优先,吹扫辅助。

3.1 防堵吹扫装置示意

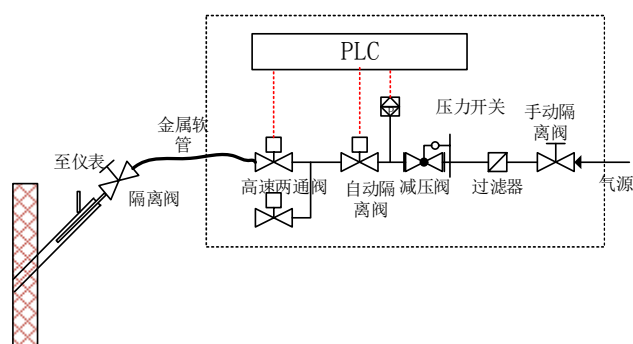


图1 智能短脉冲气流激振防堵吹扫控制装置示意图

智能短脉冲气流激振防堵吹扫控制装置的原理为压缩空气气源首先经过为方便检修设置的手动隔离阀,接入空气过滤减压器。空气过滤减压器的压力根据吹扫效果设定;然后接入压力开关监视吹扫压力,以便失去压缩空气或压力低时,通过自动隔离阀隔离压缩空气,通过高速两通阀隔离取样管路,防止取样系统泄压。自动隔离阀和高速两通阀受PLC控制器控制,目的是完成“防堵”、“吹扫”不同模式的流量控制和周期调整,同时完成监视和保护作用。取样装置附近的隔离阀,是人工吹扫的接口,也是不同取样装置差异化流量调整的部件。高速两通阀选用常闭形式电磁阀或压电阀,是吹扫系统的关键部件,要求寿命长、动作快速,严密性好。自动隔离阀,选用直动式常闭电磁阀,要求严密性好。

由于高速两通阀的操作速度快,其启动电流较大,供电系统的容量必须保证适当的裕度。为了减小电源系统容量,同时考虑到安全性,在进行多通道系统设计时,应采用循环扫描操作模式;即同一时间,只有一个通道进行操作。

3.2 防堵工作模式

在防堵工作模式,吹扫装置定期快速开闭高速两通阀,使取样管路瞬间通过较大流量的脉冲气流,在取样装置内部

扩散减压，形成激振，松动积尘；同时，压缩空气置换内部含尘介质，将其释放入工艺管道。

取样管路通过激振气流必然会导致取样装置内部压力波动，但由于变送器阻尼和监控系统的滤波作用，以及至检测仪表取样管路的气容缓冲作用，加之通气时间很短，对控制系统的影响可以忽略不计。

3.3 吹扫工作模式

在防堵工作模式，由于取样装置等部件的扩容作用，实际吹扫压力较低，吹扫效果较差。这时可以通过PLC延长高速两通阀的动作时间，进而提高了吹扫压力，提高吹扫效果。这种方式下，对测量系统的扰动较大，所以应在控制系统配合下进行，或在做好相关措施情况手动进行。

3.4 多通道设计

由于采用了PLC作为吹扫装置的控制核心，为降低成本，该吹扫装置宜按多通道进行设计。采用多个高速两通阀，将物理位置相近、作用基本相同的烟风系统多个取样系统，进行统一控制，循环吹扫，可降低工程成本；特别适用于磨煤机分离器出口压力、炉膛压力等位置。

4 进一步智能化

取样系统增加吹扫功能后，或多或少都会对测量系统的可靠性带来影响，对于只用于监视的测量系统（如磨煤机分离器出口压力），可以承受；但对于用于自动调节和联锁保护的测量系统（如炉膛压力），可能存在一些隐患，因此可在原基础上增加必要的监视控制功能，以便提高安全性，如图9所示。

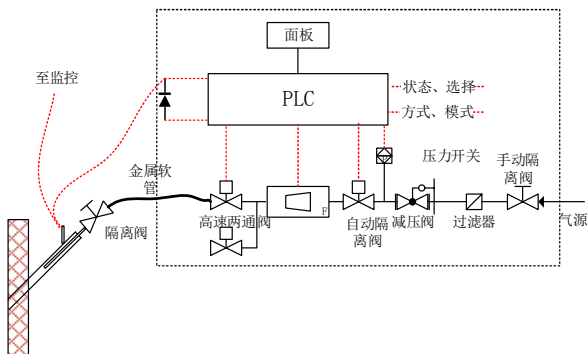


图2 增加监视控制功能后防堵装置示意图

4.1 增加吹扫流量监视

如图2所示，在自动隔离阀后增加流量开关或流量变送器，接入到PLC系统，用于吹扫流量的监视。一方面监视高速两通阀打开期间的吹扫流量是否满足“防堵”、“吹扫”不同模式的要求，另一方面，监视高速两通阀关闭期间是否存在泄漏；出现异常及时关闭全部高速两通阀和自动隔离阀，隔离取样系统并进行故障报警。

带高低流量报警开关和4~20mA的变截面浮子流量计。在每次“防堵”、“吹扫”操作、开启高速两通阀前后，PLC均检查空气流量是否在下限范围内，否则不启动下步操作并报警；操作期间，检查流量是否达到设定值，否则判定为两通阀故障或取样系统、吹扫系统存在异常，立即复位全部电磁阀，隔离取样和气源并报警。

4.2 增加模式选择和试验功能

在吹扫装置上增加模式选择和试验功能接口，以便通过试验确定装置是否正常；同时可通过监控系统远程允许和禁止自动功能。当冗余的自动调节和联锁保护测量系统出现异常或机组运行工况异常时，禁止吹扫以防对监控功能造成不必要的影响。

4.3 增加状态反馈和通道选择功能

对于冗余的自动调节和联锁保护测量系统，通过状态反馈显示正在工作的通道，以便进行检查和监控；通过通道选择功能，就地人为选择需要加强吹扫已做好安全措施

4.4 增加就地监控面板

将检测设备的模拟量信号，通过断路保护二极管接入到PLC中；并通过监视面板，监视信号曲线，以便巡视检查和装置试验中发现装置异常和便于吹扫脉冲时间和吹扫压力、周期的调整。

5 炉膛压力测量系统应用示例

炉膛压力测量系统，是炉膛压力调节和保护系统的一部分，而后者是火力发电厂最重要的自动调节和联锁保护系统之一。一般设计有四台压力变送器，炉膛压力高高、低低六个压力开关，分为左右侧分散布置。在本文中，参照600MW电厂经验和便于控制系统检查吹扫装置监控，在每个取样装置均配置一个压力变送器，炉膛左右两侧，各设置3个取样装置，每测各配置一套自动吹扫装置，所有变送器同时串联接入（带短路保护）吹扫装置。

LL1~LL3、HH1~HH3为用于炉膛压力保护用的压力开关，炉膛压力报警用的开关未画出。PTL1~PTL3、PTH1~PTH3为用于炉膛压力取样管监视用的压力变送器。左右侧吹扫装置之间有联络信号，确保同一时间内只有一个取样管在“防堵”和“吹扫”。

5.1 炉膛压力保护逻辑

炉膛压力保护设计采用三取二逻辑，炉膛压力高高、低低保护取样管路为独立采样，三取二逻辑为（LL1+LL2+LL3）、（HH1+HH2+HH3）。

5.2 吹扫禁止逻辑

在监控系统中，设计吹扫禁止逻辑，在系统工况异常时禁止和中断吹扫装置吹扫，防止干扰联锁保护功能。

- ①炉膛压力取样管监视用的六个模拟量压力信号，最大值与最小值偏差大于设定值；
- ②任一炉膛压力变送器测量值 $\geq 2500\text{Pa}$ 或 $\leq 2500\text{Pa}$ 报警信号发出；
- ③人为禁止吹扫功能。

结束语

本文通过对风烟系统取样管路堵塞原因进行定性分析，设计了一种采用短脉冲气流激振工作原理的自动吹扫装置；采用PLC为控制核心，特别适用于多通道设计。“防堵”、“吹扫”两种工作模式，减少了对控制系统的干扰，在确保安全的情况下，最大限度的降低维护人员的工作量。

参考问题

- [1]叶江琪，热工测量和控制仪表的安装第二版，中国电力出版社，1998。
- [2]国家发展与改革委员会，DL/T5182-2004火力发电厂热工自动化就地设备安装、管路及电缆设计技术规定，中国电力出版社，2004。
- [3]国家能源局，DL5190.4-2019电力建设施工技术规范第4部分：热工仪表及控制装置，中国电力出版社，2019。
- [4]CAT.ES70-53A, High Speed 2 Port Valve, SMC.
- [5]Solenoid valves MHJ, fast-switching valves, FESTO, 2012/06.
- [6]Solenoid valves MH1, miniature, FESTO, 2016/11.
- [7]MS-02-346, 变截面流量计, SWAGelok, 2014/8.