

分析实验室 UPS 电源配置与使用维护

刘广辉

(四川省疾病预防控制中心 理化检验所, 四川 成都 610041)

摘 要: 对分析实验室仪器配置 Uninterruptible Power System(UPS)电源的必要性进行了分析与探讨,介绍了如何合理配置 UPS 电源的方法,对 UPS 电源的使用与维护给出了建议。

关键词: UPS 电源;配置;使用维护

中图分类号: O657.3

文献标识码: B

文章编号: 1006-3757(2012)04-0254-04

加入 WTO 后我国与世界各国的贸易日益密切,同时也促进了国内检验检测机构的迅猛发展,一大批自动化智能化仪器进入了各级实验检测机构。如何有效发挥这些仪器效能,更好地为企业、社会和国民经济服务,仍是各级检测机构值得探索与总结的一个问题。

充分发挥实验检测机构仪器设备的效能,涉及诸多方面,稳定可靠的电源配置是基础。本文仅就分析检测实验室 Uninterruptible Power System(UPS)电源配置与使用维护作一探讨与建议。

1 配置 UPS 电源的必要性

一个典型的分析检测实验室可能配置有:液相色谱质谱联用仪(LC/MS)、液相色谱仪(LC)、离子色谱仪(IC)、气相色谱质谱联用仪(GC/MS)、气相色谱仪(GC)、电感耦合等离子体质谱仪(ICP/MS)、电感耦合等离子体光谱仪(ICP/AES)、红外光谱仪(FTIR)、原子吸收光谱仪(AAS)、原子荧光光谱仪(AFS)以及其它若干小型仪器和设备。对于这种规模的检测实验室来说,有计划的停电或是限电不是大问题,但突发性的停电就不能不予以考虑,轻微的可能仅仅是造成检测数据的丢失,严重的可能会导致仪器故障,造成损失。

但是为分析实验室精密仪器配置 UPS 系统一直存在争议,有必要结合各类仪器的结构特点,分析突发供电中断对仪器可能造成的伤害以及配置相当容量的 UPS 电源的重要性。

1.1 质谱类仪器

真空系统是质谱仪器的重要组成部分,其真空度一般在 $10^{-3} \sim 10^{-9}$ Pa。质谱仪器必须要在良好的真空条件下才能正常工作,为保证这一较高的真空条件一般都采用由机械泵和高真空泵(分子涡轮泵或扩散泵)组成的两级真空系统。这一结构决定了高真空泵系统价格昂贵,如常遇突发停电,不仅对仪器的电子系统造成冲击,系统在高真空状况下突然停机,也会对真空部分的机械系统造成严重冲击,使其停卡在非正常位置,造成下一次的启动困难,也容易损毁其控制电路板。如配置有足够容量的 UPS 电源系统,实验人员将有足够的时间泄放真空压力,完成系统的正常停机以及相关数据的保存工作,不致对仪器造成损害。

1.2 液相类仪器

高效液相色谱的高压系统一般都由高压柱塞泵构成,高压系统是否正常直接影响分析检测结果的稳定性和可靠性。突发的供电中断,同样会对仪器的电子系统和高压系统造成冲击,使高压柱塞泵在非正常位置掉电卡停,仪器在下次开机时复位困难,严重者可能造成仪器损坏。另外,液相色谱类仪器在测试完成后对高压系统的维护保养非常重要,这不仅影响仪器寿命而且也影响仪器的检测灵敏度和可靠性。一般要求实验完成后用缓冲液将整个系统管路冲洗干净,防止盐沉积,避免下次使用启动泵时造成柱塞杆的干磨而损坏柱塞杆,久之易造成漏液导致高压达不到要求。若管路阻塞也将造成压力过

高而损坏仪器。同时,非正常的停电使检测人员也没有时间按标准流程清洗用后的色谱柱,很容易造成色谱柱的阻塞,柱效下降甚至报废,造成经济上的损失。

1.3 光谱类仪器

绝大部分的中高端光谱分析仪都带有自动进样系统,非正常的停电停机容易造成进样系统的机械装置不能归位,甚至卡死,造成仪器不能正常使用。同时也不能完成诸如雾化系统、蠕动进样系统的清洗等,也易造成这些系统的堵塞或是腐蚀,严重影响仪器的使用寿命。

1.4 智能化工作站与微机控制系统

现代大中型分析仪器都配置了计算机控制系统和数据处理工作站。非正常的供电中断使得控制系统的电路接口受到严重冲击,容易造成接口电路板的损坏,另一方面使得大量分析数据来不及保存而丢失。

部分仪器厂商没有主动为大中型精密分析仪器配置 UPS 电源,有的甚至不推荐使用,可能是基于如下 2 点原因:一是分析仪器对供电电源配置要求高,本身基本为感性负载或弱感性负载,工作电流比较大,启停时电流变化更大,对 UPS 电源的冲击很大,加之 UPS 电源带感性负载时效率较低,容量匹配不好很容易损坏 UPS 电源。二是要配备一套符合要求的 UPS 电源价格较贵,有的用户较难接受。UPS 电源的使用维护也比较严格,不正确的使用和维护保养会造成 UPS 电源故障频发,直接影响 UPS 电源的工作质量,弄不好还会损坏仪器本身。

但为高价值的仪器配置低价值的保护性设备,在极端情况下甚至以损坏低价值的设备来换取高价值仪器的安全是值得的,也是应该的。通过上述仪器的各自使用特点分析可以看出,分析检测实验室有必要为分析仪器配置相当容量的后备电源,在市电中断的情况下,让检测人员有足够的时间保存分析数据,完成必要的系统清洗和维护,按正常流程关闭仪器。

2 常见 UPS 电源的基本原理与分类简介

市售 UPS 电源常见的有两大类型:后备式 UPS 和在线式的 UPS。

2.1 后备式 UPS 电源

后备式 UPS 电源的基本工作原理是当市电供

电正常时,内部控制电路使市电直接为负载供电。当市电中断时由 UPS 电源内的蓄电池为逆变器供电,逆变器将直流电变成稳定的交流电为负载供电。当市电供电恢复后控制电路动作,再由市电直接向负载供电。

2.2 在线式 UPS 电源

在线式 UPS 电源的基本工作原理是当市电正常时由电源内的整流器将交流电变为直流电供给逆变器,再由逆变器将直流电变为交流电后供给负载。市电中断后由蓄电池为逆变器供电,将直流电转变为交流电为负载供电。

由上述可知在线式 UPS 电源其逆变器一直处于工作状态,而后备式 UPS 电源其逆变器处于间歇式工作状态。后备式 UPS 电源在市电中断时存在较明显的切换时间(毫秒级),而在线式 UPS 电源由于负载始终由逆变器供电,市电中断时对负载来说没有明显的切换时间,全时段都会提供稳定的交流输出,具有明显的稳压功能。后备式 UPS 电源只有在市电中断,或市电电压低于或是高于其内部设定值逆变器才开始工作,其稳压性能明显弱于在线式 UPS 电源。精密分析仪器对电源配置高度敏感,如要为其配置 UPS 电源,建议选用在线式 UPS 电源。

3 选择与配置 UPS 电源

实验室配置 UPS 电源,涉及类型、容量、品牌以及负载的功耗和使用特性等方面的因素。确定 UPS 电源之前,需了解 UPS 电源使用场地和供电状态。一般 UPS 电源对市电输入的要求是:输入电压 $380\text{ V}\pm 10\%$ 或 $220\text{ V}\pm 10\%$,频率 $50\pm 0.5\text{ Hz}$,分析实验室一般选用输入 220 V 的 UPS 电源。如供电状况常低于这个标准则应另选宽电压输入的 UPS 电源,也可以在 UPS 电源前端加置稳压电源或者电压调节装置。当前我国绝大部分地区都被大电网覆盖,输入电压的品质都能满足要求。由前述知道,分析实验室需选择在线式 UPS 电源,但由于绝大部分分析仪器对交流供电的频率敏感,所以还需注意选择输出是 50 Hz 正弦波而不是方波的 UPS 电源。二者的差异在于逆变器的调制脉冲不同,前者采用三角波调制而后者采用矩形脉冲调制,购买时需注意。品牌选择上尽量选择市场占有率高、口碑好以及完善售后服务网络、具有行业资质的企业产品。

根据工作需要合理配置电源容量是关键。很多分析仪器都是感性或弱感性负载,比如机械泵、电磁

线圈、射频发生器等这类部件,工作时的动态电流比较大,负载起停时对 UPS 电源内部的逆变器冲击也较大,所以为这类仪器配置 UPS 电源时应考虑多留一些富余容量。为确保电源的长期稳定工作,纯电阻性负载或弱感性负载通常按 UPS 电源标称容量的 60% ~ 80% 来估算。过度轻载也不科学,造成资源的浪费。质谱类、光谱类以及色谱类等明显是感性负载的,其配置容量最好按 UPS 电源标称容量的 30% ~ 50% 来估算,避免启停时过载而损坏逆变器。

UPS 电源标称容量决定带负载的能力,而后备电池(组)容量决定市电中断后能提供合格电源持续时长的能力。市售 UPS 电源的后备电池(组)多数仍采用免维护的铅酸蓄电池。表征蓄电池性能的参数很多,但需我们了解的主要有 4 个指标:(1) 工作电压。蓄电池放电曲线上的平台电压。(2) 蓄电池容量。常用安时(Ah)或毫安时(mAh)表示。(3) 工作温区。蓄电池正常放电的温度范围。(4) 循环寿命。蓄电池正常工作的充放电次数。电池供电时间主要受负载大小、电池容量、环境温度、电池放电截止电压等因素影响。UPS 蓄电池(组)后备时间的计算方法主要有恒功率法和最大放电电流法,但这 2 种方法因用户缺乏必要技术数据信息不便计算。但仍可采用式(1)和式(2)的简单算法来粗略确定后备时间以及所需电池(组)容量。

$$C = \frac{PT}{U} \quad (1)$$

其中, C 为电池组容量 Ah 或 mAh; P 为负载功率 W 或 VA; U 为蓄电池组电压 V; T 为时间 s。用此方法估算出的容量是按纯电阻负载来计算的,实际上感性负载应在此基础上增加 30% ~ 50% 的容量较为合适。

$$T = \frac{CU}{P} \quad (2)$$

其中, C 为电池组容量 Ah 或 mAh; P 为负载功率 W 或 VA; U 为蓄电池组电压 V; T 为时间 s。用此法估算出的是纯电阻性负载延时时间,感性负载可按这个值的 50% ~ 70% 估算。

UPS 电源应安放在温度和湿度适中的环境中。分析仪器对环境设施的要求比较严格,完全能满足 UPS 电源对环境的要求,在房间面积容许的情况下可以考虑将 UPS 电源与仪器同处一室,便于实验人员发现供电的异常及时操作处理。对于配置了较大后备电池机柜的 UPS 电源,可以将后备电池机柜

安放在房间角落,并注意通风与散热条件,避免阳光直射。

4 UPS 电源的使用与维护

UPS 电源应工作在通风良好、温湿度适宜的环境,避免阳光直射。对于分析实验室来说还应远离化学试剂室、消化间等以避免挥发性、腐蚀性化学物质损害。UPS 电源自身还应安装可靠的防雷和安全接地线。建议分析实验室选用在线式 UPS 电源,其自身具有不错的稳压功能,可不必配置额外的交流净化稳压电源,有利于成本控制和减少故障机率。

分析实验室配置 UPS 电源目的是为高价值的精密仪器提供稳定可靠的电力电源,电源自身的稳定可靠非常重要,UPS 电源稳定可靠与日常正确的使用操作和维护保养密不可分。在日常使用中应当避免带负载(负载处于开机状态)打开 UPS 电源。不要在 UPS 电源未稳定输出就启动仪器,一方面开机产生的冲击电流易使电源内逆变器过载而损坏,另一方面仪器也不能正常启动。正确的操作应首先开启 UPS 开关,待 UPS 电源稳定工作(一般有正常工作指示灯)后再按仪器的正常开机顺序逐个打开仪器开关。分析测试结束后须按开机顺序的逆过程操作关闭相关仪器设备。UPS 电源作为仪器分析的后备电源,目的是在市电中断后让实验人员有足够的时间处理实验操作的后续工作,避免高价值的精密仪器受到冲击损坏,及时保存实验检测数据。但应绝对避免在市电中断后再利用 UPS 电池(组)供电开机,以避免电池(组)因过度放电而损坏。当市电发生异常由 UPS 电池(组)逆变供电时,应及时完成分析测试数据的保存,按正常操作流程及时关闭仪器,待市电恢复正常后再行开机使用。

后备电池(组)是 UPS 电源日常维护的主要对象。蓄电池的物理结构和化学特性决定了 UPS 电池(组)单元存在自放电现象,如长期放置不用会导致电池(组)的损坏。因此 UPS 电源如较长时间不使用需定期开机对电池(组)进行充电。市电供电长期正常,使 UPS 电源电池(组)长期处于只充电不放电的,也应隔 2 ~ 3 个月人为断开市电,带上相对较轻的负载,让电池(组)适度放电确保其活性。时常检视后备电池(组),如发现电池单元鼓胀、变形、漏液甚至破裂应立即更换相应电池单元。注意查看正负极柱和接线头卡连接得是否可靠,如有松动应及时拧紧或焊牢,以免造成接线柱处跳火,造成 UPS 电

源本身和负载损坏. 发现接线柱处有铜绿或是腐蚀结晶,表明接线柱和压线头卡已被氧化或腐蚀,应及时清洁处理,必要时予以更换,以免造成局部接触电阻过大,造成系统故障. 同时可在接线柱处涂抹凡士林等保护剂可有效抑制接线柱处的腐蚀和氧化.

蓄电池都有一定的使用寿命,应请专业人士定期更换后备电池(组). 更(替)换时须使用同厂家

同型号同容量的电池单元,禁止不同规格型号的电池混用,确保后备电池(组)的一致性,可有效避免不同规格型号电池单元之间的互充电,造成电池(组)的内耗增加,影响蓄电池的使用寿命,使 UPS 电源后备时间大大低于标准设计时间,发挥不了应有的作用.

Allocation, Use and Maintenance of UPS Systems in Analytical Laboratories

LIU Guang-hui

(Sichuan Center for Disease Control and Prevention, Chengdu 610041, China)

Abstract: The necessity of the configuration of analytical laboratories with UPS systems is analyzed and investigated. How to rationally allocate UPS systems is introduced, and suggestions are given to the use and maintenance of UPS systems.

Key words:UPS system; allocation; use and maintenance

Classifying number: O657. 3