

DOI:10. 3969/j. issn. 1674 - 1951. 2019. 03. 011

火电厂燃煤全自动制样机性能试验方案研究

Study on performance test on automatic sampling machine in thermal power plant

王志坤,王杰,王爱明

WANG Zhikun, WANG Jie, WANG Aiming

(湖北华电江陵发电有限公司,湖北 荆州 434400)

(Hubei Huadian Jiangling Power Generation Company Limited, Jingzhou 434400, China)

摘 要:通过对 2×660 MW 火电厂使用的 5E-APS II 型全自动制样机进行性能试验评定,研究可靠的全自动制样机性能试验方案。探索建立一套公正且具有可操作性的全自动制样机性能评价体系,以期判定制样机的精密度与系统偏倚是否符合国标要求,从而切实保障火力发电厂燃煤质检采、制样环节更加严谨且具有可追溯性。

关键词:火电厂;全自动制样机;燃煤质检;精密度;系统偏倚

中图分类号:TD 946. 3 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2019)03 - 0043 - 03

Abstract:Based on the performance test of a 5E-APS II automatic sampling machine of a 2×660 MW coal-fired power plant, reliable performance test methods are studied. A set of fair and operable automatic sampling machine performance evaluation system is explored and set up. It can determine whether the precision of the sampling machine and the system bias are in line with the national standard requirements, ensure inspection on coal quality of thermal power plants and sample making process rigorous and traceable.

Keywords: thermal power plant; automatic sample making machine; coal quality inspection; precision; system bias

1 研究的背景与意义

随着我国煤炭价格日益增长,各发电企业燃煤成本大幅度上升,部分发电企业的燃煤成本甚至已接近总运营成本的 80%^[1]。同时,由于煤炭市场管理混乱,掺杂使假以及亏吨、亏卡、包馅等现象严重。煤炭的制样环节一直以来被煤炭供需方作为煤质验收的重要环节,历经人工制样、半自动联合制样机制样,到如今正在发展的全自动制样机^[2]制样。

无论煤炭采样、制样技术如何发展,燃料采制样具有代表性都是制样机所必须具备的基本性能。采样、制样有代表性,就必须通过性能试验证明精密度符合要求且无实质性偏倚^[3]。目前,全自动制样机的性能试验还没有相关的国标和行标,全自动制样机普遍由厂家调试完成后移交火电厂燃煤质检管理人员,而移交的标准暂无完善的评价体系。本课题研究的目的在于用科学的试验方法测试出全自动制样机的整机精密度和整机偏倚是否满足国标的相关要求。本课题根据现有标准(GB/T 19494. 3—2004《煤炭机械化采样 第 3 部分:精密度测定和偏倚试

验》、DL/T 1339—2014《火电厂煤炭破碎缩分联合制样设备性能试验规程》)制定出全自动制样机性能试验方案,从而通过性能试验的方法得出数据,判定制样机的精密度与系统偏倚是否符合要求,用以指导火电厂煤炭质量管理人员、制样机厂商及煤炭供应商正确、客观地评价全自动制样机的精密度和系统偏倚^[4]。

2 全自动制样机工作原理与制样流程概述

本课题研究的全自动制样机系统为 5E-APS II 型全自动制样机,其允许入料粒径 6~100 mm,采用三级破碎和四级缩分方式制样。其中,三级破碎分别采用卧式环锤、对辊式和研磨式,破碎后的出料粒径分别为 6.0,3.0,0.2 mm,一、二级缩分采用旋转斜管槽式缩分器,三、四级缩分采用圆锥式二分器。该全自动制样机制样流程如图 1 所示。

3 性能试验方案主要内容及实施步骤

为准确、全面地评定本课题所研究全自动制样机系统的性能是否满足国家及行业标准要求,制定的试验方案包括对该全自动制样机系统进行制样精密度试验、灰分偏倚试验、全水分偏倚试验、出料粒

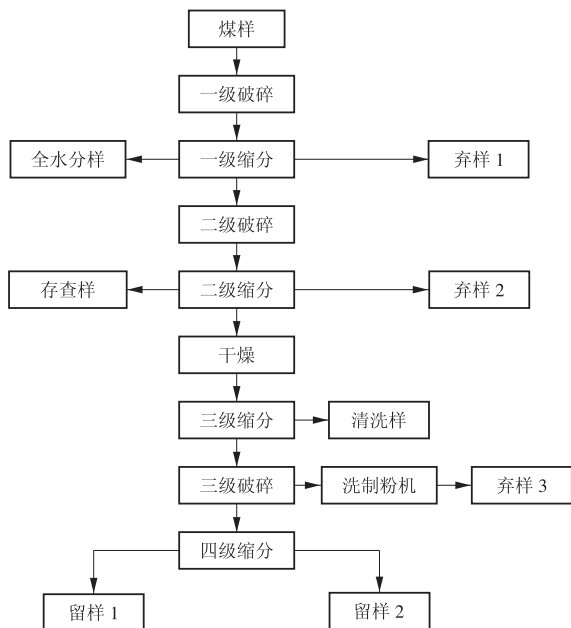


图 1 全自动制样机工作流程
Fig. 1 Work flow of automatic sampling machine

度试验、质量稳定性试验、制粉收集率试验、制样效率试验及干燥温度试验。

上述试验的主要依据分别为：GB 474—2008《煤样的制备方法》、GB 475—2008《商品煤样人工采取方法》、GB/T 19494—2004《煤炭机械化采样》、GB/T 212—2008《煤的工业分析方法》、GB/T 211—2007《煤中全水分的测定方法》、GB/T 30732—2014《煤的工业分析方法 仪器法》、DL/T 1339—2014《火电厂煤炭破碎缩分联合制样设备性能试验规程》。

3.1 制样精密度试验内容及步骤

3.1.1 制样

分别称取粒度 $\leq 13\text{ mm}$ 的煤样 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 kg 各 2 份, 共 20 份。每份煤样经煤炭制样系统制样得到一般分析试验煤样(标记 L3), 收集除一般分析试验煤样外的全部煤样, 将全部煤样合并再次经煤炭制样系统得到一般分析试验煤样(标记 L4)。

3.1.2 化验

样品需化验的项目包括灰分(A_{ad})和水分(M_{ad}), 由煤检中心化验员按照 GB/T 212—2008《煤的工业分析方法》或 GB/T 30732—2014《煤的工业分析方法 仪器法》进行化验。

3.1.3 结果统计

试验数据按照 GB/T 19494. 3—2004《煤炭机械化采样 第 3 部分: 精密度测定和偏倚试验》进行统计, 按式(1)计算各对结果差值的标准差。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{2n}}, \quad (1)$$

式中: s 为标准差; d_i 为双份试样测定结果绝对差值; n 为双份试样对数, $n = 10$ 。

根据 GB 474—2008《煤样的制备方法》, 制样和化验方差目标值 V_{PT}^0 为 $0.05P_L^2$, P_L 为采制化总精密度。对于该试验煤种, $P_L = 1/10 A_d$ (该煤种干燥基灰分), 且最大不能超过 1.60%。

将标准差 s 与方差目标值 V_{PT}^0 进行比较, 如果 $0.70\sqrt{V_{\text{PT}}^0} \leq s \leq 1.75\sqrt{V_{\text{PT}}^0}$, 则可认为制样和化验精密度符合要求; 如果 $s < 0.70\sqrt{V_{\text{PT}}^0}$, 则可认为精密度优于目标值; 如果 $s > 1.75\sqrt{V_{\text{PT}}^0}$, 则可认为精密度达不到目标值。

如果连续 2 组 10 对双份试样的标准差都落在目标范围内或优于目标值, 才能认可制样和化验精密度符合要求。

3.2 灰分偏倚试验内容及步骤

3.2.1 制样

分别称取粒度 $\leq 13\text{ mm}$ 的煤样 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 kg 各 2 份, 共 28 份。每份煤样通过煤炭制样系统, 收集各级出料并编号, 按样品收集先后顺序依次为: 一级缩分弃样(Q1)、全水分样(M)、二级缩分弃样(Q2)、3 mm 存查样(B)、冲洗样 1(Q3)、留样 1(L1)、留样 2(L2), 共 7 个样品, 分别称重并记录。

制样按照 GB 474—2008《煤样的制备方法》的规定在现场制样室进行初制备。

3.2.2 化验

样品需化验的项目包括灰分(A_{ad})和水分(M_{ad}), 由煤检中心化验员按照 GB/T 212—2008《煤的工业分析方法》或 GB/T 30732—2014《煤的工业分析方法 仪器法》进行化验。

3.2.3 结果统计

干燥基灰分(A_d)试验数据按照 GB/T 19494. 3—2004《煤炭机械化采样 第 3 部分: 精密度测定和偏倚试验》进行统计。

灰分偏倚试验中, 灰分参比值以制样各阶段产生的弃样和留样按质量比加权平均得到, 即

$$A_{\text{dc}} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_n \times A_{\text{dn}})}{\sum_{i=1}^n m_n}, \quad (2)$$

式中: A_{dc} 为灰分参比样(干燥基); m 为样品质量; n 为样品收集顺序号; A_d 为样品灰分(干燥基)。

经确定该全自动制样机最大允许偏倚 $B = 0.40\%$, 经数据统计得到的实际灰分偏倚记为 B' 。

如果 $B' \leq B$, 则该全自动制样机不存在灰分实质性偏倚; 如果 $B' > B$, 则该全自动制样机存在大于 B 的灰分实质性偏倚。

3.3 全水分偏倚试验内容及步骤

3.3.1 制样

称取粒度 $\leq 13\text{ mm}$ 的煤样约 60 kg , 用 13 mm 二分器分成 2 份, 一份经煤炭制样系统进行制样, 收取该煤炭制样系统的全水分样品并编号, 另一份用无明显水分损失的破碎机破碎煤样, 并按 GB 474—2008《煤样的制备方法》规定的方法迅速抽取全水分试样作为全水分参比样。重复以上过程至完成 25 份为止。

3.3.2 化验

全水分测定由质检中心化验室使用实验室设备按照 GB/T 211—2007《煤中全水分测定方法》进行。

3.3.3 结果统计

全水分试验数据统计按 GB/T 19494. 3—2004《煤炭机械化采样 第 3 部分: 精密度测定和偏倚试验》进行统计。

经确定该全自动制样机最大允许偏倚 $B = 0.40\%$, 经数据统计得到的实际全水分偏倚记为 B' 。如果 $B' \leq B$, 则该全自动制样机不存在全水分实质性偏倚; 如果 $B' > B$, 则该全自动制样机存在大于 B 的全水分实质性偏倚。

3.4 出料粒度试验

经制样机制样后, 对最终留样、存查煤样和全水分试样进行筛分试验, 至少各进行 3 个煤样的测定, 最终留样粒度应小于 0.2 mm , 存查煤样粒度应小于 3.0 mm , 全水分试样粒度应小于 6.0 mm (6.0 mm 方孔筛筛上物质量应不超过煤样总质量的 5%)。

3.5 质量稳定性试验

灰分偏倚试验时称量各级出料质量并记录, 对质量结果进行统计分析。全水分样质量均应大于 1.25 kg , 存查样质量均应大于 700 g , 留样质量均应大于 60 g 。

3.6 制粉收集率试验

在煤样达到干燥状态后, 取出并称重, 质量记为 m_1 , 称重后放回烘干机, 煤样进入制粉阶段; 煤样经制粉后收集清洗样和留样并称重, 质量记为 m_2 ; 制粉收集率用 C 表示, 则 $C = m_2/m_1 \times 100\%$ 。

3.7 制样效率试验

称取标称最大粒度为 13 mm 、质量为 $20 \sim 60\text{ kg}$ 的煤样 10 个, 分别通过全自动制样系统, 记录各煤样的入样及各留样的出样时间, 计算出 10 个煤样的制样总时间及平均时间。

3.8 干燥温度试验

随机抽取试验过程中的 5 个煤样作为试验对

象, 试验前将标准热电偶分别固定于干燥区。煤样进入干燥箱时开始计时, 煤样离开干燥箱时停止计时, 每隔 30 s 读取一次数字温度表中示数并记录, 检查数据是否满足 GB 474—2008《煤样的制备方法》。

4 试验方案的实施与结论

在本课题中, 对上述 8 项单项试验均按照试验步骤和分析方法逐一实施。通过试验的实施过程, 验证上述试验方案具有较好的操作性, 便于实施, 同时具有较好的可追溯性, 利于复查验证试验过程是否科学。受篇幅所限, 不详细列举各项试验的过程记录和结果, 在此简述本课题所研究的全自动制样机性能试验综合评定如下。

(1) 试验所用煤为烟煤, 标称最大粒度约 13 mm ; 偏倚试验用煤干燥基灰分约 16.00% ; 全水分约 16.00% ; 精密度试验用煤干燥基灰分约 19.00% 。全自动制样机系统留样 1 灰分偏倚相对于最大允许偏倚 (B , 干燥基灰分) 为 0.40% , 全自动制样机系统留样 1 不存在灰分实质性偏倚 (对于该试验煤种, 全自动制样机系统留样 1 存在的最大灰分 (干燥基) 偏倚在 95% 的概率下为 0.37%)。

(2) 全自动制样机系统整机采取样品灰分与参比样品差值的平均值 (d) 为 -0.2712% , 该全自动制样机系统存在大于 0 且小于 B 的灰分偏倚。

(3) 全自动制样机系统制备样品全水分与参比样品差值的平均值 (d) 为 -0.2840% , 该全自动制样机系统存在大于 0 且小于 B 的全水分偏倚。

(4) 该全自动制样机系统留样 1 的制样和化验精密度优于预期 (标准) 要求。

(5) 该全自动制样机系统出料粒度试验, 最终留样、存查煤样和全水分试样均符合要求。

(6) 该全自动制样机系统质量稳定性, 试验结果均符合要求。

(7) 该全自动制样机系统制粉收集率为 99.6% 。

(8) 该全自动制样机系统制样效率试验 10 个煤样的制样总时间 (第 1 个样品制样时间为 140 min , 之后 $20\text{ min}/\text{个}$) 为 320 min , 平均时间为 32 min 。

(9) 该全自动制样机系统干燥温度试验满足 GB 474—2008《煤样的制备方法》中温度的要求。

综合上述结论及其他试验结果, 本课题所研究的 5E-APS II 型全自动制样机各项性能满足相关国标要求。

5 结束语

全自动制样机因系统庞大复杂, (下转第 48 页)

4.3 避免在全关位置紧急关机

在试验时,如果主配压阀紧急关机或者事故配压阀动作,应注意检查导叶是否处于全关状态。如果全关,应先将导叶开启一个小角度(如 10%)。对于轮叶的操作亦如此。

4.4 防止系统进气

定期校验集油槽和压力油罐油位计、压油泵效率、启停压力。无论在试验过程中还是在机组正常运行时,应监视油位是否正常,防止系统进气,避免产生水击。特别是在紧急开关机过程中,应专人监视压力油罐油位,防止系统进气。

5 水击产生后处理措施

当水击产生后,可以通过以下几种措施,消除或者减小水击的影响。

5.1 关上游阀门

当调速管路局部产生水击现象甚至共振时,应首先关闭水击管路上游侧的阀门,防止共振范围扩大,影响整个机组甚至其他机组。葛洲坝电站 #5, #6, #7 机组共用一个压力油罐,若 #5 机组发生水击时应立即关闭 #5 机至事故油罐的阀门,防止因此影响到 #6, #7 正常运行的机组。

5.2 开关中间阀门

葛洲坝电站二江电厂哈电机组在事故油源与差动阀之间的事事故油源油管上设置有 1 个手动阀门,当水击发生时,油液在管路中振荡,管道共振越来越严重时,通过反复开关该阀门,可打破油液在管路中有规律地振荡,从而达到减小振荡、消除共振的目的。

(上接第 45 页)设备生产及安装调试的周期均较长。若现场安装调试不到位,会导致设备无法在标准规范要求下运行,从而无法保证制样的代表性。本课题研究的性能试验方法能为燃煤质检管理人员提供客观的评价方法,有助于燃料质检管理人员正确掌握煤炭品质信息,为火电厂的生产、运营提供具有实用价值的正确信息。

但本课题研究的对象比较单一,未能研究其他品牌的全自动制样机,可能对其他型号的全自动制样机性能评定存在部分不适用,希望本文所论述的试验方法能对其他电厂的燃煤质检管理人员有所帮助。

参考文献:

[1] 闵熊,汪平,高波. 煤炭无人值守全自动制样机应用中的

5.3 对于设有排气阀的管路排除空气

当振荡基本消失,关闭上游阀门,管道中油压泄到安全压力时,对于设有排气阀的管路,可以通过排气阀排除空气,以防止水击再次产生。

6 结论

在导轮叶紧急开关机试验、事故停机试验、低油压试验、过速停机试验等机组大修后必须进行的试验项目中,都涉及阀芯快速动作,存在产生水击的风险。水击发生后,一方面对管路、阀门、法兰及密封直接造成冲击,另一方面可能引起共振造成事故扩大。因而,新电站在设计和施工时,应该考虑如何让充油时管道中不淤积空气;检修人员在进行试验时,应该通过合理操作、防范水击的产生;水击或者共振发生后,应处理得当,防止事故的扩大,并消除有规律的振荡。

参考文献:

[1]陈贵清,王维军,周红星,等. 压力管道水击危害及其防治[J]. 河北理工学院学报,2006,27(1).
[2]蔡燕生,陈炳森. 水轮机调速器运行及故障处理[M]. 3 版. 郑州:黄河水利出版社,2016.
[3]蔡燕生,王剑锋,孟宪影. 现代水轮机调速器及其调整与试验[M]. 北京:中国电力出版社,2012.

(本文责编:陆华)

作者简介:

黄奎(1992—),男,湖北襄阳人,助理工程师,从事水轮发电机组检修工作(E-mail:huang_kui@cypc.com.cn)。

问题探讨[J]. 煤质技术,2016(5):27-29.

[2]张和盘. 关于燃煤质量检验与管理标准化问题思考[J]. 煤矿技术,2013(10):81.

[3]罗小杰,王军,刘晶歌. 自动封装煤炭盲样信息管理系统分析与设计[J]. 煤矿机械,2012,38(12):141-142.

[4]孟令国. 煤炭企业质量检验机构的设置[J]. 选煤技术, 2003(3):73-75.

(本文责编:白银雷)

作者简介:

王志坤(1986—),男,湖北江陵人,助理工程师,从事火力发电厂采制化方面的工作(E-mail:285662928@qq.com)。