

煤炭机械采样机采样代表性的核验

韩立鹏,张 婧

(中国华能集团公司 邯峰发电厂,河北 邯郸 056200)

摘要:为保证煤炭机械采样具有代表性,对机械采样机代表性进行核验。利用特定批煤多份采样法计算机械采样精密度区间,评估机械采样精密度是否满足期望精密度要求。通过计算2组10对双份试样的制样标准差校核制样精密度,根据制样标准差与目标方差大小关系,评估制样精密度水平。在机械采样精密度合格,且偏倚试验数据满足无离群值,试样对数大于所需最少对数,具有独立性后,进行机械采样机干基灰分偏倚判断,评定机械采样系统干基灰分偏倚情况。结果表明:核验偏倚小于最大允许偏倚,采样代表性满足各方要求,机械采样机核验为无偏倚,机械采取的煤样可完全代表被采批煤。

关键词:子样;精密度;偏倚;离群值;机械采样

中图分类号:TQ051.2;TD849

文献标识码:B

文章编号:1006-6772(2013)04-0105-04

Representativeness verification of coal mechanical sampling

HAN Lipeng, ZHANG Jing

(Hanfeng Power Plant, China Huaneng Group Company Handan, 056200, China)

Abstract: To ensure the representativeness of coal mechanical sampling, it is necessary to verify representativeness of mechanical sampling device. The precision of sampling is verified and counted by replicate sampling method, the results are used to evaluate if the sampling precision meet the expectations. The precision of the sample preparation is verified by the standard deviation counted by two groups which have ten pairing samples respectively. Based on the relationship between standard deviation and expected variance, evaluate the sample preparation precision. Test the bias of mechanical sampler when the precision is qualified and the test enough data with enough pairs and independent have no outliers. The results show that the verification bias is less than the maximum tolerable bias, the results gotten by coal mechanical sampler are representative.

Key words: increment; precision; bias; outlier; mechanical sampling

0 引 言

随着煤炭机械采样机在煤炭贸易和煤炭加工中的广泛应用,煤炭机械采样机的采样性能受到越

来越多的关注。机械采样机所采煤样能否反映煤炭实际品质,代表所采批煤的真正质量,是机械采样机使用中面临的新问题^[1]。煤炭机械采样机使用单位应对机械采样的代表性清楚了,定期对机

收稿日期:2013-04-19 责任编辑:孙淑君

作者简介:韩立鹏(1979—),男,河北邢台人,硕士,工程师,现从事电厂化学监督工作。

引用格式:韩立鹏,张 婧.煤炭机械采样机采样代表性的核验[J].洁净煤技术,2013,19(4):105-108,118.

械采样机代表性进行核验,为贸易结算双方和煤炭使用单位提供准确可靠的煤质数据。

1 机械采样机的精密度

1.1 机械采样精密度的核验

1.1.1 核验方法

采样精密度是同一煤进行一系列测定所得结果间彼此的符合程度。当采样涉及的煤种和煤源较多时,应选取品质最不均匀或灰分最高的煤进行精密度核验,同一采样方案灰分较高的煤精密度差^[2]。采样精密度核验方法有3种:双倍子样数双份采样法、例行子样数双份采样法和多份采样法。本文采用实验量较小的多份采样法。在一个采样单元内采取 n 个子样,依次轮流放入10个容器中,合并成10个实验煤样,分别测算煤样的干基灰分。按式(1)、(2)计算采样总体标准差 S 和精密度最佳估算值 p 。利用最佳估算值 p 计算精密度范围^[3],与期望精密度 P_0 进行比较,判断机械采样精密度是否合格。

$$S = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{j}}{j-1}} \quad (1)$$

$$p = \frac{2s}{\sqrt{j}} \quad (2)$$

式中, x_i 为煤样的干基灰分值; j 为实验煤样数, $j=10$ 。

1.1.2 精密度判定

原煤的机械采样期望精密度为 $1/10 A_d$,且不大于1.6。计算特定批煤精密度范围,利用式(1)、(2)精密度最佳估算值 p ,以及精密度上、下限因素 a_u 和 a_L ,计算精密度上、下限,上限= $a_u p$,下限= $a_L p$,比较期望精密度 P_0 与特定批煤精密度范围。

如 $a_L p < P_0 < a_u p$,若上限 $a_u p$ 不大于最差允许精密度1.6,则采样精密度符合要求;若上限 $a_u p$ 大于1.6,则不应做结论,需要增加子样数,重新检验采样精密度。直到上限 $a_u p$ 不大于1.6。

如 $P_0 \geq a_u p$,则采样精密度优于期望精密度;

如 $P_0 \leq a_L p$,则采样精密度不符合要求,增加一倍子样数,重新检验采样精密度。

计算精密度最佳估算值 p ,将表1采样精密度灰分值代入式(1)、(2),求得 $p=0.60$,查精密度范

围计算因素表^[4],试样数 $f=10$ 时, $a_u=0.70$, $a_L=1.75$ 。则该批煤的采样精密度,在95%置信概率下落在0.42%~1.05%。 $P_0=1.6$, $a_u p=1.05$, $P_0 > a_u p$,采样精密度优于期望精密度。精密度实验数据见表1。

表1 精密度实验数据

序号	采样精密度	制样精密度	制样精密度
	灰分 $A_d / \%$	第一组 ΔA_d	第二组 ΔA_d
1	22.75	-1.09	1.63
2	24.44	-0.45	-0.57
3	23.32	0.69	-0.46
4	23.53	-0.42	0.15
5	23.39	0.36	-0.56
6	23.10	-0.20	0.29
7	24.93	0.03	0.50
8	25.09	-0.55	-0.31
9	25.26	-0.54	1.13
10	22.95	0.31	-0.87

1.2 制样和化验精密度的核验

1.2.1 核验方法

遇到以下2种情况时,核验制样和化验精密度:一是需要了解制样和化验精密度;二是采样总精密度难以合格时^[5]。在制样程序的第一缩分阶段,同时缩分出一对煤样,分别按相同的例行制样程序制备分析煤样,测算试样干基灰分。如不能在第一缩分阶段取出双份煤样,在制得第一份实验煤样后,收集各制样阶段全部弃样返回制样系统,按相同例常制样程序制出第二份实验煤样,测算弃样干基灰分,构成一对双份试样。按此法制备和化验10对双份试样作为一组。需连续进行2组试验。按式(3)计算制样和化验标准差。通过制样和化验标准差与目标范围进行比较,判断制样和化验精密度是否满足要求。

$$S_{PT} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n_p}} \quad (3)$$

式中, d^2 为双份试样间 A_d 差值; n_p 为双份试样对数, $n_p=10$ 。

1.2.2 精密度判定

将标准差 S 与方差目标值 V_{PT}^0 进行比较, S_{PT} 应落在以下范围内,即

$$0.70\sqrt{V_{PT}^0} < S_{PT} < 1.75\sqrt{V_{PT}^0}$$

连续 2 组 10 对双份实验标准差都落在上述范围内,则可认为制样和化验精密度符合要求。如 2 组 $S_{PT} < 0.70\sqrt{V_{PT}^0}$,则可认为精密度优于目标值。如 2 组中任有一组 $S_{PT} > 1.75\sqrt{V_{PT}^0}$,则可认为精密度达不到要求。主要原因为制样程序有问题,留样量不够或煤样有损失,如切割器不符合要求等^[6]。改进后重新核验制样和化验精密度。对于两级以上制样系统,分阶段核验制样精密度^[7],确定哪一制样阶段存在问题。

制样精密度实验数据,见表 1 中两组制样精密度试样对干基灰分差 ΔA_d 部分,利用式(3)计算得

第一组的标准差 $S_{PT} = 0.38$

第二组的标准差 $S_{PT} = 0.55$

根据 GB/T 474—2008^[8], $V_{PT}^0 = 0.05P_0^2$,机械采样对原煤采样精密度 $P_0 = 1.6$,所以目标值 $V_{PT}^0 = 0.128$, $0.70\sqrt{V_{PT}^0} = 0.25$, $1.75\sqrt{V_{PT}^0} = 0.63$ 。第一组和第二组标准差均在范围内,制样精密度满足要求。

2 机械采样机偏倚检验

2.1 机械采样偏倚

偏倚即系统误差^[9],在精密度满足要求情况下,导致一系列结果的平均值总是高于或低于参比方法得到的值。偏倚检验方法:对同一来源或品种煤采制成一系列成对试样,一个由机械采样机采取并制备,另一个用本质上无偏倚的参比方法采取和制备。然后分别用仲裁方法化验,计算每对试样测定结果的差值,对差值进行统计分析,最后用 t 检验法判定机械采样机灰分偏倚情况。

2.2 参比采样方法

对于移动煤流机械采样,停输送带采样法是公认无偏倚的参比采样方法^[10]。采样位置尽量靠近初级采样器,用采样框刮取一完整的横截煤样作为参比煤样,与机械采样机所采煤样构成一对试样。静止煤参比采样法采用人工钻孔采样。在靠近采样器旁边,人工钻孔至煤层内插入圆筒,深度与采样器相同,筒内煤样作为参比煤样与采样器所采煤样构成一对试样。

2.3 灰分最大允许偏倚检验

最大允许偏倚是从实际后果考虑可允许的最大偏倚^[11],实际运用中一般是合同各方同意的偏

倚,如机械采样机买卖双方或煤炭交易双方的协商值。发电行业建议 A_d 不大于 30% 的煤,最大允许偏倚取 0.2%~0.3%;大于 30% 的煤,选取预期采样精密度的 1/5~1/3 之间的值^[12]。统计分析实验数据,进行的偏倚检验,有 3 个假定条件^[13]:变量正态分布;测量误差独立性;数据有统计一致性。实际实验数据与 3 个理想条件接近程度,决定统计分析的有效性。灰分最大允许偏倚检验步骤如下:一般采取 20 对试样,机械系统采取煤样与参比采样煤样构成一对试样,测算干基灰分值。系统样与参比样实验数据见表 2。

表 2 偏倚实验干基灰分数据

序号	系统样 $A_d / \%$	参比样 $A_d' / \%$	$\Delta d = A_d - A_d'$
1	20.02	20.54	-0.52
2	21.74	21.13	0.61
3	20.22	21.24	-1.02
4	20.69	21.64	-0.95
5	20.53	21.07	-0.54
6	20.47	21.29	-0.82
7	20.98	21.63	-0.65
8	21.05	21.24	-0.19
9	21.03	21.88	-0.85
10	20.36	21.25	-0.89
11	21.55	21.08	0.47
12	20.62	20.45	0.17
13	19.89	20.42	-0.53
14	20.34	21.38	-1.04
15	22.41	22.19	0.22
16	21.20	21.09	0.11
17	20.45	20.92	-0.47
18	20.30	21.28	-0.98
19	21.83	21.40	0.43
20	20.60	21.10	-0.50

实验数据的离群值检验 柯克伦法

$$C = \frac{d_{\max}^2}{\sum_{i=1}^{n_p} d_i^2} \quad (4)$$

式中 d_{\max} 为差值中最大差值; n_p 为差值组中试样对数。

在 95% 置信概率下 $n_p = 20$ 的柯克伦临界值为 0.480。如果计算的 C 值大于临界值,则 d_{\max} 为离群值,舍弃。将表 2 数据代入式(4)得: $C = 0.123$, 小于临界值,无离群值。

所需试样对数估算

$$g = \frac{B}{S_d} \quad (5)$$

式中 B 为预先确定的最大允许偏倚; S_d 为差值标准差。

根据计算的试样因数 g , 查最少试样对数的试样因数表^[13] 核算实验试样对数是否合适。确定是否需要补充实验, 补充的实验数据要进行方差一致性检验。利用表 2 数据计算 $S_d=0.546$, 确定最大允许偏倚 $B=0.70$, 代入式 (5) 得试样因数 $g=0.909$ 。查得所需最少试样对数 11, 实验试样对数合适。

运算数群检验差值独立性, 将各试样对数差值按由小到大排列, 找出中位值 d_m 。以试样对差值减去中位值, 按试样对先后顺序统计正值和负值, 数出符号变化次数 r 。若 r 处于显著性上、下限之间, 则独立性检验通过。数群的数据见表 3, 中位值 d_m 为第 13 和 1 差值的平均值 -0.525 。由表 3 统计得知运算数群 $r=9$ 。正号和负号组数相等, 组数为 10, 查数群显著性数值表^[13] 下限 $L=7$, 上限 $U=15$ 。运算数群 $r=9$ 落在上下限之间, 差值数据具有独立性。实验数据满足要求, 可以进行偏倚判定。

表 3 差值独立性检验数群表

序号	Δd	$\Delta d - d_m$	符号	数群
1	-0.52	0.005	+	1
2	0.61	1.135	+	1
3	-1.02	-0.495	-	2
4	-0.95	-0.425	-	2
5	-0.54	-0.015	-	2
6	-0.82	-0.295	-	2
7	-0.65	-0.125	-	2
8	-0.19	0.335	+	3
9	-0.85	-0.325	-	4
10	-0.89	-0.365	-	4
11	0.47	0.995	+	5
12	0.17	0.695	+	5
13	-0.53	-0.005	-	6
14	-1.04	-0.515	-	6
15	0.22	0.745	+	7
16	0.11	0.635	+	7
17	-0.47	0.055	+	7
18	-0.98	-0.455	-	8
19	0.43	0.955	+	9
20	-0.50	0.025	+	9

2.4 偏倚的评定

如 $\bar{d} \leq -B$ 或 $\bar{d} \geq B$, 则证明存在明显偏倚, 如 $-B < \bar{d} < B$ 则按式 (6) 计算 t_{nz}

$$t_{nz} = \frac{B - |\bar{d}|}{\left(\frac{S_d}{\sqrt{n_p}}\right)} \quad (6)$$

式中 B 为预先确定的最大允许偏倚; S_d 为差值标准差; \bar{d} 为差值平均值; n_p 为试样对数。

试样对数 $n_p=20$, 自由度为 $n_p-1=19$, 查单侧检验 t_β 值表 $t_\beta=1.729$ 。比较 t_β 和 t_{nz} 。

如 $t_{nz} < t_\beta$, 证明机械采样机存在显著不小于 B 的偏倚;

如 $t_{nz} \geq t_\beta$, 证明机械采样机存在显著小于 B 的偏倚。合同双方或协议双方可接受。在此情况下可进一步检验与 0 有无显著性差异。计算差值统计量 t_z

$$t_z = \frac{|\bar{d}|}{\left(\frac{S_d}{\sqrt{n_p}}\right)} \quad (7)$$

试样对数 $n_p=20$, 自由度为 $n_p-1=19$, 查双侧检验 t_α 值表 $t_\alpha=2.093$ 。比较 t_α 和 t_z , 如果 $t_z < t_\alpha$, 证明与 0 无显著性差异, 机械采样机可接受为无偏倚; 否则存在小于 B 的偏倚。

$\bar{d} = -0.397$, 将表 2 数据代入式 (6), B 取 0.7, 计算得 $t_{nz} = 2.482$, $t_{nz} \geq t_\beta$ 证明机械采样机存在显著小于 0.7 的偏倚。再将表 2 数据代入式 (7), 得 $t_z = 3.252$ 。机械采样系统干基灰分存在小于 0.7 的偏倚。

机械采样机存在的最大灰分偏倚 B' :

当 $n_p=20$ 时 $B' = gS_d = 0.855 \times 0.546 = 0.467$ 。

3 结 语

机械采样机的应用减轻了人工劳动强度, 但存在机械采样机所采煤样代表性不强, 运行维护投入不够等问题^[14]。机械采样机使用单位对所采样品代表性产生怀疑时, 可组织技术人员对采样机代表性进行检验。采样机更换重要部件后也要核验代表性是否受到影响^[15]。通过采样系统和制样系统精密度的核验, 确定哪一环节存在问题缺陷, 采取整

(下转第 118 页)

根据具体项目需要,还可赋予选煤专业公司以项目的投资权,代替煤业公司履行从投资、建设、运营的一体化专业管理和运营服务。区别在于,只负责专业化运营符合“轻资产、重经营”的经营理念,经营风险小;投资行为可以通过资本进一步获利,但需要考虑投资风险。

3 结论与建议

采用委托经营的方式对集团公司动力煤进行洗选,促使煤矿尽快达产和生产出合格产品,有利于降低选煤吨成本、提高经济效益^[14]。

采取“EPC 总承包+专业化管理”的模式建设、运营选煤厂项目,使项目尽快从基建进入生产,达到管理和资源的共享,有利于精简管理机构,实现人员、耗材和备品备件的集中调配和配送^[15],提高标准化管理水平实现煤企产业效益的最大化。

参考文献:

- [1] 荆萍. 选煤厂工程项目总承包管理实践[J]. 煤炭加工与综合利用 2012(6):57-60.
- [2] 谢仲华. 合同能源管理实物及风险防范[M]. 上海:上海大学出版社 2011.
- [3] 戴安安. 投资概算:投资项目的财务评价[M]. 天津:南开大学出版社 2005.

(上接第 108 页)

改措施。在机械采样机采样精密度满足要求条件下,才可进行干基灰分的偏倚评定实验。当核验偏倚小于贸易双方或合同双方确定的最大允许偏倚,采样代表性满足各方要求。当机械采样核验为无偏倚,所采煤样可完全代表被采批煤。

参考文献:

- [1] 曹长武. 火电厂煤质监督与检测技术[M]. 北京:中国标准出版社 2010:315-316.
- [2] 丁海峰,宋兆龙. 动力配煤技术及其自动控制系统的研究[J]. 洁净煤技术 2010,16(2):89-92.
- [3] 方全国,王勇. 工业型煤采样精密度试验研究[J]. 洁净煤技术 2001,7(3):23-26.
- [4] GB/T 475—2008 商品煤样人工采取方法[S].
- [5] 方全国. 干基灰分小于 30% 的工业型煤制样方法对比研究[J]. 洁净煤技术 2006,12(2):34-35.

- [4] 郭有. 动力煤洗煤经济效益分析[J]. 选煤技术 2010(4):67-70.
- [5] 王登林. 新兴选煤厂降低介子消耗的途径[J]. 现代经济信息 2011(8):191.
- [6] 邓晓阳,周少雷,解京选. 选煤厂机械设备安装使用与维护[M]. 徐州:中国矿业大学出版社 2010.
- [7] 陈强. 高灰氧化煤的浮选试验研究[J]. 洁净煤技术, 2012,18(2):10-12,22.
- [8] 蒋斌,李胜,高俊荣,等. 褐煤干燥技术发展及应用现状[J]. 洁净煤技术 2011,17(6):69-72.
- [9] 戴少康. 选煤工艺设计实用技术手册[M]. 北京:煤炭工业出版社 2010:52-81.
- [10] 陶东. 不连沟选煤厂降低介耗的措施[J]. 洁净煤技术 2012,18(2):20-22.
- [11] 陈晓玲. 配煤线性规划模型的研究[J]. 煤炭加工与综合利用 2003(2):34-37.
- [12] 任勇强,许世森,张东亮,等. 干粉煤加压气化技术的试验研究[J]. 煤化工 2004(3):10-13.
- [13] 熊道陵,李金辉,钟洪鸣. 煤炭深加工技术及应用[J]. 洁净煤技术 2009,15(2):11-14,35.
- [14] 于载泽. 矿井生产系统设计手册[M]. 北京:中国经济出版社,1998.
- [15] 中国煤炭加工利用协会. 选煤实用技术手册[M]. 徐州:中国矿业大学出版社 2009.

- [6] 杨兴伟,陈宝华,张宝青,等. 煤样破碎、缩分和干燥问题分析[J]. 洁净煤技术 2012,18(4):35-38.
- [7] 孙刚. 煤炭四阶段制样和化验方差(V_{PT})的分阶段核验方法[J]. 煤质技术 2011(2):23-26.
- [8] GB/T 474—2008 煤样的制备方法[S].
- [9] 孙刚,杨华玉,武增礼,等. 煤炭制样偏倚试验有关问题的探讨[J]. 煤质技术 2012(5):33-35.
- [10] 李兴旺. 煤炭采样标准在实践中的应用及常见问题浅析[J]. 煤质技术 2012(6):36-38.
- [11] 谢恩情,孙刚. 煤炭采样机偏倚试验中最大允许偏倚(B)的研究[J]. 煤炭学报 2008,33(2):210-213.
- [12] DL/T 747—2010 发电用煤机械采样装置性能验收导则[S].
- [13] GB 19494.3—2004 精密度测定和偏倚试验[S].
- [14] 毛光剑,孙刚. 煤炭机械化采样随机误差分析[J]. 洁净煤技术 2012,18(3):44-47.
- [15] 刘长杰. 影响入厂煤采样装置采样精密度的因素与分析[J]. 煤质技术 2009(1):17-19.