

煤炭采样精密度核对试验方法的应用

吴锁贞

(江苏方天电力技术有限公司,江苏南京 211102)

摘要: 针对国家标准 GB 475—2008《商品煤样人工采取方法》和 GB/T 19494—2004《煤炭机械化采样》中 3 种采样精密度核对试验方法,进行详细地研究分析,提出实际可操作性更强的 7 种试验方法,包括 1 种多份采样法和 6 种双份采样法,供煤炭客户在各种不同情况下选择应用,具有很强的实践指导意义。

关键词: 采样单元;采样精密度;核对试验

中图分类号: TQ533

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)02-0075-04

煤炭是十分重要的电力燃料,是燃煤电站的粮食。通过对煤炭进行采样、制备和化验(简称“采制化”)获得其品质参数。煤炭贸易进入市场经济以来,其质量一直不太稳定,品质变异性较大,给煤炭的采制化工作带来很大挑战,特别是对煤炭的采样尤为明显。根据国家标准 GB 475—2008^[1]和 GB/T 19494—2004^[2]要求,要取得有代表性的煤样,基本要求是采样精密度符合要求和采样没有实质性偏倚。

1 制定采样方案

国家标准 GB 475—2008 中指出,在所有的采样、制样和化验方法中,误差总是存在的,同时用这样的方法得到的任一指定参数的试验结果也将偏离该参数的真值。由于不能确切了解“真值”,一个单个结果对“真值”的绝对偏倚是不可能测定的,而只能对该试验结果的精密度做一估算。对同一煤进行一系列测定所得结果间的彼此符合程度就是精密度,而这一系列测定结果的平均值对一可以接受的参比值的偏离程度就是偏倚。采样精密度与被采煤的变异性(初级子样方差、采样单元方差)、制样和化验方差、采样单元数、子样数和试样量有关。在试样量一定情况下,对于连续采样,其计算公式为:

$$P_L = 2\sqrt{\frac{V_L}{mn} + \frac{V_{PT}}{m}} \quad (1)$$

式(1)中: P_L 为批煤采样精密度,%; V_L 为初级子样方差,无量纲; V_{PT} 为制样和化验方差,无量纲; m 为采样单元数,个; n 为每个采样单元的子样数,个。

式(1)说明了采样精密度的影响因素。核对试验时,采样精密度是在确定一部分影响因素后通过标准差计算得到。两者在本质上是一样的。在制定采样方案时,获得采样精密度的方法是根据煤炭品种和干基灰分的大小确定,一般取干基灰分的十分之一,并规定其上下限,如人工采样时上限规定为 $\pm 2\%$ (干基灰

分),机械化采样时上限规定为 $\pm 1.6\%$ (干基灰分)。但必须指出,此时得到的精密度只是说明执行采样方案可能获得的预期精密度。实际的采样精密度必须通过采样精密度核对试验才能真正确认。国家标准 GB 475—2008 和 GB/T 19494—2004 中,关于采样精密度核对试验方法,介绍了 3 种方法,分别是双倍子样数双份采样法、例行子样数双份采样法和特定批煤的多份采样法。标准中主要讲述方法的概念和计算,没有对方法的适用情况、核对试验的操作要点,以及不同情况下的计算方法进行说明。下面对采样精密度核对试验的 7 种情况分别进行描述和分析。

1.1 问题的提出

某沿江南方电厂用海轮运输煤炭进厂,该海轮有 4 个仓共运输筛选煤 20 000 t,干基灰分 A_d 约为 25.00%~30.00%,煤炭标称最大粒度为 50 mm。请按 GB 475—2008 基本采样方案要求拟定采样方案(假定以一个仓为一个采样单元)。

1.2 制定采样方案

依据 GB 475—2008 中确定基本采样方案的要求,以及煤炭品种为筛选煤和干基灰分 A_d 约为 25.00%~30.00%,确定采样单元精密度 $P_{SL} = \pm 2\%$ (以 A_d 计),批煤精密度 $P_L = P_{SL}/2 = \pm 1\%$ 。

依题意,以 1 个仓为一个采样单元,将批煤平分为 4 个采样单元。每个采样单元子样数 $n = 60 \times \sqrt{\frac{2000 \div 4}{1000}} = 135$ 个。

最少子样量 = $0.06 \times 50 = 3$ kg,最少总样量 $3 \times 135 = 405$ kg,符合总样量不少于 170 kg 的规定。

拟定采样方案为:将该批煤平分为 4 个采样单元,每个采样单元采取 135 个子样,平均每个子样质量 3 kg,取 4 个采样单元平均值为最终报出结果,预期批煤(20 000 t)采样精密度可达 $\pm 1\%$ (A_d)。且分 7 种情况阐述采样精密度核对试验方法。

2 采样精密度核对试验方法

2.1 特定批煤多份采样法

对该批煤进行 10 份采样法精密度核对。具体方法是,对该批煤依据以上基本采样方案,进行 10 份采样法,即将 $135 \times 4 = 540$ 个子样分别放入 10 个采样桶中,每个采样桶采到 54 个子样。再将 10 份试样分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表 1 所示。

表 1 特定批煤多份采样法试验数据

样号	1	2	3	4	5
$A_d/\%$	26.12	27.59	26.38	28.78	29.10
样号	6	7	8	9	10
$A_d/\%$	27.32	26.98	28.93	27.89	26.95

计算统计量:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{j-1}} = 1.057$$

$$P_{SL} = 2s = 2.11$$

$$P_L = \frac{P_{SL}}{\sqrt{10}} = \frac{2.11}{\sqrt{10}} = 0.67$$

精密度下限 $= 0.70 \times 0.67 = 0.47$

精密度上限 $= 1.75 \times 0.67 = 1.17$

根据以上核对试验结果,在 95% 概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 0.67\%$,且精密度落在 $(0.47\% \sim 1.17\%)$ 范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案能达到预期采样精密度的要求。

2.2 双倍子样数双份采样法 A

对该批煤采用双倍子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,选择同以上情况一样的批煤 10 个批次,即 10 船 20 000 t 同种煤。对每一批(船)煤,依据以上基本采样方案,进行双倍子样数双份采样法,即将 $135 \times 4 \times 2 = 1 080$ 个子样分别放入 2 个采样桶中,每个采样桶采到 540 个子样,依次进行 10 批煤试验,得到 10 对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表 2 所示。

表 2 双倍子样数双份采样法 A 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = P_i = 1.34$$

精密度下限 $\alpha_L \times P_L = 0.70 \times 1.34 = 0.94$

精密度上限 $\alpha_U \times P_L = 1.75 \times 1.34 = 2.34$

根据以上核对试验结果,在 95% 概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 1.34\%$,且精密度落在 $(0.94\% \sim 2.34\%)$ 范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案能达到预期采样精密度的要求。

2.3 双倍子样数双份采样法 B

对该批煤采用双倍子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,将该批煤分成 10 个采样单元。对每一采样单元,进行双倍子样数双份采样法,即将 $135 \times 4/10 \times 2 = 108$ 个子样分别放入 A/B 2 个采样桶中,每个采样桶采到 54 个子样,依次进行 10 个采样单元试验,得到 10 对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表 3 所示。

表 3 双倍子样数双份采样法 B 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = \frac{P_i}{\sqrt{10}} = 0.42$$

精密度下限 $\alpha_L \times P_L = 0.70 \times 0.42 = 0.29$

精密度上限 $\alpha_U \times P_L = 1.75 \times 0.42 = 0.74$

根据以上核对试验结果,在 95% 概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 0.42\%$,且精密度落在 $(0.29\% \sim 0.74\%)$ 范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案优于预期采样精密度的要求。

2.4 双倍子样数双份采样法 C

对该批煤采用双倍子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,选择同以上情况一样的采样单元 10 个,即再增加 6 个采样单元煤量。对每一采样单元,采用以上基本采样方案,进行双倍子样数双份采样法,即将 $135 \times 2 = 270$ 个子样分别放入 2 个采样桶中,每个采样桶采到 135 个子样,依次进行 10 个采样单元试验,得到 10 对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表 4 所示。

表4 双份子样数双份采样法 C 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = \frac{P_i}{\sqrt{4}} = \frac{1.34}{2} = 0.67$$

$$\text{精密度下限 } \alpha_L \times P_L = 0.70 \times 0.67 = 0.47$$

$$\text{精密度上限 } \alpha_U \times P_L = 1.75 \times 0.67 = 1.17$$

根据以上核对试验结果,在95%概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 0.67\%$,且精密度落在(0.47%~1.17%)范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案能达到预期采样精密度的要求。

2.5 例行子样数双份采样法 A

对该批煤采用例行子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,选择同以上情况一样的批煤10个批次,即10船20000t同种煤。对每一批(船)煤,依据以上基本采样方案,进行例行子样数双份采样法,即将 $135 \times 4 = 540$ 个子样分别放入2个采样桶中,每个采样桶采到270个子样,依次进行10批煤试验,得到10对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表5所示。

表5 例行子样数双份采样法 A 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = \frac{P_i}{\sqrt{2}} = 0.95$$

$$\text{精密度下限 } \alpha_L \times P_L = 0.70 \times 0.95 = 0.66$$

$$\text{精密度上限 } \alpha_U \times P_L = 1.75 \times 0.95 = 1.66$$

根据以上核对试验结果,在95%概率下,批煤最

佳采样精密度为 $\pm 0.95\%$,且精密度落在(0.66%~1.66%)范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案能达到预期采样精密度的要求。

2.6 例行子样数双份采样法 B

对该批煤采用例行子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,将该批煤分成10个采样单元。对每一采样单元,进行例行子样数双份采样法,即将 $135 \times 4/10 = 54$ 个子样分别放入A/B2个采样桶中,每个采样桶采到27个子样,依次进行10个采样单元试验,得到10对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表6所示。

表6 例行子样数双份采样法 B 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = \frac{P_i}{\sqrt{30}} = 0.30$$

$$\text{精密度下限 } \alpha_L \times P_L = 0.70 \times 0.30 = 0.21$$

$$\text{精密度上限 } \alpha_U \times P_L = 1.75 \times 0.30 = 0.52$$

根据以上核对试验结果,在95%概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 0.30\%$,且精密度落在(0.21%~0.52%)范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案优于预期采样精密度的要求。

2.7 例行子样数双份采样法 C

对该批煤采用例行子样数双份采样法精密度进行核对。具体方法是,选择同以上情况一样的采样单元10个,即再增加6个采样单元煤量。对每一采样单元,采用以上基本采样方案,进行例行子样数双份采样法,即将135个子样分别放入2个采样桶中(增加到136个),每个采样桶采到 $136/2 = 68$ 个子样,依次进行10个采样单元试验,得到10对双份试样,分别制样和化验,其干基灰分 A_d 试验数据如表7所示。

计算统计量:

$$P_i = 2s = 2\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}} = 2\sqrt{\frac{8.96}{20}} = 2\sqrt{0.448} = 1.34$$

$$P_L = \frac{P_i}{\sqrt{8}} = 0.47$$

$$\text{精密度下限 } \alpha_L \times P_L = 0.70 \times 0.47 = 0.33$$

表 7 例行子样数双份采样法 C 试验数据

批号	$A_d/\%$		批号	$A_d/\%$	
	A	B		A	B
1	26.45	27.13	6	29.08	30.42
2	29.46	28.31	7	28.50	29.02
3	27.30	27.93	8	25.14	25.78
4	26.98	26.10	9	26.78	26.23
5	26.55	25.10	10	27.84	28.90

精密度上限 $\alpha_U \times P_L = 1.75 \times 0.47 = 0.82$

根据以上核对试验结果,在 95% 概率下,批煤最佳采样精密度为 $\pm 0.47\%$,且精密度落在 (0.33% ~ 0.82%) 范围内。原预期采样精密度 P_0 为 $\pm 1\%$ (A_d),说明制定的采样方案优于预期采样精密度的要求。

3 结束语

(1) 煤炭采样精密度核对试验中,要依据确定的

采样方案和预期精密度,再根据精密度核对试验方法的具体情况,如来煤批量、采样方法、可接受的核对试验工作量等,进行计算和核对评价,不能教条地按国标公式计算。否则会得到错误的结论。

(2) 核对的采样单元煤量和采样单元子样数越接近实际的采样方案,核对的结果可信度越高。7 种方法中,双倍子样数双份采样法 A 最准确,但需要的同种试验煤量也最大,耗用的试验时间也最长。双倍子样数双份采样法 C 最经济实用,建议电力用户采纳。

(3) 在同批煤同煤量的情况下,核对采样单元精密度时,要根据试样所包含的子样数确定。

参考文献:

- [1] GB 475—2008,商品煤样人工采取方法[S].
[2] GB/T 19494—2004,煤炭机械化采样[S].

作者简介:

吴锁贞(1968),男,江苏镇江人,高级工程师,从事煤炭质量检测与研究

Application of Coal Sampling Precision Check Test Methods

WU Suo-zhen

(Jiangsu Frontier Electric Technology Co.Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: The three kinds of sampling precision check test methods introduced in the national standards of GB 475—2008 entitled "Method for Manual Sampling of Commercial Coal" and GB/T 19494—2004 entitled "Mechanical Sampling of Coal" are analyzed in detail in this paper. Seven kinds of test methods including one replicate-sampling method and six double-sampling methods, which can be implemented more easily, are proposed. According to the practical situations, the customers can make different choices.

Key words: sampling unit; sampling precision; check test

(上接第 74 页)

Analysis on Relationship between Scaling and Variation of Thermal Parameters in Steam Turbine Flow Passage

YANG Tao¹, XU Jian-qun¹, ZHOU Ke-yi¹, SHI Yong-feng², JIANG Wei-li¹, WANG Yi³

(1. Key Laboratory of Energy Thermal Conversion and Control of Ministry of Education, Southeast University, Nanjing 210096, China; 2. Huadian Electric Power Research Institute, Hangzhou 310030, China; 3. Guoxin Yangzhou No. 2 Power Generation Company, Yangzhou 225000, China)

Abstract: Scaling issues occurred in the steam turbine flow passage can lead to the variation of thermal parameters and thus influence the economy and safety of the steam turbines. Through monitoring and utilizing these thermal parameters, analysis on scaling issues in the steam turbine flow passage is carried out. The equations for incompressible flow, which are verified firstly, are utilized in this paper to analyze the actual conditions of the flow passage of one 630 MW supercritical steam turbine. The scaling issues are preliminarily identified through qualitative analysis focusing on the variation of thermal parameters. Then, quantitative calculation employing the equivalent flow area diagnosis method is performed so as to figure out the location and the severity of the scaling issues. The analysis results are consistent with the inspection results obtained during the maintenance period of the steam turbine.

Key words: supercritical; flow passage; scaling; equivalent flow area