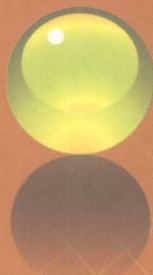


解决电厂疑难问题的**金钥匙**

# 电煤采制样 及应用

DIANMEI CAIZHI YANG  
JI YINGYONG

曹长武 编著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

解决电厂疑难问题的**金钥匙**

# 电煤采制样 及应用

策划编辑 郑艳蓉  
电子信箱 zheng\_yanrong@cepp.com.cn  
联系电话 010-63416252  
封面设计 左 铭



ISBN 978-7-5083-8226-5



9 787508 382265 >

定价：23.00元

上架建议：电力工程 / 火力发电

解决电厂疑难问题的**金钥匙**

# 电煤采制样 及应用

DIANMEI CAIZHI YANG  
JI YINGYONG

曹长武 编著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书为《解决电厂疑难问题的金钥匙》系列丛书的分册之一。介绍了汽车煤采样、入炉煤采样、煤样制备、采煤样机性能检验与评价、煤场存煤的煤质变化与防止自燃、入厂煤与入炉煤热值差、煤中硫对电力生产的危害、煤中含矸率的监控、锅炉结渣及其防止、标准煤耗计算等方面的内容。本书内容紧密贴近生产实际，具有较高的应用价值。

本书可供电厂从事燃煤采样专业方面的工程技术人员及高等院校相关专业师生使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电煤采制样及应用/曹长武编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

(解决电厂疑难问题的金钥匙)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8226 - 5

I. 电… II. 曹… III. 电厂燃料系统 - 煤样 - 采样  
IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 202455 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2009 年 3 月第一版 2009 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7 印张 184 千字

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

### 敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



# 前言



解决电厂疑难问题的金钥匙

电煤采制样及应用

我国电源结构中,长期以来,火电一直占 70% 以上,水电、核电、风电的总和不足 30%,这种以火电为主的电源结构的基本格局短期内将不会改变。

在火电厂中,煤炭费用已占发电成本的 70% 以上,且煤价呈现不断上涨的趋势。与煤价上涨相对应,煤质问题显得越来越突出,为电厂及所有煤炭用户所关注。

在电力生产中,煤质直接关系到电厂的发电成本及机组的安全经济运行。根据作者四十年来从事煤质试验研究的经验及电厂的实际需要,将当前电力生产中与煤质相关的十大技术问题进行解析。提出解决问题的途径、方法与设想,汇编成书。

本书是一本密切结合当前电力生产实际,是一本实用性的图书。本书所涉及的问题都是火电厂及其他用煤企业中普遍存在的问题。对每一项问题,作者均进行了较深入的分析讨论,提出问题的症结所在及解决问题的方法,因而该书对一切用煤企业来说,均具参考价值。

本书以一个问题为一章,各章相对独立。就全书而言,不仅包括采煤样机性能检验与评价、入厂与入炉煤热值差、防止锅炉结渣等重要问题的分析,而且还包括到一直未被重视的含矸率,煤中硫的危害等问题的论述。因此,本书具有实用性强、涉及面广、适用范围大的特点。

本书主要供一切用煤企业,特别是电力、冶金等行业从事煤质管理、检测的一线生产人员使用,对于高等院校燃料专业师生作为教学参考书。

在作者的诸多专业著作中，以本书这种体例来写作还是第一次。书中难免有不当之处，还望读者提出意见，并能将生产中出现的各种问题与作者沟通，以期在本书修订时，充实内容，更好地反映读者的要求。

作者

2008年12月



# 目 录



解决电厂疑难问题的金钥匙

电煤采制样及应用

## 前言

|     |                        |       |
|-----|------------------------|-------|
| 第一章 | 汽车煤采样问题 .....          | (1)   |
| 第二章 | 入炉煤采样及其相关问题 .....      | (18)  |
| 第三章 | 煤样制备中的问题 .....         | (57)  |
| 第四章 | 采煤样机性能检验与评价问题 .....    | (90)  |
| 第五章 | 煤场存煤的煤质变化与防止自燃问题 ..... | (114) |
| 第六章 | 入厂煤与入炉煤热值差问题 .....     | (132) |
| 第七章 | 煤中硫对电力生产的危害问题 .....    | (148) |
| 第八章 | 煤中含矸率的监控问题 .....       | (164) |
| 第九章 | 锅炉结渣及其防止问题 .....       | (170) |
| 第十章 | 标准煤耗计算问题 .....         | (206) |



# 第一章

## 汽车煤采样问题

汽车进煤，现在已是我国电厂进煤的一种常见方式。对某些电厂来说，则是唯一进煤方式。但汽车进煤，不同于火车进煤。它有其自身特点与问题，从而采样也有特定要求。近十年来，我国运煤汽车日益大型化，GB 475—1996《商品煤样采取方法》及 DL/T 569—2007《汽车、船舶运输煤样的人工采集方法》中相关规定已不能完全指导汽车煤采样，且标准自身也存在某些不足，因而汽车煤采样问题显得很突出，也是造成煤炭供需双方经常发生煤质争议的一个主要方面。故本书对此将作详细分析，并提出汽车煤采样的具体方法，供各用煤企业参考。

### 一、相关标准的规定

#### (一) GB 475—1996

##### 1. 采样的目的

采样的目的，就是要采集到有代表性的煤样。所谓有代表性，就是指通过采样，最终所采集的样品能代表被采煤的平均质量，通常以干燥基灰分  $A_d$  来表示。

灰分是煤中分布最不均匀的一个指标，且它易于测准，故用灰分值来表示煤的采样代表性是最适宜的。

煤样的代表性，其含义是一要精密度合格；二要所采煤样无系统误差。

特别需要指出的是，系统误差属于准确度的范畴，只有在精密度合格的前提下，才考虑准确度。

## 2. 标准技术要点

GB 475—1996 也就是围绕上述采样目的而制定的。为保证采集到有代表性的样品,必须执行下述四项基本原则或称技术要点:

(1) 在一采样单元中,必须有足够的子样数。这是采样中首先要解决的问题,由子样数决定精密度。子样数与采样精密度存在下述关系

$$P_1 = 1.96 \frac{S_1}{\sqrt{n_1}} \quad (1-1)$$

$$P_2 = 1.96 \frac{S_2}{\sqrt{n_2}} \quad (1-2)$$

式中  $P_1$ 、 $P_2$ ——采样精密度, %;

$n_1$ 、 $n_2$ ——子样数, 个;

$S_1$ 、 $S_2$ ——灰分标准差, %。

对同一采样单元来说,不论其不均匀度如何,其  $S_1 = S_2$ ,故当采集不同子样数时,就可计算出不同采样精密度值。将式 (1-1) 与式 (1-2) 合并,则

$$P_1/P_2 = \sqrt{n_2}/\sqrt{n_1} \quad (1-3)$$

(2) 每个子样要有一定的数量。GB 475—1996 规定,每个子样的最小质量根据商品煤标称最大粒度按表 1-1 确定。

表 1-1 子样质量的规定

| 最大粒度 (mm) | <25 | <50 | <100 | >100 |
|-----------|-----|-----|------|------|
| 子样质量 (g)  | 1   | 2   | 4    | 5    |

GB 475—1996 的附录 B 对最大粒度的测定作了说明,GB 475—1996 指出,在测定时取筛上物产累计率最接近、但不大于 5% 的那个筛孔尺寸作为原煤的最大粒度。但 GB 475—1996 中未指出,如筛上物产累计率最接近 5%,但恰恰又大于 5% 的情况下(这种情况并不少见)如何确定煤的最大粒度。

(3) 采样点要正确定位。采样点布置的总原则就是, 它应均匀分布于被采全部煤量中, 如火车、汽车采煤, 必须车车采样, 批批化验; 煤流采样, 则全部采样点应均匀分布于全煤流中。

由于煤的极端不均匀性, 且在堆放过程中, 易产生偏析现象。如采样点不能反映这一采样单元不同煤粒的分布情况, 所采样品就会失去代表性。

GB 475—1996 规定: 汽车煤与火车煤采样子样数与子样量均相同。对各种煤炭产品及粒度大于 150mm 块煤, 均沿车厢对角线方向, 按 3 点 (首尾两点距车角 0.5m) 循环方式采取子样。当一台车上需采取 1 个以上子样时, 应根据“均匀布点, 使每一部分煤都有机会被采出”的原则分布子样点, 同时采样时要挖坑 0.4m 以下采取。取样前将滚落在坑底的块煤与矸石清除干净。

(4) 要用适当的采样工具或机械。GB 475—1996 规定: 用采样铲从煤流中和静止煤中采样。铲的长和宽均应不小于被采煤样最大粒度的 2.5 ~ 3 倍, 一般使用的尖头铲宽度为 250mm, 长 (深) 为 300mm。

如使用机械采样装置, 采样器开口宽度也应符合上述要求。

GB 475—1996 中的上述四项技术要点是保证采样具有代表性的基本条件。有足够的子样数是为了采样精密度能够合格, 而其他三项技术要点则是保证所采样品无系统误差, 只有这样, 所采样品才具有代表性。

上述四项技术要点是相互联系的一个整体, 任何一个方面的失误, 都有可能导致所采样品丧失代表性。

(二) DL/T 576—1995 《汽车运输煤样的采取方法》及 DL/T 569—2007

GB 475—1996 规定, 灰分  $A_d > 20\%$  的原煤, 1000t 为一采样单元, 应采子样数为 60 个。由于车辆装载量相差悬殊, 在 1996 年前, 我国汽车装煤量一般在 10t 以下, 小车则有 1 ~ 2t,

而标准规定 1000t 煤只采 60 个子样，那么如何布点就成为一个突出问题。如 1000t 煤装 126 辆汽车，应如何取 60 个子样，又如 1000t 煤装 97 辆汽车，又应如何取 60 个子样，GB 475—1996 中均没有明确规定。

鉴于要在汽车上采样的电厂日渐增多，同时执行国标又有具体困难，故原电力部于 1995 年制定了汽车上采样的行业标准 DL/T 576—1995，现修订为 DL/T 569—2007。

DL/T 576—1995 与 GB 475—1996 的主要不同之处在于：电力行业标准规定采样子样数较多，因而采样精密度也就相对较高，见表 1-2。

表 1-2 DL/T 576—1995 汽车煤采样精密度

| 原煤、筛选煤                                   |                      | 其他烧煤（包括中煤、煤泥）      |
|------------------------------------------|----------------------|--------------------|
| $A_d \leq 20\%$                          | $A_d > 20\%$         |                    |
| $\pm A_d/10\sqrt{2}$ ，但不<br>小于 0.7%（绝对值） | $\pm 1.5\%$<br>（绝对值） | $\pm 1.1$<br>（绝对值） |

DL/T 576—1995 规定：不带拖斗的汽车，不论运载量多少，不论装载量多少，均视为一辆车，带有拖斗的汽车，不论装载量多少，均视为两辆车；对同一煤源发出的同一品种的煤。若一天的发运量不足 30t 时，不论煤的品种如何，应采子样数不少于 6 个。

DL/T 576—1995 与 GB 475—1996 相比，采样子样数增加，故采样精密度得以提高，同时该标准规定车车采样，这就大大提高了采样的可操作性。

作为行业标准，它遵循国家标准的基本原则，又严于国家标准，并且克服了国标中采样点布置时可操作性差这一很大的弊端。自该标准发布以后，电力行业汽车煤采样一律执行 DL/T 576—1995，从 2007 年 12 月 1 日起，则实施 DL/T 569—2007。

## 二、当前汽车煤采样中的主要问题

当前汽车煤采样中的主要问题包括两个方面：一是执行现

行标准中的问题；二是标准自身不足的问题，这二者又是相互联系的。

### （一）执行现行标准中的问题

#### 1. 因汽车运煤量增大而出现子样量不足

10年前我国汽车装煤量多在10t以下，甚至还有拖拉机拖斗，装煤量只不过1~2t。如今装煤用汽车日益大型化以及交通条件的改善，加上用煤量的激增，运煤汽车装载量20~30t的并不少见，有的甚至达到100t以上。

在这种情况下，如何按DL/T 576—1995的规定，一车采一个子样，则采样精密度不仅达不到电力行业标准，也达不到国家标准的要求，如用装载量25t的汽车运煤，这样1000t煤应采40个点，此时采样精密度应为 $\pm 2.45\%$ ；如用50t的汽车运煤，则1000t煤仅采25个点，此时采样精密度更降至 $\pm 3.10\%$ 。

作者认为：电煤供需双方隶属于不同行业，电煤交易应执行国家标准而不是行业标准，也就是说，不论装煤汽车如何变化，原煤采样精密度应符合国家标准规定 $\pm 2\%$ 的要求。

#### 2. 采样难以实施规范化操作

我国煤炭运输以吨—公里计价，装煤车普遍超载，且超载量很大，实际装煤量有时为规定装载量的一倍甚至更高，煤层高度达2m以上，顶部也形成不了一个平面。按GB 475—1996规定，要在顶面沿斜线距车角0.5m，下挖0.4m深度采样，操作上既不安全，也很困难；又如底开门自卸式大型运煤车，车身很高，上车采样极不方便，一些单位不得不在卸煤后从煤堆上采样。

虽然不少电厂设有汽车煤采样平台，可以从平台上上车去采样。然而要按标准规定，严格实施规范化操作是难以做到的。

#### 3. 汽车装煤掺杂使假成为采样中最为突出的问题

汽车装煤掺杂使假，在汽车中、下部装劣质煤，甚至矸石，这种现象并不是个别的，在某些地区表现相当普遍，只是程度不同而已。



造成这种情况的根源，与 GB 475—1996 中的相关规定是密切相关的。标准规定，汽车（包括火车）均在采样点上下挖 0.4m 采样，这就给不法分子提供了方便，他们将劣质煤装于汽车中、下部，甚至顶部，而在煤层下 0.4 ~ 0.8m 范围内装上好煤。如按标准采样，必然所采样品灰分偏小，发热量偏高。用户付出高额煤款，而买来的却是劣质煤，这一问题长期困扰广大用煤企业。

即使请第三方仲裁，由第三方采样及化验，仲裁单位也必须执行国家标准。如果标准不修订更正，这一问题就难以彻底解决。

无论是人工采样还是机械采样，采样的原则还是一致的。采样的基本要求是被采样批煤的所有颗粒都可能进入采样设备，每一颗粒都有相等机会被采入试样中。标准中规定在一定深度下采样，就意味着汽车中、下部及上部煤无法进入试样中，故国外静止煤采样，要求实施煤层全深度采样。

## （二）标准自身规定中的问题讨论

### 1. 子样数的确定

GB 475—1996 规定：1000t 原煤、筛选煤，汽车上采样数为 60 个。GB 475—1996 又规定，超过 1000t 煤量，子样数按式 (1-4) 确定，即

$$N = n \sqrt{\frac{m}{1000}} \quad (1-4)$$

式中  $N$ ——实际应采子样数，个；

$n$ ——1000t 煤按标准应采子样数，个；

$m$ ——实际被采煤量，t。

作者认为，对于汽车及火车煤，应车车采样，不宜采用式 (1-4) 来计算子样数；式 (1-4) 可用于煤流及煤堆采样子样数（煤量大于 1000t 时）的计算。

一方面 GB 475—1996 规定 1000t 为一采样单元，却又不规定煤量的上限。如 10 000t 原煤划分为 5 个采样单元或算作一个

采样单元,按式(1-4)计算出的子样数分别为 $5 \times 85 = 425$ 及190个子样,前者1个子样代表的煤量平均为23.5t,后者则1个子样代表52.6t煤,显然二者的代表性相差甚大,其采样精度也不具可比性。

作者认为式(1-4)仅适用于煤流与煤堆采样,且对一采样单元煤量上限宜作出明确规定。这方面借助国际标准的规定也是有益的,如ISO 9411.1—1994《Solid mineral fuels - Mechanical Sampling from moving streams - part 1: coal》中规定,一批煤采样单元的划分见表1-3。ISO 9411.1—1994还规定了在不同精密度下,每一采样单元应采子样数。

表 1-3 一批煤中采样单元数的划分

| 批量 (t)      | <5000 | 5000<br>~<br>20 000 | 20 001<br>~<br>45 000 | 45 001<br>~<br>80 000 | 80 001<br>~<br>125 000 | 125 001<br>~<br>180 000 | 180 001<br>~<br>245 000 |
|-------------|-------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 采样单元<br>(个) | 1     | 2                   | 3                     | 4                     | 5                      | 6                       | 7                       |

## 2. 煤的标称最大粒度的确定

GB 475—1996 规定,采样时每个子样的质量由煤的标称最大粒度(一般称为煤的最大粒度)所决定,见表1-1。

确定了子样数及煤的最大粒度,那么一采样单元应采的煤样量也就确定。如1000t原煤,应采60个子样,煤的最大粒度小于50mm,则应采煤样总量为120kg;如煤的最大粒度小于100mm,则应采煤样总量就为240kg。故采样子样量如何确定,不仅影响采样工作量,而且大大影响制样工作量。对120kg原煤样要比240kg原煤样制备要节约很大的人力、物力及时间。

GB 475—1996 的附录C中对煤的最大粒度是这样表达的:取筛上物产累计率最接近、但不大于5%的那个筛子尺寸,作为原煤的最大粒度;GB/T 19494.1—2004《煤炭机械化采样 第1部分:采样方法》中对煤的最大粒度作了如下定义:与筛上累



计质量分数最接近（但不大于）5%的筛子相应的筛孔尺寸。

上述两项标准对标称最大粒度的定义是一致的，只是 GB/T 19494.1—2004 中的文字表达更通畅。从上述定义中，作者认为下述两方面是值得研究的：一是筛上累计质量分数最接近，但不大于5%，如果是筛上累计质量分数最接近，但恰恰大于5%（这种情况并不少见）应如何确定其最大粒度；二是将筛子孔径的尺寸作为最大粒度。

现以两次煤的最大粒度测定记录来进行讨论，见表 1-4。

表 1-4 煤的最大粒度测定记录（一）

|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| 筛子孔径（mm） | 150 | 100 | 50  | 25  |
| 筛上煤量（kg） | 0   | 8   | 32  | 97  |
| 筛下煤量（kg） | 600 | 592 | 568 | 503 |

筛上累计质量最接近 5%，即  $600\text{kg} \times 5\% = 30\text{kg}$ ，显然 50mm 的筛子筛上物量最接近 5%，但它却大于 5%，此时煤的最大粒度如何确定，GB 475—1996 并未加说明，此时是否将煤的最大粒度定为 100mm。

又如对 1000t 原煤，按 GB 475—1996 规定的方法采集 600kg 煤样来测定煤的最大粒度，因该煤基本上为粉煤，没有大颗粒煤，筛分结果如下，见表 1-5。

表 1-5 煤的最大粒度测定记录（二）

|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| 筛子孔径（mm） | 150 | 100 | 50  | 25  |
| 筛上煤量（kg） | 0   | 0   | 0   | 34  |
| 筛下煤量（kg） | 600 | 600 | 600 | 566 |

筛上物累计质量最接近 5% 的为 25mm 孔筛的筛子，但筛上煤量又恰恰大于 5%，是否将煤的最大粒度定为 50mm。

另一个问题是煤的最大粒度的表示方式。

最大粒度的表示方式，按标准定义是指筛子的孔径，以 mm

表示。但是 GB 475—1996 的表 4 中规定,最大粒度是以小于 25、50、100mm 及大于 100mm 表示的。

事实上,煤样筛分只有两种情况:即筛上物,粒度大于筛子孔径;筛下物,粒度小于筛子的孔径。正好等于筛子的孔径,那么煤样就会将筛孔封住,而无法进行筛分。故作者认为:煤的最大粒度应采用 GB 475—1996 中表 4 所表达的形式,即小于某孔径筛子的尺寸作为最大粒度。

综上所述,煤的最大粒度并不是指一采样单元中最大一块煤的粒度,故采样中所指煤的最大粒度应称为标称最大粒度。

所谓煤的最大粒度,可定义为在筛分试验中,筛上物产率最接近 5% 的那个筛子,将小于该筛子的孔径表示为煤的最大粒度。

### 3. 挖坑 0.4m 以下采样合理性讨论

由于煤的极端不均匀性,且在堆放过程中易产生偏析作用,如果采样点不能反映煤的粒度分布情况,所采样品就易产生系统误差。

采样点定位有一个总的原则,就是各采样点应均匀分布于被采的全部煤量中。煤流采样规定最能体现这一要求,各采样点应均匀分布于全煤流中。如某单位原煤由流量 600t/h 的输煤皮带输送,每次运行 1.5h,按标准要求应采 54 个子样,这样每间隔  $90/54 = 1.67\text{min}$ ,即每隔 1min40s 就得从输煤皮带上采集 1 个子样。

GB 475—1996 对火车、汽车煤采样深度作了明确规定:火车顶部采样时,在矿山(或洗煤厂)应在装车后立即采样;对用户,可挖坑至 0.4m 以下采取。取样前应将滚落在坑底的煤块和矸石清除干净。

标准中对 0.4m 以下未作进一步说明,也就是说,并未给出采样深度的范围。

上述规定对商品煤市场产生较大的影响,引起各方,特别是用户的普遍关注。



首先来看这一规定的合理性。在火车、汽车顶部采样时，用户不应采集表层样，是不难理解的。运煤车普遍为敞车，经路途中风吹雨淋日晒，表面层煤不应作为样品；另一方面，标准规定采样时要下挖一定深度（0.4m 以下），这是因为一定深度下的煤已基本不受途中自然条件的影响，如果在供煤及运输过程中，不存在任何掺杂使假情况，这样采样应该是可行的。再说火车或汽车装煤，全深度往往高达 2m 以上，如规定对煤的全深度采样，必须采用特定的采样机械，人工采样也是难以实施的。

问题是这一规定，使得不法之徒大胆地用经破碎的矸石或劣质煤装入火车、汽车车皮下半部，而采样又无法采到，这不仅给煤炭市场带来混乱，给用户造成巨大经济损失，甚至威胁电厂锅炉的安全运行，这是煤炭供需双方矛盾的主要焦点之一。

即使实施机械采样，这一问题仍然存在。我国现在生产的静止煤采样机的采样深度多按 GB 475—1996 的规定设计，采样深度通常在 0.4 ~ 0.6m。

还有一点值得注意的问题是：火车、汽车装煤，煤中水分随煤层深度的增大而增加，特别是燃用洗煤产品的用户、火车、汽车上下煤层中的水分含量相差很大，如采取 0.4m 以下的煤样来测定水分，往往会使水分测定结果偏低，这给用户带来损害。

标准中对上述采样深度的规定，给采样带来诸多问题。如果供需双方为此发生争议，委托第三方进行仲裁试验，而仲裁单位所依据的采样标准仍是 GB 475—1996，因而由于采样深度导致的争议，仍然无法解决。

再一个问题，就是不少人对标准规定的深度（0.4m）有不同的理解。

一种理解是采样深度 0.4m 以下，实际上就是达到 0.4m 深就采样，采样深度一般在 0.4 ~ 0.6m；另一种理解，那就是自 0.4m 起直至底部任意深度均符合 0.4m 以下的要求。

任何一项标准的制定，都要体现它的科学性、合理性及