

燃料 分析 技术 问答

第三版

中国电力出版社
www.cepp.com.cn



沐敏荣 文惠天 方杜李 编著

燃料分析技术问答

第三版

方文沐
杜惠敏 编著
李天荣



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是在《燃料分析技术问答 第二版》的基础上修订而成的。

全书详细介绍了燃料(煤炭、石油和天然气)的物理化学特性及其最新检测方法,尤其对煤炭的机械化采、制样和煤质在线分析仪及其检测扩展了许多有实际应用价值的内容,同时对商品煤的质量的抽查和验收,特别是后者做了重点的阐述。此外,也涉及燃煤锅炉、误差及数据处理和化学分析的一些基础知识。

本书以一问一答的方式,紧密结合火电厂燃料使用的特点及燃料领域内必须了解的若干技术问题进行深入浅出地叙述,针对性强,通俗易懂。所以,它是燃料质量检验人员学习和培训的理想教材,也是燃料质量管理人员案头上必备的一本参考书。此外,它还可供燃料锅炉工作者和锅炉运行人员工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

燃料分析技术问答/方文沐,杜惠敏,李天荣编著. 3
版. —北京:中国电力出版社,2005
ISBN 7-5083-2640-7

I. 燃... II. ①方... ②杜... ③李... III. 燃料—分析—基本知识—问答 IV. TQ511-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 112457 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>)

利森达印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1993 年 12 月第一版

2005 年 2 月第三版 2005 年 5 月北京第十二次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 19 印张 401 千字

印数 36911—39910 册 定价 30.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



郑州大学 *04010250508P*

前言

电厂燃料费用约占发电成本的 70%。随着电力工业的迅速发展、装机容量的日益大型化,电煤需求量急剧增加,煤质监督的任务也越来越繁重、艰巨。煤炭质量不但影响发电成本,还直接关系锅炉机组的安全运行,加强燃煤的质量监督,提高质量管理水平,对降低发电成本,提高火电厂经济效益和安全运行有着十分重要的意义。

在中能电力燃料公司主管部门的指导下,自 1989 年以来开展的煤质检验人员考核发证工作,每两年举办一次,迄今为止已进行八次了。为配合此工作而编写的培训教材《燃料分析技术问答》已多次再版,它对帮助煤质检验人员掌握业务知识,提高检测技术水平起到了积极作用。

鉴于近年来与煤炭检测方面有关的国家标准和电力标准有所修改,同时又增加了一些至关重要的国家标准和电力标准,此外,还有不少新型仪器和现代技术用于煤质检验和管理方面,因此,有必要对原《燃料分析技术问答》(第二版)进行修订。

修订后的《燃料分析技术问答》分为 15 章。新增加部分的内容主要有商品煤质量的验收、机械化采制样及其有关使用性能的规范化、煤炭在线分析仪使用性能的评价、煤场盘煤和管理以及煤质化验室仪器的校准等。此外,还对各章内容按最新国家标准及电力行业标准进行了修改和增补。通过这次修订,使《燃料分析技术问答》的内容更具有深度和广度,更加接近实际。它是煤质检验人员学习和培训的一本理想教材,同时也是从事火电厂燃料管理人员的较为全面的参考书。此外还可供从事燃料锅炉人员工作时参考。

编著者

于 2004 年 6 月 30 日

目 录

前言

第一章 燃料基础

1-1 能源大致有哪几种分类方法?	1
1-2 什么叫做燃料? 它应具备哪些基本要求?	2
1-3 什么叫做有机燃料? 它可分为哪几种?	2
1-4 矿物燃料包括哪些?	3
1-5 燃料的可燃与不可燃部分各包含哪些主要成分?	3
1-6 煤炭是怎样生成的?	4
1-7 油页岩是怎样形成的?	4
1-8 油页岩的基本特征是什么?	4
1-9 泥炭是怎样生成的?	5
1-10 泥炭的基本特征是什么?	5
1-11 什么叫做煤岩的宏观组分? 它分为哪几种?	5
1-12 什么叫做煤岩的显微组分? 它分为哪几种?	6
1-13 煤的元素组成与煤的变质程度有何关系?	7
1-14 煤炭为什么要进行分类?	7
1-15 我国煤炭是根据哪些参数分类的?	8
1-16 发电煤粉锅炉用煤技术条件是什么?	9
1-17 煤炭产品品种是怎样划分的?	11
1-18 煤炭的灰分、硫分和发热量是怎样分级的?	13
1-19 我国煤炭分类中有哪些类别煤常作为动力用煤? 它们的主要特点是什么?	14
1-20 什么是动力用煤? 它包括哪些类别的煤?	15

0607866

1-21	动力用煤的特性参数主要包括哪些？	15
1-22	试写出常用试验项目和其右下标的代表符号。	16
1-23	什么叫做基？常用的燃煤基有哪几种？	17
1-24	试用图表示各燃煤基组成的相互关系？	17
1-25	试图示燃煤的工业分析与元素分析之间的关系？	18
1-26	怎样正确表达常用四种基的组成百分含量？	19
1-27	怎样进行各种基间的换算？	19
1-28	为什么表示燃煤组成必须标明基？ 基的符号如何正确表示？	21
1-29	怎样进行各基低位发热量间的直接换算？	21
1-30	基的换算公式（或称换算系数）的推算依据是什么？	22
1-31	存在相同组成部分的基的换算系数是如何推算的？	23
1-32	不存在相同组成部分的基换算系数是怎样推算的？	24
1-33	怎样用煤质试验项目符号和右下标符号表示各种水分、 硫分和发热量？	24
1-34	试简述石油的形成及其基本特征。	25
1-35	我国燃料油是怎样分组（类）的？	25
1-36	重油是怎样划分牌号的？它们的主要油质特性参数 是什么？	26
1-37	重柴油是怎样划分牌号的？它们的主要油质特性参 数是什么？	26
1-38	轻柴油是怎样划分牌号的？它们的主要油质特性参 数是什么？	26
1-39	火电厂常用的燃料油有哪些品种？	27
1-40	石油的元素组成包括哪些？	28
1-41	石油中的硫化合物是以什么形态存在的？在原油蒸 馏加工中，这些硫化合物是怎样变化的？	29
1-42	燃油中一般含有哪些主要微量金属元素？	29
1-43	燃油品质的化学特性参数包括哪些？	30
1-44	燃油的物理特性参数主要包括哪些？	31

1-45	天然气是怎样形成的？	32
1-46	气体燃料是怎样分类的？	32
1-47	天然气是由哪些成分组成的？	33
1-48	什么叫天然气沃泊指数 (Wobbe index)？	34

第二章 燃料质量管理基础

2-1	当前火电厂燃煤有哪些特点？	35
2-2	什么是燃煤管理？它主要包括哪些内容？	35
2-3	为什么要进行入厂燃煤验收？	36
2-4	火电厂燃煤验收工作一般包括哪些内容？	36
2-5	为什么要制定 GB/T18666《商品煤质量抽查和验收方法》 (简称 GB/T18666) 标准？	37
2-6	GB/T18666 标准适用于哪些范围？	37
2-7	GB/T18666 标准对商品煤验收的采样制化强调了哪些 主要问题？	38
2-8	GB/T18666 标准中商品煤质量验收方法包括了哪些 主要内容？	39
2-9	为什么 GB/T18666 标准对商品煤质量验收时的采样基 数作了严格的规定？	39
2-10	什么是采样基数？它与采样单元有何不同？	40
2-11	为什么 GB/T18666 标准中对商品煤质量验收的采样 地点作了原则性规定？	40
2-12	GB/T18666 标准中规定批煤验收的评定质量指标有 哪些？	40
2-13	GB/T18666 标准中商品煤发热量差值允许差是怎样 规定的？	41
2-14	商品煤灰分的允许差是如何确定的？	42
2-15	GB/T18666 标准中商品煤验收方法规定的报告值和 检验值是指什么？	43

2-16	GB/T18666 标准中商品煤全硫的允许差是如何确定的？	43
2-17	GB/T18666 标准中规定的允许差和通常煤试验方法中规定的允许差有什么不同？	44
2-18	GB/T18666 标准中对贸易合同约定的商品煤质量评定指标的界定值是如何确定的？	45
2-19	如何将出卖方提供的收到基低位发热量换算为干基高位发热量？	45
2-20	商品煤验收中发热量差值超过商品煤允许差的原因可能有哪些？	46
2-21	出卖方和买受方对批煤质量发生争议时解决的途径有哪几种？	47
2-22	怎样做好火车运煤的煤量验收工作？	48
2-23	怎样验收火车运输的入厂煤质量？	49
2-24	船舶运输的煤量验收有哪几种方法？	49
2-25	煤长期贮存时煤质会发生哪些变化？	50
2-26	什么叫做煤的自然？影响自燃的因素是什么？	51
2-27	防止煤堆自燃的措施是什么？	52
2-28	对长期贮存易氧化的煤应怎样组堆？	52
2-29	贮煤场煤的组堆要注意些什么事项？	53
2-30	煤在组堆及长期贮存中会发生哪些损耗？	53
2-31	火电厂常用的配煤方法有哪几种？	54
2-32	为什么火电厂锅炉要进行混配煤和掺烧？	55
2-33	怎样计算混配煤的配煤比？	55
2-34	什么是配煤的混匀度？怎样测定混匀度？	57
2-35	为什么火电厂需用激光盘煤仪测量贮煤场煤量？	57
2-36	国内专用的盘煤仪器有哪些类型？	58
2-37	激光盘煤仪主要由哪些部件组成？	59
2-38	试简述 JP 便携式激光盘煤仪的操作步骤？	59
2-39	试简述 JP 便携式激光盘煤仪计算煤堆体积的过程？	60

2-40	火电厂燃煤的保管、贮存有什么作用?	60
2-41	为什么对动力用煤要按发热量计价?	61
2-42	在执行动力用煤按发热量计价时对煤化验室工作有哪些要求?	61
2-43	燃油采用何种计量方法验收?	62
2-44	进厂燃油质量验收要化验哪些油质指标?	63
2-45	进厂油在卸油过程中应注意哪些安全事项?	63
2-46	燃油在保管中要注意些什么?	63
2-47	如何计算燃煤、油设备及燃煤电站锅炉的 SO_2 排放总量?	64
2-48	电站燃煤锅炉 SO_2 排放量与哪些因素有关?	65
2-49	在燃烧锅炉内煤中硫与碱性物质发生了哪些变化?	66

第三章 采样和制样

通用部分

3-1	为什么要进行燃煤采样作业?	68
3-2	试列图表示火电厂燃煤计质和计量的工作流程?	68
3-3	火电厂采集的煤样,按其用途大致可分为哪几种?	69
3-4	制定采样原则的依据是什么?	70
3-5	什么叫采样?	71
3-6	什么叫做机械化采样?	72
3-7	试解释系统、随机、连续和间断采样的定义是什么?	72
3-8	静止煤和移动煤的采样各有什么特点?	73
3-9	什么叫制样?	73
3-10	什么是煤的不均匀性?	73
3-11	影响煤的不均匀性有哪些因素?	74
3-12	什么叫做批?怎样划分批?	75

3-13	划分采样单元有哪几种情况?	75
3-14	采样单元、子样、分样和总样的定义是什么?	76
3-15	总样的代表性与哪些因素有关?	76
3-16	采样系统偏差产生的原因是什么?	77
3-17	什么是在线制样、离线制样、定质量缩分和定比缩分?	78

人工采、制样部分

3-18	什么叫做煤的子样最小质量?	78
3-19	人工采取商品煤样的精密度是怎样规定的?	78
3-20	为什么对低灰分煤(精煤除外)的采样精度规定为灰分的 $\pm \frac{1}{10} \times A_d$, 但不小于 $\pm 1\%$?	79
3-21	如何确定人工采样中的子样最小质量?	80
3-22	怎样确定原煤的标称最大粒度?	80
3-23	怎样确定煤量为 1000t 和超过 1000t 的采样单元应采的最少子样数目?	81
3-24	如何确定煤量不足 1000t 采样单元应采的最少子样数目?	82
3-25	怎样由人工在火车顶部采取入厂煤煤样?	83
3-26	火车顶部采样时子样点的布置有哪几种方式?	84
3-27	怎样在汽车上采取入厂煤的煤样?	85
3-28	怎样由人工在煤堆上采取煤样?	86
3-29	怎样在运煤小船舶上采取煤样?	86
3-30	怎样采取海轮运煤的煤样?	87
3-31	在输煤皮带上怎样采取全水分煤样?	88
3-32	怎样在火车和汽车上采取全水分煤样?	89
3-33	怎样采取制粉系统中的煤粉样?	89
3-34	怎样采取锅炉飞灰样? 采样时要注意哪些事项?	90
3-35	制样的基本要求是什么?	91

3-36	制样的总则是什么?	92
3-37	制样室设施要具备哪些基本要求?	92
3-38	燃煤化验室常用的颚式破碎机有哪几种规格? 使用中应注意些什么?	93
3-39	燃煤化验室常用的光面对辊破碎机有哪几种? 使用中应注意的事项是什么?	94
3-40	化验室常用的密封式振动粉磨机的结构及其 使用中的注意事项是什么?	95
3-41	试说明 XSB-70 型振筛机的工作原理和使用 中应注意哪些事项?	96
3-42	燃煤化验室常用的金属网筛有哪几种? 使用 时应注意些什么?	96
3-43	制样室内一般应备有哪些制备煤样的设备?	98
3-44	缩分前为什么要掺合煤样? 怎样掺合煤样?	98
3-45	试说明槽式二分器的结构?	99
3-46	怎样正确使用槽式二分器?	99
3-47	缩分中保留煤样的最小质量与哪些因素有关?	100
3-48	试述一般分析煤样的制备步骤?	101
3-49	怎样使制备好的粒度小于 0.2mm 分析煤样达到 空气干燥状态?	102
3-50	怎样制备全水分煤样?	102
3-51	怎样检验试验室内缩分器的精密度和系统偏差?	103
3-52	当确认入厂原煤粒度大于 150mm 的煤块 (含矸石) 的含 量超过 5% 时, 应如何采样, 计算灰分和发热量?	104

机械化采、制样部分

3-53	燃煤采样常用的采样基有哪几种?	105
3-54	燃煤采样时子样有哪几种可能的配置方式?	105
3-55	采取初级子样的方法有哪几种?	106
3-56	在机械化采样系统中初级子样的质量有何规定?	107

3-57	什么叫做初级子样和初级子样方差?	107
3-58	怎样直接测定单个子样方差?	108
3-59	如何计算初级子样的时间基和质量基的采样间隔?	109
3-60	机械化采样装置设计的基本原则是什么?	109
3-61	用于横扫皮带的采样器应拥有哪些技术性能要求?	110
3-62	用于皮带端部落煤流的采样器有哪些技术要求?	111
3-63	在机械采样中如何确定采样单元和采样单元的子 样数?	111
3-64	要采到符合精密度和无系统偏差要求的煤样应符 合哪些原则?	112
3-65	什么是采样精密度?	113
3-66	要使煤样测定结果达到预期的精密度应考虑哪些 因素?	113
3-67	要达到期望精密度下的总样的最小质量与哪些因 素有关?	114
3-68	用标准差估算采样精密度(含采制化)有哪两种 方法?	114
3-69	如何计算带式输送机上机械采样器切割一次所截 取的初级子样质量?	115
3-70	什么是多份采样和双份采样?	116
3-71	火车载煤机械采样时子样点位置的选择常用的方 法有哪两种?	117
3-72	用机械采样器采取汽车载煤的煤样时要遵守哪些 采样原则?	117
3-73	用螺杆机械采样器采取火车载煤的煤样时要符合 哪些采样原则?	118
3-74	怎样用多份采样方法检验机械采制样装置的采样 精密度(含制样和化验)?	119
3-75	怎样利用双倍子样数采样方法检验例常批煤的采 样精密度(含制样和化验)?	120

3-76	机械采制样装置整机使用性能有哪些技术要求?	121
3-77	破碎机使用性能有哪些技术要求?	121
3-78	缩分器的使用性能要符合哪些技术要求?	122
3-79	对人厂煤机械采样装置的使用性能还应有 哪些特殊技术要求?	122
3-80	怎样核检机械化采样系统中缩分器的缩分比?	123
3-81	怎样核检机械采样装置的水分损失率?	124

第四章 工业分析

4-1	工业分析包括哪几项? 为什么说它们是工业用煤的 基础资料?	126
4-2	煤中水分存在的形态有哪几种? 它们各有什么特征?	126
4-3	煤中水分对火电生产运行有何影响?	127
4-4	简述煤的全水分的几种测定方法, 它们各适用于 什么煤种?	128
4-5	通氮干燥法对干燥箱有什么要求?	129
4-6	实验室收到从外地运来的煤样后, 要做哪些检查 工作?	130
4-7	煤样在运送过程中水分有损失, 应怎样补正?	130
4-8	为什么全水分测定未规定不同化验室的允许差?	131
4-9	测定 13mm 煤样全水分时, 为什么取出浅盘后立即 趁热称量?	131
4-10	测定全水分的注意事项是什么?	131
4-11	一般分析煤样水分的测定有哪几种方法?	132
4-12	试比较不同方法测定分析煤样水分的优缺点?	133
4-13	为什么对装有热煤样的称量瓶要规定冷却时间?	133
4-14	测定水分为什么要进行检查性干燥试验?	134
4-15	为什么要在有鼓风装置的干燥箱中测定水分?	134
4-16	测定空气干燥煤样水分应注意哪些事项?	135

4-17	煤的最高内在水分测定的原理是什么?	135
4-18	什么是煤的灰分? 它来源于什么?	136
4-19	灰分对火电厂生产运行有什么影响?	137
4-20	煤在灰化过程中, 矿物质发生了哪些变化?	138
4-21	煤在灰化过程中各种形态硫有什么变化?	138
4-22	灰分含量和灰分产率的含义有何不同?	139
4-23	国标中灰分测定方法有哪几种?	139
4-24	试简述缓慢灰化法测定煤中灰分的步骤。	140
4-25	试简述快速灰化法测定煤中灰分的步骤。	141
4-26	测定灰分用高温炉和快速灰分测定仪应 符合哪些要求?	142
4-27	测定灰分时正确的灰化条件是什么?	142
4-28	为什么在测定灰分时需进行检查性灼烧试验?	143
4-29	测定煤灰分时应注意哪些事项?	143
4-30	为什么对含黄铁矿硫高的煤样实测灰分值 需要进行修正?	145
4-31	什么是煤中矿物质? 测定原理是什么?	145
4-32	什么是煤的挥发分? 测定中挥发物质的逸出过程是 什么?	146
4-33	挥发分对火电厂生产运行有什么影响?	146
4-34	挥发分产率和挥发分含量的含义有什么不同?	148
4-35	测定挥发分的原理是什么?	148
4-36	测定挥发分用高温炉应符合什么要求?	149
4-37	为什么测定挥发分时对加热温度、时间作了 严格的规定?	149
4-38	测定挥发分时, 应怎样操作才能得到准确的结果?	150
4-39	为什么测定挥发分后坩埚外表面有时出现黑色附 着物?	151
4-40	测定变质程度高的或低的煤挥发分时应 注意哪些事项?	151

4-41	怎样计算挥发分测定结果？	151
4-42	浮煤挥发分与原煤挥发分有什么关系？	152
4-43	动力用煤发热量计价中，为什么规定用浮煤干燥无灰基挥发分作为计算比价系数 K_v 的依据？	153
4-44	什么是挥发分焦渣特征？它是如何划分的？	153
4-45	焦渣特征对电力用煤有何意义？	154
4-46	什么叫做煤的固定碳？怎样计算固定碳含量？	155
4-47	快速煤质工业分析仪的测定原理是什么？	155
4-48	试简述快速煤质工业分析仪测定流程？	156

第五章 发 热 量

5-1	测定燃煤发热量对电力生产有什么意义？	157
5-2	发热量的法定计量单位和惯用计量单位的定义是什么？ 为什么要废除惯用单位？	157
5-3	法定计量单位热力学温标是如何定义的？ 它与摄氏度有何关系？	158
5-4	常见的热量单位有哪几种？它们与焦耳单位的换算 关系是什么？	159
5-5	什么叫做显热、潜热和反应热？	160
5-6	什么是汽化热（或凝结热）、融化热（或凝固热）？	161
5-7	GB/T213—2003 标准中修订了哪些主要内容？	161
5-8	测定发热量的试验室应具备哪些条件？	162
5-9	什么是燃料的发热量？	163
5-10	什么叫弹筒发热量、高位发热量和低位发热量？	163
5-11	什么是恒容发热量和恒压发热量？	163
5-12	对氧弹热量计的主要部件有什么技术要求？	164
5-13	测定发热量的基本原理是什么？	165
5-14	试简述传统恒温式热量计测定燃煤发热量的 主要操作步骤。	165

5-15	常用的冷却校正公式有哪几种?	167
5-16	怎样求得 $C = (n - a)v_n + av_0$ (GB/T213) 公式中的 v_n 和 v_0 值?	168
5-17	在测热中对不易完全燃烧和易飞溅的煤样 应采取何种措施?	169
5-18	用恒温式热量计测定发热量时,为什么要规定内筒 水温要比外筒水温适当低些?	170
5-19	使用氧弹时要注意哪些安全事项?	171
5-20	怎样检查热量计氧弹漏气?如何消除漏气故障?	171
5-21	为什么规定氧弹需进行不低于 20.0MPa 的水压试验?	172
5-22	发热量测定中常用的点火丝材料有哪几种? 它们的燃烧热各是多少?	172
5-23	测热常用的感温元件有哪几种?它们各有什么特点?	173
5-24	贝克曼温度计要符合哪些技术要求?	174
5-25	什么是贝克曼温度计的基准温度和基点温度? 它们有什么不同?	174
5-26	为什么要对贝克曼温度计进行刻度校正?	175
5-27	怎样修正露出液柱温度对平均分度值的影响?	176
5-28	对热量计的搅拌器有何技术要求?	177
5-29	怎样测定热量计搅拌器产生的搅拌热?	178
5-30	怎样用氢氧化钠滴定法测定弹筒硫?	179
5-31	怎样用氢氧化钡滴定法测定弹筒硫?	179
5-32	怎样用氯化钡滴定法测定弹筒硫?	180
5-33	在计算高位发热量时对硝酸生成热是怎样校正的?	181
5-34	在什么情况下可以用全硫代替氧弹硫计算高位发 热量 ($Q_{gr,so}$)?	182
5-35	测热氧弹内硫酸是如何形成的?	182
5-36	计算高位发热量公式中硫的系数是怎样确定的?	183
5-37	为什么测热时要进行碳酸盐二氧化碳校正? 怎样校正?	184

5-38	绝热式热量计外筒水温是怎样自动跟踪内筒水温的？	185
5-39	如何检验绝热式热量计的绝热性能？	185
5-40	什么叫做热容量？热容量与水当量有什么区别？	186
5-41	试述标定热容量的基本原理是什么？	188
5-42	标定热量计热容量为什么要选用苯甲酸作为 量热标准物质？	189
5-43	苯甲酸使用前怎样进行干燥？	189
5-44	什么是热量计的量热体系？它与环境间的热交换是 由哪些因素引起的？	190
5-45	怎样标定传统的恒温式热量计的热容量？	190
5-46	怎样确定新型热量计的热容量的有效工作范围？	191
5-47	怎样使苯甲酸在氧弹内完全燃烧？	192
5-48	对热容量标定值的使用有什么规定？	192
5-49	自动热量计性能的最基本要求是什么？	193
5-50	煤在氧弹中燃烧与在锅炉内燃烧的产物有什么区别？	194
5-51	GB/T213 标准要求恒温式自动热量计在试验中应 提供哪些规定的参数？	194
5-52	什么是新型恒温式自动热量计？	195
5-53	什么是无水热量计？	195

第六章 硫 的 分 析

6-1	煤中硫是以哪种形态存在的？各种形态硫有何 相互关系？	197
6-2	我国煤炭中各种形态硫的分布情况是怎样的？	198
6-3	煤中硫对电力生产有什么影响？	199
6-4	煤中硫对锅炉低温受热面的腐蚀及锅炉效率有哪些 影响？	200
6-5	含硫量高的煤为什么会增加制粉系统的磨损？	200
6-6	硫对锅炉结渣的影响是什么？	201