

燃料 分析 技术 问答

编

方文沐
杜惠敏
李天荣

第
二
版

中国电力出版社
www.cepp.com.cn



燃料分析技术问答

第二版

方文沐

杜惠敏 编

李夫荣



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书系统地介绍了固体、液体、气体燃料的基本特性、采制样和燃料质量最新标准分析技术,其中,对固体燃料——煤炭,还着重介绍了机械采制样和现场在(旁)线监测新技术。此外,对燃料管理以及与燃料有关的化学分析、锅炉运行等基础知识,也作了简要地介绍。

本书以问答的方式,围绕着火电厂燃料管理和质量监督中的主要问题进行叙述,针对性强,通俗易懂。它不仅可作为煤质检验专业人员(含采制化)的培训教材,也可作为燃料管理人员和锅炉运行人员的参考材料。

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. 2版. —北京:中国电力出版社,2000. 11
ISBN 7-5083-0371-7

I. 燃… II. ①方…②杜…③李… III. 燃料-基本知识-问答 N. TQ038-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 34547 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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

1993 年 12 月第一版

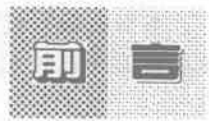
2001 年 1 月第二版 2001 年 1 月北京第六次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 15.25 印张 323 千字

印数 18911—21910 册 定价 24.00 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)



燃料是火电厂生产的重要原料，其费用约占发电成本的70%。目前，我国有70%的火电厂仍以煤炭为主要燃料。煤炭供应矿点多、品种杂、煤质波动性大，加上单座火电厂耗煤量大，这些都将给锅炉机组运行带来潜在的不安全因素，也给燃料管理增加了难度。因此，必须加强燃煤质量监督，提高燃料管理综合水平。

在电力工业燃料主管部门的指导下，于1989年开始每两年举行一次煤质检验人员考核取证工作。当时，为配合这一工作而编写的培训教材《燃料分析技术问答》，至今已四次再版。实践证明，它对帮助煤检人员掌握燃料基础知识和提高检测技能水平都起到了积极的作用。鉴于近10年来与煤炭有关的国家标准和电力标准都作了较大的修改，现代分析技术大量地引入到煤炭质检领域，先进的仪器设备不断地涌现，与此同时，燃料管理与燃料质量监督工作也积累了不少经验。因此，有必要对原《燃料分析技术问答》(1993年版)相关内容进行修订，同时还增加了机械采制样、煤质在线监测、气体燃料和燃煤分析结果的核查等章节。此外，对其他一些章节也作了必要的增补。修订后的《燃料分析技术问答》不仅有一定的广度和深度，而且还包括煤质最新检测技术，更加贴近电力生产实际，是煤质检验人员培训的一本理想教材。

本书第一、二、四、五、八、九、十一(部分)、十二章由方文沐编写；第三、六、七、十三、十四章由杜惠敏编写；

第十、十一（部分）章由李天荣编写。全书由方文沐统稿。

本书在编写过程中得到了西北电力集团燃料公司有关领导及有关同志的支持和帮助，在此谨表示感谢。

编者

于 2000 年 1 月 1 日

目 录

前 言

第一章 燃料基础知识

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 燃料的可燃部分是指什么?	3
1-6 煤炭是怎样生成的?	4
1-7 什么叫做煤岩的宏观组分? 它分为哪几种?	5
1-8 什么叫做煤岩的显微组分? 它分为哪几种?	5
1-9 煤的元素组成与煤的变质程度有何关系?	6
1-10 为什么煤炭外表有不同的颜色?	7
1-11 对煤炭为什么要进行分类?	7
1-12 我国现行煤炭分类是根据哪些煤质指标分类的?	8
1-13 我国发电煤粉锅炉用煤质量标准是依据什么制定的?	8
1-14 我国现行的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?	11
1-15 什么叫做动力用煤? 它包括哪些类别的煤?	12
1-16 动力用煤的特性参数主要包括哪些?	13
1-17 泥炭的基本特征是什么?	13
1-18 油页岩的基本特征是什么?	14
1-19 试写出常用试验项目和其右下标的代表符号。	14

1-20	什么叫做基？常用的燃煤基有哪几种？	15
1-21	试述图示各燃煤基组成间的相互关系？	16
1-22	试述图示燃煤的工业分析与元素分析的组成之间的关系？	16
1-23	怎样书写常用四种基的组成百分含量的表达式？	17
1-24	怎样正确使用各种基？	17
1-25	为什么表示燃煤组成时必须标明基？各基的符号如何书写？	19
1-26	推导煤质基的换算公式（或称换算系数）的依据是什么？如何进行推导？	19
1-27	怎样用试验项目符号和右下标符号表示各种水分、硫分和发热量？	21
1-28	石油是怎样形成的？	21
1-29	燃油是由哪些元素组成的？	22
1-30	我国燃料油是如何进行分组（类）的？	22
1-31	重油是怎样划分牌号的？其主要油质特性是什么？	23
1-32	重柴油是怎样划分牌号的？其主要油质特性参数是什么？	23
1-33	轻柴油是怎样划分牌号的？其主要油质特性参数是什么？	23
1-34	电厂常用的燃料油有哪些品种？	24
1-35	石油的元素组成包括哪些？	25
1-36	石油中的硫化物是以什么形态存在的？在原油蒸馏中，这些硫化物是如何变化的？	26
1-37	燃油中含有哪些主要微量金属元素？	26
1-38	燃油的化学特性参数包括哪些？	26
1-39	燃油的物理特性参数主要包括哪些？	28
1-40	天然气是怎样生成的？	29
1-41	天然气是由哪些成分组成的？	30
1-42	气体燃料是怎样分类的？	30

1-43 什么叫沃泊指数 (Wobbe index)?	31
-----------------------------	----

第二章 燃料管理基础知识

2-1 什么是燃煤管理? 它主要包括哪些内容?	33
2-2 当前火电厂燃煤具有哪些特点?	33
2-3 为什么要进行燃煤验收?	34
2-4 火电厂燃煤验收工作一般包括哪些内容?	34
2-5 怎样做好火车运煤的煤量验收工作?	35
2-6 为什么用容积密度验收煤量时要进行水分的校正?	36
2-7 怎样验收火车运输的人厂煤煤质?	37
2-8 船舶运输煤量的验收有哪几种方法?	37
2-9 煤长期贮存时煤质会发生哪些变化?	38
2-10 什么叫做煤的自燃? 影响自燃的因素是什么?	39
2-11 防止煤堆自燃的措施是什么?	40
2-12 对长期贮存易氧化的煤应怎样组堆?	40
2-13 贮煤场煤的组堆要注意些什么事项?	41
2-14 煤在组堆及长期贮存中会发生哪些损耗?	42
2-15 火电厂常用的配煤方法有哪几种?	42
2-16 为什么电厂锅炉要进行混配煤和掺烧?	43
2-17 怎样计算混配煤的配煤比?	43
2-18 什么是配煤的混匀度? 怎样测定混匀度?	45
2-19 火电厂燃煤的保管、贮存有什么意义?	45
2-20 为什么对动力用煤要按发热量计价?	46
2-21 在执行动力用煤按发热量计价时对实验室工作有哪些要求?	47
2-22 为什么不能以采样的精密度作为供需双方测定值差值之间的允许差?	47

2-23	燃油采用何种计量方法验收？	48
2-24	进厂燃油质量验收要化验哪些油质指标？	49
2-25	进厂油在卸油过程中应注意哪些安全事项？	49
2-26	燃油在保管中要注意些什么？	49

第三章 燃料化学分析基础知识

3-1	实验室常用化学试剂分为哪几个等级？	51
3-2	怎样保管化学药品？	51
3-3	煤化验室用的水分为哪几种？	52
3-4	什么叫做基准物质？它应具备哪些条件？	52
3-5	什么是酸、碱和 pH 值？	53
3-6	什么叫做指示剂？常用的酸碱指示剂有哪几种？	53
3-7	试列表说明常用酸碱指示剂的变色范围和配制方法？	54
3-8	什么是溶液的浓度？溶液浓度的表示方法有哪几种？	54
3-9	什么是摩尔和摩尔质量？	55
3-10	怎样配制 1000ml $C [1/2H_2SO_4] = 0.1mol/L$ 的硫酸溶液？	56
3-11	怎样配制 (1+3) 500ml 盐酸溶液？	56
3-12	滤纸分哪几种？在使用中应怎样选择？	57
3-13	重量分析中对沉淀有什么要求？	57
3-14	怎样检查沉淀作用完全？	58
3-15	沉淀物过滤和洗涤时要注意些什么？	58
3-16	烘干和灼烧沉淀时要注意些什么事项？	59
3-17	天平的准确度级别是怎样划分的？	59
3-18	使用机械天平要注意哪些事项？	60
3-19	怎样正确使用电子天平？	61
3-20	使用电子天平要注意哪些事项？	62
3-21	使用银坩埚时应注意些什么？	63

3-22	使用铂器皿时应注意哪些事项?	63
3-23	使用塑料器皿时应注意哪些事项?	64
3-24	使用玛瑙研钵时应注意什么事项?	64
3-25	使用干燥器要注意哪些事项?	65
3-26	使用压力气瓶时要遵守哪些安全事项?	65
3-27	使用强酸、强碱时要注意哪些安全事项?	66
3-28	使用高温炉时应注意哪些安全事项?	66
3-29	硅碳管有什么特性?使用时应注意哪些事项?	67
3-30	煤质化验室常用热电偶有哪几种类型?	67
3-31	为什么对热电偶要定期进行检定?	68
3-32	实验室干燥箱恒温区检验是怎样进行的?	69
3-33	干燥箱控温装置精密度如何测定?	70
3-34	实验室高温炉恒温区怎样确定?	71
3-35	高温炉控温装置的精密度如何检验?	72

第四章 锅炉基础知识

4-1	什么叫锅炉?它包括哪些主要组成部分?	74
4-2	什么是自然循环锅炉、强制循环锅炉和直流锅炉?	75
4-3	锅炉的基本工作特性有哪些?	76
4-4	什么叫做饱和温度、饱和水和饱和蒸汽?	76
4-5	什么叫做过热蒸汽、湿蒸汽和干蒸汽?	76
4-6	什么叫锅炉蒸发量、额定蒸发量和经济蒸发量?	76
4-7	喷燃器的作用是什么?	77
4-8	过热器的作用是什么?	77
4-9	省煤器有哪几种类型?它有什么作用?	77
4-10	空气预热器有哪几种类型?其作用是什么?	78
4-11	除尘器有哪些类型?它们的工作原理是什么?	78
4-12	电厂常用的磨煤机有哪几种类型?	79

4-13	固体燃料的基本燃烧方式有哪几种？	80
4-14	什么叫做燃烧？燃烧需要哪些条件？	80
4-15	煤炭在锅炉内是怎样燃烧的？	81
4-16	燃油在锅炉内燃烧要经过哪些过程？	81
4-17	试写出燃料中可燃成分燃烧时的化学反应式？	82
4-18	锅炉运行中会发生哪些热损失？	83
4-19	什么是化学不完全燃烧热损失？	83
4-20	什么是机械不完全燃烧热损失？	83
4-21	什么叫做锅炉热平衡？	84
4-22	什么是锅炉热效率、锅炉设备净效率？	85
4-23	什么叫做热效率试验？热效率试验有哪几种？	85
4-24	什么叫做发电煤耗、供电煤耗？	86
4-25	如何计算发电标准煤耗？	86

第五章 燃煤的采样和制样

5-1	什么是煤的不均匀度？	88
5-2	影响煤的不均匀度有哪些因素？	88
5-3	为什么要进行燃煤采样作业？	89
5-4	什么叫做采样？	90
5-5	静止煤和移动煤的采样各有什么特点？	90
5-6	什么是采样的理论依据？	90
5-7	采样单元、子样、分样和总样的定义是什么？	92
5-8	系统采样、随机采样、时间基和质量基采样的定义是什么？	92
5-9	什么叫做批？如何划分批？	93
5-10	划分采样单元有哪几种情况？	93
5-11	采样要符合哪些基本要求？	94
5-12	火电厂采集的煤样，按其用途大致可分为哪几种？	95

5-13	什么叫采样精密度？	96
5-14	商品煤样采样精密度是怎样规定的？	96
5-15	为什么对低灰分煤（精煤除外）的采样精度 规定为灰分的 $\pm \frac{1}{10}$ ，但不小于 $\pm 1\%$ ？	97
5-16	总样的代表性与哪些因素有关？	97
5-17	怎样确定原煤的标称最大粒度？	98
5-18	什么是采样单元应采的最少子样数目？ 它与哪些因素有关？	99
5-19	怎样确定煤量为 1000 t 和超过 1000 t 的采样单元 应采的最少子样数目？	100
5-20	如何确定煤量不足 1000 t 的采样单元应采 的最少子样数目？	101
5-21	什么叫做煤的子样最小质量？如何确定煤 的子样最小质量？	101
5-22	火车顶部采样时，子样点的布置有哪几种方式？	103
5-23	可能产生采样系统误差的原因是什么？	104
5-24	怎样由人工在火车顶部采取入厂煤煤样？	105
5-25	怎样由人工在汽车上进行入厂煤煤样的采取？	105
5-26	怎样在运煤小船舶上直接采取煤样？	106
5-27	怎样采取海轮运煤的煤样？	107
5-28	怎样由人工在煤堆上采取煤样？	108
5-29	在入厂运煤工具上怎样采取全水分煤样？	109
5-30	什么叫做机械采样？	110
5-31	燃煤采样中常用的采样基有哪几种？它们各有 什么特点？	111
5-32	燃煤采样中子样有哪几种可能的配置方式？	112
5-33	入炉煤机械采样装置的性能及基本要求是什么？	113
5-34	对入厂煤机械采样装置性能的基本要求是什么？	114
5-35	用于皮带中部采样的采样器有哪些技术要求？	114

5-36	用于皮带端部采样的采样器要符合哪些技术要求?	115
5-37	怎样计算带式输送机上采样装置采取的子样质量?	116
5-38	总样的质量是怎样确定的?	116
5-39	怎样核检入厂煤经常批煤量的采样精密度?	117
5-40	怎样测定燃煤的不均匀度?	118
5-41	对机械采制样中使用的破碎机有什么技术要求?	120
5-42	对机械采制样装置中的缩分器有什么技术要求?	120
5-43	怎样核检机械采样装置中采样器的精密度?	121
5-44	怎样核检机械采样装置中缩分器的精密度和系统 偏差?	122
5-45	怎样核检机械采样装置中缩分器的缩分比?	123
5-46	怎样核检机械采样装置的水分损失率?	124
5-47	当入厂的原煤中, 确认粒度大于 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?	125
5-48	怎样采取制粉系统中的煤粉样?	125
5-49	怎样采取飞灰样? 采样时要注意哪些事项?	126
5-50	制样的总则是什么?	127
5-51	什么叫做制样? 制样的基本要求是什么?	128
5-52	制样室设施要具备哪些基本要求?	128
5-53	制样室内一般备有哪些制备煤样的设备?	129
5-54	槽式二分器的构造及其性能要求是什么? 怎样 正确使用槽式二分器?	129
5-55	怎样从试验室中的煤样制备一般分析煤样?	130
5-56	缩分中保留煤样的最小质量与哪些因素有关?	131
5-57	怎样使制备好的 0.2mm 分析煤样达到空气 干燥状态?	132
5-58	怎样制备测定全水分煤样?	133
5-59	缩分前为什么要掺合煤样? 怎样掺合煤样?	133
5-60	怎样检验试验室内缩分器的精密度和系统偏差?	134

5-61	燃煤化验室常用的颚式破碎机有哪几种规格？使用中应注意哪些事项？	135
5-62	燃煤化验室常用的光面对辊破碎机有哪几种？使用中的注意事项是什么？	136
5-63	化验室常用的密封式振动粉磨机的结构特点及其使用中的注意事项是什么？	137
5-64	燃煤分析中常用的电动振筛机有哪几种？使用中应注意哪些事项？	138
5-65	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？	139

第六章 燃煤工业分析

6-1	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？	146
6-2	煤中水分存在的形态有哪几种？它们各有什么特征？	147
6-3	煤中水分对锅炉设备的运行有何影响？	147
6-4	试述煤的全水分测定方法有哪几种？它们各有什么特点？	148
6-5	实验室收到从外地运来的一桶煤样后，要做哪些检查工作？	149
6-6	为什么全水分测定未规定不同化验室的允许差？	149
6-7	测定全水分的注意事项是什么？	149
6-8	一般分析煤样水分的测定有哪几种方法？	150
6-9	试比较不同方法测定分析煤样水分的优缺点？	151
6-10	为什么对装有热煤样的称量瓶要规定冷却时间？	152
6-11	测定水分为什么要进行检查性干燥试验？	152
6-12	为什么要在有鼓风装置的干燥箱中测定水分？	152

6-13	煤的最高内在水分测定的原理是什么？	153
6-14	什么是煤的灰分？它来源于什么？	153
6-15	灰分对锅炉设备的运行有什么影响？	154
6-16	煤在灰化过程中，矿物质发生了哪些变化？	155
6-17	煤在灰化过程中各种形态硫有什么变化？	156
6-18	为什么灰分测定结果称为灰分产率？	156
6-19	国标中测定煤灰分的方法有哪几种？并简述它 们的测定操作？	157
6-20	灰分测定用的高温炉和快速灰分测定仪有什么 要求？	158
6-21	测定煤灰分时应注意哪些事项？	158
6-22	测定灰分时正确的灰化条件是什么？	159
6-23	为什么在测定灰分时需进行检查性的灼烧试验？	160
6-24	为什么对含黄铁矿硫高的煤的实测灰分值需进行 修正？	160
6-25	什么是煤的挥发分？测定中挥发物质的逸出过 程是什么？	161
6-26	挥发分对锅炉燃烧有什么影响？	162
6-27	为什么要称挥发分产率而不称为挥发分含量？	163
6-28	测定挥发分的原理是什么？	163
6-29	为什么测定挥发分对加热温度、时间作了严格的 规定？	164
6-30	测定挥发分时，应怎样操作才能得到准确的 结果？	164
6-31	为什么测定挥发分后坩埚外表面有时出现黑色附 着物？	165
6-32	测定变质程度高的或低的煤挥发分时应注意哪些 事项？	165
6-33	浮煤挥发分与原煤挥发分有什么关系？	166
6-34	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?	166
6-35 计算挥发分测定结果时要注意些什么?	167
6-36 怎样修正煤中不同碳酸盐含量时的挥发分?	167
6-37 什么是挥发分焦渣特征? 它是如何区分的?	168
6-38 焦渣特征对电力用煤有何意义?	169
6-39 什么叫做煤的固定碳? 怎样计算固定碳含量?	169

第七章 燃煤元素分析

7-1 煤的元素分析包括哪些项目? 各类别煤的元素组成的大致范围是多少?	175
7-2 煤中的元素组成对锅炉运行有什么意义?	176
7-3 煤的工业分析与元素分析之间有什么关系?	177
7-4 煤中碳、氢元素主要以什么形态结合?	177
7-5 三节炉法测定煤中碳、氢元素的原理是什么? 其化学反应过程有哪些?	178
7-6 用二节炉法测定煤中碳、氢元素时, 高锰酸银的作用是什么?	179
7-7 为什么测定碳、氢元素时要净化氧气? 净化系统所用的净化剂是什么?	180
7-8 在测定碳、氢元素中有哪些试剂常可自行制备?	180
7-9 碳、氢元素的测定中, 哪些药品处理后可重新使用?	181
7-10 为什么测定碳、氢元素时要进行空白试验?	182
7-11 怎样检验碳、氢测定装置的可靠性?	182
7-12 为什么碳、氢元素测定中用的氯化钙要预先经过处理? 怎样处理?	183
7-13 为什么碳、氢元素测定中不用硅胶做吸收剂?	184
7-14 为什么测定碳、氢元素的吸收系统中要加除氮管?	184

7-15	为什么用三节炉法测定碳、氢时要控制铬酸铅 温度不高于 600℃?	184
7-16	高温燃烧法测定碳、氢元素的原理是什么? 它有何优缺点?	185
7-17	计算碳、氢测定结果时要注意哪些问题?	185
7-18	电量—重量法测定煤中碳和氢的原理是什么?	186
7-19	电量—重量法测定煤中碳和氢的装置由哪几 部分构成?	187
7-20	使用电量—重量法测定煤中碳和氢时,应注意哪 些事项?	188
7-21	高温燃烧红外热导池法测定煤中碳、氢、氮三元素 的原理是什么?	189
7-22	高温红外热导法测定煤中碳、氢、氮元素的仪器主 要由哪几部分组成?	190
7-23	使用高温燃烧红外热导法测定碳、氢、氮元素应注 意的试验条件是什么?	191
7-24	库仑法测定煤中碳、氢的原理是什么?	192
7-25	煤中氮元素以什么形态存在?动力用煤测定氮有何 意义?	193
7-26	开氏法测定煤中氮的原理及其所用药品的化学反应 过程是什么?	194
7-27	测定煤中氮元素的常用方法有哪几种?它们各有什 么优缺点?	194
7-28	蒸汽燃烧法测定氮的原理是什么?	195
7-29	氮测定中,消化和蒸馏时加入药品的作用是什么?	195
7-30	测定氮时怎样处理难消化的煤样?	196
7-31	测定氮时应注意哪些事项?	196
7-32	煤中硫是以哪种形态存在的?各种形态硫有何 相互关系?	197
7-33	煤中硫对锅炉设备运行有什么影响?	198