



蒸汽机车焚火及给油

人 民 交 通 出 版 社

蒸汽机车焚火及给油

人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 3 年 · 北 京

蒸汽机车焚火及给油

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷一厂印

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{4}$ 印张 6 字数147千

1961年10月第1版

1979年3月第1版第10次印刷

印数 28,601—47,600册 定价(科二) 0.50元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

再 版 说 明

随着交通运输战线“抓革命，促生产”形势的发展，广大职工对技术参考图书的需要十分迫切，我们现将《蒸汽机车焚火及给油》再版，以应急需。

这次再版，我们对内容未作修改，书中内容落后于实际的地方一定不少，特别是加煤机焚火及给油部分，由于大型蒸汽机车投入运用后，原书介绍资料，已感不足。为此，希望广大读者提出宝贵意见，以便今后修订补充。

人民交通出版社

1972年8月

目 录

緒言	1
第一章 燃料的类别、成分和性质	2
第一节 燃料的概念和燃料的类别	2
第二节 矿物燃料的形成	3
第三节 燃料的化学分析与工业分析	4
第四节 煤发热量的测定与计算	9
第五节 煤的分类及机车用煤的特性	12
第六节 燃料当量与换算	15
第二章 燃烧	19
第一节 燃烧的概念	19
第二节 煤在火箱中的燃烧过程及燃烧层	20
第三节 黑烟与烟垢的危害及防止方法	22
第四节 煤完全燃烧时所需要的空气量	23
第五节 锅鸣	25
第六节 通风种类与烟箱真空度的测定	26
第三章 蒸汽机车锅炉用水	28
第一节 工业用水、水质分析	28
第二节 水质处理	39
第三节 锅炉内水质标准	45
第四节 机车锅炉投药及放水	45
第五节 汽水共腾	50
第六节 化学消沫剂的性质及作用	54
第七节 锅炉水质监督与水垢厚度检查	58
緒四章 蒸汽	63
第一节 饱和蒸汽	63
第二节 过热蒸汽	65
第三节 提高过热蒸汽温度的方法	66
第五章 蒸汽机车热力过程	68
第一节 蒸汽机车热能的传递	68

第二节	蒸汽机车的热能分布及机车热平衡	73
第三节	燃烧率、放热率和蒸发率	82
第六章	机车煤水消耗量的计算及热力技术状态检查	83
第一节	燃料消耗定额的种类、确定条件及用煤量的计算	83
第二节	煤的蒸发能力	93
第三节	根据耗水量、耗煤量进行的技术检查	95
第四节	燃料消耗量技术检查的应用经验	98
第五节	热力技术状态不良的种类及分析	101
第六节	机车泄漏检查	103
第七节	废汽口和烟筒及火星粉碎装置与燃烧的关系	109
第八节	火箱拱砖的复盖长度	113
第七章	焚火作业	116
第一节	人工快速焚火	116
第二节	簸箕形焚火	117
第三节	火层整理	118
第四节	大块煤打碎和煤炭撒水	121
第五节	锅炉补水及水位保持	123
第六节	送风器的使用及灰箱风门的调整	124
第七节	加煤机的使用和联合焚火	125
第八节	焦碴的生成	129
第九节	由发车到进站的焚火作业	131
第十节	机车的点火及埋火作业	137
第十一节	洗炉时的乘务员工作	140
第八章	蒸汽机车给油	142
第一节	润滑油脂的理化性质	142
第二节	机车用油的分类及使用处所	148
第三节	压油机的使用及保养	155
第四节	一般给油工具及给油方法	156
第五节	给油作业及发热处理	164

绪 言

燃料是工业和日常生活中取得热能的最重要的来源。在各种各样的燃料中，煤炭的使用最为普遍。

铁路部门是燃料（煤）的主要消费者，我国铁路每年消耗的煤量约占全国煤产量的10%，其中绝大部分是用于蒸汽机车焚火。历年统计数字指出：机车用燃料费约占铁路营业支出的15%，而占机务费用总支出的50%以上。因此，节约燃料具有重大的意义。在铁路运输上，节约燃料不仅限于要合理地利用燃料，还要积极地研究与改进影响锅炉和汽机效率的各种因素，提高和改进机车热力技术状态，以保证最大限度地利用燃料在燃烧中所发出来的热能，而且要改进焚火方法，利用劣质燃料，以获得最高的效率。事实证明，几年来，蒸汽机车使用了各种煤的混合煤，超额完成了铁路运输任务，节约了大量优质燃料。

机车锅炉用水的水质好坏对机车锅炉的保养及蒸汽蒸发具有重大的意义。水质不良将在锅炉中生成水垢，引起钢板的腐蚀，影响传热效率，造成汽水共腾，降低机车牵引力，并且招致机车破损，和增加燃料的消耗量。因此，对机车锅炉用水的物理化学性质提出了更高的要求。我国从1951年起吸取各方面的先进经验，在全国范围内普遍地实行了锅炉内水质软化工作，已经获得了显著的成绩。目前机车锅炉水垢已作到基本消除，洗修公里普遍延长，提高了机车运用效率，节省了大量燃料。

机车牵引列车以高速度行驶，各运动部分摩擦剧烈，为了减低摩擦，在摩擦部分注以润滑油脂。摩擦部分的给油，对于机车保养有着极重要的意义，这项工作做得好坏，直接影响着机车的质量、使用寿命以及机车的效率。几年来我国铁路在使用润滑油脂方面有很大的改进，如改用乳化汽缸

油，和搖连杆、大轴等改用轴油，不仅节约了大量油脂费用，还大大提高了蒸汽机车的牵引力。

自全国工农业生产大跃进以来，铁路运输任务空前繁忙，如何进一步提高机车质量、充分发挥机车牵引力、延长机车寿命，合理选择与节约燃料和润滑油脂、正确处理机车用水，是当前铁路机务工作者的主要任务；也是保证社会主义建设时期铁路运输事业持续跃进的重要环节。因此，每一个机车乘务工作者必须坚定地按着党的社会主义建设总路线的精神办事，为提前和超额完成国家运输任务献出最大的力量。

第一章 燃料的类别、成分和性质

第一节 燃料的概念和燃料的类别

由燃料燃烧而获得热量是使用一切燃料的基本要求。所谓燃料，是指可燃物质被人们有意识的燃烧，而能供给人们生活和生产所需热量的物质。但并不能由此就认为所有能燃烧的物质都是燃料。工业上所使用的燃料必须具备下列条件：

一、易着火燃烧，能发生尽可能多的热量，同时产生高的温度；

二、天然蕴藏量丰富，产量大，品质较纯净，易采得（含惰性物质应尽可能少）；

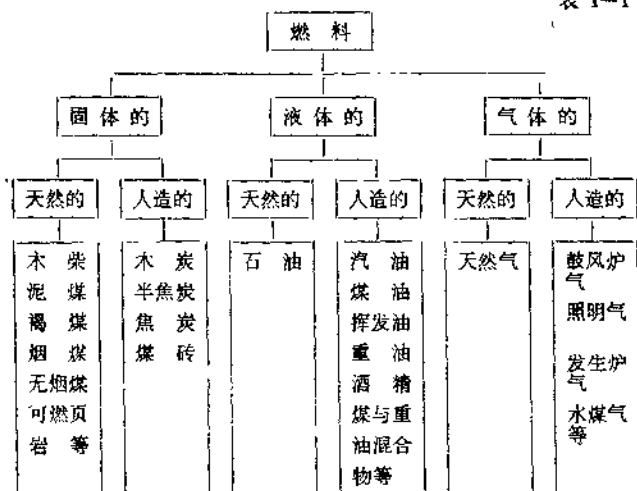
三、便于运输和储存；

四、燃烧产物对人、畜和周围植物无害。

自然生成而不需要任何加工即能燃烧的可燃物质，称为天然燃料；须经过加工而后使用的，称为人造燃料。无论天然燃料或人造燃料，它们的形态都有固体、液体、气体三类。燃料按其来源及物理形态的分类如表1—1所示。

按照使用的目的和要求，可将燃料分为动力燃料和技术燃料。

表 1-1



在燃烧时不粘结或微粘结的煤，用于机车锅炉焚火，属于动力燃料；粘结性最好的所谓炼焦煤，属于技术燃料。

第二节 矿物燃料的形成

一切矿物燃料——泥煤、褐煤、烟煤、无烟煤、可燃页岩、石油和天然气——都是由古代的有机物，主要是动植物的残骸，在水中经过堆积、腐化、碳化而成。煤的形成过程现将煤的形成过程：泥煤化作用、炭化作用，分别介绍如下：

一、泥煤化作用。在古代，特别是石炭纪时期，地球上气候和雨量适于植物的蓬勃生长，故地球表面为丰富的植物覆盖。植物枯萎后与动物残骸（低级水生有机体、鱼类、部分陆生动物及其他）结合，浸渍于水中，受细菌的作用，在空气进入很少的条件下发生分解。植物的纤维部分被破坏，转变成 CO_2 （二氧化碳）、 H_2O （水）、 CH_4 （碳氢化合物）等；木质部分则不易破坏，而转变为不溶于水的有机物质，即所谓腐植质。随着氧和氢的含量减少，而生成含碳较丰富的产

物——泥煤。

二、炭化作用。植物形成泥煤后，由于地质的变迁，被砂砾冲积层或地层所覆盖。在压力和高溫的作用下，进一步发生分解：水分、二氧化碳、沼气等逐渐消失，而慢慢变成坚实、紧密、含碳丰富的各种可燃煤矿。此种作用称为炭化。按照炭化作用经历的变化程度不同，由泥煤形成了页岩、褐煤、烟煤和无烟煤。

炭化越深的煤，含碳量愈多，氢和氧的含量越少；并随着年代的增长，挥发物的含量逐渐降低。

各种燃料有机物质的含量如表 1—2 中所示。

表 1—2

各种燃料有机物质的组成

燃料名称	空气干燥 水分(%) (W^a)	有机物质				
		元素组成(%)			挥发性 物质(%) (V)	发 热 量 (千卡/公斤) Q_6^r
		C ^r	H ^r	O ^r + N ^r + S ^r		
木 材	60	50	6	44	85	4500
泥 煤	50	57	6	37	67	5400
褐 煤	25	72	5	23	53	6700
烟 煤	1~5	80~91	5~4	15~5	35~10	7000~8000
无烟煤	0.5	96	2	2	5	8400

有机物残骸不仅能生成固体可燃矿物，而且也能生成石油和天然气。石油是动植物残骸经过长期变化而来的，它和煤一样由有机物的堆积逐渐被岩石覆盖，在高溫、压力、辐射及细菌作用下，逐渐变成烃，并在某种催化作用下而形成石油及天然气。

第三节 燃料的化学分析与工业分析

一、燃料的化学分析

几乎所有燃料都含有两种不同的部分：可燃部分——能燃烧的有机成分；和不可燃部分——无机成分。前者称为纯

燃料，是燃料的主体，系由植物所形成；后者称为惰性物质（固体及液体燃料中通常系指其中所含水分及灰分；而气体燃料中则指其中所含的不可燃气体，如二氧化碳、氮、水蒸汽等）。显然，燃料中含惰性物质愈少，则其质量愈高。

根据煤的化学分析，煤的有机可燃分中存在的元素有下列几种：碳、氧、氢、氮、硫（某些煤中尚含有少量的磷）。

（一）碳。碳是燃料中最主要的成分。在燃料中与氢、氮和硫构成有机化合物。碳完全燃烧时生成 CO_2 ，一公斤纯碳放出热量为8140千卡。从发热的观点来看：燃料中含碳量愈多，质量愈高。

（二）氧。氧在固体和液体燃料中呈化合状态存在，故不能助燃。燃料中含氧愈高，就是燃料中可燃物质已部分地被氧化而失去燃烧作用（不能发热）。由于氧的存在，使燃料中的可燃分减少，降低了燃料的发热量。故在燃料中含氧愈少愈好。

（三）氢。氢是燃料中的第二主要可燃部分，在燃烧时生成水，一公斤氢放出热量为34100千卡，比碳燃烧时多至4.2倍。但由于煤中一部分的氢已与氧化合成水，不能燃烧。因而这部分氢，称为无效氢；另一部分氢，在煤中构成烃而存在，为可燃物质，称为有效氢，在燃烧时能发高热。通常认为所有存在于燃料中的氧都与氢化合成水，因此燃料中有效氢的数量，可按下列式求得：

$$H_{\text{有效}} = H - \frac{O}{8}。$$

燃料中大量氢的存在，是放出焦油挥发物（烃）发生长烟火焰的原因，故氢愈少，则火焰愈短。

（四）氮。氮成为含氮有机物含于燃料中。它在燃料中的含量很少超过1.5~2%。氮不参予燃烧，也不助燃，在燃烧时呈单体状态逸出。由于氮在燃料组成中占有一定的比例，因而使燃料中的有效成分含量减低；而且在燃烧时，使氧不能很快地接近燃料的可燃部分，因之还使燃烧速度降

低。

(五) 硫。硫在燃料中呈下列三种状态存在：

1. 黄铁矿硫：即金属硫化物，主要与铁成硫化亚铁 (FeS) 或二硫化铁 (FeS_2)；

2. 硫酸盐硫：即钠、钙和镁的硫酸盐；

3. 有机硫：成分复杂，呈游离或溶解状态存在。

第一类和第三类中的硫，为参予燃烧的所谓挥发可燃硫，它可由全硫分和灰中含硫量之差求得。硫在灰中含量，实际上等于硫酸盐硫，它不参予燃烧。

燃料中的挥发可燃硫在燃烧时生成亚硫酸酐 (SO_2)，同时放出热量为 2180 千卡/公斤。

虽然燃料中一部分的硫燃烧时放出热量，但由于下列各种原因，使它变为燃料的有害成分：

(1) 燃料燃烧时，由于 SO_2 的生成，遇水成亚硫酸，对锅炉引起腐蚀作用；

(2) 在锅炉内燃烧，煤中的硫可为炉篦的铁质所吸收，而生成硫化亚铁。它的熔点低，极易熔融 (熔点 1197°C)，造成炉篦的烧损；

(3) 生成的 SO_2 ，经烟筒排入大气，对人、畜、植物均有损害，且能腐蚀厂房、金属机械设备、线路建筑及桥涵隧道；

(4) 含硫甚多的燃料不适于冶金之用，因为溶炼金属时，硫很容易与金属化合，使金属不合于技术上的要求，容易脆裂；

(5) 机车使用含硫多的燃料时，能促成焦硫的生成，造成作业上的困难；

(六) 磷。磷在燃料中含量最少，所以机车焚火用煤一般不考虑它。但在冶金工业上，如焦炭中含有少量的磷，能使钢材在常温时脆化，故为煤的有害成分。

二、燃料的工业分析

一般在工业上使用燃料时，只要了解其使用价值，分析其可燃部分及不可燃部分。这种分析方法称为工业分析。

燃料的工业分析任务在于求出燃料中的水分、灰分、挥发分、固定碳等的含量，及确定燃料的粘结性。此外，在评定动力燃料的质量或确定其用途时，有必要求出燃料的发热量及含硫量。

(一) 水分。水分常以下列形式含于固体燃料中：

1. 外水分 ($W_{\text{外}}$) 附着于燃料的表面，是由于洗煤及贮存或运输途中被雨、雪、淋湿等原因而来。此种水分无须加热，一般在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的温度下即可逐渐除去。凡测定燃料的其他成分时，均应将外水分除去再进行分析。

2. 内水分，或称湿存水分 ($W_{\text{内}}$)，含在燃料的内部，是由于燃料体内的毛细管作用而吸附的水分，需经加热才能除去。

工业分析的水分是指内水分而言。将一克试样的燃料在 $102\sim 105^{\circ}\text{C}$ 的干燥器中放置 $1\sim 2$ 小时，其所失去的重量占总重量的百分数即为燃料的内水分。

通常在确定燃料水分时，将内水分与外水分合计而称为总水分 ($W_{\text{总}}$)。

3. 化合水分，是燃料中的氢和氧按比例结合而存在于燃料有机物中的结晶水，大部分来自带结晶水的矿物。此种水分，虽经加热至 $102\sim 105^{\circ}\text{C}$ ，亦不能除去。它不包括于总水分内，而计算在挥发分中。

各种煤所含的水分变化甚大，泥煤约含 $30\sim 45\%$ ；褐煤有时达 30% ；而各种烟煤为 $2\sim 7\%$ 。

水分是燃料中的惰性物质，因为它能减低燃料中含的可燃成分，而且在其蒸发和汽化时，消耗燃料燃烧时所放出的一部分热，并增加运输力的消耗，又易促成冬季燃料的冻结，为害较多。而对机车使用的燃料来说，含少量的湿存水仍然

是有益的，因其能加速燃烧过程，避免粉煤的飞扬和从炉篦漏下的损失。

(二) 挥发分(V)。燃料的可燃部分主要是C、H、S。在燃烧时，一部分可燃原素首先生成气体火焰，挥发逸出，称为挥发分。这部分挥发物质在煤中含量的测定方法，是将一克试样的煤置于高温炉中加热，在温度达 $850^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ 的条件下，经7分钟后，测量出煤样失去的重量，以其所占总重量的百分数减去内水分的重量，即为挥发分的百分比重。挥发分种类很多，但其原素主要是炭、氢等的化合物。挥发分是煤中的重要成分。煤中的挥发分含量愈高，燃烧时火焰愈长，但发热量较低，燃烧时间也短。含挥发分较多的煤适合于作为机车锅炉用的燃料。

(三) 灰分(A)。灰分是煤中可燃物完全燃烧后残留的不能燃烧的矿物残渣，其测定方法，是将一定量的煤样，电热至 $800^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ ，燃烧2小时，至衡量时，所剩残渣重量占煤样重量的百分数即为灰分含量。

灰分是由燃料中的矿物杂质所生成，这些矿物杂质又分为原生的和外来的两种。前者是生成燃料的原生植物内的无机物；后者是植物在炭化过程中与粘土、页岩混合，或于采掘、运送、贮存的过程中混入煤中的砂、石等杂质。

煤中的灰分，一般以铁、铝、镁、钙、钾、钠等的氧化物为主。有的含有微量的磁铁矿及锰与磷的化合物。因其所含化合物的化学成分不同，灰的熔点亦各不相同；如灰分中含氧化硅(SiO_2)与氧化铝(Al_2O_3)的比重大时，灰的熔点愈高，因为 SiO_2 的熔点达到 1625°C ， Al_2O_3 的熔点达到 2050°C ；若煤中的灰分以氧化铁(Fe_2O_3)、氧化钙(CaO)和氧化镁(MgO)为主时，则为易熔灰。因为这些成分的熔点低。一般煤的灰分熔点约在 $1150 \sim 1700^{\circ}\text{C}$ 之间。

不论灰的成分如何，都是降低燃料发热能力的物质。更由于灰分存在，使燃料燃烧后，积存在炉篦上的灰分愈来愈多，因而阻碍通风，使燃烧受到影响，并且需要进行清炉，

不仅浪费劳力，增加除灰费用及运输成本，同时也使燃料中可燃碳素的漏落损失增大。所以灰的含量愈少，煤的质量愈高。

(四) 固定碳素 (K)。煤在燃烧时，当其挥发分逸出以后，余下的便是焦炭。焦炭除去灰分便是固定碳素。煤中的固定碳素含量可用计算方法求得，即：

$$K = 100 - (W + V + A) \quad (\%) ,$$

式中 K ——煤中固定碳素，%；

V ——煤中挥发分，%；

W ——煤中内水分，%；

A ——煤中灰分，%。

煤中固定碳素含量约为27~80%。炭化程度愈高的煤含固定碳素愈多，煤的发热量愈大，其利用价值愈高。故在评定煤的质量时，常用燃料中固定碳素对挥发分含量的比值，即所谓燃料比 (R) 来判别，即：

$$R = \frac{K}{V}。$$

燃料的 R 值愈大，说明炭化程度愈深，燃烧时火焰愈短；反之，则恰恰相反。

第四节 煤发热量的测定与计算

在评定燃料的质量时，它的发热量（即单位重量的燃料完全燃烧时所发出的热量）是最重要的指标之一。煤的发热量，通常以卡/克或千卡/公斤来表示，其测定与计算方法分述如下：

一、量热计测量法——弹发热量 ($Q_{\text{弹}}$)

用量热计测定煤的发热量，是将定量的煤样研成煤粉后压成煤饼，并压入一根已测定重量的镍丝做导线，装入氧弹式量热计的量热弹内。镍丝的两端各连电极。然后将量热弹

的盖拧紧，将弹内充满25大气压的氧，通入电流，引起煤饼燃烧，并使其放出的热量为量热弹外周内筒中的蒸馏水所吸收。根据水升高的温度来计算煤燃烧时所发出的热量。量热计的构造如图1—1甲所示。

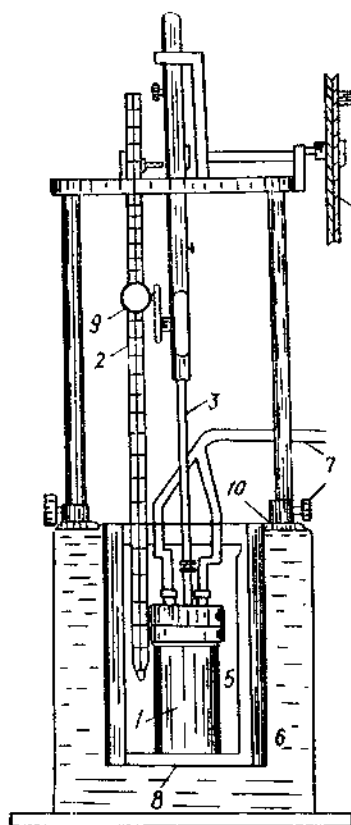


图1—1甲 氧弹式量热计

1—量热弹；2—贝克曼温度计；
3—搅拌器；4—皮带轮；5—内筒；
6—外筒；7—外导线；8—绝缘架；
9—放大镜；10—盖。

氧弹式量热计由外筒、内筒及量热弹等组成。量热弹置于内筒中，内筒并容有2.5~3公斤的蒸馏水，装有贝克曼氏温度计及搅拌器。将内筒置于有双层壁外筒的绝缘架上。外筒双层壁间装满蒸馏水，并调整外筒水温高于内筒0.5~1.5°C。这样测定出煤的发热量，称为弹发热量，以 $Q_{\text{弹}}$ 来

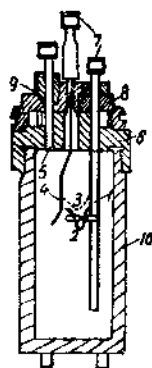


图1—1乙 量热弹

1—电极；2—白金坩埚；3—点火镍丝；4—电极；5—排气孔；
6—量热弹螺旋盖；7—端钮；8—进气阀；9—排气阀；
10—弹筒。