

DONGLI JIENENG ZHUANTI
SUANTI JI LIJIE

动力节能专题算图及例解

李 发 琛 编 译
湖 南 科 学 技 术 出 版 社

李发琛编译



动力节能专题算图及例解

动力节能专题算图及例解

李发琛 编译

责任编辑：李遂平

•

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行

益阳湘中印刷厂排版 湖南印刷一厂印刷

•

1982年10月第1版 1985年5月第2次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 插页：1 印张：6.375

字数：138,000 印数：1,701—6,100

统一书号：15204·87 定价：0.85元

内 容 提 要

本书主要选译自美国《动力工程》月刊1970年至1980年陆续发表的专题算图，按专题内容编为燃料、燃烧、空气和水蒸汽、凝结和容器等四章。每一算图均有理论说明和计算公式，且用实例说明使用算图的方法。用算图求解，可将复杂的方程式运算，简化为求几条图线的交点。

本书可供广大从事热能动力工作的工程技术人员和管理人员在现场考核和提高经济效益时使用，也可供大专院校师生和设计科研单位的专业人员在计算或复核有关数据时参考。

前 言

能源是发展国民经济的动力。经济合理的利用能源资源是摆在动力工作者面前最重要的课题。

陆续发表在美国《动力工程》月刊上的专题算图，汇集了美国动力工程界的实践经验和理论研究成果。该刊每期刊载一个算图，现仍在继续刊载中。考虑到我国动力工程界的实际需要，本书主要从该刊1970年至1980年各期的算图中，择其实用于节能的部分，按专题算图内容归类编成，共分燃料、燃烧、空气和水蒸汽、凝结和容器等四章，附录包括单位换算表及水、水蒸汽和煤的有关数据。

书中每一算图均有理论说明和计算公式，且用实例说明使用算图的方法。用算图求解，可将复杂的方程式运算，转换为在算图上求几条图线的交点，故简捷易求、方便实用。

本书可供广大从事热能动力工作的工程技术人员和管理人员在现场考核和提高经济效益时使用，也可供大专院校师生和设计科研单位的专业人员在计算或复核有关数据时参考。

本书承长沙电力学校陆费锦老师精心校核、湖南大学李林清老师审定，并得到湖南电力中心试验研究所领导的大力支持、湖南省图书馆外文部和湖南科技情报研究所的热情协助，谨在此一并致以衷心的感谢。由于水平的限制，编译不当之处，敬请读者批评指正。

李发琛

一九八二年六月

44165/20 07

目 录

第一章 燃料部分	(1)
一、算图 1—1 求固体燃料的高位发热量	(1)
二、算图 1—2 求固体燃料的低位发热量	(3)
三、算图 1—3 求固体燃料水分变化时的发热量	(5)
四、算图 1—4 确定泥浆煤的性质	(7)
五、算图 1—5 根据燃料的单价、发热量和 热耗率求全年的燃料总价	(9)
六、算图 1—6 求在不同锅炉效率的燃烧 情况下,煤和油的当量值	(11)
七、算图 1—7 将燃料油的API重度换算 成标准温度下的API重度	(12)
八、算图 1—8 已知燃油的温度和API重 度,求该燃油的标准API 重度、比热和发热量	(14)
九、算图 1—9 求燃料油燃烧的费用	(16)
十、算图 1—10 燃料油粘度的简捷换算	(17)
十一、算图 1—11 求泄漏所造成的蒸汽和燃 料损失	(19)
十二、算图 1—12 估算电厂容量的经济性	(21)
第二章 燃烧部分	(23)
一、算图 2—1 求不同种类燃料燃烧所需 的空气量	(23)
二、算图 2—2 估算燃烧所需实际空气量 和理论空气量	(25)

三、算图 2—3	求碳的不完全燃烧热损失	(26)
四、算图 2—4	根据烟气分析结果求燃烧 所需空气量	(28)
五、算图 2—5	求燃料的二氧化碳值	(30)
六、算图 2—6	求燃料中氢的含量及其在 烟气中的热损失	(32)
七、算图 2—7	根据烟气分析结果求烟气 的体积	(35)
八、算图 2—8	求烟气的分子量、密度和比容	(36)
九、算图 2—9	求烟气中的湿分	(38)
十、算图 2—10	求烟气的流速	(40)
十一、算图 2—11	求飞灰中可燃物的热损失	(41)
十二、算图 2—12	求灰分的熔点	(43)
十三、算图 2—13	估算除尘器的效率	(45)
十四、算图 2—14	求烟囱的自引风 (拔风) 作用压头	(46)
十五、算图 2—15	求烟囱的散热率和缕烟上 升高度	(48)
十六、算图 2—16	求干烟气的重量、热损失 和过剩空气量	(52)
十七、算图 2—17	求锅炉排污率及排污引起 的费用损失	(55)
十八、算图 2—18	求锅炉的总热效率及热损失	(63)
第三章 空气和水蒸汽部分		(81)
一、算图 3—1	求空气中含水分的体积百分比	(81)
二、算图 3—2	求湿空气和干空气的密度	(83)
三、算图 3—3	求空气的热物性参数	(85)
四、算图 3—4	求冷热空气的混合温度	(88)
五、算图 3—5	快速求空气的特性	(90)

六、算图 3—6	求湿空气的焓值	(93)
七、算图 3—7	求气体的质量流量与容积 流量之间的换算值	(95)
八、算图 3—8	求实际流量和标准流量的 互换值	(98)
九、算图 3—9	求气体压缩时的温升	(100)
十、算图 3—10	求压力与露点温度的关系值	(103)
十一、算图 3—11	对液体的压力和流量单位 进行换算	(106)
十二、算图 3—12	求气体排入大气时的反作用力	(108)
十三、算图 3—13	求通过汽轮机迷宫轴封的 蒸汽流量	(111)
十四、算图 3—14	求湿蒸汽在喷嘴中流动时 的校正值	(113)
十五、算图 3—15	求安全阀的容量	(115)
十六、算图 3—16	求锅炉中流体吸收的热量	(117)
十七、算图 3—17	求管内水流的放热系数	(119)
第四章 凝结和容器部分		(122)
一、算图 4—1	蒸汽凝结特性的分析	(122)
二、算图 4—2	求凝结水回水管的尺寸	(126)
三、算图 4—3	设计蒸汽凝结器	(128)
四、算图 4—4	求局部充水的容器中两个 封头的容量	(136)
五、算图 4—5	求过热蒸汽降温所需要的 冷却水量	(138)
六、算图 4—6	求闪蒸蒸汽量	(140)
七、算图 4—7	求锅炉排污水的闪蒸蒸汽量	(142)
八、算图 4—8	求表面式给水加热器的压降	(144)
九、算图 4—9	确定水泵所需要的旁路通道	(146)

十、算图 4—10	求液泵空转时的温度上升率	(148)
十一、算图 4—11	求暖管所生成的凝结水量	(150)
十二、算图 4—12	求水泵的实际净吸压头	(153)
十三、算图 4—13	求管道的蒸汽流速	(155)
十四、算图 4—14	求凉水塔的排污量、补充 水量和塔的技术条件	(158)
十五、算图 4—15	求水平罐的容量	(165)
十六、算图 4—16	求管道水流防止冰冻的最 低流速	(167)
附录 1	美(英)常用制、公制及国际单位制换算表	
附录 2	水和水蒸汽的焓及比容表	
附录 3	工业分析直接计算煤的低位发热量	

第一章 燃料部分

一、算图1—1 求固体燃料的高位发热量

一些固体燃料的高位发热量，可以十分近似地估算，即等于固体燃料中碳、氢、硫等元素燃烧所发出的热量的总和。对于焦炭和煤炭，按可燃基计算，含氧量约在10%者，常用的Dulong公式，可得到满意的结果；而对于多数固体和液体燃料，Vondracek公式也被广泛地应用，可获得更准确的数据。Vondracek公式如下：

$$\text{HHV} = C(160.5 - 0.112C_1) + 488(H - O/11) + 45 \cdot S$$

式中 HHV——固体燃料的高位发热量；

C、H、O、S——分别代表燃料中碳、氢、氧、硫按可燃基的重量百分比；

C_1 ——代表固体燃料中碳按可燃基的重量百分比。

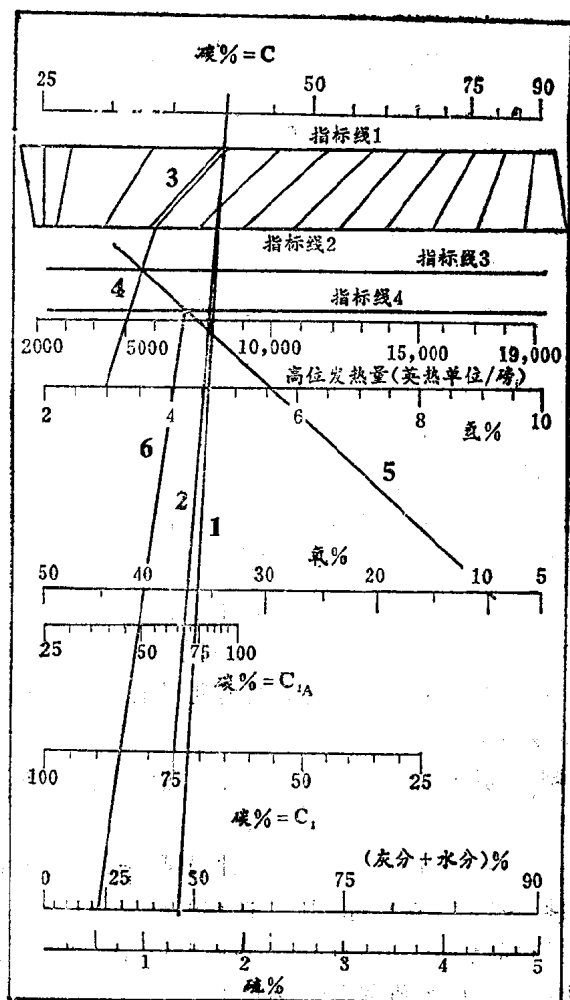
利用算图 1—1，就可方便地利用上述公式求固体燃料的高位发热量。

〔例〕 某种褐煤含有下列成分（按重量百分数计）：

C = 39.6%；H = 3.0%；O = 10.0%；N = 0.9%；S = 0.5%；灰分 = 10%；水分 = 36%。求此种褐煤的高位发热量。

〔解〕 1. 连接C标尺上的(39.6)点与“(灰分+水分)%”标尺上的(46)点成一直线，与 $C_{1.4}$ 标尺相交。将 $C_{1.4}$ 标尺上的交点的数值移在 C_1 标尺上。

2. 连接此点与C标尺上的(39.6)点成一直线，与指标线 1 相交。



算 图 1—1

3. 从此点引一平行线（与指标线1和指标线2之间的过渡线中相邻近的线平行），与指标线2相交。

4. 连接此交点与氢标尺上的(3)点成一直线，与指标线3相交。

5. 连接此交点与氧标尺上的(10)点成一直线，与指标线4相交。

6. 连接此交点与硫标尺上的(0.5)点成一直线，与高位发热量标尺相交。在高位发热量标尺上的读数7000（英热单位/磅），即为所求的褐煤的高位发热量。

原文载美《动力工程》1979年4月刊。

二、算图1—2 求固体燃料的低位发热量

根据美国材料试验学会的规定，燃料的低位发热量，等于68°F时的高位发热量，减去燃料固有水分和燃烧生成的水分之和与1030（英热单位/磅）的乘积。由于高位发热量的测定是在等容下进行的，而燃料的燃烧实际上是在等压下进行的，因此，上述规定中的常数，不是用水在68°F时的汽化潜热1055（英热单位/磅），而是用1030（英热单位/磅）。

算图1—2 所依据的公式是：

$$\text{低位发热量} = \text{高位发热量} - 1030(H \times 9)$$

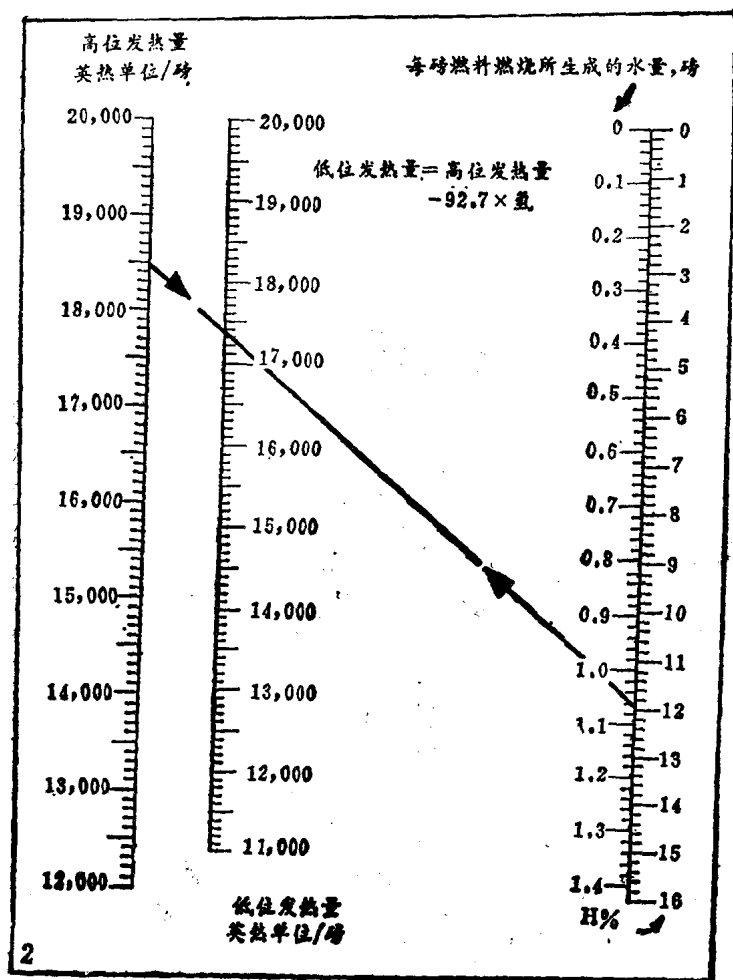
如果H等于氢的重量百分数，则上式变为：

$$\text{低位发热量(LHV)} = \text{高位发热量(HHV)} - 92.7H$$

〔例〕 燃料的高位发热量为18500（英热单位/磅），氢为12%（按重量计算）。求燃料的低位发热量和氢燃烧所生成的水的重量。

〔解〕 连接高位发热量标尺上的(18500)和氢标尺线上的(12)这两点成一直线。此直线与低位发热量标尺相交。其

交点的读数17400（英热单位/磅），即为所求的低位发热量。在氢标尺左侧对应点读数1.07（磅水/磅燃料），即为



算 图 1—2

燃料中氢燃烧所生成水分的重量百分比。

原文载美《动力工程》1978年8月刊。

三、算图1—3 求固体燃料水分变化时的发热量

储存的固体燃料所含的水分变化常很大。假定燃料的灰分（按干燥燃料基重量百分比计算）不变，算图1—3提供了一个简便的方法，用来求燃料所含水分变化时发热量的变化。

算图1—3系建立在下述公式的基础上。

$$Q_2 = Q_1 \frac{100 - W_2}{100 - W_1} + 1080 \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}$$

式中 Q_1 ——燃料含水分 W_1 时的发热量（热值），英热单位/磅；

Q_2 ——燃料含水分 W_2 时的发热量（热值），英热单位/磅；

W_1 和 W_2 ——燃料的发热量为 Q_1 和 Q_2 时所含水分的重量百分比。

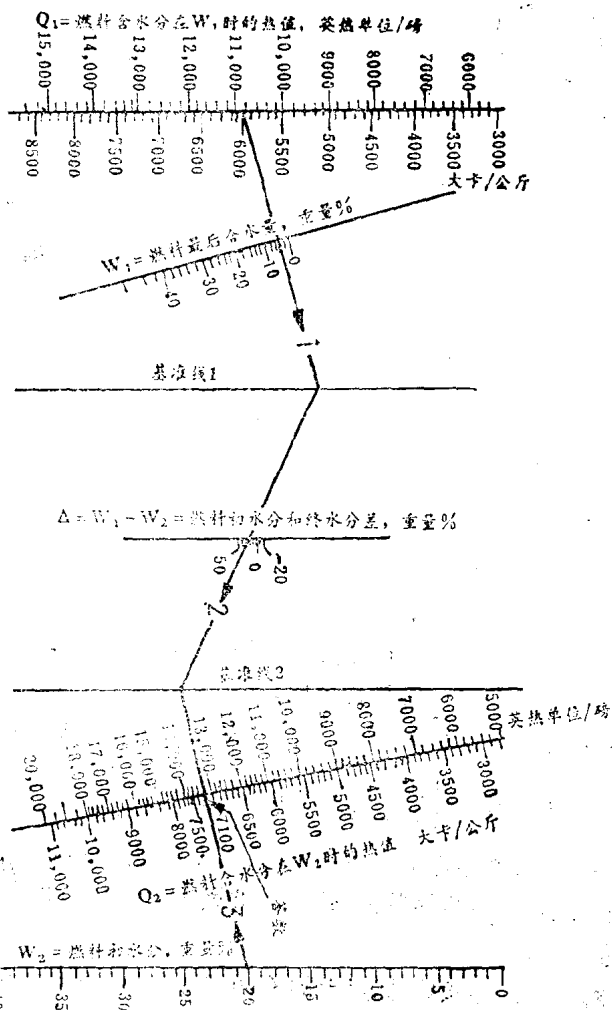
若发热量采用公制单位[千卡/公斤]表示，则公式变为：

$$Q_2 = Q_1 \frac{100 - W_2}{100 - W_1} + 600 \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}$$

〔例〕当燃煤含水分20%时，其发热量为6000千卡/公斤（相当于10800英热单位/磅），求燃煤含水分5%时的发热量。

〔解〕 1. 连接 Q_1 标尺上的（6000）与 W_1 标尺上的（5）两点成一直线，并延长相交于基准线1。

2. 连接此交点与 Δ 标尺上的（15 = $W_1 - W_2$ ）点成一



算 图 1—3

直线，并延长相交于基准线2。

3. 连接此交点与 W_2 标尺上的(20)点成一直线，并与 Q_2 标尺相交。 Q_2 标尺上交点的读数7240千卡/公斤（相当于13000英热单位/磅），即为燃煤水分在5%时的发热量（图中大卡即千卡）。

原文载美《动力工程》1974年5月刊。

四、算图1—4 确定泥浆煤的性质

泥浆煤的几项重要性质参数如下：固体的比重 S ，固体的重量百分数 W ，泥浆煤的混合比重 M ，固体的体积百分数 V ，每小时一吨固体煤所对应的每分钟泥浆煤的加仑数 G 。

假如以上任何二项数值为已知，则其他数值就可利用算图1—4很方便地求得，其关系式如下：

$$M = \frac{VS}{W} = \frac{100 - V}{100 - W} = 1 + 0.01V(S - 1)$$

$$M = \frac{100}{(100 - W) + W/S}$$

$$V = \frac{WM}{S} = \frac{100(M - 1)}{S - 1}$$

$$V = 100 - M(100 - W)$$

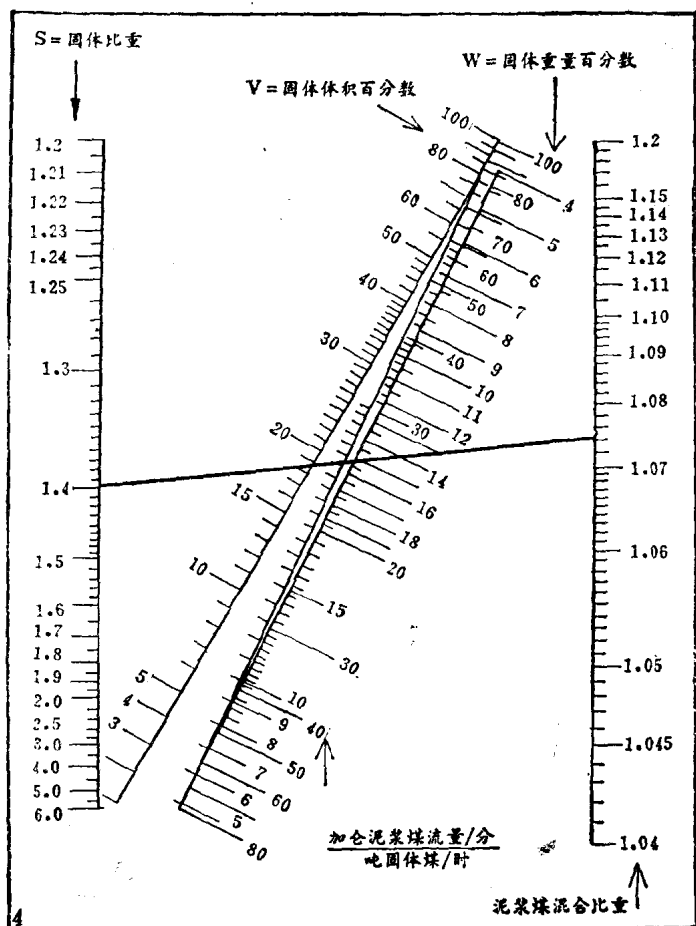
$$V = \frac{100}{1 + S\left(\frac{100 - W}{W}\right)}$$

$$G = \frac{4}{\frac{S}{S - 1}(M - 1)} = 4\left(\frac{100 - W}{W} + \frac{1}{S}\right)$$

$$G = \frac{400}{WM} = \frac{400}{VS}$$

$$W = 100 - \frac{100 - V}{M} = \frac{VS}{1 + 0.01V(S-1)}$$

$$W = \frac{VS}{M} = 100 \left(\frac{M-1}{M} \right) \left(\frac{S}{S-1} \right)$$



算 图 1—4