
鍋爐機組 熱力計算標準

電力工業出版社

以Ф.Э.捷尔任斯基命名的
榮獲勞動紅旗勳章的全蘇熱工研究所

鍋爐機組熱力計算標準

李 亨 玉譯 唐 實校

蘇聯電站部技術委員會批准
作為電站部所屬各機構必須遵照的標準

電力工業出版社

內 容 提 要

「鍋爐機組熱力計算標準」一書是由全蘇熱工研究所編著的，並經蘇聯電站部批准作為其所屬各機構必須遵照的標準。

書內提供了大量計算用的各項規格和圖表。

本書正文內附有熱力計算的詳細例題。

本書對於鍋爐機組的設計師和構造師，以及發電廠的工程師和高等技術學校的學生都是有用的。

НОРМЫ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

根據蘇聯國立動力出版社1952年莫斯科版翻譯

書號 269

鍋 爐 機 組 熱 力 計 算 標 準

李亨玉譯 唐實校

*

電力工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版業營業證可証出字第082號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

*

編輯：顧維頤 校對：匡文因

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 10張印張 * 199千字 * 定價(9)二元二角二分

一九五六年一月北京第一版第一次印刷(1—2,100冊)

序

〔鍋爐機組熱力計算標準〕一書係由以捷尔任斯基命名的全苏熱工研究所的鍋爐實驗室根据本所多年的實驗研究和理論研究的材料而製訂的。

这些計算標準的編著工作在全苏熱工研究所內由 B.H. 季莫費也夫同志主持，参加編著工作的有 A.H. 柯烈林（第二章及計算標準第 2—6 表），M.D. 帕納先柯（計算標準第 41, 43, 62, 71, 72, 73, 81, 82 等表），Д.Л. 季姆罗特（計算標準第 54 表第 2, 3, 57 等圖），H.B. 瓦尔噶佛季克（計算標準第 55—61 表），Э.С. 卡拉西娜（計算標準第 49, 50, 74 等表），A.H. 德沃烈茨基（計算標準第 8 表），Л.Е. 波洛符尼柯娃（計算標準第 54 表）及 A.З. 蕭尔巴柯夫（計算標準第 76 表）。

参加这些計算標準的討論和修改工作的，还有 B.П. 羅馬勤，С.Я. 柯尔尼茨基，A.H. 列別傑夫，Ю.Л. 馬尔沙克，M.Л. 基謝列郭夫，K.A. 拉柯夫，С.В. 塔季謝夫，С.А. 塔盖尔，以及本所的其他工作同志。

本標準的編著工作基本上在 1947 年已經完成，以後由电站部技術委員會在 A.Ф. 伊瓦尼茨基主持下進行詳細審查，並有电站部技術委員會和技術司、苏联火力發電設計院、电站部設備構造改進設計室、苏联地區發電廠及綫路改進局、中央火电安裝公司和莫斯科电業局等單位的代表参加工作。

在最後定稿中，已將技術委員會的各項建議考慮進去，並对所有計算標準作了細緻的校訂工作。Э. И. 罗姆参加了本計算標準付印前的準備工作。

由於一些与全苏熱工研究所有關或無關的原因，使本計算標準的出版拖延了很久。各方面對計算標準一書的需要量很大，而全苏熱工研究所技術通報处所準備的份數不多，远不能滿足各界要求。

茲为执行电站部技術委員會的決議，並为適合各界大量需要起見，全苏熱工研究所編出了本計算標準；但应預先声明，本計算標準尚須進一步加工，特別要把高压鍋爐方面的运行經驗考慮進去。全苏熱工研究所認為今後必須編出一套全苏統一的並將所有科学研究、設計、構造和校整單位的經驗概括進去的計算標準。

以捷尔任斯基命名的全苏熱工研究所

目 錄

序

第一章 總則	6
主要標準符号(計算標準第 1 表)	8
第二章 燃料	13
燃料特性換算公式(計算標準第 2 表)	14
燃料發熱量計算公式(計算標準第 3 表)	15
固体燃料和液体燃料的特性(計算標準第 4 表)	16
固体燃料和液体燃料的計算特性(計算標準第 5 表)	19
气体燃料的計算特性(計算標準第 6 表)	22
燃燒瓦斯的發熱量(計算標準第 7 表)	24
重油物理特性(計算標準第 8 表)	25
气体燃料中的雜質含量(計算標準第 9 表)	26
第三章 空气及燃燒產物的体積与含熱量	27
固体及液体燃料燃燒產物的体積及重量的計算公式(計算標準第 10 表)	28
气体燃料燃燒產物体積及重量的計算公式(計算標準第 11 表)	29
固体燃料及液体燃料燃燒產物的体積(計算標準第 12 表)	30
气体燃料燃燒產物的体積(計算標準第 13 表)	32
爐煙及空气的含熱量(計算標準第 14 表)	34
JT-表(計算標準第 15 表)	35
每公斤燃料燃燒產物的含熱量(計算標準第 16 表)	36
空气与爐煙由 0° 到 T°C 時的平均熱容[大卡/標準立方公尺°C°](計算標準第 17 表)	36
空气和氮由 0° 到 T°C 的平均熱容(計算標準第 18 表)	37
二氧化碳和水蒸汽由 0° 到 T°C 的平均熱容(計算標準第 19 表)	38
固体燃料及可燃瓦斯的熱容(計算標準第 20 表)	39
爐煙再循环(計算標準第 21 表)	39
碳酸鹽分解的修正值(計算標準第 22 表)	39
燃用混合固体燃料的計算(計算標準第 23 表)	40
燃燒固体和气体混合燃料時的計算(計算標準第 24 表)	40
第四章 鍋爐机組的过剩空气係數和空气平衡	41
燃燒室过剩空气係數(計算標準第 25 表)	42
对燃燒室过剩空气的校驗計算(計算標準第 26 表)	42
通过空气預熱器的空气量(計算標準第 27 表)	43
煤粉製造系統的漏風量(計算標準第 28 表)	43
鍋爐机組的空气平衡和过剩空气係數(計算標準第 29 表)	44
鍋爐設備煙道內的漏風量(計算標準第 30 表)	45
鍋爐設備煙道內的漏風總量(計算標準第 31 表)	45
第五章 鍋爐机組的熱平衡	45
鍋爐机組熱平衡(計算標準第 32—34 表)	47
化学未完全燃燒的熱損失(計算標準第 35 表)	49

机械未完全燃燒的熱損失(噴燃燃燒室)(計算標準第 36 表)	49
机械未完全燃燒熱損失(机械火床燃燒室)(計算標準第 37 表)	50
机械未完全燃燒的熱損失(手動的火床燃燒室)(計算標準第 38 表)	50
散熱的熱損失(計算標準第 39 表)	51
备有鋼球式磨煤机的烘乾研磨設備系統的散熱熱損失 $Q_{\text{散}}$ [大卡/小時](計算標準第 40 表)	51
第六章 燃燒室的熱計算	52
計算燃燒室體積的示意圖(計算標準第 41 表)	54
水冷壁角係數(計算標準第 42 表)	55
計算有效輻射受熱面的示意圖(計算標準第 43 表)	56
有效輻射受熱面的計算(計算標準第 44 表)	57
燃燒室內傳熱的校驗計算(計算標準第 45 表)	57
燃燒室內傳熱的設計計算(計算標準第 46 表)	58
燃燒室規範的計算(計算標準第 47 表)	59
第七章 爐煙的輻射	59
爐煙輻射熱量(計算標準第 48 表)	60
二氧化碳的黑度係數(計算標準第 49 表)	61
水蒸汽的黑度係數(計算標準第 50 表)	62
半輻射受熱面的計算(計算標準第 51 表)	64
爐煙輻射散熱係數(計算標準第 52 表)	63
第八章 爐煙与水蒸汽的物理常數	64
气体和水蒸汽的黏度係數(計算標準第 53 表)	65
气体和水蒸汽的黏度係數(計算標準第 54 表)	66
气体和水蒸汽的傳熱係數(計算標準第 55 表)	68
气体的傳熱係數(計算標準第 56 表)	69
水蒸汽的傳熱係數(計算標準第 57 表)	70
燃燒產物的傳熱係數(計算標準第 58 表)	71
水蒸汽潘特良值(計算標準第 59 表)	72
飽和綫上水的物理常數(計算標準第 60—61 表)	73
管壁的計算溫度(計算標準第 62 表)	73
第九章 对流散熱係數	74
受縱向爐煙沖洗時的散熱係數(計算標準第 63 表)	76
受縱向爐煙沖洗時的散熱係數(計算標準第 64 表)	77
受縱向爐煙沖洗時過熱蒸汽的散熱係數(計算標準第 65 表)	78
窄溝內的散熱係數(計算標準第 66 表)	79
通道管束受橫向爐煙沖洗時的散熱係數(計算標準第 67 表)	80
方格式排列的管束受橫向爐煙沖洗時的散熱係數(計算標準第 68 表)	81
当爐煙冷却時管束的散熱係數(計算標準第 69 表)	82
空气加熱時管束的散熱係數(計算標準第 70 表)	84
受不正向爐煙沖洗的受熱面的計算(計算標準第 71 表)	83
受不正向爐煙沖洗的受熱面的計算(示意圖)(計算標準第 72 表)	85
受縱橫兩向爐煙沖洗的受熱面的計算(計算標準第 73 表)	85
「庫車」工廠出品的鱗型生鉄省煤器的傳熱係數(計算標準第 74 表)	87
再生旋轉式空气預熱器的傳熱係數(計算標準第 75 表)	88

苏联电站部所屬 L 利茲 1 工廠出品的鱗型空气預熱器的傳熱係數 (計算標準第 76 表)	89
鱗型空气預熱器的傳熱係數 (計算標準第 76 A 表)	90
鱗型空气預熱器的傳熱係數 (計算標準第 77 表)	91
鱗型空气預熱器的傳熱係數 (計算標準第 78 表)	92
齒型空气預熱器的傳熱係數 (計算標準第 79 表)	93
第十章 傳熱係數	94
傳熱係數 (計算標準第 80 表)	94
污穢係數 (計算標準第 81 表)	95
受橫向爐煙沖洗時的污穢係數 (計算標準第 82 表)	95
第十一章 對流受熱面的計算	93
對流煙道的熱平衡 (計算標準第 83—84 表)	97
對流受熱面內的熱交換公式 (計算標準第 85 表)	98
平行和混合平行流向的溫度差 (計算標準第 86 表)	99
平均對數溫度差的計算法 (根據 L 計算標準第 86 表) (計算標準第 87 表)	100
混合串聯流向的溫度差 (計算標準第 88 表)	101
混合串聯流向公式中的修正乘數 (L 計算標準第 88 表) (計算標準第 89 表)	102
交叉流向的溫度差 (計算標準第 90 表)	103
單向行程一側混合熱交換器在交叉流向時的計算表 (計算標準第 91 表)	104
雙向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p > 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 92 表)	105
雙向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p < 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 93 表)	106
三向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p > 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 94 表)	107
三向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p < 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 95 表)	108
四向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p < 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 96 表)	109
四向行程一側混合熱交換器當交叉流向時 ($p > 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 97 表)	110
單向行程兩側混合熱交換器當交叉流向時 ($p > 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 98 表)	111
單向行程兩側混合熱交換器當交叉流向時 ($p < 0.3$ 時) 的計算表 (計算標準第 99 表)	112
雙向行程兩側混合熱交換器當交叉流向時的計算表 (計算標準第 100 表)	113
三向行程兩側混合熱交換器當交叉流向時的計算表 (計算標準第 101 表)	114
四向行程兩側混合熱交換器當交叉流向時的計算表 (計算標準第 102 表)	115
蒸汽鍋爐常用規範的水和蒸汽的含熱量 (計算標準第 103 表)	116

鍋爐機組熱力計算例題

第一章 前言	117
第二章 設計任務	120
第三章 鍋爐機組構造特性的計算	120
I. 一般情況	120
II. 構造特性計算	120
1. 燃燒室, 根據 L 計算標準第 41—44 表計算 (第 3 圖)	120
2. 費斯頓管及其後部燃燒室第 4 圖	121
3. 一次過熱器	123
A. 第二段過熱器	124
B. 第一段過熱器	127
4. 二次過熱器	128
5. 第二段省煤器	130

6.第二段空气預熱器	131
7.第一段省煤器	131
8.第一段空气預熱器	132
第1表——鍋爐机組輻射受熱部分(煙道)的構造特性綜合表	133
第2表——对流受熱部分的構造特性綜合表	134
第四章 空气的平衡	133
第3表——鍋爐机組各煙道的过剩空气係數	133
第4表——通过空气預熱器的相对耗風量	135
第五章 燃料	135
第六章 空气与爐煙的体積和成份	135
第5表——在不同的过剩空气係數情况下爐煙的体積、重量和成份	135
第七章 空气及燃燒產物的含熱量	137
第6表——空气及燃燒產物的含熱量	137
第7表——鲍郭斯洛夫斯克煤的爐煙和空气的含熱量[大卡/公斤] JT-表	138
第八章 熱力計算(鍋爐机組和煙道的平衡及其內部的熱傳導)	139
1.原始数据	139
2.熱平衡及用煤量	140
3.第一段空气預熱器	142
4.第一段省煤器	144
5.第二段空气預熱器	147
6.燃燒室	150
7.費斯頓管及其後部的煙道	153
a)費斯頓管	154
6)水冷壁	156
b)过熱器(側端部各管环)	157
8.第二段过熱器	158
9.第一段过熱器	160
10.二次过熱器	164
11.在二次过熱器弯煙道內的爐煙冷却	166
12.省煤器的第二段	168
13.鍋爐熱力計算綜合表	170

第一章 總 則

1-01. 本「鍋爐機組熱力計算標準」所介紹的是發電廠和工業用的水管式鍋爐機組其受熱面進行校驗和設計熱力計算時所不可缺少的參考資料、計算公式和標準。

1-02. 當已知鍋爐機組之構造及尺寸時，在校驗熱力計算中，按機組的設計負荷及給定的燃料種類求出空氣和爐煙溫度，機組內各受熱面交界處的过剩空氣量，從機組的一部分轉到另一部分時水與蒸汽的溫度，以及機組的效率、燃料消耗量、空氣量及總爐煙量。

校驗計算的結果，可用來確定下列各點：

1. 所算得的鍋爐機組運行的經濟性是否適合既定的條件；
2. 空氣，爐煙，蒸汽的溫度是否適合鍋爐機組的運行安全；
3. 保證鍋爐機組在計算負荷時運行安全，並達到經濟所必需採取的改進措施；
4. 鍋爐機組的最大容許負荷；
5. 計算循環時及選擇引風送風設備時所必不可缺的原始資料。

1-03. 進行設計計算時，在給定的燃料種類、鍋爐機組出口蒸汽規範（壓力和溫度）及機組進口給水溫度的條件下，為得到給定的蒸發量和運行經濟性，要確定鍋爐機組各部分受熱面和燃燒室所必需的尺寸。

同樣，用計算方法求出燃料消耗量、風量及爐煙量。

作計算時應考慮到鍋爐機組運行的經濟和安全（防止受熱面結渣金屬過熱、受熱面過度磨損和腐蝕）。

與作設計熱力計算的同時，如計算與構造特性的相互一致會影響到鍋爐機組的熱力工作時，要對鍋爐機組及其受熱面進行佈置和設計。

凡與鍋爐機組的結構和佈置相一致的熱力計算結果，都可用做計算與設計機組的循環系統和計算送風引風時的原始資料，以及了解金屬的工作條件，從而選定金屬種類和計算其強度時的原始資料。

熱力計算的各項數據可供設計所有的鍋爐輔助設備時之用。選擇熱力計算中的一些計算數值和係數時，應把各有關設備的已定構造和特性考慮進去。

1-04. 要想有可能進行鍋爐機組的校驗熱力計算工作，並且為了這項目而利用本「熱力計算標準」中所介紹的有關各種計算的方法，就必須預先編好包括以下各項原始資料和數據的計算任務書：

（1）鍋爐機組藍圖和有關燃燒室設備、受熱面及煙道的構造和尺寸的數據；這些數據足以確定本「熱力計算標準」內公式和曲綫圖中的一切構造尺寸；

（2）現有煤粉製造系統（當燃燒粉狀燃料時）的系統圖，煤粉製造系統各構件（磨煤機、分離器，煤粉管，給粉機）的主要特性及乾燥煤粉和氣體輸送煤粉的主要計算數據；假如沒有符合所要作的校驗計算條件的上述數據時，必需根據條件，近似地求出煤耗校驗計算的數據，來作煤粉製造的計算；

（3）燃料特性要符合本「熱力計算標準」第二章所提出的要求；

（4）供給鍋爐機組的給水溫度；機組主汽門處過熱蒸汽溫度和壓力（以及根據汽輪機的工作條件和其他用汽設備的工作條件所允許的變化範圍）；

（5）如預定由鍋爐汽鼓抽出飽和蒸汽的話，則應規定抽汽量和大概的用汽曲綫；

（6）如初步估計之連續排污量大於機組蒸發量的5%時，則必須在計算任務書內說明這一點；

(7) 为了確定在規定的条件內現有的送引風设备是否適用，必須提出鍋爐机組爐牆範圍外的煙道(包括煙囪)和風道的構造和尺寸的數據，送風机和吸風机的特性及其傳動设备(电动机)的資料。

1-05. 在進行結構設計的熱力計算時，应包括下列原始資料：

- (1) 鍋爐机組的蒸發量；
- (2) 水及蒸汽的規範；
- (3) 給水的溫度，過熱蒸汽的壓力和溫度；根据用汽設備的工作条件，過熱器出口蒸汽溫度容許的極限值；應該保證得到所規定的蒸汽過熱的最小蒸發量；給水的最低溫度(如再生加熱系統斷開時)等等；
- (4) 排水量，由鍋爐抽出的飽和蒸汽量及大概的用汽曲綫；
- (5) 与本「熱力計算標準」第二章的要求相符合的燃料特性。

在作鍋爐机組受熱面的詳細設計熱力計算前，必須根据所計算出的近似煤耗，決定燃燒設備(分層燃燒室或噴燃燃燒室)的類型、生產量和特性，以及燃料的準備工作，由此為噴燃燃燒室進行煤粉製造設備的全部計算，為分層燃燒室確定碎煤的質量。

1-06. 設計計算所需的其它原始數值依照下面的方法來確定：

(1) 熱風溫度，煙道的爐煙溫度(出煙，空氣預熱器前，過熱器前，燃燒室出口)，以及爐煙速度與汽水道中各个中間點處水和蒸汽的含熱量都不作規定，應從設計和經濟觀點出發，以及从机組运行的可靠性和穩定性觀點出發來選定；

(2) 空氣平衡的特性(过剩的空氣量和空氣溫度)選取自第四章的資料；

(3) 未完全燃燒損失和散熱損失，以及鍋爐机組的效率应根据第五章的資料確定。

1-07. 当計算舊有的和改建的鍋爐机組的重新設計的原件(燃燒室，鍋爐對流受熱面，過熱器，省煤器，空氣預熱器)時，在任務書內应包括 §1-04 內所述的為全部校驗計

算所必需的原始資料。

除此以外尚應說明机組改建的目的，必要時提出有關的補充原始資料。

1-08. 鍋爐机組的設計計算是按照其額定蒸發量進行的，也就是鍋爐按標準蒸汽規範長期运行時所可保證的最大蒸發量來計算的。

為了獲得這個蒸發量，用計算方法來選擇和確定下列各項：

- (1) 机組效率和燃料消耗量；
- (2) 机組煙道內过剩空氣係數和空氣平衡；
- (3) 用過熱蒸汽調整器確定溫度降低的極限；
- (4) 燃燒室和輻射受熱面的尺寸及其排列位置；

(5) 鍋爐對流受熱面，過熱器，省煤器和空氣預熱器與其各个部分的尺寸，以及煙道的尺寸；

(6) 鍋爐机組各交界點的爐煙溫度，水及蒸汽的規範。

1-09. 進行鍋爐机組的全部校驗計算時，要確定下列各項：

- (1) 机組煙道內各點的过剩空氣和空氣平衡；
- (2) 燃燒室出口的爐煙溫度，燃燒面和燃燒室內的熱負荷(熱強度)及符合此種熱負荷的燃燒室內的損失；
- (3) 各煙道的爐煙溫度；
- (4) 過熱器出口的蒸汽溫度；
- (5) 省煤器和鍋爐各交界點的水溫或其含汽量；
- (6) 空氣預熱的溫度；
- (7) 排煙溫度，机組熱效率及每小時的燃料消耗量；
- (8) 每个煙道內的爐煙的流速。

1-10. 鍋爐机組的熱力計算方法(方程式，標準數值和計算程序)對於設計計算和校對計算都是一樣的，其差別僅在於方程式內的未知數不同。

在校驗計算中，燃燒損失的數值是根据燃燒裝置实际所得的熱載荷，並考慮到其实际構造而估出的。

在設計計算中，这些損失的數值要与本[計算標準]所容許的極限內所設計的燃燒裝置的尺寸相符合。

1-11. 鍋爐机組一定要按所規定的燃料，依据其額定負荷作熱力計算。是否有必要依据其他負荷作計算的問題，或在設計过程中確定，或者預先規定。在設計大量生產的新型鍋爐机組時要根据各种常用煤的額定負荷的50%、70%和100%的負荷作計算。

根据苏联國家標準3619-47的規定，当負荷为75%時，如压力在30个大气压以上，过熱蒸汽溫度的誤差容許为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；如压力低於20个大气压，誤差容許为 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 。如負荷为額定負荷，过熱蒸汽調整器应保証達到上述誤差範圍內的溫度。燃料成份的改变根据§2-08來計算。

1-12. 鍋爐机組熱力計算的計算數據排列程序最好如下：

(1)符合計算条件的原始資料(根据

§1-04或§1-05規定)；

(2)沿煙道的过剩空气及机組的空气平衡；

(3)爐煙和空气的体積，分压力和含熱量；

(4)熱平衡及燃料消耗量的求法；

(5)空气預熱器的計算；

(6)燃燒室的計算；

(7)第一排对流受熱面和費斯頓管的計算；

(8)过熱器的計算；

(9)省煤器的計算；

(10)整个机組的主要綜合計算數據(溫度，机組受熱面尺寸，煙道断面積，爐煙、空气和蒸汽的流速，傳熱係數)。

1-13. 如空气的預熱分做兩段時，在計算燃燒室前，还应先計算第二段空气預熱器(就空气流向而言)及第一段省煤器(就水的流向而言)。

熱力計算以省煤器為準數，如过熱器後有管束時，或以此管束為準數。

註：文中所譯之爐煙皆指無水蒸汽之爐煙而言，帶水蒸汽之爐煙称为總爐煙，下同。——譯者

主 要 標 準 符 号 計算標準第1表

I. 燃 料 及 燃 燒 餘 爐

(1) 固 体 及 液 体 燃 料

	工 作 質	試驗室試樣	分 析 質	乾 燥 質	可 燃 質	有 机 質
表面水份[%]	W_{en}^p	W_{en}^A				
風乾燃料水份[%]			W^a			
總水份[%]	W^p	$W_{\text{обу}}^A$				
灰份[%]	A^p	A^A	A^a	A^c		
揮發物[%]	V^p	V^A	V^a	V^c	V^t	
二氧化碳[%]	$(\text{CO}_2)_M^p$	$(\text{CO}_2)_M^A$	$(\text{CO}_2)_M^a$	$(\text{CO}_2)_M^c$		
總硫份[%]	$S_{\text{об}}^p$	$S_{\text{об}}^A$	$S_{\text{об}}^a$	$S_{\text{об}}^c$		

續第 1 表

	工 作 質	試驗室試樣	分 析 質	乾 燥 質	可 燃 質	有 机 質
鹽質硫[%]	S_{cm}^p	S_{cm}^I	S_{cm}^a	S_{cm}^c		
礦物硫[%]	S_{κ}^p	S_{κ}^I	S_{κ}^a	S_{κ}^c		
有机硫[%]	S_{op}^p	S_{op}^I	S_{op}^a	S_{op}^c	S_{op}^i	S_{op}^o
碳[%]	C^p	C^I	C^a	C^c	C^i	C^o
氫[%]	H^p	H^I	H^a	H^c	H^i	H^o
氮[%]	N^p	N^I	N^a	N^c	N^i	N^o
氧[%]	O^p	O^I	O^a	O^c	O^i	O^o
用氧彈測熱器求得的發熱量 [大卡/公斤]	Q_6^p	Q_6^I	Q_6^a	Q_6^c	Q_6^i	
同上法求得的高位發熱量 [大卡/公斤]	Q_6^p	Q_6^I	Q_6^a	Q_6^c	Q_6^i	Q_6^o
同上法求得的低位發熱量 [大卡/公斤]	Q_n^p	Q_n^I	Q_n^a	Q_n^c	Q_n^i	Q_n^o

M_6^i [大卡/公斤]——孟傑列葉夫公式所求出的高位發熱量;

t_1 [°C]——開始變形的溫度;

t_2 [°C]——爐灰軟化的溫度;

t_3 [°C]——爐灰熔化的溫度;

R_{88} [%]——88號篩子上的餘剩煤粉量;

R_{200} [%]——200號篩子上的餘剩煤粉量;

C_{yn}^i [%]——飛灰中可燃物的含量;

C_{ut}^i [%]——爐渣中可燃物的含量;

C_{np}^i [%]——漏煤中可燃物含量;

a_{yn}^i [%]——飛灰中灰份佔燃料灰份的百分數;

a_{ut}^i [%]——爐渣中灰份佔燃料灰份的百分數;

a_{np}^i [%]——漏煤中灰份佔燃料灰份的百分數;

B [公斤/小時]——燃料消耗量;

B_p [公斤/小時]——包括機械未完全燃燒修正值的計算用的燃料消耗量。

H_2S [%]——硫化氫含量;

C_2H_6 [%]——乙烷含量;

C_3H_8 [%]——丙烷含量;

C_4H_{10} [%]——丁烷含量;

C_5H_{12} [%]——戊烷含量;

C_6H_6 [%]——含苯量;

C_mH_n [%]——重碳氫化合物含量;

CO_2 [%]——二氧化碳含量;

O_2 [%]——含氧量;

N_2 [%]——含氮量;

Q_n^p [大卡/標準立方公尺]——1標準立方公尺乾燥气体的發熱量;

d_i [克/標準立方公尺]——气体(燃料)中水份的含量;

A_i^c [%]——气体(燃料)中礦物雜質的含量;

C_i^p [%]——气体(燃料)中懸浮固体碳的含量;

B [標準立方公尺/小時]——燃料消耗量;

γ_i^{cyl} [公斤/標準立方公尺]——乾气体燃料的比重;

$\gamma_i^{o.i}$ [公斤/標準立方公尺]——濕气体燃料的比重。

(2) 气 体 燃 料

$\left(\left[\frac{100 \text{ 標準立方公尺}}{\text{標準立方公尺}} \right] \text{ 体 積 中 所 含 气 体 成 份 之 \% } \right)$

H_2 [%]——含氫量;

CH_4 [%]——甲烷含量;

CO [%]——一氧化碳含量;

II. 空气及燃燒產物

(1) 1公斤固体和液体燃料或 1 標準立方公尺气体燃料的重量和体積

L^0 [公斤/公斤], [公斤/標準立方公尺]——理論上所必需的空气的重量;

V^0 [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]——理論上所必需的空氣體積;

$V_{N_2}^0$ [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]—— $\alpha=1$ 時, 氮的理論體積;

V_{RO_2} [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]——二氧化碳 CO_2 與二氧化硫 SO_2 的總體積;

$V_{c,i}^0$ [標準立方公尺/公斤], 標準立方公尺/標準立方公尺]—— $\alpha=1$ 時, 乾爐煙的理論體積;

$V_{o,n}^0$ [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]—— $\alpha=1$ 時, 水蒸汽的理論體積;

$V_{c,i}$ [標準立方公尺/公斤], 標準立方公尺/標準立方公尺]——乾爐煙的體積;

$V_{o,n}$ [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]——水蒸汽的體積;

V_i [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]——爐煙總體積;

V_{o3} [標準立方公尺/公斤], [標準立方公尺/標準立方公尺]——空氣總體積;

G_i [公斤/公斤], [公斤/標準立方公尺]——爐煙(燃燒產物)重量;

p_{RO_2} [大氣壓]——二氧化碳和二氧化硫的部分壓力;

p_{H_2O} [大氣壓]——水蒸汽的部分壓力;

$W\phi$ [公斤/公斤]——通風及霧化重油用的耗汽量。

(2) 熱容及含熱量

c_{CO_2} [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時二氧化碳的平均熱容;

$c_{o,n}$ [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時水蒸汽的平均熱容;

c_{N_2} [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時氮的平均熱容;

c_{o3}^{dry} [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時乾空氣的平均熱容;

$c_{o3}^{o.1}$ [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時濕空氣的平均熱容;

c_i [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——等壓時燃燒產物的平均熱容;

c_3 [大卡/標準立方公尺 $^{\circ}C$]——爐灰的平均熱容;

c_m^i [大卡/公斤 $^{\circ}C$]——燃料可燃質的平均熱容;

c_m [大卡/公斤 $^{\circ}C$]——燃料工質的平均熱容;

J_i [大卡/公斤], [大卡/標準立方公尺]——1公斤或1標準立方公尺燃料其燃燒產物的含熱量;

J_i^0 [大卡/公斤], [大卡/標準立方公尺]—— $\alpha=1$ 時, 1公斤或1標準立方公尺燃料其燃燒產物的含熱量;

i_{o3}^0 [大卡/公斤], [大卡/標準立方公尺]——1公斤或1標準立方公尺燃料燃燒時理論上所需空氣的含熱量;

i_{o3} [大卡/公斤], [大卡/標準立方公尺]——燃燒1公斤或1標準立方公尺燃料所供給的空氣的含熱量。

(3) 过剩空氣係數

α_m ——燃燒室末端處的过剩空氣係數;

$\alpha'_{ne}, \alpha'_{\partial}, \alpha'_{\theta}$ 等——各煙道(過熱器, 省煤器, 空氣預熱器等)起端處的过剩空氣係數;

$\alpha''_{ne}, \alpha''_{\partial}, \alpha''_{\theta}$ 等——各煙道(蒸汽過熱器, 省煤器, 空氣預熱器等)末端處的过剩空氣係數;

$\Delta\alpha_m, \Delta\alpha_{ne}, \Delta\alpha_{\partial}$ 等——漏入燃燒室, 過熱器, 省煤器等處煙道內的空氣;

$\Delta\alpha_{nn}$ ——漏入煤粉製造系統中的空氣;

r_{nep} ——一次風量佔理論上所需量的百分數;

r_{om} ——二次風量佔理論上所需量的百分數;

r_{∂} ——空氣預熱器空氣部分進口處的过剩空氣係數;

r''_{θ} ——空氣預熱器空氣部分出口處的过剩空氣係數;

r_p ——空氣預熱器內再循環空氣量佔理論上所需量的百分數;

A ——煙道空氣滲透係數。

(4) 物理常數

η_i [公斤/公厘秒]——1絕對大氣壓下氣體(CO , 空氣, H_2O , N_2 , O_2 , 燃燒產物, 水)的動粘度;

η [公斤/公尺秒]——計入压力修正值的動黏度;

M_2 ——燃燒產物動黏度的水蒸汽分压力修正值;

M_H ——飽和水蒸汽動黏度的压力修正乘數;

M_{ne} ——過熱水蒸汽動黏度的压力修正乘數;

λ [大卡/公尺 $^{\circ}\text{C}$ 小時]——1 絕對大气压力下气体(CO , 空气, H_2O , N_2 , O_2)的傳熱係數;

λ_0 [大卡/公尺 $^{\circ}\text{C}$ 小時]——在 1 絕對大气压力下及 $p_{\text{H}_2\text{O}} = 11\%$ 時之成份均匀的爐煙的傳熱係數;

λ [大卡/公尺 $^{\circ}\text{C}$ 小時]——計入压力修正值之爐煙及水蒸汽的傳熱係數;

M_λ ——水蒸汽压力的修正乘數;

M ——燃燒產物所含水蒸汽量的修正乘數。

III. 熱平衡及熱量

η_{Kd} [%]——鍋爐機組的熱效率;

Q_2 [大卡/公斤], q_2 [%]——排煙的熱損失;

Q_3 [大卡/公斤], q_3 [%]——化學未完全燃燒的熱損失;

Q_4 [大卡/公斤], q_4 [%]——機械未完全燃燒的熱損失;

Q_4^{ul} [大卡/公斤], q_4^{ul} [%]——爐渣的熱損失;

Q_4^{yn} [大卡/公斤], q_4^{yn} [%]——飛灰的熱損失;

Q_4^{np} [大卡/公斤], q_4^{np} [%]——漏煤的熱損失;

Q_5 [大卡/公斤], q_5 [%]——鍋爐向外散熱的熱損失;

x_{q_5} [%]——負荷與額定負荷不同時鍋爐向外散熱的熱損失;

$Q_5^{ox.t}$ [大卡/公斤], $q_5^{ox.t}$ [%]——冷卻橫梁和防焦箱之熱損失;

ξ ——保熱係數;

Q_{ϕ}, q_{ϕ} [%]——燃燒餘燼的物理熱損失;

Q_H^p [大卡/公斤]——送入燃燒室內的熱量;

Q_{6H} [大卡/小時]——外送水或空气的散熱量;

Q_6 [大卡/小時]——進入燃燒室內的空气熱量;

Q_A [大卡/小時]——輻射受熱面所吸收的熱量;

$\frac{Q}{V}$ [大卡/立方公尺小時]——燃燒室體積的熱強度;

$\frac{BQ_H^p}{H}, q$ [大卡/平方公尺小時]——受熱面的熱強度;

$\frac{BQ_H^p}{R}$ [大卡/平方公尺小時]——爐排的熱強度;

Q_{ne} [大卡/小時]——過熱器內工作介質所吸收的熱量;

Q_s [大卡/小時]——省煤器內工作介質所吸收的熱量;

$Q_{6.n}$ [大卡/小時]——空气預熱器內工作介質所吸收的熱量;

i_m [大卡/公斤]——燃料的含熱量;

Q_p^p [大卡/公斤]——燃料所含有的熱量。

IV. 水及蒸汽

$D\Delta t$ [大卡/小時]——鍋爐機組內所送出的蒸汽的全部熱量;

D [公斤/小時]——鍋爐機組蒸發量;

D_H^N [公斤/小時]——由過熱器前的鍋爐所抽出的飽和蒸汽量;

D_{np} [公斤/小時]——排水量;

D_{ne} [公斤/小時]——經過過熱器的实际蒸汽量;

D_s [公斤/小時]——經過省煤器的实际水量;

p [公斤/平方公分]——蒸汽压力;

i_{ne} [大卡/公斤]——過熱蒸汽的含熱量;

i_{ne} [大卡/公斤]——給水的含熱量;

i_n [大卡/公斤]——飽和蒸汽的含熱量;

i_{np} [大卡/公斤]——排水之含熱量;

i' [大卡/公斤]——水(蒸汽)在受熱面入口处的含熱量;
 i'' [大卡/公斤]——蒸汽(水)在受熱面出口处的含熱量;
 i_{ϕ} [大卡/公斤]——噴射蒸汽的含熱量;
 Δi_{pe} [大卡/公斤]——过熱調整器內蒸汽含熱量的降低。

V. 溫 度

T_l [°C]——理論燃燒溫度;
 T_{ϕ} [°C]——火焰的標準平均溫度;
 T'_m [°C]——燃燒室出口處的溫度;
 α [°K]——燃燒室計算時的輔助數值;
 T_0 [°K]——燃燒室計算時的輔助數值;
 T_y [°C]——排煙溫度;
 t_{np} [°C]——漏煤溫度;
 $t_{u.x}$ [°C]——灰渣溫度;
 T' [°C]——受熱面起端爐煙的溫度(符号右下角的小字代表受熱面的名称);
 T'' [°C]——受熱面末端爐煙的溫度(符号右下角的小字代表受熱面的名称);
 T [°C]——爐煙平均溫度;
 t' [°C]——受熱液体或空气在受熱面起端的溫度(符号右下角的小字代表受熱面的名称);
 t'' [°C]——受熱液体或空气在受熱面末端的溫度(符号右下角的小字代表受熱面的名称);
 t [°C]——受熱液体或空气的平均溫度;
 t_{3c} [°C]——爐壁外部污垢的表面平均溫度;
 $\Delta t'$ [°C]——受熱面進口處的溫度差;
 $\Delta t''$ [°C]——受熱面出口處的溫度差;
 Δt [°C]——平均溫度差;
 t_{ne} [°C]——过熱蒸汽的溫度;
 t_{n} [°C]——飽和蒸汽的溫度;
 $t_{n\phi}$ [°C]——進入燃燒室的一次風(空气爐煙混合物)的溫度;
 $t_{\phi m}$ [°C]——進入燃燒室的二次風的溫度;
 t_{cM} [°C]——空气預熱器進口处的空气与再循环空气混合後的溫度;
 t_0 [°C]——進入鍋爐機組的空气的平均溫度。

VI. 熱 傳 導

α_{CO_2} ——二氧化碳的黑度係數;

α_{H_2O} ——水蒸汽的黑度係數;

α_{ϕ} ——爐煙和火焰的黑度係數;

σ_0 [大卡/平方公尺°K⁴小時]——燃燒室的視輻射係數;

τ ——計算燃燒室時的修正乘數;

A_{cm} ——爐牆的反射修正值;

α_c [大卡/平方公尺°C小時]——接觸散熱係數;

α_A [大卡/平方公尺°C小時]——輻射散熱係數;

α_2 [大卡/平方公尺°C小時]——爐牆對帶熱質的散熱係數;

α_{ul} [大卡/平方公尺°C小時]——縫形溝道內的散熱係數;

ω ——沖洗係數;

C_d ——管子直徑的修正值;

C_f ——錯列管束的修正值;

C_z ——縱向管子排數的修正值;

k [大卡/平方公尺°C小時]——傳熱係數;

ϵ [平方公尺°C小時/大卡]——爐牆有污垢時的熱阻係數;

wy [公斤/平方公尺秒]——爐煙、空气、蒸汽和水的重量速度;

Re ——雷諾數;

Pr ——普蘭特數;

A_H ——加熱時求散熱係數公式中的修正溫度乘數;

A_0 ——冷卻時求散熱係數公式中的修正溫度乘數。

VII. 幾 何 特 性

V_m [立方公尺]——燃燒室體積;

R [平方公尺]——柵形爐排的面積;

H_{cm} [平方公尺]——爐牆面積;

H_A [平方公尺]——有效輻射受熱面面積;

H [平方公尺]——受熱面積(右下角小字代表

受熱面名称);

ψ ——燃燒室水冷壁敷設度;

ψ_0 ——燃燒室牆壁有效程度(角係數);

S [公分]——爐煙層的有效厚度;

d [公尺]——管子直徑;

s_1 [公尺]——管子的橫跨距;

s_2 [公尺]——管子的縱跨距;

$\frac{s_1}{d}$ ——管子的相對橫跨距;

$\frac{s_2}{d}$ ——管子的相對縱跨距;

$\frac{s_2'}{d}$ ——對角相對跨距;

z_1 ——每排管數;

z_2 ——順爐煙流向的管子排數;

F [平方公尺]——通過爐煙的有效截面積(管間空隙面積);

F_p [平方公尺]——通過蒸汽(水)的有效截面;

F_p [平方公尺]——計算爐煙速度用的計算截面積;

H_{non} [平方公尺]——受橫流爐煙漫過的受熱面積;

H_{np} [平方公尺]——受縱流爐煙漫過的受熱面積;

F_{non} [平方公尺]——通過橫流的有效截面積;

F_{np} [平方公尺]——通過縱流的有效截面積;

β [°]——煙道中心綫與斜列管束間的角;

D [公尺]——管筋外徑;

Δ [公尺]——管筋間的間隙;

H_1 [平方公尺]——帶筋管子的外部面積;

H_2 [平方公尺]——不帶筋管子的外部面積;

δ [公尺]——管筋厚度。

第二章 燃料

2-01. 在本[計算標準]第4,5和6表內列有供鍋爐機組熱力計算所必需的蘇聯各種主要發電燃料的計算特性。

關於這些燃料,計算條件內應包括下列各點:

(1) 對於煤炭——燃料產地、牌號和種類,對於原煤應包括為設計燃煤預製設備所不可缺少的篩分析;

(2) 對於洗選渣——原煤的產地、牌號及洗選方法(濕選,乾選);

(3) 對於重油——硫性(多硫性或貧硫性)產區,牌號;

(4) 對於工業瓦斯——產生瓦斯的燃料,瓦斯製造方法(瓦斯發生器,熔鐵爐等等);

(5) 對於天然氣——產區及產地特性(噴氣井,石油瓦斯井,純瓦斯井)。

根據所給的條件,在本[計算標準]第4,5,6表內選取燃料的計算特性,再根據這些特性作所有的鍋爐機組和其附屬設備的全部熱力計算。

2-02. 對於泥煤,在計算條件內應包括沼澤名稱及開採方法(如係不同的沼澤和不同的開採方法——說明從每個沼澤供應燃料的百分數),作為鍋爐機組設計和運行基礎的那一沼澤所產泥煤的含灰量和含水量。

可燃質的元素成份和發熱量,以及固有水份可在本[計算標準]第4表內擇取,灰份熔解溫度則在本[計算標準]第5表內擇取。

工作成份和發熱量根據所給定的灰份和水份按本[計算標準]第2和第3表的公式換算來確定。不論由於何種原因,如在不能給定泥煤的灰份和水份的情況下,或者設計燃燒不同沼澤所產泥煤的大量生產的鍋爐機組時,則泥煤的所有特性根據本[熱力計算標準]第5表決定,此時,在計算內應說明缺少必要數據的原因。

2-03. 在計算燃用工業瓦斯和天然氣的鍋爐機組的條件下,應指出所含水份和灰塵雜質,瓦斯的溫度和壓力。不論由於何種原因,如在條件內不能給出工業瓦斯所含水份

和灰塵雜質，則這些雜質的含量可採用「熱力計算標準」第9表的數據。

2-04. 如計算燃用新產煤區所產燃料的鍋爐機組，而這種燃料的特性不包括在本「計算標準」第4、5、6表內時，則這種燃料的計算特性，應根據專為此目的而對樣品進行化學分析的結果，並研究此種燃料已有的其它資料而規定(參看§2-06)。

2-05. 不論由於何種有根據的原因，在鍋爐機組計算條件內，除了§2-01所指定的數據外，還要按照下列不同情況，提出與本「計算標準」第4、5、6表內所載不同的燃料計算特性：

(1) 如果所給條件內的灰份和水份低於本「計算標準」第5表內燃料的最大灰份和水份的範圍時，則燃料的可燃質成份和發熱量及燃料的固有水份，按本「計算標準」第4表來決定；灰的熔解點按本「計算標準」第5表來決定；但燃料工作質的成份和發熱量按本「計算標準」第2、3兩表來決定；

(2) 假如在條件內所給燃料雜質特性不同於本「計算標準」第4、5、6表內的數值，且高出「計算標準」內的範圍時，則先應分析一下這種成份的煤事實上是否將會長期送入燃燒室以及所取式樣是否都含有所規定的成份。

2-06. 如遇到2-04和2-05之情況，對於燃料計算特性的規定應向以捷任斯基命名的全蘇熱工研究所燃料試驗室徵求意見。

2-07. 不論何種情況的計算，固體燃料和液體燃料的發熱量要根據熱力測定法的資料來確定，並按本「計算標準」第3和第4表內的規定，或者根據§2-06的規定來選用。

最好不用類似於孟傑列葉夫公式的實驗公式根據燃料成份來求發熱量。

氣體燃料的發熱量可用下列公式求出：

$$Q_H^t = \sum C_m H_n (Q_H^t)_{C_m H_n}$$

氣體中各個組成分子的發熱量列於本「計算標準」第7表內。

2-08. 鍋爐機組要根據本「計算標準」第5表內燃料工質的平均成份來計算，可是必需保證此鍋爐機組在燃燒灰份和水份為本「計算標準」第5表內之最高值的燃料時，雖經濟性降低，還是可以滿負荷運行；為此：

(1) 過熱汽調整器的選擇應考慮到燃料雜質的變化範圍是由平均量到最高量；

(2) 煤粉製造系統的生產率(即磨煤機，給煤機，乾燥器等等的生產率)應保證當燃燒含有很多雜質的燃料時，鍋爐能滿負荷運行；驗算煤粉製造系統研磨雜質增多的燃料時，允許將煤粉細度可能變粗這一個因素估計進去；

(3) 當鍋爐燃燒雜質增加的燃料時，審查送風-吸風設備的容量要將其備用容量考慮進去。

燃料特性換算公式 計算標準第2表

由何種質換算	換 算 用 乘 數				
	工 作 質	分 析 質	乾 燥 質	可 燃 質	有 機 質
工作質	1	$\frac{100}{100 - W_{\text{GH}}}$	$\frac{100}{100 - W^p}$	$\frac{100}{100 - W^p - A^p}$	$\frac{100}{100 - W^p - A^p - S_{\text{L}}^p}$
分析質	$\frac{100 - W_{\text{GH}}}{100}$	1	$\frac{100}{100 - W^a}$	$\frac{100}{100 - W^a - A^a}$	$\frac{100}{100 - W^a - A^a - S_{\text{L}}^*}$