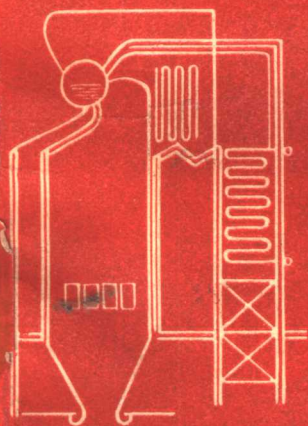


锅炉机组的 运行试验

苏联Б.И.罗基诺夫著



鍋 爐 機 組 的 運 行 試 驗

苏联 Б. И. 罗基諾夫著
赵旺初翻譯 陈 珩校訂

電力工業出版社

內 容 提 要

本書介紹了大型發電廠準備和進行鍋爐機組各種運行試驗的基本知識。

本書也引述了在进行这类試驗時必要的測量方法和組織，以及對試驗結果的整理方法。

本書以很大的篇幅分析了熱損失及廠用電，並提出了降低它們的辦法。

本書主要是供發電廠熱工車間的中等技術運行人員之用，但對於那些與發電廠鍋爐機組各種工業試驗工作有關的熱力工程師，也是有用的。

В. И. ЛОГИНОВ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОВ

ГОСЭНЕРГОЗАТ МОСКВА 1952

鍋爐機組的運行試驗

根據蘇聯國立動力出版社1952年莫斯科版翻譯

趙旺初翻譯 陳珩校訂

*

721R188

電力工業出版社出版(北京東興門外聯雲路)

北京市書刊出版業營業登記證出字第082號

電力工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 88千字 * 定價(第10類)0.60元

1958年1月北京第1版

1958年1月北京第1次印刷(0001—2,300冊)

目 录

第一章 鍋爐机組的主要运行試驗; 試驗的組織	2
第二章 确定烟道和風道的严密性	7
1. 漏風对鍋爐机組运行經濟性的影响	7
2. 試驗的任务及其进行的方法	17
第三章 鍋爐机組运行方式的最有利参数的确定	22
3. 試驗的任务	22
4. 确定鍋爐机組的效率	34
5. 确定燃料的机械未完全燃燒热損失	45
6. 确定燃料的化学未完全燃燒热損失	54
7. 确定排烟帶走的热損失	60
8. 四周散热損失	70
9. 确定自用耗热量; 鍋爐机組的純效率	71
10. 試驗数据的整理	75
11. 比較性的运行試驗	92
第四章 确定鍋爐机組烟風管道及吸送風設備的特性	95
12. 試驗的任务	95
13. 鍋爐机組烟風道的阻力	95
14. 吸送風設備的特性	100
第五章 确定磨煤系統最有利的运行方式	109
参考文献	128

第一章 鍋爐機組的主要運行試驗：

試驗的組織

鍋爐設備的運行經驗表明，大多數的鍋爐機組在設備上和運行方式上是有相當多的缺點的，這些缺點降低了它們的經濟性和可靠性。一部分缺點是由于設計或安裝不良，另一部分缺點則是由于設備運行水平低的結果。

在設備上主要的和最普遍的缺點是：（1）煙道和風道的不嚴密，結果使煙道大量漏風，因而降低鍋爐機組的經濟性；（2）安裝不良；（3）與設計有各種不符合的地方。

鍋爐機組運行中最重要之缺點，是磨煤機、燃燒設備及吸、送風設備的運行方式調整不良，因而造成設備運行上的不經濟，在個別情況下甚至于不安全。

設備的缺陷可以從外部及內部的檢查來發現；但大多數的設備故障和所有設備運行方式上的不正常情況，以及由于這些缺陷所引起的損失的數量評價，都只能在試驗結果中顯示出來。

為了編制運行方式卡片和運行規程，進行技術定額以及擬定改善設備運行的措施，都必須具備下列各項：

1. 設備的最有利運行方式的指標。
2. 在最有利的運行方式下，損失總效率及純效率與鍋爐負荷的關係的特性曲線。
3. 鍋爐運行的主要原始指標（蒸汽溫度，排煙溫度等等）與負荷的關係。
4. 在最有利的運行方式及管道嚴密的條件下，煙道和風

道的阻力在不同負荷下的变化。

5. 輔助設備的特性。

6. 吸風机和送風机的耗电量与鍋爐負荷的关系。

为了得到这些資料，也必須由运行組对鍋爐設備的各个部分进行一系列的小型运行試驗。

由發電厂鍋爐分場的人力和工具所进行的鍋爐設備在运行情况下的試驗，叫做运行試驗。

根据苏联發電厂技术管理法規的規定，在下列情况下应进行鍋爐机組的运行試驗：

1. 大修前后；

2. 設備改进或实行合理化建議后，需要檢查其效果时；

3. 时常达不到正常参数，不进行試驗就不可能消除这种現象时。

为了进行运行試驗，在發電厂运行科的編制內規定有运行組。他們的任务是：确立合理的設備运行方法，根据試驗資料拟定运行方式卡片、运行規程以及提高設備运行可靠性和經濟性的措施。

滿足上述各項要求的运行試驗，主要有以下几种：

(1) 以确定鍋爐机組烟道和風道严密性为目的而进行的試驗；試驗的結果應該得出鍋爐机組各部分的漏風分佈情况，并确定出最大的漏風处所。显现漏風处所，应当采用压送空气或烟气入鍋爐机組的方法。用这种試压方法，也可以評定大檢修的质量。

(2) 以确定最有利的配風方式及編制鍋爐机組热力特性曲綫为目的而进行的試驗。为了檢驗鍋爐机組已經規定的配風方式，這項試驗每年應該定期举行数次。

当配風方式有偏差时以及要整定配風方式时，都应该以

試驗來查明最有利配風方式的指示。為了確定各運行鍋爐機組之間的最有利的負荷分配和為了規定技術定額，鍋爐機組的特性曲線是必需的。

(3) 目的是為了確定煙道和風道的气体動力特性及吸風機和送風機的特性，借以制定降低廠用電的措施所進行的試驗。

(4) 目的是為了獲得鍋爐機組磨煤系統設備的特性及決定最有利的磨粉細度，並制定措施以提高系統運行經濟性所進行的試驗。

按照試驗的任務，應該編制工作計劃和逐日進度；還應依據已定的計劃擬定測量的原理系統圖，在圖上註明必要儀器的佈置地點。測量應按照“鍋爐的試驗方法”進行組織。
[文獻 1]，[文獻 2]。

應按照已編制的測定的原理系統圖；編排測定点一覽表，決定需要儀器的數量，並規定觀測地點。

試驗之前，对被試機組進行外部檢查，並尽可能也進行內部檢查，此時所發現的缺點都應該消除。此外，還要將必要的試驗裝置和儀器進行安裝，包括穿孔、焊接各種金屬套管、短管頭等等。

在按照試驗計劃進行試驗以前，必需細致地檢查儀器的工作情況，此種檢查要在觀測者的直接參加下在觀測地點進行。在調整好儀器和教會觀測者以後，就在擬定計劃所規定的各種機組運行方式下進行預備性試驗。

在觀測者已熟悉了自己的工作，儀器已在工作中調整及校驗好以後，就可以讓被試機組在既定方式下運行，進行試驗計劃中的主要試驗。

在事先預備好的觀測記錄簿上記下儀器的讀數，記錄簿

內務須記入以下資料：1)試驗日期；2)試驗編號；3)觀測記錄簿編號；4)被測項目的名稱及測定點編號；5)儀器編號，6)觀測者姓名。

觀測記錄應當用普通黑鉛筆填寫，不許塗改；觀測者對記錄不許作修正。試驗技術員及試驗領導人在試驗時對於所記數字的意見和指示，可寫在記錄簿的頁邊空白上或記錄簿的專欄內。

在整理觀測記錄以前，應將記錄審查一遍，加上標記及試驗領導人的指示；此時應該選擇有儀器的讀數，對於和儀器的正常讀數相差很大的記錄加以考慮與分析。

凡是在運行方式或試驗被打亂的情況下，或在儀器動作不正確的情況下所記入的儀器讀數記錄，都不應包括在以後將整理的範圍內。表1為在觀測記錄簿上加標記的樣本。從表上可以看出，按照所裝各項儀器的讀數記錄，機組的穩定運行是在十一點二十分達到的；因此，從這時開始的記錄才被採作整理之用。按17523號檢流計所記錄的677號熱電偶的熱電勢值（鍋爐出口右測煙氣溫度），在十一點四十分^①時由於回路的接觸不良而得到異常小的數值。但在十一點四十分時同一檢流計所指示的950號熱電偶的熱電勢值（鍋爐出口左測煙氣溫度），以及所有其餘儀器在此時的讀數，都是正常的。因此，在十一點四十分時按677號熱電偶所得讀數的記錄，不加入平均值的計算中。從十二點五分到十二點二十分，由於出灰工未經試驗領導人的允許，消除燃燒室冷灰斗的灰渣；結果全機組的運行方式發生了劇烈的變化，鍋爐運行的全部指標有顯著的變更。從十二點五分到十二點二十

① 原書為十二點四十分，系十一點四十分之誤。——譯者

观测记录簿 № 2

表 1

苏联国营区域发电厂(热电厂)

試驗編号 № 3

鍋爐編号 № 5

观测点編号 № 4

日期: 1952 年 10 月 24 日

观测者: 伊凡諾夫

	鍋爐出口烟氣溫度		省煤器出口 烟 氣 溫 度		空氣預熱器出 口 烟 氣 溫 度		冷 接 點 的 溫 度	
	右	左	右	左	右	左		
	檢流計 №17523 $R_z=40.0$ 歐 $R_s^1=40.5$ 歐							
	熱電偶 №667 $R_m=5.0$ 歐 $R_n=6.0$ 歐	熱電偶 №950 $R_m=6.0$ 歐 $R_n=5.0$ 歐	熱電偶 №951	熱電偶 №952				
11—00	16.53	16.25						
10	16.60	16.35						
20	16.40	16.50	↑					
30	16.25	16.45						
40	10.80*	16.50						
50	16.75	16.45						
12—00	16.50	16.35		↓				
10	17.70	18.00						
20	17.80	17.90						
30	16.55	16.40	↑					
40	16.55	16.30						
50	16.45	16.25						
13—00	16.40	16.30		↓				
10	16.60	16.40						
20	16.50	16.30						
30	16.40	16.40						
40	16.45	16.40						
50	16.45	16.35						
14—00	16.50	16.30	↓					
10	16.55	16.30						
20	16.60	16.33						
30	16.50	16.30						
總 和	280.5	296.07						
加入統計 的 次 數	17	18						
平均值	16.50	16.39						

* 不正常的測定值在計算平均值时不考慮。

五分的時間內，所有儀器的讀數記錄也同樣不加入平均值的計算中。

在整理試驗資料時，所有的計算都要由兩人計算兩次。雙方的計算結果核對相符，才可用來作下一步的整理。若發現雙方的計算結果不同，就必須查究明白並消除錯誤。

所有試驗結果的計算，從平均值到總計數字，最好採用列表的形式進行，把其中的主要數字再引入下一步計算之用。以列表的形式進行計算，可以簡化計算工作，減少錯誤數量，有錯誤時也容易在核對中發現和消除它們。

實例的原始數值和最後計算的結果數值，都應該列入試驗結果的綜合總表中。綜合總表中的數字；就用來作為建立各種曲綫資料時及完成其它目的時的原始資料。

第二章 確定烟道和風道的嚴密性

1. 漏風對鍋爐機組運行經濟性的影響

烟道的漏風額外地增加了吸風機的負荷，這樣也就限制着鍋爐出力或被迫降低燃燒室內的過剩空氣系數。由於漏風增加了吸風機的負荷，以致吸風沒有得到保證，因而迫使鍋爐在降低燃燒室內過剩空氣系數的情況下運行；這種情形在實際上是經常遇到的，這會破壞燃燒室的運行方式。此時燃燒的過程延長，部分未燃燒的燃料和未完全燃燒的產物進入鍋爐烟道，終於產生很大的化學的和機械的不完全燃燒損失。半還原的氣層及燃燒過程的延長，使水冷壁及第一道鍋爐排管結焦；在有些情況下，甚至也使過熱器結焦。結焦能破壞鍋爐機組的內部過程——破壞傳熱的均勻性和鍋爐各部分的

循环，造成鍋爐某些受热面运行中的热偏斜。受热面正常傳热的破坏，引起排烟温度的显著增高。

通过不严密处漏进烟道的空气，增加漏風区域内烟气的体积并降低它的温度。

烟道温度降低，則位于漏風处以后(順烟流方向)的受热面所受的热量势必减少；因此在漏風处以后的每一受热面处的烟气温度可能增高。

漏風發生在离燃燒室愈近，則对鍋爐受热面热力工作方式的影响也愈大。經過耐火牆的不严密处往燃燒室內漏風以及經過煤粉系統不严密处往燃燒室內漏入冷空气，对于鍋爐的热力工作方式的影响特別严重。

这是因为受热面的輻射受热量与烟气温度的四次方成比例。所以，由于冷風进入燃燒室而降低烟气温度，以致輻射热量减少，与燃燒室內烟气温度降低程度的四次方成比例。燃燒室內或机組其它任何一部分的热交换不良，可能使該部分以后的受热面的热負荷增加。例如，当燃燒室漏風时，燃燒室水冷壁的热負荷降低，过热器前的烟气温度因而提高，这使得过热气温增高到容許数值以上。

漏風对空气預热器造成了特別不利的工作条件；因为通过耐火牆及磨煤系統不严密处进入燃燒室的冷風降低了热風的需要量，从而减少了通过空气預热器的空气流量。显然，这时热風的温度将会剧烈地增高，因此，空气預热器的受热面可能处于严重的温度情况下。此外，在这种情况下，由于風速的降低，管壁对空气的散热系数显著变坏，結果，排烟温度显著地增高了。

并且，漏風非但因使热交换惡化而增加了排烟热損失，同时，也因为增加了往烟囱的排烟量而直接增加了这种損

失。

鍋爐機組煙道內的漏風，在個別情況下，使吸風機的耗電量比正常狀態增加一倍；這是因為要排除較大的煙量以及鍋爐機組的煙氣阻力因此增大的緣故。空氣預熱器不嚴密處的漏風可引起雙重的電能損失——送風機的和吸風機的。假使考慮各大型發電廠用於吸風和送風的耗電量佔發電廠總廠用電量的主要部分，那末，應當把漏風降低到尽可能小的限度的必要性就十分清楚了。

總之，可以這樣說：鍋爐機組的漏風使排煙熱損失增加，使廠用電過耗；而當吸風設備沒有備用容量時，將使得燃燒室過剩空氣系數降低到不能容許的數值，因此而引起燃燒方式的破壞，產生化學的和機械的未完全燃燒，並引起燃燒室及第一道排管的結焦。

煙道的漏風，歪曲了關於燃燒室配風方式的概念。照例，固定煙氣分析器是從鍋爐出口及設備出口煙道內吸取煙氣試樣來分析的。但在那在編制運行方式卡片時所沒有考慮到的、新出現的漏風來源，將降低煙氣分析器的讀數；這將歪曲司爐對燃燒方式的觀念，於是司爐設法提高 CO_2 含量，即減少送往燃燒室的空氣，這樣就使燃燒室的運行方式惡化了。

因為排煙溫度和煙氣阻力數值與鍋爐機組漏風地點的分佈情況有關，而漏風地點又是很不一定的，所以漏風對鍋爐機組技術經濟指標的影響不能準確地作數學上的決定。

因鍋爐煙道漏風而增加的排煙熱損失，可分為兩部分：

1) 由於增加了煙氣體積而增加的热損失按下式計算：

$$\Delta q_{20} \approx \frac{\alpha_y' - \alpha_m'}{\alpha_y'} q_2, \quad (1)$$

或以 q_2 值的百分數表示：

$$\delta q_2 \approx \frac{\Delta q_{2v}}{q_2} \cdot 100; \quad (2)$$

式中 α_m^* ——燃燒室出口的过剩空气系数;

α_y' ——設備出口的过剩空气系数;

q_2 ——設備的排烟热損失, %。

2) 由于排烟温度增高而增加的热損失由下式确定:

$$\Delta q_{2t} = \frac{t_2 - t_1}{t_2} q_2, \quad (3)$$

或以 q_2 的百分数表示:

$$\delta q_{2t} = \frac{\Delta q_{2t}}{q_2} \cdot 100, \quad (4)$$

式中 t_1 ——假定設有漏風时設備后的烟氣温度;

t_2 ——測得的排烟温度。

應該指出: 温度 t_1 通常是不可能判定的, 所以 Δq_{2t} 值本身也就不能計算出来。

由于鍋爐烟道漏風所增長的排烟热損失, 就大多数固体燃料來說, 可按以下数值粗略估計:

CO₂ 每降低 1%, 增加 $\Delta q_{2v} \approx 1.0\%$,

t_{yx} 每增加 10°C, 增加 $\Delta q_{2t} \approx 0.7\%$ 。

前面已經指出: 由于鍋爐烟道漏風的增長而增加的吸風設備的耗电量, 决定于烟气体积的增大值及烟道阻力的增大值两个部分。

烟气体积的增大值用下列公式决定:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \alpha_y' V^0 - \alpha_m^* V^0 = \Delta \alpha_y V^0, \quad (5)$$

式中 α_y' ——設備出口的过剩空气系数;

α_m^* ——燃燒室过剩空气系数;

* t_{yx} 即排烟温度。——譯者

$\Delta\alpha_y$ ——机組中过剩空气系数的增大值；

ΔV ——因漏風而增加的烟气体积，标准立方公尺/公斤燃料；

V^0 ——燃燒一公斤燃料所需的理論空气量，标准立方公尺/公斤燃料。

烟道的漏風，既增大本段烟道的烟气阻力，也增大所有在它后面的各个烟道的烟气阻力。因此，当确定由于鍋爐机組漏風所增加的烟气阻力时，最好能知道沿机組漏風的分佈情况，并对每一漏風区分別确定鍋爐烟气阻力的增加值。例如，在吸風机本身範圍內的漏風，增加了烟气的体积，但实际上并不增加阻力；而在燃燒室範圍內漏風时，則既增加烟气的体积，也增加机組所有各个烟道的烟气阻力。

机組烟道由于漏風而使阻力增加的增加值，应决定于因鍋爐机組各个区域的漏風增加所引起的机組烟道阻力增加值的总和。

假定用下列符号表示：

α''_y ——設備出口的过剩空气系数；

α'_i, α''_i ——所討論的烟道入口及出口的过剩空气系数；

ΔS ——所有后面烟道的、測得的(实际的)总阻力，公厘水柱；

ΔS_e ——所討論烟道的、測得的(实际的)阻力，公厘水柱；

ΔS_i^N ——当沒有漏風时(即 $\alpha'_i = \alpha''_i$ 时)所討論烟道的阻力；

ΔS_i^{n1} ——由于所討論的烟道本身漏風而使該烟道阻力增加的增加值，公厘水柱；

ΔS_i^{n2} ——由于所討論烟道的漏風而使所有后面烟道的阻力增加的增加值，公厘水柱；

ΔS_i^n ——由于所討論烟道的漏風而使鍋爐机組的烟气阻力增加的

增加值, 公厘水柱;

$\Sigma \Delta S_i^n$ ——因后面烟道的漏風所引起的后面烟道阻力之和, 公厘水柱;

$\Sigma \Delta S_i^{n2}$ ——当后面烟道沒有漏風(即 $\alpha_y'' = \alpha_i''$) 时后面烟道阻力之和, 公厘水柱;

$\Sigma \Delta S_i^{n1}$ ——当所討論的烟道及其后面的烟道沒有漏風(即 $\alpha_y'' = \alpha_i'$) 时后面烟道阻力之和, 公厘水柱,

則以下关系可以成立:

$$\Delta S_i^n = \Delta S_i^{n1} + \Delta S_i^{n2}, \quad (6)$$

$$\Delta S_i^{n1} = \Delta S_2 - \Delta S_i^n, \quad (7)$$

$$\Delta S_i^{n2} = \Sigma \Delta S_i^{n2} - \Sigma \Delta S_i^{n1}. \quad (8)$$

ΔS_i^{n1} 之值——由于烟道本身的漏風而使該烟道阻力增加的增加值——决定于过剩空气系数值的变化, 可由下式求得之:

$$\Delta S_2 = \xi \frac{w_{cp}^2}{2g} \gamma, \quad \Delta S_i^n = \xi \frac{w_{cp,n}^2}{2g} \gamma, \quad \frac{\Delta S_2}{\Delta S_i^n} = \frac{w_{cp}^2}{w_{cp,n}^2},$$

或

$$\Delta S_i^n = \Delta S_2 \frac{w_{cp,n}^2}{w_{cp}^2},$$

式中 ξ ——所討論烟道的阻力系数;

γ ——烟气的單位体积重量, 公斤/立方公尺;

w_{cp} ——当 $\alpha_i' < \alpha_i''$ 时烟气的速度;

$w_{cp,n}$ ——当 $\alpha_i' = \alpha_i''$ 时烟气的速度;

g ——重力加速度。

將最后等式代入公式(7)則得:

$$\Delta S_i^{n1} = \Delta S_e - \Delta S_i \frac{w_{cp,n}^2}{w_{cp}^2} = \Delta S_e \left(1 - \frac{w_{cp,n}^2}{w_{cp}^2} \right); \quad (9)$$

又因为

$$w_{cp} = \frac{\alpha_i^{cp} \cdot V_i^0 \cdot B}{3600 \cdot F} \cdot \frac{273+t}{273},$$

$$w_{cp,n} = \frac{\alpha_i^{cp,n} \cdot V_i^0 \cdot B}{3600 \cdot F} \cdot \frac{273+t}{273},$$

因之

$$\frac{w_{cp,n}}{w_{cp}} \approx \frac{\alpha_i^{cp,n}}{\alpha_i^{cp}} = \frac{2\alpha_i'}{\alpha_i' + \alpha_i''},$$

所以

$$\Delta S_i^{n1} = \Delta S_e \left[1 - \left(\frac{2\alpha_i'}{\alpha_i' + \alpha_i''} \right)^2 \right]. \quad (10)$$

因 ΔS_e , α_i' , 及 α_i'' 等数值可在試驗中測得, 所以利用公式 (10) 可以求出 ΔS_i^{n1} 之值。

当解方程式 (8) 时, 必須知道 $\Sigma \Delta S^n$ 值。因此, 必須对全部烟道, 从最后的开始, 顺序地解方程式 (7) 及 (8)。对最后的烟道, 只要算出 ΔS_i^{n1} 之值, 此值可按公式 (10) 求出。当决定下一烟道的漏風影响时, ΔS_i^{n1} 之值也按公式 (10) 求出, 但方程式 (8) 可写成下述形式:

$$\Delta S_i^{n2} = \Sigma \Delta S^{n2} - \Sigma \Delta S^{n1} = \Sigma \Delta S^{n2} \left(1 - \frac{\Sigma \Delta S^{n1}}{\Sigma \Delta S^{n2}} \right). \quad (11)$$

$\Sigma \Delta S^{n2}$ 之值可从下式求出

* 本式等号及近似等号恐原書印錯, 应改成

$$\frac{w_{cp,n}}{w_{cp}} = \frac{\alpha_i^{cp,n}}{\alpha_i^{cp}} \approx \frac{2\alpha_i'}{\alpha_i' + \alpha_i''} \quad \text{——校者}$$

$$\Sigma \Delta S^{n2} = \Delta S - \Sigma \Delta S^n.$$

分数 $\frac{\Sigma \Delta S^{n1}}{\Sigma \Delta S^{n2}}$ 可按下述方式轉化：当 $\alpha_y'' = \alpha_s'$ 时，所有后部烟道的阻力將等于：

$$\Sigma \Delta S^{n1} = \frac{(\alpha_s')^2}{2g} \cdot \Sigma \xi \left(\frac{BV_0}{3600 \cdot F} \cdot \frac{273+t}{273} \right)^2 \gamma;$$

当 $\alpha_y'' = \alpha_s''$ 时，此阻力为：

$$\Sigma \Delta S^{n2} = \frac{(\alpha_s'')^2}{2g} \cdot \Sigma \xi \left(\frac{BV_0}{3600 \cdot F} \cdot \frac{273+t}{273} \right)^2 \gamma,$$

因为上面最后两个等式是属于同一些烟道和同一种燃燒室負荷的，所以可認為

$$\frac{\Sigma \Delta S^{n1}}{\Sigma \Delta S^{n2}} \approx \frac{(\alpha_s')^2}{(\alpha_s'')^2}.$$

將以上所得各式代入公式(8)，則得：

$$\Delta S^{n3} = (\Delta S - \Sigma \Delta S^n) \left[1 - \left(\frac{\alpha_s'}{\alpha_s''} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

ΔS 之值在运行試驗中試驗決定，而 $\Sigma \Delta S^n$ 之值則根据該运行試驗的資料計算求出。当計算由于倒数第二烟道漏風所引起的阻力增加值时， $\Sigma \Delta S^n$ 之值可按公式(10)求得。对于其次的每一个更接近燃燒室的烟道， $\Sigma \Delta S^n$ 之值將等于按公式(10)及(12)已經求出之值的和，即

$$\Sigma \Delta S^n = \Sigma \Delta S^{n1} + \Sigma \Delta S^{n2}.$$

以下將研究一下例子，当鍋爐烟道漏風时，如何求出鍋爐机組烟道阻力的增加值。

某煤粉鍋爐根据运行試驗的資料，其烟道有以下的特性(表2)：
我們來計算漏風对各段烟道烟气阻力增加值的影响。