

中央人民政府燃料工業部制訂

火力發電廠出力及效率 試驗暫行規程

燃料工業出版社

一九五三年五月・北京

火力發電廠出力及效率試驗暫行規程

中央人民政府燃料工業部制訂
燃料工業出版社（北京東長安街中央燃料工業部內）出版
新華書店總經售
校對：楊憶美 穆湘如
版權所有・不許翻印

書號：11•52開本•共37頁35,000字
一九五一年七月北京第一版 一九五三年五月北京第二版
印數：3,001—6,000冊
定價：2,300元

目 錄

第一章 總 則	3
第二章 鍋爐出力及效率試驗	4
第三章 透平發電機出力及熱效率試驗	10
第四章 發電廠全廠出力及效率試驗	16
第五章 附 件	17
壹、儀表使用注意事項	17
貳、鍋爐熱效率試驗記錄	20
叁、透平發電機熱效率試驗記錄	25
肆、熱效率試驗應繪曲線表	37

第一章 總 則

1. 發電廠各項設備於年度大修及改進工作開始前及竣工後，均應按照本規程條例，各作出力試驗及效率試驗一次。
2. 發電廠全廠出力試驗每年應舉行一次，時間視具體情況決定之。
3. 發電廠設備經過試驗之最大出力，即為該廠或該設備之出力定額。各地區調度機構，得根據該項定額，執行調度命令。如發電廠不能達到此項出力時，應按事故處理規程處理之。
4. 發電廠主要設備之最大出力試驗，持續時間不得少於兩小時。
5. 效率試驗應於 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{3}{4}$ 及 $\frac{4}{4}$ 名牌出力下，各做穩定持續四小時之試驗一次，擇效率最高時之出力作為經濟出力定額。
6. 發電廠總出力定額，應以機電爐綜合運行試驗結果為標準，並以全廠力率在0.8情況下之班為單位。
7. 出力或效率試驗開始以前，必須先將有關表計加以校驗，表計之裝設情況亦應予以考查。對於與安全有關之設備及表計，尤應特別注意之。（參看附件一）。

第二章 鍋爐出力及效率試驗

8. 鍋爐出力以每小時蒸發量爲單位，有效數字定爲兩位，以下四捨五入。
9. 出力及效率試驗時，使用汽壓與額定汽壓差額應在 $\pm 3\%$ 以內，蒸汽溫度應在 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以內。如製造廠額定汽壓汽溫已因設備配合關係更動時，應以實際使用值爲標準。
10. 試驗時間所用之煤應以常用者爲標準。
11. 出力及效率試驗時，鍋爐所有附屬設備均應充分利用。
12. 出力試驗連續時間不得少於兩小時。效率試驗每次連續時間不得少於四小時。
13. 鍋爐蒸發量原則上應於給水側以水桶測量之。如以流量表測量給水量或蒸汽量時，應事先將校表校準以求確實。
如在透平機側測量凝結水量，須同時測定所有附屬設備的耗汽量。
爲準確測量蒸發量，試驗期間應盡量避免吹灰及排水。
14. 正式試驗期間內，全部用煤量最好以磅秤稱之；磅秤應先以標準重量校驗之如用煤表計量，亦應事先校驗其常數。
15. 試驗期間，煤樣採取數量依下表決定之。

煤塊的大小(mm)	0—25	0—50	0—75	0—100	由0至100以上
每份煤樣的重量(公斤)	1	2	3	4	5
預計含灰量 %			最少份數		
10%以下			30份—60份		
10%—15%			45份—90份		
15%—20%			60份—120份		
20% 以上			90份—180份		

以上煤樣應先碎成3顆小塊，用四分法取樣兩份，每份一公斤，密封於鉛桶內。一份送往化驗室，一份留存備查。

16. 試驗期間須連續執行烟氣取樣工作。取樣及測量烟溫處所，應在烟氣排入烟囱之處。
17. 試驗期間之全部出灰量，應包括各灰坑灰渣及烟灰。如烟灰測定不易時，可以下列公式估計之：

$$\text{每小時烟中灰量} = \frac{(\text{每小時燃煤量}) \times (\text{煤中灰分百分數})}{100} - \frac{(\text{每小時灰坑出灰量}) \times (\text{灰坑灰分百分數})}{100}$$

烟中灰渣灰分百分數

如灰坑灰及烟灰均難計算時，可以下式計算全部灰量：

$$\text{每小時全部灰量} = \frac{\text{每小時燃煤量} \times \text{煤中灰分百分數}}{\text{灰坑灰渣中灰分百分數}}$$

18. 效率試驗前應先吹灰、放灰，並將灰坑中積灰完全清除。試驗

結束前亦應除灰一次，以便求得精確之灰量。

採取灰樣應力求均勻，採取數量以全部灰重之千分之一為原則，但至少不得小於五十公斤。灰樣搗碎後以四分法取樣兩份，每份一公斤，密封於鉛桶內；一份送化驗室，一份存查。如灰中澆水，灰樣尤應密封，以便測出水分除去之。

19. 作單獨最大可能出力試驗時，應先逐漸增加負荷，待其到達最大數值。並能維持汽壓汽溫穩定後，方可作為試驗開始。如此連續試驗至少二小時，此項連續試驗時間內平均蒸發量即為該鍋爐最大可能出力。
20. 正式試驗時間內，汽壓、汽溫、給水溫度、進煤速度、煤層厚度、進水速度、汽鼓水位、鍋爐負荷等：均應維持穩定不變，直至試驗終了。
21. 試驗時間內，各種表計抄錄時間一般可定為半小時一次。讀數變化較大處所，則須於五分鐘或十分鐘記錄一次。
22. 出力試驗完畢，應按下列公式校正汽壓、汽溫及給水溫度差額，求出出力定額。

$$\text{出力定額} = \text{實際試驗出力} \times \frac{\text{實際蒸汽每公斤含熱量} - \text{實際給水每公斤含熱量}}{\text{額定蒸汽每公斤含熱量} - \text{額定給水每公斤含熱量}}$$

23. 鍋爐熱效率計算公式如下：

一、輸入：

H_f = 每公斤爐前燃煤低位發熱量 $KCal/kg$

$$= \left(1 - \frac{W'}{100}\right) H_0 - 6.2W'$$

H_0 = 空氣乾燥樣之工業分析低位發熱量 $KCal/kg$

W' = 爐前燃煤濕份百分數

二、輸出：

$$H_s = \frac{W_s (i_1 - i_0)}{W_f} \quad KCal/Kg$$

W_s = 每小時蒸汽發生量 Kg/Hr

W_f = 每小時燃煤量 Kg/Hr

i_1 = 每公斤鍋爐出汽含熱量 $KCal/Kg$

i_0 = 每公斤鍋爐給水含熱量

$$u = \text{鍋爐效率} = \frac{\text{輸出}}{\text{輸入}} = \frac{W_s (i_1 - i_0)}{W_f H_f} \times 100\%$$

三、烟氣帶走之熱損失：

$$h_a = \frac{C'}{0.536} \times \frac{100}{(CO_2) + (CO)} C_{pg} (t_g - t_r) \quad Kcal/Kg$$

C' = 每公斤燃煤中已燃炭素

$$= \frac{C_1}{100} \left[\left(A \times \frac{b'}{100} \right) + \left(A' \times \frac{b'}{100} \right) \right] \quad Kg$$

C_1 = 煤中炭素百分數

A = 灰坑灰量 Kg

A' = 烟灰量 Kg

b = 灰坑灰中可燃物百分數 b' = 烟灰中可燃物百分數

(CO₂) = 烟氣中之CO₂百分數

(CO) = 烟氣中之CO百分數

tg = 烟溫 °C

tr = 空氣預熱器空氣入口溫度 °C

C_{pg} = 烟氣之平均比熱，其數值如下：

CO ₂ (%)	C _{pg}
18.7	0.324 + 0.000042 tg
16	0.321 + 0.000041 tg
12	0.517 + 0.000038 tg
9	0.314 + 0.000036 tg

CO₂的百分值小於表列數字時，C_{pg}的數值可按比例推算之。

$$\frac{h_a}{H_f} \times 100 = \text{烟氣帶走熱損失之百分數\%}$$

四、不完全燃燒之熱損失：

$$hb = 5670 \times C' \times \frac{(CO)}{(CO_2) + CO} \text{ KCal / Kg}$$

C = 已燃炭素 Kg

(CO) = 烟氣中CO之百分數

(CO₂) = 烟氣中CO₂之百分數

$$\frac{hb}{H_f} \times 100 = \text{不完全燃燒之熱損失百分數 \%}$$

五、鍋爐灰中可燃物之熱損失

$$hc = \frac{AHa + A'H'a}{Wf} \quad \text{KCal/Kg}$$

A = 每小時灰坑出灰量 Kg/Hr

A' = 每小時烟灰出灰量 Kg/Hr

Ha = 每公斤灰坑灰渣含熱量 KCal/Kg

H'a = 每公斤烟灰灰渣含熱量 KCal/Kg

Wf = 每小時燃煤量 Kg/Hr

$$\frac{hc}{Hf} \times 100 = \text{灰中可燃物熱損失百分數 } \%$$

六、煤中水分及由氫燃燒而成水分化汽所帶走之熱損失

$$hd = \frac{(9h + W)}{0.804 \times 100} (tg - 100) Cps \quad \text{KCal/Kg}$$

W = 每公斤燃煤中氫及全水分重量百分數

tg = 烟之溫度 °C

Gp = 水蒸汽之比熱 = 0.247 + 0.000063tg

$$\frac{hd}{Hf} \times 100 = \text{煤中水分及氫燃燒成汽之熱損失百分數}$$

七、其他損失 (包括鍋爐輻射熱, 爐灰帶走之熱, 空氣中水分帶走之熱等)

$$he = Hf - Hs - (ha + hb + hc + hd) \quad \text{KCal/Kg}$$

$$\frac{he}{Hf} \times 100 = \text{其他損失熱之百分數 } \%$$

第三章 透平發電機出力及熱 效率試驗

24. 透平機之出力以瓩爲單位，有效數字以三位爲限，以下四捨五入，並以發電機電度表爲準。電度表在試驗前應校驗準確，其誤差不得超過 $\pm 1\%$ 。並應附帶校驗其表用變壓器、變流壓及檢查電表結線。
25. 試驗時應盡量維持額定汽壓汽溫。遇情況不允許時，蒸汽壓力與額定壓力之差額不得超過 $\pm 3\%$ ，溫度與額定汽溫差額不得超過 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。如製造廠額定汽壓汽溫已因設備配合關係而更動時，則以實際使用額爲標準。
26. 試驗時透平機各附屬機件，如各級加熱器循環水泵等，均應充分利用。
27. 試驗最大可能出力時，應爭取維持真空（在 96.5% 左右，最大不得超過 98% ）及額定速度，並以周率表核對，周率變動範圍不得超過 $49.5 - 50.5$ 。
28. 一部透平機單獨作出力試驗時，如發電機負荷力率低于額定值，致使電流超過額定電流，因而限制發電機出力，無法確定汽機出力時，應以水抵抗器補助之。如有其他發電機並聯運轉時，則應使該並聯機負載無功電力。

29. 發電機出力以定額電流爲出力限度，以KVA爲單位。（有效數字爲三位）電壓差額不得超過額定電壓之±2%。

30. 最大出力試驗時，發電機捲線溫度不得超過原製造廠家之規定。如無規定時，應以下表爲準：

絕緣材料分類	極限安全溫度	所測最高溫度		
		溫度表	電阻法	埋入式熱偶測溫器
甲類： 經過處理浸染之棉紗、絲、紙等	105 °C	90 °C	100 °C	100 °C
乙類： 雲母、石棉等	130 °C	110 °C	120 °C	120 °C

絕緣材料分類	最高溫升		
	溫度表	電阻法	埋入式熱偶測溫器
甲類	50 °C	60 °C	60 °C
乙類	70 °C	80 °C	80 °C

以電阻法測定捲線溫度計算法如下：

設 r = 利用電橋測得之最初捲線抵抗(Ω)

t = 捲線最初溫度($^{\circ}\text{C}$)

R = 最後測得之抵抗(Ω)

T = 最後溫度($^{\circ}\text{C}$)

$$\text{則 } T = \frac{R}{r} (234.5 + t) - 234.5$$

31. 出力試驗連續時間，不得小於兩小時。效率試驗時間，愈長愈好。如與鍋爐同時試驗，與鍋爐試驗時間相同。如單獨試驗透平機時，則不得少於兩小時。
32. 透平機之耗汽率，原則上應在凝結水側以水桶測量之。如以流量表計量汽量時，應先校驗準確。
33. 最大出力試驗時，如不計及效率，則逐漸增加負荷，待其升達預定值並能穩定運轉後，即作為試驗開始。試驗期間之平均電力，即為透平發電機之最大出力。
34. 試驗時間內，原則上每半小時抄表一次。讀數變化較大之處，應五分鐘或十分鐘記錄一次。
35. 試驗時應盡力使汽壓汽溫真空度等接近額定值，如仍有差額時，應于試驗完畢後，按原製造廠供給之曲綫，校正出力及耗汽率。如無該項曲綫時，應自行求出更正曲綫。

36. 汽機熱效率計算公式如下：

一、郎肯循環式透平發電機：

$$(1) \text{ 理想循環效率} = \frac{h_a - h_b}{h_a - h_c} \times 100 \%$$

$$(2) \text{ 理想耗汽率} = W_i = \frac{860}{h_a - h_b} \text{ Kg/KWH}$$

$$(3) \text{ 綜合熱效率} = \frac{860 \times 100}{W_a(h_a - h_c)} \%$$

$$(4) \text{ 綜合汽機效率} = \frac{W_i}{W_a} \times 100 \%$$

h_a = 每公斤蒸汽進入透平機之含熱量 KCal / Kg

h_b = 每公斤蒸汽排出透平機之含熱量 KCal / Kg

h_c = 排汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal / Kg

W_a = 每度電實際耗汽量 Kg / KWH

二、回熱循環式透平：

$$(1) \text{ 理想循環效率} = \frac{W_{Ki}}{h_1 - h_e} \times 100\%$$

W_{Ki} = 理想透平中每公斤蒸汽所做之功

$$\begin{aligned} &= h_1 - h_6 - m_2(h_2 - h_6) - m_3(h_3 - h_6) - m_4(h_4 - h_6) \\ &\quad - m_5(h_5 - h_6) \end{aligned}$$

$$(2) \text{ 理想耗汽率} = W_i = \frac{860}{W_{Ki}} \text{ Kg / KWH}$$

$$(3) \text{ 綜合熱效率} = \frac{860 \times 100}{W_a(h_1 - h_f)} \%$$

$$(4) \text{ 綜合透平效率} = \frac{\text{綜合熱效率}}{\text{理想循環效率}} = \frac{W_i(h_1 - h_e)}{W_a(h_1 - h_f)} \times 100\%$$

h_1 = 進汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_2 = 一級抽汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_3 = 二級抽汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_4 = 三級抽汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_5 = 四級抽汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_6 = 排汽每公斤含熱量 KCal / Kg

h_a = 排汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal / Kg

h_b = 四級抽汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal / Kg

h_c = 三級抽汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal/Kg

h_d = 二級抽汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal/Kg

h_e = 一級抽汽壓力下每公斤飽和水液含熱量 KCal/Kg

h_f = 相當於一級抽汽器後給水實際溫度之飽和水液含熱量 KCal/Kg

m_2 = 理想透平中一級抽汽量對透平總進汽量之比

$$= \frac{h_e - h_d}{h_2 - h_d}$$

m_3 = 理想透平中二級抽汽量對透平總進汽量之比

$$= \frac{(1 - m_2)(h_d - h_c)}{h_3 - h_c}$$

m_4 = 理想透平中三級抽汽量對透平總進汽量之比

$$= \frac{(1 - m_2 - m_3)(h_c - h_b)}{h_4 - h_b}$$

m_5 = 理想透平中四級抽汽量對透平總進汽量之比

$$= \frac{(1 - m_2 - m_3 - m_4)(h_b - h_a)}{h_5 - h_a}$$

如加熱器少于四只，例如僅三只時，則 $m_5 = 0$ ，

h_5 = 排汽含熱量，用以代替上式中之 h_6 ，餘類推。

W_a = 每度電實際耗汽率 Kg/KWH

三、加熱器，蒸發器，生水預熱器熱平衡之計算方法

$$m(H_1 - h_1) = W(h_2 - h_3)$$

m = 抽汽量 Kg/Hr

H = 抽汽含熱量 KCal/Kg

h_1 = 疏水含熱量 KCal/Kg

W = 給水流量 Kg/Hr

h_2 = 加熱器給水出口之含熱量 KCal/Kg

h_3 = 加熱器給水入口之含熱量 KCal/Kg