

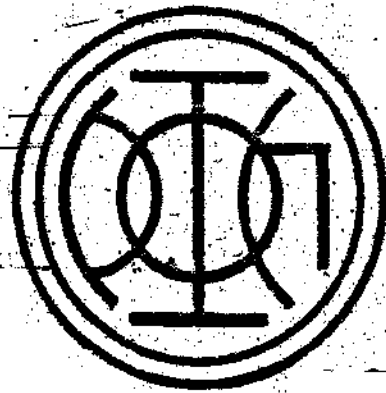
中央工業試驗所

熱工專刊

Heat Power Engineering Journal

三十七年七月

July, 1948.



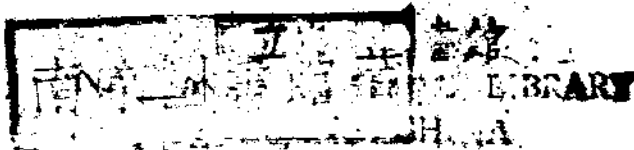
第三期

No. 3

請
交
換

Published by
The Heat Power Laboratory
National Bureau of Industrial Research
273 Hwei Ming Road
Shanghai, China

經濟部中央工業試驗所熱工試驗室出版
上海惠民路二七三號



上海

怡昌五金號

開設

◎ 專 營 ◎

電話四一三三〇號

北一
浙〇
江三
路號

路礦材料 工廠器材

船舶用品 大小五金

上海海新企業公司

China Trade & Industrial Service Inc.

經 理

美國愛立司廠出品

Allis-Chalmers



Manufacturing Co.

經 售 種 類

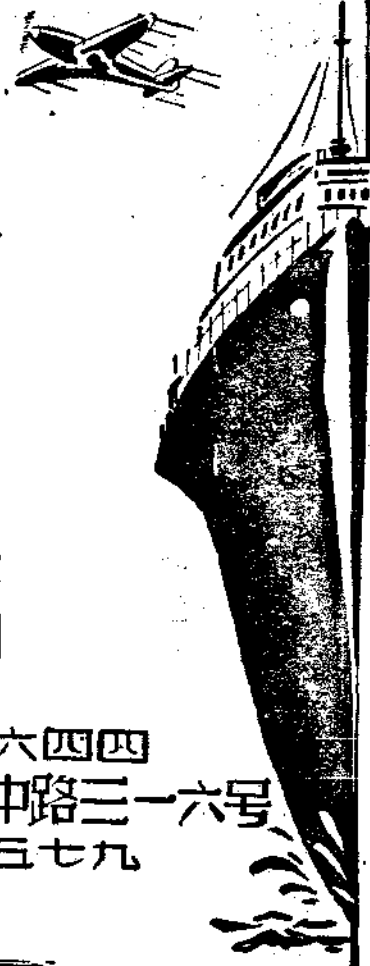
原動機器	各式蒸氣透平水透平凝結器	喂水幫浦及鍋爐用水之處理等設備
電力機器	各式交直流發電機馬達變壓器	整流器起動開關附件等設備
麵粉機器	麥篩打麥機刷麥機磨子清粉機	平篩圓篩打包機等全套設備
冶煉機器	冶礦鼓風裝置起重裝置及提煉礦砂	用之各項設備
水泥機器	各式軋碎機磨粉機分篩機及迴轉機	等全套設備
附屬機器	各式壓氣機抽氣機鼓風機離心幫浦	電焊機鋸木機等
傳動機械	各式變速機運輸裝置及傳動用之V型橡膠帶	

其他種類名目繁多不及備載如欲詳細情形請駕臨或函電敝公司詢問為荷

海新公司地址 上海江西路四五二號四樓

電話 一八〇九〇 一六五〇九

民益股份有限公司



專運 天津 營口 青島 漢口
台灣 福州 廣州 重慶

各地車輪船航空貨物

進口報關 迅速簡便
堆棧卡車 服務週到

分公司
基隆 廣州
天津 重慶
漢口 宜昌
西安

電話 一二六四四
總公司上海江西中路三一六號
電報 七五七九



福特電機部

專門設計及修理各種
馬達 引擎 發電機
冷却機 收發報機
空氣調節器
醫師各種電療器械等
修理迅速

新中呢絨西服號

專製
各種制服
新穎西服
並設領帶部
價格低廉
定貨迅速

地址：四川北路一五一八號
電話：二〇六四一八號

新華南五金號

◀ 專 營 ▶

大小五金 船舶司多

路礦器材 鋼鐵工具

地址：上海峨眉路七十九號

電 話：四三六一三號

電報掛號：一九五九號

經濟部中央工業試驗所

電工儀器修造實驗工廠

最新出品

流線型 10" 檯式搖頭電扇

(110 V. 或 220 V.)

大量供應，歡迎定購。

廠址：上海(19)惠民路273號

電話：52782 52783

揚子木材廠

規模宏大 設備完善

製造：柳安，本松，白楊等各種防蛀防濕永不
脫膠夾板，各式門窗箱板，企口板等

經售：中外各式木材

公司：上海北京東路二八〇號三樓二五室

電話 一六六〇三

廠址：上海閘北光復路一一八九號

電話 (〇二)六一四七九

美國燃燒工程公司

Combustion Engineering Company Inc.

專
門



製
造

各種蒸氣發生設備及燃料燃燒設備

一. 鍋爐 (Boilers)

Sectional Header, Box Header, Bent Tube, Fire Tube, Forced Circulation, etc.

二. 自動加煤器 (Stokers)

Single and Multiple Retort Underfeed, Chain Grate, Traveling Grate, Spreader.

三. 煤粉燃燒設備 (Pulverized Fuel System)

Storage and Direct Fired systems, Different Types of Mills and Burners

四. 爐膛 (Furnace)

Dry Bottom, Slagging Bottom, Water Cooled Walls and Screens

五. 其他出品

Superheaters, Air Heaters, Economizers, Pressure Vessels, Tanks, etc.

工廠所在地

- (一) Hedges-Walsh-Weider Division, Chattanooga, Tenn.
- (二) Coshocton Iron Division, Monongahola, Penn.
- (三) Raymond Pulverizer Division, Chicago, Ill.
- (四) Heine Boiler Division, St. Louis, Mo.

總公司

美紐約莫的孫路二百號燃燒工程大樓

(200 Madison Ave, New York City)

Cooper Bessemer Diesels

柯柏索廠柴油機

Characteristics.....Reliable
 特點：Efficient
Endurable

Range from 25 HP. till 1730 HP.
 大小： Cylinder from 1 to 8.
 Speed from 240—1000 P. P. M.

Kinds Atmospheric
 種類： Supercharged
 Convertable Gas-Diesel

The Cooper Bessemer Corp.

Plants (1) Mt. Vernon, Ohio U. S. A.
 工廠所在地： (2) Grove City, Penna. U S. A.

上海接洽處

上海(19)惠民路 273 號熱工試驗室 電話 52605

電力為推進生產之利器！

本 公司為浙江省規模最大之民營電氣事業。擁有開
 口及艮山門兩發電所。發電總容量壹萬柒千瓩。

戰 後全國各大都市電荒嚴重，用戶用電每受種種限
 制。本公司在杭州營業區域內，不但始終維持充

足與安定之供給，且經常保有大量電力，堪以隨時供應新
 用戶之需要。

杭 州交通便利，環境優美，經營大小工業無不相
 宜。各地工商界如有意來杭開設工業者，本公司

願儘量供給所需之電力。俾共圖發展生產事業！

杭州電氣股份有限公司總廠

事 務 所 杭州中山中路十五號 電話一一五〇

開口發電所 杭州開口水澄橋 電話二〇〇四

艮山門發電所 杭州艮山門河下 電話一三五二

熱工專刊

第三期

目錄 (Contents)

專論 Feature Articles	京滬杭區電廠設備用煤之探討……………顧毓琮 陳學俊……(1)
	Coal Selection For the Steam Power Plants in Shanghai-Hanchow Area Dr. Y. T. Ku Eugene H. T. Chen
	火焰傳播與火把……………編輯室……(9)
Torch and Flame Propagation	
木材之熱性質……………王愷……(11)	
Thermal Properties of Wood Kai Wang	
學術 Technical Departments	高壓過熱蒸汽流經理想汽嘴之最大流量 經驗方程式……………刁紹純……(19)
	An Empirical Formula for the Maximum Flow of High Pressure Superheated Steam Ejecting Through an Ideal Nozzle S. S. Tiao
譯著 Translating Sections	蒸汽輪機與燃氣輪機動力廠之比較……………曾桓崧……(32)
	Steam and Gas Turbine Power Plants Compared H. S. Tseug
	柴油機動力廠之一般裝置……………丁如林……(35)
Diesel Power Plant Layout J. L. Ting	
工業報導 Industrial Reports & News	上海各大電廠巡禮(一)……………吳欽煒 陳光……(37)
	A Visit to the Power Stations in Shanghai (1) C. W. Wu & K. Chen
通俗講座 General Topics	漫談柴油機……………張乃昌……(44)
	Something About Diesel Engines N. C. Chang
	德國之燃氣輪機葉片製造法……………編輯室……(47)
	Production of Gas Turbine Blades in Germany
柴油機管理守則……………編輯室……(8)	
Rules for Diesel Maintenance	
風力……………編輯室……(55)	
Wind Power	
長篇連載 Series Articles	鍋爐使用法規(三)……………熱工試驗室……(48)
	Rules for Care of Power Boilers No.3 Heat Power Lab.
	工業用水處理手冊(三)……………熱工試驗室……(56)
Industrial Water Conditioning Handbook No.3 Heat Power Lab.	
熱工問答……………編輯室……(58)	
Questions & Answers	

經濟部中央工業試驗所

辦事處：上海北四川路一三一號

電話：四三〇四〇 四一三七二

電工儀器修造實驗工廠

(甲) 出品項目

1. 各式電表
2. 自耦變壓器
3. 變壓器
4. 蓄電池充電器

(乙) 承修項目

1. 各式電表及火表
2. 交流電筒發電機
3. 各種電工儀器

廠址：上海提籃橋惠民路 273 號

電話：五二七八二 五二七八三

製革鞣料示範實驗工廠

出品優良 歡迎定貨

傢具用革	機器輪帶革	紡織機用革	各種軍用革	特種工業用革	各種鞋面革	各種衣服革	各種手套革
軟底革	鉻革	箱革	球革	皮包革	底革	裝飾革	特種革

廠址：上海平涼路二五三五號

電話：五二一八九 五〇三六三

油漆實驗工廠

中工油漆

本廠應用最新科學方法改良國產油漆品質專門製造

- | | |
|---------|--------|
| (1) 調合漆 | (2) 磁漆 |
| (3) 凡立水 | (4) 魚油 |

茲以創設伊始特訂優待價目竭誠歡迎顧客試用批評

廠址：歐陽路五四五號

電話：(〇二)六〇二三六

釀造實驗工廠

中工醬油

營養衛生	烹調佐味	鮮美絕倫	豆麥精製
------	------	------	------

廠址：上海光復路潘家灣一號

電話：(〇二)六〇九〇四

京滬杭區電廠現有設備用煤之探討

顧 毓 琿 陳 學 俊

前 言

本所熱工試驗室受淮南礦路公司委託調查研究上海市各電廠，現有設備應燃用何種煤之專題，於三月中旬開始工作，同時並擴大調查範圍，包括首都成豐堰及杭州三地電廠在內。除室由派工程師四人外，並有交通大學電機系四年級電力組學生十一人參加，費時半月，調查工作始告完成，參觀期中除對各電廠各種燃料燃燒設備及現燃用燃料之性能特加注意外，並對各廠一般設備概況，工作性能及技術上之困難點，亦均加以檢討，茲根據該室參觀所得各廠現有設備概況及用煤情形，以論述電廠應燃用煤之標準及範圍以及今後改進之意見各點，以提供電廠及煤礦界之參考。

京滬杭各電廠現有之燃料燃燒設備

(Fuel Burning Equipment)概況

(一)上海電力公司

一、自動加煤器(Mechanical Stoker)設備

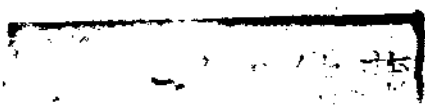
式 樣	鏈篋式加煤器 (Chain grate stoker)	同 左	火下式加煤器 (Under feed stoker)
製 造 廠 家	英柏拔葛公司 (Bohcox & Wilcox Co)	同 左	美雷來公司(Riley Co)
數 量	6	5	5
爐 槽 面 積	273平方呎	520 平方呎	248 平方呎
每部加煤器燃煤量	每小時 3 噸	每小時 6 噸	每小時 7 噸

二、煤粉燃燒(Pulverized Coal Firing)設備

式 樣	雷孟特磨粉機 (Raymond Roller mill)	雷孟特磨式磨粉機 (Raymond Bowl mill)
製 造 廠 家	英燃燒工程公司 (Combustion Eng. Co)	美燃燒工程公司 (Combustion Eng. Co)
數 量	4	3
系 統	倉系(Bin system)	同 左
每部磨粉機磨粉量	每小時 15 噸	每小時 15 噸

(二)閩北水電公司

一、自動加煤器設備



式	樣	鍊 籠 式 加 煤 器	同 左	同 左
製 造 廠 家		德司柯達工廠(Skoda work)	美燃燒工程公司	德司柯達工廠
數 量		4	1	2
爐 槽 面 積		15.4 平方米	385 平方呎	41.2 平方米
每部加煤器燃煤量		每小時 2.5 噸	每小時 4.75 噸	每小時 7 噸

(三) 浦東電氣公司

一、自動加煤器設備

式	樣	鍊籠式加煤器
製 造 廠 家		英湯姆生公司 (John Thompson)
爐 槽 面 積		60 平方呎
數 量		2
每部加煤器用煤量		每小時 1 噸

(四) 法商電車電燈公司

法商電車電燈公司全部發電均係用柴油機無燃煤之設備

(五) 杭州電氣公司

一、煤粉燃燒設備

式	樣	撞擊式磨粉機 (Impact mill)
製 造 廠 家		美燃燒工程公司
數 量		4
系 統		直接燃燒系 (Direct-firing System)
每部磨粉機用煤量		每小時 3 噸

(六) 南京首都電廠

一、煤粉燃燒設備

式	樣	管式球磨機 (Tube type ball mill)
製 造 廠 家		美肯勒特公司 (Kennedy Co)
數 量		2
系 統		直接燃燒系 (Direct-firing System)
每部磨粉機用煤量		每小時 8 噸

二、自動加煤器設備

式	樣	鍊籠式加煤器
製 造 廠 家		德波拾公司 (Borsig Co)
數 量		2

爐 槽 面 積	
每部加煤器用煤量	每小時 4 噸

(七)威聖堰電廠

一、自動加煤器

式 樣	鍊籠式加煤器	同 左
製 造 廠 將	美雷來公司	英柏拔葛公司
數 量	1	1
爐 槽 面 積	37 平方米	29 平方米
每部加煤器用煤量	每小時 6 噸	每小時 5 噸

式 樣	鍊籠式加煤器	同 左
製 造 廠 家	英柏拔葛公司	英湯姆生公司
數 量	4	2
爐 槽 面 積	12 平方米	60 平方呎
每部加煤器用煤量	每小時 2 噸	每小時 1 噸

各電廠現用煤之分析及其需用量

(一)上海電力公司

一、現用煤之分析

上海電力公司各燃料燃燒設備，現多改燃油或煤油混合使用，主因由於現在各礦煤灰份太多熱力值不够之故。

1. 戰前上海電力公司多用開灤淮南中興三礦出產之煤，一九三五年之分析如下：

	揮發物 %	固定碳 %	灰份 %	水份 %	硫 %	熱力值 BTU/lb
開灤	29.4	46.3	24.3	5.4	0.95	13190
淮南	30.9	48.1	21.0	8.2	1.02	11280
中興	29.4	59.7	10.9	4.7	0.83	13740

2. 現時所用之煤多為開灤及基隆煤其分析紀錄如下：

	揮發物 %	固定碳 %	灰份 %	水份 %	硫 %	熱力值 BTU/lb
開灤	28.8~29.5	46~48.2	23~25.1	4.5~5.6	0.91~1.22	10980~11450
基隆	30	35	25	10~15	2.5	10900~12000

二、每日需用之煤量

1, 目前情形：每日用油一千噸，烟煤五百噸。

全部用煤，每日需二千五百噸。

2, 最大每日用煤量四千噸

(二) 開北水電公司

一、現用煤之分析

開北水電公司各燃燒設備, 一小部份燃油, 大部份均燃用開灤及基隆二礦出產之煤, 其一般之性能分析紀錄如下:

	揮發物 %	固定碳 %	灰份 %	水份 %	硫 %	熱力值 BTU/lb
開灤	30	45	20	3—5	0.5	10500
基隆	30	35	25	10—15	2.5	10900

二、需用之煤量

1. 現在每日燃用煤量 310噸

2. 最高每日燃用煤量(全負荷)600噸

(三) 浦東電氣公司

一、現用煤之分析

浦東電氣公司僅有一部燃用煤之流動式電廠設備, 係燃用基隆及開灤煤, 混合之比例為一與一之比, 該廠尚無煤之分析結果。

二、現用煤量

1. 現在每日燃用煤量 五十噸

2. 最高每日燃用煤量 六十噸

(四) 法商電車電燈公司

法商係用柴油機發電, 無煤之燃燒設備。

(五) 杭州電氣公司開口電廠

一、現用煤之分析

杭州電廠現用開灤煤礦二號煤其成份約如下

開灤 N0.2	灰份	27—32%	熱值	9300 英熱單位/磅
---------	----	--------	----	-------------

二、每日需用之煤量

1. 現在每日用煤量 150噸

2. 最大每日用煤量 280噸

(六) 南京首都電廠

一、現用煤之分析

首都電廠現用之煤多屬開灤煤及一部份淮南煤現尚無分析結果

二、每日需用之煤量

1. 現在每日用煤量 300噸

2. 最大每日用煤量 600噸

(七) 戚墅堰電廠

一、現用煤之分析

戚墅堰電廠現用之煤為開灤淮南基隆及中興華東各礦所產之煤, 其中開灤

58%，淮南23% 展隆 16% 華東中興3%。

二、每日需用之煤量

1. 現在每日用煤量 200噸
2. 最大每日用煤量 350噸

(八)各電廠煤之需用總量

- 一、現在每日需用煤量 一千五百噸
 每月需用煤量 四萬五千三百噸
- 二、現在每月需用煤量 (上海電力公司全部設備燃用煤)十萬五千噸
- 三、最大每月需用煤量 (各電廠設備均使用於全負荷情況)十七萬六千噸

各電廠現有設備應燃用煤之性能探討

京滬杭各地電廠現有之燃燒設備，不外煤粉燃燒及自動加煤器二種，而在加煤器中，除上海電力公司有五座多槽火下式加煤器 (Multiple-retort underfeed Stoker)外，餘均為鍊篋式加煤器 (Chain grate stoker)，按各種不同加煤器應用之範圍亦自不同，有適當之固體燃料，方能得最經濟之燃燒及最高之燃燒效率也。

(一)火下式加煤器，鍊篋式加煤器，及煤粉燃燒設備應用煤之範圍

- 一、火下式加煤器用於此種加煤器之固體燃料，以烟煤之易成餅狀及焦狀者 (Bituminous of Coking and Caking tupe) 由於煤床之激動，使此成塊成焦之煤破碎而燃燒，此種煤之大小宜在 $1\frac{1}{2}$ "—2" 見方大小而富於高灰份熔點溫度者，通常多槽火下式加煤器用煤只需在2"以下大小者均可應用。
- 二、鍊篋式加煤器：此種加煤器之爐柵係連續走動，而爐條本身無激動工作，煤係均勻加到爐柵上面薄層燃燒，用於此種加煤器為無烟煤焦碳粉及為易成餅狀焦狀之烟煤 (Free burning bituminous)。煙煤之大小，在自然通風之鍊篋式加煤器，以 $\frac{3}{4}$ "至 $1\frac{1}{4}$ " 大小為宜，在壓力通風之鍊篋式加煤器，煤在 $1\frac{1}{2}$ "以下大小者均可用之。
- 三、煤粉燃燒設備：煙煤及無煙煤均可作燃用，而以煙煤為理想燃料，煤之水份不宜過多，過多則磨粉器之磨成煤粉量將銳減，京滬杭各電廠之用煤粉燃燒設備者，多屬乾式爐底，宜燃用灰份熔點高者之煤，煤之灰份高者，亦不相宜，飛灰將影響都市居民之健康，煤之大小通常以在 $\frac{3}{4}$ "→ $1\frac{1}{4}$ " 者為宜，過小之煤，常含水份較多，且運輸時損耗亦大。

(二)各電廠目前所擬用煤之性能標準

現以煤離礦前多未加處理，性能因無一定標準，各電廠亦均以煤之來源不易，供不應求，多遷就事實，加以燃用所定之標準，僅足供目前使用參考耳。

一、上海電力公司

揮發物	>20%
硫 磺	< 1%
灰 份	<10%

水份	< 5%
灰份熔點溫度	< 2600°F
二、戚墅堰電廠	
揮發物	> 25%
硫 磺	< 1%
灰 份	< 30%
水 份	< 7%

其他各電廠，或因煤之分析設備不全，或云目前煤供不應求，擬定一標準，實無何積極之意義也。

(三)各電廠今後應選用煤之標準探討

在國家安定一切趨於正常之狀態時，煤將大規模開採，同時品質自應提高以供各電廠之需要，而各電廠亦均將選用適當之煤以求達最高之燃燒效率，茲依據各電廠現有之燃料燃燒設備，暫定今後煤應預備之標準如下：

一、多槽火下式加煤器(上海電力公司)

可選用易成焦成塊狀之煙煤其成份及大小範圍如下：

煤之大小	小於 2吋
揮發物	大於25%
固定碳	大於45%
硫 磺	小於 1%
水 份	小於15%
灰 份	小於15%
熱力值	大於10000英熱單位
灰份熔點溫度	大於2200°F

二、鍊籠式加煤器(各電廠)

煙煤宜選用不易成塊成焦狀者其成份及大小範圍如下：

煤之大小	小於 1 ¹ / ₂ "
揮發物	大於20%
固定碳	大於40%
硫 磺	小於 1%
水 份	小於15%
灰 份	小於20%
熱力值	大於10000英熱單位

三、煤粉燃燒設備(上海電力公司，南京首都電廠及杭州閘口電廠)

煤之大小	3 ¹ / ₄ "—1 ¹ / ₄ "
揮發物	大於20%
固定碳	大於45%
硫 磺	小於 1%

水份	小於10%
灰份	小於10%
熱力值	大於10000英熱單位
灰份熔點溫度	大於2600°F
磨硬度(Grindability Hradgrove Index)	大於55

各煤礦今後對電廠用煤應有之改進之意見

目前各煤礦對煤之處理方面，或以設備不足，或以時局不定，或恐增加成本，因之多未能加以適當之處理，故各電廠所用之煤所含灰份多在25%至30%之間，每磅煤之熱力值亦僅在9500英熱單位左右，硫之含量多在2%以上，品質不良之煤，不但對電廠各種設備使用時易受損壞，減低工作效率，且佔去不少有效運輸噸位，蓋如30%灰份之煤，在運輸時每千噸中不啻運輸三百噸無用之石子也

(一)煤之預備方法

煤之預備方法，不外下列數種，但對電廠用煤，均極關重要，茲簡述之如下：

一、煤之大小(Coal Sizing)問題：煤之各種大小，使用於不同之燃料燃燒設備均有不同之影響，適當大小之煤，方能得最經濟之燃燒，煤出礦前可先加以篩分，成各種大小再行出售，美國各種煙煤及無煙煤等均有各種不同標準大小，以供動力廠用煤之選擇。

二、選煤及着色(Coal separation and Coloring)此種選煤乃指煤剛出礦時，用人工加以選擇剔出可見之各種石子雜渣木材等，使大塊煤均成清潔之煤，着色乃將顏色噴射至煤上，以與其他各礦煤之區別。

三、加油及去灰(Oiling and Water Dedusting) 加油乃將細煤粉屑及灰，附着於大塊煤上，如此則於燃燒時減少飛灰之生成。

除去灰塵辦法，通常用高壓水噴到煤上，同時使煤本身在一篩上振動使灰塵隨水沖洗流出，則得極清潔之煤。

四、洗煤(Washing)洗煤多利用重心分離法(gravity separation)，使煤於水中與較重之石子及其他不潔物分離，而得較純潔之煤，以供動力廠之選用。

(二)與各電廠協商研究電廠用煤之品質標準意見

以上各種煤之處理方法僅述其大概，但無庸異議要增加煤之成本不少，惟此種工作固極有研究之價值，提高煤之品質則增加燃燒效率，且減少損壞電廠設備之因素，電廠自願以較高之代價購買，如此則煤礦可將所費於煤處理費用收回，同時可省出國家不少之運輸噸位，實一舉而二得也。煤礦方面極宜與電廠方面取得一協議，另可由研究機關參加，以決定動力廠用煤之預備標準及價格規定，以作提高煤之品質研究，煤之品質可暫依下列三因素作準。

- 一、煤之熱力值(heating value)
- 二、灰份(Ash Content)
- 三、含硫量(Sulphur Content)

結 論

此次調查京滬杭各地電廠，以時間所限，尙未能作實際工作上之研究，且因各電廠工作上之關係，許多燃燒效率情形尙無法得窺全貌，惟工作各同人已盡最大之努力，同時得各電廠之合作故得收集各項寶貴之記錄及應有之各種資料，加以研究，並作有系統之分析，各電廠之熱誠協助固至可感謝也。

柴油機管理守則

1. 須保持引擎之清潔，并隨時予以調節使其壽命得以延長。
2. 應熟知引擎及其所屬機件，并明瞭各部分之功用。
3. 切勿自以爲是，切記工廠規訓并遵遵守勿疑，免殆修理乃致錯失。
4. 切勿侈意漫談，蓋無人能盡知柴油機之一切，真正聰明者乃廣羅知識，注意細節，悉心研究柴油機之性能。
5. 日常工作中應付予充分之代價，尤其對於許多經驗上之學習，更應如斯。道聽途說，一文不值，而其代價亦正如斯。
6. 在書本中僅可讀到應做「任麼」及「何時」去做，但確有經驗者卻確知「何以」及「怎麼」，否則書本上所讀之「什麼」及「何時」將陷人於迷網中。
7. 地球自轉不息，既無軸承之支持，亦無潤滑之油料，但非柴油機也。
8. 當引擎不轉時，不應譴責引擎，最好管理人員譴責自身愚鈍。
9. 蒸汽引擎及燃氣引擎污濕時，仍可常時間轉動，而柴油引擎則不然，對於隱瞞及疏懶將使人常處於修理工作忙碌中。
10. 柴油機之管理人員，應於隨時立於自力之崗位上負起應負之責任應做之工作。

經濟部中央工業試驗所

熱工試驗室

連合作
技術報研專
告究題處分燃
理析燒試安檢
驗裝驗

國內
國外
學術
研究
機關
合作
連繫
及技
術
協助
有關
熱力
工程
國營
或民
營工
廠

各種
新興
熱力
工程
問題
之研
究編
印有
關熱
力工
程之
資料
與試
驗法
規

煤氣
煤油
柴油
木
柴
甘蔗
皮等
燃燒
研
究及
工業
用水
鍋爐
用水
之分
析處
理

蒸汽
機汽
油機
柴油
機
汽輪
機鍋
爐暖
氣
通風
冷藏
設備
燃料
燃燒
設備
及
其他

地址：上海惠民路二七三號

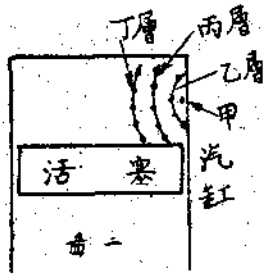
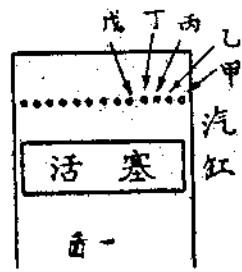
電話：五二六〇五

火 燄 傳 播 與 火 把

本文摘自張可治先生大作「工言」第四章之論言篇中，張先生曾任中央大學機械系主任多年，現任兵工署資委會鋼鐵遷建委員會主任委員。為國內有名之內燃機專家，有言論及文章深入淺出，本文「火燄傳播與火把」可供研究熱力工程者之參攷資料，特摘此以饗讀者。

——編者——

在一座汽油機的燃燒室裏 汽油的燃燒過程是很複雜的。我們已經確切認清的至少有三種不同的燃燒速度。譬如在圖一的燃燒室裏有分子一排，(A row of molecules)如甲，乙，丙……。火燄係自右而左。假如甲已燒過，乙正在燒着，丙尚未燒，但是火燄傳過去，丙，丁，戊，……，也會陸續燃燒。這樣一個分子一個分子地，(Molecule by molecule)按序而着火的速度就叫作反應速度 (Linear rate of reaction)。其次，分子甲，乙，因燃燒生熱而膨脹，都向左推出；同時分子丙，丁，……也被擠而向左移動。反應速度和分子移動的速度綜合起來就是火燄速度(Flame Speed)這火燄是一寸一寸地向左推移。



但是火焰傳播是呈輻射型的，如圖二一個分子甲的火焰能夠叫乙層分子着火，乙層的火焰能夠叫丙層着火，這些分子一層層地 (layer by layer)，逐漸燃燒過去的速度就叫燃燒速度(Mass Rate of Combustion)

這樣看來，這個燃燒過程是很複雜的，我們一時或者還不易明白，就令能夠明白，或者也不能得着一個深刻的印象。現在讓我們再用比論法來嘗試一下。譬如我們在廣場裏畫了許多同心圓圈，每圈相隔一公尺，在廣場正中立着一個人，第一圈上立四個人，第二圈八個人，第三圈十二個人，如是遞增。每人手裏拿一個火把。正中這個人先把火把點着，他外邊的四個人就借他的火，也把火把點着。這樣一圈圈地點出去，一會兒這全場火把都點着了。假設我們站在半空中，我們最初可以看見一點火焰，這火焰又一圈圈地逐漸蔓延出去，越變越廣，直把廣場邊界為止，見圖三。不過這只是一個籠統的印象。假使我們曾經仔細地觀察，我們還可以看出這火焰的詳細動態，以及他和燃燒室裏燃燒的情形相似的地方。第一，在某一個單位時間裏，火把點着的個數就相當於燃燒室裏的燃燒速度，在最初的時候，圈子小，每圈的人數少，火把點着的當然也少；這是燃燒速度低的比論。到後來，圈子大，每圈的人數多，火把點着當然也多，這就是燃燒速度高的比論。第二，廣場裏火焰向外蔓延的輻速度 (Radial Speed of flame propagation) 就相當於燃燒室裏的火

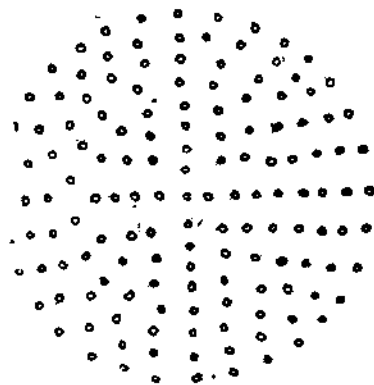


圖 三

焰速度。假使廣場裏的人都立着不動，這火焰速度就等於火把與火把間傳火速度，這傳火速度就相當於燃燒室裏的反應速度。但是假若每一圈的人，一面用火把傳火，一面自己也向外移動，把圈外的人向廣場的圍場擠過去，那麼火焰速度就不等於傳火速度了。因為在這種情形之下，火焰速度是先大後小，傳火速度是先小後大，何以故呢？這是因為在開始的時候，人與人之間的距離有一公尺，人的密度不大。甲要走過一公尺才可以傳火給乙。乙要傳火給丙，也要走過一公尺，所以傳火速度小，但是，惟其人的密度不大，所以裏面的人很容易向外邊擠過去，火把被人拿着，當然隨着人向外移動，所以火焰向外擴張的幅速度大。到後來靠近圍牆的人都被擠緊，只需一轉手之勞，甲就可以傳火給乙乙隨手又可以傳火給丙；所以傳火速度大，但是此時人已被擠而不能動，火焰僅靠傳火而向外蔓延，所以火焰向外擴張的幅速度小。所以我們可以明白廣場裏火焰速度與傳火速度有關，但是並不相同。氣缸裏火焰速度與反應速度有關，但是也不相同。

這個比論當然也够複雜，但是人和火把的動態是看得見的，而分子的動態是看不見的，看見了就容易懂。先懂得這看得見的，那看不見的就連帶想像也可以懂得了。

經濟部中央工業試驗所

機械製造實驗示範工廠

◀ 主要出品 ▶

試	標	小	工	工	動
驗	準	工	作	具	力
儀	配	具	機	機	機
器	件	具	機	機	機

廠址：南京漢中路十一號

電話：22825

木材之熱性質

(Thermal Properties of Wood)

王 愷(Kai Wang)

熱為物體之能力 (Energy)。藉輻射、對流、或傳導而達其他物件。木材之熱性質，係指木材在日常狀態下，因受熱後所生諸種熱的基本性質，舉其最要者為熱之傳導率(Thermal Conductivity)，熱膨脹(Thermal Expansion)及比熱 (Specific Heat)。茲就歐西諸國之研究所得，綜合分述於此，以供參考。

(一)熱之傳導率

木材之熱傳導率(K)，係指厚(X)一吋，面積(A)為一平方呎之木板，當其兩面之溫度差(T₁-T₂)為 1°F 時，每小時(Q)所傳過之熱量(Q. B. T. U.)之謂。通常可以下式表之：

$$K = \frac{QX}{AQ(T_1 - T_2)} \dots\dots(1)$$

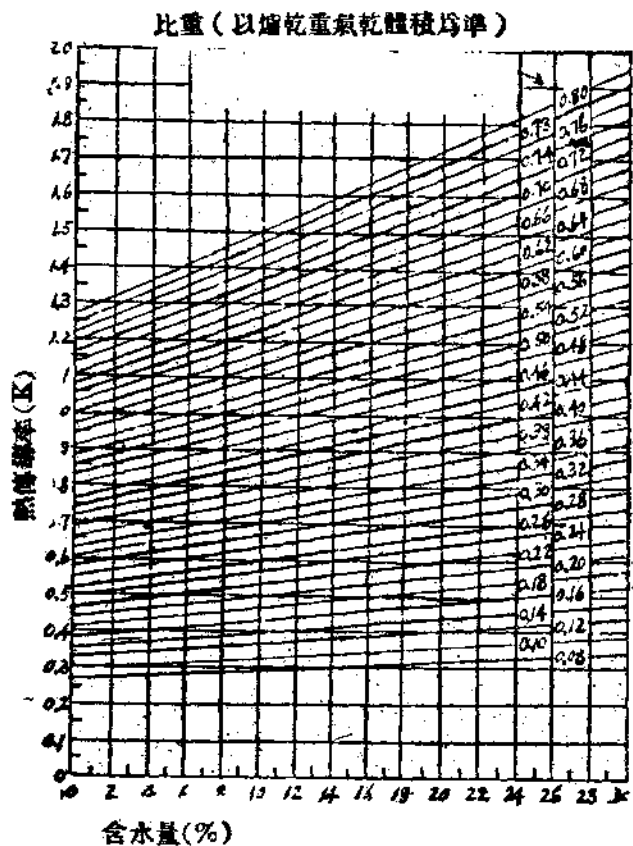
木材為一有機體，除主由木材質組成外，尚含有相當之水分與空氣及其他種含有物；因此其熱傳導率大小之變異頗大，影響之因子亦殊多。木材之種類不同，其熱傳導率自異，然其差異之主要原因，乃以各種不同木材之比重有異所致。比重較大之木材，其熱傳導率亦較高；而同比重之木材，水分之含有量較多者，其熱傳導率則愈大，且其影響之程度較比重尤為鉅。依美國林產研究所 Dr. J. D. Mac Lean 氏多次之試驗與研究，木材之熱傳導率與比重及其水分之關係，可以下式表示之：

$$K = S(1.39 + 0.028M) + 0.165 \dots\dots(2)$$

式中S為木材之比重（以爐乾重，氣乾體積為準。）M 為木材之含水量（0—3%）。

根據上式，木材之熱傳導率，比重及含水量三者之關係，可如圖一所示：

茲更就吾國之重要木材，依據上式，計算其熱傳導率有如下表：(表一)



圖一 木材之熱傳導率與其比重及含水量之關係 (採自 Dr. J. D. Mac Lean 氏之研究)

表一 中國重要木材之熱傳導率
(設各種木材之含水量均在氣乾狀態或12%之含水量時。)

中名	英名	學名	比重 (以爐乾量死 乾體積為準)	傳導率 (K)
冷杉	Fir	<i>Abies Fargesii</i> Franch.	0.41	0.87
		<i>A. Recurvata</i> Mast.	0.46	0.96
榿杉	Wen Sha	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	0.36	0.79
杉木	Chinese Fir	<i>Cunninghamia Sinensis</i> R. Br.	0.40	0.86
柏木	Cedar	<i>Cupressus Funebria</i> Endl.	0.62	1.24
		<i>Juniperus Chinensis</i> Kinn.	0.60	1.20
油杉	Yin Sha	<i>Keteleeria davidiana</i> Beiss	0.69	1.26
紅杉	Larch	<i>Larix Gmelinie</i> Ledeb.	0.55	1.12
		<i>L. Potaninii</i> Batal.	0.51	1.05
雲杉	Spruce	<i>Picea asperata</i> Mast.	0.38	0.82
		<i>P. brachytyla</i> var. <i>complanata</i> Cheng	0.53	1.08
		<i>P. Jezoensis</i> Carr.	0.45	0.94
		<i>P. Neoveitahii</i> Mast.	0.55	1.12
		<i>P. Purpurea</i> Mast.	0.41	0.87
松木	Pine	<i>Pinus armadi</i> Franch.	0.43	0.91
		<i>P. Koraiensis</i> S. et. Z.	0.45	0.94
		<i>P. massoniana</i> Lamb.	0.55	1.12
		<i>P. tabulaeformis</i> Carr.	0.56	1.13
紅豆杉	Yew	<i>Taxus cuspidata</i> S. et. Z.	0.54	1.10
黃柏	Hwang Poh	<i>Thuja orientalis</i> Linn.	0.68	1.34
榧木	Fa Mu	<i>Torreya grandis</i> Ford.	0.66	1.31
鐵杉	Hemlock	<i>Tsuga Chinensis</i> Pritz.	0.56	1.13
		<i>T. Yunnanensis</i> Mast.	0.69	1.36
槭木	Maple	<i>Acer Davidii</i> Franch	0.54	1.10
		<i>A. Flabellatum</i> Rohd.	0.64	1.27
		<i>A. Ginnala</i> Maxim.	0.71	1.39
		<i>A. triflorum</i> Kom.	0.70	1.38
白椿	Pe Chun	<i>Ailanthus altissima</i> Swingl.	0.60	1.20
榎木	Alder	<i>Alnus Cremastogyne</i> Burk.	0.55	1.12
木樺	Birch	<i>Betula albasinuensis</i> Burk.	0.66	1.31
		<i>B. Japonica</i> Sieb	0.53	1.08
		<i>B. Luminifera</i> Winkl.	0.55	1.12
黃楊木	Box Wood	<i>Buxus hartandii</i> Hance.	0.85	1.64
栗木	Chestnut	<i>Castanea Mollissima</i> Bl.	0.69	1.36
紅栗	Shih Li	<i>Castanopsis fargesii</i> Franch.	0.59	1.19
		<i>C. hystrix</i> D. C.	0.54	1.10
		<i>C. Platycantha</i> R. et. W.	0.49	1.01
楸木	Catalpa	<i>Catalpa bungei</i> C. A. Mey.	0.55	1.12
		<i>C. Ovata</i> E. Don.	0.53	1.12

樟 木	Chang Mu	Cinnamomum Camphora Nees et. Eherm	0.66	1.31
水青岡	Beech	Fagus longipetiolata Seem.	0.78	1.51
白蠟木	Ash	Fraxinus Chinensis Roxb.	0.69	1.36
核 桃 木	Walnut	Juglans cathayensis Dode	0.60	1.20
		J. regia Linn.	0.66	1.31
		J. mandshurica Maxim	0.64	1.27
楓 香 木	Red Gum	Liquidambar Formosana Hance	0.59	1.19
楠 木	Nan Mu	Machilus ichangensis R. et. W.	0.45	0.94
		M. microcapa Hemsl.	0.70	1.38
		M. Pingii Cheng.	0.53	1.08
		Phoebe fabri Chun.	0.65	1.29
		P. Yaoana Hu, et. Cheng.	0.60	1.20
棟 木	Lien Mu	Melia azedarach Linn.	0.64	1.27
紅豆木	Hungton Mu	Ormosia herry Prain	0.76	1.48
抱 桐 木	Poutong	Paulownia fortunei Hemsl.	0.46	0.96
		p. forgasii Franch.	0.20	0.51
石楠木	Shih Nan	Photinia beauverdiana Schneid.	0.49	1.01
楷 木	Kai Mu	Pistacea Chienensis Bunge	0.75	1.46
楊 木	Popular	Populus adenopoda Maxim	0.49	1.01
		P. Simonii Carr.	0.50	1.03
		P. tremula var. davidiana Linn.	0.50	1.01
山麻柳	Ma Liu	Pterocarya insignis R. et. W.	0.36	0.79
		P. Stenoptera DC.	0.49	1.01
櫟 木 (或青崗)	Oak	Quercus acutissima Carr.	0.88	1.69
		Q. Aliena Bl.	0.73	1.43
		Q. dentata Thunb	0.84	1.62
		Q. glauca vonregacilis R. et. W.	0.76	1.48
		Q. Variabilis Bl.	0.80	1.55
栲 木	Ho Mu	Schima crenata Kerth.	0.56	1.13
椴 木	Boss Wood	Tilia Mandshurica Rupr. et. Maxim	0.48	1.00
		T. Mongolica Maxim	0.54	1.10
榆 木	Elm	Ulmus Japonica Sary.	0.66	1.31
		U. Macrocarpa Hance.	0.64	1.27
榔 木	Chinese Elm	Zelkova Sinica Schneid	0.79	1.53

此外尚須注意者，即沿木材纖維方向之熱傳導率較與纖維垂直方向者約大一倍，蓋木材之纖維方向分子之排列為長鏈式，對熱之阻力遠較其垂直方向為小也。至木材雖具節，如甚小而不甚多時，對其熱傳導率並無甚大之影響；唯節之較大者，有增加其熱傳導之趨勢。木材因乾燥不良所生細微之裂縫，據試驗所知，對熱傳導率亦殊少關係，但木材之具斜紋理者，以其傳導率漸近纖維之垂直方向，故當增加。夾板 (Plywood) 之熱傳導率，雖以其有膠之存在，可能有若干之影響，但以其存在之量較全體木材而言，則殊微，由試驗證明，其影響亦殊小，如增高木材之平均溫

度,據 MacLean 氏之研究,其熱傳導率最高不過增加 4% 也。

茲更就常用主要建築材料之熱傳導率,列表如下,以資比較:

表二 主要建築材料之熱傳導率

材 料 名 稱	熱 傳 導 率 (K)	測 定 者
石 棉 板	0.27-0.31	Willard 及 Lichty
細 砂	0.38	Forbes
羊 毛 氈 屋 面	0.70	Forbes
乾 礫 石	2.58	Grochey
乾 土	1.0	Lees 及 Chorlton
溼 土	4.6	Lees 及 Chorlton
水泥水(泥1:砂2:礫石2)	5.3	Groeber
石 板	10.4	Lees 及 Chorlton
鈉 玻 璃	5.0	Barratt
磚	1.21	Hencky
大 理 石	14-16	H-L-D
花 崗 石	12-28	Poole
鋼 (Bessemer)	260	Kirchhoff & Hanserman
鋁	197	Lorenz

由上表與木材之熱傳導率相較,可知木材實為一最良好之絕緣體,以之用作房屋建築等,誠屬相宜。美國 B. L. Grondal 教授,曾就多種不同材料所造之屋頂及圍牆,每日熱量之損失,加以估計,有如下表,更可佐證。

表三 各種不同材料之屋頂及圍牆每月熱量損失比較表
(所有數字均以屋頂一千方呎圍牆一千八百方呎之小住宅為準)

材 料 種 類	熱 量 損 失	每月熱量 損失以\$計	熱量損失較 大赤柏薄板%
赤柏薄板圍牆與赤柏屋頂蓋板	每小時 0.571 B. T. U.	\$11.26	
	每 月 18,850,400 B. T. U.		
8" 磚牆與板岩屋頂	每小時 0.773 B. T. U.	\$15.17	34.30%
	每 月 25,290,200 B. T. U.		
8" 磚牆與瓦屋頂	每小時 0.866 B. T. U.	\$16.51	46.16%
	每 月 27,523,200 B. T. U.		
8" 磚牆與「瀝青」薄板屋頂	每小時 0.877 B. T. U.	\$16.67	47.56%
	每 月 27,787,200 B. T. U.		

鋼骨水泥牆與板岩屋頂	每小時	0.852 B. T. U.	\$16.70	47.84%
	每 月	27,840,000 B. T. U.		
鋼骨水泥牆與瓦屋頂	每小時	0.925 B. S. U.	\$18.04	59.70%
	每 月	30,072,000 B. T. U.		
鋼骨水泥牆與『瀝青』薄板屋頂	每小時	0.956 B. T. U.	\$18.20	61.11%
	每 月	30,336,000 B. T. U.		

國人對木建房屋，輒感夏熱冬寒，殊少好感，良以吾國一般之木建築，概多為貧民居住，房屋既甚矮小，且屋頂及牆壁又極單薄，因此當不若高大而厚之磚瓦及水泥建築。試觀今日美加諸國，一般人民住宅，概為木材建成，美觀舒適，良有由矣。

(二)熱膨脹

物質概遇熱膨脹，遇冷收縮，其脹縮之大小，常以單位長度之物體於溫度每增高或減少攝氏一度時，其長度所生之差異數表示之，即通稱之線膨脹係數 (Linear expansion coefficient) 設木材原長 l_1 ，在溫度昇高 dt° 後所增加之長度為 dl ，則其線膨脹係數 α_n 可以下式表示之：

$$\alpha_n = \frac{dl}{l_1 dt^\circ} \dots\dots (2)$$

木材之熱膨脹係數可由試驗測定，唯木材係一有機體，其熱膨脹係數非止因木材之種類有別，即木材纖維之方向，亦與之有關，茲將美國林產研究所就美國主要木材測得之結果，摘述於次，以供參考：

表四 美國主要木材之線膨脹係數〔每單位長度木材在通常溫度下每增（或減）攝氏一度時其所增（或減）加之線膨脹值〕

木 材 種 類	膨 脹 方 向	
	與 纖 維 平 行	與 纖 維 垂 直
樟 木	0.000053	.....
山 毛 樟	0.000014	0.0000341
樟 木	0.000011	.....
樟 木 (弦向)	.....	0.0000178
樟 木 (徑向)	.....	0.0000146
栗 木	0.000028	0.0000181
榆 木	0.000031	0.0000246
桃 花 心 木	0.000020	0.0000224
槭 木	0.000035	0.0000269
麻 栗 (青扛)	0.000027	0.0000302

紅麻栗	0.000019	.....
紅麻栗(弦向)	.....	0.0000233
紅麻栗(徑向)	.....	0.0000157
松木	0.0000030	0.0000189
核桃木	0.0000026	0.0000269

由上表可知沿木材纖維方向之線膨脹係數較其與纖維垂直方向者，約小十倍，通用木材作尺，多沿其纖維方向鋸成，即沿此理。茲更就日用之其他材料之線膨脹係數，列舉如下，以資比較：

表五 數種重要日用材料之線膨脹係數(Foley)

名稱	適用溫度範圍 (F°)	線膨脹係數 (每攝氏一度)
鋁	0—212	0.0000224
黃銅	0.00001880
青銅	0.00001910
金	0.00001480
鑄鐵	0.00001110
可鍛鐵	0.00001180
鉛	0.00002800
鑄鋼	0—100	0.00001110
軟鋼	0.00001210
硬鋼	0.00001250
錫 (鑄物)	0.00002180
鋅 (鑄物)	0.00002640
赤磚	0.0000350
玻璃	0.00000861

設木材在溫度 t_1 時，其厚長為 l_1 ，當溫度增高至 t_2 時，其長度可依(3)式，而按下式計算：

$$\begin{aligned} \therefore dl &= l_2 - l_1, & dt &= t_2 - t_1 \\ \therefore l_2 &= l_1 [1 + \alpha w (t_2 - t_1)] \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

木材因溫度增高，其膨脹後之長度，雖可按上式求得，但以木材常含有相當水分，當溫度增高時，水分之蒸發加速，木材遂形收縮，此收縮之數值，遠較其膨脹所增之值為大，因此木材之熱膨脹值，在多種應用上，殊乏意義。唯當木材含有同一水分而在不同溫度下時(例如氣溫在 70°F 。相對濕度在 53% 與氣溫在 212°F ，相對濕

度為 78% 時, 木材之平衡含水量均為 10%), 其膨脹數值, 自有其意義。木材之溫度如在 0°C 以下, 則其膨脹之大小, 尤具價值。

(三) 比 熱

物質之比熱為使單位重量之物質, 溫度升高一度所需之熱與同單位重量之水, 溫度升高一度, 所需之熱之比。凡使單位重量之物質, 溫度升高一度, 所需之熱量, 是稱該物質之熱容量(Heat capacity)故比熱, 亦即某物質與水之熱容量之比。

全乾木材之比熱或稱木材之真比熱(True specific heat)據美國氏 F. Duplap 之研究, 與木材之種類無關係, 可以下式表示之:

$$C = 0.266 + 0.00116t \dots \dots \dots (5)$$

式中 C 為比熱, t 為木材之溫度(°C)。

如木材含有相當之水分時, 則木材之比熱, 除包括木材之材質及所含之空氣外, 水分之比熱, 尚有相當之影響。設 C_x 為木材之平均比熱 (Average specific heat) C_w 為水之比熱, X 為木材之含水量(以溼材重為準), 即 $X = \frac{W_g - W_o}{W_g}$ (W_g 為溼材重, W_o 為爐乾木材重) C_o 為全乾木材之比熱; 則

$$C_x = xC_w + (1-x)C_o \dots \dots \dots (6)$$

唯木材之含水量, 一般均以爐乾重為準, 即 $M = \frac{W_g - W_o}{W_o}$; 故

$$M = \frac{W_g}{W_o} - 1 \text{ 或 } \frac{W_o}{W_g} = \frac{1}{1+M}$$

$$\therefore x = \frac{W_g - W_o}{W_g} = 1 - \frac{1}{1+M} = \frac{M}{1+M}$$

故 $C_x = \frac{M}{1+M} C_w + \left(1 - \frac{M}{1+M}\right) C_o$

$$= \frac{M + C_o}{M + C_w} = \frac{M + (0.266 + 0.00116t)}{M + 1} \dots \dots \dots (7)$$

在通常狀態下, 設氣乾木材之含水量為 12%, 木材之溫度為 27°C 時, 其比熱應為 0.372。

茲就其他重要日用材料之平均比熱, 列表於下, 以資比較:

表六 數種重要日用材料之平均比熱(32°-212°F)
(H. C. Weber)

材料名稱	比 熱	材料名稱	比 熱
鋁	0.224	軟 木	0.485
鐵	0.122	玻 璃	0.199
石 棉	0.20	花 崗 石	0.195
磚	0.22	大 理 石	.210
水 泥	0.156	砂	0.195

由上表可知木材之比熱頗大，意即其熱容量頗大，加以其熱之傳導率殊小，故日用器皿工具等之手柄及傢俱坐椅等均以木製者為宜。

重要參考文獻舉隅

1. Dunlap, F.
1912. The Specific Heat of Wood, U. S. D. A. Forest Service Bull. 110, 28 p. p., Washington, D. C.
2. Kollman, F.
1936. Technologic des Holzes, Julius Springer, P. 110—124; Berlin.
3. MacLean, J. D.
1941. Thermal Conductivity of Wood, Reprinted from ASHVE Journal Section, Heating, Piping and Air Conditioning, 12 pp; U. S. A.
4. Merriman, T. and Wiggin, T. H.
1930. American Civil Engineer's Handbook, fifth edition, p. 250—275, 2263 pp.
5. U. S. Forest Products Laboratory.
1940. Wood Handbook, U. S. Superintendent of Documents, P. 43—44 and P. 299—306, 325 pp., Washington, D. C.
6. 唐燿 屠鴻遠：
1942. 國產重要木材之基本比重及計算出之力學抗強，經濟部中央工業試驗所木材試驗室特刊，第 31 及 32 號 28pp.

務本嚴記製版所

專排書版雜誌

兼代印刷裝訂

工作認真 出品精良

(本刊即由本所排印)

地址：上海武定路西摩路口五三七弄六十六號

高壓過熱蒸汽流經理想汽嘴之 最大流量經驗方程式

刁 紹 純

An Empirical Formula For The Maximum Flow
of High Pressure Superheated Steam Ejecting Through
an ideal Nozzle.

By S. S. TIAO

蒸汽流經理想汽嘴，其最大流量可利用蒸汽圖或表以求得之，但此種計算，頗為麻煩，僅在準確度需要極高之際始為之。關於此類之經驗方程式，散見於各書者，為數有幾類皆形式簡易，便於計算，在實用上甚有價值。惟大多數之適用範圍，皆接近於飽和蒸汽狀態左右，或其過熱度及蒸汽壓不大之際，有時須加以修正，始可普遍應用，此類經驗方程式，其最著者有三：

(一) Grashof 氏公式

$$\frac{W}{A} = 0.0165 P_a^{0.97}$$

(二) Rateau 氏公式

$$\frac{W}{A} = \frac{P_a}{1000} (16.367 - 0.96 \log P_a)$$

(三) Napier 氏公式

$$\frac{W}{A} = \frac{P_a}{70}$$

注：P_a = 蒸汽進入汽嘴前之絕對壓力，Lb/in². abs.

A = 汽嘴喉部面積，Sq. in.

W = 最大蒸汽流量，Lb./Sec.

上列三式，僅適用於飽和蒸汽，為求適用於過熱蒸汽，Grashof 氏公式有時加以修正而成為下列形式

$$(四) \frac{W}{A} = 0.0165 \frac{P_a^{0.97}}{1 + 0.00065D}$$

式內之 D 為蒸汽進入汽嘴前之過熱度。(攝氏)

作者近根據 Ellenwood 氏 Thermodynamic Charts 計算高壓高溫蒸汽流經汽嘴之最大流量與(四)式相比較，發現後者頗失之過低。而(四)式稍嫌複雜，計算不便。反視(三)式，與(一)式殊相接近。而形式簡便，計算甚易。若用某種因素加以修正，頗有引用之價值。據作者部份研究結果，下列一式，似可成立：

$$\frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \frac{1}{1 + 0.000376B}$$

注：式內各單位同前，惟 $B = t_0 - t_{ss}$

t_0 = 汽嘴進口處之汽溫 ($^{\circ}\text{F}$),

t_{ss} = 相當於 s_0 之蒸汽飽和溫度 ($^{\circ}\text{F}$)

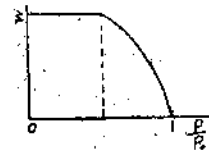
在進行計算前，下列四點，須先加以說明：

(1) 蒸汽在汽嘴內之膨脹過程為等熵的。

(2) $V = 223.7 \sqrt{h_0 - h}$

此式為計算汽嘴內任何一處之流速所必需。式內之 h_0 為蒸汽進入汽嘴前之焓值，單位為 B. T. U./Lb. h 為在汽嘴內任何一處之焓值，單位同前。V 為在同處之蒸汽流速，單位為 Ft./Sec. 初速為零。

(3) 汽嘴出口處之汽壓，若小於臨界壓力 (Critical Pressure)，則蒸汽流量均為最大可能之值 (但在收斂一發散式汽嘴，則雖稍大於臨界壓力，仍可保持最大流量，此處未詳論)。其關係如下圖所示。若出口汽壓，大於臨界壓力，則其流量將為之減小，本文所論，只限於最大可能之值。



(4) 每單位面積最大流量之條件為

$$\frac{d\left(\frac{W}{A}\right)}{dV} = 0$$

但因 $\frac{W}{A} = \frac{V}{v}$ (v 為比容，單位為 Ft^3/Lb)

故上述條件可書為

$$\frac{d\left(\frac{V}{v}\right)}{dV} = 0$$

如蒸汽之最初狀態 (Initial state) 為一定，則 V 為 $\left(\frac{P}{P_0}\right)$ 之唯一函數，亦即 $V = f\left(\frac{P}{P_0}\right)$ 。故

$$\text{得 } dV = \frac{df}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} d\left(\frac{P}{P_0}\right) = \frac{dV}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} d\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

上述條件因此可書成

$$\frac{d\left(\frac{V}{v}\right)}{\frac{d(V)}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} d\left(\frac{P}{P_0}\right)} = 0$$

S=1.43 汽嘴喉部 $\frac{W}{A}$ 數值之計算

	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	
$P(\frac{Lb}{in^2})$	1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200	
$h(\frac{B.T.U.}{Lb})$	1234.2	1229.6	1224.8	1219.2	1213.9	1208.1	1202.0	1195.0	1188.8	1181.7	1173.8	1165.2	1155.4	1151.2	1147.0	1142.0	1137.0	
$v(\frac{Ft^3}{Lb})$	0.495	0.516	0.539	0.565	0.592	0.622	0.657	0.700	0.753	0.816	0.892	0.980	1.080	1.14	1.20	1.26	1.33	
$t(°F)$																		
(19)	Δh	0	4.6	9.4	15.0	20.3	26.1	32.2	39.2	45.4	52.5	60.4	69.0					
	V	0	480	685	868	1038	1143	1270	1401	1507	1621	1738	1858					
	$\frac{V}{v}$	0	930	1271	1532	1705	1840	1950	2000	2000	1968	1949	1895					
	$\frac{P}{P_0}$	1	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45					
(20)	Δh		0	4.8	10.4	15.7	21.5	27.6	34.6	40.8	47.9	55.8	64.4					
	V		0	491	721	887	1038	1176	1316	1429	1548	1670	1795					
	$\frac{V}{v}$		0	912	1278	1500	1670	1790	1880	1990	1896	1872	1832					
	$\frac{P}{P_0}$		1	0.946	0.845	0.842	0.790	0.737	0.684	0.632	0.578	0.526	0.474					
(21)	Δh			0	10.9	16.7	22.8	29.8	36.0	43.1	51.0	59.6						
	V			0	739	915	1070	1222	1342	1469	1598	1727						
	$\frac{V}{v}$			0	1246	1470	1630	1750	1785	1830	1790	1761						
	$\frac{P}{P_0}$			1	0.886	0.831	0.776	0.720	0.665	0.610	0.554	0.499						
(22)	Δh				0	5.3	10.9	17.2	24.2	30.4	37.5	45.4	54.0					
	V				0	515	733	928	1101	1234	1370	1507	1643					
	$\frac{V}{v}$				0	870	1188	1410	1575	1640	1680	1690	1680					
	$\frac{P}{P_0}$				1	0.941	0.772	0.823	0.764	0.706	0.646	0.588	0.529					
(23)	Δh					0	5.8	11.9	18.9	25.1	32.2	40.1	48.7	58.5	62.7	66.9		
	V					0	—	—	—	—	1270	1417	1561	1711	1722	1830		
	$\frac{V}{v}$					0	—	—	—	—	1555	1589	1595	1558	1558	1525		
	$\frac{P}{P_0}$					1	—	—	—	—	0.687	0.625	0.563	0.500	0.475	0.450		
(24)	Δh						0	6.1	13.1	19.3	26.4	34.3	42.9	52.7	56.9	61.1	66.1	
	V						0	—	—	—	—	1310	1465	1624	1687	1749	1819	
	$\frac{V}{v}$						0	—	—	—	—	1470	1496	1503	1460	1456	1430	
	$\frac{P}{P_0}$						1	—	—	—	—	0.606	0.600	0.533	0.506	0.480	0.453	
(25)	Δh							0	—	—	—	28.2	36.8	46.6	50.8	55.0	62.0	65.0
	V							0	—	—	—	1168	1357	1526	1594	1658	1761	1803
	$\frac{V}{v}$							0	—	—	—	1331	1382	1411	1400	1380	1398	1360
	$\frac{P}{P_0}$							1	—	—	—	0.714	0.642	0.571	0.543	0.514	0.485	0.457

$$\text{或 } \frac{1}{\frac{dV}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)}} \cdot \frac{d\left(\frac{V}{v}\right)}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} = 0$$

當 $\frac{P}{P_0}$ 漸小, 則 V 必漸大, 故在一般實同範圍內, $\frac{dV}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)}$ 斷無為零或無窮

之處, 故每單位面積最大流量之必需條件又可書成

$$\frac{d\left(\frac{V}{v}\right)}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} = 0$$

$$\text{或 } \frac{d\left(\frac{W}{A}\right)}{d\left(\frac{P}{P_0}\right)} = 0$$

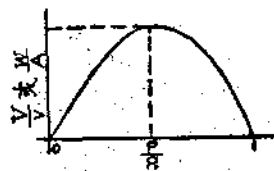
根據最後一式, 可知汽嘴必須有一面積最小之喉部, 蓋當 $\frac{P}{P_0}$ 達某一數值時,

$\frac{W}{A}$ 必有一最大之值 (最小在物理意義上為不可能)。而 W 之值為一定, 故 A 必

為最小, 利用蒸汽表或圖, 可得相當於每一 $\frac{P}{P_0}$ 處之 $\left(\frac{V}{v}\right)$, 繪製成圖, 則最大

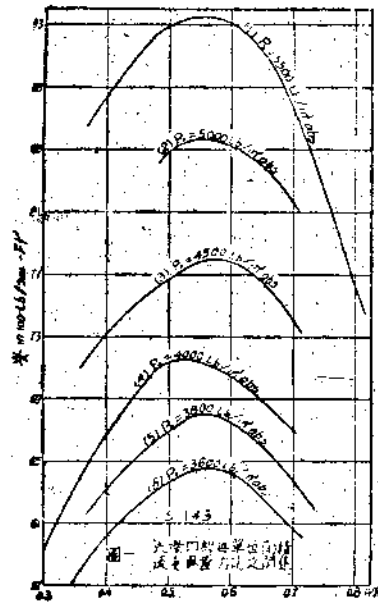
$\frac{V}{v}$ (或 $\frac{W}{A}$), 可從而讀取之, 該處之 $\frac{P}{P_0}$ 則稱為臨界比例數 (Critical ratio)。

是類圖形, 示例為下:

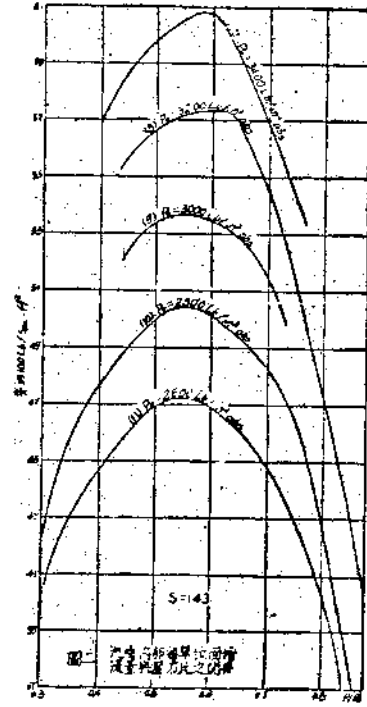


已知蒸汽之最初狀態, 則汽嘴之設計, 在於求得適當之喉部面積, 以期能放射最大流量之蒸汽。故 $\frac{W}{A}$ 之值為已知, 則此問題即告解決。

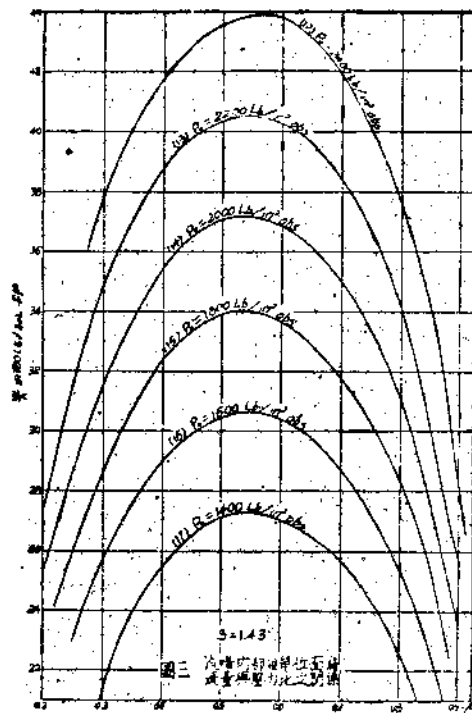
以上第二十一、二十二兩面插頁成表之計算, 即根據上述四點而來。汽嘴進口處之蒸汽狀態如下: $S_0 = 1.43$, 汽壓由 $5000 \text{ Lb/in}^2 \text{ abs.}$ 以至 $750 \text{ Lb/in}^2 \text{ abs.}$



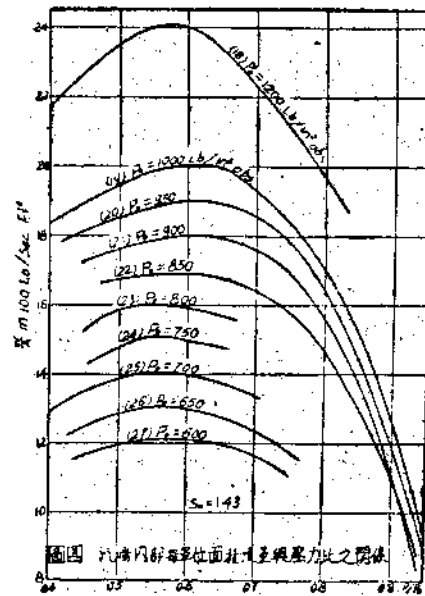
圖一 汽機內每單位面積之質量流量與壓力比之關係



圖二 汽機內每單位面積之質量流量與壓力比之關係



圖三 汽機內每單位面積之質量流量與壓力比之關係



圖四 汽機內每單位面積之質量流量與壓力比之關係

根據上列表圖，將其結果與由 Grashof 及 Napier 二氏公式算出結果作一比較，如下表：

根據蒸汽圖算出結果		根據 Q 公式算出結果		根據 W 公式算出結果	
D_0 Lb In ²	t_0 F	D °F	W/A Lb A	W/A Lb A	誤差
700	503	0			-0.14
750	518	7			-0.13
800	534	10	10.58	11.40	-0.30
850	548	23	11.36	12.12	-0.40
900	560	28	12.00	12.85	-0.35
950	572	33	12.75	13.55	-0.35
1000	583	38	13.00	14.28	-0.38
1200	626	58	15.30	17.12	-0.32
1400	667	80	17.55	20.00	-1.00
1600	701	96	20.00	22.60	-1.50
1800	732	110	21.18	25.70	-2.00
2000	761	125	24.40	28.60	-2.80
2200	788	138	26.30	31.40	-3.50
2400	812	150	28.60	34.20	-3.70
2600	830	162	30.4	37.10	-4.30
2800	838	173	32.8	40.00	-4.60
3000	848	183	35.60	42.80	-5.40
3200	859	194	36.6	45.70	-5.90
3400	918			48.50	-6.20
3600	937			51.40	-6.80
3800	952			54.20	-7.00
4000	971			57.10	-7.60
4500	1010			64.30	-10.20
5000	1043			71.50	-12.00

上表所用之 Grashof 氏公式，係用過熱度之因素加以修正者，而 Napier 氏公式則否，表內所稱之誤差，係用由蒸汽圖算出之 $\frac{W}{A}$ 各減去由二氏公式算出結果而成。由上表可知當過熱度不大時，則由此三種不同方式算出之結果，極為接近，但當壓力及過熱度愈高，則其誤差亦愈大。

由上可知若將 Napier 氏公式用某種因素加以修正，可望得一簡便公式以計算 $\frac{W}{A}$ 之近似值。茲假定新公式之形式為下：

$$\frac{W}{A} = \frac{P}{70} \left(\frac{1}{1+XD} \right)$$

式中之 X 待決定。

將上式移項得
$$X = \frac{1}{D_0 \left(\frac{W}{A} \right)} \left(\frac{P_0}{70} - \frac{W}{A} \right)$$

根據上式及前面計算結果，可求出 X 之值，茲將求法表列如次：

(注：在此例中， $P_0 = 1000 \text{ Lb/in}^2 \text{ abs}$ 以下者，其 $\frac{W}{A}$ 之值殊為準確，故下列計算，僅包括 $P_0 = 1000 \text{ Lb/in}^2 \text{ abs}$ 以上者)。

$$X = \frac{1}{D_0 \left(\frac{W}{A} \right)} \left(\frac{P_0}{70} - \frac{W}{A} \right)$$

$\frac{P_0}{\text{Lb/in}^2}$	1800	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200
D_0 °F	93	110	125	138	150	162	173	183	194
$\frac{W}{A}$ Lb Sec-in ²	81.50	23.70	25.80	28.20	30.50	32.80	35.10	37.40	39.8
$\frac{W}{A} \frac{P_0}{70}$	1.50	2.00	2.80	3.20	3.70	4.30	4.90	5.40	5.90
X	0.000734	0.000766	0.000869	0.000823	0.000608	0.000807	0.000806	0.000790	0.000764

X 之平均值為 0.000777

註：因便利排版，此表已刪去一部。

由上表求得 $\frac{W}{A}$ 之近似公式如下：

$$\frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \left(\frac{1}{1 + 0.000777D_0} \right)$$

此式不甚準確，以採用下式為佳：

$$\frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \left(\frac{1}{1 + 0.000366B} \right)$$

式內之 B 等於 $(t_0 - t_{ss})$ ，而 t_{ss} 則為相當於 S_0 之飽和蒸汽壓力。如本例所示，相當於 $S_0 = 1.43$ 之 t_{ss} 為 503°F 。最後一式之得來，請參閱下表：

$$X = \frac{1}{B_0 \left(\frac{W}{A} \right)} \left(\frac{P_0}{70} - \frac{W}{A} \right)$$

P_0 Lb in ² abs	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
$\frac{W}{A}$ Lb Sec-in ²	13.90	16.80	19.00	21.30	23.70	25.80	28.20	30.50	32.80
$\frac{W}{A} - \frac{P_0}{70}$	0.58	0.32	1.00	1.50	2.00	2.80	3.20	3.70	4.30
B_0 °F	81	124	165	199	230	259	286	310	334
X	0.000338	0.000154	0.00032	0.000354	0.000368	0.00042	0.00039	0.000391	0.000393

P_0 Lb in ² abs	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4500	5000
$\frac{W}{A}$ Lb Sec-in ²	35.10	37.40	39.80	42.30	44.60	47.20	49.50	54.10	59.50
$\frac{W}{A} - \frac{P_0}{70}$	4.90	5.40	5.90	6.20	6.80	7.00	7.60	10.20	12.00
B_0 °F	356	376	397	416	435	450	469	508	541
X	0.000392	0.000384	0.000373	0.000352	0.000351	0.000330	0.000327	0.000376	0.000372

X 之平均數為 0.000376

本文求得之近似公式，乃根據 $S_0 = 1.43$ 及各種不同壓力與溫度而來者。若 S_0 之數值不同，則此公式是否適用，作者曾雜取各種不同之蒸汽最初狀態而加以計算，發現其結果與由上述公式計算而得者，殊相接近，茲舉數例如下：

例一 $p_0 = 700 \text{ Lb/in}^2 \text{ ab.}$
 $t_0 = 1009^\circ\text{F}$, $S_0 = 1.70$
 $t_{\text{sat}} = 503^\circ\text{F}$
 $t_{\text{ss}} = 250$

(a) 根據蒸汽圖所得之 $\frac{W}{A}$ 為 7.72 Lb/Sec in^2

$$(b) \frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000777D_0}$$

$$= \frac{700}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000777 \times 506} = 7.17 \text{ Lb/Sec in}^2$$

$$(c) \frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000376B}$$

$$= \frac{700}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000376 \times 759} = 7.78 \text{ Lb/Sec in}^2$$

比較 (a) 與 (c) 兩結果，可知極為接近。

例二 $p_0 = 700 \text{ Lb/in}^2 \text{ abs.}$
 $t_0 = 880^\circ\text{F}$
 $s_0 = 1.65$
 $t_{\text{sat}} = 503^\circ\text{F}$
 $t_{\text{ss}} = 288^\circ\text{F}$

(a) 根據蒸汽圖所得之 $\frac{W}{A} = 8.07 \frac{\text{Lb}}{\text{Sec-in}^2}$

$$(b) \frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000777D_0} = \frac{700}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000777 \times 377}$$

$$= 7.74 \frac{\text{Lb}}{\text{Sec-in}^2}$$

$$(c) \frac{W}{A} = \frac{P_0}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000376B} = \frac{700}{70} \cdot \frac{1}{1 + 0.000376 \times 592}$$

$$= 8.16 \frac{\text{Lb}}{\text{Sec-in}^2}$$

例三 過熱蒸汽之壓力如在 $500 \frac{\text{Lb}}{\text{in}^2}$ 以下，則其最大流量之公式如下：

(請參考 B. E. H. 三氏之熱力工程第二冊第十五頁)。

$$\frac{W}{A} = 0.316 \sqrt{\frac{P_0}{v_0}}$$

茲將根據上列公式與本文介紹公式所計算之結果作一比較如下：

(a) $S=1.58$

P_0	500	450	400	340	300	
t_0	658	617	584	545	517	
v_0	1.22	1.32	1.44	1.64	1.81	
t_{ss}	348	348	348	348	348	
B	290	269	236	197	169	
$\frac{P_0}{v_0}$	410	341	278	208	166	
$\frac{W}{A}$ (根據 B. E. H. 三氏 書上公式)	6.88	5.85	5.28	4.55	4.07	
修正因素 ($1+0.000376B$)	1.109	1.1012	1.0889	1.0741	1.0636	
$\frac{W}{A}$ (根據本文所得之公式)	6.45	5.88	5.25	4.51	4.02	

兩相比較，可稱極為接近。

(b) $t_0=600^\circ F$

P_0	300	260	220	180	160	140	120
v_0	2.00	2.33	2.77	3.40	3.84	4.40	5.13
s_0	1.626	1.645	1.665	1.689	1.703	1.718	1.737
t_{ss}	307	291	276	257	247	236	225
B	293	309	324	343	358	364	375
修正因素	1.1162	1.1162	1.1220	1.1290	1.1330	1.1370	1.1410
$\frac{W}{A}$ (根據 B. E. H. 三氏 書上公式)	3.88	3.84	2.82	2.30	2.05	1.79	1.58
$\frac{W}{A}$ (根據本文公式)	3.86	3.82	2.79	2.28	2.02	1.76	1.50

根據上列數例，似已足證明本文所介紹公式之應用範圍，頗為廣闊，而形式簡易，計算便利，則為其特優之點，用作近似公式，似無不可。

導演此公式時之理論根據，不能謂為完整，若作更廣泛之研究，徵引富足，或可得一較完善之公式，作者以時間無多，僅作簡論如上，未敢即作為定論也。

茲假定上列公式可用，則溫度一定時， $\frac{W}{A}-P_0$ 之變化可製成圖解如圖 (六)

所示。圖(六)之得來，下面將加以說明：

令 f 為改正因素

$$f = 1 + 0.000376F = 1 + 0.000376(t_0 - t_{ss})$$

相當於每一 S_0 之 t_{ss} 表示如下：

$S_0 \frac{B.T.U.}{Lb \cdot F}$	1.058	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
$t_{ss} \text{ } ^\circ F$	705.4	704	683	625	524	428	330	250	186	135	93
$0.000376 t_{ss}$	0.266	0.265	0.257	0.235	0.201	0.161	0.124	0.0941	0.0700	0.0508	0.350
$1 - 0.000376 t_{ss}$	0.734	0.735	0.743	0.765	0.799	0.839	0.876	0.906	0.930	0.949	0.965

再令 $f_{1.1}, f_{1.2}, f_{1.3}, \dots$ 為相當於 $S_0 = 1.1, 1.2, 1.3, \dots$ 之改正因素，則

$$f_{1.1} = 0.734 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.2} = 0.735 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.3} = 0.743 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.4} = 0.765 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.5} = 0.799 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.6} = 0.839 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.7} = 0.876 + 0.000376t_0$$

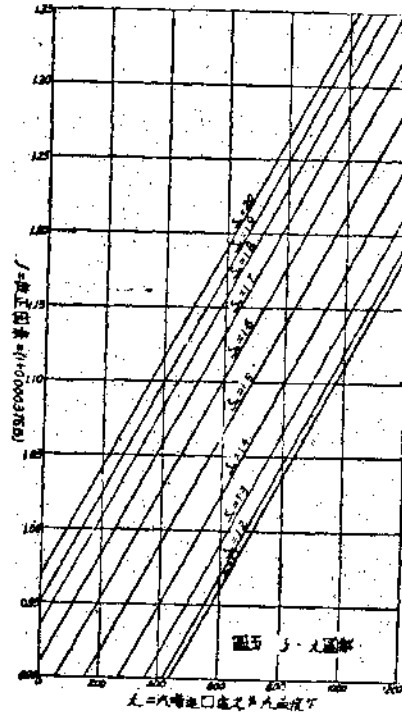
$$f_{1.8} = 0.906 + 0.000376t_0$$

$$f_{1.9} = 0.930 + 0.000376t_0$$

$$f_{2.0} = 0.949 + 0.000376t_0$$

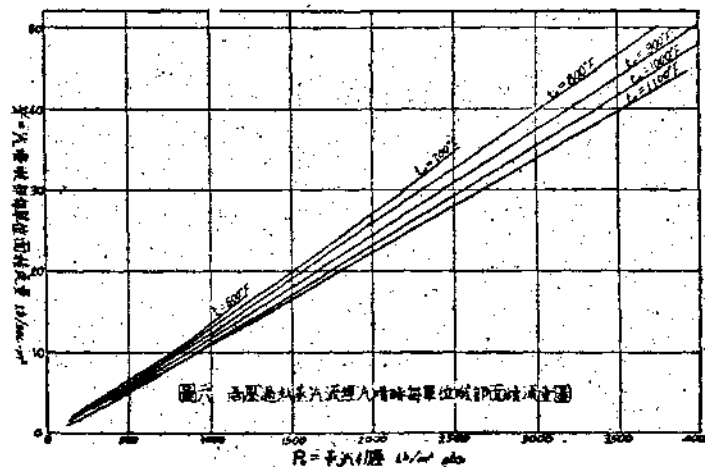
$f-t_0$ 之關係，繪成圖解如圖(五)

圖五



根據圖(五)及蒸汽圖，則在一定溫度下， p_0 與 $\frac{W}{A}$ 之關係可列成下頁成表及下面繪成第六圖。

圖六



蒸汽輪機與燃氣輪機動力廠的比較

曾 桓 崧

燃氣輪機動力廠的機構，包括有壓縮機，燃燒器，熱交換器及輪機。各種的排列裝置法，均能發生理想結果。供給熱及動力最簡單的裝置，就是以廢熱鍋爐代替蓄熱器 (Regenerator) 的開式循環 (Open Cycle) 燃氣輪機，圖 1 所示即是一種可燃用煤、油及煤氣的最省燃料的設備。這種動力廠的性能，當負荷為 5,000 馬力時，如下頁表 1 所示：不需使用蓄熱器而有良好的熱效率，其壓力比選定為 8:1，同時，輪機入口溫度選定為 1350F；使用於這溫度中的所有金屬及冷卻方法，均能適用而不受影響，且使輪機的有效使用時間，可以保持長久。

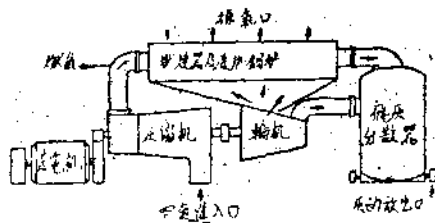


圖 1. 有廢熱鍋爐的簡單燃氣輪機

機入口溫度選定為 1350F；使用於這溫度中的所有金屬及冷卻方法，均能適用而不受影響，且使輪機的有效使用時間，可以保持長久。

圖 1 的簡單循環，僅為發生動力而用的，可得 24% 的熱效率，若使用廢熱鍋爐發生蒸汽，則可得熱效率 56%。在此系統中，因沒有冷卻或冷凝的需要，故僅有鍋爐中需要用水。

或冷凝的需要，故僅有鍋爐中需要用水。

任何種類 5,000 馬力大小的蒸汽動力廠，均可設計與燃氣輪機動力廠相比較，下頁表 II 所述是直接冷凝動力廠的近似值工況，并於輪機 100 磅壓力，時抽出蒸汽，以供相當於廢熱鍋爐輸出量中的熱量，蒸汽所具備的條件，輪機入口壓力為 400 磅，溫度為 800F，冷凝器的壓力為 1 吋水銀柱，在這種小型動力廠中，不需用超過入口的條件，亦不值得安裝熱還原器。普通小型的蒸汽輪機效率為 77%，實際上，15,000 馬力的燃氣輪機可能得 87%，如表工作示。這小型蒸汽動力廠，因未使用省煤器及空氣預熱器，故鍋爐效率設為 93%。

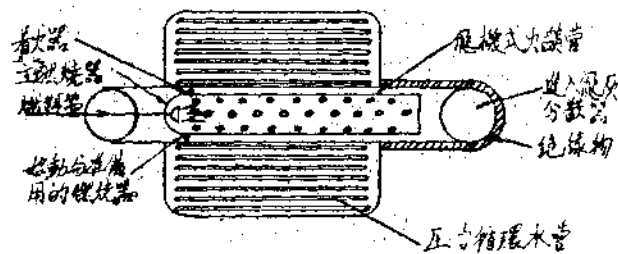


圖 2. 燃燒器與廢熱鍋爐的截面圖

及空氣預熱器，故鍋爐效率設為 93%。

若暖氣及製造的蒸汽量需要多，而動力需要量少時，則使用無冷凝蒸汽動力設備是解決這種問題最良好的辦法，但如以動力為主，燃氣輪機則具有優越性，現以圖 3 的蒸汽動力廠與圖 1 的燃氣動力廠相比較，燃氣輪機有機構簡單，精密，持

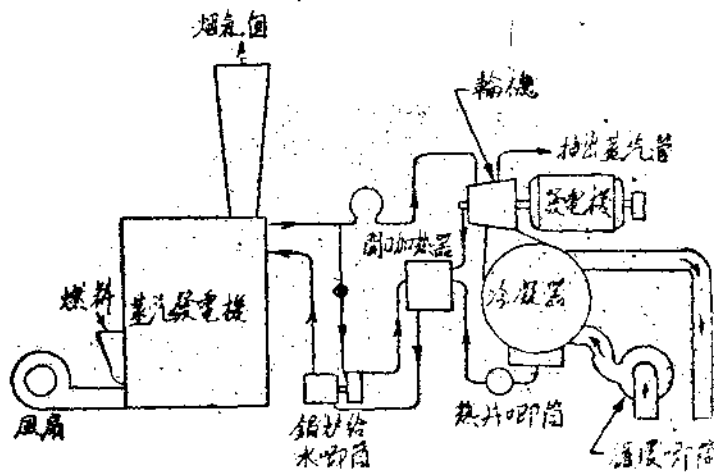


圖 3. 冷凝與抽出蒸汽動力廠的裝置

久及不用水等的優點。燃氣輪機之設備費用甚難估計，在工業實用上，美國已仿效瑞士的限制輪機入口溫度的辦法，則冶金及材料問題不致發生嚴重的影響，且可減低其有關的價格。

若提高輪機入口溫度，則需用高價格的合金及機械製造方法，如此，則燃氣輪機動力廠的費用太大，這是無可諱言的。若裝用廢熱收回設備，可能得到最大的熱效率；若需要提高輪機入口溫度以達到這效率，則最初成本費用將為其最重要的問題了。美國已有一製造廠家，使入口溫度保持 1150F 以下，於合算價格及適當擔保下，準備訂造燃氣輪機。

普通燃氣輪機中，廢熱可在相當高的溫度中而加以利用，且可在適當高壓力下，使熱能適當地傳遞於煮沸熱水或其他液體中。

(表 I) 有廢熱鍋爐的開式燃氣輪機設備的性能

- 假設：入口溫度 = 70F； 空氣入口管路壓力損失 = 0.2 磅/每方吋
 壓縮比 = 8:1； 在燃燒器除灰器中壓力損失 = 4 磅/每方吋
 $E_c = 81\%$ ， $E_T = 87\%$ ， 燃燒器中的損失 5%；
 廢熱鍋爐壓力的損失 1.3 磅/每方吋。
1. 壓縮機： $t_{c1} = 70F$ ； $h_{c1} = 31.2$ 英熱單位/磅；
 實際溫度 $t_{c2} = 750F$ ； $h_{c2} = 153.2$ 英熱單位/磅；
 壓縮機的實際工力 = 122 英熱單位/磅。
 2. 燃燒器： $t_{B2} = 1350F$ ； $h_{B2} = 357.2$ 英熱單位/磅；
 加於燃燒器中的熱 = $357.2 - 153.2 = 204$ 英熱單位/磅。
 3. 輪機： $P_{T1} = 112$ 磅/每方吋； $P_{T2} = 16$ 磅/每方吋 比率 = 7:1
 $t_{T1} = 1350F$ ； $h_{T1} = 357.2$
 $t_{T1} = 1350$ ； $h_{T1} = 357.2$
 實際溫度 $t_2 = 724F$ ； $h_{T2} = 192.0$
 每磅所作的功 = $357.2 - 192.0 = 165.2$ 英熱單位/功
 4. 軸上的淨功 = $\Delta h_T - \Delta h_c = 165.2 - 122.0 = 43.2$ 英熱單位/磅
 空氣率 = $2545 \div 43.2 = 59$ 磅/每小時馬力
 空氣流量 = $5000 \times 59.0 = 295,000$ 磅/每小時
 5. 熱力平衡的約值：
 供給循環的熱 = $295,000 \times 204 \div 0.95 = 63,700,000$ 英熱單位/每小時
 燃燒器的損失 5% = $3,190,000$ 英熱單位/每小時
 傳至軸動力的熱 = $295,000 \times 43.2 = 12,700,000$ 英熱單位/每小時
 放出的熱量 (Heat to Exhaust) = $47,810,000$ 英熱單位/每小時
 6. 僅有動力的效率
 $E_c = (12,700,000 \div 63,700,000) \times 100 = 20\%$
 7. 廢熱鍋爐 (Waste heat boiler)

飽和壓力 $p=100$ 磅/每方吋, 壓力 100 磅時 $t_g=328F$,
 設 428F 中蒸汽及離鍋爐的廢氣之間溫度差為 100F; $h_{\text{空氣}}=118$
 $\Delta h_{\text{空氣}}=192-118=74$ 英熱單位/每磅 $h_{\text{空氣}}$
 收回的總英熱單位 $295000 \times 74=21,800,000$ 英熱單位/每小時
 供給水溫度為 79F, $h_f=47$ 英熱單位/每磅蒸汽
 壓力為 100 磅/每方吋 $h_g=1187$ 英熱單位/每磅蒸汽
 每小時的蒸汽發生量 $=21,800,000 \div (1187-47)=19,100$ 磅

8. 總熱效率

$$E_t = (12,700,000 + 21,800,000) \times 100 \div 53,000,000 = 65\%$$

(表 II) 5000 馬力蒸汽動力廠的近似工況

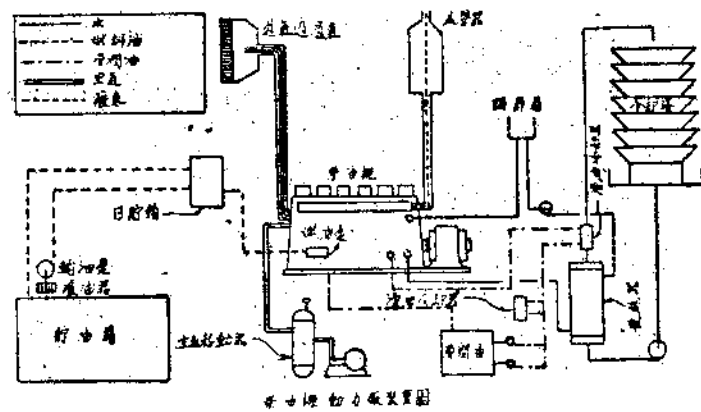
- A. 直接冷凝式—— $p_1=40$ 磅/每方吋, $t_1=800F$, $p_2=1$ 吋水銀柱
- 設輪機的效率 = 77%; 鍋爐效率 = 83%, $h_1=1417$ 英熱單位/磅
 理想焓 (Enthalpy) 降至 p_2 (1 吋 Hg) 時 = 512 英熱單位/磅
 實際的總熱量 $h=0.77 \times 512=394$ 英熱單位/磅
 蒸汽率 $=2545 \div (512 \times 0.77)=6.44$ 磅/每小時馬力
 每小時所需的蒸汽量 $=5,000 \times 6.44=22,300$ 磅
 - 加於鍋爐中之熱量 $= (1417-47)=1370$ 英熱單位/磅
 $E_{\text{循環}} = (2545 \times 0.83) \div (6.44 \times 1370) = 24.0\%$
 冷凝器中每磅蒸汽必須除去 $(1023-47)$ 英熱單位/磅
- B. 抽出壓力為 100 磅/每方吋的蒸汽 (相當於燃氣輪機所生的廢熱蒸汽)。
- 條件與 A 相當, 在全一情形之下, 蒸汽情況當橫過壓力線為 100 磅/每方吋時及為過熱蒸汽 $h=1300$ 英熱單位/磅, 所以相當熱量的供給所抽出的蒸汽為 $16,000 \times 1,300 \div 1187=13,700$ 磅。
 - 5000 馬力輪機所需之總蒸汽量 (包括於 100 磅/每方吋壓力下抽出 13,700 磅)
 $W_g = (12,750,000 + 3,800,000) \div 394 = 42,000$ 磅/每小時
 - 加於鍋爐中的熱量 $42,000 \times 1,370 = 57,600,000$ 英熱單位/每小時
 燃料所供給的熱量 $= 57,600,000 \div 0.83 = 69,300,000$ 英熱單位/每小時
 給予有用工作的熱量 $= 5,000 \times 2545 = 12,750,000$ 英熱單位/每小時
 抽出蒸汽的熱量 $= 13,700 \times 1,300 = 17,800,000$ 英熱單位/每小時
 總熱效率 $= (12,750,000 + 17,800,000) \times 100 \div 69,300,000 = 44\%$ 。
 - 冷凝器每小時必須冷凝 $42,000 - 13,700 = 28,300$ 磅蒸汽
 每小時須有冷卻水量 $= 28,300 \times 973 \times 10 = 2,750,000$ 磅

柴油機動力廠之一般裝置

丁 如 林

本文將次第討論柴油機動力廠配置，柴油機發動及柴油機維持等問題，就中尤注意柴油機動力廠之配置，惟對此亦僅作主要部分之說明，而不作廣泛之討論也。

圖一為示範式油機動力廠之裝配，雖或各柴油機動力廠之形式不致盡全，而配裝亦不相似，然於圖一中所示之諸主要點，卻為所有柴油機動力廠所必備。



空氣進口過濾器，及排氣之減聲器，幾無例外取用於各柴油機動力廠中，此種空氣進口

過濾器為用以將進入空氣中之塵埃及灰土除去，俾保持汽缸內之清潔，其採用之樣式雖有數種之多，惟其最後結果則屬相全。

排氣減聲器或減音器與用於汽油車之減音器工作原理相全；其目的為減低令人煩厭之排氣噪聲，俾成為令人不起反感之諧調。水套雖可用噴水池或其他諸冷卻方法行之，唯在此種特別裝配則為利用冷水塔司冷卻義務，致於數種利用廢熱方法本文將在下面討論。

每日所用之柴油，從外面儲油箱中用唧筒打入能供一天之用之油箱，此油箱應允許油可以澄清，並易於測量油之消耗，及維持一高於燃料唧筒之油頭，致於柴油過濾器則可取用各種形式中任一種以行濾去柴油中其他之雜物。

圖示潤滑系統，為採用一種具有旁通滲透系統(Bypass filtration System)之連續流動方式(Continuous flowtype)，俾在引擎開動時一部分潤油可被清潔也，關於油冷卻器係用於減低油溫，並保其於完全工作範疇之內。

發動柴油機方法有數種之多，每種方法均經多次改善。而實際所應用之發動系統，則取決於引擎之大小及其為用之目的。

主要要的發動方法如下所舉：

- (1) 壓縮空氣發動：a. 准許壓縮空氣進入各汽缸之發動活閥。b. 引用空氣馬達并利用離合器以及班的士(Bendix)傳動器以與引擎飛輪啣接。
- (2) 電力發動：a. 利用發動馬達及電瓶或 b. 以發電機，權充馬達以便傳動。
- (3) 輔助汽油引擎發動，藉離合器及班的士(Bendix)傳動器以帶動柴油機飛輪。
- (4) 引用低壓比化汽器及電火塞燃燒系統，如在汽油引擎然，以發動柴油引擎，如此汽油亦可作此種引擎燃料之用矣。

(5)手發動——此方法僅用於各種小型引擎。

為易於發動引擎多數不相全扶助發動方法被引用，其計有用燒紅之熱塞以熱燃室，用壓縮放出，俾在汽缸達正常壓縮之先，易使引擎達到發動速度。增加壓縮以增高溫度在正常溫度之上，俾發動更易於達成也。

每個製造廠家均有其獨自設計之發動系統，并極力詆毀所見之他種形式，如何不善與錯誤，苟若引擎合於良好機械條件，有充分空氣在，以及燃燒噴射系統能立刻履行其職務，則任何引擎在飛輪旋轉兩轉或者三轉後即可發動。

因各廠與其工作條件，引擎製造大小，型式，負載，及廠之配置有關，故其維持記錄遂隨各廠而互異，是以結果企圖找出一可代表之審核與維持記錄乃為殆人於笑柄之舉。

由排出廢氣及水套中，取回廢熱諸方法，已漸發展，此種方法牽涉範圍頗廣，例如與一特別廠之建立與需要有關，此種廢熱可用以預熱室間，供給熱水或以蒸氣供工業程序以及供衛生用熱水。

冷水套之水鏽為現下一大問題，且加生水於冷卻系統時，必須小心控制，為免除直接由引擎用水及需大量之生水加入計，一種雙循環式之熱傳遞系統遂被引用。

水管式廢氣汽鍋可用以發生蒸氣以供各種需要，雖然由引擎中直接取出排氣而加以引用，目下僅限於試驗階段。未為普遍利用，但在氣輪機中此種工作已為採納。

當程序對於蒸汽及熱水之需要與引擎輸出恰相一致時，則各種熱補救方法，結果使整個效率甚為良佳，（基於燃料所含能重而言）

柴油引擎發生設備，現下已為大量採用於工業動力廠，市鎮用發電廠，以及REA合作事業機關。該項柴油機已為A.C. Kirk Wood先生於1946年10月在P.P.E.中刊載之如何配置“一柴油機於蒸汽動力廠中”一文，指出其不獨為襄助或最大負載設備，實可被有效利用於蒸汽動力廠，以作基本負荷設備之一部份。

對於增加柴油引擎在發電力廠之為用，動力工程師將對此種原動機械之型式企盼了解。隨時去而更殷。

本期中「柴油機動力廠之一般裝置」及本刊第二期中之「蒸汽輪機與燃氣輪機熱力理論之比較」二文作者丁如林君，不幸於六月二十三日晨病逝於提籃橋中國醫院。丁君係三十六年畢業於國立同濟大學，現年二十五歲，英俊有為，在校成績，名列前茅；在室工作，勤勉振奮。公餘攻讀，迄夜不倦。好學精神，固為同事及友朋所敬愛。近且得瑞士 Eidgenossischen Technischen Hochschule Zürich 學校允許赴該校深造。出國手續，已將辦理完成，壯志未酬，忽患不治，不特本試驗室失一優秀英才，在國家亦失一極有抱負之青年，謹於本期出版之前夕，敬錄數語，以慰英靈。

—— 學 俊 ——

上海各大電廠巡禮(一)

交通大學電機系

吳欽煒 陳 光

- | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 上 | 海 | 電 | 力 | 公 | 司 |
| (2) | 閘 | 北 | 水 | 電 | 公 | 司 |
| (3) | 法 | 商 | 電 | 燈 | 公 | 司 |
| (4) | 浦 | 東 | 電 | 氣 | 公 | 司 |

中央工業試驗所熱工試驗室，應國內各大煤礦之需要，為研究燃料燃燒情形起見，曾於本年三月間開始調查京滬杭各大電廠之燃燒設備並使用燃料之情形，期求作一綜合性之彙報，俾供專門研究和實情之參考。經蒙該室主任陳學俊教授之允准，使我等適以學校假期之暇，得能參加共同工作，且隨有諸位工程師之實地指示，獲教殊深，茲特將經過情形，彙整列表報告，並就所情寫巡禮一篇，以為記錄參考，唯以各電廠多僻處郊區，往返費時，所記自難能屬盡詳，尚祈有以指正。

前 言

上海為全國日用品工業之中心，故電氣事業的發達，實居首位，目前全市共有六個電力公司。除美商上海電力公司，和滬西電力公司及法商電燈電車公司外，閘北，華商浦東等三公司均為國人自辦，因於戰前政治情形之不同，而各自劃分為六個營業區域，分別為舊公共租界區，舊越界築路區，舊法租界區，及閘北區，滬南區，浦東區。國人自辦公司的營業區域，均為當時租界以外的市區和郊區。現今雖租界廢除，市政統一，而各公司情形並未稍變。戰前各廠發電總量曾達二十六萬八千餘瓩。但於戰時被敵人所損毀或遷折者幾達百分之四十，約十二萬瓩。損失情形尤以華商電氣公司為大，華商是國人自辦公司中資格最老的。成立於光緒三十一年，原有發電設備為二萬瓩。戰事發生時正擬添裝一萬五千瓩的新機兩部。可惜當日人佔領上海之後，所有機件設備，被全部拆光，僅餘着斷壁殘垣，徒堪憑吊而已。現在唯有向上海電力公司購電轉售，而維持營業。其他公司於勝利後雖有修復或新裝設備者。但終以工廠之復員，需電激增，故籌組新廠增添設備，以發展電力，解救電荒，實屬當前之唯一急務矣。茲將各公司發電廠之現況分別概敘於後：

戰前和目前各公司發電量比較表：

	戰前 (民國二十六年)	目前 (民國三十七年四月)
上海電力公司	183,500 瓩	173,500 瓩
開北水電公司	26,000.	12,000
法商電燈公司	28,320.	14,000
華商電氣公司	20,000.	全部購電
浦東電氣公司	600.	3,700

上海電力公司

上海的第一個發電廠，是成立於民國紀元前二十九年，設於現今的乍浦路上的蒸汽引擎發電廠。乃由英僑組織公司，而公開供電，這該就是目前的上海電力公司 (Shanghai Power CO.) 的前身了。二年後租界當局為求供電事業的開展，曾將該廠收作官辦，而在虹口浜邊的斐倫路 (現名九龍路) 建設新廠，設置汽輪發電機一座。發電量為800瓩。迨後民國成立，供電日增，為求適當發展起見，復於楊樹浦江邊建造大規模廠房，設置了二座汽輪發電機，發電量增至4000瓩，漸而代替斐倫路發電所。供給用電，自此即奠定了後來有今日上海電力公司的偉大發展基礎，並促進了上海工商業的繁榮和發達，而由供給電燈到電熱電力，發電廠的設備是逐年增添，發電量亦隨着需要負荷的增加而上漲，高至十六萬瓩，在當時該算遠東首屈一指的大電廠了，到民國十八年租界當局因經濟政策的變更，正式將電廠讓渡予美商上海電力公司，自後由其繼續經營，規模日漸擴展，最高發電量增至十八萬餘瓩，此次戰爭時期，尚幸損失與其他電廠比較稍小，最高發電量仍能維持至十六萬四千瓩，平均負荷達十二萬五千瓩，勝利後，工廠紛紛復員，需電亟殷，該廠添有新型之高壓排壓裝置 (即 Topping Plant) 於去年三月完成發電，對於全廠發電容量及蒸汽蒸發量，均有補進，而全廠之熱效率亦可增加百分之二十以上，最高發電量已達十七萬三千五百瓩，以其本身供電區域而論，此量已足需要，唯以有五分之一之電力為其他各公司借用，致對全市而言，仍感短絀不敷，而非另為增加設備不可。

發電廠位於黃浦江的西北岸，佔地逾百畝，建有十層大廈一座，全部設備均裝置於其中，西南部之新廠煙囪，高竟252呎，已為上海之最高建築，而俯伸河濱，往返工作於運煤船與儲煤場間之運煤鋼架及輸煤系統，更屬國內電廠中之獨有設備，其建築之偉觀，實足引人羨譽。全廠以設置的前後和運用的情形分A,B,C三部A,B. 兩部均係戰前設置，共有鍋爐三十座，汽輪發電機十六座，唯在日人佔領期間，部份設備曾被遷拆，而今僅有鍋爐二十二座，汽輪發電機十三座。C部係最新設置，裝於A部鄰近之處，而以其排汽推動A部原有汽輪機，能得工作經濟，管理方便之適宜配合，全廠之設備，可如下表：

	部份	鍋爐數	汽輪機數	發電容量(瓩)	標準汽壓	標準汽溫
戰 前	A 部	26	13	121,000	200 $\frac{\text{磅}}{\text{方吋}}$	600 F
	B 部	4	3	62,500	375	750°
	全廠	30	16	183,500	—	—
現 在	A 部	18	10	96,000	200	600°
	B 部	4	3	62,500	375	750°
	C 部	1	1	15,000	1,000	925°
	全廠	23	14	173,500	—	—

全廠可劃分(1)鍋爐間,(Boiler House)。(2)汽輪間(Turbine House)。(3)開關間,(Switch House)。(4)唧筒間,(Pump House)。(5)儲煤場(Reserve Coal Heap)。等五大重要部門,茲分別敘述於後。

(一)鍋爐間:——蒸氣發生設備及其附件:

共有五間,A部佔三間,B,C部各一間,各鍋爐均依設置之先後,而以數字次序命名,第一鍋爐間原有之鍋爐八座已被遷走,第二鍋爐間亦有鍋爐八座,由第九至十六號,第三鍋爐間有鍋爐十座,由第十七號至二十六號,以上均屬於A部。第四鍋爐間屬B部,有鍋爐四座,由第二十七至三十號,第五鍋爐間屬C部,有高压鍋爐一座,命名為第三十一號 所有之設備,不盡相同。

(甲)鍋爐:——約可分別為三種型式者

(1)橫圓筒式斷面聯箱鍋爐:(B.d.W. Cross drum. Sectional header marinetype)。共有十五隻,包括屬於A部第二鍋爐間之八座,及第三鍋爐間之單號者五座,和屬於B部第四鍋爐間之單號者二座,其蒸發量大小則各有不同。

(2)三圓筒彎管式鍋爐:(3-drum, Pent tube, Stirling Type Boiler) 共有七座,包括第三鍋爐間之雙號者五座,及第四鍋爐間之雙號者二座。

(3)高压單向水管式鍋爐:(B.d.W. High Pressure Single Path Boiler) 為屬於C部之一座,具一橫置圓筒。

(乙)燃燒設備——(加煤器)可分為四種不同型式:

(1)移動鍊篋式自動添煤器;(B.d.W. Chain Grate Stoker)。第二鍋爐間各爐均備之,爐柵係連續走動,煤係均勻加到柵面而燃燒,其燃燒之煤層約半呎,灰渣則自動揮落於爐柵之另端而入灰坑,此種添煤器以用無煙煤或不成焦塊之煙煤為適宜,因易於揮發性之煤,可得完全之燃燒也。

(2)多槽式火下自動添煤器:(Riley, Underfeed Stoker, multiple-retort.) 第三鍋爐間各爐多備之,每具備有二十個煤槽,由於槽中送煤磚及爐條之激動,將煤送至柵面燃燒,此種爐柵常能容一呎或二呎之燃燒煤層,積重可達六噸,以燃用易成焦塊之煙煤而富於高灰分熔點溫度者,但因近時煤量的缺乏,煤質的欠佳,甚難適用於此爐柵之燃燒特點,故每爐現均配裝有燃油管兩個,或有已全部改裝為燃油者,燃油則經過蒸氣的烘熱,經壓縮至燃油管

噴口，而噴散燃燒。

(3) 煤粉燃燒設備：(Pulverized Coal Firing-Bin System.) 第四、五鍋爐間各爐均備之：粗煤經蒸汽烘熱後，至磨煤機磨成煤粉，而受洩風機之引力昇達屋頂之旋風式分離器(Cyclo-Separator)。使煤粉與熱風分離，而進入煤粉倉煤粉再由倉中循重力下降，至各給煤器中，每爐並備有一齒輪旋轉裝置，庶使煤粉可均勻地輸入燃燒噴管而進入爐膛。

(4) 燃油設備，(Oil Firing-mechanical atomizing) 廠方因鑒於目前燃煤供給量之不敷，而燃料油卻可自國外購得，故所有煤粉燃燒設備之鍋爐現均已逐步添裝或改裝為燃油設備，油噴管之裝置均為垂直下向燃燒，而與煤粉噴管係相並裝置，俾能隨時運用，現第四鍋爐間各爐裝有噴管(Burner)十個，第五鍋爐間高壓鍋爐，裝有十二個，油均經蒸汽加熱器而至噴管隨噴口大小，調節油量，噴成微粒發生燃燒。

(丙) 過熱器：(Superheater)

概屬單程對流式：(Convection type, intertube, Single Stage)。多設置於鍋爐水管及間筒之間，唯C部高壓鍋爐之過熱器則分為高溫低溫兩部，過熱器之蒸汽出口壓力與溫度，A部者為每方吋200磅，和600°F，B部者為每方吋375磅，750°F；C部者為每方吋1200磅920°F，受熱面積則各有不同。

(丁) 省煤器(Economizer)

可分為四種型式，裝於鍋爐前部。

(1) 葉片管式：(Fin tube type)——為第二鍋爐間各爐所設置。

(2) 隔板式：(Plate type)——為第三鍋爐間各爐所設置。

(3) 管式：(Tubular type)——為第四鍋爐間各爐所設置。

(4) 高壓鍋爐所裝置者亦管式，惟分高溫低溫兩部，以連續不斷之鋼管組成，低溫部份水流由上而下與氣流相反，高溫部份，水流由下而上與氣流相同：

(戊) 空氣預熱器：(Air Preheater)

除第二鍋爐間各爐外，均有此項裝置，多設於煙道內、空氣自打風機下降，至此加熱而進入爐膛燃燒，可分為三種型式：

(1) 回熱式：(Regenerative type)：——為第三鍋爐間各爐設置。

(2) 管式：(Tubular Type)：——為第四鍋爐間各爐所設置。

(3) 高壓鍋爐所設置者為Ljungstrom旋轉式，共二具，內由層疊之鋼片組成轉子，連續旋轉，一面吸收煙氣之餘熱，一面散熱給下降之冷空氣。

(己) 鍋爐附件和控制設備(Boiler Accessories)

每一鍋爐均備有全套之蒸氣表，壓力表，省煤器進水溫度及壓力表，爐膛通風控制均分為左前左後，右前右後四帶，以人工調節各風檔，以控制通風，吹灰器(Soot blower)多係蒸氣吹灰法，亦藉人工處理之，唯高壓鍋爐間則一切均備有自動控制設備，分屬成燃燒給水，汽溫三個控制系統，而視情形需要，尚備有特設之轉換器，可改為人工控制，如現在所增添之燃油設備，各部則均為人工管理者。高壓鍋

鍋更備有減壓減溫之裝置，庶使於高壓鍋爐停止使用時，所發生之蒸氣仍可使經此而供給A部各汽輪機所使用，不致耗費。

(二) 汽輪發電設備及其附件。

(甲) 汽輪發電機：

全廠原有者共十六座，現共有十座，汽輪機製造公司各異，以衝擊式為多，發電機均為三相交流五十週波，發生電壓均6600伏特。發生電流各機逕行輸至總匯流排 (main busbar) 而後昇壓輸出，為簡明起見，特列表如次。

部份	號數	製造廠名	型 式	轉率(R.P.M.)	容量(瓩)	汽壓 磅 方吋	汽溫(F)
A 部	1	A. E. G. Co.	Impulse type	1500	2,000	200	600°
	2	A. E. G. Co.	Impulse type	1500	2,000	200	600°
	4	G. E. Co.	Impulse type	1500	10,000	200	600°
	5	G. E. Co.	Impulse type	1500	10,000	210	600°
	7		Reaction type	1500	10,000	200	600°
	8	G. E. Co.	Impulse type	1500	18,000	200	600°
	9	G. E. Co.	Impulse type	1500	18,000	200	600°
	10	M. V. Co.	Impulse type	1500	20,000	200	600°
	12	M. V. Co.	Impulse type	3000	3,000	200	600°
	13	M. V. Co.	Impulse type	3000	3,000	200	600°
B 部	14	M. V. Co.	Impulse type (2-Cylinder)	3000	20,000	375	750°
	15	M. V. Co.	Impulse type (2-Cylinder)	3000	20,000	375	750°
	16	B. T. H. Co.	Impulse type (2-Cylinder)	3000	22,500	375	750°
C 部	18	A. E. G. Co.	Flapping Turbine	3000	15,000	1200	925°

其中第十二、十三號二座，為廠用汽輪發電機，共六千瓩，配有整流機及專用之開關板 (Switch board)。供給全廠運用時所需之交流，直流用電，第十八號汽輪機，有複速衝擊輪一級及單行衝擊輪十七級，且備有蒸汽節制閥。(Steam Control Valve) 調速器。(Speed Regulator) 等自動控制設備。

(乙) 冷凝器：(Condenser)。

每一汽輪機均備有冷凝器一座，均屬表面式：(Surface type)。並裝有蒸氣抽氣器 (Steam jet Air ejector)。維持適度之真空，冷凝器由蒸汽凝成之凝結水經過除氧器，除去遊離或難溶之氣體，再用唧筒送至鍋爐水箱，進入省煤器中，凝結水在進入水箱之前，則經過給水加熱器 (Feed Water Heater) 利用汽輪機各汽缸間抽出之蒸汽來增高進水溫度，或再經過冷凝器而增高溫度。

(三) 開關間：——電氣控制設備：

發電機發出之電流均輸至6600伏特之匯流排上，每一電機均裝有電壓調節器。

以求保持於恆定電壓，有三隻單相油冷式變壓器組成之 Δ -Y三相組合。將電壓自6600伏特昇壓至23000伏特用地下電纜(Ground Cable)。從河濱發電所饋電至各配電站，於變壓器之每端均置有油斷路器(Oil circuit breaker)以備啓閉全受電動機之遙遠控制(Remote Control)。又爲限制過量電流發生，則備有過載替續器(Over load Relay)以保護發電機和變壓器之蒙受損害。

(四) 唧筒間：——循環水給水設備：

共三所，供給全部冷凝器所需之循環水，其每日唧水量較之上海自來水公司，所需者尙多七倍，故唧水容量之大和需用循環水量之多。由可測及，水由浦江引進，經過濾屏，除去水中浮留之殘雜物，從互相連絡之水管網而送至各冷凝器。共備有冷水唧筒十五座。多由直立型之直流電動機操動。轉軸。垂直下伸將二十餘呎，每座大小不同，最大者每具1000匹馬力。總計共586匹馬力，每分鐘工作可達三十二萬加侖。平均言之，每一唧筒可供給一萬瓩汽輪機一座之需水量。各電動機亦用遙控式開關，裝置於一控制台上。

(五) 燃料及其運輸：

(甲) 煤：——全廠原有設備，所用燃料，均以煤爲主，煤之供給係由經濟部燃料管理委員會配給主要者有河北開灤煤，及台灣基隆煤，淮南煤亦有較少，煤多藉黃浦江之水道運輸，江邊備有大運煤船(Coal lighter)二隻而有容量爲6.5噸之運煤架(Coal Transporter)搬運至各儲煤場，煤場共三處，佔地甚大，存煤量可達五萬噸之多，自煤場至各鍋爐煤斗，則多以皮帶搬運器(Belt Conveyor)傳運，且備有雙道輸送，煤均經過自動計量器，記錄進煤量，更從各鍋爐煤斗裏的存煤和同時期內進煤的總數，可得知煤的燃耗量，正常時，全廠用煤每日需量2000—2500噸。目前油煤兼用時，每日需煤量僅500噸。

(乙) 油：——亦藉浦江水道運輸於廠旁一小浜邊建有油唧筒站一所，油自油船經唧筒而打至廠中儲油池，油池共四座，二大二小，最近油商德士古(Caltex Co.)公司鑒於燃油之大量供給，已於廠中空地上建造大油池三座，日後油將可直接自油站送至廠中油池，而免油船轉運之煩。

(丙) 磨煤設備：——B部和C部各備有磨煤粉機(Pulverizer)四座和三座，都屬雷門特碗式(Raymond Bowl Mill)爲英國燃燒公司(British Combustion Co.)製造，每具每小時能磨煤十五噸，其構造爲中央有一碗形轉動部份，周圍有磨筒轉子(Roller)六個，裝於中軸之上，煤進入之後，即因離心作用而將煤磨碾成煤粉，而後送進煤倉，磨粉之細碎程度爲90%可經過100號之細篩，70%可經過200號之細篩。

(丁) 出灰：——灰渣之運送，備有小型直流電電車多輛，往返馳行於各鍋爐間及河浜邊之鐵道上，灰從灰斗卸入灰車，送至浜邊，而傾入灰船，再由拖輪運將灰船馳出吳淞口外，將灰倒入海中，在B部C部之鍋爐因燃煤粉，而置有旋轉式集灰器，但灰斗裝置稍低，卸灰時，尙須用人工鏟灰入車，而後送出。

(六) 其他設備：

(甲) 引風機和打風機：(Induced Draft Fan & Forced Draft Fan) ——各

鍋爐間所裝置者大部為用電動機拖動者，僅少數仍以蒸氣引擎拖動，在第二鍋爐間兩爐合用風扇各一具，第三，四鍋爐間。每爐用風扇各一具，高壓鍋爐則備風扇各二具，且更裝有一級打風機二座。

(乙)化學試驗室：——上海電力公司的化驗室，該廠各電廠中設備最稱完善者，故其對燃料和用水的分析，均有詳盡之紀錄，且為供給其他電廠參考者，茲將燃料中煤之成分分析(Proximate Analysis)記述如下：

種 類	固定碳	揮發性物質	灰 份	水 份	含 硫	熱 值(B.T.U.)
開灤煤	46	29	24	4-6	0.9-1.2	10,000
芙蓉煤	35	30	25	10-25	2.5	10,900

對於煙道氣的分析，亦有實驗，為了明瞭爐膛的通風和過量空氣存在之數量等情形，在煙道氣流經引風機中，均備有CO₂表，藉求能得知燃燒氣體中二氧化碳的成分，及燃燒的損失情形，通常CO₂成分愈少時，損失之熱量將愈大，廠中各部測知之含CO₂量，大致燃油者為9.5%。燃煤者為6—5.5%而C部之兼燃煤粉及油者，可達12%。似屬已能合經濟之燃燒情形。

(丙)儀表控制台：——在全廠大廈之中層，設有一控制台，諸凡各項汽壓表，汽溫表，通風表，水溫表，CO₂表等。均齊列裝置台上，經常有工程師查視察看，而全廠各重要部份又均裝有警燈及警鈴同時作用，一旦遇有障礙發生時，修理人員或工作人員即可立刻瞭悉實情，對管理運用上能得捷效。

C部新裝置之高壓鍋爐，其對於鍋爐燃燒，給水汽溫，汽壓等裝置，則均備有自動控制之設備，於鍋爐，汽輪機，唧筒各部份又各設有儀表台一座。彙集各種儀表於一處，使各部工作性能能得一目瞭然，在運用效率上當已至盡善之程度矣。

(丁)修理工廠：——以修理爐機之各項機件為主，備有車床十九部。磨床二部，鉋床五部，鋸床一部，Screwing Machine 及 Pipe threading machine 各一部，共分金工，木工，翻砂，打鐵，電焊等部。電機方面如變壓器，電動機，饋電設備等亦有專部修理配件者，在本市而言，修理工廠之規模不能屬小。

(七)運用略情：

除去燃燒時因燃煤質劣量少，所引致之不良效果外，對各部之運用情形，尚稱滿意，且自C部新機添置後，對全廠之蒸發量能有適度之調節。而利用其排汽壓力尚能推動A部之汽輪機21,000瓩。故可增加發電量約10%而熱效率能進至22%。如此使全廠平均熱效率亦增為18%左右。

但C部高壓鍋爐，自添裝燃油設備之後，爐膛溫度過高，當超過2700°時，易生極堅硬之溶渣，結於管壁，去除不易，因而常須取用過量空氣，使爐膛溫度低於2700°度，但熱效率勢必因此而減低亦不得已也。

目前平均負荷，約為125,000瓩，最高負荷達164,000瓩。每日發電度數約為七百萬瓩小時，負荷因數為80%左右，每日需用燃料煤約500噸，油約1000噸。以煤而言，每度電耗煤量約為二磅，此種燃燒比率，於各廠中該屬相當優良者。(待續)

漫談柴油機

Something About Diesel Engines

張 乃 昌

一 狄塞爾引擎的成長

狄塞爾引擎在工業上的成就，事實上可說是突飛猛進。當紀元 1897 年狄塞爾博士 (Dr. Rudolph Diesel) 嘗試使他已經辛苦化費了五年功夫所發明的引擎發動時，結果被一個震耳欲聾的爆炸將它完全毀壞了。這次的失敗雖然不幸，但無論如何卻可以證明「壓縮點火引擎」能被利用來工作是一件絕無疑問的事。很顯明的只需要有一只氣缸，能承受得起燃燒所發生壓力就能解決了。所以不到一年以後另外一只引擎又被造好，這就是歷史上第一只成功的狄塞爾引擎了。

在德國狄塞爾引擎已普遍的代替了別的引擎時，而在美國才開始被看做很稀有的商品。紀元 1898 年聖路易 (St. Louis) 地方一位啤酒商人布琪 (Adolphus Busch) 到德國去拜訪狄塞爾博士，買了狄塞爾新引擎在美國的製造專利，組織「美國狄塞爾馬達公司」(Diesel Motor Co. of America) 來製造狄塞爾引擎，直到廿世紀初葉，另外別的公司才開始跨進狄塞爾引擎製造領域。

至於狄塞爾引擎在美國的應用，第一次世界大戰中已有 150,000 匹馬力了；主要的是用在潛水艇方面。上次大戰雖然給予美國狄塞爾引擎製造方面不少力量，但與這次大戰其他方面龐大的進步相比，那簡直是相形見拙。

其時，狄塞爾引擎的製造在英國，德國，丹麥，瑞士及比利時等國卻均已普遍的發展開來，並且在歐洲也漸漸被首次代替了別的應用到各方面，像 1910 年在荷蘭埃斯斗登 (Amsterdam) 地方將狄塞爾引擎用在海船上，十二年後在德國將它用在汽車上也首次成功了。1924 年第一只用狄塞爾的機車也出現在火車道上，那是一只調車機車。九年後又有一件奇蹟，一只用狄塞爾的機車拖着一列客車在鐵路幹線上從芝加哥 (Chicago) 不停的跑到頓弗爾 (Denver) 只化了 12 小時，造成每小時 83.69 哩的記錄，那次成就宣告世界鐵路運輸已達到一個新紀元的時代。這樣狄塞爾在其他各方面都被普遍的製造應用起來，在 1935 年已達到 1,201,101 匹馬力的產量，銷路日廣，單在美國據統計 1937 年竟有 2,025,000 馬力的狄塞爾被應用了。

美國自從 1898 年開始製造狄塞爾引擎以來，直到 1939 年第二次世界大戰開始時為止，已經有 15,000,000 匹馬力被製造出來，在 1943 年底這幅遠景已達到 36 1,000,000 匹馬力的高峯，就以 1944 年這一年來說，在美國狄塞爾引擎的製造估計就有 35,000,000 匹馬力，由此可見狄塞爾引擎在工業上的成就，說是突飛猛進並不是過分的。

二·狄塞爾引擎如何工作

很多人總以為狄塞爾引擎似乎是一件很神祕的東西，其實它比一部汽車裏的汽油引擎還簡單，它沒有化油器，也沒有發火栓，我們很熟悉汽油引擎是由最基本的汽缸構成，在汽缸裏有一只活塞上下運動，如果每四衝程完成一循環，這就是四程循環汽油引擎。當活塞在汽缸裏下行，化油器中已混合好的空氣與汽油蒸氣經過一只進氣活瓣被吸進汽缸，「下行衝程」完畢；隨着「上行衝程」活塞將混合氣體壓縮，壓縮至原有空間的 $\frac{1}{16}$ 。在這一剎那間一個電火花點燃混合物，以很大的爆炸力量將活塞向下推動，這是「動力衝程」；最後，「排除衝程」將燃燒後的混合物經過一只排氣活瓣及排氣管排出汽缸外。這樣循環不已，活塞如上述反復運動，汽車就被送着在馬路上走了。

現在我們再來看狄塞爾引擎是怎樣動呢？這就需要回顧五十年前發明家努力解決的「壓縮點火」的觀念了。我們用一只氣筒使腳踏車胎充氣時，氣筒裏的空氣被壓縮到原來空間的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{3}$ ，氣筒的底部就由於空氣被壓縮而變熱了。倘若這只氣筒的強度足夠，我們用力使壓縮比變成15:1，那氣筒的溫度就能達到 1000°F ， 1000°F 的溫度你能說它還低嗎？如果有霧狀的石油噴到這溫度的空氣中將會有什麼現象發生呢？

因此我們再來看四程循環狄塞爾引擎的活塞運動。它的「下行衝程」吸進純粹空氣（不像汽油引擎吸進的是空氣與汽油混合物）；「上行衝程」也是壓縮，但這種的壓縮比達到了 $\frac{1}{16}$ ，不成問題汽缸裏的壓力與溫度都增高了，同時充作燃料的油由於高過汽缸裏的壓力自動噴射成霧狀進入汽缸的熱空氣中，霧狀的油遇到高溫空氣馬上被點燃而爆炸，因此「動力衝程」與「排除衝程」中活塞就像汽油引擎中的一樣工作完成，如此循環不已。

上面敘述的是四程循環狄塞爾引擎，也有一種兩程循環狄塞爾引擎，它是在油被點燃後利用壓進去的新鮮空氣將汽缸中的廢氣清除出去，所以「下行衝程」，「動力衝程」及「排除衝程」合為一個衝程了。

如果活塞的兩面都可以壓縮，燃燒，這就是雙動汽缸，比上述單動汽缸活塞只有一個方向有動力好些。

上面我們說「衝程」有「上」與「下」之分，這指倘若是狄塞爾引擎「直立式」的一種而言，狄塞爾引擎也有「橫臥式」的，也有「V」式的，這都是以它的汽缸排列方法而分類的。

狄塞爾引擎有「單汽缸式」的，也有「多汽缸式」的。

狄塞爾引擎還有一種「對置活塞式」的，它有一只與普通一樣的汽缸，裏面燃燒的油同時使兩只活塞反方向分開。

總之所有的狄塞爾引擎所以能動都是基於一個原理，就是油被噴進汽缸裏遇着被壓縮變熱的空氣，使油自動着火，汽缸裏的壓力增加，形成很大的力量，活塞被推動了，你能說狄塞爾引擎不是簡單的嗎？

三 狄塞爾動力的領域

如果你問什麼與「狄塞爾」這三個字有關係呢？在今日我將回答你是：「船」，「工廠」，「公共汽車」，「農場」，「礦」，「貨車」，「火車」或其他「百個字」中的無論那一個字都可以，因為凡是有關工業或需用動力的領域都用得到這個引擎，下面略舉幾方面談談：

A. 運輸：狄塞爾不僅供給鐵路幹線上客車的動力，像調車機車，小工業鐵路機車，拖動貨車的機車也都已用得到狄塞爾了。並且近年來運貨汽車與公共汽車用狄塞爾引擎的數量也日漸增多。

B. 船隻：不管是航行內河或海洋裏的客船，貨船，魚船，油船，游艇，拖駁，工作船，救火船，渡船或挖泥船上都已有用狄塞爾引擎了，賽船艇及巡邏艇也有用它的。狄塞爾在這方面的用途很廣，像輔助海船的動力，抽水，壓縮空氣以及發電等等都是。

C. 燈光與動力：狄塞爾引擎應用在公用或私人自用的燈光與動力方面已經發展得很穩定。像供給工廠，旅舍，百貨公司，辦公室，學校，店鋪，醫院，巨廈，野外供給站或野外宿營地等各方面的光亮及動力都可用狄塞爾引擎。它還可被用作「備用動力」(Standby) 預備當正常的動力廠不能供給應用時所用者，這樣也可有助於突增的載荷。

D. 製造及生產：這方面的領域頗廣，我們只能略舉一些名稱來，像麵粉廠，罐頭食品廠，碾米廠，鋸木廠，釀酒所，洗衣作，軋棉子廠，水泥廠，化工廠及升穀機等這些工作中狄塞爾引擎都佔有很重要的地位。

E. 建築：這裏是狄塞爾引擎擔任一個主要職務的另一個領域，它們發動挖土機械 (Earth-moving Machinery)，像挖泥機，搬運車，掘壕機，刮削機，貨車，載重車及鏟土機都是；它們操縱吊車，絞車及打樁機；它們供給礮石機，篩分機，水泥攪和機及澆柏油車的動力。

F. 農業：狄塞爾在農業方面擔任的雜事有很廣的範圍，像牽引車的動力，它能拖犁，耙，收穫機，抽水，果樹上噴霧，切草，去穀殼，磨碎種子。農人或許還需要狄塞爾動力來供給他們自用的光亮或拖動他們的貨物到市場上去賣。

G. 採礦：不論金屬礦或非金屬礦，狄塞爾引擎都被廣泛的應用，鐵礦，金礦，銀礦及煤礦裏，或在採石礦及砂礫坑裏均可發現。在石油生產過程中，狄塞爾引擎也是出力不少，像鑽油，抽油以及經過千萬哩油管的輸送都是。

四 狄塞爾引擎的效率

談起狄塞爾引擎的效率當然免不了與其他的效率來比較，火車的效率只有6%到8%，蒸汽透平及冷凝蒸汽機的工作要比火車好得多，但也只有16%到30%，汽油引擎平均是要高些，它一加侖汽油的能量在它的飛輪上可放出25%有用的能量來。但是狄塞爾引擎是所有原動機中最高的一種，從一加侖燃料油中，它可以收

回油的能量 35% 來。

換句話說，如果用英熱單位 (B. t. u.) 來計算的話本來一磅的石油我們說它含有 19,000 B. t. u.，狄塞爾用去一磅石油就大概能夠將 7,000 B. t. u. 的能量變成工作，其他 12,000 B. t. u. 才是失去的能量，這在數字上看來與原有的能量比較似乎是一個太大的數目了。可是再回過頭來與其他型的原動機來比較，狄塞爾引擎所失去的熱量卻是最小的數目了。

五 狄塞爾動力的優點

很顯然的，狄塞爾的「熱效率」當然是它的優點中最實際的一點了，在上節中比較過，狄塞爾引擎的熱效率較之其他所有型的原動機是最高了。

再有，狄塞爾的「管理費用」相當低，它不僅燃料本身價格低，它所化費的燃料較之其他相等馬力數的原動機（即所做相等工作者）所費也少，這就因為上節所述狄塞爾能將燃料變換成動力的比例都高的緣故。

同時狄塞爾引擎只在轉動的時候才化費燃料，這與蒸汽機卻是一個對照，蒸汽機在空閒的時間它的蒸汽仍然需要一相保持着才行，不成問題這也是狄塞爾的長處之一。

「可靠」是狄塞爾引擎另一種特點，它能一小時一小時不停的單獨工作，擔負着它的載荷只要對它加以很少的注意力就行。

將塞爾引擎有了這些優點，它確是原動力中最有希望發展的一種機械了。

德國的燃氣輪機葉片製造法

一位美國工程師在參觀德國的巴威利恩馬達製造廠 (Bavarian Motor Work) 之後，發表了一篇報告，內中說明德國有三種方法大量製造燃氣輪機的葉片，即：(1) 用機器車轉鋼棒，(2) 急劇抽壓 (deep-drawing) 鋼盤；以及 (3) 用冷作與電焊製成燃氣輪機之葉片。

該廠所用之材料，係奧國鋼鐵廠 (Austrian mill) 所出產之奧斯丁鉻鎂合金鋼 (Austenitic Chromiums-manganese Alloy Steel)，在報告中並有數種圖樣，係說明急劇抽壓工作，冷作及電焊之情形。

該報告中並提到一些特種潤滑劑，如玉蜀黍糊，肥皂，瀝青及水玻璃等。用此種潤滑劑後，於每次抽壓前，可毋用鹽汁防腐及鍍銅處理法 (Pickling and Copperplating Procedure) 矣！但在昔時於抽壓前葉片（材料）需用鹽汁防腐及鍍銅，在軋化前將鍍銅除去，於第二次抽壓前再行鍍銅，而在使用此等特種潤滑劑之後，金屬於抽壓前既已置有一層薄液，在第一次抽壓後軋化前，祇要將其浸於熱水之中，則其薄液自消便於軋化矣。

美國機械工程學會 動力鍋爐使用法規

熱工試驗室編

動力鍋爐使用規則（三）

三. 檢查規則 (Rules for inspection)

92. 通說 (General) 所有動力鍋爐須聘請經政府許可之檢查員或保險公司能負危險責任之檢查員，於每年中至少施行一次內部檢查或二次以上外部檢查，此後稱此類檢查員為合法檢查員 (Authorized inspectors)。

93. 類似檢查 (Similar inspections) 可由動力廠之負責人員或經其所指定之代表檢查之。此種人員稱為廠方檢查員 (Plate inspector)。但此種檢查，絕不能用以代替上部所述合法檢查員之檢查。此種檢查可依下述所定法則施用之：

94. 每次檢查之記錄，須列成一定之格式，以便於任何變化情形中，能作一定之比較，尤其關於水銹，厚度，腐蝕，侵蝕，龜裂及其他不普通情況更為需要。

95. 在合法檢查員定期檢查以外，廠方檢查員須隨時密切注意鍋爐之情形及其工作，且即將任何嚴重缺點或可疑之處，或意外事件等記錄之。以作合理之根據。

96. 合法檢查員施行外部檢查，需包括鍋爐外表，附屬件 (Appurtenances) 及各種連通系，無需將管與鍋爐分離。此種初步檢查，可作校驗動力廠平時應注意及管理情形。

97. 在進行鍋爐內部檢查前，需先檢查上次鍋爐修理之處及檢查員之記錄表，及詳細檢查鍋爐本身各部，尤其關於所有壓力負荷是否適合鍋爐規定之使用，各部份之強度，工作期中可能之損壞情形，以及上次正式檢查之情形，在規定壓力下連續工作是否可靠等。

98. 檢查之初步工作 (Preliminary) 施行鍋爐外部檢查時，除需使廠方檢查員易於接近鍋爐及其各種連接之通常地點外，需有特殊準備工作。

99. 內部檢查時需有充分準備，主要者，使鍋爐冷卻適當及開放且澈底清潔鍋爐及底座。

100. 牆，障板 (baffles) 水管及外殼，宜清理乾淨，並將灰塵及煙灰掃除，俾以廠方檢查員詳細檢查各部份之機會。

101. 若使用蒸汽除灰器 (Soot blowers) 於爐管完全冷卻前，宜即行使用之，蓋因冷卻後，則發生凝結，有使煙灰附於管上之虞。

102. 當鍋爐及底座完全冷卻時，將出水瓣啓開，使水放出，然後將人孔及手孔蓋移去，以使空氣經鍋爐循環而流通也。

103. 外殼圓筒，及爐管之內部，須將泥，鬆脫之水銹 (loose Scale) 或類似沉澱

物完全去掉，洗滌工作宜從上部開始，盡可能使廢物流至出水口或較低之手孔中。

104. 用適當之水壓力軟管以清水銹，必要時，或用手提工具。使此水不通過於出水管而導引於廢棉紗中，如屬需要，於開口至出水連通器間裝置過濾網 (Screen)。洗滌臥式回形火管鍋爐之水管宜上下而為之。

使水與燃燒室之磚不相接觸。若不能避免時，則於發火時宜將其謹慎烘乾。

105. 進入鍋爐之外殼或圓筒中前，需檢查出水瓣，主停止瓣，給水瓣及其他各瓣是否關閉。用可靠之方法，保護進入其中工作者之安全。若有一座鍋爐之各出水瓣已清理，而連接於總集水器，其他各鍋爐之出水瓣，須保持開口至鍋爐之清理。

若照亮之電燈使用電引伸圈而入於鍋爐中，此圈不僅須有良好之絕緣，且須能防止機械之損壞及保持工作良好情形，所用之燈泡亦宜加裝保護物，如鐵絲網，以免損傷。

106. 廠方檢查員宜利用鍋爐之資料，大小，使用時間，如有缺點須特別注意之，并宜注意鍋爐壓力負荷所示之遞減量，如有此種情形，須報告上級負責人。

107. 外部檢查 (External Inspection) 廠方檢查員宜檢查鍋爐位置是否水平，是否有平穩之趨勢，尤其於臥式回管鍋爐之頂部爐管橫自水平 (transverse level of the top tube) 位置并宜有適當之處置及地位，以備鍋爐及底座之膨脹及收縮之用。

108. 宜檢查給水及出水連通器，以觀察其清潔及工作於良好情況。

109. 鍋身外殼之腐蝕，係由於烟囪管或漏屋頂所落下之雨水，或由於活瓣及管子等漏出之水所致，故宜加以檢查。

110. 檢查時，須注意是否有漏焰至乾板 (Dry sheet)，尤其是於回管鍋爐之後拱 (back arch) 處，須用薄鐵皮或用石綿繩塞住後拱與鍋爐之後管板 (rear tube sheet) 縫隙，連接桿 (tie rod) 及支條 (buck stay) 須檢查其情形及可能之移動位置。

111. 廠方檢查員宜注意鍋爐上方之軸或其他機械之接近程度，若有事件發生時，可能掉落而擊傷鍋爐也。

112. 廠方檢查員宜注意為烘乾或儲藏而堆積於鍋爐或底座間之木材或其他物料，此種堆積常發生危險，而影響底座及其他設備之安全，不可於鍋爐頂上作為烘乾或儲存原料之用。

113. 須留心檢查安全瓣及其與鍋爐連接部份，排汽管 (escape pipe) 排水管 (drain) 及其支持物。所有出口須通暢且清潔。

依照說明而試驗各安全瓣，宜用手將瓣徐徐提起而使其離座，如屬可能，每將蒸汽壓力升達安全瓣之跳動壓力而試驗之。可用小鏈或小鋼絲繩裝於跳動安全瓣之水平桿上，橫過滑輪而至鍋爐房各部份以供應用。若瓣發生釘牢毛病，不宜用錘敲擊而使之鬆脫，宜將鍋爐之壓力降低，及清理瓣座或校正其他發現之缺點。若裝置有補助安全瓣於鍋爐上，則鍋爐可繼續工作，直將工作至一適當時間為止。

114. 宜檢查水玻璃管，試水龍頭，水柱連通器及出水器等之連接部份是否暢通

自如，鍋爐之壓力表及總汽表 (Master gage) 宜用可靠之汽表於同一系統中以校驗之，若更換水玻璃管後，或感鍋爐混合物，泡沫，蒸汽水珠，及給水困難等問題，而使連接部份阻塞時，宜校驗之。

115. 檢查內部 (Internal inspection) 廠方檢查員進入鍋爐圓筒中，作個別檢查情形時，於未入之前，宜確知鍋爐內是否有適當之通風，且無任何可燃氣體存留於其中。

116. 進入鍋爐外殼或圓筒時，廠方檢查員須檢視出水器及表面出水瓣 (Surface blow off Valve) 主蒸汽瓣，補助蒸汽瓣，給水瓣及連接管上之其他水瓣是否均已關閉。若有人員在鍋爐中工作時，須採用安全可靠之方法，保護水瓣。

117. 宜仔細檢查鍋爐內所有之龜裂，破壞之支柱，凹陷 (Pitting) 腐蝕 (Corrosion) 水銹以及殼內變薄之位置，於蒸汽空間 (Steam Space) 中之圓筒上半部，尤須特別注意，是否染有油漬及油膏。

118. 宜檢查爐管之內部是否有水銹及沉澱物存在其間，在迴型水管式鍋爐中管子間之空隙，可先用燭或小燈光照耀於其間，以檢查其間有無障礙物阻塞流通。

119. 給水管及其下面之槽之情形，宜注意及之。乾燥管 (dry pipe) 宜檢查之，以使其出口及穿孔 (perforations) 均通暢而無沉澱物，所有內部零件必須檢查其連接處之鬆緊恰當與否。

120. 鉚釘之裏表面宜檢查其鉚接情形，鐵板厚度，腐蝕及龜裂等情。廠方檢查員宜注意撐釘 (Stays) 及牽條 (braces) 之腐蝕與龜裂之情形，由焊接而成之撐釘及牽條尤須特別慎重檢查。

121. 若使用易熔塞 (Fusible plugs) 時，可檢查其是否保持良好工作情形，其使用之時期不宜超過一年以上，當鍋爐啓開時刮光易熔塞之表面及接近塞之鍋爐表面以視之，如發覺易熔塞不良時，宜將塞改換全新者。

122. 爐膛及曝露於火中之各部份 (Furnace and part exposed to fire) 廠方檢查員須進入爐膛檢查管之外部，外殼，磚座及障板等。

123. 若使用吹灰器 (Soot blowers) 檢查員宜檢查此器之各部份及由此器噴嘴之流出物對鍋爐管之損傷。

124. 廠方檢查員宜檢查底座之龜裂 (Crack) 陷落 (Settlement) 及靠近鍋爐旁鬆脫之磚，若磚座用作鋼支持物之絕緣物時，宜檢查其是否於良好工作情況及保持一定空氣間隙，爐膛之裏襯宜檢查其陷落龜裂及燒裂 (Spalling) 情形，於立式水管鍋爐中，宜檢查壩牆 (bridge Wall) 以視泥鼓 (mud drum) 是否保護適當，廠方檢查員宜檢查障板及阻牆 (Check Wall) 尤其是火焰會經過而穿出之小孔。

125. 連接於鍋爐上之出水連接部份應檢查腐蝕及衰弱情形，用作保護遮蓋物，磚或瓦，在任何情形之下，須不受鍋爐或管之膨脹之影響。

126. 臥式迴形火管鍋爐中，宜特別注意管端及管板 (tube sheet) 情形，廠方檢查員宜注意管板之腐蝕，管漏之現象，由於反復滾輾而成過薄之管端，循環管管端之情形以及水管鍋爐之泥箱乳頭等情況。

127. 廠方檢查員宜注意回管式鍋爐，在管板管下之人孔與手孔處因漏水而發生腐蝕之任何趨向。

128. 附件 (Appurtenance) 檢查主集汽器及其至鍋爐之連接情形，視其支撐是否適當，需有適當間隙以供膨脹及收縮，而不致使鍋爐受影響發生變形，并檢視止回停止瓣是否工作情況良好，除非排水適當否則連通器上不安裝水囊 (Pocket)。

129. 廠方檢查員宜注意蒸汽表及表龍頭之位置。務使水管確實連接於水柱，宜用水平桿橫過管之頂行 (top row) 或由易熔塞之位置以校驗水玻璃管之位置。

130. 校驗管之路線 (Pipe line) 及一切之支持物，需檢查其是否保有適當之拉力及位置 (Alignment) 如鍋爐之底座與廠之建築地基無關，則蒸汽及給水各種連接部份宜每年鬆開一次，或用其他可靠方法，以校驗之，以避免可能之變動。

131. 管理之事項: (Care and management)

廠方檢查員宜特別留意對鍋爐及其附件之保管及管理易於不當心之處。

132. 廠方檢查員，若發現有不安全情形或不合理之現象，宜立即設法補救，并將其檢查結果迅速記錄，並報告上級負責人。

133. 廠方檢查員宜保留合法檢查員所有檢驗報告，並檢視此報告中所列舉事項，是否已迅速及謹慎加諸實施。

四. 預防鍋爐損壞主要原因之法則

(一) 過高壓力 (Over-Pressure)

134. 指示器 (Indicators) 蒸汽壓力表 (Steam Pressure gauges) 合於試驗標準之蒸汽壓力表，需與淨重試驗裝置器或曾經試驗之另一試驗表相比較且需一致。

135. 試驗表必須為一具準確之表，可為工作時校驗之用，而且此表須與淨重試驗裝置器比較且保持一致，與其他在工作中之蒸汽表比較時，以作正確之準繩也。如顧及水遲度 (Waterleg) 影響時，可於試驗表或淨重試驗裝置器之讀數另加相當差度。

136. 鍋爐用蒸汽表宜常常比較檢查之，當鍋爐作內部檢查或修理完畢，及停止使用相當時間後，於鍋爐開始工作時，宜隨時檢查汽表外部，當安全瓣跳動時，宜注意表上之數字，若其數字超過所規定之跳動壓力五磅或超過全一壓力下相鄰鍋爐壓力五磅時，或壓力在二五〇磅以上，其變化超過 2% 時，宜將表檢查之。若發見有鍋爐之混合物，泡沫，蒸汽溢出，及其他給水困難而使表之連通器阻塞時，宜將表試驗之。

137. 試驗蒸汽壓力表之前，將其從表連接處鬆開，並用水吹洗管子，龍頭，及虹吸管，吹洗完畢後，再行將其連接，不容蒸汽直接進入表內，務使水時時盛滿於虹吸管中，若蒸汽進入於表中必須重行試驗。

138. 時時宜使表保持光亮。針盤 (dial) 及玻璃蓋宜使之清潔；且須檢查玻璃是否保持牢緊，若玻璃管打破後，盡可能即行修理之。

139. 蒸汽表不用時，如室內溫度有達到凝結溫度之可能，宜將連通器及表之水洩出。

140. 主蒸汽表 (Master Steam gage) 是一種補助表, 而裝於主集汽器上, 為指示全組各鍋爐之壓力者, 此表使用於動力設備上旨在便利工作, 若與其他可靠之蒸汽表不相一致時, 主蒸汽表亦宜檢查之。

141. 水玻璃管 (Water glass) 鍋爐與水柱及水玻璃管間之通路及瓣, 宜通暢無阻且清潔。可以放出水柱與水玻璃管中之水, 以測驗之, 須注意回復至水柱與水玻璃管間水之迅速度, 並宜檢驗水表龍頭直至水平面正確為止。

142. 所有水柱及水玻璃表宜由管理員或直接負責鍋爐水位之工作者, 於每次換班之始, 及遞班將完畢其任務前檢驗之, 如此可決定鍋爐內可能發生低水 (low water) 時之應負其責者。

換班之意係一人或一部份人於分配時間內接替一人或一部份看守或管理蒸汽動力廠之謂也。看守, 守夜及巡視均全一意義也。

143. 水玻璃管更換後, 宜校驗之, 鍋爐上所有之水玻璃管, 於開始工作時, 及發現有鍋爐混合物, 泡沫, 蒸汽溢出或阻塞連通器等困難問題時, 均宜試驗之。

144. 水玻璃管及其連通器, 宜避免漏水於水柱及水表與鍋爐間之管系, 不讓水或蒸汽流入於連通器內, 若有漏水或水及蒸汽流入, 則鍋爐之水位必生不正確之指示矣!

145. 當鍋爐放水時, 水柱, 水玻璃表及表龍頭之放出管之出口端, 宜保持開啓, 並在工作者之聽覺及視線以內。

146. 水玻璃管宜使其光亮清潔, 若需清潔水玻璃管時, 宜將其更換之, 如不拆下, 在原處清潔時, 玻管可能破裂或為碎布廢紗所阻塞。

147. 當玻璃管打破時, 宜將碎片移去, 並將瓣徐徐啓開, 清除存留之碎片。更換新玻璃管前, 宜查察洩水口是否開放, 玻管是否為所需長度, 以及連接各部份是否排在一線。安裝玻管時宜用墊物, 並校正填料函螺母 (Stuffing-box nuts), 宜特別留心, 不宜牢之過緊。然後徐徐啓開頂瓣, 使小蒸汽流經於玻管, 而微熱之; 玻管受適當溫度後, 將出水龍頭關閉之; 再將底瓣微開, 當玻管上之水柱穩定時, 盡量啓開底瓣, 而後再將頂瓣全開。

鍋爐在有壓力之下工作時, 而當換玻璃管時, 除非玻璃管裝有防護器, 以保持工作者之安全, 或工作人員戴上防罩器 (Mask), 否則汽瓣宜用遠距控制器 (Remote Control) 以操縱之。安全可靠之防護器 (guard) 可用 22 號之黑鐵篩 (篩孔 $1/8$ 吋) 所製成之圓錐狀者。

148. 若使用自動警鈴, 以指示極低或極高之水位時, 須常時保持良好工作程序, 水玻璃管之水位置, 宜時時保持合理情況, 不應依賴用自動警鐘指示其過高或過低之水位。當自動警鐘響時, 如看不見玻管上之水位時, 宜先檢驗試水龍頭, 以定其水位。其後再調節給水瓣。

149. 易熔塞 (Fusible plug) 若使用易熔塞, 宜檢查其是否保持良好情況, 所使用之塞不宜超過一年, 當鍋爐開放時, 可擦亮易熔金屬表面及接近塞之鍋爐表面, 且使之清潔。若易熔金屬不光亮時, 宜更換新塞, 除照規定之新金屬之份量外,

塞內不宜充滿其他物件。

150. 放洩機件 (Relief Equipment) 安全瓣 (Safety Valves) 安全瓣宜保持靈活, 清潔以及良好工作情形。

151. 安全瓣之跳動壓力不能大於鍋爐工作許可壓力。

152. 當所有鍋爐連接於總蒸汽集汽器, 且在全一工作壓力下工作時, 其中某一鍋爐之許可工作壓力大於其他者, 則所有安全瓣之急洩壓力, 不宜大於鍋爐中之最小工作壓力者。除非低壓鍋爐中裝有逆回阻瓣 (Non-return check valve) 或有足夠之安全瓣容量, 附於低壓集汽器上, 以適應高壓鍋爐之容量。

153. 當鍋爐許可壓力減低時, 鍋爐具有增加添煤器容量之設備, 或改變燃料而增加燃燒時, 凡此種種情形, 須保證安全瓣不超過其許可容量, 且宜重新計算其容量, 若規定之容量較已用者為大, 宜將安全瓣容量增加之。

154. 除非鍋爐上有一個以上之安全瓣, 否則安全瓣之急洩點 (Popping point), 不宜高於合於規定之鍋爐壓力之上。裝置安全瓣之急洩點須依規定而行之。若安全瓣之急洩壓力超過或低於所設計之彈簧壓力百分之十以上時, 宜將彈簧調換。使其能適應設計時應有之壓力。

155. 當彈簧變弱時, 宜將其旋下, 以保持其規定之急洩壓力, 彈簧不宜旋之過低, 致妨礙瓣之開口大小。

156. 除熟練或有經驗者外, 不容任何人安裝或調整安全瓣。安裝或調整回阻圈 (blowback ring) 以調節此機構時, 亦須由熟悉安全瓣機構及運用之機械師而為之, 安裝或調整彈簧或回阻塞後, 須將安全瓣試驗之, 當安裝或調整安全瓣時, 鍋爐中最高之水位不宜超過水表之最高龍頭處。

157. 保證彈簧工作自如, 無論何時當安全瓣之彈簧調整後, 宜將其試驗之。除普通檢查或除非鍋爐有適當之蒸汽壓力足以吹洗座上之穢物及水銹外, 不宜將安全瓣提起, 尤其當新鍋爐開始工作時。

158. 可用小鏈或鋼絲繩裝於急洩安全瓣水平桿上, 再橫過滑輪至鍋爐房其他各部份以供使用。

159. 無論何時, 當安全瓣急洩時, 宜查看鍋爐表上所指示之壓力, 若發見壓力超過規定急洩壓力 5 磅時, 宜檢查鍋爐汽表, 若表無缺點, 則將安全瓣校正之。工作壓力, 如在 250 磅以上, 則表上之許可變化值, 可為工作壓力之百分之二。

160. 若安全瓣達到規定急洩壓力, 而不工作, 不宜用敲擊其本身或瓣之各部份, 而鬆脫之。可拉起水平桿, 將瓣啓開, 當壓力升至急洩壓力時, 瓣則砰砰作響放氣, 若瓣仍不急洩放氣, 可將裝設有瓣之鍋爐停止工作, 並將安全瓣清理或修理之。若鍋爐上加裝有補助安全瓣, 其超過之容量, 係依規定, 瓣之容量宜與故障安全瓣者宜相等或較大, 則鍋爐仍可繼續工作, 直至其工作完畢時為止。

161. 無論何時, 不宜以牢緊彈簧或用其他東西阻塞, 以防止漏汽, 若安全瓣之壓力小於關閉時者, 而發生漏汽, 可提起水平桿, 將瓣鬆脫。若此法仍不能阻止水漏, 即需將安全瓣修理或更換。

162. 鍋爐低水 (low water) 時, 不宜放開安全瓣, 以減低蒸汽壓力。

163. 宜留心防止污穢之物, 水銹及其他雜物堆積於安全瓣彈簧圈內。

164. 宜保持出水管洩水口開啓, 若安全瓣急洩時, 宜站立於適當位置, 觀察出水管之洩水情形, 以定洩水有無障礙。若用鋼絲測探洩水管之洩水孔是否清潔時, 宜留意轉動鋼絲, 勿使水銹掉落於出水口內。

165. 裝於出水管之支持物及固定物, 應保持適當之拉力, 每六個月至少檢查一次。

166. 若鍋爐作水靜壓力試驗, 須將安全瓣拆卸, 阻塞開口或將瓣底夾盤牢緊於座上。如屬需要將水柱浮筒移去。試驗完畢後, 務使安全瓣回復良好工作情況, 在鍋爐再行加入工作前, 宜將安全瓣試驗之。

給水之供給 (Feed water supply)。關於此問題之規定, 於結構損弱 (Weakening of Structures) 一節中, 將有所說明。

167. 燃燒之控制 (Control of Combustion) 風擋調整器 (Damper regulation) 有通風控制器之設備, 並非減輕管理人員之責任, 宜隨時測探各種情形, 以免影響結構之安全, 此控制系統, 宜保持良好工作情形, 亦宜定期或當鍋爐施行內部或外部檢查時檢驗之。

168. 在任何情形之下不宜以易燃之物為燃煤引火之用, 以致發生過量之煙或可能之背焰, 若用磨碎之煤, 煤氣或油為燃料, 務使出口風擋啓開, 於加入燃料點火前得有微量之通風。

169. 若不經過省煤器時, 入口風擋至省煤器之通路宜關閉。

170. 燃燒供給之調整法 (Fuel-supply regulation) 若有燃料控制器之設備, 管理人員不可因有此物而減輕應負之責任, 宜時時留意能影響結構安全, 不正常情形, 此系統須保持良好情形, 且分期檢查, 尤其在操縱失靈時, 可能發生急劇增加燃燒率。

171. 使用 (Operation) 瓣之管理 (Manipulation of Valve) 引鍋爐之蒸汽加入工作之先, 將鍋爐與主集汽器 (Main header) 間之連通器上所有洩水器均須啓開, 尤其於二停止瓣間一洩水器, 直至鍋爐正式加入工作時為止, 引鍋爐內之蒸汽入於已工作之集汽器中, 鍋爐與集汽器間之蒸汽管路 (Steam line) 常須以經過旁支瓣之蒸汽先行預熱之, 然後將集汽器之瓣全開, 利用逆回阻瓣自動將蒸汽引入, 若無回阻瓣之設備, 則當鍋爐與蒸汽管線之壓力幾近相等時, 方將鍋爐停止瓣, 徐徐啓開。

(a) 若使用二個手用停止瓣為避免水擊, 先將靠近集汽管一邊之停止瓣徐徐開放, 至最大限度以後, 當鍋爐之壓力與主集汽器者相等時, 將靠近鍋爐一邊之停止瓣徐徐啓開, 至最大限度。

(b) 若使用一個手轉動及一個停止回阻混合瓣 (Stop and check valve) 時, 先將接近至集汽器一邊之手動停止瓣徐徐開啓, 最初僅引少量蒸汽為宜, 若鍋爐壓力仍低於集汽器者 10—50 磅, 宜將停止回阻混合瓣徐徐退回, 由此校正使回阻

瓣 (Check Valve) 全開，為保證回阻瓣動作之正確性，除非在主集汽管完全充滿蒸汽，且在全壓以外，此瓣常使鍋爐自動進汽或停汽。

(c) 若使用一個手動停止瓣及一個自動回阻瓣，當鍋爐壓力仍低於主集汽器者 10—50 磅時，將手動停止瓣徐徐啓開，

(d) 若鍋爐所發生之蒸汽不引入於一總集汽器時，通常最好同時將全蒸汽管線之壓力升高較為妥善，且將所有滴水管開啓。

(e) 具有二個獨立出口，裝有回阻瓣之鍋爐，倘其加入工作後，宜觀察鍋爐蒸汽壓力之情形，以便確知兩瓣啓開與否，若回阻瓣係為停止及回阻連用者，當鍋爐蒸汽壓力達到其工作壓力時，將瓣桿提起，以便探知瓣之啓開是否正確。

風 力

(Wind Power)

大量利用風力作為動力之源，在美國已有電力協會及聯合工業研究協會 (British Electrical Association and Allied Industries Research Association) 在着手進行並成立，更由於在魯蘭山地 (Rulland) lt. 2000 呎高處之格蘭巴山頂 (Grandpa's Kuob) 上所建之一千瓩 (KW) 風力發電廠相當成功，引起人們在經濟方面對於此一種動力廠之注意，該廠詳細情形另有記載，此處不論。此外在美國方面聯邦動力局 (Federal Power Commission) 亦在專心研究此一項問題，並着手設計有 7500 KW 及 6500 KW 之風力發電廠。

美國電力協會在此方面所成立之新部門其任務為：在技術上及經濟上研究如何發生此種大量空氣動力問題，包括收集各種有用之資料與其顯而易見之事實等等。在原則上選擇地點及風向變化等問題，風量之供應與發電設備之配合等等。以及在設計上許多尚待解決之問題，有些用於鄉村之小型風力發電設備，已在建立之中，以之供應小島與遼遠區域，在缺少燃料或動力之處，對於此種風力發電廠，亦頗感興趣，在我國既無多量之油，而煤的運輸亦成問題，若能設法於適當地點使用風力其有助於工業建設當非淺鮮也。

工業用水處理手冊(三)

(熱工試驗室編譯)

第三章 沉澱法 (Sedimentation)

定義:

沉澱法為使水中所含之懸浮物因靜止而沉澱之方法。

用途或目的:

沉澱法主要目的在水中懸浮物沉澱，達減少水之渾濁度 (turbidity) 收澄清之效。它主要的效果在使水中沉澱較快的粗大粒子除去。此法較之凝集作用 (Coagulation) 除去粗大粒子更為經濟，它附帶效果可除去水中所含細菌。一般講細菌除去之百分率與渾濁度之減少有密切的關係。根據許多事實發現沉澱法可以除去渾濁與細菌的百分率自 30% 至 80% 不等。

理論:

由於地心吸力的影響所有重於水的粒子每有下沉的傾向。沉澱所需的時間將根據許多的因素，如像粒子的重量，外形，大小以及水之黏度阻力等等。

靜止水中砂與泥渣下沉的速度

10°C 或 50°F

比重 = 2.65

粒子直徑 mm	大小次序	下沉一英尺所需時間
10.0	砂礫	0.3 秒
1.0	粗粒	3.0 秒
0.1	細粒	38.0 秒
0.01	泥	33.0 分
0.001	細菌	35.0 小時
0.0001	細泥	230.0 天
0.00001	膠體	63.0 年

懸浮物之比重為沉澱速度之主要因素，比重大的粒子下沉的速度自然快於僅較水稍重的粒子。

水之黏度同樣為影響沉澱速度之主要因素，而水之黏度因溫度而有不同，例如在 0 度時沉澱速度僅為 30 度時沉澱速度之 43%，亦即是當夏季時水溫高渾濁度之減低有高效率的理由。冬季時水溫低，沉澱速度減低，效率低，沉澱所需的時間亦因此增多。

根據 Stoke 氏的定律可以計算出沉澱速度。

$$V = \frac{73.9D^2(S_1 - S_2)}{Z}$$

V = 每秒下沉速度 = 英尺/秒

D = 粒子直徑 = 英寸

S_1 = 粒子密度 = 磅/立方英尺

S_2 = 流體密度 = 磅/立方英尺

Z = 黏度 (Centipoise)

應用此方程式是假粒子為圓形，在無限大的流體與黏性阻力中沉降。

Stoke 氏定律與下沉速度之應用均假定在靜止水中，理論上水平的流速對於懸浮物下沉的速度並無關連，因為下沉運動是因重心作用的原故，無論如何垂直方向的流速會因對流而阻止沉澱，所以沉澱池的設計要保持干擾至最小限度，且能連續靜止。

研究上面沉澱速度表為達工業上目的，沉澱法實際除去固體的限度，粒子直徑應為 0.01mm 或大於 0.01mm。較小粒子沉澱速度低，所需時間比實際所容許的多，大的儲藏器如保留數星期數月的時期小於 0.01mm 的粒子可能除去。

應用的設備：

沉澱法可應用一簡單的槽，充滿渾水使之靜止。懸浮物沉澱於下部，上部澄液可傾瀉而出，下部之淤渣則排去，再行換渾水沉澱。此法可定名逐次施行沉澱法 (Fill and draw System)。沉澱速度之計算可用前表所示。

最近大規模新式設計採用連續沉澱法，水流經之槽其大小形狀，設計時以使水流速度正適合沉澱物容易沉澱之速度，澄清水用連續溢流法流出，沉澱物留於槽底。

每天少於 1 百萬加侖之小規模廠，恆常用一沉澱池。在大規模廠中常用二三個沉澱池為一組。其中一池清除污泥，另二池則施行沉澱，如此可連續使用。在大規模使用一池時則用連續排除污泥法

沉澱池常為長方形，如祇有一池則用方形設備費較為經濟。無論如何在許多情形下池之大小必需適合有效的空間。斜形底可使用高壓力噴射沖洗污泥，沉澱池深度通常在 12 至 20 英尺，平均 16 英尺。

沉澱池設計時必需預為容留在兩次清除之間污泥所需堆積的容積，沉澱池之百分二十五容積常作為此用，由於沉澱物積聚當一定限度內沉澱得不到時，必需加以清理。

在較大的槽，特別有大量懸浮物時常需用機械連續清除，斜板或括板在槽底連續移動，推集污泥於出口處，設計清除器工作之速度時，需使加之於沉澱作用之干擾減至最小。

應用：

由於較粗大粒子或稠密懸浮物所致之水之渾濁度可因沉澱作用而達一定程度之澄清。沉澱法可用之於天然水，污水與工業上廢水。沉澱法廣泛的應用作為得澄清作用之經濟方法，尤其較之凝集法同樣的有澄清效果。

限度：

比重小或是細粒子的懸浮物在可容許的時間內不能用沉澱法除去，增加池子的容積，或是使停留的時間增長，也無顯著的效果。在此情形需加入化學凝集劑以增大粒子使得容易沉澱。

熱工問答

編輯室

內燃機方面

1. 若欲裝一廢氣鍋爐，與四衝程之柴油機相連，是否要加重柴油機本身之負荷？除蒸氣壓力定為 75#，則吾人由此種鍋爐中，可得蒸氣若干？又此種廢氣鍋爐，除不用廢氣是否仍可用燒油設備？

【答】廢氣鍋爐非但不會引響到柴油機之負荷，並且非常經濟，廢氣經過鍋爐之後，變得非常冷卻，因此不致發生反壓 (Back Pressure) 現象，而對於減少廢氣之噪聲方面，亦獲實效，由廢氣中所得到的熱量，是不略有增加燃料的意義在內的，因為若是沒有此種廢氣鍋爐，其熱量亦必消逝於大氣之中。

用此種鍋爐，在 75 磅壓力之下，所能產生之蒸汽量，當依個別情形，才能決定。大概的說，在此情形下，每匹馬力，可產生一磅之蒸汽，為慎通起見，可估計的比此數字再小些。

至於引用燒油設備問題，在引用廢氣時，不能同時再引用此種燒油設備，除非燒油設備與廢氣完全隔離，若不於同時引用兩者，自無問題。

2. 我所管理的那部柴油機，其汽缸襯筒為數個相連成一集件者，在此情形下，若其中之一汽缸襯筒損壞，是否能局部的用新的材料填補？

【答】要想填補局部損壞的地方，普通不外用兩種方法，即銲接與沉積，但實際上沒有用這兩種方法來填補汽缸襯筒損壞的。因在填補之後需經過各種必要的加工。而其加工所需要之費用，與換置新襯筒不相上下，並且填補後之效用，亦頗成問題。但在理論上講，這固是一個有趣而值得研究的問題。

3. 有一部 500 匹馬力，四衝程，200 轉速的柴油機一部，在滿荷情況之下，其出氣閥上下跳動得非常利害，此引擎已使用一年，在初用時並無此種現象，以為是汽閥彈簧的障礙，乃換以新彈簧，且將整個出氣閥系統加以清理，至其跳動如故，不知是何原因？

【答】此種跳動，多係由於進氣管道停塞所致，因其阻塞，則空氣不能自由進入。因此於吸氣階級中產生局部真空現象，而將出進閥舉起，因此產生如問題中所說的跳動現象，此種時象在嚴重的情形之下，可使汽閥桿折斷，汽閥損毀，是以必需將進氣管道清除。

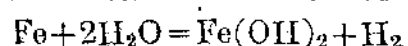
鍋爐給水方面

1. 什麼是鍋爐中廢蝕或創傷 (Pitting) 的原因？

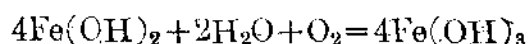
【答】腐蝕或創傷是由於鍋爐水溶液對於金屬的作用。所謂鐵銹即是鐵與氫及氧

或單與氧形成的穩定化合物 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Fe_2O_3 與 Fe_3O_4 。

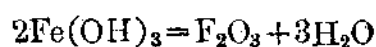
(a) 水溶解鐵作用——鐵與水接觸後之作用如下：



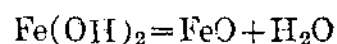
Fe 繼續溶解於水中直至 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 達飽和狀態。此時如果有氧參加作用則



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 為不溶解物沉澱如鐵銹，因是 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 濃度減低水得繼續溶解鐵直至飽和。氫氧化鐵與熱形成不溶解之 Fe_2O_3

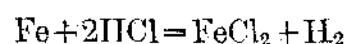


氫氧化鐵減去水份等於 FeO



磁性 Fe_3O_4 為黑色氧化鐵，不溶解可視為 FeO 與 Fe_2O_3 聯合形成 Fe_3O_4 結果由於水與氧之作用腐蝕鐵形成細末狀之 Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , 與 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之鐵銹。

(b) 酸對於鐵之作用——另外一腐蝕來源發生於水中之酸腐蝕鐵如下：



(c) 電腐蝕與電作用——鐵之腐蝕同樣與電的作用有關。當兩不同金屬放在鹽水中時如像鍋爐水，用導電性線連繫則將帶電，形成一電池將有少量電流。如果此兩金屬為鐵與銅則在鍋爐水中電流將由鐵流向銅以及在外部由銅流向鐵。

此電化作用發生由於任何兩不同金屬。鋼為鐵與其他少許物質之合金。兩片鋼如有稍微不同則將有電化作用，以致金屬面有陷凹，而陷凹處正是鐵進入溶液之故。

鍋 爐 常 識 方 面

1. 直徑大於 72 吋的臥式回管鍋爐，為何須用外加支持樑懸掛之？

【答】 因大型鍋爐所具的重量，常非磚築牆基所能支持，尤當水量完全充滿後，磚牆基即有擠壓致碎或發生彎曲變形 (Crushing or bucking) 的可能，故鍋爐外部須用架懸掛之。

2. 臥式回管鍋爐火焰高度的最大限度為何？安全水面的最低限度為何？

【答】 最高的火焰只能到最低的安全水面為止。最低的安全水面，必須較最上一排的火管高出 1 吋。

3. 通常火管式鍋爐的汽包 (Steam drum 或汽室) 的作用安在？

【答】 汽包乃為能得較為乾燥的蒸汽而設，對蒸汽的儲備能力亦微有增加。

4. 汽包係用何法裝接於鍋爐殼頂？

【答】 汽包直徑若大於 24 吋應用雙行鉚釘或雙面全焊法 (Double-full-fillet-welded) 裝接之。若其直徑小於 24 吋，則雙面全焊法或單行鉚釘法均可，但若汽包直徑與最大壓力的乘積大於 4,000 (磅/平方吋)，則應改用雙行鉚釘，若採

用雙面全焊法，則焊接所應具之一切規範 (Specifications) 均應嚴格遵守，否則須再用 X 光檢驗之。

冷氣工程方面

1. 冷卻劑的種類如何？

【答】 去熱的物質名之為冷卻劑，最適宜用之於冷卻桌上的冷卻劑可明顯的分為兩大類：

a. 第一類是不可燃着也不產生爆炸現象 (Explosion) 的冷卻劑名之為非燃燒物 (Non-inflammable)

(1) 二氧化碳 (Carbon Dioxide), CO_2

(2) 二氧化硫 (Suephur Chioxide), SO_2

(3) 四氯化炭 (Carbon tetrachloride), CCl_4

(4) 一氧化二氮 (Nitronsoxide), N_2O

(5) 二氯二氟甲烷 (Dichlorodiflnoromethane 有時名之為 Freon 即 F-12 或 K-12), CCl_2F_2

(6) 二氯甲烷 (Carrene), CH_2Cl_2

(7) 一氯丙炔 (Trieline), C_2HCl

b. 第二種易燃且能產生爆炸，此數冷卻劑名之為易燃物。

(1) 氮 (Ammonia) NH_3

(2) 丁烷 (bntane) C_4H_{10}

(3) 二硫化炭 (Carbon bisnlphide) CS_2

(4) 異丁烷 (lso bntane) C_4H_{10}

(5) 一氯甲烷 (Mothyl Chlonde) CH_3Cl

(6) 一氯乙烷 (ethyl chloride) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

(7) 丙烷 (propane) C_3H_8

(8) 乙烷 (Ethane) C_2H_6

(9) 三氯甲烷 (Chkroform) CHCl_3

(10) 乙醚 (Ether) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$

(11) 二氯乙炔 (Dieline) $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$

2. 通常製冰用之冷卻劑多為何物？家庭冰箱用之冷卻劑多為何物？

【答】 製冰用之冷卻劑，則多為氮 (阿摩尼亞)，家庭冰箱用之冷卻劑，多為弗內安 (Freon-12)。

3. 氮冷卻劑能否用於鋁質管？

【答】 鋁管用於製造合成氮已有若干年歷史，同樣的對於商業上冷氣工程亦適宜於氮冷卻劑。

Heat Power Engineering Journal

Vol I. NO. 3

July 1, 1948

Published by: Heat Power Laboratory, National
Bureau of Industrial Research, 273
Hwei-Ming Road, Shanghai 19, China

Director of the Bureau.....Dr. Y. T. Ku

Head of the Lab. & Editor-in-Chief ...Eugene H. T. Chen

Editors S. C. Wang

S. H. Tiao

H. S. Tseng

Published on the first of January, April, July & October.

版權所有 請勿轉載

印 發 出 編 主 發
刷 行 版 輯 編 行
者 者 者 輯 編 人

熱工專刊 第三期

地址 務本製版所
武定路五三七弄六六號

地址 熱工試驗室
上海惠民路二七三號

熱工試驗室
中央工業試驗所

刁曾汪 紹桓錫
純崧麒

陳學俊

顧毓璠

THE ORIENT PAINT, COLOUR & VARNISH CO., LTD.

WILKINSON, HEYWOOD & CLARK

THE RED HAND COMPOSITIONS CO

英 商

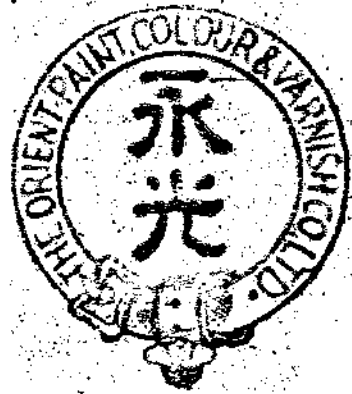
永光油漆有限公司

英國吉星洋行

英國紅手洋行

"The best Paint and Varnish
at the lowest price in the East"

品質最高



代價最低

"The standard of excellence!
Known all over the East"

遠東最精良之出品

General Agents

BUTTERFIELD & SWIRE

英商太古股份有限公司

總經理

上海：中山東二路二十二號 電話：八二〇二〇號