

高等學校教學用書

# 鍋爐設備

卷二第三分冊

Э. И. ПОММ 等著

陳學俊 吳有榮 許晉源 譯  
徐士民 張松壽



龍門聯合書局

交通大學推薦  
高等學校教學用書



# 鍋 爐 設 備

卷二第三分冊

Э. И. 羅 姆 等著  
陳學俊 吳有榮 許晉源 譯  
徐士民 張松壽

龍門聯合書局

本書係根據蘇聯國立動力出版社 (Госэнергоиздат) 1946 年出版的羅姆 (Э. И. Ромм) 主編、К. Ф. Роддатис, Э. И. Ромм, Н. А. Семенов, Т. Т. Усенко, В. Н. Цыганов 合著的“鍋爐設備, 卷二” (Котельные установки, том II) 譯出的。

原書是“鍋爐設備, 卷一”(國立動力出版社 1941 年出版) 的續集, 並已予以擴充, 所需參閱卷一中的插圖與表也都已附在書末。

原書經蘇聯人民教育委員會全蘇高等教育事業委員會批准作為高等工業學校教科書。

原書是作為“鍋爐設備”一般課程與課程設計和畢業設計的教材之用, 也是為了廣大的工程技術人員而寫。內容包括鍋爐整體, 輔助裝置與鍋爐設備的運行。

本書中譯本分三分冊出版。第一分冊由清華大學熱力發電設備教研室林灝和馮俊凱兩同志合譯, 第二及第三兩分冊則由交通大學鍋爐教研室陳學俊、吳有榮、許晉源、徐士民和張松壽五同志合譯。

第一分冊包括各種汽鍋, 輔助受熱面和水循環計算等, 第二分冊包括蒸汽潔淨, 熱力計算和材料及強度計算等, 第三分冊包括加煤除灰給水打風等輔助裝置及鍋爐整體的運行, 並有附錄(鍋爐計算例題)。

## 鍋 爐 設 備

卷二第三分冊

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

ТОМ II

Э. И. Ромм 等著

吳有榮 許晉源 譯  
陳學俊 徐士民 張松壽

★ 版權所有 ★

龍門聯合書局出版

上海南京東路 61 號 101 室

新華書店華東總分店總經售

上海南京西路 1 號

新光明記印刷所印刷

上海康定路 162 號

1954 年 7 月初版 印數 0001—4000 冊

定價 32,000

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

## 高等學校(中等專業學校)教學用書

### 讀者意見表

書 名	<b>鍋 爐 設 備</b> 卷二第三分冊
對本書內容的意見	
對譯本的意見	
教學中的問題	

### 刊 正 表

(包括翻譯錯誤及排印錯誤)

頁	行	字	刊 誤 的 字 句	應 如 何 改 正?	
其他 錯誤					
讀者姓名			學 校 或 工 作 機 關		
詳 細 通 信 地 址					

本表如不敷填寫,可另紙書寫,連同本表,逕寄中央高等教育部教材編審處。



中央高等教育部  
教材編審處

北京 新皮庫胡同十二號

北京郵局收取回件郵費許可證第五三號

寄

年 月 日

# 目 錄

## 第四篇 鍋爐設備的輔助裝置及運行

第一章 燃料供應及除灰	1—43
§ 29. 燃料供應及其構件	1
§ 30. 烟氣中飛灰與硫的清除	24
§ 31. 除灰	37
第二章 空氣的供應與烟氣的排除。鍋爐的給水	44—148
§ 32. 氣體沿氣道運動的流動阻力	44
§ 33. 供應空氣及自鍋爐設備排除烟氣的裝置必需的容量及能頭之決定	64
§ 34. 抽風與打風裝置的選擇及其調節	85
§ 35. 給水裝置	107
§ 36. 給水管路與蒸汽管路	128
第三章 鍋爐設備的控制及運行	149—223
§ 37. 鍋爐整體運行的控制和操縱	149
§ 38. 鍋爐設備的自動化	178
§ 39. 鍋爐之間的負荷分配	191
§ 40. 鍋爐設備的運行與看管	206
§ 41. 原子核的分裂用作熱能來源	217

## 附 錄

附錄 I. 汽鍋中水的自然循環計算例題	225—285
I. 原始資料的選擇與鍋爐整體的構造特性	225
II. 以輻射方式自爐膛吸收熱量的部件的輻射受熱面尺寸之決定	232
III. 爐膛輻射傳出熱量在循環線路各部分之間的分配	234



IV. 鍋爐管束中循環線路各部分間所吸收熱量的分配·····	236
V. 循環線路所收到的全部熱量的決定·····	242
VI. 各受熱管中進水速度的預先選擇和各總下行管的水力特性的預先計算·····	244
VII. 後水冷牆的循環計算·····	251
VIII. 循環線路的上行部分的計算及各線路特性曲線的編製·····	261
IX. 總循環圖的編製及循環線路中水速的決定·····	278
X. 循環可靠性的估計·····	281
附 錄 II. 單流鍋爐蒸發部分的流動計算示例 ·····	286—292
附 錄 III, 鍋爐整體抽風裝置的計算示例 ·····	293—313
A. 課題·····	293
B. 鍋爐整體中氣體流量及氣體阻力的確定·····	295
附 錄 IV. 從「鍋爐設備」卷 I 的題綱中得來的必需的主要數據 ·····	314—345
俄華名詞對照表 ·····	346—361
通用名詞的簡寫 ·····	362

## 第四篇

# 鍋爐設備的輔助裝置及運行

### 第一章

## 燃料供應及除灰

#### § 29. 燃料供應及其構件

鍋爐設備的燃料供應，按照着與開採地點的距離的遠近，可有下列幾種方法：(1) 高架電車道，當距離不上 1.5 公里時；(2) 高架索道，當距離不上 20 公里時；(3) 鐵路，任何距離（包括自遠處運來）；(4) 水運，輪船曳引的駁船。

高架電車道運用很便利（圖 453），因為它可直接把燃料運到鍋爐間的煤斗中而不需轉運。它們的運輸量可達 10—200 公噸/小時或更高。當運輸量不大時在路線上有一輛橫行車就已足夠。這個時候橫行車從裝燃料處到卸燃料處的來回運動在同一條線路上進行。橫行車通常是用電力拖動，並有抓煤斗或運料車。容易較大的設備中可裝有幾座橫行車，它們沿閉合的線路運動。架在空中的橫行車的運動的速度可從 1 到 2.5 公尺/秒，抓煤斗或運料車容量可自 2 到 10 公尺<sup>3</sup>。然而高架電車道在我國（指蘇聯，譯者註）沒有被廣泛的應用，這是因為它們的建築需要耗費大量金屬。

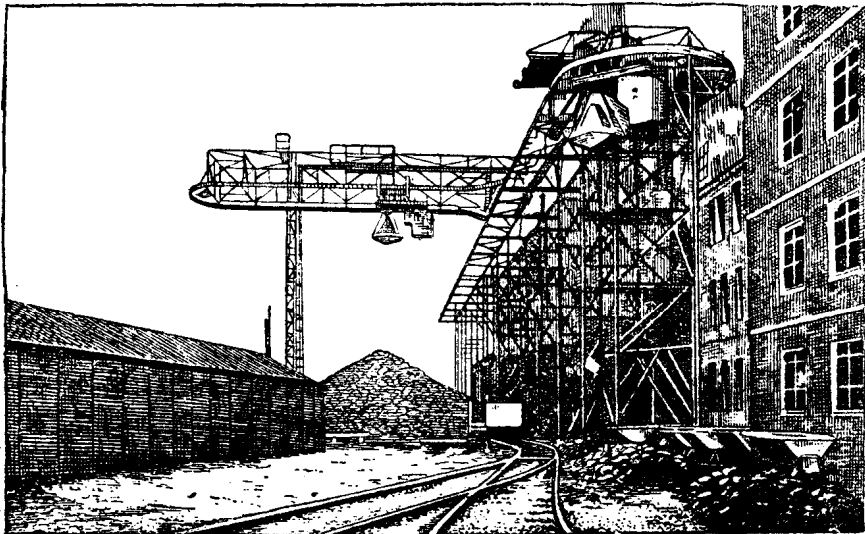


圖 453. 高架電車道的全貌



高架索道(圖 454—456)大多是在煤礦區內把煤自開採地點運到用煤地點時應用。索道是由下列主要構件組成:鐵的或木頭的支柱,載重和拉曳的鋼索,拉曳站,皮帶輪,柱脚,帶有運料車的吊架,原動機,以及裝料站和卸料站。在豎立於柱脚內的支柱的橫臂上敷設着直徑為 20—50 公厘的載重鋼索,載重的運料車就在這鋼索上走過。在橫臂的另一端與載重鋼索相似地敷設了另一根空車用的鋼索。此鋼索的直徑比較小一些,因為回到裝料地點去的空車的重量較輕。線路每隔 1—3 公里分為一段,這樣可使鋼索避免因溫度變化而引起的下垂現象。在個別區域內建立有拉曳站。拉曳鋼索成一閉合的索,而在整個系統中作圓形運動。運料車的吊架可用自動鎖接接到運動着的拉曳鋼索,結果沿着索道的運料車就可以沿着閉合線路自裝料地點走到卸料地點。

在圖 454 中,示出了由礦井到發電站(頓巴斯)運送無烟煤屑用的高架索道的的外形。在途中設有通行站。

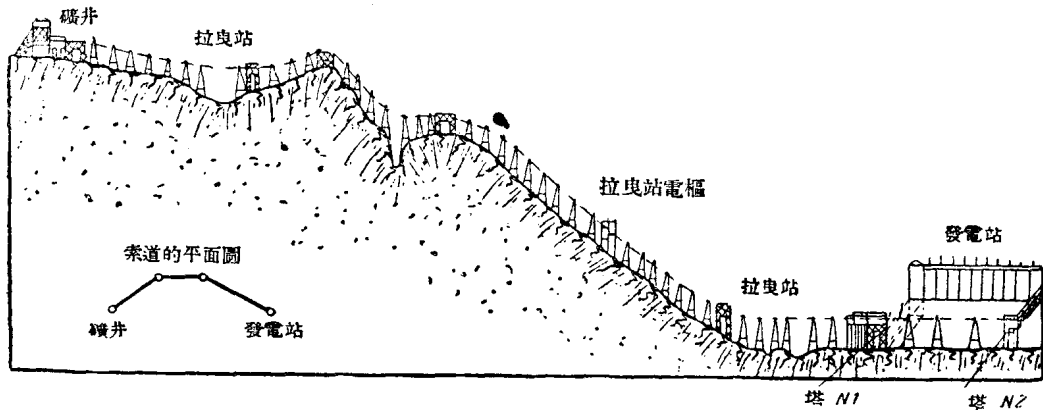


圖 454. 由礦井運送無烟煤屑到發電站用的高架索道的的全貌

在圖 455 中所示,為一種具有活動底的自卸式運料車。燃料從礦井運來,經過一連串中間站,然後把燃料卸在發電站的燃料儲存場中。卸料塔 1 及 2(圖 454)即是為卸燃料而裝置的。運行所消耗的電能相當小。例如從礦井到第一個中間站共 6 公里長的地段中需用一 100 匹馬力的馬達。而到國營區域發電廠(ГРЭС)為止的第二段(4 公里)則需一 50 匹馬力的馬達。圖 456 所示為一熱站的高架索道。線路長度 600 公尺,每部運料車的容量是 1 公噸,運料車的速度是 0.5 公尺/秒。索道的運輸量是 80 公噸/小時,但可以增加到 150 公噸/小時。電能消耗量一般是 40 瓦-小時/公噸。全部裝備的情況及地形對能量的消耗量有很大的影響。因之要給出一個裝置的所耗功率與價值由於情形非常不同所以是很困難的。木頭支柱的價值可佔全部索道的價值的 5—8%。設備中最重要的構件是鋼索,它的價值約為裝置價值的 10%。

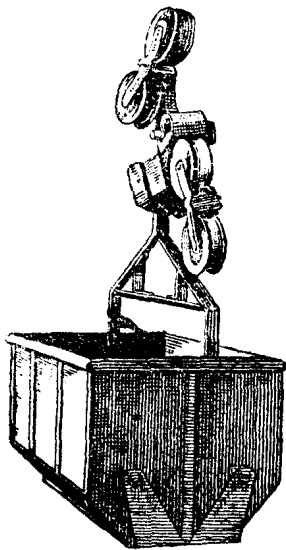


圖 455. 高架索道的具有活動底的自卸式運料車

在發電站或鍋爐間區域,不管開採地的情況如何,最普遍的供煤方法是用標準寬度的鐵軌。在燃用附近沼地的泥煤的發電站中,大多採用寬度祇有 750—1 000 公厘的狹軌鐵道。

如果運輸烟煤,除了用普通的無蓋的鐵路敞車外,還廣泛地採用特殊的能自動卸荷的重型車輛,如“活底式車(хонпер)” (圖 457),“懸箱式車(гондола)” (圖 458) 和“傾卸式車(думкар)” (圖 459),載重量自 25 到 60 公噸。從普通的車箱及敞車上卸下燃料是很煩雜和繁重的。所以卸荷時除了用一般的需要大量人力的手鏟卸荷外,可採用特殊的“傾倒器”,敞車駛到傾倒器上,首先敞車被軋住,接着傾倒器和車廂一起轉到側面向下,結果燃料就被拋下。機械鏟煤亦可能採用,如圖 459, a 所示。採用這種煤鏟可增加工人的生產率至四、五倍。常常亦可採用鐵路抓斗起重機來卸燃料,此種方法較不方便,因為需要用

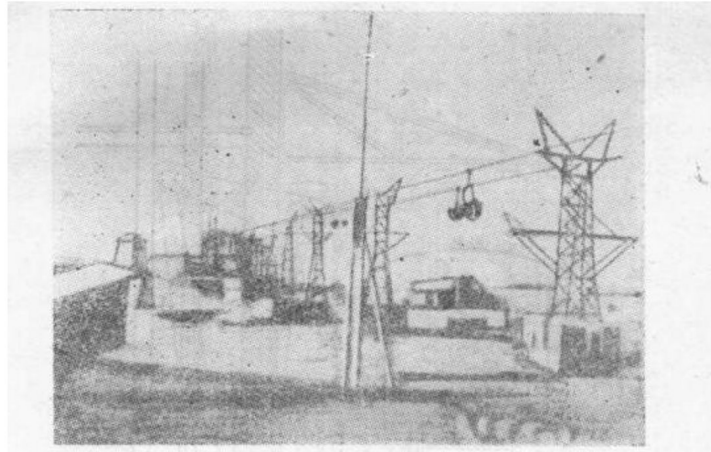


圖 456. 高架索道的全貌

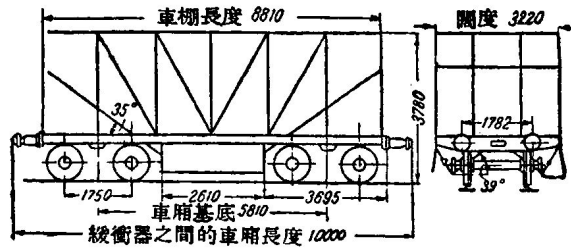


圖 457. 活底式自卸重型鐵路車箱

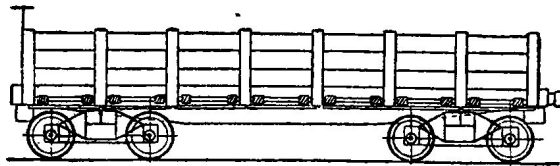


圖 458. 懸箱式車箱

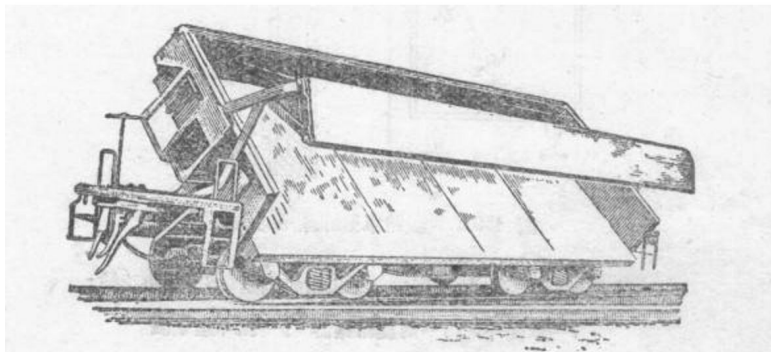


圖 459. 傾卸式車箱

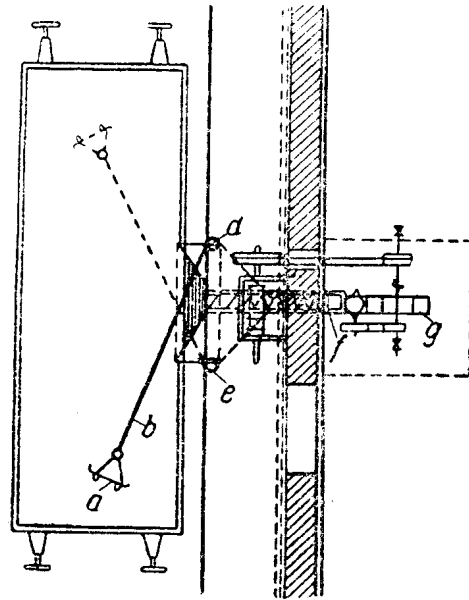
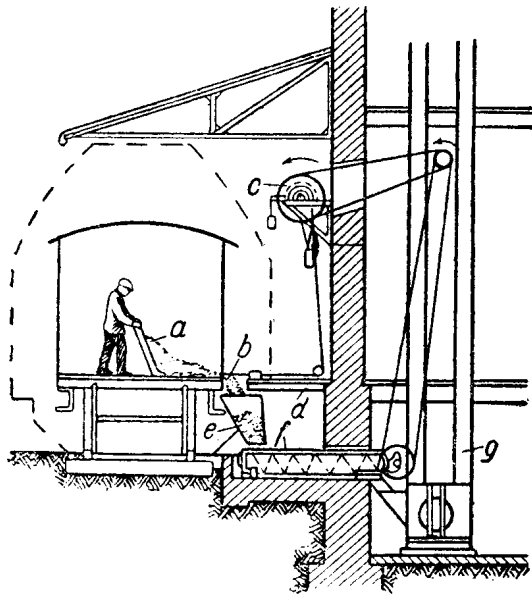


圖 459 a. 鐵路車箱卸煤用的機械鏟

a—機械鏟； b—拉曳索； c—曳索的拖動 d—引導滾輪；  
e—承受斗； f—螺旋給煤器 g—抓斗起重機。

人工清除車箱及有時車箱受到損傷。

卸荷系統及卸荷區域應使車箱卸荷停歇不可能超過2—2.5小時。接收設備的卸荷區域的容量應按照指定的重量標準的線路容量的1.2倍設計。如果卸荷裝有皮帶運輸器，則在卸荷時，此運輸器可以相應地減少卸荷接收裝置的必需容量。

從附近泥沼地，沿狹軌鐵道運來的泥煤是使用小型車輛，車輛載重量從1.5到10公噸。在圖460所示的車輛是一發電站用來運泥煤的載重量10公噸的車輛。燃料供應線路裝置有稱運入的燃料重量的車箱秤。

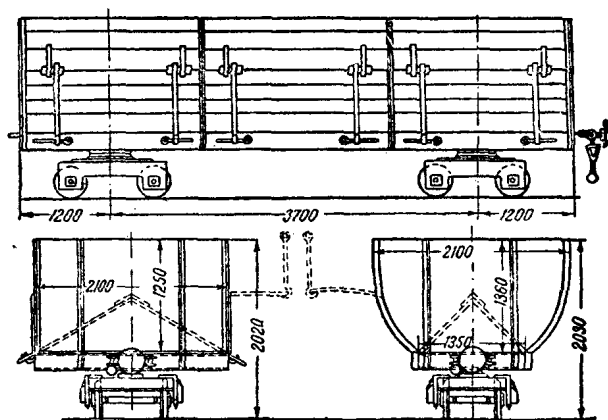


圖 460. 把泥煤從沼地運入發電站的狹軌鐵路車箱

通常當發電站內燃料供應均勻時，大概全部燃料的15—20%通過儲存場，而其餘85—80%直接送到站內燃料供應的卸荷煤斗中。各種動力企業的儲存場的容量大概自15天到2—3個月的儲量不等。個別情況中，這儲量可達5—6個月或更高。例如當泥煤的開採量是季節性的或燃料運輸沿着冬天結冰的水路。燃料儲存場的建造特性有很多種。

當燃料儲藏於儲存場中時，燃料的物理-化學性質及大氣情況對燃料的性質有很大影響。烟煤及褐煤的好的長期保存方法是保存在水下。但是由於這種方法需要複雜的儲存場構造，而氣候條件的影響也不允許這樣做。大多數燃料是置於露天儲存場中，祇有在城市內才採用遮蓋的儲存場。莫斯科附近，却達平斯克(челябинский)，基瑞羅符斯克(кизельовский)和里西長斯克(лещинанский)等地的煤放在儲存場中有很大的敏感性，它們的儲存期限為2—4個月。如存放更久，除了使品質變壞外，燃料會在堆中自燃起來。

依火災危險性的程度，礦煤按照OCT 90099-40(全蘇聯礦煤儲存場防火設計標準)可區分為二級，如表97。

表 97. 煤按自燃危險的分級

次 序	煤的分級	煤 的 種 類	煤按其易於自燃程度的性能
1	A	褐煤和烟煤除去牌子 T	危險
2	B	白煤和牌子 T 的烟煤	安全

註：各級煤的混合物屬於 A 級。

表 98. 堆放成一般煤堆的正常高度

次 序	煤 的 分 級	煤 的 種 類	堆 放 高 度, 公 尺	
			儲 存 不 到 二 個 月	儲 存 超 過 二 個 月
1	A	褐煤	2.0—2.5	1.5—2.0
2	B	烟煤, 除去牌子 T	2.5—3.5	2.0—2.5
3	B	牌子 T 的烟煤	3.5	2.5
4	B	白煤	無 限 制	

表 99. 各種燃料的堆放密度和自然坡度

燃 料	堆 放 密 度, 公 斤 / 公 尺 <sup>3</sup>	自 然 坡 度, 度
頓尼茨白煤	850—950	
烟煤	750—1000	30—45
莫斯科附近煤	900—950	
褐煤(空氣-乾燥)	650—700	30—50
木煤	150—220	45
烟煤塊	720—800	35—40
冶金用焦炭	450—550	35—45
煤氣焦炭	360—470	35—50
乾的褐煤粉	450—500	0
泥煤塊 $W_p = 25\%$	330—410	30
泥煤塊 $W_p = 50\%$	500—620	
鏟採泥煤 $W_p = 50\%$	350—480	50—55
正常堆放的木柴 $W_p = 25\%$	樺樹	540
	樺樹	472
	松樹	383
	白楊樹	360
	樅樹	338

防止煤在儲存場中自熱和自燃, 以及在發生這些現象時制止它們的主要措施可有下列幾點: (a) 在非機械化儲存場中——限制煤的堆放高度如表 98 和掘出燒熱的煤; (b) 在機械化儲存場中——緊壓煤堆以阻止空氣透入煤堆。當煤堆表面壓緊時, 不管煤按熱電設計處的分類如何, 煤堆高度可不受這個限制, 並且祇受到機械的可能性的限制。鏟採泥煤的高度不應大於 8 公尺。機械化儲存場中如把煤緊壓成堆以消滅煤的自熱及自燃, 就應具有有關的機械設備。儲煤的棚屋面積以及它們與附近建築物間的空隙要依照 OCT 90015-39 的要求來決定。近來燃料的儲存場大多是露天的。

現代巨型裝備中的裝卸工作應該機械化, 因為燃料的業務很繁重。儲存場裝備應該使倉庫的任一地點都可進行運輸轉載工作。

燃料儲存場的面積可從下式決定

$$F = \frac{N \cdot y \cdot m \cdot \psi \cdot b \cdot \eta \cdot \psi \cdot k}{12H \cdot \gamma} \text{ 公尺}^2, \quad (303)$$

- 式中  $F$ ——儲存場面積,公尺<sup>2</sup>;  
 $N_{ycm}$ ——發電站容量,瓩;  
 $n$ ——一年中設備的工作小時數;  
 $\varphi$ ——發電站負荷係數;  
 $b$ ——燃料比消耗量,公斤/瓩-小時;  
 $m$ ——燃料必需儲備的月數;  
 $\psi$ ——考慮煤堆的坡度的係數,等於0.35—1.0,當其值為1時,煤堆有鉛直的保護物;  
 $k$ ——考慮煤堆間通路及空隙的係數:儲煤場——1.5,褐煤——1.65,泥煤——1.5—1.55;  
 $H$ ——堆的允許高度,公尺;  
 $\gamma$ ——燃料堆放密度,公斤/公尺<sup>3</sup>(表99)。

燃料儲存場時常裝有抓斗式起重機。儲存場的形狀可為長方形或圓形。在長方形儲存場中,採用架台式抓斗起重機,它可以做轉運及分佈的所有工作。圖461是描述一國營區域發電廠(ГРЭС)的抓斗式起重機的簡圖。此起重機的技術性能如下。

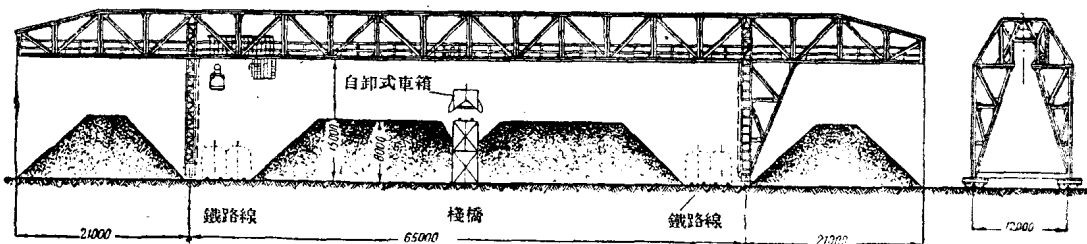


圖 461. 抓斗式起重機的儲存場簡圖

最大的計算運煤量.....	125 公噸/小時
運行的運煤量.....	50 公噸/小時
起重機運動速度.....	125 公尺/分
橫行車運動速度.....	11.7 公尺/分
抓斗上升速度.....	26.5 公尺/分
抓斗下降速度.....	53.0 公尺/分
抓斗容量.....	4.2 公尺 <sup>3</sup>

在扇形或圓形的燃料儲存場中可裝置刮斗式設備或鋼索起重機。

刮斗式設備(圖462)由下列主要構件組成:1—雙鼓電動捲揚機;2—前端支柱;3—拉曳索;4—刮斗;5—尾索;6—尾部支柱。圖463所示為由鋼片衝壓成的馬蹄鐵形刮斗。尺寸較大的刮斗是由鋼片鉚接或焊接而成。當刮斗以其空擋向前前進時它截獲了某一容積的煤並沿煤堆的表面把煤拖到卸煤處。當尾索反過來把斗拖向取煤處時,形成空車行程。刮斗下部裝有尖銳刀口以防止磨損。刮斗的形狀可以是馬蹄鐵形或V形或箱形的(圖464)。刮斗的容量從0.25—5公尺<sup>3</sup>。工作路程長30—150公尺。工作行程中速度1.2—2.4公尺/秒,空車行程時速度1.8—3公尺/秒。拉索是由特種鋼組成。它的直徑自13—32公厘視刮斗的容量而定。刮斗設備管理簡單、便宜而工作可靠。它的缺點是:軟煤要碎裂(當煤以粉狀燃燒時,這也有好處);當鐵道橫穿過燃料儲存場時,它就不能應用;當燃料自燃時,難於清除燃料儲存場中的火源。

扇形燃料儲存場的容量可按下面公式計算:

$$G = \pi \cdot R_{max}^2 \cdot H \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot \varphi \cdot \gamma \text{ 公噸}, \quad (304)$$

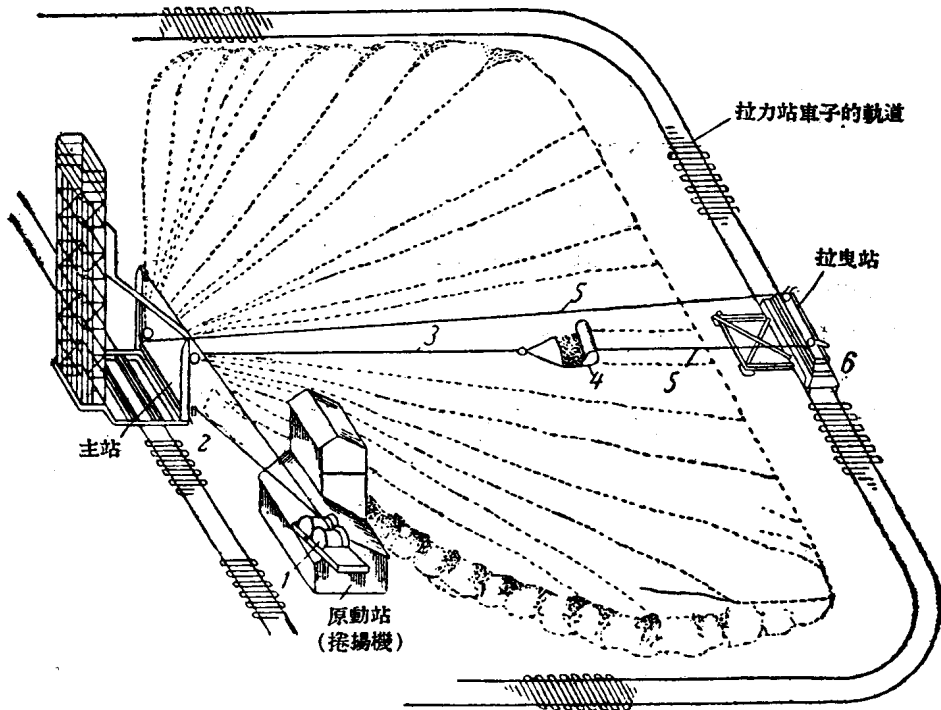


圖 462. 刮斗裝置的簡圖

1—電動捲揚機； 2—前端支柱； 3—拉曳索； 4—刮斗； 5—尾索； 6—尾部支柱。

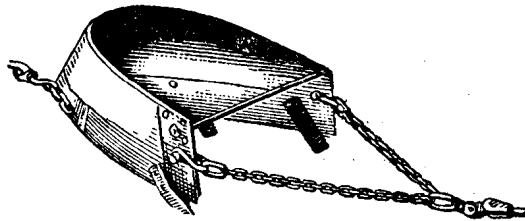


圖 463. 馬蹄鐵形刮斗

由此，

$$R_{\text{max}} = \sqrt{\frac{360 \cdot G}{\pi \cdot H \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot \gamma}} \text{ 公尺。} \quad (305)$$

刮斗的平均作用直徑等於

$$R_{cp} = \frac{2}{3} R_{\text{max}}. \quad (306)$$

刮斗在距離  $R_{cp}$  中一個完全工作循環，包括工作與空車兩行程所需的時間

$$t_0 = \frac{R_{cp}}{w_p} + \frac{R_{cp}}{w_x} + t' \text{ 秒。} \quad (307)$$

刮斗每小時循環數

$$n = \frac{3600}{t_0}. \quad (308)$$



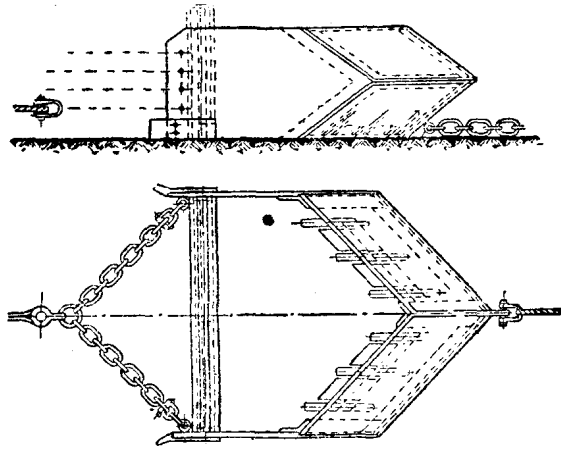


圖 464. V形刮斗

刮斗容量

$$q_c = \frac{Q_c}{\eta} \text{ 公噸.} \quad (309)$$

捲揚機需要功率

$$N = \frac{1.5 \cdot q_c \cdot w_p}{102 \cdot \eta} \text{ 瓩,} \quad (310)$$

式中  $H$ —煤堆高度,公尺;

$\alpha$ —儲存場扇形面積中心角度;

$\varphi$ —儲存場裝滿係數 $\sim 0.9$ ;

$\gamma$ —燃料堆放密度,公斤/公尺<sup>3</sup>(表 99);

$w_p$ —刮斗工作速度,公尺/秒;

$w_x$ —刮斗空車速度,公尺/秒;

$t'$ —自工作行程轉到空車行程時的間隙時間, $\sim 10$  秒;

$Q$ —刮斗設備的運煤量,公噸/小時;

$\eta$ —捲揚機效率 $\cong 0.8$ 。

扇形儲存場(圖 465 及 466)的鋼索起重機具有固定的前端支柱(圖 467),前端支柱的上部有旋轉的頭部。離開前端支柱 225 公尺裝有尾部支柱,它在環繞着前端支柱的鐵軌上移動。上述支柱之間用直徑為 48 公厘的載重鋼索連接。鋼索具有抓斗(圖 468)的橫行車在它的上面運動。抓斗抓了燃料並把它運入或運出儲存場。除了載重的以外還有拉曳索。抓斗-鋼索起重機允許儲存場與鐵路相交叉,易於把燃料自任何地段移走。因此最適合用於運自燃的燃料。然而在目前條件下,由於設備缺乏,甚至對自燃燃料亦主要採用刮斗設備。

當燃料儲存場中沒有固定的裝卸設備或者作為它的備用設備時,時常採用移動式運輸器(圖 469),這種運輸器具有 20—80 公尺<sup>3</sup>/小時的運輸量,長度達 15 公尺。這種運輸器,當保養得好以及有特殊的運輸給煤器時,可發出很大的運輸量。

發電站內的運輸機構把燃料自站內的卸除斗運到鍋爐間的煤斗。站內的固體燃料的供應方法可分成兩類: 1—機械供應及 2—水力供應。第一類中包括所有運輸器,傳遞帶系統與用滑輪的燃料供應。第二類包括曾在“粉煤製備”(卷 I 第一章)講過的氣力系統。

當為鍋爐設備的本身範圍內選擇燃料供應系統時,必須考慮到當地條件及設備的經濟性。除了燃料以外,設備

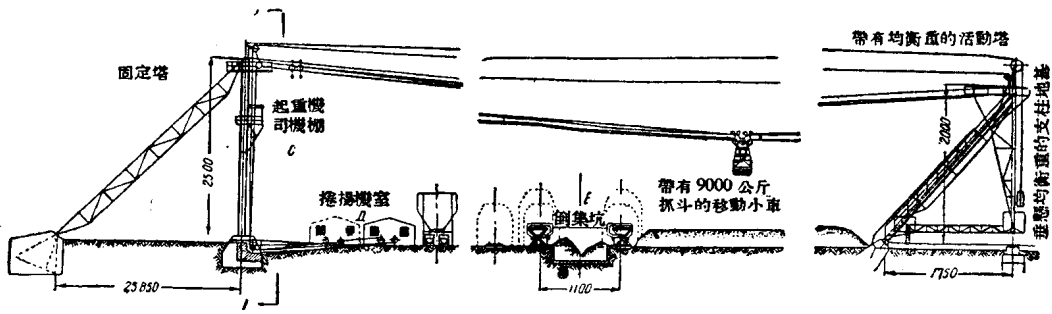


圖 465.

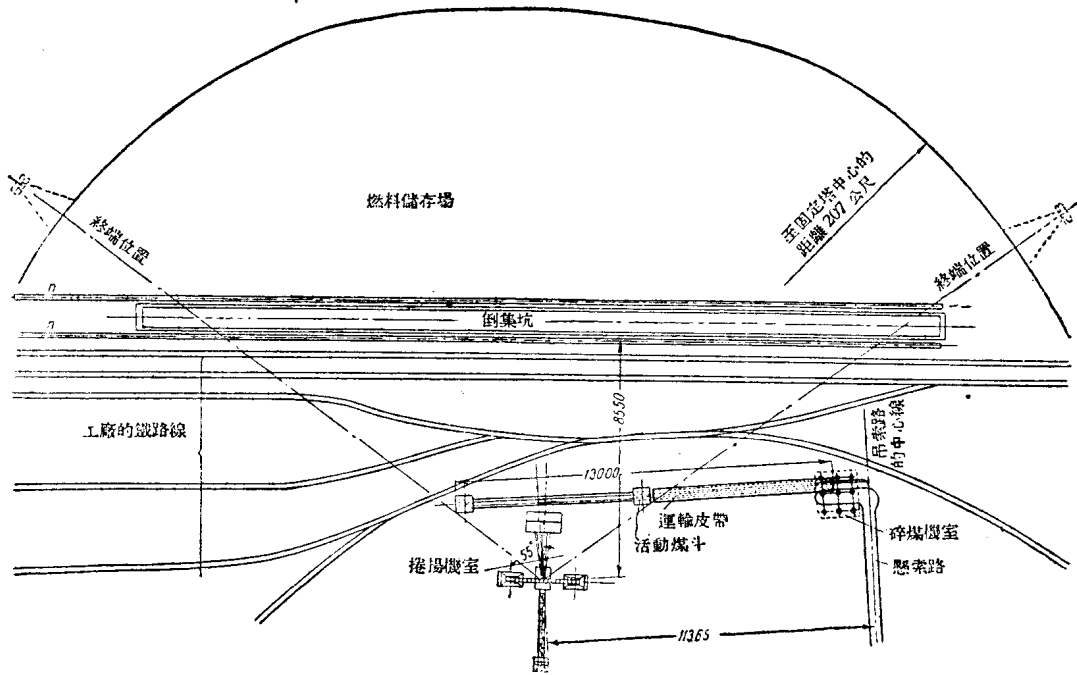


圖 466.

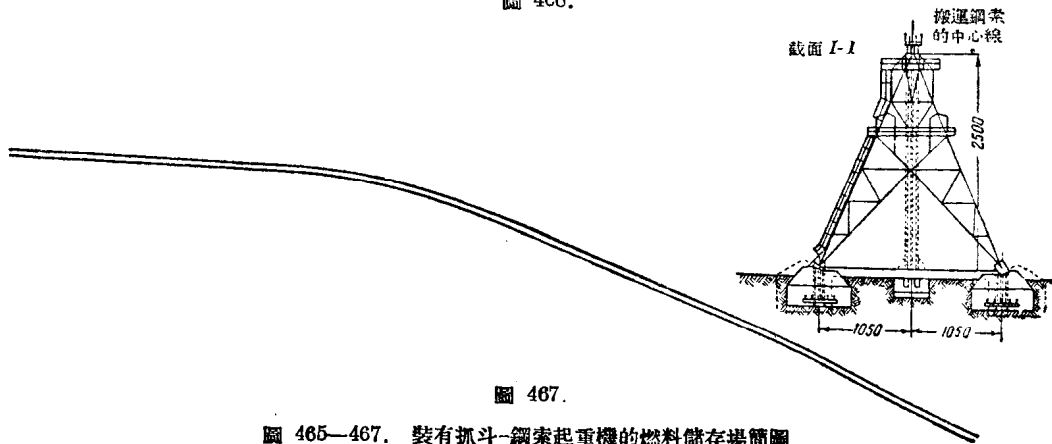


圖 467.

圖 465—467. 裝有抓斗-鋼索起重機的燃料儲存場簡圖