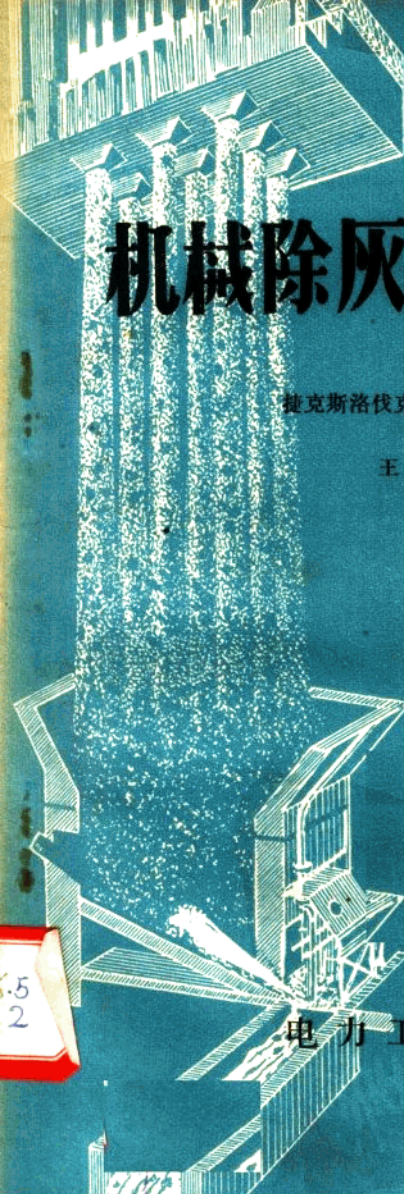


A technical line drawing on a blue background showing a mechanical ash removal system. At the top, a hopper feeds into a vertical shaft where multiple rotating blades or scrapers are shown. A large, dense plume of ash or material falls from the shaft into a collection bin at the bottom. The bin has a sloped outlet. The entire illustration is rendered in white lines.

机械除灰和水力除灰

捷克斯洛伐克工程师 P. 尼基金著

王 行 达译

电 力 工 业 出 版 社

5
2

序 言

在建設大型鍋爐房時，不僅必須考慮燃料運入鍋爐的問題，而且還需考慮利用特殊運輸設備將大量的灰渣運至一定地點的問題。除灰設備可採用機械的或水力的，有時也可採用氣力的。在設計發電廠、熱電廠以及類似的工廠時，灰渣的運輸問題必須同時解決。

目前機械化運輸灰渣不僅在大型鍋爐房採用，並且亦在具有小於2噸/小時灰渣量的小型鍋爐房採用。當用人工操作時，由於熾熱的灰渣使除灰間充滿了煙氣，我們要減輕工人在除灰器旁的繁重勞動。機械化除灰能使從前的充滿灰塵、熱氣以及不衛生的工作環境成為舒適的工作場所。

遵循着這個目的，設計工作者必須正確了解灰渣如何運送並運往何處，以及灰渣如何存貯在堆灰場。鍋爐房及整個發電廠經濟與可靠的運行，決定於技術上對運灰系統及堆灰場的正確選擇。在選擇堆灰場時，必須注意到它的容量及防止塵灰飛揚的措施；對於水力除灰，必須注意把水引至河流以及淨化水的問題（除去酸分），在循環系統，還應注意灰水混合物的沉澱問題。如果廠址附近沒有自然的場所（山谷、洞穴等），則必須建造堆灰場，它往往是很昂貴的，圍繞堆灰場須建築堤或進行人工填土，以阻止灰水混合物的流溢。還應注意水的可靠的排出口以及雨水的排出口問題。在建造堆灰場時，必須考慮到所有的衛生措施，特別是當堆灰場建造在居民區附近，或由於堆灰場的建造可能影響到漁業和水利。

限於作者水平，本書不能介紹全部關於除灰設備及其元件的所有

資料，因此不可能起到全面的指導作用。

本書概述了除灰設備的各種系統，即水力除灰和機械除灰（氣力除灰設備除外），指出了這些設備在捷克斯洛伐克的發展情況，並介紹給讀者有關除灰問題的討論。在此書中敘述了運灰設備的系統，水力和機械除灰設備的運行原則，水消耗量的計算方法以及計算灰管和水管阻力的各種資料。

此書中作者利用了本人在布拉格的捷克高等技術學院機械系講課的講稿，並作了某些修正和補充。作者對給予編寫本書便利的赫魯吉姆（Chrudim）運輸企業以及 Fr. 施萬德楞克（Svandlenk）、J 列文斯基（Levinský）、涅麥茨（Němec）和鮑爾（Paul）等同事在繪制本書圖表中所給予的協助表示感謝。

工程師 帕維爾·尼基金

1953 年 7 月 10 日

目 录

序言	
緒論	4
除灰設備——概述	6
第一章 机械除灰	19
第1节 鍋爐房內的除灰	19
第2节 鍋爐房外的除灰	34
第二章 水力除灰	35
第3节 水力除灰設備的主要部件	35
第4节 鍋爐房內和鍋爐房外的噴射器系統	50
第5节 冲灰溝系統	52
第6节 混合系統	53
第7节 具有熔渣爐膛的鍋爐的除灰設備	55
第8节 水力除灰設備的元件	57
第9节 水力除灰設備的計算原則	71
結語	79

緒 論

目前由于現代化發電廠容量的增加，並利用含有大量灰分的低質煤作燃料，因此除灰就成為重要的、需從全面出發作徹底解決的問題。例如，10 萬瓩容量的發電廠，燃用褐煤，當煤耗為 1.6 公斤/瓩小時時，在 24 小時內負荷為 200 萬瓩小時，其耗煤量為 3200 噸/日，當褐煤中灰分為 17.5% 時，全部灰渣量為 880 噸/日或 37 噸/小時。目前有些發電廠達到了更大的容量，因此有更多的灰渣需從發電廠的鍋爐房運走。

在都市內的發電廠及熱電廠，特別是除灰問題存在着較大的困難，如何求得一個合理和經濟的解決方法，是設計工作者一個很艱巨的任務。實際工作證明，目前還不可能提到標準化的除灰方法，除灰可以是機械的，例如利用皮帶運輸機、鏈條運輸機和螺旋運輸機等，或者以水力除灰，亦可以用氣力除灰。必須在每一種情況下，考慮所有對除灰設備種類的選擇有影響的條件。在小型或中型容量的發電廠所採用的手推車人工除灰已逐步地改進，並已創造出多種很合適或不十分合適的機械設備，其中有些已能滿足運行的要求。

自 1912 年開始，技術工作者們採用了氣力除灰的方法，以後採用了水力除灰，目前水力除灰一直佔着比較重要的地位。可以確信，水力除灰將迅速地成為各種除灰系統中最主要的一種。如果廠址附近有足夠的水量，則水力除灰對中型和大型發電廠很適合。本書研究的只是機械和水力除灰。氣力除灰主要適用於運輸細灰。在這種情況下，細灰在乾燥的狀態自鍋爐灰斗及電氣除塵器送至灰倉，並以濕潤螺旋運輸機送至特殊的灰車。

、除了清除鍋爐房內的灰渣外，煙氣的清洗、去掉煙氣中的硫及其混合物也是很重要的。在現代化鍋爐房清除灰渣以及其它燃燒產物的問題是十分複雜的，需要與所有的問題同時解決。由於煤在爐膛內燃

燒，产生了硬的殘余物——灰，其成分已与原来在煤中的物質成分不一样。在燃燒过程中礦物質有了很大的变化。碳酸鹽析出二氧化碳，硫化物遇到氧化物与硫酸鹽，析出化合的水，产生了各种硅酸鹽等等。经过化学分析可得到下列灰的主要成分：二氧化硅(SiO_2)、三氧化二鋁(Al_2O_3)、三氧化二鐵(Fe_2O_3)、氧化鈣(CaO)、氧化鎂(MgO)、鹼以及三氧化硫(SO_3)。

其它的物質在灰中含量很少。由不同煤种所产生的灰是很不一样的，優質煤中有5—15%的灰分，低質煤有30—35%的灰分。如燃料中灰分超出40%，則視為片岩煤。有些低質煤含灰分至50%。

为了以下的說明，在表1介紹了渣与灰的物理性質：

表 1

渣 或 灰 的 类 別	堆比重 公斤/公尺 ³	比重 公斤/公尺 ³
干 渣	850	—
石煤渣	—	1200—2000
褐煤及泥煤渣	—	2000—3000
除塵器干灰	600—880	1300—2200
湿灰及湿渣	1400	—
熔渣爐膛玻璃狀灰渣	1500	2500
湿的玻璃狀灰渣(指平均值)	1800	—

灰渣比重的平均值可取为2000公斤/公尺³。計算灰倉漏斗壁和灰渣斜管坡度的自由堆置的灰渣內摩擦角与自然坡度介紹在表2中。实际所采取的坡度比表2所列的最小坡度要大得多。

当正确的計算賴德萊尔(Red-ler)鏈条运输机时，內摩擦角是必須知道的。

由于渣爐篦得到的渣的硬度(俄斯特拉發的煤)为4°莫(Mohse)氏度或再大一些。如果將渣与具有

表 2

物 質	內摩擦角	自然坡度
干 灰	24°	38°
湿 灰	27°	26°
干 渣	30°	41°
湿 渣	30°	34°

硬度为 7° 的含硅泥沙比較，則可見其对管子和弯头的摩擦較小。重渣經常有較大的圓角。輕渣是很銳利的，因此較重渣更不利于运输設備。

除灰設備——概述

除灰設備可分为下列几种(詳細說明見第一章):

一、机械除灰

1. 鍋爐房內的除灰

1. 以小車直接自鍋爐灰斗將灰渣在干的或湿的状态沿窄軌运至堆灰場。有时尚需采用升降机或与升降机組合的特殊小車，升降机將灰渣送至鍋爐房的灰倉再卸入鐵道車(圖 1)。

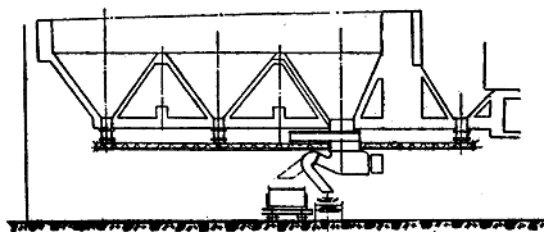


圖 1

2. 以帶有碎渣机的馬丁(Martin)除渣器或連在皮帶运输机系統的可轉移位置的除渣器除灰，皮帶运输机將湿态灰渣运至位于軌道上方的灰倉。鍋爐輔助受热面的細灰借螺旋运输机或賴德萊尔鏈条运输机运至除渣器的貯灰箱(圖 1)。

3. 以賴德萊尔鏈条运输机(見第 1 节 3)將灰渣和細灰运至灰倉，此时灰渣必須經過碎渣机。瑞士鮑赫勒(Bühler)公司系利用此种設備运输灰渣。当有大量細灰时，此种設備需有分別存放灰渣和細灰的灰

斗。細灰自細灰斗至湿润螺旋运输机再至鉄道或远距离运输机。如細灰要供作工業用途，則必須在干状态以鏈条运输机运至纜索或地上軌道的特殊小車，这种小車是密封的灰渣不致飞揚。

4. 在鑄鉄槽中，以鏈条运输机运输干的或湿态的灰渣(圖 2 及 27)。

5. 以刮板运输机运输(圖 3)。

6. 以連在皮帶运输机(圖 4)及輪形除渣器或其它型式除渣器上的屏斗式运输机运输灰渣。

7. 在有水的溝槽中，以皮帶运输机运输灰渣(圖 5)。

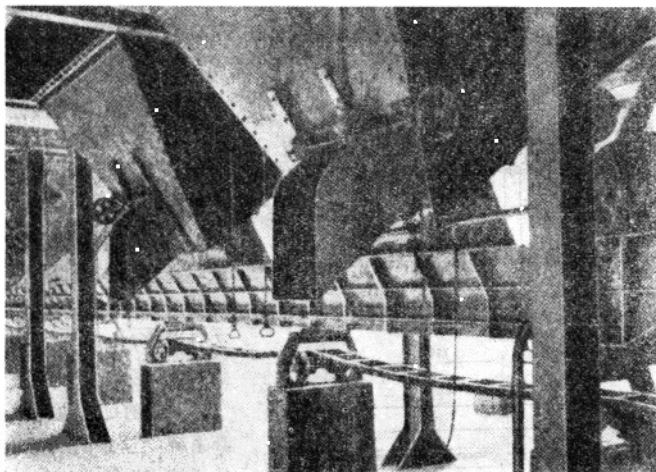


圖 2

2. 鍋爐房外的除灰

1. 以帶有固定軌道和牽引繩索的懸軌運輸。
2. 以纜索道運輸。
3. 以帶有电动滑車或攪灰机的懸軌運輸。

4. 以帶有牽引承重繩索的纜索道運輸。
5. 以遠距離皮帶運輸機(地勢平坦時)運輸。
6. 以特殊的鐵道車和汽車運輸(圖6)。

二、水力除灰

1. 水力除灰設備的主要部件

(說明見第二章)

2. 鍋爐房內和鍋爐房外的噴射器系統

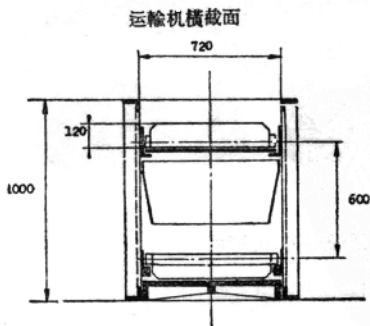
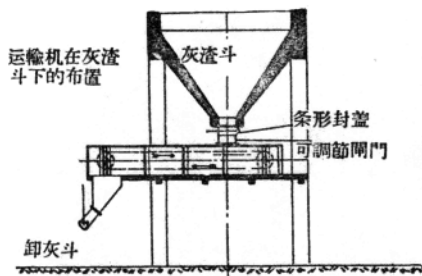


圖 3

1. 噴射器系統運輸灰水混合物直接至堆灰場。這種系統適用於堆灰場離鍋爐房距離較近者(700公尺以內)，不需回水(圖7)或需要回水(圖8)。

2. 在循環系統中灰水混合物運至沉淀池，沉淀後灰渣以攪灰機送入鐵道車，而水則重新返回鍋爐房(圖9,10)。

3. 帶有過濾池的循環系統，與1節所提到的系統相類似，但在此系統中，灰水混合物系送入一具有網柵的混凝土池即過濾池，經清潔的水進入清潔池，最後經反復清潔的水重新返回鍋爐房(圖11)。灰渣

自过滤池直接卸入铁道车。

4. 喷射器与升压水力冲灰器系统。堆灰场离锅炉房较远者，则采用混合系统。灰水混合物以在 1 节中所介绍的方式进入灰浆池中，再以莫斯科里柯夫(Moskalkov)昇压水力冲灰器运送至堆灰场(图 12)。

3. 冲灰沟系统

1. 冲灰沟引至具有灰浆泵的灰浆池。灰渣以冲灰沟或管子送入灰浆池，再以灰浆泵运送至堆灰场。水自堆灰场引入河流(图 13)。

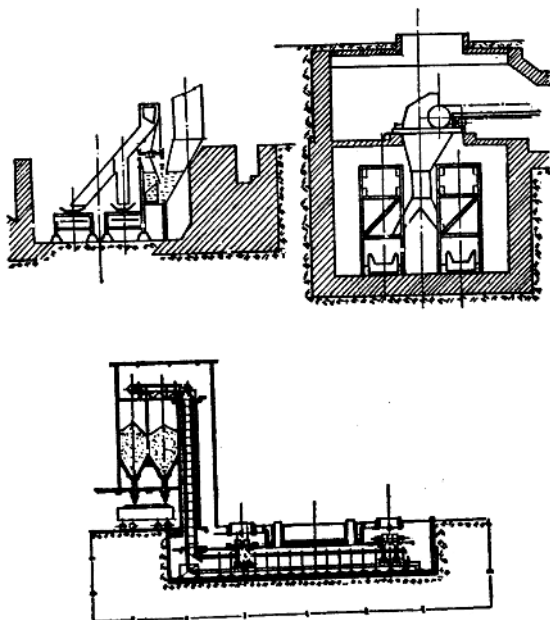


图 4

2. 与在 1 节所介绍的系统类似，但此系统具有回水。水在自然沉

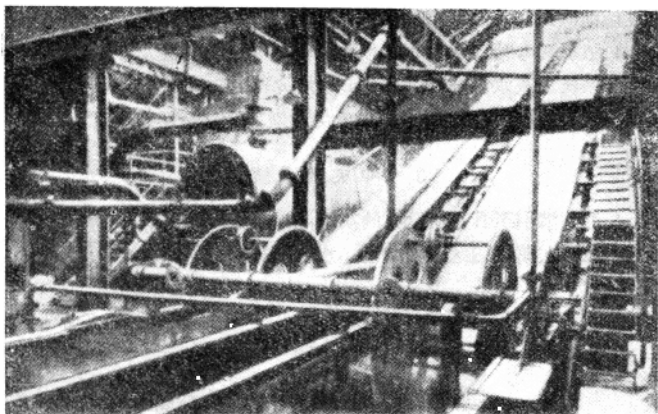


圖 5

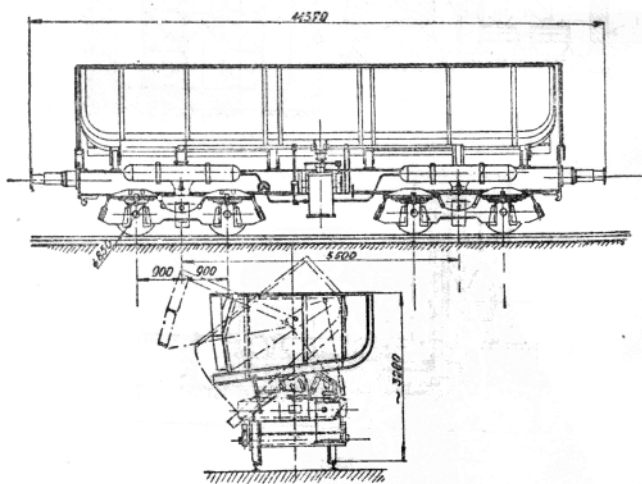


圖 6

沉淀池經清潔后回至鍋爐房。

3. 与在 1 节所介紹的系統类似，但此系統具有較多数目的灰漿泵。当远距离需要有較多数目的灰漿泵时，可采用此系統。

4. 冲灰溝連在鍋爐房旁的沉淀池。灰渣由冲灰溝或管子排至特殊的灰池，在此池中灰被沉淀。經清潔后的水重新引回鍋爐房(圖14)。

4. 混合系統

1. 喷射器运送灰水混合物至灰漿池并再以灰漿泵运至堆灰場。此系不需回水的系統。

2. 与 1 节所介紹的系統类似，但需回水，系循环系統。

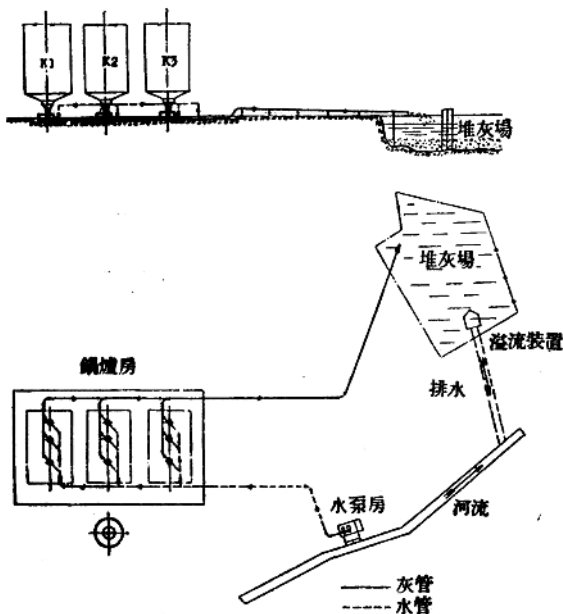


圖 7

3. 灰渣由灰溝排至中央灰池。細灰亦可以冲灰器或喷射器运入中央灰池，再以升压水力冲灰器將灰水混合物运入堆灰場(圖12)。

4. 以喷射器或冲灰器將灰渣送至灰漿池，并以灰漿泵將灰水混合物送至堆灰場(具有回水或沒有回水)。細灰則由气力送至特殊的灰斗，再以湿润螺旋运输机送入铁道車或在干燥状态裝入特殊的铁道車(圖13)。

5. 灰渣以喷射器或冲灰器送至过濾池再至铁道車。水可循环或直接引入河流(圖13)。細灰以喷射器运至杜拉(Dorr)式濃縮器，至真空濾水器再至灰池。經濃縮的細灰以攪灰机送入铁道車(圖39)。

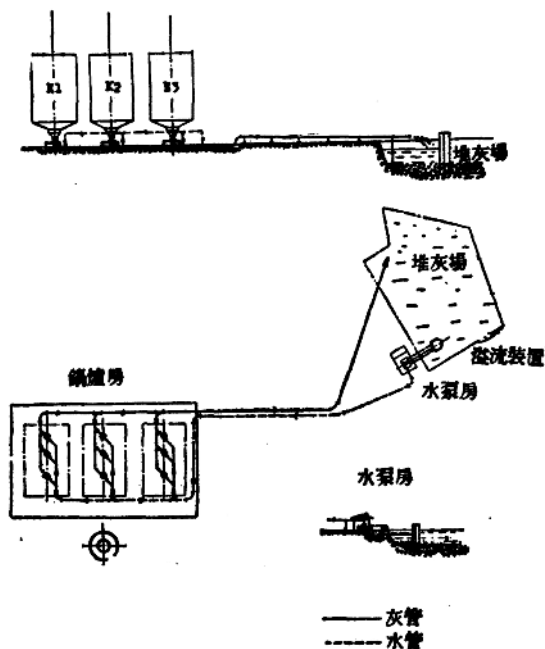


圖 8

6. 鍋爐房內以噴射器除灰，鍋爐房外以架空溝道除灰。

5. 具有熔渣爐體的鍋爐的除灰設備

1. 以噴射器或灰漿泵將灰渣自干渣池運至過濾池，自過濾池運至鐵道車或以灰漿泵和管道運至堆灰場。經清潔的水回到循環系統或流入河流。細灰以氣力送入具有濕潤螺旋運輸機的專門灰斗(圖15)。見第一章第1節1。

2. 以沖灰溝將灰渣自干渣池運至灰漿池，再以攪灰機將灰渣送入鐵道車或小車中，再運至堆灰場。

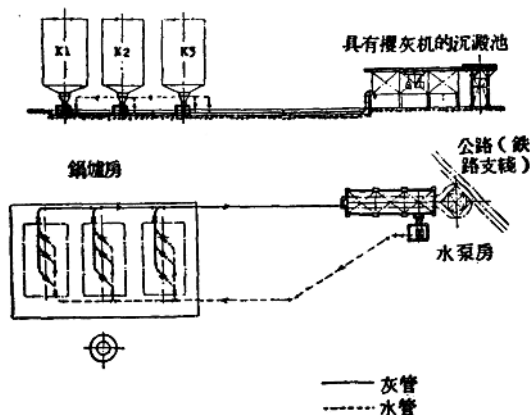


圖 9

在選擇除灰設備時，下列因素具有決定性的作用：

電廠周圍環境是否靠近水源以及水量多少，堆灰場的距離，鍋爐和集灰室的結構和型式，灰渣的大小與化學及物理組成，地勢，水的化學組成，灰渣是否要作為工業用途等等。

我們認為，雖然灰渣的進一步利用需很好地考慮，但是仍不可能在任何情況下大量的灰渣都可以用鐵道車或汽車自現代化鍋爐房運

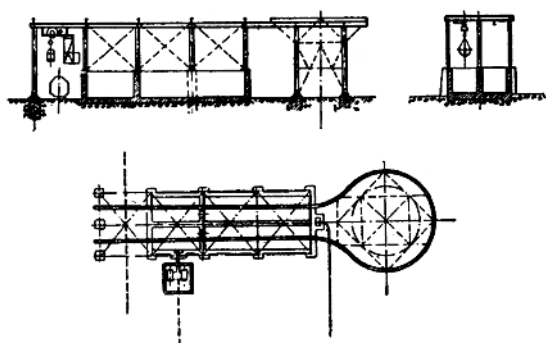


圖 10

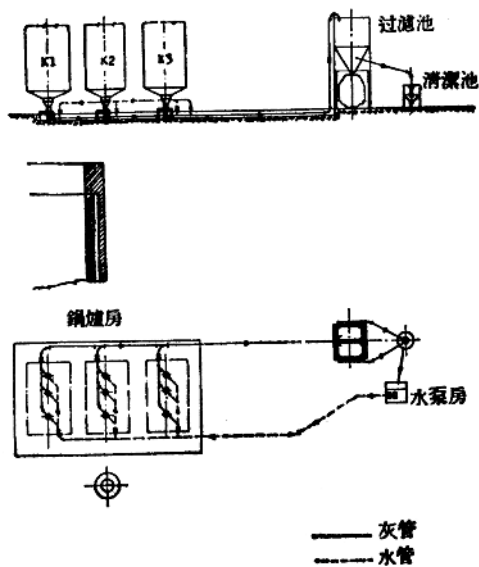


圖 11

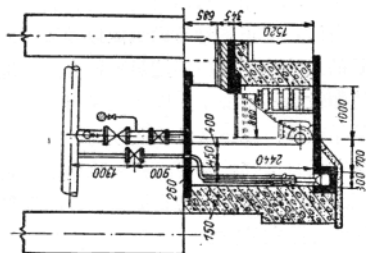
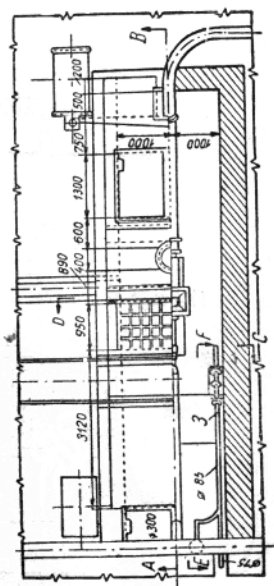
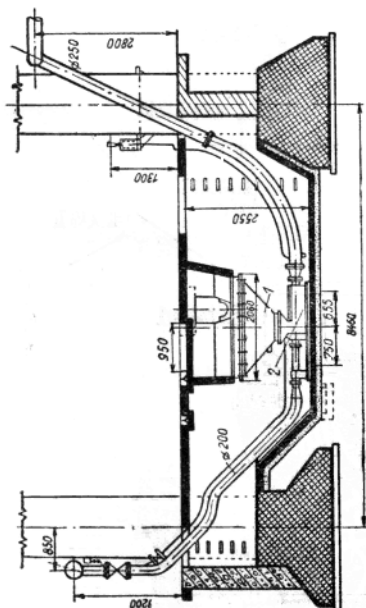


图 12



出。众所周知，虽然灰渣对某些部门是有用的，但直到现在为止，在捷克斯洛伐克实际上并没有更多地加以利用。可以肯定，这种利用将会逐步增进，因此在设计除灰设备时，应正确地考虑到能以铁道车或汽车运出灰渣的措施。通常大量的灰渣是堆放在锅炉房附近合适的地点。同时也可以预期，将来灰渣颗粒会不断变小，因为采用得最多的现代化干渣爐膛所产生的灰渣是柔軟的，甚至是成細灰狀的。

現代化鍋爐房中約有80%細灰系自电气除塵器或机械除塵器得到的。細灰和軟灰渣必須利用冲积法进行堆儲，以防止被風吹散的現象（土池，漁塘），就是說需要采用水力除灰的方法。

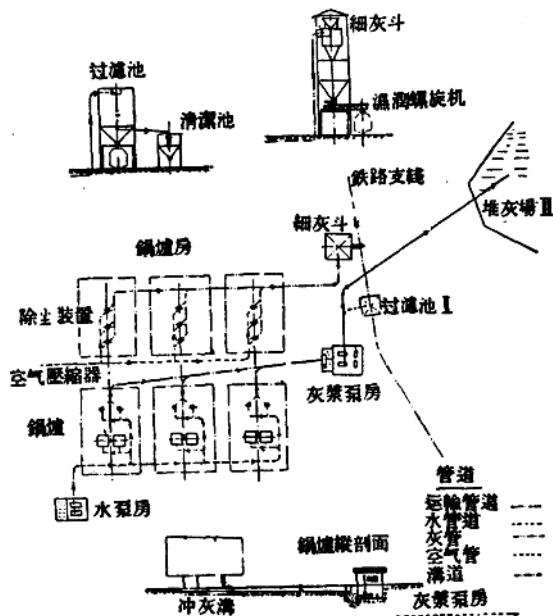


圖 13