

基本館藏

19492

發電廠的除灰

蘇聯 波·麥·庫茲尼佐夫著

吳增耆 納鎔銘 馮國鈞合譯

糜 若 盧校訂



DE

0087

燃料工業出版社

2504

內 容 提 要

本書介紹了蘇聯烏拉爾發電廠以及蘇聯和其他國家某些發電廠的運行經驗。主要是講述火力發電廠除灰設備的設計、使用的基本規則和設備主要結構的簡明計算方式；對於水力和氣流除灰的敘述更為詳細。此外，在書末還附有很多實用表格。

本書除了供給服務於火力發電廠的鍋爐設計、安裝和運行的工程技術人員參考外，對高級和中級技術學校的學生也適用。

* * *

發 電 廠 的 除 灰

ЗОЛУОДАЛЕНИЕ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)

1947年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 П. М. КУЗНЕЦОВ 著

吳增智 納鎔銘 馮國鈞合譯

糜 若 虛校訂

燃料工業出版社出版

社址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版營業登記證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：朱雅軒 校對：趙迦南

書號207 * 電91 * 850×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 95千字 * 定價八角七分

一九五五年三月北京第一版第一次印刷(1—3,600冊)

目 錄

緒論	3
第一章 除灰方法的發展	4
1. 人工和手推車除灰的發展	4
2. 機械除灰方法的發展	5
3. 氣流除灰的發展	10
4. 水力除灰的發展	15
第二章 手推車除灰	18
5. 概述	18
6. 手推車	22
7. 手推車的軌道、轉盤和排水溝	23
8. 手推車除灰設備的要求	26
9. 在鍋爐房外的運轉	27
10. 例題的計算	28
第三章 水力除灰設備	29
11. 排渣槽	29
12. 低壓水力除灰器	29
13. 高壓水力除灰器	31
14. 碎渣機	38
15. 灰水混合泵(灰漿泵)房用的起重機	39
16. 灰水混合泵(灰漿泵)	39
17. 渣泥水泵	41
18. 橋型攪灰起重機	42
19. 寬軌鐵道灰車	45
20. 杜拉氏沉澱器	46
21. 真空過濾器	46
22. 真空泵	52
23. 導管	52
第四章 高壓水力除灰系統	55

24. 柴依費爾特氏水力除灰系統(串聯式沖灰器)	55
25. 希哈烏氏水力除灰系統(並聯式沖灰器)	60
26. 昇壓水力沖灰器	61
第五章 鍋爐房內的低壓水力除灰設備	62
第六章 鍋爐房外的低壓水力除灰	71
27. 灰水混合泵除灰系統	72
28. 沉灰池除灰系統	75
29. 露天沉灰池	89
30. 杜拉氏沉澱器系統(濃縮器)	90
31. 水力除灰的混合系統	94
第七章 氣流除灰	97
32. 吸入式氣流除灰	97
33. 壓入式氣流除灰	100
34. 氣流除灰設備的計算	102
第八章 液態除渣設備	106
第九章 附錄	111
附錄1. 柴依費爾特氏高壓水力除灰系統的運行維護規程	111
附錄2. 低壓水力除灰設備的運行維護規程(圖6及圖7)	112
附錄3. 附表	115
附錄4. 標準與參考資料	137

緒 論

在現代大型火力發電廠的鍋爐爐膛(燃燒室)內所燃燒的是煤炭、泥煤或其他種類的固體燃料，因此在爐膛的下面就產生了大量的灰燼，其中包括煤渣、細灰和沒有完全燃燒的燃料。此外，有很多的硫化物和爐煙一同排出爐外。像這樣的發電廠如在人口衆多的地區或工業區域內，必須對爐煙中的細灰和硫化物加以清除。爲了滿足上述要求，應當在發電廠內裝置高效率的除塵設備(如旋風分離器，電氣除塵器等)和除硫設備。

總之，關於清除煤渣和細灰的問題是很複雜的，所以在設計發電廠時，必須同時解決：飛灰、煤渣、爐灰以及硫化物的清除問題。從下述的一個例子中可以明白而正確地解決除灰問題是何等的重要。莫斯科中型發電廠有一個沉灰池，長 70 公尺，寬 32 公尺，深度距地面標高爲 9 公尺，還有一個灰水混合泵(灰漿泵)泵房，其直徑爲 13.5 公尺。清除硫化物的設備，其尺寸約與沉灰池的相等。在所有這些建築物內要裝置高價的設備，這種設備在運行中需要消耗各種不同形式的動力和勞動力。

第一章 除灰方法的發展

1. 人工和手推車除灰的發展

在以前和現在一部分的小型 and 中型火管與水管鍋爐設備中是用下述方式進行清除灰渣的。

每一值班要在爐排上進行一次或數次的清除灰渣工作，將爐排上的煤渣層加以擊開，然後將灰渣放入爐排下的手推車中，或直接扒到除灰間的地上，用水將火燄澆滅，裝上手推車運到堆灰場。

在從爐膛扒出煤渣時，要有爐煙冒出。當向煤渣澆水時，又產生水蒸汽。這些爐煙、灰塵和熱氣產生了不衛生的環境，使運行人員的工作感到困難，並對工人的健康有不良的影響。舊式設備的地下灰間的尺寸是不够大的。由於它的高度所限，在某些情況下，迫使工人彎腰工作。地下灰間和除灰間是很污穢的，而且光線很壞並通風不良，或者甚至無通風設備。除灰間的門和窗也是不够大的。由於熾熱煤渣塊的落下，會使工作人員遭到嚴重的危險。

當澆水的時候，灰渣和水形成了污泥，在無排水溝的情況下，這些污泥就遺留在地上。

情況逐漸地改善了。首先，爐灰不再放在地上了，開始直接將爐灰由爐排卸入手推車，而不用人工來鏟了。以後就把煤渣聚積在爐膛下面的灰斗內，灰斗是用閘門關閉着的。當閘門打開時，在很短的時間內煤渣就裝滿了車子。應從稍離開灰斗的地方，就打開灰斗下的閘門，以免運行人員遭受危險。

在很多場合，這就具有重大的意義。因為當有大量的機械未完全燃燒的灰渣存在於灰斗中時，由於缺乏空氣，這些未完全燃燒的灰渣不繼續燃燒而處於白熾狀態，並部分地氣化了。當打開

灰斗門時，進入的空氣能使它們重燃，有時燃燒得非常激烈形成爆炸，其火燄穿出灰斗門縫外1—1.5公尺。

以後就在地下灰間設置一些安全壁龕，以便在危險的時候，工人可以躲避在裏面。

在灰渣放入手推車以前，爲了澆濕灰渣，就採用了在灰斗內噴水和澆水的設備，因此除灰方法獲得了大大的改善。雖然由於激烈的水蒸汽的放出，有時發生微弱的爆炸，但對工作人員毫無危險。此後又開始將除灰間的尺寸增大，安裝了窗戶和風扇，以改善室內的光線和通風。

當灰車運送煤渣時，會發生強烈的灰塵和火花，有時還會引起燃燒。

當灰車傾倒在灰堆上時，強烈的灰塵向上升起。爲了防止這種情況發生，應在灰間內用足夠的水將載灰渣的車子澆濕。在灰車內如有不完全熄滅的和未澆濕的灰渣，就應停止運輸，並且不能經過居民區和森林地帶。

可是以上所列舉的除灰方法，對現代的發電廠是不適用的，尤其是燃燒多灰份的燃料而排出大量灰渣的發電廠。因爲這樣大量的灰渣，如用手推車裝運，不但不合衛生條件，而且不經濟，有時甚至成爲不可能的事情。

因此，就採用各種不同的機械除灰方法，在1914年大戰前不久，就開始出現了氣流除灰的辦法，後來又有水力除灰設備。

2. 機械除灰方法的發展

由於鍋爐房容量的擴大，機械除灰設備就有必要裝置，因此開始採用了各種型式的除灰機械。茲略述數種如下：

a) 擺槽式除灰機。灰渣從灰斗裏落入槽中，再經槽中把灰渣排到帶形的運輸機上，然後再由帶形運輸機傳送到提昇機。提昇機將灰渣送進漏斗，從這裏裝入手推車運到堆灰場。

維護這樣的除灰系統，在每晝夜清除灰渣15噸，每班需要兩個人。如果這一班運行人員不用什麼擺槽除灰機、提昇機以及

帶形運輸機，他們也能用手推車清除等量的灰渣。因此上述方法和用手推車比較起來，並不能給予任何經濟上的價值。

擺槽除灰系統有許多缺點，如：運送帶的大量消耗，強烈的揚灰，大塊的灰渣必須擊碎以及時常要清理提昇機。

6) 刮板帶除灰機(圖1)。帶有刮板的帶在槽內移動，槽是沿着鍋爐房縱方向修築的，並充滿着水。灰斗和渣斗上接着浸沒於槽內水中的短管；這樣使得細灰不會以塵土的形式飛揚出來，而弄髒了除灰間。可是當帶子運行時，這種細灰未被水所濕透，因而不下沉，就在水面上構成一厚層，這個厚層必須定時地以人工清除之。

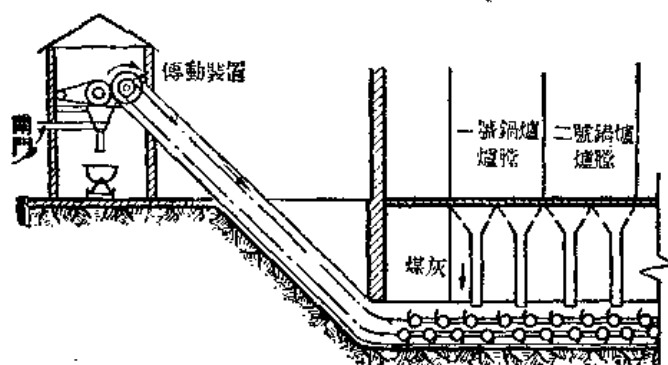


圖1 刮板帶除灰機

維護這樣的設備，在每晝夜清除18噸灰渣，每班祇要一個人。某發電廠備有刮板帶除灰機，當每小時除灰0.5噸的時候，每6小時約消耗電力6瓩(意即每小時消耗電力1瓩小時——譯者)。

在運行時，這種設備散出的灰塵是不多的，但帶子磨損得很厲害。

Б) 串斗除灰機。這種運除灰渣的系統，是以裝在灰斗下面的串斗除灰機來完成的。它的運行是定期進行的。

這種系統的缺點在於產生：強烈的灰塵把灰間弄髒，而造成對運行人員不衛生的工作環境，機器磨損也很厲害。

因此這種型式的系統不能得到廣泛的採用。

г) 希瓦巴赫(Швабах)水封式除灰機(圖 2)。這種型式的除灰機是由圓柱形的容器 6 所構成，此器傾斜地懸掛於灰斗的下面。容器中裝着水使水面達到 e。短管 a 浸入於水中，煤渣就從灰斗沿着短管放出。用這個短管造成水封，以防空氣吸入爐膛。落入水中的熱煤渣，由於很快地冷卻，就碎裂成小塊。因此在容器中祇有小塊的煤渣和細灰。

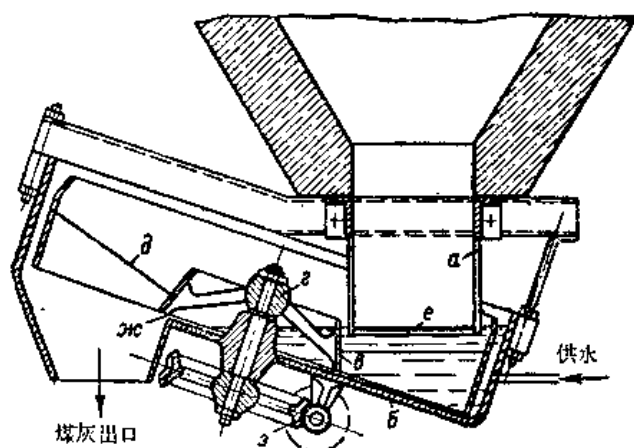


圖 2 希瓦巴赫水封式除灰機
a—排灰管；6—容器；6—輪子；a—軸；d—輪葉；e—水面；
3c—排灰孔；3—蝸輪傳動裝置。

容器內有一個安裝葉片的輪子 6，以每分鐘約 1 轉的速度旋轉着。輪子通過蝸輪傳動裝置 3 以馬達帶動。輪子上的葉片 d 攪取灰渣，並把它們帶到水面之上。很濕的灰渣經過排灰孔 3c 傾入灰車或除灰機。因為有一部分水要和細灰一起離開容器，故需不斷地由特設的管子將水補充進來。灰斗出口的尺寸依煤渣量而定，約在 250—500 公厘範圍以內，其斷面為方形。

傳動裝置是封閉的，以免灰塵侵入。值班人員在頭兩班時間內每班祇要一個人，就能把三座各有 400 平方公尺受熱面積的鍋爐的除灰設備維護得很好。司爐工在第三班執行運行任務時，就可不需要出灰工參加工作。

這樣型式的除灰設備在最初製出時，葉片的傳動裝置不是封

閉的，故而引起了阻塞和磨損。經過使用封閉結構，磨損就達到一定的限度。灰斗下的短管時常會阻塞。這個缺點可以從手孔用擾動方法來消除。

葉輪的外緣到容器壁之間隙最初僅約 10 公厘，以致引起在輪葉與容器壁之間有煤渣的阻塞，其後就會使生鐵葉輪損壞。最新構造所規定的間隙，擴大到了 30 公厘，並有六塊角鐵鉗在輪子的周圍，這個辦法克服了所有的困難。

最初，這個設備不用小室封閉，而是敞開的。當大量熾熱的煤渣突然落入煤渣斗中時，由於很快地會形成水蒸汽，常常有熱水從容器中飛躍出來，使運行人員遭受燙傷。因此，最近將該項設備製成完全封閉的型式，這樣就消除了對運行人員的危害。

雖然，使用了運輸機，可以使從鍋爐房清除灰渣的程序完全機械化，但橡膠帶運輸機是不能採用的，因為尖銳的碎塊和未完全冷卻的煤渣會使皮帶受到嚴重的損壞。

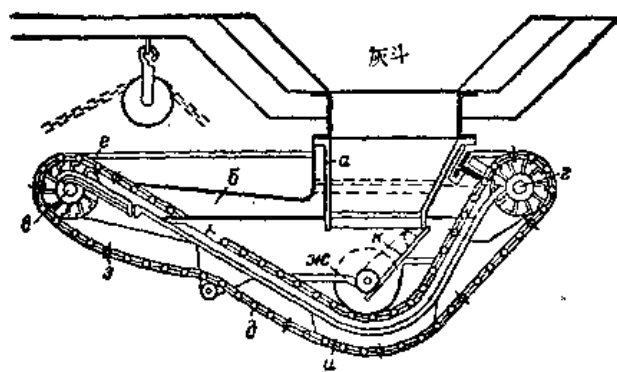


圖 3 希大烏布夫拉依水封式除灰機

а—細灰漏斗；б—水封器本體；в及г—軸；д—無端鍊條；е—水封器的蓋板；ж—壓輪；з—鍊條的刮板；и—刮板帶；к—擋板。

д) 希大烏布夫拉依 (Штаубфрай) 水封式除灰機 (圖 3)。除灰設備亦可用類似上述的希大烏布夫拉依水封式除灰機來裝置，灰與渣從灰斗經水封放入手推車或除灰機，再將灰渣運出鍋爐房。

水封是由鐵箱 б 做成的，其中充滿了水。在箱子上有一個生

鐵漏斗 a 固定在灰斗的框架上。漏斗的下部浸入於箱內的水面之下，造成水封，以免空氣吸入爐膛。煤渣經過漏斗落入水中，就碎裂成小塊。在軸 b 及軸 c 上裝着鍊輪，其上環繞刮板帶，這帶由兩根鍊條 d 組成，用刮板 e 聯接。

刮板帶沿着容器的底部運轉，而且在漏斗下的刮板帶被一個特製的滾輪 mc 壓着，迫使刮板沿底部運行。為了使煤渣不落到漏斗後面並不堵塞在那裏，特在漏斗下面裝着擋板 n 。鍊條用馬達帶動，不斷用刮板將煤渣帶進手推車或帶到運輸機上。由於灰渣得到良好的浸水，使其有了充分的冷卻和濕潤，故無灰塵散出，因而造成了良好的衛生工作環境。

e) 提昇機及螺旋運輸機的除灰設備，在某鍋爐房中聯合的使用了提昇機和螺旋運輸機，以作除灰設備，同時分別從爐膛的灰斗中清除煤渣，從省煤器的煙道灰斗中清除細灰。

在各灰斗下裝有充滿了水的槽，槽深約 1 公尺。灰斗與水槽用管子連通，管的末端浸入水中，這樣可以消除灰間的飛灰，並造成了水封。熾熱的煤渣塊落入水槽中就熄滅並碎裂了。

螺旋運輸機裝在槽中，運送細灰及煤渣到灰坑，在這裏再用提昇機把灰渣裝入手推車中。

螺旋運輸機的軸在四個硬木軸承中轉動，軸承用有壓力的水來冷卻。水可阻止落下的細灰進入軸承，以免軸承遭受嚴重的磨損。

清除 1 噸灰約需消耗 0.5 立方公尺的水。

除了以上所述的設備外，還有很多種類的機械除灰系統。

所有這些除灰設備，或多或少地在下列缺點中都有一些。

a) 在運行中不可靠，由於機件損壞而沒有備件，致使鍋爐停止運行，或需改為人工除灰。從技術與經濟上考慮，安裝兩套（一套運行，一套備用）機械除灰設備是不合理的，因為兩套設備會使除灰系統複雜化，並使除灰間擁擠；

b) 嚴重的磨損設備；

b) 在個別情況中，有不良的衛生環境；

r) 設備容量有限制，在近代大型而有大量灰渣的發電廠，不允許採用機械除灰設備。

現在舉一個例子來說明機械除灰系統是如何的不能令人滿意。某發電廠鍋爐房的一部分使用較好的機械除灰系統(如希大烏布夫拉依水封式除灰機)，鍋爐房的另一部分採用很不完備水力除灰系統，但後者在運行中一點也沒有引起運行人員的麻煩，而前者由於常常停爐檢修，個別機件迅速磨損等等，在運行上引起很大的困難。

因此，今後大型發電廠的除灰系統，主要地向着採用氣流和水力除灰的方向發展。

在1914年大戰前不久，已開始採用氣流除灰設備，其後又有了水力除灰設備。

其他國家的發電廠廣泛地採用氣流除灰設備，而蘇聯發電廠大多裝備低壓水力除灰設備。

3. 氣流除灰的發展

現有的氣流除灰系統分吸入式與壓出式兩種。在吸入式系統中，灰渣流動的行程是處於真空之下的；而在壓出式系統中，灰渣是在低壓下流動的，壓力的範圍為2—5大氣壓。

每種系統都有它的各種優點和缺點。茲將上述兩種系統的設備情況略述於下。

a) 吸入式氣流除灰設備。第一座真空氣流除灰設備是按照下述的系統圖在德國製成的。細灰從灰斗落入灰管(圓管)，由於真空泵使管中產生了真空，將灰像流水一樣沿着管子吸入旋風分離器。大部分的細灰在分離器中被分離了。氣流帶着剩餘的灰引入乾式濾器和濕式濾器，最後，用離心水環式真空泵將空氣和少量的細灰噴射到鍋爐房以外的導管中。煤渣流動的行程和細灰一樣。但煤渣從灰斗進入灰管以前，須經過特殊的容器，這個容器接着一根真空為0.5大氣壓的管子(圖4)。

爲了將大塊煤渣分開，在受渣器的下部裝上柵欄，空氣由柵

欄的眼子吸入。這樣的裝置可以防止空氣由灰間進入爐膛。

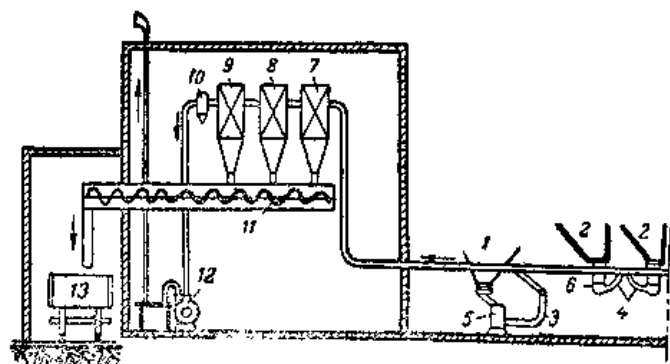


圖 4 應用灰渣斗的吸入式氣流除灰設備

- 1—煤渣斗；2—細灰斗；3—煤渣管；4—細灰管；5—受渣器；6—受灰器；
7—旋風分離器；8—乾式濾器；9—濕式濾器；10—水分離器；11—螺旋運
輸機；12—水環式真空泵；13—鐵道灰車。

上述系統僅適用於燃燒不結渣的和大塊煤渣相當少的燃料的爐子，否則必須加裝碎渣機。

細灰從旋風分離器、乾式濾器和濕式濾器進入在它們下面的螺旋運輸機，此機將細灰送入鐵道灰車內，以便運送至堆灰場。

雖有旋風分離器和除塵器的設置，還有相當數量的細灰被吸入真空泵。因此，不允許使用活塞泵，而應根據實際情況採用特種泵來抽真空，以免磨損。

在該系統中，灰渣在處於負壓下的灰管中輸送，因此保證了很好的衛生環境。在大型發電廠中，氣流除灰設備比人工和手推車除灰在經濟上更有利。因為氣流除灰設備能以少數人工清除大量的灰渣，而這些灰渣幾不可能用手推車來清除。

但應指出，該系統的灰管中或旋風分離中常常發生爆炸。因為灰管內所運送的東西是灰、渣以及未完全燃燒物的混合物，而管內總是有空氣作為運輸的介質，因此這些未完全燃燒的物質繼續在灰管中燃燒。由於缺乏氧氣，未完全燃燒物就成為一氧化碳。此種化合物不但有毒，而且當與空氣有一定的配合時，就形成一種爆炸混合物。這種空氣與瓦斯的混合物一遇到火花，就要着火。類似這種着火甚至爆炸的情形是會常常發生的。因為灰渣

在旋風分離器中已呈靜止狀態，並堆積起來繼續氧化，因此在該器中會發生着火或爆炸。但由於在該器上裝置了安全閥，雖有爆炸或着火的情形，通常不會發生任何危險。

某鍋爐房有 20 噸灰渣和未完全燃燒物，其半數係用真空式（即吸入式——譯者）氣流除灰系統清除。因此就需要九個水環式真空泵，每泵用 45—50 馬力的馬達拖動。在灰管之端安裝了 12 個分離箱，用以分離細灰。灰管的全長為 6000 公尺（此數似有誤——譯者）。設備的磨損是很厲害的。

為了使磨損均勻，每三個月應將生鐵灰管旋轉 90 度。則此項灰管可維持幾個月的運行，但不超過一年。在彎管和排出管內磨損得最厲害，因此在它們的外面須用堅固的套子保護起來，這種套子要視需要的程度隨時更換。

氣流除灰設備不需要很多的人員。在德國某發電廠中有 46 座鍋爐，每座鍋爐有 400 平方公尺的受熱面積，擔任運行工作的祇有 1 個領班，2 個助手和 24 個工人。機械的嚴重磨損和將灰渣澆濕的麻煩，是氣流除灰設備的缺點。由於沒有把灰渣完全澆濕，當灰從螺旋運輸機倒出時，就會散出像雲霧般的灰塵。當灰從旋風分離器像水一樣流入螺旋運輸機的小室，甚至在它們之間的關閉器關閉的時候，也會有灰塵散出。這時如有瓦斯着火，運行人員應該躲避起來。

如裝入鐵道灰車內的灰渣沒有很好的澆濕，就會使沿着列車運輸線的附近區域引起嚴重的污穢。此外，真空泵因受煤灰嚴重的磨損，必須在每月運行後進行一次大檢修。每台真空泵的耗水量為 15 噸/小時，同時放入沉灰池的水含有 10—15% 的灰份。

在這種情況下，運送煤渣的管子雖然每三個月旋轉 90°，但在一年的時期內也會被磨損；而運送細灰的管子，就有更長些的時期，才會被磨損，但必須保證有一組鉗工，定期來掉換灰管上的法蘭盤的墊子。

如不能用足夠的水把灰很好地澆濕，就不得不採用特別形式的螺旋運輸機。但在這方面的所有試驗，都沒有得到良好的結

果。因此人工和手推車除灰設備，必須和氣流除灰設備同時預爲裝備。這些缺點可按照下述的一些辦法進行改善。

用直昇管代替旋風分離器能將灰很好地澆濕。而直昇管的管端須浸入裝滿了水的水槽內。

直昇管的管徑爲 1 公尺，高爲 10 公尺。用真空泵產生真空以提高直昇管中的水位，並形成水封。吸到直昇管上部的細灰落入下面的水中，而沉入槽底。在細灰進入直昇管進口的上方，裝有強力的噴水嘴，促使細灰從直昇管加速地下沉。裝置在水槽中的帶形刮板，將聚集在槽中的灰刮進鐵道灰車中去。

這種設備有如下的主要缺點：帶形刮板僅能刮出比較少部分的細灰，而帶的磨損却很大。其餘的細灰和水混合成爲淤泥狀態，一起流出灰槽。

爲了排放這些水，就要建築溢流水溝和面積相當大的沉灰池，該池主要是沉澱微粒的細灰。我們曾採用水的密閉循環方式做過多次試驗：即清水從沉灰池引入噴嘴，再回到沉灰池。在沉灰池內的淤泥，應該用泵清除到堆灰場。此事曾用氣壓泵（一種特殊構造的活塞泵）試驗過，但沒有任何成效。最後，試驗地將直昇管中所有的灰水混合物，用泵打到堆灰場。這種方法非常令人滿意，但是這種氣流與水力除灰聯合裝置是非常複雜的，並且費用也很大。

運送煤灰到堆灰場，也可採用下述方法。在分離器箱中裝置噴嘴，並將水與容器內的煤灰相混合。當水和灰的混合物裝滿了箱子後，水灰混合物便由箱底的閥門排入停在分離器下面的灰車中。當水加得適當的時候，這種設備運行起來是沒有灰塵的。因爲它沒有螺旋運輸機、直昇管和帶形刮板，所以這種設備的費用比較上述的要便宜些。但是運行時要發生一系列的困難。將箱內的水灰混合物倒空時，需猛烈地敲擊箱子的牆板，在敲擊時，水灰混合物由放灰閥門（內徑 400 公厘）突然放出來。此時從車子裏濺出大量的灰泥，污穢了道路。由於不可能將煤灰與水調和得很均勻，以致水加得太多時，灰塊變成液體的泥漿，大部分泥漿由

車縫中流出；如水加得過少，當放空時容易使灰塵飛揚。

分離器內的煤灰，如用壓縮空氣沿着管子送到堆灰場也可以獲得完全可靠的運行。這種辦法是在分離器的下部接着一根管子，用封閉在分離器內的壓縮空氣將煤灰沿着管子壓送出去。

在上述辦法中，如不以壓縮空氣來工作，而用有壓力的水通過噴嘴，將煤灰運到堆灰場的方法也十分可靠。

在輪船鍋爐設備中，從氣流除灰系統出來的煤灰，是用水流噴射器清除的。水流噴射器安裝在分離器的下面。噴射器由噴嘴組成，從噴嘴噴射出來的水，其速度約為 50 公尺/秒。在噴嘴後的水流當通過擴散器（參看第四章，高壓水力除灰系統）時，將從分離器進入的煤灰帶走。在噴射器前的水壓為 16 絕對大氣壓，而在噴射器後的為 3 絕對大氣壓。煤灰以乾燥的狀態聚積在分離器內，閥門打開後，煤灰就慢慢地滑向噴射器。倒空分離器時，完全沒有灰塵飛揚，並且祇要幾分鐘的時間。美國斯透依爾基爾（Стьюилкилл）大型發電廠在 1938 年採用了氣流除灰和水力除渣設備。在一系列的改進之後，主要是關於防止灰渣在鐵道灰車中凍結的問題，這種辦法已證明有效，並且在運行上完全可靠。

上述設備屬於氣流和水力除灰的混合型式。但由於氣流除灰不能保證可靠的運行，這種設備的使用就受了限制。必須指出，當燃燒容易結焦的煤炭以及有大量的大塊煤渣的時候，必須在氣流除灰系統中採用碎渣機，此機在高溫情況下運行。因此，在某些情況下，碎渣機的生鐵殼子會被燒得發紅，並且常常使殼子發生裂縫。

德國某發電廠曾設計一個吸入式的氣流除灰設備，每小時能清除 10 噸灰渣。每座鍋爐有二個渣斗和六個灰斗。

斗的容量是按 24 小時的存灰量計算的。每座鍋爐上的各個煤渣斗都用一個金屬軟管連接起來。在灰斗下裝有受灰器，其中的灰由真空泵抽去。煤渣由渣斗進入渣箱，在渣箱的底部從側面接着一根吸入管。由於這樣的裝置，有多少煤渣進入渣箱，就有多少煤渣通過吸入管。此外，當大塊煤渣停滯在渣箱內時，攪鏟

即將煤渣擊碎。閥門和受灰器可使灰渣能够很快地進入緊急除灰手推車中去。在屋頂下的管子與主管連接，主管接到分離器。管子的直徑爲 125 公厘。

彎管與彎頭很快地被磨損。運送熾熱的灰渣，對於所經過的管子是有損害的。

爲了保護管子彎曲部分不致磨損，應在彎頭裏面安裝可以拆換的護板。

護板的材料需用硬性的生鐵。其他的材料如鋼和瓷料是不合適的，因爲在運行中高溫的灰渣會使瓷料破壞，而鋼材的價格又太高。經過一定的期間，管子應旋轉 90° 。爲了調整管道的熱膨脹，應裝置伸縮節。

所有除灰設備如：分離器、各部分的機件等，應安裝在單獨的廠房內。由鍋爐房出來的灰管接到四個大的受灰器中，每個受灰器可容 20 噸煤灰。真空由六個水環式真空泵來產生。

（本節僅敘述了吸入式的氣流除灰設備，而未提及壓出式設備。——譯者）

4. 水力除灰的發展

用水來沖洗煤灰（圖 5），是下述各種低壓水力除灰的原始方法。在這種方法中，灰和渣是由灰渣斗進入按一定傾斜度敷設的灰渣溝。爲了減少吸入爐膛的空氣，將出灰管伸入灰渣溝的水面之下，有時亦在水面之上；在後者的情況下，灰渣溝必須密封。不過爲了排放灰水混合物到堆灰場，在灰渣溝中安裝了旋轉閥，此閥用水流開啓之。灰渣溝沿着鍋爐房的出口導向沉灰室，灰渣到沉灰室後從水中沉澱出來。再用攪灰機將灰渣從沉灰室中取出，裝入鐵道灰車。

採用如圖 7 所示的沖灰設備型式，就可以將灰渣溝做成敞開式的，因爲這種沖灰設備具有水封裝置，使空氣不能吸入爐膛。

爲了保證輸送灰渣有充分的速度，灰渣溝須與除灰間地面傾斜。溝的轉彎處應裝置激流噴嘴，以防止灰渣在該處沉澱。灰水混合物從灰渣溝引入灰水混合泵打至堆灰場或沉灰池。目前，在