

濕式集塵器和集灰器

蘇聯 克·格·魯登柯 維·阿·馬爾戈林 著
恩·姆·阿奇特里耶夫斯卡婭

張廷堃譯 周雲校

對
燃料工業出版社

內 容 提 要

在選煤廠和煤磚製造廠中，煤的除塵，通風系統的淨化和從乾燥裝置的煙道氣中清除煙灰等工作都是很重要的。本書詳述了在選煤廠、煤磚製造廠和燃燒粉狀燃料的發電廠內可用作捕集通風設備內的煤塵，清除煙道氣中的煙灰的濕式集塵器和集灰器。

本書介紹了濕式集塵器和集灰器的構造、應用範圍、物理學理論基礎和計算方法，可供選煤廠、發電廠的設計人員和工程技術人員參考。

濕式集塵器和集灰器

МОКРЫЕ ЗОЛУЛОВИТЕЛИ И ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 К. Г. РУДЕНКО В. А. МАРГОЛИН 著
Н. М. АДИТРИЕВСКАЯ

張 廷 堃譯 周 雲校

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：張伯顏 穆湘如 校對：董文勤

書號404煤152

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 2印張 * 39千字 * 印1—2,100冊

一九五五年四月北京第一版第一次印刷

定價四角五分

序

黨第十九次代表大會在關於 1951—1955 年發展蘇聯第五個五年計劃的指示中，擬定了要進一步發展煤礦工業。

1955 年採煤量將比 1950 年增加約 43%，而煉焦煤的開採量至少應增加 50%。

除了增加採煤量以外，還應大大地擴展選煤和煤磚製造工業以改善煤的質量；在五年計劃期間內選煤工業應擴大到約 2.7 倍。

在選煤廠及煤磚製造廠中，煤的除塵、通風系統的空氣淨化和自乾燥裝置的煙道氣中清除煙灰等過程，具有很重要的意義。

用作集塵而最簡單的各種型式的旋風集塵器，都不能保證含塵空氣與煙道氣的全部淨化。至於像電氣集塵器等設備，雖能將煙道氣中的塵灰較完全地清除，但其裝置及操縱均極複雜。

在燃燒粉狀燃料的發電廠內，因為濕式集塵器的淨化效果很好，所以普遍用它清除煙道氣中的煙灰。

此類集塵器亦能有效地用於選煤廠及煤磚製造廠以捕集各種通風設備內的煤塵。

作者在本書中引述若干種濕式集塵器和集灰器的構造，並認為這些集塵器可以應用於選煤廠及煤磚製造廠。

本書第三部分內「噴淋式集塵器」的第 2—11 節，「聯合式集塵器」的第 2 節及第三部分的「中央國家煤礦設計院

型離心式集塵器計算的基本項目] 由講師克·格·魯登柯編寫，其餘部分由工程師維·阿·馬爾戈林與恩·姆·阿奇特里耶夫斯卡婭編寫。

目 錄

序 言

一、濕式集塵器的物理學理論基礎	4
二、濕式集塵器和集灰器的應用範圍	6
三、濕式集塵器和集灰器構造敘述	8
薄膜式集灰器	9
噴淋式集塵器	17
聯合式集塵器	33
四、濕式集塵器和集灰器的佈置圖	45
五、濕式集塵器和集灰器的計算示例	52
結 語	63

序

黨第十九次代表大會在關於 1951—1955 年發展蘇聯第五個五年計劃的指示中，擬定了要進一步發展煤礦工業。

1955 年採煤量將比 1950 年增加約 43%，而煉焦煤的開採量至少應增加 50%。

除了增加採煤量以外，還應大大地擴展選煤和煤磚製造工業以改善煤的質量；在五年計劃期間內選煤工業應擴大到約 2.7 倍。

在選煤廠及煤磚製造廠中，煤的除塵、通風系統的空氣淨化和自乾燥裝置的煙道氣中清除煙灰等過程，具有很重要的意義。

用作集塵而最簡單的各種型式的旋風集塵器，都不能保證含塵空氣與煙道氣的全部淨化。至於像電氣集塵器等設備，雖能將煙道氣中的塵灰較完全地清除，但其裝置及操縱均極複雜。

在燃燒粉狀燃料的發電廠內，因為濕式集塵器的淨化效果很好，所以普遍用它清除煙道氣中的煙灰。

此類集塵器亦能有效地用於選煤廠及煤磚製造廠以捕集各種通風設備內的煤塵。

作者在本書中引述若干種濕式集塵器和集灰器的構造，並認為這些集塵器可以應用於選煤廠及煤磚製造廠。

本書第三部分內「噴淋式集塵器」的第 2—11 節，「聯合式集塵器」的第 2 節及第三部分的「中央國家煤礦設計院

型離心式集塵器計算的基本項目」由講師克·格·魯登柯編寫，其餘部分由工程師維·阿·馬爾戈林與恩·姆·阿奇特里耶夫斯卡婭編寫。

目 錄

序 言

一、濕式集塵器的物理學理論基礎	4
二、濕式集塵器和集灰器的應用範圍	6
三、濕式集塵器和集灰器構造敘述	8
薄膜式集灰器	9
噴淋式集塵器	17
聯合式集塵器	33
四、濕式集塵器和集灰器的佈置圖	45
五、濕式集塵器和集灰器的計算示例	52
結 語	63

一、濕式集塵器的物理學理論基礎

濕式集塵器係採用潤濕塵粒並用水將塵粒帶走的方法使塵粒自氣體空氣流中除去。在集塵過程中，使氣體空氣流與位於其通路上的幕簾狀的一層液體相接觸，然後液體帶着塵粒一起成薄膜狀地沿器壁流下。濕式集塵器按其操作的原理可分為三種系統。

第一種系統的特點：以直線流動的含塵氣流經過噴淋下來的液膜後，塵粒即被液體潤濕，其重量因而大大地增加，所以塵粒連同液體一起因重力作用而自氣流中落下。

第二種系統的特點：氣體空氣流經過集塵器時突然改變方向，而塵粒由於慣性力的作用仍沿原來的方向運動，並在途中遇着沿集塵器壁流下的液膜，塵粒即被捕集成泥漿狀而排除，淨化後的空氣則排入大氣。

第三種系統集塵器操作的方式與第一種系統相類似，所不同的是這種集塵器內氣體空氣流以較快速度沿着與集塵器內壁相切的方向進入集塵器，液體薄膜則沿內壁流下；當塵粒被離心力甩至集塵器內壁上時，即被向下流動的液體帶走。

現在，認為按照第三種系統操作的集塵器是最完善的。

離心力的大小可由下式確定：

$$P = \frac{m \cdot v^2}{r}, \quad (1)$$

式中 P ——離心力，公斤；

m ——塵粒質量； $m = \frac{Q}{g}$ ，公斤·秒²/公尺；

Q ——塵粒重量，公斤；

g ——重力加速度，公尺/秒²；

v ——塵粒運動的圓周速度，公尺/秒；

r ——塵粒運動的圓周半徑，公尺。

以 $\frac{Q}{g}$ 代替公式(1)中之 m ，則得：

$$P = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot r} \quad (2)$$

爲了闡明離心式除塵器的操作在物理學上的理論根據，必須確定離心力較重力大若干倍。

設 K 爲離心力 P 與重力 Q 之比，則 $K = \frac{P}{Q}$ 。

由實際確定，氣體空氣流進入集塵器的最佳速度爲 $v = 18-22$ 公尺/秒，若取平均值 $v = 20$ 公尺/秒及集塵器半徑 $r = 1$ 公尺時，則 K 值等於：

$$K = \frac{P}{Q} = \frac{Q \cdot v^2}{Q \cdot g \cdot r} = \frac{v^2}{g \cdot r} = \frac{20^2}{9.81 \times 1} \cong 40,$$

即是在此情況下離心力較重力約大 40 倍。

使用從氣體空氣流中分離固體微粒的旋風集塵器，亦係利用離心力的原理操作，由於離心力的作用，塵粒被甩至器壁上並沿器壁向下滑往排料孔。如果氣體空氣流進入旋風集塵器的速度快，則由於大粒煤塵的彈性作用及氣流的上昇速度相當快的緣故，因此塵粒將脫離器壁而可能重新被此氣流挾帶一同排入大氣中。

在濕式集塵器中，含於氣體空氣流內的塵粒在離心力作用下而與集塵器筒壁或裝在集塵器內的特殊填料接觸，並被

流下的液體潤濕，因此不可能被氣體空氣流由液體內脫出而隨之排出集塵器。

如果在液膜沿內壁流下的濕式集塵器內附加噴淋裝置，則氣體空氣流在排入大氣以前通過細微分散水滴所構成的水簾，因而可以再一次將煤塵微粒清除。

在濕式集塵器中，塵粒的潤濕性可決定除塵後的氣體空氣流的清潔程度。

容易潤濕的塵粒落到液體表面後，即浸沒於液體內，因而不會被氣流自液體內帶走。

難被潤濕的塵粒將停留在液體的表面上而形成一層，它們可能脫離該層重新回入氣體空氣流中，並被氣流帶入大氣。

勤換集塵器壁上的液膜或減低氣體空氣流中的煤塵濃度，可以改善難被潤濕的塵粒的集塵過程。

在這種情況下，器壁的液膜上未能形成可阻礙後落下的塵粒與液體相互作用的塵粒表面層，因此可使集塵過程正常進行。

二、濕式集塵器和集灰器的應用範圍

濕式集塵器在發電廠獲得最廣泛的應用。

其所以會這樣，係因為對於防止環境空氣被硫的氧化物和煙灰沾污的衛生要求提高，以及使用多灰多硫煤作為粉狀燃料的發電廠的建設得到發展的緣故。

在集塵方面，尤其是在濕法集塵方面，全蘇熱工研究

所、列寧格勒勞動保護研究所、氣體淨製公司及中央鍋爐渦輪研究所工作的結果，創造了可以有效地清除鍋爐廢氣內所含的未燃盡煤粉和煙灰的集塵器。

未燃盡的煤粉和煙灰隨同鍋爐廢氣逸出的過程與煤塵隨同選煤廠乾燥車間的氣體空氣流逸出的過程，在某種程度上是類似的，所以發電廠內濕式集塵器的操作數據經適當修正後即可用於選煤廠及煤磚製造廠的操作條件下。

在濕式選煤廠中，排除濕式集塵器的煤泥漿是比較容易的，此等煤泥漿可送往總的煤泥系統內。

在氣選的選煤廠中，濕式集塵器需要有處理煤泥的機構。耗費在這種處理機構上的額外投資費及維護費，由於包括在選礦廠成品總平衡內的集塵器排出的煤泥增加了動力燃料的產量而得到補償。

濕式集塵器亦可用於將含塵空氣或含煙灰廢氣排入大氣的巨型選分廠、鍋爐間及其他煤業企業中。

概括以上所述，濕式集塵器可用於：

1. 因為旋風集塵器的集塵不完善而造成大量煤塵損失的氣力選煤廠。

2. 使用管型乾燥機對細粒精煤和浮選精煤進行乾燥的選煤廠。

3. 爲了對乾燥、壓成及製造車間建立防爆安全工作條件的煤磚製造廠。

4. 爲了建立符合勞動衛生條件的選礦廠的破碎篩分車間和工業通風系統。

濕式集塵器最廣泛應用於使用管型乾燥機以乾燥選煤產品的乾燥裝置系統中。

三、濕式集塵器和集灰器構造敘述

濕式集塵器可包括在利用慣性力作用原理的集塵設備的一大類內。

以下所述的是發電廠內捕集鍋爐廢氣中的煙灰、煤塵的濕式集塵器和集灰器，此等設備及其他構造的濕式集塵器，由於可用來回收煤塵，因此對煤礦工業企業有着實用的益處。

按照水的給入方式，濕式集塵器和集灰器可分成三類：

1. 薄膜式。液體在器內沿內壁流下而形成一層薄膜。
2. 噴淋式。液體在器內藉特殊的噴淋裝置，形成微細的水滴而沿集塵器整個截面落下。
3. 聯合式。兼有薄膜式與噴淋式的作用原理。

屬於第一類的為：

1. 列寧格勒勞動保護研究所設計的具有水膜的旋風集塵器。
2. 具有直立柱形填料的薄膜式集塵器。

屬於第二類的為：

1. 具有填料的洗滌器。
2. 豎井式集塵器。
3. 卡拉岡達中央選煤廠的濕式集塵器。
4. 機械氣體洗滌器(濺液洗滌器)。
5. 離心渦輪式集塵器。
6. 多段集塵器。

7. 具有格柵及螺旋淋水折向板的集塵塔。
8. 水平式噴淋集塵器。
9. 噴淋式旋風集塵器。
10. 轉動式濕式集塵器。
11. 濕式淨氣室。

屬於第三類的爲：

1. [全蘇熱工研究所] 型離心式洗滌器。
2. [中央國家煤礦設計院] 型濕式集塵器。

薄膜式集灰器^①

1. 列寧格勒勞動保護研究所創製的具有水膜的旋風集塵器，是適用於濕式集灰和集塵的普通旋風集塵器。

實驗室用的裝置(圖 1)係由圓筒 1 構成，筒的內壁用水潤濕。

水藉噴淋裝置或經過有孔的特殊環 2 進入圓筒，在圓筒的內壁上形成一層水膜。

煙道氣經過與圓筒相切的側管 3 進入旋風集塵器，並產生旋轉運動而上昇。

由於離心力的關係，灰粒被甩至圓筒內壁上，並被內壁上流動的水膜潤濕。泥渣從底部支管 4 排出，而除塵後的煙道氣由上部直管 5 通往外面。

根據實驗數據，實驗室用的(直徑爲 248 公厘)薄膜式集灰器中的氣體淨化程度可達 97—98 %。但是，這種集灰器在工作中却表現其筒壁及零件易爲硫化物所腐蝕。

^① 此集灰器即爲圖 1 的旋風集塵器，因在此處用來清除煙道氣中的煙灰，故名之爲集灰器。——校者

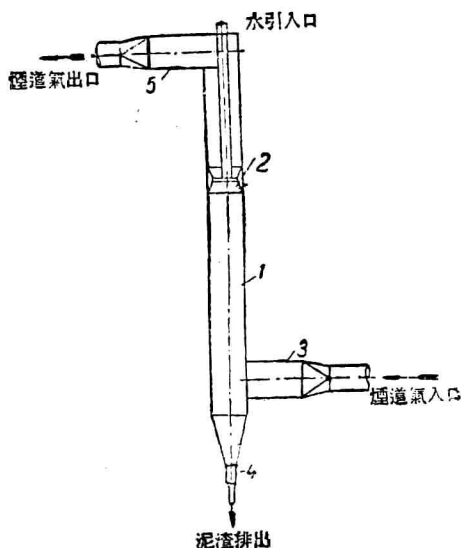


圖 1 列寧格勒勞動保護研究所創製的旋風集塵器

爲了保護零件，塗以鉛丹粉，但仍不能顯著地減低腐蝕作用。

2. 具有直立柱形填料的薄膜式集灰器（圖 2a）由室 1 組成，在其內部安設空心的生鐵柱 2。

柱子垂直地安裝於集灰器內，以便水能均勻地分佈在全部鐵柱的表面；鐵柱的佈置是採取交錯排列的方式。

由具有一定形狀截面的直立柱子所構成的填料，能够使煙灰粒子與沿柱壁不斷流下的水膜相互作用的面積得到增加。

煙道氣由入口擴散管 3 進入集灰器，以後則其中的煙灰粒子即被清除，煙道氣則經出口擴散管 4 離開集灰器。

爲了將水給入集灰器，在其上方設有壓頭水箱 5，並藉水箱內一般構造的浮筒裝置 6 以保持水箱中的固定水位。

爲了便於泥渣的排出，在集灰器的底部設置漏斗 7。其上面有一特殊的人孔 8 以供停止操作後清掃集灰器之用。

集灰器的作用原理如下。

煙道氣由入口擴散管 3 進入集灰器，然後在集灰器內依次通過一系列的空心生鐵柱，並多次變更其流動的方向。

由於慣性力作用，當氣流每次折向時，煙灰及煤塵粒子被甩到水膜的表面，並被水膜濕潤而由水沖入漏斗 7 中，然後再排出外面。

集灰器內經常不斷的水膜，是由不斷自壓頭水箱送至空心鐵柱(圖 26)中而溢出的水所形成的。

水自壓頭水箱經過生鐵隔膜 9，沿着懸在空心鐵柱內的管子 10 導入；此時水充滿空心鐵柱並由其上緣 11 溢出，因而在柱子外壁上形成一層水膜。

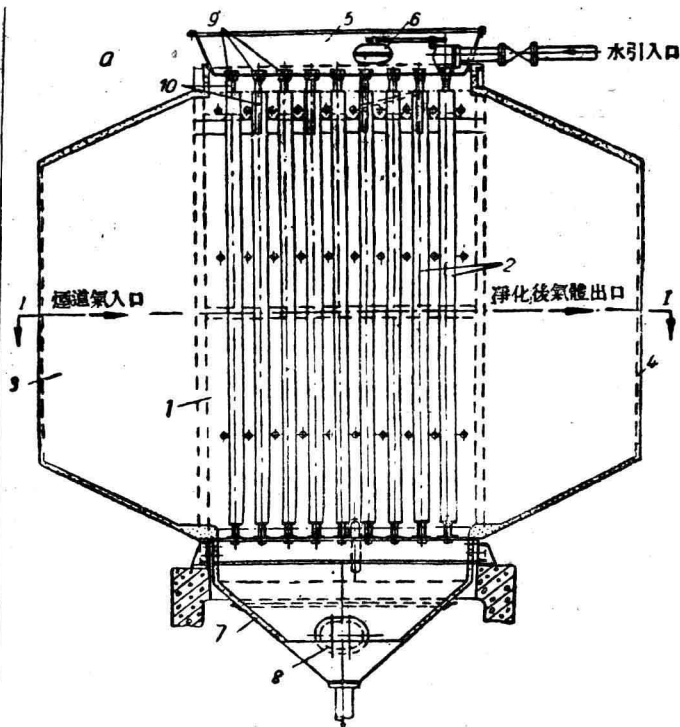
爲了避免外界空氣漏入集灰器，液體藉水封閘門自漏斗 7 放出。

當煙道氣通過集灰器時，由於多次變更氣流的方向，所以創造了幾乎能清除煙道氣中的全部煙灰及煤塵的條件。

煙道氣在薄膜式集灰器內的淨化程度與裝設在集灰器內的空心鐵柱數目有關：柱子截面愈小，則柱子數目愈多，因而清除煙道氣中煙灰的效果亦愈良好。

經驗證明，當柱子截面爲 45、90 及 150 公厘時，煙道氣淨化程度各爲 92，86，82%。

製造直徑小於 45 公厘的定形生鐵柱比較困難，所以當必須增加煙道氣的淨化程度時，通常藉增加每個集灰器內柱



斷面 H

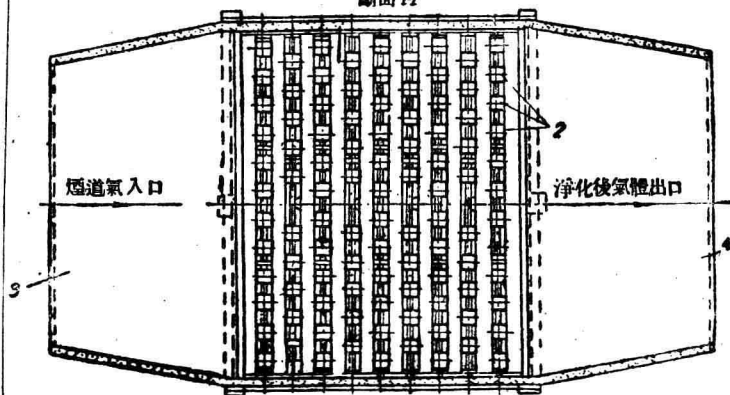


圖2 具有直立柱形填