

有色冶金中的 布袋收尘

Г. М. 哥尔敦 П. А. 阿拉札洛夫 著

冶金工業出版社

81.178
478
C2

有色冶金中的布袋收塵

Г.М. 哥 尔 敦 著

И.А. 阿拉札洛夫

冶金工業部有色冶金設計總院翻譯科 譯



本書根據蘇聯冶金科技書籍出版社出版的 Г.М. 哥爾敦和 И.А. 阿拉札洛夫著“有色冶金中的布袋收塵”1956年版譯出。原書評閱者是技術科學碩士 И.Л. 帕依薩霍夫 (И.А. Пейсахов)、工程師 В.А. 卡爾契夫斯基 (В.А. Карчевский) 和 Р.С. 馬茨科夫斯基 (Р.С. Матковский)。

書中闡述布袋收塵器的作用原理、布袋收塵器的構造與其操作指標，並載有關於濾布的資料。敘述了有色冶金工廠布袋收塵器的維護方法和各種冷卻器的結構與計算方法。書中還闡明了有關布袋收塵器的控制和自動化問題，以及煙塵運輸等問題。

本書供有色冶金工廠收塵車間工作人員、生產技術人員使用，也可供設計與研究部門的工程技術人員、高等工業學校和中等專業學校的學生參考。

參加本書翻譯工作的有那富智 (1—103, 162—175 頁，附錄 I)、楊如泉 (103—161, 176—189 頁，附錄 I 和 II)，參加技術校對工作的有趙殿文、王洪權。

Г.М. Гордон И.А. Алааджахов

ГАЗООЧИСТКА РУКАВНЫМИ ФИЛЬТРАМИ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Металлургиядат (Москва 1956)

有色冶金中的布袋收塵

冶金工業部有色冶金設計總院翻譯科 譯

編輯：吳學文 設計：魯芝芳、董照華 責任校對：楊維華

1958年3月第一版

1958年3月北京第一次印刷 1,000 冊

850×1168. 1/32. 123,100 字 • 印張 6 $\frac{14}{32}$ • 插頁 21 • 定價 (10) 1.60 元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0795

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲 45 號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 098 號

序 言

我国有色金属的生产正在不断地扩大，矿石中金属的综合回收率正日益提高。

新的收塵设备的投入生产和旧有设备的获得改善（包括布袋收塵器在内），有着重大的意义。我国有色冶金工厂中，布袋收塵器在收塵方面虽有广泛的应用，但是关于这一高效率的收塵设备工作的理论基础、结构特点以及操作經驗的资料在技术参考文献中却介绍得非常不够。所以，填补这一空白就成为極迫切的需要。

作者試圖尽量充分地总结有关布袋收塵器工作的理论与实际資料、尽可能运用有色冶金工厂最有代表性的布袋收塵设备的工作經驗和收塵方面的研究成果。苏联国立有色金属科学研究所科学研究人員技术科学碩士 И.Л. 帕依薩霍夫、П.Н. 沃斯科列辛斯基、Н.Н. 叶利謝也夫和 И.И. 布拉金斯基等在布袋收塵器的研究方面作出了巨大的貢獻。苏联国立有色冶金設計院工作人員 Б.Л. 什聶耶尔松和 Л.Л. 布哈諾夫斯基等在布袋收塵器的設計方面进行了巨大的工作。

本書中也采用了最新的文献数据。

作者希望書中的資料能有益于有色冶金各厂布袋收塵设备的服务人員，能有助于改进收塵设备的工作和减少有色金属在烟塵（被廢气帶入大气中）中的損失。此外，設計机关的工作人員以及各中等技术学校与高等学校收塵專業的学生們均可应用本書。

作者自知書中不無缺点，因此將非常感謝乐于提供意見的讀者們。

書中《布袋收塵器最流行的結構的概述》、《烟 气 冷 却 設 备》和《布袋收塵器中烟塵的輸送》各章由 И.А. 阿拉札洛夫所写，《布袋收塵器与濾布的維護》一章由 И.А. 阿拉札洛夫与 Г.М. 哥尔頓二人合写；其余各章均为 Г.М. 哥尔頓所写。

目 录

序言	5
緒論	6
含塵烟气流布袋過濾的理論概述	17
1. 总論	23
2. 近代对促进烟塵顆粒从穿過濾布的 烟氣中沉降下来的諸因素的看法	28
有色冶金中布袋收塵器的濾布	52
1. 纖維材料的特性	52
2. 濾布生产工艺概述	54
3. 濾布的物理机械性能	56
4. 某些濾布的性能	57
在布袋收塵器中淨化烟氣概述	65
1. 輔助作業	65
2. 布袋收塵器工作的工艺制度	67
3. 布袋收塵器捕集粉煤	70
布袋收塵器的分类与基本構造	71
1. 布袋收塵器的分类	71
2. 自动进行机械震打与反吹洗的 多組布袋收塵器的基本構造与作用	73
布袋收塵器最流行的結構的概述	79
1. 只帶有布袋的周期性机械震打裝置而不进行反 吹洗的布袋收塵器(袋式過濾器——袋室)	80
2. 自动进行布袋机械震打与反吹洗的 沃洛別也夫工厂 МФУ 型布袋收塵器	81
3. 国立有色冶金設計院設計的布袋收塵器	86
4. 布袋收塵器的其他結構	95
布袋收塵器的操作指标	103

1469010

维护布袋收塵器和濾布的概述	110
1. 开动前的准备	110
2. 开动	110
3. 操作时布袋收塵設備的维护	111
4. 紧急措施和防火措施	125
5. 布袋收塵設備上的安全技术	126
6. 捕集粉煤的布袋收塵設備上的防火措施	127
烟气的冷却設備	129
1. 混以冷空气冷却烟气	129
2. (烟气) 表面冷却器冷却烟气	136
3. 利用水霧的蒸發以冷却烟气	146
4. 各种冷却烟气方法的应用	159
布袋收塵器工作的控制与自动調节	162
1. 控制参数	162
2. 自动控制的参数	166
3. 布袋收塵工作实行控制与自动調节的举例	167
布袋收塵器烟塵的运输	176
附录 I 烟气冷却器中傳热系数的計算	190
附录 II 烟气自 0 至 t 的平均热容量表	201
附录 III 水蒸汽空气混合气体的温度不同时水蒸汽的 重量、体积、比重、含量和压力	202
附录 IV 1- d 圖	擇頁
参考文献	205

81.178
478
C2

有色冶金中的布袋收塵

Г.М. 哥 尔 敦 著

И.А. 阿拉札洛夫

冶金工業部有色冶金設計總院翻譯科 譯



本書根據蘇聯冶金科技書籍出版社出版的 Г.М. 哥爾敦和 И.А. 阿拉札洛夫著“有色冶金中的布袋收塵”1956年版譯出。原書評閱者是技術科學碩士 И.Л. 帕依薩霍夫 (И.А. Пейсахов)、工程師 В.А. 卡爾契夫斯基 (В.А. Карчевский) 和 Р.С. 馬茨科夫斯基 (Р.С. Матковский)。

書中闡述布袋收塵器的作用原理、布袋收塵器的構造與其操作指標，並載有關於濾布的資料。敘述了有色冶金工廠布袋收塵器的維護方法和各種冷卻器的結構與計算方法。書中還闡明了有關布袋收塵器的控制和自動化問題，以及煙塵運輸等問題。

本書供有色冶金工廠收塵車間工作人員、生產技術人員使用，也可供設計與研究部門的工程技術人員、高等工業學校和中等專業學校的學生參考。

參加本書翻譯工作的有那富智 (1—103, 162—175 頁，附錄 I)、楊如泉 (103—161, 176—189 頁，附錄 I 和 II)，參加技術校對工作的有趙殿文、王洪權。

Г.М. Гордон И.А. Аладжахов

ГАЗООЧИСТКА РУКАВНЫМИ ФИЛЬТРАМИ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Металлургиядат (Москва 1956)

有色冶金中的布袋收塵

冶金工業部有色冶金設計總院翻譯科 譯

編輯：吳學文 設計：魯芝芳、董照華 責任校對：楊維華

1958年3月第一版

1958年3月北京第一次印刷 1,000 冊

850×1168. 1/32. 123,100 字 • 印張 6 $\frac{14}{32}$ • 插頁 21 • 定價 (10) 1.60 元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0795

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲 45 號)

北京市書刊出版營業許可証出字第 098 號

目 录

序言	5
緒論	6
含塵烟气流布袋過濾的理論概述	17
1. 总論	23
2. 近代对促进烟塵顆粒从穿過濾布的 烟氣中沉降下来的諸因素的看法	28
有色冶金中布袋收塵器的濾布	52
1. 纖維材料的特性	52
2. 濾布生产工艺概述	54
3. 濾布的物理机械性能	56
4. 某些濾布的性能	57
在布袋收塵器中淨化烟氣概述	65
1. 輔助作業	65
2. 布袋收塵器工作的工艺制度	67
3. 布袋收塵器捕集粉煤	70
布袋收塵器的分类与基本構造	71
1. 布袋收塵器的分类	71
2. 自动进行机械震打与反吹洗的 多組布袋收塵器的基本構造与作用	73
布袋收塵器最流行的結構的概述	79
1. 只帶有布袋的周期性机械震打裝置而不进行反 吹洗的布袋收塵器（袋式過濾器——袋室）	80
2. 自动进行布袋机械震打与反吹洗的 沃洛別也夫工厂 МФУ 型布袋收塵器	81
3. 国立有色冶金設計院設計的布袋收塵器	86
4. 布袋收塵器的其他結構	95
布袋收塵器的操作指标	103

维护布袋收塵器和濾布的概述	110
1. 开动前的准备	110
2. 开动	110
3. 操作时布袋收塵設備的维护	111
4. 紧急措施和防火措施	125
5. 布袋收塵設備上的安全技术	126
6. 捕集粉煤的布袋收塵設備上的防火措施	127
烟气的冷却設備	129
1. 混以冷空气冷却烟气	129
2. (烟气) 表面冷却器冷却烟气	136
3. 利用水霧的蒸發以冷却烟气	146
4. 各种冷却烟气方法的应用	159
布袋收塵器工作的控制与自动調节	162
1. 控制参数	162
2. 自动控制的参数	166
3. 布袋收塵工作实行控制与自动調节的举例	167
布袋收塵器烟塵的运输	176
附录 I 烟气冷却器中傳热系数的計算	190
附录 II 烟气自 0 至 t 的平均热容量表	201
附录 III 水蒸汽空气混合气体的温度不同时水蒸汽的 重量、体积、比重、含量和压力	202
附录 IV 1- d 圖	擇頁
参考文献	205

序 言

我国有色金属的生产正在不断地扩大，矿石中金属的综合回收率正日益提高。

新的收塵设备的投入生产和旧有设备的获得改善（包括布袋收塵器在内），有着重大的意义。我国有色冶金工厂中，布袋收塵器在收塵方面虽有广泛的应用，但是关于这一高效率的收塵设备工作的理论基础、结构特点以及操作經驗的资料在技术参考文献中却介绍得非常不够。所以，填补这一空白就成为極迫切的需要。

作者试图尽量充分地总结有关布袋收塵器工作的理论与实际资料、尽可能运用有色冶金工厂最有代表性的布袋收塵设备的工作經驗和收塵方面的研究成果。苏联国立有色金属科学研究所科学研究人员技术科学硕士 И.Л. 帕依薩霍夫、П.Н. 沃斯科列辛斯基、Н.Н. 叶利謝也夫和 И.И. 布拉金斯基等在布袋收塵器的研究方面作出了巨大的贡献。苏联国立有色冶金设计院工作人员 Б.Л. 什聶耶尔松和 Л.Л. 布哈諾夫斯基等在布袋收塵器的設計方面进行了巨大的工作。

本书中也采用了最新的文献数据。

作者希望书中的资料能有益于有色冶金各厂布袋收塵设备的服务人员，能有助于改进收塵设备的工作和减少有色金属在烟塵（被廢气帶入大气中）中的损失。此外，設計机关的工作人员以及各中等技术学校与高等学校收塵專業的学生們均可应用本书。

作者自知书中不無缺点，因此將非常感謝乐于提供意見的讀者們。

書中《布袋收塵器最流行的結構的概述》、《烟 气 冷 却 設 备》和《布袋收塵器中烟塵的輸送》各章由 И.А. 阿拉札洛夫所写，《布袋收塵器与濾布的維護》一章由 И.А. 阿拉札洛夫与 Г.М. 哥尔頓二人合写；其余各章均为 Г.М. 哥尔頓所写。

緒 論

在生产有色金屬时，大多数工艺过程中都有烟塵伴随产生。目前，微細的浮选精矿的广泛应用，以金屬揮發为基础的工艺过程的愈益推广，以及生产过程的强化进行，都促使有色金屬在生产过程中有一相当大的部分变成烟塵。

根据 M.M. 拉凱尔尼科^① 的数据，可知在煉鉛时进入生产的全部鉛中有达 7~8% 的鉛变成烟塵。

根据文献数据 [1] 可知，在煉鉛过程中，布袋收塵器从燒結机烟气中所捕集的烟塵里含鉛約佔爐料中含鉛总量的 2.1%，鼓風爐烟气的烟塵中含鉛約为 1.5%。当工艺过程失調，尤其当低料柱鼓風爐熔煉过程發生失調时，鉛变成烟塵而被烟气帶走的数量更大为增加。

煉銅厂在烘干銅精矿时，依烘干程度的不同，有 1.4—8.5% 的精矿随烟塵跑掉。在焙燒精矿、吹煉銅鉛鋅銻、灰吹含銀鉛以及其他許多过程中，都有大量的烟塵产生。

在进行各种揮發过程，譬如迴轉窑处理鋅渣和其他半成品，粉煤吹煉爐渣等等，鉛、鋅、錫等金屬几乎全部揮發，所以有色金屬变成烟塵的数量特別大。

有色金屬的許多种烟塵，因含有鉛、砷等金屬而有剧毒。因此，無論从清潔衛生方面着想，無論为了原料的綜合利用，或为了工厂工作的質量指标与数量指标的提高，都必需尽可能完全地捕集烟塵。如果低估收塵工作在有色冶金中的意义，就会造成有色金屬的巨量損失，造成回收率的降低与不能容許的、不合乎清潔衛生的劳动条件。

在生产有色金屬时所产生的烟塵可分为下列兩大类：

1) 机械烟塵。在物料粉碎过程中，由于物料在經受裝卸、破碎、烘干、篩分等机械或加热过程，以及由于原始物料的微細顆

① M.M. 拉凱尔尼科“煉鉛学”，重工業出版社，1965，142頁。

粒被流动的烟气和排風机排出的空气所帶走（譬如在烘干、焙燒、篩分或运输粉碎到 320 或 320 網目以上的各种精矿时）而产生的烟塵；

2) 揮發物在高温的火法冶煉过程中（从 $600 \sim 800^{\circ}$ 或更高的温度开始），由于鉛、鋅、錫等有色金屬及其化合物（氧化物，硫化物）揮發和冷凝的結果所产生。

揮發物的大量存在，是有色冶金厂許多种烟塵区别于其他工業部門烟塵的一个特点。

机械烟塵与揮發物之間，在粒度（細度）上、在化学組成和物質組成以及物理性質上有着很大的差別。

机械烟塵的顆粒是比較大的。它們的尺寸在数微米到数十微米之間。

揮發物的顆粒非常微細，它們的尺寸常为十分之几微米。

机械烟塵按其化学組成与物質組成来講，頗与原始物料相近，或与某一工艺过程中由于原始物料發生化学反应所形成的組成相符。

大的机械烟塵的顆粒是沉降在烟道和烟塵沉降室中，容易用普通的收塵設備来捕集（譬如旋渦收塵器等）。

而揮發物按其化学組成和物質組成来講，則与原始物料大有区别，因为它里面的揮發性金屬和化合物，特别是氧化鉛和硫化鉛，鋅、錫、銻、砷等的化合物，以及稀有金屬和分散性金屬等的含量提高了，並且产生了硫酸化反应。

表 1 中所載，是某几种烟塵的化学組成与細度的数据。

为便于了解烟塵的細度起見，表中載有烟塵顆粒的平均当量直徑，这个直徑是假設全部顆粒都具有球狀而按顆粒的实测比面算出来的。虽然这种假設是不准确的，測定顆粒比面所采用的方法（托瓦洛夫^①法）也不完全准确，它所得到的結果却足可以大致表示出烟塵細度。此外，此法尚能用来估計有色金屬揮發物的極細顆粒的平均尺寸（一微米或更小些），用其他确定顆粒尺寸

① B. 托瓦洛夫、粉狀物料比面的測定，工厂實驗室，1948，№1。

表 1

8

有色金屬某些煙塵的化學組成與細度的數據

治 煉 設 备	含 量, %						烟塵的比面 厘米 ² /克	烟粒的不 均當量直 徑 微米
	Zn	Pb	Cd	S _总	Fe	Cu		
1. 鋅 厂 熔 爐								
沉降在电收塵器入口处烟道料斗 中的烟塵.....	33.6	4.2	0.26	未 测 定	未 测 定	700	25.4	
电收塵器第 1 电場所捕集的烟塵.....	24.6	20.6	0.83	"	"	4700	3.5	
第 2 电場所捕集的烟塵.....	16.6	33.2	1.31	"	"	7250	2.2	
第 3 电場所捕集的烟塵.....	16.0	34.7	1.41	"	"	9225	1.82	
2. 鋁 厂 燒 結 机								
沉降在布袋收塵器入口处烟道中 的烟塵.....	2.30	29.3	0.023	1.44	19.10	149	90.0	
布袋收塵器中所捕集的烟塵.....	3.14	55.7	0.24	10.16	3.8	23700	0.47	
3. 鋁 厂 鼓 風 爐								
沉降在烟道系統前部的烟塵.....	8.0	34.5	0.18	未 测 定	未 测 定	未 测 定	"	
沉降在烟道系統尾部的烟塵.....	7.1	30.5	0.26	"	"	"	"	
沉降在潤湿塔中的烟塵.....	6.6	40.7	0.42	"	"	4650	2.8	
电收塵器中所捕集的烟塵.....	10.2	58.4	1.38	"	"	17200	0.7	

表 1

冶炼设备	含量, %						烟塵的比面 厘米 ² /克	烟粒的平均重量 微米
	Zn	Pb	Cd	S _总	Fe	Cu		
4. 锌厂迴轉窑								
沉降在烟塵沉降室前部的烟塵	27.2	20.3	0.23	未	测定		3000	4.4
沉降在烟塵沉降室后部的烟塵	33.1	22.1	0.3	"	"		4850	2.7
沉降在烟氣冷却器中的烟塵	41.6-56.1	20.5-26.8	0.23-1.28	"	"		5300-5800	2.0
布袋收塵器中所捕集的烟塵	48.5-56.8	20.3-22.1	0.2-0.25	"	"		6300	1.8
5. 铜厂处理铜精礦 与黄鐵礦精礦用滾筒 干燥器								
(1) 錫精礦								
电收塵器第1电場所捕集的烟塵	未	测定		15.86	未测定	11.6	6820	2.49
第2电場所捕集的烟塵	"	"		19.83	"	10.9	6470	2.50
2) 黄鐵精礦								
电收塵器第1电場所捕集的烟塵	"	"		41.0	"	0.86	3320	4.20
第二电場所捕集的烟塵	"	"		41.25	"	0.96	3740	3.82

的方法（沉积法、分离法）是不能得出正确结果的。

表1的数据说明了上述事实：即挥发物中挥发性金属与化合物含量高以及同机械烟塵颗粒相比，挥发物具有更高的細度。

挥发物的物理性質根本区别于机械烟塵的性質，特别是挥发物不能被水很好潤湿的。看来，除因挥发物颗粒亲水性低外，颗粒环绕水滴飞过（見第28頁）这一現象也有很大关系。極細的挥发物颗粒，其比面是頗大的，並且在許多情况下，里面又含有未被氧化的金属颗粒、碳颗粒和元素硫颗粒，所以有自燃性。由于固体颗粒的比面增大，其化学活性也随着增大。因此，氧化过程便剧烈进行。結果，挥发物中所含的可燃物（碳、硫等），或剧烈氧化並放出热量的金属（鉛等），以及某些金属的硫化物便發生自燃，这是因为氧化时所放出的热量来不及放散到周圍的介質中去。此外，当有靜电荷存在时，更能促进挥发物自燃現象的發生。

挥发物的粒度是不稳定的，因为它们会很快地凝結起来，特别是当烟氣中挥发物的濃度高时，更为迅速。

挥发物颗粒的形狀和結構是多种多样的。圖1和圖2中所示，是氧化鉛和氧化鋅挥发物颗粒的电子显微鏡照像①。

氧化鋅（ ZnO ）颗粒是烟氣流中金属鋅挥发物氧化的产物。氧化鋅颗粒是長度較大（大于1微米）的四面体的話，而氧化鉛（ PbO ）的挥发物颗粒却是尺寸極小的球形體（圖2中所示，是颗粒的集合体）。这使得在鉛挥发物的捕集上产生一定的困难。

在有色冶金火法冶煉过程中，烟氣所帶走的烟塵实际上是由机械烟塵与挥发物所組成，細度不一。

現將有色冶金火法冶煉过程中所得的工艺烟氣的性質略述如下。

处理硫化物料（矿石、精矿）时，烟氣中含有硫的氧化物，这就使烟氣帶有侵蚀性質。譬如，在多膛焙燒爐中焙燒鋅精矿和

① 电子显微鏡照像（圖1）是苏联有色金属科学研究所助理研究員G.C. 楊科夫斯基所攝制。

銅精矿时，烟气中含 SO_2 約为 5—6%，含 SO_3 約为 0.5%。

煉鉛燒結机的烟气中，平均約含 1% SO_2 和 0.03~0.05% SO_3 。在銅、鉛、鎳的鼓風爐熔煉、反射爐熔煉、電爐熔煉、

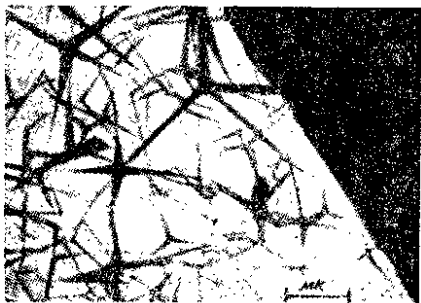


圖 1 氧化鋅顆粒的电子显微镜照像

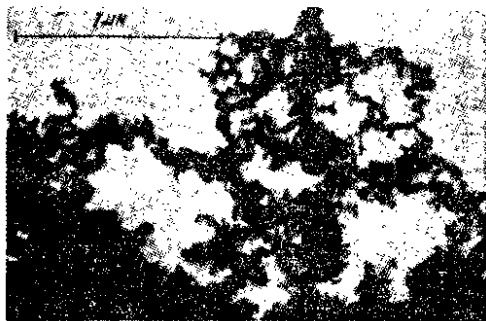


圖 2 氧化鉛顆粒的电子显微镜照像

吹爐吹煉以及其他許多过程里所得的工艺烟气中也含有硫的化合物。

在处理潮湿的物料，例如在迴轉窑中处理鉛鋅爐渣、焙燒銅