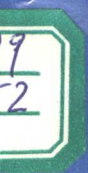


电收尘器

【日】松本俊次 著

王成霞 译 任同生 校



上海科学技术文献出版社

电 收 尘 器

[日]松本俊次 著

王成霞 译

任同生 校

上海科学技术文献出版社

电 收 尘 器

〔日〕松本俊次 著

王成霞 译

任同生 校

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号)

全国新华书店经销

上海科技文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 4.75 字数 114,000

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数: 1—2,500

ISBN 7-80513-766-8/T·189

定 价: 2.80 元

《科技新书目》239-274

序 言

大气污染对人体的直接影响是引发慢性支气管炎等呼吸系统疾病，其主要的污染媒介物之一是数微米大小的微粒子。特别是 $1\sim 2\mu\text{m}$ 的微粒子同硫的氧化物相互作用，是构成呼吸系统疾病多发的原因。

为此，排放浓度标准更高。与此相应，社会上就提出能够搜捕这些微粒子的高性能收尘装置要求，作为一种环境对策，电收尘器得到了应有的重视。

最近，排烟脱硫的前处理工艺的高温烟气用收尘装置引起了人们的注目，同时，压力损失极小的节能型环境保护设备也正在得到重新评价。

在电收尘器还没有被普遍采用的情况下，我写的这本书可作为一种入门书来阅读。

电收尘器与过去的离心除尘和过滤除尘不同，它是利用静电现象，以静电领域的科学成就为基础的一门技术。所以，在电收尘器的运行维护方法上，克服了其它收尘器的一些缺点。

另外，由于经验得到的统计数据仍起着重要的作用，所以电收尘器的设计也有与实际不一致的一面。因此，本书从实际出发，从电收尘器的基础知识到原理、构造、设计、计划乃至维护保养包括例题演算，企望叙述得通俗易懂。

目前，在几乎没有此类参考书的情况下，本书如果能对电收尘器的计划、设计、维修等有一点参考作用的话，我将感到很荣幸。

不用说,本书会有考虑不严密之处,希望以后能得到订正。

最后,当本书写成之际,借此机会向为我提供珍贵参考文献的同事致谢。

再者,当本书出版之际,向给与多方帮助的日刊工业新闻社出版局的诸君深表谢意。

松本俊次

目 录

序 言	(1)
-----	-------

第一章 电收尘器概要

1.1 电收尘器的历史和发展	(1)
1.1.1 什么是电气收尘	(1)
1.1.2 电收尘器的特征	(2)
1.2 形式、种类	(4)
1.2.1 一段式和两段式	(4)
1.2.2 干式和湿式	(5)

第二章 电收尘器的理论基础

2.1 烟气的性质	(7)
2.1.1 烟气的分类	(7)
2.1.2 烟气的物性	(8)
2.1.3 烟气的性质及其对电气收尘的影响	(10)
2.2 静电现象	(13)
2.2.1 电荷与荷电	(13)
2.2.2 电场	(14)
2.3 气体放电现象	(16)
2.3.1 气体放电形式的分类	(16)
2.3.2 极性效应	(17)
2.4 流体的性质	(18)
2.4.1 粘性	(18)
2.4.2 层流与紊流	(19)

第三章 电收尘器的原理与特点

3.1	电气收尘的机理	(21)
3.1.1	电晕放电	(21)
3.1.2	烟气的荷电原理	(23)
3.1.3	碰撞荷电与扩散荷电	(24)
3.1.4	迁移率	(25)
3.1.5	粒子的迁移速度	(26)
3.2	放电特性	(27)
3.2.1	电晕开始时的电场强度	(27)
3.2.2	起晕电压	(28)
3.2.3	电晕放电特性	(29)
3.3	电场分布	(32)
3.3.1	电收尘器的电场分布	(32)
3.3.2	放电特性	(33)
3.4	视在固有电阻	(34)
3.4.1	视在固有电阻的影响	(34)
3.4.2	视在固有电阻的测定	(36)

第四章 电收尘器的构造和结构要素

4.1	概要	(41)
4.1.1	基本构造	(41)
4.1.2	结构要素	(42)
4.2	放电极	(44)
4.2.1	放电极的功能和种类	(44)
4.2.2	放电极的支撑机构	(46)
4.3	收尘电极	(47)
4.3.1	收尘电极的功能	(47)
4.3.2	收尘电极的种类	(47)

4.4	振打装置	(49)
4.4.1	形式、种类和特征	(49)
4.4.2	振打力和剥离率	(51)
4.4.3	振打控制	(53)
4.5	气体整流装置	(54)
4.5.1	整流装置的目的	(54)
4.5.2	模型实验	(55)
4.5.3	整流装置的种类	(55)
4.6	绝缘子	(57)
4.6.1	绝缘子的功能	(57)
4.6.2	绝缘子的种类	(58)
4.6.3	绝缘子的特性	(59)
4.6.4	保护对策	(60)
4.6.5	绝缘子室	(61)
4.7	电源设备	(62)
4.7.1	概要	(62)
4.7.2	整流装置	(62)
4.7.3	操作盘	(65)
4.7.4	电源控制	(65)
4.8	输电设备	(71)
4.8.1	供给方式	(71)
4.8.2	科特雷耳电缆	(72)
4.9	其它	(74)
4.9.1	接地装置	(74)
4.9.2	气体调质装置	(75)
4.9.3	粉尘排出装置	(78)
4.9.4	外壳	(79)

第五章 电收尘器的设计

5.1	概要	(80)
5.1.1	电收尘器设计方法的特点	(80)
5.1.2	设计要素	(82)
5.1.3	设计上的重要事项	(83)
5.2	基本设计	(84)
5.2.1	收尘面积的计算	(84)
5.2.2	巷数的计算	(87)
5.2.3	收尘室的划分	(88)
5.2.4	送电划分	(90)
5.2.5	电源设备容量	(91)
5.2.6	基本设计顺序	(92)
5.2.7	平行平板形和圆筒形	(92)

第六章 电收尘器的设备计划

6.1	设备计划	(95)
6.1.1	调研事项	(95)
6.1.2	系统设计	(96)
6.1.3	设备计划顺序	(98)
6.2	成本	(98)
6.2.1	成本组成	(98)
6.2.2	影响成本的因素	(101)
6.2.3	设备费用与运转费用	(102)
6.3	对电收尘器的鉴定	(104)
6.3.1	鉴定项目	(104)

第七章 电收尘器的维护管理

7.1	运行操作	(105)
7.1.1	运行开始	(105)

7.1.2	运行停止	(105)
7.2	维护检查	(108)
7.2.1	运行中的管理	(108)
7.2.2	停机时的管理	(109)
7.3	故障对策	(111)
7.3.1	电收尘器的故障	(111)
7.3.2	故障与对策	(115)
7.4	安全措施	(117)
7.4.1	装置的安全措施	(117)
7.4.2	作业者的安全措施	(119)
7.5	现有设备的改进措施	(120)
7.5.1	装置本体的改进	(120)
7.5.2	处理烟气的调质	(123)

第八章 电收尘器的适用范围

8.1	适用于焚烧炉	(123)
8.1.1	概要	(123)
8.1.2	排气特性及设备实例	(124)
8.2	适用于造纸工业	(126)
8.2.1	概要	(126)
8.2.2	排气特性及设备实例	(127)
8.3	适用于炼铁、炼钢工业	(128)
8.3.1	概要	(128)
8.3.2	排气特性及设备实例	(129)
8.4	适用于水泥工业	(131)
8.4.1	概要	(131)
8.4.2	排气特性及设备实例	(131)
8.5	适用于锅炉除尘	(133)

8.5.1	概要.....	(133)
8.5.2	排气特性及设备实例.....	(134)
8.6	厂房除尘	(135)
8.6.1	概要.....	(135)
8.6.2	排气特性及设备实例.....	(136)
8.7	其它	(138)
8.7.1	其它适用范围.....	(138)
译者附识		(139)

第一章 电收尘器概要

1.1 电收尘器的历史和发展

1.1.1 什么是电气收尘

有记录表明,英国在 1600 年就进行过用电吸引浮游在气体中的微粒子的实验。其后,著名的本杰明·富兰克林大约在 1745 年做过关于电刷放电及电晕放电的实验;豪菲耳则于 1824 年进行过用带电物除去容器中的烟雾的实验。

后来,不少人进行过类似的实验,但是最早成功地将电收尘器开发应用于工业上的是加利福尼亚大学的物理化学教授科特雷耳。1907 年他在工业上成功地使用电收尘器捕集硫酸雾,该电收尘器被称为科特雷耳型静电集尘器,当时,机械式同步整流器这种高质量的高压电源正被开发应用。

电收尘器于 1910 年传入日本,当时的电收尘器只是解决了它的实用性,真正投入使用是在 1930 年。到 1950 年几乎仍没有显著的进步。

随着日本矿业的急速发展,便要求有高效率的集尘装置。于是电收尘器得到改良和发展,以至现在对它的认识就越来越高。电收尘器的历史久远,科特雷耳在工业上应用差不多有 70 年了。不过,实际上电收尘器这种防止大气污染的装置在产业界得到重视和确认,从而取得技术进步仅是最近 10 年间的事。

特别要提出的是，随着半导体元件的发展及其在电收尘器电源和控制方面的应用，使电收尘器大大前进了一步。

另一方面，因反污染法规的加强，且产业界里的污染源又多种多样，所以就希望电收尘器能在恶劣的条件下使用。具有高效率和高可靠性的电收尘器正适应了时代的要求。

1.1.2 电收尘器的特征

电收尘器人为地给气体中的固体或液体微粒以电荷，使其通过电场，用电场力来搜捕它们。

电收尘器与离心除尘装置、洗涤装置及过滤除尘装置比较具有以下特点：

- (1) 能得到极高的收尘效率；
- (2) 对一般被叫做极微粒子的亚微米粒子也能捕集；
- (3) 干、湿粉尘都可捕集；
- (4) 装置内压力损失极小，一般为 $10 \sim 20 \text{ mm H}_2\text{O}$ ；
- (5) 维护简单、维修费用便宜；
- (6) 可以处理腐蚀性气体和粉尘；
- (7) 可以处理高温排气，一般可到 350°C ，特殊设计可到 500°C ；
- (8) 电功率消耗很小；
- (9) 处理的气体量可极大。

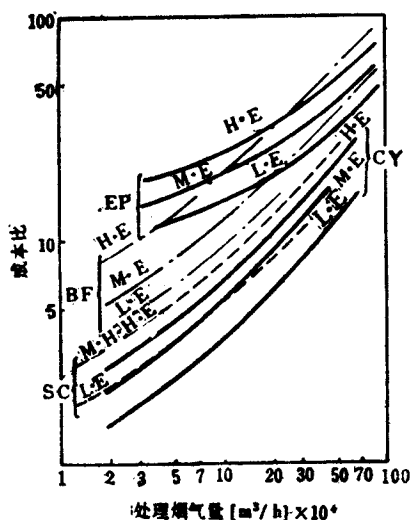
与以上的各种优点相反，也存在以下一些问题：

- (1) 对于处理气体量小的场合，同其它高性能除尘器相比，一次性投资(成本)大；
- (2) 对某些粉尘来说必须进行气体调质；
- (3) 在处理可燃性气体时，必须采取防爆措施。

表 1.1 列出了各种收尘器的概略比较。图 1.1、表 1.2 表示各种收尘装置的设备费用比较。

表 1.1 各种收尘装置的比较

形 式	粉尘粒径界限 (μm)	压力损失 (mmAq)	动力费用	可维护性	其 它 特 点
离心收尘	10	50~150	小	容易	预除尘性能好
洗涤收尘	5~10	300~1000	大	容 易	需要排水 处理装置
过滤收尘	0.1左右	150~200	大	维 修 费 用 大	一般耐热性小
电收尘	0.01	10~20	小	容 易	通常到 350°C , 但特殊设计可达 500°C 左右



EP: 电收尘器 BF: 布袋 SC: 洗涤 CY: 旋风
H.E: 高收尘率 M.E: 中收尘率 L.E: 低收尘率

图 1.1 收尘器设备费用比较

表 1.2 各种收尘装置的比较(处理烟气量 $1700\text{m}^3/\text{min}$)

机 种	收尘率 (%)	平均压力损失 (mmAq)	耗电量 (kwh/年)	水使用量 (l/m^3)	运行费 (美元/年)	总运行经费 (美元/年)
惯性收尘器	58~60	43	156	—	280	5520
旋风收尘器	65~70	94	338	—	168	7110
高性能旋风 收尘器	84~85	125	452	—	168	10780
干式电收尘器	99+	23	200	—	1120	24640
布袋收尘器 (振动型)	99+	64	374	—	8960	29750
布袋收尘器 (迥转喷射型)	99+	76	792	—	16800	28980
回旋洗涤器	87~90	200	750	0.1	895	20200
喷射塔	94~95	35	476	2.4	400~600	23000
洗涤器	95	61	310	1.0~1.4	1400	17550
湿式电收尘器	99+	15	222	0.3	1120	32150
文丘里管清洗器	99+	510	1880	1.4	896	40150
高性能清洗 收尘器	99+	800	2974	1.0	1250	57000

1.2 形 式、种 类

1.2.1 一段式和两段式

电收尘器根据其供电形式可以分为如下两类:

- { 一段式电收尘器
- { 二段式电收尘器

一段式一般用于产业界，就是所谓的科特雷耳电收尘器。

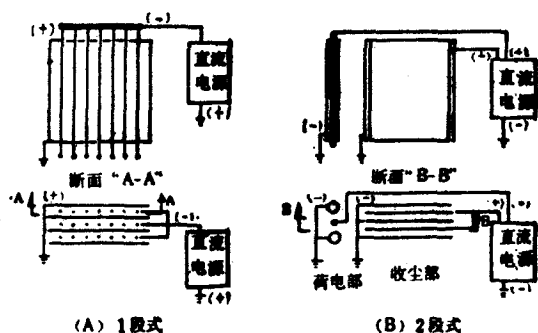


图 1.2 电收尘器的荷电形式

如图 1.2A 所示，使微粒荷电及驱使带电微粒在电场力作用下达到集尘板，都是在同一电场内进行的，这种收尘器叫一段式。

一段式供电电压比二段式高，电极间隔也大，能进行较强的电晕放电，处理烟气量大，能应用于含尘量多的发尘源，所以被广泛应用于一般工业。

本书是以一段式电收尘器为对象的。

另一种两段式如图 1.2B 所示，使粒子荷电的部分和集尘部分由各自的电场组成，电晕放电形式也与一段式不同，它是利用正电晕。如 2.3.2 所述，正电晕火花放电的伸展性大，所以电压比一段式低，电极间距也小。

二段式主要用于净化空气的空气除尘器，以及含尘量较小的场合，也用于特殊工业的除尘。

1.2.2 干式和湿式

清除堆积在电收尘器电极上的灰尘的方法有两种。一种是

给电极以机械振打,另一种是用水清洗。

前者叫干式电收尘器,后者叫湿式电收尘器。干式电收尘器存在这样的问题,即因机械振打引起灰尘的再飞扬以及因粒子的视在固有电阻值不适宜电气收尘时引起的再飞扬现象。在这种情况下,必须有相应的措施。

由于经常形成的水膜润湿了集尘电极的表面,所以湿式电收尘器不会像干式那样引起再飞扬现象。因此同干式相比,其出口含尘量可降到很低。当然,为了防止因清洗水引起的二次公害的发生,必须增设污水处理设备。