

资源化技术丛书

粉煤灰 利用技术

韩怀强 蒋挺大 编著

ZIYUANHUA JISHU CONGSHU

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心



~~资源化技术~~丛书

粉煤灰利用技术

韩怀强 蒋挺大 编著

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

粉煤灰利用技术/韩怀强, 蒋挺大编著. —北京: 化学工业出版社: 环境科学与工程出版中心, 2001.1
(资源化技术丛书)
ISBN 7-5025-3078-9

I. 粉… II. ①韩…②蒋… III. 粉煤灰-综合利用
IV. TD849

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 76033 号

资源化技术丛书

粉煤灰利用技术

韩怀强 蒋挺大 编著

责任编辑: 侯玉周

责任校对: 李 丽 李 林

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行

环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982511

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 7 字数 185 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3078-9/X·58

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在社会的生产、流通、消费等一系列过程中产生的对本过程失去原有使用价值而以各种形态进入环境的物质，目前称之为废弃物，如废气、废水和废液、废渣及垃圾等，这些废弃物既具有物质功能的有用性，又具有在一定技术经济条件下的无用性，在一定程度上造成对环境的污染和生态的恶化。

早在 12 世纪，我国南宋时期的著名学者朱熹就已指出“天无弃物”，但人类开发利用物质资源的广度、深度和有效程度始终受到科学技术进步和经济条件的制约。我国对废弃物的政策是减量化、资源化和无害化。减量化即是在生产和生活过程中减少废弃物的产生，最大限度地实行清洁工艺生产；无害化即是对有毒有害的废弃物进行无害化处理；资源化即是分离、回收废弃物中的有用物质进行新的加工，开发新的产品，即综合利用。

废弃物的资源化，是当代经济与社会发展的重大课题，也是对当代科学技术提出的一个新课题。探索废弃物资源化的新方法、新途径和新技术，将会有力地推动技术创新和技术进步，推动生产力的开展。

这一套《资源化技术丛书》，就是为了推动我国的资源化技术、促进新型环保产业发展而编写的，既有理论阐述，更有国内外的新经验和新技术，对废弃物的资源化和新产品的开发，将会有所启发和借鉴。第一批推出的有 4 本：《壳聚糖》、《胶原蛋白》、《木质素》和《粉煤灰利用技术》，以后将进一步组织有关专家撰写各种选题，以飨读者。

蒋挺大

本书前言

粉煤灰是燃烧煤粉的锅炉排放的工业固体废弃物。

我国是产煤和燃煤大国，由热电厂和热力厂排放的粉煤灰，已堆放 5000 万吨，每年还要排放 700 万吨，而每年利用不到 200 万吨，占据大量土地，造成严重的环境污染。

发达国家的能源结构与我国不同，燃煤较少，但对粉煤灰的综合利用从 20 世纪 70 年代中期开始引起了重视，并逐渐形成了一个新兴产业，美国在 1974 年就把粉煤灰列为国家最丰富的第 7 位固体矿物资源。我国自 20 世纪 50 年代开始就重视这项综合利用，但 1979 年以前的利用率还不及 10%，1995 年则快速上升到了 41.7%。

几十年来，我国科技工作者创造了许许多多利用粉煤灰的技术，如粉煤灰用于生产水泥、混凝土、砖、墙板、砌块、陶粒、砂浆及道路工程、农用肥料、污水处理等方面都已有了成熟的技术，甚至建立了很多生产线。本书系统总结了粉煤灰的产生、性质、分析测定、在各行各业的开发应用情况。

本书共有 8 章，第 1 章到第 3 章介绍了国内外粉煤灰利用概况，我国政府对粉煤灰综合利用的政策法规及标准，叙述了粉煤灰的产生、组成、结构、形态、性质和分析方法，第 4 章用大量的篇幅介绍了粉煤灰在建材和建筑业中的应用，第 5 章到第 8 章叙述了粉煤灰在农林牧业、化学工业、环境保护中的应用，以及从粉煤灰中选炭、铁、漂珠、沉珠的技术，制取硅铝钡合金等的技术。书中介绍了大量的粉煤灰综合利用技术和各种产品的生产工艺，既有理论深度，又有使用技术，相信会对推动我国的粉煤灰利用有所补益。

本书可供大专院校相关专业的师生和科研、设计单位以及相关行业的科技人员阅读，也可作为乡镇企业开发产品用参考书。

我们很想把有关粉煤灰利用的各种技术和产品详详细细地介绍给

读者，但限于篇幅，还有一些产品未能予以叙述，同时也限于作者的水平 and 经验，可能取舍不尽合理，叙述中可能有错误和疏漏，诚请读者指正，不胜感激。

编著者
2000.9.1

目 录

1 粉煤灰资源开发利用概述	1
1.1 国内外粉煤灰资源开发应用概况	1
1.2 我国有关粉煤灰资源综合利用的政策法规	3
1.3 我国粉煤灰的应用标准	4
1.4 粉煤灰资源综合利用的思考和展望	5
参考文献	9
2 粉煤灰的物理化学性质	10
2.1 粉煤灰的产生	10
2.2 粉煤灰的组成和结构	10
2.2.1 粉煤灰的化学组成	10
2.2.2 粉煤灰的矿物组成	11
2.2.3 粉煤灰的结构	11
2.3 粉煤灰的性质、形态与活性特征	12
2.3.1 粉煤灰的物理性质	12
2.3.2 粉煤灰的化学性质	12
2.3.3 粉煤灰的存在形态	12
2.3.4 粉煤灰的活性	13
参考文献	14
3 粉煤灰成分分析方法	16
3.1 粉煤灰成分分析项目的选取	16
3.2 粉煤灰成分常量分析法	16
3.2.1 主要仪器设备	16
3.2.2 试剂	16
3.2.3 制样	19
3.2.4 测试方法	20
3.2.5 粉煤灰成分分析注意事项	25
3.3 ICP 法同时测定常量和微量元素	26

3.3.1	仪器	26
3.3.2	试剂及标准样品	26
3.3.3	操作条件	26
3.4	原子吸收分光光度法测定微量元素	27
3.4.1	标准溶液的制备	27
3.4.2	标准曲线的绘制	27
3.4.3	样品处理	28
	参考文献	29
4	粉煤灰在建筑和建材工业中的应用	30
4.1	粉煤灰水泥	30
4.1.1	生产粉煤灰水泥的经济效益和社会效益	30
4.1.2	普通粉煤灰水泥	31
4.1.3	特种粉煤灰水泥	32
4.1.4	推广粉煤灰水泥存在的问题	37
4.2	粉煤灰混凝土	38
4.2.1	掺用机理	38
4.2.2	掺混方式分类及优缺点	38
4.2.3	粉煤灰混凝土的应用范围	39
4.2.4	粉煤灰性状对混凝土性能的影响	40
4.2.5	指导和推进粉煤灰混凝土技术进步的两个理论	42
4.2.6	粉煤灰混凝土的配合比设计	46
4.2.7	粉煤灰混凝土技术的成功应用实例和今后发展方向	48
4.3	粉煤灰砖	49
4.3.1	烧结粉煤灰砖	49
4.3.2	蒸制粉煤灰砖	56
4.3.3	免烧免蒸粉煤灰砖	66
4.3.4	其他粉煤灰砖	71
4.4	粉煤灰砌块	76
4.4.1	概述	76
4.4.2	蒸养粉煤灰硅酸盐砌块	76
4.4.3	蒸压粉煤灰加气混凝土砌块	86
4.4.4	粉煤灰混凝土小型空心砌块	89
4.4.5	粉煤灰泡沫混凝土砌块	92

4.4.6	粉煤灰空心砌块	93
4.5	粉煤灰陶粒	100
4.5.1	概述	100
4.5.2	生产粉煤灰陶粒的原材料质量	101
4.5.3	粉煤灰陶粒生产的工艺要求	102
4.5.4	粉煤灰陶粒焙烧设备	105
4.5.5	粉煤灰陶粒的新品种介绍	106
4.5.6	我国粉煤灰陶粒生产现状	107
4.6	粉煤灰砂浆	107
4.6.1	概述	107
4.6.2	粉煤灰砂浆对原材料性能的要求	109
4.6.3	粉煤灰砂浆的配合比设计	110
4.6.4	原材料对粉煤灰砂浆性能的影响	114
4.6.5	粉煤灰砂浆的商品化发展	115
4.6.6	粉煤灰砂浆施工注意事项	118
4.7	粉煤灰人工轻质板材	119
4.7.1	粉煤灰硅钙板的生产	119
4.7.2	粉煤灰纤维棉板材	121
4.7.3	粉煤灰轻质隔声内墙板的制备和性能	126
4.7.4	粉煤灰炉底渣轻质屋板	128
4.7.5	其他粉煤灰轻质板材	128
4.8	粉煤灰在城建工程回填中的应用	131
4.8.1	概述	131
4.8.2	工程填筑基本程序	132
4.8.3	应用实例	133
4.9	粉煤灰在交通工程中的应用	135
4.9.1	粉煤灰在交通工程中应用的意义	135
4.9.2	粉煤灰在交通工程中使用的质量要求	136
4.9.3	粉煤灰在交通工程中的应用	136
4.9.4	粉煤灰在交通工程中的具体应用	137
	参考文献	140
5	粉煤灰在农林牧业中的应用	144
5.1	粉煤灰对土壤的改良及效果	144

5.1.1	粉煤灰改良土壤的物理性状	144
5.1.2	用粉煤灰改良土壤需注意的问题	146
5.2	粉煤灰在农业上的施用效果	146
5.2.1	促进农作物增产增收	146
5.2.2	抗农作物病虫害	147
5.2.3	其他作用	147
5.3	淤地造田及贮灰场的开发利用	147
5.3.1	粉煤灰淤地造田	147
5.3.2	贮灰场开发利用	149
5.4	粉煤灰中有害物质对农田和作物的影响	150
5.4.1	有毒微量元素对土壤环境及农作物、饲草等的影响	150
5.4.2	放射性元素对土壤环境和粮食的影响	153
5.4.3	苯并芘 (BaP) 对土壤环境和粮食的影响	153
5.5	粉煤灰制化肥	154
5.5.1	粉煤灰硅钙肥	154
5.5.2	粉煤灰钙镁磷肥	155
5.5.3	粉煤灰复混肥料	157
5.5.4	粉煤灰磁化肥	159
	参考文献	164
6	粉煤灰在化学工业中的应用	166
6.1	粉煤灰制分子筛	166
6.1.1	原料的要求和配比	166
6.1.2	制备过程及工艺	166
6.2	粉煤灰拒水粉的生产	167
6.2.1	原材料要求及配比	168
6.2.2	生产流程及工艺	168
6.3	粉煤灰高分子材料填充剂	169
6.3.1	粉煤灰在塑料制品中的应用	169
6.3.2	粉煤灰填充橡胶制品	173
6.4	粉煤灰作为油毡生产中的填充料	175
6.5	粉煤灰饰面材料	176
6.6	粉煤灰中提取铝的化合物	177
6.6.1	从粉煤灰中提取氧化铝	177

6.6.2 从粉煤灰中提取硫酸铝	179
参考文献	180
7 粉煤灰在污水处理中的应用	182
7.1 粉煤灰处理生活污水	182
7.2 粉煤灰处理城市污水	186
7.3 粉煤灰处理印染废水	188
7.4 粉煤灰处理化纤和棉浆造纸废水	190
7.5 粉煤灰处理其他工业废水	192
7.5.1 粉煤灰处理含氟废水	192
7.5.2 粉煤灰处理含 Cr^{3+} 和 Cr^{6+} 废水	194
7.5.3 粉煤灰处理含酚废水	194
7.5.4 粉煤灰处理含磷水体	194
7.5.5 粉煤灰净化采油污水	195
7.5.6 粉煤灰净化废乳化液	195
7.5.7 粉煤灰再生废润滑油	196
参考文献	197
8 粉煤灰的精细化利用	199
8.1 粉煤灰中选炭	199
8.2 粉煤灰中选铁	200
8.3 粉煤灰中分选漂珠、沉珠	201
8.3.1 概述	201
8.3.2 漂珠、沉珠的区别	203
8.3.3 漂珠含量的测定	203
8.3.4 漂珠、沉珠的分选	204
8.4 粉煤灰制取硅铝钡铁合金	205
参考文献	207

1 粉煤灰资源开发利用概述

1.1 国内外粉煤灰资源开发应用概况

粉煤灰是煤燃烧排放出的一种粘土类火山灰质材料。狭义地讲,它就是指锅炉燃烧时,烟气中带出的粉状残留物,简称灰或飞灰;广义地讲,它还包括锅炉底部排出的炉底渣,简称炉渣。灰和渣的比例随着炉型、燃煤品种及煤的破碎程度等不同而变化,目前世界各国普遍使用的固态排渣煤粉炉,产灰量占灰渣总量的 80%~90%^[1,2]。

国外对粉灰的研究,可追溯到 1920 年后的电厂大型锅炉革新,从此开始燃烧煤粉,也就从这以后,就有人开展粉煤灰利用的研究。但真正引起人们重视是在 20 世纪 50 年代之后,尤其是 70 年代中期石油危机之后,许多国家发电厂的燃料结构发生了变化,都加快转向以煤炭为主要燃料的进程。随之而来的是大量灰渣的排放,这进一步促使更多的人重视粉煤灰资源的综合利用。于是在一些工业发达的国家里,粉煤灰的综合利用逐渐形成了一个新兴产业。例如:以美国国家灰渣协会为主等单位,自 1967 年以来已连续召开了多届国际灰渣利用会议,并在 1974 年就把粉煤灰列为国家最丰富的第七位固体矿物资源^[2,3]。

就目前有关资料来看,粉煤灰在建筑工程和基础工程的应用,是最主要的利用方式,也是提高其利用率的根本途径。比如用于生产水泥、混凝土、砖、墙板、砌块、陶粒、砂浆及道路工程的回填、土壤的稳固及改良等。在精细化工利用方面(如提有价矿物作合金组分材料、塑料填充剂及回收稀有金属等)研究的较多,真正应用于生产实践的仍较少。

我国粉煤灰利用起始于 20 世纪 50 年代,并于 60 年代设定了专门机构,开展了这方面的工作。最初的发展方向是制做建筑制品和建

筑材料，但进展缓慢。1979年以前的利用率还不及10%。作为一项重大的经济政策，并提到战略高度，则是在改革开放以后，国家和地方制定了一系列鼓励粉煤灰资源综合利用政策，有力的推进了粉煤灰的利用，1995年，粉煤的利用率上升到41.7%^[1,4,5]。至今比较成熟的技术和已建成生产线的有：粉煤灰加气混凝土、粉煤灰砌筑水泥、粉煤灰粘土砖、粉煤灰硅酸盐密实砌块、粉煤灰地面砖、粉煤灰免烧砖、粉煤灰硅酸盐水泥、粉煤灰混凝土、粉煤灰筑路、粉煤灰充填等^[6]。

表1-1详细列出了我国粉煤灰利用情况及在世界同行业中所占的比重。由表1-1可知，同国外相比，尽管我国粉煤灰的利用率低于欧洲一些发达国家，但从利用量上讲，我国还是处于世界第一位。不过，值得注意的是，我国粉煤灰资源开发和综合利用的“质”，还是和发达的欧美国家存在着一些差距，主要表现在影响粉煤灰质量的煤燃烧技术、粉煤灰的收集与分选技术，以及粉煤灰制品的质量控制体系，比如技术标准、规范、质量检测等方面^[7]。所有这些都需引起从事该领域管理、研究开发和生产人员的重视，不断提高我国粉煤灰资源综合开发利用的水准，拓宽应用范围。

表 1-1 世界主要产煤和用煤国家的灰渣产生量和利用率

国 家	灰渣产生量/万吨	灰渣利用量/万吨	利用率/%
前苏联	12500	11500	9
中国	11000	2860	26
美国	7065	2180	31
印度	4000	675	17
德国	3137	1787	57
波兰	2950	450	15
罗马尼亚	2700	70	3
前捷克斯洛伐克	1810	140	8
南非	1300	58	4
英国	1254	612	49
西班牙	939.5	157	17
澳大利亚	790	80	10
匈牙利	482	60	12

续表

国 家	灰渣产生量/万吨	灰渣利用量/万吨	利用率/%
加拿大	438	129	29
日本	392.5	192	49
法国	271	155	57
意大利	138	127	92
比利时	109	79.5	73
丹麦	98	88	90
荷兰	90	94	100
芬兰	71	18	25
瑞典	49	10	20
奥地利	40	10	20
合计	51624	21531.5	813

注：中国为 1994 年资料，其他国家为 1991~1994 年资料。

1.2 我国有关粉煤灰资源综合利用的政策法规

我国从 20 世纪 80 年代以来，国家和一些地方政府出台了一系列有关粉煤灰资源综合利用的政策法规，极大地推动了粉煤灰综合利用事业的蓬勃发展。早在 1985 年 9 月，国务院批转国家经委《关于开展资源综合利用若干问题的暂行规定》的通知（国发 [1985] 117 号），其中就提出了鼓励企业积极开展包括粉煤灰在内的资源综合利用措施和优惠政策。随后 1987 年 9 月在芜湖召开了“第二次全国资源综合利用工作会议”，又确定了把粉煤灰利用列为资源综合利用的突破口。后来国家计委、能源部等部委，一些省、市又多次召开了粉煤灰综合利用工作会议，积极定措施，想办法，推动粉煤灰的综合利用^[1]。

为了摸清国内粉煤灰利用技术的基本情况，1988 年国家计委资源节约和综合利用司委托中国城乡建设粉煤灰利用技术开发中心，承担“粉煤灰利用技术现状及发展方向的研究”课题，然后于 1989 年初成立了全国粉煤灰综合利用小组，专门领导和组织协调粉煤灰综合利用工作。在组织有关方面的专家、学者、教授从事粉煤灰综合利用研究工作的同时，着手制定一些规定和办法，并在 1991 年，由国家计委办公厅发出“关于印发《中国粉煤灰综合利用技术改革及其实施

要点》的通知”(计办资源[1991]150号)。该要点明确提出粉煤灰综合利用技术政策总的原则是:认真贯彻“突出重点,因地制宜”和“巩固、完善、推广、提高”的方针,把大批量利用粉煤灰技术作为重点,把提高粉煤灰综合利用的经济效益和社会效益有机结合作为主攻方向;巩固已有的技术成果,逐步完善比较成熟的利用技术,大力推广成熟的粉煤灰综合利用技术,积极利用国际先进技术和装备,不断提高我国的粉煤灰利用技术水平,赶上和超过国际先进水平。该重点规定了粉煤灰粘土烧结砖、粉煤灰作筑路材料、粉煤灰在工程回填中的应用、粉煤灰混凝土、粉煤灰生产水泥、粉煤灰做砂浆材料、选取漂珠和漂珠制品、粉煤灰改良土壤和纯灰植树十项推广应用技术,粉煤灰空心烧结砖、粉煤灰混凝土空心小砌块、粉煤灰做特殊用途的回填和粉煤灰高强混凝土四项需要完善的技术,以及大掺量粉煤灰制品研究开发(掺量25%)、长距离(2km以上)粉煤灰输送系统等八项重点开发研究课题^[1,4,8]。1994年,国家经贸委、电力工业部、财政部、建设部、交通部、国家税务局联合下发了“关于印发《粉煤灰综合利用管理办法》的通知”(国经贸[1994]14号),通知指出粉煤灰综合利用坚持“以用为主”的指导思想,实行“因地制宜,多种途径,各方协作,鼓励用灰”和“谁排放、谁治理、谁利用、谁受益”的原则,不断扩大利用面,增加利用量,提高利用率。1996年,国务院批转国家经贸委等部门《关于进一步开展资源综合利用意见的通知》(国发[1996]36号),以优惠政策鼓励和扶持企业积极开展资源综合利用,防止资源浪费和污染环境,并积极为“资源综合利用法”的早日出台开展工作^[8,9]。与此同时,北京、上海、江苏、河北等省市或地方政府也制定了相应的粉煤灰综合利用政策法规,因地制宜的推动了本地区、本部门粉煤灰的综合利用,提高了利用率,收到了良好的社会、经济效益。

1.3 我国粉煤灰的应用标准

粉煤灰标准的制定对推动粉煤灰资源的广泛合理的开发利用具有十分积极的指导意义。为此,各国都对不同用途的粉煤灰制定了相应

的强制性和非强制性标准。我国从 1964 年制定 BJG—64《蒸养粉煤灰混凝土砌块生产应用规程》起，随着粉煤灰应用领域的开拓，陆续制定了许多国标、部标、规范和规程等，并对一些较早的标准进行了及时修订，表 1-2 将目前沿用的这些法规性文件名单列出，供有关人员查阅^[1,8]。

表 1-2 我国关于粉煤灰综合利用的有关标准

编号	文 件 名 称	文件代号	文件发布单位
1	陶粒和陶砂	GB 2838—81	中国
2	烧结普通砖	GB 5101—85	中国
3	粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程	JGJ 28—86	城乡建设环境保护部
4	建筑材料用工业废渣放射性物质限制标准	GB 6763—86	中国
5	混凝土小型空心砌砖	GB 8239—7	中国
6	农用粉煤灰中污染物控制标准	GB 8173—87	中国
7	蒸压加气混凝土砌块	GB 11968—89	中国
8	加气混凝土性能试验方法总则	GB 11969—89	中国
9	粉煤灰混凝土应用技术规范	GBJ 146—90	中国
10	复合硅酸盐水泥土	GB 12958—91	中国
11	用于水泥和混凝土中的粉煤灰	GB 1596—91	中国
12	硅酸盐建筑制品用粉煤灰	JC 409—91	建设部
13	粉煤灰砌块	JC 238—91	建设部
14	粉煤灰砖	JC 239—91	建设部
15	用作水泥混合材的工业废渣试验方法	GB 12957—91	中国
16	水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰掺加量测定方法	GB/T 15321—92	中国
17	电厂粉煤灰渣排放与综合利用技术通则	GB 1344—92	中国
18	矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥	GB 13744—92	中国
19	公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范	交工发[1993]694 号	中国
20	轻集料混凝土小型空心砌块	GB 15229—94	中国

1.4 粉煤灰资源综合利用的思考和展望

我国是一个煤炭资源十分丰富的大国，约 70% 的煤用于火力发电。据初步统计，我国 50MW 以上的火电厂由 1979 年的 137 个增加到 1992 年的 255 个，与之相应的粉煤灰产量已由 1979 年的 2675.2

万吨，猛增到 1995 年的 9936 万吨。而且就目前来看，电力工业发展格局仍以火电为主。这就意味着粉煤灰的排放量继续急剧增加。预计 2000 年排灰渣量达 1.6 亿吨，自 1949 年建国至 2000 年底，全国火电厂总贮灰量将达到 22 亿吨，贮灰场占用土地与良田约 44 万亩。而这些贮灰得不到利用，将污染环境，影响气候，破坏生态。因此把粉煤灰作为一种资源来加以认识和充分利用，是关系到我国电力工业及相关工业可持续发展所面临的亟待解决的大问题^[1,2]。为此，我们应进一步抓好下面几个方面的工作。

(1) 树立粉煤灰是“资源”的新观念

思路决定出路。纵观人类历史的发展进程，无一项技术进步不是在突破传统观念束缚后而飞速发展的。想当初，有关粉煤灰利用的演讲和论文曾被一些人看做是“水晶球占卜术”，把从事粉煤灰利用工作的专业人员视为“水晶球占卜家”，现在来看，这些早期研究人员恰恰是最富有远见的先驱者。

1976 年 3 月在美国召开的第四届国际灰渣利用会议上，Ronald E. Morrison 设想了一个“灰渣再循环联合企业”。这个企业与一家 2600MW 的电厂毗邻，并以它所排放的灰渣为原料进行加工。这个电厂年产灰渣约 110 万吨，将它按美国排放的典型粉煤灰组成及其百分数计算即得各组分的含量，见表 1-3。

表 1-3 美国粉煤灰典型组成

组 分	符 号	百分含量/%(m/m)	数量 /万吨
二氧化硅	SiO ₂	45.7	50.27
氧化铝	Al ₂ O ₃	26.0	28.6
氧化铁	Fe ₂ O ₃	17.1	18.81
氧化钙	CaO	3.8	4.18
三氧化硫	SO ₃	2.6	2.86
氧化钾	K ₂ O	1.5	1.65
氧化钛	TiO ₂	1.2	1.32
氧化镁	MgO	1.2	1.32
氧化钠	Na ₂ O	0.6	0.66
五氧化磷	P ₂ O ₅	0.3	0.33
总计		100.0	110