

粉煤灰利用手册

FEN MEI HUI LI YONG SHOU CE

王福元 吴正严 主编

中国电力出版社

粉煤灰利用手册

史大猷

王福元 吴正严 主编

36173/16

中国电力出版社



内 容 提 要

本手册在总结 40 余年来粉煤灰利用较成熟成果和经验的基础上编写而成。内容包括：粉煤灰资源化技术，粉煤灰基本性能，粉煤灰在水泥混凝土、工程填筑、非烧结制品、陶质制品、农业和精细利用等方面的利用。

本手册结合各地区新技术、新工艺的发展，内容涉及面广；搜集了大量通过试验和生产考验的数据，特别是附有大量粉煤灰及其制品的性能、配合比、生产工艺、设备选型等资料，可供查阅，实用性较强。

本手册可供电力、土建、环保和资源利用等专业的生产、设计、科研人员使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

粉煤灰利用手册/王福元, 吴正严编著. -北京: 中国电力出版社, 1997

ISBN 7-80125-294-2

I. 粉… II. ①王… ②吴… III. 发电厂-粉煤灰-废物综合利用-手册 IV. X77-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 01754 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京市地矿局印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1997 年 7 月第一版 1997 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32.5 印张 736 千字

印数 0001—2190 册 定价 44.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

序

粉煤灰综合利用在我国开展较早，在各级领导的倡导和支持下，很多专家学者和从业人员辛勤劳动，为粉煤灰利用技术积累了丰富的经验，粉煤灰利用的重要意义也逐渐深入人心。根据 1993 年统计，我国粉煤灰利用率达到 34.8%，在世界排灰量最大的三个国家（中国、前苏联和美国）中占首位，综合利用技术也达到了较高的水平。

这本手册是在总结我国粉煤灰利用技术的成熟经验的基础上编写的，它内容丰富，数据翔实，有很强的实用性。它不仅收集了大量科研、生产、建设中长期积累的数据，可在工作中直接采用，还涉及粉煤灰用于水泥与混凝土、道路与工程填筑、烧制与非烧制品、农业以及精细产品。同时，对于粉煤灰及其产品的性能、配比、生产工艺、设备选型等也作了较详细的介绍。所以本手册与国内外同类著作相比较，具有一定的广度和深度。

粉煤灰作为一种资源，具有很高的使用价值，并为某些建筑材料和制品所不可缺少。这些事实，已被愈来愈多的人所认同。我国煤炭资源十分丰富，在相当长的时期内燃煤发电还将作为我国的主要能源，粉煤灰产量将会持续地大幅度增加。因此，大力发展粉煤灰资源的综合利用是我国经济持续发展的必然要求。相信本手册的出版将对我国经济与环保事业起到有利作用。

吴中伟

（中国工程院院士）

1996.10

前 言

综合利用粉煤灰，变废为宝，既是利在当代、功在千秋的大事，又是兴利除弊，具有经济、环境和社会综合效益的好事。1983年以来，国家把资源综合利用作为经济建设中一项重大的技术经济政策，把粉煤灰作为资源综合利用的突破口，并制订了一些具体政策和措施，使粉煤灰利用工作得到了蓬勃的发展。但随着国民经济和电力工业的发展，粉煤灰排放量将进一步增大，因此搞好粉煤灰综合利用工作，仍然是一项非常艰巨而紧迫的任务。

受电力工业部的委托，为了总结国内粉煤灰利用技术的成熟经验，进一步推动和指导粉煤灰利用工作，由中国城乡建设粉煤灰利用技术开发中心、上海市建筑科学研究院组织编写了《粉煤灰利用手册》（以下简称《手册》）。建国40多年来，粉煤灰利用技术有了很大的进步和发展，取得了很多成果，但至今仍没有一本系统和完整的资料。本《手册》的编写将填补此项空白。

编写本《手册》的指导思想是：总结我国粉煤灰利用技术中的成熟经验，尽可能充分地反映我国在粉煤灰利用中新的科技成果和在生产、工程中已应用的实践经验。在介绍的利用技术中，以国内的为主体；对一些国外较成熟的利用技术，目前国内尚未开展或还未完全掌握，而对我国又有一定现实意义的利用技术，在书中也作了适量介绍。

为使用方便，本《手册》内容力求多用表格、图解、资料和数字表示；为给人们以较具体的概念，便于有关人员学习技术理论，在本《手册》的内容上，还包括一些基本知识和有关问题的背景材料，仍然较多地用文字加以叙述。

本《手册》第一章由王福元、吴正严编写，王卓昆审稿；第二章由王卓昆、孙建兴、陆善后编写，胡健民、方志康审稿；第三章由谷章昭编写，吴学礼审稿；第四章由沈旦申、吴正严编写，沈琨审稿；第五章由王福元、顾金山编写，黄鉴麟审稿；第六章由沈琨编写，黄士元审稿；第七章由侯承英、吴正严编写，王根元审稿；第八章由张永泉、周宗权、郁克明编写，薛继澄审稿；第九章由吴正严编写，吕梁审稿。全书由王福元、吴正严主编。本《手册》除由出版社专门聘请专家审阅外，为更广泛地听取国内同行专家的意见，我们还把书稿分章送请31位同志征求意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于水平有限，经验不足，《手册》中难免有缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1996年10月

目 录

序

前 言

第一章 概述	1
第一节 粉煤灰综合利用的重要意义	1
第二节 我国粉煤灰综合利用概况	2
第三节 我国粉煤灰综合利用技术简述	5
第四节 世界各国粉煤灰综合利用动态	9
第二章 粉煤灰的形成过程及其收集和处理	14
第一节 煤炭及电厂燃煤锅炉	14
一、煤的形成、组成和分类	14
二、锅炉的类型及特性	18
第二节 粉煤灰的收集	20
一、除尘器的类型	20
二、除尘过程及各类除尘器的比较	21
三、除尘装置的选用	22
四、几种常用的除尘器	24
第三节 除灰系统	31
一、除灰系统的类型	31
二、气力除灰系统	31
三、埋刮板输送机和螺旋输送机	37
四、水力除灰系统	37
第四节 粉煤灰的优化加工	39
一、粉煤灰磨细加工	39
二、粉煤灰干法分级	44
三、湿排粉煤灰的过滤、干燥和分级	54
参考文献	61
第三章 粉煤灰的基本性能	62
第一节 粉煤灰的理化性能	62
一、粉煤灰的分类	62
二、粉煤灰的化学组成	63
三、粉煤灰的矿物组成	63
四、粉煤灰的物理性能	64
五、粉煤灰的颗粒特性	64
第二节 粉煤灰的品质参数	70

一、粉煤灰的品质参数	70
二、细度与其他品质参数的关系	78
三、细度对混凝土性能的影响	80
四、粉煤灰在不同使用场合的强度贡献	82
第三节 高钙粉煤灰的特性	88
一、高钙粉煤灰的物理化学性能	88
二、高钙粉煤灰的混凝土性能	91
三、高钙粉煤灰的土工性能	96
四、上海高钙粉煤灰的性能	97
第四节 粉煤灰标准	100
一、粉煤灰标准的功能	100
二、国外粉煤灰标准	100
三、美国粉煤灰标准的沿革	106
四、中国粉煤灰标准	107
第五节 粉煤灰对人体健康与安全的影响	112
一、粉煤灰的放射性	112
二、粉煤灰中的微量元素	114
三、粉煤灰的含尘量	116
参考文献	116
第四章 粉煤灰在混凝土及砂浆中的应用	118
第一节 概述	118
一、涵义、目的和应用范围	118
二、历史回顾	118
三、国内外发展状况	120
四、粉煤灰优质混凝土应用技术	120
五、粉煤灰混凝土技术的发展前景	121
第二节 粉煤灰原材料	122
一、粉煤灰的化学成分、矿物组分和颗粒组成	122
二、粉煤灰的主要性状和技术特征	124
三、影响混凝土性能的粉煤灰质量的变异性	126
四、粉煤灰质量的有序化研究	128
第三节 粉煤灰效应	129
一、粉煤灰效应及其效率	130
二、粉煤灰三类基本效应的特点	134
三、粉煤灰减水系数和强度效率系数	137
四、粉煤灰免疫效应	138
第四节 粉煤灰对混凝土性能的影响	142
一、粉煤灰混凝土的性能	142
二、上海高钙粉煤灰混凝土性能	142
三、粉煤灰对新拌混凝土性能的影响	145

四、粉煤灰对硬化中混凝土性能的影响	147
五、粉煤灰对硬化混凝土性能的影响	148
第五节 粉煤灰水泥	153
一、粉煤灰硅酸盐水泥产品	153
二、水泥产品中的粉煤灰效应	154
三、水泥产品中粉煤灰的质量和掺量	155
四、粉煤灰水泥的生产	156
五、特种粉煤灰水泥的研制和开发	158
六、我国粉煤灰水泥技术发展的前景	158
第六节 粉煤灰混凝土配合比设计	159
一、我国粉煤灰混凝土配合比设计技术的发展	159
二、规定强度法	160
三、GBJ146—90《粉煤灰混凝土应用技术规范》等规定的粉煤灰混凝土配合比设计方法	162
四、粉煤灰混凝土配合比设计的原则和规定	163
五、粉煤灰混凝土配合比计算方法	165
六、粉煤灰混凝土配合比设计中的注意事项	169
第七节 粉煤灰混凝土的施工和工业化生产	171
一、粉煤灰混凝土施工的规定	171
二、预拌粉煤灰混凝土的生产	172
三、粉煤灰混凝土预制品的生产	174
四、水利工程中大体积粉煤灰混凝土的施工技术	175
五、连续浇筑大体积粉煤灰混凝土基础	176
六、粉煤灰碾压混凝土	176
七、粉煤灰混凝土路面	177
八、粉煤灰混凝土在大桥和电视塔工程中的应用	178
九、粉煤灰混凝土在冷天和热天的施工	180
第八节 粉煤灰砂浆	180
一、粉煤灰砂浆的原材料	181
二、粉煤灰砂浆的分类及标号	182
三、粉煤灰在粉煤灰砂浆中几项工艺参数的确定	182
四、“细灰”在粉煤灰砂浆中的应用	183
五、“中灰”在粉煤灰砂浆中的应用	184
六、“粗灰”在粉煤灰砂浆中的应用	189
七、粉煤灰-石灰磨细双灰粉砂浆	190
八、粉煤灰砌筑水泥及砂浆	192
九、粉煤灰填充用砂浆	193
十、粉煤灰砂浆与水泥的强度关系及其有关特性	195
十一、提高和保证质量的措施	196
参考文献	197
第五章 粉煤灰在筑路及工程填筑中的利用	198

第一节 概述	198
第二节 粉煤灰化学、物理和工程性能	199
一、粉煤灰的化学成分	199
二、粉煤灰的物理和工程性能	200
第三节 粉煤灰利用方式	218
一、粉煤灰在高等级道路路堤中的利用	218
二、粉煤灰在工程回填中的利用	229
三、粉煤灰石灰类混合料在路面与道面基层中的应用	236
四、粉煤灰充填塌陷区造地复田	244
第四节 粉煤灰填筑对地下水质的影响	250
一、上海港务局关港作业区粉煤灰填筑后的检测	250
二、上海宝山钢铁总厂粉煤灰填筑后的检测	253
三、加拿大粉煤灰填筑工程水质检测	255
参考文献	259
第六章 非烧制粉煤灰建筑制品	260
第一节 蒸压粉煤灰加气混凝土砌块和板	261
一、概述	261
二、粉煤灰加气混凝土的原材料	263
三、粉煤灰加气混凝土生产工艺和设备	266
四、加气混凝土产品标准及粉煤灰加气混凝土材料性能	273
五、加气混凝土的应用技术	284
第二节 蒸压粉煤灰砖	286
一、概述	286
二、蒸压粉煤灰砖原材料和配合比	287
三、蒸压粉煤灰砖生产工艺和设备	291
四、蒸压粉煤灰砖产品标准和性能	299
五、蒸压粉煤灰砖的应用	304
第三节 蒸养粉煤灰硅酸盐砌块	305
一、概述	305
二、粉煤灰硅酸盐砌块的原材料	306
三、粉煤灰硅酸盐砌块的配合比	307
四、粉煤灰硅酸盐砌块的生产工艺	312
五、粉煤灰硅酸盐砌块的产品标准和性能	317
六、粉煤灰硅酸盐砌块的应用	322
第四节 粉煤灰混凝土小型空心砌块	326
一、概述	326
二、粉煤灰混凝土小型空心砌块的原材料	327
三、粉煤灰混凝土小型空心砌块配合比	328
四、粉煤灰混凝土小型空心砌块的生产	330
五、粉煤灰混凝土小型空心砌块产品标准和性能	333

六、粉煤灰混凝土小型空心砌块的应用	336
第五节 免烧粉煤灰砖	338
一、概述	338
二、免烧粉煤灰砖的原材料和配合比	339
三、免烧粉煤灰砖生产	341
四、免烧粉煤灰砖的性能和应用	342
参考文献	344
第七章 粉煤灰在陶质材料中的利用	345
第一节 概述	345
一、历史和现状	345
二、品种规格	347
三、发展趋势	351
第二节 粉煤灰陶质材料的生产工艺	352
一、主要原料	352
二、原料的开采和泥料的制备	353
三、制坯	356
四、坯的干燥	358
五、焙烧	358
六、建筑陶瓷的鉴定	362
第三节 粉煤灰粘土烧结砖的生产	362
一、生产粉煤灰粘土烧结砖的工艺要点	363
二、低掺量粉煤灰粘土烧结砖	368
三、大掺量粉煤灰粘土烧结砖	379
四、粉煤灰粘土烧结空心砖	380
第四节 粉煤灰墙地砖	381
一、粉煤灰面砖	382
二、粉煤灰地砖	384
三、烧结缸砖	386
四、粉煤灰烟囱砖	387
第五节 粉煤灰陶粒	388
一、烧结型粉煤灰陶粒	388
二、烧胀型粉煤灰粘土陶粒	401
参考文献	402
第八章 粉煤灰在农业方面的应用	403
第一节 粉煤灰持水性能	403
一、粉煤灰的持水性能	403
二、粉煤灰的颗粒组成	403
三、粉煤灰持水性能对种植作物的影响	403
第二节 在灰场纯灰上种植作物	406
一、灰场纯灰上种植蔬菜	406

二、灰场纯灰上种植粮食、油料作物	417
三、灰场纯灰上种植西瓜、葡萄	418
四、灰场纯灰上种植小冠花	421
五、灰场纯灰上种植树木、牧草	423
六、不同施肥量对作物产量的影响及灰田培肥	430
第三节 灰场覆土种植作物	434
一、灰场上不同厚度覆土种植作物情况	434
二、灰场上覆土、纯灰、对照土壤区本底养分状况	435
三、各种作物施肥情况	436
第四节 粉煤灰改良土壤及其增产效果	436
一、粉煤灰改良土壤效果	436
二、粉煤灰适宜施用量	437
三、粉煤灰对土壤理化性质的影响	437
四、砂质土壤施用不同量粉煤灰的效果	438
五、粘质土壤施用不同量粉煤灰的效果	439
六、轻度盐化粘质土壤上施用粉煤灰的效果	441
第五节 粉煤灰覆盖越冬作物的效果	442
一、农田试验小区和大田种植小麦产量	442
二、农田覆灰后地温变化状况	442
三、农田覆灰后田间含水量变化状况	443
四、农田覆盖粉煤灰要点	444
第六节 粉煤灰制作肥料	444
一、粉煤灰硅钙肥的研制	445
二、磁化粉煤灰在农业上的利用	450
三、粉煤灰与草炭腐殖酸结合培肥及增产效果	451
第七节 粉煤灰中有害物质对农作物的影响	452
一、粉煤灰中五种有害元素对农作物的影响	452
二、粉煤灰中放射性元素对农作物的影响	458
三、粉煤灰中苯丙芘对农作物的影响	459
参考文献	460
第九章 粉煤灰的精细利用	461
第一节 概况	461
第二节 粉煤灰颗粒分类和特性	461
第三节 富铁玻璃微珠的分选和利用	462
一、国内外富铁玻璃微珠的分选利用概况	462
二、干法磁选工艺	464
三、湿法磁选工艺	465
四、富铁微珠的利用与效益	466
五、采用摇床提高富铁微珠品位	466
六、还原铁粉的制备	466

第四节 碳粒的分选与利用	467
一、碳粒的形貌及特征	467
二、浮选工艺	467
三、碳粒的利用	469
四、技术经济效益	469
五、湿法分选碳粒的改进	470
六、静电场分选工艺	470
第五节 漂珠在轻质保温耐火砖中的应用	471
一、漂珠及漂珠轻质保温耐火砖	471
二、漂珠的分选及其性能	471
三、漂珠保温耐火砖的组成材料	472
四、半干法压制成型及浇筑法成型配合比	473
五、漂珠轻质保温耐火砖生产工艺	473
六、技术、经济效益	477
第六节 利用粉煤灰渣生产矿物棉	478
一、粉煤灰矿物棉	478
二、液态渣矿物棉	480
第七节 漂珠在低密度油井水泥中的应用	480
一、固井工程与低密度油井水泥	481
二、国内外低密度油井水泥的研制概况	481
三、低密度油井水泥减轻剂	483
四、采用漂珠作减轻剂应注意的问题	485
五、漂珠低密度油井水泥浆体的利用	486
第八节 从粉煤灰中提取氧化铝（氢氧化铝）、铝盐及其他	488
一、国内外从粉煤灰中提取氧化铝（氢氧化铝）或铝盐的实践	488
二、从粉煤灰中提取铝的技术	492
三、从粉煤灰中提取氧化铝（氢氧化铝）及铝盐的展望	496
四、从粉煤灰中提取镓、钒等	497
第九节 沉珠在塑料中作矿物填塑材料的应用	497
一、国内外沉珠作塑料矿物填料的研制概况	497
二、粉煤灰取代 CaCO_3 的可行性	498
三、粉煤灰品种选择及其品质的要求	499
四、偶联剂的选择	500
五、配合比、工艺和产品性能	500
六、减少灰塑生产设备的磨损	502
七、分选沉珠作填塑材料的探索	502
第十节 粉煤灰作涂料填料的应用	503
一、国内应用磨细粉煤灰配制地面涂料	503
二、国内应用漂珠配制防火隔热涂料	504
三、美国应用磨细粉煤灰配制金属基层涂料	505

第十一节 漂珠在保温帽口套中的应用	506
一、原材料	506
二、工艺	507
三、制品性能	508
四、经济效益	508

第一节 粉煤灰综合利用的重要意义

电力工业是国民经济的基础产业，发展电力工业，保障能源供给，在经济建设中具有十分重要的地位和作用。

我国有丰富的煤炭资源，近期电力工业的发展，仍然是以燃煤的火力发电为主。由于燃煤机组的不断增加，电厂规模的不断扩大，导致了粉煤灰排放量的急剧增长。1985年火电厂排灰渣总量为3768万t，到1995年增加到9936万t，平均每年增加560万t。按目前的煤种，以全国平均计，每增加10MW装机容量每年约增加近万吨粉煤灰的排放量，到2000年粉煤灰排放量将达到1.6亿t。按目前的排灰状况和利用水平，冲灰用水量和贮灰场占地将要增加1倍，分别达到10多亿t和40多万亩。对我们这个水资源缺乏，可耕地人均占有率很低的国家来说，如何做好粉煤灰的利用和处置确实是一个十分重要的问题。

诚然，全部利用这样大量的粉煤灰目前还有困难，因此合理地进行贮灰场的建设仍是必要的。但贮灰场的建设，在一定程度上已成为制约我国电力工业发展的一个重要问题。因为在火电厂的建设中，特别是靠近大城市、沿海的地区，人多耕地少，确实难以找到一个合适的贮灰场地，即使有了地，代价也是很大的。根据早期的资料，一些电厂的大型灰场建设费用都在1亿元上下，如陡河电厂、石景山电厂、涑壁电厂等。事实证明，积极推动粉煤灰的综合利用，可以取得非常巨大的社会效益和经济效益。

以上海市为例，按1978~1995年的统计，全市共排放粉煤灰3268.5万t，累计利用量为2423.4万t，按每处置1t灰包括贮灰场基本建设和运行费用15元计，则为国家共节约资金3.63亿元，而且减少贮灰场占地约5000亩，其中有的利用途径还具有明显的经济效益。如在混凝土中掺加磨细粉煤灰，上海10多年来共利用约120万t粉煤灰，节约水泥80万t，为国家创利约9600万元；用粉煤灰制作水泥混合材共320.2万t，按1t粉煤灰替代1t矿渣节约9.2元计，共节约资金2945.8万元。上海30多年来利用粉煤灰生产粉煤灰密实砌块400多万m³，建造多层住宅1500多万m²，处理粉煤灰等工业废渣500多万t，因少用粘土砖而节约土地3000多亩。1995年全市在道路建设中共用灰179.9万t，节约土地约1350亩。再以全国粉煤灰利用工作较先进的江苏省南通市为例，1991~1995年共排放粉煤灰292万t，利用量为301万t，利用率为大于100%，取得了十分明显的社会、经济和环境效益：首先电厂周围的环境得到了改善，原天生港电厂300多亩灰场，严重影响附近地区2万余居民生活、工作环境，每逢刮风天气，居民衣服不能晒，窗户不能开，现在环境已彻底改善。其次，节省了土地资源，利用粉煤灰可减少灰场占地1800亩，还替代制砖粘土节省耕地1500亩。再次，电厂降低了成本，增加了灰场储灰年限，节约了运灰费用。第四，带动了一批建材企业，其中有8家企业年产粉煤灰长江淤泥烧结砖12.5亿块，有2家

企业年产粉煤灰加气块 54 万 m^3 。又如全国资源综合利用先进单位望亭电厂,按 1988 年统计,利用粉煤灰 30 万 t,其中生产粉煤灰密实砌块 9 万 m^3 ,产值 344 万元,利润 100 万元,每年相当于节约农田 20 亩;粉煤灰利用后,贮灰场的大部分改为渔场,年成鱼 10 余万 kg。利用粉煤灰进行产品运输、装卸工作,每年为附近农村相应增加收入约 50 万元。几年来还为农村 900 多人提供了就业机会。

粉煤灰在高速公路中应用,其社会效益、环境效益、经济效益更为可观。如 1992 年完成的山东济南—青岛高速公路粉煤灰路堤试点工程,采用纯粉煤灰筑路堤近 4km,填方平均高度 2.7m,利用粉煤灰 40 万 t,节省电厂排污费 32.5 万元,节省灰场和原筑路取土场面积 338 亩。1990 年浙江杭州钱江二桥北岸公路接线工程用粉煤灰填筑路堤 1.7km,路堤平均高度 4.2m,路面四车道宽 26m,共计用灰 21 万 t,节约建灰场用土地 160 亩,节约征地费 300 万元。目前正在紧张组织施工的京深高速公路石家庄到安阳段及石太高速公路石家庄到申后段,正大规模利用粉煤灰。经河北省经贸委牵头协调,在国家经贸委、电力工业部、交通部支持下,两条高速公路计划用粉煤灰 1000 万 t,至 1996 年 4 月底已利用粉煤灰 815 万 t,到年底已达 1000 万 t。这两条高速公路利用粉煤灰做路堤,可用掉石家庄、邯郸等地四个电厂 1000 万 t 灰,其中两个电厂的四个灰场全部腾空,节省再建灰场投资和筑路取土费用近 10 亿元。

粉煤灰综合利用使许多老电厂摆脱了生产困境。青山热电厂装机容量 674MW,是湖北电网的主力电厂,灰场地处市区且已贮满,灰坝多次加高,已成空中灰场,虽几经加固,但灰堤倒塌和堤坡渗水等事故隐患严重威胁着电厂和武钢的安全。电厂周围选址建设新灰场困难很多,甚至根本没有条件。老灰场必须发挥作用,出路只有搞综合利用,挖灰外运、腾出库容、继续贮灰。他们在当地政府协调下,在环保、市政、交通、环卫等部门的大力支持下,开拓了用灰渠道。几年来,不仅吃掉当年全部出灰,还利用以往存灰几十万吨,使灰场平均高度下降了 2m。洛阳热电厂是已运行了 35 年的老厂,灰场已贮灰 520 万 t,有的地方已成为“灰山”。电厂从 1990 年开展综合利用以来,已利用粉煤灰 173 万 t,其中挖掉“灰山”128 万 t。开封电厂年排灰近 40 万 t,至 1990 年,运行的两个灰场均已贮满。由于积极开展综合利用,灰场使用寿命延长了两年。至今,修路已用灰近 50 万 t;利用粉煤灰充填附近坑塘,造田 80 多亩,在新造地上盖起了小学,并开辟了住宅基地,翻修了附近农村的土路,为当地农民行路提供了方便。

所以,在有条件的地方,千方百计抓好粉煤灰综合利用,可以充分利用资源,减少贮灰场的建设或延长其使用年限,节约宝贵的土地资源和建设资金,大大减少对环境的污染,这对电厂、对社会都具有十分重要的意义。

第二节 我国粉煤灰综合利用概况

我国粉煤灰的综合利用工作,长期以来一直受到国家的高度重视。早在 50 年代已开始在建筑工程中用作混凝土、砂浆的掺合料,在建材工业中用来生产砖,在道路工程中作路面基层材料等,尤其在水电建设大坝工程中使用最多;但总利用量较少。60 年代开始粉煤

灰利用重点转向墙体材料，研制生产粉煤灰密实砌块、墙板、粉煤灰烧结陶粒和粉煤灰粘土烧结砖等，先后在上海、北京、天津、吉林建成示范性工厂，同时引进前苏联、东欧国家利用粉煤灰生产蒸养（压）建筑材料技术（包括砖、砌块、墙板和加气混凝土）。一直到70年代，国家为建材工业中利用粉煤灰投资5.7亿元，总设计用灰量为1064.89万t，设计生产线261条。但由于种种原因，到1982年统计，投入正常生产的只有176条，在建的还有21条，已经关、停、并、转的64条。而正在生产的176条生产线仅利用粉煤灰445.6万t。1980年粉煤灰利用率仅14%。投资不少，而灰的利用问题没有解决好。针对这些问题，国家主管部门经研究后指出：电厂灰渣综合利用，应当积极提倡，要因地制宜，广开门路，采用多种途径，讲究经济效益。

到80年代，随着我国改革开放政策的深入发展，国家把资源综合利用作为经济建设中的一项重大经济技术政策。1985年9月，国务院批转的原国家经委《关于开展资源综合利用若干问题的暂行规定》中，对资源综合利用（包括粉煤灰在内）提出了一系列鼓励措施和优惠政策。1987年9月在芜湖召开的第二次全国资源综合利用工作会议上，确定把粉煤灰作为全国资源综合利用突破口。1987年11月原水利电力部在江苏连云港市召开全国粉煤灰综合利用工作会议，在电力系统动员各方面力量，总结经验，制订管理办法，积极推动粉煤灰综合利用。粉煤灰的处置和利用在指导思想上不断发展深化，从“以储为主”改为“储用结合，积极利用”，再进一步明确为“以用为主”，使粉煤灰综合利用得到蓬勃的发展。在利用途径上除继续在建材墙体和水泥、混凝土方面外，还积极开拓了多种大用量的利用途径，如在道路工程中作基层材料和填筑路堤的利用、在工程回填中的利用、在农业中的利用，等等。同时也逐渐注意了粉煤灰利用向深度发展，力求高附加值的技术开发，使粉煤灰综合利用进入一个新阶段。特别在“七五”期间，全国粉煤灰利用量每年以200万t左右的速度增加，综合利用率已摆脱多年徘徊在20%的局面，1995年已经达到41.7%。10多年来，全国电力系统粉煤灰排放和利用情况分别见图1-1和表1-1～表1-3。

表 1-1 1995 年各地粉煤灰排放量 (10 万 t)

电力局	粉煤灰 排放量	电力局	粉煤灰 排放量	电力局	粉煤灰 排放量
黑龙江	49.0	北 京	61.5	山 东	78.2
吉 林	34.1	内 蒙 古	25.0	福 建	9.0
辽 宁	84.4	天 津	14.0	广 东	36.2
四 川	39.9	河 北	42.7	广 西	20.3
贵 州	22.5	山 西	48.1	江 苏	64.3
云 南	10.1	陕 西	33.5	安 徽	43.5
湖 南	23.0	甘 肃	13.5	上 海	36.7
湖 北	29.7	宁 夏	13.7	海 南	2.6
江 西	29.2	青 海	2.4	浙 江	34.6
河 南	54.1	新 疆	5.6		

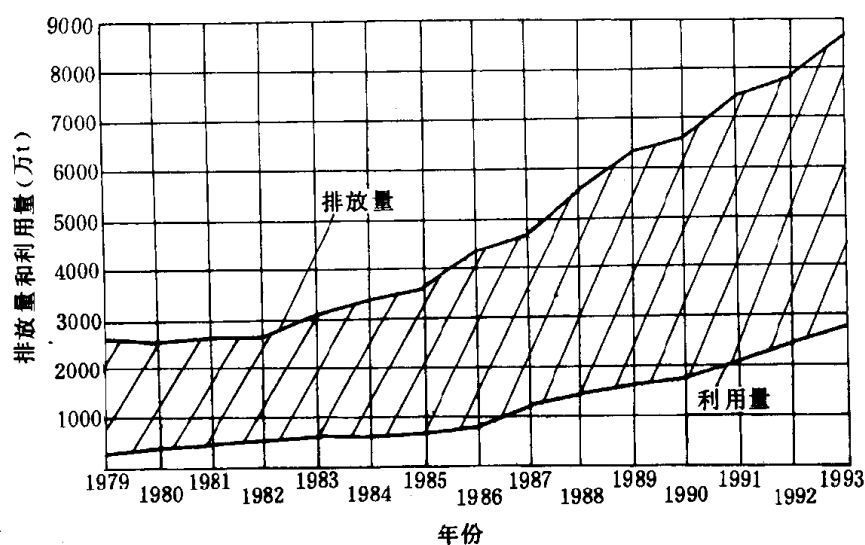


图 1-1 1979~1993 年粉煤灰排放量及利用量

表 1-2 1979 ~ 1995 年公用电厂粉煤灰综合利用情况

项 目 年 份	电厂数 (个)	装机容量 (MW)	燃煤量 (万 t)	灰 渣 (万 t)			综合利 用 量 (万 t)	比 例 (%)
				总量	灰量	渣量		
1979	137	29219.0	9576.6	2675.2	2203.8	471.4	279.8	10.5
1980	137	30229.0	10222.6	2591.2	2116.2	475.0	367.0	14.2
1981	142	31951.9	10171.6	2658.9	2177.7	481.2	498.2	18.7
1982	142	33124.0	10306.0	2745.1	2278.0	467.1	457.1	16.7
1983	142	34996.7	11167.1	3018.7	2440.7	578.0	719.9	23.3
1984	149	40393.3	12805.7	3390.8	2903.2	487.6	686.4	20.2
1985	153	43570.6	14204.4	3768.6	3230.2	538.4	781.5	20.7
1986	158	51508.2	15795.3	4203.7	3608.1	595.6	958.8	22.7
1987	179	55246.6	18036.4	4808.7	4150.4	658.3	1127.8	23.3
1988	184	61807.7	21192.2	5549.4	4875.8	673.6	1420.6	25.6
1989	194	68783.6	21645.4	6215.4	5468.3	747.1	1600.0	25.7
1990	203	76571.3	23790.0	6679.0	5895.0	884.0	1800.0	26.5
1991	208	83719.0	26168.2	7483.2	6565.5	917.7	2020.5	27.0
1992	255	90825.8	28162.4	7986.7	7037.7	949.0	2547.2	31.9
1993		98110.0	30500.0	8600.0	7563.0	1037.0	2992.9	34.8
1994				9114.0			3700.0	40.6
1995				9936.0			4145.0	41.7

注 1988 年及以前为 50MW 及以上电厂数据,以后为 60MW 及以上电厂数据。