

FENMEIHUI
FANGJIAN CAILIAO
DE KAIFA YU YINGYONG

粉煤灰房建材料 的开发与应用

吴正直 编著



中国建材工业出版社

粉煤灰房建材料的开发与应用

吴正直 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

粉煤灰房建材料的开发与应用/吴正直编著. —北京:中国建材工业出版社, 2003. 1

ISBN 7-80159-302-2

I. 粉… II. 吴… III. 粉煤灰-建筑材料 N. TU52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 100044 号

粉煤灰房建材料的开发与应用

吴正直 编著

*

中国建材工业出版社出版

(北京海淀区三里河路 11 号 100831)

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

北京丽源印刷厂印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:38 插页:1 字数:940 千字

2003 年 1 月第一版 2003 年 1 月第一次印刷

印数:1~2000 册 定价:68.00 元

ISBN 7-80159-302-2/TU · 148

贺 词

21 世纪是人类从传统工业社会向高新技术为主的新经济社会迈进的时代,是从资源推动型增长方式向可持续发展转化的时代。合理利用资源,重视生态环境,发展绿色产品,是这一时代的主流。我国是全世界经济增长最快、建设规模最大的国家,每年用于固定资产的投资超过 3 万亿元,占全国 GDP 的 38%,建设范围涵盖国民经济各个部门、各个领域,在建的施工项目达 25 万多个,其中仅住宅建造量就达 13 亿平方米,是全世界建房数量最多的国家。根据十六大提出的全面建设小康社会的奋斗目标,2020 年我国经济总量将由现在的世界排名第 6 位提升至第 3 位,国内生产总值将达 35 万亿元。与此相适应,各类建设事业和城乡建设将出现一个空前繁荣的发展时期,新建和改建工程项目将达数百万个,固定资产投资额将超过 10 万亿元。

建筑材料是建设小康社会的重要物质基础,也是实现经济增长目标和改善居民生活条件的重要产业,实现上述目标,每年需要各类建材总量在 100 亿吨以上。面对如此庞大的社会需求和可持续发展双重抉择,如何用高新技术改造传统产业,如何做到既合理利用自然资源又保护生态环境及人身安全,是摆在我们面前一项重大的课题。吴正直同志撰写的《粉煤灰房建材料的开发与应用》一书,突出理论和实践相结合的原则,在这方面提供了有益的启示。

吴正直同志从 20 世纪 60 年代起便从事房建材料的科研、设计和行业管理工作,自 20 世纪 80 年代中期又直接参与房地产开发建设和物资经营业务,对粉煤灰房建材料的开发和应用有深厚的造诣和丰富的经验,其著述内容翔实,可操作性强,对新型建材的推广应用具有重要参考价值。愿本书的出版为我国建筑业和建材工业的发展起到积极推动作用。

中国房地产业协会会长
(原建设部副部长)



2002 年 11 月 13 日于北京

序 言

房建材料是建材工业的重要组成部分。粉煤灰房建材料则是房建材料中的新兴产业,其范畴主要包括粉煤灰混凝土与粉煤灰砂浆、粉煤灰墙体材料、粉煤灰屋面材料、粉煤灰轻骨料和粉煤灰功能材料等五大类。生产和应用粉煤灰房建材料,既可实现粉煤灰的资源化,节约耕地、节约能源、保护生态环境,又可促进建筑业和住宅产业的现代化。发展粉煤灰房建材料是实现建材工业“由大变强,靠新出强”跨世纪发展战略的具体体现,也是实施我国国民经济可持续发展战略的要求。

党和政府对粉煤灰综合利用十分重视。早在 20 世纪 60 年代,毛泽东主席就发出了“综合利用大有文章可做”的号召;1990 年,时任上海市市长的朱镕基同志也明确指出:“现在要大力发展电力工业,我国的能源结构,很明显要以烧煤为主,目前电厂一年排灰近五千万吨,将来电力工业要有更大的发展,粉煤灰的问题更大,要拿出大量的投资去修贮灰场,要占农田,有些电厂的选址就受到排灰的限制。对于电厂排灰,我们提出要由‘以贮为主’,逐步过渡到‘以用为主’。”三十多年来,建材部门认真开展了粉煤灰建筑材料的科研、设计、技术引进、攻关、生产及产品推广应用等一系列工作,已经积累了相当丰富的经验,有些产品如粉煤灰加气混凝土已经成为加气混凝土行业的主导产品,深受市场青睐。粉煤灰墙体材料的开发和应用,对于限时禁止使用实心黏土砖,革新墙体材料起到了很好的推动促进作用。我们要认真总结粉煤灰房建材料发展过程中的经验和教训,进一步搞好科学研究和技术创新工作,提高技术装备水平和产品质量,认真搞好市场开发和推广应用,把粉煤灰房建材料的开发和应用提高到一个新的水平。

本书作者吴正直同志从 20 世纪 60 年代以来就从事粉煤灰房建材料的科研、设计和行业管理工作,是我国这一领域内的知名专家,他将自己在长期工作实践中的心得体会进行了总结,将积累的资料进行了整理,编著成书。我相信这本书的出版一定会对我国粉煤灰房建材料的开发和应用起到积极的推动作用。

中国建材工业协会会长
(原国家建材局局长)



2002 年 11 月 20 日

自序

笔者 1962 年开始作为专业建材设计人员,从事粉煤灰综合利用的研究及工厂工艺设计;从 1975 年开始,在国家机关从事墙体材料的行业管理工作,在工作中深深感到:

1. 各有关方面、各级管理人员对粉煤灰综合利用有着极高的热情,但是由于专业知识的局限,有时在工作中带有一定的盲目性。因此,有必要广泛传播相关的专业知识,以利于粉煤灰房建材料的开发与应用。

2. 在市场经济条件下,如何开发粉煤灰房建材料,是各有关方面、各级管理人员都在思考的问题。许多专业人员,面对本地的粉煤灰资源,不知道应该生产哪些适销对路的产品才能既有市场,又有效益,并希望能找到有关参考资料。针对这种需求,凡是粉煤灰能生产的房建材料,本书大体上都涉及到了,各单位可结合本地建筑市场的需求做出选择。

3. 许多单位缺乏项目开发前期工作的专业人才,在政府批准立项以前的项目建议书或可行性研究报告阶段缺乏相关资料和数据。为此,笔者将本人在设计工作、科研工作和管理工作中积累的资料贡献给大家,其中一些产品的技术经济分析是笔者从按国家计委规定的内容主持编制的可行性研究报告中摘录下来的,具有一定的参考价值。

4. 电力、建材、建筑各相关部门有互相脱节的现象。本书的内容包括了粉煤灰的形成、建材产品的性能、生产工艺以及产品的应用特点等诸多方面,普及这些知识,有助于加强行业之间的互相沟通和协作。

5. 在计划经济时代,从事粉煤灰房建材料工厂设计的只有两三家专业设计院,随着体制的变化和市场经济的发展,现在全国各地有很多设计单位都在搞粉煤灰房建材料工厂设计。为了和大家进行交流,我将多年积累的有关工艺设计的技术资料整理出来,供大家参考。

本书内容不仅包括本人在工作中积累的资料,还大量引用了有关书籍、杂志的资料,其名称和来源列于书后的参考文献,并在引用时作了说明,在此特向编著这些文献的专家、学者致以谢意,并为未经允诺而引用致以歉意。

本书牵涉的知识面较广,但是由于本人才疏学浅,各方面论述的深度不够,有些论断的偏颇也在所难免,望读者予以谅解,并请批评指正。

编著者

2002 年 6 月

目 录

概述.....	(1)
第一章 粉煤灰	(4)
第一节 粉煤灰的形成.....	(4)
第二节 粉煤灰的排量.....	(5)
第三节 粉煤灰的排放方式.....	(7)
第四节 粉煤灰的特性	(13)
第五节 关于粉煤灰的技术规定	(26)
第二章 湿排粉煤灰的脱水	(32)
第一节 自然沉降法脱水	(32)
第二节 自然沉降—真空抽水法脱水	(38)
第三节 机械化连续操作脱水	(40)
第三章 粉煤灰混凝土与粉煤灰砂浆	(81)
第一节 概述	(81)
第二节 粉煤灰混凝土的技术特性	(84)
第三节 粉煤灰混凝土的耐久性	(89)
第四节 粉煤灰混凝土的生产工艺和应用技术	(99)
第五节 粉煤灰砂浆的性能与应用.....	(105)
第六节 粉煤灰混凝土与粉煤灰砂浆的开发.....	(112)
第七节 粉煤灰磨细.....	(114)
第四章 粉煤灰烧结砖	(131)
第一节 早期粉煤灰烧结砖.....	(131)
第二节 粉煤灰烧结砖发展的现状与前景.....	(134)
第三节 粉煤灰烧结砖的产品标准.....	(141)
第四节 粉煤灰烧结砖的原材料.....	(149)
第五节 粉煤灰烧结砖的生产工艺与机械设备.....	(154)
第六节 开发粉煤灰烧结砖的技术经济分析.....	(164)
第五章 粉煤灰加气混凝土	(172)
第一节 概述.....	(172)
第二节 粉煤灰加气混凝土的结构及其形成机理.....	(177)
第三节 粉煤灰加气混凝土的产品规格、性能和质量标准	(181)
第四节 粉煤灰加气混凝土的原材料.....	(205)
第五节 粉煤灰加气混凝土的生产工艺.....	(229)
第六节 粉煤灰加气混凝土厂的工艺计算与工艺布置.....	(278)
第七节 开发粉煤灰加气混凝土的技术经济分析.....	(293)
第八节 粉煤灰加气混凝土制品的应用技术.....	(299)
第六章 粉煤灰砖	(311)

第一节	概述	(311)
第二节	粉煤灰砖的产品性能、规格和质量标准	(314)
第三节	粉煤灰砖的原材料	(332)
第四节	粉煤灰砖的生产工艺	(339)
第五节	粉煤灰砖生产用的工艺设备	(391)
第六节	开发粉煤灰砖的技术经济分析	(417)
第七节	粉煤灰砖的应用技术	(424)
第七章	粉煤灰加气混凝土和粉煤灰砖的综合开发	(435)
第一节	粉煤灰加气混凝土和粉煤灰砖在建筑上的综合应用	(435)
第二节	综合开发的技术经济分析	(436)
第八章	粉煤灰砌块	(444)
第一节	粉煤灰硅酸盐中型实心砌块	(444)
第二节	粉煤灰小型空心砌块	(448)
第九章	粉煤灰陶粒	(476)
第一节	概述	(476)
第二节	粉煤灰陶粒的产品标准	(482)
第三节	粉煤灰轻集料的原材料	(485)
第四节	粉煤灰陶粒的生产工艺和机械设备	(487)
第五节	开发粉煤灰陶粒的技术经济分析	(512)
第六节	粉煤灰轻集料的应用	(520)
第十章	粉煤灰板材	(527)
第一节	粉煤灰硅酸钙板	(527)
第二节	GRC 粉煤灰多孔隔墙条板	(535)
第三节	LC 粉煤灰多孔隔墙条板	(547)
第四节	粉煤灰泡沫水泥墙板	(553)
第十一章	粉煤灰瓦	(556)
第一节	产品质量和产品标准	(556)
第二节	原材料	(560)
第三节	生产工艺	(561)
第四节	生产设备	(566)
第五节	技术经济	(568)
第十二章	粉煤灰功能材料	(570)
第一节	粉煤灰绝热材料	(570)
第二节	粉煤灰防水材料	(584)
第三节	粉煤灰吸音、防火、耐火材料	(587)
第四节	粉煤灰防腐材料	(592)
第五节	粉煤灰饰面板	(595)
参考文献		(598)

概 述

一、变废为宝,实现粉煤灰的资源化

随着我国经济的不断发展,对电力和热力的需求不断增长,现在全国火电装机容量已达 2 亿 kW 以上。伴随着电力和热力工业的发展,粉煤灰排量也日益增加,现在每年的排量达到 1.2 亿 t 之多,如不利用,其堆置用地将达 2 万亩以上。粉煤灰堆场流出的废水,污染农田;渗入地下,污染地下水;扬起粉尘,污染空气。为实现我国可持续发展的战略目标,朱镕基同志 1990 年为《粉煤灰》杂志题词,明确地指出:“现在要大力发展电力工业,我国的能源结构,很明显要以烧煤为主,目前电厂一年排灰近五千万吨,将来电力工业要有更大的发展,粉煤灰的问题更大,要拿出大量的投资去修贮灰场,要占农田,有些电厂的选址就受到排灰的限制。对于电厂排灰,我们提出要以‘以贮为主’,逐步过渡到‘以用为主’。”

粉煤灰是一种可以利用的宝贵资源,应该从消极堆放变为资源化利用。世界各国都很重视粉煤灰的资源化利用,一些发达国家粉煤灰资源化率相当高,如荷兰达到 100%,意大利 92%,丹麦 90%,比利时 73%。美国将粉煤灰列在主要固体资源中的第 7 位,排在矿渣、石灰和石膏之前。我国早在 1988 年 1 月 13 日,就由国家经委、国家计委、财政部、城乡建设环境保护部联合发出了《关于进一步开展煤矸石、粉煤灰综合利用的通知》,在《通知》中指出:“煤矿、电厂排放的煤矸石、粉煤灰是可以利用的宝贵资源,在指导思想上要目前的堆存为主逐步过渡到利用为主。”1989 年 11 月 8 日,国家计委发布的《关于资源综合利用项目与新建和扩建工程实行‘三同时’的若干规定》中指出:“资源综合利用项目原则上要与基本建设主体工程同时设计、同时施工、同时投产。”国家经贸委、电力工业部、财政部、建设部、交通部、国家税务总局等六部委于 1994 年以“国经贸节[1994]14 号”文,颁布了《粉煤灰综合利用管理办法》。该《办法》指出:粉煤灰综合利用是指粉煤灰用于建材生产、建筑工程、筑路、肥料生产、改良土壤、回填和其他产品制作等,以及从粉煤灰中提取有用物质。该办法同时指出:粉煤灰综合利用的目的是“保护土地资源,保证电厂安全稳定运行,治理环境,促进经济发展”;粉煤灰综合利用的方针是“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。”

在国家政策的指导下,粉煤灰综合利用率不断提高。例如:从 1989 年到 1995 年的 7 年中,粉煤灰排放量年平均递增 8.13%,而利用量平均递增达 11.86%,即高出排放量近 4 个百分点。由此使粉煤灰综合利用率由 1989 年的 25.7%发展到 1995 年的 41.7%。

二、利用粉煤灰生产房建材料

房建材料是各种直接用于房屋建筑的材料,范围很广,材料门类很多,数量巨大。房建材料的发展不仅对国民经济和国家建设产生直接影响,而且与环境问题密切相关。在 1988 年第一届国际材料科学研究会上,首次提出了“绿色材料”的概念,随后,国际建筑材料学界相继提出了“绿色建材”、“生态建材”、“环保建材”和“健康建材”的概念。所谓“绿色建材”是指采用清洁生产技术、少用天然资源和能源、大量使用工业或城市固体废弃物生产的无毒害、无污染、无放

射性、有利于环境保护和人体健康的建筑材料。1992年6月联合国在巴西里约热内卢召开了环境与发展世界各国首脑会议,会议通过了《21世纪议程》宣言,确认了世界应该走“可持续发展”的战略方针,其目标为:依据循环再生、协调共生、持续自然的原则,尽量减少自然资源的消耗,尽可能对废弃物进行再生、利用和净化,保护生态环境,以确保人类社会的可持续发展。当时任总理的李鹏同志参加了此次会议,并代表中国向世界作出了我国执行可持续发展战略的庄严承诺。利用粉煤灰生产建筑工程材料,是实施可持续发展战略的重要举措。

三、粉煤灰房建材料的优势和前景

利用粉煤灰可以制造各种房建材料,目前,已有的产品大体上可分为四类:一是粉煤灰混凝土和粉煤灰砂浆;二是粉煤灰墙体材料;三是粉煤灰屋面材料;四是粉煤灰功能材料。由于粉煤灰所具有的独特的物理、化学性能,使粉煤灰房建材料有着其他相关材料无可比拟的优势。例如,掺有粉煤灰的优质混凝土,其耐久性大大优于普通混凝土,在水库建筑中,粉煤灰是浇注大坝混凝土的不可缺少的组份。至于粉煤灰墙体材料更是改革开放以来国家大力倡导的墙体材料。

过去,我国盖房子主要用实心黏土砖砌墙,实施墙改政策以来,情况有了很大变化,新型墙材的比例有了很大提高,但是,实心黏土砖仍然处于主导地位。目前,全国年产实心黏土砖高达5000亿块以上,取土12万 m^3 ,相当于毁田10万亩,耗能5000万t标准煤,砖瓦窑排出的烟尘对大气的污染十分严重。加之,实心黏土砖的保温性能差,以其为墙体的建筑物厚度大、质量重、基础深、建筑能耗大,而粉煤灰墙体材料的生产和应用可以完全克服实心黏土砖的各种弊端,完全可以用其取代实心黏土砖。根据国家经济贸易委员会制订的《新型建筑材料行业“十五”规划》,在“十五”期间,我国对传统实心黏土砖的限制、淘汰力度进一步加大,国务院国办发[1999]72号文、建设部建住房[1999]295号文以及国家墙体材料革新办公室墙办发[2000]06号文已明确提出了相关城市限时禁止使用黏土实心砖的目标,并要求积极推广采用新型建筑结构体系及与之相配套的新型墙体材料。“十五”期间,对新型墙体材料,特别是轻质、高效、保温、隔热、块大、施工方便快捷的新型墙体材料的需求会有较大幅度的增加。根据国家经贸委制订的《墙体材料革新“十五”规划》,到2005年,全国新型墙体材料产量达到3000亿块,比2000年增加900亿块,淘汰实心黏土砖生产企业2万家,减少产量600亿块,实心黏土砖产量控制在每年4500亿块以内,累计节约土地110万亩,节能8000万t标准煤,利用废渣3亿t。就全国总体而言,每年尚未利用的当年排出的粉煤灰量,仅能生产相当于500亿块标准砖的墙体材料,只及目前实心黏土砖产量的十分之一。从取代实心黏土砖所需资源而言,粉煤灰不是太多而是太少。因此,粉煤灰墙体材料具有广阔的市场和巨大的发展潜力。

四、国家对发展粉煤灰房建材料的扶植政策

1. 国家制订了一系列限制生产实心黏土砖、鼓励发展节地、节能、利废墙体材料的政策,并下发了有关文件。

(1)国务院办公厅于1999年8月20日以“国办发[1997]72号”文,转发了建设部、国家计委、国家经贸委、财政部、科技部、国家税务总局、国家质量技术监督局、国家建材局等八部、委、局联合下发的《关于推进住宅产业现代化提高住宅质量的若干意见》,在该《意见》中,要求“坚持可持续发展战略。新建住宅要贯彻节约用地、节约能源的方针”,“从2000年6月1日起,沿海城市和其他土地资源稀缺的城市,禁止使用实心黏土砖”。

(2)1999 年底,建设部、国家经贸委、国家质量技术监督局、国家建材局以“建住房[1999]295 号”文,联合发布了《关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知》,明确规定“自 2000 年 6 月 1 日起,各直辖市、沿海地区的大中城市和人均占有耕地不足 0.8 亩的省的大中城市的新建住宅,应根据当地实际情况,逐步限时禁止使用实心黏土砖,限时截止时限为 2003 年 6 月 30 日”,此后又公布了全国 160 个限时禁用实心黏土砖的城市名单。

2. 国家实施了利用工业废料的税收优惠政策

(1)财政部、国家税务总局“财税字[1994]001 号”《关于企业所得税若干优惠政策的通知》中规定:凡企业利用本企业外的大宗煤矸石、粉煤灰、炉渣作主要原料,生产建材产品的所得,自生产经营之日起,免征所得税 5 年。

(2)财政部、国家税务总局“财税字[1995]44 号”《关于对部分资源综合利用产品免征增值税的通知》中规定:对企业生产的原料中掺有不少于 30%的煤矸石、粉煤灰、炉渣等废渣的建材产品,免征增值税。

(3)国务院“国发[1992]66 号”《国务院批转国家建材局等部门关于加快墙体材料革新和推广节能建筑意见的通知》中规定:对生产新型墙体材料的企业,可视具体情况减免土地使用税。

(4)财政部、国家税务总局“财税[2001]198 号”《关于部分资源综合利用及其他产品增值税政策问题的通知》中规定:①自 2001 年 1 月 1 日起,对在生产原料中掺有不少于 30%的煤矸石、石煤、粉煤灰、烧煤锅炉的炉底渣(不包括高炉水渣)及其他废渣生产的水泥,实行增值税即征即退政策;②自 2001 年 1 月 1 日起,对非黏土砖、建筑砌块、建筑板材,实行按增值税应纳税额减半征收政策;③自 2001 年 12 月 1 日起,对增值税一般纳税人生产的黏土实心砖、瓦一律按适用税率征收增值税,不得采取简易办法征收增值税。

第一章 粉煤灰

第一节 粉煤灰的形成

煤炭是由各种物质组成的,其中有一部分为不可燃烧的矿物质。这种不可燃烧的矿物质,一般统称为煤的灰份。煤经燃烧后,灰份被分解析出,冷却后成为灰渣,它是由硅、铝、钙、镁、铁等氧化物组成的矿物残渣^[1]。

煤的灰份来源于生成煤的植物所固有的矿物杂质,以及因地壳变化随植物带入的泥砂杂质,并在碳化过程中与可燃物质化合在一起,只有经过高温燃烧才能分解析出,这是煤的灰份的主要部分。另外,煤在开采和运输过程中,还混入一些矸石、页岩、岩石等杂质,这些杂质也是煤中灰份的一部分。

煤的灰份含量是衡量煤质优劣的主要指标之一。煤的灰份含量越高,煤的发热量越低。对于灰份含量在 12% 以下的各种原煤和洗混煤,称为低灰份的优质煤;对于灰份含量在 40% 以上的各种原煤与洗混煤,称为高灰份的低质煤。另外,对于灰份含量 16%~40% 的煤泥,水采煤泥和灰份含量在 32% 以上的洗中煤,亦称为低质煤。目前,我国火力发电厂用煤,一般为未经洗选或筛选的原煤,灰份含量多在 25% 左右,高者达 40%~50%。为了提高综合经济效益,一般矿口电厂多烧低质煤,远离煤矿的电厂,则烧含灰量较低的原煤或经过筛选加工的煤。

送入锅炉内的燃煤所含的灰份,在煤燃烧后都要通过不同形式排除出来,从锅炉排出的灰渣量理论上应该等于送入炉内的燃煤中所含的灰量。但是,由于煤在燃烧过程中,总有一部分固态的可燃物质(即固定碳)没有燃尽,并化合于灰渣中,因此,锅炉实际排出的灰渣量往往大于送入炉内的燃煤中所含的灰量。

在锅炉排出的灰渣中,除有一部分灰量随烟气排至大气外,其余都将由除灰渣系统排出,图 1-1 是固态排渣煤粉炉的排灰流程示意图。

锅炉排出的灰渣大体上可分为飞灰和炉渣两部分。由于燃烧方式不同,灰和渣的比例也不相同。煤粉炉为悬浮燃烧,燃烧后残留的灰渣大部分是以极小的颗粒形态存在,并随着烟气的流动离开炉膛,通常将这部分灰称为飞灰(FLYASH),也就是习惯所称的粉煤灰。少部分残渣是以稍大的颗粒形态落下,从炉膛下部的灰斗排出,通常将这部分渣称为炉渣。炉渣按炉型不同又分为固态渣和液态渣。大容量锅炉通常把省煤器下灰斗的落灰计入渣内,把空气预热器下灰斗的落灰计入灰内。链条炉的炉渣占的比例较大,灰占的比例较小。各种炉型的灰渣比例见表 1-1。

随烟气带出的飞灰量,通过除尘器时大部分被分离下来。一般干式旋风除尘器可分离 80% 左右;洗涤式水膜除尘器可分离 90% 左右;文丘里洗涤式除尘器可分离 95% 左右;电气除尘器效率较高,可分离 95%~98%,如果运行维护得好,可分离 99%。除尘器不能分离的少部分细小的飞灰颗粒,随烟气由烟囱排至大气。

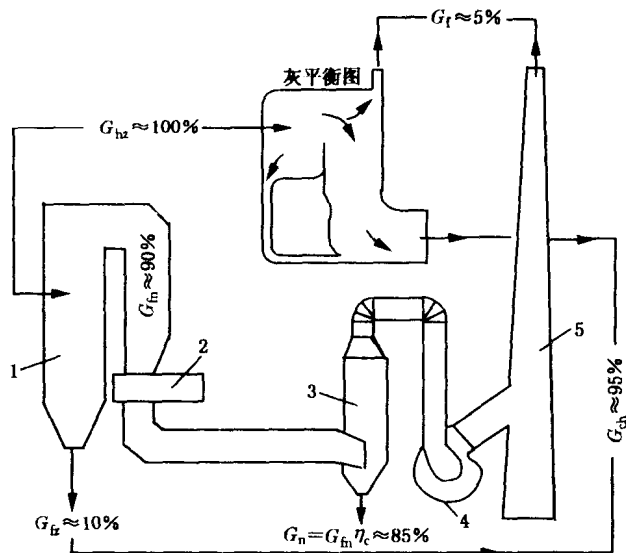


图 1-1 固态排渣煤粉炉的排灰流程示意图

G_{hz} ——进入锅炉的灰渣量; G_{fe} ——飞灰量; G_{fn} ——炉渣量; G_n ——除尘器排灰量;

η_c ——除尘器效率; G_t ——排入大量的灰量; G_{ch} ——除尘系统排出的灰渣量

1. 锅炉;2. 空气预热器;3. 除尘器;4. 引风机;5. 烟囱

各种炉型的灰渣一般比例

表 1-1

炉 型	比 例 (%)	
	飞 灰	炉 渣
固态排渣煤粉炉	~90	~10
液态排渣煤粉炉	~60	~40
立式旋风炉	40~45	55~60
卧式旋风炉	15~30	70~85
竖井式煤粉炉	~85	~15
层燃链条炉	15~30	70~85
抛煤机链条炉	25~40	60~75

第二节 粉煤灰的排量

一、不同锅炉的灰渣排量

为了使粉煤灰房建材料企业的工作者对所利用的电厂排出的粉煤灰量有一个大概的估计,现将各种容量的凝汽式机组,燃用不同煤质时锅炉排出的灰渣量列表 1-2。对于一座规格为 1200MW 的大型火电厂(装有 $4 \times 300\text{MW}$ 机组)来说,如燃煤的低位发热量为 18800kJ/kg 左右,灰份为 30% 左右,按年运行 7000h 计算,该厂每年灰渣排出总量约为 $130 \times 10^4\text{t}^{[1]}$ 。

凝汽式机组锅炉排出的灰渣量(t/h)

表 1-2

机组容量 (MW)		煤		质		发热量(kJ/kg)									
						12600		14700		16700		18800		20900	
						灰份(%)									
						40	45	35	40	30	35	25	30	20	25
6(中温中压)		3.2	3.6	2.4	2.8	1.8	2.1	1.4	1.7	1.1	1.3				
12(中温中压)		5.6	6.2	4.2	4.8	3.2	3.7	2.4	2.9	1.8	2.2				
25(中温中压)		10.7	12.0	8.1	9.2	6.1	7.1	4.6	5.4	3.4	4.1				
50(高温高压)		18.1	20.3	13.6	15.5	10.3	12.0	7.7	9.2	5.6	7.0				
100(高温高压)		34.2	38.4	25.8	29.4	19.5	22.7	14.6	17.4	10.7	13.2				
125(超高压)		39.2	44.1	29.6	33.7	22.4	26.0	16.7	19.9	12.2	15.1				
200(超高压)		63.2	70.9	47.6	54.3	36.0	41.8	22.3	36.1	19.7	24.3				
300(亚临界)		92.7	104	69.9	79.7	52.8	61.3	39.6	47.2	28.9	35.7				
600(亚临界)		184	206	138	157	105	121	78.3	93.3	57.2	70.7				

二、各地区的粉煤灰排量及利用量

为了使粉煤灰房建材料行业对全国各地区的粉煤灰排量、利用量以及与此相关的火电厂装机容量、耗煤量有一个宏观的了解,特将有关资料列于表 1-3^{[2][3]}。

全国各省市粉煤灰排量及利用量

表 1-3

地区	1997 年			1998 年			1999 年		
	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)
北京	272.83	161	95	300.93	146.1	101.5	385.76	131.23	108.15
天津	447.10	148	131	476.70	168.0	186.2	503.95	146.26	180.44
河北	1189.20	1004	749	1258.91	970.3	455.6	1385.92	895.02	404.17
山西	968.42	683	133	1052.81	619.6	214.6	1102.91	637.45	193.87
内蒙古	627.58	574	98	771.33	525.6	104.2	854.33	505.53	109.81
辽宁	1119.10	1073	226	1256.03	987.6	247.7	1242.57	833.91	226.38
吉林	425.31	622	256	442.86	546.2	243.6	458.31	617.61	279.66
黑龙江	879.41	756	378	911.60	685.4	367.1	1012.81	735.61	490.14
上海	956.77	359	334	952.65	317.7	316.4	996.43	313.03	397.10
江苏	1462.47	854	655	1624.45	805.3	603.0	1842.67	865.62	836.76
浙江	932.08	361	299	1017.30	349.8	294.4	1064.80	380.11	328.70
安徽	656.06	449	271	686.01	383.1	285.4	754.46	384.76	325.02
福建	309.51	122	89	334.45	98.0	81.6	461.43	144.74	101.44
江西	375.98	281	132	401.69	258.1	111.0	382.18	254.39	118.08
山东	1680.52	929	605	1783.02	881.1	887.1	1802.04	975.92	800.63
河南	1110.39	884	508	1315.64	769.5	458.8	1384.56	775.65	582.05
湖北	538.21	399	281	664.06	380.7	330.6	791.60	346.85	455.09
湖南	408.78	274	145	481.71	243.8	150.7	454.94	249.31	184.96
广东	2133.75	464	271	2171.57	423.0	310.6	2193.71	490.43	358.71

续表 1-3

地区	1997 年			1998 年			1999 年		
	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)	火电装机容量 (10 ⁴ kW)	粉煤灰排量 (10 ⁴ t)	粉煤灰利用 量(10 ⁴ t)
广西	231.10	247	124	235.28	275.8	178.3	232.25	236.71	387.74
海南	105.32	22	2	99.47	22.4	2.1	111.98	21.77	2.43
重庆	227.33	164	85	360.88	153.4	110.5	318.31	161.96	118.23
四川	502.50	436	211	513.51	360.3	377.2	542.80	306.95	200.35
贵州	261.33	278	101	304.58	257.7	81.7	371.85	303.24	82.36
云南	166.68	131	61	233.18	133.4	76.5	244.52	166.49	85.32
西藏	5.62			5.89	0.1		3.15		
陕西	424.40	364	62	510.40	304.2	74.4	538.25	329.23	51.34
甘肃	291.15	183	70	310.21	180.2	77.6	325.90	146.97	68.22
青海	58.14	47	5	58.27	42.7	4.8	72.08	35.94	8.80
宁夏	199.60	157	48	199.60	134.8	53.0	196.60	134.48	66.08
新疆	274.16	98	17	310.11	78.4	11.2	310.24	108.47	20.19
全国 合计	1924.80	12520	6441	20988.35	11502.1	6797.5	22343.40	11535.66	7572.26

注:1. 火电装机容量资料选自《中国电力年鉴》。

2. 粉煤灰排量及利用量资料选自《中国环境年鉴》。

3. 由于资料来源不一致,装机容量与粉煤灰排量之间没有直接对应关系,装机容量只就电力工业而言,粉煤灰排量及利用量则包括各行各业。

第三节 粉煤灰的排放方式

粉煤灰房建材料行业有必要对发电厂粉煤灰的排放方式有一个大体的了解,以便做好相互之间的衔接工作^[1]。

燃煤发电厂的除灰,大体上可以分为水力除灰、气力除灰和机械除灰三种方式。采用哪一种除灰方式,由灰渣量、灰渣性质、自然条件、环保要求和灰渣去向等条件决定。老电厂多采用水力除灰方式,新建电厂都是大型装机,一般均用电收尘器和气力除灰系统或电收尘器和混合除灰系统。机械除灰渣只在老的小型电厂使用。

一、水力除灰

水力除灰是以水为介质输送的,该系统由排渣、冲灰、碎渣、输送等设备,以及除灰管道等组成。水力除灰对输送不同的灰渣适应性强,运行比较安全可靠,操作维护简便,并且在输送过程中灰渣不会扬撒,我国多数中、小型电厂都采用此种除灰方式。但是,灰水 pH 值一般均超过环保法规的限度,不允许从灰场向外直接排放,不论采取回收或处理措施,都需要很高的设备投资和运行费用。

水力除灰系统可分为灰渣混排和灰渣分排两种。灰渣混排是将除尘器分离下的飞灰和炉膛排出的炉渣,在灰渣输送设备之前混合在一起。灰渣分排则是将飞灰和炉渣分别用单独的系统输送。

水力除灰的输送设备有灰渣泵、喷嘴除灰器、油隔离泥浆泵,现分述如下:

1. 灰渣泵除灰系统

图 1-2 是灰渣泵灰渣混排系统工艺流程图。用灰渣泵可输送的浓度最高可达 20%~

```

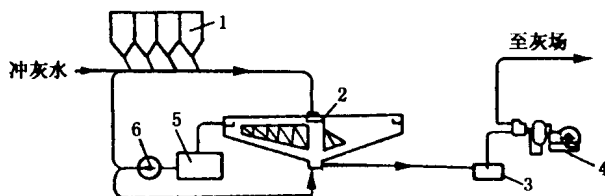
graph LR
    subgraph 厂内除灰
        A[冲灰水池] --> B[冲灰水泵]
        B --> C[排渣槽]
        B --> D[冲灰喷嘴]
        B --> E[干式除尘器]
        C --> F[冲灰沟]
        E --> F
    end
    subgraph 厂外除灰
        F --> G[灰渣池]
        G --> H[除铁器]
        H --> I[碎渣机]
        H --> J[排污水泵]
        I --> K[灰渣泵]
        L[轴封水泵] --> K
        K --> M[灰渣管]
        M --> N[灰场]
    end

```

2. 喷嘴除灰器除灰系统

3. 油隔离泥浆泵除灰系统

油隔离泥浆泵的出口压力可达 4000~6000kPa,对灰场在 10km 以外或提升高度较大的除灰系统最为有利。这种系统的耗水量仅为灰渣泵除灰系统耗水量的 20%左右。这种系统设备和操作较为复杂,维修工作量大,一般用于大型企业。



1. 湿式除灰器灰斗; 2. 浓缩池; 3. 吸浆池; 4. 油隔离泥浆泵; 5. 回水池; 6. 回水泵

气力除灰是以空气为介质,通过压送或抽取设备及管道,用以输送干粉煤灰。

气力除灰系统分为正压和负压两类系统。现分述如下:

1. 正压气力除灰系统

管内压力大于大气压力者称为正压。正压气力除灰是用压缩空气作为输送介质和动力,将灰输送到设定地点。压缩空气进入输送设备后,与被输送的干灰混合,使灰稀疏为悬浮状态,并根据输送设备和卸灰点的压力差,经除灰管道送出。其输送设备有仓式泵、气力提升器和螺旋输送泵等,常用的是仓式泵。

图 1-4 是常用的正压仓式泵除灰系统。在此系统中,从干式除尘器分离下的灰,经电动锁气器、螺旋输送机 and 给灰机,进入仓式泵,用压缩空气将灰吹送。

仓式泵一般是以锅炉为单位装设。除灰系统所用仓式泵和建材行业所用的仓式泵完全一样,也有单仓泵和双仓泵两种工作系统。正压仓式泵除灰系统的输送距离一般不超过 1500m。

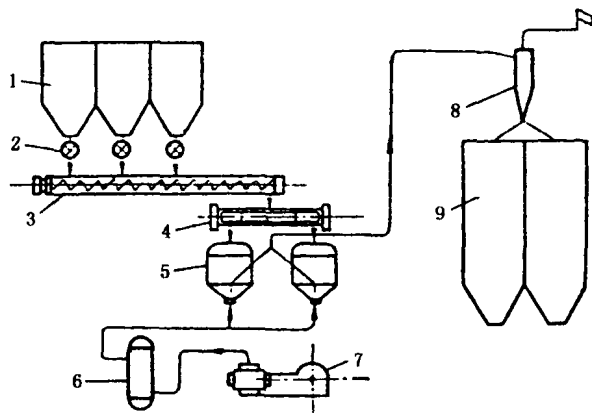


图 1-4 正压仓式泵除灰系统

1. 除尘器集灰斗;2. 电动锁气器;3. 螺旋输送机;4. 给灰机;5. 仓式泵;
6. 储气罐;7. 空气压缩机;8. 分离器;9. 粉煤灰库

螺旋输送泵一般用罗茨风机作压气设备,因其压力低,仅用作近距离输送。

2. 负压气力输送系统

管道内压力小于大气压力者称为负压。负压气力除灰系统的工艺流程为:利用抽气设备的抽吸作用,使除灰系统内形成真空(负压),管道内形成压差,使落入受灰器内的灰随进入的空气一起带入管道,经气粉分离器将灰分出送入粉煤灰库,空气则通过抽气设备排入大气。详见图 1-5。

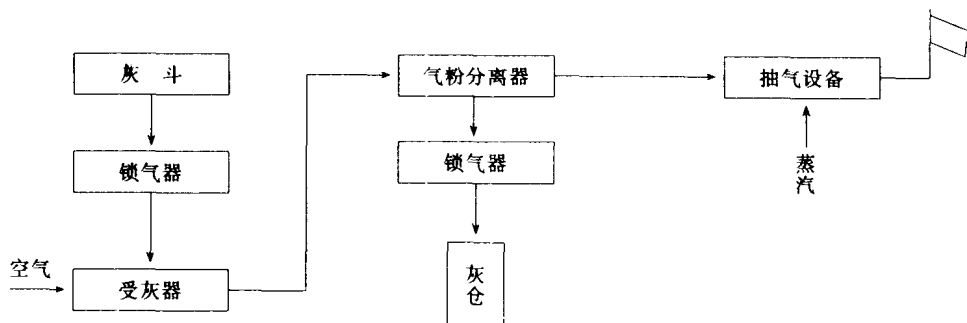


图 1-5 负压气力除灰系统

负压气力除灰系统由于管内压力低于大气压力,细灰粉尘不会到处飞扬和散失。输送距离