

第四届国际灰渣利用 会议文集

美国国家灰渣协会等编
上海市建筑科学研究所等译

中国建筑工业出版社

第四届国际灰渣利用会议文集

美国国家灰渣协会等 编

上海市建筑科学研究所等 译

沈旦申 周家正 校

中国建筑工业出版社

第四届国际灰渣利用会议于1976年3月在美国召开。会议文集共收入50多篇报告, 主要介绍美国和欧洲各国对电厂灰渣的利用途径和技术动态, 内容包括: 粉煤灰的基本性能和利用概况; 粉煤灰在建筑工程、建材工业、道路工程和农业等方面的利用, 以及从粉煤灰中回收各种金属的技术等。

本书由上海市建筑科学研究所, 上海市市政工程研究所和上海市农业科学院土壤肥料研究所等单位组织翻译。参加翻译的有: 沈旦申、周家正、包俊杰、乐美龙、赵凤娥、谷章昭、钟烈雄、周凤瑛、陈兆龙、黄鉴麟、黄治祥、伍劲夫、施复祥、张荫济、孙金科、孙庆棠、汪雅各、章家骥、方明宝等同志, 全稿由沈旦申、周家正总校。

本书可供从事工业废渣综合利用的领导干部、管理干部, 科研、设计、生产和施工单位技术人员参考, 也可供从事环境保护工作的同志参考。

**Proceedings: Fourth International Ash Utilization
Symposium St. Louis, Mo, March 24-25, 1976**
Sponsored by: National Ash Association, Edison Electric Institute, American Public Power Association, National Coal Association and Energy Research & Development Administration

* * *

第四届国际灰渣利用会议文集

美国国家灰渣协会等 编

上海市建筑科学研究所等 译

沈旦申 周家正 校

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 24 字数: 580 千字

1980年1月第一版 1980年1月第一次印刷

印数: 1—3,250册 定价: 2.45元

统一书号: 15040·3668

目 录

借鉴国外经验, 加速发展我国灰渣利用事业	1
1. 美国灰渣生产和利用的概况	7
2. 英国综述	12
3. 世界灰渣利用综述	19
4. 褐煤及粉煤灰的生产和利用	23
5. 从燃烧委内瑞拉燃料油回收钒	35
6. 匈牙利粉煤灰利用的成就	39
7. 燃煤发电厂利用城市废料	44
8. 废渣产品是有潜力的骨料代用品	52
9. 利用硫酸盐废料筑路的技术	58
10. 利用硫酸盐废渣改良土的研究	66
11. 烟道气净化废料的特性及处置方法的评估	67
12. 炉底灰用于黑色基层及沥青面层	79
13. 电厂骨料用于沥青混凝土	80
14. 应用西部煤高钙粉煤灰的稳定土	91
15. 水泥稳定粉煤灰路面的设计与施工指南	98
16. 一种新型矿物资源——电厂灰渣	108
17. 英国的轻骨料生产和粉煤灰利用	115
18. 烧结粉煤灰制轻骨料	120
19. 采用选择的粉煤灰生产空洞率为40%的粉煤灰砖	127
20. 600兆瓦的内凡立热电站的褐煤粉煤灰的利用	131
21. 粉煤灰直接还原成硅铁合金	135
22. POZ-O-BLEND——POZ-O-PAC的第二代	140
23. 粉煤灰修筑公路路堤	147
24. 用粉煤灰构筑地貌	163
25. 粉煤灰作为土建材料的性能记录	166
26. 利用电厂灰渣的低价路面	177
27. 粉煤灰利用——一种开发土地的设想	182
28. 石灰粉煤灰稳定土	187
29. 灰渣处理的目前工艺水平	192
30. 粉煤灰作为挡水构筑物的建筑材料	205
31. 粉煤灰的矿物提取及多孔混凝土	211
32. 取自干粉煤灰的空心微珠	214
33. 粉煤灰与废水污泥压实混合物的环境现状	220

34. 凯一克雷特公司的兴起	232
35. 从粉煤灰提取氧化铝的石灰烧结工艺	238
36. 锅炉烟道气用粉煤灰碱法脱硫	246
37. 不渗透的地下截水墙	253
38. 用工业废料生产胶凝材料	258
39. 粉煤灰掺其他外加剂及其对预拌混凝土的作用	266
40. 粉煤灰在建造商业办公大楼中的利用	276
41. 混合水泥中使用粉煤灰的局限性	281
42. 水泥生产中粉煤灰利用的发展趋向	287
43. 发展粉煤灰作经济混凝土的火山灰材料	294
44. 粉煤灰混凝土的设计	302
45. 粉煤灰用于侵蚀性环境的结构混凝土	309
46. 粉煤灰水泥灌浆混合料的抗压强度	317
47. 粉煤灰在澳大利亚的应用和研究	322
48. 施加大量粉煤灰引起弗吉尼亚土壤物理性质的变化	331
49. 大量利用希尔曼粉煤灰的一个研究示范实例	335
50. 生长在经粉煤灰改良的土壤上的植物分析	341
51. 经粉煤灰改良的土壤上植物的生长状况	349
52. 用粉煤灰注入法扑灭废堆燃烧	355
53. 把煤灰用于农业作为城市固体废料处理的方法	363
54. 特里也夫新型水泥的生产	370

借鉴国外经验，加速发展我国灰渣利用事业

沈 旦 中

引 言

灰渣利用的现代科学技术的发展，一直要追溯到1920年后的电厂大型锅炉革新，开始燃烧粉煤，同时也出现了粉煤灰的年代。当时国外就有人开展粉煤灰利用的研究。经历了将近半个世纪的漫长岁月，在有些国家里，灰渣利用终于逐渐形成一个新兴工业，同时灰渣在农垦方面的利用也有了很大的进展。由于灰渣利用越来越受到人们的重视，十多年来国外召开过多次国际性的或地区性的灰渣利用专业会议。第四届国际灰渣利用会议便是最近举行的一次规模较大的专题讨论会。通过这个会议，反映了世界上灰渣利用的一些新情况和新动向，因此受到许多国家的注意。

国内有关部门的同志，很关心国外灰渣利用的科技情报，于是在他们的鼓励下，又在上海市建筑科学研究所、上海市市政工程研究所、上海市农业科学院土壤肥料研究所等单位的支持和组织下，翻译了这届国际灰渣利用会议的文集。翻译的目的是希望关心灰渣利用的同志一起来把这届会议中一些有价值的部分消化一下，从而有分析、有选择、有目的地借鉴过来，为我所用。为了便于读者比较系统地掌握有关灰渣利用问题的要领，根据我对国内灰渣利用工作的一些粗浅体会，在译文的前面，提出几点看法，供读者参考。

会议的简介

第四届国际灰渣利用会议是在美国政府赞助下，于1976年3月24至25日在密苏里州圣路易斯市，由美国国家灰渣协会、爱迪生电力研究院、美国公共电力协会、国家煤炭协会、能源研究发展署等五个机构联合举办的。至于以前的各届灰渣利用会议，分别于1967、1970、1973年召开，地点都是在美国宾夕法尼亚州匹兹堡市。

这届会议的规模较大，一共有500多名科研单位、政府机构和工业部门的代表参加，大部分是美国的代表，其余多数是欧洲的代表，也有少数别的地区的代表。会议主席是美国国家灰渣协会执行付主席约翰H.费白尔。会议上由国家灰渣协会主席路易士R.汤梅致欢迎词，能源研究发展署摩根城能源研究中心主任奥古斯汀A.彼德罗洛致开幕词。会议文集由约翰H.费白尔、爱兰W.鲍贝考克和约翰D.斯宾塞尔负责编辑，共收集了50多篇专题报告，报告内容广泛地涉及灰渣利用的各个方面。会议文集的出版单位是能源研究发展署摩根城能源研究中心。

这届会议共分七个专题进行讨论。第一专题会议的主题是美国和世界灰渣利用和研究的综述。其他还有政府的发展计划、产品的发展、大宗的利用、新的概念、灰渣在水泥和混

凝土中的利用、农垦等几个专题会议。

关于灰渣利用和研究的综述方面的几篇报告，提供了近年美国和世界上灰渣利用的动向以及有关灰渣利用工业和科学技术水平资料，还包括二〇〇〇年灰渣利用发展预测。这部分资料有一定参考价值，但也必须指出，这个国际会议（历届会议都是如此）对全世界灰渣利用的情况反映是不够全面的。比如说，关于苏联和东欧国家的资料很少，发展中国家的情况则几乎是空白。

关于政府的发展计划的几篇报告中，我们可以看到工业发达国家普遍重视灰渣利用问题，因地制宜拟定本国灰渣利用的计划，根据国家的要求，综合开发，综合利用。值得注意的是有些国家，在政府的鼓励和支持下，逐步创建了先进的灰渣利用的新兴工业。特别是随着灰渣利用科研工作的不断深入，政府按照资源再循环的经济学原则，制订规划和作出决定，这样又推动和促进了能源科学、资源科学、材料科学和工程建设等学科之间的渗透和融合，使灰渣利用不断朝着有利于人类的方向发展。当然，计划中也有消极的一面，如维护垄断集团的利益或是过分强调了利润刺激等不良倾向。

关于灰渣产品的报告中，提出了不少新的成果，如干法空心微珠、新型特里夫水泥（即科技情报报导中，国内引起较大注意的巴西生产的粉煤灰水泥）、不断改进的筑路用商品混合物（Poz-O-Blend）、成分分离和物质提取方法以及褐煤粉煤灰产品等方面，都使大家感到兴趣。这些例子也是预示着灰渣产品的发展有着十分广阔的前途和强大的生命力。

关于大宗利用灰渣的报告，提醒我们应当把灰渣利用的重点，优先放在量大面广的用途上面。其中欧洲的经验，特别是在土建工程中大规模销售粉煤灰的成功经验是值得我们注意的。此外，美国等在道路工程和土地利用等方面进行大宗的灰渣利用，也能取得较好的技术经济效果。

由于近年来许多国家在灰渣利用方面不断开展科学实验，不断作出新的评价，从而不断提高新的认识，因而在灰渣利用领域中产生出不少新的概念。比如说，从粉煤灰中提取各种物质，十多年前，就有人作了不少设想，并且提出过多种具体的方案，到现在，这些概念虽然还没有完全实现，但是已经得到了一定程度的发展。在这次会议上又有人指出煤炭液化和气化后的新一代灰渣的利用问题。

关于灰渣在水泥和混凝土中的应用问题，既是大宗利用，又是有效利用的一个重要方面，因此被列为专题讨论。通过世界上许多国家科技人员的长期努力，近几年在理论上和应用上都有了新的发展。实践证明，灰渣利用对混凝土工艺发生显著的影响，特别是对节约水泥、节约能源、改进性能、发展品种等方面有卓越的效果，以致使规格和优质粉煤灰产品进入了国际市场。正如这次会议中有人把粉煤灰比喻为西方童话中的“灰姑娘”那样，总有一天，它会放出更大的光芒，普遍受到世人瞩目。我国利用灰渣方面，也是从水泥和混凝土利用粉煤灰开始的，因此这些经验更会受到我们的关注。

关于农垦方面的经验，在这届会议上文章虽然不多，但也反映了一些国家在农业科学实验中利用灰渣的成果和水平。

对这届会议总的评价，我认为可以从中汲取不少有益的东西，同时也使我们可以看到在资本主义制度下，社会的种种矛盾，人为的层层障碍，使灰渣利用的进展，经历了艰难而漫长的历程，作为借镜，对我们也有帮助。

世界的趋向

这样一大堆的报告确实使人眼花缭乱，如果把这届会议的具体内容与以前三届会议作一对比，可以看出世界上灰渣利用的一些新趋向。看来这是借镜中的一个最根本的着眼点。

第四届灰渣利用会议是在资本主义国家经历了一场能源危机后召开的。三届会议到四届会议期间，这些国家灰渣利用的进展不大，甚至有些倒退。但在四届会议之后，重振旗鼓，又加速了灰渣利用发展的步伐。加速步伐的原因，主要是由于这些国家已经从历史的经验中体验到：灰渣利用的发展，能够对能源冲击、环境冲击和资源冲击起相当的缓冲作用。

就能源冲击来说，许多受到“石油禁运”影响较大的国家，重新研究了燃料构成问题，并积极探索长期的能源计划。他们预测到八十年代的后半期，石油产量的增长即将达到顶峰，如果不改变目前的燃料构成，不把重点转到煤炭上来，就无法满足能源的需求。美国的能源政策首先明确，一定要尽快地从燃烧石油和天然气为主的燃料构成，扭转到燃烧煤炭上来。会议资料说明，美国的煤炭产量，数十年来徘徊不前，一直保持在五亿吨左右，而今年可能会增长到六亿五千万吨，预计到八十年代将达十亿吨以上。美国的能源政策一起变化，其它煤炭资源丰富的国家（如西德等）也都会仿效。会议资料说明，1974年世界煤炭总产量折合标准煤为31亿吨，估计到二〇〇〇年煤炭产量可能达到44亿吨。这样就可以肯定，到本世纪末，在能源构成中将是一个煤炭重新复活的时期，但随之而来的却是灰渣为患，影响发电运行，污染大气、水质的一片阴影了。

目前，全世界灰渣总产量的理论值约5亿吨左右，二〇〇〇年估计达到10亿吨。能源部门首先考虑的是灰渣对能源的挑战，于是宣布灰渣利用与能源发展是相辅相成的关系。这样我们就容易理解为什么美国的能源部门在历届的灰渣利用会议中，对待灰渣利用的发展越来越关心，并且在行动上越来越积极支持利用部门发展大规模利用灰渣的新技术和新工艺。而利用部门则又从另一个角度证明，充分利用和发挥灰渣的特性，在利用灰渣发展新产品的过程中，可以达到节约大量能源的目的。

灰渣利用与环境冲击的关系也是很明显的。直到七十年代初期，各国对烧煤引起的污染和危害还有相当夸大的宣传。现在，虽然由于环境控制和治理工作的改进，过去烧煤公害的喧闹声在工业发达国家中已逐渐沉寂，但是各国环境保护部门相当忧虑的是，煤炭作为主要能源而复活以后，污染又将妖雾重来。许多国家为此加强了防治污染和灰渣处置的新措施，美国国家能源研究费近一亿美元，其中百分之七十五是用于防止环境污染和有关生态学的研究。在四届灰渣利用会议资料中积极利用灰渣，免除污染威胁的呼声又高涨起来了。可见，为了减缓环境污染对人类的冲击，必须加速灰渣利用事业。

关于资源的冲击问题，四届灰渣利用会议上提出了一个过去被人们所忽视的重要情况，那就是建材资源问题。单从土建工程中使用矿物骨料这一项产品来说，过去一直认为是取之不尽，用之不绝的，美国的骨料总产量现在每年大约20亿吨，从1950年算起，四分之一世纪内已经增长了三倍，按照这个速度发展下去，今后十年到二十年内还要成倍增加。美国现在每人每年用骨料十吨，而每建成一套家庭住宅要骨料六十吨到一百吨，造一

条双车道的公路每英里需要骨料五千吨到一万吨。四届灰渣利用会议上美国代表发出了骨料枯竭的警告。实际上这个问题早已引起了许多国家的共鸣，尤其是不少大城市特别紧张。于是一度发展缓慢的灰渣骨料问题，在这届会议重又受到重视。多年的实践证明，发展粉煤灰陶粒等的生产是行之有效的缓和骨料资源紧张的有力措施。

对我国来说，充分利用灰渣发展水泥生产和节约水泥更为迫切。有了灰渣产品，就有水泥的开源节流的文章可做，四届灰渣利用会议提供了砂的佐证材料，较多的是混凝土中掺用粉煤灰的新技术，既节约水泥、又节约能源，并进一步提高现代混凝土的新技术。

此外，由于某些新概念的发展和新产品的发现，证实了灰渣利用不仅可以作为量大面广的基本材料的资源，而且可以提供某些重要而稀有的宝贵资源。

我国的潜力

综合利用，治理“三废”，是我国的一项重大政策和措施。毛主席曾指示：“综合利用很重要，要注意”。最近华主席对治理“三废”和大搞综合利用等问题也作了一系列的指示。全国科学大会上方毅同志指出了发展利用工业废料科学技术的重要意义。国家领导部门也曾多次指出，这件事情不抓好，工业越发展，资源的浪费越大，而“三废”对环境的污染就越来越严重，甚至成为社会的公害。

四届灰渣利用会议的资料将我国列为世界产煤国的第三大国。最近新华社报导，1978年我国提前完成了产煤五亿五千万吨的国家计划，突破了五亿吨的大关。在灰渣产量方面，由于许多烧油的火电厂落实了恢复烧煤的技术改造，估计目前灰渣已有显著增长，而展望今后宏伟的能源工业发展规划实施以后，灰渣也必然成倍增长，因此说，潜力是非常大的。

我国的灰渣利用工作，起步不晚，五十年代初期就开展了粉煤灰用作水泥和混凝土混合材料的试验研究和推广使用工作。此后，在建筑材料方面利用粉煤灰发展砌块、墙板、陶粒、加气混凝土、砖瓦等产品作出了不少成绩，在道路工程和农业两项用途中试验、试用结果也有较好的成效，同时在其它工业中也探索了多种利用的途径。

但是这与我国拥有的灰渣的潜力相比，我国的灰渣利用事业还处于相当微弱的地位。据有关部门统计，我国每年数千万吨的灰渣，目前每年利用量只有二百多万吨，利用率尚不到10%。而灰渣的利用量和利用率往往在一定程度上可以反映一个国家工业和科学技术的面貌和水平。联合国发表的资料表明，世界工业国家的灰渣利用率一般为20~80%。最近我国环境保护部门还指出，全国火力发电厂每年有几百万吨的粉煤灰直接排入江河，影响环境，淤塞航道。这种情况不仅是对环境和交通的肆意破坏，实际上是物资的惊人浪费，这是与“变废为宝”，“兴利除害”的国策相违背的。

现在如用国际灰渣利用会议的这面镜子对照一下，我们一定会认识到，过去在林彪、“四人帮”的闭关自守、锁国愚民的反动政策影响下，我们的工作仅仅满足于试制成若干种灰渣产品，找到若干条利用的途径，这是远不能适应当前实现四个现代化的新形势的。现在我们必须认清形势，努力工作，迅速发展灰渣利用事业，让灰渣为我国加速实现四个现代化作出最大的贡献。

发挥灰渣的潜力的关键是根据国家的需要，把灰渣资源纳入资源再循环的轨道，保证

工业废渣转化成工业生产和建设的重要物质基础。这届会议资料中不少报告论述了灰渣再循环的重要性。这里我有必要简单地谈一下再循环的定义。这个定义马克思说得很清楚：

“我们指的是生产排泄物，即所谓的生产废料再转化为同一产业部门或另一产业部门的新的生产要素。这是这样一个过程，通过这个过程，这种所谓的排泄物再回到生产从而消费（生产消费或个人消费）的循环中”。（《马克思、恩格斯全集》25卷95页）。也就是说，利用大规模生产的废料作为新的大规模生产的资源。会议录资料中也说得很清楚，灰渣与其它工业废料相比，往往具有较多的再循环的有利条件。结合我国国情，灰渣的再循环，要按照全国科学大会上方毅同志讲话中所指出的，用来发展水泥和轻质高强多功能的新型建筑材料。水泥和新型建筑材料是实现建筑工业化和现代化所必需的基本材料，这两类材料就是灰渣利用再循环要优先考虑的新的生产要素。

利用灰渣发展水泥和新型建筑材料，不但能够扩大资源的潜力，而且可以充分发挥灰渣这种特定材料性能上的潜力，使其物尽其用。这届会议资料也提供了不少有关合理利用灰渣、充分发挥灰渣潜力，节省能源、资源，提高功能等方面的经验，可以作为我们赶超国外利用灰渣的先进科学技术的起点，如果我们能在利用灰渣高速度地发展水泥和新型建筑材料的科学技术方面积极行动，深信在短时期内完全有可能把灰渣的潜力激发出来，赶上和超过世界的先进水平。

对 策 的 建 议

有些同志认为我国灰渣综合利用的基础薄弱，甚至某些科学技术上早已过关的灰渣利用项目，至今还无法形成强大的生产力。一般认为，我国在灰渣利用方面目前主要存在两个大问题：一是认识问题，二是管理问题。现在，从加速实现四个现代化的角度来要求，眼看灰渣产量越来越惊人，处置问题越来越棘手，基建任务越来越艰巨，建材需求越来越迫切的情况下，我们必须克服畏难情绪，改变被动应付的局面，少说空话，立即行动，这就是所谓的行动问题。如何加速行动，加快实践，从行动中加深认识，从实践中加强管理，有关领导部门必须作出果断决策，看来是刻不容缓的事情了。

这届会议资料也许能为考虑行动决策时权衡轻重和得失，提供一些有益的经验教训。这里，我就从事灰渣利用工作的科学技术人员平时所议论的点滴体会，结合国外经验，提出以下三点对策性的建议：

1. 关于灰渣处置资源化的建议

据了解，国内之所以没有把灰渣真正当作资源管起来的原因是，至今有关部门还没有整理出把灰渣转化成资源的一整套经验。国外开始时也是如此。电厂灰渣的利用不能照套利用高炉矿渣的经验。现在英国解决得比较好，发展了适应他们国情的经验，美国也在借鉴英国的经验。日本已经实现灰渣资源化了，这是因为日本的灰渣产量很低，容易解决，也容易达到较高的利用水平。苏联在灰渣资源化问题上走了比较长的弯路，一直没有抓好资源化，直到近年才发现，过去主要依靠建材、建工等使用部门自行到灰场挖取粉煤灰是不能适应现代工业生产的要求的，而必须从根本上开发粉煤灰这个新资源，于是才打开了新的局面，灰渣利用率显著提高。我们要加快灰渣利用的步伐，关键是要迈出灰渣处置资源化的步伐，把灰渣处置与资源化紧密结合起来，灰渣处置过程就是资源开发的过程。如

果一时用不了，还应当作为资源加以保护起来，决不能任意浪费掉。

为了尽快摸索出一套行之有效的经验，就要布置若干个不同的试验基地。最好优先选择能源发展快、电厂排灰多、灰渣处置难、环保要求严、建设任务重、天然资源缺、新型材料少、建筑工业化要求迫切的工业城市，先行一步。由省市的计委、经委或建委统一领导，组织专业机构统一管资源，电力部门统一管供灰，建材部门统一管用灰，这样就保证了灰渣较快地成为充沛的宝贵资源。

2. 关于灰渣排放产品化的建议

灰渣资源最好能够在排放的过程中直接形成灰渣产品。现在国外已能在排放时处理成一次产品，也就是初级产品。他们加工的方法采用了一般的或特殊的分选设备，将收集到的灰渣，按不同的粒径或规格，分成各种不同的产品。这样的加工过程可以在电厂内的灰渣接收站进行，也可以排送到灰渣分配站中进行。经过分级的产品可以分别应用到最合适的用途上去。如果要采用较复杂的加工方法，可在电厂附近设置车间，生产灰渣产品。也有简单一些的加工方法，只须通过设备较少的调节车间，控制灰渣质量，供应单一规格的灰渣。从别的资料中了解到，有一些国家试行将排放工序和加工直接结合起来，当场制成粒状轻骨料运输出厂，但尚无成熟经验。至于国内试验过的炉内增钙等措施，也是属于灰渣排放产品化的一种形式。

灰渣排放产品化简化了资源开采、运输、分配等过程，也就是缩短了再循环的周期，有利于进一步降低灰渣产品的成本，取得更好的经济效果。鉴于当前迫切需要解决水泥的缺口问题，灰渣排放产品化首先考虑，作为水泥增产节约的有效措施，从为国家提供优质的灰渣混合材料和胶凝材料着手，迅速行动，发展灰渣产品新品种，以节约大量的硅酸盐水泥和高标号水泥。

3. 关于灰渣经营社会化的建议

要开发和动用灰渣资源，加工和供应灰渣产品，虽然比开采天然矿石，制造传统产品的困难可能要少一些，但是可以设想生产对象是每年数十万吨，甚至上百万吨的物资，从排放到使用要涉及几个不同的系统和行业，决不是任何一个部门兼顾一下就能承担得了的。怎样组织起来，搞好灰渣利用，国外虽有灰渣利用网、火山灰公司、公用事业公司、联合企业等经验可供参考，但这是一个很复杂的生产社会化问题，目前大家还在研究和探索。我们认为在我国社会主义制度下，条件比他们优越，矛盾比他们少，社会化协作一定比他们容易奏效。我们必须结合国情，因地制宜、因时制宜建立起有效的、有机结合的专业经营体制，走自己的发展灰渣利用事业的道路。

为此，建议国家领导部门，根据社会化协作的原则，迅速指定具备一定条件的地区，比如说工业和科学技术基础较好一些的大城市或中等城市，分别创建几个雏型的灰渣利用专业公司，参照我国多年来摸索到的专业化协作的经验，同时学习国外利用和经营灰渣的长处，布点成网，配套成龙，尽快地把目前大家都认为管不了的灰渣利用这个“边缘行业”，转变成能为实现四个现代化创造大量财富，为人民群众造福子孙后代的“新兴工业”。

沈旦申

一九七八年十二月

1. 美国灰渣生产和利用的概况

约翰 H. 费伯 (John H. Faber) ●

灰渣的利用在美国正稳步增长, 它在工业上的前途, 看来是极有希望的。另一方面, 灰渣总产量在继续上升, 没有迹象表明, 在最近的将来, 这种增长将有所减少。

因此, 在我们能够跟得上生产上的这一优势, 并且在使用灰渣方面大有得益之前, 我们不得不作结论说, 我们在骨料领域所占的地位仍然是无足轻重的。正如路易斯 R. 托梅在他早些时的欢迎词中曾提到过, 虽然产品的采用仍然是我们第一号的障碍, 但通货膨胀的趋势和骨料不足促使许多障碍的消除。我能够这样说, 我们确实已经做了许多工作, 但如果我们要尽量利用我们宝贵的灰渣储存的话, 我们必须继续改进再循环的工艺学。而且, 在进行的过程中, 必定会牵涉到生产者, 卖主, 研究人员以及用户。为了适当地展望一下我们的计划, 现被耗用的灰渣为980万吨, 或只占1975年生产和收集总量的 16.3%, 这是根据我们年度工业调查所得的初步统计数字——自从国家灰渣协会继原爱迪生电力研究所, 原动机委员会, 化石燃料及灰渣分会担任编辑以来的第三次负责调查的数据。

在过去的十二个月中, 估计由生产者收集了 6 千万吨灰渣——即: 粉煤灰, 炉底灰、煤渣。从而又一次受到公共工程、市政机关、合作团体以及公用事业投资者最为满意的反应。

遵照南方电力公司 C.W. 布雷克特 (C. W. Brackett) 创始的惯例 (当时他正在为工程估价试验收集资料), 图 1 曲线图解显示灰渣生产的记录和到1980年底为止的计划。正在继续上升的灰渣收集反映褐煤和西部煤的用途有了扩大, 其含灰量要比东部蒸汽烟煤高, 同样在灰渣收集设备上也有更好的效果。影响我们预期想法的另一个因素是烟道洗涤器照新的发电厂的设计制造, 目前一般都认为加上了

附加物如石灰石或白云石, 将会增加这些组合的效力, 一经加入燃料中, 转过来就会使灰渣的收集数量得到增加。还有由于它的原因而产生象牙膏一样的硫酸盐污泥, 就其体积及其处理性能而言甚至会变灰渣本身更成为公用事业生态学的问题。可是, 处置的方法有了

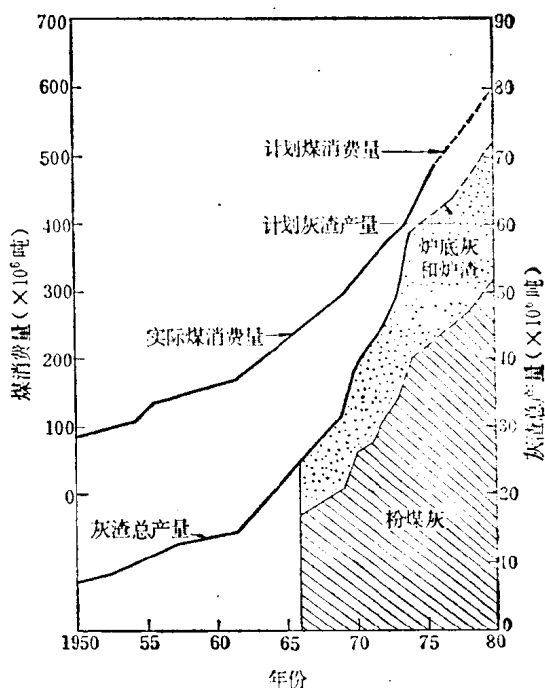


图 1 美国发电公用事业消耗燃煤及灰渣产量

● 国家灰渣协会副主席、执行主任。

好的解决，可能导致粉煤灰具有更大的用途，甚至发展成为市场上需要的新产品。约翰 L. 明尼克博士将就该计划作更多的专题讲述。

研究人员觉得，同样的技术可用以处理其它化学和工业硫酸盐污泥或废料。这些研究人员从管理机构那里同样受到环境保护热潮的激励，正开始用更多的注意力从事研究这些材料再循环的可能性。无数的利益——私人的、政府的和科学院的——是与这问题的整个方面有着积极的关系。灰渣能当作这种再循环努力的关键部分。事实上有一个有效的建议，就是灰渣工业要在煤的利益上着手作广阔的发展计划，为我们剩下来的煤储备创造条件作完全循环的回收。电力公用事业仍然是矿产煤的最大用户，这两个有关的工业都有各自的麻烦的副产品，它们互相十分适合。我想象到灰渣好比是公分母，它对健全的经济和环境的全局是有影响的。而且，这个计划在能源研究和开发管理局署的赞助下，通过摩尔根汤能源研究中心，可以得到互相协调。其它参与者可能包括电力研究所，国家煤炭协会，环境保护署，阿巴拉契亚地区委员会，设在西弗吉尼亚大学内的煤炭研究局和国家灰渣协会。或许我正在承担国家灰渣协会力所不及的事，但是，上述团体已全部投入各自独立研究的有关煤或公用事业工业的项目。然而，他们还没有联合起来向全面计划的总目标作共同的努力。仍然不能吗？行了，不打算把有关开采化石燃料或有关燃煤电站发电能力的所有环境问题都列出来，我想把他们纠正过来是要费钱的，此外就不多说了。因此，如果我们能减少或消除任何这些因素，我们就已经把纠正的资金支出减少到最低限度，这样应该对这两种商品的售价具有长期的影响。我并不自称懂得有关煤价或定费率的错综复杂事项，但是，我知道他们有着一种微妙的关系普遍地影响着我们大家。

在有些场合，煤灰和煤渣能混合制成可供市场销售的产品——即：轻质骨料结构填方材料或用于筑堤岸的材料以及低造价的公路基层混合料——或单独利用或混合利用作减轻地面下沉的材料，另外，灰渣已经有效地用于矿场开采面土壤改良材料，用于控制火灾或作消防灭火用的材料，以及用作处理酸质矿石排水材料。这个潜力被用尽之后，就毫无理由不能把这两种加工的残渣堆放在地下以备以后回收了。

1975年在美国收集的灰渣数量达到6千万吨的记录，现在仍占国家最丰富的固体矿物第七位。根据1974年美国内政部编辑的矿物年报的统计数字，把灰渣排列在石料，沙/卵石，煤、铁矿石及波特兰水泥，粘土之后（见表1）。

美国的矿产及固体矿物质燃料(百万吨)

表 1

	1972年	1973年	1974年		1972年	1973年	1974年
石	920.4	1060.1	1063.5	煤 灰 渣	46.3	49.3	59.5
砂/卵石	914.3	983.6	978.7	盐	45.0	43.9	46.5
煤(各种式样)	602.4	598.5	610.0	磷酸盐岩石	40.8	42.1	45.6
铁 矿 石	77.8	90.6	84.9	矿渣(气冷)	25.0	28.8	29.8
波特兰水泥	77.9	82.7	75.9	石 灰	20.2	21.0	21.6
粘 土	59.4	64.3	60.7	石 膏	12.3	13.5	11.9

在吨位数上包括4200万吨的粉煤灰、1310万吨炉底灰及460万吨煤渣。在灰渣利用方面也达到最高980万吨，占全部百分比之20.1%，接近于1971年的记录。这些数字是令人鼓舞的，但是采用率仍然远远落后于英国及欧洲。1974年这些国家所取得的成绩——据最

近的有效统计表明芬兰利用其灰渣的84%，法国72.5%，英国50%，以及波兰38.2%（见表2自1966年起的结果比较图）。

1974年美国灰渣的收集和利用

表 2

	粉煤灰 (百万吨)	炉底灰 (百万吨)	煤 渣 (百万吨)	灰渣的总计 (百万吨)
1.灰渣收集的总数	40.4	14.3	4.8	59.5
2.灰渣的利用				
a.用于1-P型水泥-ASTM595-T1或在烧成熟料之前就同生料混合	0.4	<0.1	—	0.4 ⁺
b.在混凝土或混凝土产品中可代替一部分水泥使用	0.6	—	—	0.6
c.轻质骨料	0.1	0.1	—	0.2
d.用于稳定路基及筑路	0.3	0.6	1.2	2.1
e.沥青混合料的填充料	0.1	<0.1	<0.1	0.1 ⁺
f.其 它	0.5	0.9	1.0	2.4
共计 项目 2	2.0	1.6 ⁺	2.2 ⁺	5.8 ⁺
3.免费搬运灰渣从厂的位置到公用事业所在地	0.4	0.6	0.1	1.1
4.灰渣的利用	1.0	0.7	0.1	1.8
5.利用的总数(吨)	3.4	2.9	2.4	8.7
6.利用的总数(f)①	3.1	20.3	50.0	16.3

① 从炉底灰中分离的。

多年来情况一直如此，相当多的部分粉煤灰已被水泥工业和混凝土工业所利用，其中一百五十万吨至二百万吨用作原料，混合材料，或代替火山灰拌制最后的拌合料，以及用于轻质骨料的制造。新近有大量的吨数应用于建筑填方工程和作路基的稳定材料。较大数量的炉底灰及煤渣正被用作填方材料，细滤骨料，喷砂磨料或在道路上作控制冰雪之用等用途，合起来的总数有530万吨之多。许多公路管理机构发现炉底灰是合适用于筑路的骨料，不论是作基础的拌合料，还是磨损层都是可取的。

收集的灰渣占总数的很大一部分从电站免费运往公用事业的所在地，尽管它的最终用途尚不清楚。这类统计数字在1975年达250万吨到300万吨。这是由于有几家公用事业公司通过转手出售它们的灰渣或出售给分销公司，而这些公司以专利为理由拒绝说出这些灰渣到底作何用途，或用在何处。

遗憾的是占总数很大比例的灰渣剩余部分正仍被送往处置地区，从而不再流通，并且因为受到外来物质的污染，或由于处置上的技术原因，使黄铁矿原料筑池或贮积在同一地区，也未必能够作再循环（利用方法一览表，见记录汇编）。

在过去的十二个月中有了许多令人鼓舞的发展，这些发展给灰渣或灰渣定向应用开拓了广阔的前景，它们包括：

（1）有关粉煤灰应用于拌混凝土的ASTM细度规范的修改将近通过，并有望在年底前得到实行。这样就能使粉煤灰在火山灰材料市场上受到更加大量的采用。

（2）从发展来看，改善运输设施和寻求低造价铺路材料的要求日益增强，有一分公路管理部门的调查报告表明有30个州现在已经有详细的说明书，允许将电厂灰应用于新的施工及维修保养项目，同时有其它两个州已经开始在使用灰渣之前作试验和规划（见表3）。

美国各州的公路管理机构对灰渣用途的调查

表 3

× = 特殊的或肯定的计划项目 √ = 正在测验和设计的项目	可接受 使用灰渣	粉 煤 灰						炉 底 灰						其他用途	较大用途	相同的用途	较小用途
		1—P 型号的泥	水泥的 代用品	结构方 块填	稳定层 垫层	稳定层 基层	沥青填 矿物充	作冷拌 基层骨	作沥青 基层骨	作沥青 基层料	作水泥 基层	作回填 材料	作雪料 磨料				
阿拉巴马	×	×	×													×	
阿拉斯加																	
亚利桑那	×		√		√	√									×		
阿 肯 色	×	×			√	√									×		
加利福尼亚			√												×		
科罗拉多	×		×			×	×								×		
康涅狄格	×	×													×		
华盛顿D.C.			√												√		
德 拉 瓦			√												√		
佛罗里达	×	×	×				×									×	
佐 治 亚	×	×	×			√									×		
夏 威 夷																	
爱 达 和			√			√	√								√		
伊里诺斯	×	×				×	×								×		
印第安纳																	
衣 阿 华	√														√		
堪 萨 斯																	
星 塔 启	×	√					×								√	×	
路易斯安那	×	×													×		
编 因																	
马 里 兰							√		√						√		
马萨诸塞																	
密 执 安	×	×	×	×								×			×		
明民苏达	×	×	×													×	
密士失必	×	√													√		
密 苏 里	×								×				×		√		
蒙 大 拿	×		√				×								×		
内布拉斯加	×	×					×			×					×		
泥 瓦 达																	
新罕布什尔																	
新 泽 西	×					×										×	
新墨西哥	×		×												×		
纽 约	×		√	×									×		×		
北卡罗来纳	×	√	√	√	√	√	×								×		
北达科他	×		×	×	×	×	×						×			×	
俄 亥 俄	×					×	×		×			×		×		×	
俄克拉何马					√	√									×		
俄 勒 冈						√									√		
赛夕法尼亚	×	×	√		×	×	×								×		
罗 德 岛																	
南卡罗来纳	×	×					×									×	
南达科他						√									√		
田 纳 西																	
得克萨斯	×		√			√			×					×	×		
犹 太	×		×		√	√	√		√	√					×		

续表

× = 特殊的或肯定的计划项目 √ = 正在测验和设计的项目	可接受 使用灰渣	粉 煤 灰						炉 底 灰						其他用途	较大用途	相同用途	较小用途
		1-P 型水	水泥的 代用品	结构 填方	稳定 垫层	稳定 基层	路面 填	青 基 料	作冷 件基 层料	作青 基 料	作泥 基 料	作回 填 材料	作冰 雪 磨料				
威 尔 满	×	×													×		
维 基 尼 亚	√		√												√		
华 盛 顿	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×	×	×	×		
西 维 基 尼 亚	×		×												×		
威 斯 康 星	×		×												×		
至 俄 明	×						×							×	×		

(3) 按国家水平, 联邦公路管理局越来越强调再循环的概念, 以授与研究补助金作奖励的办法来推广灰渣在筑路工程上的应用。有一个项目正集中精力在利用炉底灰作沥青基层及磨损层, 第二个项目是要对一切粉煤灰应用于公路建筑工程上的效果作引证研究。这两项与其它项目都是政府和灰渣工业机构直接努力的结果, 他们的宗旨在于发展扩大采用废料产品的新规范和方法学, 在时间上几乎要追溯到十年前。

(4) 我们(指国家灰渣协会)正在本讨论会上发行一份相应的研究报告, 采取水泥稳定粉煤灰作路面的设计手册, 形成由匹兹堡公司GAI顾问公司编辑的手册, 受国家灰渣协会的委员的请求并承担一部分经费, 这些委员正在寻求另一种销售工具。

(5) 已经引入一种控制密度的填方物, 叫做开-开里脱(K-Krete), 这种填方料可以利用粉煤灰来帮助解决许多有关建筑上利用废料的问题。这种泥浆混合物很容易适合于管道涵洞、以及公共设施地下管道线周围的回填材料, 而且可以妥善解决交叉道路和道路沿边的线路作填方材料, 也同样适用于新的建筑工程。

我觉得, 我们在这短短的十年里已经做了许多工作, 我们积极提倡灰渣的利用, 我坚信一个最有生气的发展时期即将到来。有好几种新概念正在出现, 这在工业上将有深远而重要的意义。

我请求你们继续合作并诚意地恳请你们给与无条件的支持来应付未来的挑战。

包俊杰 译

2. 英 国 综 述

约翰 K. 丁特 (John K. Dent) ●

引 言

中央发电局负责英格兰和威尔士的大量经济供电。该局还有责任对其运行方面的环境问题作出妥善安排，并规划与英格兰合作运行。下文略述该发电局如何努力发展灰渣市场，对履行这些职责作出了贡献。

问 题 的 说 明

发电局致力于灰渣销售，有以下几个目的：

(1) 保证清除发电局所属火电站化石质燃料的全部灰渣（否则运行可能受到损害）。

(2) 保证从灰渣的使用（应用）中获取最大的收益（使电力消费者收到最大的经济利益）。

(3) 保证达到上述目的而又不危害环境。

发电局没有“制造”的权力，这就限制了发电局生产具有商品质量的副产品的能力。值得注意的是英国煤气公司和苏格兰电力局在这方面拥有较大的权力。

现 在 的 进 展

据认为，为适应灰渣市场的特殊需要，进行适量加工或者分级以使受控制的部分质量均匀，提高了副产品的价值和使用者的信任。但是尽管受到上述的限制，由于灰渣是锅炉车间所生产的，它还得由发电局来出售。

表1展示了最近十年内灰渣的产量。近年来发电局煤灰渣的生产率大约每年一千万吨到一千二百万吨。粉煤灰的产量稳步增加，炉底灰产量略有增加，而煤渣的产量则有所下降。这十年期间，燃煤的形态受到日益增多的核电站和燃油电站的影响，也还受到由于对电力需求未臻理想所造成的各种因素的影响。这段时期内，新建的大型高效能采用粉煤的火电站投入了运转，于是减少了老站的发电量，特别是那些产生煤渣的加煤炉的火电站，因而煤渣的生产预料在很短的时期内就要中止；而优质粉煤灰的生产预料将会继续到本世纪末。

表2表示相同的十年内灰渣利用的形式。要注意到，在各种应用中，使用的容量是有些起伏的，而销售量一般的趋势是向上的。由于普遍的经济困难所导致的一些因素的影响

● 英国伦敦中央发电局灰渣销售顾问。