

2009年度

大宗工业固体废物 综合利用发展报告



中国资源综合利用协会 ■ 编著

China Association of Resource Comprehensive Utilization



中国轻工业出版社

2009 年度



大宗工业固体废物 综合利用发展报告

中国资源综合利用协会 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

2009 年度大宗工业固体废物综合利用发展报告/中国资源综合利用协会编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2011. 6

ISBN 978 - 7 - 5019 - 8343 - 8

I. ①2… II. ①中… III. ①工业固体废物 - 固体废物利用 - 研究报告 - 中国 - 2009 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 138640 号

责任编辑: 郭雪娇

策划编辑: 林 媛 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 杨 琳 责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 航远印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 9.25

字 数: 200 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 8343 - 8 定价: 60.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

110563K6X101HBW

本书编委会

主任：熊维平

副主任：王建增 黄建忠

编委：王吉位 雷文 王书文 孟跃辉

李洪良 高振杰

主编：黄建忠 王吉位

副主编：雷文 倪文 王书文

撰稿人：(按姓氏拼音字母排序)

段鹏选 顾明明 郭晞 刘昌凤

刘君霞 齐玉娥 宋磊 孙树杉

王宁 王平升 叶学东 赵宏波

序

“十一五”是我国国民经济和社会发展的一个重要时期，我们有效应对国际金融危机巨大冲击，保持了经济平稳较快发展良好态势，并为长远可持续发展奠定了坚实基础。面对日益严峻的资源和环境的严重压力，我国工业领域资源综合利用工作加快技术创新步伐，实施科学发展战略，取得了较大进步，实现了健康稳步发展。

资源综合利用是我国一项重大的技术经济政策，是国民经济和社会发展中一项长远的战略方针，也是加快转变经济发展方式的重要手段，更是提高我国经济社会可持续发展资源保障能力和环境保护水平的有效途径。在经济结构战略性调整的重要阶段，加快培育和发展战略性新兴产业、大力开展工业领域资源综合利用，具有现实而深远的意义。中国资源综合利用协会编写的《2009年度大宗工业固体废物综合利用发展报告》（以下简称《发展报告》）一书，充分总结工业固废综合利用的成效和经验，为进一步提高工业固废综合利用水平提供了有益的启示。

《发展报告》是我国首部资源综合利用领域的发展情况报告，全面、翔实地反映了2009年我国尾矿、赤泥、钢铁渣、煤矸石、粉煤灰、工业副产石膏等大宗工业固体废物综合利用的产业发展情况，对行业内外全面了解2009年资源综合利用产业发展变化情况和谋划“十二五”时期综合利用工作具有重要参考价值。

时值《发展报告》发布之际，衷心感谢社会各界对工业领域资源综合利用工作的关心和支持，希望各位资源综合利用工作者能从书

中有所收益。祈愿通过大家的共同努力，使《大宗工业固体废物综合利用发展报告》为工业资源综合利用的科学发展发挥更积极的作用，推进资源综合利用事业迈上新的台阶。

中国铝业公司党组书记、总经理

中国资源综合利用协会会长



二〇一一年六月

前 言

资源综合利用是建设资源节约型、环境友好型社会的重要内容，是实现循环经济的物质基础，是实现发展方式转变的重要途径。自 20 世纪 80 年代以来，我国政府高度重视资源综合利用，把其作为经济建设的一项重大技术经济政策和长远的战略方针，积极鼓励和大力引导，使资源综合利用有了长足发展。随着我国国民经济的快速发展，尾矿、赤泥、钢铁渣、煤矸石、粉煤灰、工业副产石膏等大宗工业固体废物的产量迅猛增加并大量堆存，带来土地、资源、环境、安全等一系列问题，资源、环境已经成为制约我国经济和社会发展的的重要因素。

为全面客观反映近年来我国大宗工业固体废物综合利用的发展状况，为全国相关行业的发展提供基础数据和基础信息，促进工业固体废物综合利用，根据各省市工业和信息化主管部门提供的数据，结合对典型地区及重点企业的调研结果，并征求专业协会意见，组织相关行业专家核审，编制完成了本报告。

报告对我国 2009 年大宗工业固体废物的产出和利用状况，重点技术与装备的发展状况进行了客观的分析，对大宗工业固体废物的基本概念和产业发展情况作了简要介绍，并对未来发展进行了预测。在此，对参与本书编制的北京科技大学、中国电力企业联合会、中国磷肥工业协会、中国纯碱工业协会、北京建筑材料科学研究总院、中冶集团建筑研究总院、中国资源综合利用协会粉煤灰专业委员会、中国资源综合利用协会煤矸石专业委员会、尾矿综合利用产业技术创新战

略联盟等相关单位和行业专家表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足，敬请批评指正。

本书编委会

二〇一一年六月

目 录

第一章	大宗工业固体废物综合利用发展概况	1
1.1	本报告的范围	1
1.2	大宗工业固体废物产生情况	1
1.3	大宗工业固体废物综合利用情况	4
1.4	大宗工业固体废物综合利用的意义	4
1.5	大宗工业固体废物综合利用面临的主要问题	6
1.6	大宗工业固体废物综合利用发展前景	8
第二章	尾矿综合利用发展现状及前景展望	10
2.1	尾矿综合利用概况	10
2.2	尾矿的基本性质	10
2.3	尾矿综合利用现状	13
2.4	尾矿分地区综合利用情况	18
2.5	尾矿综合利用技术装备	21
2.6	尾矿综合利用标准制修订情况	26
2.7	尾矿综合利用发展前景	26
第三章	赤泥综合利用发展现状及前景展望	28
3.1	赤泥综合利用概况	28
3.2	赤泥的基本性质	28
3.3	赤泥综合利用现状	29

3.4	主要省市及企业利用情况	31
3.5	赤泥规模化利用重点技术	34
3.6	赤泥综合利用标准制修订情况	37
3.7	赤泥综合利用发展前景	37
第四章	钢铁渣综合利用发展现状及前景展望	40
4.1	钢铁渣综合利用概况	40
4.2	钢铁渣的基本性质	42
4.3	钢铁渣综合利用现状	44
4.4	钢铁渣综合利用技术装备	45
4.5	钢铁渣“零排放”示范工程建设	48
4.6	钢铁渣产业投资运营方式的转变	50
4.7	钢铁渣综合利用标准制修订情况	51
4.8	钢铁渣综合利用发展前景	53
第五章	煤矸石综合利用发展现状及前景展望	56
5.1	煤矸石综合利用概况	56
5.2	煤矸石的基本性质	56
5.3	煤矸石综合利用现状	57
5.4	煤矸石主要利用途径	58
5.5	重点企业利用情况	62
5.6	煤矸石利用技术装备	66
5.7	煤矸石综合利用发展前景	69
第六章	粉煤灰综合利用发展现状及前景展望	73
6.1	粉煤灰综合利用概况	73

6.2	粉煤灰的基本性质	73
6.3	粉煤灰综合利用现状	76
6.4	各地区综合利用情况	78
6.5	粉煤灰综合利用技术装备	80
6.6	粉煤灰综合利用标准制修订情况	86
6.7	粉煤灰综合利用发展前景	88
第七章	工业副产石膏综合利用发展现状及前景展望	92
7.1	工业副产石膏综合利用概况	92
7.2	工业副产石膏的基本性质	93
7.3	工业副产石膏综合利用现状	96
7.4	工业副产石膏综合利用技术	110
7.5	工业副产石膏综合利用典型企业	116
7.6	工业副产石膏综合利用标准制修订情况	119
7.7	工业副产石膏综合利用存在的问题	120
7.8	工业副产石膏综合利用发展前景	122
第八章	氨碱白泥综合利用发展现状及前景展望	126
8.1	氨碱白泥综合利用发展概况	126
8.2	氨碱白泥综合利用现状	127
8.3	氨碱白泥综合利用重点企业	130
8.4	氨碱白泥综合利用发展前景	133

第一章

大宗工业固体废物综合利用发展概况

1.1 本报告的范围

本报告所指大宗工业固体废物，是指工业各个领域在生产活动中年产生量较大的尾矿^①、赤泥^②、钢铁渣^③、煤矸石^④、粉煤灰^⑤、工业副产石膏^⑥和氨碱白泥^⑦七种固体废弃物，报告中数据由各省市工业和信息化主管部门提供，并经行业专家整理测算。

大宗工业固体废物综合利用，是指将大宗工业固体废物用于提取有价值组分，生产建筑材料、环保材料或其他材料，填筑低洼地、路基，建筑工程回填，充填矿井、露天矿坑及塌陷区，生产肥料，改良土壤等。但不包括按现有规范进行堆存处置，以及后续的绿化复垦。

本报告中大宗工业固体废物的综合利用率按下式计算：

$$\text{综合利用率}(\%) = \frac{\text{当年大宗工业固体废物利用总量}}{\text{当年大宗工业固体废物产出总量}} \times 100\%$$

1.2 大宗工业固体废物产生情况

2009年我国大宗工业固体废物总产生量约为26亿吨，比上年增



长 9.7%。其中,尾矿 11.92 亿吨,比上年增长 8.4%;赤泥 0.29 亿吨,比上年增长 4.4%;钢铁渣 2.74 亿吨,比上年增长 17.4%;煤矸石 5.6 亿吨,比上年增长 11.1%;粉煤灰 4.2 亿吨,比上年增长 6.3%;工业副产石膏 1.18 亿吨,比上年增长 13.9%;氨碱白泥 0.05 亿吨,比上年减少 6.2%。

2005—2009 年各类大宗工业固体废物的产生量如表 1-1 所示。

表 1-1 2005—2009 年各类大宗工业固体废物的产生量 单位:亿吨

种类 年份	尾矿	赤泥	钢铁渣	煤矸石	粉煤灰	工业副产 石膏	氨碱 白泥	合计
2005	7.3300	0.1033	1.6938	3.4700	3.0200	0.5375	—	16.1488
2006	8.9600	0.1644	2.0551	3.7800	3.5200	0.6955	0.0490	19.2240
2007	10.2300	0.2341	2.2216	4.5200	3.8800	0.8772	0.05040	22.0133
2008	11.0000	0.2734	2.3289	5.0400	3.9500	1.0402	0.05310	23.6856
2009	11.9200	0.2854	2.7356	5.6000	4.2000	1.1845	0.04980	25.9753

由表 1-1 可以看出,2005—2009 年各类大宗工业固体废物中产生量增长幅度最大的是赤泥,从 1033 万吨增长到 2854 万吨,增长率为 176.3%;其次是工业副产石膏,从 5375 万吨增长到 11845 万吨,增长率为 120.4%;增长幅度最小的是白泥,2006 年到 2009 年增长率为 1.6%。

注:①尾矿:是选矿过程中产生的固体废弃物。按行业划分主要包括黑色金属尾矿、有色金属尾矿、稀贵金属尾矿和非金属尾矿。

②赤泥:是以铝土矿为原料生产氧化铝过程中产生的极细颗粒且具有强碱性固体废物。

③钢铁渣:是钢铁冶炼过程所产生的以硅酸盐、铝硅酸盐为主要成分的炉渣。

④煤矸石:是煤炭开采和洗选加工过程中产生的固体废物。煤矸石的化学成分主要包括 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 及某些稀有金属和多种微量元素。

2009年各类大宗工业固体废物所占比例如表1-2和图1-1所示。

表1-2 2009年全国各类大宗工业固体废物所占比例

种类	尾矿	赤泥	钢铁渣	煤矸石	粉煤灰	工业副产石膏	氨碱白泥	合计
2009年产生量/亿吨	11.92	0.29	2.74	5.60	4.20	1.18	0.050	25.98
占总产生量的百分比/%	45.88	1.11	10.55	21.56	16.17	4.54	0.19	100.00

表1-2和图1-1表明,2009年我国产生的各类大宗工业固体废物中尾矿所占的比例最大,为45.88%;其次是煤矸石和粉煤灰,

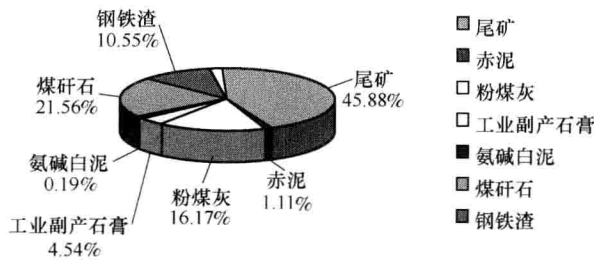


图1-1 2009年全国各类大宗工业固体废物所占比例

注：⑤粉煤灰：是指从燃煤（含煤矸石、煤泥）锅炉烟气中收集的粉尘和炉底渣。粉煤灰化学成分以 SiO_2 和 Al_2O_3 为主，其他成分为 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 及未燃尽有机质（烧失量）。

⑥工业副产石膏：也叫化学石膏，是指工业生产中产生的以硫酸钙（主要为二水硫酸钙）为主要成分的工业废渣。其中，脱硫石膏、磷石膏是我国主要的工业副产石膏品种。

⑦氨碱白泥：是指氨碱法生产纯碱过程中产生的，以 CaCO_3 、 CaSO_4 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 SiO_2 等为主要成分的工业废渣。



分别占 21.56% 和 16.17%，这三类工业固体废物占了总量的 83.61%。工业副产石膏、赤泥和氨碱白泥所占比例相对较小，分别为 4.54%、1.11% 和 0.19%。

1.3 大宗工业固体废物综合利用情况

2009 年全国大宗工业固体废物综合利用基本情况如表 1-3 所示。

表 1-3 2009 年全国大宗工业固体废物综合利用基本情况

种类	尾矿	赤泥	钢铁渣	煤矸石	粉煤灰	工业副产石膏	氨碱白泥	工业固体废物总量
2009 年产生量 /亿吨	11.92	0.29	2.74	5.60	4.20	1.1845	0.050	25.98
2009 年综合利用量 /亿吨	1.59	0.01	1.66	3.50	2.85	0.4458	0.0060	10.06
2009 年综合 利用率/%	13.31	3.45	60.45	62.50	68.00	37.64	12.60	38.72

从表 1-3 可以看出，2009 年我国大宗工业固体废物中利用率最高的是粉煤灰，达到了 68.00%；其次是煤矸石，为 62.50%；钢铁渣，为 60.45%；综合利用率最低的是赤泥，仅为 3.45%。大宗工业固体废物中比例最大的尾矿，2009 年综合利用率仅为 13.31%。因此 2009 年大宗工业固体废物综合利用率只有 38.72%。

1.4 大宗工业固体废物综合利用的意义

(1) 提高资源利用率，增加有效供应量，创造良好经济效益

2009年,我国从钢渣中提取渣钢约400万吨,价值100亿元以上;全国已建成投产和在建的以煤矸石、煤泥和部分中煤为主要燃料的低热值燃料电厂约400座,装机容量(包括已建和在建)2500万千瓦,燃用煤矸石、煤泥合计约2亿吨。如果这些机组全部投入运营,每年可发电近1700亿度,价值250亿元以上。

2009年,我国水泥总产量为16亿吨,以平均掺入20%的废渣作为混合材计算,共掺入工业废渣3.2亿吨。我国用于生产商品混凝土的水泥约占水泥总产量的30%,即2009年有4.8亿吨水泥用于生产商品混凝土。以混凝土搅拌站平均每吨混凝土需配掺0.3吨废渣计算,全国共使用1.44亿吨废渣作为混凝土掺和料。两项合计,我国水泥混凝土行业2009年共利用废渣4.64亿吨,相当于节省了4亿吨以上的水泥,按每吨200元的保守价格计算,相当于产生800亿元以上的价值。

(2) 有利于减少土地占用、保护环境,促进社会可持续发展

2009年,我国大宗工业固体废物综合利用量约10亿吨,以平均每万吨工业固体废物占地0.5亩计算,可减少占用土地5万亩,彻底解决了这些固体废物堆存所造成的环境污染问题,保障了周边居民的身体健康和生命财产安全,促进了社会的可持续发展。

(3) 促进节能减排,发展循环经济

大宗工业固体废物综合利用对节能减排的贡献巨大。仅以水泥混凝土行业使用了4.64亿吨废渣,节省了4亿吨以上的水泥计算:每节省1吨水泥可节省煅烧所用标准煤0.121吨,即2009年共节省5000万吨标准煤。每节省1吨水泥可减排0.815吨的 CO_2 (其中:0.390吨 CO_2 是燃料燃烧产生的,0.425吨 CO_2 是石灰石分解产生

注:度=千瓦时= $3.6 \times 10^6\text{J}$



的)。以此计算, 2009 年全国水泥混凝土行业通过综合利用大宗工业固体废物, 共减排 CO₂ 达 3 亿吨以上。

1.5 大宗工业固体废物综合利用面临的主要问题

(1) 认识不足, 缺乏基础数据统计

目前, 我国仅在工业固体废物安全堆存、处置等方面有强制性法律要求, 而在工业固体废物综合利用方面缺乏法律法规, 未加以规范并提出强制性要求。加之大宗工业固体废物堆存的环境风险和安全隐患具有长期性、隐蔽性, 导致一些企业重视程度不够, 没有充分意识到综合利用是解决工业固体废物堆存所带来的环境、安全问题的治本之策。

当前, 我国国民经济发展统计体系中尚无有关大宗工业固体废物综合利用的基础统计数据, 不利于提出科学的政策措施, 更不利于根据实际情况对政策措施做出实时调整。部分协会及相关组织已进行少量统计工作, 方法不统一、口径不一致、统计数据不完整, 且信息交流不畅, 导致统计数据不准确, 难以作为宏观指导的基础依据, 难以针对实际情况提出有效措施。

(2) 缺乏关键技术支撑

国家在大宗工业固体废物综合利用前瞻性技术开发上投入不足, 企业缺少投资重大关键技术的动力和积极性, 大宗工业固体废物综合利用工艺技术、装备水平较低。提高我国大宗工业固体废物综合利用水平, 迫切需要先进的科技手段予以支撑。依托重点和骨干企业, 开展大宗工业固体废物综合利用关键技术和装备研究, 突破综合利用技术瓶颈, 对于全面提升我国大宗工业固体废物综合利用技术、装备水