

中国水泥行业节能环保知识问答丛书

固体废物协同处置 与综合利用



固废资源化利用与节能建材国家重点实验室
STATE KEY LABORATORY OF SOLID WASTE REUSE FOR BUILDING MATERIALS

战佳宇 李春萍 杨飞华等 编著

什么是水泥窑协同处置废弃物？

水泥窑协同处置固体废物相关标准规范有哪些？

水泥窑协同处置固废主要有哪些技术方案可供选择？

如何合理确定替代燃料进入分解炉的位置？

我国水泥窑协同处置固废的典型实例有哪些？

水泥行业综合利用废弃物的途径有哪些？

中国建材工业出版社

Co-processing and Comprehensive
Utilization of Solid Waste

中国水泥行业节能环保知识问答丛书

固体废物协同处置与综合利用



固废资源化利用与节能建材国家重点实验室
STATE KEY LABORATORY OF SOLID WASTE REUSE FOR BUILDING MATERIALS

战佳宇 李春萍 杨飞华等 编著



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

固体废物协同处置与综合利用/战佳宇, 李春萍, 杨飞华等编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-5160-1040-2

I. ①固… II. ①战… ②李… ③杨… III. ①固体废物处理②固体废物利用 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 278069 号

内 容 简 介

本书是“中国水泥行业节能环保知识问答丛书”的一个分册, 详细介绍了固体废物基本知识, 国内外固体废物处置法规、标准和有关政策, 固体废物水泥窑协同处置和综合利用技术, 系统地讲述了近年来受到业内普遍关注的生活垃圾、市政污泥、危险废物、污染土壤以及工业固废的水泥窑协同处置技术。本书在内容上既有必要的理论阐述, 也有实践经验的总结, 可供相关领域的技术人员、科研工作者及管理人员参考。

固体废物协同处置与综合利用

战佳宇 李春萍 杨飞华等 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 18.25

字 数: 450 千字

版 次: 2014 年 12 月第 1 版

印 次: 2014 年 12 月第 1 次

定 价: 68.80 元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgychs

广告经营许可证号: 京海工商广字第 8293 号

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

本书编委会

主 编：战佳宇 李春萍 杨飞华

副主编：郝利炜 罗 宁 熊运贵 陈晓东

主 审：王肇嘉

副 审：徐永模 王郁涛 何光明 范永斌

职业阅读之于产业升级的价值

——为《中国水泥行业节能环保知识问答丛书》出版而作

“千秋邈矣独留我，百战归来再读书”。百余年前曾国藩写下的名联，除了告诫之意，一个“再”字更体现了一代伟人的情怀：保持一颗冷静的心去读书，修身养性，报效社会。

李克强总理认为，“在快速变革的时代仍需一种内在的定力和沉静的品格。阅读能使人常思常新。好读书，读好书，既可提升个人能力、眼界及综合素质，也会潜移默化影响一个人的文明素养，使人保持宁静致远的心境、砥砺奋发有为的情怀”。李克强总理倡导读书，其语言沉静而质朴。现实生活中的成功人士，好读书正是他们的共同特征。

不管是电子阅读，还是手机阅读，亦或是纸质阅读，阅读是获取知识与力量的有效捷径。说是捷径，是因为图书，尤其是专业读物，本身就是经过作者千转百回、反复打磨过的，是一种精神、知识、见解、经验的聚集和结晶。阅读这些好的读物，就好比是站在了他人的肩膀上，你可以看得更远，从中吸取到营养和力量。作为职业人，除了要阅读社会生活类读物外，还要多读职业图书。职业阅读的价值，不仅仅在于具有功利需求的职称考试、职业资格考试等，更重要的价值在于系统、全面地研究你所从事职业的专业知识、技术、技能等。通过职业阅读，结合自身的工作实践，去吸取营养，发现和思考问题，从而更好地应用于职业工作中去。

如果把职业阅读放大到企业层面，其意义对于企业的发展就更为重要而长远了。企业竞争力的关键在于是否具有高素质、高素养的职业工作者，尤其是在新型工业化和信息化日趋强化的未来，是否具备一支少而精的高素质人才队伍，成为许多行业企业能否应对挑战和谋求发展的关键因素。

新常态下的中国经济有着太多与过去不同的地方，新常态对于绝大多数产业经济而言，去浮躁、求稳健、重质量、可持续、抓效益等应当成为一种新的常态追求。国内房地产和基建投资的辉煌时期已经成为过去，我国水泥需求市场的天花板数量已经有了答案，国内水泥产业的今后之路一是沉下去推动自身的转型升级，二是走出去寻求外面的世界和市场。

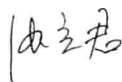
所谓水泥产业的转型升级，其中的重要内容即是如何解决节约资源、能源，控制人力成本和制造成本，提高运转效率和质量，减少排放和保护环境，与社会协同发展等问题。解决这些问题，都离不开职业阅读，离不开知识、智力和技术的支撑。从这个角度而言，中国建材工业出版社水泥建材图书编辑部的同志组织出版的“中国水泥行业节能环保知识问答丛书”，是为我国水泥产业的转型升级做了一份贡献，出了一份力量。

这套丛书的作者都是相关领域里的权威和专家，我们感谢他们为推动和服务水泥产业的

节能环保事业所付出的无私的智力劳动。更多高质量的专业读物的出版，对于产业和企业的进步而言，无疑是一个福音。关注、参与、支持专业读物的出版和职业阅读，既是个人的社会责任，也是重要的企业社会责任。

中国建材工业出版社作为建设工程、建筑材料、园林古建和教材教辅领域的专业出版机构，长期以来致力于服务产业经济发展，这些专业读物突出了实用性、专业性、权威性和前瞻性，受到了广大专业读者的普遍欢迎和喜爱。秉承“以出版为平台，以图书为抓手，建设综合文化服务机构”的追求和理念，相信凝聚诸多智慧和心血的专业读物，一定会为我们的经济、社会发展做出更大贡献。

中国建材工业出版社社长



2015年1月

序

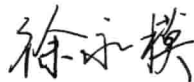
在中国共产党的十八大报告中，生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设五位一体，形成了中国特色社会主义建设的总布局。生态文明建设正在融入制造业发展的各个方面。作为重要基础原材料产业的水泥工业，其自身的节能、降耗、减排往往成为社会关注的重点。水泥工业应在生态文明建设中提供“正能量”，这是水泥工作者的社会责任和历史使命。如果说前者是压在水泥工业头上的一项黑帽子，那么水泥工作者的职责就是要为水泥工业换上绿色环保的新装，在生态文明建设和经济社会可持续健康发展中都起到不可或缺的支撑作用。

所幸，由于科技创新发展，今天我们能够通过利用水泥工业协同处置各种废弃物，包括城市污泥、生活垃圾、工业危废物，以及对各种工业固体废物的无害化处置和资源化综合利用，并已取得良好的社会效益、环境效益。水泥工业正在以环保产业的新业态和新定位，在我国工业化和城镇化进程中、在环境保护和生态文明建设中发挥着重要作用。

这本书的作者们总结了国内外水泥工业在固体废弃物处置和综合利用领域的理论与实践，以问答的形式，分门别类，由浅入深，详细梳理论述了水泥工业在协同处置和综合利用固体废弃物过程中的共性问题，包括水泥生产工艺参数调控、装备改进、污染物产生及控制等。同时，本书还全面系统地介绍了生活垃圾、市政污泥、污染土壤、危险废物、工业固废等典型废弃物的协同处置和综合利用技术，既包括了基本理论、概念，又涵盖了目前先进技术的要点，内容丰富全面，易读易懂，具有科普意义，这是本书的一大亮点。此外，本书还汇集了国内外固体废物处置的法规、标准、有关政策以及水泥窑协同处置废弃物的典型案例，可供政府主管部门和同行业工作者参考。

从2000年开始，笔者就开始对国内外水泥窑协同处置废弃物技术和实践进行考察，后来在行业层面又组织实施了多个相关的国家支撑项目和产业化专项，开发了金隅集团、中材集团、华新水泥和海螺水泥等各有特色的自主创新技术。不久前，全国政协组织的“双周座谈会”专题研讨并充分肯定了水泥窑协同处置技术。可以说，水泥窑协同处置废弃物作为中国水泥工业转型升级和可持续发展的道路已经得到明确和认可。目前，许多企业正在积极实施协同处置工程，但在认识和知识方面亟需提高。因此，这本书的出版恰逢其时，将对我国水泥窑协同处置技术的推广应用起到积极的促进作用。还需要指出的是，科技创新永远在路上，这本书只是对既有的创新发展的总结梳理。相信不用多久，本书的第二版将向读者呈现更加丰富的、具有中国特色和优势的水泥窑协同处置技术。

中国硅酸盐学会理事长



2015年1月

前 言

2013年,中国水泥产量达到24.2亿吨,占到全球总产量的58.6%,中国成为世界上最大的水泥生产和消费大国。水泥工业作为我国基础性原材料工业的支柱性产业,为我国经济、社会可持续发展和改善人们生活质量提供了强大的物质基础,对我国社会进步和经济发展做出了巨大贡献。然而,当前资源和能源消耗与环境保护之间日益突出的矛盾严重制约了水泥工业的健康发展,甚至威胁到了水泥企业的生存。我国水泥工业科技工作者们一直在为实现水泥工业从高污染、高能耗和资源型行业向资源节约型、环境友好型行业转型升级进行不懈的努力与奋斗:从综合利用大宗固体废弃物作为水泥生产原料、混合材到利用水泥窑协同处置生活垃圾、污泥、危险废弃物等固体废弃物,从余热发电广泛应用到污染物排放全面控制。当今我国水泥工业正处于转型升级的关键时期,水泥生产全过程的资源节约与环境友好体现了水泥行业工作者为建设生态文明社会贡献力量的决心。

我国工业固体废物如粉煤灰、矿渣、煤矸石等替代传统水泥原料和燃料已在水泥行业实践多年,生产应用技术、工艺、装备成熟,并取得了良好的社会效益、经济效益与环境效益。当前我国水泥产业在国内已有合理的布局,充分利用现有水泥企业来处置大宗固体废弃物,可以节省固体废物处置用的土地和固定资产投资,同时有利于化解我国当前水泥产能过剩的局面,因此水泥窑协同处置固废这项技术无疑是我国当前处置固体废物最重要、最有效的途径之一。

水泥窑协同处置固体废物自发达国家从20世纪70年代开始研究以来,至今已有四十多年的历史,在国际上已经得到广泛的认可和应用。近年来,我国也开展了利用水泥窑协同处置城市生活垃圾、污泥、污染土壤、危险废物的研究和实践工作,取得了可喜的成绩。一些大型水泥生产企业建立了示范线,使用了水泥窑协同处置固体废物关键装备,具备了综合处置多种固体废弃物的能力,成为了支撑我国城市正常运营关键的基础设施。

固废资源化利用与节能建材国家重点实验室依托北京建筑材料科学研究总院有限公司,近年来一直致力于固体废物建材化利用技术与科技成果转化工作,承担了多项国家和省部级的科研项目,在水泥窑协同处置固体废物方面积累了多项研究成果。

本书共分为十章,内容包括了固体废物概述、水泥窑协同处置固体废物和水泥工业固体废物综合利用三部分。本书的编者为从事水泥环保领域的科技工作者。第一章由李春萍博士撰写,从固体废弃物的基本概念入手,阐述了固体废物的组成、危害、我国固废排放现状、管理体系及处理技术。第二章由罗宁工程师撰写,汇集了国内外关于固体废物处置的法规、政策和标准,并对水泥窑协同处置固体废物相关标准进行了详细解读。第三章由陈晓东高工和战佳宇博士撰写,着重探讨了水泥窑协同处置固废的工艺、系统优化、污染物控制技术。第四章至第八章由战佳宇博士、李春萍博士和郝利炜工程师撰写,分别介绍了我国学者在水泥窑协同处置生活垃圾、市政污泥、工业固废、危险废弃物及污染土壤热点问题的研究经验及固废资源化利用与节能建材国家重点实验室近年来承担国家课题的相关研究成果,内容涵盖了废弃物的预处理技术、替代燃料技术、替代原料技术等方面。第九章由战佳宇博士和

熊运贵总工撰写，介绍了国内外水泥窑协同处置固废典型案例。第十章由郝利炜工程师和杨飞华教授级高工撰写，重点阐述了大宗固体废物水泥工业综合利用技术。

在本书的编辑整理过程中得到了中国水泥协会王郁涛副秘书长、范永斌主任及众多专家的大力支持和精心指导。在此谨向他们致以诚挚的谢意。中国建材工业出版社的编辑人员为本书的编辑和出版工作付出大量劳动，在此一并表示感谢。最后，特别感谢中国硅酸盐学会徐永模理事长为本书作序，使所有编者备受鼓舞。

由于作者水平有限，编著疏漏之处，敬请读者同行不吝赐教。

编者

2014年11月26日



固废资源化利用与节能建材国家重点实验室

STATE KEY LABORATORY OF SOLID WASTE REUSE FOR BUILDING MATERIALS

网址: <http://www.swr-lab.com.cn/>

固废资源化利用与节能建材国家重点实验室（以下简称“重点实验室”）依托北京建筑材料科学研究总院有限公司，是国家科技部批准建设的国家重点实验室，本着“开放、流动、联合、竞争”的总方针，开展共性关键技术研究、增强技术辐射能力、推动产学研相结合，以科技进步引领行业发展。

重点实验室以工业固废与节能建材研究、生活固废与节能建材研究、建材工业协同处置危险固废研究、固废制备节能建材评价技术研究为主要研究方向。近年来，重点实验室投资数千万元，先后建设了扫描电镜实验室、放射性实验室、固体表面分析实验室、固废利用评价研究室、抗菌实验室、化学分析室、生活垃圾研究室、物化实验室等专业实验室，拥有数百套先进的实验仪器设备，科研实验条件达到国内领先水平。

重点实验室积极申报承担国家、省市级科研项目，不断研发转型技术，推进科技成果产业化，形成了系列拥有自主知识产权的技术和产业，如生活垃圾焚烧飞灰处置技术、脱硫石膏综合利用技术、生活垃圾零填埋技术、粉煤灰制备加气混凝土技术、城市污泥水泥窑处置技术、干粉砂浆成套技术等。重点实验室现拥有高强石膏、酚醛保温板、水泥窑协同处置生活垃圾、水泥窑协同处置污泥等中试生产线，具有较强的技术研发和成果转化能力，有力推动了我国固废资源化利用领域的技术进步和相关产业的发展。



北京建筑材料科学研究总院
BEIJING BUILDING MATERIALS ACADEMY OF SCIENCES RESEARCH





中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88385207

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第一章 固体废物基本知识	1
第一节 固体废物概念	3
1. 什么是固体废物?	3
2. 固体废物应该包括哪些基本点?	3
3. 什么是固体废物的二重性?	3
4. 固体废物有哪些分类方法?	4
5. 什么是城市固体废物?	4
6. 城市固体废物主要包括哪些?	4
7. 什么是有机废物? 有机废物包括哪些?	4
8. 什么是无机废物? 无机废物包括哪些?	4
9. 什么是生活垃圾?	5
10. 城市生活垃圾包括哪些种类?	5
11. 我国城市生活垃圾有哪些特点?	5
12. 什么是餐厨垃圾?	6
13. 与生活垃圾相比, 餐厨垃圾有哪些特点?	6
14. 什么是农业固体废物?	6
15. 农业固体废弃物包括哪些?	6
16. 什么是工业固体废物? 主要的工业固废来源于哪些行业?	7
17. 工业固体废物主要包括哪些?	7
18. 什么是放射性废物?	7
19. 放射性废物包括哪些?	7
20. 什么是灾害性废物?	8
21. 灾害性废物的主要特点是什么?	8
第二节 固体废物的组成	8
22. 固体废物的组成受哪些因素影响?	8
23. 从固体废物的产生源分析其组成有哪些?	8
24. 城市生活垃圾由哪几部分组成?	9
25. 国内外市政废物在组成上有何区别?	9
26. 国外城市生活垃圾组分有何特点?	9
27. 国内城市生活垃圾组分有哪些特点?	10
28. 城市生活垃圾产量和组分受哪些因素影响?	11
29. 人口对城市生活垃圾组分有哪些影响?	11
30. 居民生活和消费水平对城市生活垃圾组分有哪些影响?	12
31. 城市能源结构对城市生活垃圾组分有哪些影响?	12

32. 地域差异对城市生活垃圾组分有哪些影响?	12
33. 季节因素对城市生活垃圾组分有哪些影响?	13
34. 建筑垃圾的组成有什么特点?	13
35. 建筑垃圾的主要组分有哪些?	13
第三节 固体废物的环境危害	13
36. 固体废物对环境的潜在污染特点有哪些?	13
37. 固体废物对哪些环境主体会产生影响?	14
38. 固体废物对土地会产生什么影响?	14
39. 固体废物对土壤会产生什么影响?	14
40. 固体废物对大气会产生什么影响?	14
41. 固体废物对水体会产生什么影响?	15
42. 固体废物对人类健康会产生什么影响?	15
43. 固体废物对生物群落会产生什么影响?	15
44. 垃圾处理过程挥发的恶臭气体有哪些?	16
45. 固废渗滤液中的污染物有哪些?	16
46. 城市固废中含有哪些病原体微生物?	16
47. 重金属污染物有哪些特点?	16
48. 重金属污染物有哪些危害途径?	17
49. 铅来源于哪些废弃物? 有哪些危害?	17
50. 汞来源于哪些废弃物? 有哪些危害?	17
51. 镉来源于哪些废弃物? 有哪些危害?	18
52. 铬来源于哪些废弃物? 有哪些危害?	18
53. 砷来源于哪些废弃物? 有哪些危害?	18
第四节 国内固体废物排放现状	19
54. 我国工业固废的排放现状如何?	19
55. 我国工业固废的排放地域特点如何?	19
56. 我国城市生活垃圾的排放现状如何?	19
57. 我国市政污泥的排放现状如何?	19
58. 我国危险废物的排放现状如何?	20
59. 我国建筑垃圾的排放现状如何?	20
第五节 固体废物管理体系	21
60. 什么是固体废物管理的三化原则?	21
61. 什么是固体废物管理的“3R”策略?	21
62. 什么是固体废物管理的“3C”体系?	21
63. 什么是固体废物处理的“减量”?	21
64. 为什么要从源头减少固体废物的产生量?	21
65. 什么是固体废物处理的“重复利用”?	21
66. 什么是固体废物处理的“资源化”?	22
67. 什么是固体废物分类管理制度?	22

68. 什么是工业固体废物申报登记制度?	23
69. 什么是“三同时”制度?	23
70. 什么是“排污收费”制度?	23
71. 什么是“限期治理”制度?	23
72. 我国关于进口废物的管理制度有哪些?	23
73. 什么是“危险废物行政代执行”制度?	23
74. 什么是危险废物经营许可证?	24
75. 什么是危险废物流向报告单?	24
76. 什么是固体废物的全过程管理?	24
77. 什么是固体废物的综合管理概念?	24
78. 固体废物综合管理有哪些基本特征?	24
79. 固体废物综合管理体系范畴是什么?	25
第六节 固体废物处理技术	25
80. 固体废物处理技术包括哪些?	25
81. 固体废物预处理技术包括哪些?	25
82. 什么是固体废物的压实?	26
83. 固体废物的压实程度用什么度量?	26
84. 如何计算空隙比与空隙率?	26
85. 如何计算实密度与干密度?	26
86. 如何计算体积减少百分比?	27
87. 如何计算压缩比与压缩倍数?	27
88. 举例说明固废的压实流程?	27
89. 什么是固体废物的破碎?	28
90. 影响固体废物破碎效果的因素有哪些?	28
91. 固体废物的破碎方法有哪些? 如何选择?	28
92. 固体废物的破碎效果用什么度量?	28
93. 什么是破碎比? 如何计算?	28
94. 什么是破碎段?	29
95. 什么是粒径和粒径分布?	29
96. 什么是低温破碎和湿式破碎?	29
97. 举例说明固废的破碎工艺流程?	29
98. 什么是固体废物的分选?	30
99. 分选效果用什么指标评价?	30
100. 筛分原理是什么? 影响筛分的因素有哪些?	30
101. 筛分作业可分为几类?	30
102. 重力分选原理是什么? 影响重力分选的因素有哪些?	31
103. 重力分选的工艺特点是什么?	31
104. 如何判断物料重力分选的适宜性?	31
105. 磁力分选原理是什么? 影响磁力分选的因素有哪些?	31

106. 磁力分选的分选条件是什么？	32
107. 电力分选原理是什么？	32
108. 什么是光电分选？	32
109. 什么是浮选？浮选的原理是什么？	32
110. 固体废弃物中的水分分为几部分？如何脱除？	32
111. 什么是固体废弃物的固化技术？	32
112. 固体废弃物固化技术有哪些？	33
113. 水泥固化的优缺点有哪些？	33
114. 沥青固化的优缺点有哪些？	33
115. 自胶结固化的优缺点有哪些？	33
116. 玻璃固化的优缺点有哪些？	34
117. 简述固体废弃物固化处理的基本步骤？	34
118. 如何评价固体废弃物的固化效果？	34
119. 什么是固体废弃物的焚烧处理？	35
120. 影响固体废物焚烧处理的主要因素有哪些？这些因素对固体废物焚烧处理有何重要影响？ 为什么？	35
121. 什么是固体废弃物的生物处理？	35
122. 什么是固体废弃物的填埋处理？	35
第二章 国内外固体废物处置法规、标准和有关政策	37
第一节 我国有关法律、法规和政策	39
123. 我国固体废物处置相关法律、法规有哪些？	39
124. 我国关于固体废物资源综合利用相关政策有哪些？	39
125. 固体废物资源综合利用现行税收优惠政策有哪些？	40
126. 我国生活垃圾处置相关政策有哪些？	40
127. 我国污泥处置相关政策有哪些？	40
128. 我国危险废物处置相关政策有哪些？	41
129. 我国工业固废处置相关政策有哪些？	42
130. 我国水泥窑协同处置及综合利用固体废物相关政策有哪些？	42
第二节 地方政策规划	43
131. 固体废物处置地方总体政策规划有哪些？	43
132. 污泥处置相关地方政策规划有哪些？	44
133. 垃圾处置相关地方政策规划有哪些？	44
134. 危险废物处置相关地方政策规划有哪些？	44
135. 水泥工业协同处置固废相关地方政策规划有哪些？	44
第三节 标准规范	45
136. 固体废物分类标准有哪些？	45
137. 固体废物鉴别方法标准有哪些？	45
138. 我国污泥处置与资源化利用相关标准规范有哪些？	45
139. 生活垃圾处置与资源化利用相关标准规范有哪些？	45

140. 我国大宗工业固体废物处置与资源化利用相关标准规范有哪些？	46
141. 危险废物处置相关标准规范有哪些？	47
142. 放射性固体废物处置相关标准规范有哪些？	47
143. 固体废物处置其他标准规范有哪些？	47
144. 固体废物用于水泥工业原料的相关标准规范主要有哪些？	47
145. 工业废渣用于水泥混合材相关标准规范有哪些？	48
146. 水泥窑协同处置固体废物相关标准规范有哪些？	51
第四节 国外固体废物处置的法规、标准和有关政策	54
147. 欧盟固体废物处置相关法规、标准和有关政策有哪些？	54
148. 日本固体废物处置相关法规、标准和有关政策有哪些？	55
149. 美国固体废物处置相关法规、标准和有关政策有哪些？	56
第三章 固体废物水泥窑协同处置技术	57
第一节 水泥窑协同处置固体废物的种类及处理方式	59
150. 什么是水泥窑协同处置废弃物？	59
151. 水泥窑可以协同处置哪些固体废物？	59
152. 固体废物在水泥生产过程中有哪些用途？	59
153. 什么是替代燃料？	59
154. 替代燃料的使用应符合哪些原则？	59
155. 哪些固体废物可以作为水泥生产原料？	60
156. 哪些废物可以作为水泥生产替代燃料？	60
157. 按照固液体分类，水泥窑替代燃料有哪些？	60
158. 欧洲水泥窑替代燃料种类及比例如何？	61
159. 哪些固体废物禁止进入水泥窑？	61
160. 水泥窑协同处置废弃物要遵循哪些原则？	61
第二节 水泥窑协同处置固体废物的特点与优势	62
161. 水泥窑协同处置固体废物有哪些特点？	62
162. 什么是焚毁去除率和焚毁率？	63
163. 什么是燃烧效率（CE）？	64
164. 什么是热灼减率？	64
165. 水泥窑与垃圾焚烧炉、危险废物焚烧炉的技术指标有何差别？	64
166. 利用水泥窑协同处置固体废物的关键是什么？	64
第三节 水泥窑协同处置固体废物工艺	65
167. 废弃物可以从哪些投加点进入水泥生产过程？	65
168. 水泥窑替代燃料加入方式有哪几种？	65
169. 用于协同处置固体废物的水泥窑应满足哪些条件？	65
170. 固体废物中硫、氯、碱金属的来源有哪些？	66
171. 固体废物中的硫、氯、碱金属成分对煅烧有什么不利影响？	66
172. 固体废物中硫、氯、碱金属对水泥熟料质量有哪些影响？	67
173. 固体废物中硫、氯、碱金属对耐火材料有哪些影响？	67

174. 使用替代燃料时耐火材料应如何选择？	67
175. 硫、氯、碱在水泥烧成系统内的有哪些循环特性？	68
176. 如何控制水泥窑协同处置工艺中的硫、氯、碱金属？	69
177. 固体废物中的重金属对熟料烧成有哪些影响？	69
178. 固体废物中的重金属在水泥熟料烧成过程中的挥发性如何？	70
179. 为什么水泥窑协同处置固废应对水泥窑系统进行工艺优化设计和技术改造？	71
180. 水泥窑工艺优化设计需要考虑哪些因素？	71
181. 水泥窑协同处置固废主要有哪一些技术方案可供选择？	72
182. 水泥窑技术改造方案设计步骤有哪些？	72
183. 利用固废做替代原料时生料的配方设计应考虑哪些因素？	73
184. 为什么使用固废替代燃料后窑系统产生的烟气量会发生变化？	73
185. 为什么使用固废替代燃料后需要对水泥窑系统热工参数进行反求计算？	73
186. 常用的适用于水泥窑协同处置的工艺系统技术改造方案有哪些？	74
187. 处置固废时如何确定预热器的级数？	74
188. 为什么说分解炉系统是处置可燃固废的主要系统？	75
189. 处置可燃固废对分解炉选型的要求是什么？	76
190. 如何合理确定替代燃料进入分解炉的位置？	76
191. 为什么协同处置固废时，二次风量与三次风量的比例关系调整至关重要？	76
192. 如何通过操作和技术改造来调整二次风量与三次风量比例关系？	77
193. 为什么说提高窑尾分解炉燃料比例可进一步提高固废的处置量？	77
194. 为什么借助窑系统富氧燃烧可以提高固废的处置量？	77
195. 为什么在处置固废时应尽可能降低分解炉出口的 CO 浓度？	77
196. 为什么分解炉处置固废时需要增设空气分级燃烧系统？	78
197. 处置固废时空气分级燃烧的设计原则是什么？	78
198. 如何确定空气分级燃烧的设计方案？	78
199. 为什么在处置固废时容易造成分解炉内及出口 CO 浓度偏高？	78
200. 处置固废时分解炉内及出口 CO 浓度偏高的工艺原因有哪些？	80
201. 为什么在处置固废时应尽可能降低分解炉出口的 CO 浓度？	81
202. 处置固废时如何降低分解炉内 CO 的浓度？	81
203. 为什么分解炉内 CO 浓度偏高对选择性非催化还原 (SNCR) 脱硝效率会产生影响？	82
204. 什么是水泥窑协同处置废弃物气化炉系统？	84
205. 固废气化与水泥窑系统协同关系如何？	85
206. 固废气化的工艺流程是什么？	86
207. 为什么固废在气化炉内气化效果越好，对水泥窑系统的影响越小？	86
208. 什么是水泥窑协同处置固废三路入窑技术？	87
209. 典型水泥窑旁路放风系统的工艺流程是什么？	87
210. 固废气化气体入分解炉对环境的影响如何？	88
211. 为什么高热值固废入分解炉技术与低热值固废气化气体入分解炉技术的进行可以提高协同处置量？	89