



ENGINEERING TRAINING FOR
SOLID WASTE TREATMENT AND DISPOSAL

固体废物处理与处置 工程素质综合训练

主 编 李登新
副主编 夏华磊 肖政国



UTI FEIWU
CHULI YU CHUZHONG GONGCHENG SUZHI ZONGHE XUNLIAN

《固体废物处理与处置工程素质综合训练》系统地介绍了国内外固体废物管理模式及其实际工程案例、固体废物资源化项目可行性报告编写模式及工程案例、城市固体废物问题系统解决工程方案及其优化、污泥处理与处置工程方案优选、生物质资源化工程、典型工业固体废物资源化工程方案优选、危险废物管理与“三化”工程方案等。本书编著目的在于培养读者从工程视角分析实际工作中遇到的固体废物处理与处置难题，提出解决固体废物处理与处置过程中遇到的实际问题的技术及工艺，提高读者将理论知识应用到实际工作的能力。希望读者通过学习，提高学习环境专业的热情，掌握固体废物资源化和无害化工程系统理论、解释固体废物工程问题、提出解决固体废物资源化和无害化问题的工程思路。本书可供高等院校师生使用，也能对环境保护管理人员、污染控制决策人员、工程技术人员和科研人员有所裨益。



中国环境出版集团



中国环境出版集团
天猫旗舰店

ISBN 978-7-5111-3730-2



9 787511 137302 >

定价：82.00 元

固体废物处理与处置工程素质 综合训练

主 编 李登新

副主编 夏华磊 肖政国

中国环境出版集团·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

固体废物处理与处置工程素质综合训练/李登新

主编. —北京: 中国环境出版集团, 2019.1

ISBN 978-7-5111-3730-2

I. ①固… II. ①李… III. ①固体废物处理

IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 160861 号

出版人 武德凯
责任编辑 葛莉 郑中海
责任校对 任丽
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版集团
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (第二分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2019 年 8 月第 1 版
印 次 2019 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 27.75
字 数 536 千字
定 价 82.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

第一章 固体废物管理理论及应用	1
第一节 固体废物管理、处理与处置现状.....	1
第二节 不同类型固体废物治理模式.....	7
第三节 各类环境治理模式比较	12
第四节 多中心治理理论	17
第五节 多中心治理理论在固体废物处置中的研究现状.....	22
第六节 生活垃圾管理问题与建议	40
习题.....	58
参考文献	58
第二章 固体废物管理与处理处置项目可行性分析.....	59
第一节 项目进行可行性分析概述	59
第二节 项目可行性分析的方法与步骤.....	65
第三节 某城市垃圾处理项目的可行性案例分析.....	69
习题	178
参考文献	178
第三章 城市固体废物问题系统解决方案及其优化.....	179
第一节 城市垃圾管理现状与问题解决方案.....	179
第二节 城市垃圾处理行业概述	182
第三节 城市垃圾处理行业存在的问题与解决方案.....	218
第四节 城市建筑废弃物资源化利用系统解决方案.....	226

习题	278
参考文献	278
第四章 污泥处理与处置方案优选	280
第一节 污泥干化问题与解决方案	280
第二节 污泥干化工艺比较	284
第三节 污泥的稳定化案例分析	297
习题	307
参考文献	307
第五章 生物质资源化工程	308
第一节 生物质利用现状	308
第二节 生物质利用存在的问题与解决方案	318
第三节 秸秆生物质能源利用工程案例	330
习题	340
参考文献	340
第六章 典型工业固体废物资源化工程方案优选	342
第一节 煤炭工业固体废物处理工艺方案	342
第二节 化工行业固体废物处理工艺方案	366
第三节 冶金工业固体废物处理工艺方案	383
习题	400
参考文献	401
第七章 危险废物管理与“三化”工程方案	402
第一节 医疗危险废物全过程管理	402
第二节 危险废物资源化	412
第三节 主体方案设计	420
习题	436
参考文献	437

第一章 固体废物管理理论及应用

第一节 固体废物管理、处理与处置现状

一、固体废物概述

1. 固体废物的定义及分类

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(以下简称《固废法》)第八十八条对固体废物做了定义:在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。固体废物的分类方式很多,《固废法》根据产生源及对环境危害程度将固体废物分为工业固体废物、生活垃圾和危险废物三类。随着我国城市化的不断加速,居民生活水平不断提高,固体废物的种类与总量也与日俱增,加之固体废物产量难以控制,污染范围广,难治理,固体废物问题已成为国际公认的十大环境问题之一。

2. 固体废物的危害特性

固体废物能够对环境造成多方面的污染:①对水域的污染:在雨水的作用下,固体废物渗沥液透过土壤渗入地下水中,造成地下水污染。如果将固体废物倒入河流、湖泊、海洋,会引起大批水生生物中毒死亡,从而造成更严重的污染。②对土壤的污染:固体废物的存放不仅占用大量的土地,其渗沥液中所含的有毒物质会改变土壤的结构和土质,杀死土壤中的微生物,破坏土壤的生态平衡,使土壤受到污染。③对大气的污染:固体废物在堆放过程中,某些有机物在一定温度和湿度下发生分解,产生有害气体,造成对大气的污染。有些微粒状的废物会随风飘扬,扩散到大气中,造成空气污染,玷污建筑物及花果树木。④影响环境卫生和景观:我国生活垃圾、粪便的清运能力不高,无

害化处理率低,很大一部分垃圾堆存在于城市的一些死角,严重影响环境卫生,对市容和景观产生“视觉污染”,给人们的视觉带来不良刺激,这不仅直接破坏了城市、风景区等的整体美观,而且损害了我们国家和人民的形象。

2017年,全国共有214个大、中城市向社会发布了2016年固体废物污染环境防治信息。经统计,此次发布信息的大、中城市一般工业固体废物产生量为14.8亿t,工业危险废物产生量为3344.6万t,医疗废物产生量为72.1万t,生活垃圾产生量为18850.5万t。

二、我国固体废物排放及处理状况

1. 工业固体废物

工业固体废物是指在工业生产活动中产生的固体废物,包括各种废渣、污泥、粉尘等。工业固体废物需要严格按环保标准要求进行安全处理处置,处理不当会对水资源、土壤以及大气造成严重的污染。

(1) 产生概况

2001—2011年,我国工业固体废物产量总体呈现上升趋势。2002年我国工业固体废物的产生量为9.45亿t,2005年为13.44亿t,与2005年相比增长42.2%;2008年为19.01亿t,与2005年相比增长41.4%;而到2011年我国工业固体废物的产生量已经达到32.28亿t,与2008年相比增幅达到69.8%。2016年,214个大、中城市一般工业固体废物产生量达14.8亿t,综合利用量为8.6亿t,处置量为3.8亿t,贮存量为5.5亿t,倾倒丢弃量为11.7万t。一般工业固体废物综合利用量占利用处置总量的48.0%,处置量和贮存量分别占21.2%和30.7%,综合利用仍然是处理一般工业固体废物的主要途径,部分城市对历史堆存的固体废物进行了有效的利用和处置。由此可见,我国的固体废物产生量正逐年飞速增加,这些日益增长的固体废物对环境造成了很大的影响,现在已成为影响环境污染的主要因素。我国固体废物处置量仍处于较低水平,综合利用水平也不够。

(2) 行业及分布特点

我国工业固体废物绝大部分来自重工业。2010年我国工业固体废物的95.34%来自电力、热力生产和供应业、矿业、煤炭、石油开采及化工等重工业。我国工业固体废物的产生还有明显的地域特点,华北、华东和东北三个沿海地区产生的固体废物占全国总量的64%。排放量最大的三个地区分别是华北、西南、西北,占全国固体废物排放总量的86%,其中华北地区固体废物排放量占全国总量的36%;西南地区为38%;东北地区

最低,为1%。各省(区、市)的固体废物产生和排放主要由该地区的工业产业结构、工业发展水平和资源结构决定。如煤炭大省山西省,产生量最大的固体废物是煤矸石、尾矿、粉煤灰、高炉渣和锅炉煤渣,占全省固体废物产生总量的86.82%;上海市产生量最大的固体废物是冶炼废渣、粉煤灰、脱硫石膏,这三种废物产生量占全市固体废物产生总量的56.1%。

(3) 大宗工业固体废物资源利用

1) 尾矿。2016年,重点发表调查工业企业尾矿产生量为8.3亿t,占重点发表调查工业企业一般固体废物产生量的28.9%,综合利用量为2.2亿t(其中利用往年贮存量为369.3万t),综合利用率为26.2%。尾矿产生量最大的两个行业是黑色金属矿采选业和有色金属矿采选业,其产生量分别为3.8亿t和3.3亿t,综合利用率分别为24.5%和23.9%。

2) 粉煤灰。2016年,重点发表调查工业企业的粉煤灰产生量为4.5亿t,占比为15.6%,综合利用量为3.8亿t(其中利用往年贮存量为336.5万t),综合利用率为83.3%。粉煤灰产生量最大的行业是电力、热力生产和供应业,其产生量为3.7亿t,综合利用率为82.6%;其次是化学原料和化学制品制造业、非金属矿物制品业、有色金属冶炼和压延加工业、黑色金属冶炼和压延加工业,其产生量分别为2 221.3万t、1 387.3万t、1 304.2万t和649.4万t,综合利用率分别为78.9%、97.4%、86.9%和91.0%。

3) 煤矸石。2016年,重点发表调查工业企业的煤矸石产生量为3.4亿t,占比为11.7%,综合利用量为2.2亿t(其中利用往年贮存量为527.9万t),综合利用率为64.4%。煤矸石主要是由煤炭开采和洗选业产生,其产生量为3.2亿t,综合利用率为62.6%。

4) 冶炼废渣。2016年,重点发表调查工业企业的冶炼废渣产生量为3.3亿t,占比为11.4%,综合利用量为3.0亿t(其中利用往年贮存量为205.3万t),综合利用率为92.1%。冶炼废渣产生量最大的行业是黑色金属冶炼和压延加工业,其产生量为2.9亿t,综合利用率为94.7%,其次是有色金属冶炼和压延加工业,其产生量为2 174.0万t,综合利用率为71.4%。

5) 炉渣。2016年,重点发表调查工业企业的炉渣产生量为2.8亿t,占比9.9%,综合用量为2.4亿t(其中利用往年贮存量为214.6万t),综合利用率为82.7%。第一位是电力、热力生产和供应业,炉渣产生量为1.5亿t,综合利用率为80.0%;第二位是黑色金属冶炼和压延加工业,产生量为5 030.3万t,综合利用率为92.4%;第三位是化学原料和化学制品制造业,产生量为3 460.2万t,综合利用率为75.6%;第四位是非金属

矿物制品业,产生量为1 124.2万t,综合利用率为89.3%。

6) 脱硫石膏。2016年,重点发表调查工业企业的脱硫石膏产生量为8 672.6万t,占比为3.0%,综合利用量为7 027.9万t(其中利用往年贮存量为69.7万t),综合利用率为80.4%。脱硫石膏产生量最大的行业是电力、热力生产和供应业,其产生量为6 643.7万t,综合利用率为80.6%;其次为黑色金属冶炼和压延加工业、有色金属冶炼和压延加工业及化学原料和化学制品制造业,其产生量分别为750.3万t、528.0万t和412.1万t,综合利用率分别为76.0%、75.0%和91.4%。

2. 城市生活垃圾

(1) 生活垃圾产生与处理现状

“垃圾围城”成考验,加大投入是必然。根据住房和城乡建设部调查数据,目前全国有1/3以上的城市被垃圾包围;全国城市垃圾堆存累计侵占土地75万亩,垃圾污染形势严峻。与此同时,垃圾处理设施能力不足以及伴随着城镇化和生活水平的提高所带来的垃圾产生量持续增加,正在使污染问题进一步加剧。2015年,全国设市城市生活垃圾清运量约为1.92亿t,城市生活垃圾无害化处理量为1.80亿t。其中,卫生填埋处理量为1.15亿t,占63.9%;焚烧处理量为0.61亿t,占33.9%;其他处理方式占2.2%。无害化处理率达93.7%,比2014年上升1.9个百分点。全国生活垃圾焚烧处理设施无害化处理能力为21.6万t/d,占总处理能力的32.3%。从生活垃圾无害化处理情况来看,尽管近十年来城市垃圾无害化处理率大幅提升,但仅2013年末得到处理的垃圾就达到了1 844.6万t,2004—2013年累计未处理量则高达4.9亿t,如果考虑城市生活垃圾历史存量及无害化处理率更低的城镇及农村,则这一数字将十分庞大。显然,要缓解“垃圾围城”的压力,就必须加大无害化处理设施等投入,这为垃圾处理市场的发展带来了广阔的空间。

(2) 生活垃圾无害化处理处置

2016年,由住房和城乡建设部及环境保护部牵头建立的垃圾治理工作部际联席会议制度,重点推进非正规垃圾堆放点排查整治工作,计划2017年6月底前完成排查,2020年年底完成集中整治。共同召开的非正规垃圾堆放点排查整治工作电视电话会议,制定了非正规垃圾堆放点排查工作方案,明确了排查对象和范围、排查责任主体、排查工作要求。

(3) 电子废物

近年来,随着电子产品更新速度的加快,家用电器的报废率逐年提高,电子废物的

产量在城市生活垃圾中占有的比例逐年升高。报废的家用电器含有卤族元素、重金属等有毒有害物质,对人体健康及生活环境构成威胁。例如,废电视机的显像管属于易爆性废物;废旧线路板中含有的重金属会对水质和土壤造成严重危害;电冰箱的制冷剂和发泡剂以及空调器的制冷剂都是破坏臭氧层的物质;废弃的荧光屏、日光灯以及水银高速继电器都含金属汞;废润滑油会污染环境;电视机和计算机显示器的外壳及涂料对人体的影响也很大。这些废弃家电如不经处理直接进入环境,其中的有毒有害物质首先会对土壤和地下水造成严重污染,继而通过植物、动物进入人类的生活,处理不当也会对大气和水体等造成二次污染。

国家历年统计年鉴显示,我国居民家庭耐用消费品拥有量在种类和数量上都是逐年增加的,尤其是农村,电器类消费品涨幅比较大。2011年我国居民拥有移动电话约为9亿部,电视机为6亿台,空调为3亿台,冰箱、洗衣机均达到4亿台,按照家电产品5年的使用寿命,从2011年起,我国每年至少有1.72亿部电话、1.12亿台电视机、0.66亿台空调、0.71亿台冰箱、0.72亿台洗衣机以及0.45亿台计算机面临报废。2016年废弃电器电子产品拆解处理总重量为186.5万t,拆解处理产物为180.2万t。其中,彩色电视机CRT屏玻璃为73.1万t(其中含铅玻璃为24.7万t),占40.6%;塑料为37.7万t,占比为20.9%;钢铁为33.6万t,占比为18.7%;压缩机为7.7万t,占比为4.3%;印刷电路板为7.6万t,占比为4.2%;电动机为6.5万t,占比为3.6%;保温层材料为5.3万t,占比为2.9%;铜及其合金为2.7万t,占比为1.5%。

3. 建筑垃圾

据不完全统计,我国现存建筑垃圾达到35亿t,并且每年新增建筑垃圾15亿t,在未来5~8年内仍保持逐渐递增的趋势。每新建1万m²建筑,产生建筑垃圾500~600t;每拆除1万m²旧楼,产生建筑垃圾7000~12000t;到2020年,我国还将新增建筑面积约300亿m²。规模惊人的建筑垃圾,使我们在享受文明的同时,也在遭受着“垃圾围城”的困扰。传统处置方式不仅占用土地、污染水资源,还造成资源浪费,建筑垃圾资源化已成为解决城市建筑垃圾出路的唯一途径。

将建筑垃圾经破碎、筛分、除铁、轻物质分离等工艺处理后的再生骨料加工成透水砖、再生砂浆、PC预制构件、道路水稳层、干粉砂浆、RDF清洁燃烧棒等环保建材产品,从而使建筑垃圾变废为宝,最终实现生态效益、社会效益、经济效益等多方共赢的目的。

4. 危险废物

(1) 产生现状

危险废物是指具有各种毒性、易燃性、爆炸性、腐蚀性、化学反应性和传染性的废物,分47大类,共600多种,成分复杂,对生态环境和人类健康构成了严重威胁。被称为动植物和人类生存的“杀手”的废电池、废灯管和医院的特种垃圾,都被列入了《国家危险废物名录》。近年来,危险废物的产生量也呈现出逐年上升的趋势。

我国工业危险废物总量随时间呈逐渐上升的趋势。2002年,我国工业危险废物产生量约为1000万t,2005年达1160万t,比2002年增加16.0%;2008年达到1360万t,比2005年增加17.2%;2011年增幅最大,已经达到3.43亿t,比2008年同比增长152.2%。2001—2011年,我国工业危险废物处置率不超过30.0%,最高出现在2010年,达到28.4%,而最低出现在2002年,仅有18.5%。2001—2011年,全国累计固体废物贮存量高达3619万t。根据环境保护部的《中国环境统计年报(2011)》可知,2009年医疗废物产生量为28.3万t,放射源总数为1.1万枚;2011年医疗废物产生量为33.6万t,放射源总数为1.1万枚,医疗废物产生量增长了18.7%。2016年,214个大、中城市工业危险废物产生量达3344.6万t,综合利用量达1587.3万t,处置量达1535.4万t,贮存量为380.6万t。工业危险废物综合利用量占利用处置总量的45.3%,处置量和贮存量分别占43.8%和10.9%,有效利用和处置是处理工业危险废物的主要途径,部分城市对历史堆存的危险废物进行了有效的利用和处置。

(2) 危险废物管理与处置

截至2016年年底,全国各省(区、市)颁发的危险废物(含医疗废物)经营许可证共2195份。其中,江苏省颁发许可证数量最多,共221份。2016年全国危险废物经营许可证数量增长149%。2016年,全国危险废物经营单位核准经营规模达到6471万t/a(含收集经营规模397万t/a);实际经营规模为1629万t(含收集23万t),其中,利用危险废物1172万t,处置医疗废物83万t,采用填埋方式处置危险废物86万t,采用焚烧方式处置危险废物110万t,采用水泥窑协同方式处置危险废物43万t,采用其他方式处置危险废物112t。与2006年相比,2016年危险废物实际经营规模增长448%。

5. 医疗废物管理

医疗废物属于危险废物,处置医疗废物需要申请领取危险废物经营许可证。全国拥有危险废物经营许可证的医疗废物处置设施分为两大类,即单独处置医疗废物设施和同

时利用处置危险废物和医疗废物设施。截至 2016 年, 全国各省(区、市)共颁发 332 份危险废物经营许可证用于处置医疗废物(305 份为单独处置医疗废物设施, 27 份为同时利用处置危险废物和医疗废物设施)。2016 年, 214 个大、中城市医疗废物产生量达 72.1 万 t, 处置量 72 万 t, 处置率为 100%。

第二节 不同类型固体废物治理模式

一、直控型环境治理模式

政府直控型环境治理模式是指作为环境管理主体的政府部门及其机构, 采用行政、经济、法律和工程技术等措施和手段, 对作为被管理主体的企业、农户、社会团体和公民个人等开发、利用环境资源的活动及其相应后果进行干预的制度制定和行动的总称。这种模式强调发挥政府部门的主体作用, 各种环境政策和制度大部分是由政府部门直接操作, 作为一种行政行为而通过政府体制实施, 使环境治理具有浓厚的行政色彩。政府直控型环境治理模式具有以下特征: ①管理主体与被管理主体之间的不对等性; ②政府行政管理权的内容泛化; ③从治理手段上看, 以行政性手段为主, 经济手段为辅; ④从环境治理机制上看, 是中央集权式的运行管理机制。政府直控型环境治理模式的存在具有其合理性, 与其他模式相比, 政府直控型环境治理模式具有以下优势: 城市环境质量与城市区域的社会经济发展密切相关, 影响环境质量的各因素分别涉及计划、规划、建设、能源、财政、金融、工业、农业、卫生、商业、交通等各个方面的工作。

因此, 城市环境治理是一项涉及政治、经济、技术、社会各个方面的复杂而又艰巨的任务, 具有很强的全局性和综合性。只有政府才有足够的权威和能力来组织和协调如此繁杂的工作。政府直控型环境治理模式通过行政机构, 采用强制性手段来实施环境政策, 具有强制性、直接性和高效性等特点, 这对于处理紧急性、偶发性环境事件具有其他制度无法比拟的优势。

二、市场化环境治理模式

市场化环境治理模式是指在城市环境基础设施管理领域引入市场竞争机制, 以改善提高环境基础设施运行质量与效率的一种模式。与传统的政府主导环境基础设施管理模

式相比,该模式通过打破政府主导建设运营的传统模式,充分利用社会资本,建立多元化的投资主体,实行建设与运营的产业化和市场化,从而达到弥补城市环境基础设施建设资金缺口和提高运营效率的目的。

市场化环境治理模式的形式主要有:①管理合同模式。在管理合同中,政府仍然是设施的所有者,负责提供设施的建设、扩建所需的资金和承担所有管理运营外的风险。民营企业负责城市环境基础设施的运营、维护和管理,并通过收取用户费、合理利用资源、降低成本等渠道获得相应的回报。②BOT(建设—运营—移交)模式。在BOT模式下,由政府提供一种特许权协议作为项目融资的基础,由投资者筹资和建设城市环境基础设施,在有限的协议期内拥有、经营和维护该设施,通过收取服务费收回投资并取得合理的商业利润。在协议期满后,投资者将完好的环境基础设施无偿地移交给政府。BOT模式应用于城市环境基础设施建设具有明显的优势。③合资模式。这种模式是政府和私营部门按照一定比例出资建设和运营环境基础设施,双方共同拥有设施并共同分担为社会提供服务的责任和义务。④TOT(移交—运营—移交)模式。这种模式是指政府对其建成的环境基础设施在资产评估的基础上,通过公开招标向社会投资者出让资产或特许经营权,投资者在购得设施或取得特许经营权后,组成项目公司。该公司在合同期内拥有、运营和维护该设施,通过收取服务费回收投资并取得合理的利润。合同期满后,投资者将运行良好的设施无偿地移交给政府。⑤社区自助模式。这种模式是指经社区成员同意,自主建设有关污染处理设施,其管理方是社区组织,实施方一般为专业公司,而费用由用户或社区成员自我负担。社区自助模式对于居民小区、写字楼和市政管网难以覆盖的城市边缘区而言具有广阔的发展前景。

三、自愿性环境治理模式

自愿性环境治理模式是指由各类组织(政府、行业协会、国际组织和机构与企业自身等)自愿发起的高于环境政策法规要求的各种制度和安排,以达到保护环境和资源的目的。尽管种类繁多,但所有自愿性环境治理的共同之处是:它们不是法定的承诺,而是企业进行额外的努力来削减污染。在本质上,法律没有要求污染企业发起或遵守自愿性协议。因此,与其他环境政策工具不同,自愿性协议不适用于同一行业中的所有企业,对所有企业没有同样的负面影响或要求遵守同样的环境标准。按所涉及的不同参与方和公共机构所发挥的作用不同,自愿性环境治理制度可分为以下种类:单边承诺、私下协

议、谈判性协议与开放性的自愿性计划。自愿性环境治理模式的动力机制表现在：①避免或降低政府环境公共管制的成本，可以增加企业利润。②满足消费者对环保产品的需求，增加销售收入。③实施自愿性环境管制可以在利益相关者中建立好的声誉，使其支持企业发展，增加企业利润。④参与和实施自愿性环境管制计划，可以使企业获得和发现节约原材料，改善生产流程，实施清洁型生产工艺和技术的信息和机会，在提高制造过程效率的同时，能削减生产成本，进而改善环境绩效，获得企业环境绩效和利润同步增长的双赢。

四、合作型环境治理模式

合作型环境治理主要有两种方式：①地方政府参与协商并执行环境管制的方式；②投资者与地方居民通过协商的形式达成一种公私合作关系的方式。合作型环境治理与公私合作的伙伴关系是形成环境政策的一个有力的政策手段，这一手段可以减轻公司投资间的冲突，鼓励公共部门及公民组织对这一投资发生作用，从而使得这一投资可以符合地方社会政策及基础架构的需求。合作型环境治理与地方政府参与、政治文化及环境治理相关。很多关于公私部门合作的研究仅关注于投资者与国家之间在资金方面的合作问题。实际上，环境治理受到地方文化中环境道德意识因素的影响，与某一地方政治框架中对污染问题的关注程度相关。合作型环境治理是一个较好的解决方案，它为担心损失的投资者与地方民众之间提供了一个双赢的方案。它允许地方民众就新技术和投资项目参与协商和讨论，这有助于更加成功地实现技术转移。合作型环境保护治理可以保证地方自行决定他们的环保目标，在已有技术基础上认识问题并加以沟通，而不仅仅是对现有技术加以实施。

五、透明型环境治理模式

透明型环境治理模式是由美国创立的以提高透明度为视角的环境治理新范式。1984年12月，位于印度北部城市博帕尔的一家工厂发生了一起致命的化学毒气泄漏事件，这一悲剧遭到了国际社会的谴责。在群情激愤的情况下，1986年，美国立法者通过了《紧急计划和社区知情权法》。这项法案要求工厂每年都要向公众披露其释放的化学气体量。对博帕尔悲剧的回应显示出，美国在环境规制方面已经创造了一种新的范式。此前，环境规制的主要措施是对气体排放设限，通常要求使用特殊的技术或设备以改善环境质量。新通过的法案则采用了一种完全不同的环境规制方法。它对气体排放并不设限，而

仅仅是要求公司报告其排放水平，这项法案强化了公民在环境治理中的作用。通过向公民赋权，让他们参与到有关环境治理的决策制定和实施中来。这种通常被称为披露式规制的方法日益得到了国际社会的采用，并成为环境治理框架的一个重要组成部分，它强调通过提高透明度来改善环境。《紧急计划和社区知情权法》的实施有助于公民获取相关信息。

然而，信息获取仅仅是环境治理新范式的一个组成部分。直到 1992 年世界环境与发展大会举行时，公民才真正在环境治理中发挥了作用。此后，公民不但有权获得有关环境的信息，而且可以参与到环境治理的决策中去，并对其加以修正。这一点对发展中国家来说尤为关键，因为在这些国家，民主尚未纳入治理结构，或者说民主治理还不成熟。

六、环境自觉行动治理模式

环境自觉行动是 20 世纪 90 年代逐渐兴起并受到重视的一种新范式。传统的“命令-控制”型环境治理模式，由于仅仅依靠指令和干预的方式，缺乏足够的灵活性和激励性，已经越来越不能适应社会可持续发展的要求。可持续发展思想的提出及其内涵的不断深化，极大地促进了环境治理原则和范式的重大转变。可持续发展不仅标志着人们对环境问题认识的一次飞跃，并且激发了人们对各种形式的环境治理范式的积极探索和尝试。这些环境行动最大的一个特征就是：在强调广泛的社会参与性的基础上，重视组织和个人在环境行为方面创新性、主动性、自觉性的发挥。因此这类行动通常被称为“环境自觉行动”。联合国环境规划署对“环境自觉行动”的定义是：“包括一切自觉性的、并非法律或法规所强制要求的环境行动；包括制定环境行为准则、方针，建立能够促进组织在环境方面持续改进的环境管理体系，环境承诺，开展环境审计，编制环境报告，第三方认证以及同政府订立旨在改进环境行为的协议等具有广泛内容的途径和方法。”环境自觉行动是基于现有政策和法律、法规的基础上，使企业在环境创新方面有足够的灵活性和独创性。针对来自社会各方面的压力和政策环境，为了自身的长远利益，使企业能够根据自身的实际选择最为节省而有效的途径来应对复杂的环境问题，也有能力在投资运作方面、在环境与经济之间做出适当的权衡，从而走上一条经济发展与环境持续改进相协调的发展之路。尽管在目前的情况下，环境自觉行动还不能作为一个主要的实施机制来取代现有的环境治理范式，但作为一种有益的补充越来越受到社会的关注。

七、环境治理契约模式

公共环境治理问题除采用国家单边强制命令外,还有契约模式的环境治理等其他更具合法性、效率性和公正性的方式。近年来,不少国家都在改变传统的环境规制方式,探讨环境契约的积极意义。环境治理契约方法作为一种有效的社会治理手段目前已得到了世界很多国家的认同,主要的契约模式有公害防止和补偿协议、社区共管、水流域契约等。

八、清洁生产治理模式

清洁生产治理模式就是以清洁生产方式预先对城市环境进行治理的一种模式。它的思想是将污染物消除在生产过程中,实行产品生命周期全过程控制,从而减少资源的消耗,提高资源利用率,减少污染物的排放,使企业全方位受益,“末端治理”要向“清洁生产”转化。为了有效地减少人类和环境的风险,需要把传统侧重于生产过程末端治理污染的重心向生产过程的“上游”转移,从污染产生的源头控制污染、减少污染。面向污染预防的环境污染防治战略对策体系的优先顺序是:首先在污染产生过程中消除或减少废物或污染物,对未能削减的废物以对环境安全的方式进行循环回用和综合利用,采取适当的污染治理技术完成进入环境前的污染削减,对残余的废物或污染物进行妥善的处置、排放。清洁生产,作为20世纪90年代国际环境保护战略的重大转变,是对传统生产方式与近20年环境污染防治实践的经验总结,它将对资源与环境的考虑有机融入产品及其生产的全过程中,着眼于生产发展全过程中污染物产生的最小化。它不仅注意生产过程自身,而且对产品从原材料的获取直至产品报废后的处理处置整个生命周期过程中的环境影响统筹考虑,因而它对深化环境污染防治,转变大量消耗能源资源、粗放经营的传统线性生产发展模式具有重要意义。

九、“三位一体”环境治理模式

“三位一体”环境治理模式就是基于市场、公众、政府三方协作的一种环境治理模式。市场、公众、政府等社会各个主体在环境保护中所起的作用是互相联系、互为补充的,任何一部分的缺失都会影响环境问题的有效治理。鉴于市场化环境治理的缺陷和公众参与的不充分,政府应主动利用市场机制,寻求公众支持,利用相关法规政策的强制性,形成“三位一体”环境治理模式,共同分担环境责任。为此:①要充分利用市场的