



无废城市建设与协同减碳

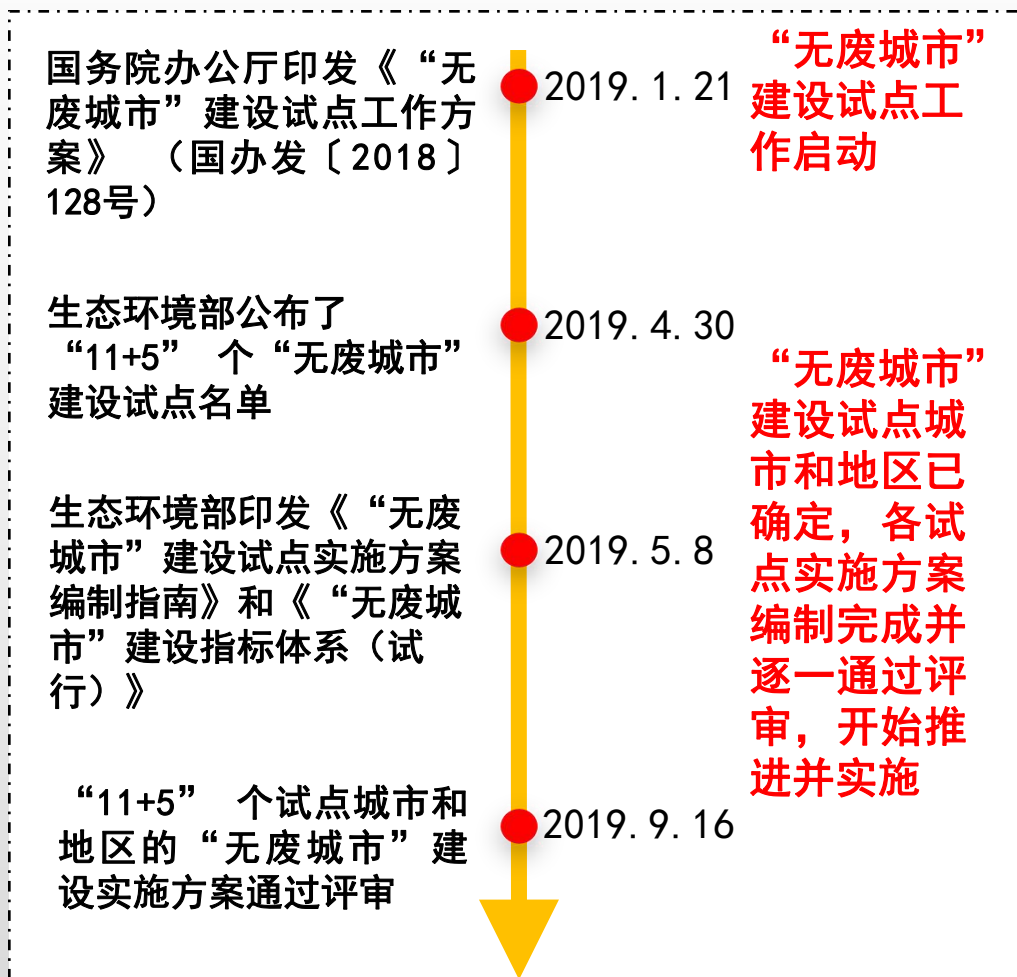
南开大学生态文明研究院 徐鹤教授

无废城市高端研讨会 2021.3.6

提 纲

- 一、无废城市
- 二、固废资源化现状
- 三、碳排放与碳中和
- 四、无废城市建设与协同减碳

“无废城市”：以创新与协调、绿色与开放、共享的**全新发展理念**为引领，通过推动形成绿色低碳循环的发展方式和生活方式，持续推进**固体废弃物源头减量与资源化循环利用**，最大限度减少固体废弃物填埋量，将固体废弃物环境影响降低到最低的城市治理可持续发展模式，是一种**先进的城市管理理念**。



到2020年实现城市固体废弃物**减量化、资源化**利用充分、处置安全的目标：

- 系统构建“无废城市”建设指标体系
- 探索建立“无废城市”建设综合管理制度和技术体系
- 试点城市在固体废弃物重点领域和关键环节取得明显进展
- 培育一批固体废弃物资源化利用骨干企业
- 一批可复制、可推广的“无废城市”建设示范模式

建设目标

1. 强化**顶层设计**引领，发挥政府宏观指导作用
2. 实施**工业绿色生产**，推动大宗工业固体废弃物贮存处置总量趋零增长
3. 推行**农业绿色生产**，促进主要农业废弃物全量利用
4. 践行**绿色生活方式**，推动生活垃圾源头减量和资源化利用
5. 提升风险防控能力，强化**危险废物**全面安全管控
6. 激发**市场主体活力**，培育产业发展新模式

试点任务

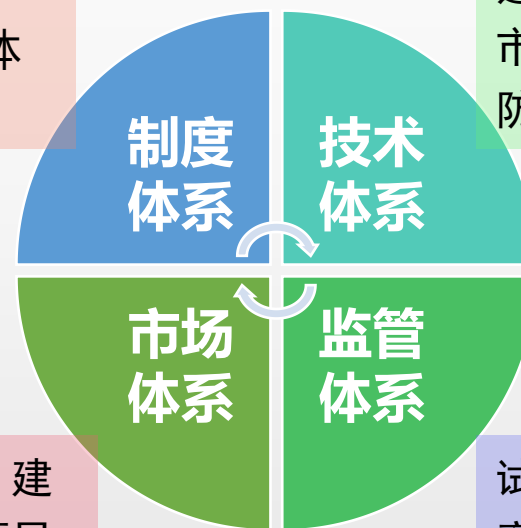
11+5个试点城市

序号	重点方向	城市
1	区域中心城市特区：管理机制和制度建设（综合监管机制建设、技术标准体系建设、指标体系研究）	深圳、雄安
2	区域副中心城市可持续发展：综合监管机制建设、技术标准体系建设、指标体系、市场模式研究	许昌、绍兴
3	长江经济带重工业城市转型发展：固体废物管理机制和技术政策、清洁生产、利用处置技术标准体系、信息化监管机制	重庆、铜陵
4	西部传统重工业城市转型发展：工业固废、危险废物管理机制、技术政策	包头、西宁
5	工业型城市转型发展：大宗工业固体废物利用处置模式、一二三产业协同发展	徐州、盘锦、瑞金
6	旅游城市、美丽乡村、绿色消费（白色污染）	三亚、威海、光泽
7	新兴城镇：产业融合发展、产业园区建设	北京经开区、中新生态城

建设阶段性成果

针对固体废物全过程管理中的突出短板、提出300余项制度体系建设任务

初步形成支撑能力，生态环境部组织筛选70多项“无废城市”建设试点污染防治技术



“无废城市”建设试点工程项目纳入国家发展改革委预算内资金支持申请

试点城市和地区率先构建“源头严防、过程严管、后果严惩”环境监管体系

固废产生总体现状

2014年以来，为促进环境信息公开、增进社会公众参与，生态环境部每年定期以年报形式发布固体废物污染环境防治信息。目前，已发布7年的大、中城市固体废物污染环境防治年报。

年份	发布固废污染环境防治信息城市个数	环境保护重点城市	环境保护模范城市	自愿发布
2013	261	47	54	154
2014	244	47	56	141
2015	246	47	56	143
2016	214	47	57	110
2017	202	47	57	98
2018	200	47	55	98
2019	196	47	53	96

Tab.1 发布固废污染环境防治信息城市情况

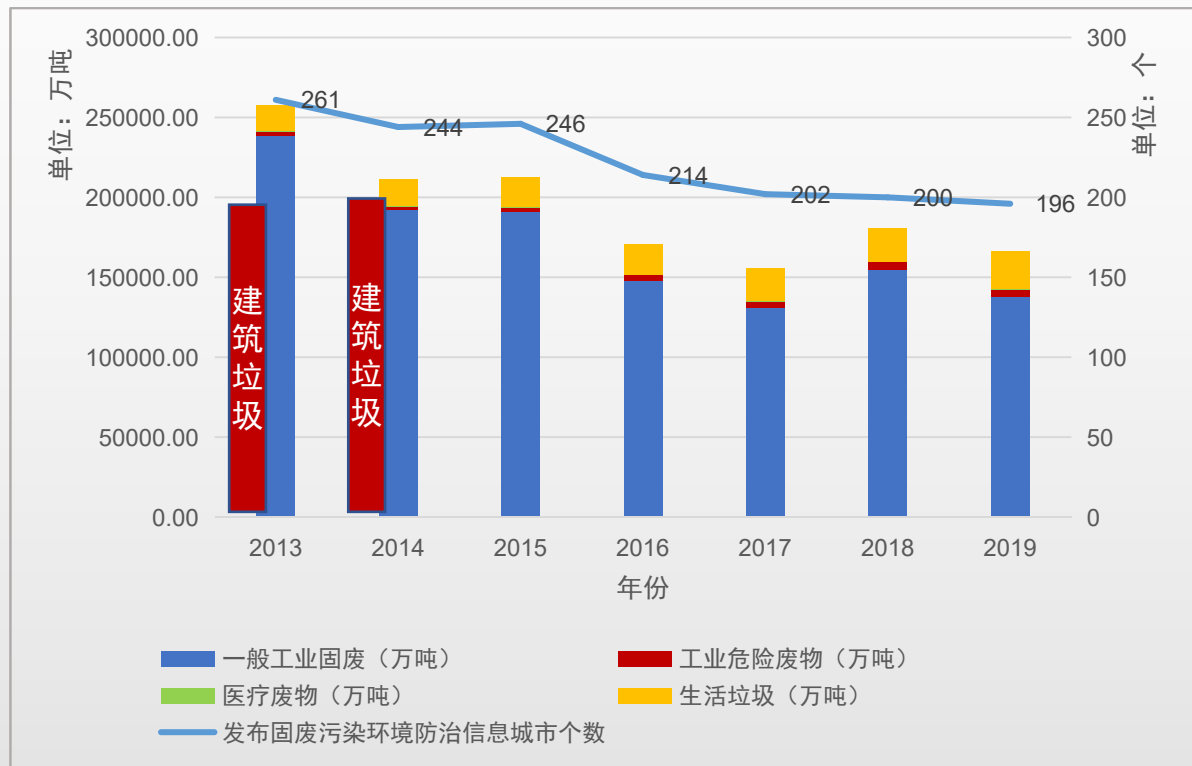


Fig.1 全国大、中城市固体废物产生情况

数据来源：历年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报

一般工业固废现状

一般工业固废大类上分为冶炼废渣、粉煤灰、炉渣、煤矸石、尾矿、脱硫石膏、污泥、其他废物8大类。

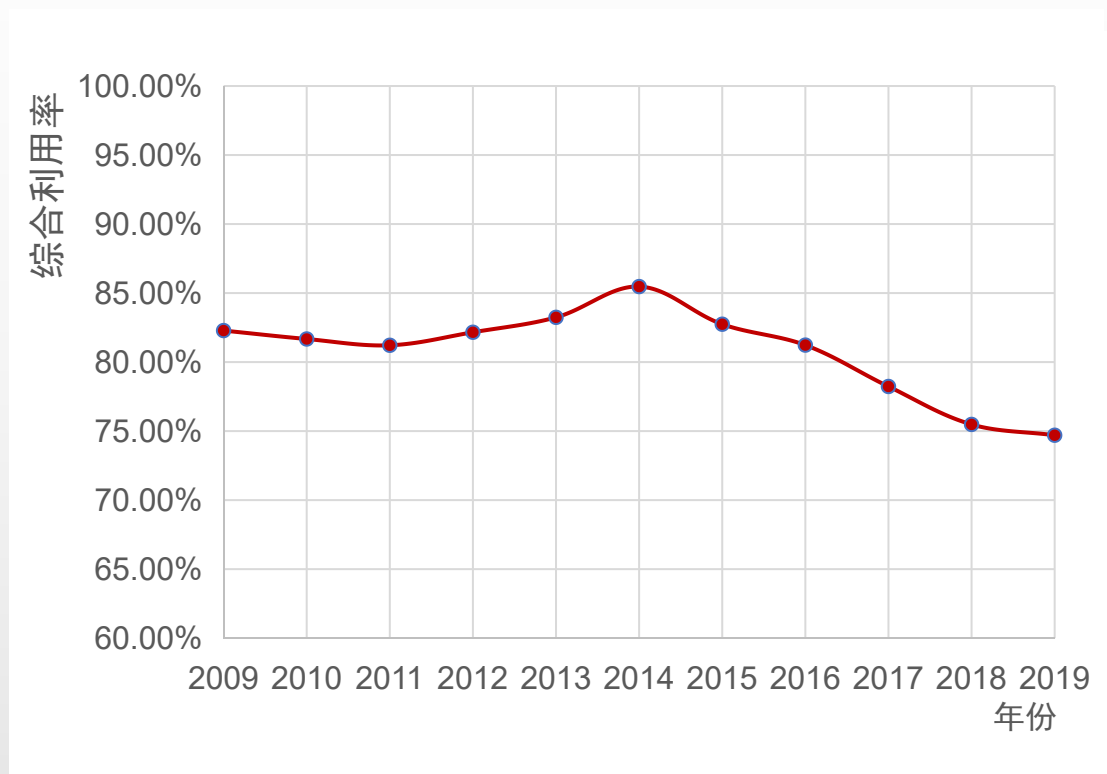


Fig.2 2009-2019年重点城市及模范城市的一般工业固体废物产生、利用、处置、贮存情况（单位：万吨）

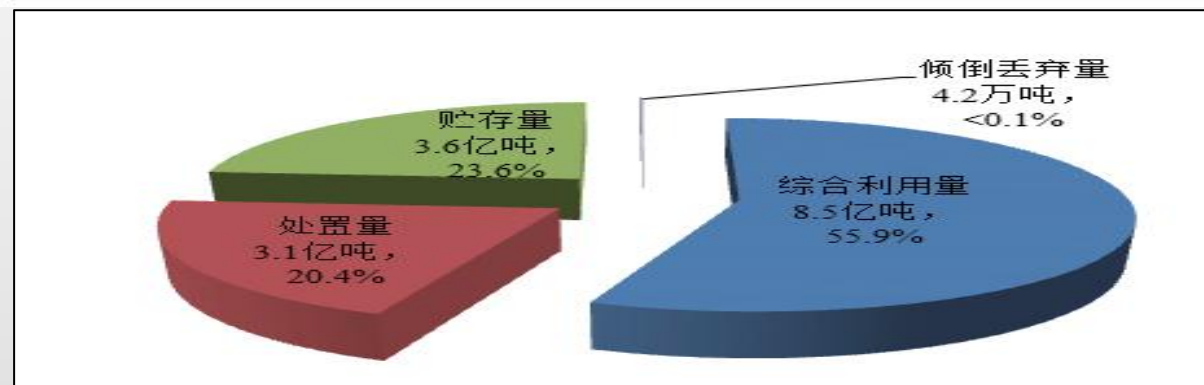
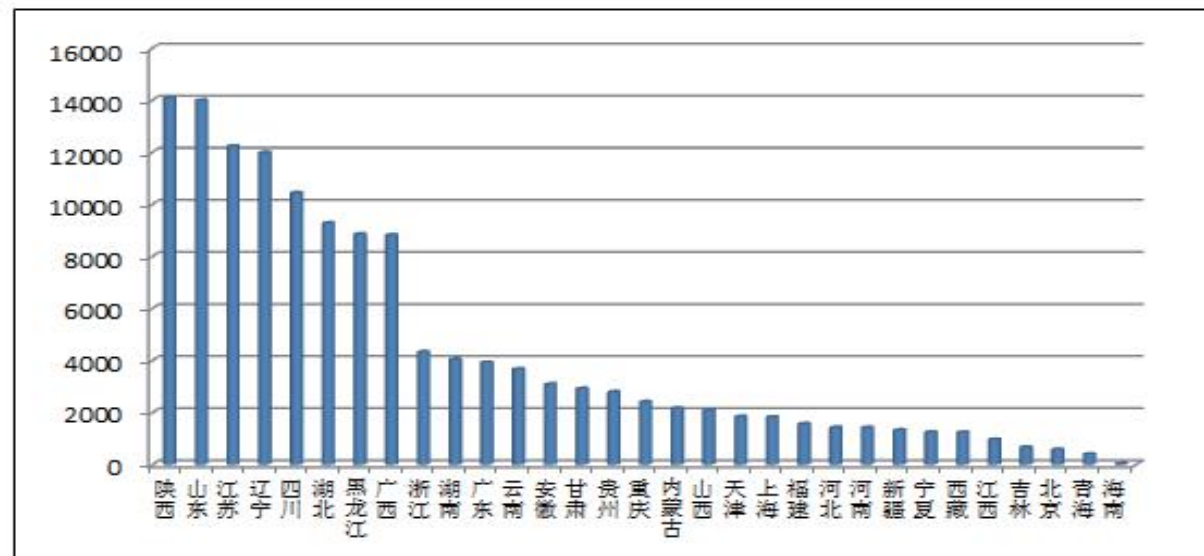


Fig.3 2019年全国各省一般工业固废固体废物产生、利用和处置情况（单位：万吨）

工业危险废物现状

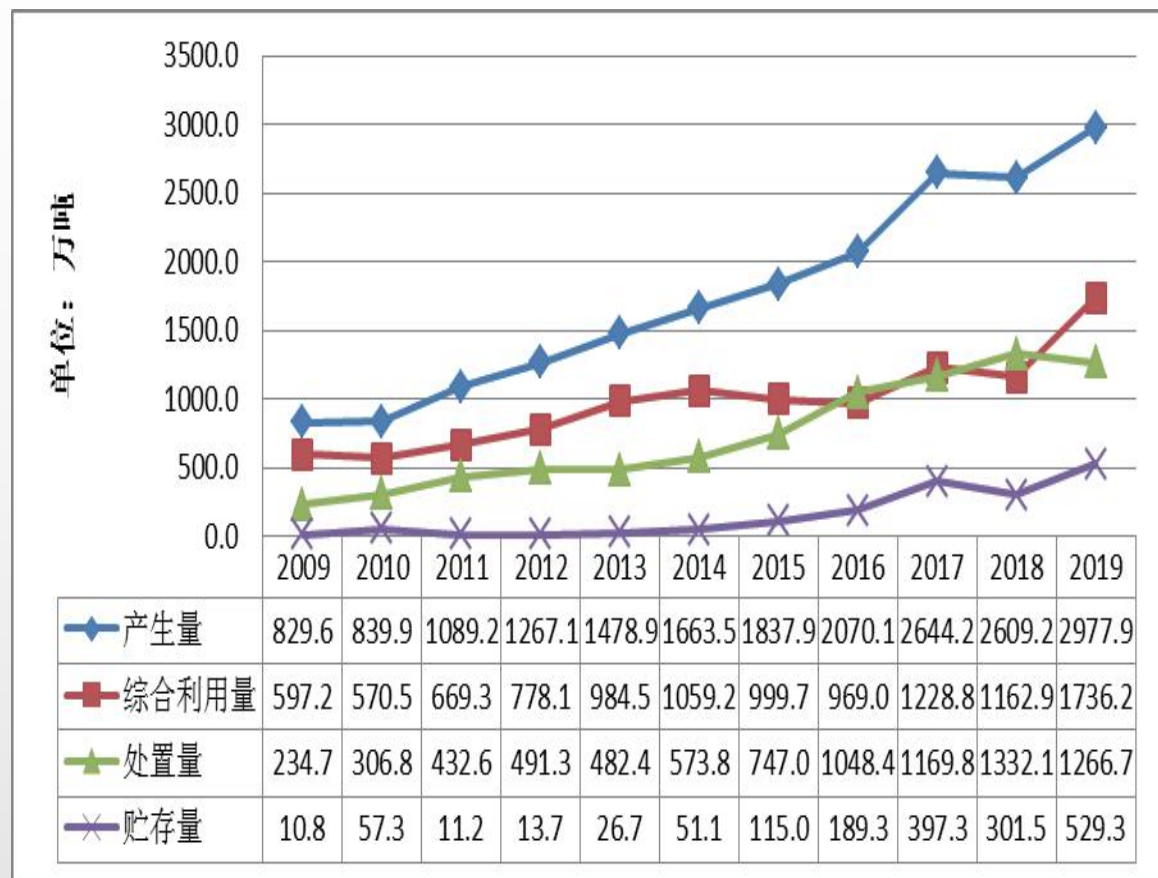


Fig.4 2009-2019年重点城市及模范城市的工业危险废物产生、利用、处置、贮存情况（单位：万吨）

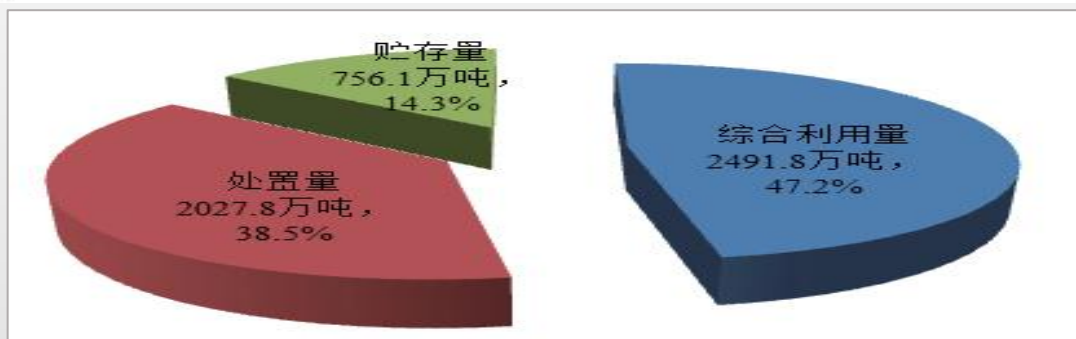
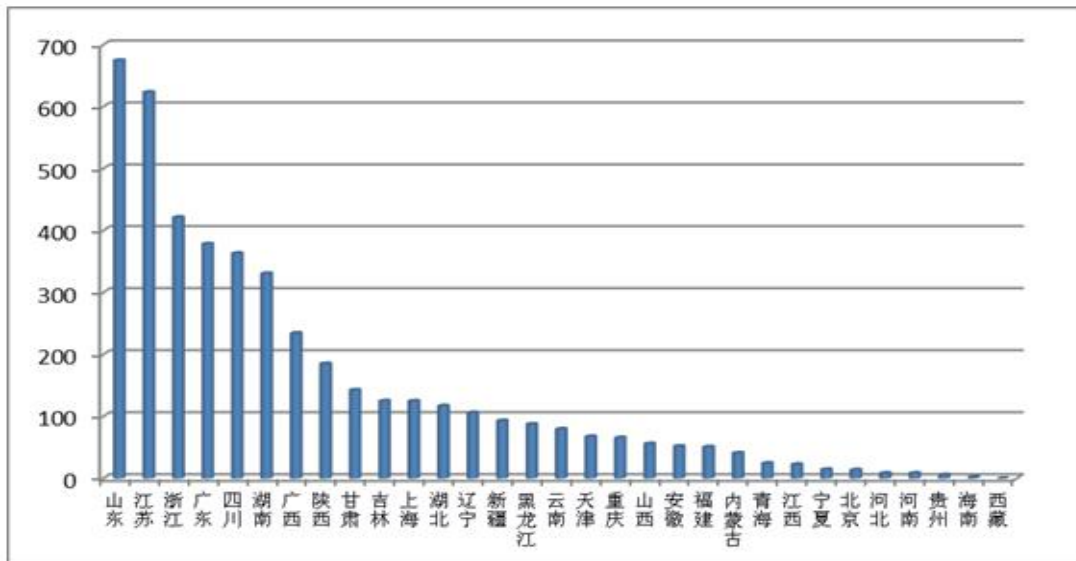


Fig.5 2019年全国各省工业危险废物产生、利用和处置情况（单位：万吨）

医疗废物现状

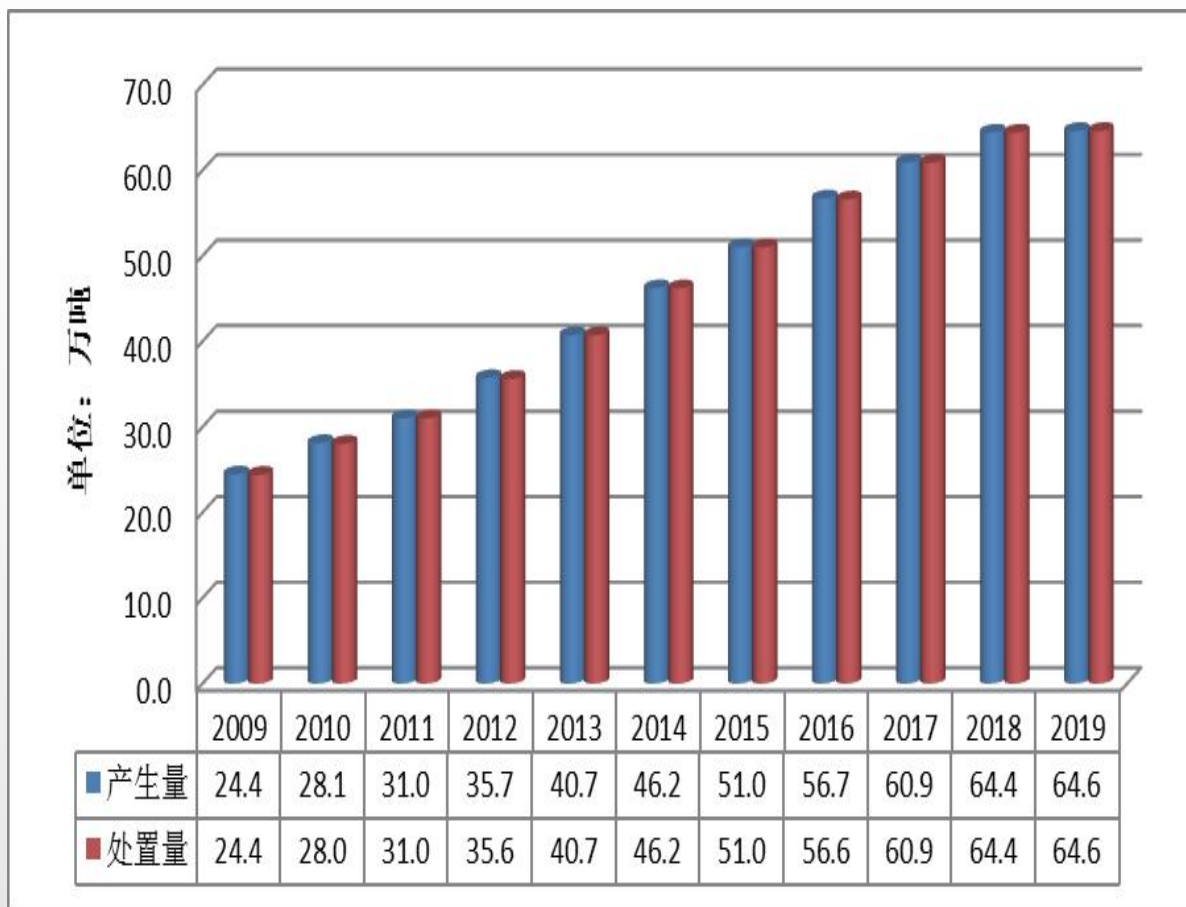


Fig.6 2009-2019年重点城市及模范城市的医疗废物产生及处置情况（单位：万吨）

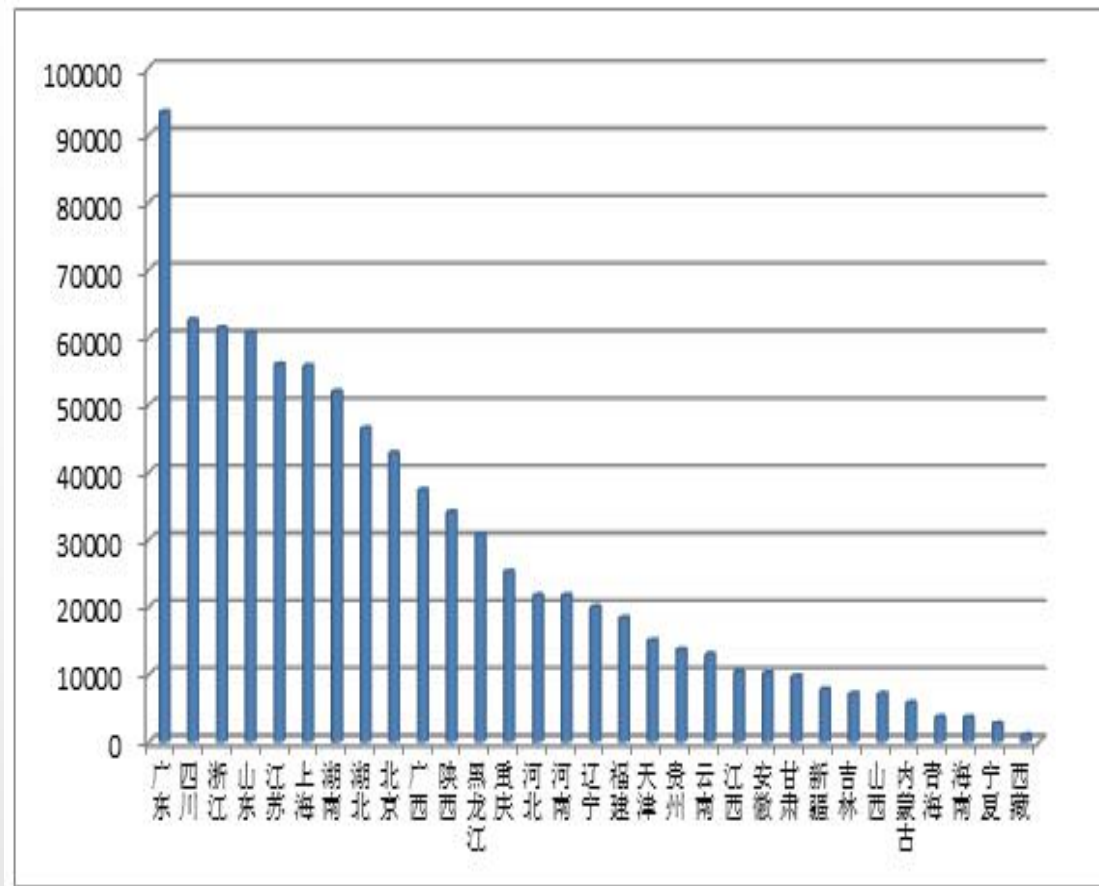


Fig.7 2019年全国各省医疗废物产生情况（单位：万吨）

城市生活垃圾现状

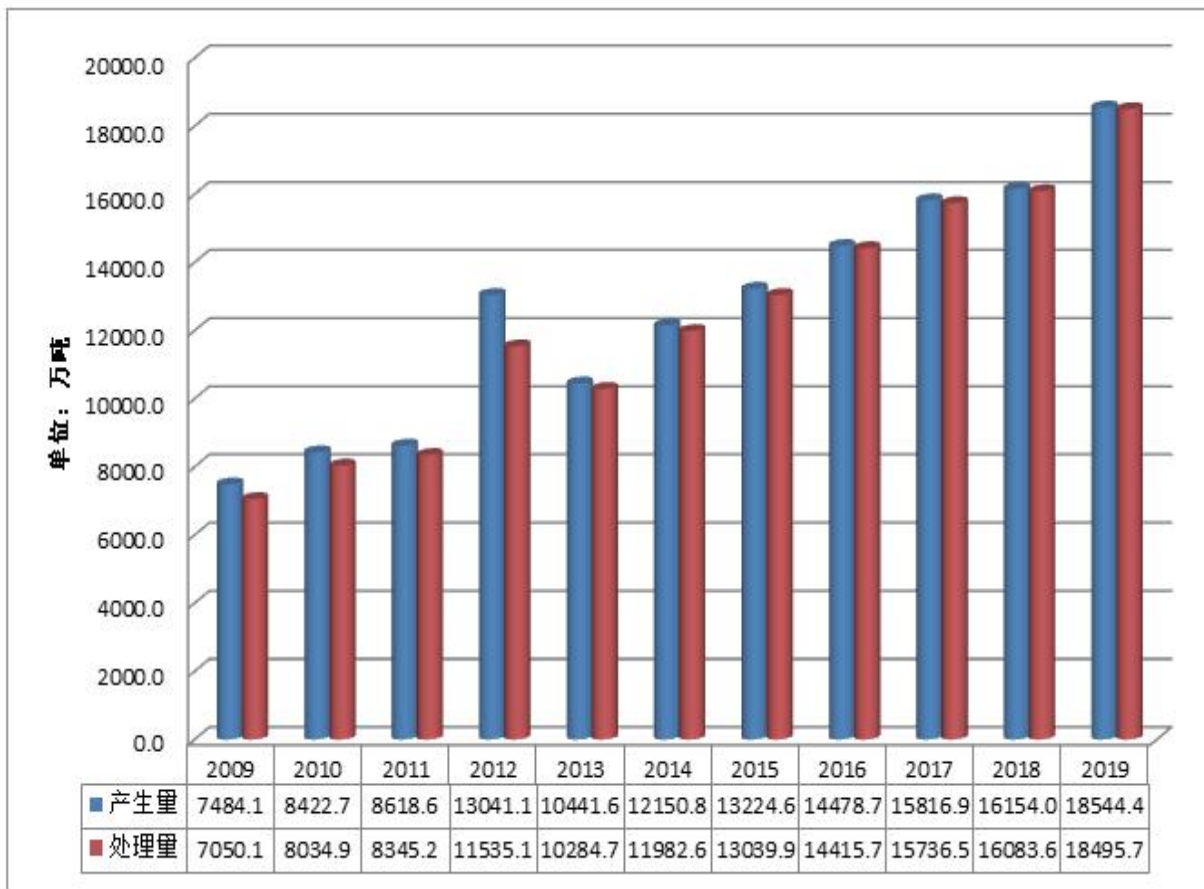


Fig.8 2009-2019年重点城市及模范城市的城市生活垃圾产生及处理情况（单位：万吨）

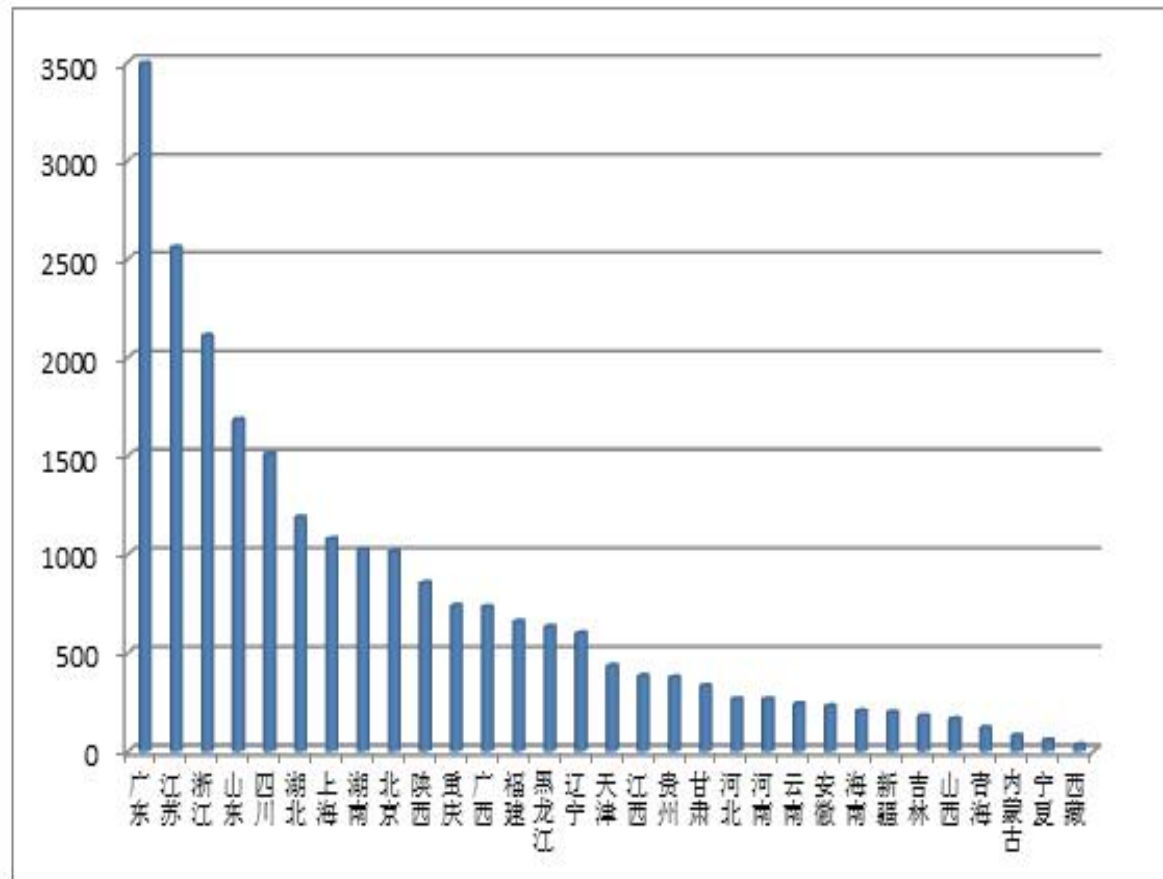


Fig.9 2019年全国各省城市生活垃圾产生情况（单位：万吨）

大宗固废资源化利用现状

尾矿：指矿山选矿过程中产生的有用成分含量低、在当前的技术经济条件下不宜进一步分选的固体废物，包括各种金属和非金属矿石的选矿。

综合利用方式主要有：

- 再选，最大限度地回收尾矿中的有用组分；
- 用作矿山地下开采采空区的充填料，即水砂充填料或胶结充填的材料；
- 用作建筑材料的原料：制作水泥、硅酸盐尾砂砖、瓦、加气混凝土、铸石、耐火材料、玻璃、陶粒、混凝土材料、微晶玻璃、溶渣花砖、泡沫玻璃和泡沫材料等；
- 用尾砂修筑公路、路面材料、防滑材料、海岸造田等；
- 在尾矿堆积场上覆土造田，种植农作物或植树造林；
- 堆存在专门修筑的尾矿库内，这是多数选矿厂目前最广泛采用的尾矿处理方法。

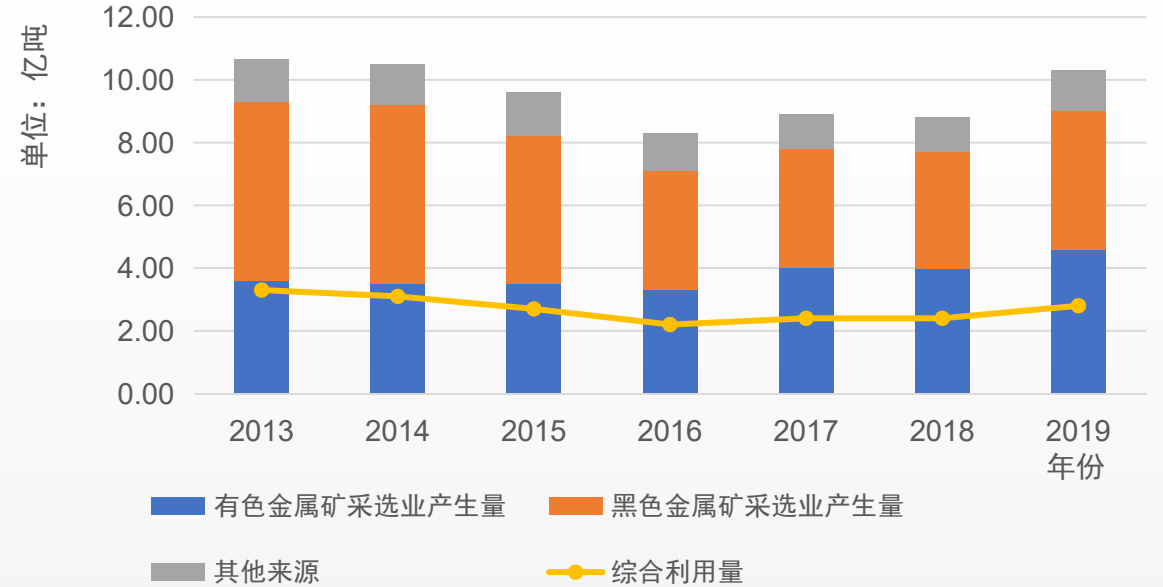


Fig.10 2013-2019年重点发表调查工业企业尾矿产生及综合利用情况

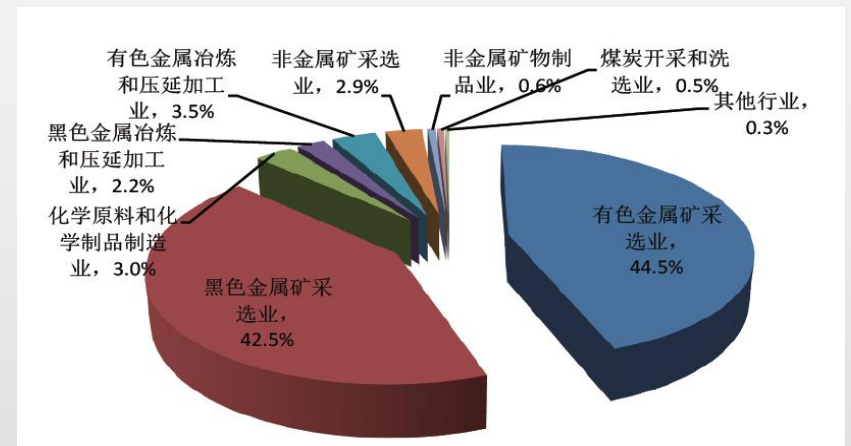


Fig.11 2019年重点发表调查工业企业尾矿产生量行业分布

大宗固废资源化利用现状

粉煤灰：指从燃煤过程产生烟气中收捕下来的细微固体颗粒物，不包括从燃煤设施炉膛排出的灰渣。主要来自电力、热力的生产和供应行业和其他使用燃煤设施的行业。主要从烟道气体收集而得，应与其烟尘去除量基本相等。粉煤灰主要利用途径是用于灌浆材料、筑路工程、回填材料、水泥混凝土掺合料和生产建筑材料等低附加值产品。

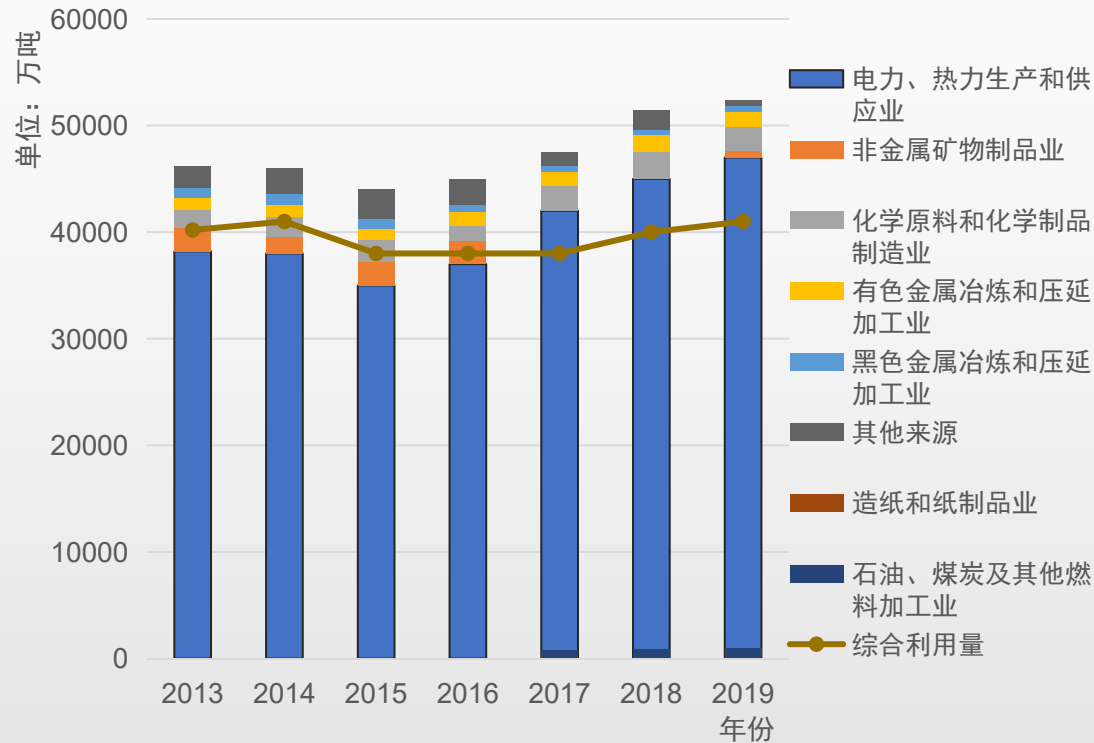


Fig.12 2013-2019年重点发表调查工业企业粉煤灰产生及综合利用情况

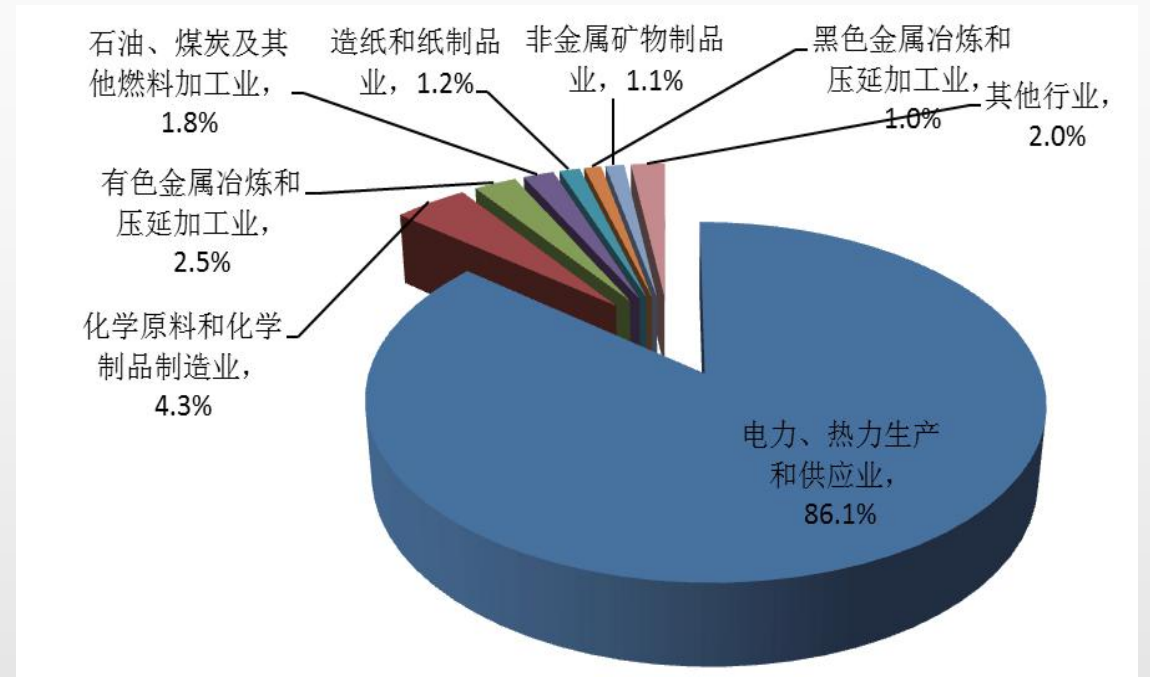


Fig.13 2019年重点发表调查工业企业粉煤灰产生量行业分布

大宗固废资源化利用现状

脱硫石膏：指废气脱硫的湿式石灰石/石膏法工艺中，吸收剂与烟气中二氧化硫等反应后生成的副产物。

综合利用方式主要有：

- 作为水泥缓凝剂，来调节和控制水泥的凝结时间；
- 生产石膏板、石膏砌砖、粉刷石膏等建材。

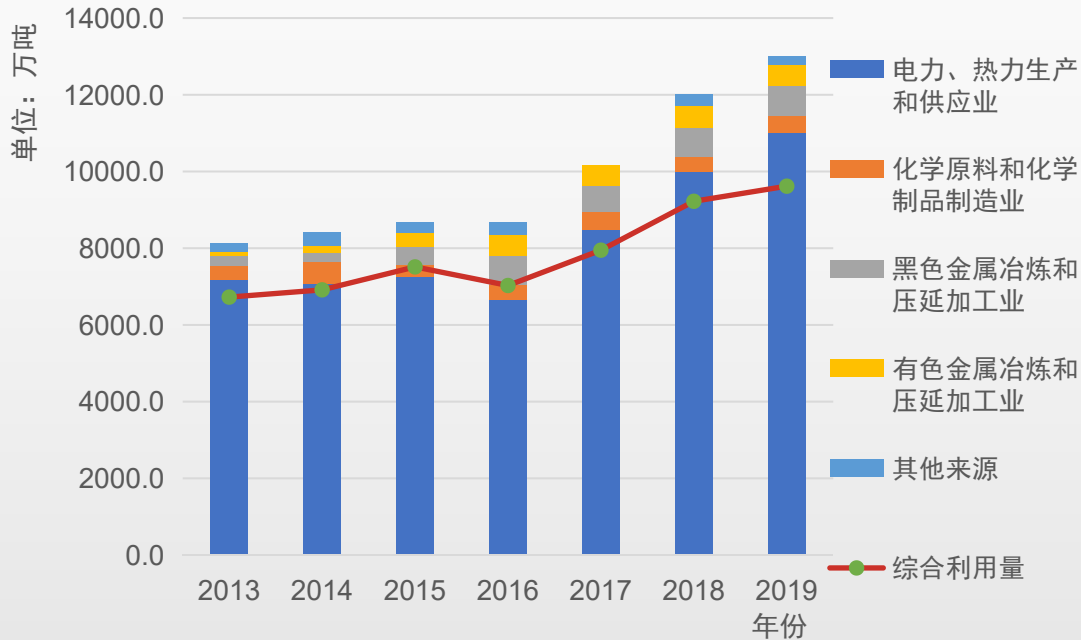


Fig.14 2013-2019年重点发表调查工业企业脱硫石膏产生及综合利用情况

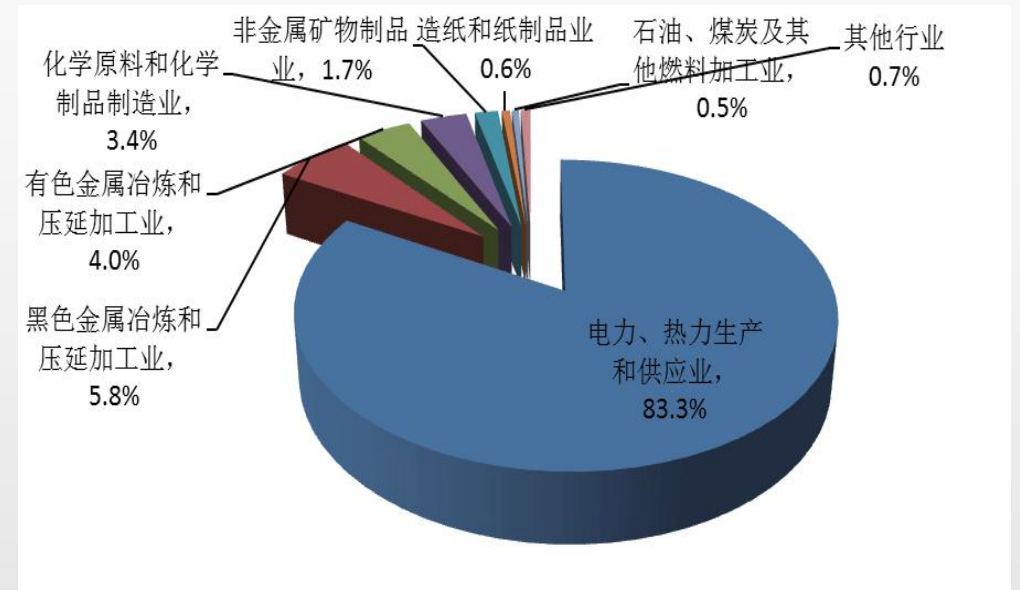


Fig.15 2019年重点发表调查工业企业脱硫石膏产生量行业分布

大宗固废资源化利用现状

废弃电器电子产品回收处理现状

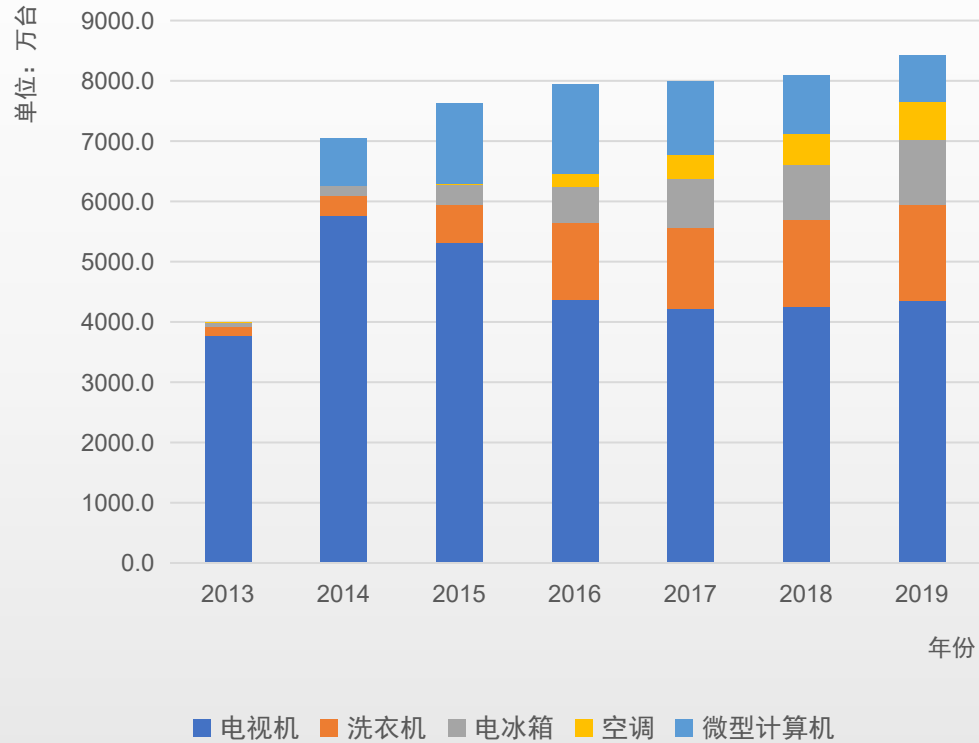


Fig.16 2013-2019年全国废弃电子电器产品规范拆解情况

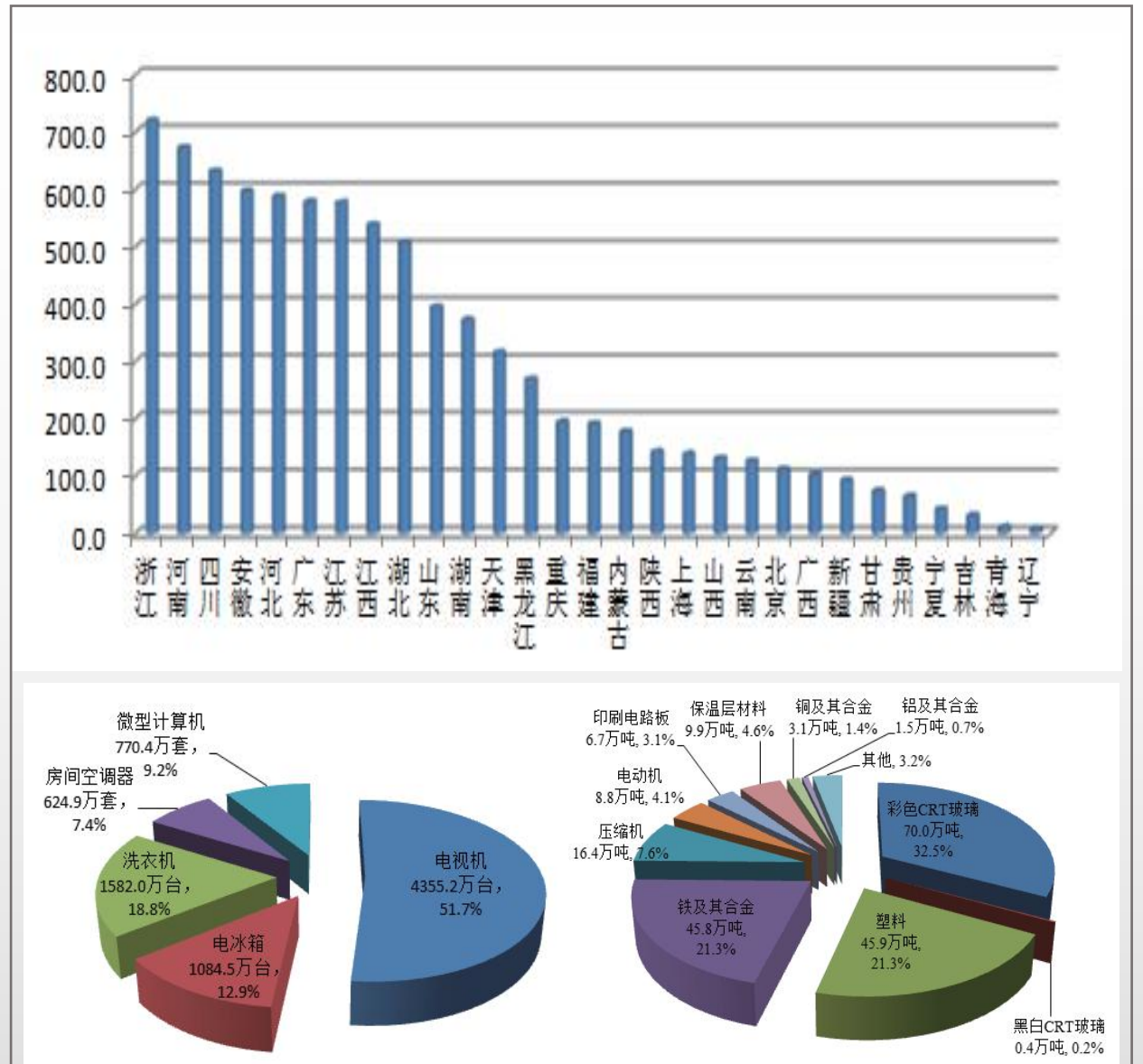
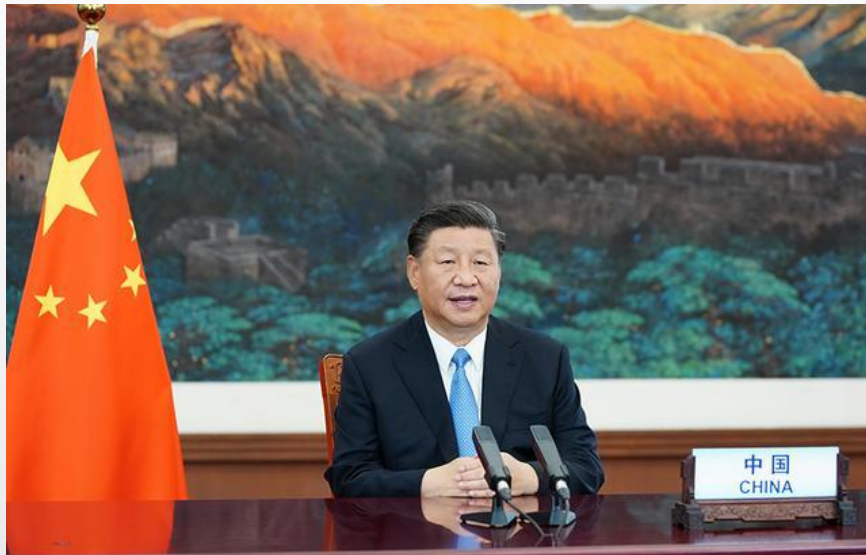


Fig.17 2019年废弃电子电器产品拆解情况

碳中和

2015年巴黎气候大会通过《巴黎协定》确定了控制全球温度上升的目标：将温升控制在 2°C 内，并争取控制在 1.5°C 内。实现这一目标的措施就是在全球范围内使人为活动排放的温室气体总量与大自然吸收总量相平衡，即**碳中和**。

背景



中国国家主席习近平在2020年9月22日召开的**第七十五届联合国大会一般性辩论**上表示：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于**2030年前达到峰值**，努力争取在**2060年前实现碳中和**。”

概念

碳中和 \neq **二氧化碳零排放**，是一个国家之内的**净零排放**，即一个国家领域内的二氧化碳排放与大自然所吸收的二氧化碳相平衡。其目的是维持大气层中的温室气体浓度大致平衡稳定，不会导致地球表面温度的大幅变化，防止气候变化造成不可挽回的损害。

各国净零碳行动

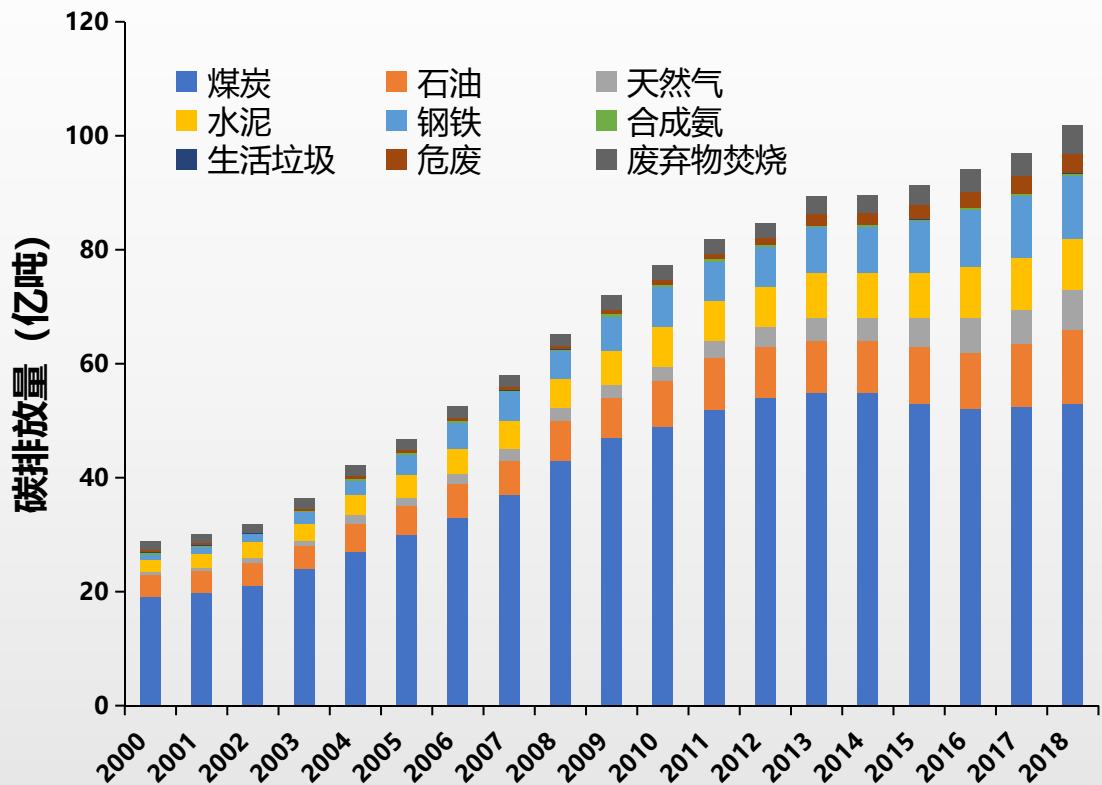
- **欧盟**：提出《欧洲绿色新政》，2050年实现碳中和。经济复苏投资30%用于应对气候变化
- **美国**：返回《巴黎协定》，四年绿色投资2万亿美元，2050年实现碳中和
- 全球已有**几十个**国家提出2050年实现碳中和目标和愿景

国家	净零碳时间
美国	2050
中国	2060
欧盟，英国，日本， 韩国，南非等	2050
芬兰	2035
奥地利、冰岛	2040
瑞典	2045

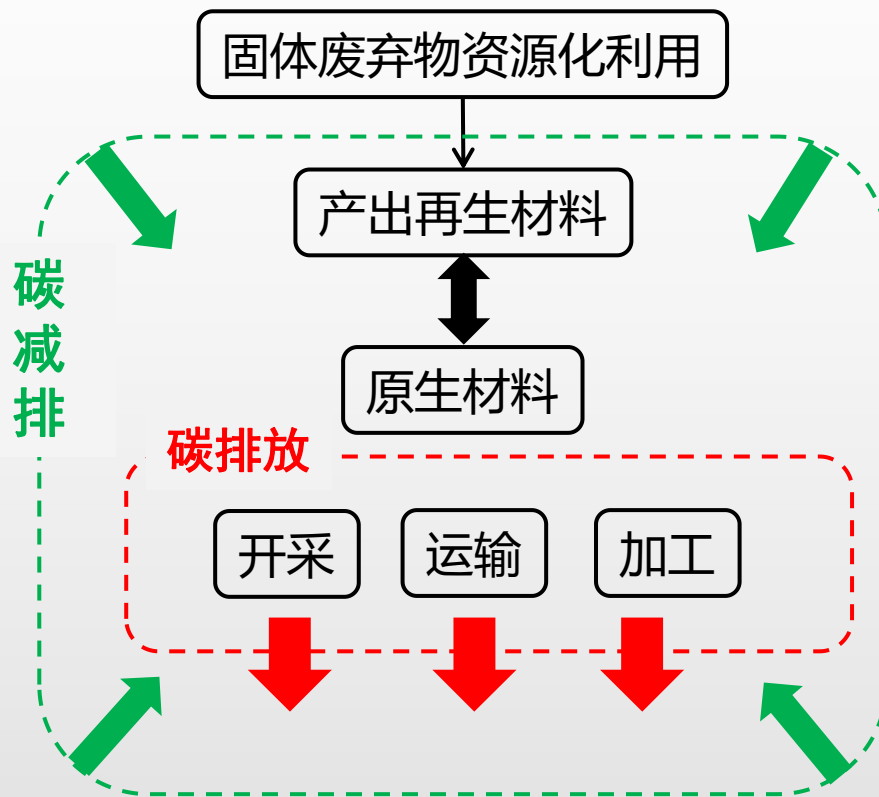
在《巴黎协定》框架之下，中国提出了到2030年的**四大碳减排目标**：

- ✓ 中国单位GDP的二氧化碳排放，要比2005下降60%到65%
- ✓ 非化石能源在总的能源当中的比例，要提升到20%左右
- ✓ 中国的二氧化碳排放要达到峰值，并且争取尽早达到峰值
- ✓ 增加森林蓄积量和增加碳汇，中国的森林蓄积量要比2005年增加45亿立方米。

2000-2018年我国碳排放现状



固废资源化生命周期中的碳减排



无废城市建设与协同减碳——以电子废弃物资源化为例

废弃电器电子产品资源化可能带来的减排空间

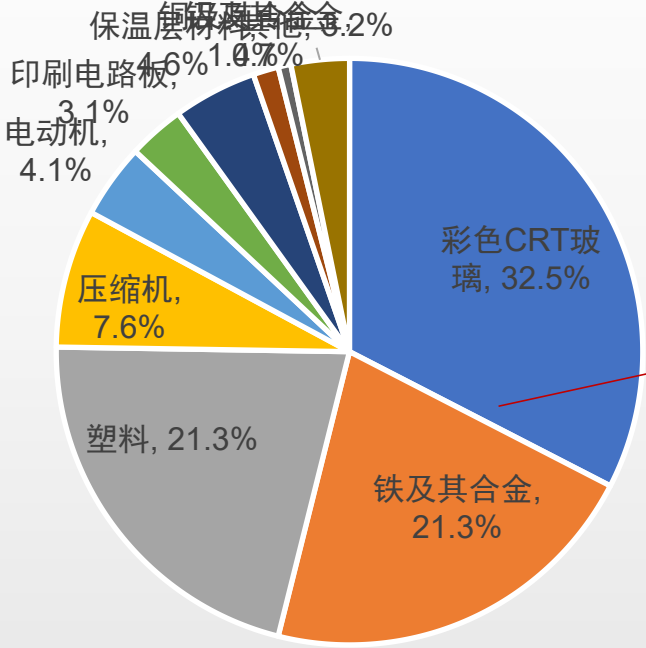


Fig.18 2019年废弃电子电器产品拆解产物情况

年份	碳排放因子 (tCO2/t)	地区	参考文献
1998	2.493	全国	冉锐等, 2006
2004	~1.833		
2004	1.90	全国	侯玉梅等, 2012
2005	2.05		
2006	2.00		
2007	1.82		
2008	1.72		
2013	2.63	辽宁省	张文凤等, 2020
2014	2.52		
2015	2.48		
2016	2.46		
2017	2.43		
2017	1.616	唐山市	杨楠等, 2020

无废城市建设与协同减碳——以电子废弃物资源化为例

废弃电器电子产品资源化可能带来的减排空间

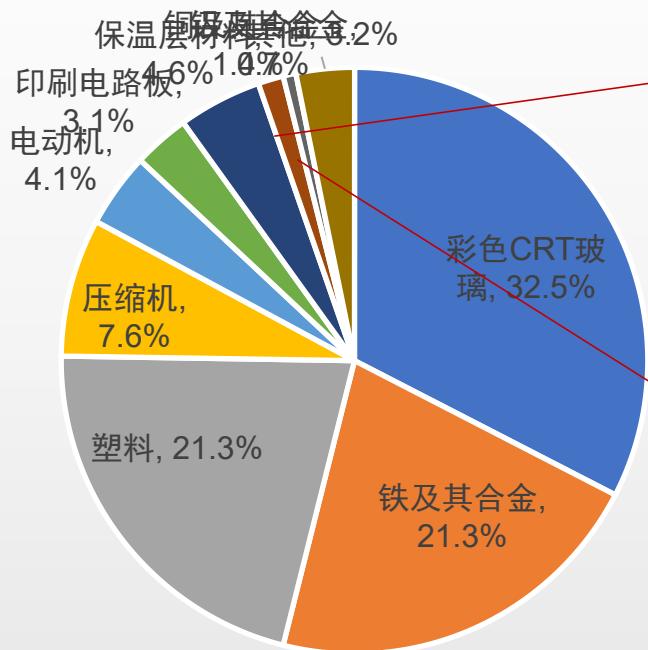


Fig.18 2019年废弃电子电器产品拆解产物情况

年份	kgCO ₂ /t铜			
	采选	冶炼精炼	二次生产	加工制造
2000-2015	2120	1980	1130	565
参考文献	王俊博等, 2017			

生产环节	温室气体排放质量 (kg/t)		
	中国	美国	欧洲
铝土矿开采	58	83	25
氧化铝冶炼	2036	1621	1683
原生铝点解	15384	10027	10128
原生铝铸锭		269	135
原生铝	17478	12000	11971

无废城市建设与协同减碳——以电子废弃物资源化为例

废弃电器电子产品资源化可能带来的减排空间



拆解处理产物	重量 (万吨)	碳排放因子 (tCO2/t)	原材料开采端碳减排潜力 (万吨)
铁及其合金	45.8	1.6-2.5	~ (73-114)
铜及其合金	3.1	5.8	17.98
铝及其合金	1.5	17.5	26.217

拆解处理产物	重量 (万吨)	减排强度 (tCO2/t)	减排潜力 (万吨)
塑料	45.9	5.0	229.5
.....			



资源节约



气候变化减缓



数据来源：《2020年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》

无废城市建设与协同减碳

粉煤灰



脱硫石膏



尾矿



冶金渣



建筑垃圾



磷石膏



建材主要原材料生产过程中碳排放量

材料名称	CO2排放量 (t/t)	材料名称	CO2排放量 (t/t)
水泥	0.9	木材	0.46
普通钢筋	1.77	钢材	2.51
采掘骨料	0.005	沙子	0.005
再生骨料	0.00369	防潮膜	4.20
沥青	0.045	钢绞线（不锈钢）	6.15
纤维板	0.46	栏杆	0.01



减少土地占用和环境污染



减少原材料开采、生产和运输过程中的碳排放

无废城市建设中协同减碳的几点思考

- 源头减量，降低需求端使用，是推进无废城市建设中协同减碳的优先战略。
- 基于全生命周期评价的视角开展无废城市建设中协同减碳，降低污染的同时，协同减少碳的排放。
- 各地在推进无废城市建设中协同减碳时，要因地制宜，采用差异化管理策略、注重全生命周期成本分析。