



全口径零排放示范： 面向全球的绿色城镇化创新



作者及致谢

作者

李婷、郝一涵、路舒童、王萌、JAMIE MANDEL、KOBEN CALHOUN

联系方式

郝一涵, yhao@rmi.org
李丹, dli@rmi.org

致谢

特别感谢洛克菲勒兄弟基金会对本报告提供的资金支持

建议引用格式

李婷、郝一涵、路舒童、王萌、JAMIE MANDEL、KOBEN CALHOUN, 全口径零排放示范: 面向全球的绿色城镇化创新, 落基山研究所, 2020

关于我们



关于落基山研究所 (ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE)

落基山研究所(Rocky Mountain Institute, RMI)是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库,与政府部门、企业、科研机构及创业者协作,推动全球能源变革,以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所着重借助经济可行的市场化手段,加速能效提升,推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市及华盛顿特区设有办事处。落基山研究所是能源转型委员会的成员之一。

目录

1. 前言	01
2. 背景介绍	
2.1 中国城镇化发展趋势	02
2.2 现有目标、指标体系及认证系统	05
2.3 现有指标体系仍有可以提升的空间	07
3. 全口径零排放示范概念解析	08
3.1 全口径零排放示范定义	08
3.2 全口径零排放示范的先进性	09
4. 全口径零排放示范指标体系	
4.1 全口径零排放示范指标的必要性	10
4.2 全口径零排放示范指标体系指标架构	10
4.3 全口径零排放示范指标体系应用方法及特征	12
5. 全口径零排放示范技术目录	13
6. 落基山研究所案例总结分析	14
7. 国际示范意义	17
8. 下一步行动	18
附录:全口径零排放指标体系要素	19
参考文献	23

1. 前言

全口径零排放示范 (Whole-System Zero Emission Demonstration, 简称WS-ZED) 是落基山研究所提出的创新理念, 旨在支撑经济高质量发展的同时, 尽可能以经济可行的手段降低污染物、垃圾及二氧化碳排放。该理念聚焦创新的绿色城镇化, 探索一种后工业文明时代的全新发展模式。

2020年初, 全球遭遇了百年难遇的疫情, 对经济产生了较大的负面影响, 各国为应对疫情冲击均推出一系列经济复苏措施。为推动复工复产, 新型城镇化成为中国政府逆周期调节政策的重点之一。作为中国环境与发展国际合作委员会(China Council for International Cooperation on Environment and Development, 简称CCICED) 绿色城镇化特别政策研究小组 (Special Policy Study, SPS) 的成员, 落基山研究所基于中国实践并立足国际视野, 提出了全口径零排放示范 (WS-ZED) 的新理念, 通过概念和方法论的创新指导后续实践工作以形成可执行可复制的全球领先模式。

从滨海新城到政务新区、从高新科技园到特色小镇, 中国基于复杂的自然地理环境和多样的人文环境在过去40年高强度的城镇化进程和近年来绿色城镇化相关的实践中, 积累了丰富的经验。全口径零排放示范 (WS-ZED) 在中国过往实践的基础上更进一步, 提出了更广阔的概念内涵、更全体系的量化目标、更可执行的技术经济路线、和更明确的行动引导, 构建了多层次、跨领域、因地制宜的绿色城镇化创新。全口径零排放示范 (WS-ZED) 是一个全球领先的理念, 为国际绿色城镇化的发展树立了新标杆, 特别是针对一带一路沿线正在经历高速城镇化的国家和地区有着借鉴意义。



2. 背景介绍

为了避免灾难性的气候变化风险，巴黎气候协定明确到本世纪末，将全球平均气温上升幅度控制在2°C以内。为了应对气候变化，人类社会需要在能源方面实现清洁转型，减少高能耗高排放的经济活动，增加可再生能源的应用，进而实现“净零排放”。在可持续发展目标的指引下，以经济增长、社会包容、环境保护为核心要素的可持续发展已经成为国际发展的共识和时代潮流。实现可持续发展议程需要世界各国共同行动、落实目标。应对气候变化是可持续发展目标之一。同时，应对气候变化的行动亦将促进可持续发展。

2.1 中国城镇化发展趋势

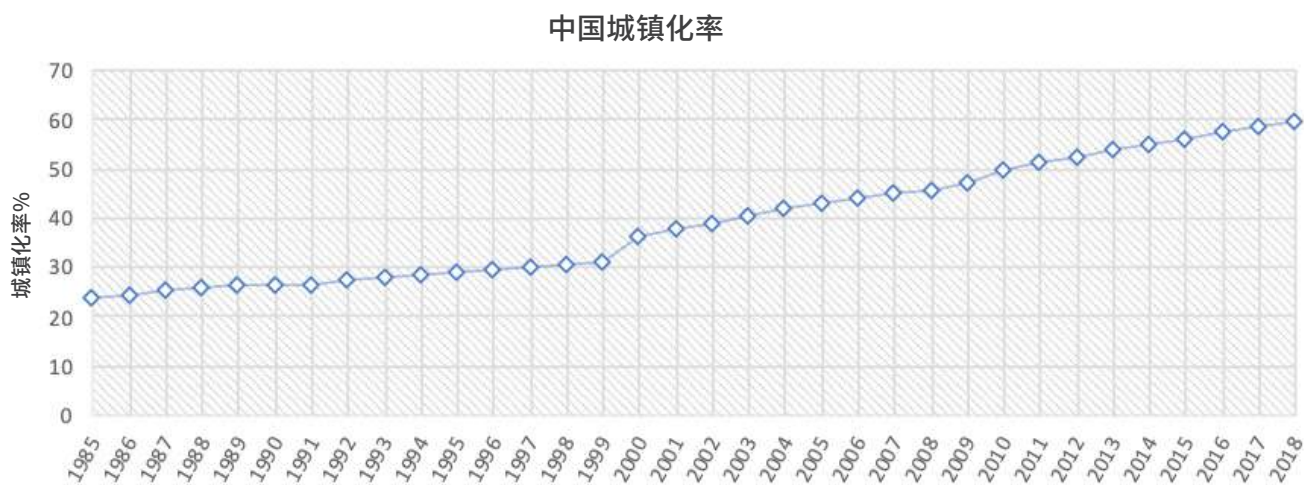
中国过去几十年经历了快速城镇化的过程，城镇化率从1985年的23%增长到2018年的60%（图1），发展过程以快速提高

工业化水平为主，发展模式遵循重“量”轻“质”的粗放模式，在享受城镇化成果的同时，也出现了诸如环境破坏、资源过度开采等一系列问题。预计到2050年，中国的城镇化率将达到75%。面对发展过程中的问题，中国需要改变过去的发展路径，以可持续发展为目标导向，探索一条新型城镇化道路。

近年来，中国在新型城镇化方面做了一系列积极探索。“十三五”规划提出深入推进高质量发展，逐步形成以绿色发展为基本路径的新型城镇化道路。新型城镇化的经济发展路径不再依赖于高能耗高污染的资源投入型产业，而是发展高新技术产业、先进制造业和现代服务业。同时，在城市建设过程中，不断提升城市环境质量、居民生活质量和城市竞争力，打造和谐宜居、富有活力、各具特色的城市，也是新型城镇化的工作重点。

图 1

中国城镇化率1985-2018



数据来源：中国统计年鉴

¹联合国所有会员国于2015年通过了可持续发展目标 (SDGs)，以普遍呼吁采取行动消除贫困，保护地球并确保到2030年所有人享有和平与繁荣。17个可持续发展目标紧密联系，发展必须平衡社会，经济和环境的可持续性。

此外，在生态文明理论框架基础上，2015年出台的《关于加快推进生态文明建设的意见》对城市建设提出了具体的要求和目标：城市在建设过程必须考虑资源环境承载力，把生态环境系统纳入到生产要素的范畴，重视经济绿色低碳循环发展，协调城镇发展中的生产空间、生活空间和生态空间，不断提高城镇的宜居性与发展的可持续性（图2）。

在这些积极探索之下，中国新型城镇化在经济增长动力、城市建设模式、居民幸福指数和环境质量方面都出现了积极变化。2020年，中国出台了以数字经济为内涵的“新基建”政策（图3），推动将5G技术、互联网、大数据、人工智能等信息和智能技术与制造业结合在一起，形成新的更大的创新力和竞

争力。2020年中央政府报告中提出，大力提升县城公共设施和服务能力，以适应农民日益增加的到县城就业安家需求。新开工改造城镇老旧小区3.9万个，支持加装电梯，发展用餐、保洁等多样社区服务，让城镇化的成果更加广泛。

综上，由于其面临的规模 and 发展的特征，中国城市的发展必须因地制宜、因时制宜，探索一种优化、高效、可推广可复制的城市开发建设模式。在此背景下，落基山研究所提出全口径零排放示范，一种面向全球的绿色城镇化创新。在探索全口径零排放示范的过程中，通过改变路径依赖、引入创新模式，创建与国际最先进城市 and 作法相对标，甚至更先进的最佳案例。

图 2
生态文明建设指标列表

生态文明建设指标列表	
资源利用更加高效	<ul style="list-style-type: none"> 单位国内生产总值二氧化碳排放强度比2005年下降40%—45%； 用水总量力争控制在6700亿立方米以内； 万元工业增加值用水量降低到65立方米以下； 农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上； 非化石能源占一次能源消费比重达到15%左右
生态环境质量总体改善	<ul style="list-style-type: none"> 重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到80%以上； 森林覆盖率达到23%以上； 草原综合植被覆盖度达到56%； 湿地面积不低于8亿亩，50%以上可治理沙化土地得到治理，自然岸线保有率不低于35%

来源：《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》

图 3

2020年中国各省市重大项目投资清单

省份	项目数量	总投资额	年度投资额	项目清单
北京	300个		当年计划投资2523亿元, 建安投资1253亿	100个基础设施项目, 100个民生改善项目, 100个高精尖产业项目。
河北	536个	18833.1亿	2410.1亿	新开工项目投资4436.2亿元, 续建投资4422.6亿元, 保投产项目投资3327.5亿元, 前期项目投资6646.8亿元。
山西	248个			建设项目170项, 前期项目78项。
上海	212个			正式项目152项(其中科技产业类42项, 社会民主类25项, 生态文明类12项, 城市基础设施类57项, 城乡融合与乡村振兴16项), 预备项目60项。
黑龙江	300个	8856亿	2000亿	300个“百大项目”。
江苏	240个		5410亿	创新载体项目年度计划投资87亿元, 产业项目投资1851亿元, 生态环保项目投资301亿元, 民生项目投资958亿元, 基础设施项目投资2212亿元。
福建	1567个	3.84万亿		在建项目1257个, 总投资2.97万亿元, 年度计划投资5005亿元; 预备项目310个, 总投资0.87万亿元。
山东	321个			233个重大建设项目, 88个重大准备项目。
河南	980个	3.3万亿		涵盖产业转型发展, 创新驱动, 基础设施, 新型城镇化, 生态环保, 民主和社会事业六大领域。
云南	525个	约5万亿	约4400亿	基础设施“双十”重大工程, 约3.6万亿元。“补短板, 增动力”省级重点前期项目, 共有3373个, 总投资约8万亿元。
四川	700个	约4.4万亿	6000亿以上	续建项目484个, 计划新开工项目216个。
重庆	924个	约2.7万亿	约3400亿	分为乡村振兴, 基础设施, 产业, 民主, 区域协调发展五大领域。
宁夏	80个	约2268亿	约510亿	
合计	10326个	33.83万亿	2.79万亿	

来源: 21世纪经济报道

2.2 现有目标、指标体系及认证系统

基于对长期开发建设的经验总结，国内外各地区一致认可区域的“净零”开发建设不仅可以在能源转型的过程中起到至关重要的作用，还可以为区域的社会经济发展提供新的机遇与思路。为此，各地政府、私营部门及非营利机构都积极开展支持区域“净零”建设的政策体系建立、量化指标体系的探索及指导规范的编撰，其中不乏有一些思路，可以为我们进一步探索提供借鉴。

2.2.1 欧盟2020能源及气候目标

2007年，欧盟领导设立了《2020能源及气候一揽子计划》。该计划是一套有约束力的立法，以确保欧盟实现其2020年的气候和能源目标。欧盟2020能源及气候目标主要包含三个大目标：1) 在1990年基础上，将温室气体排放减少20%；2) 欧盟所用能源中20%需要来自可再生能源；3) 能效需要提升20%。

欧盟2020年能源和气候目标的实施，引发了欧洲各地区向净零能耗社区（net-zero energy district）的转变。各地区市政一致认同社区能源转型是解决当地社会经济问题的一个机会，因此大部分净零能耗社区项目均获得了公共财政的支持，并且成功撬动大量私营部门资产投资。通过建立净零能耗社区，推动了社区的能源转型，并促进了更多参与者共同加入并建立创新型的社区治理结构。

2.2.2 LEED绿色建筑评价体系

LEED(Leadership in Energy and Environmental Design 能源与环境设计先锋)作为一个受到国际社会认可的绿色建筑认证系统，由美国绿色建筑委员会 (USGBC) 开发，提供实用且可量化评估的绿色建筑解决方案，对多种建筑类型均适用，目前已经应用到了175个国家和地区，并认证了超过98,000个注册和认证项目。针对注册认证的项目，LEED认证从整合过程、选址与交通、可持续场地、节水、能源与大气、材料与资源、室内环境质量、创新和区域优先九个方面对建筑进行综合考察，评判其对环境的影响，并根据每个方面的指标进行打分。根据得分情况，项目可被分别认证为四个等级：认证级（40-49分）、银级（50-59分）、金级（60-79分）及铂金级（80分以上）。

为完善LEED认证，美国绿色建筑委员会在2018年11月14日正式推出LEED ZERO认证项目，该认证代表了绿色建筑在可持续发展追求上的新目标，它是在原有LEED体系基础上，对“净

零”建筑的补充，在零碳、零污染、零垃圾等方面进一步推出一系列的认证体系，包括LEED零碳、LEED零资源（能源、水资源、废弃物）。

2.2.3 INTERNATIONAL LIVING COMMUNITY CHALLENGE 国际生活社区挑战

该挑战是由国际非营利机构 International Living Future Institute发起，鼓励建造出一个涵盖所有健康生活元素的社区，在培养和促进个人健康生活的同时，注重自然资源的保护。社区中所使用的能源及水资源都是在社区内进行捕捉和处理的，彻底实现内循环。此外，社区的设计还需秉承“多元素设计理念”，社区中的每个组成部分都应具有多种用途，实现资源利用最大化。

申请的社区项目需要从选址、水资源应用、能源利用、健康生活、建设用材、社区平等性及美感7个方面进行考核（图4）。该挑战要求申请社区需满足下表中所列出的所有性能要求，并要求认证是基于实际运行结果，而非通过建模展示的预期效果。

2.2.4 ECODISTRICTS 可持续社区

EcoDistricts是针对可持续社区的认证体系。发起该体系的同名机构通过制定出一套设计规则鼓励社区实现公平、具备韧性和实现保护气候环境的功能。社区需要根据绩效指标制定全面的路线图，支持并协调各利益相关方落地实现路线图，并创造一个长效的分享机制，促进各EcoDistricts汇报各自进展，分享最佳实践。EcoDistricts主要关注6个优先领域——社区选址、社区繁荣、居民健康及福祉、社区内部的连接程度、生活基础设施和社区内资源回收利用——通过关注这6个优先领域以实现EcoDistricts的目标。

2.2.5 《城市生态建设环境绩效评估导则》

2015年11月，由中国住房和城乡建设部指导印发《城市生态建设环境绩效评估导则》，目的为贯彻落实国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》，科学、客观地评价城市生态建设的环境绩效，引导城市规划建设工作更加注重实际环境效益的情况。该导则借鉴国内外城市生态环境建设的发展经验，参考有关标准和规范，在土地利用、水资源保护、局地气象大气质量及生物多样性等方面作出了明确指标规定。采用第三方评估，对生态城市建设的环境影响实际效果开展定量评价，可为政府决策提供支撑，为规划指标的修改提供指导。

图 4

国际生活街区挑战的20条评选标准

允许使用超出用地红线的解决方案		国际生活社区挑战的20条评选标准	
	国际生活社区挑战		
选址		01. 增长极限	
	超出用地红线	02. 城市农业	
		03. 栖息地交换	
		04. 人类自给生活力	
水	超出用地红线	05. 正水耗	
能源	超出用地红线	06. 正能耗	
健康及幸福感		07. 文明环境	
		08. 健康社区设计	
		09. 生态环境	
		10. 社区内部韧性连接	
建设用料		11. 生活耗材计划	
		12. 隐含碳排放足迹	
		13. 废物回收利用	
平等		14. 人性、人权、人道	
		15. 普遍接触自然	
		16. 普及社区服务	
		17. 公平投资	
		18. 司法架构	
美感		19. 社区美感+社区精神	
		20. 鼓舞+教育	

来源: International Living Community Challenge 国际生活社区挑战: <https://living-future.org/lcc/>

2.3 现有指标体系仍有可以提升的空间

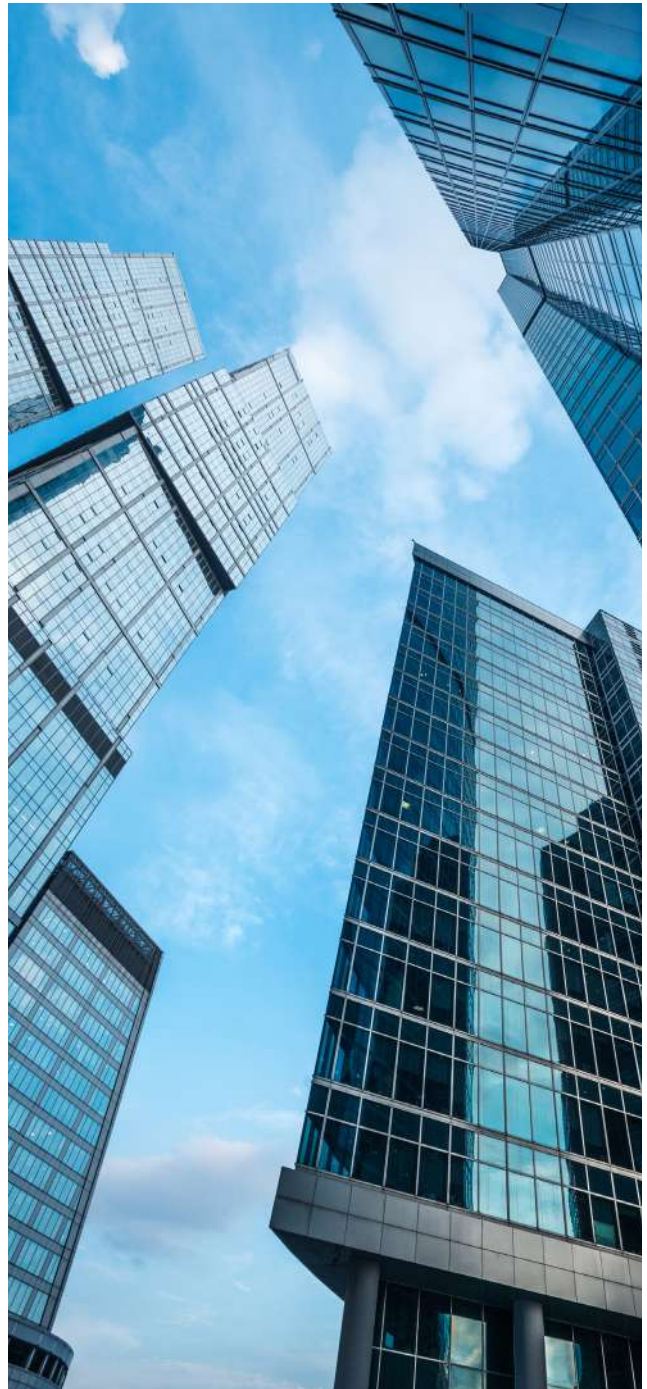
尽管国内外各地区在该领域已经作出了一些努力，也取得了斐然的成绩，但我们经过详细研究及多向对比后发现，在应对气候变化的大背景下，若要从根本上实现绿色的、高质量的区域发展建设，在现有指标体系的基础上，各方仍需要在以下几个方面再进行深入研究，从而完善体系的建立：

建立一套能够协调不同行政部门的机制，以支持量化目标的落地。全方位、多角度的净零目标大多涉及多个部门，如住建部发布的《城市生态建设环境绩效评估导则》，其中就涉及到土地资源部门、水资源部门、气象部门、环保部门等多个部门的多种量化目标。统筹协调好多个行政部门，是保证目标能够高效、顺利落地的前提。

评价或指标体系的建立在以结果为导向的基础上还应充分考虑到前期规划干预。如LEED“净零”社区的认证是基于社区在建成后两年的运营结果。这类做法虽然可以保证认证是基于实际结果，非模拟结果，但由于缺少设计初期的介入，后期运营需要经过大量的优化、调试甚至是部分重建，造成建设过程中的浪费，不仅可能损害“净零”社区建设的经济性，还会增加从各方面实现目标的难度。

指标体系应对“零排放”社区的各个子领域进行具体的指导。现有指标体系常常强调其覆盖领域的全面性，如EcoDistricts，同时关注包括社区内公平性、社区韧性、及气候保护在内的三个领域。尽管这三个领域是建设生态社区必须要关注的领域，然而由于一次覆盖面过广，很难形成针对其中任何一领域的深入探索，最终，社区的绿色生态建设也容易仅仅浮于表面而无法从根本实现。

着重关注定性指标与定量指标之间的有机结合关系。当前国际上几个认证体系的认证步骤主要是由申请项目先自行根据认证体系重点考量的领域作出定性承诺并制定实施路线图，极少出现对定量的明确指导。在缺少定量指标的前提下，无法对早期规划起到实质指导借鉴作用，也很难精确考量后期运营是否达标。



3. 全口径零排放示范概念解析

3.1 全口径零排放示范定义

全口径零排放示范 (WS-ZED) 是基于综合治理的绿色发展理念,旨在支撑经济高质量发展的同时,尽可能降低污染物、垃圾及二氧化碳排放。全口径零排放示范遵循全系统解决生态环境问题的思路,同时考虑到对空气、水、土壤和生态系统的保护。这一理念将生态环境作为一个整体,着眼于各种污染与排放,从生态全系统、生产全过程、价值全环节入手,通过合理的规划、控制、治理、监测、转换等手段,采用量化指标,通过管理机制和商业模式创新,提高效率并实现价值转换,探索更高标准、更佳效果、更高质量的城市发展之路。

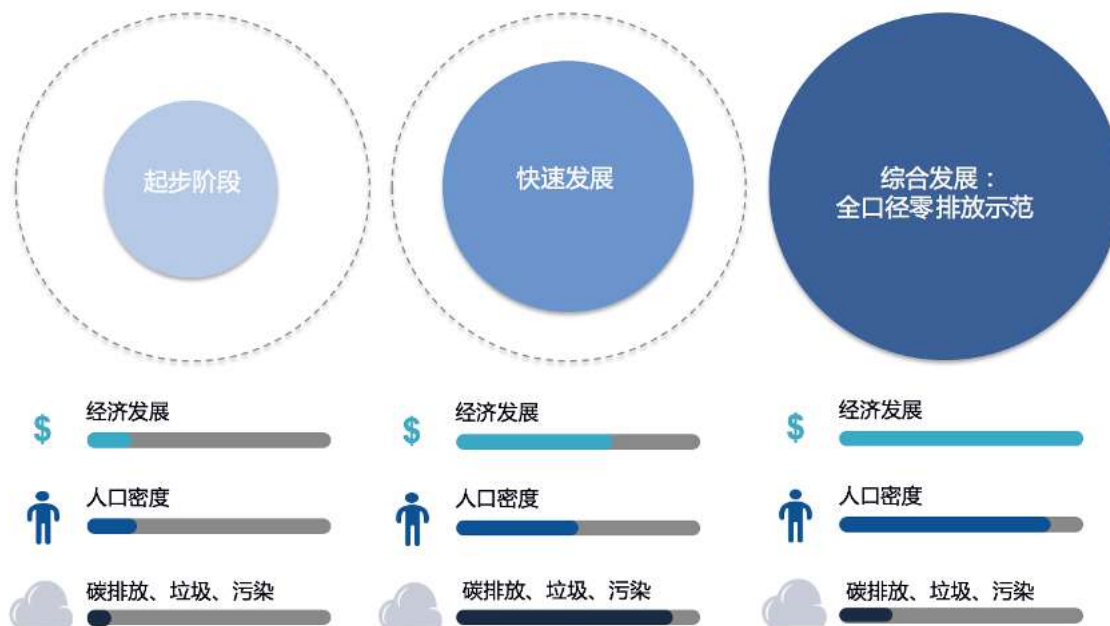
全口径零排放示范目标在发展经济的同时实现零碳、零污染、零垃圾,在守住生态底线的前提下,科学合理开发利用各类自然资源,有效调整优化产业结构并构建具有竞争力的绿色产业体系,把生态环境优势转化为生态经济优势,采用国际通用的量化语言,展现中国在生态文明建设与新型绿色城镇化道路上的有益和成功探索,真正实现高标准高质量永续发展。



全口径近零排放示范的核心应用对象应代表中国绿色城镇化的未来发展方向,例如核心政务新城、港口码头新区、生态文旅区、创新工业园区、综合商务新城和产城结合的城区等。目前中国新规划的新城新区高达3500个,开发建设过程必须实现绿色、创新和变革。全口径零排放示范一旦推广应用到新区开发建设中,将产生量变到质变的效果。

图 5

全口径零排放示范支撑经济增长与各类排放脱钩



3.2 全口径零排放示范的先进性

全口径零排放示范的建设无论从理论设计、工作重点识别以及工作框架制定上来讲，都是基于现有领先的区域绿色开发最佳实践的进一步探索。

强调量化的全系统综合治理思路 - 全口径零排放示范遵循全系统解决生态环境问题的思路，同时考虑到对空气、水、土壤和生态系统的保护，将生态环境作为一个整体，从生态全系统、生产全过程、价值全环节入手，通过合理的规划、控制、治理、监测、转换等手段，着眼于各种污染与排放，协同采用量化指标，通过管理机制和商业模式创新，提高效率并实现价值转换，探索更高标准、更佳效果、更高质量的城市发展之路。

分别建立排放型量化指标及控制型量化指标 - 排放型量化指标特指运营中的结果型指标，多为测量结果。控制型量化指标特指规划设计文件、规范类文件、土地出让合同等文件中常见的控制型指标。全口径零排放示范综合考虑两种指标，从源头、过程、效率三个角度，建立包含排放源清单、量化控制目标、量化治理手段、生态价值转化、经济效益核算、商业模式与竞争力等的科学评价体系。

突出前端规划进行全过程管理 - 全口径零排放示范将突出前端规划，将绿色发展、循环发展、低碳发展理念贯穿于发展全过程，最大程度避免开发过程中出现走回头路的情况。从标准、考核、评估等角度填补治理体系的空白，结合统筹不同概念、框架，开发系统性管理发展模式，从而释放出更多的发展动能和红利。

机制创新确保可复制性 - 全口径零排放示范重视模式创新及机制的可复制性，创建行业认可、市场接受度高、自下而上的体系，深刻影响生态环境市场，让高质量发展成为新的经济增长点。



4. 全口径零排放示范指标体系

4.1 全口径零排放示范指标的必要性

制定量化的指标体系是打造全口径零排放示范的基础和核心，是实现城市开发建设项目质变的必要手段和政策抓手。全口径零排放示范指标体系将涵盖区域开发建设运营过程中的核心指标，特别是低碳建设、垃圾处理、污染排放等方面。此章节具体介绍全口径零排放示范指标体系 (WS-ZED Indicators System, 简称 WS-ZEDiS)，包括整体架构、零碳指标体系、零垃圾指标体系和零污染指标体系。

4.2 全口径零排放示范指标体系指标架构

零排放目标下的污染介质分类包含大气、水体、土壤，以及声、光等其他介质。排放减量和回收处理是实现零排放的两大手段。在排放减量方面，分别对建筑、交通、工业、电力行业进行需求控制、结构转型、能效提升和能源替代。在污染回收处理方面，通过重复使用、回收、末端处理的方式，变废为宝。

温室气体、固体废弃物、污水和气体污染物是全口径零排放示范的重点关注对象。为了实现零碳、零垃圾、零污染，将相关因素综合考虑形成一套可执行的指标体系。全口径零排放示范指标体系 (WS-ZEDiS) 整体遵循零排放处理思路 (图6)，零碳指标体系 (图7)、零垃圾指标体系 (图8)、零污染指标体系 (图9) 分别遵循各自的内在逻辑。

图6
全口径零排放指标体系理论框架

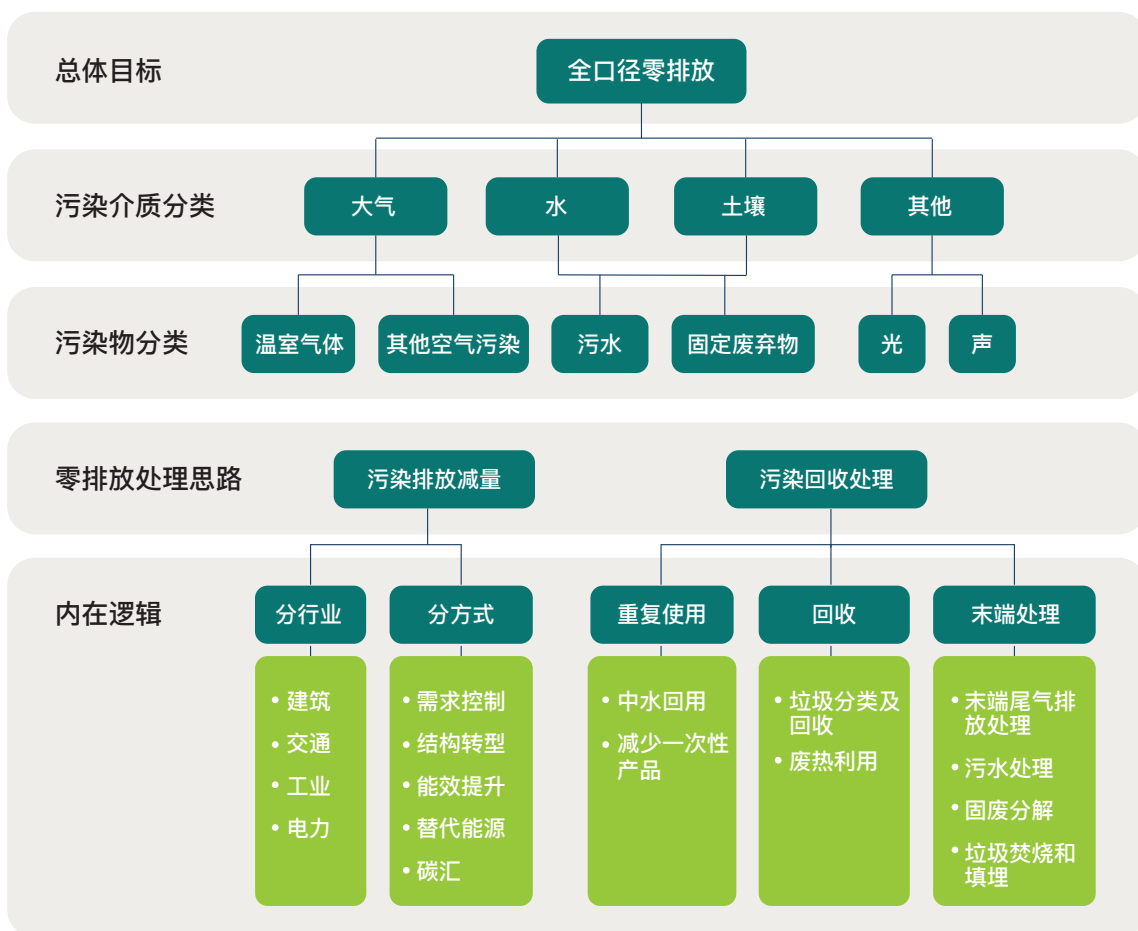


图 7

全口径零排放工作重点一：零碳指标体系

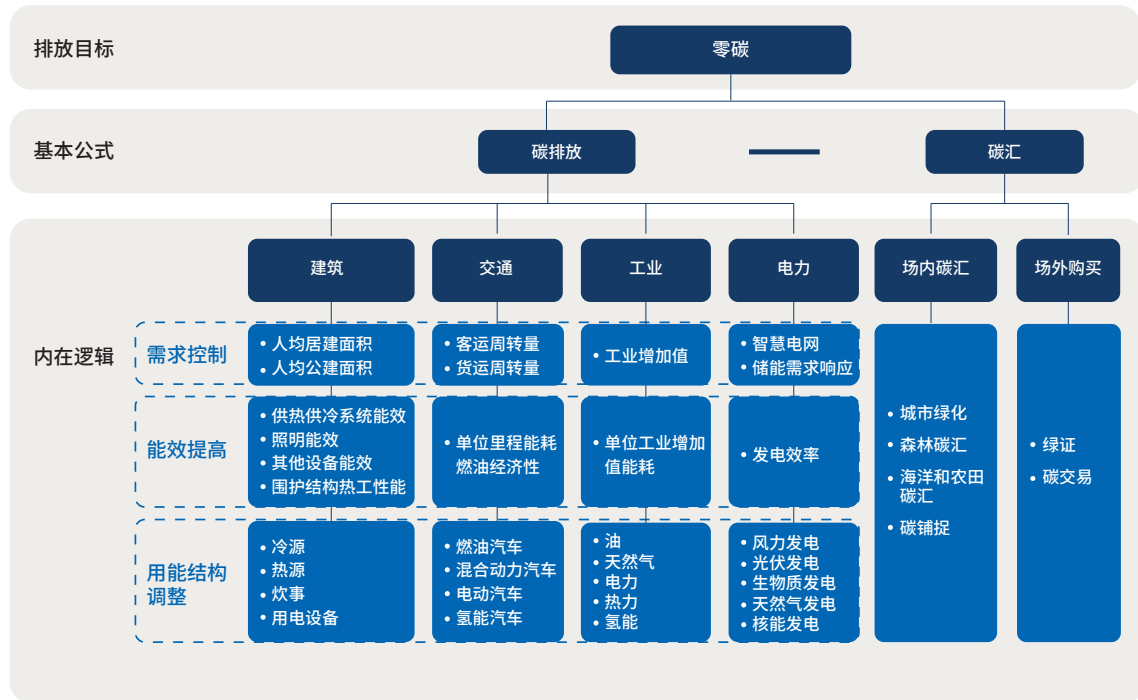


图 8

全口径零排放工作重点二：零垃圾指标体系

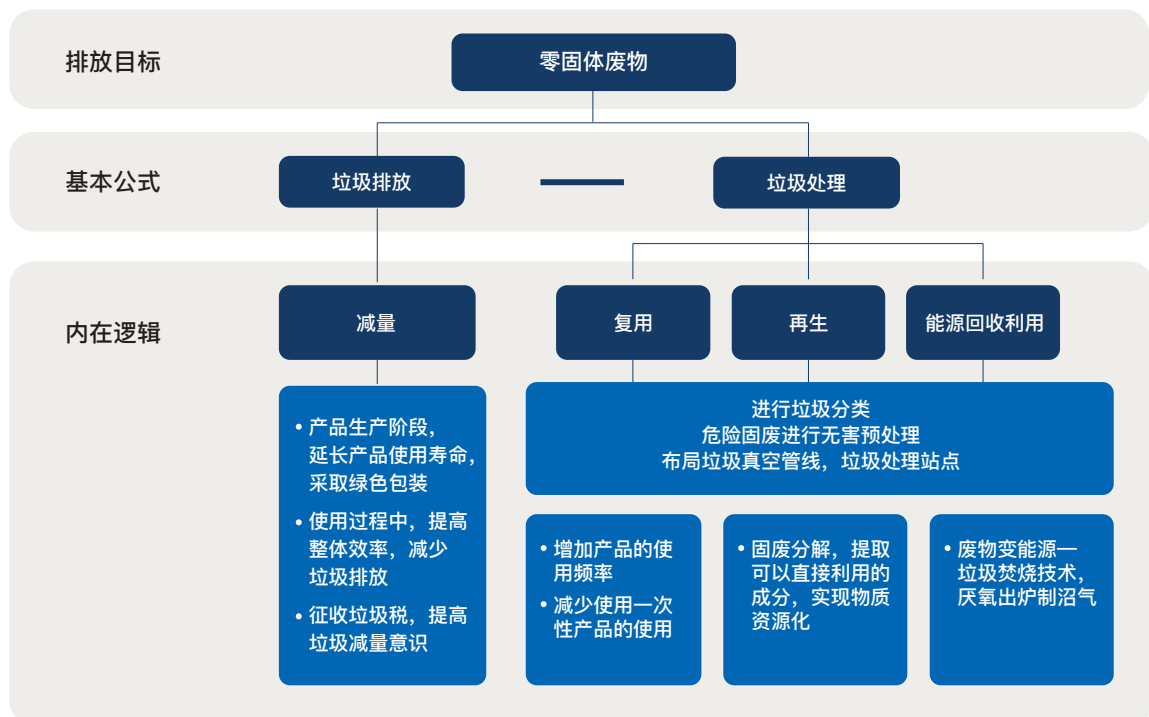
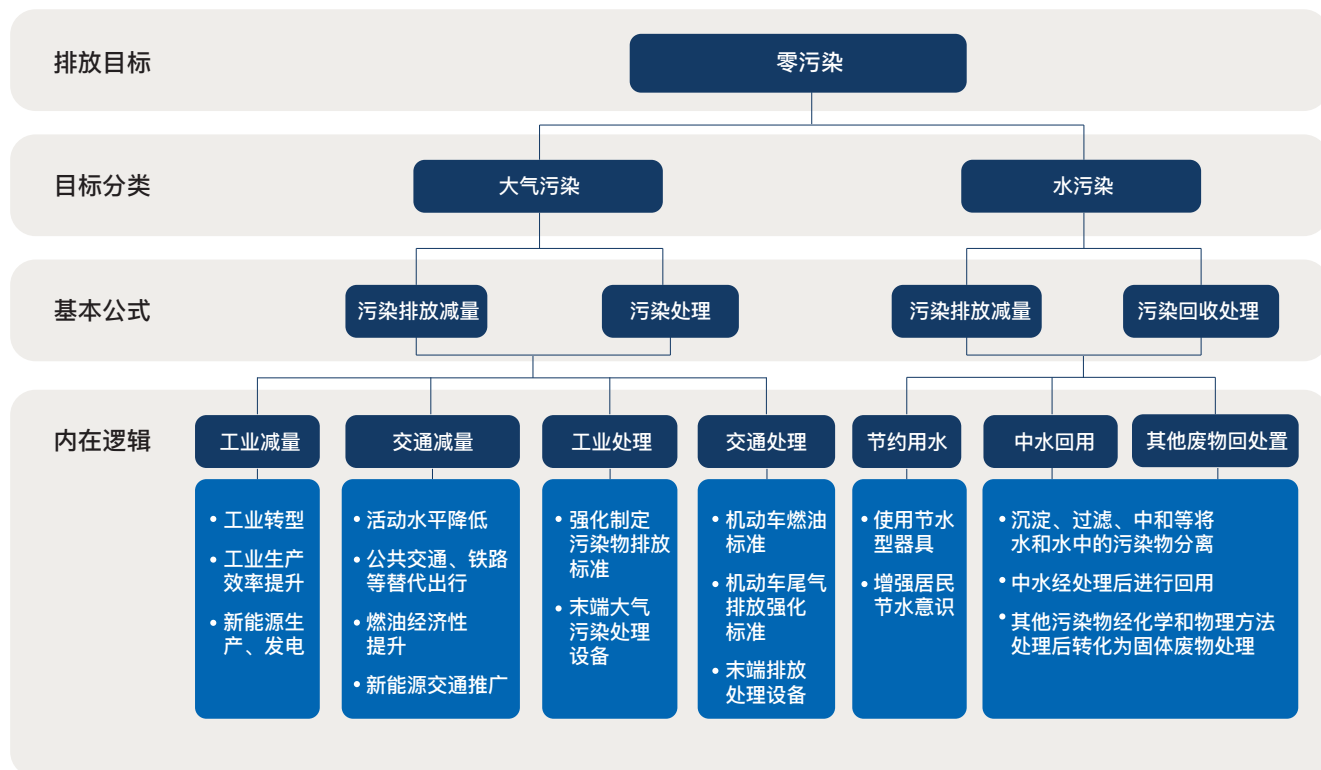


图 9

全口径零排放工作重点三：零污染指标体系



基于上述指标体系架构，形成全口径零排放具体指标，分为控制型指标和排放型指标，涵盖人口、经济、土地、产业、交通、城市设计、绿化、水体、市政、农业、工业和建筑，具体指标详见附件。

4.3 全口径零排放示范指标体系应用方法及特征

通过深入的技术经济分析，分部门制定全口径零排放示范的量化指标，注重跨部门整体优化，以确保指标的系统性、兼容性、有效性和先进性。全口径零排放示范指标体系将采用性能化的量化指标，即以结果为导向、以运营参数为依据、更加注重前期规划的指标体系。全口径零排放指标体系的研究方法更加注重精确的技术经济分析并采用分时模拟等技术手段，以确保量化指标的科学合理性。深化拆解全口径零排放指标体系，指标应涉及控制型指标和排放型指标两个维度，并包含以下几个部门：社会经济、产业结构、规划用地、能源、资源、生态、垃圾、污染、循环利用、生活方式；通过整体把控和一

体化规划，将技术可行、经济合理、符合政策、社会可接受等作为衡量标准，明确近期及远期的“零排放”目标。

全口径零排放指标体系具有全过程及动态相关性等特征：

全过程——全口径零排放指标体系针对生态全系统、生产全过程、价值全环节采取一体化规划，解锁全生命周期价值。指标体系的设置应按照城市开发建设管理流程，对每个步骤进行有针对性的调整，确保指标体系与建设管理原有流程的兼容性，在支撑经济转型发展的过程中实现全口径零排放。

动态相关性——全口径零排放指标体系内部存在动态关联及时间关联，调整某个指标直接或间接影响多个其他指标，并产生连锁效应，进一步放大每个指标的影响。在探索全口径零排放示范的路径时，应尽可能全面地考虑每个指标的相互动态关系和影响，以最经济有效的指标设定模式指导全口径零排放示范的建设。

5. 全口径零排放示范技术目录

全口径零排放示范的早期规划介入将提供更多应用创新技术的机会 (图10)，例如应用5G、大数据等创新技术重塑基础设施，打造智慧城市，解决交通拥堵，加强环境监控和治理。

图 10
技术分类目录

清洁能源技术	高效工业和绿色材料	绿色交通	高效建筑和社区	数字化和信息技术	城市综合治理
<ul style="list-style-type: none">• 海上风电• 分布式光伏• 生物质• 特高压• 燃料电池• 高效制氢• 加氢站	<ul style="list-style-type: none">• 工业互联网平台• 工业大数据• 工业APP• 工业机器人• 智能机床• 工业余热利用• 氢还原制钢• 新型水泥窑炉	<ul style="list-style-type: none">• 电动车• 充电桩• 城际高速铁路和城市轨道交通• 氢能物流车• 氢能客车• 智能仓库• 物流机器人	<ul style="list-style-type: none">• 建筑信息系统 (BIM)• 建筑能耗监测平台• 高效制冷• 地源热泵• 建筑光伏一体化• 直流建筑	<ul style="list-style-type: none">• 云计算• VR/AR• 基于大数据的人工智能• 智能电网• 物联网	<ul style="list-style-type: none">• 垃圾压缩处理• 城市污染排放监测平台

6. 落基山研究所案例总结分析

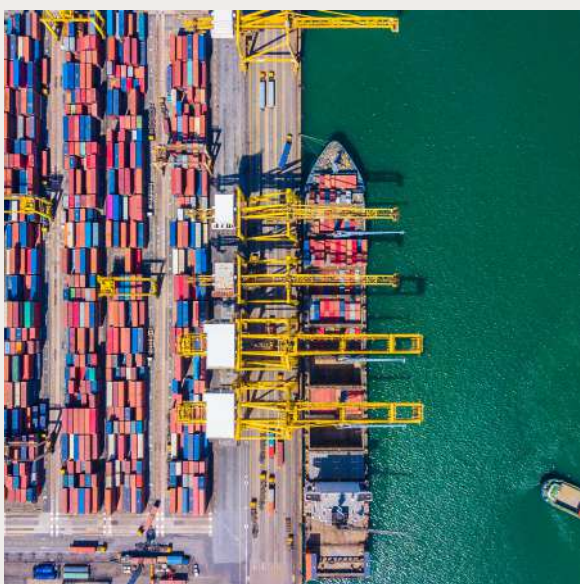
落基山研究所一直致力于推广低碳发展理念，将零碳目标融入到区域开发之中。经过近十年的探索，落基山研究所形成了领先的专业洞见，建立了丰富的项目资料库，参与的零碳区

域开发项目遍及美国、中国、印度和新加坡。以下是落基山研究所参与的项目简介。



美国海泽伍德净零能耗开发区

项目位于匹兹堡市莫农加希拉河沿岸，目前为全球最大的净零能耗开发项目。该项目占地面积约1平方公里，为集居住、办公、服务等多用途为一体的综合开发标杆项目。落基山研究所受业主委托承接了该项目的净零能耗规划设计咨询及商业咨询，助力老钢厂用地成功转型，吸引多家新型独角兽企业入驻，为匹兹堡市经济转型注入了新动能。



新加坡港绿色低碳综合能源服务

落基山研究所助力新加坡港务局针对低碳目标和可再生能源应用进行深度技术经济可行性研究，对新加坡港的能源消费及生产情况做了深入分析，识别了经济可行的绿色低碳目标，为新加坡港绿色低碳综合能源服务制定了详细的发展路线图，并辅助港务局申请新加坡建设局的相关奖励基金。



宁波市梅山近零碳排放区示范工程

宁波梅山近零碳排放区占地330平方公里，为高速发展的“港口-产业-城市”综合开发区。落基山研究所与国家应对气候变化战略研究与国际合作中心共同承担梅山管委会课题。据测算，梅山有条件以技术可行、经济合理、机制创新的方式，到2030年建成国内国际领先的近零碳排放示范区，在经济高速增长4倍和人口高速增长3倍的同时，将碳排放总量维持在略低于2017年的水平。



印度新德里Palava可持续社区深度减排方案

落基山研究所为Palava社区制定了可持续及减排方面的行动方案和技术支撑。截止2025年，该方案将为50万人提供零能耗建筑、可再生能源、绿色出行、可持续水资源利用等多维度的基础设施。与地方政府、开发商、能源供应商、市政供应商共同努力，全方位提升Palava社区价值与影响力。



海口江东新区零碳新城

- 《中国(海南)自由贸易试验区总体方案》要发挥海南岛全岛试点的整体优势,紧紧围绕建设全面深化改革开放试验区、国家生态文明试验区、国际旅游消费中心、绿色能源岛、零碳示范岛及国家重大战略服务保障区的目标,实行更加积极主动的开放战略,加快构建开放型经济新体制,推动形成全面开放新格局,把海南打造成为中国面向太平洋和印度洋的重要对外开放门户。
- 江东新区位于海口市东海岸区域,总面积约298平方公里,分为东部生态功能区和西部产城融合区,区位优势独特、生态环境一流、后发优势明显。
- 设立江东新区是建设中国(海南)自由贸易试验区,逐步探索、稳步推进中国特色自由贸易港建设的重大举措。
- 根据战略定位,江东新区将建设全面深化改革开放试验区、建设国家生态文明试验区、建设国际旅游消费中心以及建设国家重大战略服务保障区(“三区一中心”)。在加快质量变革、效率变革、动力变革,提高全要素生产率,建立开放型生态型服务型产业体系等方面做表率,努力建设成为中国(海南)自由贸易试验区的集中展示区。

7. 国际示范意义

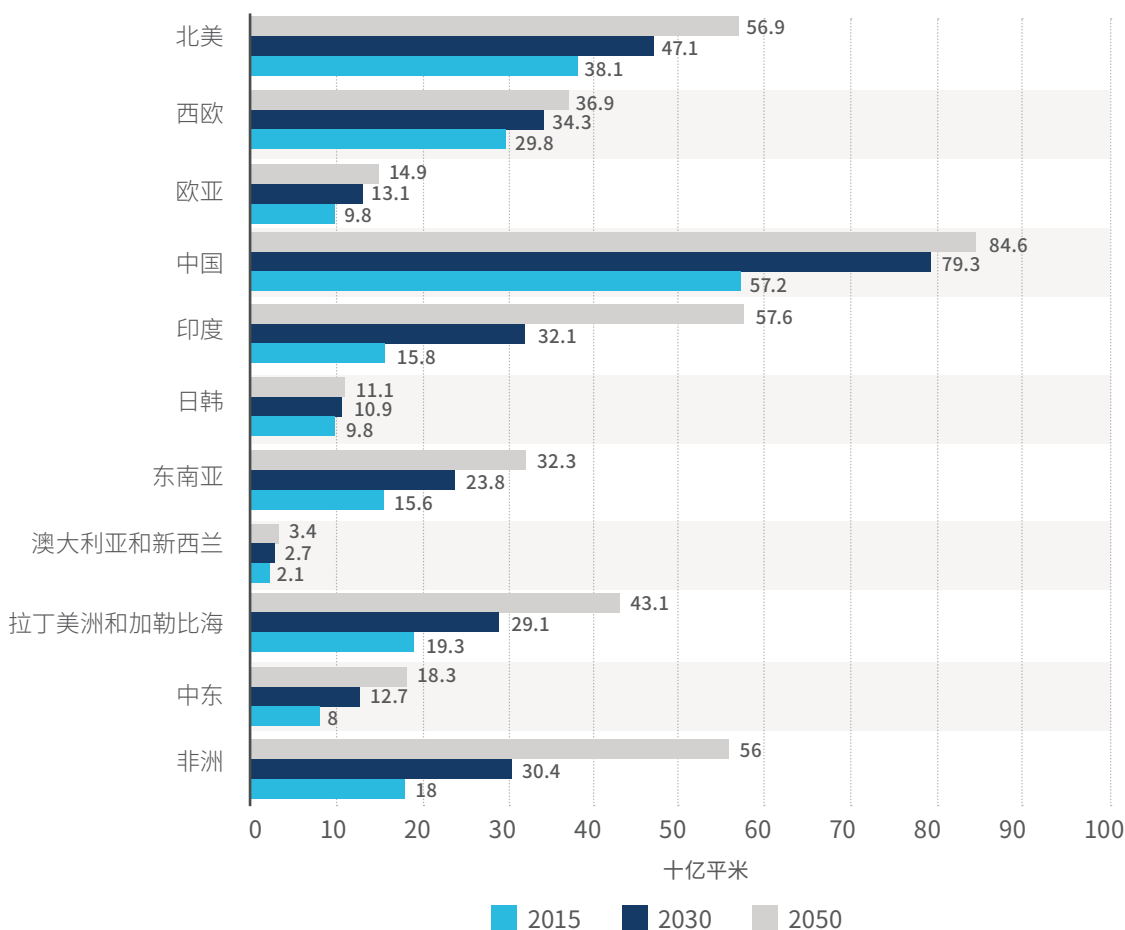
到2050年,全球城市人口总量增长高达25亿,与之相关的城市新增建设量相当于每天建设一个纽约市。其中,中国、印度、拉丁美洲、非洲等地区呈现高速城镇化的状态,城镇化的增速和总量都相当可观(图11)。在城镇化进程最快的地区采取有效的城市增长管理政策对全球应对气候变化和实现可持续发展目标极为重要。

新一轮的城镇化的主要驱动之一是全球劳动分工和产业转移,这也使得新增城镇化呈现复杂的态势。以“一带一路”的主要沿线国家为例,其对美国、西欧、日韩等国家的出口贸易相关碳排放及隐含碳占其碳排放总量约30%。另一方面,污

染和垃圾的负面影响主要作用于本土。这种生产和消费空间的错配,导致快速城镇化地区的碳排放、垃圾、污染的管理难度加大。

全口径近零排放示范为快速城镇化提供了一种新的理论模型,通过量化的语言描述了城镇化过程中经济发展与资源环境的相对关系。全口径零排放示范为经济高质量发展与各类排放的脱钩提供了理论依据与计算框架,每个项目可根据具体情况因地制宜的制定适合的零排放路线图。全口径零排放示范以国际最佳实践为基础,放眼未来全球城镇化进程,引领并贡献于全球绿色城镇化与生态文明进程。

图 11
全球建设量分地区预期增长 (2015年-2050年)ⁱⁱ



ⁱⁱ全球建设量分地区预期增长 (2015年-2050年) : <https://www.statista.com/statistics/731858/projected-global-building-floor-area-growth-by-region/>

8. 下一步行动

全口径零排放示范是一种跨行业的绿色革新，在后续落地实施和探索示范项目的过程中需要多方合作推进。在下一步的工作中，除了继续完善全口径零排放示范的理论框架，还应探索量化政策目标的制定、创新的区域规划设计方法、兼容性更强的规划管理体系、及包含综合能源服务商在内的创新商业模式。落基山研究所诚邀各相关方与我们共同努力。



附录：全口径零排放指标体系要素

控制型指标			排放型指标			
分类	细分	主要指标	碳排放	水	固体	大气
社会经济	人口	人口密度	人均碳排放	人均污水废水	人均垃圾	人均室内环境质量
	经济	GDP	单位GDP碳强度	单位GDP水污染	单位GDP固体污染	单位GDP大气污染
		城镇化率	城乡碳排放强度	城乡水污染	城乡固体污染	城乡气体污染
规划设计	土地	土地利用效率	单平方公里碳强度	单平方公里水污染	单平方公里固体污染	单平方公里大气污染
	产业	产业结构	产业排放强度	产业水污染	产业固体污染	产业大气污染
		产业增加值	单位增加值碳排放	单位增加值水污染	单位增加值固体污染	单位增加值大气污染
		投资完成额	单位投资碳排放	单位投资水污染	单位投资固体污染	单位投资大气污染
		总产值	碳排放总量	水污染总量	固体污染总量	大气污染总量
		从业人员结构	单个工作岗位排放强度	单个工作岗位水污染	单个工作岗位固体污染	单个工作岗位大气污染
	交通	路网密度	单公里排放	-	-	单公里大气污染
		出行友好道路设计	步行骑行减排效应	-	-	步行骑行减排效应
		路面材质	降低热岛效应降温节能	透水率	-	避免扬尘挥发等污染
		公共出行占比	公共出行减排效应	-	-	公共出行缓解污染
		货运优化	货运效率提升减排	-	-	效率提升缓解污染
		新能源交通规划	新能源脱碳减排	-	-	新能源降低尾气

控制型指标			排放型指标			
分类	细分	主要指标	碳排放	水	固体	大气
规划设计	城市设计	职住平衡	提升用地效率、促进经济活动、提升生活质量	提升用地效率、统一污水处理	提升用地效率、降低施工固废	缓解交通压力, 降低大气污染
		容积率	单平米碳排放强度	单平米水污染	单平米固体污染	单平米室内环境污染
		限高	-	立面雨水利用	-	光污染
		占地密度	建筑与绿化、交通、市政等争抢面积	地表水利用	降低施工固废	光污染
		贴线率	出行友好减排效益	-	-	光污染
		日照间距	居住友好节能减排提高生产力	-	-	光污染
		主导朝向	居住友好节能减排提高生产力	-	-	光污染
		室内环境舒适性	舒适性提升提高生产力、吸引人才	-	降低装修垃圾	室内空气质量
	绿化、水体	绿化覆盖率	碳汇、降低热岛效应	-	-	防风固尘
		植被种类	碳汇	-	-	防风固尘
		绿道规划	居住友好提高生产力	-	-	防风固尘
		水体覆盖率	碳汇、降低热岛效应	水体利用	-	防风固尘

控制型指标			排放型指标				
分类	细分	主要指标	碳排放	水	固体	大气	
规划设计	市政	市政照明	照明能耗	-	-		
		景观灌溉	景观能耗	景观水污染	-	-	
		水体清洁	水体能耗	水体污染	-	-	
		环卫与垃圾处理	垃圾处理能耗	液体废弃物	固体废弃物	扬尘污染	
		污水处理	垃圾处理能耗	污水	-	-	
		中水回收	垃圾处理能耗	循环利用占比	-	-	
		雨水调蓄	垃圾处理能耗	雨水利用	-	-	
		储能调峰	调峰减排	-	-	-	
		变电站、锅炉、热力、燃气、电信、人防、指挥中心等常规市政设施	运营节能	运营节水	-	-	
		管网	管线综合节约用地				
生产生活	农业				土壤污染		
	工业	建筑业	施工能耗排放	施工污水废水	建筑垃圾、装修垃圾	施工扬尘污染	
	交通	客运效率	客运碳排放				尾气污染
		货运效率	货运碳排放				尾气污染
		水运效率	水运碳排放	水体污染	-		尾气污染
		智能调度	交通拥堵系数	-	-		尾气污染

控制型指标			排放型指标			
分类	细分	主要指标	碳排放	水	固体	大气
生产生活	建筑	各类建筑能耗强度	建筑部门碳排放	-	-	-
		被动式负荷优化	建筑部门碳排放	-	-	-
		设备效率优化	建筑部门碳排放	-	-	-
		智能家居	建筑用能峰值	-	-	-
		各类建筑用水指标	-	建筑部门节水	-	-
		各类建筑垃圾处理	-	生活垃圾	生活垃圾	-
		餐厨排烟	餐厨用能管理	餐厨隔油	餐厨垃圾	餐厨大气污染
	跨部门 循环经济	低品位热源利用	循环利用减排	-	-	烟气利用
		剩余冷源利用	循环利用减排	-	-	-
		区域能源站	提升效率减排	-	-	-
供给保障	能源	电力	电力脱碳	-	-	煤改电降低大气污染
		燃气	减排	水污染	-	煤改气降低大气污染
		煤	控煤	-	-	-
		石油	新能源、生物质等代替			
	资源	水	水泵效率、光网设计优化等节能	节水		

参考文献

- 中国环境与发展国际合作委员会环境与发展政策研究报告 2016, 生态文明: 中国与世界: <http://www.cciced.net/ccicedPhoneEN/PolicyResearch/research/201712/P020171206497965529925.pdf>
- 联合国环境署 2016, 绿水金山: 中国生态文明建设的战略与行动 https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/greenisgold_en_20160519.pdf
- LEED绿色建筑评价体系: <https://www.usgbc.org/help/what-leed>
- International Living Community Challenge 国际生活社区挑战: <https://living-future.org/lcc/>
- EcoDistrict: <https://ecodistricts.org/>
- 欧盟2020能源及气候目标:https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en
- 《城市生态建设环境绩效评估导则》:<https://wenku.baidu.com/view/292c60ab6037ee06eff9aef8941ea76e58fa4ac1.html?re=view>



北京市朝阳区景华南街5号远洋光华国际C座1606室
<http://www.rmi.org>

© 2020年11月 RMI版权所有。Rocky Mountain Institute® 和 RMI® 均为注册商标。