

成都市低碳发展蓝图研究



世界资源研究所
WORLD RESOURCES INSTITUTE



摘要

城市是温室气体排放的主要贡献者，全球70%以上的温室气体排放来自于城市¹。同时，城市本身由于人口聚集度高，也容易受到气候变化的影响，极端气候事件会给城市造成难以估量的损失。因此，从应对气候变化的角度看，城市发展转型迫在眉睫。从另一方面看，城市是相应地域范围内资本、劳动力和科学技术聚集的空间载体，有能力在解决气候变化问题上发挥重要的、独特的作用；并且，城市低碳发展可以协同解决众多的“城市病”，带来新的发展机遇。

当前，低碳发展已经成为世界主要城市的共同目标，成为城市软实力的重要组成部分。我国政府2010年7月启动了“五省八市”低碳省区和低碳城市试点工作，2012年12月进一步将这一试点工作拓展到北京市、上海市、海南省、青岛市等其它29个城市和省区。从国际层面来看，诸多国际合作项目也围绕城市低碳可持续发展开展了相关试点工作。世界资源研究所在卡特彼勒基金会支持下开展的“可持续和宜居城市项目”，在中国、印度和巴西选择了四个城市开展可持续发展和宜居城市建设的研究。在中国，项目得到了国家发改委气候司的大力支持，同时选择了成都市和青岛市作为试点城市。项目为期五年，包括三个阶段：首先为试点城市勾画低碳可持续发展的蓝图；其次是开展示范项目，把蓝图落实为行动；在最后一个阶段将向其他城市推广成功经验。

成都市低碳发展蓝图研究作为“可持续和宜居城市项目”第一阶段的一项重要内容，旨在探索成都市在不同的发展模式下到2030年的能源消费及碳排放路径，以为成都市制定中长期发展规划及相关专项规划提供科学支撑与借鉴参考。

¹ IEA, 2008. World Energy Outlook 2008. <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008-1994/weo2008.pdf>

研究内容与方法

研究聚焦于成都市行政边界内各生产部门和消费部门由能源活动导致的CO₂排放。重点关注工业部门²、建筑部门和交通部门在不同的活动水平和能效水平下，带来的能源需求及相应的CO₂排放。

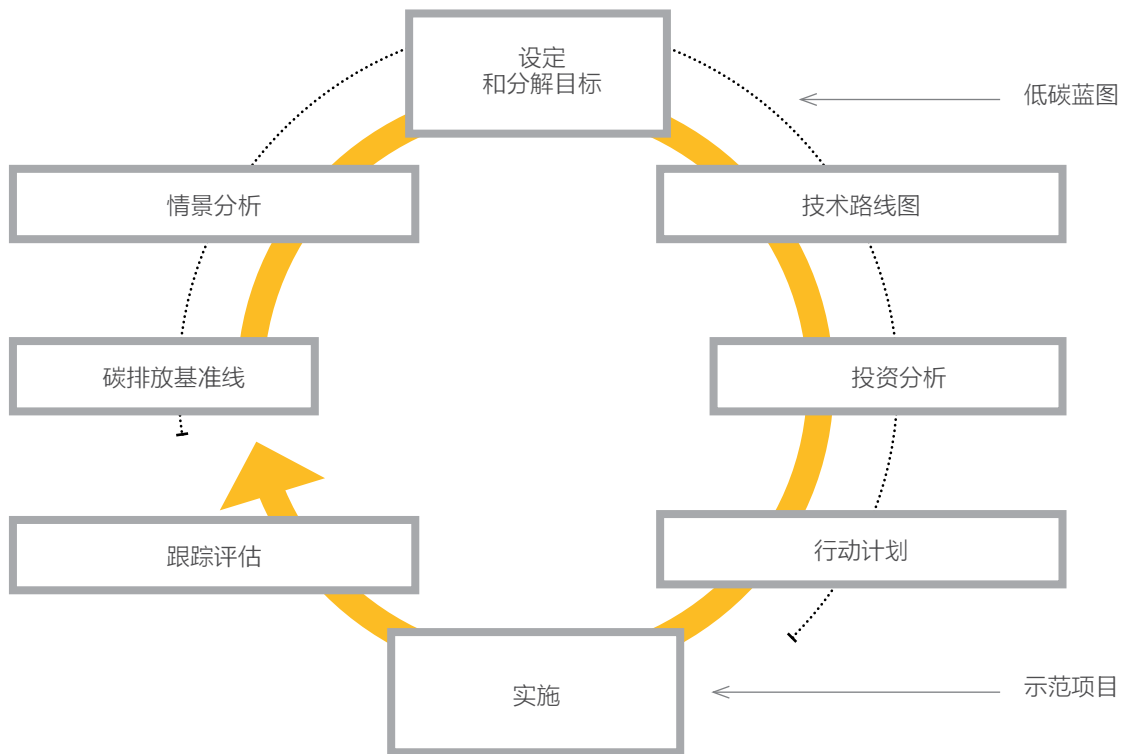
本研究首先从成都市的现状出发，分析成都市的宏观经济、产业结构、能源消费以及碳排放的历史情况，明确成都所处的历史发展阶段以及未来的发展定位，识别影响碳排放的关键因素。

依据现状分析结果，结合成都市近中期的战略规划，并参考主流研究机构对全国中长期发展趋势的研究，对2010-2030年全市社会、经济发展做出初步判断。采用展望与回望相结合的方法，设计三个不同的发展情景，定性描述成都未来的经济社会、技术发展、消

费方式等情景模式。其中，基准情景和政策情景采用展望的分析方法，根据现状看未来；而蓝图情景采用回望的分析方法，将尽快在2030年之前实现碳排放峰值作为蓝图情景的核心目标，围绕这一目标来探索各部门各行业的发展模式。

构建自上而下与自下而上相结合的情景测算模型。从社会经济发展目标入手，对GDP增速、产业结构、人口、城镇化率、能源资源的可获得性等重要因素进行诠释，并对关键参数进行量化设定。从部门和行业的角度模拟不同情景下的能源需求和碳排放，对关键指标进行对比分析，评估不同情景的减排潜力。以蓝图情景为目标，从宏观经济、产业活动、居民生活等层面分析实现这一情景的路径。在此基础上提出相关政策建议，为管理者制定下一步行动计划提供决策参考。

图 1 | 低碳蓝图的研究和实施过程



² 包括工业和建筑业

图 2 | GDP与三次产业增速

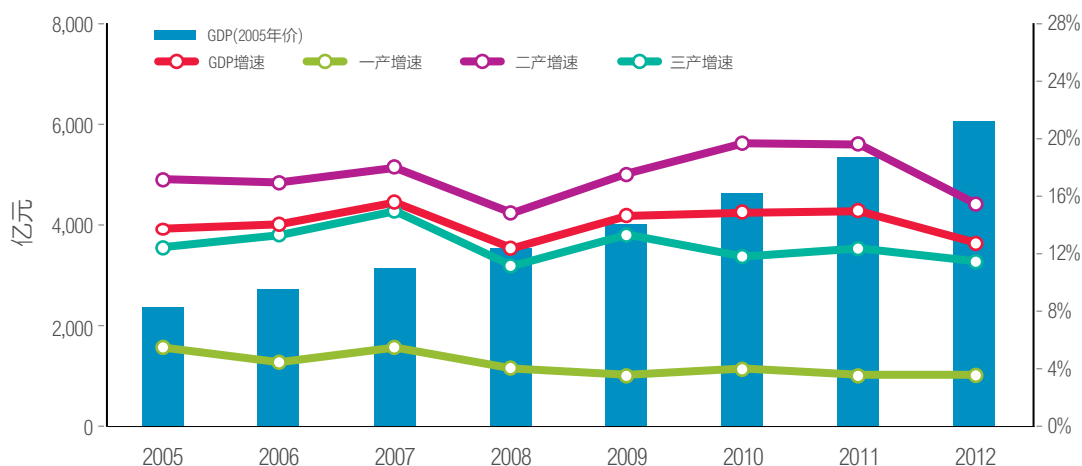
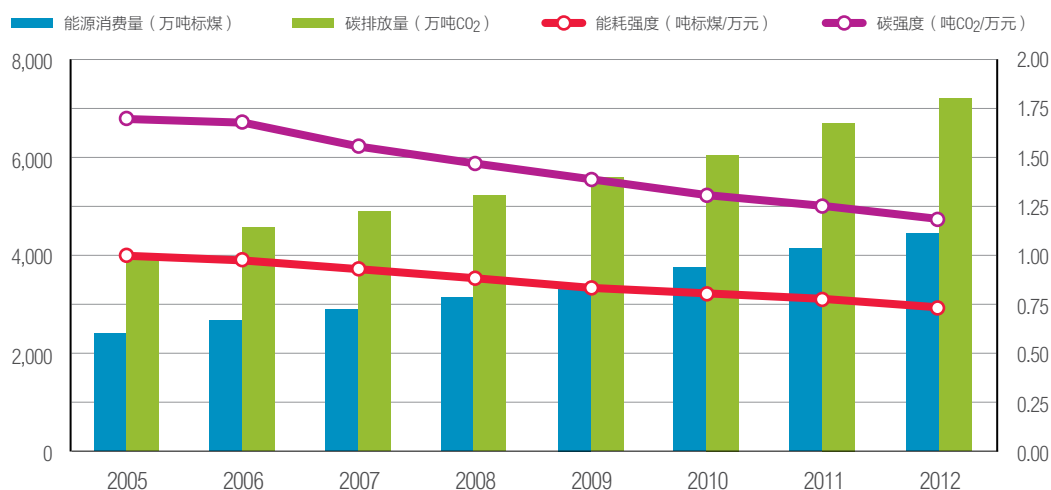


图 3 | 能耗与碳排放



成都市经济、能耗与碳排放现状

成都市已经连续多年保持经济的高速增长。2005-2012年，GDP年均增长14.3%，高于全国平均值3个百分点左右。2012年，成都市经济总量达6059亿元（按2005年不变价折算），是2005年的2.55倍，在四川省所有地级市中位居首位，在11个西部中心城市中位列第二，仅次于重庆，但增速较前几年有所回落。（见图2）

从三次产业来看，第二产业增速最高，比全市GDP增速高2.4-4.8个百分点；第三产业增速略低于GDP增速。这就导致成都市的产业结构呈现出第二产业比重逐年提高的趋势。2005-2012年，第二产业比重由41.4%提高到46.6%，而第三产业则由51.1%下降到49.2%。

经济的快速发展，尤其是工业的高速增长，必然带来大量的能源消耗。2005-2012年，**成都市总能耗（等价值）从2399.7万吨标煤增长到4442.3万吨标煤；人**

均能源消费量从1.96吨标煤/人增长到3.13吨标煤/人，2012年全国人均能源消费量为2.67吨。

同期能源消费年均增速为9.2%，大幅低于GDP年均增速（14.3%），导致万元GDP能耗显著下降，从1.01吨标煤/万元下降到0.733吨标煤/万元，降幅为27.4%，其中“十一五”期间下降20.2%。

碳排放的增长趋势与能源增长相似，**从2005年的4028.3万吨CO₂增长到2012年7167万吨CO₂；人均碳排放则由3.3吨CO₂/人增长到5.06吨CO₂/人。**2011年全国人均碳排放为5.9吨CO₂，成都人均碳排放为4.75吨CO₂。

2005-2012年，单位GDP碳排放由1.7吨CO₂/万元下降到1.18吨CO₂/万元，降幅达到30%，其中“十一五”期间下降23.3%。（见图3）

情景分析

本研究采用情景分析方法模拟了成都市到2030年的能源需求与碳排放趋势。基准情景（S1）可以看做是现有节能减排政策的延续；政策情景（S2）需要为应对气候变化采取多种致力于降低CO₂排放的措施；蓝图情景（S3）将尽早实现碳排放峰值作为核心目标，最大限度挖掘减排潜力。

分析结果显示，三个情景下能源需求均呈现增长趋势，**2030能源需求总量分别为2010年的3倍（S1）、2.5倍（S2）和1.9倍（S3）**；能源活动导致的CO₂排放分别在基准情景和政策情景下保持增长趋势，2030年排放量分别是2010年的2.9倍和2.3倍；**蓝图情景下的排放量在2025年进入平台期，2030年的排放量约为1亿吨，是2010年的1.7倍。**（见图4）

能耗强度和碳强度均呈现下降趋势。**2015年，三个情景的能耗强度分别比2010年下降12.8%、16.9%和20.4%**，政策情景可以实现成都市“十二五”规划中

提出的能耗强度下降16%的目标，2030年，三个情景的能耗强度分别比2010年下降37.9%、49.3%和61.4%。

2020年三个情景下的碳强度分别比2005年下降41.2%、47.3%和53.3%，基准情景和政策情景分别可以实现我国2020年单位GDP碳排放比2005年下降40%-45%目标的低限和高限，而蓝图情景由于最大限度地挖掘了成都低碳发展的潜力，2020年比2005年的碳强度下降率将高出全国平均目标高限值8个百分点；2030年三个情景的碳强度分别比2010年下降39.7%、51.8%和64.8%。（见图5）

人均能耗在基准情景和政策情景下均保持增长，2030年分别上升到6.3吨标煤/人、5.1吨标煤/人；**蓝图情景下，人均能耗2025年增长到4吨标煤/人之后出现下降趋势，2030年微降到3.9吨标煤/人。**人均排在基准情景和政策情景下2030年将分别提高到9.8吨CO₂/人和7.9吨CO₂/人，**蓝图情景下，2025年达到6.1吨CO₂/人之后出现下降趋势，2030年降到5.8吨CO₂/人。**（见图6）



图 4 | 能源需求总量与碳排放总量

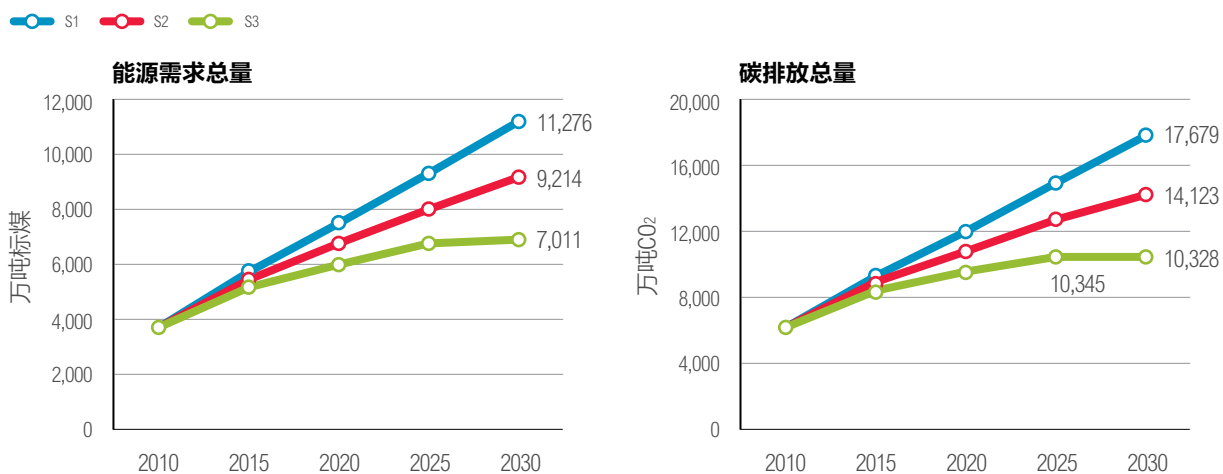


图 5 | 能耗强度和碳强度

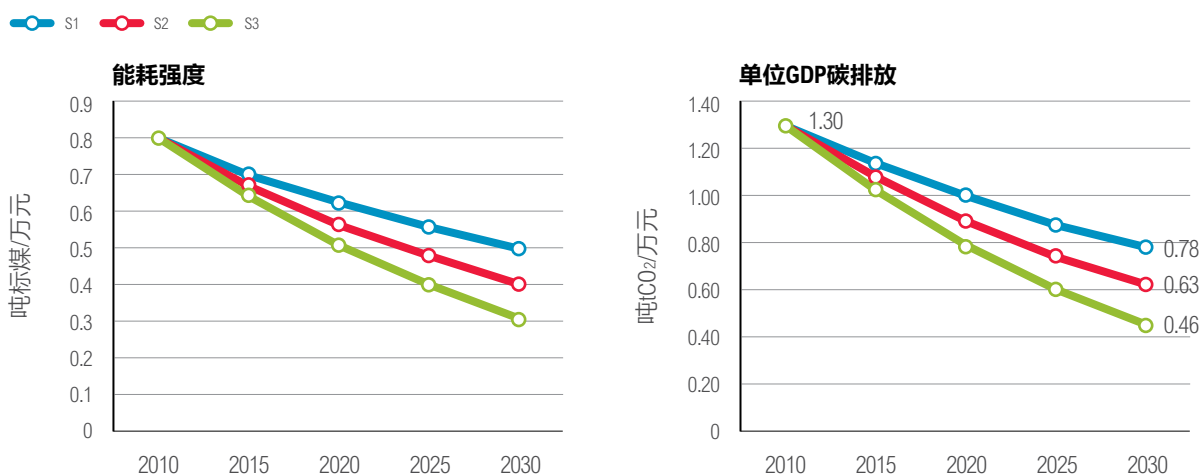
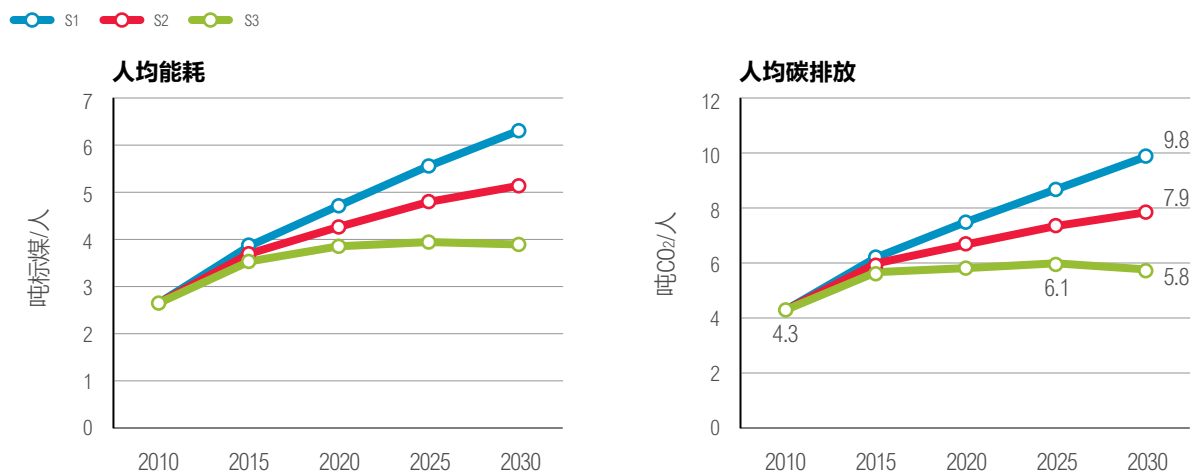


图 6 | 人均能耗与人均排放



蓝图实现路径及结论建议

成都市目前的战略目标定位于打造“具有全球比较优势、全国速度优势、西部高端优势的西部经济核心增长极”；2012年初，成都被确定为内陆开放型经济战略高地。这样的发展背景为成都市的低碳转型创造了良好的机遇，实现低碳蓝图的目标，也将有力推动成都市最终实现其战略目标。

为了实现蓝图情景，需要从宏观经济、产业活动、消费模式等多个方面采取措施，主要包括：

1. 设定合理的经济增速目标，从追求经济增长速度向追求经济增长质量转变。

以资源、能源的大量消耗为代价的经济高速增长是不可持续的，当前，成都市应当抓住低碳发展的契机，进一步转变经济增长方式，在环境容量和资源禀赋的约束下，追求经济的平稳健康增长。

(1) 本研究对GDP增速对能源需求和碳排放情景的影响做了敏感性分析，在此基础上提出的经济增速目标假设是，2011-2015年，11.9%；2016-2020年8%；2021-2025年，7%；2026-2030年，6%。

(2) 如果将2016-2030年的GDP年均增速提高1个百分点，则三种情景下2030年能源需求量分别提高7.1%、6.8%和6.1%；对应的碳排放量将分别提高7.1%、6.6%和5.6%，并且2030年之前无法实现碳排放峰值。

2. 进一步优化产业结构和布局，推动产业转型升级。

(1) 优化产业结构可以从三个层面着手：

- 一是三次产业的结构调整，指的是三次产业占比的变化。未来应当充分发挥成都旅游资源丰富、餐饮业发达的优势，拓宽现代服务业的发展渠道，优先发展旅游、商贸、商务会展等支柱服务业，2030年第三产业的比重提高到65%以上。
- 二是行业结构调整，指的是第二产业内部各行业占比的变化。优先发展电子信息产业、食品饮料及烟草业、医药工业等能耗强度较低的行业；严格控制高耗能行业的产能和产量，不再考虑石化、冶金建材等行业的产能扩张，对原有产能实施更为严格的淘汰落后政策，关闭过剩产能；水泥产量2015年控制在1550万吨左右，2020年之后开始下降，2030年控制在1200万吨以下。

- 三是产品结构调整，它指的是各生产行业内部产品构成的变化。对于一些传统行业，在升级产业链的同时，大力发展品牌经济，逐步形成高附加值、高收益、低能耗、低排放的产品生产和出口格局。

(2) 结合国家产业战略布局，加强区域协作，从优化产业空间布局的角度规划和建设集约型的产业园区。优化的空间结构不仅可以承载更多的人与产业，也有助于增加各产业链之间的横向联系，提高资源的使用效率，避免重复建设。

(3) 推动产业的技术升级，一方面要加大力度推广现有的节能减排技术，另一方面要鼓励新技术的研发和创新。

3. 合理规划城市布局，控制交通领域碳排放。

成都市交通部门控制能源需求和碳排放的快速增长主要从以下三个层面展开：

(1) 在城市规划层面：

- 通过推进区域空间布局与交通结合、城市密度控制、TOD和联合开发等手段来促进低碳交通模式的发展。城市空间规划设计模式对人们采取不同的交通模式有很大的影响。有效的土地使用混合可以缩短人们的出行距离，在短距离出行中人们采用非机动车化交通方式的可能性较高。在成都市目前城市空间结构快速调整时期建立起来的有利于绿色交通的城市空间结构，从长远来看，将有效避免城市交通的高碳模式。

(2) 在城市出行模式层面：

- 加强公交系统的建设，尤其是地铁等大容量、低排放的公交系统的建设，改善优化交通方式结构。一方面加快推进中心城区轨道交通线网建设，另一方面要大力发展常规公交，推广使用BRT快速公交，积极扩大公交专用道及公交场站规模，结合道路新建改建工作实施港湾式公交站建设。同时，加强中心城区慢行交通系统和城市绿道建设，推动“公共自行车”系统建设，扩大公共自行车服务网点覆盖范围，增加自行车投放量。在蓝图情景下，相比2010年，地铁服务量保持每年30%的涨幅，公交车服务量增长近5.8倍。
- 增强市民节能环保意识，引导市民更多选择公

交系统的出行方式。分阶段、分强度地研究实
行车辆配额控制、区域化差别化停车收费、交
通限行、车牌税、交通拥堵收费和低排放区等
引导居民减少汽车使用的政策和经济手段，并
逐步用经济性手段替代规制性手段。整合交通
出行信息资源，建立统一的公众出行信息服务
平台，倡导绿色低碳出行。

(3) 在交通技术层面：

- 通过推广CNG在城市公交和出租车中的应用，
以及LNG在城市公交的应用，推动电动车和混
合动力汽车在出租车及私家车中的普及，引导
私人购买新能源汽车，从而优化交通系统的能
源结构，加大电力及天然气等较清洁能源的比
例。蓝图情景下，2030年两种车型中的用电
比例分别达到9%和10%；天然气在公路客运
和公交车中的推广应用最为明显，均达到90%
以上。
- 采用先进技术，提高单位周转量的能效。推广
高效燃油车型，发展甩挂运输，新型节能公交
车和出租车，逐步对飞机进行综合低成本改
造。相比2010年，蓝图情景下各种车型的单
位周转量能耗均实现了26%-44%的下降。
- 建立智能交通系统，实时智能化采集路况信息
以及车辆管理信息，提高交通运行效率。

4. 合理规划人口规模，引导居民消费行为，控制 建筑部门碳排放。

成都市控制建筑部门能源需求和碳排放快速增长的
措施主要有以下几个方面：

- (1) 控制人口规模，减少建筑需求。2030年，通
过增强成都市的辐射带动作用，逐步缩小与周边地
区的经济差距，减弱人口迁入强度，将常住人口控
制在1800万人以下。如果人口增速过快并于2030
年达到2000万，成都届时的建筑部门能耗需求将
达到2560万吨标煤。
- (2) 增强市民节能环保意识，控制人均建筑面积的
过快增长。采取控制建筑规模，实施合理的经济调
控手段等措施，蓝图情景下，实现人均建筑面积不
超过35.13平方米，其中：城镇人均建筑面积不超
过31平方米，农村需控制在49.5平方米以内。相比
目前30、21、49的人均建筑面积水平，蓝图情景
允许城镇人均建筑面积随着城市化进程的推进以及
生活水平的提高有一定的上涨空间，但是要严格控
制农村的上升趋势。

(3) 广泛实施建筑节能，控制建筑单位面积能耗涨
幅的上升。对既有建筑进行节能改造，对新建建筑
实行严格的节能监管，推广绿色建筑，普及高效
电器，实现在蓝图情景下，所有建筑类型的单位能
耗涨幅在2020年左右均呈现不同幅度的下降。相
比2010年，涨幅最大的大型公共建筑也应控制在
9%左右，城镇住宅的涨幅不超过6%，农村住宅和
中小型公建甚至有微弱的负增长。

(4) 科学地制定一系列具有可操作性的健全的部门
规章或规范性文件，设定具体的碳排放量指标与节
能目标，以及节能量的计算。制定建筑碳排放计量
标准和基线，对大型公共建筑进行实时监测，为实
现碳排放量的控制提供数据指导。

(5) 结合自身资源情况，发展城市形态的乡镇低碳
建筑示范区。开展利用当地资源的低成本节能墙体
技术、节能屋顶典型构造优化技术体系研究，以及
村镇生活垃圾收集、输送、处理与处置设施设置设
计规范研究，实现在无空调的情况下，夏季室内温
度低于30摄氏度，冬季高于10摄氏度的村镇住宅。

(6) 利用经济与政策杠杆加强终端用户的主动作
用。可通过能源消费调整、价格补贴等手段充分发
挥建筑终端用能用户节能减排的主观能动性，逐步
实现在集中供热、照明、空调等方面的“部分时
间、部分空间”的自主调节。

5. 在能源需求持续增长的现实条件下，进一步优 化能源消费结构是尽快实现碳排放峰值的唯一出 路。

情景分析结果表明，在设定的经济增速目标下，无
论采取何种发展方式，成都市能源需求总量均呈增长趋
势。即使在蓝图情景下，2010-2030年能源需求仍接近
翻番，2025年才进入碳排放平台期。为了实现蓝图情
景设定的碳排放峰值目标，唯一途径就是优化能源消费
结构以降低单位能源的碳强度。

(1) 成都市消耗的非化石能源主要是水电，包括本
市的水力发电和外购电中的水电。由于近中期本市
没有增加水力发电设施的计划，再加上所处地理位
置及相应气候条件的限制，成都地面年均风速只有
1.2m/s，年均日照小时数只有780小时，风能、太
阳能等可再生能源不具备规模化发展的条件，因此
未来主要依靠增加外调电的比重来提高水电在总体
能源消费中的比重。但是水电受季节因素等自然条
件的影响比较大，也会为成都市非化石能源比重的
提高带来一定程度的不确定性。

(2) 成都的生物质资源相对丰富，每年可利用的

秸秆和农林废弃物约300万吨³，可替代230万吨燃煤。此外，成都发达的餐饮业产生了大量的餐厨垃圾。2010年，成都市日产餐饮业废弃物1228吨，居民厨余4050吨。据测算，2020年这两类餐厨垃圾的日产量将分别达到1765吨和5480吨⁴。未来应以生物质能源的开发利用为重点，挖掘非化石能源的潜力。

(3) 四川省具有非常丰富的天然气和页岩气资源，成都应当充分发挥这一优势，进一步削减煤炭消费比重。目前成都市煤炭的消费比重已经下降到20%以下。蓝图情景下，2015年煤炭消费量达到峰值；到2030年，煤炭仅用于电力生产部门。成都市现有的煤电设施主要是金堂电厂的两台600MW机组，未来不应当再新增燃煤机组。按照发电煤耗320gce/kWh、年平均发电小时数5500小时估算，如果尽早将这两台机组全部改造成天然气发电，则每年可减少煤炭需求210万吨标煤，碳减排效果达到240万吨CO₂。

(4) 借助分布式发电技术的政策优势，开展分布式发电试点并逐步推广。

6. 低碳发展需要完善的能源与碳排放统计管理体系作为科学的数据支撑。

建立温室气体排放数据统计和管理体系是一项重要的基础性工作，对摸清碳排放家底、设定碳减排目标和制定低碳行动计划、以及开展碳排放交易意义重大。

(1) 首先从强化重点用能单位的能源管理着手，实施能源管理工程，重点推进能源管理控制中心的建立，加强重点用能单位的能源运行动态监控。在此基础上建立起一套企业层面的能源管理体系，将体系的功能扩展至碳排放管理。

(2) 逐步将工业部门、建筑部门、交通部门、废弃物处理等各环节的能耗与碳排放纳入到体系中，最终形成一套城市层面的能源与碳排放管理体系。

(3) 还应当鼓励用能单位运用信息技术和手段，加强生产过程能效水平的监测和精细化管理，建立重点耗能产品的能效监控体系。针对建材冶金、石油化工等高耗能行业，探索建立行业主要产品单耗、重点设备的能效水平监控体系。

³ 来源：成都市基层公开综合服务平台2012年数据。

⁴ 来源：王科林、徐威，成都市餐厨垃圾产量分析预测及监管体系建设研究.四川环境，第31卷第一期.2012年2月.

出资方



图片来源

Pg. i Flickr/qiaomeng; pg. 4 Flickr/dvyang.

作者

雷红鹏 能源项目主任，高级研究员，
电子邮件：hlel@wri.org，
电话：+86 10 6416 5697 ext 22

毛紫薇 研究分析员，能源项目，
电子邮件：zwmiao@wri.org，电话：+86 10 6416 5697 ext 25

袁敏 研究分析员，能源项目，
电子邮件：min.yuan@wri.org，电话：+86 10 6416 5697 ext 63

世界资源研究所（WRI）出版物，皆为针对公众关注问题而开展的适时性学术性研究。
世界资源研究所承担筛选研究课题的责任，并负责保证作者及相关人员的研究自由，同时积极征求和回应
咨询团队及评审专家的指导意见。若无特别声明，出版物中陈述观点的解释权及研究成果均由其作者专属所有。



Copyright 2014 World Resources Institute. 版权所有

本产品由创用（Creative Commons）3.0许可授权，许可副本参见<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>



世界资源研究所
WORLD RESOURCES INSTITUTE

中国办公室
北京市东城区东中街9号
东环广场写字楼A座7层K-M室
邮编: 100027
电话: +86 10 6416 5697
传真: +86 10 6416 7567
WWW.WRI.ORG.CN