



Building Efficiency
Accelerator



建筑能效目标手册

—城市通用指南—

CarolynSzum、JingHou、NanZhou

劳伦斯伯克利国家实验室

2020年3月

本出版物原版为英文，即 Building Efficiency Targets Playbook。
此简体中文版本由宜可城东亚秘书处安排翻译与编辑。若有出入，应以英文原版为准。

目录

目录.....	ii
缩略词表.....	iv
致谢.....	vii
引言.....	1
壹、评估.....	2
评估 A：收集现有资源和信息.....	2
评估 A：收集现有资源和信息——案例研究.....	2
评估 A：收集现有资源和信息——其他指南.....	5
评估 B：了解益处和潜在障碍.....	7
评估 B：了解益处和潜在障碍——案例研究.....	9
评估 C：确定所需的利益相关者、工具和资源.....	11
评估 C：确定所需的利益相关者、工具和资源——案例研究.....	13
贰、制定.....	15
制定 A：定义政策或措施范围.....	15
制定 A：定义政策或措施范围——案例研究.....	15
制定 B：参考国家、地区或全球模式，制定因地制宜的政策.....	16
制定 B：参考国家、地区或全球模式，制定因地制宜的政策——案例研究.....	16
制定 C：采纳政策.....	17
制定 C：采纳政策——案例研究.....	18
制定 D：制定实施计划与时间表.....	19
制定 D：制定实施计划与时间表——案例研究.....	19
叁、实施.....	21
实施 A：实施节能行动.....	21
实施 A：实施节能行动——案例研究.....	21
实施 B：监测进展和建立问题解决反馈机制.....	23
实施 B：监测进展和建立问题解决反馈机制——案例研究.....	23
实施 C：向利益相关者和公众展示成果.....	24
实施 C：向利益相关者和公众展示成果——案例研究.....	25

肆、改进	26
改进 A：审查和评估实施、影响和潜力	26
改进 A：审查和评估实施、影响和潜力——案例研究.....	26
改进 B：评析结果和规划发展	27
改进 B：评析结果和规划发展——案例研究.....	28
结语.....	28
参考文献	29
附件.....	30

缩略词表

BEA	Building Efficiency Accelerator	建筑能效加速器
BEM	Building Energy Modeling	建筑能效建模
BETTER	Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits	节能改造建筑能效目标制定工具
BPIE	Building Performance Institute Europe	欧洲建筑性能研究院
BTUS	Building Technologies and Urban Systems	建筑技术与城市系统
C40	The C40 Cities Climate Leadership Group	C40 城市气候变化领导小组
CABEE	China Association of Building Energy Efficiency	中国建筑节能协会
CBP	China Building Programme	中国建筑项目
CO ₂	Carbon Dioxide	二氧化碳
DCAS	Department of Citywide Administrative Services	全市行政服务局
DOE	Department of Energy	能源部
ECADI	East China Architectural Design Institute	华东建筑设计研究总院
ECB	Existing Commercial Building ¹	既有商业建筑
EBEE	Existing Building Energy Efficiency	既有建筑能效
ECSP	Energy Consumption Supervision Platform	能效监管平台
ECMP	Energy Consumption Monitoring Platform	能效监测平台
EE	Energy Efficiency	能源效率
EFC	Energy Foundation China	能源基金会北京办事处
EIS	Energy Information System	能效信息系统
EMIS	Energy Management Information System	能源管理信息系统
EMS	Energy Monitoring System	能效监测系统
EPBD	Energy Performance Building Directive	《建筑能源性能指令》
EPC	Energy Performance Contract	合同能源管理
ESCO	Energy Service Company	节能服务公司
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program	能源部门管理援助计划
ETDZ	Economic and Technological Development Zone	经济技术开发区

¹用于商业目的的非住宅建筑，例如酒店、商业办公楼或购物中心。在中国，商业建筑称为公共建筑。

EU	European Union	欧洲联盟
EUI	Energy Use Intensity	能源使用强度
FIRR	Financial Internal Rate of Return	财务内部收益率
FREE	Regional Fund for Energy Efficiency	区域能效基金
FYP	Five-Year Plan	五年计划
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GHG	Greenhouse Gas	温室气体
GOC	Government of China	中国政府
HQBD	Hongqiao business District	虹桥商务区
HVAC	Heating, ventilating, and air-conditioning	采暖、通风和空调
IOSM	Information Office of Shanghai Municipality	上海市新闻办公室
KgCE	Kilograms of Coal Equivalent	千克煤当量
km ²	Square Kilometers	平方公里
KPI	Key Performance Indicator	关键绩效指标
kWh	Kilowatt-hour	千瓦时
LBNL	Lawrence Berkeley National Laboratory	劳伦斯伯克利国家实验室
LCA	Life-cycle Assessment	生命周期评价
LTRS	Long-term Renovation Strategies	长期节能改造战略
M&V	Measurement and Verification	测量与验证
m ²	Square Meters	平方米
m ³	Cubit Meters	立方米
MAC	Marginal Abatement Cost	边际减排成本
MIIT	Ministry of Industry Information and Technology	工业和信息化部
Mtce	million tons of coal equivalent	百万吨煤当量
MtCO _{2e}	metric tons of carbon dioxide equivalent	公吨二氧化碳当量
MOF	Ministry of Finance	财政部
MOHURD	Ministry of Housing and Urban-Rural Development	住房和城乡建设部
NOI	Net Operative Income	净营业收入
NPV	Net Present Value	净现值

O&M	Operations and Maintenance	运营与维护
PIP CAT	Project Implementation Plan – Computer Aided Tool	项目实施计划-计算机辅助工具
RE	Renewable Energy	可再生能源
RMB	Renminbi	人民币
ROI	Return on Investment	投资回报率
SABR	Shanghai Academy of Building Research	上海建筑科学研究院
SECAP	Sustainable Energy and Climate Action Plans	可持续能源与气候行动计划
SECSC	Shanghai Energy Conservation Supervision Center	上海市节能监察中心
SHPDDB	Shanghai Pudong Development Bank	上海浦东发展银行
SHB	Shanghai Bank	上海银行
SMDRC	Shanghai Municipal Development and Reform Commission	上海市发展和改革委员会
TCE	Tons of Coal Equivalent	吨煤当量
TSC	Tons of Standard Coal	吨标准煤
URLCPMC	Urban Renewal and Low Carbon Project Management Center	城市更新和低碳项目管理中心
WRI	World Resources Institute	世界资源研究所
ZagEE	Zagreb Energy Efficient City Project	萨格勒布节能城市项目

致谢

感谢全球环境基金（Global Environment Facility, GEF）提供资金，支持编制“建筑能效加速器（Building Efficiency Accelerator, BEA）”项目下的《建筑能效目标手册》、《建筑节能规范手册》和《建筑节能改造手册》，以支持项目参与城市和其他城市提高建筑能效，进而实现可持续发展目标。

本手册由劳伦斯伯克利国家实验室通过美国能源部合同 DE-AC02-05CH11231 提供支持。

“建筑能效加速器”在此感谢以下人员为编制本手册提供建设性意见：Aleksandra Arcipowska（世界资源研究所）、Tatsatom Gonçalves（世界资源研究所）、Sumedha Malaviya（世界资源研究所）、Debbie Weyl（世界资源研究所）和 Yvonne Yang（宜可城—地方可持续发展协会）。

引言

通过建筑节能规范来定义节能和高性能建筑，可视为成功能效市场转型计划的基础；而自愿性既有建筑能效（EBEE）目标，则可为其提供关键的方向和动力。自愿性既有建筑能效目标不仅鼓励建筑显著降低能耗水平，更激励建筑行业（设计师、开发商、业主、经理和服务提供商）引入创新战略和技术，建造大量节能和高性能建筑，并逐步提升这些建筑的成本效益。此外，自愿性既有建筑能效目标和提升计划，还可在助力减少既有建筑能耗、成本和温室气体（GHG）排放的同时，促进创造新的就业机会，增加节能服务公司（ESCO）的业务（Navigant 等，2015；Burr 等，2013）。

本手册旨在引导世界各地的城市和地区，依循**评估、制定、实施和改进**等四阶段，按部就班制定和实施自愿性既有建筑能效目标和提升计划。为协助城市着手开展相关工作，本手册概述了城市在各步骤需考虑的问题，并基于实际案例研究，介绍了城市可能采取的潜在方法，以及其他各种实用资源。另外，本手册可搭配中国上海长宁区的低碳案例阅读。长宁区在 2013-2018 年间，成功通过实施自愿性既有建筑能效目标和提升试点计划，协助区域内的 45 栋商业建筑减少 25,423,662 千瓦时（kWh）能耗和 63,285 吨二氧化碳（CO₂）排放（SABR，2019）。

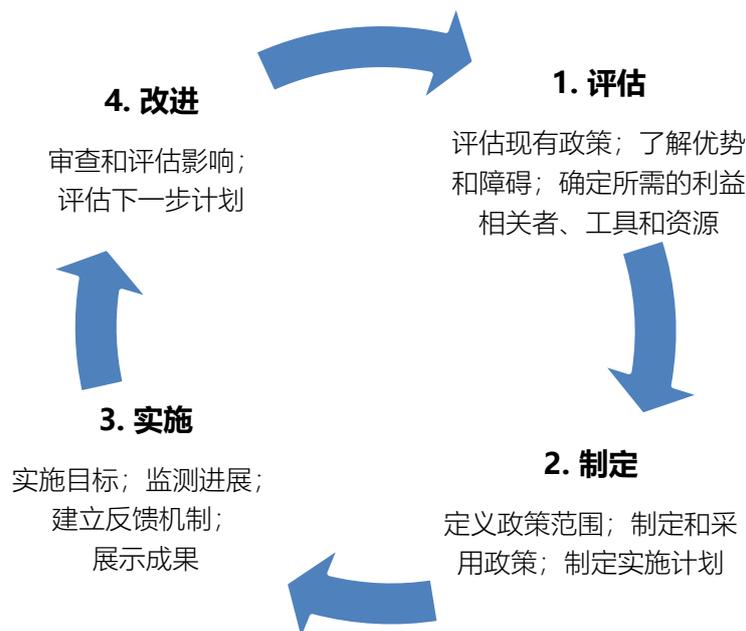


图 1. 制定既有建筑能效目标和提升计划的四阶段

壹、评估

评估 A：收集现有资源和信息

评估是建立自愿性既有建筑能效目标和提升计划的第一步，通常包括三部分：**收集现有资源和信息**；**了解益处和潜在障碍**；以及**确定成功实施目标和提升计划所需的利益相关者、工具和资源**。为着手收集现有资源和信息，城市应在这个阶段思考下列有关现有目标、政策和计划，以及可用于成功实施城市计划的数据来源等问题：

- 国家、省级或地方城市一级是否已制定了建筑节能或温室气体减排目标？
- 若是，国家、省级和地方一级的目标在多大程度上保持一致性？
- 若是，这些目标为何？将如何衡量目标实现的进程？
- 国家、省级和城市一级制定了/或计划制定哪些强制性和自愿性既有建筑能效政策和计划？如，有哪些已制定/或计划制定的规范、标准、法规、激励措施、培训、信息宣传计划？
- 这些政策和计划在建筑节能和提高能效层面取得了哪些成效？
- 如何将自愿性既有建筑能效目标和提升计划纳入现有的政策和计划框架？如，是否可利用国家财政激励或补贴？
- 是否建立了城市既有建筑存量清单？
- 是否对城市既有建筑特征（如：规模、位置、类型、施工年份）和能源使用情况（如：不同燃料类型的月或年用能量）的相关数据，进行了采集、筛选、整理、存储和分析？
- 若是，已采集了哪些数据？而这些数据是由何者、间隔多久、以何种形式采取？对何种类型的建筑采取了多少数据？
- 数据存储在哪里？对数据进行了何种分析？
- 若无，可如何、自何处取得上述必要的数据和信息？²

评估 A：收集现有资源和信息——案例研究

为成功转型成为中国上海领先的低碳区，长宁区政府首先提出的问题是：国家或地方一级是否制定了任何建筑节能或温室气体减排目标可供该区借鉴和/或协调，以协助建立自愿性既有建筑能效目标和提升计划？通过案头研究和利益相关者参与，长宁区确定了以下内容：

- **中国国家节能和温室气体减排目标** 中国政府承诺在 2005-2020 年间，降低全国二氧化碳排放强度的 40-45%。能源效率 (Energy Efficiency, EE) 和可再生能源 (Renewable Energy, RE) 预计将为实现该目标作出重大贡献。此外，根据“十二五”规划 (2011-2015 年)，中国已承诺将能

²建议城市参考表 3 和表 4 中描述的数据类型和数据来源，并进行制图，以确定城市最易于获得的数据。

源强度降低 16%，并在 2020 年将非化石燃料（可再生能源和核能）在一次性能源中的比重由 2011 年的 8%提升至 15%。

- **上海低碳目标** 上海市政府将“向低碳城市转型”作为“十二五”规划的重点工作之一（SECSC 等，2013）。
- **长宁区低碳目标** 长宁区政府提出了明确的愿景，期望推动该区转型成为上海和中国领先的低碳区。2011 年，长宁区虹桥经济技术开发区被选为上海市 8 个低碳示范区的其中之一（World Bank，2013）。

在确定了相关目标后，长宁区对国家、省级和市级的建筑能效计划和政策进行了通盘审查，包括：

- 国家建筑节能规范、节能改造政策和经济激励措施；
- 上海市建筑节能规范、节能改造政策和经济激励措施；
- 中国其他城市、其他国家及其省市的建筑节能规范、节能改造政策和经济激励措施；
- 各种建筑能效政策和计划取得的成果；以及
- 现有的市级建筑节能改造业务模式（SECSC 等，2013）。

长宁区主要评估的结果如下表 1 所示：

表 1. 中国国家和上海市建筑能效政策

序号	政策标题	序号	政策标题
1	《中华人民共和国节约能源法》	6	《合同能源管理项目财政奖励资金暂行办法》
2	《中华人民共和国可再生能源法》	7	《国家机关办公建筑和大型公共建筑节能专项资金管理暂行办法》
3	《民用建筑节能条例》	8	《关于进一步推进公共建筑节能工作的通知》
4	《公共机构节能条例》	9	《关于进一步推进可再生能源建筑应用的通知》
5	《上海市节约能源条例》	10	《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》

资料来源：上海市节能监察中心等（2013）

欧盟发布了全面的立法议案“所有欧洲人的清洁能源（Clean Energy for All Europeans）”一揽子计划，定义 2020 年后欧洲的气候与能源政策，并为欧盟城市提供了现有政策和计划的相关信息。对于国家层级的建筑政策，欧盟则要求成员国以在 2050 年前实现高能效和低碳建筑存量为目标，制定长期节能改造战略（Long-term Renovation Strategies, LTRS）。地区和地方主管部门在领导和实施气候变化举措方面也发挥着重要作用，不仅参与起草和实施建筑政策，还经常参与实施更具野心的地方目标。在市政层级，欧盟则要求《欧洲市长公约》的自愿签署城市为实现气候目标，制定“可持续能源与气候行动计划（Sustainable Energy and Climate Action Plan, SECAP）”地方政策框架。建筑部门是该行动计划涵盖的主

要部门之一。下表 2 列举了数个欧盟成员国的建筑政策和计划。

表 2. 欧盟成员国的建筑政策和计划

国家	建筑政策和计划
土耳其	<ul style="list-style-type: none"> - 伊兹密尔 (Izmir) 承诺在 2020 年前减少 20% 的碳足迹；而布尔萨 (Bursa) 则目标在 2030 年前减少至少 40% 的人均二氧化碳排放量。两市皆致力于通过提高既有建筑能效减少能耗。 - 埃斯基谢希尔 (Eskişehir) 计划通过提高建筑和公共场所的能效，对多个区域进行节能改造。它力求通过和实施比国家建筑节能规范更具野心的法律，并通过合同能源管理对市政建筑进行节能改造。
西班牙	<ul style="list-style-type: none"> - 萨拉戈萨维维恩达 (Zaragoza Vivienda) 自 1989 年起致力于推进建筑节能改造，目前正在制定该市的 2030 年修复行动计划。 - 潘普洛纳 (Pamplona) 的特安崔亚 (Txantrea) 区通过制定节能措施，开发可再生能源供暖系统，以支持深度建筑节能改造。 - 埃斯特雷马杜拉 (Extremadura) 计划在 2030 年前对 705 栋公共建筑进行节能改造。
波兰	<ul style="list-style-type: none"> - 西里西亚 (Silesia) 区的 SPACE 计划支持包括公共设施的建筑，实施减少排放和环境资源使用的解决方案。 - 弗罗茨瓦夫 (Wroclaw) 正对以历史建筑闻名的纳多兹 (Nadodrze) 区进行节能改造。该区的建筑节能改造项目预算为 1,400 万欧元，现正执行中。
意大利	<ul style="list-style-type: none"> - 伦巴第 (Lombardy) 建立的区域能效基金 (Regional Fund for Energy Efficiency)，旨在协助城市对公共建筑进行节能改造，以实现近零能耗水平。该基金 2014-2020 年预算为 11,710,348.02 欧元。 - 2019 年 12 月，米兰 (Milan) 以推进深度节能改造为重点，拨款了 22,250,000 欧元提高私人 and 公共建筑的能源效率。
克罗地亚	<ul style="list-style-type: none"> - 萨格勒布节能城市项目 (ZagEE) 支持对萨格勒布市的公共设施采取节能措施。该项目资助了 3 栋市政府大楼、15 所小学、7 所中学、36 所幼儿园、6 家养老院、3 家保健中心和 17 栋地方政府建筑进行节能改造。

资料来源：BPIE (2020)

最后，长宁区评估了该区可用的数据。上海长宁区制定既有建筑能效目标和提升计划的一项先决条件，是建立和利用商业建筑能效监测平台 (ECMP)，如图 2 所示。



图 2. 长宁区建筑能效监测平台界面 (SABR, 2019.9)

作为一个集成的在线平台，建筑能效监测平台支持实时监测、分析、处理、交换和公开披露长宁区大型商业建筑的能耗数据 (Wu, 2019)。在启动了既有建筑能效目标和提升计划之后，长宁区建筑能效监测平台连接了 100 栋商业建筑，覆盖该区 63% 的商业建筑，每年监测的用电量达数亿千瓦时 (EFC, 2012a)。通过建筑能效监测平台，长宁区收集到的数据包括：

- **建筑特征**

- 地理位置，如：地址；
- 类型和功能，如：办公楼、购物中心、酒店、文化和教育大楼、医院、体育馆；混合用途建筑；
- 建筑规模，如：包括总建筑面积和室内车库建筑面积；
- 施工年份，如：1990 年前、1991-1995、1996-2000、2001-2010 或 2011 年至今；
- 占用率，如：用电人数。

- **建筑能耗数据**

- 建筑总能耗和单位建筑面积能耗；
- 最终用途/系统的能耗，如：空调、电力、照明、专用电力、电梯、插座等；
- 不同燃料类型的能耗，如：电力、热能、天然气、太阳能等。

- **其他**

- 建筑节能改造信息³，如：项目名称、示范节能改造建筑面积、节能改造程度、节能量、节能率 (Zhu & Xu, 2016; Chen, 2014) (SABR, 2019)。

评估 A：收集现有资源和信息——其他指南

长宁区采取了非常全面的数据采集和评估方法。但其他城市或许没有足够资源采用如同长宁的作法，因此，下表 3 整理出了城市应收集的最低数据点建议。通过如劳伦斯伯克利国家实验室的“节能改造建筑能效目标制定工具 (BETTER)”等免费的开源在线工具，只要采集了 50 栋以上同类型建筑（如：办公楼、酒店、小学等）的数据点，便可为单一建筑、组合资产、区域或城市制定节能目标⁴。

³上海在启动了既有建筑能效目标和提升计划后开发了这一功能。

⁴世界资源研究所的“建筑能效加速器”可为城市提供数据收集模板和在线培训，协助他们通过“节能改造建筑能效目标制定工具”收集数据和制定目标。

表 3. 制定目标建议收集的最低数据点

数据点	描述
联系人	建筑业主、房产经理或建筑管理者
房产识别号	用于区分各建筑的序列号
房产位置	所在城市、州/省和国家
总建筑面积	基于主要外表面测量的总建筑面积（不含停车场）
主要建筑空间类型	建筑空间的主要功能，如：酒店、办公楼、医院、小学等
能源数据	建筑使用的所有燃料（购买的上网电力、天然气、柴油、热水、蒸汽等）连续 12 个月以上的用能量，包括每月计费起始和截止日期、能源类型和能源单位

资料来源：LBNL（2019）

下表 4 列出的标准数据来源，可协助刚开始着手收集数据的城市，收集充足的数据以评估其建筑存量。

表 4. 典型建筑和能耗数据来源

类型	描述
土地/税收数据	自政府单位取得的地块信息。其中应包含房产业主信息，但可能缺少有关建筑业主或房产建筑特征的信息
研究资料	大学院校和研究机构所提供的数据资料。
私人顾问	私人顾问也可能收集数据，但可能对数据共享有所限制。
政府数据	市、县/省、州、国家部门通常握有建筑和能耗数据。可考虑与市行政办公室、可持续发展或环境保护办公室、住房或社区发展办公室、总务或公共工程办公室等征询政府数据来源。
房产数据	针对潜在或近期房产销售交易采集且可公开贩售的数据。它们通常包含建筑位置、规模、类型、业主和管理者的相关信息。
建筑业主、设施管理者和 ESCOs 提供的能耗数据	可自建筑业主、管理者或节能服务公司获得不同能源类型每月的能耗数据、建筑位置、规模和类型和电力账单等相关信息。
能效监测系统（EMS）和智能电表	建筑可能安装了每 15 分钟自动采集能耗数据的监测系统和智能电表。
能源提供商的能耗数据/电力数据（自动）	公营事业可能允许建筑业主或管理者指定第三方取用其能耗数据。
审计数据	审计数据包括建筑位置、类型、建筑面积，以及按类型划分的月度或年度能耗数据。也可从审计数据中获得有关工程和设备特性的详细信息。
建筑或工程图	可能提供足够的信息和数据来确定基本，甚至是更详尽的建筑信息。

资料来源：C40（2018）

评估 B: 了解益处和潜在障碍

城市在制定自愿性既有建筑能效目标和提升计划的过程中，还需评估其潜在的益处和障碍。为作出具有全面性的益处与障碍评估，城市应思考下列问题：

- 有哪些对城市制定自愿性既有建筑能效目标和提升计划有益的信息，如案例研究、报告、分析？
- 还需要哪些其他信息来对能效目标和提升计划的益处进行评估，以及可如何获得这些信息？
- 在制定和实施自愿性既有建筑能效目标和提升计划的过程中，可能面临哪些障碍？
- 应如何克服这些障碍？
- 是否可对进行既有建筑能效目标和提升计划进行相关成本效益分析？

就自愿性既有建筑能效目标和提升计划而言，完成部署自愿性既有建筑能效目标和提升计划的城市可赢得良好声誉；实现减少建筑总能耗和温室气体排放等环境效益；获得如创造新的就业机会、增加节能服务公司业务等经济收益（Navigant 等，2015；Burr 等，2013）。虽然自愿性既有建筑能效目标和提升计划可带来诸多益处，但城市在制定和实施的过程中，往往会面临重重阻碍（Becque 等，2016）。具体障碍因城市而异，但通常可分为**市场、财务、技术、意识和制度障碍**。

为协助城市着手进行益处与障碍评估，下表 5 整理出了城市在制定既有建筑能效目标和提升计划过程中，时常面临的典型障碍，以及潜在的解决方案。城市可使用表 5 中列出的障碍，与城市中的利益相关者（如：政府、公民社会、公用事业公司、建筑业主、管理者和住户、技术和金融建筑服务提供商）进行讨论，以了解下列障碍中有哪些与该市相关，或其他潜在可能面临的障碍（Becque 等，2016）。利益相关者的参与形式可包括：专家访谈（面访和电访）、研讨会和/或在线问卷调查，以便收取相关信息。这将有助于城市确定需聚焦的障碍和解决方案，设计并实施成功的既有建筑能效目标和提升计划。

表 5. 制定既有建筑能效目标和提升计划面临的典型障碍

类别	典型障碍	潜在解决方案
市场	<ul style="list-style-type: none">- 激励分散：节能所带来的经济收益未回归于投资者。- 涉及建筑、能效、能源等多个行业，带来多部门的挑战。- 较低的电费不利于能效投资。	<ul style="list-style-type: none">- 考虑“绿色租赁”，允许建筑业主回收既有能效投资成本，使租户获得低电费的利益，克服激励分散的问题。- 通过节能规范和标准鼓励建筑行业（设计师、开发商、业主、经理和服务提供商）设计、建造和运营能耗量大幅减少的建筑。请参见《建筑节能规范手册》。- 增加取得有关既有建筑能效的经济和非经济效益数据、研究和信息的机会，以提升对提高能效实际价值评估的准确性。

<p>财务</p> <ul style="list-style-type: none"> - 高交易成本、交易量小、投资回报期长和高信用风险。 - 少有能够允许机构投资者高效、大规模评估项目所有者偿还能力的结构。 - 对建筑业主而言，前期成本偏高且运营收益分散。 - 对建筑业主而言，缺少外部资金。 - 能效投资技术复杂且存在财务风险。 	<ul style="list-style-type: none"> - 提供政府激励，协助建筑业主降低购买节能技术和设备高昂的前期成本。 - 通过创新偿还策略，为能效提高项目提供较长的偿还期。如：允许以基于电力账单（租户提供）或财税账单（建筑业主提供）的方式偿还。 - 与建筑业主沟通节能、净营业收入（NOI）和建筑资产价值间的关系。例如，以资本化率为 6.5% 计算，每节约 1 美元能源成本，将可增加资产价值约 15 美元。意即，节约 10 万美元能源成本的建筑，可带来 150 万美元资产价值⁵。 - 开发或提供可量化能效升级偿还期、净现值（NPV）和投资回报率（ROI）的财务计算器⁶。
<p>动机</p> <ul style="list-style-type: none"> - 建筑业主缺乏意愿：用能仅占建筑运营成本的一小部分，且贷款和许可程序复杂，不希望中断建筑运营。 - 因“怕看起来很糟糕”或“公开公司机密”等理由，不愿共享能效数据。 - 缺乏对能效表现优秀者的公开认可和表彰。 	<ul style="list-style-type: none"> - 提供如“能效之星”®牌匾和年度颁奖活动等，公开认可或表彰节能表现优秀者。 - 避免“点名批评”和计划惩罚能效表现落后者，因为这些政策和计划并不是有效的激励措施。 - 与建筑业主沟通节能、净营业收入和建筑资产价值间的关联性⁷。
<p>技术</p> <ul style="list-style-type: none"> - 职工能力不足，无法识别、开发、实施和维护能效投资。 - 市场上少有能够验证能效基准并监测节能改造项目成果的工具。 - 缺乏公开数据支持识别、监测和验证节能改造项目。 - 缺乏负担得起的节能技术。 	<ul style="list-style-type: none"> - 提供职工教育、培训、工具和技术援助。 - 使用“节能改造建筑能效目标制定工具”建立可验证的建筑能效基准⁸。 - 自美国能源部“好建筑（Better Buildings）”网站，获取技术信息、案例研究、实施模式、示范项目等有关能效解决方案的信息⁹。 - 鼓励建筑在投资新设备前，先实施简单、零/低成本的运营与维护（O&M）改进举措。这有助于建筑减少每年 10-20% 能源相关的成本¹⁰。 - 使用《建筑能效加速计划》中的简易操作清单，追踪建筑措施运营与维护检视的完成状况。这将有助于大幅减少每年的能源用量。 - 在实现所有较易达成的目标后，考虑采购节能服务。

⁵资产价值=净营业收入/资本化率

⁶劳伦斯伯克利国家实验室的“[节能改造建筑能效目标制定工具](#)”可帮助量化建筑能效提高相关的潜在成本节约额。

⁷资产价值=净营业收入/资本化率

⁸联系“建筑能效加速计划”或访问：<https://better.lbl.gov/>

⁹<https://betterbuildingssolutioncenter.energy.gov/>

¹⁰联系“建筑能效加速器”，参加有关如何实施 30 多项零成本/低成本运营与维护措施的培训，如：如何控制设备运行时间表，如何纠正过度照明的条件；如何通过线圈/过滤器清洁、静态温度重置等提高采暖、通风和空调（HVAC）性能。

意识	<ul style="list-style-type: none"> - 缺乏有关建筑能效表现的数据和信息。 - 投资者和建筑业者缺少关于设备和技术能效的信息。 - 最终用户、能源提供商或其他执行机构可能不提供或分析能效信息。 	<ul style="list-style-type: none"> - 审查本手册第 7 页表 4 中列出的典型数据来源。 - 向“建筑能效加速器”索取数据采集模板，和/或参加其数据采集培训。 - 由本手册第 7 页表 3 建议采集的最低数据点着手，为城市制定目标并衡量目标实现进展。 - 参考 C40 为城市编制的《政策制定数据使用手册》。 - 自美国能源部“好建筑”网站获取有关能效解决方案的技术信息、案例研究、实施模式、示范项目等资讯¹¹。
制度	<ul style="list-style-type: none"> - 设计和实施能效政策、计划、建筑节能规范和标准的能力有限。 - 部门和机构间的协调性有限，难以确保各级政府政策的一致性。 - 监管机构对需求方的措施关注有限。传统上，政策方案仍依赖供应方。 - 能源提供商/零售商可通过出售能源获得补偿，但未能向客户宣传节能的工作中获得任何财务收入。 - 政府和私营部门鲜少通过公私伙伴关系来提高能效。 	<ul style="list-style-type: none"> - 以《建筑节能规范手册》、《建筑节能改造手册》和《建筑能效目标手册》作为城市提升建筑能效相关能力的起始点。 - 参考本手册第 15 页图 4 长宁区城市更新和低碳项目管理中心的利益相关者整合角色分配示意图。改图展示了不同机构间可如何为实施自愿性既有建筑能效目标和提升计划，进行协调合作。 - 通过专项贷款计划和退款机制，为建筑业主/管理者等需求方提供激励。 - 通过公私部门合作，展示为公共建筑进行节能改造。 - 制定政策，鼓励节能服务公司实施合同能源管理，为市场提供更多能源服务。

资料来源：C40 (2018)

评估 B：了解益处和潜在障碍——案例研究

在对现有目标、政策和计划，以及可用数据进行评估的同时，上海市政府也邀请了世界银行和一家国际咨询公司，与上海市节能监察中心 (SECSC) 开展合作，为制定长宁区的低碳目标和确定重点减排方案，绘制了二氧化碳减排成本曲线¹²。

项目选择了虹桥经济技术开发区 (ETDZ) 进行减排曲线研究。拥有 8 万人口的虹桥经济技术开发区，生产总值 (GDP) 占长宁区的 28.5%。该区的生产总值中有 93% 来自于服务业，因此将服务业作为典型减排方案，足以充分代表长宁区。

调查范围包含了虹桥经济技术开发区的 100 栋建筑 (6 栋办公楼、13 家酒店、7 个购物中心、46 栋商业建筑、9 栋综合用途建筑和 19 栋其他建筑)，并建立了三种替代减排情景 (“冻结技术情景”、“实现国家政府目标的基准情景”和“超出国家政府目标的扩展情景”)。另外，项目团队也就各种方案的减排潜力、成本和实施难度，绘制了二氧化碳减排成本曲线 (图 3)。这是中国首次开展此类研究，让区政府能够为

¹¹<https://betterbuildingssolutioncenter.energy.gov/>

¹²有关长宁区如何使用世行成本曲线工具的详细信息，请参见：世界银行，2013 年，“将减排成本曲线方法应用于上海长宁区的低碳战略”，华盛顿：世行。<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16710>

实现中期的减排目标作出明智的决定，并确定应采取的重点行动和投资（World Bank, 2013）。

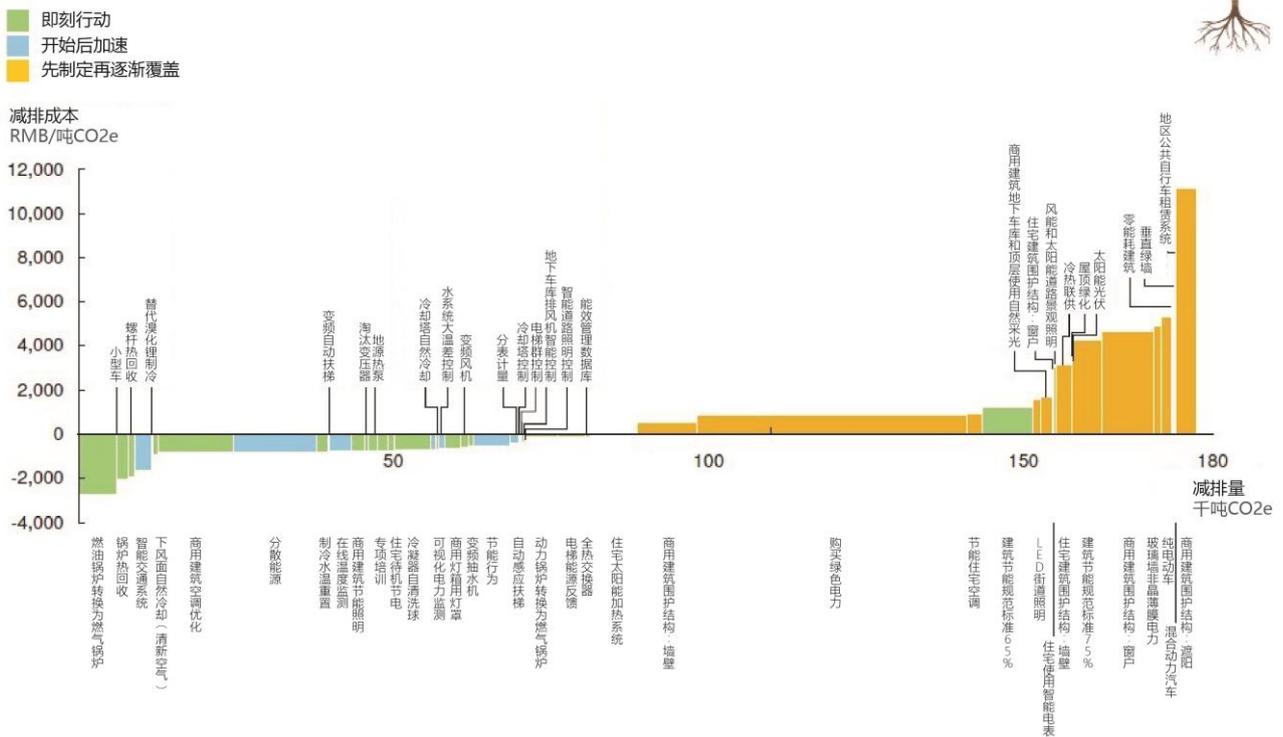


图 3. 2015 年长宁区虹桥经济技术开发区的减排成本曲线及实施难度（World Bank, 2013）

在减排成本曲线研究的基础上，长宁区发现，若要实现“超出国家政府目标的扩展情景”下的低碳目标，他们将需减少虹桥经济技术开发区 100 栋建筑 18% 的能源消耗，或达成相当于 3.3 万吨煤当量（TCE）的节能量（SECSC, 2013）。长宁区也发现，与政府和民用建筑相比，提高既有建筑能效将是该区最大的单一减排机会；而商业建筑的节能改造，则可为该区带来空前的二氧化碳减排机会（SECSC, 2013；World Bank, 2019）。

根据减排成本曲线分析，改造商业建筑将可为长宁区总体自愿性既有建筑能效目标和提升计划，提供绝佳的节能机会。不过，长宁区也列出了制定目标和提升计划的过程中，可能面临涉及节能改造的诸多障碍（SABR, 2019）：

- **缺乏强制性节能改造政策** 商业建筑节能改造面临的主要障碍在于，若缺乏强制性政策，建筑业主往往不愿投资节能措施。其原因包括：（a）能源成本仅占建筑运营成本中的一小部分，且通常已转嫁给租户；（b）建筑节能改造的投资回收期较长；（c）业主不希望为进行节能改造，中断建筑运营；以及（d）申请贷款、许可证等相关程序复杂。
- **激励分散** 建筑节能改造项目通常会面临激励分散问题，因为改造措施的投资者和受益者往往不是不同方。在多数建筑业主未实际占用建筑的情况下，为节能改造措施出资者无法从中获益，而节能的受益者却未支付成本。因此，有必要了解政府实体、建筑业主、物业管理公司、租户、公用事业公司（包括供热公司）和节能服务公司间错综复杂的关系，以为不同群体制定出合适的政策和融资机制。

- **缺乏财务激励机制和商业模式** 金融机构往往基于下列因素，不愿为建筑节能改造项目提供资金：
 - (a) 交易规模小，多介于 15-50 万美元间；
 - (b) 投资回报期长（通常逾 10 年），但多数私营部门投资者无意将资金投入回报期超过 3-5 年的项目；
 - (c) 交易成本和节能服务公司信用风险高，因此资产负债表薄弱；以及
 - (d) 高技术风险，节能改造可能无法达到预期的节能效果。此外，很少有成功的商业模式能够降低这些风险（如：未实现的节能量），最大程度减少融资交易成本，从而吸引投资者对这些规模较小且分散的节能改造项目产生兴趣（SECSC, 2013）。

评估 C：确定所需的利益相关者、工具和资源

城市制定自愿性既有建筑能效目标和提升计划的过程中，需评估的第三项内容是确定应参与在计划设计与实施过程中的机构和个人；其应扮演的角色（如：领导目标设计、提供计划实施相关技术和战略建议）；需要哪些资源/工具来履行其职责；以及如何确保这些机构和个人可以使用相关工具/资源。城市在这个阶段应思考的关键问题包括：

- 城市中的哪些机构（如：政府、学术机构、研究机构、私营部门、非营利组织、顾问）有责任和/或具备专业知识，能够履行既有建筑能效目标¹³？
- 相关机构现阶段如何分配关于履行既有建筑能效目标的职责？
- 哪些机构应负责领导和/或支持为既有建筑能效制定目标、设计和实施提升计划、提供技术与战略建议？
- 这些机构是否具备了各司其职所需要的所有工具和资源（如：财务、设备、技能）？若无，他们可从何处、如何获得必要的资源？

为协助城市着手开展相关评估，下表 6 列出了参与在既有建筑能效目标和提升计划中的典型利益相关者：

表 6. 参与既有建筑能效目标和提升计划的典型利益相关者

利益相关者群体	示例
政府利益相关者	负责提高既有建筑能效的国家、省级和/或地方政府机构（如：建筑机构、能源机构）
建筑利益相关者	建筑业主、管理者和租户
技术服务提供商	设计师、开发商、建筑商、设备制造商和供应商、节能服务公司、工程师、审计师、设备供应商、国际和国内顾问
金融服务提供商	中央银行、地方银行、多边开发银行、保险公司等
公民社会	非政府组织 (NGO)
公用事业公司	水电公司

资料来源：Becque 等(2016)

¹³如果现有机构不具有既有建筑能效相关的职责和/或专业知识，则城市可能需要建立一个新机构。下面的“长宁区案例研究”提供了城市如何建立新机构，协调和整合不同利益相关者的力量来支持该区低碳转型的示例。

这些机构和个人在履行其职责时，所需要的工具和资源各有所异，但大致上可能包括了：建筑能效建模工具、节能改造分析工具、建筑能效基准工具、建筑能效信息系统，或边际减排成本曲线工具等。下表 7 介绍了数个有助于城市着手开展工作的免费工具，包括案例研究、技术或政策指南，以及培训机会等。另外，表 8 则罗列了能够促进城市实现既有建筑能效目标和提升计划的免费资源。

表 7. 促进既有建筑能效目标和提升计划的工具

类别	功能	工具
建筑能效建模工具 (BEM)	提供建筑能耗模拟，以设计更节能的建筑。	<ul style="list-style-type: none"> - EnergyPlus® - OpenStudio® - eQuest® - DOE-2 - EDGE
节能改造分析工具	确定设备或运营改进机会。量化升级改造相关的节能量和成本节约额或投资成本 (Lee 等, 2014)。	<ul style="list-style-type: none"> - BETTER - 资产能效评分 - COMBAT - 建筑能效数据库 (BPD)
建筑能效基准工具	将建筑运营能效或建筑系统和设备能效与市场中的其他类似建筑进行比较。	<ul style="list-style-type: none"> - “能效之星”® - PortfolioManager® - BETTER - 资产能效评分
建筑能效信息系统 (EIS)	“用于存储、分析和显示建筑能效数据。建筑能效信息系统通常包括基准、公用事业和碳追踪、负荷剖析和异常用能检测等分析方法” (智慧能效分析项目, 2020)。	- 好建筑®能源管理信息系统 (EMIS) 解决方案中心
边际减排成本曲线工具 (MAC)	展示并比较各种二氧化碳减排方案的经济成本。	- 世行能源部门管理援助项目 (ESMAP) 边际减排成本工具

表 8. 促进既有建筑能效目标和提升计划的在线资源中心

在线资源中心	描述
美国好建筑解决方案中心	提供能源数据管理、融资、照明、可再生能源和空间调节的工具包；展示项目；技术信息；以及参与活动和网络研讨会的机会。
美国“能效之星”®商业建筑计划	提供建筑能效基准工具、建筑能效管理计划框架、案例研究、建筑升级改造手册等。
劳伦斯伯克利国家实验室建筑技术与城市系统	提供窗户和采光、照明和电子设备、建模和模拟、室内空气质量、能效分析、电网和需求响应、凉爽屋顶和墙壁以及能源和融资相关的信息和工具。

C40 城市气候变化领导小组	为城市提供参与网络、活动、计划和研究的机会，帮助它们减少建筑能耗。
建筑能效加速计划	为城市提供建筑节能规范、激励、融资、采购、节能改造和追踪进展相关的报告、案例研究、数据库和工具。
市场转型研究所	提供案例研究、信息发布文件、指南、报告、视频和网络研讨会，为城市提供建筑节能规范、融资、绿色租赁和数据等领域的帮助。
节能改造建筑能效目标制定工具 (BETTER)	提供有关如何实施从运营到设备节能改造等能效提高措施的技术资源链接。

评估 C：确定所需的利益相关者、工具和资源——案例研究

长宁区在这此阶段所采取的第一步是，确定设计和实施自愿性既有建筑能效目标和提升计划相关的所有利益相关者。长宁区确定的利益相关者包括：

- 市政府，以及如负责学校和医院的单位；
- 建筑业主；
- 运营管理团队/物业管理公司；
- 节能改造项目开发商/节能服务公司；
- 银行等金融机构；
- 租户/公职租赁人；
- 负责节能改造的政府机构 (Mao, 2019)。

作为此阶段的第二步，长宁区在上海长宁区发展和改革委员会下设立新机构“上海长宁区城市更新和低碳项目管理中心 (URLCPMC)”¹⁴，旨在负责该区的低碳转型工作，并协调和整合金融机构、大学院校、研究机构和节能服务公司等不同利益相关者 (图 4) (SABR, 2019)。中心的一项主要任务在于制定和实施既有建筑能效目标和提升计划。事实上，上海市政府和长宁区政府皆相当关注既有建筑节能改造的项目，更成立工作组，为计划的实施工作提供了强有力的领导后盾 (Mao, 2019)。

¹⁴城市总需要在实施既有建筑能效计划之初，指定一个现有机构或建立新机构，自始至终领导和管理计划的实施工作。

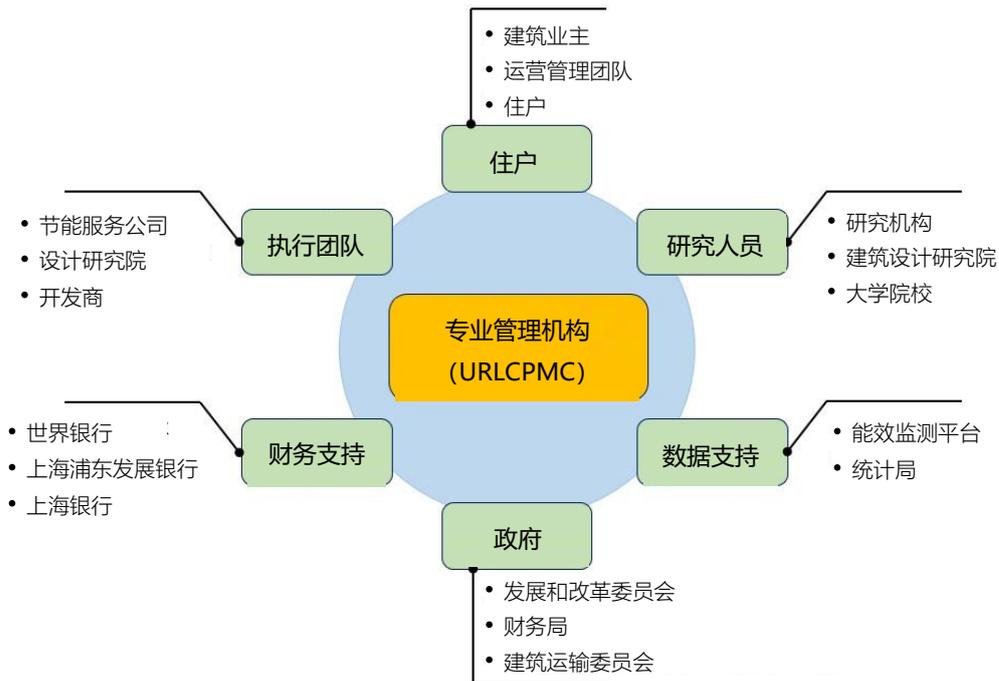


图 4. 长宁区城市更新和低碳项目管理中心的利益相关者整合 (SABR, 2019, p.17)

接着，长宁区建立了一个组织结构（图 5），纳入政府部门、金融机构和市场主体，支持总体既有建筑能效目标和提升计划（SABR, 2019, p.4）。

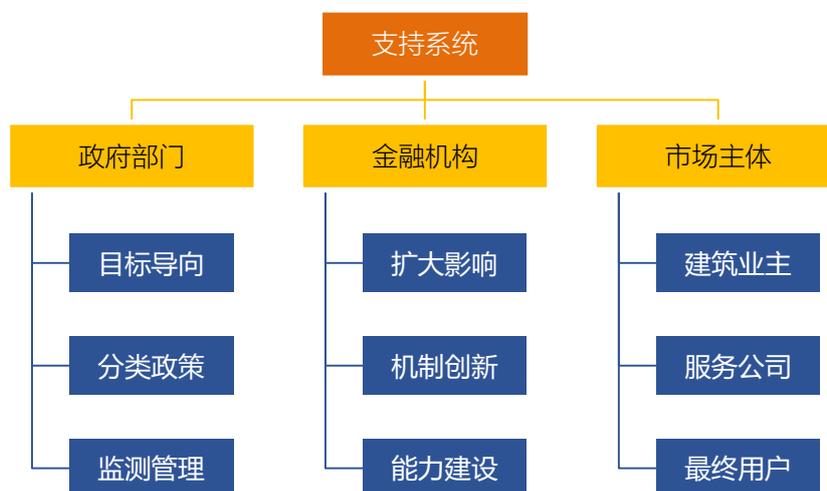


图 5. 长宁区城市更新和低碳项目管理中心的支持系统 (SABR, 2019, p.4)

在设计和实施既有建筑能效目标和提升计划的过程中，长宁区还通过访谈、研讨会和工作坊等形式，广泛与建筑业主、物业管理公司、租户、节能服务公司、国内外专家、金融机构，以及相关的运营商和决策者等主要利益相关者进行协商（SECSC, 2013）。更多关于长宁区使用的工具与资源，请参见《建筑能效目标手册：中国上海长宁区案例研究》<评估 C：确定所需的利益相关者、工具和资源>章节。

贰、制定

制定 A：定义政策或措施范围

在完成了评估、收集现有资源与信息、评估潜在益处与障碍、确定利益相关者、工具和资源等各项前期工作后，城市便可开始制定自愿性既有建筑能效目标和提升计划。制定阶段涉及下列步骤：**定义政策或措施范围**；**制定因地制宜的政策**；**采纳政策**；以及**制定实施计划与时间表**。为定义出既有建筑能效目标和提升计划的范围，城市在此阶段应思考的问题包括：

- 将制定何种类型的既有建筑能效目标和提升计划？如：基于能源使用强度（EUI）目标、优于基准的百分比目标、优于建筑节能规范的目标、能耗配额、总量控制和交易制度、信息宣传计划等。
- 如何制定既有建筑能效目标？将采用何种科学方法？
- 制定既有建筑能效目标的方法，各有哪些优缺点？
- 既有建筑能效目标和提升计划的估计成本和影响？
- 将对何种建筑（如：空间类型、规模、位置）实施既有建筑能效目标和提升计划？
- 既有建筑能效目标和提升计划的范围为何？计划是否会涉及培训、基准工具使用、融资、节能服务公司？
- 这些目标将如何促进实现国家和地方温室气体减排目标和/或能源政策目标？

制定 A：定义政策或措施范围——案例研究

如<评估 B：了解益处和潜在障碍>中所述，长宁区通过二氧化碳减排的成本曲线，确定其“扩展情景”下的低碳目标。为此，长宁区将需减少虹桥经济技术开发区 100 栋建筑 18%的能源消耗，或达成相当于 3.3 万吨煤当量（TCE）的节能量。长宁区考虑了两种不同的方法来为单一建筑制定能效目标（SECSC，2013）：

- **以国家建筑节能规范为目标** 对城市而言，以建筑节能规范为目标是相当重要的，因为它将更易于实施且更具正当性。此部分可参见《建筑能效目标手册：中国上海长宁区案例研究》<制定 A：定义政策或措施的范围，活动 1-1a>。
- **以每平方米千瓦时（kWh/m²）计量的能效基准** 通过此方法学，上海长宁区采用了四种作法对虹桥经济技术开发区的 100 栋既有建筑进行优先排序，确定应参与在既有建筑能效目标和提升计划中的建筑，并为实现全区总体 3.3 万吨煤当量的节能目标，设定个别的既有建筑能效目标。基于能效表现的基准是城市应考虑的重点，因为它与总体节能减排目标直接相关，且便于测量和验证节能成果（SECSC，2013，p.60）。更多资讯可参见《建筑能效目标手册：中国上海长宁区案例研究》<制定 A：定义政策或措施的范围，活动 1-2a、2b、2c、2d>和<制定 A：定义政策或措施的范围，活动 2-表 4>。

除了长宁区的案例，下表 9 也展示了其他国家和城市通过自愿性计划策略，提高建筑能效的示例。

表 9. 全球既有建筑能效目标和提升计划的选择

目标和计划	简介
美国好建筑挑战	“好建筑挑战”是美国能源部发起的自愿性领导计划，旨在推动领先的企业、制造商、城市、州、大学院校和学区在十年内将建筑能效提高至少 20%，并分享他们的策略和成果。
中国好建筑行动	中国建筑节能协会（CABEE）2017 年启动的自愿性计划“中国好建筑行动”，目标在 5-10 年间，协助全国各类型的既有商业建筑提高能效 10-20%。
哥本哈根	市政建筑占哥本哈根建筑存量的 6%，且该市正通过对其组合资产进行改造来推进城市整体节能改造的进程。哥本哈根目标在 2010-2025 年间，降低市政建筑能耗的 40%。
纽约市	纽约市全市行政服务局（Department of Citywide Administrative Services）负责实现该市政府的温室气体减排目标，其中包括：在 2025 年前减少 40%、2030 年前减少 50%市政建筑的排放量，以及在 2050 年前实现减少全市建筑 80%的排放量。

制定 B：参考国家、地区或全球模式，制定因地制宜的政策

在市政当局定义出政策或措施的具体范围后，下一步，便是参考国家、地区或全球模式，制定因地制宜的政策。城市在此阶段应思考的问题包括：

- 是否有激励和/或抑制措施，能够激励建筑实现其既有建筑能效目标？
- 若是，有哪些类型的激励（如：认证、奖励、补贴）或抑制（如：高水电费、黑名单）措施？
- 这些激励或抑制措施的成本效益为何？
- 是否将为既有建筑实现能效目标提供技术援助？
- 若是，将提供何种类型的技术援助（如：培训、工具、专家）？

制定 B：参考国家、地区或全球模式，制定因地制宜的政策——案例研究

上海长宁区为促使利益相关者接受该区的总体既有建筑能效目标何提升计划，评估了一系列切实可行的激励和抑制举措（SECSC, 2013, p.15）。下表 10 列出了长宁区针对不同利益相关者可能采取的部分措施方案。各利益相关者所适合的措施皆不尽相同。因此，政府在为提升政策接受度设计激励和抑制措施时，必须与所有主要利益相关者进行协商。

表 10. 针对不同利益相关者可能采取的激励和抑制措施

	利益相关者						
	业主	节能改造 开发商 / ESCOs	金融机构	租户	节能改造 许可认证 政府机构	市政府	公职 租赁人
激励措施	拨款	X				X	
	技术援助与教育	X	X	X	X	X	X
	绿色能效奖	X			X	X	X
	低息贷款 / 信用额度		X	X		X	
	退款	X			X	X	X
	税收激励	X	X				
	简化许可证申请程序	X	X			X	
抑制措施	行政处罚和不履行罚款	X				X	
	高水电费 / 附加费	X			X		
	黑名单	X				X	

资料来源: SECSC, 2013, p.62

长宁区在 2013 年 1 月根据该分析结果, 制定了五年效期的新政策《上海长宁区低碳发展专项资金管理办法》。下表 11 简述了该政策为既有建筑能效提升提供的相关补助。

表 11. 《上海长宁区低碳发展专项资金管理办法》政策描述

政策	描述
既有建筑节能改造项目示范项目补贴	以节能量计算, 为每吨煤当量的节能量提供 1000 元的补贴。若建筑能效提升显著, 则可获得 25%的节能改造补贴。这意味着每个项目可获得每吨煤当量 2-2.5 万元的补贴。
节能改造运营中断补贴	若节能改造需耗时六个月或更长的时间, 则将为总租金成本损失提供 30% 的补贴。每个项目的最高补贴额为 100 万元。
建设低碳示范区基础工作补贴	为建立建筑能效数据在线监测系统、进行评估和评价, 以及开展低碳研究提供补贴, 并为低碳示范区其他低碳项目提供每吨煤当量 1000 元的补贴。

资料来源: SECSC, 2013, p.12-13

制定 C: 采纳政策

在定义出政策范围并制定出合适的政策之后, 则必须予以采纳。城市在此阶段应思考的问题包括:

- 不同建筑类型具体的既有建筑能效目标各为何?
- 将采取哪些具体政策措施来促进既有建筑能效目标和提升计划?

制定 C：采纳政策——案例研究

长宁区确定将使用‘标准化目标设定’方法来选择建筑，并为这些建筑制定节能目标，以实现该区 3.3 万吨煤当量的总体节能目标。下表 12 列出了虹桥经济技术开发区选定的目标建筑（类型和数量），以及各建筑的总节能量和节能百分比目标（EFC，2012a，p.17）。更多关于‘标准化目标设定’方法的资讯可参见《建筑能效目标手册：中国上海长宁区案例研究》<制定 A：定义政策或措施的范围，活动 1-2d>。

长宁区将节能改造的目标既有商业建筑分类，并在该基础上分解总体节能目标（表 12）。图 6 展示了该市具体的执行流程（EFC，2012a，p.15）。

表 12. 长宁区 3.3 万吨煤当量节能目标分解表

建筑类型	数量	总节能量 (吨煤当量)	节能百分比
酒店	五星	1,577.9	9%
	四星	956.0	
	三星及以下	342.6	
购物中心	7	8,410.6	25%
商业办公楼	48	10,572.2	32%
政府办公楼	6	982.5	3%
混合用途商业建筑	7	7,284.7	22%
其他	19	2,873.4	9%
总计	100	33,000	100%

资料来源：EFC，2012a，p.17

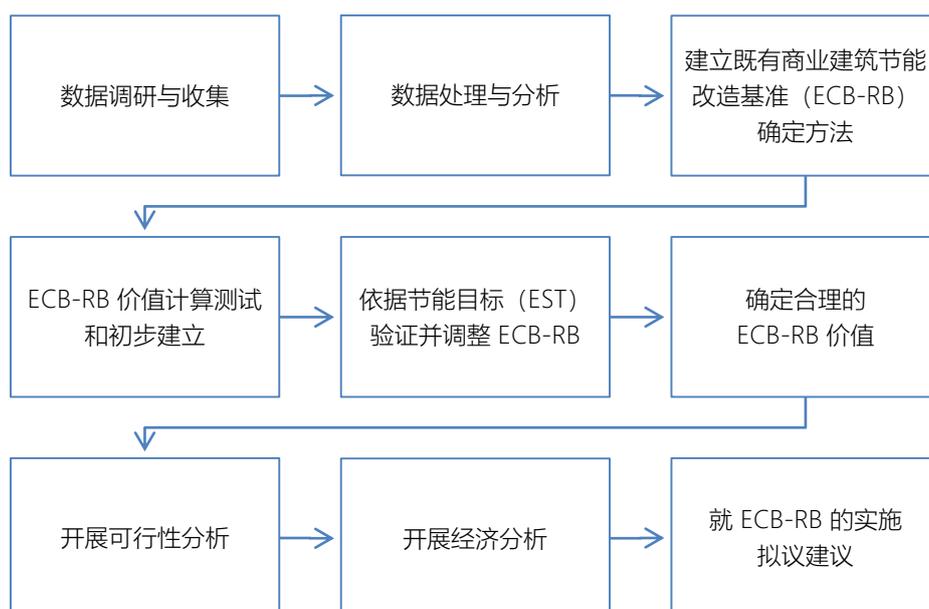


图 6. 分解节能目标，确定不同既有建筑节能改造基准的流程（EFC，2012b，p.15）

制定 D：制定实施计划与时间表

在定义出政策范围并予以采纳后，城市还应制定实施计划以确保政策顺利实施。城市在此阶段应思考的问题包括：

- 既有建筑能效目标和提升计划的实施计划将包含哪些内容？
- 是否将为实现既有建筑能效目标制定时间表？
- 将需要哪些工具和资源？如：电子表格、项目规划软件等。

制定 D：制定实施计划与时间表——案例研究

为实现将虹桥经济技术开发区降低 100 栋既有建筑 18%能耗（相当于 3.3 万吨煤当量节能量）的目标，长宁区采取了三阶段的实施计划：

- **第一阶段** 聚焦改善实际 EUI 高于目标值的建筑，以较低的成本实现节能潜力（如：运营改善、照明节能改造）；
- **第二阶段** 聚焦改善实际 EUI 高于目标值的建筑，以较高的成本实现节能潜力（如：围护结构节能改造）；
- **第三阶段** 聚焦改善实际 EUI 高于目标值，但实际节能潜力较小的建筑（SECSC, 2013, p.62）。

此外，长宁区还根据世界银行五年的项目期限和营销周期¹⁵理论，制定了既有建筑能效目标和提升计划时间序列计划（EFC, 2012b, p.22）。

- 单一既有建筑能效周期 = 营销周期 + 理论建设期；
- 在世界银行项目的五年（60 个月）期限内，完成所有 100 个既有建筑能效项目；
- 借助“建筑能效项目实施计划——计算机辅助工具（Building Energy Efficiency Project Implementation Plan – Computer Aided Tool, PIP-CAT）”。

下图 7 展示了长宁区在实施双重激励和抑制措施的条件下，对虹桥经济技术开发区 100 栋既有建筑进行节能改造的决策流程和实施时间表。

¹⁵ “营销周期”是指从谈判开始到签订合同的时间。

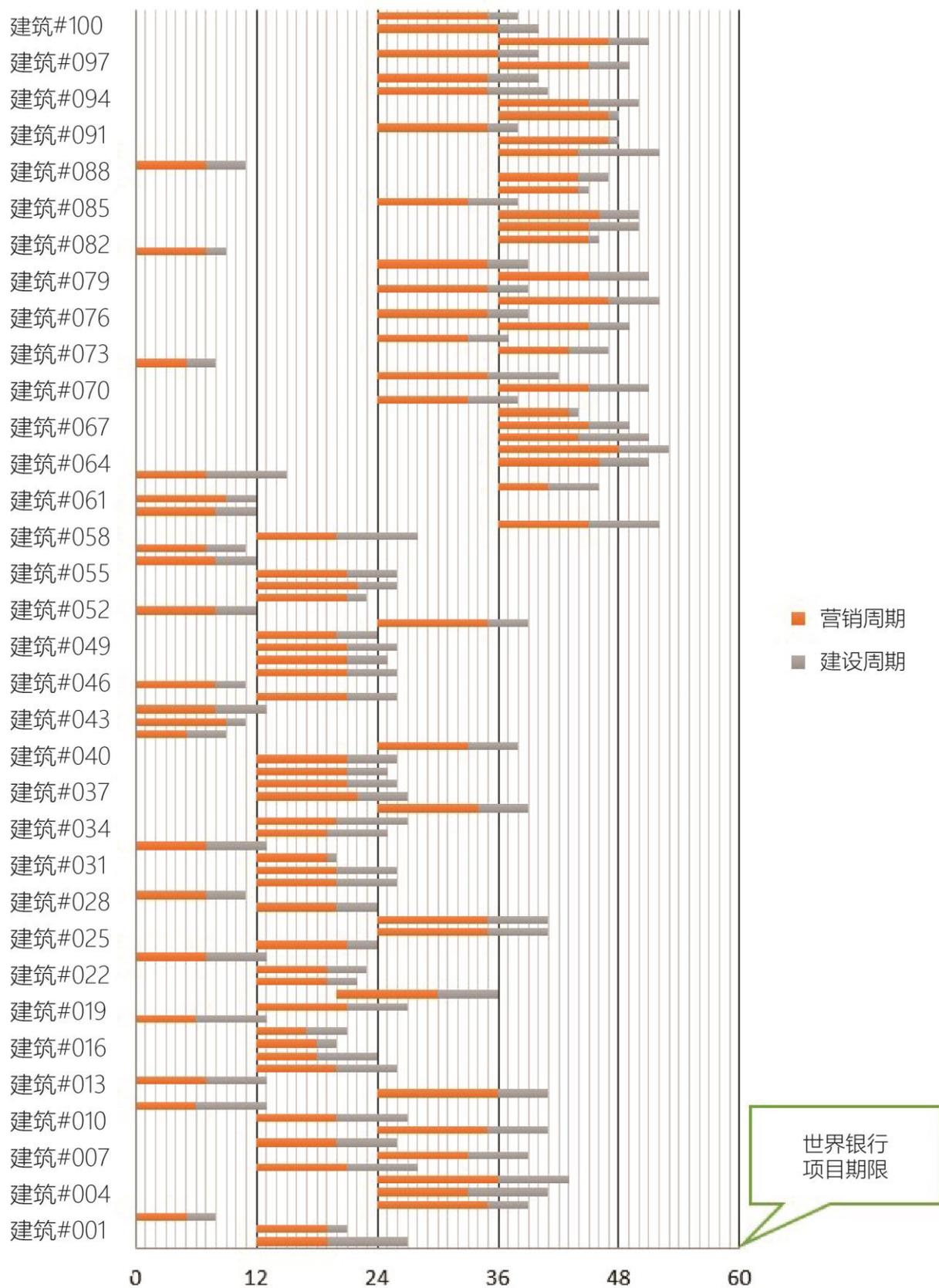


图 7. 100 栋既有建筑进行节能改造的决定和实施时间表 (EFC, 2012b, p.22)

叁、实施

实施 A：实施节能行动

在完成包括收集现有资源和信息、了解益处和障碍、整合利益相关者和工具资源、定义范围并采纳计划，以及制定适合当地的实施计划等阶段后，城市便可着手实施既有建筑能效目标和提升计划。城市在此阶段需思考的问题包括：

- 在实施自愿性既有建筑能效目标计划的过程中，需部署哪些程序？
- 利益相关者将如何参与在实施过程中，并与彼此保持沟通？

实施 A：实施节能行动——案例研究

如图 8 所示，长宁区城市更新和低碳项目管理中心实施了详细的项目管理流程，以为参与既有建筑能效目标和提升计划的建筑业主提供全面支持（SABR, 2019, p.19）。项目管理流程中，主要利益相关者的角色明晰。每个流程皆可能涉及多个利益相关方；而每个利益相关方也可能参与在不同的流程中。

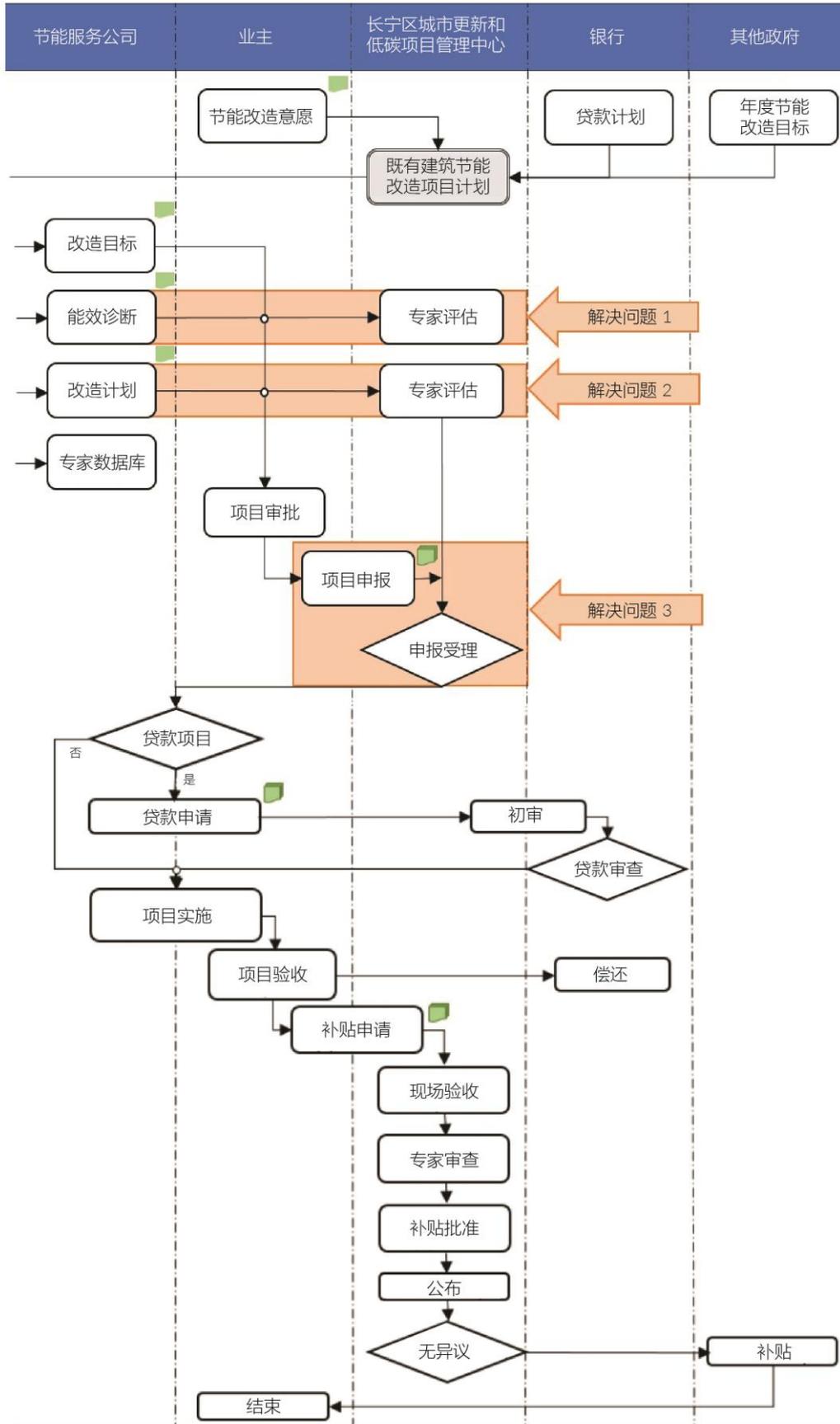


图 8. 长宁区城市更新和低碳项目管理中心实施既有建筑节能项目管理过程 (SABR, 2019, p.19)

实施 B：监测进展和建立问题解决反馈机制

城市在着手实施既有建筑能效目标和提升计划之后，还必须监测进展、发掘问题并予以调整，以确保整体计划能够顺利执行。城市可能需要思考的问题包括：

- 如何测量和评估既有建筑能效目标和提升计划的影响，如：将就哪些绩效指标（KPI）进行测量和评估、如何进行、间隔多久执行？
- 将使用哪些指标来衡量既有建筑能效目标和提升计划的成果？
- 如何测量和验证既有建筑能效目标实现进展？
- 哪些相关方将参与测量和验证（Measurement and Verification, M&V）？
- 自愿性既有建筑能效目标和提升计划的参与程度为何？
- 确定问题领域并采取纠正措施。

实施 B：监测进展和建立问题解决反馈机制——案例研究

上海长宁区选择了数项关键绩效指标，以测量和评估其既有建筑能效目标和提升计划的进展，包括：

- 实施节能改造的建筑数量；
- 实施节能改造的总建筑面积；
- 通过节能改造实现的节能量；
- 通过节能改造实现的节能率；
- 通过节能改造实现的二氧化碳减排总量；
- 节能改造项目获批的总补贴额；
- 目标实现百分比。

根据上述关键绩效指标，长宁区城市更新和低碳项目管理中心实施了既有建筑能效计划，并定期审查计划进展。考量由于既有建筑能效提升项目易受无法控制的外部因素影响，难以审查年度进展，长宁区特别采用了具有灵活性的进展监测方法，将既有建筑能效计划的进展评估与世界银行的分阶段评估要求相结合，或根据上海市或长宁区政府的要求进行（EFC, 2012a）。

长宁区高度重视其既有建筑能效目标和提升计划中相关技术的有效性和政策成效，并在反馈机制的基础上不断优化和完善技术解决方案和政策体系，使它们更贴进市场的实际需求（SABR, 2019, p.20）。长宁区城市更新和低碳项目管理中心更建立了技术效果反馈机制（图 9），以辨识优秀的节能技术、开展新技术研究，并指导业主和第三方采用合适的技术。

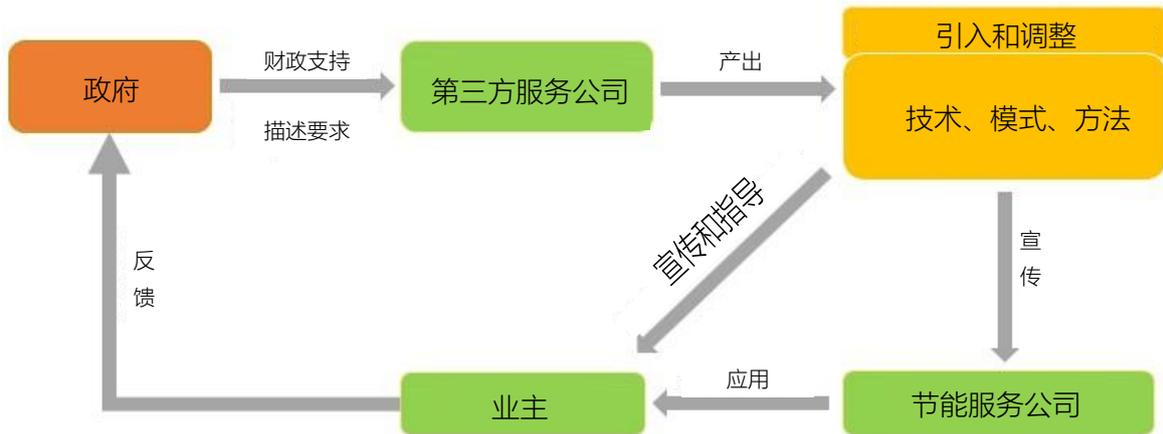


图 9. 长宁区政策效果反馈机制 (SABR, 2019, p.20)

长宁区城市更新和低碳项目管理中心也相当重视政策成效。他们评估了政府发布的既有建筑节能改造政策的实施效果，提出政策意见和建议，并为政府政策的优化和完善作出贡献 (图 10) (SABR, 2019)。

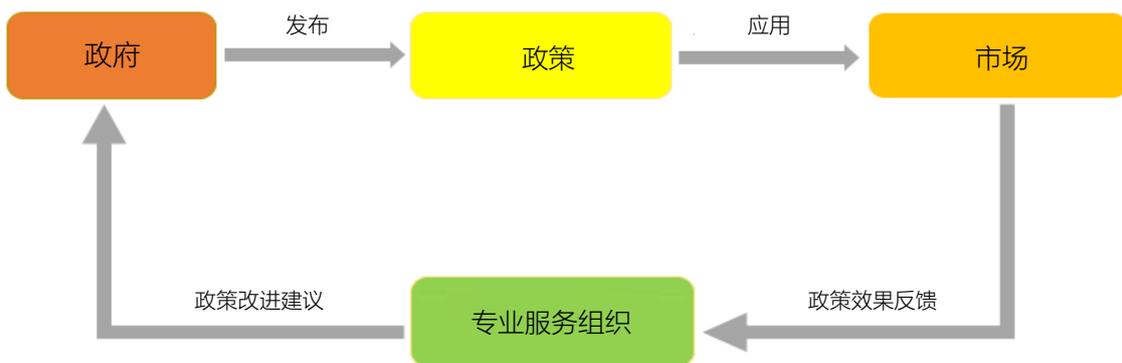


图 10. 长宁区政策效果反馈机制 (SABR, 2019, p.20)

实施 C: 向利益相关者和公众展示成果

监测进展的另一个重要用途在于向主要利益相关者展示和传达成果。项目的成果应以量化的方式呈现，以获得特定受众共鸣。例如，项目的环境效益可能引起政府和大众共鸣；而商界则可能更关心节约能源的成本和创造的就业机会。城市在此阶段需思考的问题包括：

- 减少了多少能耗量和/或温室气体排放量？
- 自愿性能效目标计划带来了哪些其他益处，如：扩大节能服务市场、提高建筑舒适度等？
- 这些目标在多大程度上支持了建筑节能和温室气体减排？
- 如何认可参与者和优秀表现者，如：年度奖项、认证、网站等？
- 应向哪些受众传达项目成果，如：国际、国家、地方领导层、出资者、公民等？

实施 C：向利益相关者和公众展示成果——案例研究

长宁区按照实施计划分阶段实施了既有建筑能效提升项目。期间，长宁区采取了全面措施来促进既有建筑能效目标和提升计划，并获得了下列重大成果（SABR，2019）：

- 完成 45 栋既有建筑的节能改造，能效升级总建筑面积达 287 万平方米；
- 总节能量相当于 31,233 吨标准煤¹⁶；
- 减少 63,285 吨二氧化碳排放（SABR，2019）。

下图 11 展示了长宁区如何向利益相关者传达项目成果：



图 11. 长宁区政策成效反馈机制（SABR，2019，p.21）

丹麦哥本哈根市也提供了另一个将试点项目成果量化，并传递给利益相关者的示例（图 12）。该市为针对当地 5 所学校进行深度节能改造，开展了包括评估建筑围护结构、玻璃、采暖、通风与空调（HVAC），和照明改进等调查，并从环境和经济角度，为这 5 所学校计算了温室气体减排、创造就业机会、净现值、投资回收期、能源成本降低和生产率提升等潜在的节能成果。该市也进一步计算了若将该节能项目扩展至另外 40 所学校可能带来的潜在益处，从而增强信息力道（C40 城市等，2020）。

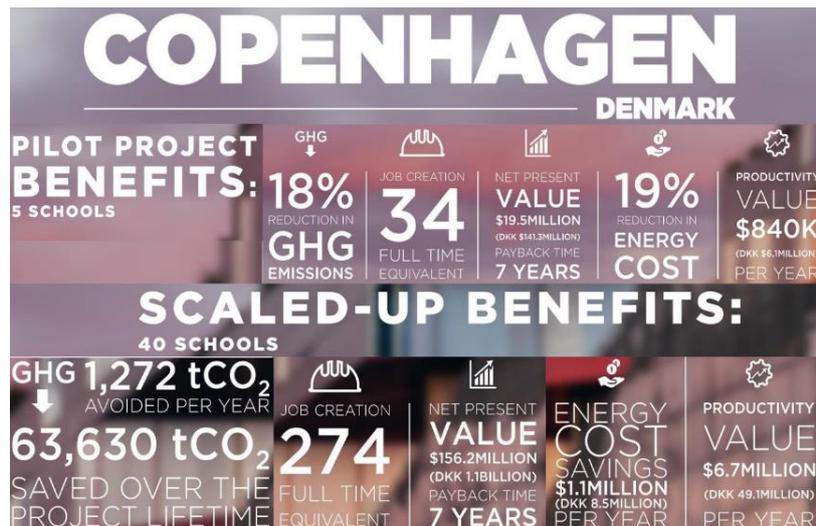


图 12. 丹麦哥本哈根市既有建筑能效试点项目沟通（C40 城市等，2020）

¹⁶此处节能量乃基于每栋建筑节能计划中的节能量计算，并非实际测量值。

肆、改进

既有建筑能效目标和提升计划的最后一个关键阶段是改进实施。此阶段通常涉及**审查和评估实施、影响和潜力**，以及**评估结果和规划发展**等两大部分。

改进 A：审查和评估实施、影响和潜力

城市将需要通过思考下列问题来启动改进过程：

- 既有建筑能效目标和提升计划的参与程度为何？
- 既有建筑能效目标和提升计划对能效/温室气体有何影响？
- 支持工具/资源的有效性为何？
- 激励措施的效果为何？
- 机构设置是否有效？
- 自愿性既有建筑能效目标可带来哪些其他益处？
- 项目具有哪些扩展潜力，例如：可如何对更多建筑进行节能改造或节约成本？
- 如何扩大这些效益？

改进 A：审查和评估实施、影响和潜力——案例研究

如<评估 B：了解益处和潜在障碍——案例研究>章节所示，长宁区在项目的最初阶段所绘制的二氧化碳减排成本曲线（图 3），同时包含了各种减排方案的成本、减排潜力和实施难易度，但其中成本和潜力值均为理论估算。该成本曲线使长宁区政府得以就其目标作出明智的决策，确定如提升既有建筑能效等行动重点（World Bank, 2013）。随着既有建筑能效目标和提升计划逐步推进，以及越来越多本地数据（如建筑类型、技术、成本和节能量、投资回收期等）得以使用，长宁区不断更新其成本曲线，更新纳入事实发生的数据资料，为既有建筑能效项目提供更准确的指引，并为中国和全球其他城市提供有价值的参考（图 13）（SABR, 2019）。

除了成本曲线，上海长宁区也按建筑类型，分析了升级改造建筑采用不同技术的财务内部收益率（Financial Internal Rate of Return, FIRR）。长宁区升级改造的 100 栋建筑平均节能率高达 22.19%，而它们的平均财务内部收益率也高达 20.48%（SABR, 2019）。这些指标为全球各地的城市提供了有关既有建筑能效目标和提升计划潜在节能成果的重要基准。

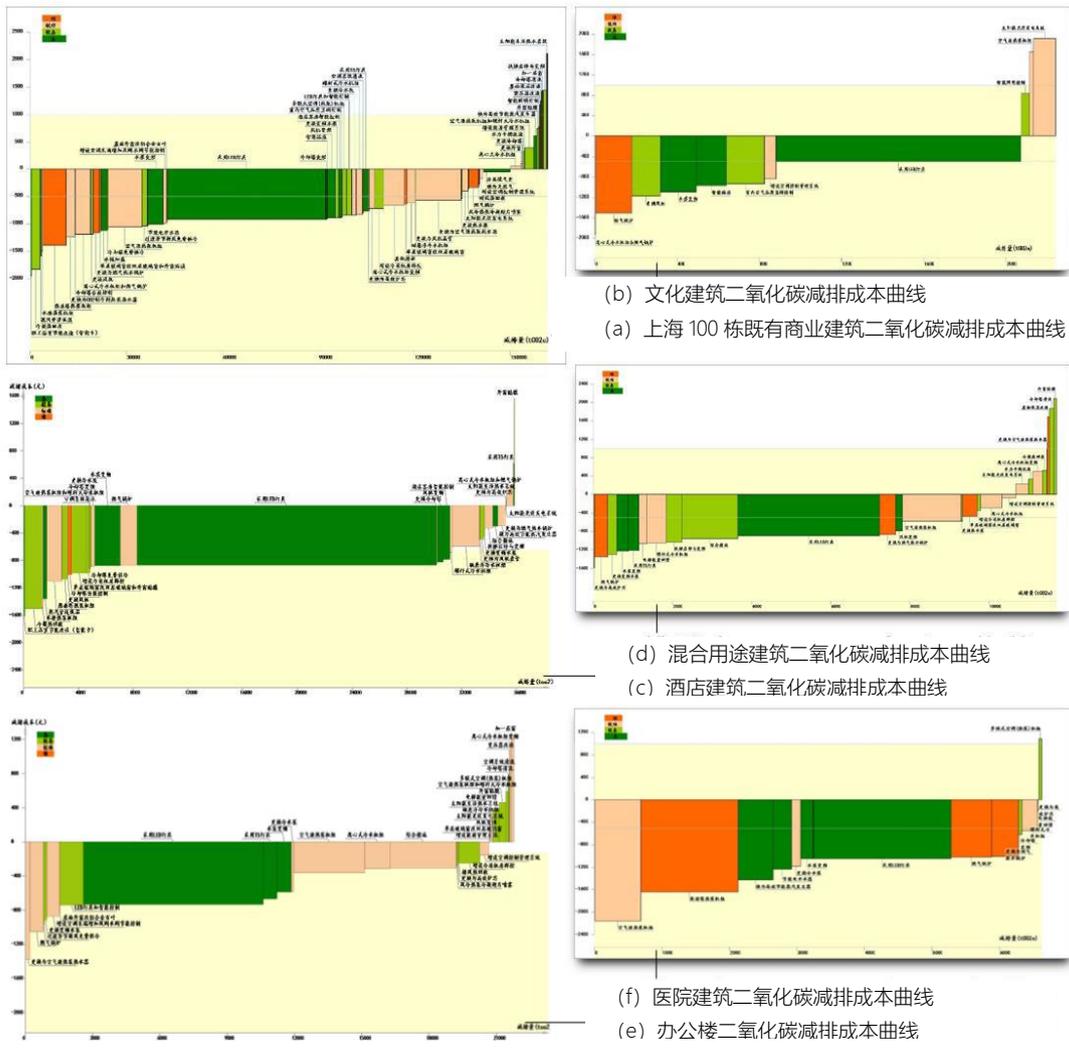


图 13. 上海长宁区更新的二氧化碳减排成本曲线 (SABR, 2019, p.48)

改进 B: 评析结果和规划发展

作为改进阶段最终的步骤，城市应就项目成果进行分析与评估，并为下一步作出合适的规划。在此阶段，城市应思考的问题包括：

- 自愿性绩效目标计划中的哪些举措有具体成效？哪些举措成效不佳？
- 还需采取哪些举措以改善目标计划？
- 能否提升目标和/或将其应用于更多建筑？
- 如何实现？时间表为何？
- 如何充分整合计划实施和影响评估，并将其纳入城市制度框架，以长期维持计划和影响评估？

改进 B：评析结果和规划发展——案例研究

长宁区的既有建筑能效目标和提升计划不仅带来了显著的节能减排效果，更为该区引入了国际先进的项目管理方法和机制。接下来，长宁区将采用各种节能技术，实施更多既有建筑能效提升项目，进一步探索转型模式和机制。

基于积累的经验和数据，长宁区的合作伙伴华东建筑设计研究总院（ECADI）也为其上海客户开发了既有建筑能效优化工具（图 14），协助该市的其他区域复制长宁区的成功经验。该工具集成了五大功能：

- 能耗状况评估和诊断；
- 节能技术引进和展示；
- 节能改造规划和优化；
- 二氧化碳减排成本曲线；
- 案例数据库（Mao, 2019）。

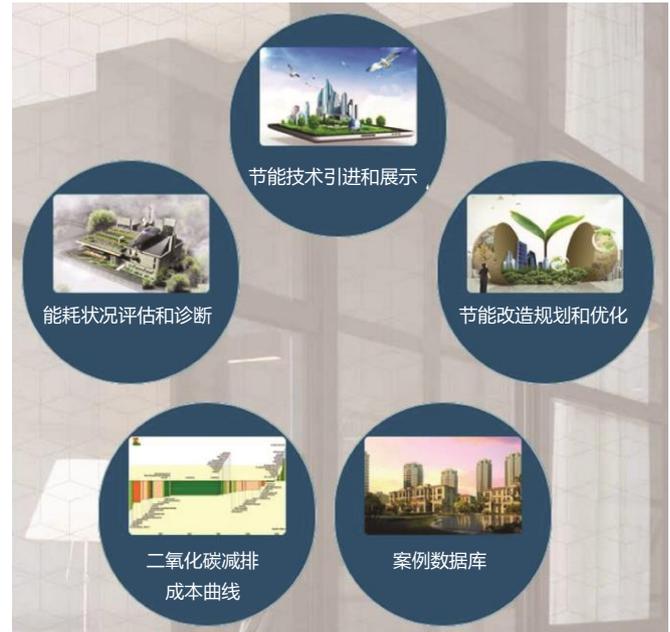


图 14. 华东建筑设计研究总院开发的既有建筑能效优化工具（现仅有中文版本；未对外开放使用；软件版权为华东建筑设计研究总院所有）（Mao, 2019）

这项工具有助于大幅降低实施类似大型既有建筑能效目标和提升计划，或单个既有建筑能效提升项目的复杂性和难度。并使得项目更有机会、更易于拓展。

结语

本手册旨在协助全球各地的城市 and 地区更进一步了解既有建筑能效目标和提升计划对于环境、经济和城市声誉的益处，以及制定和实施此类计划所需采取的具体步骤，并通过上海长宁区和世界其他地区的案例，证明设定目标和大规模提高建筑能效的可行性。最后，期望城市能在无需耗费大量资源的情况下，通过“[节能改造建筑能效目标制定工具 \(BETTER\)](#)”和“[边际减排成本 \(MAC\) 工具](#)”等免费的工具和资源，即刻着手制定和实施既有建筑能效目标和提升计划。

搭配本手册出版的《建筑能效目标手册：中国上海长宁区案例研究》，深入探讨上海长宁区在 2013-2018 年间，如何通过设计并实施既有建筑能效和提升计划，成功协助 45 栋商业建筑减少 25,423,662 kWh 的能耗量，并减少 63,285 吨二氧化碳排放。

参考文献

- Bai, W. 2007. *Study of Civil Buildings Energy Demand and Environment Load*. Beijing: Tongji University.
- Becque, R., E. Mackres, J. Layke, N. Aden, S. Liu, K. Managan, C. Nesler, S. Mazur-Stommen, K. Petrichenko, P. Graham. 2016. *Accelerating Building Efficiency: Eight Actions for Urban Leaders*. Washington, DC: World Resources Institute Ross Center for Sustainable Cities.
- BPIE (Building Performance Institute Europe). 2019. *How to Include Building Renovation in Your Sustainable Energy and Climate Action Plan: Ensuring Ambitious Local and National Building Renovation Policy*. Brussels, Belgium: BPIE.
- BPIE. 2020. "Long-Term Renovation Strategies and Local Building Renovation Initiatives: Case Studies from 8 Countries." <http://bpie.eu/publication/long-term-renovation-strategies-and-local-building-renovation-initiatives-case-studies-from-8-countries/>
- Burr, A., C. Majersik, and N. Zigelbaum. 2013. *The Future of Building Energy Rating and Disclosure Mandates: What Europe Can Learn from the United States*. Washington, DC: Institute for Market Transformation and Natural Resources Defense Council.
- C40 Cities. 2018. *Using Data for Policy: A Manual for C40 Cities*. London, United Kingdom: C40 Cities.
- C40 Cities, Burohappold Engineering, and Rockwool. 2020. "Case Studies and Results." <https://c40.my.salesforce.com/sfc/p/#36000001Enhz/a/1Q000000MpLD/WFMffl4QGu5znTk1ngLCeB3e7nHHsGd8iS4lo.IJj9k>
- Chen, X. 2014. "Application of Sub-metering Data Based on Energy Consumption Monitoring Platform." *Architectural Energy Conservation* (8): 86-92. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7237.2014.08.020.
- EFC (Energy Foundation China). 2012a. *Study on the Baseline of Existing Commercial Buildings Energy-Saving Renovation in Changning District, Shanghai*. Beijing, China: Energy Foundation China.
- EFC. 2012b. *Project Implementation Time Series Planning and Fund Schedule Research*. Beijing, China: Energy Foundation China.
- Hou, J., Y. Liu, Y. Wu, N. Zhou, and F. Wei. 2016. "Comparative Study of Commercial Building Energy-Efficiency Retrofit Policies in Four Pilot Cities in China." *Energy Policy* 88 (C): 204-215. 10.1016/j.enpol.2015.10.016.
- IOSM (Information Office of Shanghai Municipality Shanghai Municipal Statistics Bureau). 2018. *Shanghai Basic Facts 2018*. Shanghai: Zhongxi Book Company. <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node27118/fj/2018-ShanghaiBasicFacts.pdf>
- LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory). 2019. "BETTER: Building Efficiency Targeting Tool for Energy Retrofits (Alpha)." <https://better.lbl.gov/>.
- Lee, S.H., T. Hong, M. Piette. 2015, S. Taylor-Lange. "Energy Retrofit Analysis Toolkits for Commercial Buildings: A Review." *Energy* 89: 1087-1100.
- Mao Q., Deputy Director of Shanghai Changning District Urban Renewal and Low Carbon Project Management Center, pers. comm., April 3-4 and July 8, 2019.
- Navigant Consulting, Inc., Steven Winter Associates, Inc., and Newport Partners, LLC. 2015. *New York City Benchmarking and Transparency Policy Impact Evaluation Report*. Washington, DC: U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/DOE%20New%20York%20City%20Benchmarking%20and%20Transparency%20Policy%20Impact%20Evaluation....pdf>
- SABR (Shanghai Academy of Building Research). 2019. *Shanghai Low Carbon City Green Energy*

- Project- Project Summary Refinement (Final Report)*. Shanghai, China: SABR.
- SECSC (Shanghai Energy Conservation Supervision Center) Government of Changning, and World Bank. 2013. "Policy Frameworks and Business Models for Building Retrofit in Changning District, Shanghai." Unpublished manuscript, last modified February 29, 2013.
- Shanghai Highlights. 2019. "Shanghai Facts." <https://www.shanghaihighlights.com/essential/>.
- Shanghai Statistical Yearbook. 2018. "Land Area, Population and Density of Population in Districts (2017)." <http://www.stats-sh.gov.cn/tjnj/nje18.htm?d1=2018tjnje/E0202.htm>
- Sherlock, L., A. Armstrong, G. Joly, E. Kelleher, F. Wei, N. Zhou, H. Lu, X. Liu, J. Ge, J. Hou, X. Wang. 2018. *China Building Programme (CBP) Launch Report: Constructing a New, Low-Carbon Future*. London: C40.
- Smart Energy Analytics Campaign. 2020. "EIS (Energy Information System)." <https://smart-energy-analytics.org/glossary/eis-energy-information-system>.
- Wikipedia. 2019. "Changning District." https://en.wikipedia.org/wiki/Changning_District.
- World Bank. 2013. *Applying Abatement Cost Curve Methodology for Low-Carbon Strategy in Changning District, Shanghai*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16710>
- World Bank. 2019. "Green Energy Schemes for Low-carbon City in Shanghai, China." <http://projects.worldbank.org/P127035/green-energy-schemes-low-carbon-city-shanghai-china?lang=en>
- Wu Y., Director of China Association of Building Energy Efficiency, pers. comm., May 9, 2019.
- Zhu J. and Q. Xu. 2016. "Operation and Management Practice of Shanghai Public Building Energy Consumption Monitoring Platform." *Construction Science and Technology* (4): 17-20. (in Chinese) DOI: 10.16116/j.cnki.jskj.2016.04.004

附件

- I. 关长宁区使用“二氧化碳减排成本曲线工具”的更多信息，请参见 World Bank. 2013. *Applying Abatement Cost Curve Methodology for Low-Carbon Strategy in Changning District, Shanghai*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16710>
- II. 有关长宁区使用不同“基准方法”的更多信息，请参见 SECSC (Shanghai Energy Conservation Supervision Center) Government of Changning, and World Bank. 2013. "Policy Frameworks and Business Models for Building Retrofit in Changning District, Shanghai." Unpublished manuscript, last modified February 29, 2013.