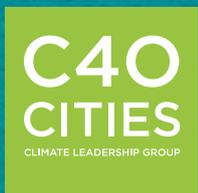
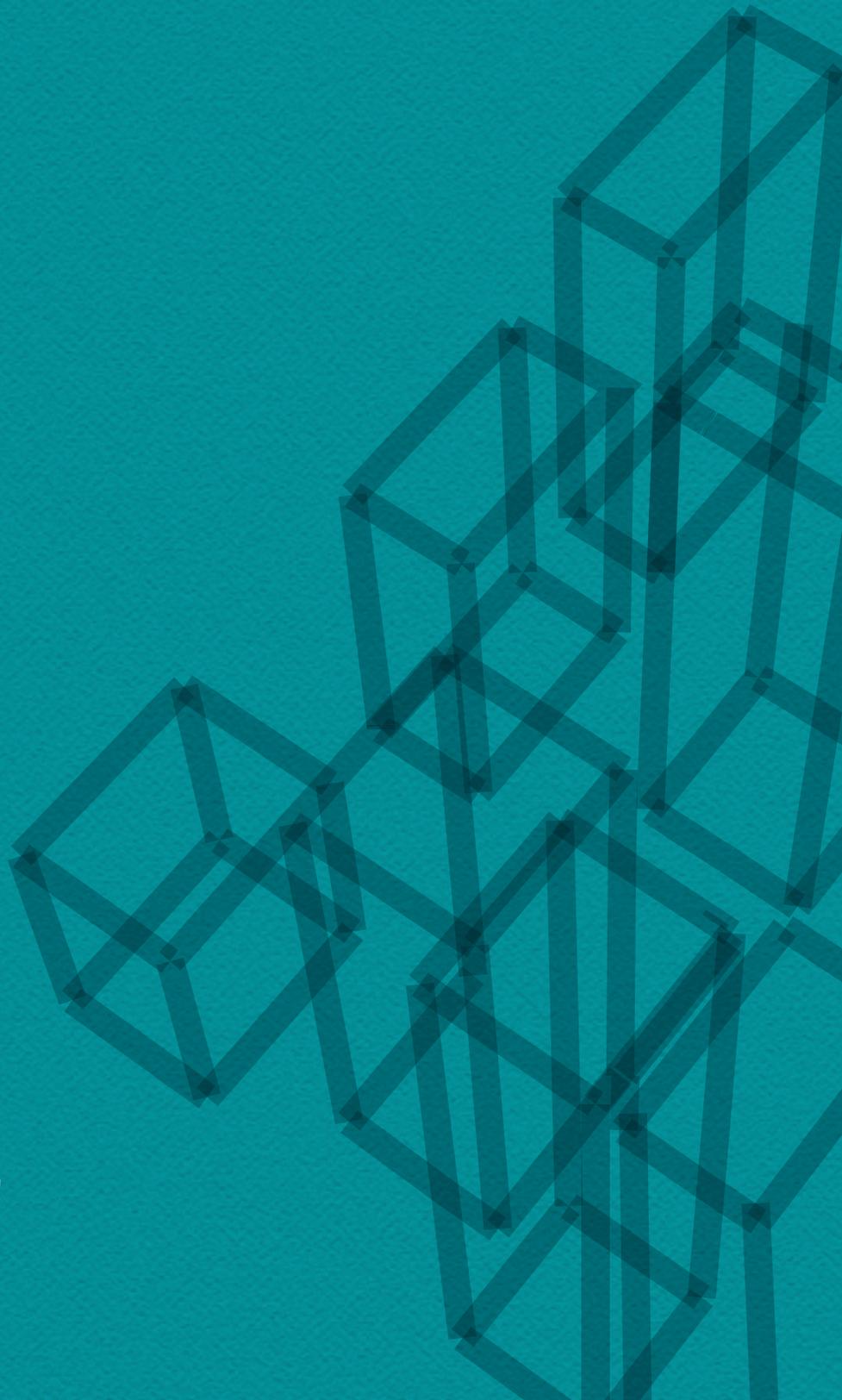


良好实践指南

区域能源



C40城市气候领导联盟

C40城市气候领导联盟已经成立了11年,联系着全球80多座最大的城市,代表6亿多人口和四分之一的全球经济。C40由城市创建和领导,致力于推动城市温室气体减排、降低气候变化风险、应对气候变化,同时提升市民的健康和福祉,增加经济机会。www.c40.org

C40城市气候领导联盟对温室气体减排和降低气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。指南概述了具体气候行动的主要好处,同时列出城市可以采用或有效扩大规模的方法和战略。这些指南的制定是基于C40城市的经验教训,以及参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。这些良好实践方法对参与C40网络的城市以及世界其他城市均有帮助。

关于联合国环境规划署

联合国环境规划署(UNEP)是最重要的全球环境管理机构,该机构设定全球环境议程,在联合国系统范围内推动统一实施环境可持续发展,同时是全球环境的权威倡导机构。UNEP成立于1972年,其使命旨在通过鼓励、宣传并促进各国和各民族牵头并鼓励关爱环境,从而在不损害人类后代的生活质量下改善生活质量。

关于联合国环境规划署全球城市区域能源倡议

全球城市区域能源倡议(DES倡议)目前正在为各国和市政府开发、改造或扩大区域能源系统的工作提供支持(包括区域供热和供冷系统)。虽然目前共享工作在不断扩展,但是现代区域能源要取得更大发展,还存在许多固有的障碍,包括意识问题、地方和机构能力、财政问题以及缺乏适当的政策等。因此,DES倡议已经聚集了45座城市以及29个公司和机构共同支持向现代区域能源的过渡。

该倡议是‘全区域能源加速器可持续能源’的实施机制,将有助于可持续能源的SDG7,尤其是实现其可再生能源和能效的目标。



**DISTRICT ENERGY
IN CITIES
INITIATIVE**

目录

执行摘要.....	3
1 背景.....	4
1.1 目的.....	4
1.2 引言.....	4
2 区域能源和气候变化.....	5
2.1 什么是区域能源?	5
2.2 什么构成了现代区域能源系统?	5
2.3 向低温网络转移.....	6
2.4 区域能源的好处.....	6
2.5 成功实现区域能源系统所面临的挑战	7
3 有利于区域能源开发的良好实践方法	8
3.1 良好实践的类别.....	8
3.2 设立低碳能源和温室气体减排的长期目标	9
3.3 构建公众意识和支持.....	10
3.4 进行能源绘图, 为区域能源辨识恰当的机会.....	10
3.5 为实施区域能源系统确立恰当的所有制模型.....	12
案例研究: 温哥华——东南福溪区.....	13
3.6 制定扶持政策和促成工具.....	14
3.7 将传统区域能源系统从化石燃料转换为低碳能源.....	17
案例研究: 华沙——华沙面向 2020 年的可持续能源行动计划.....	17
4 阅读参考.....	18

执行摘要

在全球范围内，城市消耗的能源超过全世界的 70%，城市排放的温室气体占全球的 40-50%。ⁱ 在很多城市中，供热和供冷占地方能耗的一半以上，随着城市的预期增长，给这些关键基础设施带来了与日俱增的压力。因此，可持续城市供热和供冷是城市能源过渡的中心，也是达成应对气候变化宏伟目标的中心。发展现代城市区域能源，实现效率、气候适应性和低碳，是温室气体减排和降低主要能源需求最便宜而且最有效的解决方案之一。ⁱⁱ

本文提取自联合国环境规划署报告中的研究成果，[城市区域能源：实现能效和可再生能源的潜力](#)，该文件由 C40 合作伙伴‘全球城市区域能源倡议’公布。本良好实践指南重点为成功交付城市区域能源的几大关键因素，并进行了引导城市获得更好的经济、社会和环境成果的最佳实践调查：

- 设立低碳能源和温室气体减排的长期目标
- 构建公众意识和支持
- 进行能源绘图，为区域能源辨识恰当的机会
- 为实施区域能源系统确立恰当的所有权模型
- 制定扶持政策 and 促成工具
- 将传统区域能源系统从化石燃料转换为低碳能源

C40 区域能源网的建立是为了支持城市共享经验，为主流政策和行动提供帮助，通过促进低碳区域供热、供冷以及热电联产（CHP）系统达到减排。

本良好实践指南旨在总结出能够在全球范围内进行传播的区域能源良好实践的关键因素，突出表现 C40 城市在规划和实现低碳区域能源系统中的成功。

1 背景

1.1 目的

C40 城市气候领导联盟对温室气体减排和降低气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。C40 良好实践指南对具体气候行动的主要好处进行概述，同时列出城市可以采用的成功方法和战略来实施这些行动或有效地扩大这些行动规模。这些指南是基于 C40 城市的经验教训，以及参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。

以下良好实践指南提取自联合国环境规划署报告中的研究成果，[城市区域能源：实现能效和可再生能源的潜力](#)，该文件由 C40 合作伙伴‘全球城市区域能源倡议’公布。本良好实践指南重点为成功交付城市区域能源的几大关键因素，并进行了引导城市获得更好的经济、社会和环境成果的最佳实践调查：这些方法对参与 C40 的区域能源网以及世界其他城市均有帮助。

1.2 引言

在全球范围内，城市消耗的能源超过全世界的 70%，城市排放的温室气体占全球的 40-50%ⁱⁱⁱ。在某些城市，供热和供冷占地方能耗的一半以上，随着城市的预期增长，给这些关键基础设施带来了与日俱增的压力。针对城市气候和能源过渡，无论采取何种方案，都必须整合可持续城市供热、供冷和供电。发展现代城市区域能源，实现效率、气候适应性和低碳，是温室气体减排和降低主要能源需求最便宜而且最有效的解决方案之一。^{iv} 区域能源的重要性正日益为全球居民所承认，从欧盟供热与供冷战略、^vCOP21 的 LPAA 会事^{vi} 以及联合国人居署 III 的可持续能源和城市能源主题会议中均可以看出。^{vii} 此外，由全球经济气候委员会发布的 2015 年新气候经济报告 *增长更快、气候更佳* 也在其主要建议中纳入了‘制定到 2020 年的低碳城市发展战略’而且‘每年投资清洁能源不低于 1 万亿美元’，这两点都进一步支持了区域能源。^{viii}

2 区域能源和气候变化

2.1 什么是区域能源？

区域能源系统采用总站或资源配置总厂通过地下管网向许多建筑物供热、供冷甚至供电，范围往往为社区、市中心区域或校园。建筑物不配置单个锅炉或冷冻机，而是连接到区域能源系统，通过规模经济和建筑物内多余的生产空间达到提高能效和燃料灵活性的效果。区域能源系统的低碳燃料源能够改善效率并发挥潜力，让他们成为许多城市中气候变化和可再生能源战略的关键组成部分。

区域能源是经过验证的能源解决方案，其历史可以追溯至古罗马的加热温室和温泉浴场。自从美国于 19 世纪首次成功实现区域供热系统商业应用以来（蒸汽供热系统、温度低于 200°C），世界各地越来越多的城市都开始实施区域供热系统。区域供热最开始是用于储能，以煤和油为燃料集中产热（加压热水系统，温度为 100-200°C），但是逐渐转换为热电联产（CHP）^{ix}，生物质和可再生能源，以寻求更大的能效和可持续性。如今，在某些欧洲城市，尤其是斯堪的纳维亚城市，如哥本哈根或赫尔辛基，几乎所有所需的供热都通过低碳区域能源网提供。最近，随着热温中不断增长的城市化，区域供冷的需求也在不断上升。区域供冷和区域供热的原理类似，区域供冷是将经过降温的水输送到建筑物内取代效率不高的传统空调和制冷装置。

2.2 什么构成了现代区域能源系统？

现代区域能源系统采用热电联产、热泵、蓄热、工业废热、地热、厌氧消化和分布式可再生能源等现代科技提供供热和供冷服务。最开始可能需要天然气来支持区域能源系统——例如，在可再生能源尚不能和天然气竞争的情况下——但是，由于区域能源系统的灵活设计和规模，可以很容易转换到低碳能源上来，这就是许多 C40 城市的最终目标。总体来说，区域能源系统对城市向有效、低碳、适应性强而且最终达到低成本能源的转移起到关键作用，这种系统还可以同其他市政系统整合，如电力、污水处理、环境卫生、废物管理和交通等。

2.3 向低温网络转移

对许多领袖城市而言，其区域能源系统的最终目标是过渡到低温网络，也称为‘第 4 代’系统 4x，这种系统在 60°C 以下运行。许多现有的区域能源系统归于第 3 代系统，这种系统运行温度在 100°C 以下，通常配有预先隔热管道，利用传统的热电厂和工业余热，并依赖于计量和监测来优化传热效果。第 4 代系统整合双向区域供热和供冷，利用智能能源管理（优化供给、配送和消耗）并仅依靠可再生或二次产热。

第 4 代区域能源系统正在全球几个城市实施，其中包括英国伦敦^{xi}，（向邦希热电网的低级废热源过渡）^{xii}，冰岛雷克雅维克（低温地热区域供热），挪威德拉门（峡湾恒温水推动的低温区域供热系统）^{xiii}，日本东京^{xiv}，（采用废热、热泵和太阳能），韩国首尔^{xv}，（市政间合作传输区域能源废热）。

2.4 区域能源的好处

全球越来越多的城市（见以下案例研究）已经制定升级或正在规划实施现代综合能源网以收获其带来的从规模经济和灵活性到更高的能效、电网平衡以及更便利的可再生能源整合等综合利益。

联合国环境规划署^{xvi}和地方政府环境行动理事会、联合国人居署以及哥本哈根能效中心近期进行了作为城市区域能源倡议一部分的合作研究，该研究检查全球范围内的证据，深入考察了欧洲、亚洲、北美和非洲的 45 个区域能源系统案例研究。他们的研究结果获得多个案例研究以及 C40 城市出行的样例支持，其中某些案例列举如下。根据这些案例，确立了区域能源的一系列主要效益：

- 能效改善
- 可再生能源低成本及温室气体减排
- 减少污染
- 适应力和能源安全
- 绿色增长

能效改善：通过利用低级能源、热电联产及利用蓄热缓和需求，区域能源系统一般能降低 50% 的供热供冷主要能源需求。区域能源系统还可以通过利用区域能源基础设施和供热供电部门建立联系，实现高达 90% 的运行效率。此外，区域能源网的灵活性使得其可以随时间增长并向现代能源转移。例如，温哥华^{xvii}或麻省剑桥^{xviii}等城市正在从传统的蒸汽供热系统过渡到现代的低碳区域能源网。（阿联酋）迪拜将供冷整合到区域能源网中，可以省电 50%。区域能源系统还能大大改善建筑物的运行效率，特别是能效较高的建筑物，如果连接到区域能源系统，比整体改造的成本要低得多（德国法兰克福^{xix}）。

可再生能源低成本和及温室气体减排：区域能源系统是将可再生能源整合到城市供热供冷部门中最有效的方式。规模经济让尖峰需求与供应获得更好的平衡，蓄热的利用可以补偿可再生能源的间歇性缺点。区域能源系统可以直接利用一系列可再生能源方案进行

供热和供冷，其中包括：地热、转废为能、生物质、厌氧消化、废热回收、热电联产（CHP）、太阳热能、光伏余能、风能或潮汐发电热泵、工业余热以及来自海洋湖泊的免费冷却水。现代区域能源系统中的高效以及清洁能源的使用还能在低成本的情况下实现显著的温室气体减排。..xx

减少污染：通过向清洁燃料和降低能耗的转移，城市还可以减少室内外污染（SO₂、NO_x、颗粒物）。这对新兴城市而言尤为重要，如中国的京津冀地区，当地的空气污染主要是煤炭的过度使用造成的，其中包括发电、供热和重工业的用煤。xxi 中国另一个城市鞍山计划通过连接其区域能源网并从当地钢铁厂收集 1GW 废热，从而将限制高污染用煤限制在每年 120 万吨。

适应力和能源安全：区域能源可以通过降低进口依赖性增加能源安全，降低受化石燃料价格波动的影响（如：上世纪 70 年代石油危机后哥德堡扩展了区域供热 xxii），而且还具有在主要发电设施失效时的紧急情况下地方区域能源网的可用性（如：2012 年飓风桑迪期间，纽约大学和 Co-Op 合作城的系统继续正常供能 xxiii）。在正确的管治框架下，区域能源可以让社区控制其本地的能源供需，获得更大的所有权和效率。对比传统的供冷系统，引入区域供冷网可以实现降低洁净水消耗。

绿色增长：通过高效产热并和转废为热及可再生能源利用相联系，区域能源避免了对峰值功率、单个发电设施、化石燃料进口以及填埋扩建（如果不可回收利用废物未被焚烧或用于厌氧消化器）的投资，从而节省了成本。

此外，区域能源可以创造其他的收入机会，因为互联的网络允许共享多余的能源，而且市政所有权的区域能源模式可以为地方政府带来额外的红利。对比传统的供冷系统，引入区域供冷网可以实现降低洁净水消耗。最后，区域能源可以为系统设计、施工和维护提供就业。例如，估计挪威奥斯陆 xxiv 的区域能源提供了 1375 个全职工作岗位。

2.5 成功实现区域能源系统所面临的挑战

在开发区域能源系统的过程中，地方政府可能会面临许多挑战，其中包括：

巨大的预付成本：开发新的区域能源系统需要较高的预付成本，如果没有确定的客户基础，对筹集内部资金或寻求私营能源投资的地方主管部门来说具有很大的挑战性。较高的预付成本（资本支出）源自新系统需要建造的重要基础设施（配送管道、热电厂和蓄能、热电联产中和电网的连接）以及相关的开发成本（执照和可行性研究）。

复杂的项目开发过程：参与投入开发区域能源商务论证的利益相关者来自不同部门而且众多（客户、能源公用事业单位、开发商），需要一个‘斗士’——通常是地方政府——帮助开发客户基础（对私营公用事业企业的投资很关键），协调规划并监督审批过程。由于快速发展或再发展的地区正在建立大量的区域能源系统，给一般较为缓慢的区域能源过程（客户承诺/项目开发周期）增加了时间上的压力。此外，如果燃料组合不够环保或风险过高和/或利好过低（如密度红利），就难以确保利益相关者的合作。

法规和市场壁垒：除了较高的预付成本和复杂的项目规划外，地方政府还会受到能源部门的合规限制（例如：不能强制实施供热网连接或改革电网准入以及推动热电联产的互联规范等），或者限制地方公用事业单位的利益，促使他们对商务规划造成影响。区域能源项目还会面临对区域能源系统或相对于其他技术的燃料能源不利的现有市场结构或定价机制的影响，如：缺乏扶持电力公司上网竞价方案。

有限的能力和公共意识：开发新的区域能源系统或扩大现有系统也会具有挑战性，这是因为人们对区域能源的环境、社会、健康和舒适等综合效益缺乏理解，地方政府能力不足（包括缺乏进行可行性研究的经验或资源），以及公众和潜在客户对区域能源缺乏意识或理解。

缺乏和建筑政策、标准、评级和认证框架的整合：许多现有建筑政策和评级系统重点放在单个建筑解决方案上，奖励现场供热/供冷生产而不考虑系统效率。而且，许多框架不考虑或奖励区域能源系统完全转换为低碳能源的短期潜力（例如：转换燃料）。例如：许多能效平均（例如：LEED）以单个建筑物的能耗为基础，不考虑区域能源系统中补充了任何非可再生能源的可再生能源或高效能源生产。这就对区域能源开发有所阻碍，而且同鼓励部署区域能源开发的目标相矛盾。

然而，这些挑战通常都可以通过创新的解决方案、合作、协调以及对下文第 3 部分所列的最佳实践进行规划和管理得以克服。

3 有利于区域能源开发的良好实践方法

3.1 良好实践类别

在 C40 区域能源网内，至少确立了 6 个不同而又互补的管理手段来开发可持续区域能源系统：

- 设立低碳能源和温室气体减排的长期目标
- 构建公众意识和支持
- 进行能源绘图，为区域能源辨识恰当的机会
- 为实施区域能源系统确立恰当的所有权模型
- 制定扶持政策 and 促成工具
- 将传统区域能源系统从化石燃料转换为低碳能源

3.2 设立低碳能源和温室气体减排的长期目标

通过设定清晰的愿景和目标，地方政府可以构建意识并鼓励对区域能源系统开发的支持。清楚阐明区域能源、可再生能源、分布式发电和/或二氧化碳减排目标不仅能够提供清晰的长期指导和获得政治关注，而且还可以帮助克服城市不同部门间的利益冲突并对政策进行优先排序，如巴黎和其他城市的情况所示，特别是伦敦（见 3.4.2）、奥斯陆（见 3.6.1）、哥本哈根（见 3.6.2）和温哥华（见 3.7.1）。所以解决供热/供冷部门的能源战略和广泛的能源或二氧化碳目标挂钩，确认土地利用和基础设施规划协同进行，并向客户/公众通报区域能源的好处，这些都至关重要，原因也正在于此。

案例研究：巴黎——气候和能源行动计划

总结：巴黎于 1927 年开放了区域供热以克服空气质量和燃料配送问题。如今，该市的大部分区域都连接了区域供热，包括 50% 的社会住房、所有的医院以及 50% 的公共建筑，提供约 50 万户住户的供热需求。上世纪 90 年代初期，巴黎还开发了欧洲第一个区域供热网（‘气候空间’），利用塞纳河和其他能源供冷，其需要的主要能源比传统系统少 50%。同时，为了实现‘气候和能源行动计划’（2012）中规定的到 2050 年二氧化碳减排 75% 的目标，区域能源是巴黎核心战略的一部分。为了指导其区域能源开发和现代化，巴黎为区域能源系统设定了清晰的目标，为地方规划人员、投资者、开发商和客户提供了长期愿景和保障。

结果：巴黎的区域能源目标在最新的‘气候能源行动计划’中进行了阐述。区域供热网应到 2020 年采用 60% 的可再生能源或回收能源，主要有本地能源提供（地热、太阳热能、太阳能光伏、转废为能以及工业余热、排水和地铁等），2020 年评估潜能约为 367GWh。在新开发区域还应建造其他新的能源系统，主要通过地热能源创建热水循环。巴黎计划起草一份 2022 年综合供热计划，特别是对连接小型区域能源网的方案进行探索，同时允许进一步整合可再生能源。目前，巴黎有一半地区已经实现了由三个转废为能的电厂供热，仅这一项就可以每年避免排放 80 万吨二氧化碳。余热回收装置的数量到 2020 年将上升到 1500 个（37.3GWh）。

成功的原因：巴黎目标设定的推动因子包括宏伟的国家和地方气候变化目标；强大的监管经验为目标提供强有力的法规经验以及地方政府达成目标的决心；以及天赋的地方自然可再生能源，例如：可以以低成本开发的地热资源。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果国家没有宏伟目标，城市可以定义地方目标以方便区域能源整合到城市规划中，并创建一个更稳定的政策环境来促进投资者的信心。对于区域能源经验有限的城市，这些目标在获取政治关注以及推动企业能源开发和转换中起到很大的作用。

区域能源或分布式发电目标还可以用于阐明城市寻求现城市范围内二氧化碳减排目标的方法。

3.3 构建公众意识和支持

地方市政府在提升对区域能源及其效益的意识和理解中起到重要作用，对构建利益相关者和投资者的信心也有很重要的作用。城市可以利用大量的公交面向广泛的公众和居民，如：通过研讨会、网络会议、公共媒体或专门的网站开展教育运动；举办竞赛和表彰；发布报告；收集数据和公告；设立信息中心和设立示范项目等。此外，公私合营和专业网络对主流区域能源的发展也有至关重要的作用。强调区域能源的适应性利好对某些城市获取公共支持来说特别有用。

案例研究：米兰——能源求助台

总结：米兰^{xxvixxvii}对区域供热网的开发和扩建不需要市政领导的基础设施大修，因为该市主要和私营建筑业主合作。这是因为米兰的许多建筑物已经配备了整栋建筑中心供热系统，只需要将现有锅炉用换热器替换掉并连接到管网上即可。这种改变具有直接的成本效益，而且如果替换的是柴油锅炉，资金回收期很短（4-5年）。起先，柴油向区域供热的转换有地区补助，但是由于新技术价格下降，燃料价格企稳或增长，使得这种转换目前具有成本效益，而且通常是由能源供应商通过能源服务合同提供。然而，要让客户信任这些能源供应商并获得能源服务协议，对区域能源及其效益的传播和意识提升是关键。

结果：米兰通过其能源求助台推广区域能源和能效改造，求助台由市政府运营，为目前和潜在客户提供信息服务。城市的区域办公室有能源专家帮助解决潜在的能源服务干预方面的问题，对区域供热、可再生能源和能效和提供有鼓励和融资方案。此外，设立了一个中心办公室利用公共信息运动来反对把区域供热作为低效过时的老技术产物的形象，而是将其作为降低碳排放和收获其他环境效益的现代重要能源系统来加以推广。目前，米兰约有15万所公寓连接到了区域供热网，预计到2020年将再连接15万户^{xxviii}。

成功的原因：米兰的意识提升方法是在能源公用事业单位和能源服务提供商强力合作的推动下获得成功的，给客户的是‘无法拒绝的服务’。求助台对实际问题和技术问题提供具体的信息和响应，协助构建对区域供热及改造/连接工艺的信任。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：对区域能源或传统系统经验有限的城市的历史纪录很差，应该考虑在项目开发之前、期间和之后对利益相关者进行区域能源方面的教育。通过信息运动和意识提升工作让开发商和个体客户参与，城市及其公用事业伙伴可以建立其对服务提供商的信心并为网络连接提供支持。

3.4 进行能源绘图，为区域能源辨识恰当的机会

为了确立最具成本效益、可扩大规模或相互连接的区域能源项目的机会，利用城市的土地利用主管部门，为公私合营提供支持，同时提升公众意识，全球各地的领袖城市开发出综合能源绘图工具。能源绘图还有助于识别当前和未来的热流、供需载荷（高密度/高需求地区）以及同旧供热系统的互联或改造潜力。

案例研究：阿姆斯特丹-能源地图

总结：在阿姆斯特丹，70%的终端用户必须同意向区域供热的转变，推动阿姆斯特丹市将重点放在开发出支持终端用户和私营利益相关者（住房主管部门、能源公司、开发商）参与的工具上。阿姆斯特丹制定了一份开源能源地图，提供了能源需求和潜在供应（产热、地热、工业和私人建筑的废热）地理分布的详细信息，并为地方能源战略提供了基础；目的是促成基于预设情景建模让措施和技术正确结合，同时帮助构建区域供热、供冷和供电的商务论证。

结果：阿姆斯特丹于 2014 年 4 月公布了其‘能源地图’^{xxix}，这是同地方利益相关者合作得到的成果，其中包括企业和地产所有人。该地图是一个多层式能源-GIS 供给，并配有决策支持软件系统^{xxx}，为改善城市规划提供‘如果这样怎么办’的预设情景信息。作为一个灵活的现代绘图工具，它可以得到持续更新和扩展。这个工具还能通过提供细致的开放信息催生对区域能源项目的热情，同时将对该区域能源开发感兴趣的各方利益相关者聚集在一起，给他们提供具体的对接机遇，开启合作机遇之大门。^{xxxi}

能源地图的采用已经让阿姆斯特丹东南 Zuidooost 区——一块现有面积 300 公顷的混用区发生了变革，并让不同的工业合作伙伴建立起能源交换和多余的废热利用方面的合作。阿姆斯特丹目前正在复制 Zuidooost 地区的经验，以推动其他社区的区域能源机会。

成功的原因：阿姆斯特丹能源绘图的成功建立在强有力的法规框架基础之上（即：区域连接目标以及所有新开发项目的连接指令），同时也基于同其他公用事业提供商（例如：水资源网）、共享数据的城市监测部门和开发商之间的合作（项目完成后由合作伙伴对能源公用事业数据的需求所推动），以及对开源数据的需求所推动的公共支持，公共支持为利益相关者节省能源和财务资源方面的合作提供了便利。

案例研究：伦敦——伦敦热能地图

总结：为了便于实现 2025 年分布式能源供能 25% 的目标，大伦敦政府制定了‘分布式能源主计划（DEMaP）区域能源方案，在 2008-2010 年期间运作，融资 330 万英镑（370 万美元）。其重点是通过热绘图和能源主规划以及地方主管部门能力构建为区域供热网找到机会交付区域能源项目并制定规划政策鼓励新开发项目在恰当需求时采用区域能源。该方案的主要成果就是伦敦热能地图，该地图展示了潜在的热供需求以及全市区域能源的网络机会。

结果：伦敦热能地图是一个互动式 GIS 工具，能让用户识别伦敦分布式能源项目的机会。热能地图提供区域能源机会识别和开发相关的因素方面的空间情报，如：主要的能源消费者、地方和全城燃料消耗以及二氧化碳排放、供能厂、社区供热网和热密度的位置。任何对区域能源感兴趣的人都可以使用这一工具。地方主管部门可能采用地图为起点来制定详细的能源主计划，为地方开发框架中的区域能源政策以及气候变化战略提供参考。开发商可以利用地图监控是否符合伦敦规划的区域能源政策（连接到现有网络或在其现场边界之外扩建其自己的公共供热网）。此外，定期修改的‘伦敦热能网手册’^{xxxiii} 给地方主管部门、能源服务公司、开发商、网络设计师和规划师在伦敦供热网开发和实施方面提供实际的指导。

根据通过伦敦热能地图识别的机会，伦敦正在开发一系列区域供热项目，如：李谷供热网，该网络旨在通过利用附近生态公寓的废热为 5000 户居民提供所需的热能和热水。在城市层面上，伦敦继续实施其分布式能源方案，为大型分布式能源项目商业化提供协助，主要针对热电联产和废热的区域供热计划。

成功的原因：伦敦能源绘图方法的成功基础是该市丰富的规划和监控经验以及多个便于建筑业主汇报和信息公开的平台。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：虽然综合能源绘图往往具有成本和规划密集性，但是确实发展全市区域能源系统的跳板。它提供了关键的供需轮廓，帮助指导发展区域能源网的重点，并将可再生能源最大化——如废热和免费供冷资源等。对于近期已经开始区域能源规划的城市，能源绘图提供了多重利好，从综合信息到信息收集期间和建筑业主建立初始关系等，可能会有利于区域系统的后期发展。希望支持其他地方和地区主管部门寻求区域能源系统的城市会发现能源绘图是一个很重要的促成工具。

3.5 为实施区域能源系统确立恰当的所有制模型

即使有高度的私营部门控制，公共部门的参与——无论是作为地方政策制定者、城市规划者、监管者还是消费者，或更直接地部分或全部拥有项目，在复杂区域能源项目的协调和支持中都至关重要。根据城市的资源、能力、监管部门以及外部市场条件确立恰当的商务模式和所有权结构，对区域能源项目的实现都很关键。根据公私部门相对的参与程度，所有权模式分为三种主要类型。模式的选择原则上依赖于项目投资方的投资回报率以及公共部门的控制程度和风险规避。同一座城市中不同的区域能源项目可能适合不同的公私所有权结构。

在最普遍的**全公有制**商务模式中，地方主管部门和公共公用事业单位对系统有全部所有权和控制，这样就可以实现更广泛的环境和社会目标，例如：通过可再生能源连接法令，收费控制或社会住房优惠联网等。地方主管部门还可以从项目获得所有利润，然后用于再投资。如区域能源项目对私营部门有具有吸引力的投资回报率，则可以采用**公私混合**的模式。地方主管部门和私营部门分享共同的愿景和目标，并清楚定义风险分配的参数（在项目定义时议定），同时公共部门保留一定的项目控制权，私营部门则提供技术和资金。如果某个区域能源项目的投资回报率较高（通常在 12-20%之间，如果是低风险项目则为 9.5%），而且该市具有高度风险规避性并且不主张高度控制权，则可能会采取**全私有特殊工具**的商务模式。

让商务模式适合当地实际情况，这一点至关重要，可以从全球范围各个城市的广泛商务模式得以证明。区域能源的份额在不断增长，商务模式类型转换正在实现，随着更多利益相关者的参与，更具创意的供热供冷源都连接到了区域能源基础设施上。项目开发商和城市主管部门可以像赫尔辛基、伦敦、奥斯陆、东京和西雅图一样，开发或改造商务模式来整合进这些新的输入。xxxiv

案例研究：温哥华——东南福溪区

总结：2010 年，温哥华创建了东南福溪区能源公用事业（SEFCNEU）^{xxxv}，以‘全公有’商务模型为代表。它主要以可再生能源为基础对区域供热网进行管理。该网络目前由位于 NEU 能源中心的水道扩建泵站的废热提供燃料，其设计是将废热和未来的可再生能源整合在一起。让城市选择‘全公有’商务模式的主要原因有三个。由于项目需要在 2010 年冬季奥运会开始之前启动，而开发进度日常表却难以确保私营公益事业和相关审批。这一公共部门牵头的项目也是展示现代区域供热商业可行性的机会，在初始项目启动时，私营部门既没有兴趣也没有能力开发低碳区域能源系统（这种情况后来开始发生变化）。此外，该市能够获得低成本贷款而且成功获得了拨款。

结果：系统在 2010 年投入运行时，市政府控制初始系统负载的 17%（25%的建筑面积），但是市政府通过了一条服务器制度确保和其他负载的连接。公有网络能够实现透明连接费用和能源收费，让城市向建筑业主提供收费信息和对比节省的费用（例如：不需要现场锅炉的费用节省）。这有助于建立信心并鼓励居民和私营开发商进行新连接。项目总成本（3200 万加币，即 3100 万美元）通过公用事业客户费率全部涵盖，公用事业全部由城市债务集资；但是债务结构按 60%债务和 40%股权进行分配，以向私营部门表明商业可行性，而且城市可以在未来撤资，而不对客户税率造成影响。东南福溪的系统自 2010 年以来客户基础已经增长了 260%。东南福溪的区域供热网是一个示范项目，推动了私营部门对另一个网络的开发，并计划让两个传统蒸汽供热系统从天然气转换为可再生能源。如今，温哥华的大多数区域能源新投资都来自私营部门，通常是通过和市政府签署特许协议来确保低碳成果。

成功的原因：温哥华能够采用‘全公有制’要归因于其能够获得低利率贷款以及确保获得拨款的能力，在没有初始私营投资的情况下实施项目，从而有机会开展创新性示范项目，让私营开发商在未来进行复制。即将到来的 2010 年冬季奥运会也确保了市政府对项目的支持，其‘全公有制’的方法也是保证成功实现的最好方法。

案例研究：多伦多——Enwave 能源公司

总结：多伦多的‘公私混合’商业模式是实施该市深湖水供冷系统的催化剂，该项目从上世纪 80 年代初期开始规划，后来因缺乏主要的私营投资而暂停。后来，因多伦多湖抽出的饮用水含沙量高，该市决定建造更深更长的管道来降低过滤成本，从而带来了恢复项目的机会。这条管道达到的湖底深度可保持低温（4℃），也可以作为深水供冷系统。于是市政府和 Enwave 公司开始合作，对原先无法获得长期融资的非盈利公有公司——多伦多区域供热公司进行了重组。

结果：Enwave 的深湖水冷系统^{xxxvi}和改善的饮用水系统整合后，于 2004 年 7 月开始投入运行，是北美最大的一个可再生能源区域供冷系统，其中有 50 家客户参与，连接了 30 座大型商业银行和数据中心大楼（320 万 m²，相当于 75000 吨等效制冷）。该系统还加强了清洁水源的饮用水供应，降低了电力需求和消耗，增加了就业机会，并帮助企业 and 多伦多居民实现了温室气体减排和改善了户外空气质量。Enwave 能源公司最初由两个股东——多伦多市和安大略市政雇员退休系统（OMERS），分别持股 43% 和 57%。市议会和 OMERS 最近退出了项目，以 4.8 亿加元（4.29 美元）的价格出售了 Enwave，为多伦多市议会获得 1 亿加元的净利润（8900 万美元）。

总的来说，公私合营有助于长期规划项目降低风险和确保融资。首先，合营可以向该市透露出总利润，如财务节省和环境费用，让监管部门免除 Enwave 的抽水费（特别是 Enwave 仅利用湖里的水资源制冷，而不是消耗资源本身），这对确保项目的商业可行性非常关键。第二，合营可以开发客户基础，由于地方政府的支持和对区域供冷利好的宣传，在潜在客户中建立起信心，并有助于他们签署长期合同（有些签约时间约为 20 年）。

成功的原因：由于较早地发现了饮用水和供冷系统相结合的合作机会，从而推动了公私合营的成功。多伦多市政府作为投资者和推动者参与其中，给项目建立了信心。地方法规的改进（即：免除抽水费）也有利于确保项目的可行性，同时确保了多伦多的长期利益以及项目后期私有化的收入。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：根据城市的特点，包括监管权力、融资能力、风险承受能力以及低成本资金的程度，该市可以选择所有制结构和商业模式。全公有制模式特别适合有较强融资能力的城市，而公私混合和全私有制模式则让城市利用私人投资，给市政府的风险较低，同时保持对项目进行一定程度的参与或监督。

3.6 制定扶持政策 and 促成工具

扶持政策和促成工具是区域能源系统开发的关键，特别是对确保财务上可行的商业模式至关重要。如果能整合到能源计划和城市规划框架中，则会产生最大的影响。此外，在高密度（紧凑）和混用区配置区域能源系统最具可行性，这些地方涵盖许多彼此紧邻的不同类型的能源用户（商业、住宅和公共建筑），对比分开的建筑物，能够产生更畅通和更的能源需求。更紧凑的土地利用大大降低了网络成本（例如：供冷需求在 100km 范围以上的网络对比 33km 的网络成本要高两倍以上，而其能源需求量却差不多）^{xxxvii}。

除了混用分区政策外，地方主管机构在市政公用事业中有利害关系的，可以直接指令使用回收余热或可再生热能，或优先进行社会需求的连接，以到达公共政策的目标。具有较强监管权力的城市还可以引入一系列政策干预，支持区域供热或供冷开发，例如：指令新开发项目采用基于水资源的供热或供冷系统；在城市规划文件中规定能源标准；为未来能源基础设施满足增长和复兴制定计划；分配专属特权执照；以及设立专的连接政策。根据不同的目标终端用户、城市区域、连接标准和政策干预，存在不同的模式，例如：在服务/特许区强制实施连接；针对商业大楼或公共大楼；针对新开发项目；在所有城市区域；或者除非针对‘具体可行性标准’在经济或技术上不可行，则要求开发商连接和使用区域供能的‘限定’政策。

鼓励连接的其他工具包括：a)密度红利（给开发商更大的开发空间来换取区域能源连接）或降低附加的开发费（先行权、土地位移许可等）；b)地方政府向私营区域能源公用事业公司保证负荷或提供补偿性付款；c)禁止采用不理想的碳密集型或能源密集型技术供热（如：燃油锅炉、发电供热）；d)收费规范、透明和具有竞争力，从而鼓励自愿连接；e)对为区域能源做好准备的建筑物进行重新分区或审批程序；f)建筑物和区域能源兼容性指令；g)考虑进区域能源的地方绿色建筑标准；h)涵盖连接成本的部分或全部补助；i)土地租赁模式。 xxxviii

案例研究：奥斯陆——扶持工具的广泛设置

总结：奥斯陆设定的宏伟目标是到 2030 年实现二氧化碳减排 50%及 2050 年实现碳中和。该市的主要措施之一是‘淘汰静态供热的化石燃料’，和区域能源系统的现代化并行，在 2006-2013 年间吸引了广泛的投资。区域供热网目前占该市总供热需求的 20%（1.7TWh），约 60%的产热来自废物焚烧、污水热泵和生物燃料工厂。奥斯陆还在规划低温网（从冰场、数据中心、商店、空气、太阳供热等获取热能）来和现有的高温网进行整合。为了支持其区域能源的开发和现代化，奥斯陆还实施了广泛的政策和促成工具。

结果：奥斯陆采用各类政策来鼓励连接，为区域供热网的扩建提供了支持。 xxxixxi 该市规定所有有能力连接到区域供热系统的市政建筑必须连接，除非他们可以证明其目前的能耗比区域功能方案带来的二氧化碳强度低（这是一种‘限定政策’，和哥本哈根的强制连接政策等有所区别）。为确保强制接入的终端用户不吃亏，对收费进行规定，收费要低于其他类似技术的费用。奥斯陆还鼓励私有建筑业主接入网络。为设计区域能源接入配置的建筑物开发商简化分区和许可程序。同样，根据国家政策目标在 2020 年扩建区域能源到 10TWh，在具体位置发放单一供应商特许证，降低了私营投资风险，同时促成地方主管部门强制具体开发项目接入，并通过设立服务标准和规范收费来保护消费者。奥斯陆还倡导建筑物零化石燃料消耗的国家政策来支持该市具有前瞻性的绿色议程以及区域能源网扩建。最后，奥斯陆正在利用其‘气候能源循环基金’作为额外的促成工具，为区域能源项目和其他项目提供补助和低成本融资。该基金通过电力附加费成立于 1982 年，目前项目融资来自自有基金的利息。2012 年，该基金资助了 2592 个气候能效项目，其中一半的资金投入到新的可再生能源项目，如热泵、区域供热、生物能和太阳能。

成功的原因：地方政府较强的监管权力让奥斯陆能够对公共建筑实施强制性接入政策。然而，其他创新政策和工具的成功则基于地方政府认识到利用城市开发规划关键点支持区域能源商业论证的机会（即：优惠许可程序、具体的特许执照发放、循环基金拨款等）。

案例研究：哥本哈根——扶持政策

总结：哥本哈根于上世纪 70 年代开始密集开发区域供热系统^{xli}，以保护市民和经济不受化石燃料价格猛涨的影响。如今，98%的供热都来自现代化区域供热网，不但比单个气体锅炉减少碳排放 40%，比燃油锅炉减排 50%，而且为该市节省了资金。2009 年，管理该市区域供热网的哥本哈根能源公司估计，一般家庭的区域供热成本仅占燃油供热家庭成本的 45%，占燃气供热家庭的 56%。这一网络前所未有的覆盖范围和效果大部分归因于国家和地方层面制定的促成政策。

结果：扶持政策的引入起源于 1979 年，当时国家的‘供热法案’要求地方主管部门提供地区供热计划。这就激起了一波分区和土地利用规划的热潮，特别是地方主管部门被授权实施网络强制接入。‘哥本哈根供热计划’（1984）引入了新的热电联产装置，上世纪 80 年代，进一步政策措施也落实到位：对化石燃料征税很高；要求公用事业单位至少通过分布式热电联产提供 450MW 的电力（1986）；同时禁止对新建筑物实施电力供热（1988 年，1994 年扩展到对旧建筑物电力供热的禁止），使得区域能源公用事业客户基础得以扩大。上世纪 90 年代初期，对环境的关注越来越大，两个热电联产工厂从化石燃料转换为生物质燃料，转废为能比例提高到目前的 30%。新的规划系统（1979）规定地方主管部门对所有热电联产的产热转换进行监督。1992 年，可再生能源发电补助扩展至热电联产和天然气，后来被电力传输附加费所取代。从 2016 年开始，哥本哈根将不再允许在可用区域供热或天然气网络的地区安装新的或使用旧的燃油设施。为了给区域能源网提供一个长期愿景，哥本哈根还在其 2015 年热电联产气候计划中加入了具体的目标，提出了到 2025 年实现碳中和的指导方针。到 2025 年，哥本哈根可以实现区域供热系统中可再生能源和废物焚烧达到 100%的份额（目前为 35%）^{xlii}。

成功的原因：哥本哈根扶持性政策的成功（9%的平均接入到低碳网）归因于其综合、一致、协调、长期的热规划框架，这一框架允许对促成政策的协同作用进行探索，并能为投资者降低实际风险和预期风险。一般公众对二氧化碳减排的支持也让该市能够实施政策措施（例如：产热转换到热电联产，禁止燃油设施等）。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：拥有较大监管权力的城市可以采用这种方法确保其区域供热项目的商业可行性。权力最大而且还有潜在国家扶持政策的城市可以考虑实施强制接入政策来推动区域能源发展和扩展。权力不大的城市也可以考虑采用土地利用、分区和其他政策为区域能源发展提供支持。采用扶持性政策和工具也可以取代对区域能源公用事业的补助或其他财务支持，特别是可以通过帮助确保区域能源项目的客户基础来实现。

3.7 将传统区域能源系统从化石燃料转换为低碳能源

将传统蒸汽系统转换为低碳能源让区域能源能够‘快速获胜’，因为这样可以许多建筑物实现燃料转换，而且由于大多数网络基础设施已经就位，所以要求的投资水平也不高。同样，原有的区域能源系统和新系统的相互连接可能带来其他的利好，如更好的供热和供冷需求平衡，让可再生能源更容易整合。

案例研究：温哥华——社区能源战略

总结：温哥华的目标是实现 2020 年对比 2007 年降低碳排放 33%，区域能源是其目前为实现该目标所做的主要工作。该市旨在到 2020 年达到每年减少二氧化碳 12 万吨的区域能源目标，该目标已经列入了其‘绿色城市行动计划’中。在这些目标的推动下，温哥华已经制定了一项‘社区能源战略’（NES）和扶持性能源中心指导方针，以帮助该市从传统蒸汽供热系统转换为低碳燃料资源（预计实现 95000 吨二氧化碳减排）并推动新的低碳系统在城市高密度区的发展（预计实现 25000 吨二氧化碳减排）。

结果：根据现有和拟建供热系统的位置、现有和预计的开发密度、主要的开发项目以及现有天然气供热建筑接入 NES 的潜力进行能源绘图，从而确立了可以实施 NES 的目标区域。能源调研中确认的三大关键区域为：市中心（配有一个大型蒸汽供热系统，建造于上世纪 60 年代，为 210 栋建筑供热）、甘比走廊（有机会将两家医院的蒸汽供热系统进行转换）和中央百老汇（有大量可转换的天然气供热建筑物）。此外，在具有潜在大型开发项目的地区已经正在实施五个大型项目和两个新的 NES 项目（东南福溪-见第 3.5.1 节和东北福溪）。

成功的原因：由于温哥华以前已经建造了蒸汽供热区域能源系统，所以降低了实现现代低碳区域供热的投资额。而且由于有明确的区域能源二氧化碳减排目标（到 2020 年每年二氧化碳减排 12 万吨），对转换提供了重要支持，其中仅转换传统蒸汽系统就可以贡献 80%的减排。

案例研究：华沙——华沙面向 2020 年的可持续能源行动计划

总结：华沙的区域供热系统^{xliii}起源于上世纪 50 年代初期，当时建造了长达 1720km 的网络（欧洲最大），涵盖了华沙热能需求的 80%。区域加热网连接了华沙的主要公共建筑（例如：国会、总统宫殿）以及该市的高层公寓楼，一直供应廉价舒适的替代能源取代老旧技术的烧煤功能以及波兰仍然广泛使用无过滤装置的家庭煤炉。由于进行了持续改善，到 2009 年，系统生产能源的 90%源自热电联产，提供 30%的燃料消耗和二氧化碳减排。然而，到 2013 年，华沙的主要温室气体源仍然是能源行业（占总排放的 78%）。因此，已经开发出来的区域供热系统通过燃料转换为额外的减排提供了巨大的潜力。

结果：华沙于 2009 年参与了‘市长契约’，并于 2011 年公布了其‘华沙面向 2020 年的可持续能源行动计划’^{xliv}，华沙开始实施区域供热系统燃料能源多样化，纳入了低碳能源，对

系统进行改造升级，并支持削减用电和耗热（例如：安置家庭计量表、建筑物翻新及进行创新性公私合营）。华沙计划 50% 的热能供应来自天然气、生物质及转废为能的资源。华沙于 2012 年和私营部门合作实现网络私有化（2012 年出售给 Dalkia，2014 年出售给 Veolia），从而确保了未来投资，同时保证区域供热的低价格和对客户的吸引力（波兰最低价）。2013 年，华沙开放了其 Czajka 废水处理厂^{xlv}，确保对华沙全部废水加以处理，并利用生物燃气和污泥产热，为该市一半的街道照明发电。华沙还会持续扩建其区域供热网，例如：通过新的复兴项目接入区域供热（例如：2015-2022 年布拉格区复兴方案，总投资达 1.3 亿欧元）。

成功的原因：在国际承诺的推动下，华沙努力开发利用现有区域供热网络基础设施的潜力，降低低碳能源转换成本。网络私有化的同时保留一定程度的监督，也帮助华沙市以具有成本效益的方式扩建了网络，并确保持续进行低碳能源转换的投资。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：有传统蒸汽加热系统的城市可以采用这种方法，利用过去的基础设施投资以较低的成本更快、更有效地实现二氧化碳减排。如果城市有许多小型传统蒸汽网，可以将这些网络相互连接起来，产生更大的低碳能源整合。

4 阅读参考

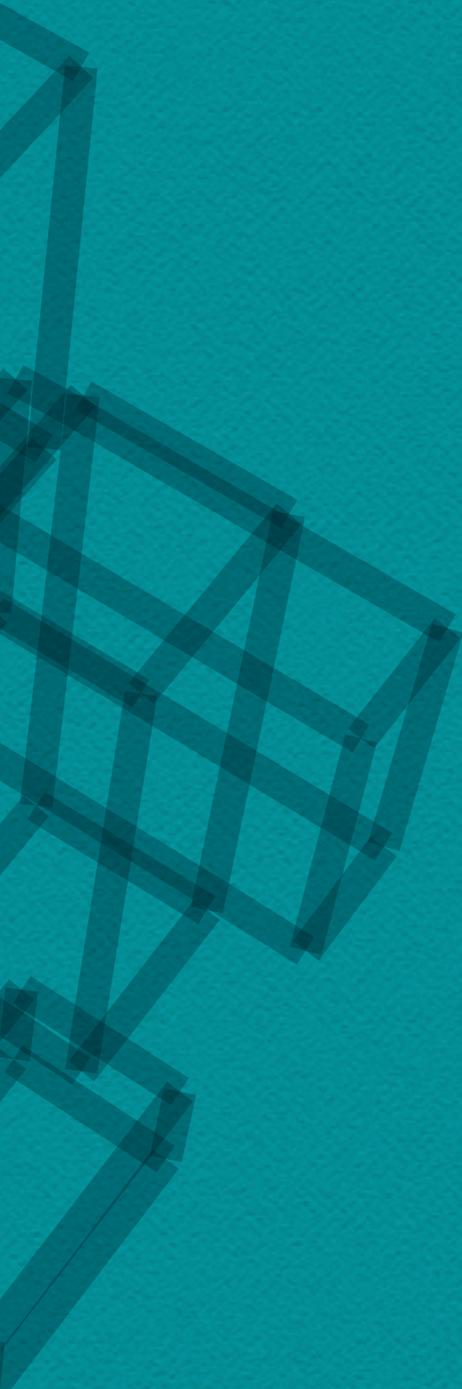
更多详细信息及其他案例研究请参考：

- 联合国环境规划署（2015）-城市区域能源：开启能效和可再生能源的潜力。参见：
[www.districtenergyinitiative.org](http://www.districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf)(<http://www.districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>)

区域能源系统规划、发展和实现及其对绿色增长和气候变化缓解的贡献相关的详细信息请参考：

- USDN(2015).多用户微电网&区域能源——USDN 最终报告。参见：
<http://www.bostonredevelopmentauthority.org/getattachment/fa993b9a-d3ab-43a2-8981-94a7a49b8a33>
- King,M.,Bradford,B.(2013)-社区能源：规划、发展&交付——热网络战略.参见：
<http://www.districtenergy.org/assets/pdfs/Community-Energy-Dev-Guide-US-version/USCommunityEnergyGuidehi.pdf>
- 新气候经济(2014)-发展更好，气候更佳.参见：
http://2014.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/08/NCE_Chapter4_Energy.pdf

- i <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2818&ArticleID=11153>
- ii [http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf\(p.17\)](http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf(p.17))
- iii <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2818&ArticleID=11153>
- iv <http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- v <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-launches-plans-curb-energy-use-heating-and-cooling>
- vi http://districtenergyinitiative.org/report/DES_at_COP21_Summary.pdf
- vii <https://www.habitat3.org/the-new-urban-agenda/abudhabi>
- viii <http://2014.newclimateeconomy.report/>
- ix http://www.theade.co.uk/what-is-combined-heat-and-power_15.html
- x [http://static.sdu.dk/mediafiles/2/4/1/%7B241759A1-07EE-4128-91CB-60475441DD12%7D4thGenerationDistrictHeating\(4GDH\).pdf](http://static.sdu.dk/mediafiles/2/4/1/%7B241759A1-07EE-4128-91CB-60475441DD12%7D4thGenerationDistrictHeating(4GDH).pdf)
- xi http://www.bre.co.uk/filelibrary/events/BREEvents/Developingheatnetworks/charlotte_large.pdf
- xii <http://www.cprm.gov.br/331GC/1303359.html>
- xiii <http://www.bbc.co.uk/news/business-31506073>
- xiv http://unep.org/energy/portals/50177/Documents/02%20District%20Energy%20Chapter%202_print.pdf
- xv <https://seoulsolution.kr/content/district-energy-economical-and-effective-energy-supply?language=en>
- xvi <http://www.unep.org/energy/districtenergyincities>
- xvii http://www.c40.org/case_studies/reducing-carbon-emissions-through-district-energy
- xviii <http://www.cambridgema.gov/cdd/projects/climate/~media/066A17BF41BF408FAA39EFC43AE670AD.ashx>
- xix <http://www.climate-change-solutions.co.uk/wp-content/uploads/2014/03/Janina-SteinkrugerDay1P3-3.pdf>
- xx http://www.unep.org/energy/portals/50177/DES_District_Energy_Report_full_02_d.pdf
- xxi http://2014.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/08/NCE_Chapter4_Energy.pdf
- xxii [http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf\(p.35\)](http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf(p.35))
- xxiii <http://news.nationalgeographic.com/energy/2016/02/160205-district-energy-city-underground-energy/>
- xxiv http://www.unep.org/energy/portals/50177/DES_District_Energy_Report_full_02_d.pdf
- xxv <http://api-site-cdn.paris.fr/images/70923>
- xxvi www.districtenergyinitiative.org/MilanCaseStudy
- xxvii <http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- xxviii http://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/it/news/primopiano/Tutte_notizie/mobilita_ambiente_energia/teleriscaldamento_in_citta_metropolitana
- xxix <http://urbantransform.eu/2014/04/23/energy-atlas-of-amsterdam-online/>
- xxx https://www.google.co.uk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CE8QFjAHahUKEWjXpsGalYjIAhUFodsKHQA gAJE&url=https%3A%2F%2Fwww.amsterdam.nl%2Fpublish%2Fpages%2F580022%2Fplan08-web-art3.pdf&usq=AFQjCNHaKmwwknTDq5DaOwfxjwoCBSBt5w&sig2=d_6NlueFuEMG8dgQxBNkiA&bvm=bv.103073922,d.ZGU&cad=rja
- xxxi <http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- xxxii <http://www.londonheatmap.org.uk/Content/home.aspx>
- xxxiii http://www.londonheatmap.org.uk/Content/uploaded/documents/LHNM_Manual2014Low.pdf
- xxxiv <http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- xxxv http://www.sauder.ubc.ca/Faculty/Research_Centres/Centre_for_Social_Innovation_and_Impact_Investing/Core_Themes/Low_Carbon_Economy/~media/Files/ISIS/Reports/CarbonManagementReports/QUEST-ICES-Business-Case-Southeast-False-Creek-Neighbourhood-Energy-Utility.ashx
- xxxvi <http://www.districtenergy.org/assets/CDEA/Case-Studies/Enwave-case-history-Toronto7-19-07.pdf>
- xxxvii http://www.unep.org/energy/portals/50177/DES_District_Energy_Report_full_02_d.pdf
- xxxviii [http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf\(pp59-61\)](http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf(pp59-61))
- xxxix http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/cities/urban_solutions/themes/governance/?212918
- xl <http://districtenergyinitiative.org/report/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- xli <https://www.ucl.ac.uk/london-2062/documents/DecentralisedEnergy>
- xlii https://www.b2match.eu/system/district-heating-matchmaking/files/District_heating_in_Copenhagen.pdf?1355918579
- xliiii http://www.greennetfinland.fi/fi/images/4/46/Energy_efficiency_in_the_capital_city_of_Warsaw.pdf
- xliiii http://www.greennetfinland.fi/fi/images/4/46/Energy_efficiency_in_the_capital_city_of_Warsaw.pdf
- xliv http://bip.warszawa.pl/NR/rdonlyres/2B9032C5-3260-43F5-BF96-D75BF3FB3861/974080/20131231_SEAP_synteza_EN.pdf
- xlv <http://www.veolia.com/en/veolia-group/media/press-releases/poland-veolia-water-inaugurates-new-warsaw-wastewater-treatment-plant>



伦敦

North West Entrance, City-Gate House
39-45 Finsbury Square, Level 7
London EC2A 1PX
United Kingdom

纽约

120 Park Avenue, 23rd Floor
New York, NY 10017
United States

里约热内卢

R. São Clemente, 360 - Morro Santa Marta
Botafogo, 22260-000
Rio de Janeiro - RJ
Brazil

www.c40.org
contact@c40.org

Energy, Climate, and Technology Branch Division of Technology, Industry and Economics

United Nations Environment Programme

1 rue Miollis, building VII
75015 Paris
法国