

赋能城市低温可再生区域能源

布莱恩·瓦德·马蒂森

bvm@plan.aau.dk / [@brianvad](https://twitter.com/brianvad)

奥尔堡大学可持续能源规划研究小组

研讨会：将低温可再生能源整合到区域能源系统中：聚焦白俄罗斯

IRENA——国际可再生能源机构

www.heatroadmap.eu / www.4dh.eu / www.sEEnergies.eu /
www.reinvestproject.eu

@HeatRoadmapEU/@4DHresearch/@sEEnergiesEU/@REInvestEU



根据第 846463 号拨款协议，该项目已获得欧盟“地平线 2020 研究与创新行动”的资助。



Heat Roadmap Europe
低碳供热和供冷策略

2050 年



根据第 695989 号拨款协议，该项目已获得欧盟“地平线 2020 研究与创新项目”的资助。



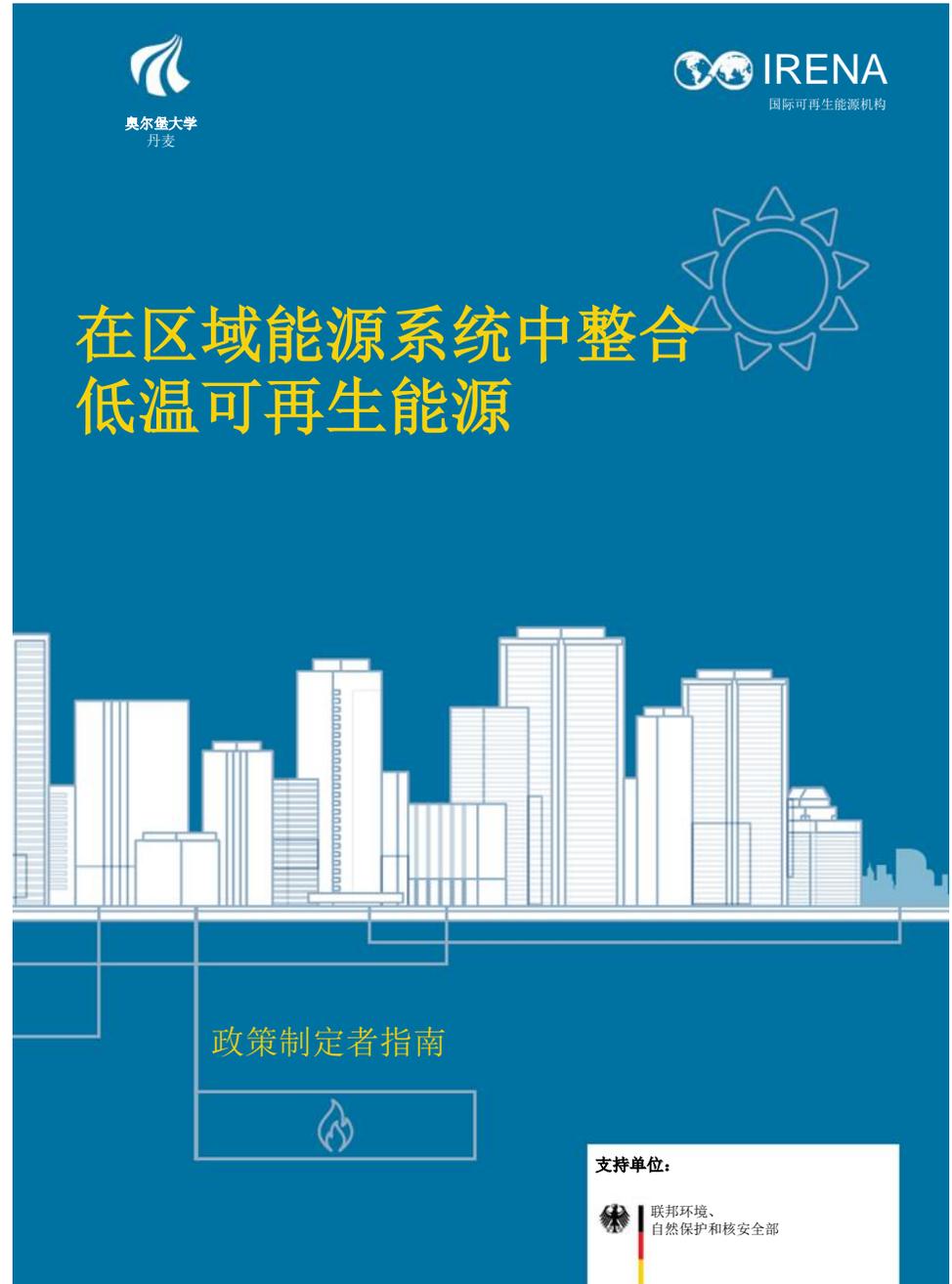
未来会给您带来什么？

- 区域供热更多还是更少？
- 净零排放建筑物？
- 被动式房屋？
- 气电混合热泵？
- 未来适合使用何种类型的区域供热？
- 是应该减少还是增加区域供热？
- 谁应该拥有供热和区域供热系统并从中获益？



新报告“将低温可再生能源整合到区域能源系统：政策制定者指南”

- 了解挑战
 - 确定各种挑战、障碍和一般可再生能源环境
 - 帮助了解关键的可再生能源和技术
- 政策制定者指南
 - 战略计划、利益相关者的参与、了解技术挑战、需求与资源分布图
 - 建立有利的监管框架
- 图解说明的小案例



图片 1 蒙古的空气污染



来源: Shutterstock

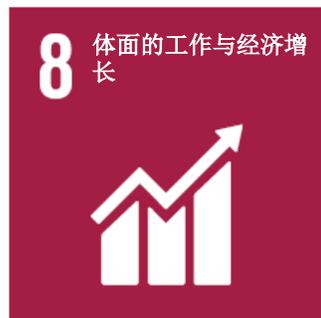
采用可再生能源的区域能源系统有助于实现可持续发展目标



减少空气污染和相关疾病



开发更多更清洁的技术



推动城市走绿色增长之路



成为发展可持续基础设施的中坚力量



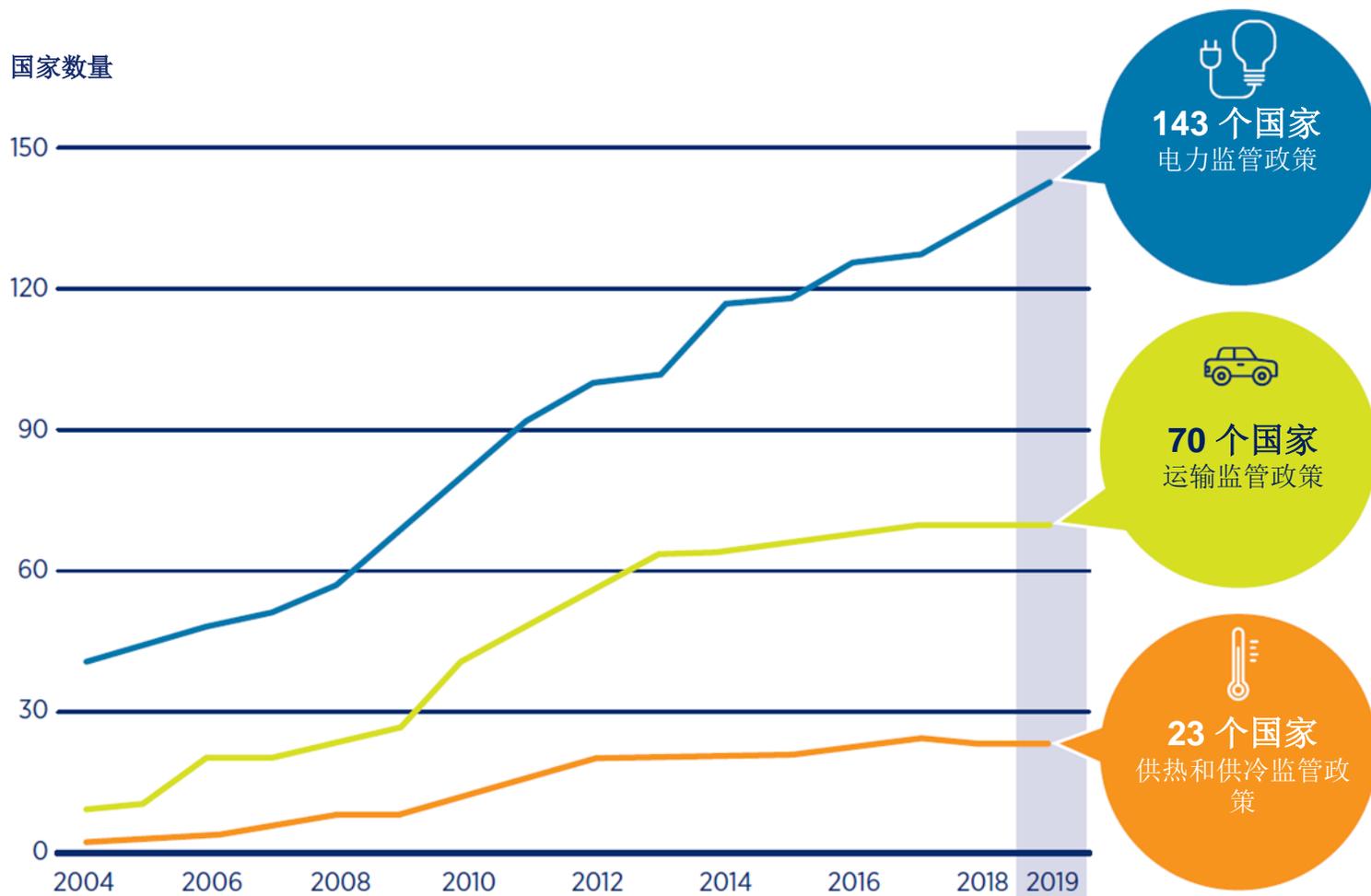
为资源节约型弹性城市做出贡献



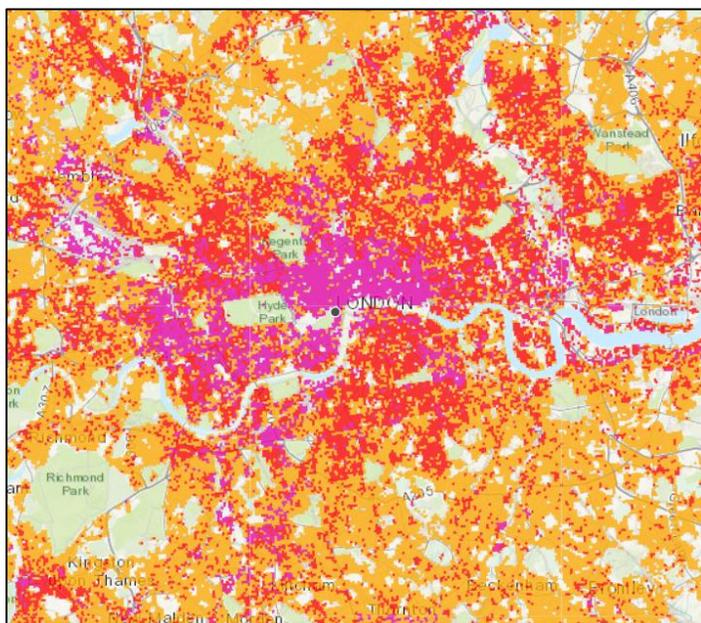
有助于供热和供冷的脱碳

2014年至2019年按类型划分的可再生能源监管激励措施和强制性规定的数量

决策者面临的问题：
抓不住重点+ 太过复杂



根据 Peta 4.2(www.heatroadmap.eu)得到的现今的热能需求量

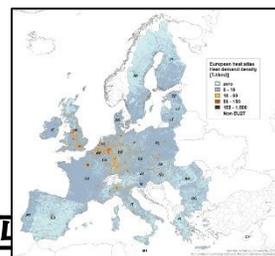
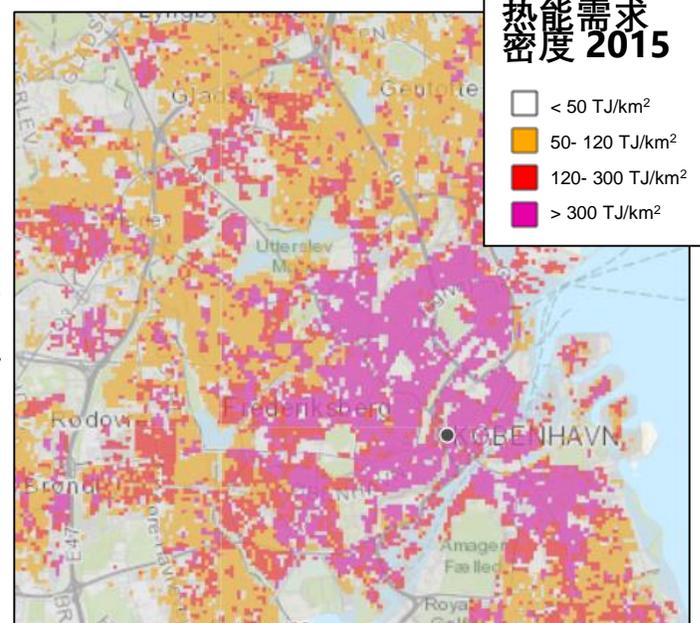


伦敦

← <5% 区域供热

哥本哈根

>90% 区域供热

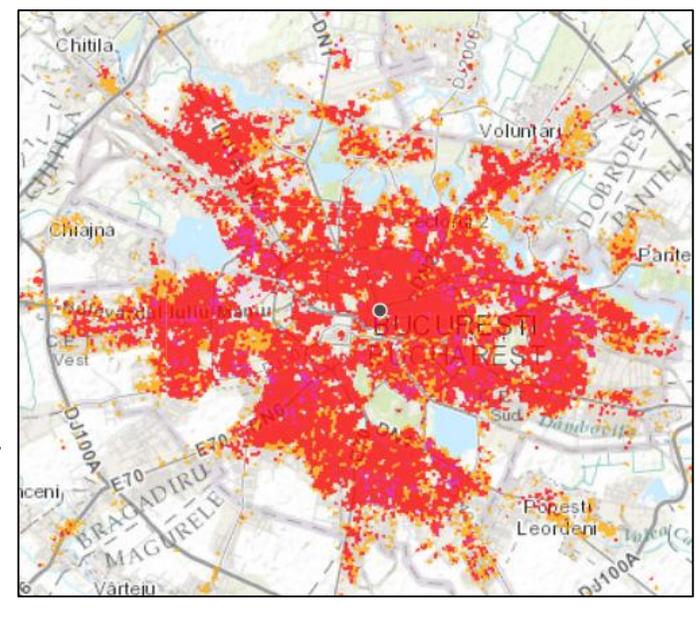
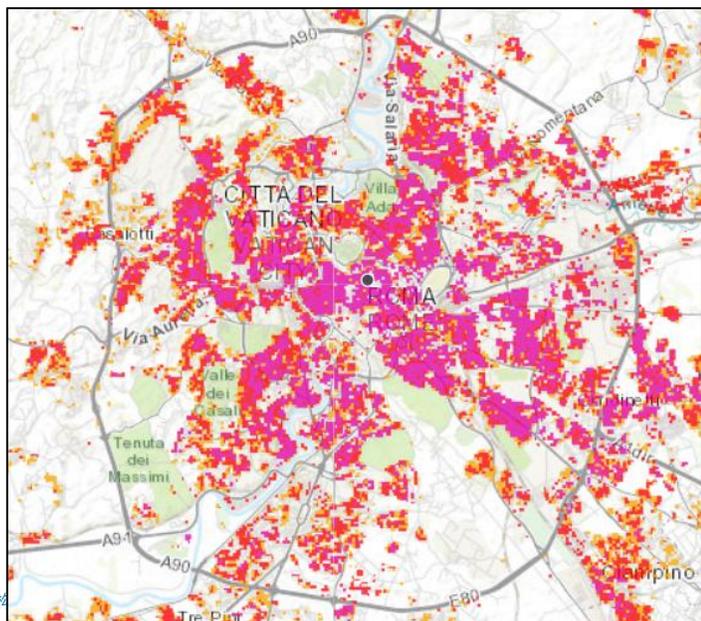


罗马

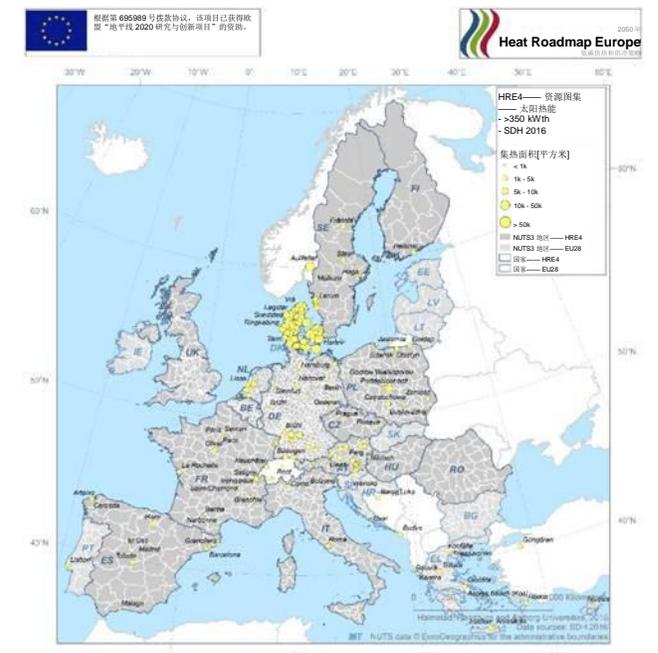
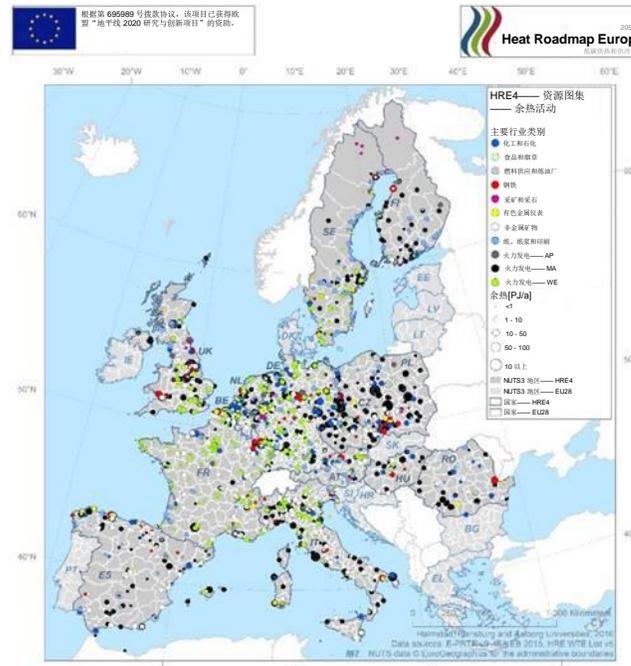
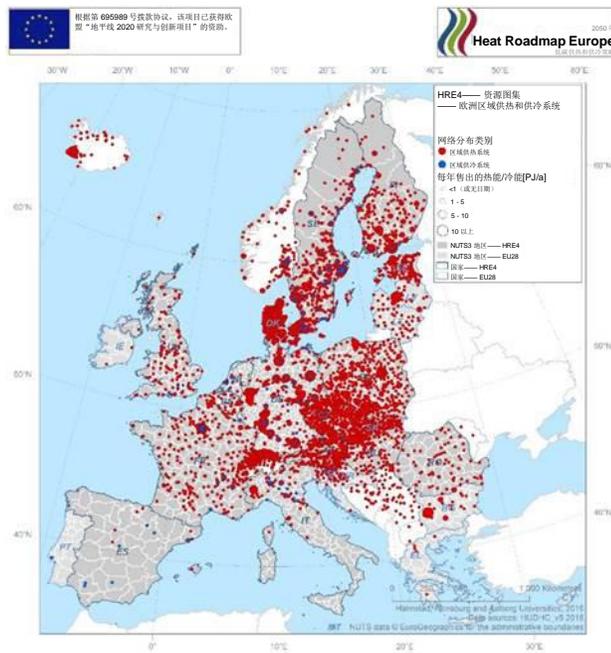
← <5% 区域供热

布加勒斯特

~75% 区域供热



我们在欧洲进行了 27+10 个调节器实验 可供学习！



三个重点建筑领域



建筑物热工性能

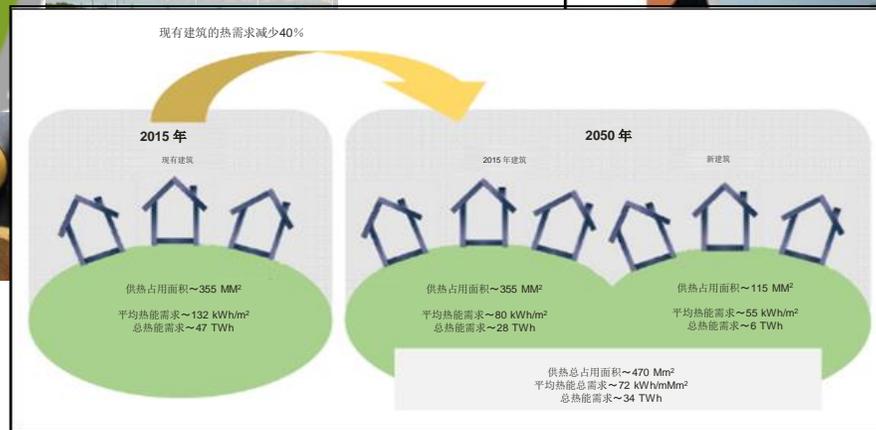
建筑物运行和用户行为

新能源供应组合

止于被动式房屋标准之前

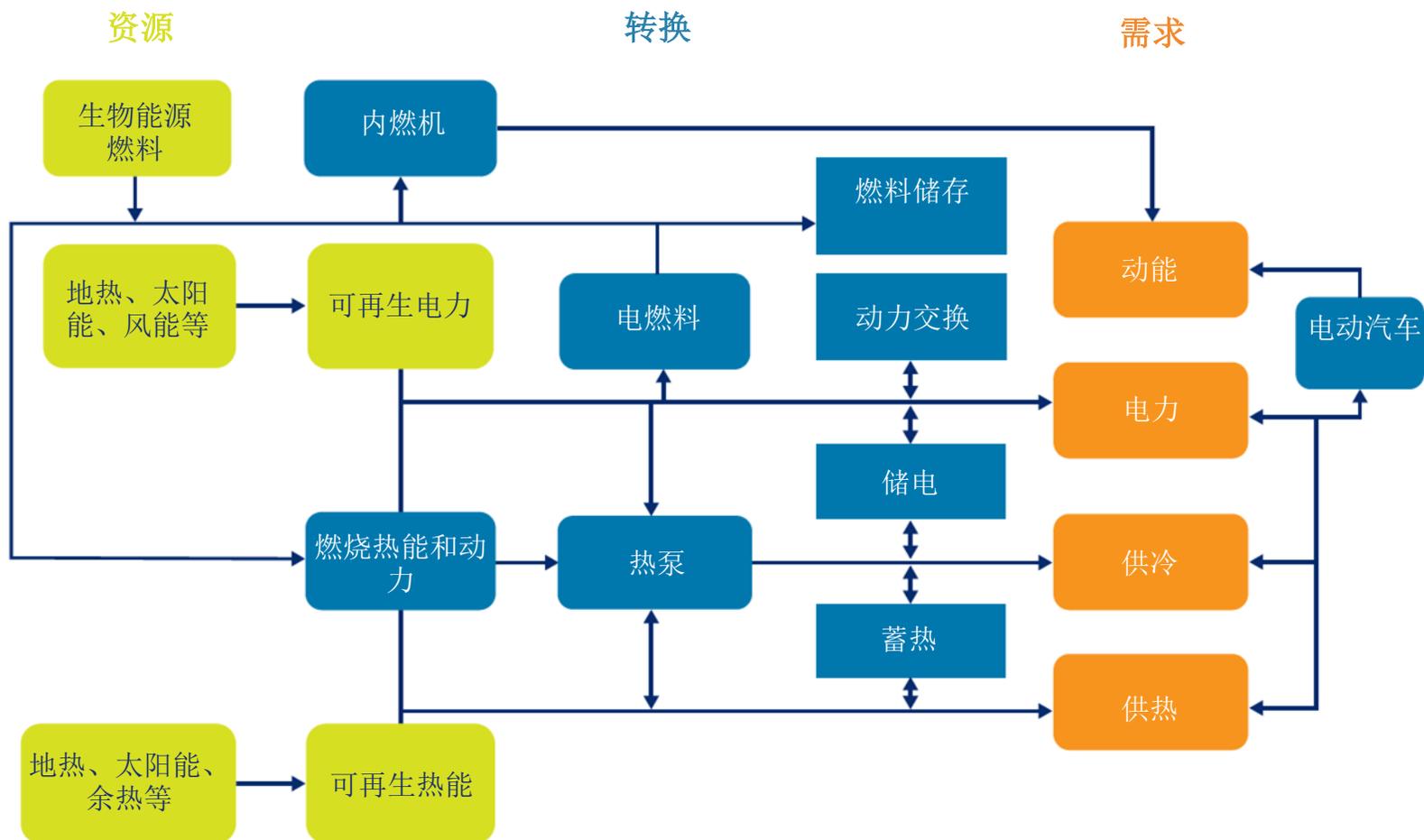


未来的绿色建筑
具有成本效益的可持续能源系统的关键



奥尔堡大学
丹麦

智能能源系统

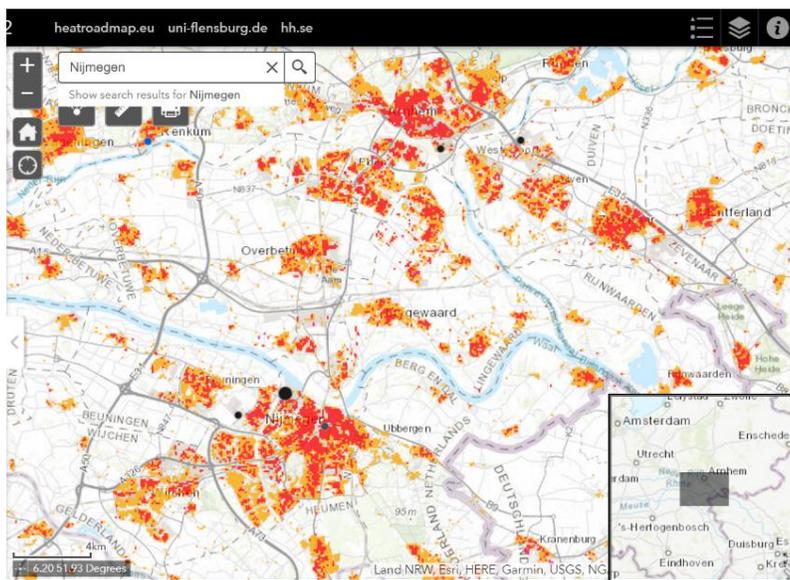


战略性供热和供冷计划

- 明确政治驱动力并识别主要利益相关者。
 - 由地方政府领导，但需要国家政府的关键支持，以提供远大目标和有利框架
- 在国家级治理和监管框架中，
 - 确定整个能源系统实施方向以及区域能源在脱碳和可持续发展中的作用。
- 提升员工所需技能，包括涉及个别可再生能源技术的技能，以及在某些市场，地区能源基础设施的现代化。
- 制定当地的战略供热和供冷计划，并确定哪些利益相关者将参与其中，参与的理由是什么，以及如何让他们参与这一过程。
- 促进公众接受向基于可再生能源的区域能源项目过渡。
 - 通过让公民参与、提高透明度、以及提高对区域能源系统和可再生能源技术的优势的认识来实现。

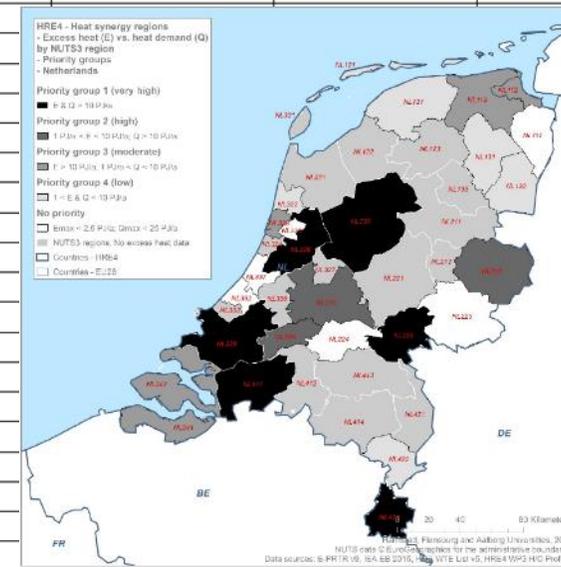


PETA4 中的热能协同效应图——荷兰



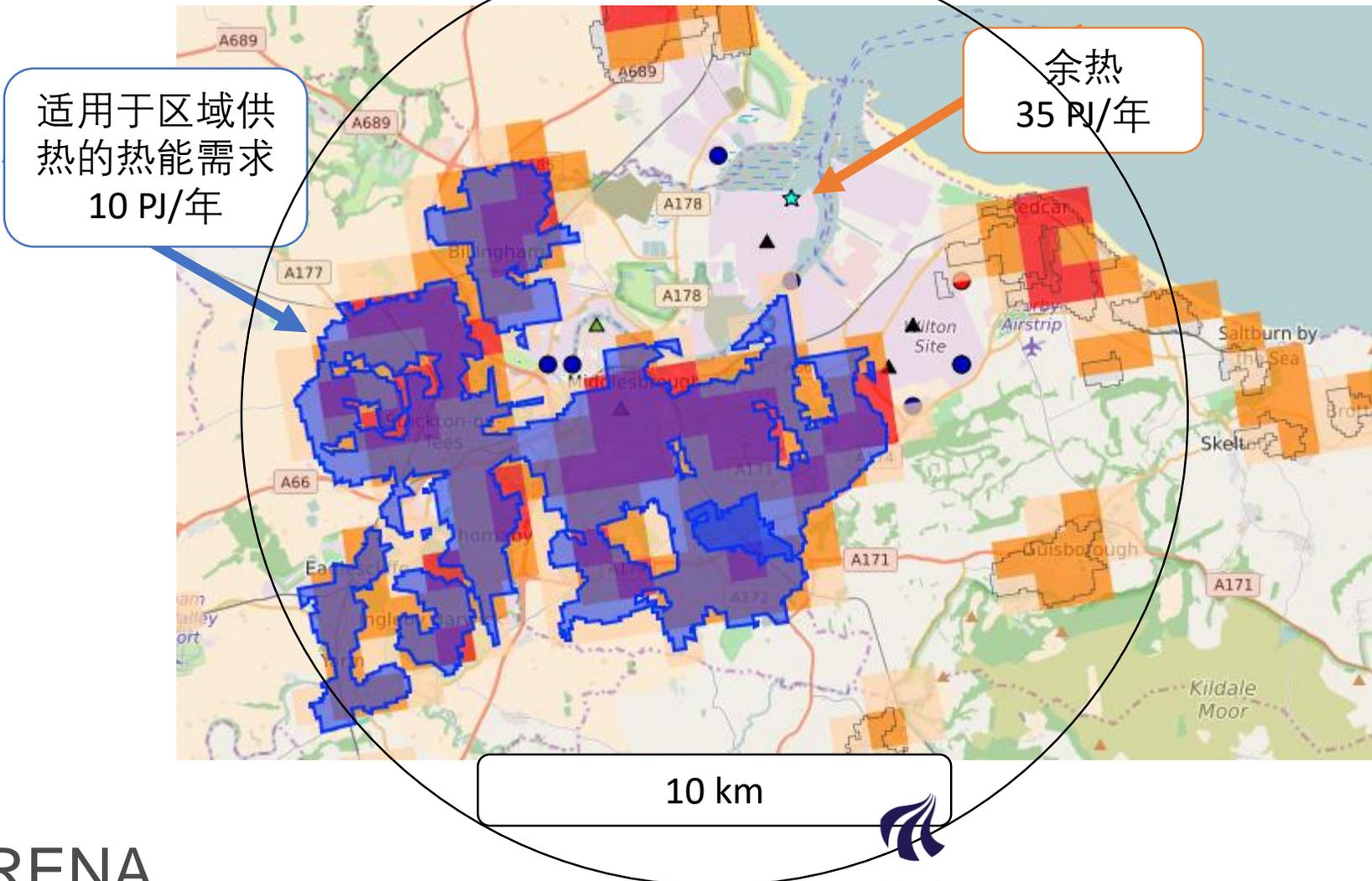
- 热能需求：296 PJ /年
- 余热：560 PJ /年
- 区域供热比例：6%
- 供热中的可再生能源：3%
- 不是提高能源效率的技术障碍？

NUTS3 地区	热能需求[PJ/a]	余热[PJ/a]	余热比[-]
NL111	3.83	0.20	0.05
NL112	1.22	11.32	9.28
NL113	9.90	17.30	1.75
NL121		25	
NL131		92	
NL132		55	
NL213		48	
NL224		08	
NL225		09	
NL226		40	
NL230		99	
NL310		12	
NL322		16	
NL323		.27	
NL325		05	
NL326		05	
NL332		05	
NL337		09	
NL339		06	
NL33A		39	
NL341		.41	
NL342		78	
NL411	15.57	73.27	4.71
NL422	5.96	8.10	1.36
NL423	15.28	39.67	2.60
总计	295.84	559.23	1.89



WP2: 泛欧热图集: www.heatroadmap.eu

案例分析: 英国米德尔斯堡 (35 万人)



方框 6 供热和冷需求映射工具

PETA 4
PETA 4 是泛欧洲热力地图(Peta)的最新版本。这是一种交互式地图，可用于区域能源规划。PETA 4 可以将热能需求衡量到公顷的水平，还可以识别具有供热和供冷需求和区域能源潜力的区域。该地图包括具有(废弃)热潜能的工业或设施，有前景的区域供热网络以及可有效诱导太阳辐射、地热和生物质的可再生能源。欧洲热力图(Heat Roadmap Europe)保护系列使用 PETA 4 来绘制和量化构成欧洲供热和供冷市场重要元素的空间分布。

右边的示例显示了匈牙利布达佩斯市的热能需求、余热潜力(上)和地热潜力(下)。
<https://heatroadmap.eu/peta/>

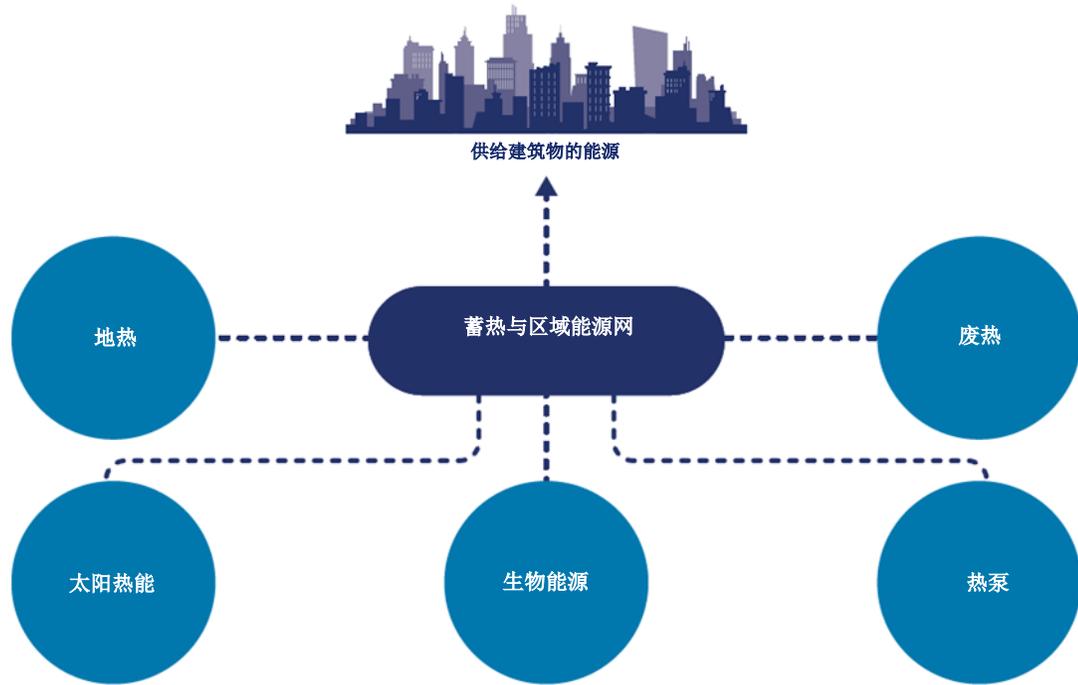
Hotmaps 工具箱
Hotmaps 保护范围内开发的数据和工具由欧盟的“地平线 2020”项目资助，使欧洲公共当局可以识别、分析、建模和控制资源和解决方案。该资源提供了一种经济高效的方式来满足其辖区的能源需求。

相对的示例显示了匈牙利布达佩斯市的模拟供热需求(上)和供冷需求(下)。
www.hotmaps.hu/zh/map

Thermos
热能资源建模和优化系统 Thermos 是一个基于 Web 的开源软件包，旨在优化局部地区的能源网络规划流程并支持可持续能源的总体规划。它可为欧洲城市规划并估算其内在的能源需求。
www.thermos-project.eu/resources/thermos-tool/

区域供热源和技术

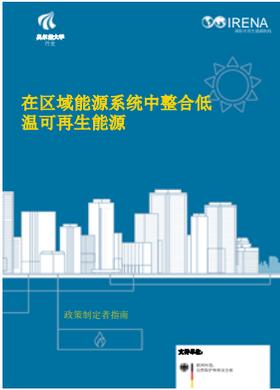
图 23 多能源区域能源系统图



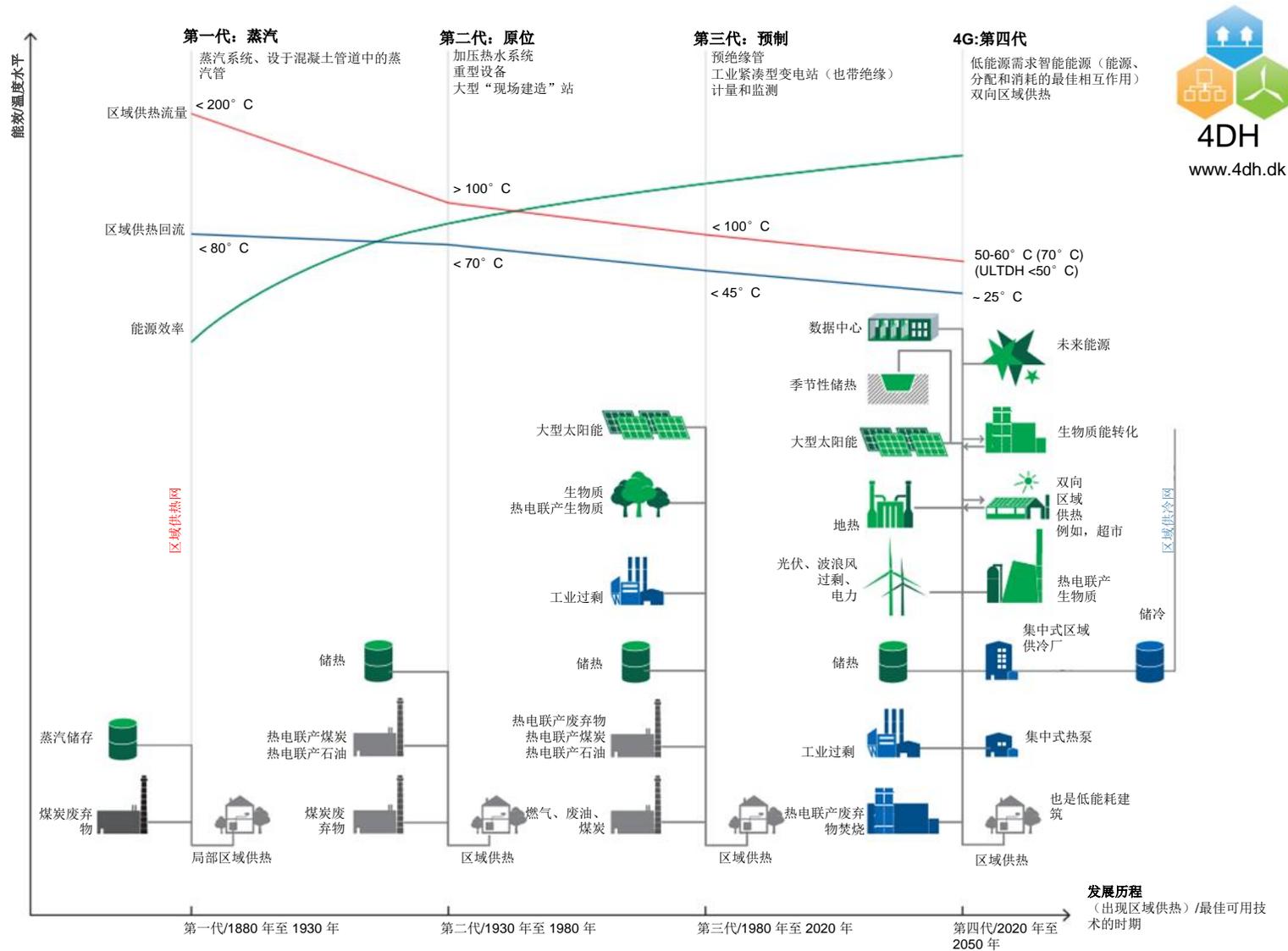
	优势	潜力	在能源系统中的作用
来源	地热	持续可用，不依赖于天气条件 运维成本极低	量大，尤其是浅层和低温地热资源特别大 (不同温度和深度下的可用资源) 可用于大型区域供热或供冷系统的集中开发
	太阳热能	可持续资源 运维成本极低 寿命极长	几乎无处不在 可减轻夏季区域供热系统的负荷 可在夏季供冷 可与季节性储存相结合
	生物能源	在某些地区这种资源不仅量大，且可持续	几乎无处不在 可与太阳能组合使用以进行区域供热 可与其他行业的用途（运输或其他目的）竞争
	免费供冷	量大 运维成本极低	量大 可以减少电力消耗并使冷冻水绕过冷水机组
	废热	不使用就会消失的资源 优势成本	工业和商业区 可以减少替代供热或供冷源的能源消耗
使能技术	热泵	能够利用空气、水或地面中的可再生能源以及建筑物和过程中产生的余热来供热和供冷	无处不在 可以作为电力和供热行业之间的转换技术 可将低温热源升级到更高温度水平或用于供冷
	蓄热	与电能储存相比，每单位存储容量的投资成本降低100倍 规模经济	有空间且地质条件有利的任何地方 整合可变的可再生能源生产

根据供热和供冷需求以及资源分布图制定详细的技术方案

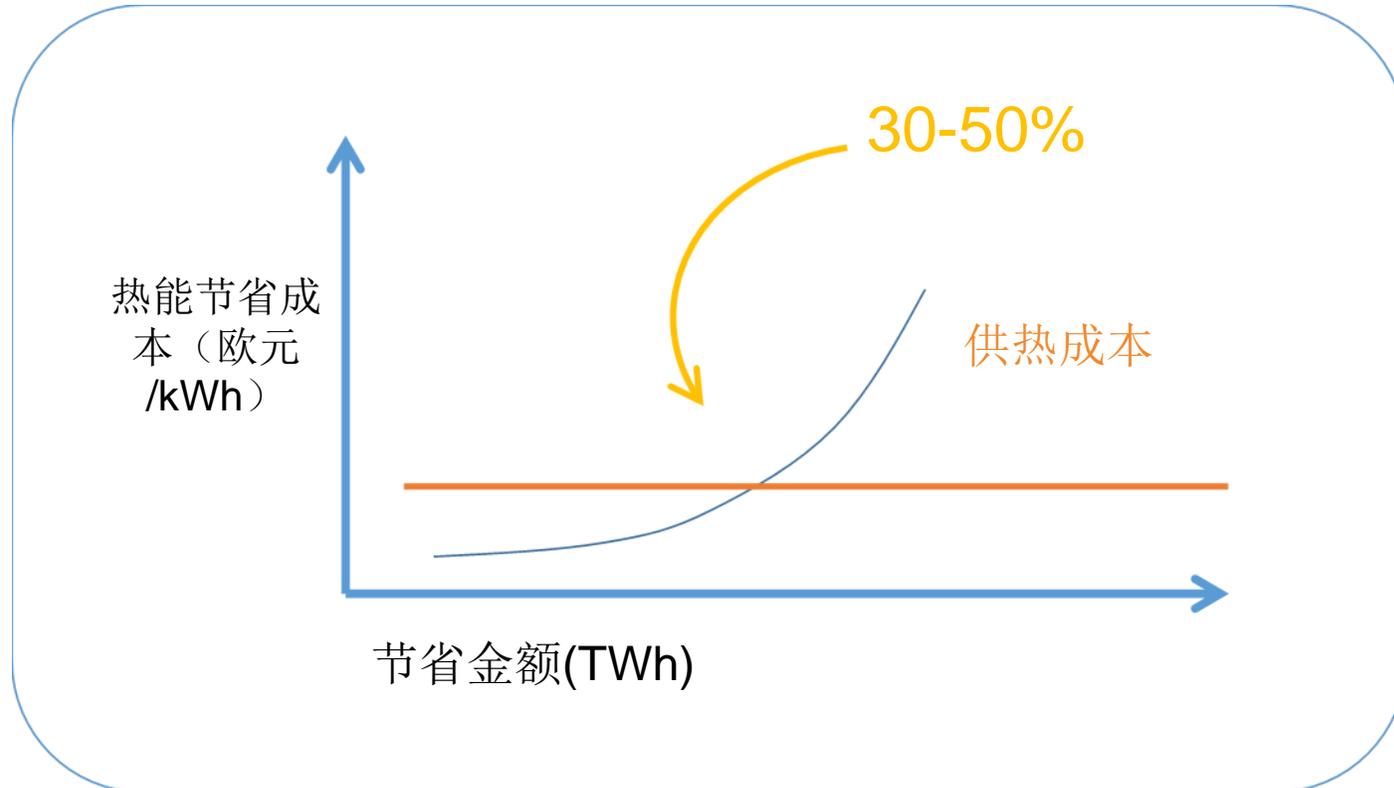
- 通过在建筑物层面进行实际测量或使用现有工具通过自上而下或自下而上的建模进行需求估算，改进供热和供冷需求数据的收集。
- 通过使用现有工具（例如地理信息系统）或通过开发热图集，评估可用于建筑供暖和供冷的可用热能资源。使用这些工具获取的信息可用于支持区域能源系统的规划和投资。
- 确保推进供热和供冷发展的方案符合长期目标。



区域供热的发展

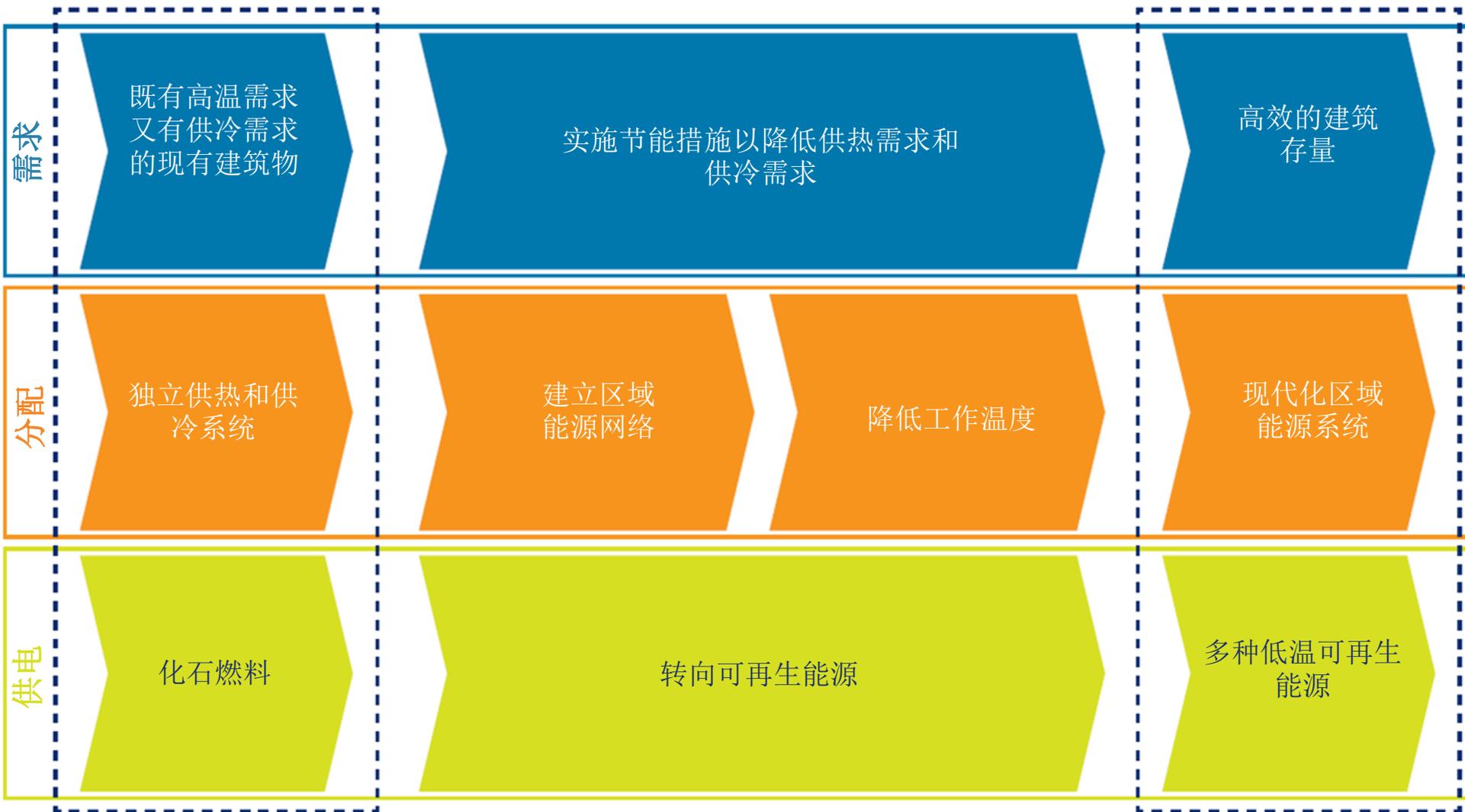


对于供热行业的需求侧和供给侧，提高能源效率都是必要的



初始情况

理想情况



整合区域供热策略与计划。

- 整合供应变化、网络现代化和建筑物改造计划，以达到最佳性能水平（技术和社会经济方面），并避免锁定效应或脱节
- 协调区域能源和建筑能效的发展，并在两者之间创造协同效应。例如，设计街区方案时，在需求侧和供给侧同时实施能效措施。通过采用面向所有消费者的基于消费的计费方式，鼓励培养更节能的习惯。
- 对已经运行的系统和现有街区的新区域供热网络，实施运行温度降低措施。这可以在以下两个层面做到的
 - i) 建筑层面，方式如下：引入控制系统、重新设计供暖设备、改造节能建筑围护结构、重新设计生活热水制备系统和变电站等；以及
 - ii) 网络层面，方式如下：对管道进行绝缘处理、结合温度提升技术、制定回流温度降低措施、避免可能损坏网络的更高流速等。



图片 4 哥本哈根（丹麦）的 Avedøre Kraftværket 储热器(44000 m³)

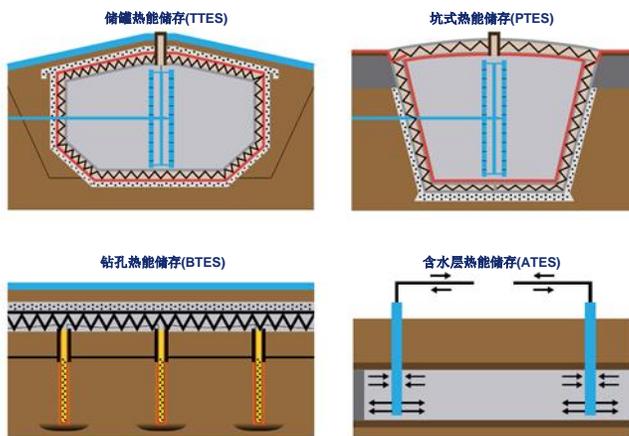


图片 7

美国亚利桑那州斯科茨代尔太阳能区域制冷厂（左）和奥地利格拉茨的费尔海洋维克集热场一部分（右）



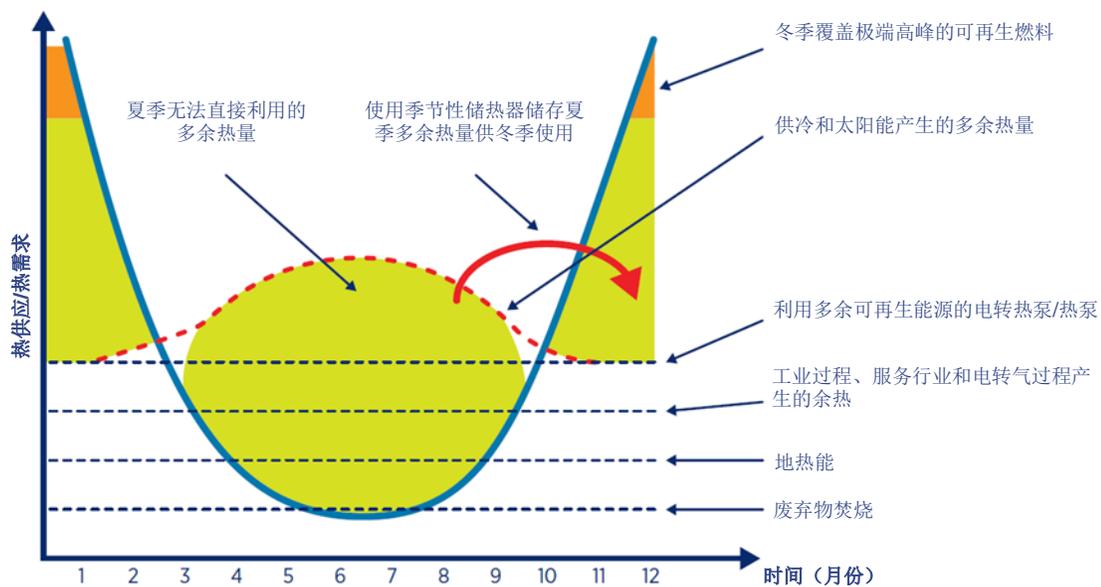
图 18 季节性储热概念



来源:	主要挑战	可能的解决方案
地热	投资成本高 钻井失败的风险 随时间流逝，生产率下降的风险 结垢和腐蚀的风险	建立地热资源风险和高产保障方案 进行广泛的地学研究 监测储层和管理资源（特别是注入） 在热交换过程中将地热流体的温度保持在溶解物质的饱和温度以上，定期维护热交换器和其他设备，使用化学方法（例如，密封剂）处理地热流体，以减少沉淀和结垢的速率
太阳能热	季节性供应量和需求量之间存在偏差 投资成本高 限制温度 空间限制	确保在有 DFIW 需求的系统中使用 当供热的供需不匹配时，使用太阳能进行供冷 结合蓄热器以利用过剩太阳能热量 使用替代空间，例如屋顶、污水池、以前的垃圾填埋场等
废热	资源的可持续性 供应波动情况	制定合同协议以确保供应 将储热整合到网络中 组合连接以将高温输送到供应管线，将低温输送到回流管线
免费供冷	保护水质和水生生物 结垢和腐蚀的风险	过滤 防结垢工艺

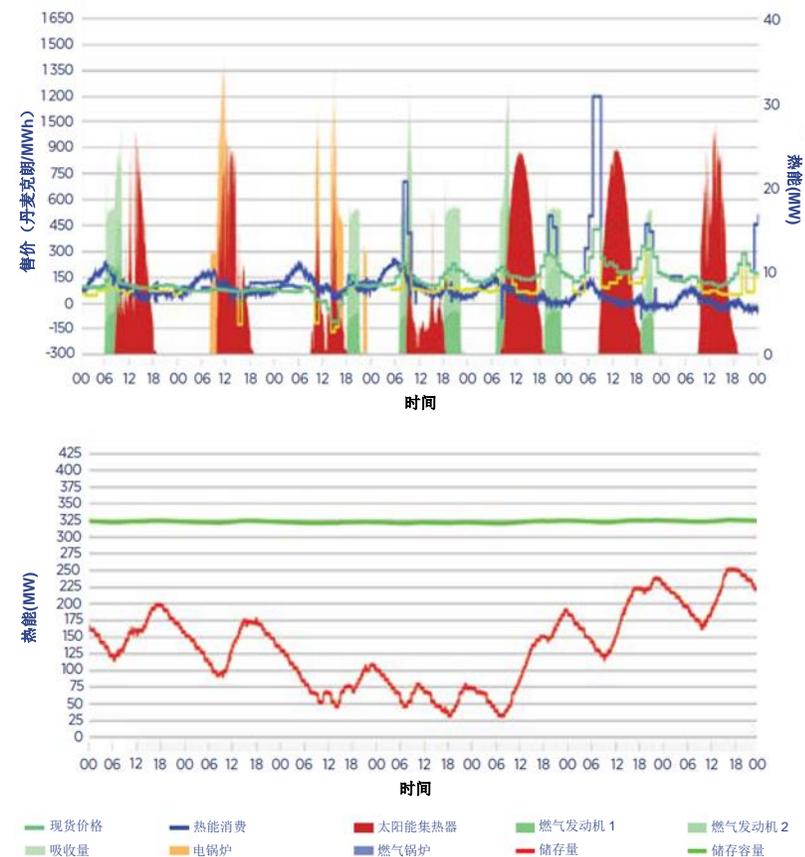
供应复杂 —— 热能廉价

主要生产结构



具体案例

图 24 使用蓄热器的混合式区域供热系统的日常供热示例



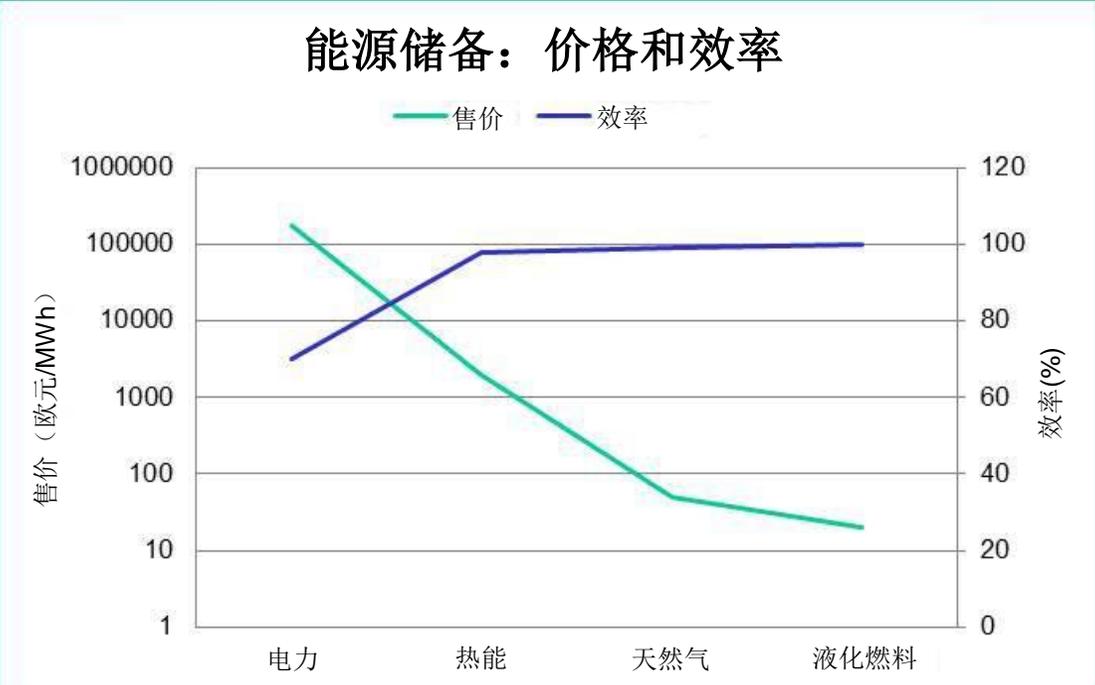
通过应对内在挑战，促进利用本地可再生能源进行供热和供冷。

- 培养发展健全的可再生能源项目的的能力，解决在新的或现有区域能源系统中整合和运行低温能源的技术挑战。
- 确保遵守当地可再生能源运营的最佳惯例。这些最佳惯例可实现资源的最佳成本效益和可持续利用，*例如*，地热能的回注或太阳能的季节性储热。



能源储备

抽水蓄能
175 欧元/ kWh
(来源: 电能存储技术可选方案: 有关应用、成本和效益的入门白皮书。电力科学研究院, 2010 年)



蓄热器
1 欧元至 4 欧元/ kWh
(来源: 丹麦技术目录, 2012 年)



天然气地下储存
0.05 欧元/ kWh
(来源: 地下天然气储存的现状与问题。联邦能源管理委员会, 2004 年)

油罐
0.02 欧元/ kWh
(来源: 达尔·赫, 《哥本哈根 A/S 油罐》, 2013 年: 储油罐。2013 年)



国际可持续能源规划与管理杂志 2016 年第 11 卷 3-14

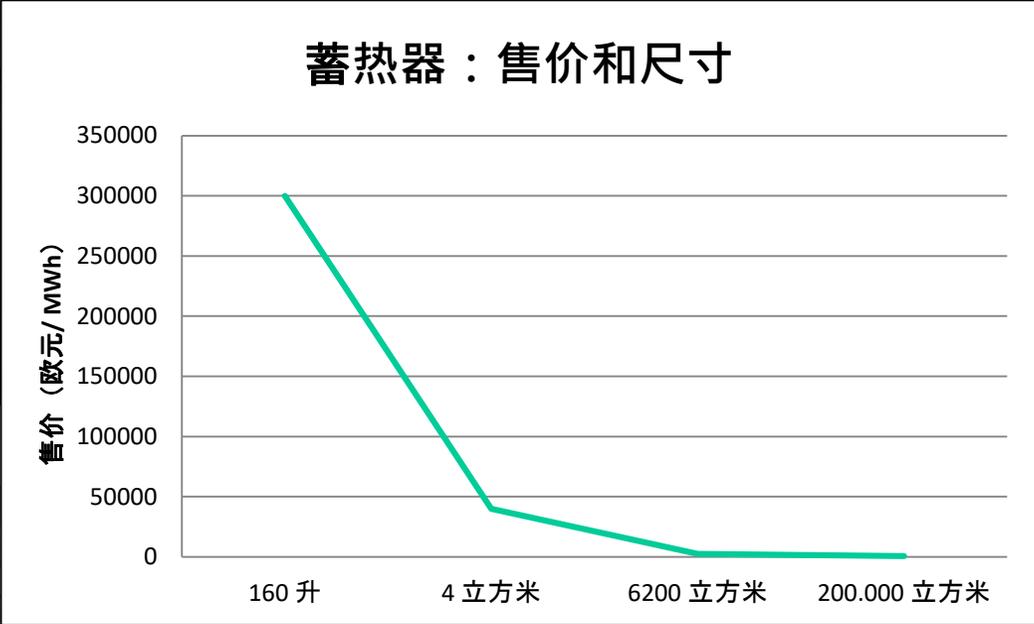


储能与智能能源系统
Henrik Lund¹, Poul Alberg Østergaard², David Connolly³, Iva Rajčič⁴, Brian Vad Mathiesen⁵, Frede Hvelplund⁶, Jakob Zinck Theilfsen⁷, Peter Sorknes⁸
¹丹麦奥尔堡 Skivevej 59000 号奥尔堡大学
²丹麦哥本哈根大学 2450 号 A.C. 道蒙路 18 号奥尔堡大学

摘要 人们经常强调在过渡到可再生能源时是如何需要智能能源系统的

蓄热器

0.16 立方米蓄热器
300.000 欧元/ MWh
(私人住宅: 160 升
售价 15000 丹麦克朗)



6200 立方米蓄热器
2500 欧元/ MWh
(Skagen: 6200 立方米
售价 540 万 丹麦克朗)



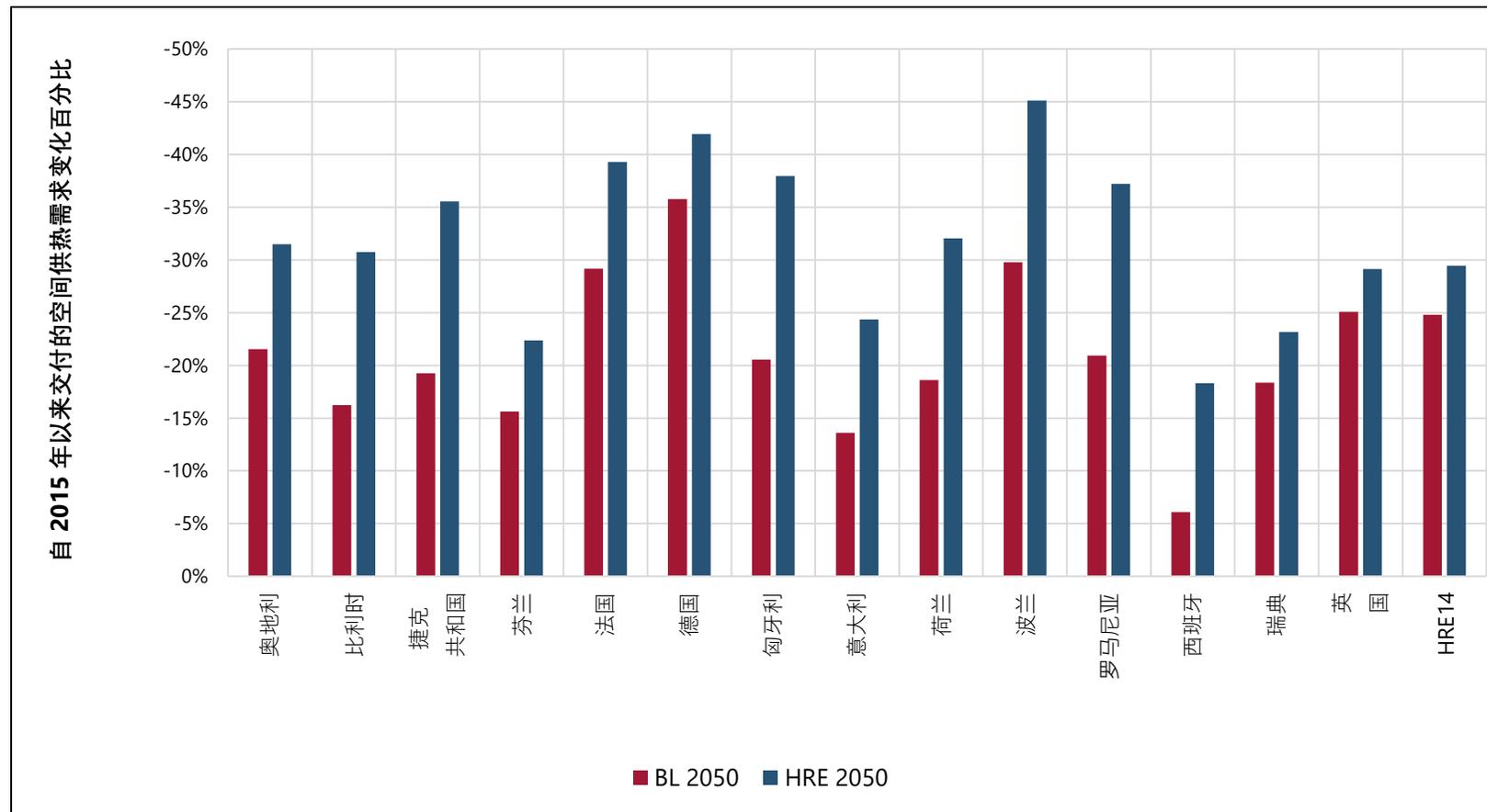
4 立方米蓄热器
40000 欧元/ MWh
(私人户外: 4000 立方米
售价 50000 丹麦克朗)



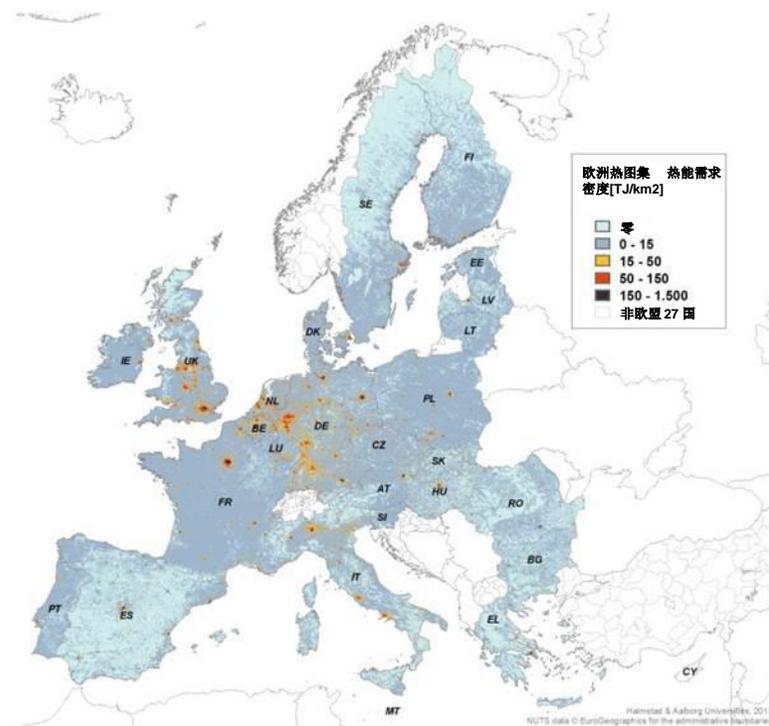
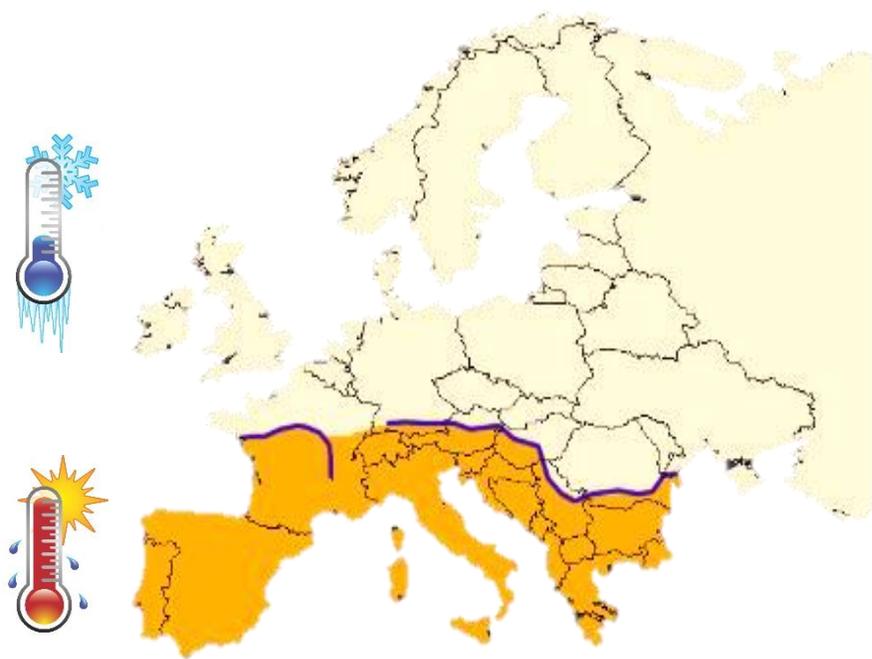
200000 立方米蓄热器
500 欧元/ MWh
(Vojens: 200000 立方米
售价 3000 万 丹麦克朗)

推荐开发热能需求

- 现行政策：空间供热减少 25%
- HRE：空间供热减少 30%
- 现行政策：年翻新率在 0.7% 至 1.0% 之间
- HRE：年翻新率为 1.5% 至 2%，并且在翻新时进行更深入的翻新

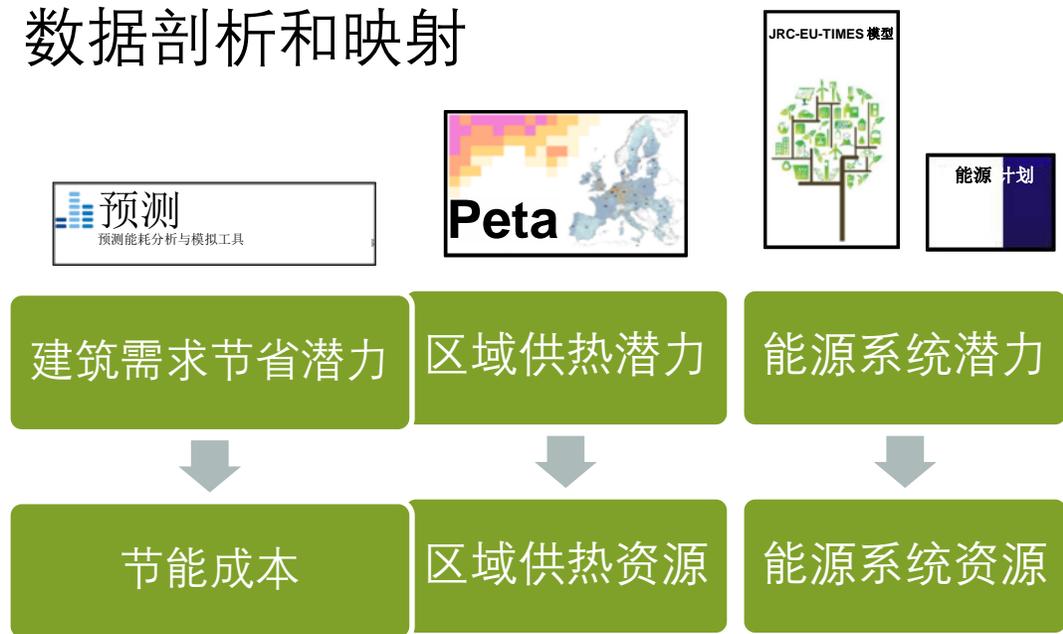


欧洲 50% 的热能需求可以通过区域供热满足



Heat Roadmap Europe 方法论

数据剖析和映射



能源系统分析

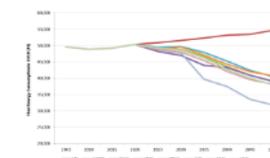
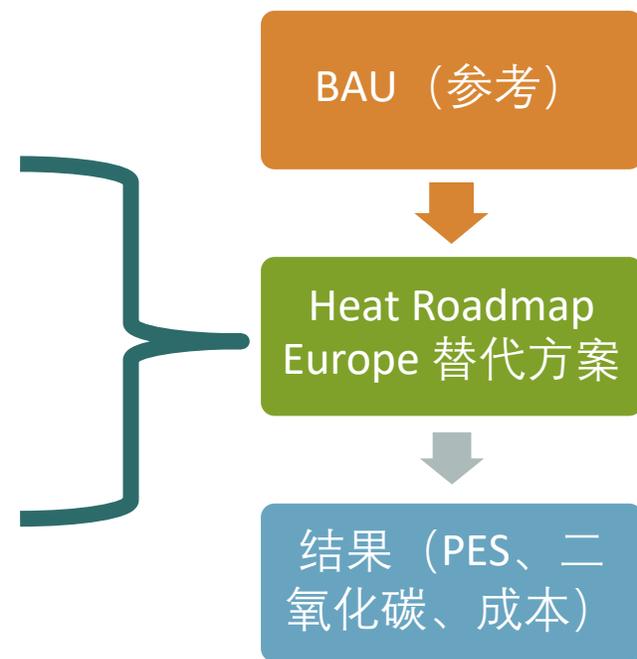
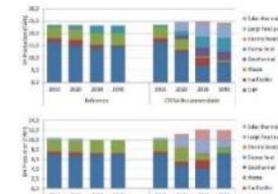
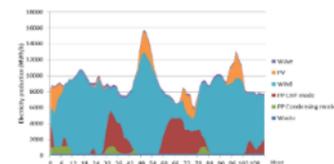
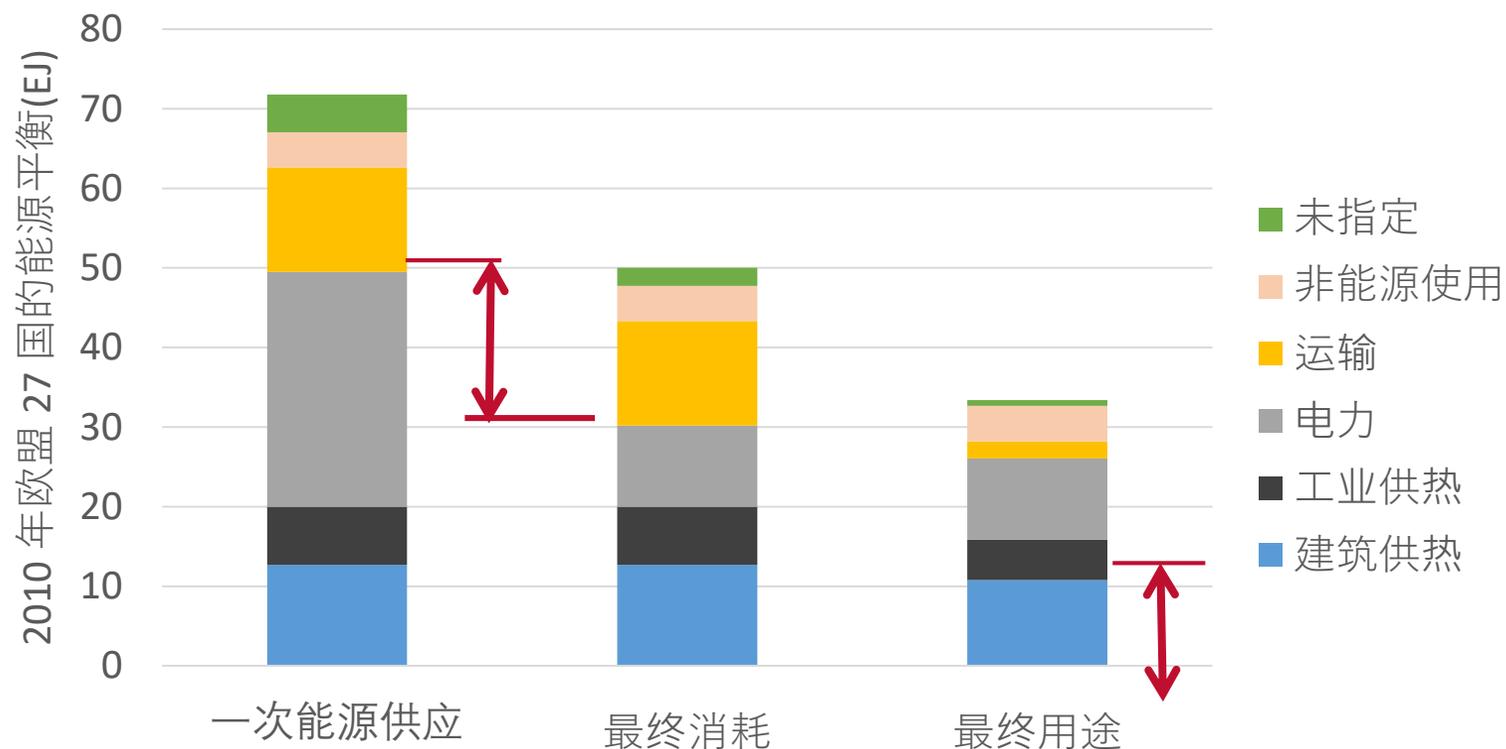


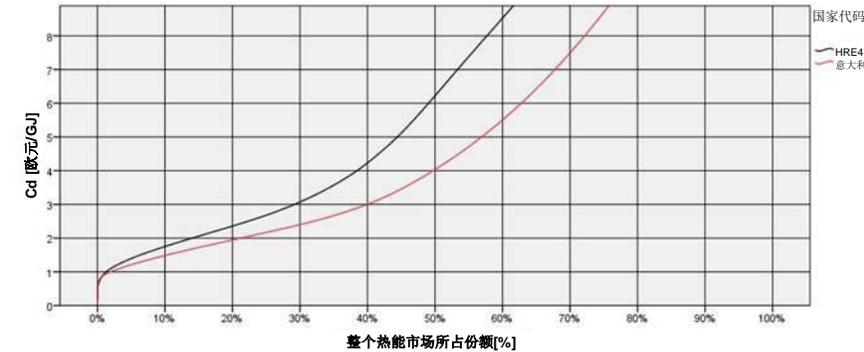
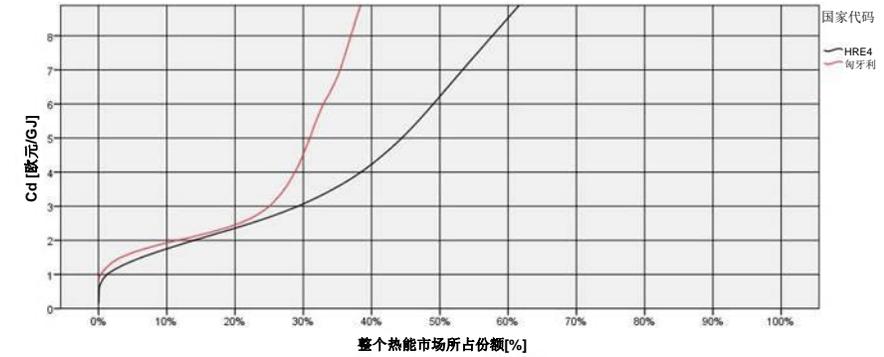
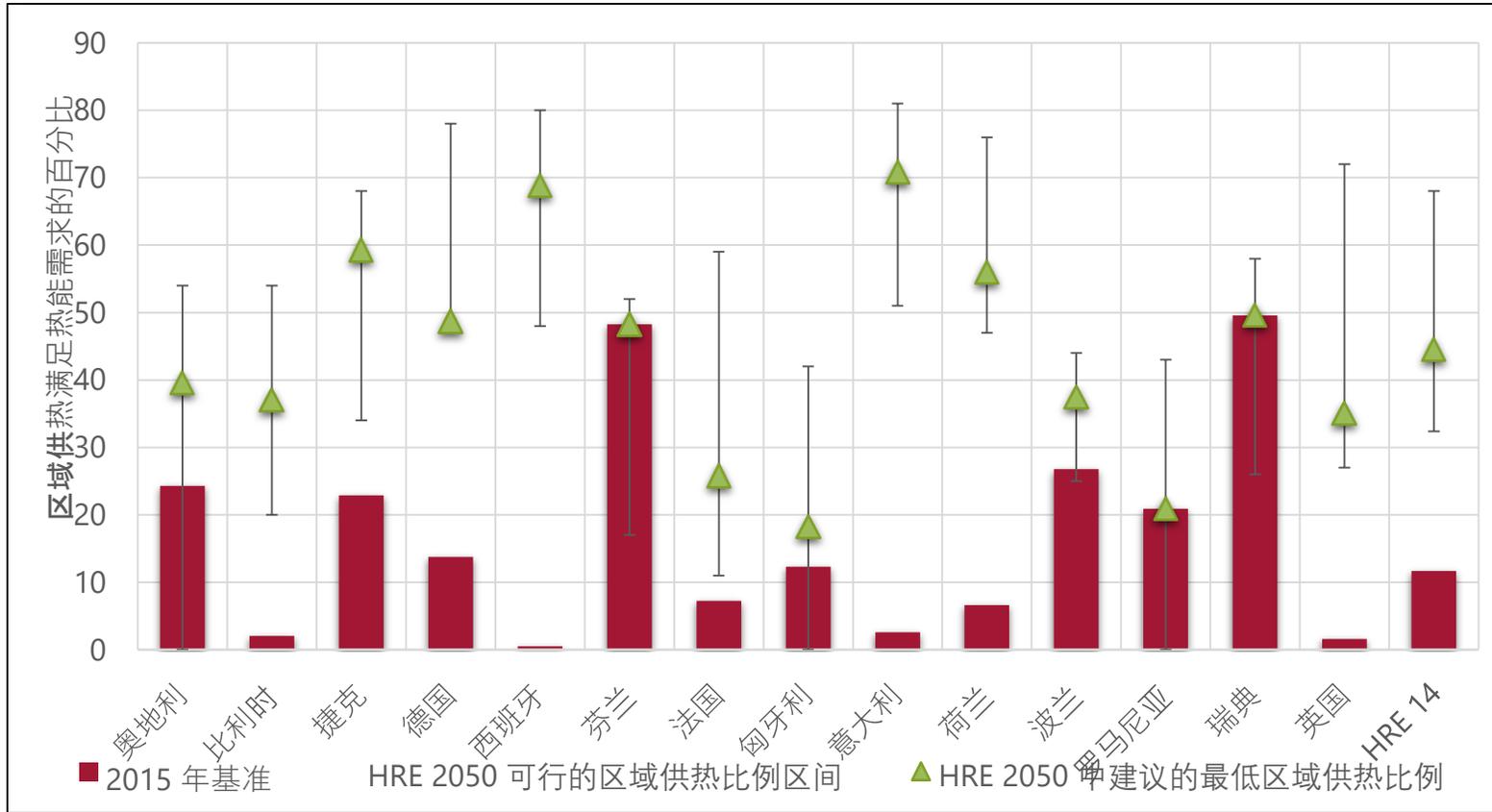
Figure 21 - Evolution of final energy consumption in 2020 from JRC-EU-TIMES for the studied countries (values for 2005 are taken from Eurostat)



欧洲的余热超过了建筑物所需的全部热能



各个国家/地区总热能市场中建议的最低区域供热水平



为什么没有实现呢？

- 供热很复杂
- 供热和供冷是在本地进行的
- 供热是长期的
- 热能节约和区域供热的投资成本较大
- 供热和供冷是一种文化，面临着所有权挑战和利润空间

- 战略性供热和供冷规划的范围和目的
- 识别和协调利益相关者

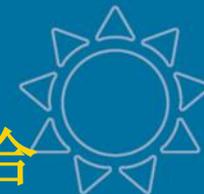


- 绘制供热和供冷需求
- 识别和评估地热、太阳热能和其他当地热源
- 建立供热/供冷供应方案

- 所有权
- 定价
- 法规
- 融资和风险缓解
- 商业模式

- 评估与现有建筑存量的兼容性
- 评估与现有网络的兼容性
- 应对低温源的技术挑战

在区域能源系统中整合低温可再生能源



政策制定者指南

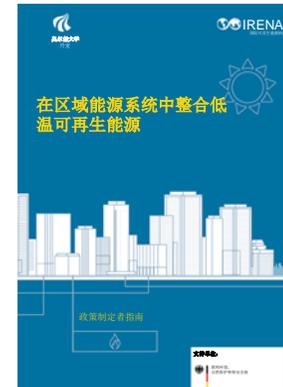
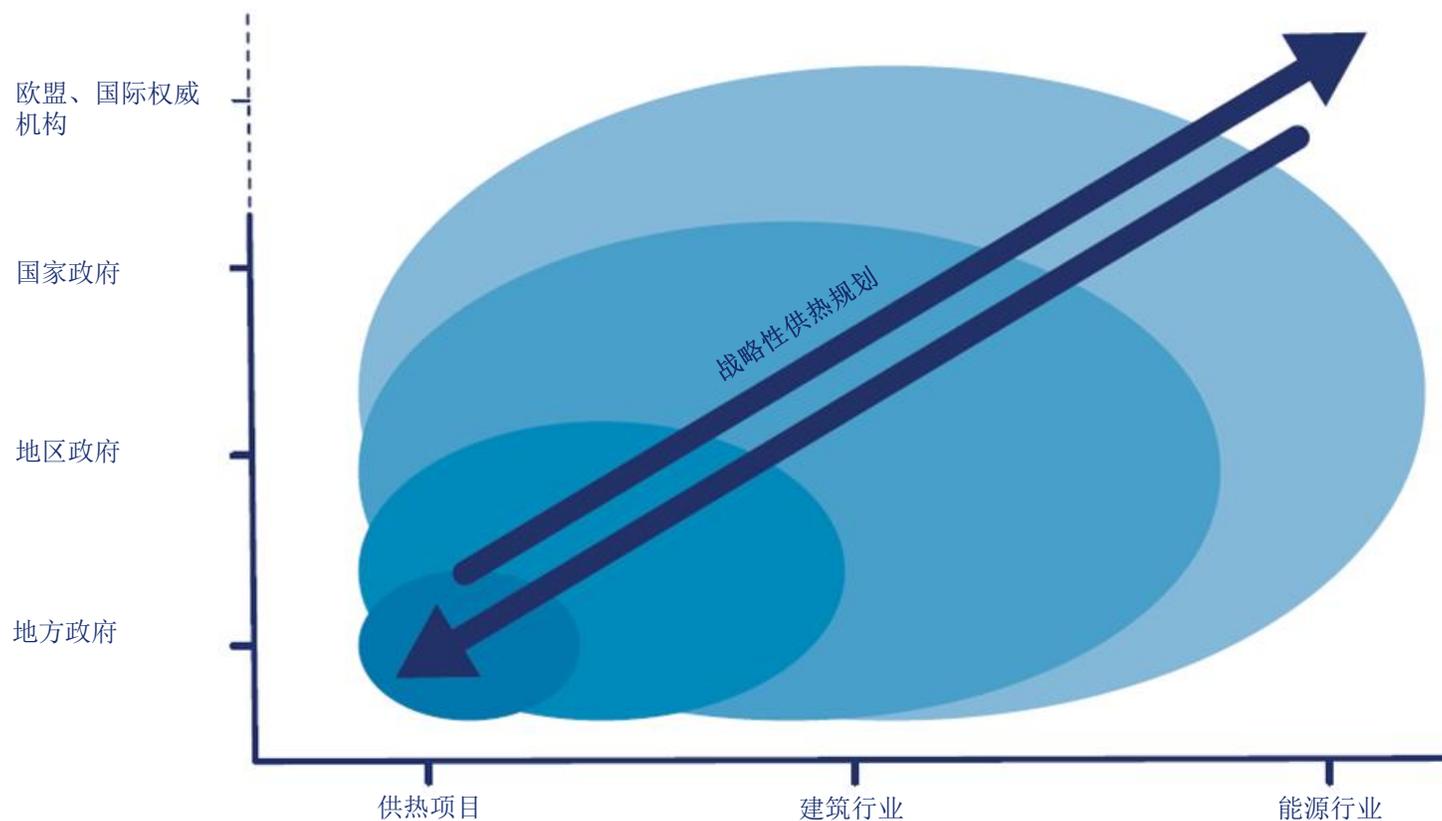


支持单位:



战略性供热和供冷计划

图 32 根据国家和国际法规并在符合多方利益和需求的情况下，进行地方/战略性供热规划

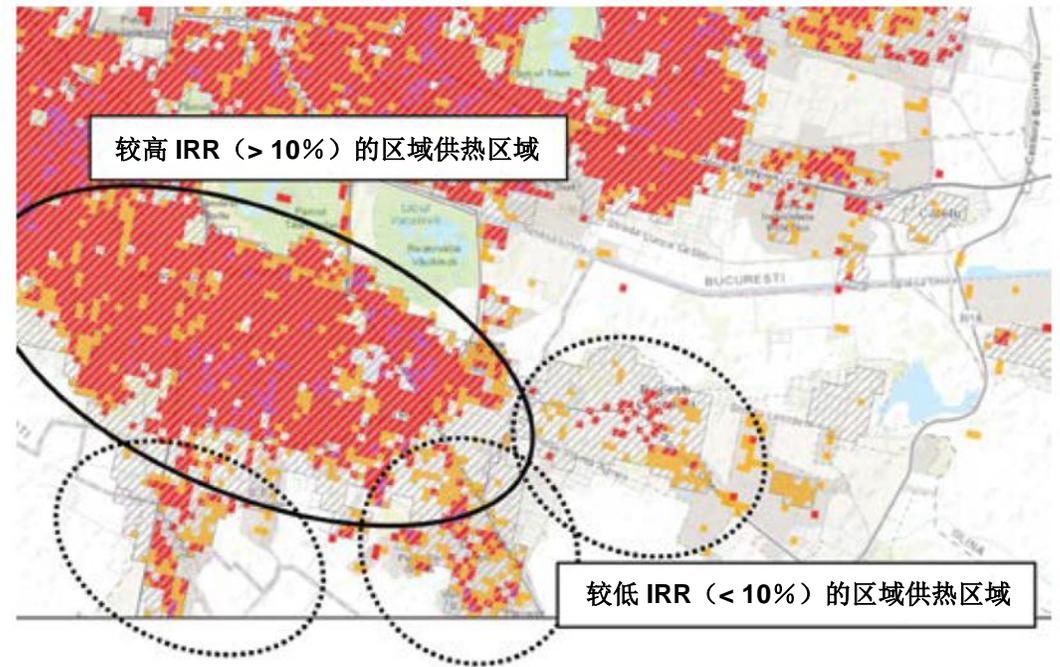


确保制定有利的监管条件、支持性融资可选方案和商业模式。

- 将区域能源网视为公共基础设施，并通过财政杠杆、立法和价格法规确保公平的竞争环境，但还应考虑温室气体排放或空气污染物等外部因素
- 通过首先联系高需求消费者，克服与供热和供冷需求相关的不确定性，同时确保充分发挥潜力。
- 除了公共资金（包括赠款）外，探索私营行业的参与和创新做法，例如，与能源服务公司(ESCO)建立合作关系或众筹。



图 34在 IRR 较高和较低的区域开发区域供热的示例



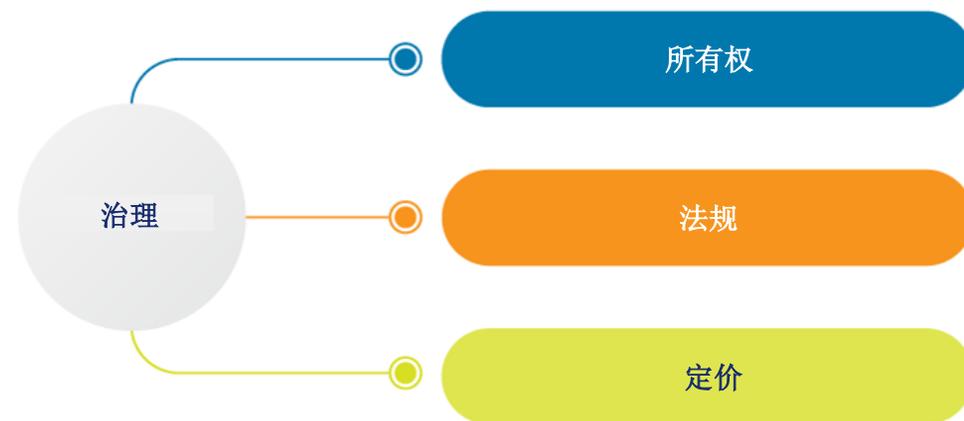
确保制定有利的监管条件、支持性融资可选方案和商业模式。

- 制定方案以降低应用可再生能源的风险。例如，促进针对地热能的支持计划。该计划根据市场成熟度量身定制，并降低投资者钻探效益不佳矿井和/或产能下降矿井的风险。
- 通过所有权、法规和价格，建立促进区域供热和供冷系统发展的全面且透明的治理方案。这些系统应以可再生能源和余热源为基础，并与社会目标保持一致。



表 2 用于绘制针对供热规划的公共监管框架的矩阵模型

	项目监管	热能和建筑法规	能源系统监管
当地法规	☑	☑	
区域法规	☑	☑	
国家法规	☑	☑	☑
超国家法规	☑	☑	☑



感谢您的关注

www.brianvad.eu	www.energyplan.eu/buildings	www.sEEnergies.eu
www.EnergyPLAN.eu	www.energyplan.eu/smartenergysystems/	www.heatroadmap.eu
www.energyplan.eu/SmartEnergyEurope	www.4DH.eu	www.energyplan.eu/solar



请在推特和领英上关注我

