

将低端热源整合到现有网络和建筑物中的技术挑战和解决方案

雅各布·辛克·塞勒夫森助理教授以及
布莱恩·瓦德·马蒂森教授

奥尔堡大学

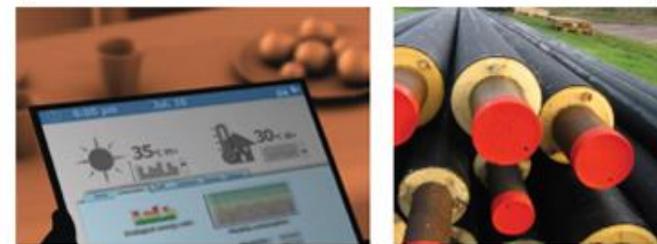


奥尔堡大学
丹麦

三个重点建筑领域



未来的绿色建筑
具有成本效益的可持续能源系统的关键



议程更新

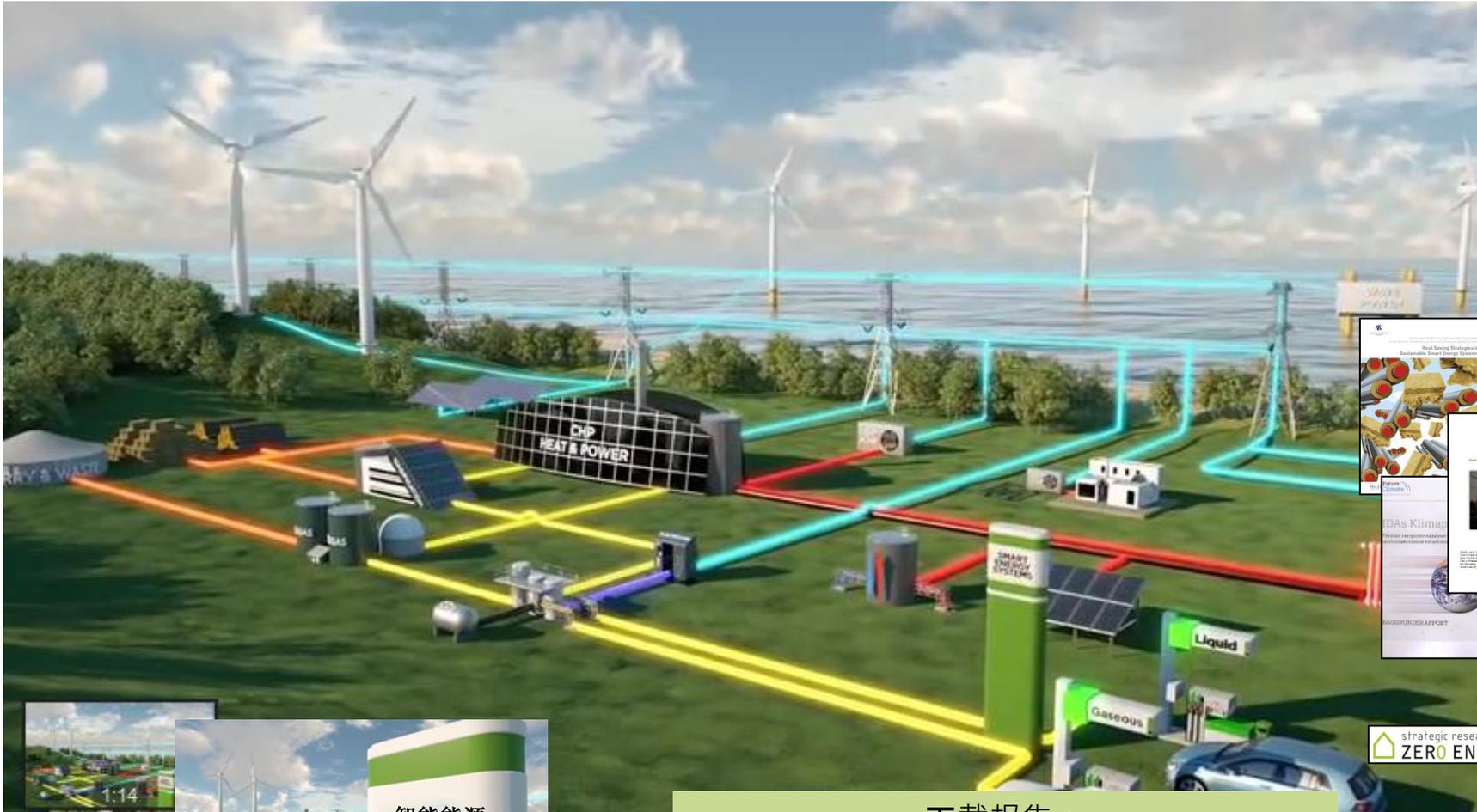


奥尔堡大学
丹麦



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

智能能源系统



智能能源系统

下载报告：
www.EnergyPLAN.eu/IDA

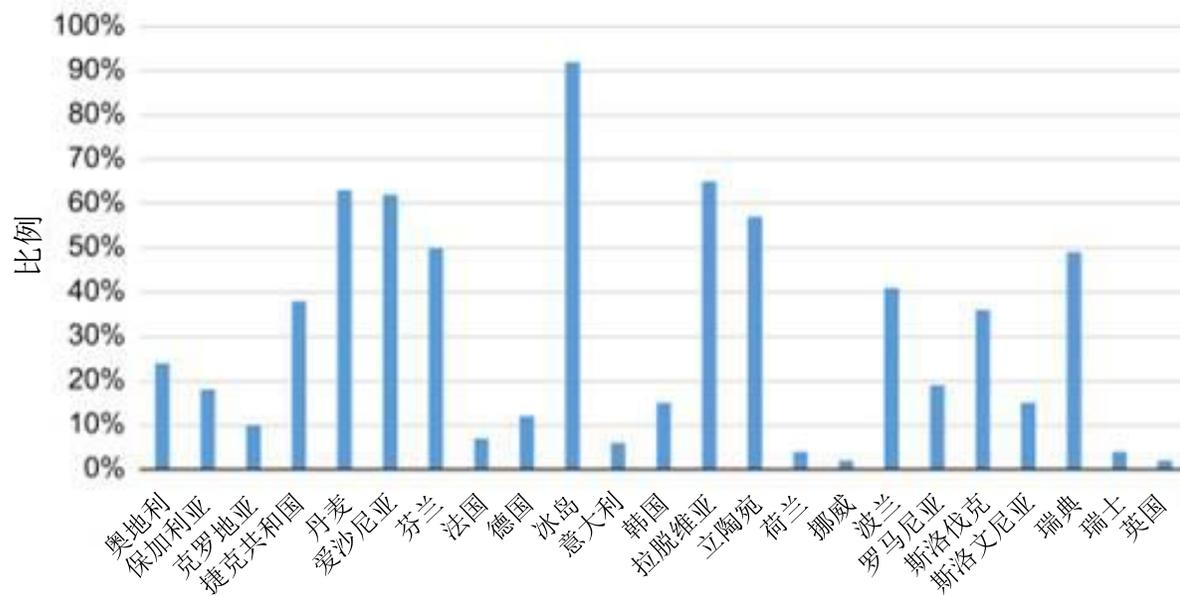
议程

- 区域供热现状
- 低温区域供热
 - 技术方面
 - 利用可再生资源
- 低温区域供热在奥尔堡智能能源中的作用

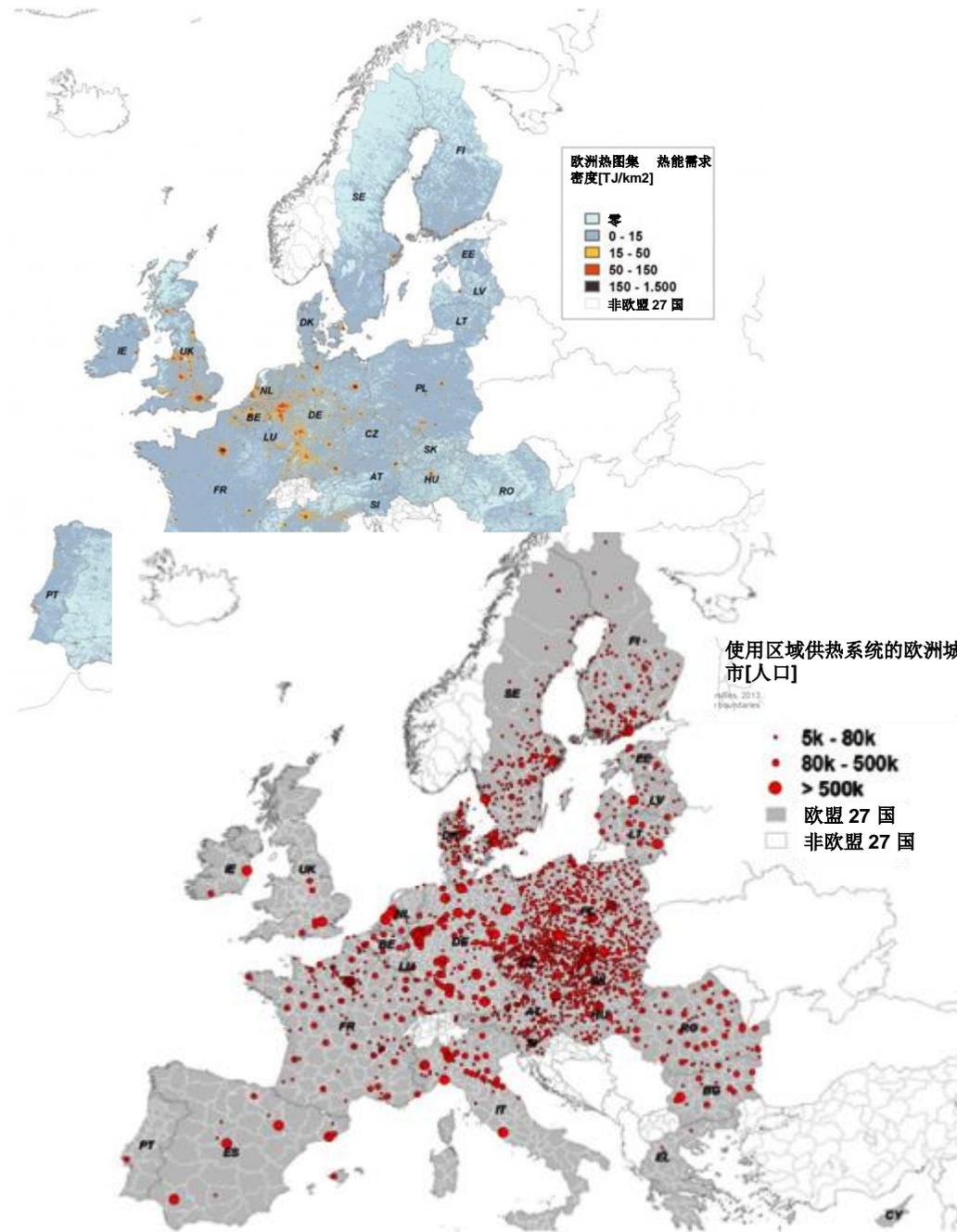


欧洲区域供热

可使用区域供热网络的市民（2012年）

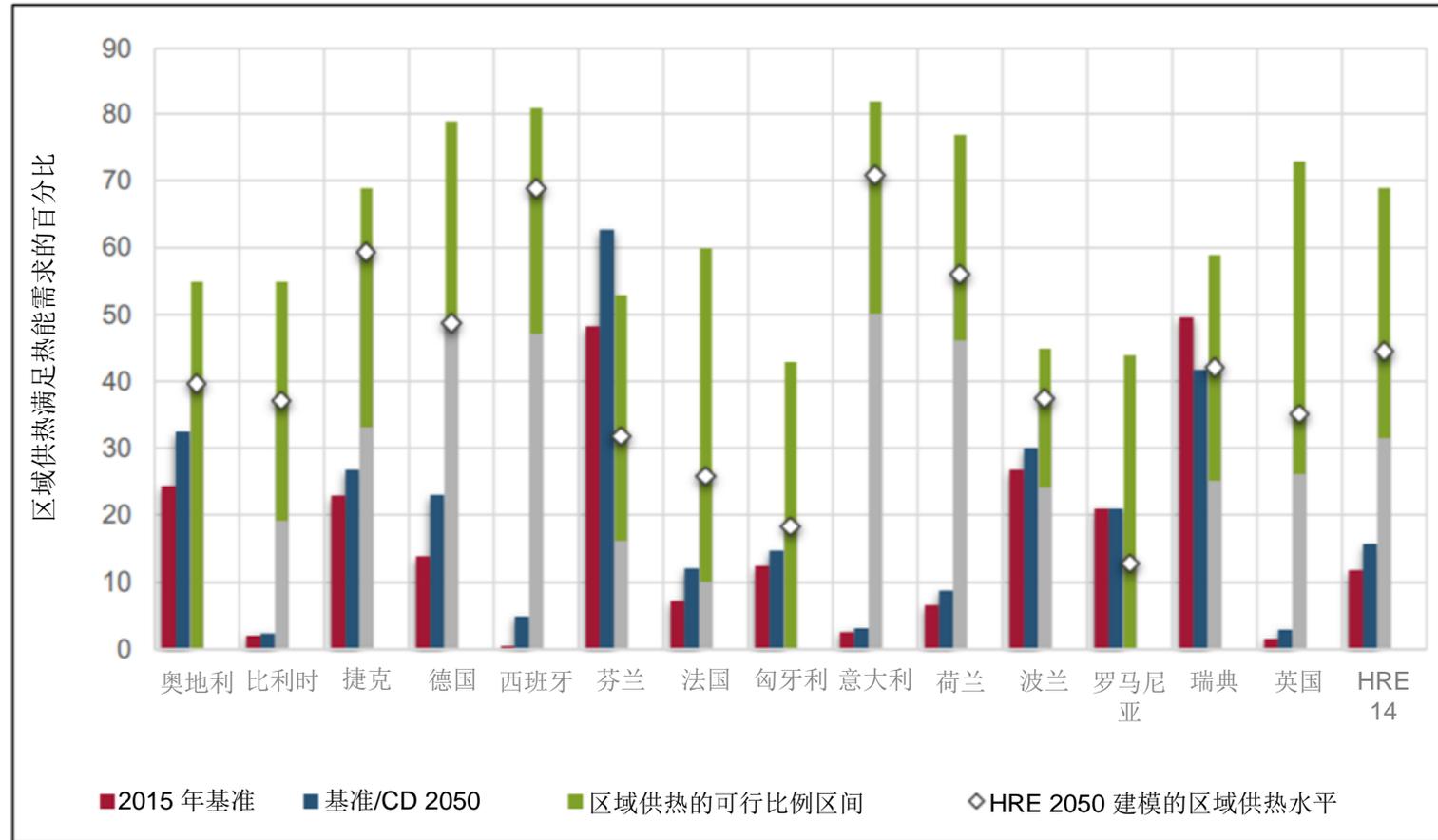


<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116301149>



欧洲供热潜力

- Heat Roadmap Europe 1 和 Heat Roadmap Europe 2。聚焦 27 个欧盟国家。
- Strateggo / Heat Roadmap Europe 3
 - 针对 5 个欧盟国家的具体计划
- Heat Roadmap Europe 4
 - 针对 14 个欧盟国家的具体计划。
- <https://heatroadmap.eu/>



蒸汽系统 (第一代)

- 高温
- 主要存在 1930 年之前的系统中
- 高损耗
- 可用于工业流程



高温水系统 (第二代)

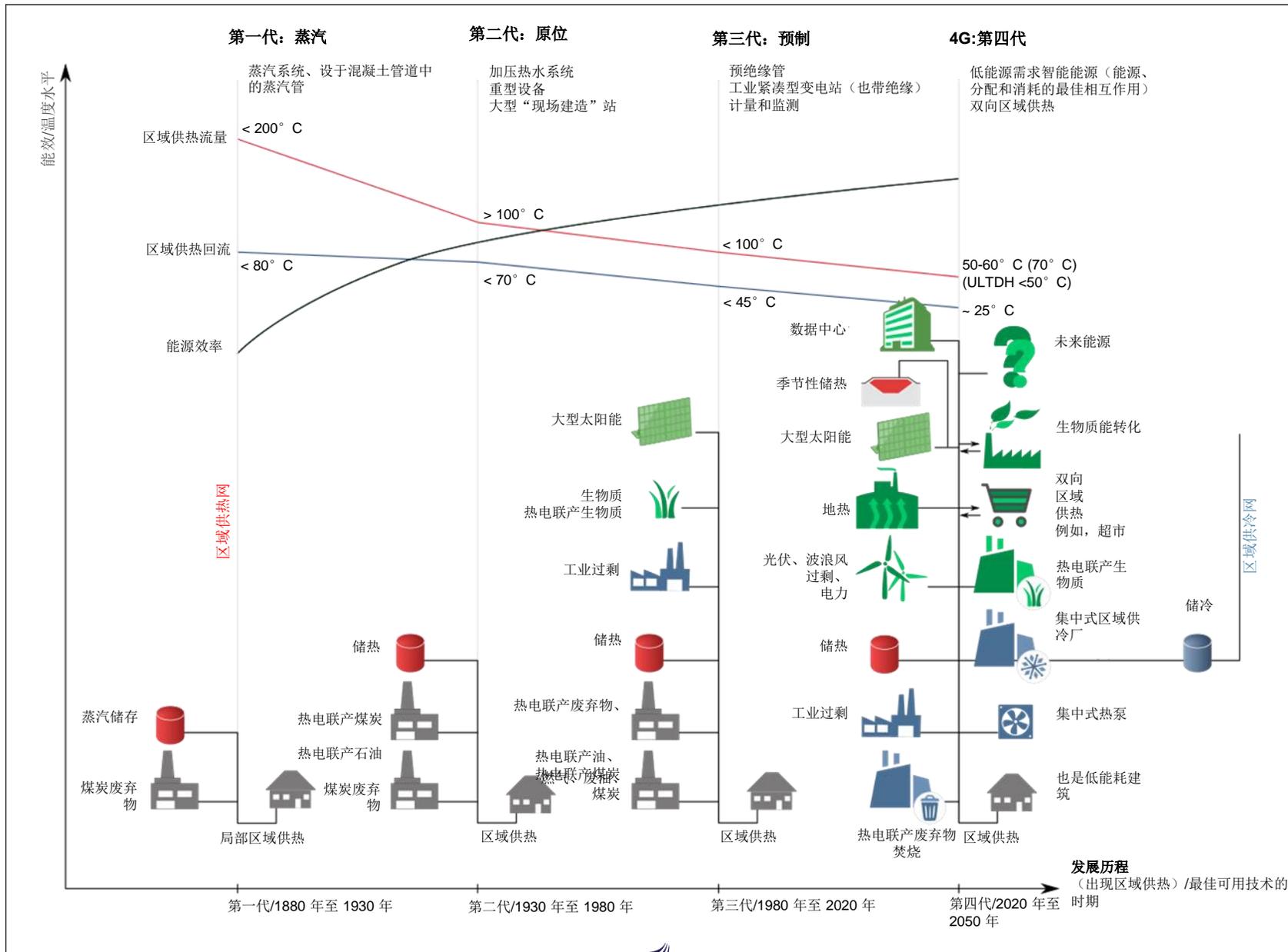
- 1930 年至 1980 年
- 仍存在于当前某些水基系统中
- 加压高温水 ($> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$)



中温水系统 (第三代)

- 1980 年至 2020 年
- 大部分斯堪的纳维亚系统当前使用的系统
- 介于 70°C 至 95 °C 之间

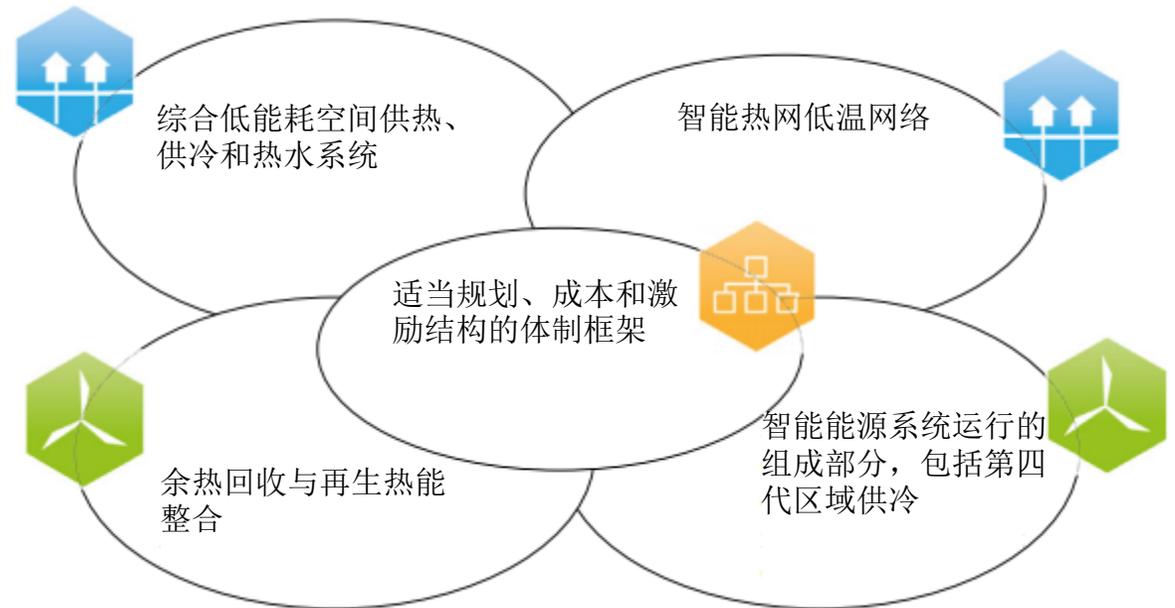




低温区域供热 (第四代)

- 更高的能量利用率
- 能够使用低温可再生资源

<http://www.4dh.dk/>



过渡到低温区域供热

- 恰当的网络设计和用户连接
- 与建筑存量良好兼容
- 现有区域供热系统
 - 调整设施
 - 建筑物潜在改造
- 新的开发区域和新的区域供热系统
 - 在低能耗建筑物中，低温区域供热可能特别适合



与现有建筑存量的兼容性

- 空间供热
 - 隔热不良的建筑物需要的能源更多
 - 现有设备可能不适合低温区域供热
 - 设备变更
 - 建筑存量更新
 - 引入恒温阀以控制舒适度
- 生活热水
 - 低温会导致水箱中出现军团菌
 - 板式换热可能是一种解决方案

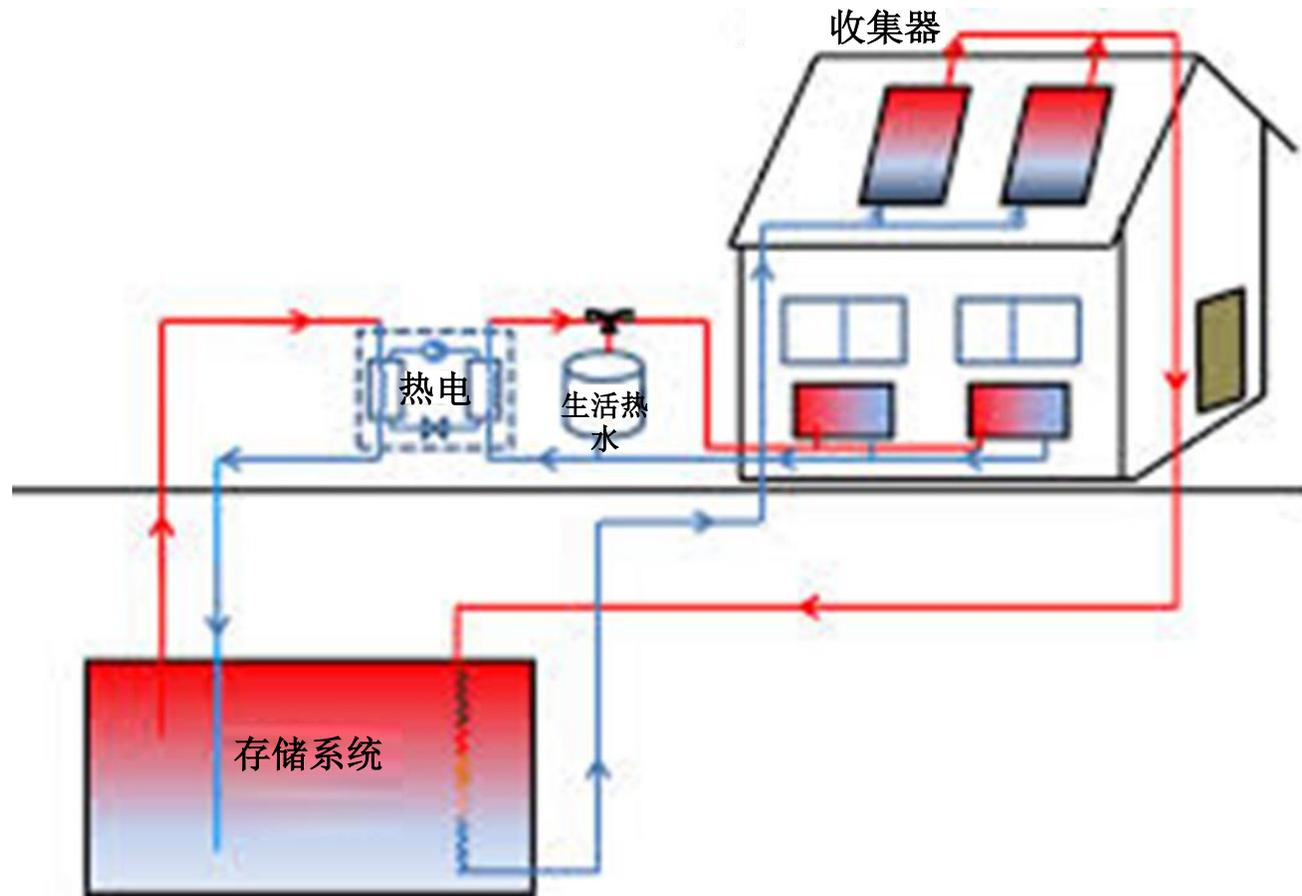


与现有供热网的兼容性

- 温度越低，流速可能越高
 - 低供给温度要求回流温度也降低
 - 从 80-40 至 50-20，仍有较高温差
- 新的多余热源可能需要新的网络
- 推动技术发展变得愈加重要
 - 从供应源提高温度
 - 在寒冷季节提高供热网中某些地方的温度



热泵

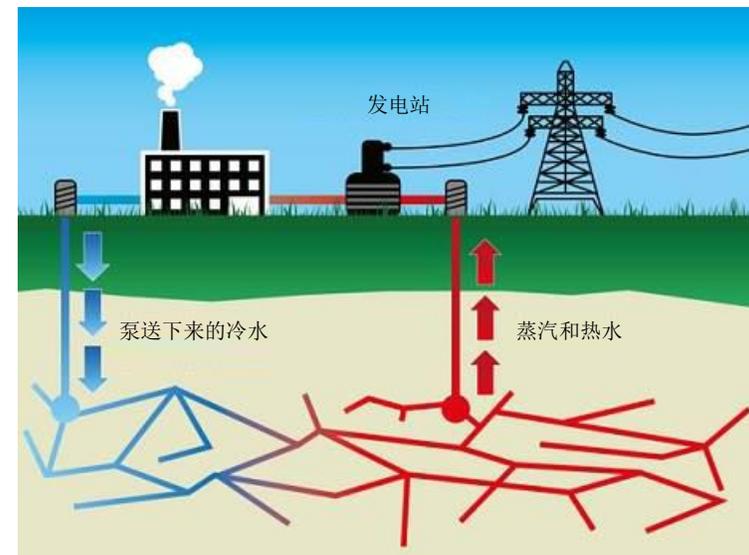


- 大型热泵
- 结合 DHC 系统
- 同时支持供热与供冷
- 提高低温热源温度
 - 数据中心、海水/湖水/河水、污水、废弃煤矿等
 - 从蓄热器回收能量。
- 提高网络中某些位置的温度
 - 例如，DHW 供应
 - 例如，最远端



整合可再生能源

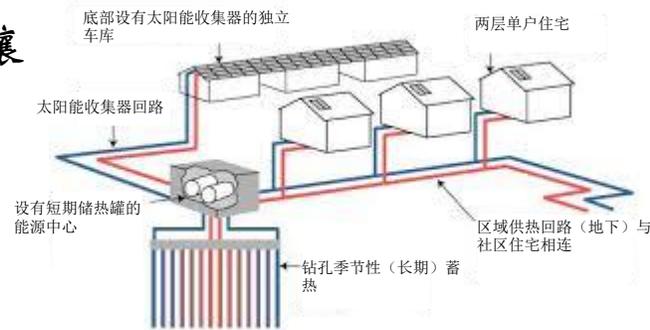
- 地热
 - 通过热泵或直接在网络中利用热量
 - 大多数资源为低温至中温
- 太阳热能
 - 自然季节
 - 大型蓄热器的潜力
 - 需要空间



利用区域供热系统中的蓄热器

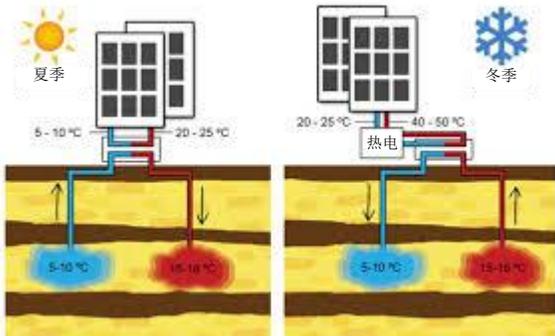
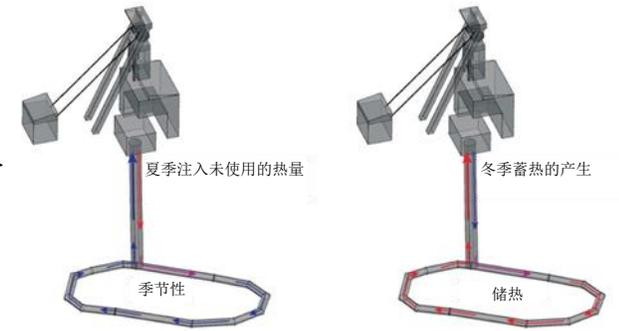
钻孔热能储存(BTES)

- 通常距离用于岩石/土壤中储存能量的地面 20 米至 200 米。
- 最高存储温度可达 90°C



矿井热能储存(MTES)

- 用于存储废弃煤矿中的多余热量。
- 与供热和供冷需求结合使用



含水层储热

- 用于储热的地下水库 ($<30^{\circ}\text{C}$ - 60°C)



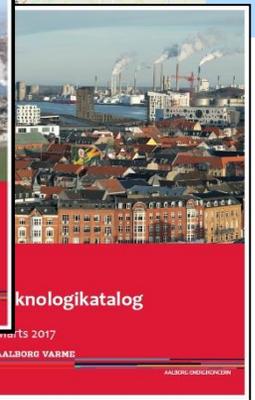
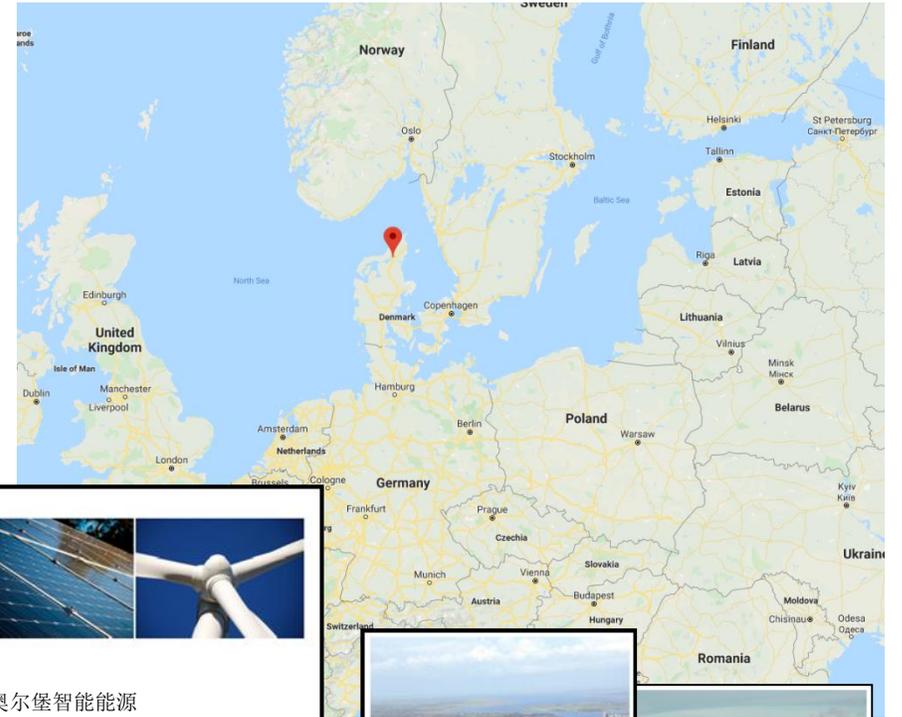
储罐热能储存(TTES)

- 安装在地面上/地下并装有蓄热介质的储罐

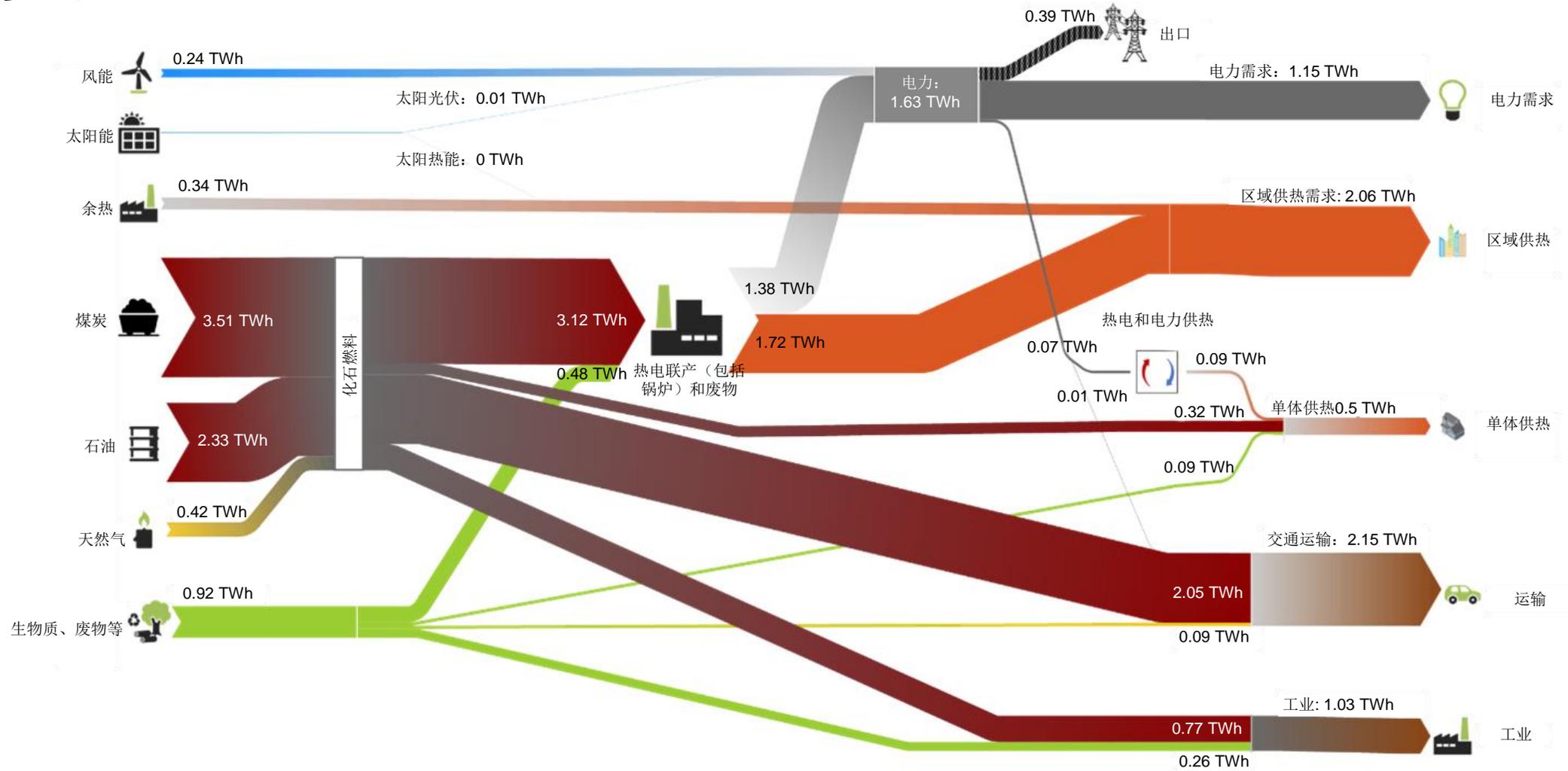


4GDH 在奥尔堡智能能源中的作用

- 目标是将奥尔堡过渡到 100% 可再生能源
- 利用智能能源系统和低温区域供热原理
- 现有系统为第三代区域供热



奥尔堡的现有系统



过渡到可再生能源

- 过渡到可再生能源时，不可限制其他国家、城市和直辖市向可再生能源的过渡
- 限制使用生物质
- 包括基于本地和全球运输的运输
- 定义与居民相关的工业需求



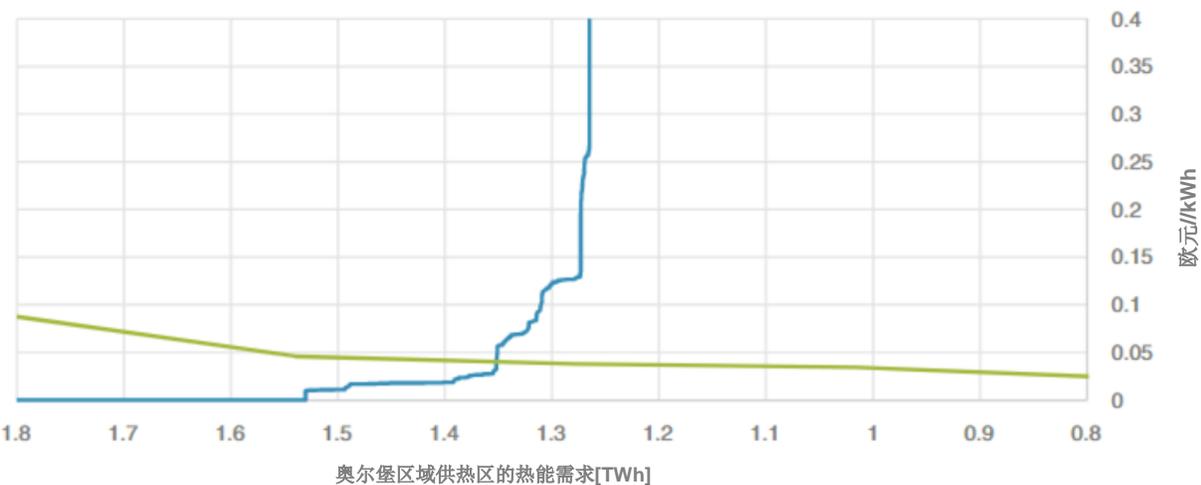
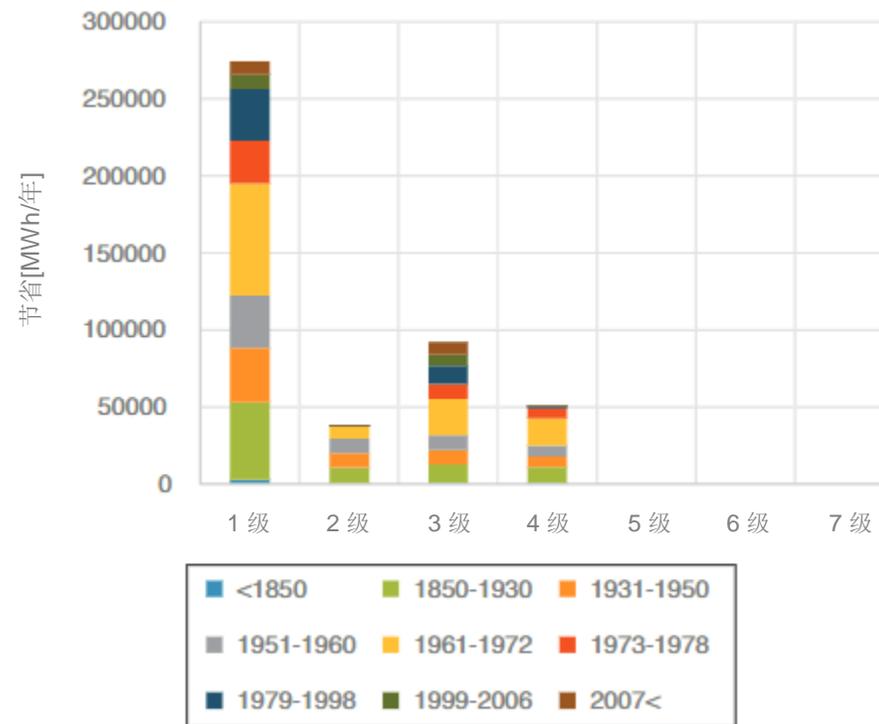
低温区域供热的益处

- 低温区域供热是这一愿景的关键部分
- 可提高热泵效率
- 可降低区域供热网的损耗
- 其需要在建筑节能方面进行投资



建筑物改造

- 根据特定的地理区域分析实现节能
- 投资于适合于低温供热热交换



<https://journals.aau.dk/index.php/sepm/article/view/3398/3184>



工业废热

- 低温区域供热可提高工业废热利用率
- 奥尔堡的水泥工业
 - 目前占热量需求的 20%
- 总量可能从 1200 万亿焦耳增加到 3100 万亿焦耳
 - 我们使用 2600 万亿焦耳

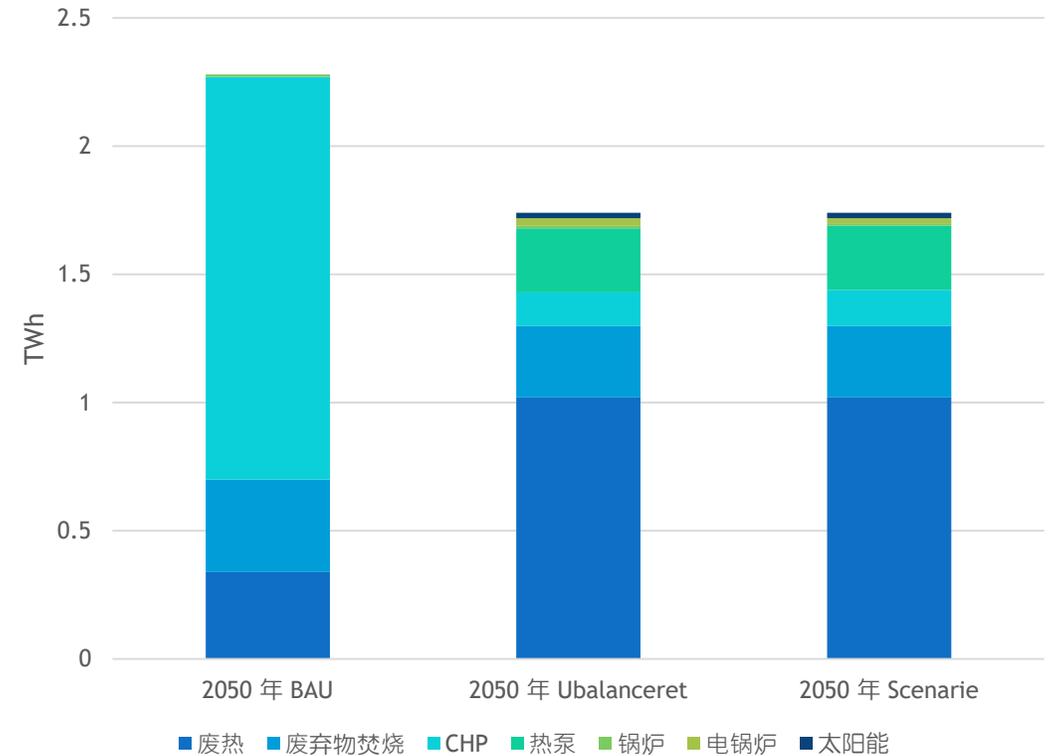
项目	投资	额外生产
65 度交付	无	500 万亿焦耳
优化现有设施	无	385 万亿焦耳
新的利用灰水泥产生的热量	4800 万丹麦克朗	350 万亿焦耳
通过安装热泵降低回流温度	1600 万丹麦克朗至 2500 万丹麦克朗	122 万亿焦耳
收集辐射热	2.25 亿丹麦克朗	540 万亿焦耳至 610 万亿焦耳
通过安装热泵利用水过滤产生的热量	700 万丹麦克朗至 900 万丹麦克朗	45 万亿焦耳



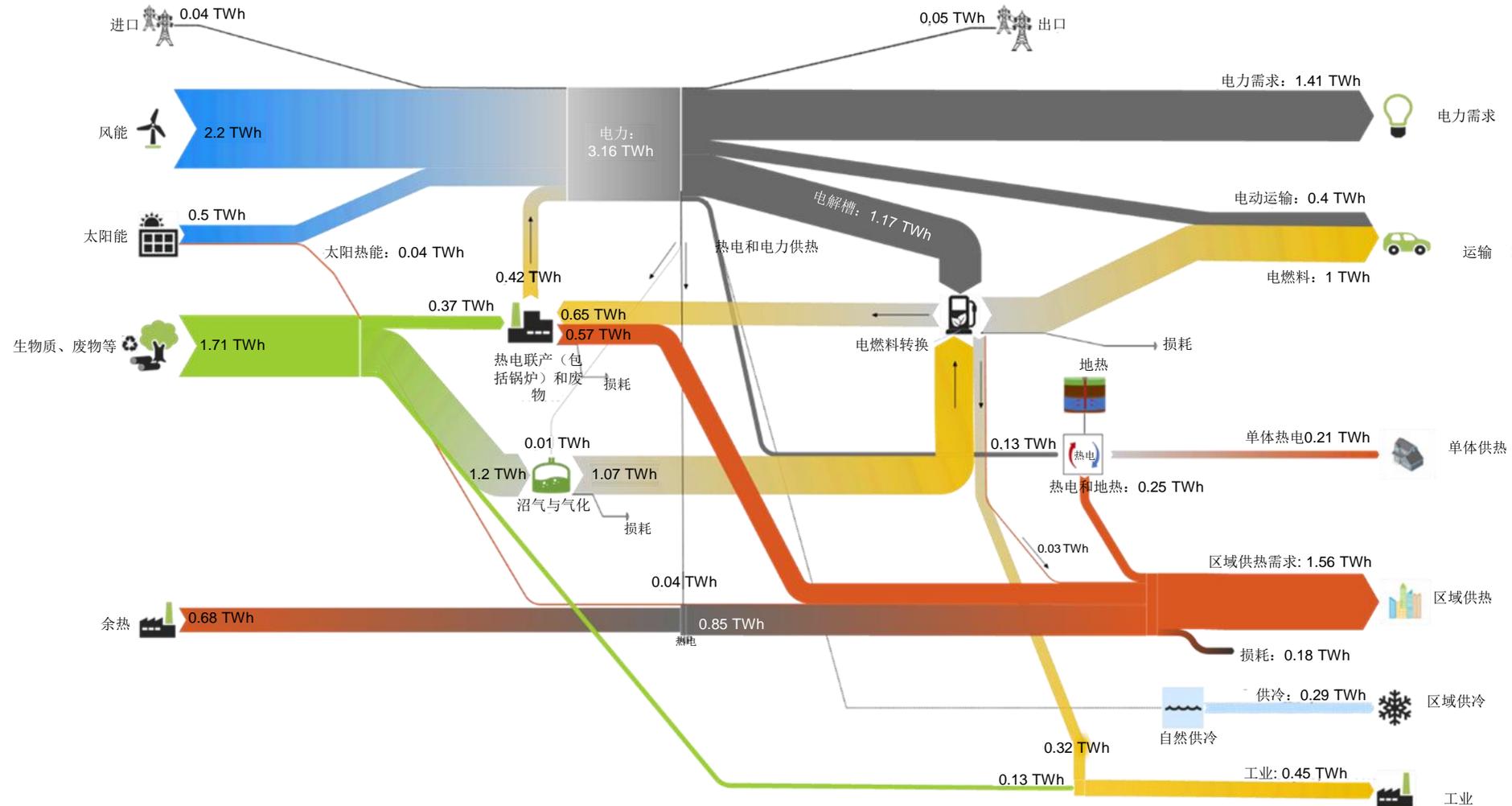
热泵和地热

- 利用热泵的100 MW 热容量
 - 可以是海水热泵或地热
- 用于工业废热的 20 MW 热泵
- 利用 40 GWh 的大型季节性蓄热器

中央供应区的区域供热

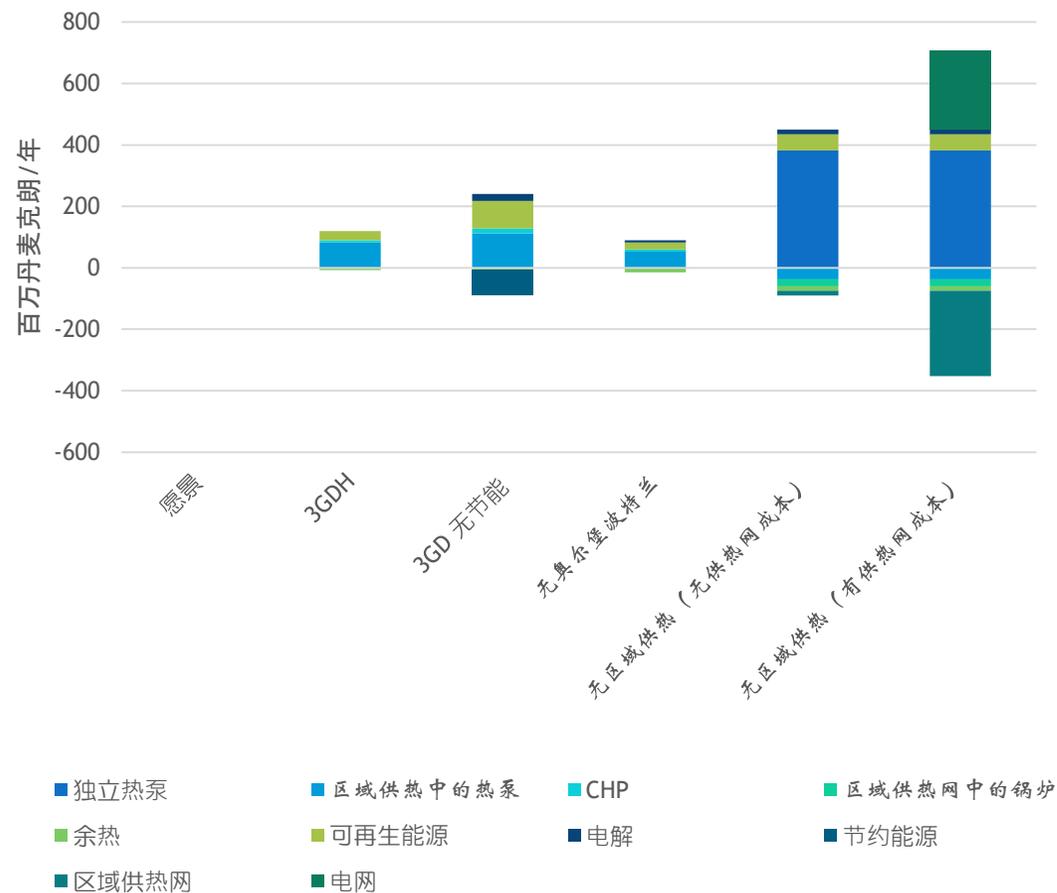


奥尔堡智能能源 100% 可再生资源



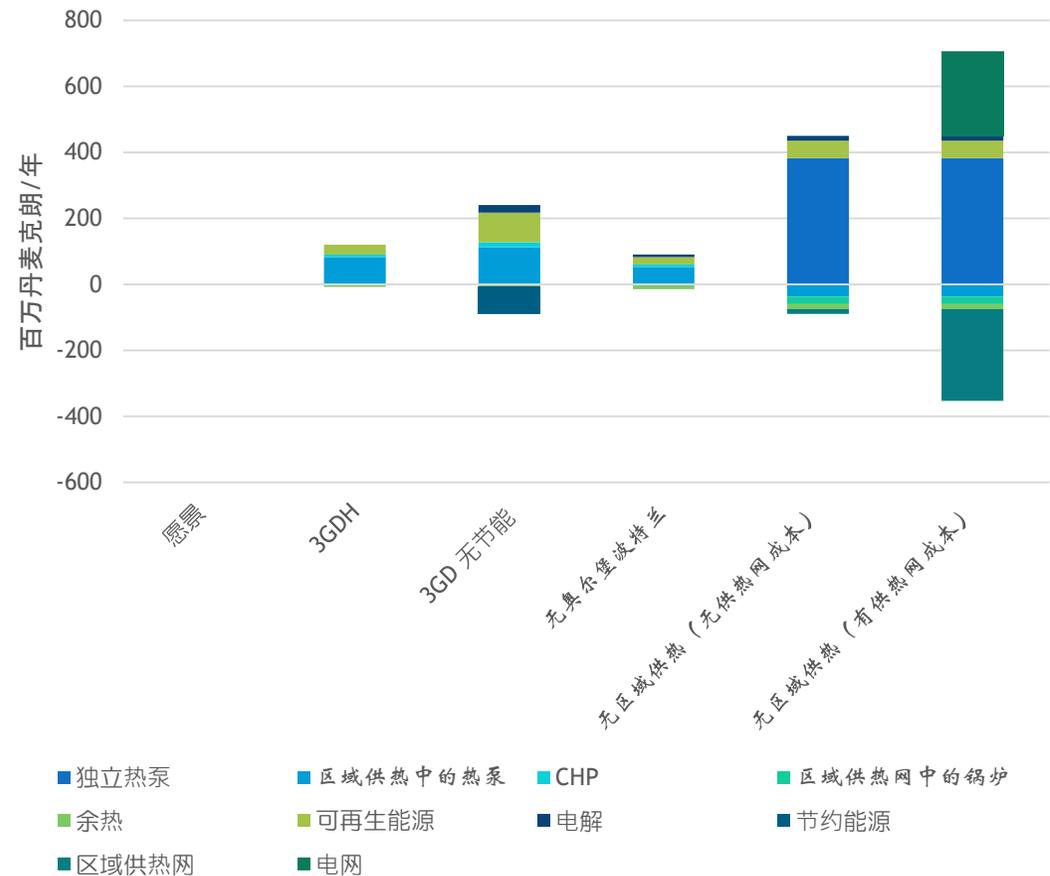
如果没有低温区域供热

- 我们就无法从减少损耗和提高效率中获益
- 无法实现节能



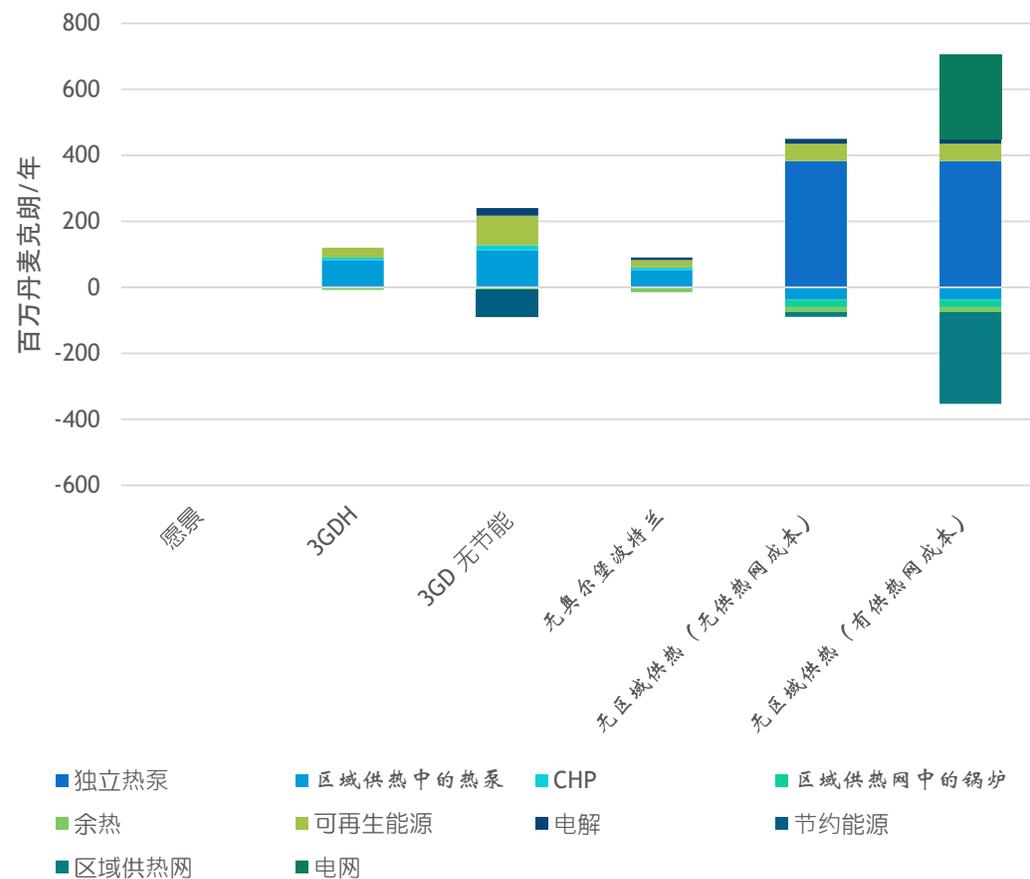
如果没有工业余热

- 我们可能无法过多依赖水泥行业产生的余热



如果没有区域供热

- 如果我们没有区域供热，那么换成独立热泵会带来什么后果



概述

- 在技术上可行
- 可带来技术和社会经济效益
- 需要规划

