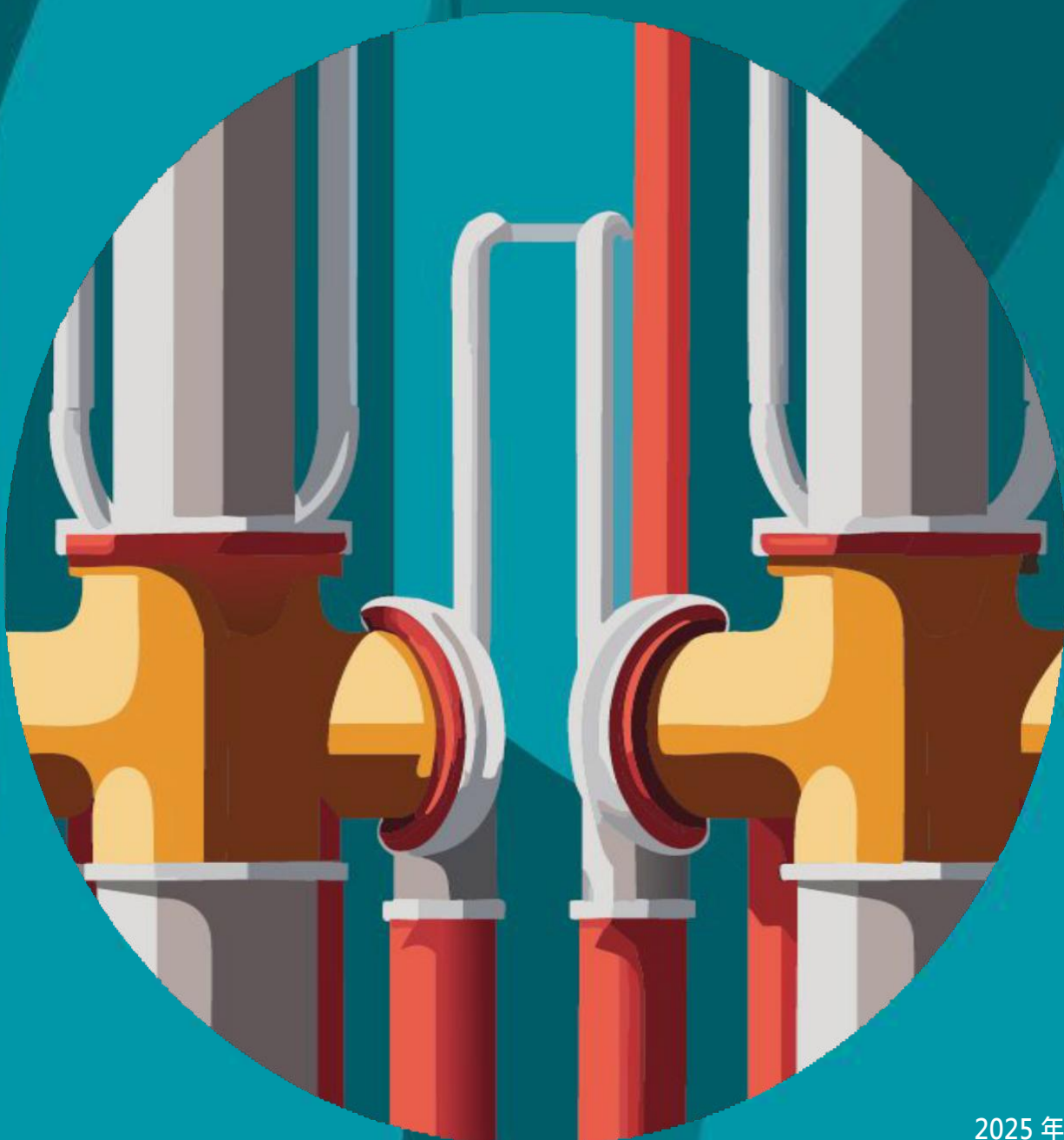


从建模视角看丹麦供热规划

区域供热评估工具（DHAT）的基本原理



2025 年 2 月



Danish Energy Agency

执行摘要

城市供热规划对丹麦供热行业至关重要，综合供热规划强调可持续发展和高性价比的维护。这包括批准区域供热项目，并在不同阶段遵循“城市供热规划”的框架要求。

“城市供热规划”包含以下阶段：评估并绘制热需求图；情景创建，用于评估满足未来热需求的多个解决方案选项；规划阶段，细化选定的城市地区供热规划方案。规划一经批准则具有法律约束力，将确认为最佳替代方案，确保遵守法律并界定了利益相关者的责任。

整个过程被总结为区域供热评估工具（DHAT）。DHAT 由丹麦能源署和外聘顾问开发，是对区域供热进行全面预可行性评估的工具。其具有的多功能性，使其能够应用于不同国家和不同技术。

总之，这一丹麦供热规划方法受到丹麦历史背景的影响，成为不断演进的方法论，体现了丹麦致力于提升供热行业可持续性、透明性和有效决策的决心。本执行摘要简要阐述了报告内容，以提供关键见解，提升人们对城市供热规划的重要性、以及建模和情景创建在促进知情决策中关键作用的认知。

目录

执行摘要.....	1
图目录.....	3
缩略语列表.....	4
简介.....	5
丹麦供热规划简介.....	7
历史概况.....	7
丹表现有供热规划方法 (2023)	9
选择意识.....	9
透明决策.....	12
社会经济评估 (作为企业经济评估的补充手段)	14
情景创建和长期规划.....	15
时间段.....	16
情景创建的方法论.....	18
平准化能源成本 (LCOE) 方法.....	21
结论.....	23
参考文献.....	24
附录.....	24

图目录

图 1: 决策过程 (不同项目的时间线可能不同)	13
图 2: 不同经济分析类型及目的	15
图 3: 不同技术生命周期的两种技术的成本对比	17
图 4: 再投资在目标年份为 2060 年时的情况 (图 4 仅考虑成本 (y 轴) 和年份 (x 轴)	17
图 5: 情景创建方法论概述	18
图 6: 解释方法图示	20
图 7: 可能出现的情景方案概览	20
图 8: 不同情景的结构	21

缩略语列表

CHP	热电联产
DH	区域供热
DHAT	区域供热评估工具
DEA	丹麦能源署
LCOE	平准化能源成本

简介

区域供热（DH）自上世纪七十年代以来一直是丹麦供热行业的基石，但此后发生了很多变化。随着技术革新和供热规划方法日趋成熟，供热工具推陈出新。

随着时间的推移，这些变化受到公共利益、立法和技术发展等多种因素的影响和强制要求。因此，要充分掌握丹麦供热规划的概念，有必要了解丹麦的历史背景和促成丹现有供热方法的历史事件，详述可见“丹麦供热规划”部分。

自上世纪七十年代以来丹麦区域供热一直使用的一大关键因素是情景创建。丹麦政府认为有必要研究多种解决方案，从中找到最为合适的一种。情景创建有多种方式，早期阶段是通过供热分区来确定用区域供热或天然气供热的区域。其目的是在城市地区建立高效、低排放的能源系统，并通过明确分区来防止基础设施过度投资。后来是通过社会经济测算，根据法律要求经项目提案，研究除区域供热之外的其他替代方案。

近年来，除规定的社会经济测算外，还采取了一种更为精细的方法，即建模。许多公用事业公司和市政府为了确保供热行业的协调一致性，注重采用更为全面的方法，以便将不同技术的相互作用、经济成本和供热行业的累积效应考虑在内。

供热行业进行建模的目的之一在于确保决策过程更加透明，不仅要考虑与当前技术的相互影响及作用，还要为决策者提供所需的必要信息。

为确保其他国家供热行业利益相关者能使用类似的方法，丹麦能源署（DEA）于 2016 年开发了区域供热评估工具（DHAT）。DHAT 是一种基于 Excel 的区域供热简单模型，多年来在与外聘顾问的合作下该工具不断得到发展。

DHAT 旨在为区域供热提供预可行性研究，同时考虑到本土人口密度、地形和气候因素，以便开展更切合实际的研究。此外，DHAT 还是一种多功能工具，可供许多不同国家使用，并能同时获取多种技术和方案。

利用 DHAT 进行的分析可用作预可行性研究，在初始阶段确定项目范围，从而有助于早期决策的制定。

丹麦供热规划简介

丹麦现有供热规划是根据过去四十年丹麦政府的经验和方法总结而来。要理解现有的供热规划方法，有必要了解技术和立法的发展和变化，这些发展和变化对丹麦的供热规划方法产生了影响，形成了当前丹麦的供热规划方法论。

历史概况

1972 年至 1990 年，石油危机席卷全球。由于高度依赖从中东进口石油，丹麦深受危机影响。为应对由此引发的严重经济危机，丹麦采取多种措施，降低对进口石油的依赖。

1976 年，丹麦政府制定了全面的能源政策，多项节能措施得以实施：出台能源使用限制、补贴和税收政策；开始在北海开发石油和天然气。

1979 年通过的《供热法》，其中包括供热规划工具，以确保对天然气的使用，并促进发电厂余热利用。

1980 年代，丹麦加强了对国内燃料的重视。1984 年，丹麦开始生产北海天然气，1985 年，丹麦议会决定将煤炭排除在供热规划之外。此外，由于油价下跌，丹麦于 1985 年提高了能源税，以继续强调能源效率和可再生能源的重要性。1986 年的热电联产协议强调了小型热电联产将作为能源政策的发展重点。1990 年的政策旨在提高区域供热中天然气热电联产和生物质供热的利用率。此外，该政策还推动扩大风力发电的安装规模。

1990 年是丹麦区域供热和能源政策迈入新时代的开局之年。所有城市的供热规划都已敲定，为全面、系统的解决地方和区域性的供热解决方案打下坚实基础。此外，各方还共同努力扩大热电联产，特别是大城市大型热电联产厂的供应。这一扩展措施也是优化天然气使用、提高能源效率总体战略的一部分。直到 1990 年，丹麦的 13 个郡（即后来的 5 个大区）在协调全国天然气系统的部署和大型区域供热系统（特别是跨行政分区的供热系统）的扩展方面发挥了关键作用。1990 年是一个转折点，此后，协调的需求受限，《供热法》因此随之进行修改。修改后，只有市政府才是地方一级的供热规划主管机构。

2000 年到 2022 年，电力和天然气行业实现自由化，这是一项重大的政策转变，旨在引入更多竞争，提高能源效率。2002 年，政府采取措施减少对风能和生物质能的补贴，反映出政府注重平衡财政可持续性和推广可再生能源。随后，在 2008 年和 2012 年，政府再次提高补贴，重申丹麦实现绿色转型的承诺和支持可持续能源的长期目标。

2008 年，丹麦能源部长鼓励市政府从单一天然气供热转向使用区域供热。2022 年，由于俄乌冲突使欧洲形势发生变化，天然气价格居高不下，丹麦政府再次鼓励市政府推进供热转型，使用区域供热和独立电热泵供热。

现在对区域供热的发展思路与五十年前相比已经全然不同。未来，区域供热供应商将不再依赖大型生产设备，而是灵活使用多个可根据情况进行开启或关闭来调节的小型绿色生产设备。

本章所述历史事件强调丹麦供热规划的模式转变，也体现出丹麦的供热方法在不同历史时期面临不同挑战，在一次次危机、技术发展和立法变化后，及时调整政策方式以满足新的需求。

丹现有供热规划方法 (2023)

丹麦的供热规划方法整体而言较为复杂，因为涉及因素众多，且需要以全局性视角看待。总结来看，该方法需考虑的因素包括：

- 选择意识原则、多情景开发和透明决策
- 补充企业经济评估的社会经济评估
- 长期规划与方案情景创建及设计
- 平准化能源成本 (LCOE) 方法

这些因素突出了丹麦供热规划的精髓，在每个供热项目初始阶段需要着重考虑，这也说明丹麦供热评估工具 (DHAT) 是一种预可行性研究工具。本章旨在阐述使用 DHAT 时需考虑的这些因素及其作用，以及在 DHAT 工具中如何反映这些因素。

选择意识

在区域供热新建或扩建过程中有多种技术可供选择。为了确定最优技术，有必要确定哪些技术是可实施的，之后评估哪项技术是最可行的。其目的是确保决策过程中信息的准确和全面性（不排除更好的解决方案，而是理解这些方案被否决的原因）。

这一决策过程的底层逻辑总结来说就是“选择意识”¹的概念。“选择意识”不只是字面意思这么简单，它还代表着开发并讨论解决方案的需求和价值，强调在区域供热新建或扩建过程中有多种技术可供选择。

丹麦供热规划的“选择意识”体现了有意识和知情的决策过程，是丹麦可持续能源转型的重要理念。这一概念源于丹麦能源政策的重大转变，尤其是在上世纪七十年代的能源危机期间。正是在此期间，丹麦开始减少对化石燃料的依赖，转向一种更环保可持续的方式。这种转变不仅仅

¹对“选择意识”的表述可见隆德 (Henrik Lund) 所著《可再生能源系统——100%可再生能源解决方案的选择与模型》一书。

是能源的改变，它还代表了思维方式和政策的根本性转变，在能源行业的所有能源利益相关者中培养了一种“选择意识”文化。

“选择意识”旨在推动供热规划和决策过程的技术选择，以激发供热行业内部对技术革新的讨论，这意味着我们能对多种技术进行公平和透明的讨论。

为有效规划并产生一致同意的解决方案，有必要将初步选定的技术与其他替代方案进行进一步评估，以防做出错误选择。当我们只讨论并评估一种解决方案，将其视为现有情况的唯一替代方案时，我们所作的就是错误的选择。此类论述的特点是只评估一种技术而自然排除掉其他技术的可能性。

现在供热行业的组织和企业可能会试图阻止在规划和决策中考虑新的技术解决方案，原因是为了保护自身在政治上和供热生产方面的利益。因此，有些组织和企业可能会努力塑造公众观念，使其认为似乎没有其他替代方案。

现有组织和企业可通过其权力和话语体系设定机制和战略，以排除公开辩论中的技术选择，从而进一步巩固自身利益和产品。排除其他技术替代方案这一行为甚至在方案被提出之前就已经开展，如此一来，公众完全没有机会知晓其他方案的存在。

组织和政府机构可以进一步加强这种做法，因为他们已经形成了路径依赖。这意味着将采用更多手段和措施巩固已实施的路径和技术。这可能阻碍其他路径得以采用，因为现有路径已经受到正反馈机制的影响。正反馈机制指的是如果一条路径此前收到正反馈，那么未来将有更大几率继续执行下去。这样一来，新技术想要在供热行业得以应用就越发困难，因为新技术的比较对象是经验证和已成熟使用的技术。

还有其他因素也可能阻碍新技术的使用，如不愿改变、以及成本和同行压力。利益相关方不愿改用其他发展路径是由上文提到的正反馈机制导致，并对未被验证的新兴技术的使用构成障碍。成本也是一个阻碍因素，因为人们普遍会采用成本最低的技术方案。同行压力对组织和政府部门来说是内、外部因素的双重效应，会影响决策过程，进而影响供热部门将采用的方法和技术。

在丹麦，我们已经多次经历了“选择意识”过程，这些供热行业的转变可以视为范式转变，即思维方式的转变。技术和政策发展在很大程度上促成了这些转变，比如，2010年后，热泵因其高能效和有竞争力的热价得到广泛采用。

这种模式的转变归因于热泵技术的成熟和政治意愿。随着2019年电力供热税收的变化，加强了热泵的商业价值。而这又为区域供热提供了一个可行的替代方案，不仅在供热价格方面具有竞争力，并且凸显了除丹麦供热公司以外的其他相关利益方在非强制连网的新区域安装产热装置的作用。

所有这一切都与丹麦以前的做法不同，丹麦以前的主要做法是利用热电联产进行区域供热，而因为强制连接的规定，新的区域供热地区的建立受到严格监管。由于热供应商此前并未涉及这些区域，他们面临了很多挑战及不确定性。

最近，供热公司已通过使用大型中央热泵来适应这些变化，利用这种模式转变中的新规则，使其最大限度为己所用。

在供热规划中不断提升“选择意识”能让我们全面了解其他可实施的技术替代方案，这将让供热领域在专业知识和技术结构方面更加多元。总体来看，“选择意识”能让公众全面了解不同的供热技术方案，从而做出更具应用价值的正确选择，最终使全社会受益。

此外，随着公众越来越了解不同技术方案，做出误导性选择的可能性也会随之减少。这也将让针对不同技术的公共辩论更加平衡，使任何人都更难以通过权力或舆论操纵结果。

这一现象可见于区域供热方式的转变，即从传统的通过集中式热电联产厂为区域供热向分布式生产装置的转变，后者更加注重技术灵活性。这一转变使更多用户联入区域供热系统，同时也增强了丹麦全社会的区域供热意识。

回顾来看，这种方法就丹麦国情而言十分奏效。但我们也要意识到，这一方法的成功实施离不开政治意愿和技术成熟度。值得注意的是，这一新方法有别于丹麦的既定规范和过往实践经验，这也意味着许多利益相关方需要适应新的做法，从而打破了上述提及的路径依赖。

透明且信息详实的决策过程是全面理解丹麦区域供热的基础。这一点可追溯至上世纪八十年代，即供热规划初期。从那时起，供热规划就一直在此基础不断发展，从区域供热扩展到近年来热泵的广泛使用，一系列措施在技术层面上提高了电气化水平，同时也增强了公众对于技术转变的理解。丹麦整个规划层级都利用传播工具来普及这方面的知识。因此在丹麦，我们将继续发扬上世纪八十年代开始的做法，这有助于决策过程的全面性和丰富的信息量。

透明决策

在丹麦，确保决策过程透明也是重点。这可通过公众参与实现，让相关利益方参与决策过程，并评估不同技术从而使热价更具竞争力。

在确保决策透明方面，必须以通俗易懂的方式向相关方提供信息，且尽量减少行业术语的使用。供热公司在这一方面就发挥着极为重要的作用，要以最简明的方式为相关方提供所需信息。此外，其他可能受到影响的相关方也需要知晓该地区所发生的变化，可以是信息层面，也可以是某种程度的参与。

也就是说，需要与利益相关方使用同一种语言，因为各方对于工作重点的认知可能存在差异。因此要打破壁垒，明确各个利益相关方在项目中对决策的影响程度，而不是让他们认为对整个项目都有发言权。

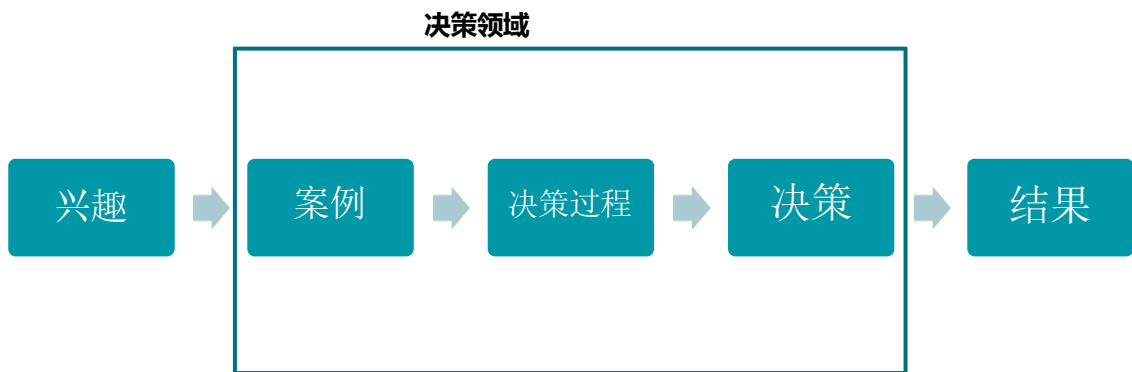


图 1: 决策过程 (不同项目的时间线可能不同)

图 1 说明基于透明决策的假设，一个项目可能涉及的决策领域。为更好理解图 1，各环节具体解释如下：

兴趣：指将不同技术引入决策所需的动机，可以是推广特定技术的经济激励或是政策激励。保持技术中立是确保决策公平的核心。

案例：每种技术或解决方案必须与实际情况结合。因此，必须研究具体情况下技术和立法上的可能性，以确定合适的技术或解决方案。

决策过程：在决策过程中，让利益相关方知晓所考虑的技术或解决方案至关重要。有必要探索多种方案并通过建模或社会经济分析的方式设定情景，以确保公平透明。同样重要的是，还要强调不同参与者的影响程度，确保程序合法。

决策：决策基于技术可行性，并受本土情况影响。

随后，可通过解决方案、实施以及就相关解决方案达成共识来评估具体的决策过程。

需要注意，参与能源项目的程度和意愿很大程度上取决于本土情况和所考虑的技术或解决方案。因此，必须强调的是，要具体情况具体分析，不能一刀切。也就是说，在一个项目上透明合

法的决策过程，但在另一个采用相同程序的项目中，程序可能会变得不完善、不透明。因此，需要在一定程度上反思不同的决策过程如何确保期间的信息量和透明度达到最佳。

丹麦供热规划的整体方法不仅包括软要素，如前几节强调的人为因素，还包括以建模、情景创建和社会经济分析为形式的更系统的技术和解决方案。在接下来的章节中，将对此进行详述，旨在使人们深入了解这一因素的技术方面，以及在 DHAT 中如何得到应用。

社会经济评估（作为企业经济评估的补充手段）

在丹麦，《供热法》要求区域供热公司推广能让社会经济效益最大化的解决方案，但这具体意味着什么？

本节将阐述“社会经济评估”如何真正影响丹麦供热规划、实现“社会经济评估”这一目标的方法以及在 DHAT 工具中如何得以应用。

公共事业公司（供热公司）如果有计划改变某一区域的供热方式，就必须准备一份带有社会经济分析的项目提案²。社会经济分析将拟议项目和其他类型的供热方式（即替代方案）进行比较，并通过具体评估，证明该项目可实现社会经济效益最大化。“社会经济分析”的概念包括系统地评估对社会的利弊（社会经济成本效益分析）。分析结果是一份以精确成本计算的社会经济结果说明。

在编制项目建议书时，必须从企业经济、用户经济和社会经济三方面介绍所审查的替代方案的影响。企业经济分析和用户经济分析的目的是让作为审批机构的市政府了解项目建议书对企业

² 《供热法》涵盖的项目包括所有公共利益项目或所谓的集体供热项目，包括：

- 所有输配和生产区域供热的项目，但发电量超过 50 兆瓦的热电联产厂除外；这些热电联产厂由部长根据《电力供应法案》批准
- 向热用户供热总量大于 250 千瓦的项目
- 所有燃气输配项目

和消费者造成的经济影响。社会经济分析旨在明确相关的替代方案中，哪个最具经济优势。根据相称性的一般原则，市政府有义务选择干扰性最小，但合法且充分的手段，来实现预期结果。因此，在根据《供热法》处理项目提案时，如果社会经济评估无法明确支持或反对某个提案，市政府可从企业经济和用户经济角度评估项目。

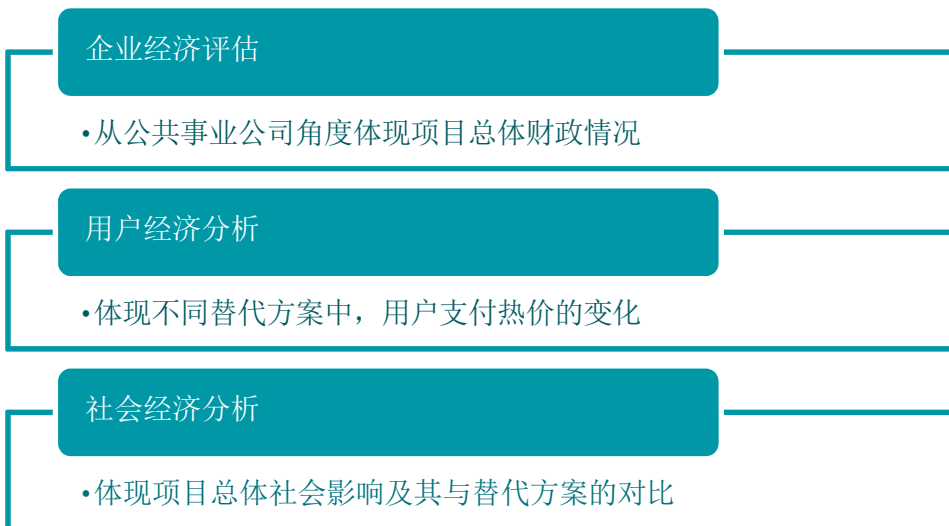


图 2: 不同经济分析类型及目的

项目提案通常基于新建供热系统，或对现有供热系统进行改造或扩建的需求。

DHAT 工具为多用途模型，该工具支持包括边际成本计算在内的“平准化能源成本”（LCOE）测算（详述可见“平准化能源成本”方法一节），供热规划项目可行性研究和社会经济分析（本节已详述）。

情景创建和长期规划

丹麦供热规划中的“情景创建”是管理和开发供热解决方案战略方法的一个重要方面。这一过程包括创建多种可能出现的情景或模型，反映供热行业可在未来采用的不同方案。“情景创建”具有多种功能，从协助知情决策和风险管理，到制定政策和促进利益相关方参与。这些情景可包含各种能源选择、技术进步、监管变化和消费者偏好的转变。这些情景的创建为了了解供热行业可能面临的一系列潜在发展和挑战奠定了基础。情景一经创建，社会经济评估就开始发挥作用。这一方法确保丹麦供热规划稳健，具有前瞻性，并符合目前和未来的需求。

在丹麦，情景创建可由多种方法实现，多年来不断演变发展，以满足不断变化的情景创建需求。

早年间，情景创建主要通过社会经济分析进行，根据《供热法》，对比区域供热与其他替代方案，大多数情况为天然气。将此与前文“选择意识”联系起来，有人可能会认为，鉴于对采用和实施区域供热的大力推动，由于缺乏探索其他技术替代方案的意愿，情景创建这一方法可能只会提供有限的选择。不过，应该指出的是，这种设想只是一种可能性，并不一定是现实情况，因为在社会经济背景下，要找到一种在经济上能与区域供热竞争的替代技术，在技术上可能并不可行。

近年来的情景创建与过去相比发生了很大变化。现在，情景创建通常与建模相结合，将建模工作中的数值和情景纳入社会经济分析。需要说明的是，建模通常会生成许多假设情景，这不仅是对不同的可能性进行压力测试，即测试系统的稳定性和不同的可能性，也是为了更好地了解技术和生产分布的变化会如何改变区域供热系统内部的动态，例如改变运营策略，这可能会改变生产能力，进而最终影响资本和运营支出。因此，并非所有情景都能产生具体的可行性研究结果。

不过，这种将建模与社会经济分析相结合的方法，让我们更容易识别不依赖于用户个人知识的情景或替代方案。因此可以认为，情景创建这种新开发的方法有助于我们做出“真正的选择”。

时间段

创建情景时，必须确保在同一时间段内进行比较。如果不能保证，就需要在测算平准化能源成本（LCOE）时考虑这一点。

在丹麦，通常采用以下两种方法：

·技术生命周期：这一方法对比不同技术的使用寿命。如果周期存在差异，则对需要延长寿命的技术进行再投资，因为可以认为这种融资无论如何都会在未来发生。

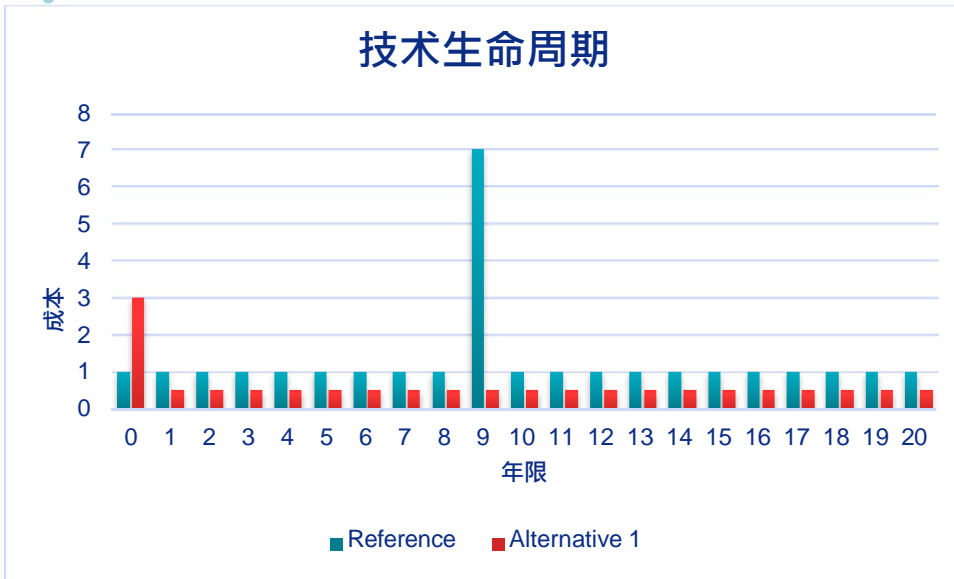


图 3: 不同技术生命周期的两种技术的成本对比

如图 3 所示，在第九年对参照情景进行了再投资。图 3 仅考虑成本（y 轴）和年限（x 轴），本例中为 20 年。

·目标方法：这一方法从某一特定年份开始，通常与政治目标挂钩。对丹麦而言，特定年份为 2030 年和 2050 年，而对中国来说就是 2030 年和 2060 年。在这一方法中，技术的生命周期被延长，直到达到目标年份。

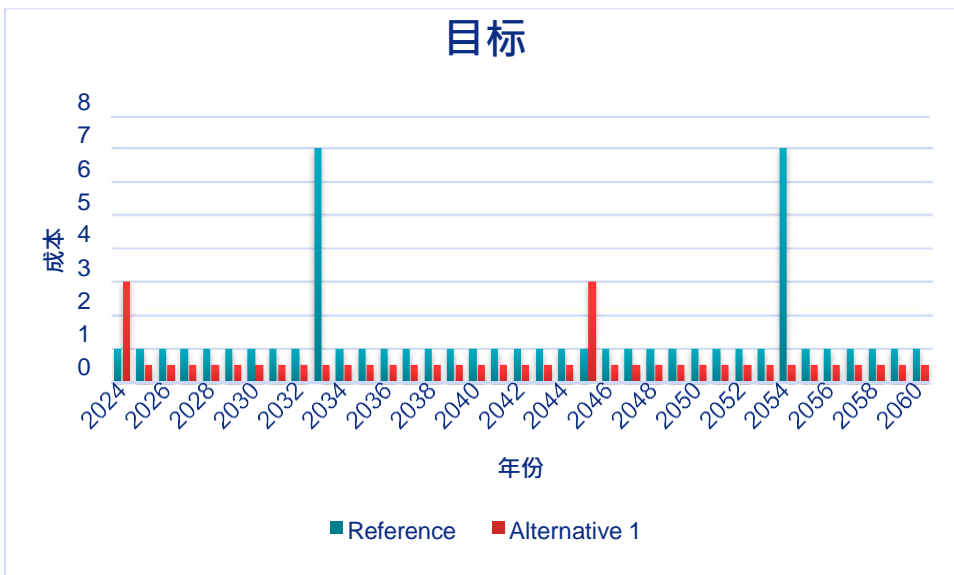


图 4: 再投资在目标年份为 2060 年时的情况 (图 4 仅考虑成本 (y 轴) 和年份 (x 轴))。

到底选用哪种方法很大程度上取决于情景的预期用途。因此，不能以一种方法取代另一种方法，可以说这两种方法有许多相似之处。然而，创建远期情景存在不确定性，因为这涉及到许多未知因素，而且我们无法预知政策变动、技术发展等因素。

因此，假设情景基于假设而创建，通常会对这些假设进行批判性分析，以揭示其对情景目的利弊。此外，还对利率、项目评估时间等主要参数进行了敏感性分析。

在 DHAT 工具中，这两种方法都可以使用，但需要根据情景创建的目标选择更为合适的方法。

情景创建的方法论

丹麦的情景创建方法致使了很多情景假设的产生。这通常是通过一种方法来实现的，即根据区域供热的技术发展和政策目标，来规划可能的情景。通过这种方法，能够让用户不受已有知识的限制，也为进行情景模拟的用户带来学习的机会。

在创建情景时，重要的是评估该情景是涉及新的区域供热系统还是现有系统。本节将详述新的区域供热系统的优点和不确定性。



图 5: 情景创建方法论概述

需求

首先，情景创建是从需求端入手的，一般基于对连入供热系统的用户数量进行测算。其次还要关注节能量，20 到 40 年间的预计人口增长和本地建筑开发情况，这些通常是丹麦的市政规划的一部分。

技术

在评估了哪些技术能满足需求后，要将重点放到测算短期和长期效率上，因为这与成本密切相关，其目的是评估满足最具成本效益的方法。在丹麦，这与努力为消费者实现尽可能低的热价有关。尽管这一方法可能在中国并不适用，但是可以考虑采取类似的策略，考虑最具成本效益的供热方式。

另一关键因素是丹麦有意愿采用多样化的技术，从而建立多个生产单元来满足需求。

燃料结构

对燃料结构的评估包括确定要使用的燃料类型、考虑是否可将可再生能源并入系统，以及评估二氧化碳减排量。

现有区域供热系统的方法在一定程度上与新建区域供热系统方法相似，但有几点主要差异需要强调：

在规划现有区域时，需要将已连接的用户包括在内，并采用现有技术来满足现有需求。因此，在技术方面，目标是在现有系统的基础上找到最合适的技术。这就降低了选择技术的灵活性，因为必须考虑到已在使用的技术。

避免沉没成本至关重要，因此必须从系统的整体角度出发，评估新技术和现有技术之间的相互作用。重要的是要考虑不久的将来，现有技术将达到其技术生命周期的终点。

此外，现有区域内连网用户的数量也更为确定，这可以加强论证，也能进一步说明项目的可行性。

这两种方式有共通的部分，即不断优化并评估结果，直到得到满意的结果或方案无法进一步优化。

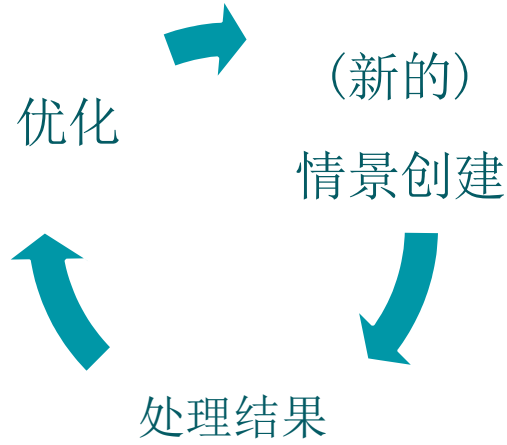


图 6: 解释方法图示

图 6 展示了这一方法，即在得到满意的结果或方案无法继续优化之前，不断优化并评估结果。图中标注“(新的) 情景创建”，应理解为方案的初始创建，每经一次优化，都会出现一个新的方案。

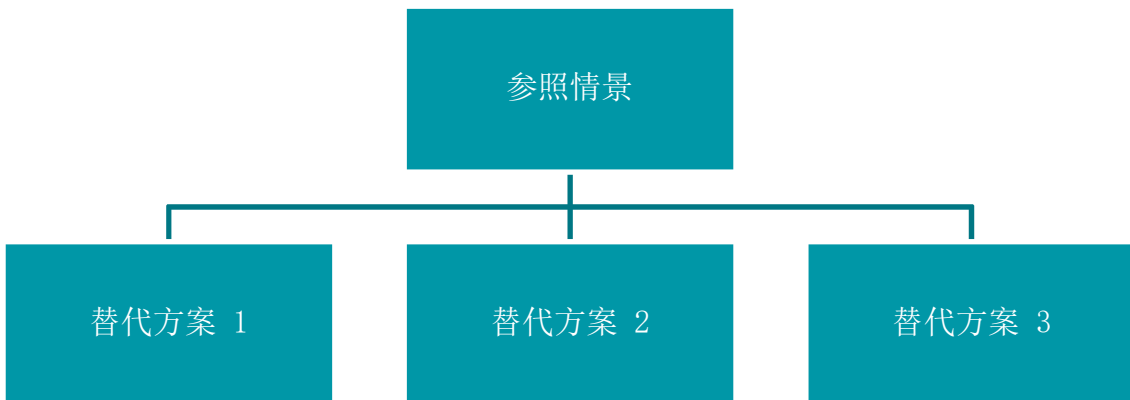


图 7: 可能出现的情景方案概览

如前所述，我们会创建出很多方案，图 7 就体现了所有可能出现的情况，这也是在丹麦进行情景绘制的常用方法。首先，我们有一个参照情景，目的是对现有产能和需求进行绘图。基于假设情景的目的，通常使用的是“冻结政策”方法或考虑计划变化的方法，并将该时期的目标考虑在内。为加深理解，图 8 包括了这两种方法。

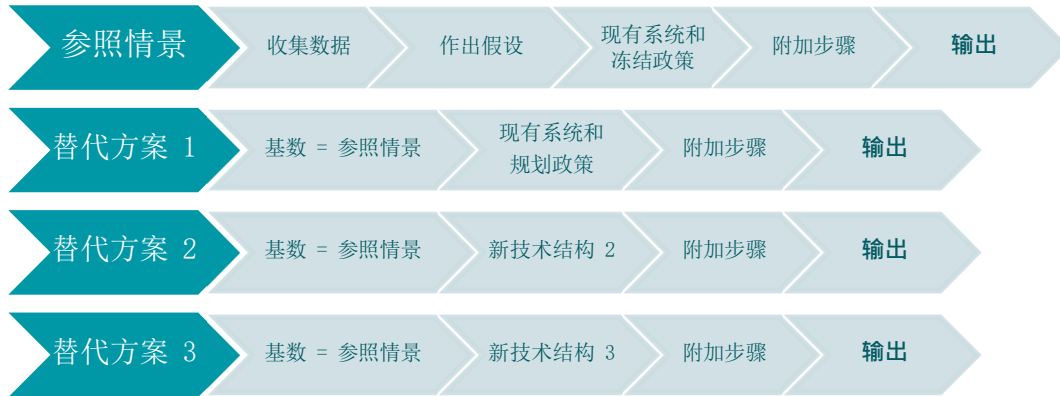


图 8: 不同情景的结构

图 8 说明如何构建各种情景。这是为便于理解而简化过的流程，但基本上这个流程从参考方案开始，并说明了实际创建过程。“附加步骤”包括要对相关参数和容量优化等进行敏感性分析。因此，要确保优先考虑这些因素，并分配适当资源。

在所有方案创建完成后，向决策者展示结果并解释其实际意义至关重要，这可以与“选择意识和透明决策”章节联系起来。此外，还创建一些情景，也是为了让用户进一步了解相关系统。这些创建出来的情景可能不一定用在决策过程中，但可以作为整体方法的关键元素。

关于如何评估一个方案是否合理？这就要用到平准化能源成本（LCOE），下一节将对此进行详细说明。

平准化能源成本（LCOE）方法

平准化能源成本（LCOE）方法指的是将所有预计支出和收入折算为特定年份的净现值，相当于消费者的平均预期价格，以偿还所有成本。这一概念被应用于 DHAT 工具中。

LCOE 是丹麦供热规划中重要的分析工具，用于评估不同供热方案的成本效益。LCOE 表示每单位产能的平均成本，计算范围为能源生产资产的生命周期。LCOE 在丹麦供热规划中的主要功能是提供一种标准化的综合方法，用以比较各种供热方案的经济可行性，包括传统的化石燃料系统和可再生能源替代方案。通过评估不同能源和技术的长期成本，LCOE 可协助决策者确定最具成本效益和可持续性的解决方案，以满足整个国家的供热需求。

另一方面，净现值是一个财务概念，指的是未来现金流按一定比率与当前价值进行的折算，从而可以对具有不同时间线和现金流状况的项目进行比较。当应用于能源项目时，考虑到资金的时间价值，净现值有助于让我们了解项目生命周期内的经济效益或成本。

LCOE 法和净现值法共同构成了评估能源项目长期经济效益的综合方法，对做出有效的能源规划决策至关重要。

从社会角度来看，这一方法能够用于比较供热技术的替代方案。LCOE 测算与模型中的其它计算使用相同的技术数据和成本估算。因此，当成本估算和价格预测发生改变时，LCOE 的测算结果将自动根据当地情况进行调整。为比较成本结构，所有技术的LCOE 计算默认为 5000 满负荷小时和 200 满负荷小时，分别代表电厂的基础负荷情况和峰值负荷情况。不过，用户可以自行设定满负荷小时数。这样一来，用户就可以很容易地看到投资成本高、边际成本低的电厂（典型基础负荷电厂）和投资成本低、边际成本高的电厂（典型峰值负荷电厂）在成本构成上的差异。

此外，用户还可以就推广哪些技术提出想法，从而产生改变框架条件的政治激励，以确保私人投资者从社会角度选择最佳技术。社会最优决策通常不同于私营实体的最优决策。这一方法将社会经济边际成本和私营经济边际成本计算在内，但不包括年化投资成本和固定运维成本。此外，按照可行性研究方法（遵循标准成本效益分析评估方法）计算边际成本比较，显示热电联产厂相对于凝汽式发电厂和锅炉的社会效益更佳。参考技术的成本（包括对新的独立供热技术的再投资）与建立区域供热项目作比较，比较对象包括生产技术和区域供热网络。区域供热网络的发展将持续数年。在此期间，部分家庭依然会使用独立供热形式，这也包含在该项目中。

结论

总的来说，丹麦区域供热系统的发展历程是一个动态的过程，自其建立以来一直受到公共利益、立法变化和技术进步的影响。这一供热规划方法经多年演变日趋成熟，整合更多的工具和方法，以应对供热行业的复杂性。

促成这一进步的关键在于情景创建，该方法旨在探索不同解决方案，并在众多方案中确定为合适的一个。区域供热系统最初侧重于供热分区和社会经济测算，近年来侧重于采用更为全面的方法，以建模的方式考虑整个供热行业内不同技术的相互作用、经济可行性和其它累积效应。

模型的引入对于建立透明决策过程至关重要。决策者能够全面了解现有技术及技术间的相互作用，进而做出明智的选择。DHAT 工具试图捕捉所有这些信息，以便其能够在国际背景下用于更多国家。

DHAT 的开发是为确保对区域供热进行预可行性评估，考虑到包括人口密度、地形和气候在内的本土因素，以进行更切合实际的研究。重要的是，DHAT 是可供各国使用的多功能工具，可同时容纳多种技术和方案。

DHAT 工具的分析能力可用于进行预可行性研究，极有助于项目开发的早期决策阶段。从本质上讲，丹麦的供热规划方法是受历史背景影响，在不断发展的方法论基础上形成的。

附录

术语解释：

相称原则

相称原则是法律和伦理学中的概念，建议当局的行动应在情况或意图防止伤害的情况下保持平衡，不应过分。它常常用于人权、宪法和行政法领域，以防止不必要地侵犯个人权利。

冻结政策

冻结政策通常指的是一个政府或组织的政策在较长时期内保持不变，即使外部条件可能已经发生变化或需要更新。这表明政策已经停滞或固定不变，并且不愿或抵制进行修改，即使这些变化可能是必要的或有益的。这有时是由于官僚主义惯性或政治因素导致政策难以适应新的挑战或现实。冻结政策可能具有正面或负面含义，这取决于所讨论的政策在其当前形式下是否合适或过时。

沉没成本

沉没成本是指已经发生但无法收回或挽回的费用或投资。在商业和经济领域，这些成本通常与过去在项目、资产或资源上的支出有关，无论未来如何决策，都无法撤销。沉没成本通常不应影响未来的决策，因为它们与未来行动无关；相反，决策应基于未来的成本和收益。本质上，沉没成本是无法改变或收回的成本，不应纳入考虑是否继续或放弃项目的考虑因素。