

丹麦区域供热评估工具 (DHAT) 技术指南



2025年2月



Danish Energy Agency



执行摘要

《丹麦区域供热评估工具（DHAT）技术指南》是一份综合性技术指南，旨在帮助用户有效使用DHAT 工具。通过实际示例，本指南旨在帮助用户开始使用DHAT 和进行基本计算。其目的是丰富用户对 DHAT 不同元素和选项（Excel 中工作表）的认知，加深对该工具设计原理的理解，并深入了解丹麦的供热规划方法。

DHAT 作为一项专业工具，旨在促进预可行性研究的执行，主要目标是明确并绘制经济和环境可行性的方案。在这一初始阶段之后，可以开展可行性研究，以进一步检查所确定方案的优势和劣势。

DHAT 植根于丹麦的供热规划方法，强调推广多种方案，并参与全面的调查过程，为用户推荐最佳的技术解决方案。能力发展是一大重要方面，因为创建场景需要技术专长、收集数据和制定假设的能力，三者缺一不可，由此才能确保测算结果能够反映现实情况。

本技术指南旨在提供对 DHAT 工具的全面理解，解释其各种功能和基本原理，目的是提供所需知识，以使用户理解其背后逻辑，从而有效使用这一工具。



目录

执行摘要.....	1
目录.....	2
图目录.....	4
表目录.....	5
缩略语列表.....	6
简介.....	7
免责声明.....	7
1. 用户界面.....	8
故事线.....	8
场景.....	9
管网.....	10
独立供热.....	11
集中式供热.....	11
工作流程.....	13
DHAT 之外的处理和测算.....	14
2. 数据管理和敏感性.....	15
中国和丹麦.....	15
场景和故事线.....	20
处理结果.....	24
图表、评估和结果.....	24
图表页 (Graphics).....	25
评估页 (Evaluation).....	26



结果页 (Results)	29
输入.....	30
燃料.....	32
技术.....	33
需求.....	33
选择.....	34
管网.....	35
支持.....	35



图目录

图 1. “故事线” 选项界面.....	8
图 2. 如何编辑一个场景.....	9
图 3. “管网” 选项界面.....	10
图 4. 独立供热生产单元界面.....	11
图 5. 集中式供热生产单元界面.....	12
图 6. 方法论方法下的场景创建概述.....	20
图 7. 诠释学方法图示.....	21
图 8. 可能出现的场景概述.....	22
图 9. 不同场景的结构.....	23
图 10. DHAT 的工作流程.....	24
图 11. “图表” 部分 “图表” 功能及数据来源.....	25



表目录

表 1. “评估” 选项中表 E1-E7 的解释	27
表 2. “评估” 页中表 E8-E14 的解释	28
表 3. 丹麦供热公司以净现值计算经济成本示例	29
表 4. 丹麦供热规划替代计划和假设	31
表 5. 分析和证明材料的假设来源	31
表 6. 气候区释义	34



缩略语列表

[RE]	可再生能源
[LCOE]	平准化能源成本
[NPV]	净现值
[DH]	区域供热
[DHAT]	区域供热评估工具



简介

本技术指南旨在为用户介绍DHAT 中的主要工作表，通过示例帮助用户初步了解DHAT 的使用方法并进行基本测算。本技术指南的目的是丰富用户对 DHAT 不同构成和选项的认知，加深对该工具设计原理的理解。

DHAT 是一项用于预可行性研究的工具，主要目标是明确并绘制经济和环境可行性场景。之后可进行可行性研究，以进一步评估各种场景的优缺点。

该工具基于丹麦的供热规划方法，强调促进多种场景的应用，并参与全面的调查过程，以形成最佳的技术解决方案。这一过程的另一成果是能力发展，因为创建场景需要技术专长、收集数据和制定假设的能力，三者缺一不可，由此确保创建的场景准确反映现实情况。

本技术指南旨在提供 DHAT 工具的全面信息，解释其各种功能和基本原理，目的是加强用户对这一工具及其背后逻辑的理解。

免责声明

DHAT 工具主要用于预可行性研究或验证和支持现有的预可行性分析。它不能代替具体项目的详细测算，因为其结果是指示性的，需要经过单独、具体项目的测算才能应用。DHAT 内的数据应根据当地或国家情况进行调整，使结果具有现实意义。值得注意的是，DHAT 的 Excel 版本是为培训而设计的，其包含的数据也针对培训。因此，应谨慎处理该工具输出的结果，其数据不应在未经验证的情况下用于外部测算。



1. 用户界面

本章将通过两种不同方法介绍 DHAT 的用户界面。重点在于呈现简单界面和技术界面的操作方法，并以屏幕截图的方式进行演示。

简单方法仅需预设的输入和场景，是评估不同方案影响的直接方式。

相反，技术方法让用户可以自定义数据并创建自己的场景和故事线，该数据分析过程更为详细，灵活程度更高，用户可自行控制变量。

故事线¹

在“故事线”中可确定需要进行测算的场景。“故事线”是 DHAT 测算的最终结果，可以看到不同场景的对比。

Table SL1					
MRO test					
Coal test					
<Storyline 03>					
<Storyline 04>					
<Storyline 05>					
<Storyline 06>					
<Storyline 07>					
<Storyline 08>					
<Storyline 09>					
<Storyline 10>					
<Storyline 11>					
<Storyline 12>					
<Storyline 13>					
<Storyline 14>					
<Storyline 15>					
Source: Table SL2					

Table SL2					
	Scenario composition of storyline				
	1st scenario	2nd scenario	3rd scenario	4th scenario	5th scenario
MRO test	Excess heat	Heat pump air only	Heat pump and electric boi	CHP Gas	Coal heat
Coal test	Excess heat vs coal	Heat pump air only vs coal	Heat pump air + el boiler only vs coal		
<Storyline 03>					
<Storyline 04>					
<Storyline 05>					

图 1. “故事线” 选项界面

¹ 在 Excel 或数据分析中，“故事线”通常是指根据数据构建或解释的描述或事件序列。“故事线”是以讲述连贯故事的方式组织和呈现数据，帮助读者理解数据所揭示的背景、趋势和见解。Excel 中的“故事线”一词并不是指软件的功能或特性，而是指数据解释和呈现的方法。



如图所示，我们给一个故事线命名后，可在其中添加多达十个场景。要命名场景，只需在表 SL2 的 B 列键入名称，然后使用下拉菜单选择要包含在故事线中的场景。在一张 DHAT 表格中可以包含多达 15 个不同的故事线。如果需要更多场景，则必须制作更多的 excel 表格。

要测算场景和故事线，请点击页面顶部的“重新测算所有场景”。

场景

下图为带有输入框的“场景”选项示例。

Category	Unit	Input
Scenario Name		Excess heat
Scenario Explanation		Excess heat
Individual Heating mix		g100
Network		Open high
DH Plant mix		Excess heat
Electricity substituted		NatGas
Fuel prices		Highgas
Taxes / Subsidies	Choice	None
Project Start	Year	2020
Maximum Build Time	Years	2
Phase-In Period	Years	5
DH operation years	Years	40
Consumer Heat Price	% HH LCOE*	100,00%
Interest rate	% *	2,30%
Connection start level	% *	0,00%

图 2. 如何编辑一个场景

在“场景”选项中，可以使用对话框填写测算场景所需的信息。可以在相应选项中选择独立供热组合、供热管网和区域供热组合。

其他输入字段用于选择哪些其他假设应该进入场景，例如经济因素和构建时间，也可选择燃料价格场景，税收和补贴与电力替代。这些选项在 Excel 页面蓝色表格中定义，必须直接输入相关数据。



作为对照，在此对话框中可比较集中式供热、供热管网和独立供热的净需求量（Net demand）数值。

场景可用于比较许多不同的参数。丹麦的一个典型案例是将由天然气锅炉供热的地区改为区域供热。基准场景是独立燃气锅炉，即现有选择。该基准场景在独立供热方案工作表中有所显示。为了进行比较，可以使用不同的集中式供热方案组合，代表区域供热的不同选择。测算结果将显示哪些方案最为可行。

管网

“管网”选项用于测算区域供热管网的成本。

The screenshot shows the 'Network Details' window with the following data:

Network Description				
	Ground Area (1000 m ²)	Net demand (GWh/y)	Unit Demand (kWh/y)	Connection level (%*)
Open-Low	11000	225	18135	100%
Block-Low	11000	405	12075	100%
Dense-Low	17600	620	10450	100%
Dense-High	19464	1654	8000	100%
Open-High	17600	1496	7500	100%
Sum	76664	4400		
				DH net demand (GWh/y)
				4400

图 3. “管网”选项界面

在“管网描述”中，有五类不同城市建筑密度的占地面积。输入每种建筑密度的占地面积和净热需求。单位需求是单个消费者的热需求。在一个区域内，如果不是所有消费者都希望连入区域供热系统，那么连接级别可以设置为低于 100%的数值。可以控制净需求的总和等于区域供热净需求。

FOPEX 是固定运营成本，VOPEX 是可变运营成本。可将资本支出应急开支（CAPEX contingencies）设置为百分比，并将其添加到计算的资本支出中。可将资本支出应急开支反映的是建设区域供热网络的不确定因素，通常会有一些不可预见的成本。



独立供热

“独立供热”选项用于明确区域供热替代方案的基准测算。

Technology	Share
Wood stove	10,00%
Heat pump - air to water	70,00%
Gas boiler	10,00%
Electric heating	10,00%
Sum ok	100,00%

图 4. 独立供热生产单元界面

可在下拉列表中选择技术组合，并将其明确为总需求的百分比。其思路是有可能在现有城市中，有一个区域使用的是多种独立供热解决方案。不同技术的占比总和必须为 100%（总和栏已将 100% 设为固定值）。技术无需按占比大小排列。

集中式供热

在“集中式供热”选项中，可定义一个区域供热的热需求和产热方式。



Centralised



Select Mix

01 - Excess heat

DH Plant Mix	Technology	MW	
Excess heat	Excess Heat - directly	60	Load Mix
Net Demand (GWh/year)	Heat Pump -excess heat	0	Refresh
333	Electric boilers	80	Save Changes
Climate Zone			Clear Current Input
Climate zone 3			
Network Heat Loss (%*)			
16,00%			
Hot Tap Water Share (%*)			
20,00%			
Max Load MW			
132	Sum: Capacity is ok	140	

*) this field should contain a % sign

图 5. 集中式供热生产单元界面

生产调度非常简单，第一种生产技术会尽可能多地满负荷生产。如果需求大于生产，则第二种技术将尽可能多地生产。然后是第三项，以此类推。因此，在这个输入框中，技术的顺序非常重要。从下拉列表中选择技术，输入的数值是以兆瓦（MW）为单位的生产能力。产能总和可以与最大负荷（MW）进行比较。最大负荷（MW）的测算基于净需求、气候区、管网热损失和生活热水占比。如果其中任何一项发生变化，最大负荷也会随之变化，但变化幅度可能很小。

净热需求是区域供热管网中用户的热需求。输入的热损失量将被增加到净热需求中。总和就是总热需求。生活热水占比是按净需求的百分比计算的，因此不会影响总热需求。



工作流程

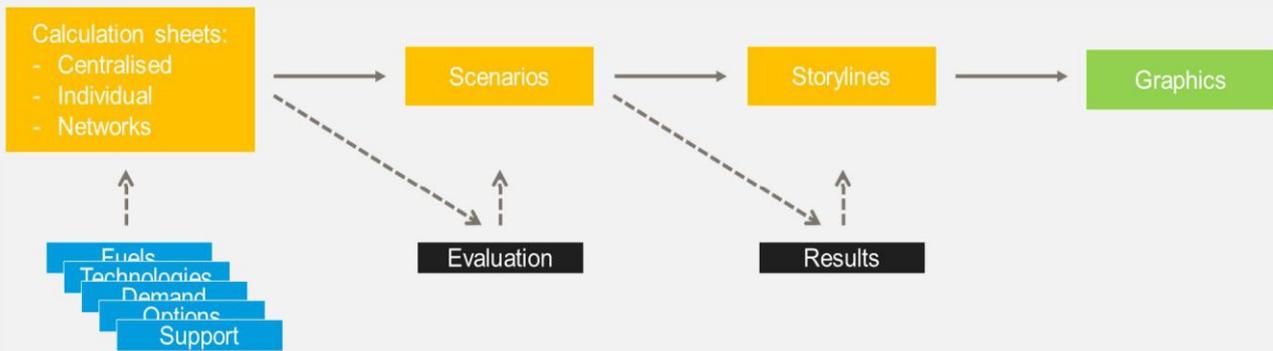
制表/建模简介

此表格为区域供热评估工具（DHAT）的构成。用户将主要使用黄色测算工作表进行测算。初步结果见绿色工作表，二次结果见黑色“结果和评估”工作表。黄色测算工作表的测算基于输入的数据和蓝色工作表中的相关数据。用户在使用工具前应核对蓝色数据表中的数据。

使用黄色工作表进行测算时，最合乎逻辑的顺序是：

- 集中式
- 独立式
- 管网
- 场景
- 故事线
- 图表

流程图解



上图为 DHAT 工作流程，也可在excel 表格的“简介”选项里查看。

进行测算首先要在测算表中选择相关数据：集中式供热、独立供热和供热管网。然后定义相关数量的场景并输入到故事线中。每一个测算表都应单独填写，以确保输入所需的数据。为保证 DHAT 的正常使用，不需要更改蓝色数据表。

不同颜色工作表的含义：

蓝色工作表：用户需要输入并核对数据
白色工作表：为用户提供建模相关信息
绿色工作表：初步结果
黑色工作表：二次结果
黄色工作表：测算



选项颜色可以进一步检查。新用户主要使用的是黄色选项。可以在下拉菜单中选择多个测算选项和场景，或在输入框中输入。有些结果在输入数据后就能显示出来。不过，在所有场景测算完毕后，主要结果会显示在图表（Graphics）工作页中

蓝色工作表包含测算所需的所有数据，如燃料价格数据、技术数据、气候数据等。所有的数据和数值都可更改，但需要精通 excel 的用户进行更改。新数据必须经过仔细评估才能输入并替代现有数据。输入新数据（如气候数据或能源价格）可以更好反映该地区的情况，因此意义重大。

黑色工作表显示二次测算结果，可以更详细地进行测算、检查结果。通常情况下，普通用户不使用这些工作表。

DHAT 之外的处理和测算

DHAT 测算所需的一些数据是综合性的，不容易收集。不同地区的情况也有差异，有时很难找到某一地区的净热量需求、消费者数量或现有的供热情况，类似所需的数据还有很多。这些数据可能无法通过 DHAT 的测算得出。用户可以通过 DHAT 模型添加新的工作表或选项，也可以在单独的工作表中进行计算。

对于管网测算，Google Earth 可用于测量占地面积。Google Earth 的街景功能可对建筑类型和面积进行粗略估计。这些数据可以用于管网测算。

在开始测算之前，先确定 DHAT 测算的目标可能会有所帮助。这可以通过几种方式实现。一种是从故事线开始，从前往后走。比如，目标是比较三种不同的区域供热生产类型和一种独立燃气锅炉供热（基准场景），之后研究不同方案的细节。另一种是从后往前，即先明确测算的不同组成部分，之后添加到故事线中，然后得出测算结果。



2. 数据管理和敏感性

本章将研究 DHAT 工具中的数据。主要数据来源于丹麦技术目录，是丹麦区域供热测算分析的基础。不过，用户在调整这些数据以适应当地或国家条件时应谨慎行事。为了解 DHAT 中使用的数据的敏感性，我们按顺序对这些数据在丹麦应用中的情况进行了评估。

本章详细介绍了所需数据的程序以及对数据敏感性的评估。重点尤其放在技术目录上，解释其与丹麦国情的相关性。此外，还关注了数据敏感性这一复杂领域。

必须强调的是，DHAT 中的每项数据都要准确追溯其来源。随着新数据的加入，有必要保持这些数据来源的时效性或参考内部文件。这种做法有助于全面理解 DHAT，确保所有用户都能在知情的情况下使用该工具。

中国和丹麦

由于中国和丹麦在数据访问和敏感性方面存在差异，因此有必要进行调查，以确定相关数据是否属于敏感数据。随后，将评估这些数据在丹麦是否属于敏感数据。

如果数据的可获取性和质量低于可接受的水平，与试点城市的合作将包括根据假设或现有数据推断构建现实的输入数据。

在这一合作过程中，通过对话共同做出假设至关重要。这些假设可能会影响结果，影响其他参数的计算前提。因此，必须向所有相关方明确强调这些假设，以促进对 DHAT 分析及其结果的全面认识。

鉴于区域供热的建立范围存在不确定性--无论是在新区域还是在现有区域的扩展，因此在对数据进行敏感性分析时采取了预防措施。决定数据敏感性的主要因素是数据质量。在丹麦，一般/公共数据通常被视为非敏感数据，假定这些数据将用于特定情景建模。不过，还需要进一步调查，以验证这些初步方案。



鉴于区域供热的服务范围存在不确定性——无论是在新区域还是在现有区域的扩展——因此在对数据进行敏感性分析时采取了预防措施。决定数据敏感性的主要因素是数据质量。在丹麦，一般/公共数据通常被认为是不敏感的，假设它将被用来模拟特定的情景。不过，需要进一步的调查来验证这些最初的设想。

我们编制了一份清单，概述了初步数据要求，并解释了在丹麦背景下如何理解这些要求。

清单

- 热需求
- 独立供热生产单元的产能和效率
- 对独立供热生产单元替代方案的再投资和新投资
- 对独立供热生产单元的补贴
- 现有区域供热生产单元——产能、燃料和效率
 - 运营策略
- 未来区域供热生产单元——产能、燃料和效率
 - 运营策略
- 对区域供热单元的补贴
- 中国供热场景下的总CAPEX（投资成本）、OPEX（运营成本）和管网成本

1. 确定热需求

供热需求很大程度上取决于是现有区域还是新建区域。

扩大现有的区域供热范围依赖于已有的数据，这些数据可从丹麦的公用事业公司（热力公司或能源公司）获取。不过，这些数据可能被视为敏感数据，限制了一般访问。扩建涉及到组合方案，因为管网成本可能会联系到现有的区域供热网络，并根据管网的使用年限而有所变化。因此，这些数据可能被视为敏感数据，而总体需求则取决于建筑结构，使用住宅和商业建筑的标准化数据。因此，这些数据不属于敏感数据。



如果顾问与热力公司合作，则可以获得所有数据。在这种情况下，建研院和丹麦能源署都将作为顾问，获取这些数据，支持 DHAT 使用丹麦场景下的数据进行建模。

关于新建区域，如果没有使用热力公司的特定内部数据，则不会将其归类为敏感数据，因为可访问的数据属于公共资源。

总之，丹麦能源署认为没有必要对热需求数据进行敏感性处理，因为热需求将建立在假设和估算的基础上，且热需求不会反映实际的热需求，更多的是基于假设热需求的估算。

2. 确定独立热生产技术

独立热源是一个具有挑战性的课题。尽管丹麦有中央登记数据库（如建筑物及住宅登记数据），但获取独立生产单元的情况和评估总体效率却很困难。

在丹麦，独立热源需要进行估算，最好是以中央登记数据为基础，根据平均使用寿命或一般假设得出总体效率。在最坏的情况下，可能需要做出假设，这就需要讨论是否构成敏感数据。

由于假设只在理想情况下反映现实，所以没有证据表明这些假设与实际情况一致。

因此，丹麦能源署认为没有必要对这些数据进行敏感性处理。这些测算建立在假设之上，在模型中准确反映真实情况具有挑战性。最好的情况是简化现实生活中的数据，以满足 DHAT 工具的需要，这一过程不会对数据敏感性造成风险或影响。

3. 确定必须被取代的现有独立产热技术数量（再投资）

由于无法预测未来的发展，因此将根据地方和国家计划对供热行业的未来趋势做出假设。这些假设将基于已经公开的信息。

因此，丹麦能源署认为没有必要对此类数据进行敏感性处理。

4. 输入对独立供热技术进行补贴的数据

补贴由公共法规规定，所以被视为公共数据，因此没有必要对这些信息进行敏感性处理。



5. 选择区域热生产技术

在丹麦，有关产热装置及其效率的信息被视为敏感数据，不能公开获取。虽然不同产热装置的总体产能可能是公开的，但要找到有关效率的信息，特别是各个公用事业公司的运营计划，可能具有挑战性。

不过，应该指出的是，DHAT 的输入数据与实际数据是有区别的。因此，丹麦能源署仍有可能获取输入数据而非实际数据。

因此，丹麦能源署评估认为，在这种情况下，可能存在敏感数据，有必要制定明确的处理规程。还必须考虑到 DHAT 中真实数据与输入数据之间的巨大差异。因此，为简化真实数据所做的假设可由建研院完成，以确保不存在通过模型获取敏感数据的风险。

6. 输入产能并选择如何进行生产模拟的数据

在丹麦，这不会被视为敏感信息，因为大多数情况下，生产能力是公开的。

因此，丹麦能源署认为这不属于敏感信息

7. 输入区域供热管网发展参数

由于未来发展的不确定性，区域供热管网发展参数将建立在假设的基础上，因此，这些假设不被视作敏感数据。然而，必须考虑对上一点提及的产能数据进行解释，因为未来发展的基础依赖于此。

在丹麦，区域供热管网发展参数不会被视为敏感数据，尤其是在尚未对产能规模进行初步调研的早期。根据丹麦能源署的评估，不能将其归类为敏感数据。

8. 输入区域供热技术补贴数据

补贴由公共法规规定，所以被视为公共数据，因此没有必要对这些信息进行敏感性处理。

9. 调整技术数据，使其符合中国国情



所有为符合中国标准而进行的技术调整都可以被认为是非敏感性的，因为所使用的数据要么来自其他项目，要么是标准化数据。

10. 调整燃料价格、排放成本和税收

估算将以可公开获得的预测为基础，如果没有，将共同做出假设。因此，这些信息不能归类为敏感信息。

11. 调整区域供管网

与现实数据无关，仅仅为说明这是一个持续的过程。

12. 调整热消耗曲线和太阳能生产曲线

与现实数据无关，仅仅为说明这是一个持续的过程。



场景和故事线

丹麦的场景发展方法论包括创建大量场景，通常使用一种系统性方法。这种方法需要考虑区域供热行业的技术进步，并与将其与政治目标相结合，从而绘制出未来可能应用的方案。这一系统性方法确保整个流程不会受限于用户的现有知识水平，并且能在场景分析的过程中，丰富用户的认知。

创建场景时，重要的是对新的区域供热系统场景和现有供热系统场景进行区分。本章将介绍在引入一个新的区域供热系统时，如何全面检测其有利因素和不确定性。



图 6. 方法论方法²下的场景创建概述

需求

场景创建首先从需求端入手，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 20 到 40 年内的节能量、预计人口增长量和本地建筑开发情况，这些通常也是丹麦的市政规划的重要内容。

技术

需求测算完毕后，我们要将重点放在确定能够满足需求的技术。短期和长期效率都需进行考量，因为这与成本息息相关。我们的主要目标是选出最具成本效益的方式，这也与丹麦的目标一

² 方法论方法指的是进行研究或分析的系统性和结构化方法，使用已建立的方法保证研究的有效性和可靠性。



致，即为消费者争取到尽可能低的热价。尽管这一方法可能在包括中国在内的其他国家并不适用，但是可以考虑采用类似的方式使产热成本效益最大化。另一关键因素是丹麦有意愿促进技术多样化，由此一来，各种产热技术得以应用，能更好满足需求。

燃料结构

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

现有区域供热系统方法差异

相比之下，在规划现有区域时，会遇到一些用户已经连入供热系统的情况，也会发现已经使用了相关技术来满足现有需求。因此，我们的目标是在现有系统内找到最为合适的技术。因为需要考虑已经投入使用的技术，这也意味着不太能灵活选择技术。避免沉没成本至关重要，要从全局视角审视整个系统，评估新技术和现有技术之间的相互影响。同时也要做好短期规划，因为现有技术会在不久之后达到生命周期末期。

在现有地区，连入系统的用户情况更为确定，这也能进一步证明项目的可行性。

这两种方式有共通的部分，其中一种方法不断优化并评估结果。直到得到满意的结果或场景无法继续优化。

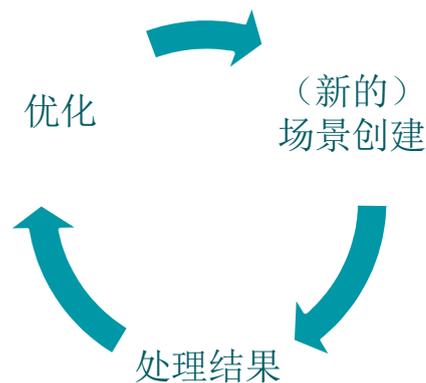


图 7. 诠释学方法图示



图 7 体现的是诠释学方法³，即不断优化并评估结果，直到得到满意的结果或场景无法继续优化。在图 7 中，“新的场景创建”应当被视作场景创建的初始阶段，每经一次优化，都会出现一个新的场景。

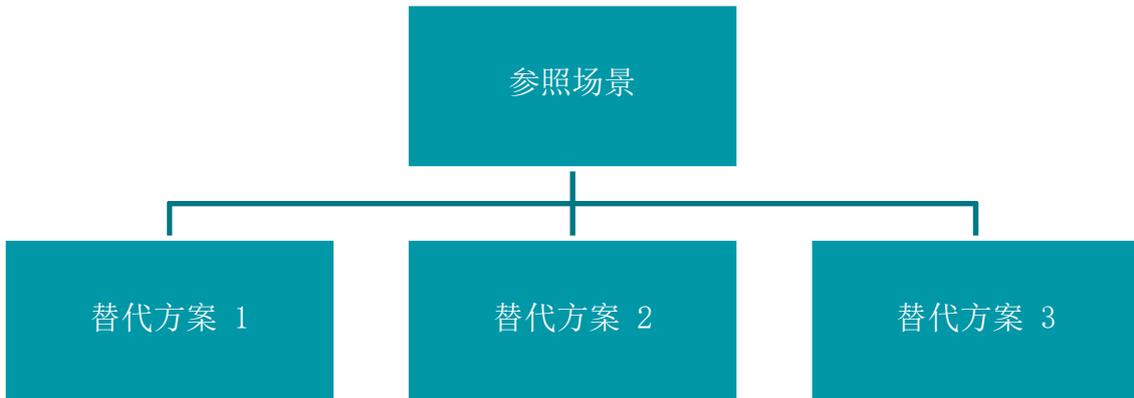


图 8. 可能出现的场景概述

如前文所说，我们会创建出很多场景，图 8 就体现了所有可能出现的情况，这也是在丹麦进行场景绘制的常用方法。首先，我们有一个参照场景，目的是对现有产能和需求进行绘图。基于场景的目的，通常使用的是“冻结政策场景”方法，或是将规划变更及时间段目标纳入考量的方法。详细解释可见图 9。

³ 诠释学方法注重在某种背景中理解和解释含义，通常涉及主管和具有上下文敏感性的解释。

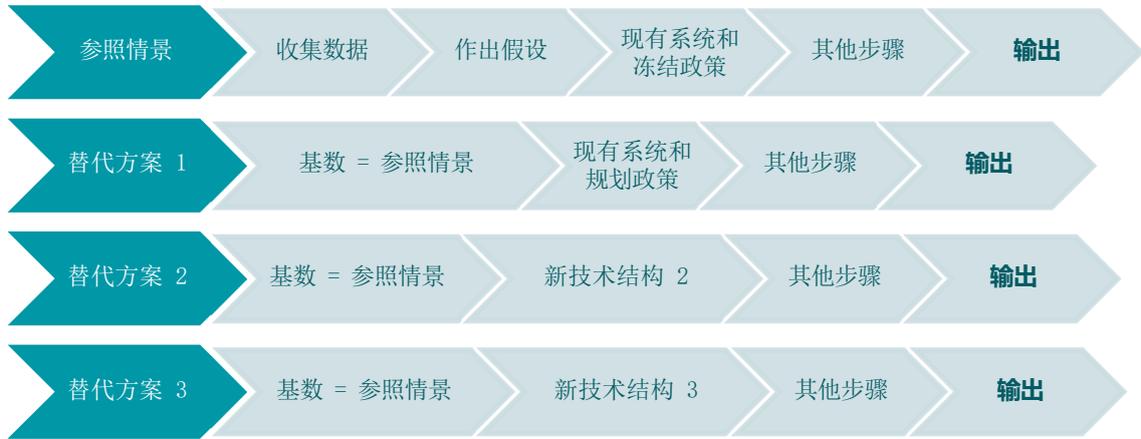


图 9. 不同场景的结构

图 9 体现了不同场景的结构。这是为便于理解而简化过的流程，本质就是我们将参照场景视为基数。“其他步骤”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。



处理结果

本章就如何解释 DHAT 工具中的数据图表提供指导。本章涉及的另一个重点是 DHAT 系统中的综合数据输入表，这些工作表允许用户自定义价格预测、技术数据和需求概况等。本章提供了修改输入表的详细说明以及最佳实践，以确保数据输入的准确性和相关性，从而最大限度地发挥 DHAT 工具的效用。

图表、评估和结果

DHAT 的工作流程集合了数据输入、场景分析和故事线，最终生成有助于决策的图表。这种有条不紊的方法可以让我们全面了解影响区域供热项目的各种因素，并以清晰、直观的形式向相

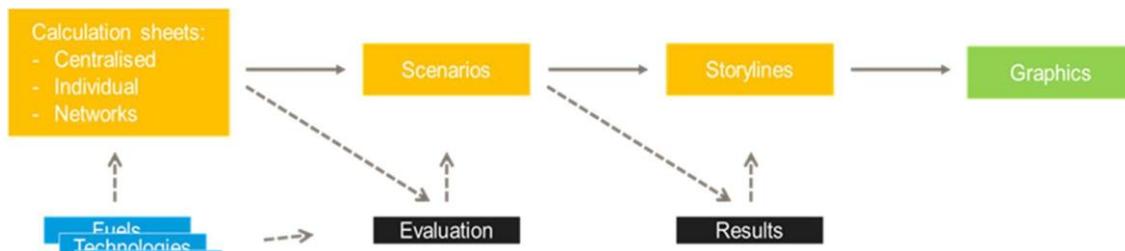


图 10. DHAT 的工作流程

关方展示，见图 10。

该过程从创建场景开始，每种场景都由一系列假设和前提条件定义，在测算表中输入燃料、技术、需求、选择和支持等数据，测算表分为集中式供热、独立供热和供热管网三类。这些信息可用于评估和创建不同的场景，每种场景都代表了一组影响区域供热系统性能的条件和假设。这些方案会产生净现值（NPV）、平准化能源成本（LCOE）和排放值等结果。

用户通过收集可相互比较的场景，即故事线，这是对未来场景的叙述性描述，为所产生的数据提供背景和解释。这些故事线有助于相关方从现实角度理解每种场景的影响。

为说明故事线和相关数据，我们将其转化为可视化图表。这些图表至关重要，因为它们直观地呈现了数据，比如按各种成本组成细分的 LCOE，数据都以柱状图的形式显示，清晰易懂。这



些图表的目的是以简单明了的方式传达复杂的数据，使决策者能够快速掌握不同场景的成本影响，并就区域供热规划和政策做出明智的决策。

图表页 (Graphics)

图表呈现	可视化图表内容	数据来源
图 G1.1	该图显示基准场景的LCOE 成本（仅包括非区域供热成本和再投资）和区域供热场景，包含区域供热方案组合完全启用前的非区域供热成本。	表 G1.1 表 G. A1.1
图 G1.2	该图显示区域供热方案组合的LCOE 成本和同期避免的非区域供热成本。	表 G1.2 表 G. A1.2
图 G2	该图显示区域供热方案组合的LCOE 成本。	表 G2
图 G3.1	该图显示区域供热方案组合的温室气体排放量以及非区域供热方案组合避免的气体排放。白色部分表示区域供热的有利条件（正数）和不利条件（负数）。	表 G3.1
图 G3.2	该图显示区域供热方案组合与一种非区域供热方案组合的温室气体排放量对比。	表 G3.2
图 G4	该图显示区域供热方案组合与非区域供热方案组合的总资本支出。区域供热方案组合的资本支出分为管网和供热厂。	表 G4
图 G5	该图显示每种区域供热方案组合的投资回收期 and 累计现金流回正时长。	表 G5
图 G6	该图显示每种区域供热方案组合的累计现金流。	表 G6
图 G7	该图显示区域供热方案组合的消费者支付总额以及相应的非区域供热方案避免的成本。白色部分表示区域供热的有利条件（正数）和不利条件（负数）。	表 G7
图 G8.1	该图显示一种基准供热方案的LCOE 成本（仅包括非区域供热成本和再投资）和一种区域供热场景，包含区域供热方案组合完全启用前的非区域供热成本。	表 G8.1
图 G8.2	该图显示区域供热方案组合的 LCOE 成本与同期一种非区域供热方案组合的对比。	表 G8.2

图 11. “图表” 部分 “图表” 功能及数据来源



图 11 概述了DHAT 工具中“图表”选项 (Excel 表中的 Graphics 工作页) 中的各种图表及相应数据来源。

每张图表都将详细分析不同区域供热管网方案的 LCOE，并按各种成本构成进行细分。每个图表根据其具体重点命名，目的是让相关方了解实施区域供热的财务状况和影响。

有关 LCOE 的图表 (G1.1、G1.2、G2、G8.1、G8.2) 通常会细分为区域供热管网生产能源的相关成本，显示资本支出(CAPEX)、运营成本(OPEX)以及单位能源的可变成本。这些成本可以在不同的管网方案之间进行比较，或与基准方案或独立供热方案组合进行比较，从而突出经济可行性。

温室气体排放图表 (G3.1、G3.2) 显示区域供热场景对环境的影响，体现单位能源的排放量，并可与碳排放密度更高的独立供热方案进行比较。

资本支出 (CAPEX) 图 (G4) 显示了区域供热基础设施所需的初始投资，是了解项目财务规模的重要数据。

投资回收期 (G5) 显示了通过节省运营成本以回收对区域供热设施初始投资的期限，这是长期财务规划的一个关键因素。

区域供热公司的现金流图 (G6) 显示了经营者在一段时间内的财务健康状况 (不包括外部因素)，有助于了解商业模式的可持续性。

消费者支付总额图 (G7) 反映了消费者可能期望支付的费用，有助于了解终端用户对区域供热的购买力。

评估页 (Evaluation)

“评估”选项 (Excel 表中的 Evaluation 工作页) 结构严谨，用于评估区域供热项目的经济、技术和环境方面。该分析由五个关键部分展开，每个部分都通过一组表格对区域供热项目进行全面分析。这些表格有助于我们详细了解区域供热项目的财务和环境影响。



通过这种多层面的方法，相关方可以获得成本效益分析的重要见解，从而在考虑到经济、技术和环境因素的情况下做出有理有据的决策。这种结构化的评估为全面了解区域供热项目的范围和影响提供了战略框架。

包括以下五部分：

1. 评估区域供热项目成本+（区域供热完全启用前的独立供热成本）

该部分深入研究区域供热项目的成本，探讨技术、电力和燃料价格的阶段性变化以及资本支出和碳排放量。要了解全面转向区域供热系统期间的财务影响，这一分析至关重要。本部分列出了包含相关数据信息的表 E1-E7，旨在测算全面实施区域供热系统前过渡期间的财务影响（表 1）。

表 1. “评估” 选项中表E1-E7 的解释

序号	表格	功能
1	表 E1 区域供热技术的阶段	跟进区域供热技术的实施进度
2	表 E2 电力	评估区域供热相关的电力成本
3	表 E3 按技术划分的燃料价格（欧元/吉瓦时）	反映按技术划分的燃料价格
4	表 E4 按技术和区域供热厂划分的燃料成本（百万欧元）	反映区域供热厂的燃料成本
5	表 E5 区域供热厂的资本支出（百万欧元）	测算区域供热厂的资本支出
6	表 E6 排放量，所有区域供热技术（吨/年）	测算所有区域供热技术的排放量
7	表 E7 成本细分，所有区域供热技术，百万欧元/年	细分区域供热技术相关成本

2. 评估整个周期内非区域供热的成本

这一部分的重点转变为非区域供热成本，考虑整个项目周期内的热耗、燃料价格和相关的财务因素。这一全面分析对于评估全成本影响非常重要。表 E8-14 分析了非区域供热场景的热耗、燃料价格、燃料成本、资本支出、排放量和成本细分，有助于了解整个周期内的成本影响。



表 2. “评估” 页中表E8-E14 的解释

序号	表格	功能
1	表 E8 热耗	反映非区域供热场景的热耗
2	表 E9 按技术划分的燃料价格 (欧元/吉瓦时)	显示非区域供热按技术划分的燃料价格
3	表 E10 按技术划分的燃料成本, 区域供热与非区域供热 (百万欧元)	显示区域供热项目中非区域供热场景的燃料成本
4	表 E11 区域供热项目与非区域供热的资本支出 (百万欧元)	计算非区域供热场景的资本支出
5	表 E12 排放量, 区域供热与非区域供热 (吨/年)	测算非区域供热场景的排放量
6	表 E13 成本细分, 区域供热与非区域供热 (百万欧元/年)	分析非区域供热的成本细分
7	表 E14 燃料调度成本 (百万欧元/年)	测算燃料输配成本

3. 机构的财务评估

这一部分从不同机构的角度进行财务评估, 详细说明了消费者的经济优势和区域供热公司的财务前景, 反映了对不同相关方的直接经济影响。表 E15 “消费者区域供热优势(百万欧元/年)”, 测算了区域供热消费者的经济优势。表 E16 “区域供热公司” 评估了项目对区域供热公司的财务影响。

4. 税收/补贴

表 E17 价格补贴/税收考虑的是税收和补贴对项目的影响。这一部分的关注重点是价格补贴或税收对整体财务评估的影响, 反映政府政策如何影响区域供热的财务可行性。

5. 评估整个周期内区域供热和非区域供热的成本

这一部分扩展到整个项目周期内, 对区域供热和非区域供热的排放、成本和调度费用的评估, 有助于全面理解长期的环境和经济影响。

- 表 E18 详细列出整个项目周期内, 所有区域供热技术的年排放量。
- 表 E19 反映了这些技术的成本细分 (单位: 百万欧元/年)。
- 表 E20 列出了项目中非区域供热场景每年的排放量。
- 表 E21 分析了项目中非区域供热场景的成本细分 (单位: 百万欧元/年)。
- 表 E22 详细列出了整个项目周期内燃料调度年成本。



每个表格都提供了重要数据，用于评估一定周期内区域供热和非区域供热技术的环境和经济影响。表 E1-E22 旨在从复杂的数据中提炼出关键信息，形成指导意见，让相关方做出明智的决策。

结果页 (Results)

要确定供热项目中社会经济效益最大的方案，就要测算并比较项目的社会经济因素，包括参

表 3. 丹麦供热公司以净现值计算经济成本示例

照项目和替代方案。比较的内容包括测算净现值并排序，也就是将研究阶段的所有成本和收入相加，然后以特定的比率进行折现，以达到可比性。社会经济总成本反映的是供热项目的成本效益，将项目与其替代方案进行比较，来确定社会经济总成本最低的场景，从而确定最有利的社会经济供热方案。丹麦能源署的《能源行业社会经济分析指南》提出了净现值的计算方法。

项目	参照方案	替代方案
资本成本 (丹麦克朗)	总计	总计
燃料电力成本 (英镑)	总计	总计
税收、配额和补贴 (丹麦克朗)	总计	总计
运维 (丹麦克朗)	总计	总计
售电量 (丹麦克朗)	总计	总计
总计 (丹麦克朗)	总计	总计

“结果”选项 (Excel 表中的 Results 工作页) 展示的是用户和公司在不同场景内的经济影响。表 3 是一个丹麦案例，反映了在研究周期内，从净现值角度计算出的供热公司经济成本。这能够指导我们从公司或用户角度测算能源项目的财务成本，帮助用户更好理解“结果”选项中的表格。

DHAT 工具的“结果”选项的作用是分析不同供热场景。表 R1 全面展示了用户和公司经济影响，包括一系列的财务指标，如区域供热和非区域供热场景的净现值 (NPV)、资本支出 (CAPEX)、运营支出 (OPEX)、能源成本和温室气体 (GHG) 影响。“结果”选项旨在提供这些场景的详细对比，突出场景在财务和环境方面的优势和劣势，帮助相关方面对供热项目做出明智决策。



输入

在丹麦，供热项目提案的准备必须与《供热法》以及项目行政命令要求一致。根据《供热法》，必须对提案项目进行社会分析，并且必须遵循一套测算方法。在社会经济分析中，提案项目必须与其他供热类型，即项目的相关替代方案作比较。社会经济分析必须证明该项目是经具体评估后最具社会经济优势的一个。

除社会经济评估外，还必须考虑公司对消费者的经济影响和后果，以及项目对能源和环境的影响。

丹麦能源署发布并定期更新的三份文件为支持供热项目提案的社会经济分析提供了宝贵的指导。

- 技术目录提供了多种能源应用技术的综合性数据，是评估气候和能源发展的重要数据。
- 能源价格和排放的社会经济假设为能源行业的社会经济测算奠定基础，能够让整个能源行业的社会经济测算的标准统一，从而保证项目提案的公平性，保证不同项目之间的对比是有意义的。
- 社会经济假设必须与丹麦能源署的《能源行业社会经济分析指南》相结合，该指南描述了能源项目的社会经济分析方法。除了社会经济评估之外，还必须考虑公司对消费者的经济影响和后果，以及项目对能源和环境的影响。

在丹麦的供热规划中，项目的经济测算始于技术描述，包括替代解决方案、假定的热需求以及预期供热电力和燃料投入。项目提案必须准确概述资源消耗、产出和环境影响，以便进行比较。数据应反映实际情况，包括经证实的投资成本以及当地的热需求和设备使用周期数据。此外，应通过敏感性分析来解决不确定性问题。表 4 概述了供热规划的替代方案和假设。



表 4. 丹麦供热规划替代计划和假设

数据收集流程	• 召开相关方会议，确定项目范围
明确项目区域	• 概述当前和未来建筑的供暖需求
热需求覆盖范围	• 使用当地数据了解当前的热需求，或根据新建建筑的标准数据进行建模
明确替代方案	• 比较提案项目与其他可行的替代方案
非化石燃料提案	• 考虑在分析中排除化石燃料场景
供热基础设施	• 记录区域供热管网的成本和配置
产热设施	• 详细介绍供热厂的能源来源、产能和效率
连网及更新换代	• 确定连入现有供热系统或过渡期的时间表
环境影响评估	• 考虑项目和替代方案的排放和其他环境影响

对于涉及改变能源供应类型的项目，为确保其社会经济分析的质量和透明度，必须清楚说明并准确确定所有假设，尤其是有关成本的假设。这些假设对于地方议会的供热规划和项目审批至关重要。分析包括两个关键要素：明确用于财务测算的假设，以及确定项目建设和运营所涉及的成本。表 5 显示了丹麦分析和证明材料中的假设来源，为供热规划提供了数据基础。

表 5. 分析和证明材料的假设来源⁴

事项	定价优先考虑事项
投资成本	<ul style="list-style-type: none"> • 约束性报价 • 以往项目工程账目的主要数据（有据可查的数据） • 技术目录
运维成本	<ul style="list-style-type: none"> • 约束性报价 • 以往项目的主要数据（有据可查的数据） • 技术目录
燃料价格	<ul style="list-style-type: none"> • 对能源价格和排放的社会经济测算假设 • 在适用年份中其他有记录的当地价格
电价	<ul style="list-style-type: none"> • 对能源价格和排放的社会经济测算假设
空气排放定价	<ul style="list-style-type: none"> • 对能源价格和排放的社会经济测算假设
税收和关税	<ul style="list-style-type: none"> • 丹麦税务局官网（www.skm.dk）
补贴	<ul style="list-style-type: none"> • 丹麦能源署官网（www.ens.dk）

⁴“投资成本”中的“约束性报价”是指承包商、供应商或服务提供商为投资项目以固定价格提供特定货物、服务或工程而提出的具有法律约束力的正式提案或报价。换句话说，该报价一旦被接受，即成为合同承诺。



用户在理解了丹麦供热规划的经济测算和相关假设后，就可以在 DHAT 的“输入”选项 (Excel 表中的 Input 工作页) 里选择合适的数据并获得处理结果。

DHAT 的“输入”选项包括燃料、技术、需求、选择、管网和支持，数据来自前文提到的三个文件。这也为国际 DHAT 用户提供了明确的数据来源解释和参考。关于“燃料”表中的燃料特性数据，可以根据各国的政策建议对其进行审查、验证，也可添加新数据。

燃料

DHAT 的“燃料”选项根据表 F1-F6 的输入数据，提供燃料特性信息、燃料价格的历史和预测数据以及运输成本。

- 表 F1 详细列出了区域供热厂使用的各种燃料的价格 (单位: 欧元/吉焦)，用于计算不同类型燃料的运营成本。
- 表 F2 列出了不同应用场景下的燃料价格，包括市场条件、供应场景或政策的变化，有助于评估不同场景对燃料成本的财务影响。
- 表 F3 显示了电力的二氧化氮含量 (单位: 千克/兆瓦时)，用于评估区域供热厂的用电量碳足迹。
- 表 F4 给出了相比于区域供热厂，向独立供热区域输送燃料所需的额外运输成本，这些成本可能影响整个区域供热系统的成本效益。
- 表 F5 显示了不同燃料的二氧化碳含量 (单位: 吨/吉焦)，是用于测算区域供热厂的温室气体排放量的重要数据。
- 表 F6 显示了不同燃料的二氧化硫含量 (单位: 千克/吉焦)，用于评估环境影响。

这些表格让我们全面了解区域供热系统内，燃料使用在经济和环境方面的影响，对供热规划和决策至关重要。

此外，在使用 DHAT 等工具进行能源建模时，“高燃气/电力价格”和“低燃气/电力价格”代表了影响区域供热项目可行性的未来能源成本场景。DHAT 中的这些价格变化促进了稳健的规划，考虑了市场的不确定性及其对经济和能源政策中可持续发展目标的影响，这对丹麦这样的国家至关重要。

“世界市场价格”指的是对区域供热系统极为重要的全球天然气、石油和生物质等燃料的价格，包括影响燃料成本的全球供需动态和地缘政治因素。DHAT 使用这些价格来评估全球市场波



动对区域供热项目的可行性和可持续性的经济影响，有助于对能源政策和区域供热战略进行场景分析和知情决策。

在“燃料”选项中，用户需要输入于燃料相关的基本数据，包括作为参考基准的历史燃料价格、不同场景下的预测燃料价格、能源厂和技术成本、用于环境影响评估的排放数据，以及供热技术的有效率和使用年限。由于 DHAT 的默认数据以丹麦情况为基准，可能不适用于其他地区，所以用户可根据所在地区或国家情况自定义数据。

技术

“技术”选项的表格提供了供热系统各组成部分的详实信息。

- 表 T1：独立供热技术：列举出锅炉、热泵等独立供热技术的技术和经济参数，这些技术可用于未连接到区域供热管网的建筑。用户可定义效率、资本成本、运行成本和使用期限等具体参数。
- 表 T2：区域供热技术：包含区域供热管网中使用的技术，如大型热电联产电厂。数据一般与独立供热技术的参数一致，但根据区域供热的规模和环境进行了调整。
- 表 T3：管道信息：包含区域供热管网中使用的管道规格，如管径、管截面积和最佳流速。技术数据用于测算热损失和供热输配管网效率。
- 表 T4：管道和开挖成本：概述管道及安装（包括挖掘）过程的成本（单位：米），是管网基础设施的预算和财务规划的重要成本数据。
- 表 T5：管道成本（单位：欧元/米）：提供和管道有关的成本细分或其他成本数据（不包括挖掘成本），以便更清楚地了解材料成本。

在“技术”选项中，用户需要输入一定的数据，如技术类型、项目所需管道的长度及其他参数和本地的安装成本等。

要理解这些表格，就要解释相关数据，以便决定使用哪种技术，如何设计管网使其效率最大化，以及所作决策的财务影响。表格还可以用于比较不同的技术和基础设施，以确定最具成本效益的区域供热项目。

需求

新区域供热系统的设计基于负荷持续时间曲线，该曲线代表全年的产热需求周期。如图 C2 所示，我们将某区域供热厂全年 8760 小时内每小时的产热需求由高到低排列绘制成曲线图。要绘



制这条曲线，必须在全年 8760 个小时中均匀分布每个小时的峰值负荷。这一分布应包括室内供热和生活热水的需求，以总需求的百分比表示。

这一选项包括三个表格，提供热需求相关数据。

- 表 D1：选定气候区：用户选择适用于区域供热项目的气候区，不同气候区的热需求也有所不同。气候区信息见表 6。
- 表 D2：气候区热需求：显示每个气候区全年的热需求量，帮助规划区域供热系统需要储备的热量。
- 表 D3：太阳能产热最大百分比：表示太阳能产热的最大值。体现在每个气候区，太阳能板所能发挥的最大作用。

表 6. 气候区释义

气候区	释义
气候区 1	炎热的沿海地区；夏季炎热，冬季温和
气候区 2	较凉爽的沿海地区
气候区 3	内陆气候，夏热冬冷
气候区 4	内陆凉爽气候；夏季凉爽，冬季寒冷
气候区 5	内陆气候——用户根据气温自定义
气候区 6	内陆气候——用户根据气温自定义

此外，“需求”选项的 Full Load Hours (FLH) 指的是满负荷小时数，用于包括太阳能在內的能源生产，表示太阳能电池板或其他发电装置在一年中需要以最大功率运行的小时数，以产生与实际发电量相同的能量。FLH 考虑了地理位置、天气模式和太阳能电池板效率等可变因素，是估算太阳能发电量、比较不同条件下太阳能装置性能的重要指标。

选择

“选择”选项的作用旨在促进区域供热规划的场景分析，使用户可以基于技术组合或燃料价格预测等特定条件，定义并比较不同场景。表 O3 体现的是“被替代的冷凝设备的组成和由此产生的单位排放量”，这些数据在这一流程中发挥了重要作用，提供了评估各种供热方案对环境的影响的重要数据。通过使用该表，用户可以分析不同技术组合的排放影响，从而提高为区域供热项目做出明智、可持续决策的能力。



表 O1 “损害成本”（单位：欧元/吨）和表 O2 “二氧化碳当量系数”评估区域供热选择的环境和经济因素。表 O1 列出了各种污染物的损害成本和价格，论述其对环境的影响，从财务角度分析了环境影响，是评估不同供热技术经济可行性的重要数据。同时，表 O2 提供了各种温室气体的二氧化碳当量系数，有助于确定不同供热技术的总体环境足迹。

管网

为精准确定区域供热管网建设的成本，需要考虑几个关键因素，包括输配线路的布局 and 路由、独立供热管道的规模和供热区域的铺设等级和地表情况。这些因素能为我们预估区域供热项目的总体建设成本提供详实的框架。

在“管网”选项中，表N1-N6 为区域供热管网分析提供了综合性框架。表N1 列举了目标区域的关键管网数据。表N2 列举了管网布局基础。表N3 是针对现有场景管网的假设，表N4 是各种场景的假设和结果。表 N5 和 N6 作为辅助和支持，加强数据管理和测算。此选项中的测算页面使用这六张表格中的数据来评估管网性能、成本和效率。

支持

DHAT 的“支持”选项包括一系列支持性表格（表 SUP.A1-SUP.A14），提供相关的支持性信息，帮助用户自定义 DHAT 工具的功能，以便在特定的国家或区域得以应用。这些表格的内容包括货币单位、能源单位、气候区、燃料替代品等等。数据支持使用户能够在分析中准确掌握某一地区或国家的情况，确保结果具有相关性并且适用于具体情况。