

中华人民共和国国家标准

GB/T xxxxx—xxxx

节能量前评价技术通则

General methods for predicting energy savings

(ISO 50046:2019,
General quantification methods for predicted energy savings, NEQ)

(征求意见稿)

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

中华人民共和国国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目次

目录

前言

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 计算目标、情景和原则 2

5 计算方法的准备和选择 4

6 能源绩效改进措施的计算过程 10

7 预测节能量的合计 14

8 质量和不确定度 16

附录 A 18

附录 B 20

附录 C 21

附录 D 23

前言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准使用重新起草法参考ISO 50046: 2018 《预测节能量通用计算方法》编制，与ISO 50046: 2018的一致性为非等效。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC20) 提出，全国能源基础与管理标准化技术委员会节能分析评估分技术委员会(SAC/TC20/SC11)归口。

本标准起草单位： ...。

本标准主要起草人： ...。

节能量前评估技术通则

1 范围

本标准规定了采用基于措施的方法评估预测节能量的通用方法，包括计算原则、方法选择、计算过程，以及质量、验证和记录要求等。

本标准适用于评估单个能源绩效改进措施（亦称节能措施）的预测节能量，也适用于组织、城市、地区或国家层面实施的行动计划、方案或政策合计节能量的评估。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28750 节能量测量和验证技术通则

GB/T 32045 节能量测量和验证实施指南

GB/T 13234 用能单位节能量计算方法

3 术语和定义

GB/T 28750 和 GB/T 13234 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特定情景数据 context-specific data

与特定情况有关的数据。

示例：某办公楼照明用电量，某工厂生产线上生产的汽车数量。

3.2

经验估计 empirical estimation

基于经验知识、实验或之前分析的计算方法。

3.3

基于措施的方法 measure-based method

基于一项或多项能源绩效改进措施来确定节能量的方法，亦称为自下而上法或基于能源绩效改进措施的方法。

注：若计算合计预测节能量（3.5）（城市/地区/国家层面），应从计算能源绩效改进措施层面的单元预测节能量（3.9）开始。

3.4

运行条件 operating conditions

能源使用系统运行的条件。

示例：温度定位点、产量、产品类型、驱动方式以及天气情况等。

3.5

预测节能量 predicted energy savings, PrES

实施能源绩效改进措施前计算的节能量，亦称预期或事前预估节能量。

3.6

预测期 prediction period

计算预测节能量对应的时期。

3.7

计算假设 calculation assumptions

计算预测节能量所选用的条件，以确保能源基准和预测能耗可进行对比。

3.8

参考数据 reference data

与一般情景相关的数据。

示例：基于建筑施工年份的墙壁平均传热系数的国家统计数据，基于类似设施的年光照时间

3.9

验证 validation

利益相关方对提议的选项或决定的审查、认可和批准。

4 计算目标、情景和原则

4.1 明确目标

4.1.1 计算方法的选择应取决于计算预测节能量的具体情景和目标，计算目标主要包括：

- a) 达成初期投资决策（大致估算确定能源绩效改进措施的机会）；
- b) 制定行动方案时对能源绩效改进措施进行排位；
- c) 做出最终投资决策（要求详细或全面估算）；
- d) 监测能源管理系统性能（以进一步对比预测和实际节能量）。

4.1.2 确定本标准哪些条款适用时，应首先明确计算目标：

- a) 若目标为确定能源绩效改进措施层面的预测节能量，则第 7 条不适用。
- b) 若目标为确定合计预测节能量，则所有条款适用。

选择计算方法时考虑情境和目标可见附件 A。

4.2 分析情景

计算预测节能量时，可分为以下两种情况：

a) 采用基于特定情景的数值（特定情景数据）。特定情景精确度更高，宜尽量采用特定情景；

b) 采用基于一般情景的数值，且不受特定情景影响（参考数据）。以下情况下可考虑参考数据：

- 1) 事先不知特定情景，或
- 2) 评估多类能源绩效改进措施，无法收集每项能源绩效改进措施的特定情景数据，或收集数据成本太高。

特定情景数据和参考数据的选择同时取决于计算目标（如图 1 所示）。

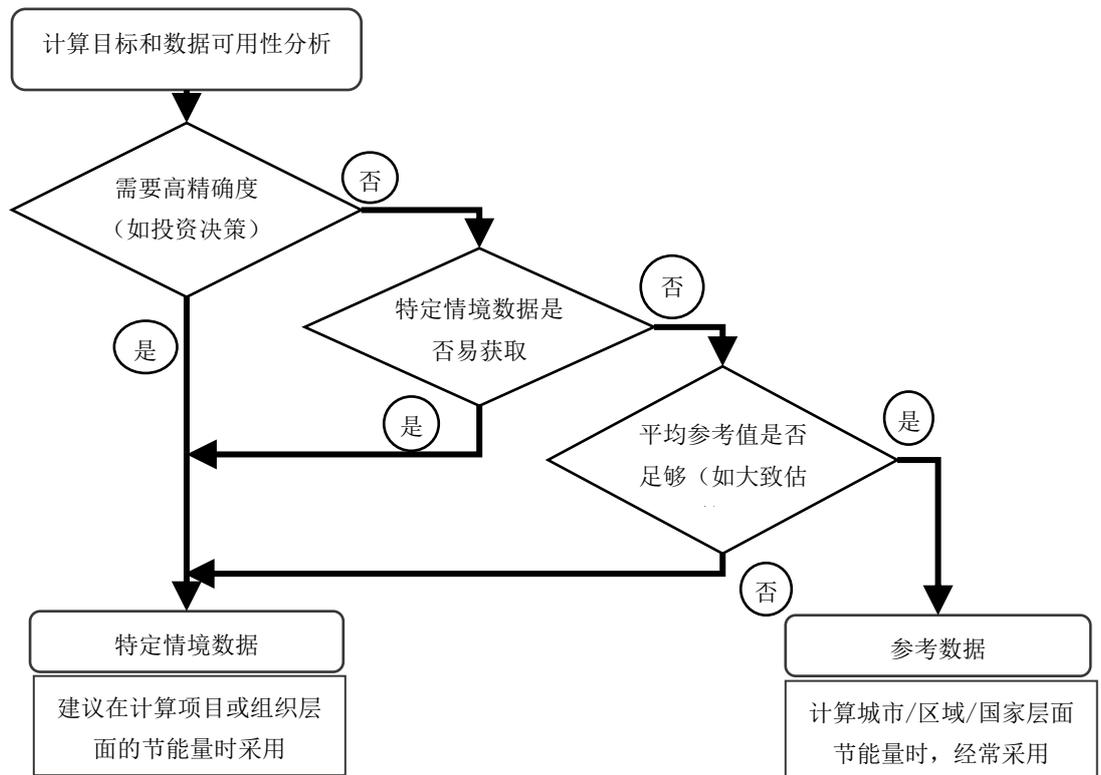


图 1 特定情景数据和参考数据选择决策路径示意图

4.3 原则

4.3.1 初始规划

考虑不同计算方法要求的资源和时间，应在设计能源绩效改进措施时同步规划预测节能量的计算过程，并分析数据可用性和质量。

4.3.2 适当精确度

应根据计算目标选择适当的精确度水平，无须始终采用最高精确度。若得到利益相关方的认可，可依据计算目标简化预测节能量计算的假设条件。

4.3.3 透明性和再现性

应记录计算过程每个步骤的关键信息（相关概述见附件 B，记录模板见附件 C），以确保透明性和再现性。透明性应能确保外部专家可重现相关计算过程和结果。

4.3.4 可靠性和验证

4.3.4.1 预测节能量计算结果的可靠性取决于：

- a) 计算方法的选择
- b) 所用数据的可用性和质量

4.3.4.2 应根据情景和计算目标，对计算过程每个步骤采用合适的验证，以确保计算结果的可靠性。在简单情况下，可通过单次会议进行所述验证；在复杂情况下，可采用不同步骤进行反复验证。

4.3.4.3 验证应包括得到利益相关方的认可，根据计算目标和情景还可包括：

- a) 比较预测节能量与其他计算方法得出的数值；
- b) 采用其他认可且可靠的参考或数据源；
- c) 第三方验证。

5 计算方法的准备和选择

5.1 利益相关方的识别

预测节能量的计算应首先识别能源绩效改进措施的利益相关方及其角色、优先权、目标和限制条件等。

示例：利益相关方可以是能源绩效改进措施的投资人、供应商或安装公司、监管机构、公共机构、能源公司、能源审计机构、能源终端用户、客户或能源绩效改进措施或节能服务的受益人。

5.2 能源绩效改进措施的说明

5.2.1 总则

应从以下几个方面对能源绩效改进措施进行说明：

- a) 能源绩效改进措施的目标能源使用系统；
- b) 能源绩效改进措施预期如何提升能源使用系统的能源绩效；
- c) 能源绩效改进措施的实施和运行条件：
 - 1) 能源绩效改进措施的实施系统和环境情况；
 - 2) 能源使用系统和能源绩效改进措施的计划运行条件；
 - 3) 适用于能源绩效改进措施实施的相关要求。

5.2.2 能源绩效改进措施的一般类型

计算预测节能量时，能源绩效改进措施的类型可分为以下两种：

- a) 预先指定的能源绩效改进措施：能源绩效改进措施的说明主要基于参考数据。
- b) 定制的能源绩效改进措施：能源绩效改进措施的说明主要基于特定情景数据。

5.2.3 能源绩效改进措施和预测节能量边界

5.2.3.1 因能源绩效改进措施可影响目标系统以外的能源使用系统，计算预测节能量所用边界（预测节能量边界）可能需要从相应的能源绩效改进措施边界扩展。

5.2.3.2 应根据计算目标和数据可用性相关分析，定义预测节能量边界。预测节能量边界应包括能源绩效改进措施影响的所有能源使用系统，若选择忽略某能源使用系统，应得到指定利益相关方的认可并记录。

5.2.3.3 应分析受能源绩效改进措施间接影响的能源使用系统间可能存在的交互影响。

示例：采用更高效的、产热更少的照明系统可能对空调能耗产生间接影响。

5.2.4 能源绩效改进措施实施的关键问题

计算准备时应分析未来实施能源绩效改进措施（以及相关计划或方针）的情景，包括：

- a) 部署能源绩效改进措施的主要目标；
- b) 能源绩效改进措施的实施参与方；
- c) 能源绩效改进措施实施的预期成本和效益；
- d) 能源绩效改进措施是否包含在特定的行动计划、方案或政策内实施；
- e) 能源绩效改进措施的实施是否能鼓励采取可产生超过其直接节能量的其他行动。

示例：能源绩效改进措施的实施可以向他方展示采取此等措施产生的影响。

5.3 计算目标和精确度

应根据以下三个关键问题明确计算目标,并基于目标和关键问题定义预测节能量的精确度:

- a) 计算结果的用途;
- b) 向谁提供预测节能量的结果;
- c) 法律或其他法规是否适用于预测节能量的计算和报告。

示例: 可能要求使用产品或建筑物能源绩效相关规定提供的数据。

5.4 数据可用性和质量

5.4.1 数据准备过程包括:

- a) 审查拟采取的能源绩效改进措施的数据源,以及措施预计影响能耗的方式;
- b) 审查此前实施的类似能源绩效改进措施相关的可用数据源(尤其是计算模型或公式,以及参考值);
- c) 审查收集其他数据的可能方式;
- d) 审查各数据源的质量。

数据源示例: 能源账单、设备发票、能源审计、调查、专家预估、此前实施的类似能源绩效改进措施相关信息、制造商数据、国家(或其他)统计以及标准。

5.4.2 可用数据可分为以下三种类型,应记录数据质量及出现的任何问题,可委托第三方进行数据验证:

- a) 已经获得和日常提供的数据,
- b) 可通过现有手段或专业知识收集的数据,
- c) 要求需要通过其他资源收集的数据。

5.5 计算方法的选择

5.5.1 计算方法的一般类型

计算方法由以下三个主要部分组成(表1),用于确定能源基准和预测能耗。

表1 计算方法的主要构成部分

计算方法的组成部分	可选方法
数据分析类型(见 5.5.2)	经验估计、统计建模、工程建模
数据收集技术和来源(见 5.5.3)	测量、计量、相关变量的监测、抽样、文献回顾、基准、设计数据等
计算公式或模式的类型(见 5.5.4)	见公式(1) — 公式(4)

5.5.2 数据分析类型

基于措施的方法可分为三种不同的数据分析类型（表 2），用于预测节能量的计算。

表 2 数据分析的一般类型

数据分析类型	示例
经验估计	专家知识或利用此前分析（标杆学习、实验室测试等）
统计建模	回归模型、随机处理/控制模型、条件需求模型
基于物理（或工程）建模	利用热力学进行运算或模拟、热传递、电气工程等演算或模拟

应根据以下因素选择可采用的计算方法或方法组合：

- a) 分析计算目标和所需精确度；
- b) 数据是否可用、是否能直接计算能源基准；
- c) 根据所需主要数据，确定数据可用性（考虑其可靠性）；
- d) 需收集额外数据时，数据收集的可行性和成本；
- e) 采用方法或方法组合所需的可用资源（如人员、设备、软件和财务资源）及时间；
- f) 人员的专业知识。

5.5.3 数据收集技术和数据源

应基于计算目标和可用资源，根据其可靠性和成本选择数据收集技术和数据源，以确保最佳数据质量。若数据丢失，应记录采用的假设。

5.5.4 计算公式或模型的选择

5.5.4.1 通用公式

预测节能量的计算从通用公式（1）开始计算。

$$\mathbf{PrES=EnB-PEC} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

PrES -----预测节能量

EnB -----能源基准

PEC -----预测能耗

确定能源基准和预测能耗时应采用相同边界，或记录偏差的合理说明。

公式（2）可作为公式（1）的自适应计算。

$$\mathbf{PrES=能源基准\times预测节能率} \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中：

$$\text{预测节能率} = 1 - \left(\frac{\text{预测能源消耗}}{\text{能源基准}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

确定能源基准或预测能耗时，可能出现两类情景：

- I类：能耗数据是可用或可收集的，且可用于确定能源基准或预测能耗，无需进行修正；
- II类：其他情况，需结合相关变量确定能源基准或预测能耗（见公式（4））。

宜通过以下方式增加数据可信度：

- a) 利用实际能耗数据校正能源基准，并记录校正结果，或
- b) 记录输入和模型开发，并与历史标准（若可用）进行比较，或
- c) 向认可使用相关模型的利益相关方完全披露所使用的模型，并记录计算方法。

5.5.4.2 I类情景计算

I类情景的能源基准可通过经验估计确定，能源基准和预测能耗可直接基于能耗数据确定，如从计划实施能源绩效改进措施的能源使用系统历史监测所得。在此情况下，可使用公式（1）或公式（2）和（3）。

示例 1（公式（1））：采用更节能、高效的新冰箱代替旧冰箱，可从相关制造方获得年度能耗相关数据。

注：制造商的旧冰箱数据不能反映性能随使用时间推移而降低的情况。

示例 2（公式（3））：某绿色驾驶试点项目发现，采用的绿色驾驶模式可将参与驾驶员的能源基准平均减少 10%。因此，在采用相同绿色驾驶模式情况下，预测节能率可预估为 10%。

5.5.4.3 II类情景计算

II类情景的能源基准可通过统计、工程建模或二者结合的方式来确定。在此情况下，通过公式（4）实现公式（1）的自适应计算。计算公式或模型的记录应说明所考虑的变量。

$$PrES = f(X_1; X_2; \dots; X_i; \dots; X_n) - g(X_1; X_2; \dots; X_i; \dots; X_n) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

f () -----代表能源基准的函数

g () -----用于表示预测能耗的函数

X -----影响能耗的变量

i -----变量指数

图 2 说明了利用公式（4）确定能源基准和预测能耗的方式。

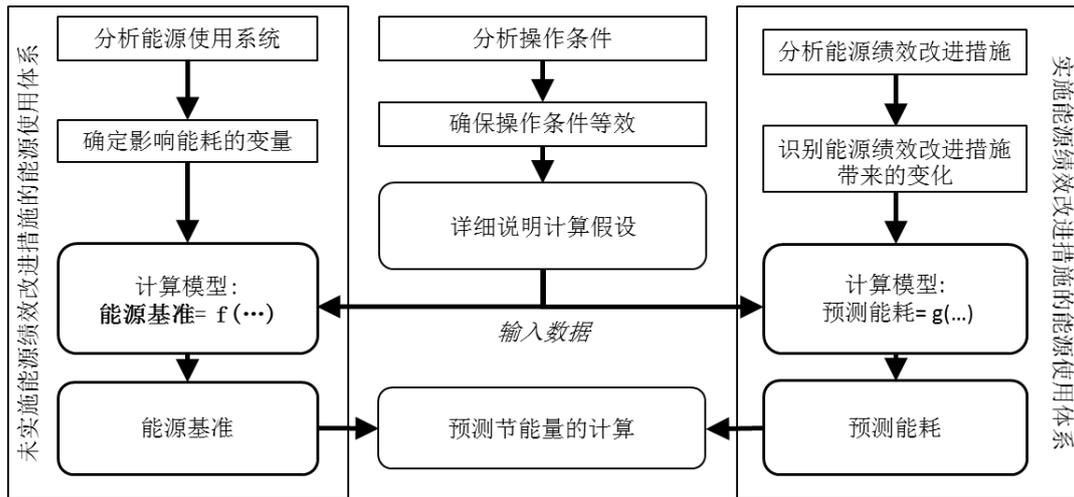


图 2 II 类情况计算

5.6 验证

5.6.1 能源绩效改进措施相关验证应包括利益相关方就以下事项达成一致并记录：

- a) 能源绩效改进措施的技术特征及其实施和运行条件；
- b) 预测节能量边界；
- c) 相关变量的选择。

验证还应包括审查相关文件，检查能源绩效改进措施的技术特征、运行条件范围、边界和所选变量是否与类似状况下的情况相一致。若不一致，则应记录差异的合理原因。

5.6.2 利益相关方应在确定以下内容的基础上，同意预测节能量的计算：

- a) 计算过程的初始规划（明确应进行检查或验证的部分，以及完成计算的截止日期）；
- b) 各利益相关方角色（尤其是针对数据收集和验证）；
- c) 预测节能量计算目标和目标精确度；
- d) 数据质量分析；
- e) 附加数据收集的选择；
- f) 计算方法、计算公式、数据收集技术和数据源的选择；
- g) 预测节能量计算所需资源和成本。

5.6.3 在某些情况下，可通过确认已经遵循了法律、法规或条例等要求来获得验证。

5.6.4 相关文件记录中应包括以下信息，便于第三方再现所述计算：

- a) 选择变量以及说明公式或模型所用的参考资料；
- b) 所需数据清单及对应数据源；
- c) 数据收集频率（如每月、每年）和日期；

d) 验证过程（如模型校准、统计分析和基准测试等）。

5.6.5 验证还应包括将指定的计算方法应用在类似且有记录的情况下，并将计算结果和记录数据进行比较，如果存在差异，应在计算方法中记录理由。

6 单个能源绩效改进措施的计算过程

6.1 能源基准的确定

应考虑数据可用性和可靠性，通过以下步骤确定能源基准：

- a) 根据计算目标选择能源基准类型；
- b) 确定基期（说明基期日期和期限）；
- c) 收集所需数据；
- d) 确定和验证能源基准。

6.1.1 能源基准的类型

基于两种情况和两种比较，能源基准的类型可分为四种类型（表3）：

- a) 比较类别：
 - 1) 前/后
 - 2) 无/有
- b) 情况类别：
 - 1) 特定情景
 - 2) 一般情景

表3 能源基准的类型

能源基准类型	目的	示例（冰箱更换案例中的能源基准）
“措施实施前的特定情景”	表示能源绩效改进措施实施前的实际情况	计量的拟更换的冰箱能耗
“无措施时的特定情景”	表示在可能实施能源绩效改进措施相同时间内，未实施能源绩效改进措施时可能出现的情况	无高效节能冰箱推广计划条件下，计量某家庭计划购买的新冰箱的能耗
“措施实施前的参考情况”	表示能源绩效改进措施实施前的参考情况	所考虑地区的冰箱存货的平均能耗
“无措施时的参考情况”	表示未实施能源绩效改进措施时的参考情况	法律或其他要求规定的最低能源绩效要求，或市场平均能源绩效要求

选择拟用能源基准类型时，应分析计算目标和适用于能源绩效改进措施的要求。如针对项目，最常用的能源基准类型为“措施实施前的特定情景”；考虑在新建筑物或工厂内采取能源绩效改进措施时，通常采用“无措施时的特定情景”类型的能源基准，因不能获得能源

绩效改进措施实施前相关情况的数据，但可获得计划项目的特定数据（如建筑物体量、住户数量等）。

将平均特征作为参考时，若平均值周围分布不对称，则表明可能不适合采用平均值。

6.1.2 基期的确定

6.1.2.1 应说明基期的周期以及起止日期。基线期中最常见的持续时间是一年（12 个月），特别是对气候敏感的能耗终端用户。

6.1.2.2 应选择具有代表性的数据收集期。在某些情况下，有可能在比基线周期更短的时间内进行数据收集。例如，建筑照明时间表可能不会全年改变，几个月甚至几周的数据可能足以计算全年的基准照明能耗。如果一个周期内（如由于季节性）或一个周期到另一个周期（如由于一年到另一年采暖度日数不同）出现变化，应在数据收集周期中包括几个周期来确定能源基准，以避免其受到异常条件的影响。

6.1.2.3 采用相同数据集时，可选择不同基期：

- a) 基期可指定为数据集所含的多个运行周期（并非所有运行周期），选择最具代表性的运行周期；
- b) 基期可指定为相当于数据收集期；
- c) 基期可指定为相当于一个运行周期，用数据收集期的平均值来表示。

6.1.3 能源基准的确定和验证

6.1.3.1 能源基准的确定应对基期运行条件进行说明。基期运行条件的选择一般应代表常规运行条件，不应采用异常条件相关数据（如翻新工程期间的能耗），否则应证明选择合理，并记录说明。

示例（基期运行条件）：

- 工业生产过程：产品类型和相关产量；
- 建筑物：占用率、设定点温度及天气条件；
- 运输：行程距离及所载重量。

计算预测节能量时，可变更基期运行条件，以确保能源基准与预测能耗可进行对比。

6.1.3.2 能源基准的验证应包括利益相关方就能源基准类型选择以及拟用数值（能耗值和所选变量的数值）达成一致。验证还包括通过与类似数据（基准）进行对比，或利用两种明显不同的计算方法进行检查。

6.2 预测能耗的确定

6.2.1 应通过分析能源绩效改进措施引起的变化确定预测能耗。能源绩效提升的评估应对能源绩效改进措施预期影响的数据进行分析，预期影响可能是能耗降低或能源绩效指标变更。

6.2.2 能源绩效提升的评估应结合预测运行条件（见 6.3.1），确定预测能耗，并对有效性条件进行说明，如表 4 所示。

表 4 根据评估类型确定有效性条件

评估类型	有效性条件
1) 针对指定情景（能源绩效改进措施的指定特征、指定实施条件）	当规划类似情景实施相同类型的能源绩效改进措施时，可使用相应数值
2) 计算大量能源绩效改进措施节能量所用的平均值	相应数值不能用于特定情景，并应检查平均值的代表性
3) 基于规定或规范规定的运行条件（例如，制造商数据）	应在记录中记录所述选择，并评估验证预测运行条件是否与预先指定的运行条件相似

6.2.3 预测能耗应得到利益相关方的认可，能源绩效提升或预测能耗也可通过与类似数据进行对比或利用两种明显不同的计算方法进行检查。

6.3 预测节能量的计算

6.3.1 计算假设

6.3.1.1 用于确定能源基准和预测能耗的条件应一致。预测运行条件可通过以下假设条件进行预估：

- a) 与基期相比无变化；
- b) 计划中的变化；
- c) 此前趋势的外推。

示例 预测运行条件：建筑规范规定的天气条件；有计划的产量增加。

6.3.1.2 运行条件的选择有以下三种情况：

- a) 若将基期运行条件选为预测节能量的计算基础，则应按照基期运行条件进行预测能耗的计算。
- b) 若将预测运行条件选为预测节能量的计算基础，则应按照预测运行条件进行能源基准的计算。
- c) 若将法规或规范的运行条件选为预测节能量的计算基础，则应按照预设定的运行条件进行能源基准和预测能耗的计算。

若所选方法不能获得能源绩效改进措施实施后对能耗的所有影响，例如可能出现反弹效应，如，建筑围护结构采取保温措施后，住所内产生较高的设定点温度。在这种情况下，可

采用过去经验推导预测能耗计算的运行条件，还应提供相关详细说明。

6.3.2 计算

应基于能源基准、预测能耗和计算假设，采用公式（1）（2）或（4）计算预测节能量。

6.3.3 记录和验证

预测节能量的验证应包括利益相关方关于计算假设选择的认可，并记录相关信息。且可通过比较类似数据获得的数值，或比较采用其他计算方法对相同能源绩效改进措施节能量进行计算的结果等进行对比检查。

6.4 预测期内的预测节能量

6.4.1 应首先计算与基期期限相一致的等效期内的预测节能量，然后可根据计算目标，将预测节能量的计算扩展到预测期。

6.4.2 对于案例相关（有/无措施）的比较，应采用相同周期（期限和日期），进行能源基准和预测能耗的比较。对于时间相关比较（实施前/实施后的比较），应首先利用基期和“等效”期之差计算预测节能量（见图 3），然后推测整个预测期的节能量。

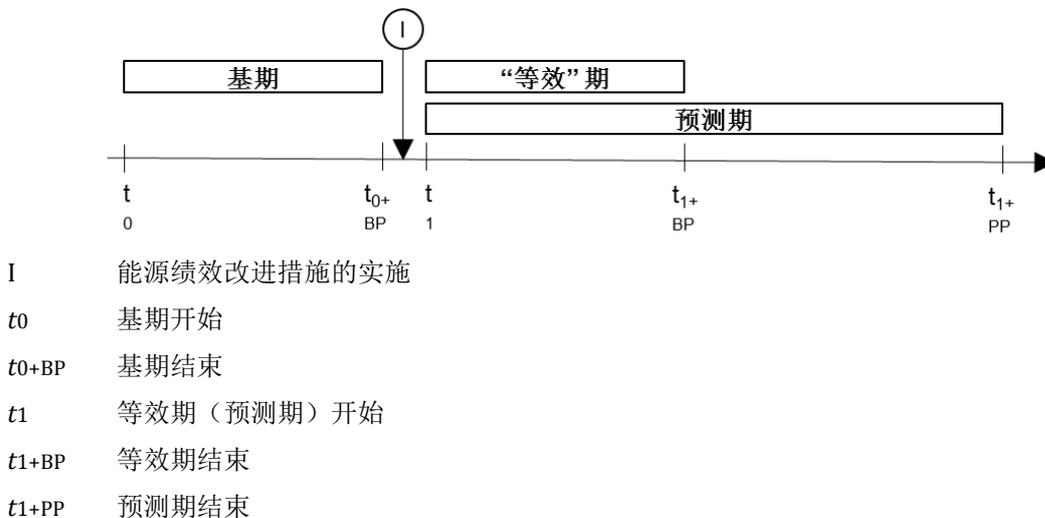


图 3 时间相关比较涉及的周期

6.4.3 预测期不应比能源绩效改进措施的寿命周期长，除非法律或其他要求另有规定。若随时间推移继续外推预测节能量还应考虑保留率、保持率和运行条件的变更。

示例 3 技术假设随时间推移而发生的变更：LED 灯（包括将基础技术和 LED 用于照明灯具）的效能 在短短数年内快速提升（流明/瓦特）。

6.4.4 预测期内预测节能量的验证应获得利益相关方关于预测期期限，以及期限内可能产生变化的相关假设的认可，以及通过与类似数据比较进行的检查。

7 预测节能量的合计

7.1 主要计算过程

计算含多项能源绩效改进措施的行动计划、方案或政策的预测节能量时，应合并计算不同能源绩效改进措施的预测节能量，计算过程包括：

- 1) 确保待合计的预测节能量的一致性（见 7.2）；
- 2) 合计行动计划、方案或政策中计划的能源绩效改进措施的预测节能量（见 7.3）；
- 3) 根据情景，可评估合计预测节能量在行动计划、方案或政策的总节能中的占比（见 7.4）（图 4）。

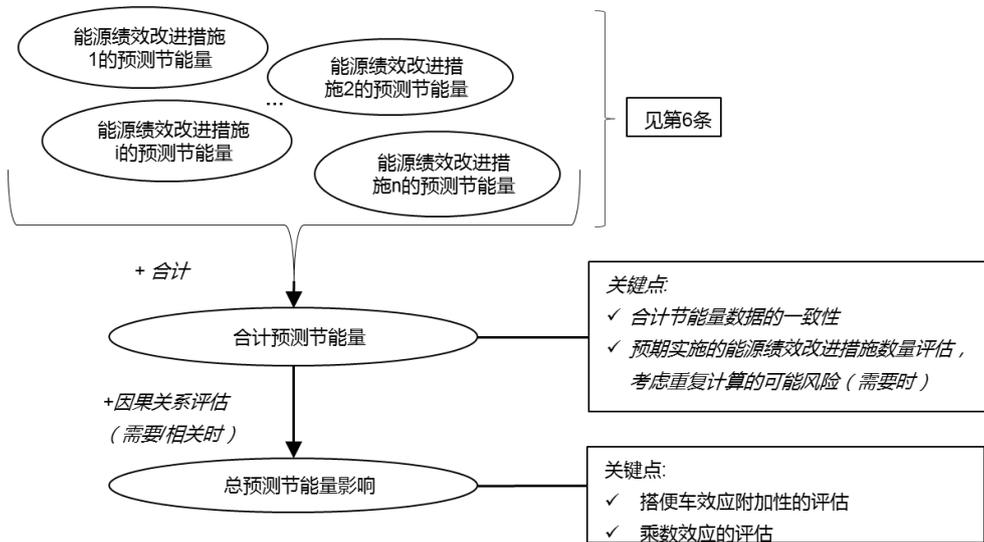


图 4 预测节能量合计计算过程概述

7.2 合计预测节能量的一致性

应通过以下方法确保合计预测节能量的一致性：

- a) 将不同预测节能量的单位换算成相同能量单位（如吉焦、吨油当量、千瓦时等）；
- b) 采用相同基准（一次能源或最终/交付能源）；
- c) 核实预测节能量的计算是在相同周期内；
- d) 在确定不同能源绩效改进措施的能源基准或选择计算假设条件时，说明是如何确保一致性的。

采用一定换算系数将所有结果换算成相同能量单位时，应检查换算系数所用值的一致性。考虑使用燃料时，应记录其能含量是以净热值（NCV）为基础表示，还是以总热值（GCV）为基础表示。

7.3 预测节能量的合计

7.3.1 合计预测节能量的计算公式

可通过汇总各个能源绩效改进措施的预测节能量进行合计（公式（5）），也可通过首先汇总每类能源绩效改进措施的数量，然后汇总不同类型能源绩效改进措施的预测节能量的方式进行合计（公式（6））。

$$\text{合计 PrES} = \sum_{i=1}^n (\text{EPIA}_i \text{ 的预测节能量}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- i ----- 单项能源绩效改进措施的指数
- n ----- 所含能源绩效改进措施的数量，或

$$\text{合计 PrES} = \sum_{j=1}^m (\text{EPIA}_j \text{ 的数量} \times \text{EPIA}_j \text{ 的预测节能量}) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- j ----- j 类能源绩效改进措施的指数
- m ----- 不同类型能源绩效改进措施的数量

7.3.2 能源绩效改进措施数量的评估

应根据计算目标，基于假设（表 5），评估拟实施能源绩效改进措施的数量。

表 5 根据不同计算目标评估能源绩效改进措施的数量

假设	计算目标
计划的能源绩效改进措施数量	直接为支付或实施能源绩效改进措施的组织或参与者进行计算→基于组织或参与者计划实施的能源绩效改进措施数量进行评估 示例 1：某企业的行动方案
计划或方针的目标	进行计算以评估计划或方针的预期影响→基于实现计划或方针目标所需的能源绩效改进措施数量进行评估 示例 2：实现气候变化减缓目标的情境
预估的能源绩效改进措施数量	进行计算以评估计划或方针的预期影响→基于以往类似计划或方针的经验，或基于建模进行评估 示例 3：用于评估某新政策影响的建模

应记录说明能源绩效改进措施之间，或能源绩效改进措施与其他能源使用设备之间可能产生的交互作用，以及如何避免能源绩效改进措施的预测节能量的重复计算的相关风险。

7.4 评估行动计划、方案或政策与能源绩效改进措施之间的因果关系

7.4.1 当为负责促进其他组织或人员实施能源绩效改进措施的政策或方案（激励措施）的组织（如公共机构或能源公司）进行预测节能量计算时，应评估激励措施与拟实施的能源绩效改进措施之间的因果关系。

7.4.2 因果关系的评估可考虑以下因素：

- a) 附加性：考虑如果未实行动计划、方案或政策，预测节能量可达到的程度；
- b) 搭便车效应：无激励措施情况下，也实施或部分实施的能源绩效改进措施对节能量的影响；
- c) 溢出效应：激励措施下实施或部分实施的能源绩效改进措施，在超出激励措施范围外（如激励措施结束后或其他领域），对节能量的影响。

7.4.3 可根据相似激励措施的经验反馈或建模等方式对以上影响进行评估（如通过比较不同情境进行评估）。为区别无因果关系评估与有因果关系评估情况下的合计预测节能量间的差异，有因果关系评估情况下的合计预测节能量亦称为预测节能量综合影响。

7.5 记录和验证

7.5.1 合计预测节能量的记录应包括：

- a) 所用换算系数（若需要）；
- b) 能源绩效改进措施类型或预测节能量相关记录的参考文件或来源；
- c) 评估能源绩效改进措施数量所用的假设；
- d) 是否已评估因果关系（若已评估，应记录相关数据、分析和研究结果或所作假设）。

相关文件还可包括为避免搭便车效应或溢出效应，促进措施设计中相关规定的说明（尤其是旨在实现市场转型的促进措施）。

7.5.2 合计预测节能量的验证：

- a) 应包括得到利益相关方的认可；
- b) 可包括基于能源绩效改进措施数量评估和因果关系评估的经验，通过比较不同方法或来源进行的检查；

8 质量和不确定度

8.1 影响预测节能量质量的因素

为确保计算的准确性，应考虑以下影响因素：

- a) 能源绩效改进措施实施的质量；
- b) 计算和相关数据和假设的质量。

8.2 能源绩效改进措施及其实施的质量标准

应将预测运行条件和能源绩效改进措施实施后的实际运行条件之间的差异降至最低，并记录能源绩效改进措施及其实施的质量标准和其他要求，以促进按预期实施能源绩效改进措施或确保实现最低水平的能源绩效。

示例：对拟实施能源绩效改进措施的专业人士的资格或认证相关要求，有助于限制低劣工艺的风险。

8.3 计算方法的质量标准

预测节能量的可靠性取决于以下标准：

- a) 所选计算方法的适用性；
- b) 数据质量；
- c) 数据处理和计算方法应用的评估者或其他人员的技能、经验和专业知识。

计算方法的记录应确保能对上述要素进行审查，尤其是数据源，包括关于数据质量和来源的合理说明。

8.4 预测节能量的质量和不确定度分析

8.4.1 影响因素

计算预测节能量时，质量和不确定度的分析应考虑以下因素：

- a) 所收集数据的质量标准和不确定度；
- b) 能源绩效改进措施预估数据的质量标准和不确定度；
- c) 由于测量或相关质量标准产生的不确定度；
- d) 由于忽略变量或设定可接受忽略辅助变量阈值的质量标准产生的不确定度；
- e) 由于计算模型或相关质量标准产生的不确定度；
- f) 由于人为因素或相关质量标准产生的不确定度；
- g) 由于能源绩效改进措施间交互作用产生的不确定度；
- h) 由于可能的反弹效应产生的不确定度。

8.4.2 不确定度的定性或定量评估

应根据可用信息和计算目标，在定性或定量的基础上评估预测节能量的整体精确度。不确定度的定量评估优于定性评估，两种评估方法应完整记录。

定性评估可通过检查质量标准与其他能源绩效改进措施进行比较，或采用专家预估等方式进行。定量评估可采用统计方法、敏感度分析或专家预估等方式进行。

应根据计算目标，通过定性或定量设定可接受的精确度，并得到利益相关方的认可。

附录 A

(资料性附录)

选择计算方法时考虑的情境和目标

本附件为选择计算方法过程中分析预测节能量计算情境和目标提供了指南。

A.1 规模类型和合计预测节能量的必要性

使用本标准时，应考虑相关规模（见图 A.1），决定是否需要合计预测节能量。若不需要（项目常见情况），则本标准第 7 条不适用。



图 A.1 规模类型和合计预测节能量的必要性

A.2 案例和数据分析类型

第二应确定能源绩效改进措施的一般类型和所用数据类型（5.2）。预先指定的能源绩效改进措施节能量计算案例中，所用数据通常为参考数据；定制的能源绩效改进措施节能量计算案例中，所用数据通常为特定情景数据（4.2）。

A.3 计算类型

第三应确定能源基准和消耗的计算类型（5.5.4）。通常利用经验估计进行 I 类情景计算，利用统计或物理建模，结合多种来源数据进行 II 类情景计算。

表 A.1 提供了情景示例和计算方法选择。

表 A.1 情景示例和计算方法选择

示例	规模	预测节能量的合计	能源绩效改进措施类型	所用数据类型	基准可用的数据	计算类型	数据分析类型
某企业锅炉更换	项目	否	定制	特定情景数据	年度能耗	I 类	经验估计
节能汽车津贴	地区	是	预先指定	参考数据	年度能耗	I 类	统计计算
街道照明相关行动方案	城市	是	定制	特定情景数据	功率和照明小时数	II 类	基于物理计算
照明相关行动方案	组织	是	预先指定	参考数据	功率和照明小时数	II 类	基于物理计算

住宅锅炉更换项目	国家	是	预先指定	参考数据	住宅总量等相关数据	Ⅱ类	所有选项组合
工业生产工艺的优化	项目	否	定制	特定情景数据	工业生产工 艺相关数据	Ⅱ类	统计计算和基于物理建模的组合
能源效率责任机制	国家	是	预先指定	参考数据	各种	Ⅱ类	所有选项组合

附录 B

(资料性附录)

需验证和记录的主要问题概述

表 B.1 需验证和记录的主要问题概述

计算过程的步骤	需验证和记录的问题
总则	对计算过程规划的认可（尤其是需进行验证时）
利益相关方的识别	各利益相关方角色的认可和记录（尤其是数据收集和验证）
能源绩效改进措施的描述	对以下各项的认可和记录： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 能源绩效改进措施的技术特征和所选变量； ✓ 预测节能量边界。
计算目标和要求的精确度	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 计算目标的认可和记录； ✓ 计算过程所用资源的认可。
数据可用性和质量	对以下各项的认可： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 数据质量分析； ✓ 附加数据收集相关决定。
计算方法的选择	对以下各项的认可和记录： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 所选的数据分析类型； ✓ 数据收集技术和数据源（及缺失数据相关假设）； ✓ 所选变量和计算公式； ✓ 验证过程（例如，模型校正、基准确定）。
能源基准的确定	对以下各项的认可和记录： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 能源基准类型的选择； ✓ 使用值（能耗的值和（或）所选变量的值）。
预测能耗的确定	计算的能耗减少值或能源绩效指标变更值的认可和记录
预测节能量的计算	计算假设的认可和记录
预测期内的预测节能量	对以下各项的认可和记录： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 预测期限； ✓ 期限内可能发生的变化相关假设。
预测节能量的合计	对以下各项的认可和记录： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 换算系数（若需要）； ✓ 总计预测节能量的参考文件或来源； ✓ 评估各类能源绩效改进措施数量所用的假设； ✓ 是否已评估因果关系（若评估，相关假设）。
分析质量和（或）计算不确定度	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可接受精确度的认可； ✓ 需考虑的不确定度来源的记录； ✓ 详细说明能源绩效改进措施实施和（或）计算方法所用质量标准的记录。
<p>注 1： 此处“认可”指利益相关方的认可；</p> <p>注 2： 若可行，建议与参考文献中类似情况数据，或采用不同计算方法得出的结果等进行对比，从而检查上表所列的每个步骤。</p>	

附录 C

(资料性附录)

计算方法和预测节能量记录模板示例

表 C.1 能源绩效改进措施层面的预测节能量记录模板示例

能源绩效改进措施	能源绩效改进措施名称	(明确目标能源使用系统和能源绩效改进措施的提升作用)
	预测节能量边界	(包括可能的技术交互作用说明)
	实施和运行条件	(包括基期和目标能源使用系统的预测运行条件相关说明, 以及要求或相关质量标准的参考文件)
计算方法	计算目标	(计算结果的用途, 向谁提供节能量数据, 预测节能量要求的精确度)
	计算方法	(估计/统计建模/工程(基于物理)建模)
	能源基准的确定	能源基准类型: (“措施实施前的特定情景”/“无措施时的特定情景”/“措施实施前的参考情景”/“无措施时的参考情景”) 基期: (包括期限、日期和所用数据集) 基期运行条件: (包括能源基准代表性的假设)
	预测能耗或能源绩效改进的描述	(使用 I 类计算时, 提供预测能耗和相关数据来源或参考) (使用 II 类计算时, 提供能源绩效改进相关描述, 如代表能源绩效提升程度的数据、相关数据源和相关说明(需要时))
	计算公式或模型	(明确应考虑所选变量, 包括计算公式或模型相关参考信息)
	主要数据源	(记录数据收集技术和收集日期, 突出强调数据缺失情况下采用的假设)
	计算假设	运行条件的选择: (记录用作计算基础的运行条件)
	预测期	(记录用于计算的期限、能源绩效改进措施寿命周期相关假设, 以及随时间推移可能发生的变更)
节能量	年度预测节能量	(明确能源单位和基础: 一次能源或最终能源)
	预测期内的预测节能量	(明确能源单位、一次能源或最终能源, 以及提及所考虑预测期)
	有效性条件	(代表平均值/其他说明的给定情景/条件的特定数值)
	预测节能量的质量	(预测节能量精确度的定性和(或)定量评估)
验证过程		(参与计算过程的利益相关方, 以及验证方法)

表 C.2 行动计划/方案/政策层面预测节能量记录模板示例

框架	框架名称	(行动计划、方案或政策名称)
	覆盖范围	(区域范围或组织范围)
	包含的能源绩效改进措施	(框架或参考文件涵盖的能源绩效改进措施清单)
	补充信息	(有助于了解预测节能量的其他说明)
计算方法	计算目标	(计算结果的用途, 向谁提供节能量数据)
	所用通用能源单位	(记录换算系数或换算系数所用参考信息(若相关))
	能源基准通用规则	(关于如何确保不同能源绩效改进措施所用能源基准之间一致性的说明, 如通过采用同类基准或相同基期)
	计算假设通用规则	(关于如何确保不同能源绩效改进措施所用计算假设之间一致性的说明)
	预测期通用规则	(关于如何确保不同能源绩效改进措施所用预测期之间一致性的说明)
	其他一致性问题	(关于如何处理其他一致性相关问题的说明)
	能源绩效改进措施层面所用计算方法	(能源绩效改进措施层面所用计算方法相关参考文件、指南或一般准则)
	能源绩效改进措施数量	能源绩效改进措施数量(每类能源绩效改进措施): 所用假设: (预期能源绩效改进措施数量相关假设, 以及说明如何处理重复计算风险)
	因果关系	(关于如何考虑相关附加性、搭便车效应和(或)外溢效应的说明)
节能量	年度预测节能量	(明确能源单位、一次能源或最终能源, 以及总预测节能量或总预测节能量影响)
	预测期内的预测节能量	(明确能源单位、一次能源或最终能源、总预测节能量或总预测节能量影响, 以及所考虑的预测期)
	整体精确度	(预测节能量精确度的定性或定量评估)
验证过程	(参与计算过程的利益相关方及验证方法)	

附录 D

(资料性附录)

工业领域采用特定情景数据计算预测节能量示例

D.1 总则

对某公司生产各类汽车零部件的 ABC 工厂进行能源审计，审计发现照明和制冷两方面存在能源绩效提升机会和空间（见表 D.1）。

表 D.1 ABC 工厂能源绩效提升机会

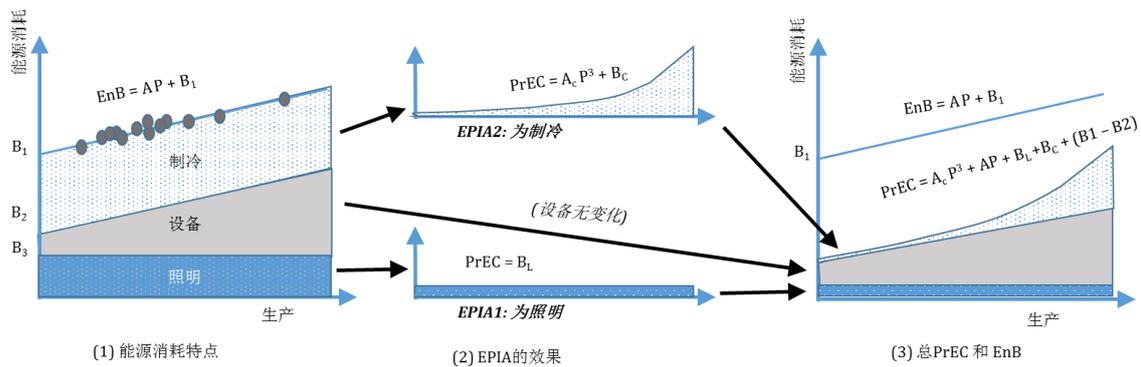
名称	机会	拟定措施
能源绩效改进措施 1	减少照明基本负荷	更换更高效照明灯具
能源绩效改进措施 2	通过两类措施降低制冷水泵功率	1)：将静载模式更换为“按需”模式 2)：为水泵增设变速驱动器（VSD），根据载荷确定泵速

该公司请求解决方案提供商分别预估能源绩效改进措施 1 和 2 的节能量。ABC 工厂的能耗特点分析如图 D.1 所示：

图 D.1(1)：能耗分为两类基本负荷（照明和制冷）和设备负荷（与产量成比例）。

图 D.1 (2)：采用能源绩效改进措施（EPIA）1 和 2 时，各个能效消耗使用终端的预测能耗（PrEC）。

图 D.1 (3)：可综合三类能耗特点计算预测能耗总量，通过生产计划预测能耗。



- EnB -----能源基准
- PrEC -----预测能耗
- A, AC -----常量
- P -----生产量
- B1, B2, B3, BC, BL -----基本负荷能耗

图 D.1 ABC 工厂能耗特点和能源绩效改进措施效果概述

D.2 能源绩效改进措施 1 的总预测节能量

采用能源绩效改进措施 1 时，可根据制造商数据和照明计划计算预测能耗。图 D.2 显示了预测能耗 (PrEC) 和能源基准 (EnB)，利用只含有一个变量 (生产量 P) 和两个常量 (能耗量占生产量比例 A 和基本负荷 B) 组成的简单公式进行表示。可通过对比图 D.1 (1) 和 (2) 确定能源绩效改进措施 1 的基本负荷减少量。

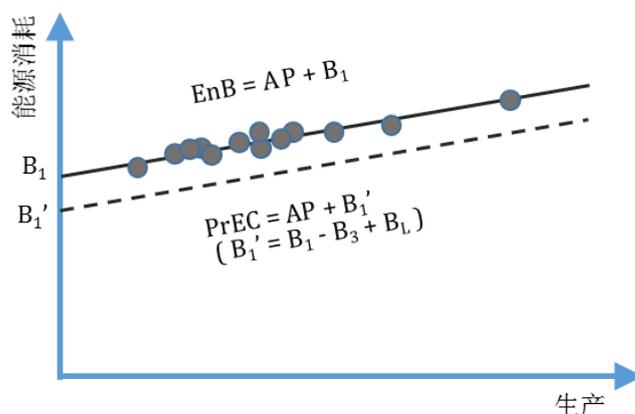
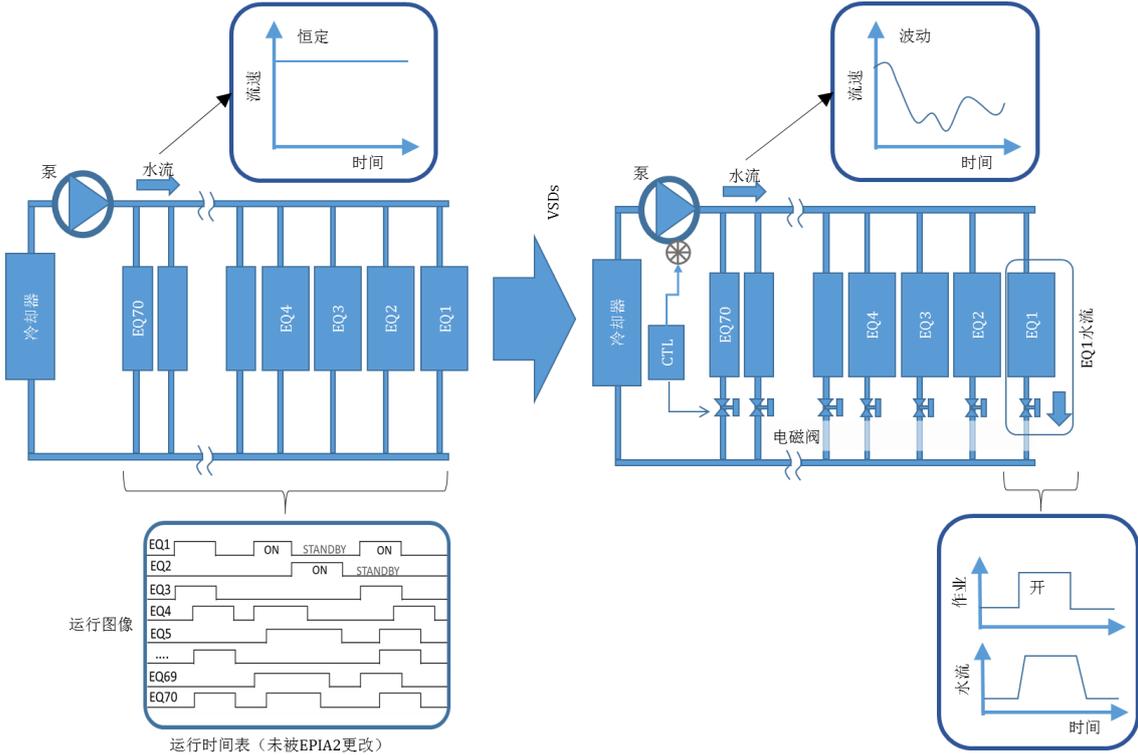


图 D.2 能源基准和预计能耗 (仅采用能源绩效改进措施 1)

D.3 能源绩效改进措施 2 的预测节能量

D.3.1 制冷系统

工厂中，许多制造设备部件需要使用冷却水。冷却器冷却的水通过三套水泵 (最大水量时测定功率 165.0 千瓦) 输送至单独运行的各部件。无论是处于运行状态还是备用状态，都有相同体积冷却水 (1240 立方米/时) 流入制造设备 (见图 D.3 左侧)。相应地，冷却器和水泵以“额定条件”运行。



EQ -----设备
 CTL -----控制器
 VSD -----变频驱动器

图 D.3 制冷系统和能源绩效改进措施 2

D.3.2 能源绩效改进措施 2

图 D.3 右侧所示为能源绩效改进措施 2，图中为设备各部件增设了电磁阀。若相应部件处于备用模式，则电磁阀关闭，流速发生变化。

各泵亦采用了变频驱动器（VSDs），根据水流的变化控制泵速。流速和管阻的关系如图 D.4（1）所示，所需泵压比泵阻稍高。由于泵阻与流速的平方成比例，若流速变为 50%，则所需压力降低至约 25%。图 D.4（2）列出了流速和能耗间的关系，由于能耗与流速的立方成比例，若流速变为 50%，则能耗降低至约 12.5%（预测节能率为 87.5%）。由于图 D.4（1）所列最低压力 P1 需要最小能量，预测能耗的公式中含有 Bc。

注：该工厂中，设备各部件能耗与生产量成比例（见图 D.1（1））。由于流速也可视为与生产量成比例，流速也可换算为生产量，因此预测能耗如图 D.4（3）所示（另见 5.6.4 公式 4，此情况下，能源基准和预测能耗函数不同）。

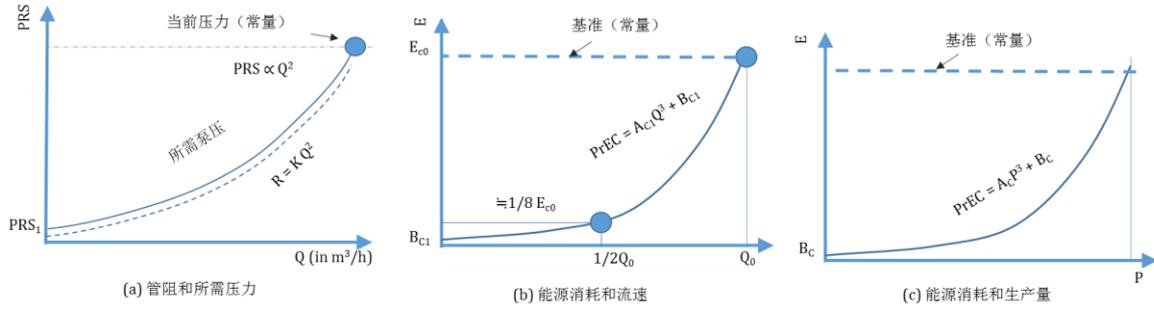


图 D.4 能源绩效改进措施 2 的原则

PRS, PRS1 -----压力 (in MPa)
 Q, Q0 -----流量 (in m³/h)
 R -----管阻
 K, AC1, AC -----常量
 E, Ec0 -----能耗
 BC1, BC -----基本负荷能耗
 P -----生产量

D.3.3 概要预测

该公司要求解决方案供应商对能源绩效改进措施 2 的节能量进行预测。首先利用简单调查（半天）结果，采用表 D.2 所示方法进行概要预测。该调查中，观察设备各部件在一个小时内的运行状态，发现设备部件同时运行的数量大约为 60%，基于此，计算预测能耗和预测节能量（见表 D.2）。

对年度节能量及其能源成本节约的不确定度范围进行预估，节能量不确定度的主要因素如下：

- (1) 设备各部件的运行模式通常单独改变（较难观测平均运行率）；
- (2) 设备各部件所需流速各不相同（平均运行率不等于平均流速）；
- (3) 流速和预测能耗间呈立方关系（流速大→节能量小，流速小→节能量较大）。

投资的不确定度范围预估为±25%。

D.3.4 详细预测

该公司预定了一次详细的付费调查服务，以提高准确性，使预测能耗的不确定度范围达到±25%。该调查中，持续 3 个月每分钟对设备所有部件的运行模式进行测量，并加以记录，根据所得实际数据、参考趋势数据等，形成流速（选定变量）趋势数据（见图 D.5）。

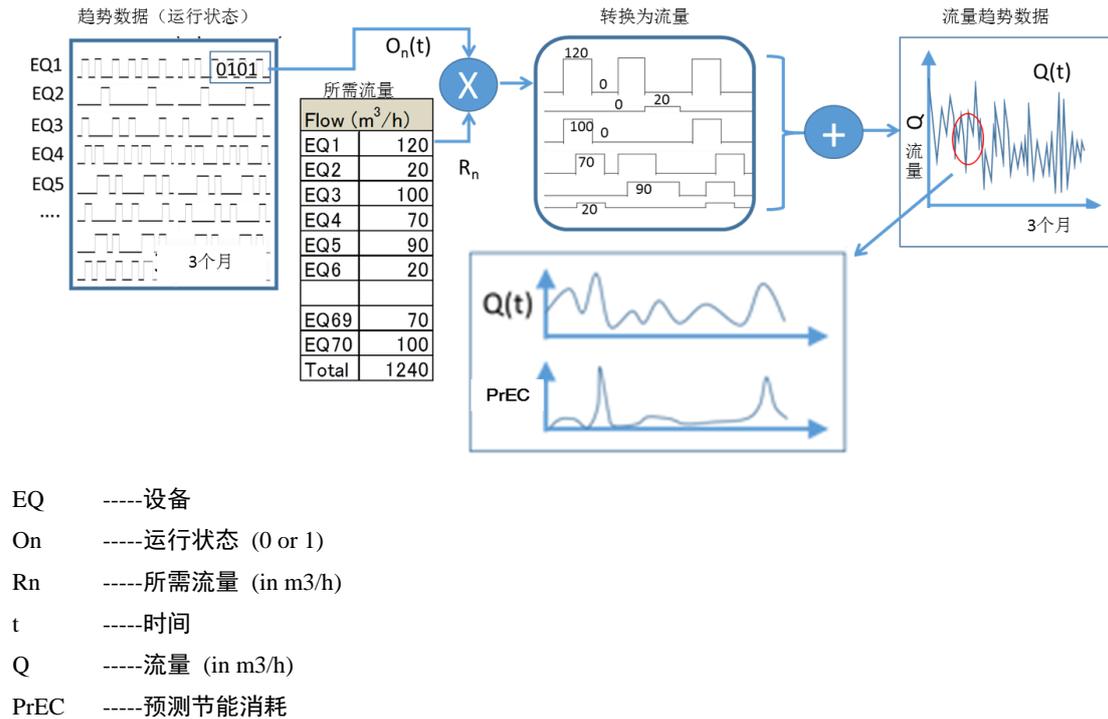


图 D.5 预测能耗 (PrEC) 预测流程

对能源绩效改进措施 2 的投资进行了详细预测，包含电磁阀、泵用变频驱动器、变频驱动器的控制器，以及工程支出（设计、安装、调试和优化调试等）。控制方法中考虑了设备各部件的安全性，因此，预计能源绩效改进措施的效果有所小幅度下降，并对预测能耗和趋势数据的经验公式进行了修正。

将参考趋势数据赋值到预测能耗公式（图 D.2）（见表 D.2），随后将公式计算结果与三个月的时间轴整合；再利用月度生产数据，将结果换算为年度预测能耗；最后，从能源基准中减除预测能耗，得出预测节能量。

若确定的不确定度范围及计算假设（运行条件：班次、设备制冷能力等）等条件发生变化，节能量和投资也将改变。

D.4 结果

该公司对能源绩效改进措施 2 的详细预测评价较高，且要求解决方案提供商说明能源绩效改进措施 1 和 2 的总效果。最高管理层决定投资能源绩效改进措施 1 和能源绩效改进措施 2，并且两项措施均已按照具体方案加以实施。经过测量和验证部验证，节能量几乎与详细预测的量相当。公司通过采用图 D.1 中作为能源绩效指标之一的总预测能耗，引入了能源管理体系，目前正在考虑能源绩效改进措施 3（降低设备基本负荷）。

表 D.2 两种预测类型

	概要预测	详细预测
能源基准 (EnB)	常量 (额定操作) - 参见图 D.1 (1) 的中间 1386 MWh / 年 (= 165.0 千瓦 × 24 时 × 350 天)	
预测方法	1. 目测: 同时运行的设备部件的数量比例 → S (%) 2. 换算为平均流速: $Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \text{最大流速 (m}^3\text{/h)} \times S \text{ (%)}$ 3. 将 Q 带入经验公式 D.1	1. 测量运行状态: 设备各部件状态趋势数据 (1: 运行/0: 备用) (时间: 3 个月; 间隔: 1 分钟) → $Q_i \text{ (t)}$ i: 设备部件的数量 2. 换算为总流量趋势数据: $Q \text{ (t)} = \sum_{i=1}^n \left[\text{所需流量 } R_i \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) \times Q_i \text{ (t)} \right]$ n: 设备部件总数 R_i : 设备 i 所需流量 $Q_i \text{ (t)} = 1$, 若设备 i 运行中 $= 0$, 若设备 i 处于备用模式 3. 将 Q (t) 带入经验公式 D.2 4. 将结果换算为年度预测能耗
预测能耗 (PrEC) 函数	$\text{PrEC} = A_{C1} Q^3 + B_{C1} \quad (\text{D.1})$ A_{C1} : 常量 Q : 流量 B_{C1} : 最低压力基本负荷	$\text{PrEC} = \sum_{t=0} (A_{C2} Q \text{ (t)}^3 + B_{C2}) \quad (\text{D.2})$ A_{C2} : 常量 Q : 流量 B_{C2} : 最低压力基本负荷
考虑的数据	最大流量时功耗: 合计 165 千瓦	
	设备各部件所需流量: 见图 D.5 (合计 1240 m ³ /h (最大流量))	
	设备所有部件平均运行率 (%): 60% (见 D.3.3)	设备各部件实际运行模式趋势数据 (1: 运行 / 0: 备用)
测量	否	是 (趋势数据)
预测能耗	典型: 299 兆瓦时 最大: 599 兆瓦时 (+100%) 最小: 75 兆瓦时 (-75%)	典型: 139 兆瓦时 最大: 174 兆瓦时 (+25%) 最小: 104 兆瓦时 (-25%)
预测节能量	典型: 1087 兆瓦时 最大: 1311 兆瓦时 最小: 787 兆瓦时	典型: 1247 兆瓦时 最大: 1282 兆瓦时 最小: 1212 兆瓦时
预测成本	极低	中等 (取决于所需精确度) - 测量 (可编程逻辑控制器数据集的监控) - 数据分析和创建参考趋势 - 投资规划

注: 表 D.2 内的公式 D.1 和 D.2 对于基期 (f ()) 和预测期 (g ()) 的函数形式不同。

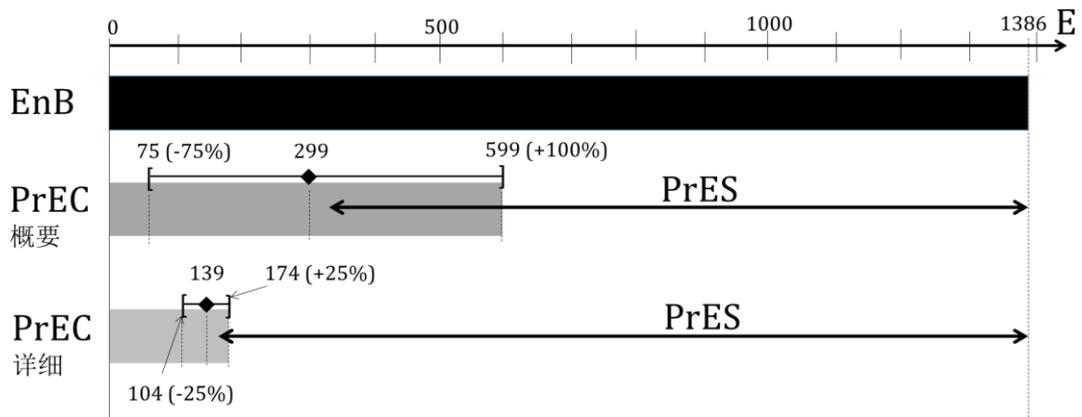


图 D.6 两类预测结果对比