

团 体 标 准

《能源化工产品广义节水潜力量化评估导则》

编制说明

2024年3月

《能源化工产品广义节水潜力量化评估导则》编制说明

一、标准制定的必要性

能源化工行业是我国国民经济支柱产业，经济总量大、关联覆盖广，不过能源化工行业产品普遍具有较高的水耗和能耗。为实现能源化工行业资源集约节约利用，国家在“十四五”期间积极推动新建能源化工项目向化工基地/园区集中，在节水环保的背景下推进绿色经济发展。节约用水是推进绿色经济发展的重要举措。节水评价是节水挖潜的基础，在广义水资源视角下，节约用水不仅仅是减少实体水资源的耗用，更重要的是，要通过用水效率、能源效率、物料转化效率等多种因素的综合优化，来实现实体水和虚拟水耗用量的总体减少，这对于以实现资源集约节约利用为目的的能源化工基地或园区尤为重要。

以往研究主要聚焦于实体水资源的集约节约利用，已发布的相关标准包括：国家标准《节水型企业评价导则》（GB/T 7119-2018）、《项目节水评估技术导则》（GB/T 34147-2017）和《节水型工业园区评价导则》（GB/T 43477-2023）；行业或团体标准《节水型工业园区 化工行业》（HG/T 6058-2023）、《工业节水技术评价通则》（T/CIET 054-2023）、《节水评价规范 第3部分：工业企业》（DB11/T 936.3-2020）等。

能源化工行业产业链条长、产品种类多，当下更加需要有一种方法或标准，便于找出产业链条上具有综合节水潜力的产品或环节，有助于后期通过水资源-物料-能源的统筹优化，深度挖掘能源化工基地尺度产业链产品的综合节水潜力。本标准是在已有发明专利的基础上，从整个产业链视角，在实体水和虚拟水范围内，进行广泛节水潜力分析方法，为能源化工基地尺度的全链条产品节水提供方法、原则和规范。

二、标准编制原则及依据

按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》要求进行编写，参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

1 从整个产业链视角，在实体水和虚拟水范围内，进行广泛节水潜力分析方法，为能源化工基地尺度的全链条产品节水提供方法、原则和规范。

2 本标准与我国现行法律法规和强制性国家标准协调一致、配套使用，相互支撑。

3 在编制过程中着重考虑科学性、适用性和可操作性。

三、主要试验（或验证）情况分析

(1) 广义节水潜力评估方法

节水潜力分析和判别是制定节水策略的基础。从广义水资源看，节水潜力不仅仅是潜在实体水耗用量的减少，而是用水效率、能源效率、物料转化效率等多重因素的综合性优化空间，因此，节水潜力分析需要从更广的视角进行判别。以前述产品水足迹定额为基准值，提出产品节水潜力综合判别方法及标准，如图1所示。

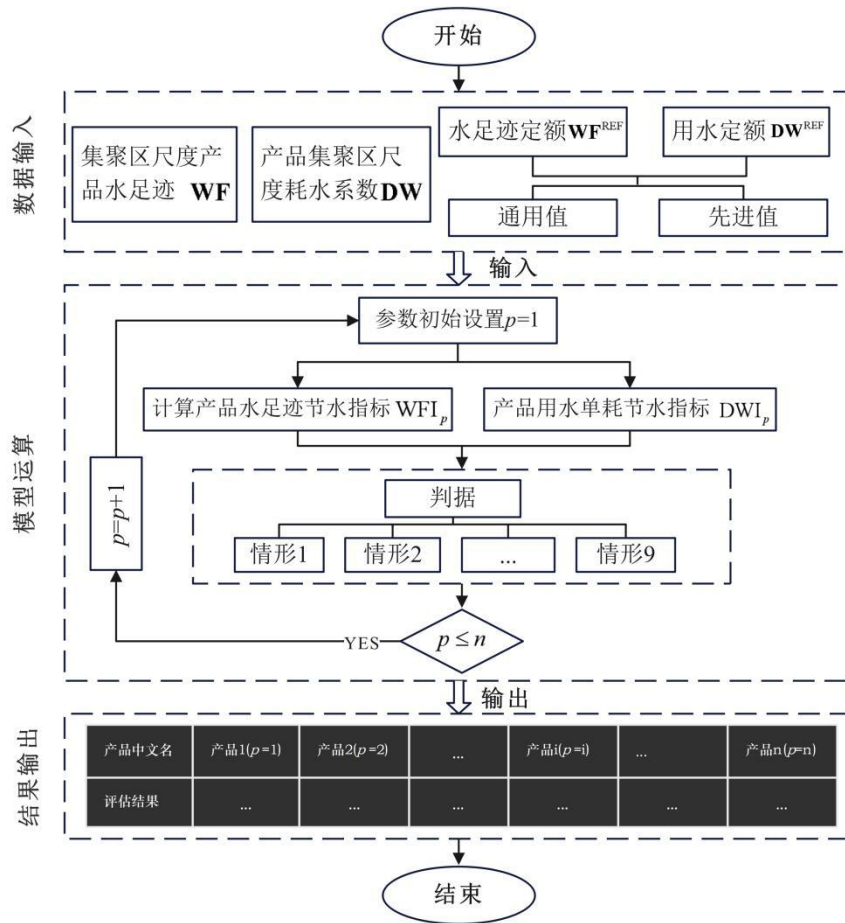


图 1 产品广义节水潜力判别方法工作流程

图中核心模块计算公式如下：

(1) 产品水足迹节水指标列矩阵：

$$WFI = WF \odot WF_{inv}^{REF} = \left[\frac{WF_1}{WF_1^{ref}}, \frac{WF_2}{WF_2^{ref}}, \dots, \frac{WF_p}{WF_p^{ref}}, \dots, \frac{WF_n}{WF_n^{ref}} \right] \quad (1)$$

其中：

$$WFI_p = \frac{WF_p}{WF_p^{ref}} \quad (2)$$

$$WF_{inv}^{REF} = \left[\frac{1}{WF_1^{ref}}, \frac{1}{WF_2^{ref}}, \dots, \frac{1}{WF_p^{ref}}, \dots, \frac{1}{WF_n^{ref}} \right] \quad (3)$$

式中， WF 是集聚区尺度产品水足迹列矩阵， WF_p 是 p 产品集聚区尺度水足迹， WF_p^{ref} 是 p 产品的水足迹定额， WFI_p 是 p 产品的水足迹节水指标。

(2) 产品用水单耗节水指标列矩阵：

$$DWI = DW \odot DW_{inv}^{REF} = \left[\frac{dw_1}{dw_1^{ref}}, \frac{dw_2}{dw_2^{ref}}, \dots, \frac{dw_p}{dw_p^{ref}}, \dots, \frac{dw_n}{dw_n^{ref}} \right] \quad (4)$$

其中：

$$DWI_p = \frac{dw_p}{dw_p^{ref}} \quad (5)$$

$$DW_{inv}^{REF} = \left[\frac{1}{dw_1^{ref}}, \frac{1}{dw_2^{ref}}, \dots, \frac{1}{dw_p^{ref}}, \dots, \frac{1}{dw_n^{ref}} \right] \quad (6)$$

式中， DW 是集聚区尺度产品耗水系数列矩阵， dw_p 是产品的集聚区尺度实际耗水系数， dw_p^{ref} 是 p 产品的用水定额， DWI_p 是 p 产品集聚区尺度的用水单耗节水指标。

根据水足迹节水指标、用水单耗节水指标两种指标在通用值、先进值两个标准等级，可以对各产品的广义节水潜力进行判别，判别标准如表1所示。

表 1 产品广义节水潜力判别标准

情形	节水指标结果	节水评估结果
情形1	$DWI_p^{TY} > 1; WFI_p^{TY} > 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗、产品水足迹均未达到通用标准；实体水、广义水的节水潜力均较大
情形2	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; WFI_p^{TY} > 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗达到通用标准但未达到先进标准，产品水足迹未达到通用标准；实体水具有一定节水潜力，广义水节水潜力较大
情形3	$DWI_p^{TY} > 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗未达到通用标准，产品水足迹达到通用标准但未达到先进标准；实体水节水潜力大，广义水有一定节水潜力
情形4	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; WFI_p^{TY} > 1$ $0 < DWI_p^{XJ} \leq 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗已达先进标准，产品水足迹未达到通用标准；实体水节水潜力小，广义水节水潜力大
情形5	$DWI_p^{TY} > 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; 0 < WFI_p^{XJ} \leq 1$	产品用水单耗未达到通用标准，产品水足迹已达先进标准；实体水节水潜力很大，广义水节水潜力很小

情形6	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $0 < DWI_p^{XJ} \leq 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗、产品水足迹均达到通用标准但未达到先进标准；实体水、广义水均有一定节水潜力
情形7	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; WFI_p^{XJ} > 1$	产品用水单耗已达先进标准，产品水足迹达到通用标准但未达到先进标准；实体水节水潜力小，广义水有一定节水潜力
情形8	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $DWI_p^{XJ} > 1; 0 < WFI_p^{XJ} \leq 1$	产品用水单耗达到通用标准但未达到先进标准，产品水足迹已达先进标准；实体水有一定节水潜力，广义水节水潜力很小
情形9	$0 < DWI_p^{TY} \leq 1; 0 < WFI_p^{TY} \leq 1$ $0 < DWI_p^{XJ} \leq 1; 0 < WFI_p^{XJ} \leq 1$	产品用水单耗、产品水足迹均已达先进标准；实体水、广义水节水潜力均很小

表中， WFI_p^{TY} 和 DWI_p^{TY} 分别是产品 p 在通用值标准下的水足迹节水指标和用水单耗节水指标， WFI_p^{XJ} 和 DWI_p^{XJ} 分别是其先进值标准下的两个指标。

(2) 应用验证对象

以宁东煤基化工能源基地为实验（验证）的原型试验场。煤基能源化工产品分为煤炭、煤电及煤化工产品三大类。若将煤炭、煤电单独视为一种产品，则宁东基地主要煤基能源化工产品包括 24 种，如表 2 所示。基地绝大部分实体水资源供给用于煤基能源化工产品生产，它们组成了基地虚拟水资源的主要载体。图 2 是宁东基地煤炭、煤电、煤化工三大类产品和各煤化工细分产品年产量所含虚拟水资源量。图 3 是产品水足迹定额通用值和先进值。

表2 宁东基地主要煤基能源化工产品

产品编号	产品名称	英文缩写	产品编号	产品名称	英文缩写
1	煤炭	COAL	13	1,4-丁二醇	BDO
2	煤电	ELEC	14	聚四氢呋喃	PTMEG
3	煤制油	CTL	15	乙酸	ACA
4	甲醇	CTM/CGTM	16	醋酸乙烯酯	VAC
5	焦炭	COKE	17	聚乙烯醇	PVA
6	烯烃	OLE	18	焦炉气	COG
7	二甲醚	DME	19	粗苯	BEN
8	聚甲醛	POM	20	粗苯下游产品	BEN-Down
9	合成氨	NH ₃	21	煤制焦油	TAR
10	尿酸	UREA	22	焦油下游产品	TAR-Down
11	电石	CaC ₂	23	硫酸	SULF
12	乙炔	ACET	24	丙烷/碳四/碳五	C3/C4/C5

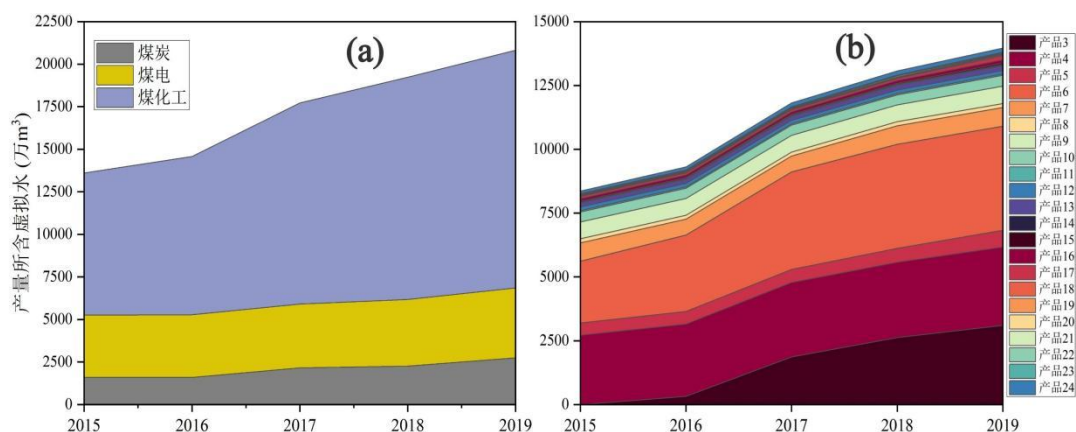


图2 宁东基地 (a) 煤炭、煤电和煤化工产量蕴含虚拟水量
(b) 各煤基化工细分产品年产量含虚拟水量

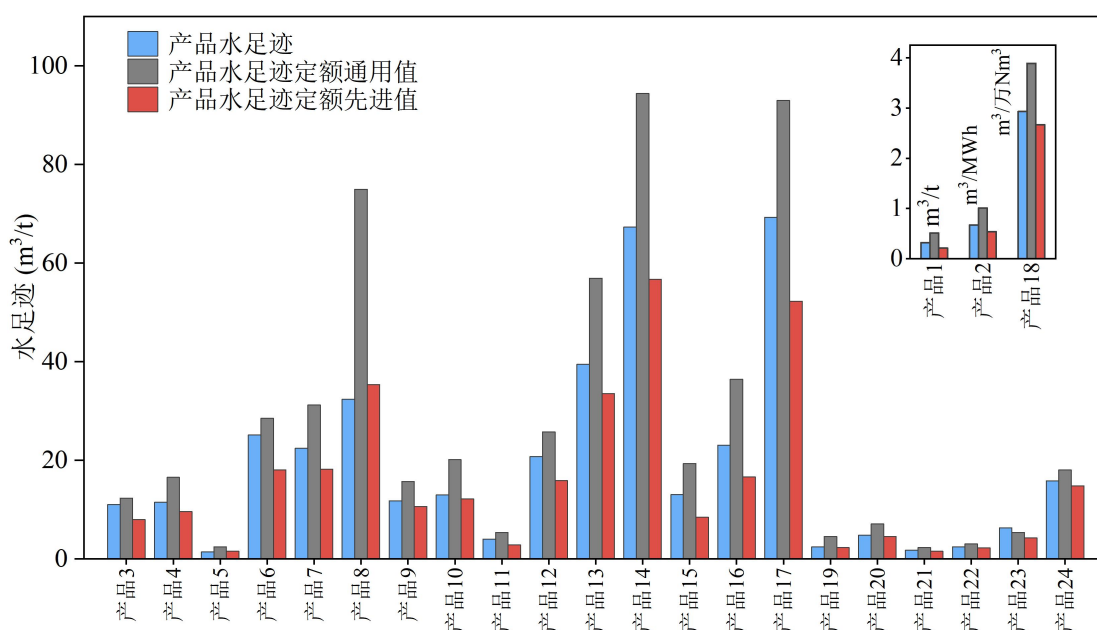


图3 宁东基地产品水足迹与产品水足迹定额

(3) 测试检验结果

(1) 广义节水指标

分别以产品用水单耗定额和产品水足迹定额为基准，进一步计算各主要煤基能源化工产品传统和广义两类节水指标值，如图4所示。结果显示，从定性角度判断各产品节水工艺技术水平，产品水足迹节水指标与用水单耗节水指标结果基本一致，但从定量上看两种指标结果存在差异。

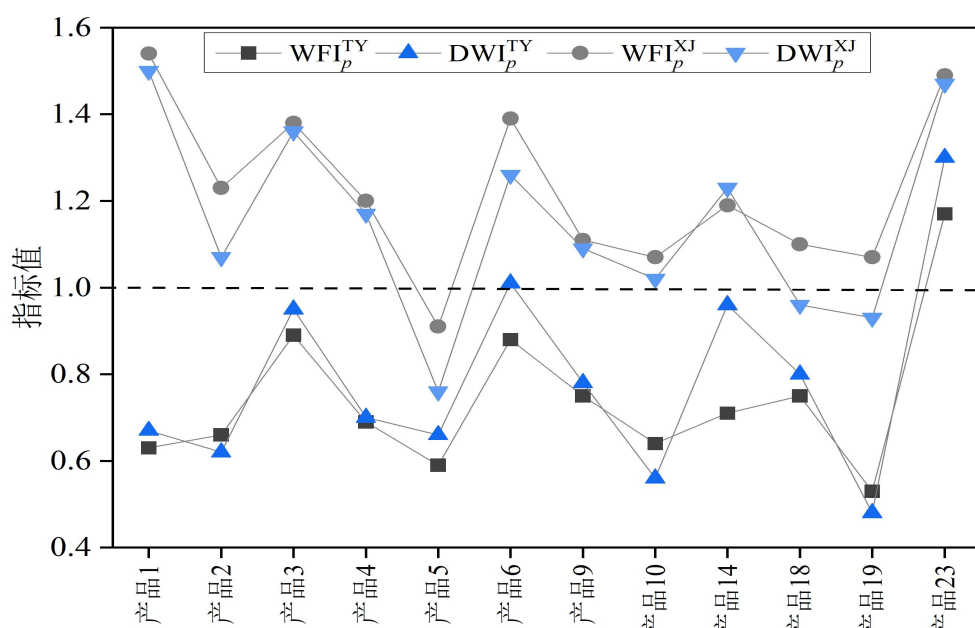


图4 主要煤基产品传统和广义节水指标对比

根据产品节水潜力定性判别标准，烯烃（ $p=6$ ）的节水潜力属于“情形3”，实体水耗用存在较大节约空间，因此应当优先考虑采用节水新工艺、提高工业用水重复率等措施进行节水，在此基础上再考虑从广义水资源角度进行节水挖潜；焦炉气（ $p=18$ ）和粗苯（ $p=19$ ）的节水潜力情况属于“情形7”，实体水耗用的节约空间较小，节水措施应当以节能降耗、技术改造降低原料损耗等为主，即从虚拟水资源的角度进行间接节水；煤炭（ $p=1$ ）、煤电（ $p=2$ ）、煤制油（ $p=3$ ）、甲醇（ $p=4$ ）、合成氨（ $p=9$ ）、尿酸（ $p=10$ ）和聚四氢呋喃（ $p=14$ ）7种产品的节水潜力情况属于“情形6”，应当同时考虑实体水和虚拟水两类节水措施进行节水挖潜；硫酸（ $p=23$ ）的节水潜力情况属于“情形1”，实体水和虚拟水的节水空间均较大，采用实体水或虚拟水节水措施均可有效提高综合用水效率；焦炭（ $p=5$ ）的节水潜力情况属于“情形9”，即实体水、虚拟水耗用均达到先进水平，节水挖潜空间有限。

从定量角度分析，煤炭（ $p=1$ ）、煤制油（ $p=3$ ）、烯烃（ $p=6$ ）和硫酸（ $p=23$ ）的节水潜力最大，其广义用水单耗较先进定额标准有28~35%的下降空间；煤电（ $p=2$ ）、甲醇（ $p=4$ ）和聚四氢呋喃（ $p=14$ ）次之，广义用水单耗较先进标准有15~20%的下降空间；其他产品节水潜力相对较小，广义水资源耗用较先进标准的差距均小于10%。

（2）广义潜在可节约水量

根据现状年和预测年宁东基地生产规模，分别计算规模以上且用水效率未达先进标准的各类产品在用水定额、产品水足迹定额达到先进值标准情况下的潜在可节约水量，如图5所示。

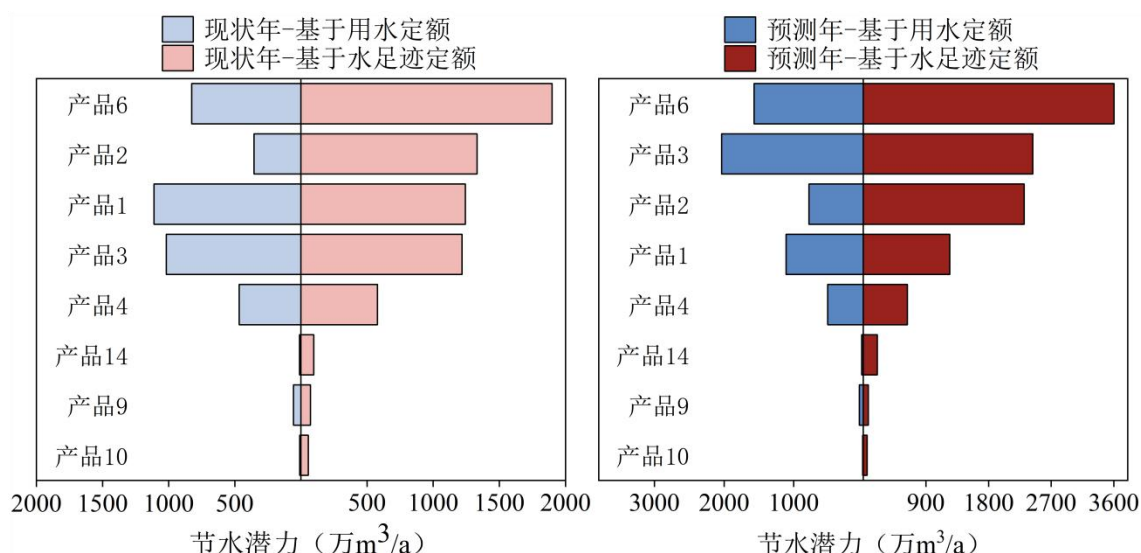


图5 主要煤基产品传统和广义节水潜力对比

结果显示，基于产品水足迹定额的广义节水潜力均显著高于基于用水定额的传统节水潜力。现状年，广义节水潜力最高的五种产品节水潜力分别为：烯烃（1897.7 万 m³/a, $p=6$ ）> 煤电（1331.7 万 m³/a, $p=2$ ）> 煤炭（1243.9 万 m³/a, $p=1$ ）> 煤制油（1218.4 万 m³/a, $p=3$ ）> 甲醇（578.0 万 m³/a, $p=4$ ）；而各产品传统的节水潜力则仅为：烯烃（826.1 万 m³/a）、煤电（354.3 万 m³/a）、煤炭（1110.5 万 m³/a）、煤制油（1017.9 万 m³/a）、甲醇（466.7 万 m³/a）。预测年，广义节水潜力最高的五种产品与现状年相同，但节水潜力大小顺序略有不同，分别为：烯烃（3603.6 万 m³/a）> 煤制油（2436.7 万 m³/a）> 煤电（2311.9 万 m³/a）> 煤炭（1243.9 万 m³/a）> 甲醇（634.8 万 m³/a），平均单个产品的广义节水潜力为：各产品传统的节水潜力则仅为：烯烃（1568.6 万 m³/a）、煤制油（2035.7 万 m³/a）、煤电（780.3 万 m³/a）、煤炭（1110.5 万 m³/a）、甲醇（512.6 万 m³/a）。

产品广义节水潜力总是高于其传统节水潜力，主要是因为产品广义节水潜力的确定是基于产品水足迹定额这一“水耗—能耗—物耗”综合性耗水用指标，而产品水足迹定额达到先进值标准需要产品生产所消耗的水、能、物同时达到先进值标准，即在水资源利用效率、能源耗用效率和原料转化效率全面达标条件下计算潜在可节约水量，节水挖潜力度更大。实际上，某一产品生产所耗用的能源和上游原料产品的生产过程同样需要占用水资源，因此从广义视角看，节能既节水、节材既节水。

但需要注意的是，一般不能简单地将同一区域内相互关联产品的广义节水潜力叠加来确定该区域的潜在可节约水量，这是因为广义节水潜力是考虑了产品关系网络各关联产品的转化效率和利用效率的综合性可节约水量，简单相加可能造成重复计算。广义节水潜力分析的重要意义在于识别产品关系网中综合耗用水量较大的“热点”产品或环节，有助于给出更加全面、针对性更强的节水措施。

四、项目背景及工作情况

（一）任务来源

根据《中国国际科技促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》的有关规定，经中国国际科技促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，由水利部综合开发管理中心提出制定《能源化工产品广义节水潜力量化评估导则》标准，项目计划编号C12024071。

（二）标准起草单位

本标准的主要起草单位是水利部综合开发管理中心，中国水利水电科学研究院，水利部节约用水促进中心、西北农林科技大学、黄河水利职业技术学院、南京水利科学研究院等参与起草。

（三）标准研制过程及相关工作计划

2023年6-9月，广泛收集、整理深海宽频地震采集技术规范国内外标准和相关文献，进行调研工作，初步拟订方案，完成准备工作。

2023年10-12月，依编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会，经过多次修改，于2023年12月上旬完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

2024年1-2月，完成了本标准的征求意见稿及标准编制说明。

2023年2月底，经中国国际科技促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，《能源化工产品广义节水潜力量化评估导则》团体标准进行立项。

计划2024年4-5月，计划向业界单位的专家发送《征求意见稿》，汇总各方意见并对本标准进行修改，完成了本标准的送审稿。

计划2024年5-6月，对送审稿的审查意见，经实验补充和数据、资料的补充，进一步修订并完善了送审稿。

计划2024年7月，根据评审会议评审委员会成员的审查意见，对标准文本的格式进行修订，完成了标准报批稿。

五、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

- 1) 标准需要具有行业特点，指标及其对应的分析方法要积极参照采用国家标准和行业标准。
- 2) 标准能够体现出广义视角下产品节水潜力评估的具有关键共性的技术要素。

- 3) 标准能够为能源化工产品节水技术的开发、改进指出明确的方向。
- 4) 标准需要具有科学性、先进性和可操作性。
- 5) 要能够结合能源化工行业实际情况和产品特点。
- 6) 与相关标准法规协调一致。
- 7) 促进能源化工行业健康发展与技术进步。

六、标准主要内容

本标准规定了能源化工基地产品水足迹定额计算方法、原则和规范，适用于指导和规范能源化工产品水足迹定额的编制和修订。正文部分共分为6部分，包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、矩阵计算和量化评估。

七、与有关法律法规和强制性标准的关系

遵守和符合相关法律法规和强制性标准要求。规范性引用文件包括：

1. GB/T 4754-2017《国民经济行业分类》
2. GB/T 32716-2016《用水定额编制技术导则》
3. GB/T 12452《企业水平衡测试通则》
4. GB/T 21534《节约用水 术语》
5. GB/T 18820-2011《工业产品用水定额编制通则》
6. SL/Z 252-2012《用水指标评价导则》
7. DB3305/T 217-2021《生产用水企业节水指数评价导则》

八、重大意见分歧的处理依据和结果

无

九、后续贯彻措施

（一）政策措施和宣传培训

做好宣传培训，建议由各行业主管部门组织、主要起草单位配合开展标准宣贯培训工作，使相关执行人员了解标准、熟悉标准，掌握标准的各项技术要求，加强示范效应，让标准在行业内得到广泛推广和应用，使标准的应用落到实处。

对《能源化工产品广义节水潜力量化评估导则》团体标准执行情况进行跟踪调查，及时

发现标准中执行的问题，不断修改完善，提高标准水平，提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

（二）试点示范

组织规范使用单位参观学习并请专业技术人员讲解标准内容，利用各种活动（如工作组活动、行业协会的管理活动、标准化技术刊物、网上信息、产品认证等）尽可能地向各相关单位和机构宣传该标准。

建议本标准发布之日起半年内实施。

标准编制小组

2024年3月