



团 体 标 准

T/CET 103—2024

综合智慧能源技术通则

General principles of integrated smart energy technology

2024-12-10 发布

2024-12-10 实施

中国电力技术市场协会 发 布
中 国 标 准 出 版 社 出 版

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 3

5 分类 3

6 技术体系 4

 6.1 概述 4

 6.2 主体型技术体系 4

 6.3 主体型技术体系 4

 6.4 工程实用型技术体系 5

7 投资运营模式 5

8 项目开发流程 5

 8.1 前期阶段 5

 8.2 建设阶段 6

 8.3 运营服务阶段 6

9 评估与评价 7

 9.1 一般规定 7

 9.2 服务能力评价 7

 9.3 投资评估 7

 9.4 后评价 7

附录 A（资料性） 综合智慧能源技术体系框图 8

附录 B（资料性） 综合智慧能源技术体系的内容和技术特点 9

参考文献 11

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力技术市场协会综合智慧能源专业委员会提出。

本文件由中国电力技术市场协会归口。

本文件起草单位：青海黄河上游水电开发有限责任公司格尔木太阳能发电分公司、中国华电科工集团有限公司、中国电力技术市场协会综合智慧能源专业委员会。

本文件主要起草人：顾斌、李强明、王朝磊、刘保福、宋二博、李乾乾、余建昌、王晓海、徐静静、余莉、江婷、康慧。

本文件主要审查人：左晓文、谢秋野、孙耀唯、赵风云、齐越、宣勇、柴茂、赵家敏、王聪生、余莉、何学铭、翟晨阳、舒彬、孙耀平、王随林、王永利。

本文件在执行过程中如有意见和建议，请反馈至中国电力技术市场协会标准化技术委员会秘书处（地址：北京市西城区广安门外大街 168 号朗琴国际大厦 A 座 806，邮编：100055）。

综合智慧能源技术通则

1 范围

本文件规定了综合智慧能源技术的基本规定、分类、技术体系、投资运营模式、项目开发流程、评估与评价。

本文件适用于综合智慧能源生产供应、管网输送、能源储存、能源使用、用能服务与调度管控等全过程。包括风、光、燃气、水、火等多种能源形式,可提供电、热、冷、气、水、氢等多种能源产品和服务。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 2589 综合能耗计算通则
GB/T 17166 能源审计技术通则
GB/T 35071 能量系统优化导则
CJJ/T 34 城镇供热管网设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

综合智慧能源 integrated smart energy

针对特定区域内能源用户,以用户需求为导向,以安全低碳清洁为核心,以提高能效、降低综合用能成本、降低排放、提高灵活性为目标,以能源多品种、多环节一体化耦合集成和互补利用为特征,以数字化、智慧化为支撑,主要包括供给侧综合智慧能源和消费侧综合智慧能源;综合智慧能源摒弃原有各能源品种、各供应环节单独规划、单独设计、单独运行的传统模式,具有融合性、就近性、互动性、市场化、智慧化、低碳化等特点。

3.2

“互联网+”智慧能源 “internet plus” smart energy

一种互联网与能源生产、传输、存储、消费及能源市场深度融合的能源产业发展新形态。

注:具有设备智能、多能协同、信息对称、供需分散、系统扁平、交易开放等主要特征。

3.3

多能互补集成优化 multi energy complementary integration optimization

面向终端用户电、热、冷、气等用能需求,因地制宜、统筹开发、互补利用传统能源和新能源,优化布局建设一体化集成供能基础设施,通过天然气热电冷三联供、分布式可再生能源和能源智能微网等方式,实现多能协同供应和能源综合梯级利用。

3.4

分布式能源 distributed energy

临近用户设置,发电并梯级利用发电余热联产冷和/或热,且就地向用户输出电、冷和/或热的能源

系统。

3.5

微电网 microgrid

由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成的小型发配电系统。

3.6

燃气冷热电联供系统 gas based combined cooling, heating and power system

布置在用户附近,以燃气为一次能源发电,并利用发电余热制冷、供热,同时向用户输出电能、热(冷)的分布式能源供应系统。

注:简称“联供系统”。

3.7

源网荷储一体化 integration of source, network, load, and storage

通过优化整合本地电源侧、电网侧、负荷侧资源,以先进技术突破和体制机制创新为支撑,探索构建源网荷储深度融合的新型电力系统发展路径,主要包括区域(省)级、市(县)级、园区(居民区)级“源网荷储一体化”等具体模式。

3.8

综合能源站 integrated energy station

为用户提供电、热、冷、气、水等多种能源品种及配套公共服务的能源集成基础设施。

3.9

虚拟电厂 virtual power plant

通过先进信息通信技术和软件系统,实现分布式能源、储能系统、可控负荷、电动汽车等的聚合和协调优化,作为特殊电厂参与电力市场和电网运行的电源协调管理系统。

3.10

智能电网 smart grid

建立在集成的、高速双向通信网络的基础上,通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术的应用,实现可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的电网智能化。

3.11

协同调峰 collaborative peak shaving

在充分发挥热电联产能量梯级利用优势的基础上,发展热、电、燃气协同调峰,利用储能、热泵等技术组合,灵活调整电力的生产和消费,平衡电力系统的供需关系,服务于电力灵活调峰需求。

3.12

综合能源服务 integrated energy services

以用户需求为主导,以安全、低碳、环保、高效、经济、智能为原则,以节能降碳为目的,通过技术、管理模式的整合优化,实现能源生产、输配、转化和/或利用环节的绿色化、高效化、低碳化,为用户提供整体化能源服务。

3.13

综合智慧能源管控平台 integrated smart energy control platform

基于互联网的智能化能源管理系统,通过集成先进技术与设备,实现能源的高效利用和管理,提高能源管理的智能化水平。

3.14

长时储能 long term energy storage

长时储能是能够实现持续 4 h 以上的充放电循环的储能系统。这种储能系统能够为电力系统提供稳定的电力支持,提高系统的可靠性和灵活性。

4 基本规定

4.1 综合智慧能源具有下列特点：

- a) 综合性:实现用能区域电、热、冷、气、水等多能源的协同生产、协同配送、协同销售、协同消费和源、网、荷、储、用的协同运营；
- b) 就近性:实现能源就地生产、就地平衡、就地消纳；
- c) 互动性:实现不同能源品种之间的互动,供需之间的互动；
- d) 市场化:建立市场化的能源价格机制,提高能源资源配置的效率；
- e) 智能化:应用互联网、物联网、大数据、云计算等现代信息技术,提升能源生产、配送、使用的智能化水平；
- f) 低碳化:以提升能效、降低碳排放为目标,供应、消费清洁高效,优化配置域内资源与能源,创新生态治理和能源融合,实现区域能源与生态协同发展。

4.2 综合智慧能源项目开发原则包括聚焦市场、面向用户、创新驱动、清洁发展、梯级利用、因地制宜、智慧控制、集散有序、整合营销、多元合作。

4.3 综合智慧能源项目的能耗限额标准应符合当地地方标准的规定。

4.4 综合智慧能源项目的能耗计算应符合 GB/T 2589 的规定。

4.5 综合智慧能源项目的能源审计应符合 GB/T 17166 的规定。

5 分类

5.1 根据供能和服务对象的不同,综合智慧能源分为以下 4 种类型：

- a) 城镇乡村型；
- b) 产业园区型；
- c) 集群楼宇型；
- d) 平台服务型。

5.2 综合智慧能源应用场景和特点见表 1。

表 1 综合智慧能源应用场景和特点

综合智慧能源类型	应用场景	特点	应用技术
城镇乡村型	特色农业小镇、文旅小镇、智能制造小镇、商贸物流小镇、疗养小镇。 面向各地新区建设,主要是地市新建城区,进行综合智慧能源建设	项目覆盖范围比较广,投资大,能源需求密度中等,区域内能源负荷以商业、旅游、居民学校、医院、少量轻工业为主,对废气排放等产生的环境影响比较敏感。有电动车充电设施、智能设施需求	采用燃气分布式、生物质(沼气)发电/垃圾发电、分布式光伏/低风速景观式风电、水源/地源/空气源热泵、蓄冷蓄热、智慧供能等技术
产业园区型	科技产业园、生态产业园、文化创意园、生物医药园、电子信息产业园、工业园区、保税区、出口加工区、物流园	为工业园区、科技园区、商业区等用能系统、岛屿等提供综合能源供应及管理,供能范围为几平方公里到几十平方公里	采用区域型燃气分布式、分布式光伏、分散式风电、地源热泵、污水源热泵、储电、充电桩、蓄冷蓄热、智慧能源管控等技术

表 1 综合智慧能源应用场景和特点（续）

综合智慧能源类型	应用场景	特点	应用技术
集群楼宇型	大中型公共建筑项目,星级酒店、大中型商场、高档写字楼、商业综合体、学校、医院、疗养中心、数据中心、文体场馆、高铁站、机场、公交枢纽	为楼宇提供电、热、冷、气、水等能源供应及相应的能源管理,安装在用户现场的能源中心	采用楼宇型燃气分布式、屋顶光伏、储能、充电桩、智慧路灯、太阳能集热、光伏玻璃幕墙、空气源热泵、用户侧节能服务、智慧能源管控等技术
平台服务型	互联网企业、大型工业企业、各类设备制造业等	用能负荷大、高耗能设备多,能源管理粗放等特点	采用大数据、云计算、人工智能等技术对能源数据进行深度分析和挖掘,为客户提供精准的能源管理方案

6 技术体系

6.1 概述

6.1.1 综合智慧能源可分为主体型技术体系、专业型技术体系、工程实用型技术体系。

6.1.2 综合智慧能源技术体系框图见附录 A。

6.1.3 综合智慧能源技术体系全部内容和技术特点见附录 B。

6.2 主体型技术体系

主体型技术体系包括能源生产技术、传输技术、用能服务技术、储能技术。四类典型技术及要求包括如下内容。

- a) 能源生产技术,能源生产技术包括燃气分布式系统、各种热泵、光伏和小型风电等,如燃气分布式系统在流程配置和设计优化过程中应加强系统集成与综合优化,实现综合能源利用效率在 70%以上,相对节能率 10%~20%。
- b) 传输技术,传输技术包括供热(冷)网、局域配电网、水网等。如按照 CJJ/T 34 城镇供热管网设计标准要求,供热管网热损失不应大于 5%,供热管网热效率应大于 92%。
- c) 用能服务技术,用能服务技术包括用能诊断和评估、用能优化、信息定制与交互等。如按照 GB/T 35071 能量系统优化导则要求,用能诊断和评估应基于能耗限额标准开展对标分析,无具体标准对应的应与国内外先进水平进行对标分析。
- d) 储能技术,储能技术分为机械储能、电磁储能、电化学储能三类,如电化学储能电池中磷酸铁锂电池能量密度宜为 90 W·h/kg~120 W·h/kg,正极材料分解温度宜大于 700℃,循环寿命为 4 000 次~5 000 次。

6.3 主体型技术体系

专业型技术体系包括数字控制技术、协同调峰技术、虚拟电厂技术。三类典型技术及要求包括如下内容。

- a) 数字控制技术,数字控制技术包括控制平台、物联感知技术、大数据与建模仿真技术等,如控制平台可分为本地部署和“云平台”部署两种基本类型。
- b) 协同调峰技术,调峰技术宜承担 1/3 的总负荷。

- c) 虚拟电厂技术,虚拟电厂是数字化电网、能源互联网的重要应用场景之一,总体架构应符合数字化电网的基本架构。

6.4 工程实用型技术体系

工程实用型技术体系,包括节能改造技术、工程建设与设备制造技术,两类技术为现有的、成熟的、可靠的工程技术。

7 投资运营模式

7.1 选择综合智慧能源项目投资运营模式遵循以下原则:

- a) 有利于为当地提供清洁低碳、高效经济的能源供应服务;
- b) 为用户提供一体化的能源使用体验;
- c) 有利于公平开放;
- d) 项目业主合理的投资回报。

7.2 综合智慧能源项目主要投资运营模式见表 2。

表 2 综合智慧能源项目主要投资运营模式

模式分类	具体内容
BOT 模式 (建造-运营-移交模式)	项目由综合能源服务供应商投资建设,并负责运营约定年限后,移交给用户
BOO 模式 (建设-拥有-经营模式)	项目完全由综合能源服务供应商投资、建设、运营
EMC 模式 (合同能源管理模式)	由综合能源服务供应商投资并实施项目,用能客户在获得节能效益后,再以节约的能源费用支付综合能源服务供应商项目投资成本。 包括能源费用托管型、节能量保证型和节能效益分享型三种
能源托管,运维服务模式	由客户出资,委托综合能源服务提供商进行日常运维服务管理。根据服务提供年限收费
PPP 模式 (公共部门-私营企业-合作模式)	由综合能源服务供应商负责项目规划、设计、投资、建设和运营,采用政府付费或用户付费的方式收回投资
BT 模式 (建设-移交模式)	由综合能源服务供应商出资进行节能改造,客户按照合同约定的总价分期支付,由综合能源服务供应商将工程移交给用户
BSO 模式 (建设-出售-运营)	由能源电力企业等开发主体完成项目建设后,将项目公司的全部或部分股权出售给机构投资者,并与机构投资者签订长期运维合同
节能改造模式	由客户出资,委托综合能源服务供应商进行工程建设、节能改造
SaaS 模式 (软件即服务模式)	综合能源服务供应商为企业搭建信息化所需要的所有网络基础设施及软件、硬件运作平台,并负责所有前期的实施、后期的维护等一系列服务

8 项目开发流程

8.1 前期阶段

8.1.1 项目前期阶段主要工作宜包括市场调研、项目建议、项目可行性研究、确定项目开发主体、取得

项目核准。

8.1.2 市场调研应包括下列内容：

- a) 项目区域社会经济发展概况；
- b) 能源系统现状以及区域能源需求；
- c) 资源禀赋；
- d) 外边界条件等。

8.1.3 项目建议应包括下列内容：

- a) 电、热、冷、气、水等需求分析；
- b) 地方资源禀赋及生态红线分析；
- c) 区域能源供应现状分析；
- d) 各类型不同种类能源站规划；
- e) 增量配电网规划；
- f) 供热(冷)、供气、供水等管网规划；
- g) 综合管廊规划；
- h) 区域供水、污水处理及综合利用规划；
- i) 需求侧综合智慧用能解决方案；
- j) 综合能源控制中心和服务平台等。

8.1.4 项目可行性研究宜包括市场需求、资源供应、建设规模、技术路线、设备选型、环境影响、资金筹措、盈利能力分析等，对项目建设的必要性、可行性和经济性提出结论意见。

8.1.5 确定项目开发主体应包括创新项目开发机制，用市场机制引领项目开发全过程，涉及国有资产、公共性、垄断性等的项目应通过市场招标确定开发主体。

8.1.6 取得项目核准内容应包括：国家规定项目核准必要的前置支持性文件，环评批复、水资源论证、社会稳定风险评估、接入系统、社会稳定风险评估、地震安全性评价等文件。

8.1.7 项目前期阶段的主要任务应对项目必要性、可行性、经济性进行论证和方案优选。

8.2 建设阶段

8.2.1 建设阶段主要工作宜包括施工准备、选择建设模式、建设全过程管理、工程项目验收等工作。

8.2.2 施工准备主要工作宜包括勘察设计、施工单位和物资设备采购招投标、资质认定、现场场地“五通一平”等。

8.2.3 建设模式可包括业主单位全过程建设管理模式、设计—采购—施工/交钥匙管理模式和项目管理模式。

8.2.4 建设全过程管理应满足项目安全、质量、进度和造价管理要求。

8.2.5 工程项目验收应满足项目合同和技术合约外，还应符合法律法规、国家现行标准、规程规范等要求，同时应符合项目所在区域的地方标准等验收要求。

8.2.6 施工阶段的主要任务应包括确定建设模式、施工单位及施工建设。

8.3 运营服务阶段

8.3.1 运营服务阶段的主要服务方式宜包括能源一卡通服务、菜单式服务、个性化定制服务、提供增值服务。

8.3.2 能源一卡通服务又称能源保姆、能源管家，服务商提供全部基础能源业务以及可选增值服务。

8.3.3 菜单式服务应为用户可自主选择的服务模式，服务商针对用户设计多种可选能源服务。为用户

提供菜单式选择。

8.3.4 个性化定制服务应根据用户的个性化需求，为特定用户定制服务内容，协商服务标准和价格。

8.3.5 提供增值服务可为用户提供节能、用能设备维护等增值服务,为用户用能诊断,及时发现能源使用不合理的因素并改进。应使用节能产品,为用户提供节能服务,提高能源使用效率。为用户的用能设备提供检修和运维服务。

8.3.6 运营服务阶段的主要任务应在市场化价格机制下,根据供需平衡参与互动,通过改善用能过程和方式,节约用能成本,提高用能系统效率。

9 评估与评价

9.1 一般规定

9.1.1 与综合智慧能源项目有关的评估与评价包括如下内容:

- a) 对综合智慧能源服务提供方服务能力评价;
- b) 对综合智慧能源项目投资评估;
- c) 对综合智慧能源项目后评价。

9.1.2 上述评估方和评价方应选择项目运行管理和参建单位以外的具备技术能力的第三方机构承担。

9.2 服务能力评价

9.2.1 综合智慧能源服务提供方应进行服务能力评价。

9.2.2 综合智慧能源服务提供方应具备下列条件:

- a) 资质资源,包括售电、售气、售热、设计、施工等资质;
- b) 专业技术资源,针对不同类别的客户开发应具备不同的专业技术能力;
- c) 客户资源,以客户为中心,需要建立长期广泛的客户联系;
- d) 资金资源,应有充足的投资建设运营、能源销售、节能服务等周转资金。
- e) 信用等级,综合智慧能源服务提供方应参加信用评价并获得 AA 级以上信用等级。

9.2.3 综合智慧能源服务能力评价宜符合 T/EES 0017 的规定。

9.3 投资评估

9.3.1 综合智慧能源项目宜在前期阶段对投资评估。

9.3.2 开展投资评估的综合智慧能源项目应具备下列条件之一:

- a) 完成项目建议书;
- b) 完成可行性研究设计。

9.3.3 综合智慧能源项目投资评估宜符合 T/CET 101 的规定。

9.4 后评价

9.4.1 综合智慧能源项目移交生产且运行一个完整财务年度后宜进行后评价。

9.4.2 开展后评价的综合智慧能源项目应具备下列条件:

- a) 竣工决算审批及各项审计工作已经完成;
- b) 数据完整、资料齐全。

9.4.3 综合智慧能源项目后评价宜符合 T/CET 102 的规定。

附录 A
(资料性)

综合智慧能源技术体系框图

综合智慧能源技术体系框图见图 1。

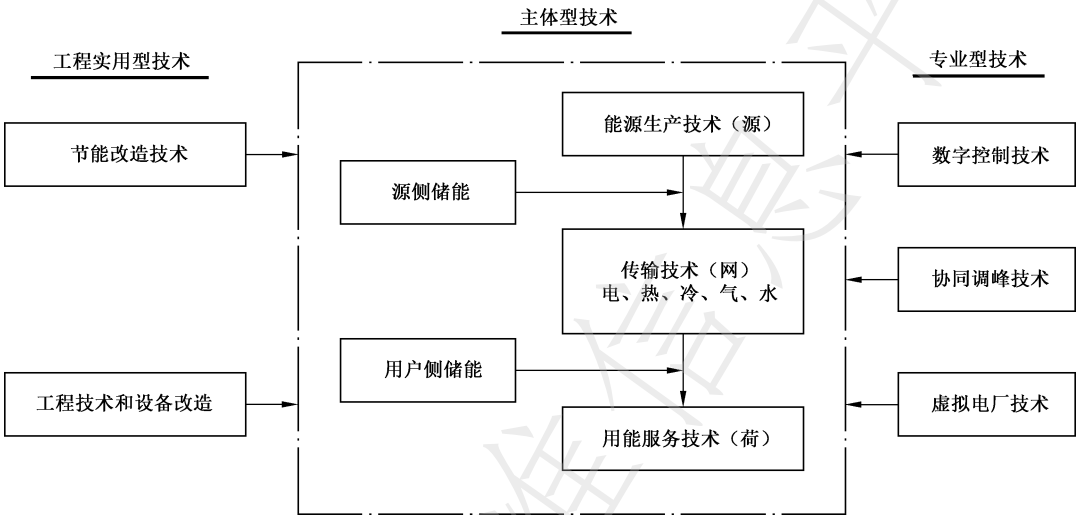


图 1 综合智慧能源技术体系框图

附录 B

(资料性)

综合智慧能源技术体系的内容和技术特点

综合智慧能源技术体系的内容和技术特点见表 B.1。

表 B.1 综合智慧能源技术体系的内容和技术特点

技术体系	内容	技术特点
主体型 技术体系	能源生产技术	主要包括:燃气(燃气轮机、内燃机、微燃机)分布式系统、直燃锅炉、各种热泵、清洁燃煤供热机组、制氢、太阳能光伏、小型风电、生物质、地热供能等相关技术 集中式能源生产:供热全产业链智慧化提升业务,以数字化、网络化、智能化的信息技术与先进供热技术,依托主营业务、挖掘现有热电厂供暖能力,调频调峰、灵活性改造、余热余压利用、供冷、热、汽能源智慧供应。 分布式能源生产:开展燃气分布式发电远程监控、运维技术等研究。依托此主营业务可派生的冷、热、汽能源供应
	能源传输技术	综合能源传输技术不限于单一类型的能源,支持多种能源形式(如电能、冷热能、天然气等)的网络之间的互联互通,实现多能源系统的协同优化
	用能服务技术	用能服务技术可以根据用户的具体需求,为每个用户提供最适合的定制化、个性化方案或服务,实现用户能源利益最大化
	储能技术	分为机械储能(如抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能等)、电磁储能(如超导储能、超级电容等)、电化学储能(如锂离子电池、钠硫电池、铅酸电池、镍镉电池、锌溴电池、液流电池等)等三大类,此外还有储热、储冷、储氢等。 目前,比较成熟的储能技术主要包括电池储能、抽水蓄能、压缩空气储能、熔融盐蓄热、水蓄热、水蓄冷等 不同储能技术,在寿命、成本、效率、规模、安全等方面优劣不同。同时,由于具体条件不同,储能目的各有差异,储能方式的选择还取决于对发电装机、储能时长、充电频率、占地面积、环境影响等诸多方面的要求
专业型 技术体系	数字控制技术	数字控制技术包括控制平台、物联感知技术、大数据与建模仿真技术等。控制平台的主要功能模块包括:能源需求预测、能源出力预测、能源优化计划及控制、负荷需求响应、智能服务系统、信息发布、结算系统等 控制平台将分布于不同地点的能源站、管网、用户集中监控管理,实现对区域能源的总体集成、动态管理和运营,最终达到多种能源品种优化配置、协同互补,提升能源使用效率的目标
	协同调峰技术	利用储能、热泵等技术组合,解决北方供暖面积扩增的背景下,供热需求提升和风电机组冬季风电滞销的矛盾,实现电力灵活调峰

表 B.1 综合智慧能源技术体系的内容和技术特点（续）

技术体系		内容	技术特点
专业型 技术体系	虚拟电厂技术	虚拟电厂的关键技术主要包括协调控制技术、智能计量技术、多代理系统、聚合管理方式、通信技术等。 虚拟电厂概念的核心可总结为“通信”和“聚合”	虚拟电厂是一种通过先进信息通信技术和软件系统,实现分布式能源、储能系统、可控负荷、电动汽车等的聚合和协调优化,以作为一个特殊电厂参与电力市场和电网运行的电源协调管理系统
	节能改造技术	包括绿色照明、变频控制、流量控制、围护结构节能改造、照明系统节能改造、供配电系统节能改造、完善电能分项计量系统	为现有的、成熟的、可靠的工程技术
工程 实用型 技术体系	工程建设与设备制造技术	与综合智慧能源工程建设有关的技术。 与综合智慧能源设备制造有关的技术	为现有的、成熟的、可靠的工程技术

参 考 文 献

- [1] T/CET 101 综合智慧能源项目投资评估规范
 - [2] T/CET 102 综合智慧能源项目后评价规范
 - [3] T/EES 0017 综合能源服务能力评价技术要求
-