

人工智能时代电力企业对接国际标准的路径探索

马菲阳

山东师范大学外国语学院, 山东 济南

收稿日期: 2025年4月15日; 录用日期: 2025年5月13日; 发布日期: 2025年5月22日

摘要

在全球化与能源转型的背景下, 电力工业标准的国际对接成为我国企业拓展海外市场的重要课题, 然而标准体系差异、语言壁垒和信息不对称等问题严重制约了我国电力企业的国际竞争力。随着人工智能技术的迅猛发展, 如何借助智能化手段提升标准对接效率与精准度, 成为亟待研究的关键议题。本研究旨在探索电力工业标准国际对接的有效路径, 以山东双泽信息技术有限公司为研究对象, 采用案例分析方法, 系统梳理其在电力标准国际对接中的探索实践, 总结出一条“标准收集→术语提取→多语言对齐→智能应用”的技术路线, 为推动我国电力标准国际对接提供了切实可行的路径参考。

关键词

电力标准, 人工智能, 多语言语义对齐, 数字化平台, 标准智能化应用

Exploring Pathways for Power Enterprises to Align with International Standards in the AI Era

Feiyang Ma

School of Foreign Languages, Shandong Normal University, Jinan Shandong

Received: Apr. 15th, 2025; accepted: May 13th, 2025; published: May 22nd, 2025

Abstract

Against the backdrop of globalization and energy transition, aligning power industry standards with international norms has become a critical challenge for Chinese enterprises aiming to expand

into global markets. However, disparities in standard systems, language barriers, and information asymmetries continue to constrain the international competitiveness of China's power sector. With the rapid advancement of artificial intelligence (AI), leveraging intelligent technologies to improve the efficiency and precision of standard alignment has emerged as a key research priority. This study explores effective approaches to international standard alignment in the power industry. Taking SUNTHER (Shandong Shuangze Information Technology Co., Ltd.) as a case study and employing a qualitative analysis method, the research systematically reviews the company's practical efforts in this field. It proposes a technical roadmap of "standard collection → terminology extraction → multilingual alignment → intelligent application," providing a practical reference for advancing the internationalization of Chinese power standards.

Keywords

Power Standards, AI, Multilingual Semantic Alignment, Digital Platforms, Standard Intelligent Application

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 绪论

全球经济一体化进程不断深化，电力行业的国际化已成为全球电力企业发展的关键趋势，然而现阶段我国电力工业在拓展国际市场期间，普遍遇到标准体系不一致、语言沟通的壁垒以及信息不对称等诸多麻烦，极大地抑制了企业的国际竞争实力和市场拓展水平，亟需找出有效的解决路径。

以人工智能和数字化技术为典型的新兴技术手段，为破解电力标准国际对接难题给出了可能的途径，山东双泽信息技术有限公司(以下简称“双泽公司”)作为我国在该领域具有代表性的企业，凭借不断钻研，逐步建立起一套较为完备的国际标准对接实践体系。本文在深入探究该公司相关业务经验之后，归纳出一条电力标准国际化对接的操作规程，具体包括：“标准收集→术语提取→多语言对齐→智能化应用”这四个流程，双泽公司凭借自身自主开发的 STEM 智能翻译系统与标准数字信息平台，成功达成了电力标准数据的自动化获取、专业术语的高精确提取以及多语种标准文本内容的智能匹配与对照，最后依靠其智能化应用平台，进一步推进国际标准的高效适配与落地应用进程。此模式把人工智能翻译技术当作核心支撑，与数字平台化的运作机制相结合，初步建成“语言 - 标准 - 平台”融合协同的对接体系，给我国电力企业在国际标准领域提供了值得推广的参考路径。

本文将首先对我国电力标准国际对接的研究现状进行梳理，依托这个基础，分析现阶段我国电力企业在开展国际标准对接进程中存在的主要难题，接着归纳总结出一条切实可行的国际标准对接路径，最后提出对应的推广策略与政策建议，期望为其他企业提供可借鉴的参考，协助提升我国电力行业在国际市场的综合竞争实力。

2. 电力标准国际对接研究现状

2.1. 国内研究现状

在全球能源结构加速重构、我国电力产业“走出去”战略不断深入的背景下，电力行业标准实施国际化对接，正日益成为企业提升全球竞争力的关键支撑，其核心作用是推动我国标准体系在内容衔接、术语匹配、认证适配等方面跟国际主流标准实现有效协同。但于实际操作的过程中，企业面临的挑战不

只是标准内容异构这一方面，还牵扯到语言表述的差别、技术规范的多重形式以及标准更新等一系列复杂状况，带来了多维度、多层级的系统性难题，学术界就此议题展开了广泛的探讨，逐步积累了多种理论研究成果。

在设备标准化研究视角，有学者宣称，现阶段我国新能源设备(如新能源变压器)在国际市场拓展方面，标准化建设相对迟缓，面临标准缺失、更新缓慢、与国际标准接轨欠佳等问题，国内企业在产品出口过程中，常面临重新认证、技术调整等重复性投入的困扰，这在一定程度上对企业“出海”的效率与成本的把控有所影响，迫切要实现国内标准与国际标准对接，推进新能源变压器产品的国际贸易和技术创新的交流[1]。

从技术标准路径设计的维度出发，针对 IEC/TC13、TC20 和 TC33 等关键标准体系的分析表明，在电力企业国际化运营过程中，技术标准不一致已成为导致贸易障碍、项目搁置甚至经济处罚的核心风险因素。这类标准差异不仅对企业自身运营形成制约，也对国家整体能源基础设施“走出去”造成实质性影响，所以有必要加强对国际标准体系的系统性研究，并制定切实可行的对接路径规划[2]。

从标准体系建设的战略视角来看，我国电力标准体系在结构与内容上和国际主流标准(像 IEC 体系)差异显著，导致在海外工程项目中企业普遍依靠西方主导的技术标准进行设计与实施。这种“技术依附型”出口模式不光造成项目实施的制度成本上升，还削弱了我国标准在国际规则体系内的话语权。促进电力行业标准“走出去”与产业“走出去”同步协调，逐渐实现从“被动适配”到“主动引领”的转变，已成为国家技术标准战略的重点目标[3]。

最后从数字化赋能的角度审视，伴随人工智能技术的迅猛发展，标准化工作正渐渐进入数字化转型的新阶段，基于像 ChatGPT 这类大语言模型的标准数字化转型，可极大提升标准文本的机器可读性和可操作性，促使标准内容从传统纸质形式向语义理解、知识嵌入以及跨平台执行形态转变，智能术语筛选、标准自动比对、语义标注等 AI 技术，有望作为支撑国际标准对接的重要技术后盾，特别是在中英双语标准文献处理、语义差异识别等场景中已经有了初步成效[4]。

尽管国内学界对电力标准国际对接的问题已从标准体系、适配策略到技术工具等多角度展开探讨，并提出了一系列理论分析框架和对策建议，但在实际操作层面，仍缺乏具体、系统且具备可复制性的实施路径设计，尤其是在“如何利用人工智能技术提升标准对接的自动化和智能化水平”方面，相关研究仍显不足。相比之下，国外在该领域的研究与实践已呈现出较强的系统集成与落地能力。因此，本文拟以山东双泽信息技术有限公司为研究对象，通过梳理其在人工智能辅助标准对接中的实践路径，提出一套具体可行的智能化对接技术方案，弥补国内研究中路径实施细节不清的问题。

2.2. 国际研究现状

国外在电力标准国际对接方面的研究起步较早，相关探索更为成熟且具有高度的系统性。

欧盟是电力标准国际对接实践最具代表性的区域之一，早在 20 世纪末期便通过 CENELEC (欧洲电工标准化委员会)主导，系统引入 IEC 标准，对成员国标准进行统一与协调。以欧盟 2020 年推动的“智能电网互操作性标准框架”项目为例，涵盖超 80 种标准条款的融合对比，并建立了基于语义中介层的标准适配模型，在该框架支持下，欧盟各国电力系统在互操作、电能质量、安全性等多个维度实现了一致性匹配。据欧盟委员会发布的《Energy Standardization Strategy》显示，2022 年跨国标准对接效率提升约 30%，显著降低了成员国之间的工程适配成本和设备冗余率。

美国则通过国家标准与技术研究院(NIST)联合 IEEE、ANSI 等多个机构推动标准国际化。以 IEEE 1547(分布式能源互联标准)为例，该标准不仅被广泛应用于北美，还通过与 IEC 61850 的对照研究，在多个发展中国家开展了本地化适配实验。根据 NIST 的最新标准融合报告，美国在 2018~2023 年间支持完

成的国际标准并轨项目超 60 项，部分项目通过与加拿大、墨西哥建立标准共建机制，已实现双语同步发布与互认机制构建，减少企业出口审核周期约 40%。

在日本，国际标准对接不仅限于技术层面，更高度融合进政府战略与企业管理流程。例如东京电力公司(TEPCO)推行的“全球标准同构计划”，借助 AI 驱动的语义适配系统，将日本国内标准术语库与 IEC 术语进行向量化对比匹配，实现多语言版本的电力标准同步更新。该系统日均处理标准条款约 1.5 万条，并已成功在越南、印尼等国完成试点，推动本地政府采纳部分日方标准内容，带动技术出口额增长 22%。

此外，在人工智能辅助标准对接方面，国际上的研究也已形成实用成果。德国弗劳恩霍夫研究所(Fraunhofer ISE)开发的“Semantic Standards Bridge”平台，基于知识图谱与自然语言处理，能够实现标准条款之间的自动语义映射与逻辑校验，目前已与 SAP 系统实现对接，服务于 20 余家欧洲能源企业在项目初期的标准风险评估与匹配工作。平台数据显示，使用该系统可缩短标准适配周期 50%以上，同时提高工程实施阶段标准合规率至 95%以上。

国外电力标准对接领域不仅起步早、机制完善，更在技术路径上实现了从术语对齐到智能应用的深度融合，部分地区已建立起政府主导、企业推动、技术支撑相结合的协同体系。与之相比，我国在人工智能驱动的标准对接路径构建方面仍处于探索阶段。本文所提出的“四步路径法”，即“标准收集→术语提取→多语言对齐→智能应用”，正是针对这一差距，结合国内实际，试图构建一条具有工程化可操作性与推广价值的标准对接路径，以期在填补国内研究空白的同时，为我国电力企业走向国际提供具有创新性和实用性的技术支撑。

3. 电力标准国际对接的难点

3.1. 国际标准信息分散，获取渠道有限

国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)以及电气电子工程师协会(IEEE)等权威机构，是制定电力行业国际标准的主要力量，并分别借助各自的专业平台对标准信息进行分散发布。就多数国内电力企业而言，欠缺统一、便捷的信息采集与整理渠道，导致其在获取目标国家或地区的技术标准、行业规范及相关更新信息方面呈现明显滞后，这种标准信息的碎片化与获取路径的不畅，不仅加大了企业理解、采信标准的难度，还在很大程度上阻碍了其在国际工程项目中开展标准适配与应对准备的效率及准确性。

3.2. 语言障碍加剧技术标准理解难度

国际标准文本大量采用专业术语、法规用语以及复合句式结构，对其准确翻译和理解对语言表达精度与行业背景知识均提出了较高要求。目前国内主流翻译工具多聚焦于通用语言场景，尚不能满足电力工程等高度专业化领域的实际诉求。在处理诸如“并网规范”“电磁兼容”“负荷响应”等核心术语时，常出现语义偏离、术语模糊或表达不相符等问题，易造成理解偏差，进而引起误读或误用。

3.3. 标准体系差异大，互认机制不健全

尽管近年来我国电力标准体系的建设已取得明显进展，但在标准理念、结构体系以及评估认证机制等方面，仍与欧美等发达国家存在较大差距。欧盟标准体系更看重绿色采购与可持续发展指标，美国标准注重安全性与责任追溯机制，而日本则偏重系统的冗余设计与能源效率。基于这一背景状况，中国企业为达到不同国家或地区的标准规格，往往需要对产品的技术参数、设计工艺乃至材料选型进行适配性调整，因而产生额外的技术投入与制造成本。

3.4. 数字化基础薄弱，智能支撑能力不足

国际电力市场在标准管理及应用实践方面已广泛引入人工智能、大数据、云计算等先进技术手段，

助力标准文献的分类管理、高效检索与动态更新。相比之下，国内多数电力企业仍主要采用人工比对、手工翻译等传统作业模式，缺乏覆盖标准采集、术语翻译、内容比对及落地应用等全程的一体化数字工具支持。在结构化标准数据库建设、条款级语义识别能力以及多语种术语本体构建等关键环节的投入不足，进一步限制了标准信息的快速响应能力和精准适配水平，也对实现标准管理的可视化与智能化不利。

4. 电力标准国际对接的路径探索

在电力标准国际对接的具体实践中，双泽公司展现出了一种区别于传统路径的技术整合与系统构建能力。该公司并非仅是标准文本的翻译者，而是以人工智能为核心驱动，构建起覆盖“标准收集 - 术语提取 - 多语言对齐 - 智能应用”的一体化协同体系，具有较强的系统闭环性与可迁移性。下文将进一步梳理和呈现该路径背后的深层运行机制。

4.1. 标准收集

在落实电力标准国际对接的整体流程中，后续各项工作的基础与前提是进行系统化的标准收集，由于相关标准信息广泛分布于国内外标准化机构、行业协会、科研机构及各类数据库平台，表现出多源异构、分散化显著的特点，标准收集环节不仅面临数据覆盖范围和更新时效性的双重挑战，还需应对信息格式不统一、术语表达多样化及语义歧义等复杂情形，因此该阶段需要引入并集成多种信息技术手段，采用自动化流程高效建成标准数据资源池。

网络爬虫(Web Spider)是信息收集阶段最关键的技术之一，其本质是一种通过人为设定的规则，模拟浏览器自动从互联网上获取目标资源的程序或脚本[5]。根据应用目标及技术特点，网络爬虫可划分为四类：通用型网络爬虫面向整个互联网进行广泛数据抓取，虽覆盖面广但冗余信息较多，通常用于基础语料收集；主题型网络爬虫聚焦特定主题或领域，是目前最广泛应用类型，适合面向“电力标准”“IEC规范”等明确目标的数据采集；增量式网络爬虫可根据网站内容变动自动启动，适用于跟踪标准更新或补充信息，实现数据的动态维护；而深层网络爬虫则能访问表单式页面和后端数据库，抓取通常无法通过常规手段获取的深层信息，如会员制平台中的标准文件、文献资源等[6]。

在实际应用中，多种类型的网络爬虫可依照实际需求灵活组合，实现更高效精准的数据采集。针对国际标准文档的收集工作，主要采用主题型与增量式网络爬虫相组合的策略。围绕“国际标准文档”这一特定范畴，实施有指向性的信息抓取；采用增量监测机制，实现对标准发布网站的实时跟踪，自动获取其更新内容，并以结构化形式加以存储，为后续处理给予基础支撑。

在获取原始文本之后，自然语言处理(NLP)技术被用于初步解析文档内容，该技术能够深入剖析文件中的每个细节，准确捕捉关键信息、专业术语以及隐含的意图和需求[7]。可采用基于BERT的分类与抽取模型对文本段落进行结构化标签标注，帮助快速构建元数据字段，为后续术语提取和语义对齐打好基础。

在此基础上，数据清洗工具(如Pandas、OpenRefine)被用于识别和纠正数据中的噪声，处理获取数据中的格式不规范、信息冗余、文档重复等问题，将噪声对数据分析结果的影响降至最低[8]。尤其是在多源数据融合时，往往存在同一标准的多个版本或不同语言翻译版本，清洗与去重是保证数据质量的核心步骤。通过规则匹配与特征比对，可以有效实现标准文档的唯一化识别和内容过滤。

当标准数据采集流程完毕后，需把所有结构化及半结构化信息统一存储在数据库系统内，以支撑后续的数据调用、智能分析及多场景的应用。鉴于标准文档本身具有内容复杂、格式多样的特性，系统通常采用MongoDB等NoSQL数据库来存储原始HTML/PDF文档及其对应的全文数据，保证数据的完整性与灵活性。

4.2. 术语提取

术语提取工作的首要环节，是对原始标准文本与技术文献语料做初步分析与预处理。该阶段所凭借的文本数据主要来源于信息采集阶段构建的文档数据库，囊括国内外标准文件、技术规范细则、产品说明书等多种资料类型。为提升后续处理的有效性与准确性，原始文本首先需经过数据清洗与格式规范化处理，包含统一字符编码样式、去除噪声字符、开展段落的分割工作。完成预处理后，文本将作为输入进入自然语言处理流程，为术语识别与语义建模等后续任务提供结构化语料支持。

在自然语言处理阶段，命名实体识别(NER)是信息抽取的第一个关键环节。命名实体识别任务旨在从大量非结构化的文本中识别出命名实体并将其分类为预定义的类型，为关系抽取、文本摘要和机器翻译等自然语言处理任务提供基础支持[9]。通过预训练模型(如 spaCy 或 BERT)加载具备语言理解能力的识别模型，对标准文本中具备行业特征的术语短语进行自动识别。以“IEC 61850 标准”中的段落为例，NER 模型可准确识别出“间隔层”“站控层”“采样值”等电力自动化中的专业术语。这类模型多基于 Transformer 架构，能够结合上下文信息，有效判断术语边界与类别，有效减少错误与漏识的情况。

识别后的术语往往包含大量相似、重复或表达不同但语义近似的，下一步进行术语聚类与归一化处理。该阶段通常使用无监督学习算法，如 K-means 聚类或 LDA (Latent Dirichlet Allocation)主题模型[10]。K-means 根据词向量距离对术语进行分组，LDA 则通过分析术语在语料中出现的上下文频率模式，自动归纳出若干主题，并将术语划分至不同主题之下。如，“GIS 开关”“组合电器”可能聚集在“开关设备”主题下。通过聚类分析可以识别术语的聚合趋势，为本体构建中的概念分类和层级定义提供数据支持。

聚类之后必须构建术语间的语义结构，引入本体构建工具[11] (像 Protégé)来进行系统建模。术语以类(Class)形式加以组织，通过定义术语之间的“is-a”(属于)、“part-of”(组成)等语义关系，形成知识层级，把术语按树状结构组织起来。如定义“断路器”是“开关设备”的子类，“开关设备”又是“输电设备”的一部分。本体的建立赋予了术语可推理性，便于后续在知识图谱中进行查询与对齐。同时本体还可额外附上属性描述，进一步增强术语的语义表达能力。

术语提取阶段以自然语言处理为核心，结合命名实体识别、聚类分析、本体构建等技术，从“识别术语”到“组织术语”再到“语义建模”，实现从原始电力文本中提取出具有语义结构和应用价值的术语体系。

4.3. 多语言对齐

在电力标准国际对接的实践中，多语言术语对齐是实现跨语言语义统一与标准条款等效识别的关键环节。鉴于电力标准文本具有高度专业化、术语密集度高等特征，传统翻译方式在语义准确性、术语一致性及处理效率方面，均无法满足工程应用的实际需求。该阶段需综合运用机器翻译、跨语言词嵌入、知识图谱技术，以构建一个多语言等效术语体系，支持标准间的深层语义互通。

机器翻译(Machine Translation, MT)是将不同语言的文档联系在一起的关键，能够满足用户用一种语言来检索另一种语言文档的需求。目前主流的机器翻译方法，已经从原本的基于规则的翻译方法，过渡至统计机器翻译和神经机器翻译[12]。神经网络机器翻译(Neural Machine Translation)利用人工智能模仿大脑神经元进行语言翻译，是以端到端的方式进行翻译建模的新一代机器翻译方法[13]。在实际应用中，基于 mBART 或 T5 等模型的神经网络翻译引擎能够对电力标准中的术语与段落实现上下文感知翻译，为术语的跨语言候选建立基础。典型如双泽公司开发的 STEM 智能翻译服务系统，便融合了自然语言处理、机器学习与知识图谱等多种核心技术，构建了行业领先的翻译引擎。该系统以 20,000 字/分钟的处理能力，实现了高效的大规模标准文档翻译，并通过“机器翻译 + 专家审校”的混合模式，精准应对电力标准在语义专业性与表达精确性方面的高要求。

在术语语义层面,实现不同语言之间的等值识别需引入跨语言词嵌入技术。跨语言词嵌入(Cross-lingual Word Embedding)的目标是要将两种或以上语言的单词对齐到一个共享空间,配备了这样的向量空间,语义相似的却来自不同语言的单词嵌入就会一致,在任何语言的数据上训练模型行为表现一样[14]。Multilingual BERT、FastText 等多语言模型能够将不同语言的术语映射到共享的语义向量空间中,从而通过计算向量间的距离来判断术语之间的等价关系。例如,英文中的“Circuit Breaker”与中文的“断路器”在语义空间中若距离足够接近,即可被视为跨语言对齐对。这类模型结合大量双语标准语料预训练,具备较强的语义泛化能力,是跨语种语义对齐的基础支撑。

在构建语义对齐结构的过程中,像 Neo4j 这样的图数据库有能力实现多语言术语与本体关系的统一建模,把术语、属性与上下文关系以图的形式加以组织表达,从而呈现出结构清晰的语义网络。利用 Protégé 构建的本体模型可导出为 RDF 文件,并映射至图数据库中,生成语义图谱,用于支持术语之间的关联分析与精准检索。借助图谱中的推理机制和实体对齐、消歧等知识融合技术,系统可有效去除术语的冗余内容,进一步提升对齐结果的准确性和一致性[15]。

4.4. 智能应用

智能应用依托前期完成的标准信息采集、术语识别与语义对齐结果,承载了标准体系从静态知识向动态服务转化的主要功能。

知识图谱(KG)是在传统知识工程的基础上以及语义 Web 的发展中孕育并发展而来的知识表示技术,旨在描述客观世界的概念、实体、事件及其之间的关系。基于知识图谱的数据检索通过语义检索,对大量数据进行过滤、分析和管理的,实现搜索数据的结构化并且提供详细的主题相关信息,有利于建立数据间知识体系,理解各种实体概念以及它们的关联[11]。SPARQL 等图谱查询语言可支持复杂逻辑关系的表达,覆盖如“查询与 IEC 60076 等效的国内标准”“识别某技术主题下全部国际标准”等实际需求。图谱内容涵盖术语实体、标准编号、适用范围,同时嵌入语言对齐映射、概念层级关系与标准演化路径,在语义搜索、智能推荐中发挥基础支撑作用。

在推荐系统场景中,可基于图谱嵌入(KGE)将知识图谱中的实体和关系嵌入到连续的向量空间中[16],利用语义空间中实体间距离实现术语或标准的智能推荐。针对企业、研究机构等用户,可根据其查询行为或所用术语,动态推荐其可能感兴趣或待采纳的国际标准,有效促进标准采信与知识迁移。

最后运用大数据分析技术(如 Hadoop、Spark)挖掘标准间的高阶关联关系,识别术语使用频率、引用结构与技术主题热点,构建标准活跃度指标体系及预测模型,这类分析功能尤其适用于国家标准制定部门或大型电力企业进行战略规划与国际合作方面的决策。

智能应用作为电力标准国际对接路径中的终端环节,实质上是前期多项语义技术集成的体现,其核心价值在于把标准数据从静态文档转化为可交互、可推理、可分析的知识体系,全面提升标准使用与管理的智能化水平,推动我国标准在全球范围内的互认、共建与引领。

5. 电力标准国际对接的启示

5.1. 建立统一的国际标准信息平台,打通信息采集与整合通道

现阶段我国电力企业在获取国际标准信息时,面临着渠道分散、语种繁多与内容异构等多种障碍,为优化标准获取的系统性与前瞻性,有必要以国家级信息基础设施为依托,搭建覆盖电力工程、设备制造、系统运行等子领域的国际标准信息库。该平台应基于统一的数据结构与语义规范,整合 ISO、IEC、IEEE 等主要标准发布源,构建起标准元数据框架,引入实体识别与自动分类算法,提高文献入库效率与精准度。借助布设主题型与增量式网络爬虫,达成对标准文献的自动收集、实时更新与版本跟进,同时

借助语义标引与本体建模技术，对收录的文献按照标准条款层级开展结构化解析，为后续的比对、翻译和适配工作奠定数据基础，为企业提供全面精准的信息支持，构建从“信息孤岛”迈向“智能联通”的信息支撑体系。

5.2. 构建行业专用智能翻译系统，提升语言与知识双重理解能力

技术标准的跨语言对接不仅是语言转换，更是知识再建构。推动标准国际对接需要打造专属工业领域的“知识型翻译系统”，实现机器翻译与专家知识的协同配合，应通过构建“术语资源库 + 翻译引擎 + 专家审校平台”三位一体的体系架构，将专家知识嵌入翻译过程中，实现人机协同翻译机制。国家层面可支持建设“电力行业多语种术语库”与“标准语料资源库”，推动大语言模型在专业翻译中的深度训练，并鼓励形成“技术 + 语言 + 法律”复合型标准翻译人才体系。

5.3. 强化标准适配机制，推动中国标准“走出去”与“被采纳”

针对我国标准体系与国际主流标准存在的逻辑结构差别、评估指标差异以及术语体系不一致的情况，应建立多层次标准适配机制，通过技术图谱构建与标准条款语义嵌套，实现对国际标准关键条文与我国现行标准之间的逻辑映射，明确适配方向与修改建议。标准的国际对接不应仅停留在“跟随”阶段，更应进入“引领”阶段，我国应加快推进同重点国家和地区的标准互认协定打造，增进中国在 IEC 等国际组织中的话语主导权，鼓励企业深度参与国际标准的制定与修订活动，推动具有中国特色的绿色低碳、电力数字化等新兴标准纳入国际体系，助力标准话语从“适配”过渡至“共享”的转变。

5.4. 推动智能化标准应用平台建设，提升全链条数字化能力

标准的获取、理解、对比与落地实施构成一个闭环流程，需依托高度集成的信息系统实现全过程的数据驱动。双泽公司开发的“标准管理平台”“招标辅助系统”“合规风险平台”等工具，实现了从标准采集、比对、翻译到适配、应用的全过程数字管理，构建了闭环式标准对接生态。未来我国应以电力行业数字化转型为契机，推动标准信息与企业工程管理、产品设计、质量认证等系统的互联互通，形成多维数据驱动的标准应用闭环，通过政策引导与项目资助，促进企业、科研机构、平台服务商联合共建“电力标准智能化应用平台”，加快形成“数据 - 模型 - 决策 - 反馈”的标准应用全链条能力。

6. 总结

在全球能源格局深度调整、我国企业“走出去”战略有序推进的背景下，电力标准的国际对接正逐步成为我国电力企业提高国际竞争水平的重要手段，本研究以山东双泽信息技术有限公司为典型案例，细致分析其在推动标准国际对接方面的实践路径与技术构架，整理出一条涵盖“标准收集→术语提取→多语言对齐→智能化应用”的完整流程，依托于人工智能与数字化平台技术，贯穿标准信息采集、处理、转换及落地应用的各环节，为我国企业提供了一种具备实际参考价值、可普遍推广的对接模式。

未来要实现我国电力标准体系更高水平的国际对接，还需通过政府引导、企业落地与科研支撑协同发力，构建“技术驱动 - 数据支撑 - 人才保障”三位一体的对接机制，逐步推动我国由国际标准的被动接受者转向主动参与者与规则引领者，为电力行业全球化发展贡献中国经验与系统解决方案。

基金项目

本文系山东省 2024 年省级大学生创新创业训练计划项目“人工智能时代中国工业 文明的国际化路径——山东双泽信息技术有限公司的电力工业标准对齐和数字化应用”，项目编号 S202410445280 的研究成果。

参考文献

- [1] 何东升, 杨海江, 何发武, 罗海凹, 陆建军, 王吉祥. 新能源变压器标准化体系现状分析及发展研究[J]. 电器与能效管理技术, 2024(6): 1-7, 30.
- [2] 朱青山, 张彩, 陈辉, 张艳, 张朋越, 刘泽民. 电力行业 I EC/TC13、TC20 和 TC33 标准体系对比及其标准国际化路径研究[J]. 中国标准化, 2019(13): 176-183.
- [3] 何玮珊. 中国电力标准国际化的研究[J]. 科技视界, 2017(13): 88.
- [4] 马超, 李武峰, 陈羽飞, 何永君, 田晓鹏. ChatGPT 类大语言模型赋能电力标准数字化转型的核心技术、技术特征及应用展望[J/OL]. 高电压技术: 1-20. <https://doi.org/10.13336/j.1003-6520.hve.20241541>, 2025-05-12.
- [5] 吴德禄. 基于 python 爬虫和 NLP 的聊天系统设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2023. <https://link.cnki.net/libwg.sdmu.edu.cn/doi/10.27140/d.cnki.ghbbu.2023.002170>
- [6] 钟机灵. 基于 Python 网络爬虫技术的数据采集系统研究[J]. 信息通信, 2020(4): 96-98.
- [7] 汤骏. 基于 NLP 和 LLM 框架的 AI 智能评审系统建设[J]. 中国招标, 2025(3): 89-98.
- [8] 郝爽, 李国良, 冯建华, 王宁. 结构化数据清洗技术综述[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2018, 58(12): 1037-1050.
- [9] 李冬梅, 罗斯斯, 张小平, 许福. 命名实体识别方法研究综述[J]. 计算机科学与探索, 2022, 16(9): 1954-1968.
- [10] 杨俊闯, 赵超. K-Means 聚类算法研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2019, 55(23): 7-14, 63.
- [11] 李磊, 鲁兴河, 康警予, 陈忠, 朱峰. 一种基于知识图谱的数据检索与可视化方法[J]. 计算机与网络, 2020, 46(5): 61-64.
- [12] 朱玉, 李枫. 跨语言信息检索中的多语言处理技术研究[J]. 信息记录材料, 2024, 25(9): 98-101.
- [13] 戴光荣, 刘思圻. 神经网络机器翻译: 进展与挑战[J]. 外语教学, 2023, 44(1): 82-89.
- [14] 刘俊文. 基于多语言 BERT 跨语言对齐的命名实体识别研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国石油大学, 2021. <https://link.cnki.net/libwg.sdmu.edu.cn/doi/10.27643/d.cnki.gsybu.2021.000614>
- [15] 赵雪芹, 杨一凡, 于文静. 基于 Neo4j 图数据库的工程档案知识图谱构建及应用[J]. 档案与建设, 2022(5): 48-51.
- [16] 张天成, 田雪, 孙相会, 于明鹤, 孙艳红, 于戈. 知识图谱嵌入技术研究综述[J]. 软件学报, 2023, 34(1): 277-311.