

引用格式: 曹宇堃, 吕晓春, 袁俊瑞, 等. 我国焊接领域团体标准发展与需求分析[J]. 标准化学报, 2026(10): 82–93.
CAO Yukun, LYU Xiaochun, YUAN Junrui, et al. Development and Demand Analysis of Association Standards in China's Welding Field[J]. Journal of Standardization, 2026(10): 82–93.

我国焊接领域团体标准发展与需求分析

曹宇堃^{1,2} 吕晓春^{1,2*} 袁俊瑞³ 强毅⁴ 李苏珊¹

(1.中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司; 2.中国机械工程学会焊接分会; 3.中国机械工程学会;
4.中国机械科学研究总院集团有限公司)

摘要: 【目的】为明确团体标准在我国焊接标准体系中的功能定位和后续布局重点, 分析焊接领域团体标准的发展基础、结构特征、主要短板及标准需求, 为“十五五”时期焊接团体标准体系优化和重点项目策划提供依据。【方法】综合采用政策文本分析、标准台账统计、产业需求关联分析和文献综述等方法, 梳理《中华人民共和国标准化法》《国家标准化发展纲要》等制度要求, 统计中国机械工程学会焊接分会(以下简称“焊接分会”)2024—2025年已发布团体标准和2026年新立项标准, 并结合新能源汽车、工业机器人、船舶海工、清洁能源等下游产业数据研判标准需求。【结果】截至2025年底, 焊接分会已发布团体标准24项, 另有新立项标准8项, 合计形成32项标准供给和储备; 其中测试方法类15项, 占46.9%, 检测评价类和装备系统类标准合计20项, 占62.5%, 数字智能类和绿色安全类各2项, 合计仅占12.5%(上述统计分别对应“标准类型”和“标准化对象”2个维度, 相关比例不作合计)。现有标准已经形成“发布—储备—滚动策划”的工作格局, 但基础通用、数字智能、绿色安全和行业应用类标准供给不足。【结论】焊接领域团体标准应由单项方法标准供给转向“材料与工艺—装备与系统—检测与评价—绿色与安全—行业应用”协同布局, 并将试验验证、实施反馈、标准培优、采信转化和国际对接纳入全生命周期管理, 以提升标准质量、应用效果和向高层级转化的能力。

关键词: 焊接; 团体标准; 标准体系; 标准需求; 智能焊接; 绿色焊接; 采信与转化

DOI编码: 10.3969/j.issn.2097-857X.2026.10.008

Development and Demand Analysis of Association Standards in China's Welding Field

CAO Yukun^{1,2} LYU Xiaochun^{1,2*} YUAN Junrui³ QIANG Yi⁴ LI Susan¹

(1. Harbin Welding Institute Limited Company, China Academy of Machinery Science and Technology Group Co., Ltd.;
2. Welding Branch of Chinese Mechanical Engineering Society; 3. Chinese Mechanical Engineering Society; 4. China Academy of Machinery Science and Technology Group Co., Ltd.)

Abstract: [Objective] To clarify the functional positioning of association standards within China's welding standards system and the key focus of future layout, this study analyzes the development foundation, structural characteristics, main shortcomings, and standard demands of association standards in the welding field, providing a basis for optimizing

基金项目: 本文受2025年全国学会高质量发展试点专项“中国机械工程学会项目”资助。

作者简介: 曹宇堃, 硕士, 工程师, 研究方向为焊接领域的工程管理和相关标准化。

吕晓春, 通信作者, 博士, 研究员, 研究方向为新型钎焊材料开发和相关标准化。

the welding association standards system and planning key projects during the 15th Five-Year Plan period. [Methods] A combination of policy document analysis, standard ledger statistics, industry demand correlation analysis, and literature review was used to sort out the institutional requirements of the *Standardization Law and the National Standardization Development Outline*, to compile statistics on association standards already released by the Welding Branch of the Chinese Mechanical Engineering Society (hereinafter referred to as the “Welding Branch”) for 2024–2025 and newly proposed standards for 2026, and to evaluate standard demands in conjunction with downstream industries such as new energy vehicles, industrial robots, ship and offshore engineering, and clean energy. [Results] As of the end of 2025, the Welding Branch had issued 24 association standards, with another 8 newly proposed standards, providing a total of 32 standards; among these, 15 are testing method standards, accounting for 46.9%, while inspection evaluation and equipment system standards total 20, accounting for 62.5%. There are 2 digital intelligence and 2 green safety standards, totaling only 12.5% (the above statistics correspond to the dimensions of “standard type” and “standardization object” respectively, and the related proportions are not summed). The existing standards have formed a working structure of ‘release—reserve—rolling planning,’ but there are insufficiencies in the provision of basic universal, digital intelligence, green safety, and industry application standards. [Conclusion] Association standards in the welding field should shift from single-method standard provision to a coordinated layout of “materials and processes—equipment and systems—inspection and evaluation—green and safety—industry applications”, and incorporate experimental verification, implementation feedback, standard cultivation, adoption and transformation, and international alignment into full lifecycle management in order to improve standard quality, application effectiveness, and capacity for advancement to higher levels.

Keywords: welding; association standards; standards system; standard demand; intelligent welding; green welding; adoption and transformation

0 引言

焊接及相关工艺是现代制造体系中典型的基础工艺和共性技术,其质量水平直接影响重大装备、工程结构和高端产品的安全性、可靠性、经济性和服役寿命。随着新能源汽车、轨道交通、高端船舶与海洋工程、核电与火电、水电与风电、油气与氢能储运、航空航天等领域的快速发展,焊接标准需求正在由传统的材料、工艺参数和接头试验方法,扩展到装备可靠性、过程数据化、质量稳定性、绿色低碳、安全与健康及全生命周期评价等更复杂的系统层面。从标准供给机制看,国家标准和行业标准适用于需要统一协调、覆盖面广或涉及公共利益的事项,但在新技术、新装备、新模式、新业态快速发展的阶段,往往难以及时覆盖所有细分应用场景。

在此背景下,2017年修订的《中华人民共和国标准化法》明确团体标准属于我国标准体系的组成部分,国家鼓励社会团体制定满足市场和创新需要的团体标准^[1]。《国家标准化发展纲要》进一步提出,优化政府颁布标准与市场自主制定标准二元结构,大力发展团体标准,推进团体标准应用示范,建立健全政府颁布标准采信市场自主制定标准的机制^[2]。因此,团体标准不仅是填补标准空白的工具,更是标准体系供给侧改革、科技成果转化和高层级标准储备的重要通道。

本文以焊接领域团体标准为研究对象,基于团体标准在焊接标准体系中的功能定位,以及对机械工程学会焊接分会(以下简称“焊接分会”)团体标准的结构特征与薄弱环节分析,提出面向高端化、智能化、绿色化、融合化发展趋势的焊接领域团体标准布局与实施路径建议。

1 研究依据与分析框架

1.1 研究资料来源

本文资料来源主要包括4类,具体见表1。第一,标准化政策和制度文件,包括《中华人民共和国标准化法》《国家标准化发展纲要》《团体标准管理规定》《关于促进团体标准规范优质发展的意见》《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》等,用于明确团体标准的制度属性、管理要求和采信转化路径^[1-5]。第二,全国团体标准信息平台“团标大数据”和国家统计局、工业和信息化部、中国机械工业联合会等公开数据,用于分析团体标准总体规模、制造业团体标准活跃程度以及与焊接需求相关的产业基础^[6-10]。第三,焊接分会团体标准台账及“2025中国焊接制造十大进展”等行业资料,用于分析焊接团体标准布局和技术趋势^[11]。第四,智能焊接、激光焊接、搅拌摩擦焊、焊接烟尘控制、绿色制造等方向的公开学术文献,用于验证技术趋势并支撑标准需求研判。

1.2 分析方法与逻辑

在分析思路方面,本文遵循“制度定位—产业牵引—标准供给—需求缺口—体系优化”的分析逻辑。首先,通过政策文本分析明确团体标准在国家标准体系中的功能边界;其次,通过产业

数据分析判断焊接标准需求的外部牵引因素;再次,通过焊接分会团体标准台账统计识别现有标准结构;最后,结合学术文献与工程应用趋势,对下一步标准体系优化和重点项目布局提出建议。

2 团体标准制度定位

2.1 从制度补充到标准供给重要层级

团体标准的制度价值首先体现在获得法律确认。《中华人民共和国标准化法》将团体标准和企业标准列为市场自主制定标准,与国家标准、行业标准、地方标准共同构成我国标准体系^[1]。这一规定意味着团体标准并非标准体系之外的临时性技术文件,而是具有明确法律地位和制度边界的标准形式。《国家标准化发展纲要》提出“大力发展团体标准,实施团体标准培优计划,推进团体标准应用示范”^[2]。国家标准委发布的《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》进一步打通了先进适用团体标准向推荐性国家标准转化的制度路径^[5]。

对焊接领域而言,上述制度变化具有直接意义。焊接技术的很多前沿应用并不缺少原则性标准,而是缺少面向特定材料、特定装备、特定行业场景和特定质量等级的细化规范。团体标准制定机制相对灵活,能够组织产学研用及检测机构等多方共同参与,适合承担“先行先试、工程验证、

表1 本文研究资料来源及用途

资料类型	主要内容	分析用途
政策制度文件	《中华人民共和国标准化法》 《国家标准化发展纲要》 《团体标准管理规定》 《关于促进团体标准规范优质发展的意见》 《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》	界定团体标准制度定位、制定要求和转化机制
宏观产业数据	新能源汽车、工业机器人、高端船舶、装备制造业、高技术制造业、清洁能源等数据	分析焊接需求的产业基础和增长方向
团体标准台账	2024—2025年已发布标准、2026年新立项标准及牵头单位分布	识别焊接团体标准结构特征和短板
学术文献资料	智能焊接监测、激光焊接、搅拌摩擦焊、焊接烟尘和绿色制造相关论文	验证技术趋势并支撑标准需求研判

推广应用、采信转化”的任务。因此,焊接团体标准不宜简单定位为补充性文件,而应定位为连接科技创新与工程应用、推动国家标准体系优化的重要中间层。相关制度要求对焊接领域的启示见表2。

2.2 焊接领域团体标准的特殊适用性

焊接领域之所以特别需要团体标准,主要是由其技术属性和产业属性决定的。第一,焊接是基础共性工艺技术,但应用场景高度分散。桥梁钢结构、船舶海工、核电装备、风电塔筒、轨道交通车体、动力电池连接、半导体装备零部件等场景在材料体系、工艺窗口、质量要求和验收规则上差异明显。第二,焊接质量高度依赖过程控制和试验验证,很多指标必须由企业、用户、检测机构和科研单位联合验证后才能形成稳定规则。第三,焊接技术正在由单一工序向“材料—工艺—装备—检测—数据—服役”一体化能力演进,传统按工艺方法划分的标准结构难以完全适应智能化、绿色化和系统化要求。

相关研究表明,焊接过程监测正在由离线结果检验向多传感器融合、深度学习和实时质量预测方向发展^[12-14];新能源汽车动力电池制造中的铝铜异种材料激光焊接面临高反射率、脆性金属间化合物生成和过程稳定性差等挑战,对工艺窗口、过程监测和质量评价标准提出迫切需求^[15-18];搅拌摩擦焊及固相增材制造等固相连接技术则需要围绕工具、材料流动、装备刚度、过程控制和结构性能形成系列化标准^[19-22];焊接烟尘暴露与呼吸

系统健康风险之间的关联也不断得到系统综述和职业卫生研究支持,要求焊接标准体系将绿色安全和职业健康置于更高优先级^[23-27]。上述技术变化决定了团体标准在焊接领域具有较强的现实适用性和前瞻布局价值。

3 焊接产业技术变化与标准需求牵引

3.1 下游产业升级拉动焊接标准需求

焊接标准需求与下游制造业结构变化密切相关。国家统计局《中华人民共和国2025年国民经济和社会发展统计公报》显示,2025年我国新能源汽车产量达到1 652.4万辆,同比增长25.1%;工业机器人产量达到77.3万套,同比增长28.0%;清洁能源发电量达到42 481亿千瓦时,同比增长14.4%;规模以上装备制造业增加值增长9.2%,高技术制造业增加值增长9.4%^[8],具体如图1所示。工业和信息化部发布的船舶工业数据显示,2025年我国造船完工量、新接订单量、手持订单量继续保持国际领先,船舶与海洋工程装备对大型结构自动焊、高效焊接、变形控制、无损检测和绿色智能制造提出持续需求^[9]。

由图1可以看出,焊接需求相关产业增长不再集中于传统钢结构制造,而是更多来自新能源汽车、工业机器人、高端装备、清洁能源和高技术制造业等领域。这种变化推动焊接标准需求由单一工艺参数和试验方法,扩展到批量一致性、装备协同、数字化追溯、绿色低碳和全生命周期服役

表2 团体标准制度要求及焊接领域启示

制度文件	核心导向	对焊接团体标准的启示
《中华人民共和国标准化法》	明确团体标准属于我国标准体系组成部分,鼓励满足市场和创新需要的团体标准	为焊接新技术、新工艺、新装备快速规范化提供制度依据
《国家标准化发展纲要》	优化政府颁布标准与市场自主制定标准的二元结构,推进团体标准应用示范和采信机制	焊接团体标准应服务标准培优、示范应用和高层级转化
《团体标准管理规定》	强调制定主体、程序规则、公开透明、知识产权和监督管理	焊接团体标准应坚持开放、公平、透明和专业化组织原则
《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》	建立团体标准被推荐性国家标准采信的制度通道	立项阶段应同步考虑实施验证、用户应用和转化条件

评价等综合维度。

3.2 技术演进对标准对象的拓展

从技术路线看,焊接正在呈现高端化、智能化、绿色化、融合化以及评价尺度上移的特征。高端化主要表现为激光焊、激光—电弧复合焊、电子束焊、搅拌摩擦焊、惯性摩擦焊、固相增材制造等技术加快应用于航空航天、轨道交通、深海装备、能源装备和新能源汽车等领域^[18-25]。绿色化主要表现为节能降耗、节气降尘、噪声控制、烟尘治理、材料利用率提升和低返修率等指标成为评价焊接工艺先进性的重要依据^[12,26-30]。智能化主要表现为机器人焊接、机器视觉、在线监测、质量预测、数字孪生和人工智能过程控制逐步进入工程应用,要求标准对象从单机性能扩展到数据采集、接口协议、任务描述、工艺知识表达和质量追溯^[15-17,31-32]。上述技术演进使得焊接标准体系不能仅停留在传统工艺评定、焊材检验和接头力学性能试验层面,而需要覆盖装备可靠性、系统协同、绿色安全、数据模型、在线监测和全生命周期服役评价。对于仍处于快速迭代和工程验证阶段的技术方向,团体标准可以率先形成应用规则和评价方法,在实施验证成熟后再推动向国家标准、行业标准或国际标准转化。

4 焊接领域团体标准发展现状

4.1 全国团体标准发展的总体背景

全国团体标准信息平台数据显示,全国团体标准已由制度破题阶段进入规模发展和质量提升并行阶段。截至2025年2月,全国累计公布团体标准101 812项;到2025年12月增至122 428项;到2026年3月进一步增至128 291项。同期,制造业团体标准由38 481项增至46 736项,工业类团体标准由50 318项增至62 456项^[6]。这说明工业制造业始终是团体标准最活跃、最集中的领域,焊接作为服务制造业全链条的基础工艺,具备发展团体标准的产业基础和应用条件,具体变化如图2所示。

从结构看,2026年3月,全国团体标准按产业和社会领域分布划分,工业类标准占比接近一半,服务业类、农业类和社会事业类也形成较大规模,如图3所示。这表明团体标准已成为经营主体和行业组织响应技术创新、场景应用和社会治理需求的重要标准形式。与此同时,随着《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》的落实,采信机制进入实操阶段,要求各专业领域从“能不能发布”进一步转向“能不能实施、能不能培优、能不能转化”。

4.2 焊接分会团体标准布局特征

根据焊接分会现有团体标准台账统计,

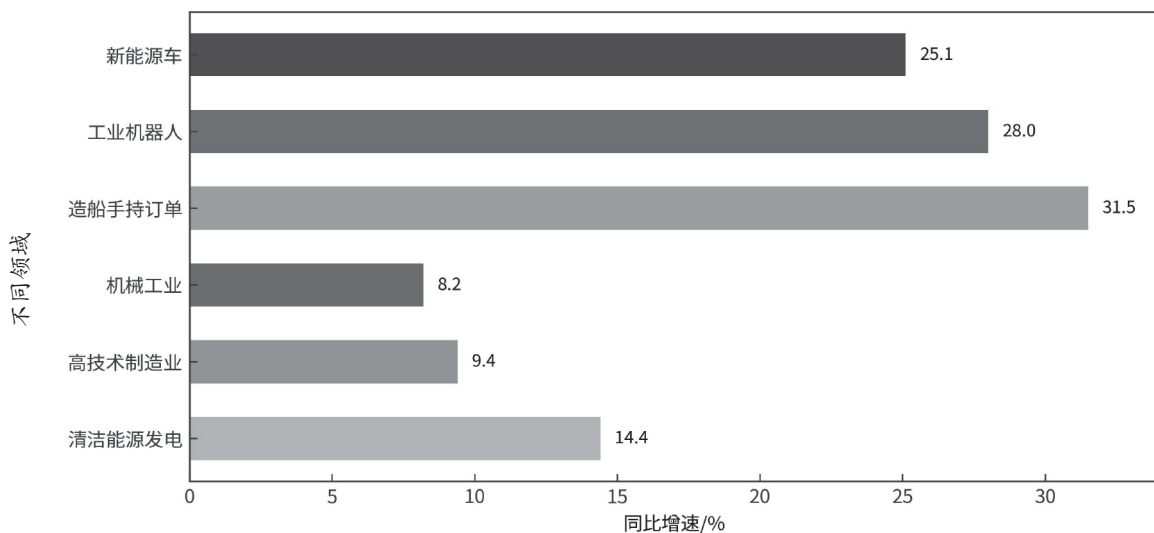


图1 2025年焊接需求相关产业关键指标同比增速

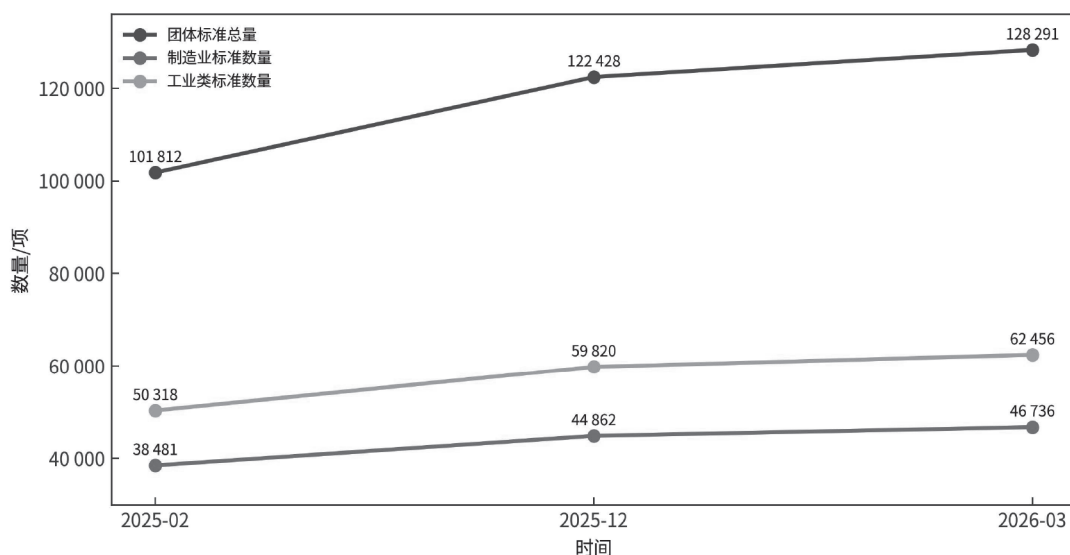
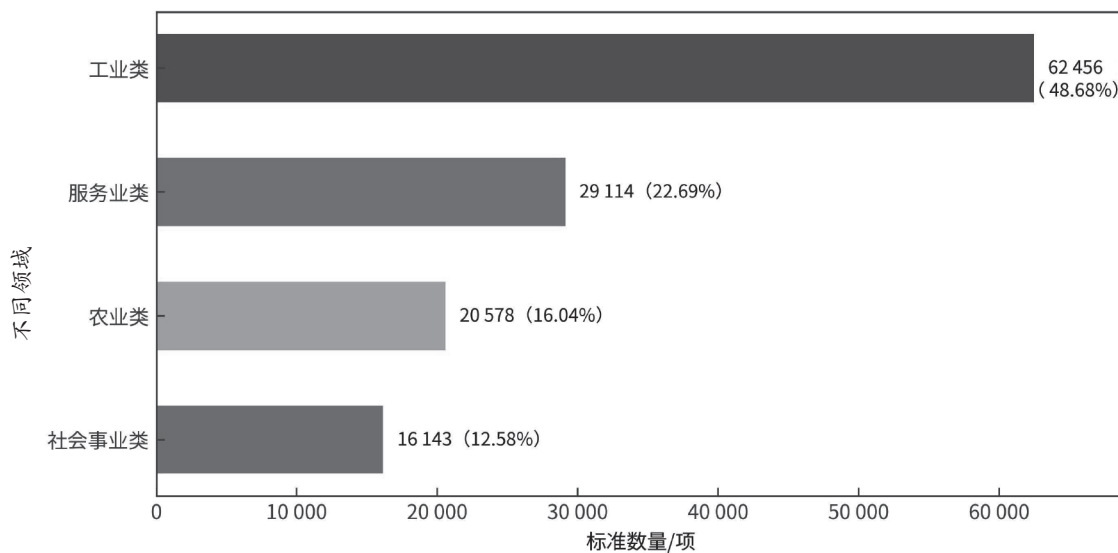


图2 全国团体标准总量及制造业、工业类标准数量变化



(资料来源:截至2026年3月全国团体标准信息平台“团标大数据”)

图3 2026年3月全国团体标准分布情况

2024—2025年已发布团体标准24项,其中2024年发布6项、2025年发布18项;另有新立项标准8项,合计形成已发布和在研储备标准32项。总体上,焊接分会团体标准工作已初步形成连续策划、持续发布和滚动储备的工作格局,标准布局由早期偏重试验方法,逐步拓展至评价认证、技术规范、产品规范和基础通用等类型,具体如图4所示。

焊接分会团体标准结构统计见表3。从类

型结构看,在32项标准中,测试方法类15项,占46.9%;评价认证类6项,占18.8%;技术规范类6项,占18.8%;产品规范类4项,占12.5%;基础通用类1项,占3.1%。从标准化对象看,检测评价类13项、装备系统类7项、工艺制造类4项、材料产品类4项、数字智能类2项、绿色安全类2项(图5)。由此可见,当前焊接团体标准的优势主要体现在检测评价、试验验证和装备可靠性领域,但基础

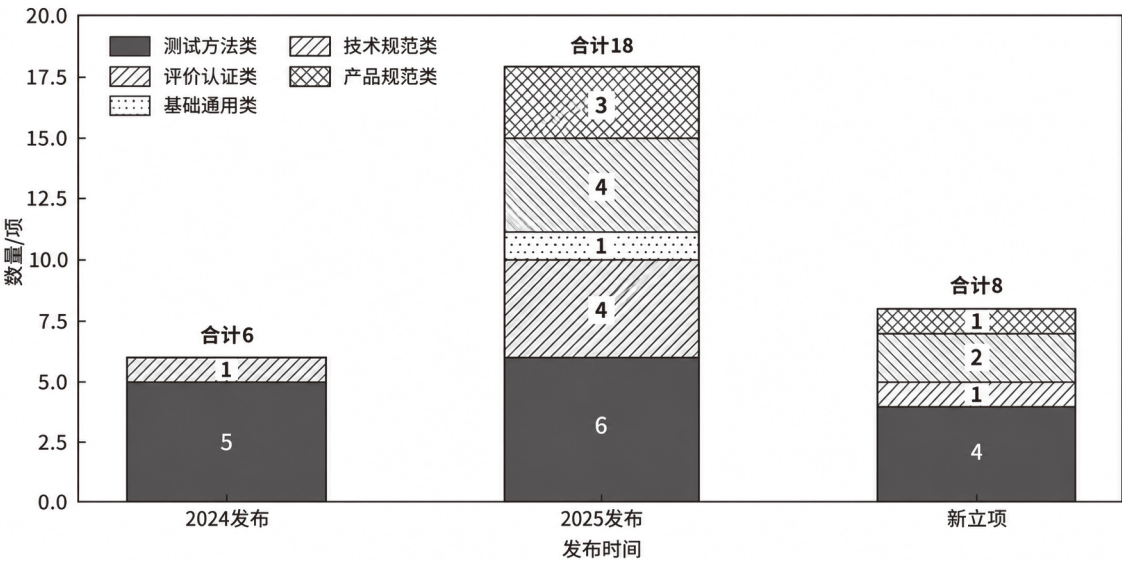


图4 焊接分会团体标准类型统计

表3 焊接分会团体标准结构判断

统计维度	类别	数量/占比	结构判断
按标准类型	测试方法类	15项，占46.9%	为现阶段主体，体现“夯基础、强检测”的特点
按标准类型	评价认证类、技术规范类	各6项，各占18.8%	说明标准开始由方法标准向评价和工程规范延伸
按标准类型	产品规范类、基础通用类	4项和1项，合计占15.5%	基础通用类偏少，体系底座仍需加强
按标准化对象	检测评价类、装备系统类	13项和7项，分别占40.6%、21.9%	检测评价优势突出，装备系统类已有较好起步
按标准化对象	数字智能类、绿色安全类	各2项，合计占12.5%	数字智能和绿色安全板块与制造业智能化、绿色化需求相比仍不匹配

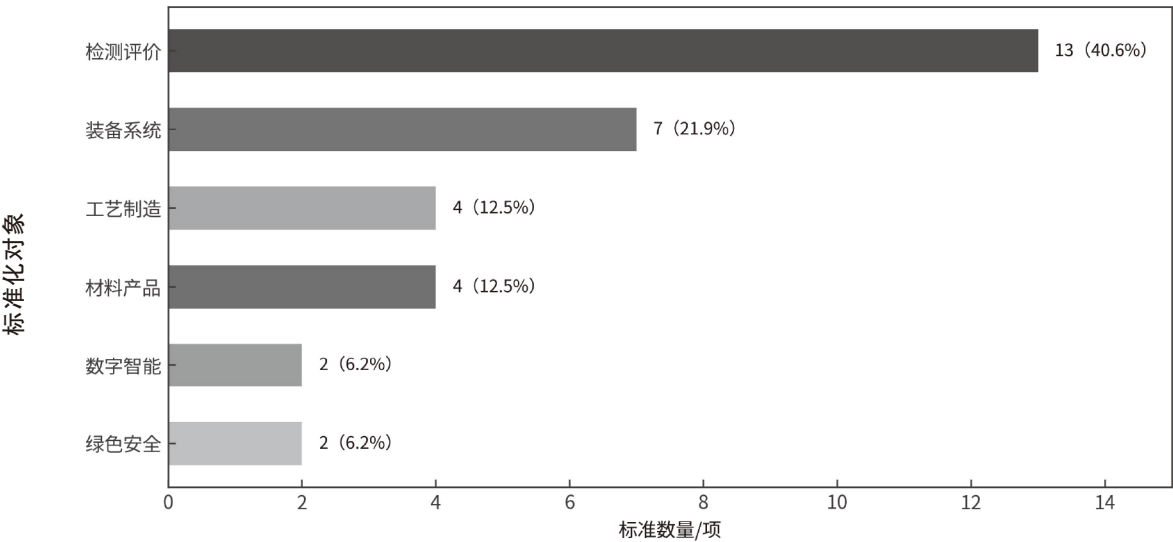


图5 焊接分会团体标准布局（按标准化对象）

通用、数字智能和绿色安全板块尚未形成系统化供给。

4.3 组织基础与协同特征

从牵头单位分布看,已发布标准的组织基础较强,但牵头力量集中于少数核心机构。统计显示,中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司(以下简称哈焊所)牵头项目12项,占已发布标准的50.0%;其余项目分布在高校、科研院所和企业等单位(图6)。这表明焊接分会具备较强的核心组织力量和技术积累,但后续仍需进一步吸引重点用户行业、装备企业、系统集成商、检测认证机构和区域优势单位参与,以增强标准的工程代表性、市场采信度和推广实施基础。

5 主要问题与需求缺口

(1) 标准供给结构仍以单点方法和局部评价为主。现有焊接团体标准中,测试方法和评价认证类标准占比较高。这一结构有其必要性,因为焊接标准的科学性和采信度高度依赖试验方法、检测评价和可靠性验证。但从产业升级需求看,如果标准供给长期停留在单项测试方法和局部评价层面,就难以支撑智能焊接系统、数字化焊接工厂、绿色焊接车间和重大装备全流程质量控制

需求。当前尤其缺少基础术语、通用接口、数据模型、系统集成、质量追溯、应用指南和评价分级等体系性标准。

(2) 面向前沿工艺和重点行业的系列化标准储备不足。激光—电弧复合焊、蓝/绿光激光焊、搅拌摩擦焊、惯性摩擦焊、固相增材、智能电阻点焊、异种材料连接、结构级服役评价等技术方向已在科研和工程应用中呈现明显增长趋势^[15-22]。但是,这些方向往往存在工艺窗口窄、过程稳定性要求高、质量判定口径不一、工程复制性不足等问题。团体标准若能围绕术语定义、基本要求、工艺规范、装备要求、检测评价和应用指南形成系列化供给,将有助于提升先进技术工程化推广效率。

(3) 数字智能和绿色安全板块与政策要求存在差距。制造业智能化发展要求焊接标准体系从单机装备标准向数据采集、模型训练、在线监测、闭环控制、工业软件功能和系统协同接口延伸^[12-14,29-32]。绿色制造政策则要求焊接标准体系覆盖节能、节材、降尘、噪声控制、有害因素暴露、绿色工艺评价和低碳评价^[23-28]。但现有焊接团体标准中数字智能和绿色安全类合计仅4项,占32项统计标准的12.5%,说明这2个板块尚处于起步阶段,与产业转型要求存在明显差距。

(4) 标准实施、培优和转化闭环仍需强化。

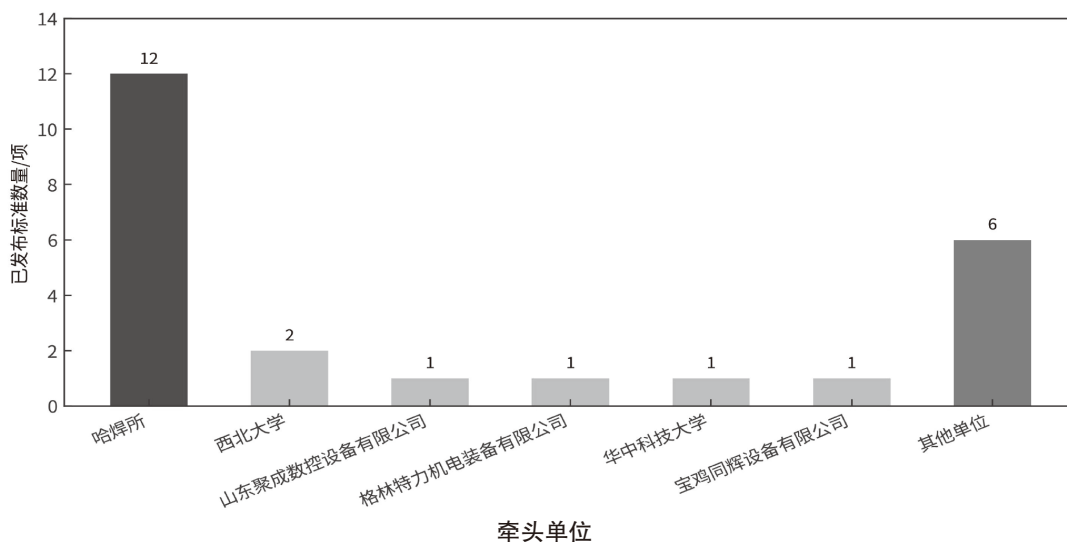


图6 已发布焊接团体标准牵头单位分布情况

团体标准的价值不在于发布数量本身,而在于能否被用户采用、被检测认证采信、被政府标准吸收、被产业链认可。随着推荐性国家标准采信团体标准机制的运行,焊接团体标准应从立项阶段开始规划实施验证、用户反馈、示范应用、复审修订和高层级转化路径^[5]。现阶段需要进一步建立标准实施效果评价、重点标准培优、采信转化储备和国际对标研究机制,避免出现“项目式立项多、体系化应用少”的问题。

6 焊接领域团体标准体系优化方向

6.1 体系框架优化

基于现有基础和未来需求,焊接领域团体标准体系宜从“零散项目式供给”转向“分层分类、相互衔接的体系化供给”,具体优化建议见表4。

建议按照表4的材料与工艺、装备与系统、检测与评价、绿色与安全、行业应用5个板块进行优化。其中,材料与工艺标准重点规范焊接材料分类、质量等级、适用性评价、典型材料工艺规范、关键接头要求等;装备与系统标准重点规范焊接电源、激光器、摩擦焊设备、机器人工作站、送丝系统、执行机构、监测系统和数字化焊接工厂;检测与评价标准重点支撑试验方法、质量评价、稳定性评价、一致性评价、服役性能评价和结构级评价;绿色与安全标准重点覆盖节能降耗、烟尘与粉

尘控制、噪声、有害因素暴露、绿色工艺评价、绿色产线评价;行业应用标准则面向风电、轨道交通、锅炉压力容器、水电、船舶海工、氢能、新能源汽车和航空航天等重点场景构建工程化标准群^[33]。

6.2 重点项目系列布局

团体标准优先布局不宜简单按照“有没有标准”判断,而应综合考虑战略重要性、产业紧迫性、技术成熟度、市场覆盖面、可实施性、可验证性和高层级转化潜力。结合技术发展趋势,建议近期优先布局的标准方向与项目系列见表5。

7 实施路径与保障机制

(1) 近期路径:补短板、成系列、强验证。近期应围绕数字化、智能化、绿色化和系统集成类短板优先策划项目,并对已有测试方法、可靠性评价和技术规范类项目进行延链补链。对具有较好基础的装备可靠性、焊材质量评价、风电塔筒焊接、水电高强钢焊接等方向,应尽快形成系列化标准;对激光复合焊、固相增材、异种材料连接和智能监测等前沿方向,可先从术语、基本要求、评价方法 and 应用指南切入。每一项重点标准立项时,应同步明确验证单位、验证场景、验证指标和实施反馈安排。

(2) 中期路径:强应用、重采信、促转化。中期应突出标准实施效果和高层级转化。对已发布

表4 焊接领域团体标准体系优化建议

板块	主要标准对象	重点补强方向
材料与工艺	焊接材料分类、质量等级、适用性评价、典型材料工艺规范、关键接头要求	高强钢、耐热钢、铝镁合金、铜铝异种材料、激光焊、搅拌摩擦焊、固相增材等
装备与系统	焊接电源、激光器、机器人工作站、送丝系统、执行机构、监测系统、数字化焊接工厂	系统集成、协同性能、可靠性评价、验收规范和运行稳定性评价
检测与评价	试验方法、质量评价、稳定性评价、一致性评价、服役性能评价、结构级评价	从试样级评价向结构级、系统级和服役级评价拓展
绿色与安全	节能降耗、烟尘与粉尘控制、噪声、有害因素暴露、绿色工艺评价、绿色产线评价	建立绿色焊接工艺评价和职业健康安全技术支持标准
行业应用	风电、轨道交通、锅炉压力容器、水电、船舶海工、氢能、新能源汽车、航空航天	形成场景化、工程化、可落地的应用标准系列

表5 优先布局的团体标准方向与项目系列建议

重点方向	关键问题	建议项目(系列)	优先级与转化判断
装备系统	装备协同性能、可靠性和验收规则不足	机器人焊接工作站集成要求与验收规范 焊接电源及扩展模块协同性能评价方法 焊接装备系统可靠性分级评价规范	高优先级, 适合形成系列标准群
先进工艺	前沿工艺缺少工程化规则	蓝/绿光复合激光焊 搅拌摩擦焊装备与工艺应用规范 惯性摩擦焊装备及过程控制 连续送丝搅拌摩擦固相增材制造工艺规范	高优先级, 应同步开展国外标准比对
重点材料	高强度、异种材料和关键接头要求不足	新能源汽车铜/铝异种材料连接技术规范 热成形钢及高强度激光焊接接头技术规范 焊接材料一致性与质量等级评价规范	高优先级, 适合先行先试并服务重点行业
能源与重大装备	关键行业场景规则缺失	氢能储运用高强度焊接制造及评价规范 海洋工程高强度韧钢焊接接头服役性能评价方法 轨道交通承载构件激光复合焊接制造规范 风电及海上风电钢结构焊接制造与评价规范 水电与抽蓄用高强度焊接推荐工艺规范系列	高优先级, 应重点布局示范应用与采信转化
绿色安全	烟尘、噪声、能耗和碳约束标准偏少	焊接烟尘控制效果评价方法 切割作业噪声与粉尘综合评价方法 绿色焊接工艺评价指南 绿色焊接车间/产线评价规范 焊接过程碳排放核算与减排评价导则	中高优先级, 契合绿色制造政策方向
检测评价	结构级、可靠性和工艺窗口评价不足	焊接接头结构级服役性能评价方法 焊接工艺窗口确定与确认方法 智能电阻点焊在线监测与质量控制通用要求	中高优先级, 是质量分级和采信转化的重要证据基础

并具有应用基础的团体标准,应组织开展实施效果评估、用户反馈收集和复审修订工作;对适用范围较广、技术内容成熟、实施效果良好的标准,应积极纳入团体标准培优项目库,并争取进入推荐性国家标准或行业标准采信转化渠道^[5];对具有国际对标基础的项目,应同步开展ISO、AWS、EN、JIS等国外标准比对,提高标准策划层级和国际转化潜力。相关标准化研究表明,团体标准与认证融合有助于提升标准公信力和应用效果,公众关注与政策升级也会影响团体标准的形成、应用和迭代^[34-35]。

(3) 长期路径: 建生态、塑优势、拓国际。从长期看,焊接领域团体标准工作应从项目管理走向生态构建。建议建立“需求征集—项目遴选—试验验证—标准发布—实施反馈—培优采信—复审修订—国际对接”的全生命周期机制,形成标

准验证平台、应用示范基地、检测认证支撑平台、专家队伍和国际交流机制。通过标准、试验、认证、工程应用和科研项目协同,推动团体标准成为牵引焊接技术创新和产业协同的重要抓手。

8 结 论

本文针对焊接领域团体标准发展现状与需求缺口,研究了标准体系优化方向及实施路径,得出以下结论:

(1) 团体标准已经成为我国法定标准体系的重要组成部分,其功能已由一般性补充逐步转变为市场自主制定标准的重要供给层级。对焊接领域而言,团体标准最核心的价值在于快速响应产业需求、承接创新成果、形成工程应用规则、支撑采信转化和推动国际对接。

(2) 焊接领域团体标准发展具备较好基础。焊接分会于2024—2025年已发布团体标准24项,新立项8项,合计形成32项标准供给和储备,标准内容由测试方法逐步拓展至评价认证、技术规范、产品规范、装备可靠性、数字化应用和绿色安全等方向。

(3) 现有标准布局仍存在结构性短板。测试方法和检测评价类标准占比较高,数字智能、绿色安全、基础通用和系统集成类标准偏少;前沿工艺和重点行业应用标准尚未形成足够的系列化供给;标准实施、培优、采信和转化闭环仍需强化。

(4) 面向“十五五”时期焊接产业高质量发展,焊接团体标准应围绕高端化、智能化、绿色

化、融合化主线,由单项方法标准向“材料与工艺—装备与系统—检测与评价—绿色与安全—行业应用”协同布局转变。优先方向应包括智能焊接系统、装备可靠性、先进连接工艺、重点材料与重大装备应用、绿色焊接与职业健康安全、结构服役评价等。

(5) 后续工作重点不应单纯追求标准数量增长,而应更加重视标准质量、实施效果和转化潜力。应建立需求牵引、试验验证、应用示范、动态修订和采信转化相衔接的全生命周期管理机制,使焊接领域团体标准更好地服务重大装备自主可控、焊接制造强链补链和新质生产力发展等战略需求。

参考文献

- [1] 国家市场监督管理总局. 中华人民共和国标准化法[EB/OL]. (2017-11-04) [2026-05-23]. https://www.samr.gov.cn/zw/zfxxgk/fdzdgknr/fgs/art/2023/art_d7040b9f1d0f4980a0e55089a57bf37d.html.
- [2] 中共中央, 国务院. 国家标准化发展纲要[EB/OL]. (2021-10-10) [2026-05-23]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/10/content_5641727.htm.
- [3] 国家标准化管理委员会, 民政部. 团体标准管理规定[EB/OL]. (2019-01-09) [2026-05-23]. <https://www.china-cas.org/u/cms/www/202203/29201456fk7d.pdf>.
- [4] 国家标准化管理委员会. 关于促进团体标准规范优质发展的意见[EB/OL]. (2022-01-25) [2026-05-23]. https://www.samr.gov.cn/cms_files/filemanager/1647978232/attach/20233/P020220223539027798259.pdf.
- [5] 国家标准化管理委员会. 推荐性国家标准采信团体标准暂行规定[EB/OL]. (2023-08-23) [2026-05-23]. https://www.sac.gov.cn/xw/bzhdt/art/2023/art_ec568c79c20049c39f7142bdb7baa910.html.
- [6] 全国团体标准信息平台. 团标大数据(2025年2月、2025年12月、2026年3月)[EB/OL]. [2026-05-23]. <https://www.ttbz.org.cn/index.html>.
- [7] 国家标准化管理委员会. 2026年第一批推荐性国家标准采信团体标准计划[EB/OL]. (2026-01-28) [2026-05-23]. <https://www.ttbz.org.cn/upload/file/20260202/6390563991434698858298343.pdf>.
- [8] 国家统计局. 中华人民共和国2025年国民经济和社会发展统计公报[R/OL]. (2026-02-28) [2026-05-23]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202602/t20260228_1962662.html.
- [9] 中国船舶工业行业协会. 2025年船舶工业经济运行分析[R/OL]. (2026-03-12) [2026-05-23]. <https://www.chinaisa.org.cn/gxportal/xfgl/portal/content.html?articleId=803bdae9daac1b92fb11d316cf81bf54c99b2afa594ba17939d0fa9b71739abb&columnId=ae2a3c0fd4936acf75f4aab6fadd08bc6371aa65bdd50419e74b70d6f043c473>.
- [10] 中国机械工业联合会. 稳中向好向新向优 预期目标圆满实现: 2025年机械工业经济运行情况综述[R/OL]. (2026-02-07) [2026-05-23]. <https://www.cncma.org/article/22269>.
- [11] 中国机械工程学会. 中国机械工程学会焊接分会发布“2025中国焊接制造十大进展”[R/OL]. (2026-02-06) [2026-05-23]. <https://www.cmes.org/dynamic/fba83a31ae0649648931f1ecd50e0e24.html>.
- [12] Lee J, Hwang J. Review on welding process monitoring based on deep learning using time-series data[J]. Journal of Welding and Joining, 2024, 42(4): 333-344.
- [13] Zhang M M, Xu X, Polzer J, et al. Data-driven artificial intelligence methods for real-time welding defect diagnosis: sensing technologies, sensor fusion

- and machine learning[J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2026, 161: 49–63.
- [14] Tessema S H, Bismor D. Quality monitoring of hybrid welding processes: a comprehensive review[J]. *Archives of Control Sciences*, 2024, 34 (4): 833–861.
- [15] Feng J B, Zhang P L, Yan H, et al. Application of laser welding in electric vehicle battery manufacturing: a review[J]. *Coatings*, 2023, 13 (8): 1313.
- [16] Ma B, Gao X, Huang Y, et al. A review of laser welding for aluminium and copper dissimilar materials[J]. *Optics and Laser Technology*, 2023, 167: 107312.
- [17] Cho J, Lee T, Bang H, et al. Review on laser welding technology on aluminum and copper dissimilar materials for secondary batteries assembly[J]. *Journal of Welding and Joining*, 2024, 42 (1): 69–80.
- [18] Kaufmann F, Genter F, Kügler H, et al. Seam properties of overlap welding strategies from copper to aluminium for battery applications[J]. *Metals*, 2023, 13 (2): 343.
- [19] Tiwari S K, Sharma H, Rao A U, et al. A comprehensive review of the recent developments in friction stir welding of metals, alloys, and polymers: a review of process parameters and properties[J]. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2024, 38 (17): 3179–3202.
- [20] Akbari M, Debroy T, Asadi P, et al. Recent advances in friction stir welding/processing tools[J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2025, 142: 99–156.
- [21] Dong X Z, Zhou M G, Geng Y X, et al. Recent advances in additive friction stir deposition: a critical review[J]. *Materials*, 2024, 17 (21): 5205.
- [22] Jadhav S, Choudhary S, Mathur H, et al. A review of applications of friction stir welding in joining high-strength and high-temperature alloys[J]. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 2026 (4): 1–47.
- [23] Ahn S, Chartres N, Descatha A, et al. The effect of occupational exposure to welding fumes on trachea, bronchus and lung cancer: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury[J]. *Environment International*, 2022, 170: 107565.
- [24] Fikayo B E, Chimezie O V, John S K, et al. Occupational exposure to welding fumes and associated respiratory morbidities among arc welders in Ikenne, Nigeria[J]. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 2023, 33 (2): 373–382.
- [25] Carey R N, Fritschi L, Nguyen H, et al. Factors influencing the use of control measures to reduce occupational exposure to welding fume in Australia: a qualitative study[J]. *Safety and Health at Work*, 2023, 14 (4): 384–389.
- [26] American Welding Society. Effects of Welding on Health 2023[R]. Miami: AWS, 2025.
- [27] Hu Y, Zhang J, Lyu X, et al. Welding fumes in a Chinese shipyard: exposure characteristics and occupational health risk assessment[J]. *Toxics*, 2026, 14 (3): 259.
- [28] 工业和信息化部. 关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见[EB/OL]. (2024–02–05) [2026–05–23]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202403/content_6935684.htm.
- [29] 国家标准化管理委员会. 贯彻实施《国家标准化发展纲要》行动计划(2024—2025年)[EB/OL]. (2024–03–26) [2026–05–23]. https://www.sac.gov.cn/xw/tzgg/art/2024/art_08590194567c40748ff1e88a544e5753.html.
- [30] 国家标准化管理委员会, 工业和信息化部. 国家智能制造标准体系建设指南(2024版)[EB/OL]. (2025–03–07) [2026–05–23]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7020558.htm.
- [31] Wang P E, Ghassemi-Armaki H, Pour M, et al. Applicable and generalizable machine learning for intelligent welding in automotive manufacturing[J]. *Welding in the World*, 2025, 69: 1349–1384.
- [32] Castro D, Illade J, García A, et al. The advanced real-time monitoring of new welding processes in the aircraft industry[J]. *Engineering Proceedings*, 2025, 90 (1): 7.
- [33] 曹宇堃, 吕晓春. 我国焊接领域标准体系现状及优化建议[J]. *标准科学*, 2025 (8): 143–149.
- [34] 程宇, 周立军, 肖志超, 等. 中国团体标准政策十年演进与主题分析: 基于CiteSpace与LDA模型的政策文本研究[J]. *标准科学*, 2025 (8): 16–24, 32.
- [35] 王运平, 许丹, 郑素丽, 等. 中国团体标准(2015—2024年)发展特征与趋势研究[J]. *标准科学*, 2025 (8): 6–15.