【航空管理与安全】

民用无人驾驶航空器系统标准化现状分析

柳　倩[1],李章萍[2,3],柴宇华[1]

(1. 沈阳航空航天大学 民用航空学院,辽宁 沈阳 110136;
2. 中国民航大学 交通科学与工程学院,天津 300300;
3. 中国民航大学 通用航空研究中心,天津 300300)

摘　要:标准是全球经贸合作和技术交流的通用语言,民用无人驾驶航空器系统标准化工作已成为世界各国竞争的焦点和热点。当前国际、国内民用无人驾驶航空器系统标准化工作已经取得较为丰富的成果。通过对民用无人驾驶航空器系统国内外标准化工作进展、标准化组织机构进行全景式梳理,从组织机构、工作方式、标准内容视角,对国际标准化组织机构的实践经验进行借鉴分析,为我国民用无人驾驶航空器系统标准化工作高质量发展提供借鉴和参考。

关键词:无人驾驶航空器系统;国际标准;国家标准;标准化

中图分类号:V 279　　**文献标识码**:A　　DOI:10.13486/j.issn.2097-4973.2024.03.005

近年来,我国民用无人驾驶航空器系统(Unmanned Aircraft Systems,UAS)市场需求与日俱增,应用场景逐步拓展,产业链条日益完备,成为支撑我国低空经济发展的中坚力量。随着 UAS 用户数量、使用频次的增长,“黑飞”、“乱飞”现象时有发生,相关管理和监管问题日益凸显,给国家安全、公共安全、民众人身安全带来一定的风险。

标准是支撑引领行业健康发展、规范市场秩序的重要基础。党中央、国务院对标准化工作高度重视,2021 年 10 月,中共中央、国务院印发《国家标准化发展纲要》[1],强调标准化在推进国家治理体系和治理能力现代化中发挥着基础性、引领性作用,要加强关键技术领域标准研究,适时制定和完善无人驾驶等领域技术安全相关标准,提升技术领域安全风险管理水平。2022 年 6 月,民航局印发《“十四五”通用航空发展专项规划》[2],明确指出要构建与技术发展、领域创新配套的无人机标准体系,重点加快无人机运营、适航、人员、数据和网络安全等方面标准制定。

UAS 管理特质复杂[3],涉及利益相关方多、管理跨度大,加之技术构型差异大、分类和分级复杂,相关管理法规、标准体系建设尚处于逐步探索、完善阶段。国内外标准化机构、科研院所、研究学者针对 UAS 具体技术领域标准体系建设、标准研制进展进行了梳理与分析。中国飞行试验研究院席亮亮等[4]通过分析研究国内外涉及无人机飞行控制与管理系统的相关标准,参考有人机飞行控制系统的有关通用规范,结合无人机飞行试验的独有特点,提炼出无人机飞行控制与管理系统试验的框架体系。中国人民警察大学吴立志等[5]基于国内外无人驾驶航空器标准体系、标准化路线图初步构建了包括通用标准、技术标准、应用标准、管理标准、训练标准 5 个子体系的警用无人驾驶航空器标准体系架构。中国农业科学院赵方奎

收稿日期:2024-08-02

基金项目:中国民航大学省部级科研机构开放基金项目(GARC-2303)

第一作者简介:柳　倩(1984—　),女,山西河曲人,讲师,博士,从事交通运输规划与管理研究。
E-mail:331658893@qq.com

等[6]对我国植保无人机现行标准(包括行业标准、地方标准、团体标准)及涉及的主要内容进行了全面调研、分析,为明确我国植保无人机未来标准化方向与趋势提供建议。田园等[7]针对无人机通信应用场景适用标准进展进行梳理,并分析了人工智能应用、多无人机协同通信、空天地一体化通信以及通感算融合应用等方面的标准化需求。武兴隆等[8]对我国现行有效的无人机测绘标准、技术规程进行了总结和分析,为无人机测绘应用标准体系建设提出建议。

目前,UAS标准化研究成果多集中于特定技术分支(如飞控系统)或针对特定应用场景(如农林植保),缺乏对全谱系、各种构型、各类应用场景无人机国内外标准化现状的全面调研与系统梳理。本文通过对UAS国内外标准化工作进展、标准化组织机构进行全景式梳理,为进一步完善我国UAS标准体系提供参考和借鉴,为构建我国UAS标准化创新发展的良好格局提供支撑。

1 国际标准现状分析

UAS操纵方便、应用广泛,近年来在全球各国迅猛发展。国际标准化组织亦认识到通过标准化手段来落实安全监管、规范研制生产、引导科学运营的必要性和迫切性,并开展了大量标准研制工作。

1.1 ISO国际标准

UAS国际标准主要由国际标准化组织(International Standardization Organization,ISO)制定。ISO是世界上最大的非政府性标准化专门机构,所颁布的标准在世界上具有很强的权威性、指导性和通用性,对世界标准化进程起着十分重要的作用。2015年6月,ISO在航空航天器技术委员会(TC 20)下组建无人驾驶航空器系统分技术委员会(SC 16),开展UAS国际标准制定,秘书处由美国国家标准学会(American National Standards Institute,ANSI)承担。

世界各国出于安全、监管等方面的考虑,对UAS标准的需求异常迫切。全球无人机主要生产、应用国家积极选派专家参与ISO/TC 20/SC 16的工作,不同的技术路径、标准方案在国际舞台展开激烈竞争。目前,ISO/TC 20/SC 16共有27个成员组织和10个观察员组织,下设1个主席顾问组(Chair's Advisory Group,CAG),承担标准发展规划工作;2个顾问组(Advisory Group,AG),其中,AG 6主要负责为AI技术驱动的UAS自主性标准化工作提供咨询,AG7主要负责为先进的空中机动性标准化工作提供咨询;7个工作组(WG)分别负责无人机通用规范(WG1)、产品制造与维修(WG2)、运行与程序(WG3)、交通管理与效用(WG4)、检测与评价(WG5)、子系统(WG6)、无人机反制(WG8)等内容;2个联合工作组,负责无人机噪声测量(JWG7)、氢能推进系统(JWG9)。

标准化始终与技术创新紧密互动、互为支撑。随着UAS在各行业应用的不断拓展和深入,各应用场景对UAS质量、安全和性能等方面的标准化建设提出了新的需求。在ISO内部,除ISO/TC 20/SC 16之外,ISO/TC 20下设的机场基础设施分技术委员会(SC 17),以及农林拖拉机和机械技术委员会植保设备分技术委员会ISO/TC 23/SC 6、光学和光学仪器技术委员会大地测量仪器分技术委员会ISO/TC 172/SC 6、氢能技术委员会规模化氢能与水平能源系统分技术委员会ISO/TC 197/SC 1也逐步参与到UAS标准化工作中。ISO下设的UAS标准化工作组织框架如图1所示。

截至2024年7月,ISO UAS现行标准累计27项。其中,ISO/TC 20/SC 16发布25项,ISO/TC 20/SC 17发布1项,ISO/TC 23/SC 6发布1项。ISO/TC 20/SC 16已发布的25项标准主要涉及民用多旋翼无人机系统的测试方法、垂直起降无人机的运营、多旋翼无人机共振频率评估、飞行稳定性测试、小型轻型固定翼无人机的飞行性能测试、无人机系统的噪音测量、振动测试、旋翼叶片锐性伤人评估、低压环境试验、无人机系统部件、运行程序、术语、分类分级、感知与避撞系统测试方法、无人机交通管理(UTM)的调研结果、功能结构、数据模型、远程识别、UTM服务提供商与用户之间的接口、对UTM服务提供商的要求、无人机系统操作人员培训、小型无人机电动能源系统技术要求、无人机系统任务载荷接口通用要求、轻小型多旋翼无人机飞行控制系统通用要求、系留无人机系统通用要求等内容。

目前，ISO 共有 14 项 UAS 标准在制定进程中。其中，ISO/TC 20/SC 16 负责 11 项，ISO/TC 23/SC 6 负责 1 项，ISO/TC 172/SC 6 负责 1 项，ISO/TC 197/SC 1 负责 1 项。ISO/TC 20/SC 16 正在制定的 11 项标准主要涉及：无人机感知与避撞、反制、运行程序、空域冲突解决、操作人员培训、氢燃料电池推进技术等。

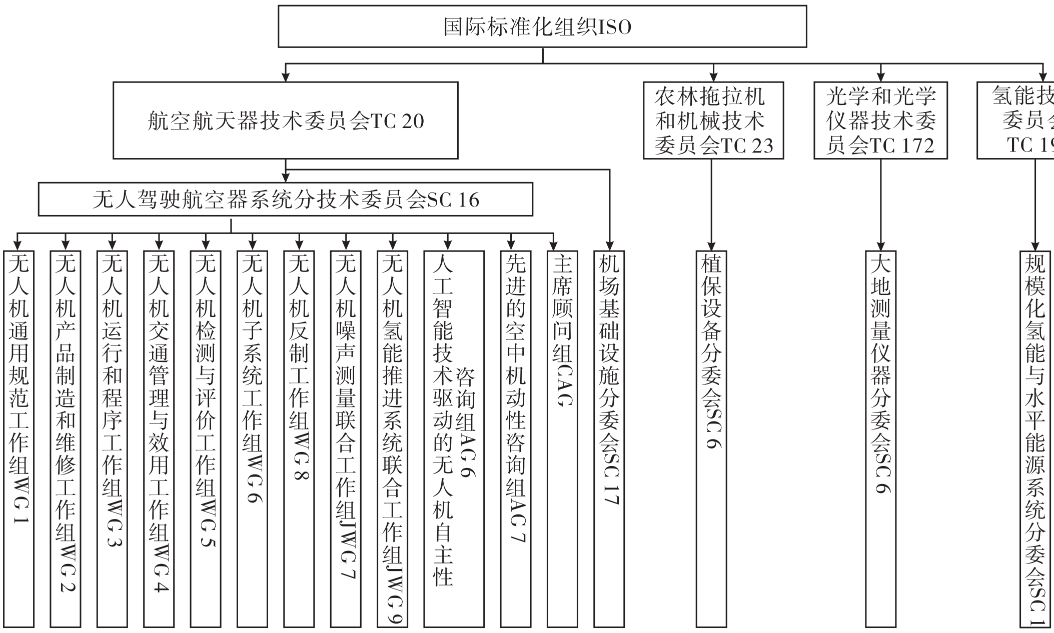

图 1　ISO 下 UAS 标准化组织框架

1.2　IEC 国际标准

作为全球最具权威性的三大国际标准化组织之一，国际电工委员会（International Electro Technical Commission，IEC）近年来也在信息技术层面积极推动全球范围内无人机标准化和国际化发展，提升无人机监管的安全性和效率。2023 年，由我国专家作为召集人主导起草并发布一项燃料电池领域 IEC 国际标准——IEC 62282-4-202：2023《燃料电池技术 第 4-202 部分：动力和辅助动力装置用燃料电池发电系统-无人机-性能试验方法》，该标准结合我国在无人机燃料电池领域的应用实践，将我国自主的技术引入国际标准，填补了无人机用燃料电池标准的空白。

无人机通信在无人机技术的发展和应用中起着至关重要的作用。通信技术使得无人机能够实时地与地面站或其他设备进行数据交换和通信，也为航拍、监视、搜救、农业、物流等各种场景的应用提供了可靠的数据传输和远程操作能力。ISO 和 IEC 两大国际标准化组织共同成立第一联合技术委员会（Joint Technical Committee，JTC 1）——信息技术（Information technology）联合技术委员会，并通过下设的系统间远程通信和信息交换分委会 ISO/IEC JTC 1/SC 6、卡及身份识别安全设备分委会 ISO/IEC JTC 1/SC 17 开展低空通信、身份识别等领域的国际标准化工作。2023 年以来，ISO/IEC JTC 1 已发布国际标准 5 项、在研标准 2 项，如表 1 所示。

2021 年，由我国专家担任召集人，成立 ISO/IEC JTC 1 第 19 咨询组——无人机系统咨询组（Unmanned Aircraft Systems Advisory Group）。AG 19 主要负责加强 ISO/IEC JTC1 与 ISO TC 20/SC 16 之间的交流协作，共同推进新一代信息技术、人工智能在无人机系统的深度融合、跨域应用的标准化工作，具体包括：针对无人机系统和信息技术有关的新项目提案，在投票前实施审查；制定无人机系统标准化项目协作指南。AG 19 创始成员国包括我国、澳大利亚、日本、韩国、英国等国家，JTC 1 主席及 JTC 1 下设的 SC 6（系统间远程通信和信息交换）、SC 17（卡及身份识别安全设备）、SC 27（信息安全、网络安全和隐私保护）、SC 40（IT 服务管理与 IT 治理）、SC 41（物联网与数字孪生）5 个分技术委员会作为咨询组的创

始成员参与相关工作。

表1 ISO与IEC在无人机标准化领域的合作成果

机构	标准号	标准名称	标准状态
ISO/IEC/JTC 1/SC 6	ISO/IEC 4005-1:2023	系统之间的电信和信息交换-无人机局域网(UAAN)第1部分:通信模型和要求	已发布
	ISO/IEC 4005-2:2023	系统之间的电信和信息交换-无人机局域网(UAAN)第2部分:用于共享通信的物理和数据链路协议	已发布
	ISO/IEC 4005-3:2023	系统之间的电信和信息交换-无人机局域网(UAAN)第3部分:用于控制通信的物理和数据链路协议	已发布
	ISO/IEC 4005-4:2023	系统之间的电信和信息交换-无人机局域网(UAAN)第4部分:用于视频通信的物理和数据链路协议	已发布
ISO/IEC/JTC 1/SC 17	ISO/IEC 22460-2:2024	卡及身份识别安全设备-ISO无人机执照和无人机安全模组第2部分:无人机安全模组	已发布
	ISO/IEC FDIS 22460-1	卡及身份识别安全设备-ISO无人机执照和无人机安全模组第1部分 无人机执照的物理特性和基本数据集	最终国际标准草案
	ISO/IEC AWI 22460-3	卡及身份识别安全设备-ISO无人机执照和无人机安全模组第3部分 无人机执照的逻辑数据结构、访问控制、身份验证和完整性验证	已批准的工作项目

近年来，越来越多的UAS中国标准走向国际，使我国在国际标准化舞台上实现了从“参与者和贡献者”到“推动者和引领者”的跃升。截至2024年7月，我国主导制定并发布UAS国际标准12项，见表2。

表2 我国主导制定并发布的UAS国际标准

序号	标准号	标准名称
1	ISO 4358:2023	民用多旋翼无人机系统试验方法
2	ISO 5286:2023	民用轻小型固定翼无人机系统飞行性能试验方法
3	ISO 5312:2023	民用轻小型无人机旋翼叶片对人体锐性伤害评估与试验方法
4	ISO 5332:2023	民用轻小型无人机系统低气压环境下试验方法
5	ISO 21895:2020	民用无人机系统的分类及分级
6	ISO 23629-9:2023	无人机交通管理(UTM)第9部分:UTM服务提供商和用户之间的接口
7	ISO 24352:2023	轻小型无人机用电动能源系统技术要求
8	ISO 24354:2023	民用无人机任务载荷接口通用要求
9	ISO 24355:2023	民用轻小型多旋翼无人机飞行控制系统通用要求
10	ISO 24356:2022	系留无人机系统通用要求
11	IEC 62282-4-202:2023	燃料电池技术 第4-202部分:动力和辅助动力装置用燃料电池发电系统-无人机-性能试验方法
12	ISO/IEC 22460-2:2024	卡及身份识别安全设备-ISO无人机执照和无人机安全模组第2部分:无人机安全模组

标准化是全球经贸合作和技术交流的通用语言。标准促进贸易互联互通，贸易可持续发展、包容性发

展和创新性发展需要标准的技术支撑。当前 UAS 国际标准化工作已经取得较为丰富的成果，对于推进新技术应用的全球化进程发挥了至关重要的作用。通过统一制定无人机技术标准和操作规范，能够消除不同国家、地区甚至不同企业之间的技术壁垒，促进无人机技术的国际交流与合作。

2　我国标准现状分析

当前，我国 UAS 在全球市场占有较高份额，技术水平和制造能力位于世界前列。在国家政策和技术革命的双重推动下，国内无人机产业链配套逐渐成熟，硬件成本不断下降。标准化工作推动了无人机在各领域的快速推广和规范应用。以物流配送为例，无人机飞行路径与作业流程的标准化使其能够按照预设路线和时间表进行高效速配送；无人机飞行控制系统、导航系统、通信系统等设备与技术的标准化，将确保无人机物流配送的安全性和可靠性。

标准是保障产品质量安全、促进产业转型升级的重要抓手，更是国家竞争力的基本要素。为全方位提升我国在 UAS 领域的国际竞争力、国际民航规则标准话语权和技术创新引领力，实现无人驾驶航空应用及管理全领域向民航强国跨越的目标，我国从 2015 年开始梳理 UAS 标准。2017 年，工业和信息化部联合国家标准化管理委员会、科技部、公安部、农业农村部、国家体育总局、国家能源局、中国民用航空局发布了《无人驶航空器系统标准体系建设指南(2017—2018 年版)》[9]，指南以支撑政府监管、满足市场需求为出发点，以跨领域、跨行业为着力点，从管理架构、技术架构和行业应用的角度明确了 UAS 标准体系框架，规划了 300 余项各级各类标准，有力推动了无人机产业的规范、持续、快速发展。

按照标准体系动态更新机制，为扎实构建满足产业发展需求、先进适用的 UAS 标准体系，国家标准化管理委员会、工业和信息化部、自然资源部、农业农村部、国家能源局、中国民用航空局等于 2021 年共同组织制定了《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021 年版)》[10]，进一步完善了 UAS 的管理架构和技术架构，构建了涵盖基础、管理、技术和行业应用等 4 类、344 项标准的 UAS 标准体系。

自 2018 年以来，我国已发布 UAS 国家标准 43 项，其中强制性国家标准 1 项、推荐性国家标准 42 项。国家标准类别遵循《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021 年版)》所规划的标准体系架构[10]，涵盖基础标准、管理标准、技术标准、行业应用标准四大类，如图 2 所示。其中：基础标准主要涉及术语定义、分类分级、编码标准、标识标准、身份识别和安全标准等 6 个部分；管理标准主要涉及研发管理、制造管理、认证/适航管理、流通管理和运行管理等 5 个部分；技术标准按照 UAS 分级分类方式分为大中型无人驾驶航空器系统标准和微轻小型无人驾驶航空器系统标准 2 类；行业应用标准主要涉及农业、电力、警用、测绘、应急救援、物流以及其他应用领域。

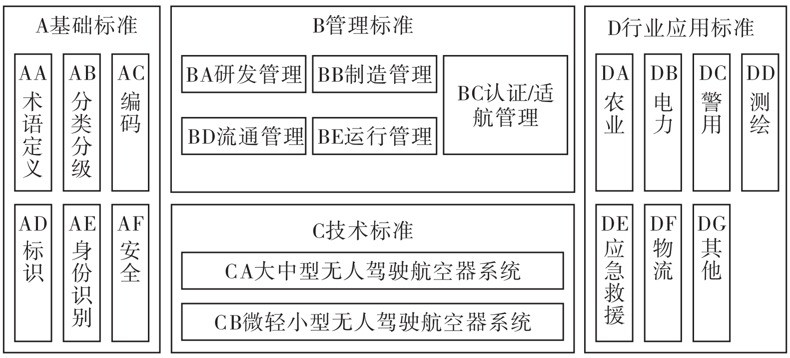

图 2　我国 UAS 标准体系结构图

UAS 现行国家标准类别分布情况如下：基础标准累计 9 项，占比 20.93%，包括术语定义(1 项)、分类分级(1 项)、编码(1 项)、标识(1 项)、身份识别(3 项)和安全(2 项)6 类；管理标准 1 项(运行管理)，占比 2.33%；技术标准累计 28 项，占比 65.12%，包括大中型无人驾驶航空器系统(8 项)、微轻小型无人驾驶航

空器系统(20项);行业应用标准累计5项,占比11.63%,包括农业(1项)、测绘(2项)、物流(2项)。

标准可以按照专业领域进行分类,国际上广泛使用国际标准分类法(International Classification for Standards,ICS)。按ICS统计,我国现行UAS国家标准涉及的技术领域涵盖航空器和航天器综合、航电设备、信息技术、天文学及大地测量学、植保设备、燃料电池等。现行国家标准ICS分布情况如表3所示。

表3 我国现行国家标准ICS统计

国际标准分类号	释义	标准数量	国际标准分类号	释义	标准数量
49.020	航空器和航天器综合	31	35.240.70	信息技术在自然科学中的应用	1
49.060	航空航天用电气设备和系统	1	07.040	天文学、大地测量学、地理学	2(含1次共现)
49.090	机上设备和仪器	3	65.060.40	植保设备	1
35.240.50	信息技术在工业中的应用	1	27.070	燃料电池	1
35.240.15	识别卡和有关装置	2	29.160.30	电动机	1

我国标准化行政主管部门为市场监管总局(国家标准委),其统一管理国家标准制定工作,负责强制性国家标准的立项、编号、对外通报和依据授权批准发布,同时负责推荐性国家标准的立项、组织起草、征求意见、技术审查、编号和批准发布。由市场监管总局(国家标准委)组建、相关方组成的全国专业标准化技术委员会(TC),作为国家标准的执行单位,开展推荐性国家标准的起草、征求意见、技术审查、复审工作,承担归口推荐性国家标准的解释工作;承担强制性国家标准的起草、技术审查工作等。市场监管总局(国家标准委)适时委托工业和信息化部、中国电器工业协会、中国机械工业联合会、自然资源部作为主管单位,对执行单位开展国家标准申请立项、国家标准报批等工作进行指导。

现行国家标准执行单位及完成标准数量情况如表4所示。全国航空器标准化技术委员会(TC 435)下设无人驾驶航空器系统分会(SC 1),是负责UAS设计、制造、交付、运行、维护、管理领域国家标准制修订工作的主要执行单位,已完成国家标准35项。随着无人机应用场景的日益丰富,测绘、植保等专业领域标准化技术委员会也陆续开展相关国家标准研制工作。截至2024年7月,全国地理信息标准化技术委员会(TC 230)完成遥感测绘、低空数字航摄相关国家标准2项;全国农业机械标准化技术委员会(TC 201)植保与清洗机械分会(SC 1)完成植保无人飞机国家标准1项。

UAS是多学科交叉、技术密集的高科技领域,电子信息、通信、能源与动力、人工智能等多重技术的创新、进步和高度融合,释放了无人机更大的发展潜能,同时为专业领域开展标准行动、优化标准供给提出新的需求。近年来,工业和信息化部完成UAS身份识别国家标准2项,全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会(TC 342)完成《无人机用氢燃料电池发电系统》国家标准1项,全国微电机标准化技术委员会(TC 2)完成《多旋翼无人机用无刷伺服电动机系统通用规范》国家标准1项,全国信息技术标准化技术委员会(TC 28)完成《民用无人机唯一产品识别码》国家标准1项。

表4 我国现行国家标准执行单位及完成标准数量

执行单位	标准数量	执行单位	标准数量
全国航空器标准化技术委员会(TC 435)	35	全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会(TC 342)	1
全国地理信息标准化技术委员会(TC 230)	2	全国微电机标准化技术委员会(TC 2)	1
工业和信息化部	2	全国信息技术标准化技术委员会(TC 28)	1
全国农业机械标准化技术委员会(TC 201)	1		

3 我国UAS标准化建议

无人机作为信息时代高端智能产品、装备的代表,为民生服务、国防安全和社会发展带来了创新思路和实践路径。近年来,我国UAS标准化工作取得了长足进步,在促进技术创新、助推产业发展、开拓国内

外市场、提高公共服务水平、推动社会治理创新等方面发挥了重要的作用。然而，对比国际标准化组织在无人机领域的标准化组织机构、工作做法、工作成果，我国尚有可改进之处。

(1) 明晰细化职责，优化组织结构。ISO/TC 20/SC 16 通过组建一系列技术领域无交叉、重叠，而又整体互为补充的工作组，实现无人机重点技术领域(如制造、运行、检测、噪声、反制等)标准全覆盖。各工作组在专注于无人机特定技术领域标准化的同时，突出与无人驾驶航空器系统的高度关联性和整体一致性。SC 16 下设的各个工作组在其专业领域内独立运作，但通过分技术委员会的统筹协调，以互补的方式共同推动 UAS 标准化进程，确保 ISO 国际标准的先进性。

我国 UAS 标准化工作主要执行单位为 SAC/TC 435/SC1，对口 ISO/TC 20/SC 16，但并未对等设置业务范围、职责、分工明晰并细化的标准化工作组，容易导致标准化工作的交叉、重叠，从而影响标准研制的质量与效率。目前，我国无人机多个细分领域(特别是应用场景)的国家标准，制定主体分散在专业领域标准化技术委员会完成，如 TC 230 负责遥感测绘，TC 201 负责农林植保等，而且标准内容也较为单一。以上问题都将成为持续健全、完善我国 UAS 标准体系的不利因素。

建议国务院标准化行政主管部门强化 UAS 标准化工作的统筹协调，借鉴国际标准化组织 ISO 的组织管理方式，成立各细分领域标准化工作组，承担某一项或一系列国家标准制修订工作，为加强 UAS 标准化工作提供组织支撑。

(2) 跨机构跨专业协作，带动标准发展。ISO 和 IEC 是国际标准化领域最具影响力的两个机构，虽然在标准领域和范围上有明确的界定，但随着人工智能、大数据、5G 等新技术与各行业的加速融合，ISO 和 IEC 之间的相互交叉、合作越来越多。为了避免重复性、交叉性工作，保证国际标准体系的协调一致，IEC 和 ISO 不仅在 TC/SC 层面上加强标准化项目合作，而且在工作机制和模式方面开展了一系列合作，具体包括：遵循共同的 ISO/IEC 导则，共同制定标准；成立多个联合技术委员会(JTC)，促进跨专业标准化协作；联合出版一系列有关产品或服务的合格性评定准则，这些跨机构、跨专业合作在提升标准质量和适用性，促进全球贸易便利和互惠共享等方面发挥了积极作用。

建议我国 UAS 相关标准化技术委员会(TC)之间建立联络机制，可通过设立日常联络机构、互派联络员，确保 UAS 标准化研制进展及时传递，提高协作效率；通过联合承担 UAS 标准化研究项目、联合开展 UAS 标准化制订与修订工作、联合推动 UAS 标准宣贯等举措，增强多机构间的专业交流与思想碰撞，达到不同专业领域优势互补、多学科交叉互通的效果，实现 UAS 标准质量、水平的整体提升。

(3) 聚焦前沿，加强前瞻布局。前瞻性、引领性是标准适应技术变革和市场竞争的重要保障。随着无人机在管制、非管制空域运行数量、运行时长的持续增长，空域飞行规则、飞行秩序变得更加复杂。传统的有人驾驶空中交通管理(Air Traffic Management，ATM)监管手段已难以实现对低空飞行器的实时跟踪、精准监控和风险预警。在无人机交通管理(UAS Traffic Management，UTM)领域，ISO 借鉴 NASA、FAA、全球无人机交通管理协会(Global UTM Association，GUTMA)等机构在无人机监管方面的经验和实践，走在世界前列[11]，已发布 6 项 UTM 相关标准。

建议国内 UAS 研制、管理领域科研院所加强国际标准化合作与交流，根据我国空域独有特点，在充分开展无人飞行测试后，由利益相关方共同制定既可实现、又能有效降低运营风险的无人机交通管理标准。

4　结语

标准化战略是国家实现高质量发展的重要战略之一，UAS 标准化工作是我国治理体系和治理能力现代化的重要组成部分。当前，UAS 国际标准化工作取得一系列进展，国内标准化工作取得积极成效，标准在助推无人机科技创新、引领无人机产业发展方面的作用日渐凸显。本文全面梳理了国际、国内 UAS 标准化工作现状，从组织机构、工作方式、标准内容视角，对国际标准化组织机构的实践经验进行借鉴分析，为我国 UAS 标准化工作高质量发展提供借鉴和参考。

参考文献：

[1] 国务院.国家标准化发展纲要[EB/OL].(2021-10-10)[2024-07-20]. https://www.gov.cn/zhengce/ 2021-10/10/content_5641727.htm .

[2] 民航局."十四五"通用航空发展专项规划[EB/OL].(2022-06-13)[2024-07-20]. http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/FZGH/202206/P020220613533137333208.pdf.

[3] 舒振杰，朱晓飞，曾佳，等.无人驾驶航空器系统标准体系建设与发展[J].航空标准化与质量，2017(5):3-7.

[4] 席亮亮，孙健.无人机飞行控制与管理系统试验验证标准研究[J].航空标准化与质量，2021(5):5-8.

[5] 吴立志，朱红伟，朱祥.警用无人驾驶航空器标准体系建设研究[J].标准科学，2023(10):88-92.

[6] 赵方奎，闫晓静，袁会珠.我国植保无人飞机相关标准制定与规范内容分析[J].现代农药，2023，22(3):41-46.

[7] 田园，吴峰，欧阳俊，等.面向低空经济的无人机通信及标准进展分析[J].信息通信技术，2023，17(5):38-44.

[8] 武兴隆，郭磊.浅析测绘无人机应用标准化体系构建[J].中国标准化，2024(8):69-72.

[9] 漆传莉.解读《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2017—2018年版)》[J].中国标准化，2018(19):141-145.

[10] 国家标准化管理委员会.无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021年版)[EB/OL].[2024-07-20]. https://www.sac.gov.cn/xw/tzgg/art/2021/art_c255c927c9a64d2783b4ccab163996c4.html.

[11] 李章萍，马怡君.国内外无人机交通管理系统比较[J].科技导报，2024，42(8):91-100.

Overview and Analysis of Civil Unmanned Aircraft Systems Standard

LIU Qian[1], LI Zhangping[2,3], CHAI Yuhua[1]

(1. *Civil Aviation College, Shenyang Aerospace University, Shenyang* 110136, *China*;
2. *School of Transportation Science and Engineering, Civil Aviation University of China, Tianjin* 300300, *China*;
3. *General Aviation Research Center, Civil Aviation University of China, Tianjin* 300300, *China*)

Abstract: Standards are the universal language for global economic, trade cooperation and technological exchange. The standardization of civil unmanned aircraft systems has become a focus and hotspot of competition among countries around the world. The standardization work of civil unmanned aircraft systems both internationally and domestically has achieved significant results. This article provides a comprehensive overview of the progress of standardization work and standardization organizations for UAS both domestically and internationally. From the perspectives of organizational structure, working methods, and standard content, it draws on and analyzes the practical experience of international standardization organizations, providing reference and guidance for the high-quality development of UAS standardization work in China.

Keywords: UAS; international standards; national standards; standardization

(责任编辑：唐立平)

引用格式 柳倩，李章萍，柴宇华.民用无人驾驶航空器系统标准化现状分析[J].山东航空学院学报，2024，41(3):39-46.
LIU Q, LI Z P, CHAI Y H. Overview and analysis of civil unmanned aircraft systems standard[J]. Journal of Shandong University Aeronautics, 2024, 41(3):39-46.