

民用无人机运行管理立法分析与建议

刘菲^{1,2}, 吕人力^{1,2}

1. 中国民航管理干部学院通用航空系, 北京 100102

2. 浙江省通用航空运行技术研究重点实验室, 建德 311600

摘要 民用无人机的广泛应用给国家公共安全、飞行安全监管带来了严峻挑战,越来越多的国家开始制定民用无人机运行管理法律法规。如何使民用无人机相关法律法规与技术发展、市场需求及社会认知相适应,成为各个国家面临的难题。研究了主要国际组织与国家的民用无人机运行管理框架,分析了各国法律法规的相似性和异质性,探讨了影响法律法规制定的主要因素,提出了民用无人机运行管理法律法规的制定建议。

关键词 无人机;国际组织;运行管理;法律法规;运行安全

民用无人机立法历史可追溯到第二次世界大战期间。1944年,全球建立了第1个航空法规——《芝加哥公约》,其中第8条提到了无驾驶员航空器,并强调了其运行需要特殊授权:“未经缔约国一方按照授权条款的规定特别授权,不得在该缔约国一方领土上空使用无驾驶员航空器飞行。使用无驾驶员航空器在民用航空器开放的地区飞行,应当对该航空器的飞行进行控制以避免对民用航空器的危险。”

早期民用无人机以遥控模型航空器的形式发展^[1-2]。在21世纪初,随着技术的迅速发展,无人机已经发展成一个商业可行的系统。2002年,英国和澳大利亚较早地颁布了民用无人机运行管理法律法规;从2012年起,越来越多的国家制定了相应的法律法规,以应对迅速发展的民用无人机产业,

解决不断涌现的新技术对公共安全的威胁^[3-4],国际民用航空组织(ICAO)、欧洲航空安全局(EASA)、无人系统规则制定联合体(JARUS)等国际组织积极探索无人机管理政策,为各国无人机管理框架提供指导与建议^[5]。据全球无人机法规数据库网站(Global UAV regulations database)统计,截至2019年8月,全球约45%的国家颁布了无人机运行管理法律法规,以色列、乌拉圭等国家的法律法规已经在制定中。

对于正处于探索初期的无人机法律法规,在保证运行安全的同时,如何力求满足用户需求、紧跟技术发展,成为国家主管部门面临的难题^[6-8]。“立法和决策远远落后于技术”成为普遍反映的问题^[9],一些学者也开始对关于法律法规对市场机会和社会收益的影响展开研究^[10-12]。为此,本研究拟

收稿日期:2020-03-23;修回日期:2020-05-19

作者简介:刘菲,讲师,研究方向为民用无人机运行安全,电子信箱:liufei@camic.cn

引用格式:刘菲,吕人力. 民用无人机运行管理立法分析与建议[J]. 科技导报, 2020, 38(16): 15-28; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2020.16.002

对主要国际组织及国家的民用无人机管理法律法规展开研究,总结无人机运行管理相关法律法规最新发展,对比分析各国法律法规中的相似性与异质性,分析影响法律法规的主要因素,为民用无人机运行管理法律法规的制定提供参考。

从3个国际组织和5个国家的民用无人机运行管理框架与主要法律法规看,各组织与国家使用了不同的术语,包括无人机驾驶航空器(unmanned aerial vehicle, UAV)、遥控驾驶航空器(remotely piloted aircraft, RPA)、无驾驶航空器系统(unmanned aerial system, UAS)等^[13]。为了统一及使用方便,本文统称为无人机。

1 国际组织运行管理框架

1.1 ICAO

ICAO是联合国的一个专门机构,主要关注全球范围民航基本监管框架,在早期阶段,ICAO主要关注遥控驾驶航空器系统(remotely piloted aircraft systems, RPAS),即大型无人机类别。2011年3月,ICAO无人驾驶航空器系统研究组公布了《无人驾驶航空器系统(UAS)》(Cir328号),该通告提供了ICAO附件中因RPA运行须修订的问题综述,以确保RPAS符合《芝加哥公约》的规定。2014年5月,空中航行委员会成立了RPAS专家组,提出RPAS管理方法和传统航空的做法应保持一致,2015年ICAO的第10019号文件对遥控驾驶航空器融入非隔离空域及机场进行了技术和运行规则的指导。

随着越来越多轻小型无人机进入低高度空域飞行,ICAO也开始关注这类运行,并且已经确定了以运行为中心,以风险为基准,分类分级的运行管理思路。2019年,ICAO发布了《UTM——一个具有核心边界的全球统一的共同架构》文件,旨在为正在考虑实施无人机交通管理系统(UTM)的国家提供系统的框架和核心功能指导,通过UTM为低空空域运行的UAS提供有关空域限制和飞行意图的实时信息,UAS运行人员不需要接受空中交通管制。

1.2 JARUS

JARUS作为有广泛影响力的无人机政策研究

和制定机构,旨在统一标准、支持促进各国无人机法规制定。JARUS认为,在实际飞行活动中,大量的无人机运行所带来的风险远远低于传统有人飞机,采用与有人航空相同的传统监管方法已经过时,无人机运行监管机构应建立参与程度与运行风险程度相适应,同时兼顾监管成本负担与空防、公共安全,采取更灵活的管理体系。

2015年4月,JARUS的第7工作组首次提出无人机运行管理可分为开放类、特定类和审定类,其中,特定类要求运行人在开始运行前进行风险评估,并采取相应的风险缓解措施,系统地保障运行安全,以获得无人机运行授权。2019年6月,发布了最新的《UAS运行分类》,为所有运行提供了全面的UAS管理策略建议,包括考虑无人机的设计、生产、维护、运行批准、飞行员能力、监管执行和安全促进等方面^[14]。针对特定类运行风险评估,JARUS提出了特定类运行风险评估方法(specific operations risk assessment, SORA)。SORA采用定性与定量相结合的方法,可以系统地进行安全风险评估,简化评估工作流程^[15]。这一方法已经被德国、法国、中国、加拿大等国家所采用。

1.3 EASA

2002年,欧洲联合航空局(JAA)和欧洲空中航行安全组织联合成立了无人机特别工作组,旨在通过制定民用无人机法规指导概念,将无人机安全融入欧洲空域,消除在每个成员国或缔约国内引用单独法规的必要性。作为JAA的继承者,EASA从2008年起进一步执行了这一任务,为制定欧洲的无人机政策发布了各种文件。

EASA无人机的监管思路是:围绕无人机实际运行,基于无人机性能及风险进行适度监管,采用JARUS无人机运行3个分类。EASA注重法律与规章的体系性与逻辑性,建立了较为完善的无人机运行管理法规体系框架,并在这一框架内不断补充完善。2018年8月修订的第(EU)2018/1139号基本法规将欧盟的管理权限扩展到了所有的UAS,是无人机法律法规制定的上位法^[16]。

2019年6月,EASA发布了《第(EU)2019/945号授权法案》(关于无人机和第三国无人机系统运

行人)及《第(EU)2019/947号实施法案》(关于无人机运行规则和程序),标志着其无人机立法进程进入实施阶段。(EU)2019/947对UAS的3类运行以及相关要求进行详细的规定^[17]; (EU)2019/945规定了UAS在按照(EU)2019/947要求的规则与条件运行时,UAS及远程识别需要的部件需要满足一定的设计和制造要求,制定了能够在市场上自由销售的“开放”类无人机及远程识别附件应遵守的规则,还制定了第三国无人机运行人在欧盟空域内根据(EU)2019/947运行时应遵守的规则^[18]。为帮助无人机用户适应新规,EASA将发布相关的指导材料以及两个“标准场景”的建议案例,制定合规方法(AMC)和指导材料(GM),并将JARUS的SORA作为AMC的第11条发布^[19-20]。

2 主要国家运行管理法规

2.1 中国

近年来,中国无人机黑飞、扰航事件频发,民用无人机飞行活动的监管已经被中国民用航空局(简称“民航局”)提上日程,并且已经在空中交通管理、适航管理、驾驶员管理、运行管理等方面颁布了一系列规范性文件。2015年,民航局发布针对民用无人机运行管理的咨询通告《轻小型无人机运行管理规定(试行)》,提出了适用运行管理的无人机7个分类,并对运行要求进行了规定^[21]。2019年发布的《特定类无人机试运行管理规程(暂行)》,将中国国情与SORA进行结合,提出了特定类运行合格审定的申请审批流程与要求,是民用无人机运行监管迈出的重要一步,可以看出中国已经采用了基于运行风险的分类型管理监管思路^[22]。

综合看来,目前中国民用无人机管理法律法规体系仍不健全,由国务院、中央军委空中交通管制委员会办公室组织起草的民用无人机管理上位法《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》仍在立法进程中,其他上位法都是针对有人航空,基于这些上位法制定无人机法规体系并不适用。民用无人机运行管理的行业规章(CCAR-92)仍在制定中,现有的规范性文件主要解决轻小型无人机运行安全

问题,导致目前大量无人机飞行活动仍处于无监管状态。

2.2 美国

1990年,美国准许无人机进入国家空域系统,美国联邦航空局(FAA)在无人机适航领域颁布了一些政策文件,但又在2007年下令禁止无人机民用商业运行。随着民用无人机的发展,《2012年FAA现代化与重组法案》授权由FAA负责UAS国家空域融合运行工作,其中第333节成为FAA对小型商用无人机给予豁免的重要依据。

FAA关注无人机的实际应用,基于民用无人机应用成熟度开展运行管理,因此制定了按照运行风险由低到高逐渐融入空域的发展路线。目前,FAA运行管理以小型无人机(small unmanned aerial system, SUAS)为主,根据起飞重量与使用目的将无人机运行进行分类,具体分类及运行管理法规如表1所示。针对起飞重量在25 kg以下的SUAS,2016年FAA颁布了第107部规章,与之配套的《小型无人机驾驶航空系统》(AC 107-2)咨询通告提供了运行限制、驾驶员认证、无人机注册和标记、无人机维护维修等方面的指导,用于规范SUAS的运行^[23-24]。FAA 107部中定义的小型无人机是指起飞重量包括机载或以其他方式附着到飞机上的一切物体,模型航空器不属于SUAS的范畴,采取不同的运行管理方式。2019年1月,美国交通部发布107部拟议修订通知,107部修订后,将允许UAS在满足某些条件下,无人机可以在夜间或人群上空飞行,满足技术进步和市场发展对运行管理法律法规的要求。

综合来看,无人机如果在美国空域运行,主要途径可分为3类。

1) 小于25 kg的无人机,按照107部规定在G类空域运行,不需要任何批准或授权;如果超出107部的运行限制,需要申请豁免获得FAA的批准;若在机场附近管制空域飞行,需要通过低空授权和通告能力(LANNC)系统的UAS服务商(USS)获得空管部门的批准;同时需要运行限制豁免与空中交通控制中心(ATC)批准时,FAA统一受理。

2) 对于大于25 kg的商业用途无人机,需要按

表1 美国民用无人机运行分类及相应法律法规

运行种类	使用目的	最大重量 限制/kg	最大飞行 高度/m	飞行规则	航空器 管理	驾驶员 资质	相关法律法规	
模型航空器飞行	爱好与娱乐飞行	25	120	视距内运行(VLOS)	注册	—	101部E子部 ^[26] 、AC 91-57B、《2018年FAA再授权法案》44809节	
需要驾驶员认证的运行	工作或运营	25	120	VLOS	注册	认证	107部	
公共安全与政府飞行	政府公共事务	25	120	VLOS	注册	认证	107部	
			按照公共飞行器的法定要求飞行,在授权或者豁免条件下运行。				美国法典第49编:40102(a)、40125条	
培训	按照107部运行的驾驶员培训	25	120	VLOS	注册	认证	107部	
	个人娱乐飞行或作为基于社团的航模组织机构	25	120	VLOS	注册	—	《2012年FAA现代化和改革法案》336节	
高级运行	无人机物流配送(修改)	25	—	BVLOS	—	认证	135部	
	特定授权的运行	使用基于风险的方法确定是否需要对接航、驾驶员及运行等相关要求进行豁免						《2018年FAA再授权法案》44807节
	需进行审定管理	参照有人机进行审定管理						21部
	消防、搜救、执法、公共设施或关键基础设施恢复等应急飞行	25	120	VLOS	注册	认证	107部	
		大于25	—	—	—	—	按照颁发COA证书飞行、FAA JO 7200.23A	

照《2018年FAA再授权法案》44807节/FEAAS 2210向FAA申请豁免,获得豁免或授权书(Certificate of waiver or authorization, COA)。进入管制空域飞行,遵守相应空域的飞行规则,ATC为其提供管制服务^[25]。

3) 除此以外,无人机进入NAS空域运行参照有人机管理,需要型号设计与适航认证。

2.3 澳大利亚

ICAO将无人机分为遥控驾驶航空器、自主航空器、模型航空器。与ICAO不同,澳大利亚民航局(Civil Aviation Safety Authority, CASA)将无人航空器分为无人驾驶航空器系统、火箭、无人驾驶自由飞行气球。无人驾驶航空器系统又分为遥控驾驶

航空器系统(RPAS)与自动驾驶航空器系统。其中,RPAS还包括模型航空器(Model aircraft, MA)。CASA定义用于体育或娱乐活动的RPA为MA,根据起飞重量,RPA又分为微型、微小型、小型、中型和大型5类^[27-28]。CASA认为RPAS的安全水平与目前有人驾驶飞机的安全水平相似,这一安全水平由传统的有人驾驶飞机工业所证明,在可预见的未来只有RPAS才能融入民航系统。因此,CASA现阶段的无人机管理工作重点是RPAS运行,并制定了一部规章及与之相应的3个咨询通告(图1)。

在评估RPAS的运行相关授权、批准时,应首先判断运行属于“RPAS类”(included RPA)、“排除RPAS类”(excluded RPA)及“模型航空器类”中的

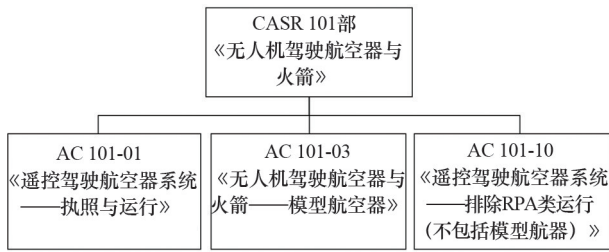


图1 澳大利亚CASA无人机运行管理法规

哪一类(图2),再选择对应的咨询通告。判断指标包括如下3个方面。

1) RPA的总重量。

2) 使用目的,包括娱乐飞行、培训或积累飞行经历、取酬飞行,用于个人娱乐的体育或运动类飞行(RPA起飞重量<150 kg)都属于模型航空器类。

3) 是否符合标准运行条件(standard operating conditions, SOC),对于中、小型RPA,遵守SOC的飞行还要进一步评估,尤其是在私有土地上空飞行还应判断土地所有者要求。具体流程如图2所示。“属于RPAS类”的具体运行要求由AC 101-01规

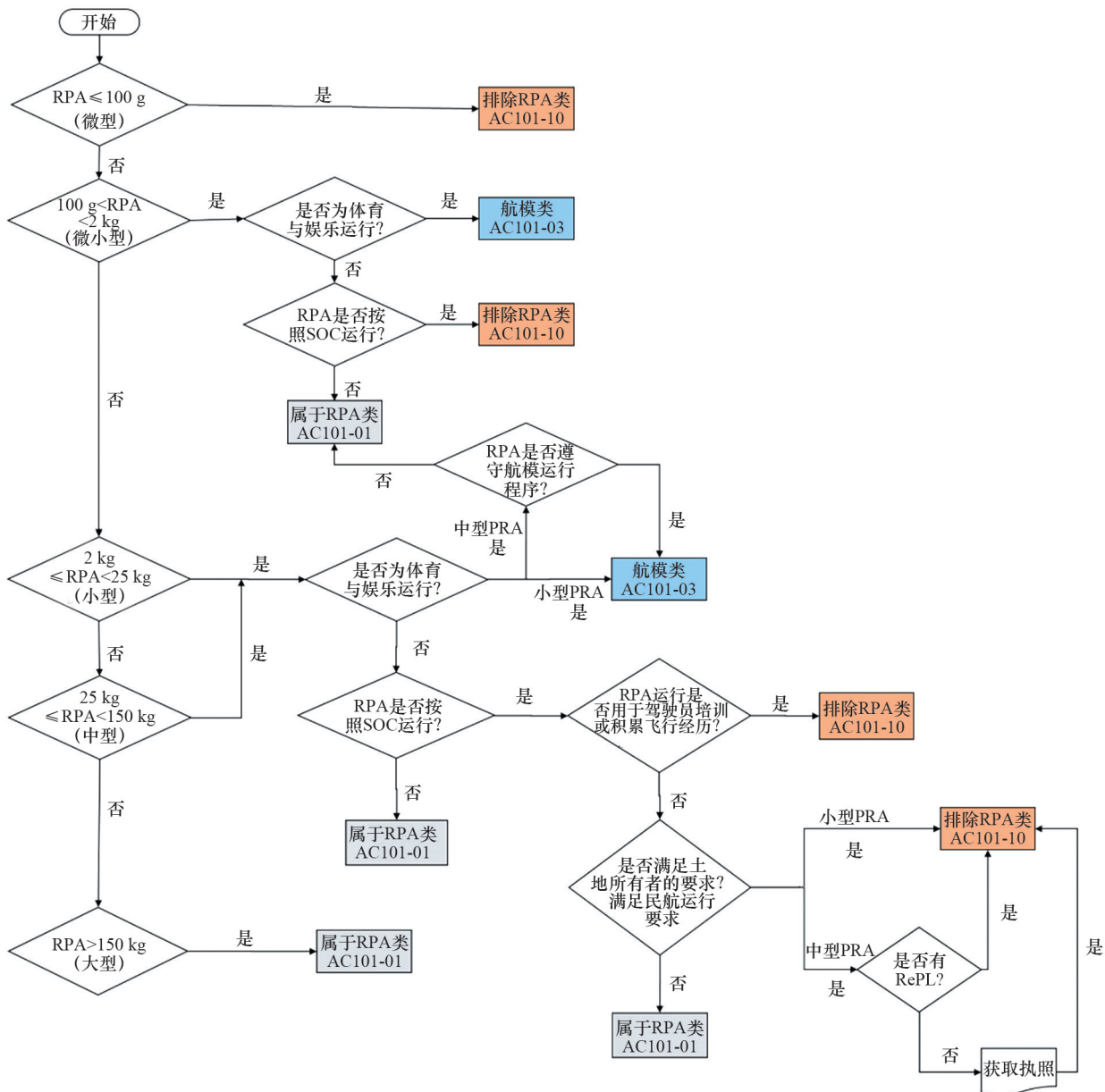


图2 RPA运行种类决策流程

定,需要 CASA 以遥控驾驶员执照(remote pilot licence, RePL)或者 RPA 运营人许可证(RPA operator certificate, ReOC)形式进行授权,运行要遵守一般运行规则,对于超出 ReOC 授权的特殊运行,例如超视距运行(EVLOS)、视距外运行(BVLOS)和进入管制空域等,运行人应向 CASA RPAS 办公室提出申请,管制空域运行必须服从空管的调配,并符合运行空域的设备要求。“排除 RPAS 类”具体运行要求由 AC 101-10 规定,不需要 RePL 或者 ReOC,遵守一般规则运行,其中使用微型 RPA 从事营利活动的运行人必须提前通报运行计划,使用中型 RPA 按照“土地所有者规定”的运行应具备 RePL。

2.4 英国

目前,英国民航主要关注 RPAS 监管,主要法律法规中定义的无人机都是指的 RPAS,其中 MA 指用于个人娱乐的无人机。英国民航局(Civil aviation authority, CAA)认为使用简单的类型(气球、固定翼或者旋翼)、质量对 UAS 分类可能并不完全合理,例如非常轻的无人机在复杂环境中运行,且无人机飞行管理系统复杂,仅按照简单的质量分类进行管理并不适用。因此,英国民航局与 ICAO、EASA、JARUS 保持一致,采用以运行为中心、基于风险的监管思路,将 UAS 的运行分为低、中、高风险 3 类(表 2)。

表 2 无人机运行要求

总重量	适航审批	注册	运行批准	驾驶员资质
≤20 kg	不需要	需要	不需要(5种情况除外)	需要
>20 kg	需要(可以根据缓解措施豁免)	需要	需要	需要
高风险类(不限重量)	EASA 审批、英国民航局批准特定型号	需要	需要	需要

与之相对应,《空中航行规则 2016》(《The air navigation order 2016》(ANO))通过第 23 条豁免了 SUAS 的大多数运行限制条件,但第 94、94A、94B、94G 和 95 条规定了一系列运行限制条件,如视线范围内飞行、特定空域限制、最大飞行高度等(图 3)。另外,94C、94D、94E 和 94F 条款是有关 SUAS 及远程驾驶员认证和能力方面的要求,包括 SUAS 运行人必须通过理论考试,注册 250 g 或以上 SUAS。如果申请人在限制条件之外开展运行或进行商业运营,必须提交运行安全案例申请,并与民航局共同探讨运行安全关键问题,通过颁发运行豁免或许可

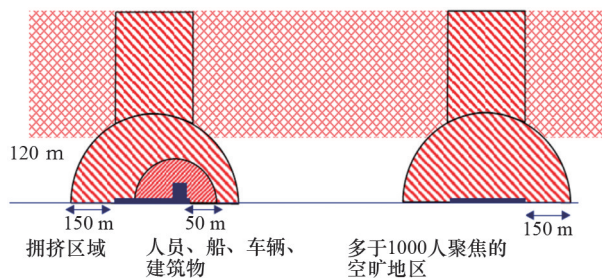


图 3 红色线条为需要批准或豁免的运行区域

的方式批准运行。在英国领空内运行质量>20 kg 的无人机,要遵守英国所有航空法规的约束,因此在进行任何飞行之前,运行人必须获得特定的授权。总的来说,英国民用无人机运行许可和豁免框架如图 4 所示,ANO 中的规则与规章条款是最基础的规定,适用于所有运行,其次是通用的豁免与许可,然后是允许使用小型无人机商业运营与拥挤区域运行的“标准许可”,最高层是许可或豁免更复杂、风险水平更高的运行。

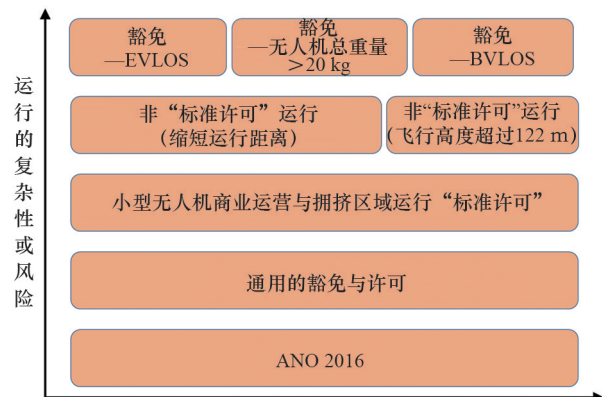


图 4 英国无人机许可与豁免框架

对于具体的要求与实施, CAP722《英国空域无人机系统运行——指导与政策》(《Unmanned aircraft system operations in uk airspace—guidance & policy》)文件进行了详细规定^[29]。除此以外, 英国民航局发布了 CAP722A《英国空域无人机系统运行安全案例》(《Unmanned aircraft system operations in uk airspace—operating safety cases》)文件, 给出了详细的运行安全案例, 用于作为向英国民航局申请运行支持的参考依据^[30]。值得注意的是, 英国民航局目前不接受 SORA 作为运行许可的风险评估方法, 并在 CAP722 附录 D 中给出了可接受的风险评估方法, 同时 ANO 第 268 条授权了国家检测机构(National Qualified Entity, NQE), 由英国民航局批准的 NQE 对 SUAS 运营人和远程驾驶员进行评估, 根据评估结果向民航局提出建议, NQE 的具体申请审批及要求, 在 CAP 722B《英国空域无人机系统运行——国家检测机构》(《Unmanned aircraft system operations in uk airspace—national qualified entity》)进行了详细的规定^[31]。

2.5 日本

2015年4月, 位于东京的日本首相办公楼屋顶发现一架小型无人机, 由于日本还没有禁止这种飞行装置的规定, 该无人机运行人因强行妨碍商业活动的犯罪行为被判处2年徒刑。这一事件大大推

进了日本无人机监管的立法进程。同年, 执政党向国会(日本国会)提交了对无人机在某些地区进行飞行管制的法案, 向内阁提交了修正《航空法》的法案, 两项法案都得到了国会通过。

修正后的《航空法》没有区分 UAS 娱乐和商业运行, 监管范围和要求取决于 UAS 运行的风险水平, 而不管运行目的。规定未经日本国土、基础设施、交通和旅游部(MLIT)许可, 无人机不得在预计有空中交通的地方(如机场及其进近区域)、150 m 以上的空域及人口稠密的居住区运行(图5), 并对无人机的运行条件进行规定。MLIT 要求无人机运行人员对无人机事故、碰撞、坠落和未遂事件进行报告^[32], 这些运行限制条件不适用于紧急情况, 当运营商事先获得 MLIT 的批准, 重量 ≤ 200 g 的无人机不受《航空法》规则的约束。

2016年3月, 颁布了禁止无人机飞越重要设施法, 禁止无人机飞越指定设施, 例如国会大厦、总理办公楼、参与危机管理的指定政府机构大楼、最高法院大楼、故宫、大使馆和核设施, 禁飞区通常延伸至指定设施半径 300 m 以内。当警察发现有人操纵无人机飞越指定区域时, 可以命令该人停止无人机的操作, 如果该人不遵守命令, 警察可以采取必要措施, 例如阻碍无人机飞行和摧毁无人机, 以消除其造成的任何危险^[33]。

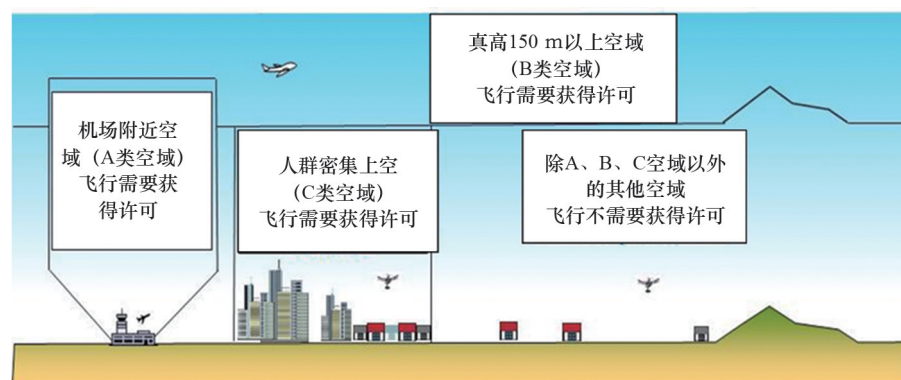


图5 无人机运行空域

3 运行管理法规对比分析

无人机作为空域新用户, 对其他空域用户以及

地面第三方都构成潜在风险。为降低运行风险, 各个国家基本上都是从3个方面出发开展运行管理工作, 即运行管理法规的主要内容: (1) 针对现有

有人机运行空域,对无人机的准入与飞行活动进行管制;(2) 制定运行限制,确保公共安全与飞行安全;(3) 通过运行许可、驾驶员能力管理、无人机注册、运行信息采集等行政管理保障运行安全。

根据国内外民用无人机管理思路与法律法规,为最大限度实现定量分析,选择4个方面对进行比较:(1) 适用范围,指法规的适用范围,目前无人机运行法规主要使用最大起飞重量(maximum take-off weight, MTOW)、使用目的、运行区域等变量区分适用范围;(2) 驾驶员能力,即驾驶员的能力要求与资质管理;(3) 运行限制,具体指标包括对无人机的技术要求、与机场和人的距离、与人口密集区域的距离、最大飞行高度及对无人机可见性等;(4) 行政审批,指民航主管部门的监管执行方式^[4]。

3.1 适用范围

法律法规必须明确适用范围,民用无人机运行管理法律法规的适用范围包括不同的运行场景,这些场景根据无人机的重量、运行范围、使用目的等变量进行分类,除了日本,大部分国家采用了最大起飞重量(MTOW)、使用目的对民用无人机运行进行分类(表3)。美国、澳大利亚及英国首先对航模与无人机进行了区分,针对无人机分别制定相应的运行规则。在中国运行的无人机首先要判断是否是农业植保运行,其他根据空机重量、MTOW 进行分类。各个国家的 MTOW 并不完全一致,但 25 kg 是小型无人机的主要阈值,英国民航局采用基于运行风险的方法对运行监管,因此只简单使用 20 kg 作为小型无人机的阈值。

表3 适用范围比较

国家	无人机/模型航空器	分类标准:重量(W)、目的(P)、运行区域(A)	最大起飞重量/kg
中国	区分	W、P	1.5/7/25/150
美国	区分	W、P	0.25/25/150
澳大利亚	区分	W、P、A	0.1/2/25/150
英国	区分	W、P	20
日本	不区分	—	0.2

综合来看,使用目的可以用于区分无人机运行场景,非娱乐类的民用无人机运行场景可以进一步细分,其中各国定义的商业运行主要指的是除公共运输飞行以外的飞行活动,因此物流快递商业运营需要获得主管部门的运行批准。MTOW 主要用于对运行风险进行分级,从而确定行政审批、遥控驾驶员资格、无人机适航性的要求,这一思路与目前有人机监管方式相似。除按重量分类外,奥地利、法国和意大利还将预定飞行的面积作为分类标准,法国和南非将能见度纳入分类标准。

3.2 驾驶员能力

除了无人机本身,各个国家的运行法律法规都对无人机驾驶员能力提出了要求,并将其作为运行管理的主要手段,各个国家对驾驶员的能力要求基本与运行风险相适应,区别主要在于具体的执照认证方式与具体考核内容,但还是以 ICAO 的无人机系统制定标准和建议措施、空中航行服务程序和指导材料为依据。

驾驶员能力主要使用驾驶员证书或执照的方式进行评价,证书通常由授权培训中心或无人机制造商等中介机构颁发,执照由国家民航主管部门颁发,两者的获取都需要对驾驶员进行基本的实践和理论培训,考试内容包括航空知识的评估及实际飞行检查。到目前为止,除了日本,中国、美国、英国、澳大利亚对小型无人机驾驶员执照管理发展日趋成熟,美国和澳大利亚针对具备有人机驾驶员执照的申请人制定了不同的培训要求。这些国家通过授权培训机构对驾驶员进行初始培训,由民航局颁发无人机驾驶员电子执照,但针对分布式操作的无人机系统或者无人机集群还没有驾驶员能力的规定。

3.3 运行限制

运行限制是大多数无人机法律法规的主要内容(即无人机的飞行限制),大多数国家都规定了无人机与人及地面重要设施设备的距离要求、限制区、禁飞区、飞行高度、能见度等运行限制。民用无人机普遍禁止在人或密集人群上空及附近飞行,但拥挤地区、密集人群这些术语较为模糊,本文主要调研的5个国家中只有英国进行了定义,限制区的范围较为广泛,包括监狱、军事区、工业建筑、核电

站、医院和政府大楼,除了永久限制区外,警察或消防队的行动等紧急情况也可能受到临时无人机飞行限制(如澳大利亚)。澳大利亚小型无人机的SOC提出了无人机与无关人员距离 $<30\text{ m}$ 的要求,英国提出小型无人机在距离拥挤区域或空旷地区附近 150 m 、距离人员、船、车辆、建筑物等 50 m 以外运行的限制,大多数国家的横向安全距离要求通常在 $30\sim 150\text{ m}$ 。禁飞区最突出的例子是机场及机场周围区域,由于无人机对载人飞行器构成严重威胁,所以通常不被允许在管制空域飞行或需要获得管制部门的批准。相比其他国家,中国要求无人机在隔离空域内运行,隔离空域边界与其他航空器使用空域边界水平距离 $\geq 10\text{ km}$ 。

除运行区域限制外,运行限制还包括最大飞行高度和能见度。在高度方面,一般只允许小型无人机低空飞行,高度限制通常为真高 120 m (400 ft),而且只能在有人机与无人机隔离运行的空域,一些国家(例如日本、美国)提供在线地图查询这类可飞空域。此外,目前各国民航局的法规主要适用于RPAS,因此普遍要求视距内运行(VLOS)条件或EVLOS下飞行,遥控驾驶员必须能够保持与无人机的直接视觉接触,这就限制了无人机只能在昼间使用,美国、英国都对运行时间进行了具体规定,BVLOS飞行超出运行限制范围,因此在大部分国家BVLOS飞行需要特殊飞行条件授权或豁免。

3.4 行政审批

行政审批又分为运行许可、飞行许可,各国差异明显。运行许可申请审批的工作量取决于运行的复杂性,对不同类型的无人机运行场景,几乎所有的运行都是多层的,在不同的环境下必须遵循不同的程序。一般来说,民航主管部门会提供一个具备明确运行限制条件的标准程序,标准程序及以下的运行不属于特殊批准范围,运行前不需要申请审批,超出标准案例的则属于特殊审理范围,需要对运行进行许可或豁免。对于起飞重量小于 25 kg 的无人机,通常规定满足标准程序要求的不需申请运行许可(如美国),英国、澳大利亚要求商业运营需要对运行安全进行评估,获得民航主管部门的批

准,如果超出标准运行程序的限制,则要求运营人必须申请特殊运行许可,获得相应运行要求条款的授权或豁免。使用超过 25 kg 的无人机进行商业运营,目前主要通过获得民航主管部门的豁免批准,运营人需要分别对驾驶员能力、运行区域、运行风险、运行相关人员的能力、无人机适航性、运行程序等提供说明或证明,民航主管部门采用逐例审查方式对申请人的能力及运行安全进行评估。

在组织实施飞行活动时,对于每一次实际飞行活动,飞行前报送飞行计划也是常见的审批事项,飞行计划审批主要目的包括:(1)明确空域使用限制;(2)防止空域内多用户飞行冲突;(3)避免公众的担忧和干扰;(4)对无人机飞行活动进行监视。这一审批事项与各国空域管理体制密切相关,以中国为例,由于没有划设非管制空域,因此任何无人机飞行活动都应向管制部门申请飞行计划,美国、澳大利亚、英国、日本则都在非管制空域一定高度以下划设了无人机飞行开放空域,美国在机场及附近的管制空域为无人机飞行规定了安全飞行区域和最大飞行高度,通过系统对进入这一空域的无人机飞行进行自动授权。澳大利亚CASA认为在机场管制区内或附近禁止无人机飞行的“一刀切”政策并不合理,并且已经证明在严格限制条件下,无人机运行风险很低,“属于RPAS类”的RPA若在距离有塔台的管制机场 5.5 km 范围内或者飞行高度高于 120 m 飞行时,需要向CASA提出申请,CASA与空中交通管理部门进行沟通,若在无塔台的非管制机场或直升机起降点 5.5 km 内飞行无需申请,无人机驾驶员必须保证不能飞到进近或离场航路上,没有载人飞机飞行,一旦有飞机靠近需要尽快着陆。

4 运行管理法规制定建议

由于各个国家的实际国情不同,因此各国的民用无人机法律法规的相似性与差异性并存。本节首先对影响无人机运行管理法规制定的因素进行分析,在此基础上,为民用无人机运行管理法规的

制定提供建议。

4.1 影响因素分析

法律法规作为风险管理的重要工具,体现了国家的意愿,是规范无人机应用的驱动力。广义上,民用无人机运行管理法律法规的制定与无人机技术发展、市场需求、社会认知相辅相成,这也是虽然大部分国家都制定了无人机法规,但在执行方面有着差距和差异的原因^[35]。技术发展是推动行业发展的基础,但历史经验告诉我们,实现一项新技术应用所面临的一些最大障碍并不总是技术性的,而往往与其融入社会有关^[36],技术缺陷、公众对技术的有限了解以及受到威胁的工业竞争对手都有可能对法规的制定尤为谨慎,从而进一步阻止技术发展^[37-38]。

市场需求是推动无人机行业发展的动力,随着无人机市场需求的不断增长,无序竞争将逐渐形成市场机制,这对法规的制定尤为重要,也是实现可持续管理的重要条件^[39]。据FAA预测,随着无人机行业的成熟和行业开始整合,在未来5年,消费类无人机将达到顶峰,总量趋于饱和,消费级无人机市场份额会逐渐下降,预计到2023年,将由小型无人机市场的95%下降到85%。欧洲单一天空空中交通管理研究(SESAR)预测开放类小型无人机市场将于2030年区域饱和,而特性类、审定类运行无人机的增长将持续到2050年。可以看出,目前各国无人机市场及监管重点主要集中在低空空域运行的轻小型无人机,法律法规的发展程度与市场发展趋势基本一致。

社会认知是推动无人机行业发展的催化剂,不仅包括对无人机运行安全及应用的认识,无人机运行会带来诸如隐私、噪音等一系列社会问题,影响着社会对无人机应用的接纳程度,也是无人机运行管理法规制定考虑的关键因素。

从狭义角度来说,无人机运行管理法律法规框架是该领域许多利益相关方关注的焦点,政府主管部门及监管执行机构希望在保障公共安全、飞行安全的同时,能够更广泛促进行业的技术创新与经济发展;研发机构致力于无人机技术的进步,推动在实际场景的应用;制造商和部件厂商的目标是销售

产品,不断开辟新市场,降低市场门槛;终端运营人追求利益最大化,降低市场门槛,减少与监管方的沟通;关联产业(农业、电力、工程建设、教育培训等)希望通过引入无人机促进产业发展,激发市场活力。各个国家法规的差异体现出了针对不同利益相关方要求的处理方法,如何达到各利益相关方需求的最佳平衡是对各国政府主管部门的挑战^[40-41]。

4.2 制定建议

经过近20年的发展,民用无人机运行已经由无监管进入了探索阶段。一些国家仍在使用禁止或约束无人机应用的法规,一些起步较早的国家的监管对象普遍仍以RPAS为主,并不适用于日渐成熟的自动化运行。同时,民用无人机的飞行活动主要以轻小型无人机低空空域运行为主,相比有人运输航空各国管理经验交流有限。但民用无人机的应用已经得到了广泛的认可,运行监管思路已经初步形成,未来的发展趋势如图6所示。

对于未来法规的制定,提出5点建议。

1) 坚持以运行为中心,以风险为基准,分类分级的法律法规制定框架。与有人机基于性能的法律法规框架不同,无人机已经转变为基于运行风险的管理方式,依据重量分类只是无人机运行管理迈出的第一步,考虑其他参数(如面积、用途和可见性)可以形成更为合理均衡的方法,最终会形成一个适用的分级分类框架,这一框架使各种无人机运行法规得以精简,并理清许可、特殊豁免、公共豁免的复杂要求。运行风险越大,适用的法规要求就越多,如果运行可以被认为是无风险的或是风险极低,则不应阻碍其飞行活动。

2) 完善民用无人机运行安全责任分工,提高运行相关人员安全责任意识。民用无人机的应用已经深入日常生活,从空中拍照到广播宣传已经被大众接受,安全责任贯穿整个飞行任务。为了便于事故调查、追究责任人,不少国家都强制要求进行无人机注册,获取唯一的识别码(如注册号或特殊识别号),并在机身贴签。一旦事故造成人身伤害或财产损失,驾驶员或运营商就必须承担责任,并为造成的伤害或损害提供补偿,运营商可能将财务

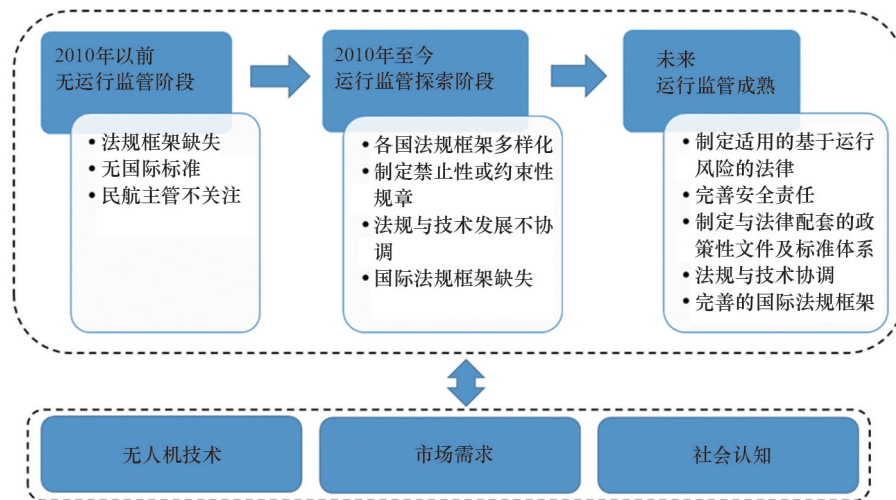


图6 民用无人机运行管理法规发展趋势

损失转移到保险公司,保险公司为了自身利益会对无人机运行制定自己的条件,设置比国家法规条款更多的限制,这一现象是目前无人机保险市场面临的难题。除了明确运行责任外,无人机的设计和制造责任也需加以界定,尤其是随着无人机运行的自动化程度不断提高,在相关人员之间责任明确划分显得尤为必要。

3) 完善运行管理法律法规及标准体系框架,通过软法律解决正式法律的空白与滞后,保持与无人机技术发展相适应。共同监管、行业自律和组织自律是运行监管的主要途径,国家、行业协会、公司和其他利益相关方组织分别发挥着主要作用。无人机对公共安全的威胁可能是技术故障、设备维护不当、空中碰撞、运行人员误操作、空中交通管理服务缺失的结果,各种情况下的详细安全要求可以以规范性文件的形式嵌入监管法规框架中,对于无人机法规制定较早的国家,这也是它们能够频繁更新法规的主要原因。随着无人机产业的不断发展和由此带来的竞争,制定行业共同规则、标准越来越重要,关键参与者为了建立针对竞争对手进入市场的壁垒,在建立国际国内的标准方面积极发挥作用,其中防止空中碰撞无人机部件或标准化通信设备的工业设计标准就是主要的领域。除了工业制造商以外,终端用户也在无人机的使用方面发挥着关键作用,参与推动制定无人机专业应用能力要

求,扩展在用户市场的利益。

4) 转变政府管理观念,创新行业监管方式。一些国家无人机运行监管部门,在法定授权范围内,分阶段推进民用无人机运行和运行监管体系建设,首先对建设目标、政策、原则、法律法规、运行模式、监管规程、实施路线和技术解决方案等体系架构要素,进行策划、论证和运行风险综合评价,在综合评价达到预期目标以后,以航空利益攸关方形成的共识为基础,制定空域使用和空中航行规则,开发关键技术,建设数字化综合服务平台,与地方政府合作,联合验证监管解决方案。在创新无人机监管方式方面,一些国家民航局依据各自国家新修订发布的无人机运行规则,制定无人机运行数据和监管信息使用管理办法,包括航行通告、飞行计划通告、飞行动态监管和告警信息共享,创建联合监管体制机制,包括推进地方政府和部族立法,鼓励社会组织立规,实行违规联合查处和联动执法,对娱乐飞行实行开放式管理;对一般商业飞行和公共事业飞行实行政府许可管理,包括签发豁免或批准证书(COA);对娱乐飞行、一般商业飞行和公共事业飞行以外的飞行活动实行政府专项管理,包括启用无人机交通管理,实行运营人许可、无人机适航审定和驾驶人员认证。

5) 参考国际组织制定的无人机监管体系框架、运行规则、技术要求及驾驶员执照等提供建议。

国家之间由于自身国情、利益与发展水平的限制,民用无人机监管框架与实施进展沟通有限,主要根据有人机监管经验和国际组织指导框架建立自身的法规体系,这就给运营人、驾驶员及制造商在不同的国家开展运行带来了困难,因此需要国际组织建立基本框架,推动各国监管体系趋于一致。例如EASA制定的无人机监管路线图,认为到目前为止VLOS已经可以实现空域融合运行,BLVOS已经达到一定的国家/国际一体化水平,已经有少数国家(如美国)开展取消无人机在人口稠密地区运行特殊批准的法规拟修订工作,各国法规中极少提及的BLVOS也已经引起主管部门的重视(如中国的特定类试点企业已经获得批准开展人口密集区BLOVS商业运营)。EASA在促进欧盟无人机共同规则方面的努力,可能会在未来5年内完成第1个国际统一的法规,ICAO和JARUS也为民用无人机国家法规提出了具有实际意义的建议。

5 结论

21世纪初以来,各国逐步建立了民用无人机运行管理法律法规,虽然所有法律法规旨在最大限度地减少其他空域用户及地面上人和财产的风险,但存在明显的异质性。本文对主要国际组织和国家民用无人机运行管理法律法规进行了全面综述,无人机分类、驾驶员能力认证、无人机注册、运行限制设置及管制空域飞行计划申请等共同点表明,无人机运行管理已经逐渐趋于成熟,硬法律与软法律构成的监管体系已经开始发挥作用,在国际组织的积极推动下,最终将形成统一的法律法规框架与监管标准。

基于目前民用无人机的监管以运行为主线,本文内容主要集中在国际组织运行监管思路及各国运行监管框架与法律法规的综述与分析,研究具有一定的局限性。例如,对具体无人机适航、驾驶员执照、空中交通、保险、国家主管部门具体行政管理流程与能力、相关标准等情况没有详细展开说明;中国、美国不同行政区域也有相应的民用无人机立法,本文没有展开研究;对某一项法律或法规的制

定带来的监管成本与市场效益进行测算,作为立法的支撑,这也是下一步的研究方向。

参考文献(References)

- [1] Eisenbeiss H, Sauerbier M. Investigation of UAV systems and flight modes for photogrammetric applications[J]. *The Photogrammetric Record*, 2011, 26(136): 400-421.
- [2] Rango A, Laliberte A S. Impact of flight regulations on effective use of unmanned aircraft systems for natural resources applications[J]. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2010, 4(1): 101.
- [3] 杨宽, 费秀艳. 美国无人机立法新动态及其启示[J]. *北京航空航天大学学报(社会科学版)*, 2019, 32(1): 117-126.
- [4] 左荣昌. 国外无人机立法及对中国的启示研究[J]. *齐齐哈尔大学学报(哲学社会科学版)*, 2018(1): 79-83.
- [5] 张贵峰, 许继爽, 杨鹤猛. 民用无人机系统低空域运行策略研究[J]. *飞航导弹*, 2017(11): 57-62.
- [6] Rango A, Laliberte A S. Impact of flight regulations on effective use of unmanned aircraft systems for natural resources applications[J]. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2010, 4(1): 101.
- [7] Cour-Harbo A L. Quantifying risk of ground impact fatalities of power line inspection BVLOS flight with small unmanned aircraft[C]//*International Conference on Unmanned Aircraft Systems*. Piscataway NJ: IEEE, 2017.
- [8] 刘育, 孙见忠, 李航. 民用无人机的监管与规范探讨[J]. *南京航空航天大学学报*, 2017(Suppl 1): 158-163.
- [9] Wegen V, Stumpf J. Bringing a new level of intelligence to UAVs[J]. *GIM international*, 2015, 29: 6-7.
- [10] Boucher P. Domesticating the drone: The demilitarisation of unmanned aircraft for civil markets[J]. *Science & Engineering Ethics*, 2014, 21(6): 1393-1412.
- [11] Stocker C, Rohan B. Review of the current state of UAV regulations[J]. *Remote Sensing*, 2017, 9(459): 1-26.
- [12] Pip W. Keeping pace with technology: drones, disturbance and policy deficiency[J]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2018, 61(7): 1271-1288.
- [13] 蔡婷婷. 无人驾驶航空器的法律规制研究[D]. 北京: 中国人民公安大学, 2019.
- [14] Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems. UAS operational categorization[EB/OL]. (2019-06-21) [2019-12-20]. http://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/jar_doc_09_uas_operational_categorization.pdf.

- [15] Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems. JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA)[EB/OL]. (2019-03-01)[2019-12-20]. [http://jarus-pas.org/press-release](http://jarus-pas.org/press-releasehttp://jarus-pas.org/press-release)
- [16] European Union Aviation Safety Agency. Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council[EB/OL]. (2018-08-22) [2019-12-30]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R1139>.
- [17] European Union Aviation Safety Agency. Commission delegated regulation (EU) 2019/945[EB/OL]. (2019-06-11)[2019-12-30]. <https://www.easa.europa.eu/document-library/regulations/commission-delegated-regulation-eu-2019945>.
- [18] European Union Aviation Safety Agency. Commission implementing regulation (EU) 2019/947[EB/OL]. (2019-06-11)[2019-12-29]. <https://www.easa.europa.eu/document-library/regulations/commission-implementing-regulation-eu-2019947>.
- [19] European Union Aviation Safety Agency. Draft acceptable means of compliance (AMC) and guidance Material (GM) [EB/OL]. (2019-04-03)[2020-01-10]. <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Draft%20AMC%20to%20draft%20Regulation%20and%20to%20the%20draft%20Annex%20Part-U....pdf>.
- [20] European Union Aviation Safety Agency. Standard scenarios for uas operations in the 'specific' category [EB/OL]. (2019-11-07)[2020-01-11]. <https://www.easa.europa.eu/document-library/opinions/opinion-052019>.
- [21] 中国民用航空局.《轻小型无人机运行规定(试行)》[EB/OL]. (2015-12-29)[2020-01-12]. http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/GFXWJ/201601/t20160113_26519.html.
- [22] 中国民用航空局.《特定类无人机试运行管理规程(暂行)》[EB/OL]. (2019-02-1)[2020-01-12]. http://www.caac.gov.cn/XWZX/MHYW/201902/t20190214_194687.html.
- [23] Federal Aviation Administration. Part 107—small unmanned aircraft system[EB/OL]. (2016-06-28) [2020-01-14]. <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=134a6a84e849d78e5722100ee018a452&mc=true&node=pt14.2.107&rgn=div5>.
- [24] Federal Aviation Administration. Small Unmanned Aircraft Systems (SUAS)[EB/OL]. (2016-06-21)[2020-01-14]. https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_107-2.pdf.
- [25] One hundred fifteenth congress of the United States of America. FAA reauthorization act of 2018[EB/OL]. (2018-04-25) [2020-01-14]. <https://www.congress.gov/115/bills/hr302/BILLS-115hr302enr.pdf>.
- [26] FAA. Part 101—Moored balloons, kites, amateur rockets, unmanned free balloons, and certain model aircraft [EB/OL]. (2008-04-25) [2020-01-15]. <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b2004f8689ea0da27d382e9633326221&mc=true&node=pt14.2.101&rgn=div5>.
- [27] Civil Aviation Safety Authority. Remotely piloted aircraft systems—licensing and operations(other than model aircraft)[EB/OL]. (2019-12)[2020-01-15]. <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/101c01.pdf>.
- [28] Civil Aviation Safety Authority. Civil aviation safety regulations 1998[EB/OL]. (2019-10-23)[2020-01-15]. <https://www.legislation.gov.au/Details/F2019C00821>.
- [29] Civil Aviation Safety Authority. Unmanned aircraft system operations in UK airspace—guidance & policy[EB/OL]. (2019-09-04)[2020-01-20]. <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=415>.
- [30] Civil Aviation Safety Authority. Unmanned aircraft system operations in UK airspace—operating safety cases [EB/OL]. (2019-07-23)[2020-01-23]. <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=9167>.
- [31] Civil Aviation Safety Authority. Unmanned aircraft system operations in UK airspace—national qualified entity [EB/OL]. (2019-12-05)[2020-01-23]. <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=9168>.
- [32] MLIT. Civil aeronautics act[EB/OL]. (2015-04) [2020-02-01]. <http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail/?id=37&vm=02&re=02>.
- [33] Speeches and statements by the prime minister. History of HR Bill 24 of 189th Diet Session[EB/OL]. (2015-04) [2020-02-01]. http://japan.kantei.go.jp/97_abe/statement/201502/policy.html.
- [34] Global Legal Research Center. Regulation of drones[EB/OL]. (2018-01-11) [2020-02-03]. <https://www.loc.gov/law/help/regulation-of-drones/index.php>.
- [35] Clothier R A, Palmer J L, Walker R A, et al. Definition of an airworthiness certification framework for civil unmanned aircraft systems[J]. Safety Science, 2011, 49(6): 871-885.

- [36] Clothier R A, Fulton N L, Walker R A. Pilotless aircraft: The horseless carriage of the twenty-first century? [J]. *Journal of Risk Research*, 2008, 11(8): 999–1023.
- [37] Rao B, Gopi A G, Maione R. The societal impact of commercial drones[J]. *Technology in Society*, 2016, 45: 83–90.
- [38] Kornatowski P M, Bhaskaran A. Last-centimeter personal drone delivery: Field deployment and user interaction [J]. *IEEE Robotics & Automation Letters*, 2018, 3(4): 3813–3820.
- [39] Ison R, Roing N. Challenges to science and society in the sustainable management and use of water: Investigating the role of social learning[J]. *Environmental Science & Policy*, 2007, 10(6): 499–511.
- [40] Moses L B. Recurring dilemmas: The law's race to keep up with technological change[J]. *SSRN Electronic Journal*, 2007(2): 239–285.
- [41] Filippi P D, Hassan S. Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2016, 21(12): 49–72.

The legislation for unmanned aircraft operation and suggestions for improvement

LIU Fei^{1,2}, LÜ Renli^{1,2}

1. General Aviation Department, Civil Aviation Management Institute of China, Beijing 100102, China

2. Zhejiang Jiande Key laboratory of General Aviation Operation Technology, Jiande 311600, China

Abstract The widespread applications of civil drones have brought about severe challenges for the national public and flight safety supervision. More and more countries begin to formulate civil drone operation management laws and regulations. It is a difficult task adapting laws and regulations to the technological development, the market demand, and the social cognition in various countries. This paper first, reviews the civil drone operation and management frameworks of major international organizations and countries. Based on this, the similarities and the differences of laws and regulations in various countries are compared. Finally, through an analysis of the main factors affecting the formulation of laws and regulations, some suggestions are put forward for the formulation of civil drone operation management laws and regulations.

Keywords unmanned aircraft; international organizations; operation management; law and rules; operation safety ●



(责任编辑 王丽娜)