

无人机编队表演的知识产权侵权风险提示及保护策略

作者：车小燕 | 王曦 | 赵梦怡

无人机编队表演又被称作无人机灯光表演或无人机灯光秀，本文为行文方便，以下均简称“无人机表演”。根据笔者的简单考证，无人机表演最早产生于 2012 年，当时在奥地利的多瑙河畔的一场音乐节上，一组被称为 SPAXELS 的无人机首次完成了与现场音乐协调一致的视觉艺术编队表演。之后，SPAXELS 无人机又通过 2013 年《星际迷航 2：暗黑无界》电影首映礼表演、2017 年超级碗表演等方式逐渐走进大众视野，并发展出了商业无人机表演的新赛道。¹

近年来，尤其是 2023 年 12 月中央经济工作会议明确提出“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业，开辟未来产业新赛道，”²以及 2024 年的《政府工作报告》更是将“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”作为了政府工作任务之一。³在低空经济作为战略性新兴产业的发展新机遇下，国内无人机产业不仅涌现出大疆、极飞、亿航、零度、一电、易瓦特等一批消费级或生产力赛道的无人机明星企业，同时还孕育出大漠大、千机科技、空中未来等无人机表演赛道的代表企业。

因此，无人机表演作为无人机产业中的新兴赛道，难免涉及知识产权的侵权和保护问题，本文即旨在简要介绍无人机表演的基本原理，并就其背后可能涉及的知识产权侵权风险和知识产权保护策略等问题提出简要分析和建议。

如您需要了解我们的出版物，
请联系：

Publication@llinkslaw.com

¹ The Rise of Drone Light Shows: A Symphony in the Sky, <https://pixisdrones.com/blog/the-rise-of-drone-light-shows>

² 【专家观点】解读中央经济工作会议：用“以进促稳”思维前瞻布局未来产业, https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202312/t20231222_1362865_ext.html

³ 政府工作报告——2024 年 3 月 5 日在第十四届全国人民代表大会第二次会议上, https://www.gov.cn/gongbao/2024/issue_11246/202403/content_6941846.html

一. 无人机表演的基本原理

飞控。与消费级和生产级赛道的无人机一样，飞控同样是专修灯光表演的无人机最核心的部分。在无人机领域，除了像大疆这类技术底蕴雄厚的企业以稳定、易用、高性能的自研飞控闻名以外，其他多数无人机企业通常会选择支持二次开发的开源飞控，例如无人机表演领域一般会选择 APM 或 PX4 等飞控，而穿越机则选择 CC3D 等飞控。有了合适的飞控，无人机便算是有了大脑，也就有了完成一系列炫丽表演的基础。

通信。通常而言，每台表演用的无人机除了要安装飞控外，还需要配备两路数传专门与地面终端通信以确保信号传递和无人机调度在复杂无线电环境中的精准执行。其中，一路数传通常是 2.4G 或 5.8G 频段的 Wi-Fi。2.4G 频段在空气或障碍物中传播时衰减较小，传播距离更远，但带宽较窄，干扰也较大，而 5.8G 频段干扰少、速率高且稳定，但传播衰减较大，覆盖距离一般比 2.4G 频段的信号小，两者可视具体场景具体选择；另一路则是 433MHz(或 915MHz)频段的 3DR 数传。鉴于无人机表演涉及的无人机数量通常十分庞大，会形成非常复杂的无线电环境，单纯依靠 Wi-Fi 并不保险，故通常会增加 433MHz 频段的 3DR 数传作为备份。当然，除此之外，由于无人机表演往往需要在较小宏观尺度的地理范围内完成诸多精细图像的再现，故仅依靠数米级定位精度的民用 GPS 远远不够，还需要搭建专门的 RTK 基站来实现对编队中每一台无人机的厘米级定位调度。此时，433MHz 数传便同时肩负着发送 RTK 定位数据到飞控的重任。⁴

舞步。无人机编队的舞步或路径通常通过专门的舞步文件进行控制，每台无人机对应一个独立的舞步文件，该文件中包括该无人机对应时间点的具体位置信息指令和 LED 的颜色变化指令。无人机舞步文件可以通过 3DMax、Maya、C4D、Blender 等常见的工业级 3D 动画软件来制作，由于 3DMax、Maya 和 C4D 均为收费软件，且上手门槛高，故实践中更多使用免费的开源软件 Blender。制作完成后，还可通过算法为数百架无人机生成单独的飞行轨迹，进入被称为“软件在环仿真”(SITL)的模拟飞行阶段，以便技术人员及时发现问题并纠正。⁵

当一切都就绪并统一授时后，无人机编队便可起飞表演。

二. 无人机表演的潜在知识产权侵权风险

在前一节从飞控、通信和舞步三个方面对无人机表演的基本原理进行介绍的基础上，为便于系统性梳理，本节亦主要围绕这三个环节分别展开。

2.1 飞控环节的知识产权侵权风险

如前文所述，除技术力强的企业深耕自研飞控外，自研能力稍弱的其他企业则多会选择 APM 或 PX4 等开源飞控。在科技等行业知识产权纠纷频发的大背景下，无人机表演的从业人员亦应当保持敏感，避免陷入知识产权侵权纠纷中。

⁴ 无人机编队灯光秀幕后大揭秘(上)「机你太美」第 14 期, <https://www.bilibili.com/video/BV1oV411E7BK>

⁵ 冬奥夜空新科技: AIR 带你探秘无人机表演背后的技术, <https://air.tsinghua.edu.cn/info/1007/1399.htm>

就 APM 飞控而言，其使用的开源协议是具有“强传染性”的 GPLv3，故采用 APM 飞控进行二次开发的企业需要更加审慎。例如，根据 GPLv3，被许可人被授予了自由运行软件、自由修改源代码、自由再分发软件拷贝、自由分发修改后软件等不可撤销的权利，但同样被许可人也被施加了必须对后续源代码保持开源，且修改后的整个软件仍必须以 GPL 传播等约束。同时，一旦基于 GPLv3 进行了修改和衍生，则后续代码均不允许再转为闭源。还值得注意的是，GPLv3 第 11 条记载“每个贡献者就必要专利权利要求授予用户非独占的、全球范围的、免费的专利许可”⁶，其中的“必要专利权利要求(essential patent claims)”指“指贡献者拥有或控制的(不论是已获得或是将获得)可能会因本许可证允许的制造、使用或销售其贡献版本的方式而受到侵犯的所有专利权利要求”⁷，这使得企业在获得上游贡献者专利许可的同时，也必须将其自身专利向下游的不特定多数贡献者进行许可。因此，企业选择基于 GPLv3 的开源飞控需要十分谨慎，如果确已采用，建议将 GPLv3 的开源模块与软件其他模块隔离从而阻断其传染性，同时还应将代码审核与开源合规相结合，便于及时发现问题并予以纠正，避免因疏忽违反开源协议。

就 PX4 飞控而言，其使用的是友好度非常大的宽松型开源协议 BSD-3-Clause，其仅要求后续的贡献者满足三项基本条件，⁸且允许后续转为闭源。因此，无人机企业如果有对代码的强控制力需求，或没有足够的开源合规资源，亦或是为了规避风险，都可以选择基于 BSD-3-Clause 的 PX4 等飞控。但需注意，BSD 协议并未像 GPLv3 那样授予专利权的许可，故一旦使用的 BSD 协议下的开源代码包含了专利技术方案，则仍会存在较大侵权风险。

此外，如果企业采用了 dRonin 这类飞控，鉴于其飞控代码和地面控制站代码遵循 GPLv3，Python API 代码遵循 LGPLv2.1 许可证或任何后续版本，美术作品和文档遵循 Creative Commons CC-BY-SA v3，一些旧的硬件文件遵循非商业用途的 Creative Commons BY-NC-SA v3，还有一些文件遵循 BSD-3-Clause，企业尤其需要注意这样复杂的开源背景。⁹

2.2 通信环节的知识产权侵权风险

如前文所述，Wi-Fi 数传在无人机表演通信环节不可或缺，而这也为整个无人机行业埋下了些许隐患，这个隐患即 Wi-Fi 标准必要专利许可。

在目前应用最广的 Wi-Fi4、5、6 中，不仅有 Orange 和哥伦比亚大学等形成的“802.11 联合许可项目”专利池、华为和联发科等形成的“Wi-Fi6 许可项目”专利池作为权利人，还有 AT&T、interDigital、Acacia 和华为等主体单独作为权利人，其中不乏早就活跃在 4G、5G 等标准必要专

⁶ 原文为“Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to...”

⁷ 原文为“A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version.”

⁸ 原文为“Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

3. Neither the name of the copyright holder nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.”

⁹ <https://github.com/d-ronin/dRonin?tab=License-1-ov-file>

利许可市场上的熟面孔。另外，近年来涉及通信领域标准必要专利许可的纠纷逐渐从一般通信设备蔓延向了汽车和 POS 机等，随着无人机产业发展日渐壮大，该领域通信标准必要专利许可的相关纠纷爆发仅是时间早晚的问题。

除了 FRAND 义务的认定和费率如何计算等问题，标准必要专利的许可层级同样是无法回避的一个话题。因此，有了传统通信设备的标准必要专利许可战况作为前车之鉴，汽车产业、POS 机行业在面对找上门的标准必要专利权利人时都力图在许可层级上争取更大的优势，从而获得更广的议价空间。然而，虽然汽车产业等领域的被许可方近年来投入诸多社会力量试图呼吁在芯片/模组供应商层级实施“任一人许可”方式，避免将许可问题引向并不了解技术标准的终端产品制造商，从而在一方面促进业态发展、降低终端产品制造商的准入门槛，另一方面形成更加简单高效、公平合理的许可方式，¹⁰但实际上似乎仍难撼动 Wi-Fi 等通信领域标准必要专利权利人向终端层级收费的决心。

因此，趁烽火暂未燃及无人机领域，相关企业还可尽早联合起来为可能已不远的通信领域标准必要专利许可谈判做准备，尤其还要注意对 FRAND 义务的遵守，以最大程度降低对 Wi-Fi 等通信标准必要专利的侵权风险。

2.3 舞步环节的知识产权侵权风险

如前文所述，无人机舞步可以通过 3DMax、Maya、C4D、Blender 等常见的工业级 3D 动画软件来制作，对于 3DMax、Maya、C4D 等付费软件，一旦为了降低成本在舞步制作过程中使用了盗版的相关软件，毫无疑问将构成软件著作权侵权。盗版软件侵权是个老生常谈的话题，结合笔者对法律服务实践的观察，现今各种大企业因有意无意使用盗版软件而陷入纠纷的案例依然层出不穷，故盗版软件著作权侵权的风险提醒仍有非常大的现实意义。

无人机表演引人入胜的一个显著特征便是能够结合舞步、灯光与背景音乐在空中生动地呈现各式各样的文字、符号、物品、建筑、人物或是卡通形象。一方面，每一个品类上都可能依附有在先的权利，如他人在先的注册商标专用权、著作权。尤其越来越多的卡通、漫画或者游戏形象具有了分离于原始作品的独创性特征，其形象足以形成独立的著作权，故在这种情况下通过无人机灯光编队再现这些形象便有极大的构成实质性相似的著作权侵权风险。另一方面，无人机表演所播放背景音乐也同样存在侵权可能。因此，无人机表演环节一定要注重各方面获得了合法的授权，避免侵权风险发生。

2.4 其他情形

不仅是飞控、通信和舞步环节，无人机表演的其他环节仍存在知识产权侵权风险，即都可能涉及专利、商标、著作权或商业秘密的侵权风险，综合来看：

¹⁰ 隆诺视界 | 我国物联网标准必要专利许可层级现状, <https://mp.weixin.qq.com/s/xZccu7n2rjT8260H2iUnDA>

对于专利侵权而言，研发无人机过程中所涉及的技术方案，如无人机的控制系统、无人机本身的形状、构造；无人机所涉及的新设计，如无人机的整体结构设计或者其零部件等符合要求则可获得专利法的保护，同理，若他人先获得了专利权，则意味着存在侵犯他人权利的风险。因此，可考虑以下策略来减少专利侵权风险：在研发之前，对公司的产品和技术进行全面的专利侵权检索分析。重点关注和调查同行业的主要竞争对手的专利布局情况，分析其核心专利的保护范围，判断公司侵权风险情况，以确保研发的产品和技术不侵犯他人的专利权。如果过程中发现可能存在侵权风险，应及时地与相关研发人员商讨策略，尽可能调整技术方案，规避侵权。当然，如果确实需要使用相关的产品和技术，也可考虑直接寻求专利权人的授权许可，通过支付相应的许可费用，确保合法使用该技术。此外，对核心的产品和技术，可考虑委托专业机构进行 FTO 调查分析，出具相应的 FTO 分析报告。此举在一定程度上可以在被控侵权时减少被认定为恶意故意侵权的可能性。

对于著作权侵权而言，使用开源软件、盗版软件，以及再现建筑、卡通、漫画或者游戏形象、无人机表演所播放背景音乐等情形，都存在侵权可能。因此，不论是使用哪一种具体的著作权作品，都要确保获得了合法的授权，并且严格根据授权协议的授权使用方式、范围、时间等去进行使用。

对于商标侵权而言，无人机所使用的标识、无人机表演时呈现的文字、符号无人机产品和表演宣传所使用的文字标语可能侵犯他人先在的注册商标专用权。故在选择品牌名称和设计商标时，应进行充分的商标检索，避免与已注册的商标相同或近似，以免引发商标侵权纠纷。如果收到商标侵权指控，应积极应对，通过提供证据证明商标的合法来源、在先使用等情况进行抗辩。

三. 无人机表演的知识产权保护策略

3.1 专利保护

如前文所述，研发无人机过程中所涉及的技术方案，如无人机的控制系统、作业航线规划设备及系统、灯光组件等产品或方法若符合要求，可考虑申请发明专利；特定结构改进，如机身形状、机臂结构、机翼结构等无人机本身的形状、构造等可考虑申请实用新型专利；无人机的整体结构设计或者其零部件，如 LED 灯板、信号接收发送装置若具有美感且适于工业应用的，可考虑申请外观设计专利。且专利的布局应尽量全面考虑，不仅仅局限于核心技术的专利申请，还应考虑围绕核心技术的周边技术、改进技术等进行专利申请，构建完整的专利保护体系。同时，合理地利用专利制度，为专利权益争取到更大更全面的保护。

同时，为避免技术方案被泄露公开，破坏拟申请专利的新颖性等而引发未能授权的风险，企业应在整个项目阶段建立严格的全流程保密制度。妥善保管在无人机研发设计中所涉及的技术图纸、工艺规程等技术材料。与参与研发人员、合作伙伴(如供应商、科研机构等)签订保密协议，确保技术秘密不被泄露。

尤其值得注意，外观设计专利的布局对于表演用无人机来说尤为重要。无人机通常具有机身、四个机臂、螺旋桨和两个起落支架，四个机臂呈十字形，两个起落支架相对地位于机身下侧。除这些通常的构成要素外，在满足该类产品平稳飞行的功能要求下，机身、机臂、起落支架的形状具有较大的设计空间，进而主要由机身与机臂构成的整体造型也具有较大的设计空间，¹¹表演用无人机的 LED 灯亦可作为设计要点。还需要注意的是，外观设计专利保护的是具体的设计，而不是一种设计风格。哪怕设计风格很接近，但在具体无人机产品的设计中还是可以通过差异化的处理来规避专利侵权。比如借助相似外观设计合案申请制度，根据《专利法》第三十一条第二款规定，同一产品两项以上的相似外观设计，可以作为一件申请提出。企业部门之间协同合作，在申请专利时，预设出在同一设计风格下，竞争对手最可能使用的设计方案，并抢先合案申请，就能有效扩大外观设计专利的保护范围。同时，还可以加强零部件专利申请，更好地保护相应的专利权益。¹²

3.2 著作权保护

如前文所述，在无人机项目中，所开发的飞控软件、仿真软件、3D 软件等各类计算机软件；设计无人机表演的图像稿、飞行轨迹稿；为了无人机表演所创作的音乐等作品，若符合条件，则可受到著作权的保护。但问题的关键在于无人机表演之时所呈现的效果，即通过结合无人机的位置变换、造型、背景音乐、各种意象配合而形成的具有美感的视觉效果是否可以获得著作权法的保护？

经过笔者的大量检索，在国内外暂未发现涉无人机表演著作权保护的司法实践案例。与无人机表演最为相似的案例是杭州西湖风景名胜区湖滨管理处等与北京中科水景科技有限公司侵犯著作权纠纷案。¹³2018 年 6 月 26 日，北京知识产权法院就该案件作出终审判决，将涉案音乐喷泉喷射效果的呈现认定为美术作品的保护范畴。该案件中，双方争议焦点主要是该音乐喷泉作品属于何种类型的作品，一审法院认为，虽然《著作权法》规定的具体作品类型中，并无音乐喷泉作品或音乐喷泉编曲作品这种作品类别，但这种作品本身确实具有独创性，应受到《著作权法》的保护。一审法院并未明确指出具体的作品类型，从其整体的裁判思路可推定为其将“法律、行政法规规定的其他作品”作为裁判依据，二审法院对该观点进行了纠正。二审法院首先论证了涉案音乐喷泉喷射效果的呈现属于“文学、艺术和科学领域内的智力成果”范畴；通过对喷泉水型、灯光及色彩的变化与音乐情感结合的独特取舍、选择、安排，具有显著的独创性；可实现同样喷射效果的完全再现，满足作品的“可复制性”要求。因此，符合作品的一般构成要件，属于《著作权法》保护的作品的范畴。其次，通过排除法排除了其他作品类型的归属，认为有关“美术作品”的规定并未限制其表现形态和存续时间。虽然司法实践中出现的典型美术作品如绘画、书法、雕塑一般都是静态的、持久固定的表达。但是，法律规定的要件中并未有意排除动态的、存续时间较短的造型表达。法院最终认为涉案音乐喷泉喷射效果的呈现属于美术作品，故应予以保护。

¹¹ 深圳市中级人民法院(2015)深中法知民初字第 575 号案判决书

¹² 吴溯,程云华:《从大疆诉道通无人机专利侵权案看智能硬件外观设计保护》,载《装饰》2016 年第 11 期,第 70-71 页。

¹³ 北京知识产权法院,(2017)京 73 民终 1404 号

笔者认为,无人机表演是设计师借助声光电等科技因素精心设计的成果,展现了一种艺术上的美感,其效果的呈现可以此为鉴,寻求《著作权法》的保护,第一,无人机表演效果的呈现同样满足作品的一般构成要件,其属于“文学、艺术和科学领域内的智力成果”范畴自不待言。同时,无人机表演需要对灯光、色彩、音乐、无人机的位置变换、造型等安排进行整体构思和造型设计,体现了设计者对于上述元素的选择和安排,具有独创性。最后,无人机的灯光、位置变换、灯光等都可由相应的计算机软件或设备进行预先编码和精确设置,可以实现再现,符合可复制性的要求。第二,无人机表演效果的呈现同样具有解释为美术作品的余地,根据《实施条例》中对美术作品的解释,是指绘画、书法、雕塑等以线条、色彩或者其他方式构成的有审美意义的平面或者立体的造型艺术作品。虽然该条罗列了一系列传统意义上的美术作品,但随着科技发展,思想表达的载体形式也得到丰富,一些在立法之初难以设想的作品形式难免出现,法律的滞后性是客观存在的问题,这也是条文中“等”“其他方式”等用语安排的立意所在。如判决书所言,法律规定意不在排除动态、存续时间相对较短的造型表达,突破传统观念下对美术作品认定为静态的、持久固定的造型艺术的概念束缚,将新型的艺术效果呈现认定为美术作品的保护范畴,有助于促进创作者的创作热情和整个行业的创新和繁荣发展。

至于无人机表演的商标保护与其他情形并无差异,本文便不再赘述。

四. 结语

总而言之,无人机表演作为科技与艺术交融的新领域,其背后隐藏的知识产权侵权风险犹如夜空中的暗流,不容忽视。在开源飞控、Wi-Fi 通信和舞步设计等环节中,每一次创新的飞跃都伴随着潜在的法律挑战。知识产权的保护毫无疑问是无人机表演行业稳健发展的坚实基础,但我们更应深刻理解,只有在创新与保护之间找到平衡,才能确保这一新兴领域在法律的护航下,安全、稳健地翱翔于夜空,绽放出更加夺目的光彩。

如您希望就相关问题进一步交流, 请联系:



车小燕
+86 755 3391 7698
cherri.che@llinkslaw.com

如您希望就其他问题进一步交流或有其他业务咨询需求, 请随时与我们联系: master@llinkslaw.com

上海

上海市银城中路 68 号
时代金融中心 19 楼
T: +86 21 3135 8666
F: +86 21 3135 8600

北京

北京市朝阳区光华东里 8 号
中海广场中楼 30 层
T: +86 10 5081 3888
F: +86 10 5081 3866

深圳

深圳市南山区科苑南路 2666 号
中国华润大厦 18 楼
T: +86 755 3391 7666
F: +86 755 3391 7668

香港

香港中环遮打道 18 号
历山大厦 32 楼 3201 室
T: +852 2592 1978
F: +852 2868 0883

伦敦

1/F, 3 More London Riverside
London SE1 2RE
T: +44 (0)20 3283 4337
D: +44 (0)20 3283 4323



www.llinkslaw.com



Wechat: Llinkslaw

本土化资源 国际化视野

免责声明:

本出版物仅供一般性参考, 并无意提供任何法律或其他建议。我们明示不对任何依赖本出版物的任何内容而采取或不采取行动所导致的后果承担责任。我们保留所有对本出版物的权利。

© 通力律师事务所 2024