

无人机的视角

2018年5月

比利时无人机生态系统概述&商用无人机在比利时的应用发展

目录

| | |
|------------------|----|
| 无人机和比利时市场介绍 | 7 |
| 比利时 | 8 |
| 无人机的经济潜力 | 9 |
| 无人机生态系统的利益相关者 | 11 |
| 制造商 | 13 |
| 软件 | 14 |
| 基础设施、测试、孵化器和初创企业 | 15 |
| 服务提供商 | 16 |
| 监管环境 | 16 |
| 培训和教育 | 17 |
| 应用研究 | 18 |
| 协作、网络和社区建设 | 18 |
| 商业应用 | 20 |
| 农业 | 20 |
| 能源与公用设施 (E&U) | 21 |
| 娱乐和媒体 | 24 |
| 基础设施 | 26 |
| 保险业 | 28 |
| 安全 | 31 |
| 电信 | 33 |
| 运输与物流 | 36 |

| | |
|------------------|----|
| 挑战和推动者 | 38 |
| 挑战 | 38 |
| 推动者 | 39 |
| 立法 | 41 |
| 比利时监管框架：驱动力还是障碍？ | 41 |
| 欧洲立法正在制定中 | 45 |
| 比利时为欧洲立法做好准备 | 46 |

阿克塞尔·斯密特，普华永道比利时董事长兼高级合伙人



无人机被广泛视为休闲小工具，被派往天空拍摄令人印象深刻的航拍照片和高清视频。虽然无人机通常用于娱乐，但我们的研究表明，无人机在各个行业也有一系列的商业应用，从而产生了一个巨大的潜在市场，预计将呈指数级增长。作为顾问，这是新兴技术一个特别吸引人的方面：如何应用它们让我们的客户的操作更有效？找到这个问题的答案是为什么普华永道很高兴为这项研究做出贡献，并很高兴分享结果。

无人机拍照和视频功能广泛应用于媒体、娱乐以及公共和私人安保部门；然而，当配备传感器的无人机与数据分析和机器学习相结合，充分利用无人机提供的大量信息时，应用范围要广泛得多。这一组合为发电、公用事业、物流和农业等行业打开了无人机的应用之门，允许比以前更难或不可能的方式捕获和分析数据。无人机技术在收集数据方面大大超过了人工干预，速度更快、更容易、成本更低。无人机的市场价值估计为 4.09 亿欧元，其在比利时的潜力是不可否认的。

比利时的无人机生态系统正在经历指数级增长，玩家们正在定义自己在价值链中的角色，并探索满足用户需求的方法。一些公司专注于硬件和软件，而其他公司则提供“无人机服务”。它们都是推动无人机在我们的经济版图中发挥作用的催化剂。他们是架起商业和无人机技术之间鸿沟的推动者，在加速无人机在商业应用中的使用方面发挥着至关重要的作用。

虽然基本规则已经具备，但无人机的法律框架仍在演变。伟大的技术带来了巨大的责任：驾驶无人机不仅意味着遵守有关无人机使用的规定，还意味着遵守有关隐私和安全的法规。这些相对较新的法规的进一步演变可能导致含糊不清、不确定性和相互冲突的指导方针。因此，比利时各监管机构之间的合作和结盟至关重要。

与其他领域一样，无人机的使用将受益于一个协调的欧盟范围内的法律框架。一旦这些法律到位，随着技术的不断发展，我们有信心让各类机构将仰望天空，而且无人机技术将成为标准商业运作的一个组成部分。

马克·兰姆博特，Agoria 的首席执行官



“男孩和他们的玩具”……无人机是玩具，但它们也是高度精密的工具，能够使企业优化其价值链。

然而，像无人机这样的新技术要成为对公司商业模式有价值的、完整的贡献者，必须满足一些条件。需要考虑立法框架、可适应的操作流程和文化/教育的变化。

技术的发展速度比立法要快得多。这意味着，公司在任何特定国家所能创造的竞争优势，都与该国调整法律的速度直接相关。这对发展快的国家意味着巨大的机遇，而对发展慢的国家则意味着同样重大的威胁。

这是有史以来第一次对比时无人机生态系统进行了分析。这项研究显示了无人机在欧元、就业等方面的经济潜力。

今天，无人机是精密的观察者。它们可以比传统的替代方法更有效地捕获数据。它们还可以显著降低在特定观察环境下的风险，消除人类亲自出现在危险环境中的必要性。

未来的无人机将从单纯的观察者演变为高度自动化、自主操作甚至决策的工具。天空是飞行机器人或“无人机机器人”应用科学的极限。

在不久的将来，我们需要解决我们的第一个挑战：将现有无人机（应用）生产公司的产品和服务整合到其他企业的价值链中。激发商界领袖的想象力，需要付出巨大的努力。正是这种想象将推动无人机应用于当前的业务流程，让比利时公司处于竞争领先地位，并通过这样做，在我们国家创造就业和经济繁荣。

这是一项关于无人机的研究，但更重要的是，它是关于无人机对我们个人、组织和国家的影响。

概要

21 世纪似乎将成为机器人的世纪，关于这类机器的一个快速增长的家族——无人机，人们议论纷纷。

普华永道和 Agoria 携手合作，深入了解比利时无人机生态系统发展现状，更具体地说，无人机的商业应用潜力。这份报告是在过去 5 个月采访了 8 个行业的 50 多个主要利益相关者，包括现有的和潜在的无人机用户。它还利用来自普华永道和 Agoria 的市场知识和见解。

年轻的比利时无人机生态系统非常丰富，既有资源也有挑战。许多相关的项目已经建立，但现在的挑战是玩家们联合起来，一起工作，互相学习。生态系统中的每个人都有着相同的目的：使比利时的无人机在经济发展中充分发挥其潜力。普华永道和 Agoria 估计，潜在市场的总规模为每年 4.089 亿欧元。这说明潜力与现实之间的差距仍然很大，其中蕴藏着机会。

这项研究的案例表明，无人机可以做的远不止拍照。与其他新兴技术（如人工智能）相结合，可以以更便宜、更快、更安全的方式进行监测。作为精准农业的一部分，收成可以得到优化，监测可以更迅速、更有效地进行。无人机可能只是一个工具，但结合正确的技术和/或设备（如摄像头、传感器和机器人手臂），应用的数量是巨大的，并将在未来继续增长。至关重要的是，企业要拥抱创新，开始尝试，并寻求跨越地理边界和行业的相互学习。

一项欧洲亟需的、尊重隐私、安全和生态的法规正在制定之中。比利时在进行的立法将进一步在其中发挥促进作用，尽管取得了成败参半的成功。如果所有人都怀着共同的愿景和热情，充分利用无人机经济提供的机会，无人机经济的成功将带来新的就业机会和繁荣，这在未来许多年都是如此。

无人机和比利时市场介绍

你可能见过它们在你头顶嗡嗡作响：无人机。在过去的几年里，无人机已经成为一个常见的景象，人们用无人机做各种各样的用途：孩子们玩，成年人在空中度假时自拍，公司正在培训他们的员工使用无人机，跨国公司正在投资无人机设备和软件开发。为什么无人机如此迅速地成为我们生活的一部分？让我们回顾一下它们的起源。

第一架无人机是 1918 年研制的凯特灵虫 (Kettering Bug) 无人机，是在第一次世界大战期间为防御而研制的。它被用作空中鱼雷，以减少对敌对领土上空载人飞行的需要。在两次世界大战期间，雷金纳德丹尼系列是第一批大规模生产的无人机，并被用作训练防空炮手的空中目标。1946 年，B-17 飞行堡垒被改造成无人机，用于在核试验期间收集放射性数据。诱骗无人机，如 ADM-20 鹞，是在冷战期间开发的，用于帮助有人驾驶飞机安全飞行进入防御空域。

在越南战争中，无人侦察机的使用突显了它当时和现在的主要用途：收集信息。所有无人机都有一个共同特点：它们完成的任务对人类来说是困难的，甚至是不可能的。

为任务选择正确的无人机类型是至关重要的。当人们谈论无人机时，他们通常指的是远程驾驶飞行器 (RPV) 系统。除了航空无人机，工业领域也利用地面、海上和空间系统。随着这些系统开始通信和协作，新的无人服务设备 (USDs) 群正在发展。

有三种主要类型的无人机：旋转翼，固定翼和飞艇。最常见的无人机配置是 4 个、6 个或 8 个螺旋桨的多旋翼。多旋翼（旋翼）型已经出现了大约 10 年，这要归功于小型、功能强大、价格低廉的电子元件的发展，这些电子元件也被用于智能手机。这是一种不稳定且能源效率低下的配置，但它可以垂直起飞和降落。固定翼无人机的配置更有效，有更大的耐力和航程，但它需要起飞和降落的空间。飞艇不需要空速来产生升力，因此它们几乎可以无限地飞行，但它们非常依赖于天气。

如何解决问题产生了对特定技术的探索。空中摄影机可以被士兵用来寻找山后的敌人或检查电力线路损坏情况。问题虽不同，但技术是相似的。与许多技术市场一样，无人机行业也是高度受问题驱动的行业。它有一个巨大的优势，即只需要相对较小的修改就可以改变或提高技术，而不是一个完整的、可能需要数年的开发周期。计算能力已经小型化，而且成本每天都在降低。通过把已经存在的难题的各个部分连接起来，问题就得到了解决。无人机技术的普及是市场迅速扩张的原因，这也是无人机能在媒体、广告、警察工作、消防、农业、建筑、能源、交通等领域应用的原因。

比利时

比利时武装部队在无人机的使用和发展上有着悠久的历史。MBLE Epervier 在 1970 年被发展作为一种侦察系统。目标无人机 Ultima 和监视无人机 B-HUNTER 仍在使用中。2010 年，随着 X100 Gatewing 的推出，标志着比利时民用无人机行业的开始。2012 年，比利时无人机航空联盟 BeUAS 的成立，开启了无人机制造商、研究人员、最终用户、培训提供商和政府之间的合作。其主要成果之一是 2016 年的无人机立法。

BeUAS 的主要任务是为在比利时的无人机行动建立一个法律框架。一个由制造商、研究人员、学者、空中交通管制员、飞行员和服务提供商组成的合法团体成立了。关于颁布皇家法令的提案在 2012 年底就已经准备好了，但由于无人机的预期影响缺乏清晰度，直到 2016 年比利时才实施了目前的无人机立法。

与此同时，许多行业和产业联盟合作以满足无人机市场需求，或已经扩大了他们目前的活动以整合无人机产业。其中最著名的举措之一是 2013 年成立了 EUKA，这是一个致力于促进欧洲无人机产业发展的非营利组织，后来获得了佛兰德创新商业网络（IBN）的无人机集群组织认可。Unifly 在载人和无人机空中交通的整合方面发挥了关键的国际作用。许多比利时组织积极支持国际组织，如欧洲航空安全局（EASA）、UVSI 国际（UVSI）、全球无人机系统交通管理协会（GUTMA）等。无人机的应用预计将在未来几年迅速增长，各种各样的应用和市场机会将带来与大量无人机相关的新的复杂挑战。

目前许多问题仍亟待解答。空域如何与载人交通共享？如何高效、可靠地处理和传输大量数据？哪些无人机应用是可行的，相应的投资回报率（ROI）是什么？无人机开发和操作需要什么基础设施？须引入或调整哪项法例以确保可接受的安全水平？如何处理滥用无人机的的问题？我们如何进化成自主无人机？

使用无人机不仅可以收集数据，还可以作为物联网（IoT）、运输、飞行机器人手臂等工具，开辟了一系列全新的潜在应用领域。无人机的进化正在扩展到一个全新的生态系统：“无人机机器人”。在这个生态系统中，陆海空服务设备是我们日常生活的一部分，它们的使用将像今天的汽车一样正常。

关于这项研究

这项研究集中于无人机的商业应用。为了尽可能具有代表性，我们采访了50多名精选用户和利益相关者，但这项研究并不详尽。市场在不断发展，新入门者不断出现。从我们的“无人机的视角”，我们提出了每个行业的一个案例研究，以说明商业无人机在比利时的应用潜力。

本研究首先介绍了无人机，然后概述了利益相关者，无人机的潜在经济价值和无人机如何在不同的行业提供价值。对于每个部门，我们都包括对市场潜力的估计。我们还将对立法进行深入研究，并总结这一充满希望的生态系统的挑战和推动者。

无人机的经济潜力

考虑到无人机在各个领域的预期影响和广泛的潜在应用，我们选择了一些行业，以评估无人机在比利时现在和未来的应用情况。我们请每个行业的关键参与者分享他们的观点，让我们提供情况的概述。

同样，我们调查了比利时无人机生态系统核心的关键组织，听听他们对无人机发展的看法。

为了评估比利时无人机解决方案的经济潜力，基于普华永道关于无人机影响的“Clarity From above”研究中使用的方法，我们对市场价值进行了评估。基于2016年的数据，我们对每个行业进行了单独的分析。例如，为了计算电信部门的可寻址市场价值，我们用比利时的电信塔的数量乘以维护劳动力成本和可以被无人机取代的维护活动的比例。

根据我们的计算，整个潜在市场的年价值为4.089亿欧元，其中基础设施行业的年价值为1.763亿欧元，潜力最大。

| 产业 | 价值 |
|---------|-------|
| 农业 | 29.0 |
| 能源与公用事业 | 23.3 |
| 娱乐与媒体 | 45.7 |
| 基础设施 | 176.3 |
| 保险 | 40.6 |
| 安全 | 30.9 |
| 电信 | 19.6 |
| 运输与物流 | 43.6 |
| 总计 | 408.9 |

图 1

*根据普华永道 (PwC) 和安格里亚研究公司 (Agoria research) 的数据，本表显示的价值与 2016 年各个行业可能被无人机驱动解决方案取代的企业和劳动力价值相对应。

图 1 所示。比利时每个行业无人机强大解决方案的估算价值（英里/欧元）



无人机生态系统的利益相关者



近年来，全球范围内的无人机生态系统取得了重大进展，包括 2016 年 4 月在比利时制定的无人机立法框架。

以下是比利时民航局（BCAA）提供的数据，可以让我们了解 2017 年的活动水平：

- 组织了三期理论考试，996 人参加，其中 519 人顺利通过
- 878 架无人机注册，52 架获得认证
- 记录了 3222 次航行，210 个批准发布（1a 和 1b 类航班）
- 申请减损 402 项，其中批准减损 373 项

如图 3 所示，无人机的商业应用正在接近 Gartner 的技术成熟度曲线的“生产力高原期”。本章为比利时的主要授权机构和发起者提供了深入的见解，这些机构将进一步推动新的有价值的方向并加强现有的思路。

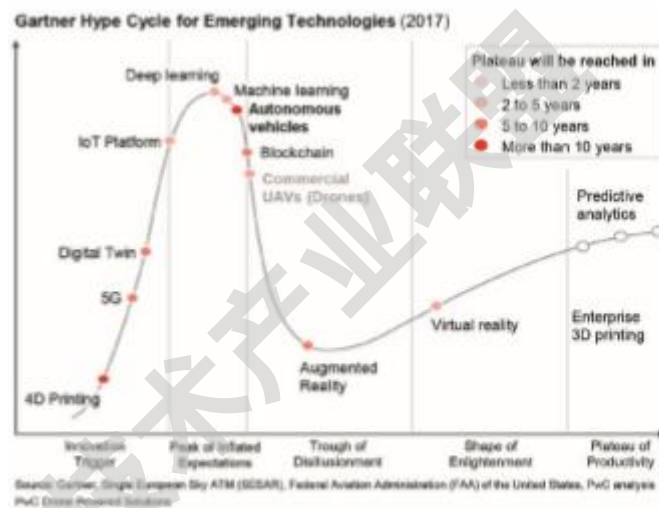


Figure 3
Maturity and adoption of drone technology

图 3：无人机技术的成熟和应用

这些行业特有的价值观念是实现一个可触及但很大程度上尚未开发的市场潜在方向，该研究估计在比利时每年价值 4.09 亿欧元。尊重安全和隐私的最高标准是主要的优先考虑事项。

来自 DRONEII.com (Drone Industry Insights)的图 4 提供了世界各地主要无人机公司的最新(2018 年)概况，其中一些公司直接或间接地活跃在比利时市场。



DRONEII 在 2017 年看到了投资软件的明显趋势。企业开始意识到，为用户提供价值的不是无人机本身，而是它们收集的数据及其潜在应用。这是战略伙伴关系大幅增长的部分原因。在考虑无人机技术时，由于独立的无人机硬件并不是商业客户关注的重点，行业已经转向提供完整的解决方案。硬件和软件的捆绑提供正在推动众多战略伙伴关系的发展。

比利时也在建立类似的伙伴关系。以下部分体现了比利时商用无人机生态系统的关键参与者，即：

- 制造商
- 软件厂商
- 基础设施、测试、孵化器和初创企业
- 服务提供商
- 监管环境
- 培训和教育
- 应用研究
- 合作、网络和社区建设

制造商

在比利时，商用无人机的生产受到限制。然而，比利时是德国 Delair 公司的总部所在地，该公司是根特的一家领先的无人机制造商。Delair2，前身 Gatewing，成立于 2008 年，是根特大学的一个分支，现在是法国 Delair 集团的一部分。旗舰 UX11 在这里生产，95% 以上的产品销往世界各地。

除了用于教育和研究目的的无人机（VIVES, KUL 和 VITO），目前在比利时没有其他已知的商用固定翼无人机生产商。

有几家多旋翼和直升机无人机的生产商，包括在瓦隆的著名的飞行营（flyingcam）（<http://wp.flyingcam.com>），已经为电影行业制造无人机超过 30 年。滑铁卢的 Altigator 是另一家长期生产多旋翼无人机的公司。Dronematrix3 已经上市好几年了，生产像系绳无人机这样的专业设备。

也有越来越多的硬件和软件公司加强标准无人机（主要由行业领先制造商大疆生产）在 B2B 和特定场景的销售。

包括全球导航卫星系统（GNSSs）在内的大多数用于特定用途的负载无人机都不是在比利时生产的。有一些本地生产商主要活跃在出口市场，比如 Luciad，现在是 Hexagon 的一部分。拥有本地或国际总部的大公司，如诺基亚和 Sabca，也参与到了产业链中，但这一业务将以多快的速度增长尚不清楚。

比利时在电子和精密制造方面实力雄厚，因此某些专业技术和零部件可以在当地采购。

软件

无人机软件是无人机的大脑，告诉它去哪里和做什么，从 A 飞到 B。为了理解和连接信息，安装在无人机上的软件是复杂的，并在一个层状系统中运行。层本身被划分成在不同时间段执行的节点。这些节点必须以适当的方式组合起来，以控制飞行模式、高度和其他重要信息，以便无人机准确地工作和行动。这种节点的组合被称为飞行堆栈或自动驾驶仪。很多研究表明，无论无人机的效率和任务复杂程度是否不同，都需要有效的操作部件。在飞行中必须对收到的信息进行分析。

为了实现统一的组件通信，必须设计和推广通用的体系结构。单是机载系统是不够的：外部中间件和操作系统也是必须的。固件和中间件对时间灵敏度有需求。固件的操作从机器码到处理器，再到内存访问。中间件进行飞行控制、导航和通信。操作系统的作用是监视光流并避免干扰，尤其是当实时定位和测绘（SLAM）搜索解决方案根据接收到的信息决定适当的行动时。

优秀的集成技能需要满足特定的“无人机即服务”不断增长的需求。比利时在这一领域有很大的影响力，产业界和研究机构之间有良好的合作。

统一交通管理（UTM）软件是一种对安全管理可预期增长的商业无人机应用的至关重要的特定软件。UTM 平台连接管理机构和飞行员，将无人机安全整合到空域。管理机构可以通过可视化的手段了解无人机飞行情况和批准无人机飞行，并实时管理禁飞区。无人机飞行员可以管理他们的无人机，并且在符合国际和当地法规条件下计划和接收飞行许可。欧洲非常重视无人机交通管理的重要性，正

在努力研究 U-space4 的概念和落地。

比利时拥有提供 UTM 解决方案的主要公司，主要是 Unifly5 和 IDronect6。BCAA，一家主要负责比利时民用空域空中航行安全的上市公司，联合 Belgocontrol 共同发起了一项招标，以寻求在比利时规划安全无人机飞行的软件解决方案。Unifly 公司最终中标，第一阶段于 2018 年第一季度投入使用。

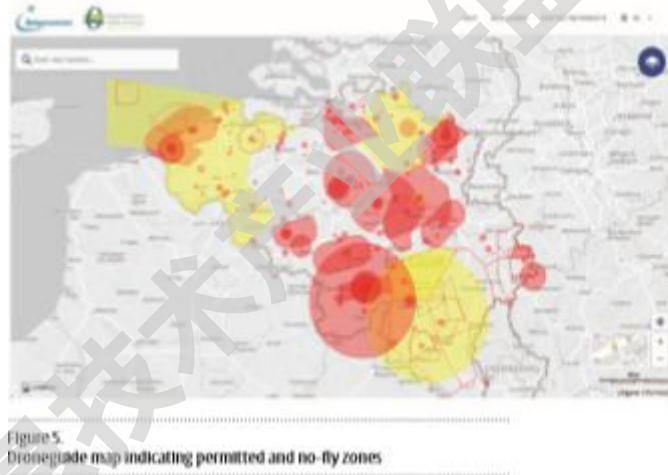


图 4。

基础设施、测试、孵化器和初创企业

新经济意味着新的要求。对于无人机来说，这些包括测试、起飞和降落、维护、充电、培训等等。比利时目前正在启动这些方面的工作，各方向的成熟和进展阶段都不相同。处于最前沿的组织是位于 Sint-Truiden8 的无人机港 (DronePort)。

无人机港占地 15 公顷，重点开展研究和航空航天设施建设，旨在成为欧洲领先的无人机系统 (UASs) 测试和商业中心之一。无人机港具有广泛的测试场景并建立了集研究、初创企业和成长型企业的生态系统。这座退役军用机场于 2017 年 12 月开始建设，旨在创建一个独特的生态系统、基础设施和服务，以促进航空航天和无人机 (UAV) 市场的研究、创新和创业。“无人机港孵化器”立志成为创业企业、机构和研发团队开发、生产或服务新型无人机经济的家园，促进研究和产品开发之间的高度融合。

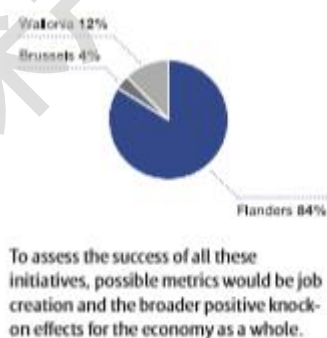
比利时的其他举措还包括在该国南部设立无人机谷。其项目之一是建立无人机适航性测试设施，以保障无人机的安全性、耐久性和网络安全。该中心旨在为无人机和无人机相关产品提供独立性能和安全基准测试，支持欧洲涉及无人机生

产和使用的相关产业。测试结果将为欧洲航空体系中的无人操作系统建立性能标准。为提供这项服务，中心将依靠（重新）利用有形资产（卫星/广播基础设施和有隔离空域的适当机场）、以及第三方公司提供的特定技术和已有经验。

在奥斯坦德有一个比利时的倡议，称为 H3-One 无人机港口，目前在规划阶段，旨在优化无人机操作，并帮助推动新的航空市场各个方面的发展，振兴机场及周边地区的繁荣。

比利时的初创企业也对无人机生态系统的发展做出了重要贡献。2018 年初，Sirris 的 Omar Mohout 分享了以下数据：

2017 年，比利时有 25 家已确定的无人机初创和发展型公司正在开发硬件和软件。其地理分布如下：



经过前几年有限的融资渠道，2016 年无人机企业获得了 670 万欧元的峰值，其中 Unifly 获得了最大的份额。

服务提供商

越来越多的服务提供商，主要是从初创到一定规模的企业活跃在比利时。我们看到他们越来越多地发展专业化服务，如检查风车和太阳能电池板、测绘、摄影测量、农业应用等。我们的研究发现，许多公司将这些应用视为“无人机服务”，并与这些服务提供商合作，而不是自己亲历亲为。

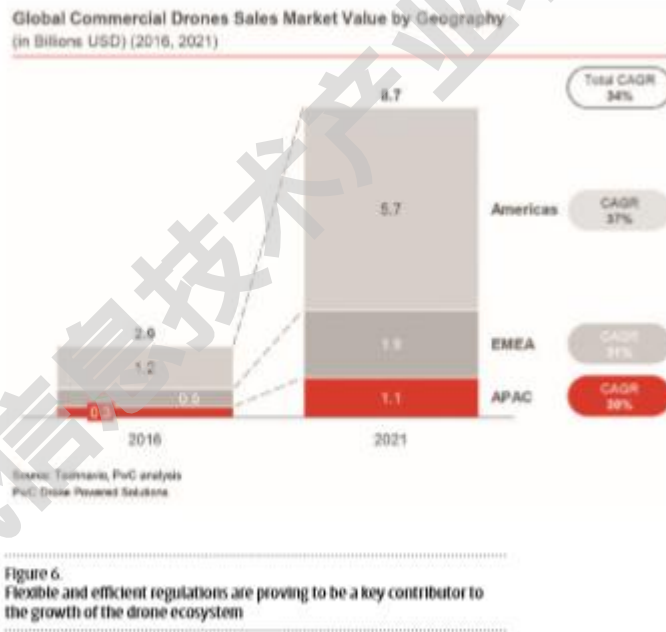
监管环境

无人机立法并纳入国家法律范畴，属于联邦公共服务（FPS）移动和运输部及相应部长的职权范围。此外，欧盟（EU）立法一旦定稿，将在所有成员国引入，并将逐渐取代国家立法。

FPS Mobility & Transport（FPS 移动&传输），特别是 BCAA，是比利时无人

机安全飞行的重要监管机构，它的主要任务是依据比利时无人机法律授权无人机飞行。

在圣图尔登市的无人机港，主要开展无人机理论考试并颁发飞行员和无人机执照。FPS Mobility & Transport 和 Belgocontrol 公司为无人机用户提供无人机使用信息，以及交互式空域地图，为比利时的专业和休闲无人机用户提供帮助。在对即将到来的欧洲无人机立法中，比利时立法者的贡献是被高度评价的。如图 6 所示，事实证明，灵活有效的监管是无人机生态系统发展的关键因素。



到目前为止，无人机相关业务增长最强劲的地区是美洲，这在一定程度上是高度以市场为中心和灵活监管的结果。

培训和教育

安全的无人机飞行需要受过教育、有资质的飞行员。生态系统还需要各种各样有知识的人才发挥作用，包括维护，产品创新和解决方案的开发。

在比利时高等教育系统中，VIVES、KUL、UGent、UA、VUB、UCL、ULB 和 UNamur 等大学有越来越多的无人机专用培训课程和研究活动可供选择。

比利时拥有近 500 名认证无人机飞行员，这个数据还在增长，加上已经建立的 Noordzee drone, BAFA, EspaceDrone 这些无人机学校，比利时无人机学校以及新加入这个行业的机构，都忙得不可开交。有些开始专注于特定的应用案例培训，如农业和检查，或在快速发展的领域开展培训，如热成像和摄影测量方面。

应用研究

Vlaamse Instelling voor technology isch Onderzoek11 (VITO) 在过去 15 年里一直处于无人机实验的最前沿。VITO 很早就制造了自己的无人机，目前正在与私营企业、大学和国际研发中心和创新中心 IMEC 合作，开展具有里程碑意义的项目。VITO 将无人机的多种知识与多学科方法相结合，往往会产生独特的解决方案，这对于单学科方法又是不可行的。VITO 的衍生公司 Unifly，就是为了满足这类型需求所产生的机构。

VITO 并不是比利时的唯一一家大学：许多大学都在积极开展无人机创新和应用研究。例如，鲁汶大学 (KUL) 的 Cargocopter 是一种创新的通用无人机概念，专门为了适应挑战性的要求（如包裹递送）而设计，并通过 3D 打印实现。该无人机可有效负载达 5 公斤，飞行距离 60 公里，速度超过 100 公里/小时，这是一种专利混合概念，将机翼与多旋翼机相结合，并实现从悬停飞行到向前飞行的过渡。这允许无人机像飞机一样快速和高效的飞行，同时仍然能够垂直降落和起飞，精确定位在 50 厘米以内。对于像 Cargocopter 这样的创新，跨学科合作的需求正在增长。

不幸的是，这些创新项目可能会因为阶段性的中断、缺乏长期人力和资金的投入而受到阻碍。然而，获得欧洲“地平线 2020”支持的项目正在创造新的机会。

协作、网络和社区建设

在一个新的、有前途的生态系统中找到自己的方向是至关重要的。无人机上下游产业链的企业需要互相鼓励和支持。比利时同其他国家一样，为了达到这个目的采取了若干主动行动。以下是目前正在进行的主要项目（按字母顺序排列）。

Agoria

Agoria 自 2015 年以来一直积极发展比利时的无人机经济。Agoria 鼓励创新，促进由价值驱动的行业应用的开发。它为比利时无人机立法的积极应用进行游说，并积极支持新欧洲立法的实施。Agoria 在比利时无人机协会 BeUAS 的董事会拥有一个席位，最近被标准化局 (NBN) 认可为 ISO/TC20/SC16 “无人机系统”的行业运营商。它也是 Imec, istart 的垂直“航空&无人机”咨询委员会成员。更多信息请访问 www.agoria.be。

BeUAS

比利时无人驾驶飞机系统协会 (BeUAS) 是一个非营利性组织，成立于 2012 年，是国家无人驾驶航空联合会。它保护所有活跃在比利时无人机生态系统、大大小小的公共和私营部门组织的利益。它为无人机在空中的安全整合做出了贡献，并积极与当地、欧洲和国际利益攸关方进行合作。它为 500 多名会员提供咨询、产业链整合、游说和具有成本竞争力的保险政策服务。Agoria 和 Vlaams netwerk van ondernemingen (VOKA) 都在董事会拥有席位。

无人机谷

无人机谷是一个由“数字瓦隆”支持的非营利组织，汇集了无人机产业链中从需求分析到解决方案的所有参与者。无人机谷是发展无人机经济的主要推动者，即无人机安全、耐用性和满足网络安全的 UAS 适航测试设备。其目标是为欧洲涉及无人机生产和应用行业提供无人机和无人机相关产品的独立性能和安全基准测试。

EUKA

EUKA 是佛兰德无人机集群，将无人机行业和终端用户聚集在一起，通过各种联盟、智库和政府建立有针对性的合作伙伴关系，创建一个商业平台。2017 年，它被佛兰德政府授予 IBN 项目。EUKA 的工作遵循“三重螺旋”模型，旨在为佛兰德斯的无人机相关创意创造一个温床。通过活动、学习网络、研讨会和创意会议，EUKA 促进知识和经验的分享，为新型无人机经济提供发展所需的机会。

商业应用

农业

精准农业——其目的是优化收成——已经进入比利时市场。数据在精准农业中起着重要作用；在观察和测量的基础上，农民决定何时以及如何处理每一种作物。精准农业涉及许多技术和工具，无人机是其中之一。然而，无人机至今未能打动比利时农民，原因如下：

- 比利时无人机立法限制了应用的可能性。无人机不允许运输物品，因此不能用于灌溉或给作物施肥，只能用于监测和测量。

- 农民对包括无人机在内的新技术和工具持怀疑态度。目前，主要是比利时的农业研究机构在试验无人机，了解它们能在哪些方面创造价值，并超越其他工具。一旦有了可靠的投资回报率，农民很可能相信他们的建议，并开始在他们的业务中实施无人机。

问题是：农民是自己投资无人机还是依赖第三方？大多数农民拥有小块农地（< 50 公顷），一年只对两到三次空中飞行感兴趣。无人机的成本对小型农场来说太高了，所以市场今后将主要聚焦在“无人机作为服务”上。

总的来说，普华永道和 Agoria 估计，目前农业领域无人机驱动解决方案的市场价值为 2900 万欧元。

更快地检测农业疾病，如苹果和梨的火疫病，将尽可能减少破坏性并避免付出高昂的代价。如果疾病不及早发现，这种细菌可以破坏整个果园。无人机在这类疾病的检测中发挥了重要作用。配备了高光谱相机的无人机可以在人眼可见之前探测到枯萎病。快速反应是农民控制疾病和减少危害的关键。比利时已经开展了试点研究项目，农业研究机构正在寻求改进结果，并优化无人机在这方面的应用。农民的潜在利益是巨大的。与警报系统相连的无人机可以自动检测疾病，为农民节省大量时间。

除了水果病害，乌鸦等具有攻击性的鸟类，对农民来说也是真正的痛苦，它们会破坏和吃掉庄稼，影响收成。无人机可以被用作稻草人，在果园和田野上空飞行。为了最大限度地发挥作用，一架能够探测到鸟类存在的自动无人机可以在鸟类在现场时发射。如果无人机只在固定的时间出现，鸟类就会很聪明地调整它们的时间表。这是一个相对简单的应用程序，如果立法允许，它可能很快就会商业化。

作物的生命周期涉及很多过程，从土壤分析、播种到选择合适的收获时机，无人机在每个过程中都有应用空间。大多数比利时的无人机试点项目都集中在监测种植上。采集的数据用于比较作物品种、检测相关性趋势和优化施肥过程。无

人机技术提供定性作物数据。农民们过去常常从每块园地上取样。使用无人机，一张图像就足以监测作物的健康状况和进展，提供效率提高，让农民可以专注于其他活动。

在耕作中，为了更精确地估计收成，农民必须知道开花强度，因为花的数量决定了预期产量。果实的厚度也是衡量收获质量的重要指标。根据这些数据，农民可以决定雇佣多少水果采摘工和预订多少冰箱。目前，收获估算是一项手工工作，不仅耗费时间，而且昂贵、主观和不准确。无人机可以通过使用高分辨率传感器或智能摄像头来自动化这个过程，这些摄像头可以计算水果的数量，测量每个水果的厚度，从而估计收成。这个项目正在进行实验中，以提高该应用程序的准确性。

如果立法允许产品运输，无人机可能会取代目前给植物施肥的方法。今天，灌溉溶液占据了种植空间，留下了喷雾痕迹，破坏了土壤，而且靠近喷雾痕迹的作物往往比其他作物质量更低。无人机既不会破坏土壤，也不会留下喷雾痕迹，可以为农作物增加 10% 的种植空间，质量也更稳定，让农民的销量大幅增加。

农业正在成为一个高度数据化的行业，人们期望一个大数据平台将被开发，通过它可以在农民之间共享数据。无人机捕获的数据绝对可以提供帮助。



比利时农业研究机构 Proefcentrum Fruitteelt (pcfruit) 正在与大学、研究机构和产业合作，就几个主题开展研究项目，无人机就是其中之一。在这些课题中，他们正在调查上述无人机应用能为农民带来的价值。一旦他们确信无人机可以增加价值，他们就会给农民提供如何使用无人机的建议。

鉴于农民的怀疑，这些机构应该重点扮演值得信赖的顾问角色，帮助引导农民进行有效的创新，从而促进在该部门使用新兴的技术。



“由于农业是一个高度数据分离的行业，无人机将成为提高数据收集效率的一个重要的额外工具。——Michael De Roover，普华永道比利时合伙人

能源与公用设施 (E&U)

能源与公用设施 (E&U) 部门是比利时最热衷使用无人机的行业之一。无人机提供了很多潜力，支持从创建 3D 模型到检查等各种业务操作。各类 (试点)

项目已经证明了无人机在安全性、成本效益和质量方面的附加值。无人机产业正在急切地试验无人机，发现新的应用，探索如何充分利用它们的潜力。我们估计能源和公共设施产业中，无人机的潜在市场价值为 2330 万欧元，而这仅仅是开始。

更多准确的 3D 模型是通过摄影测量学创建的

得益于 3D 建模，可以对资产进行重构和可视化。3D 模型是通过摄影测量学创建的，定义为“通过对照片的计算机分析在物理世界中收集测量值”。换句话说，摄影测量学是几何学和摄影学的交叉学科。在这个过程中，无人机被用来拍摄资产和基础设施的照片。例如，风力涡轮机工程师可以建立这样一个模型来可视化特定风车的构造。然后，软件将对这些图片进行处理，将它们转换成 3D 点云，然后再转换成实体 3D 模型。这些模型可以用于执行资产的虚拟访问，或者更好地准备维护访问。通过这些方法，使得数据捕获更快，资产建模更准确，提高了劳动力的效率。

在检查中提高安全性

提高检查维护期间的安全性是油气勘探与开发部门的一个重要方面。所有的公用线路和桅杆，风力涡轮机，太阳能电池板等必须定期检查，以避免中断。这些视察大部分是在高空进行的，或由维修人员巡逻爬上桅杆，或由直升机进行。虽然在执行这些活动时已做出努力确保安全，但坠落和其他风险仍然存在。通过拍摄这些设施的照片和视频，无人机减轻了这些风险。无人机也大大方便了检查工作：它们速度更快，可以更完整、更全面、更准确地查看安装情况。现场或事后都可以对资产的连续镜头进行详细分析，而人工检查是无法做到这一点的。无人机检查也能减少停机时间。人工检查可能要求关闭设备，这会造成不便。无人机无需停机即可进行检查。这些优势对整体维护成本有重大影响，导致比利时公司在检查过程中使用无人机。许多公司正在试验用无人机检查公用事业桅杆、风车、太阳能电池板等，而有些公司则更进一步，在日常操作中使用无人机。由于法律限制（如飞行不能超过视线(BVLOS)）和有限的电池寿命，无人机更多用于检查静态资产，而不是长线性资产，如电网或管道。目前，后者由直升机或野战队进行。如果法规有所改变，无人机检查整个比利时公用事业网络也只是个时间问题。

Elia 在 2018 年 3 月获得了一个特许，使用固定翼无人机进行了一次成功的远程演示飞行，以检查其高压电网。其目标是证明长途飞行可以做到安全飞行，希望法律会有所调整，长途飞行将成为可能。如果情况果真如此，Elia 公司将把无人机整合到日常操作中，以便在停电时进行视觉检查和损害评估。

无人机除了可以拍摄照片和视频外，还可以配备传感器来检测气体泄漏或热成像摄像头来检查太阳能电池板故障。无人机还可以用于进行远距离光探测和测

距（LIDAR）扫描，以创建公用设施网络的 3D 模型。

在提高效率和安全性的同时，无人机还可以实时分析情况，结果会显示在屏幕上。以事故响应为例：当事故发生时，例如一棵树倒在公用线路上，当前的做法是派遣一名人员到现场决定需要什么来解决问题。未来，无人机可能会被派出进行初步评估，以确定要派遣的设备和人员。通过适当的立法和技术，维护检查和诊断可以使用带有先进人工智能软件（能够进行分析和支持维护流程，如检查中的诊断）的自动无人机执行。无人机可以从控制中心进行监督，并用于连续 7*24 小时的监测，从而对公用设施网络的状态进行非常准确的概述，并允许在出现异常情况时做出快速反应。这些应用仅仅是个开始：业界相信未来会有更多的应用出现。



70 多年来，ENGIE Fabricom 已经成为多技术设备和服务的设计、安装和维护的行业标杆。ENGIE Fabricom 凭借在基础设施、建筑、工业、分布式网络和能源领域的广泛知识，为企业和地方政府提供量身定制的整体解决方案。公司坚持以客户为导向，不断寻求创新的解决方案，以满足客户的特殊需求。

近年来，ENGIE Fabricom 开始在一些特定的试点项目中测试无人机，特别是与高压电塔相关的分布式项目。例如，2016 年，作为 Eeklo Stevin 项目的一部分，公司测试了在 Elia 高压线路安装中使用无人机，这在比利时是第一次，参与项目的团队也获得了成功。比利时对无人机有严格的立法，所以政府授予了安装测试用例的特别许可。使用无人机有显著的好处：与直升机相比，它们风险更小，速度更快，成本更低。

另一个测试项目也在进行中，使用无人机清洁高压电缆上的绝缘子，这项任务目前由维护人员完成，他们必须爬到电塔顶部来完成这项任务。与 ENGIE 集团的研发团队一起，该解决方案目前正在优化中。无人机的使用有可能大大提高效率。



能源和基础设施中无人机的视角

Koen Hens, 合伙人，能源和公用事业总经理，普华永道

比利时无人机将彻底改变比利时的能源和基础设施部门。在一个劳动力成本

相对较高的国家，无人机技术可以减少支出，同时提高安全性和效率。普华永道比利时合伙人、能源和公用事业负责人 Koen Hens 解释道：“比利时和全球的油气勘探和生产部门正承受着前所未有的压力，要求他们在降低能源价格的同时，转向低碳经济。尽管面临这些挑战，无人机行业的参与者仍难以维持盈利，无人机的实施不仅可以保护人，还可以保护运营利润率。”

无人机在简化现场流程方面的潜力是巨大的。它们可以实时播放视频，捕捉设备的高分辨率和热图像，包括难以进入的地区，否则将由昂贵的飞机或直升机监控。无人机可以执行对人类来说很困难甚至很危险的发电厂检查和维修任务，而不需要在此过程中切断电源。面对日益严格的政府监管和对达到或达不到可实现目标的公司财务激励措施，这些优势是至关重要的。用无人机进行现场监控更加迅速、安全，而且成本低得多。比利时能源公司已经率先将无人机用于高压电网、火电厂和太阳能发电站的检查，树立了竞争对手可能很快效仿的榜样。

“随着无人机行业的参与者努力维持盈利能力，无人机的实施不仅可以保护人，也可以保护运营利润率。——Koen Hens，普华永道比利时能源与公用事业负责人合伙人

娱乐和媒体

得益于社交媒体、移动应用和无人机等数字技术，比利时的娱乐和媒体(E&M)行业实现了强劲增长。无人机为视听制作提供了全新的视角，可以在广告行业中得到广泛应用。普华永道和 Agoria 估计，目前在娱乐和媒体行业的无人机解决方案的市场价值为 4570 万欧元。

航空摄影和摄像的成本效益

在娱乐和媒体行业，无人机最常见的用途是航空摄影和摄像。无人机提供了一种全新的讲故事方式，可以从不同的角度拍摄视频，比如在水面上拍摄视频，或者在树上拍摄视频。它们被用于电视、广告、现场体育、新闻报道等。企业使用无人机也在增加，制作企业视频片段和用于营销目的摄影。

与传统的航拍方式相比，使用无人机有很多优势，相比于在起重机或直升机上安装摄像头，无人机的使用更方便：无人机只需要简单的设置，而且只需要一个人来控制，而操作起重机则需要大量的设置和至少四个人。直升机不能太接近目标，因为它的尺寸和它产生的大量噪音和风远远超过无人机。无人机的另一个优点是灵活地改变角度，这是视频摄影中经常使用的技术，而起重机则需要花费更多的精力。最后，与起重机和直升机相比，无人机的成本相对较低，这使得无人机更适合用于空中摄影或摄像。

为品牌方联系客户提供更多创新型的方式

无人机在广告行业中扮演着越来越重要的角色，因为它们提供了新的创意机会来吸引品牌受众的注意力。其中一种技术被称为“空中广告”(airvertising)，它将带有促销信息的横幅绑在无人机上，让它在活动中甚至街道上飘扬，这比静止的海报更有活力，更吸引眼球。除了横幅，比利时的广告公司也提供了携带LED显示屏的无人机。如今，时尚品牌纷纷在活动中使用无人机，让人们从空中自拍。

新型娱乐活动

无人机在新型娱乐活动中也有潜力，不仅仅是在体育赛事中传输图像。无人机的兴起催生了新的娱乐活动，比如飞行员之间的无人机比赛。美国的无人机比赛正在经历巨大的增长，超过了一级方程式赛车的收视率。在比利时，无人机比赛仍处于起步阶段，不过已经在布鲁塞尔的 Tour & Taxis 和列日的退役工厂举行过无人机比赛。业内人士预计，这一趋势更广泛地兴起只是时间问题。

无人机娱乐的另一种新形式是无人机灯光表演，以车队为特色无人机编队飞行，每架无人机都携带一个LED屏幕，这些屏幕合在一起可以产生更大的图像。2018年平昌冬奥会在开幕和闭幕式中的一场无人机灯光秀中——开幕式上有创纪录的1218架无人机同步飞行。在比利时，一些城市和市政当局已经提出了无人机灯光展示的请求，主要是为了展示他们对创新的承诺。该行业预计需求将增加，无人机灯光表演将与烟花表演的受欢迎程度持平，甚至可能超过烟花表演。

更有效的营销活动

无人机为创新营销活动提供了广泛的可能性，一旦它们被允许携带物品，应用范围将进一步扩大。例如，无人机可以用来分发样本——想象一下在海滩上分发防晒霜样本。无人机技术与面部识别技术相结合，针对儿童、老人或特定皮肤状况的人群，将显著增加提案价值：创造性的品牌推广与更有效的定位相结合。

Spicymotion 通过系绳无人机为现场活动增添趣味



Spicymotion 是一家营销和传播机构，以其创新的广告解决方案和媒体体验而闻名。它也是比利时最早提供系绳无人机服务的公司之一，这是一种营销工具，具有各种各样的组织的广泛可能性。在大型集会，如节日，Spicymotion 将无人机拴在一根玻璃纤维电力电缆上。这解决了安全问题，确保无人机不会飞离，并时刻保持

八米的安全范围，绝不飞越观众上方，以减低对观众造成伤害的风险。由于电缆限制了无人机的移动和驾驶错误，也不需要训练有素的飞行员——这是 Spicymotion 的一大优势，因为任何人都可以管理无人机。此外，当电力通过玻璃纤维电缆传输时，被拴住的无人机可以在空中持续飞行，无需每 15 分钟着陆一次更换电池。



“无人机提供了一种媒介，可以从一个全新的角度讲述一个故事，无论是字面上还是比喻上。

——利文·亚当斯(Lieven Adams)，普华永道比利时执行合伙人咨询公司

基础设施

使用无人机来帮助管理基础设施是真正有意义的。建筑行业——建筑工地、公路和铁路——已经发现了无人机可以增加价值的许多方式，并已经获得了回报。无人机不仅能执行危险的工作，而且还能以一种低成本的方式准确地收集数据。

普华永道和 Agoria 估计，无人机在比利时基础设施行业的潜在市场价值为 1.763 亿欧元。

快速和准确的库存管理

基础设施领域的库存管理人员需要管理大量的资产并将其存储在自己的场地上，其中有些资产无法用肉眼测量（如成堆的沙子）。使用无人机可以很容易地测量这些资产的数量，使库存评估更快、更经济、更准确。

更便宜的维护检查

维护是基础设施管理的一个固有部分。今天，这些工作大部分是通过人工检查来进行的，这是一个缓慢而昂贵的过程，会产生不完整且质量低下的结果。无人机可以用来拍摄基础设施的照片，以便分析其状况。提供损坏的近距离视图，意味着业主可以更容易地决定使用哪种维修技术以及可能产生的成本。无人机不仅大幅降低了检查成本，还使人们能够在难以到达的地方进行检查。

透明的投资监管

投资监管是由几个阶段组成的复杂过程，可以使无人机将部分工作自动化：

- 例如，在开始建设之前的解决方案中，无人机可以通过绘制交通流图来进行研究，以确定瓶颈所在。这将有助于决定是否应该批准一个大型建设项目。

- 在施工前阶段，无人机可以用来拍照和记录“原始”状态。通过测量获得数据并创建一个 3D 模型，提供整个区域的准确概述。这样的模型使得向项目相

关人员解释需要进行哪些工作（例如需要修复损坏的部分）变得更容易、更直接。它也为那些进行维修的人提供了需要做什么的清晰的可视化图。由于每个项目相关者都使用相同的信息，沟通的透明度和一致性得到了提高。

- 在施工阶段，无人机可以通过比较当前状态和已经进行的基线测量来衡量进度或变化。这些快速和准确的检查数据可以输入到进度报告中。从中可以看到目前的状态和最初的计划之间的差异细节，使建筑工程能够以非常透明的方式进行跟踪和记录。在发生纠纷时，无人机可以提供值得信赖的文件。

- 无人机拍摄的进展和最终状态的照片，尤其是从上方拍摄的照片，可以用于营销和交流目的，成本比使用直升机要低得多。

未来的模拟和智能分析

在未来，最有可能找到进入基础设施行业一个新的方式是通过无人机足迹进行视频模拟。使用 3D 模拟可以帮助人们为某些任务做好准备，避免多次前往现场。3D 模型也是虚拟现实和增强现实（AR）的基础。通过虚拟现实（VR）眼镜，空间可以通过可视化的方式被呈现，在成本和安全性方面带来巨大的好处。

VR 和 AR 并不是唯一可以与无人机技术相结合的新兴技术。利用人工智能，计算机可以分析无人机图像，并报告显示受损的图像。



Hoogmartens 是一家专注于外部基础设施（如道路）的建筑公司，并不断追求更大的创新。该公司是比利时最早在日常运营中使用无人机的公司之一。它的几何专家使用无人机以多种方式提高效率；他们使用无人机来衡量库存和现场进度，绘制道路地图，评估基础设施的状况（在哪里，受到了什么损害？）。通过使用测量点，无人机软件还可以计算出修复损坏所需的沥青量。当无人机报告的准确数据输入系统而无需专家离开办公桌时，这反过来又使方案建议过程更容易、更高效。

Hoogmartens 已经确信无人机可以优化其业务流程，并帮助公司在通信速度、安全和透明度方面向前发展。然而，有两个障碍阻止 Hoogmartens 更多地使用无人机：立法和数据分析能力。Hoogmartens 为政府承担了大量的工作，并对公共道路进行了大量的翻新。由于无人机目前不允许飞越公共领域，所以这些项目不能使用无人机。

Hoogmartens 也觉得数据分析软件落后了。数据收集（点云）不是问题，但缺乏智能评估软件。今天，Hoogmartens 将创建的点云导出到如：AutoCAD，以进行下一步操作。为了解决这个问题，Hoogmartens 正在开发自己的软件，以显示损坏的位置，并分析和解释情况。这将是培养无人机能力的一大步，并使该公司在未来更广泛地使用无人机。

INFRABEL

Infrabel 在铁路设施维护中使用新技术而获奖
Matthias Reyntjens，普华永道（比利时）合伙人

根据普华永道的全球报告“从上面看清楚（Clarity from above）”，由无人机监控的建筑工地平均减少的危及生命的事故最高降低了 91%。普华永道 (PwC) 和 Mainnovation 授予比利时铁路基础设施管理公司 Infrabel 一项奖励，以表彰该公司利用新技术积极维护铁路基础设施。

提高铁路基础设施安全性和可靠性的压力越来越大，原因有很多：

- 安全至上。例如，为了提高员工的安全，Infrabel 正试图减少维修人员在轨道上行走时进行的目视检查次数。

- 铁路网变得越来越紧张。不仅是因为乘客和货运列车的增加，还因为新型高性能列车对轨道施加了更大的压力。繁忙的时间表也意味着更小的维护机会窗口。计划停机时间必须提前几年告知铁路运营商。

- 公众和政府要求更大的安全性和准确性。每一起事件都会给 Infrabel 带来负面影响，所以 Infrabel 只能进一步增加压力，以防止未来发生类似事件。

为了应对这些挑战，Infrabel 在许多维护流程自动化上投入了大量资金。它们开发了功能强大的、创新的状态监测工具，最近还在试验用无人机来检查铁路基础设施。无人机目前主要用于控制 GSM-R 天线塔。

在大型建筑投资监控领域，无人机也是非常有价值的，包括维修检查、资产盘点登记、执行具体的危险种维修任务等。

Infrabel 也在考虑使用热成像摄像机或配备 4000 万像素的无人机来自动验证开关加热系统的加热情况。这些摄像头可以评估螺母和螺栓状况，它们是否固定好，是否有腐蚀等。这将防止列车服务中断，启用天线也将提高安全性、质量和准时性。无人机可以比人力或直升机更快速、更便宜、更安全地进行检查和调查，从而降低总体保险成本。而且它们执行任务更彻底。未来几年，无人机将是基础设施领域的一项关键技术。



“由于无人机的成本和安全收益，以及它们可以发挥作用的众多应用，无人机将在未来几年成为基础设施领域的一项关键技术。”

——Matthias Reyntjens，普华永道比利时合伙人

保险业

保险业务的核心是评估、预防和减轻风险，保险公司也在不断地寻找有关其承保资产的全面信息。例如，对于一栋建筑来说，这些过程发生在：签发保险单（承保）前的评估成本、发生了什么损害（索赔），或者在最好的情况下，在发生索赔之前阻止索赔（风险缓解）。使用无人机收集关于一处房产的照片、视频和数据，是这一过程背后技术的一大飞跃。

早期采用的案例包括两家美国保险公司——伊利保险和好事达。2015 年，伊利保险公司 (Erie Insurance) 获得了美国联邦航空管理局 (FAA) 的批准，部署无人机来自动化并加速承保和索赔流程。一年后，好事达在美国德克萨斯州进行了一项试点，部署了四轴飞行器评估受冰雹影响地区的房屋受损情况。

尽管大多数保险公司都相信无人机可以给他们的野外作业带来好处，但以下挑战阻碍了他们从实验阶段进入全面实战部署：

- 法规遵从性
- 管理无人机队或承包/管理无人机外包服务
- 使无人机只是调整器工具带上的另一个工具，以便它们很容易在现场部署。

无人机为保险公司提供了越来越多的潜在好处，比如帮助减少工伤和工人索赔费用。通过将无人机而不是人置于危险境地，保险公司可以防止一些工伤。无人机也可以帮助降低成本。检查屋顶可能很昂贵，特别是当需要安全带和其他安全设备来进行安全检查时。使用无人机将更有成本效益。无人机还可以帮助保险公司在灾难发生后节省资金。使用无人机捕捉图像意味着需要更少的调节器来检查灾难现场的损害。保险公司可能会节省大量费用，因为理算员可以留在办公室检查数据（比以前大得多），并更快地处理索赔。

无人机也可以帮助防范风险。无人机具有全天候监视能力，可以迅速识别自然灾害的威胁，如火山爆发、洪水和飓风。这种实时监测数据可用于向受影响地区迅速发送灾害报告和警报。

无人机也将惠及客户。由于无人机可以确认使财产保险风险增加（或减少）证据的存在，根据输入预先定义的精确得多的信息，可以快速计算出个性化的保费金额。无人机的使用可以带来更大的客户满意度。通过使用无人机捕捉损失数据，保险公司可以在更短的时间内拍下比人类更多的照片，从而更快地处理索赔。当索赔得到及时支付时，投保人会对他们的保险公司表示更满意。

在不久的将来，无人机凭借其快速收集大量数据的能力，将能够减少欺诈性索赔。

总的来说，无人机对保险公司的真正好处来自于安全性和效率方面的潜在收益。企业可以从物业检查等危险、需要亲自动手、耗时耗力的工作，转向快速、安全流程，让员工能够全身心投入工作。

认识到无人机具有改变游戏规则潜力，以及修订后对无人机更友好的规则，再加上早期使用无人机的成功，应该会推动无人机在整个保险价值链的使用。其结果将是简化和优化财产险和意外险流程，提供颠覆游戏规则的客户体验和更大的竞争格局。

普华永道和Agoria估计，目前比利时保险行业无人机驱动解决方案的市场价值为4060万欧元。

更安全的屋顶损坏检查

保险公司使用无人机最常见的用途之一是对屋顶进行检查。屋顶的检查是出了名的困难和危险。如果屋顶是陡峭的或遭受了火灾，检查是特别危险的。通过使用配备有摄像头的无人机提供详细的图像，调度员可以避免爬上屋顶。无人机还可以拍摄整个屋顶，包括人类无法接近的部分结构。

更快速的灾后索赔

无人机可以检查受洪水和地震等重大灾害影响的地区。进入灾区可能会受到市政局的天数限制，或者可能对调度员来说太危险而无法进入。调度员可以使用配备摄像头的无人机捕捉受损物品的静态照片或视频，然后用这些照片或视频处理索赔。

对于面积较大或难以到达的资产，更容易进行保险检查

无人机的一个可能用途是进行财产保险检查。如果被保险的财产范围很广或难以到达，无人机可能特别有用。例如，农作物保险公司可能会使用无人机来检查农民的作物。从空中发现某些问题可能比从地面更容易。无人机的摄像头可以配备特殊的镜头来检测人眼不可见的问题。

有效的欺诈监控

无人机也可以用来阻止保险欺诈。例如，保险公司可以派一架无人机在事故现场拍照。然后，它可以使用收集到的数据来核实投保人在索赔中提交的细节。

KBC 保险业务的无人机服务



Kim Moors, 产品经理&律师

KBC 保险公司是 KBC 集团的一部分，是无人机使用领域的领先者。2017 年，该公司开始在比利时使用无人机进行财产索赔管理，比如在一场大风暴之后。许多大型建筑和工厂在风暴中可能遭到破坏，专家几乎不可能检查每一栋建筑，特别是那些有大屋顶、尖顶教堂塔和其他复杂建筑。无人机可以在数小时内检查这些财产，不需要空中工作平台，攀爬电缆和其他材料，大大减少了安全问题。

无人机为 KBC 保险公司提供了高度详细和准确的数据，使其能够很好地查看索赔情况，并使其能够以一种安全、经济的方式快速、准确地评估损失。由于无人机的使用并不频繁，而且预期的技术发展相当快，KBC 保险公司与比利时外部无人机服务合作伙伴 Argus Vision 合作。合作伙伴提供一份 3D 模型和 KBC 专家检查评估索赔的详细图片。几乎没有犯错的余地。图片也可以寄给客户作为证明。

接下来做什么？

KBC 集团目前正在建立一项使用无人机进行风险评估的实验。其目的是检查大型不动产风险（在同意为其投保之前），确认不动产的整体状况是否符合标准，并以 3D 模型、单个图片和检查报告的形式向未来的客户提供有关物业的有价值信息。

这让 KBC 有机会为客户设定更好的溢价。如今，风险工程师无法在短短几个小时内检查大型建筑的外部，并提供详细的图片。这就是无人机的用武之地。风险工程师只需接受结果并处理它们，对他们自己没有风险。

但是无人机并不能完成所有的工作。例如，到目前为止，无人机还无法在火灾中探测到石棉的扩散，也无法清晰地看到污染地区的破坏情况。但是 KBC 保险公司相信无人机可以提供更好（至少更多）的信息。虽然无人机很重要，但 KBC 保险公司认为数据采集工具（传感器）和用于分析的关联软件的质量是关键差异因素。KBC 保险公司相信无人机可以帮助它提高客户满意度。



“无人机使保险公司能够比以往任何时候更好、更快地评估风险，从而带来更准确的保费和更满意的客户。”——Dirk Vangeneugden，普华永道比利时合伙人



“我们看到世界各地的保险公司成功地将无人机纳入索赔流程。这些结果对企业来说太过积极，不容忽视。”——DroneDeploy 首席执行官迈克·韦恩最近在接受《保险技术内幕》采访时表示

安全

安全威胁和盗窃行为正变得越来越复杂，需要更先进的安全解决方案。除了更好的摄像头和面部识别等新技术，无人机在这方面确实可以发挥作用。

无人机可用于各种安全应用，从支持警卫、警察和消防队员，到监控货物和场所，最好是自动监控。因为人类的参与总是需要的，所以无人机不会成为一种干扰。相反，它们更可能是一个额外的支持工具。

无人机行业正期待监管机构制定一个框架，以满足其在日常操作中使用无人机的愿望。主要的行业参与者已经在建立无人机试点项目，以确保他们已经准备好尽快满足客户的要求。

安全行业不仅必须为自己的行业提出积极的应用，而且还必须为无人机被恶意使用提供解决办法。安全在安全领域至关重要，企业正在开发应对无人机被视为威胁的对策。

总的来说，普华永道和 Agoria 估计，在比利时安全行业中，无人机驱动的解决方案的总市场价值为 3090 万欧元。

有效的监控支持

盗窃贵重物品是一个严重问题。许多公司雇佣保安监控工地，并使用静态摄像机。不幸的是，这往往会导致未被监控的盲点。尽管静态摄像头仍然很重要，但无人机可以提供整个现场的动态视图，从而提供额外的安全保障。这对于大型站点尤其有用。如果无人机可以被预先编程，在夜间自动飞行，它们就可以在控制室的警卫盯着屏幕的时候对现场进行调查。

如果无人机不仅配备了一个相机，还可以带有一个嗅探器来检测气体或其他有毒物质，或射频识别（RFID）扫描仪来管理库存，他们就可以整合多个应用以达到节约成本的增值效益。

无人机也可以用于公共场所或活动（如节日）的人群或交通管制。通过监控流量，他们可以为安全团队提供关于拥塞和干扰的实时数据。能够在风险和问题升级之前识别风险和问题，安全团队将能够更快地做出反应。目前，出于安全考虑，警方和安保公司避免无人机在人群上方飞行，而是停留在专用无人机区域。在某些情况下，使用系绳无人机。

当无人机能够识别人脸时，它们在事件中的价值可能会进一步增加，因为它们可以帮助识别违法者。

增加干预效率

干预通常是危险的，因为警卫、警察和消防员在进入之前并不完全知道会发生什么。无人机可以发挥重要作用，对情况进行第一次检查，为进入灾区的人员做好准备，发挥潜在的救生作用。

如果立法允许无人机可以超出视线范围自主飞行，那么当警报响起时，无人机就可以飞到现场核实情况，检查是不是假警报。如果没有，就会立即报警。无人机的使用将显著提高反应时间，对当场抓住窃贼的机会会有积极的影响。如果罪犯能够逃离现场，无人机也能起到帮助作用，帮助识别他们的藏身之处或他们正在往哪个方向跑。

在发生火灾的情况下，配备热像仪的无人机可以在消防员进入之前提供现场的概览和需要救援的人的定位，有助于提高操作效率和降低风险。

针对恶意使用无人机的对策

无人机被社会接受的程度越高，无人机被恶意使用的风险就越高。虽然无人机进入一个区域很简单，但也不应该使用无人机给监狱里的人运送毒品、手机甚至枪支，甚至使用无人机进行恐怖主义活动。

安全行业正在努力制定应对此类威胁的战略。安全公司已经可以探测到无人机通过一些装备能够跨越他们不应该探测到的范围，可以探测 360° 半径范围内的无线电和 wifi 信号，距离可达 3 公里。

现在识别无人机也是可实现的，包括无人机的类型和它的 mac 地址（无人机的唯一标识符）。一旦被发现，评估无人机是否合法飞行是很重要的。为此，需要建立一个有执照的飞行员和飞行许可的数据库。

安全行业与客户一起，也正在开发一种 3D 安全战略和基础流程，以便在无人机构成威胁时能够更快地做出反应。目前的重点是如何控制无人机并使其安全离开空域。

许多技术已经发展，例如干扰技术，即发出信号来干扰一定范围内的所有 wifi 和无线电通信，然后促使无人机降落。只有警察当局才能合法地做这些事情。这种技术显然不能应用在节日禁飞区或其他有很多人的地方，因为干扰器无法控制无人机会在哪里坠毁，这意味着巨大的安全风险。干扰可以在偏远的位置，如在海上。

林堡警方使用无人机探测大麻以及为交通事故提供支持



林堡省警察局已经在行动中积极使用无人机，比如用于侦查大麻。通过在无人机上安装热像仪，可以识别出温度高于正常水平的建筑物。热像图的精度达 80%。现在已经发现了一些大麻农场。航拍视频也可用于法庭。

林堡警方还使用无人机对现场进行概览，并在发生重大交通事故时获取测量点，帮助分析和重建事件。无人机提供了比直升机更快更便宜的方法，可以更快地使用。它们也能提供比人类更准确的评估。

警方认为，申请使用无人机的数量在未来只会增加。它设想在该省边境安装用于面部识别的静态摄像头的可能性，以便在罪犯开车进入该省时识别他们。然后可以派出一架无人驾驶飞机跟踪这辆车，直到警察到达。

虽然无人机在警察行动中发挥着重要作用，而且还会增加，但不会因此就减少其他手段的使用。他们所能提供的优势意味着警察执行的任务会进一步优化。

关于何时使用哪个工具取决于用途，也可能同时使用。例如，如果有人 在森林里迷了路，可以使用直升飞机提供全球概览。一旦确定了需要进行更详细搜索的区域，一架无人机就可以提供更详细的画面。

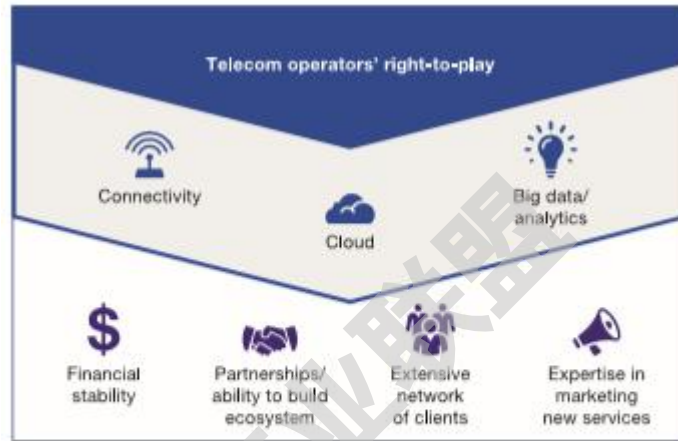


“无人机不会取代人类警卫，但可以作为一种额外的工具，提高干预工作的效率。——Marc Daelman，普华永道比利时合伙人”

电信

电信运营商具有独特的地位，成为迅速发展的商用无人机（无人机）市场的关键参与者。无人机提供了独特的机会使其收入来源多样化，并刺激新的增长。通过为商业无人机应用量身定制的战略和实施路线图，无人机解决方案可能成为一个重要的收入来源。

作为数字化参与者，电信运营商已经在大数据分析以及物联网领域发展了强大的能力，使他们处于提供无人机解决方案的理想地位。他们还具有许多其他能力，如财务稳定、投资能力、建立合作伙伴关系和促进无人机生态系统的能力，并通过其客户网络进行广泛的市场覆盖，以及在营销和销售新产品方面的专业知识（见图 7）。



Source: Strategy&PwC analysis

Figure 7
Telecom operators are well placed to offer drone-powered solutions

电信网络和基础设施方面的大量支出可以支持物联网的相互连接，包括使用专利无线数据通信技术 LoRa 在电信塔上安装接收设备，以及利用长期演进(LTE)技术升级网络软件版本。

LTE 和 LoRa 技术可以通过附带的加密狗或芯片跟踪注册的无人机。不使用加密狗或芯片的无人机可能会威胁到空域，因为它们在系统中不可见。LTE 和 LoRa 的技术专长和基础设施使电信运营商能够设计解决方案来降低这一风险，如传感器（声学、光学和 wifi）、射频探测器和雷达来探测未登记的无人机。这些解决方案是对 LTE 和 LoRa 的补充。

电信公司想要抓住无人机经济带来的增长机遇还有很长的路要走。评估他们自身的内部能力，包括技术专长和跨不同行业，是至关重要的。根据市场分析和内部能力评估去选择目标行业。与这些行业的客户接触将是至关重要的，以了解他们的具体挑战，并确定可以提供哪些服务来帮助解决这些问题。如果市场需求得到保证，这些服务就可以优先考虑并提供。

电信运营商还需要评估潜在的业务模式，并形成业务案例，包括对每个模式的关键需求进行定性评估，通常与法规、合作伙伴关系、市场覆盖和技术专长有关。例如，自动无人机系统（ADS）可能在经济上很有吸引力，但如果对自动飞行的监管仍然存在，它可能无法发挥其潜力限制性的。应该同时选择多个业务模型，以应对各种可能发生的情况。

普华永道和 Agoria 估计，目前比利时电信行业的无人机解决方案的市场价值为 1960 万欧元，但随着时间的推移，它可能会变得更大，这取决于该行业采取的（内部和/或外部）战略。

更准确的资产管理和更安全的发射塔检查

无人机可以帮助解决电信运营商在维护监测方面的重大技术挑战，可以帮助资产清单和管理，以及网络规划和实施——这是长期以来的挑战。在过去，技术人员必须爬到塔顶才能手工清点已安装设备。无人机可以完成这项任务，提供详细、高质量的自有资产数据，并进行及时、高效的盘点。因此，电信运营商对通常分布在大片地区的资产有一个准确的了解。一些电信运营商已经在这方面取得了进展。AT&T 在 2016 年 10 月启动了一个项目，使用无人机检查手机发射塔，

简化了维修技师的工作。威瑞森电信公司还使用无人机检查受严重风暴洪水影响的发射塔点。

创建新的商业模式

通过在无人机采购、数据处理和数据交付相关领域建立伙伴关系，利用运营商在整个价值链上的内部能力，运营商可以创建无人机解决方案的全新商业模式。这个市场可以通过多种商业模式来服务，例如端到端的商业无人机服务、按需直播视频数据采集或在客户场所运行的完全自主系统。

建立无人机交通控制中心

建立无人机交通控制中心（DTCC），允许对无人机操作进行控制，并确保遵守法规，这也是无人机为该行业提供的可能性之一。电信运营商可以通过提供和管理数据存储、连接、网络安全、专业服务和应用，包括无人机交通管理系统的实时报告和分析，来促进无人机交通控制中心的端对端的技术组成部分连接。



自 2015 年以来，比利时 Orange 公司一直在需要蜂窝技术的无人机应用案例中发挥积极作用。在观看无人机飞行时，飞行员必须使用 u 盘将无人机数据传输到电脑上，触发该事件。无处不在的 2G、3G 或 4G 覆盖范围以及 Orange 的专业知识正是我们所需要的。然而，当时还不知道空气中蜂窝信号的质量和范围。因此，以“ar4Gus”的名义成立了一个专家组，包括一些学术和行业合作伙伴，以调查信号强度并就更多的案例进行头脑风暴。使用专用设备飞越比利时领土的几次飞行显示，Orange 网络的信号强度非常好，最高可达 300 米。来自其他无线电信号的干扰，比如 wifi 的干扰很低。Orange 已经成为无人机应用案例的首选合作伙伴。

蜂窝技术成为无人机应用的解决方案有三种主要方式：

- 跟踪和追溯无人机，并将其纳入 U-space（这意味着无人机被认为是一种飞机，能够整合到载人和无人（低于 150 米）空域）。
- 通过蜂窝网络实时传输数据，从非常低带宽的传感器数据到无人机远程信息甚至高达 4K 视频图像，这在空中需要非常高的数据容量。
- 实时查看无人机的指挥与控制（C2），这需要非常低的延迟，大约 1 毫秒。

除了与比利时和欧洲的无人机行业的许多产业链上下游有着良好的关系外，Orange 还参与了三个创新项目，研究将蜂窝技术用于无人机应用案例：

- 敏捷（AGILE）是地平线 2020 项目，Orange 参与了安特卫普港（Port of Antwerp）的一项试点项目。在安特卫普港，无人机配备了一个网关，可以通过移动网络实时发送来自不同类型传感器的数据，从而监测放射性水平、危险气体和水质。

- 5Guards, Innoviris/VLAI0 项目，旨在展示 5G 和网络切片的使用，用于安全和保障以及搜索和救援目的。

- PODIUM，一个地平线 2020 SESAR 项目，用于在法国、荷兰和丹麦大规模展示无人驾驶交通管理（UTM）。

Orange 还与几家合作伙伴密切合作，在建筑、建筑检查、农业和医疗保健领域拥有成功案例。



“在电信行业，无人机不仅有能力优化内部工作方式，还可能带来新的服务产品。——Francois Jaucot，普华永道比利时合伙人

运输与物流

比利时是欧洲重要的物流枢纽。电子商务的兴起和包裹运送的稳定流动使本已拥挤的道路更加拥挤。目前，比利时的运输和物流（T&L）行业很少使用无人机，因为监管限制无人机不能飞出视线范围。无人机的可访问性、速度、低运营成本和低二氧化碳排放意味着它们有很多可提供的，可以很容易地成为运输和物流行业的一个组成部分。我们估计该行业的无人机驱动解决方案市场价值为4360万欧元。然而，考虑到目前的挑战，该行业何时将充分利用无人机技术仍然是一个问题。

在紧急情况下更快的包裹递送

让无人机自动递送包裹似乎是一个显而易见的商业应用，但它并不简单。除了比利时的监管限制和技术不成熟（无人机电池寿命短），还有其他挑战。考虑到比利时的城市密度，网上购物的人分布在一个相对较小的区域内；使用无人机投递包裹可能会导致空域充满了无人机相撞的风险。因此，使用无人机进行定期包裹投递不太可能可行。

包裹递送固有的实用性方面也可能对无人机构成挑战。他们还不能按门铃。需要其他解决方案来让接收方知道无人机已经到达。这可以通过手机通知来实现。交货证明是另一个挑战。无人机无法捕捉到接收方的签名，因此必须通过其他方式获得送货证明。给无人机配备摄像机来拍摄接收器是一个可能的解决方案。如果收信人不在家呢？无人机应该把包裹放在哪里？

在消费者和企业愿意支付额外费用的特定使用案例中，比如医疗用品的紧急递送或其他必要的当日送达，无人机可以而且很可能会发挥作用。如果一个试点能够运作，这种服务的费用就可以减少。

无人机还可以在人口密度不如比利时的地区增加包裹投递的价值，比如偏远地区，如农村地区、石油平台或海上船只。如今，将货物运送到这些地点的成本相当可观，无人机可能是一种更具成本效益的解决方案。在距离最近的医院有几个小时路程的地方，它们也能发挥作用。

通过 RFID 或 QR 扫描仪更快更安全的库存管理

物流行业的库存管理宝库跟踪库存水平、预测需求和知道何时下订单。配备 RFID 或 QR 扫描仪的无人机可以清点产品，加快计数过程，并提高难以到达地点

的安全性。

VIL 挖掘无人机在物流行业的潜在机会



2015 年，VIL (Flemish logistics 部门的单一联络点) 与 KUL 和其他 11 家公司联合开展了一项关于无人机在物流应用潜力的研究。他们测试的一个应用案例是室内和室外的库存管理。他们研究了安特卫普港口的一家码头运营商 NHS 的案例，该公司的钢铁库存分布在半径 3 公里的范围内。传统上，库存是手工管理的，操作人员手工记录钢筋的位置。无人机可以通过遵循预先编程的路线、清点库存和自动更新系统中的库存，大大提高这一过程的效率。库存管理将变得更快，成本更低，更准确。不幸的是，目前这还不是一个选择，因为比利时法律不允许自动无人机飞行超出视线范围。

物流的另一个潜在应用是现场监控。国际汽车运营商 (ICO) 库存了大约 200 万辆汽车，并在一个控制室雇佣了两名警卫来监管库存。如果怀疑存在安全漏洞，就会有一名保安出去检查库存。由于场地很大，入侵者很可能已经离开。如果用无人机取代保安，它可以更快到达现场，并配备热成像摄像机，识别入侵者的存在（或不存在）。无人侦察机最终可能会使用面部识别软件来识别入侵者。另外，比利时立法需要允许飞行超出视线范围来实施这项技术。



“在包裹递送的世界里，单靠一种技术无法满足所有情况的需求。解决方案将是一种混合，肯定会包括无人机。——Peter van den Eynde，普华永道比利时合伙人及运输与物流主管

挑战和推动者

根据我们的分析可以得出结论，比利时公司对无人机能提供的应用充满兴趣。然而，有一些障碍阻止他们将无人机融入他们的日常操作。比利时立法是无人机融入比利时商业可行性的一个重要话题。下面将分别描述目前遇到的阻碍和促进因素。

挑战

立法

让持有执照的无人机飞行员能够安全飞行需要一个监管框架。对于监管机构来说，在安全性和灵活性之间找到正确的平衡是一个挑战。在任何时候，安全必须是一个关键的优先事项，但有时立法（根据行业）可能太过严格，以至于限制了无人机的适用性，使它们的潜力无法充分发挥。例如，飞出视线；无人机的真正价值在于自动操作。

申请在限制区飞行的行政审批需要花费很多时间，由于无人机飞行必须提前计划，限制了灵活性。人们普遍要求改进整个行政程序。

不仅需要考虑无人机立法，还需要遵守其他法规，如有关隐私和安全的法规。不同的法律之间存在一些不一致，导致针对企业而言，存在不安全和相互冲突的指导。因此与相关的监管机构进行沟通和协调是至关重要的。

立法的简化已经在进行中，这将使更多的无人机应用成为可能。

技术成熟度

无人机技术发展迅速，但许多用户需求仍然需要解决，如电池寿命仍不足以执行长途飞行。在大区域上空飞行调查时，经常需要使用多个电池。

在任何时候都必须尽可能地保证安全。如果不这么做，企业就不愿意在业务中采用无人机。专业用途的无人机将必须达到比业余爱好者更高的标准，能够在恶劣的环境中工作，例如，近电磁场，他们需要能够满足非常高的安全要求。一些感兴趣的机构对于能提供安全技术公司的水平感到好奇。

硬件和软件供应商和集成商需要跟上步伐，以确保他们的产品持续符合行业需求。在组件层面，无人机具有强大的能力，但交付最终产品仍然是一个挑战。比利时无人机市场相对较新，远未成熟，这可以从以下几个方面看出：

- 市场上充斥着寻求与行业合作开发商业产品的小型硬件企业。由于应用案例和概念证明不得不在飞行中开展，因此这种定制的解决方案通常被认为不可靠、昂贵和耗时。工业界正在寻求一种既能满足其需求又不是处于研发阶段的现成产品。

- 商业模式的水平就是市场不成熟的最好证明。许多公司仍在努力确定自己在市场的位置，以及应该关注哪些方面。没有一站式商店，行业用户必须建立自己的无人机知识，并能够解释他们的需求和所需的无人机规格。服务提供商需要分析需求，为不同的应用情况开发理想的无人机。

- 软件仍处于早期阶段；目前，还没有现成的软件可以满足大多数企业的需求。

求，这主要是因为专业用户希望软件能够满足特定服务的需求。因此，企业必须开发自己的软件，或至少积极参与软件的开发。成熟的软件包将提高企业效率，例如更快的处理速度、智能识别和违规行为的预分析（可能仍然需要人工干预）等。

比利时的特点

对于现阶段设计的无人机，比利时的天气条件是一个挑战。这些无人机通常是在气候条件完全不同的国家开发和测试的，它们不一定适合更恶劣的天气条件，这可能会导致安全风险或无人机无法飞行。比利时也以面积小、人口密度大而闻名，很难找到一个没有建筑的广阔平原。

这些特点使无人机的飞行更具挑战性。安全区域需要保护公众，这限制了无人机的灵活性和自由。在比利时，无人机不允许在机场附近或人群上方飞行，这使得无人机在该国飞行更加困难。

投资回报

需要更多的案例来证明无人机不仅仅是一种时髦的玩具。能够显示潜在的投资回报率的成本效益分析将说服企业在其业务中使用无人机。

如果无人机不是被频繁使用（例如，仅用于年度分析），“无人机作为服务”可能是引入无人机更紧密的方式。这避免了购买一架无人机，培训成为一名合格的无人机飞行员和管理与无人机飞行有关的所有事务，所有这些都是由服务提供商完成的。

当不再需要人类的参与，无人机可以自主飞行或与机器人结合飞行时，真正的颠覆才会到来，无人机的应用将更快、更安全、更准确、更便宜。

比利时文化

无人机技术已经实现了很多应用，但比利时人似乎不愿意在日常生活中接受这项技术。他们对投资自己不熟悉的技术犹豫不决。对于小型企业来说，尝试新事物失败可能会带来灾难性的后果，因此他们正在等待其他人证明无人机的附加价值。这种态度对于无人机的试验和应用没有起到积极作用。

推动者

以下列出的推动者将支持在比利时采用无人机技术。

提高可访问区域的可能性

无人机可以到达人类无法到达或发现困难的地方。它们可以提供来自某些地方的镜头和测量点，否则这些地方将危及人类安全。无人机除了提供潜在的时间和成本节约，他们对拯救生命的潜力是驱动实施研究的主要原因。

提高数据质量和准确性

很多公司已经使用卫星和直升机收集多年的摄影测量和地理空间数据，以获取有价值的信息，如地形、土壤类型、基础设施损坏等，无人机将成为卫星和直升机的直接竞争对手，因为他们可以提供成本更低、准确性更高的数据。卫星和

无人机都有各自的优势和劣势（例如，一个卫星图像可以覆盖更大的区域，但在阴天会有问题），哪一个工具最好取决于应用的情况。

无人机还可以提高数据的准确性；目前的检查和分析通常使用人眼，这意味着依赖于人们当时看到的東西，总有可能错过一些东西。使用无人机，图像总是可以在后续进行多次检查。无人机也比人类在更短的时间内捕获了更多的测量点（20分钟捕获2000个测量点，全天工作时间捕获600个测量点），从而提高了数据质量。

立法

比利时监管框架：驱动力还是障碍？

用于商业应用的无人机技术是几年前推出的。企业现在正寻求将无人机整合到他们的业务以超越竞争对手，同时找到更快、更便宜、更容易的方式完成既定任务。本章着眼于比利时无人机法规如何推动或阻碍无人机技术的商业应用。

比利时皇家法令

在比利时，无人机在比利时领空的行动受 2016 年 4 月 10 日皇家法令的监管。它适用于每一架在比利时领土起飞或降落或飞越比利时领空的遥控飞机。

比利时的无人机立法姗姗来迟，然而，它被认为是欧洲较好的无人机立法之一，在有充分记录和风险合理的情况下允许特许飞行。

皇家法令规定无人机操作可以实行豁免。它禁止一部分应用，同时也豁免了一定范围内的部分应用。该法令规定了无人机的私人和专业应用，引入了登记义务，规范了认证，并规定了官方授权的已登记无人机的起飞和降落地点。

对于商业用途，我们区分两种类型的操作：

- 2 类操作：

在管制空域外和城市、社区外，离地高度不高于 45 米

*操作只能在日光条件下进行，无人机（重量小于 5 公斤）必须始终保持在飞行员的视线范围内。

- 1b 类操作：

在管制空域外，离地高度可以高达 90 米以上。地面上人员和/或货物超过 50 米

*操作只能在日光条件下进行，无人机（重量小于 150 公斤）必须始终保持在飞行员的视线范围内

- 1a 类操作：

在管制空域外，离地高度可以高达 90 米以上。距离地面人员及/或货物不超过 50 米，或越过人员及货物，或绕过障碍物不超过 30 米

*操作只能在日光条件下进行，无人机（重量小于 150 公斤）必须始终保持在飞行员的视线范围内。类别 2 和 1b 中未涵盖的所有操作将被视为类别 1a 操作。

BCAA 与 Belgocontrol 密切合作，提供空中安全交通所需的其他服务，如航空和气象信息，管理所有 ATM（空中交通管理）数据处理系统和 CNS（通信、导航和监视）系统。

现在让我们仔细看看无人机立法中的一些关键项目，看看它作为商业无人机应用开发的阻碍者或推动者的影响。

阻碍者

空中交通服务（ATS）航线上的操作

这些禁令意味着无人机不能在空中交通安全和监管区域飞行。原则上，这不包括在临时预留空域、具有特殊地位的空域、机场 1.5 海里半径内或直升机停机坪 0.5 海里半径内使用无人机。

由于比利时有许多民用和军用机场和活跃的直升机区，这种禁令使得无人机的使用具有挑战性，并排除了一些商业无人机操作的机会。

乘客，邮件和货物运输

比利时明确禁止使用无人机运输乘客、邮件和货物。在全球范围内，我们看到了有前景的应用和试点项目，尽管商业案例并不总是显而易见的。我们对这些技术在不久的将来的发展有很大的期待，比如在智能移动领域。

可见视线

在比利时，你不能让无人机飞离视线范围外，这意味着飞行的高度/覆盖范围是有限的，由于需要投入人力，通常会导致更大的成本。

飞行过程中掉落物品或喷洒

无人机不能用于“飞行中抛洒物品或喷洒”，而这一般在农业中是有用的，例如，播种或浇水，甚至是给农作物施肥。

拖拽操作

所有使用无人机的拖拽操作都不被允许。这似乎是不必要的规定，因为使用无人机拖拽汽车（例如，根据停车违规来执行法律）似乎是不切实际的。但是，“拖拽作业”一词可以在更广泛的背景下加以解释。例如，无人机可以服务于滑水、滑水等驾驶，目前被称为“无人机冲浪”。比利时法律也明确禁止使用无人机从事该项活动。

艺术飞行和编队飞行

如果把艺术和编队飞行排除在外，娱乐业似乎受到的影响最大。这一排除意味着它的范围很广，因为无人机不能支持任何艺术展览，也不能设计特定的路线，如 2018 年韩国平昌冬奥会的开幕式，无人机被用来创造视觉奇观。

流程和许可规定

比利时法律没有禁止申请无人机，但申请的前提是无人机获得许可并接受监督。所需经费取决于有关的区域 PRA 的类别。今天，由于涉及到额外的费用和相对较长的时间，意味着一些企业错过了机会。

尊重隐私条例

关于遵守隐私法规，皇家法令要求尊重隐私和一般（比利时）隐私法律，以及遵守《欧洲人权公约》（ECHR）的第八条，2007年3月21日发布的《摄像机法》，以及1992年12月8日的《隐私法》，甚至《通用数据保护条例》（GDPR）的相关法律。

上述各项规定都有各自的目标。第八条《欧洲人权公约》保障尊重私人生活的一般权利。《摄影机法》的规定将适用于无人机用于安全目的。《隐私法》和《通用数据保护条例》（GDPR）将适用于每一架装有能处理个人信息的摄像头的无人机。在后一种情况下，它还需要明确无人机属于谁，以便被记录的任何人能够就记录的图像和他们的隐私权联系操作人员。

推动者

在目前的比利时无人机立法中，有两个主要的推动者对商业无人机运营有积极的影响。一是无人机立法中所列的豁免，二是允许与立法有一定偏差。

豁免

皇家法令使皇家部队的一些行动免受其条款的约束。因此，以下活动无需遵守程序和许可要求，并为商用无人机的应用提供机会。

大楼内的遥控飞机操作

使用无人机在同一个大楼里的一个部门到另一个运输包裹，或者是在更有效的基础上移动或补充货物，例如，提高供应链效率，不需要具有证书或许可证，连遥控飞机注册也不需要。

为公共利益或维护公共利益而使用遥控飞机

为军事、海关、警察、调查或救援、消防、海滩开展监督活动，或类似活动中使用无人机不受该法令的约束。因此，无需履行任何手续，无人机就可以用于监控海关以防止走私，监控海滩和帮助防止溺水，在城市的部分地区巡逻以更快发现火灾，等等。

偏差

当空间、地面人员和货物的安全能够得到保证时，部长及其代表或总干事可允许一定的偏差，如：被禁止的无人机应用或许可证要求。

这意味着，如果提供了正确的保证，无人机可以用于货运包裹投递，1级遥控飞机可以飞行超过90米的AGL限制，或者无人机甚至可以在飞行过程中飞出视线范围外。

部长尚未提出一个框架，说明哪些偏差被认为是可接受的，哪些条款不被认可的。因此，在发布这种框架之前，每一偏差都要根据所提供的保证和行动的具体情况，逐案评估。

部长还可以允许针对公共利益偏离皇家法令（例如交通监督或环境监测）。

欧洲立法正在制定中

2017年12月22日，欧盟大使（常驻代表委员会）批准了2017年11月29日与欧洲议会达成的关于修订《民用航空共同安全规则》和欧洲航空安全局(EASA)新职权的协议。这项改革包括欧盟范围内的首次民用无人机规则。它允许各种规模的遥控飞机在欧洲领空安全飞行，并将为这个迅速扩张的行业带来法律确定性。

新规则的目的是创造合适的条件，使欧盟有能力处理未来20年预计50%的空中交通增长，其中很大一部分来自无人机的使用增加。这也将确保欧盟航空业为激烈的全球竞争做好准备。

建议的立法的要点

无人机的法规将提供基本原则，以确保安全、保障、隐私和保护个人数据。与其他飞机一样，也将对无人机产生的噪音和排放制定规则。

风险较高的无人机操作将需要认证，而风险最低的无人机将只需要符合正常的欧盟市场监督机制。如果他们操作的无人机在与人碰撞时传递超过80焦耳的动能，无人机操作者必须注册。考虑到这方面的发展，今后可以通过一项授权法令，而避免冗长的流程，对这一界限加以修正。

欧洲提出的方法是创新的，是全球公认的保持无人机行动安全的最佳方法。需求不关注无人机本身，但考虑一系列其他元素，如在哪儿飞（在海上或在市中心），由谁来飞（一个孩子或一个专业的飞行员），无人机被用来干什么（有多重，安全特性是什么）。

下面，我们将仔细看看目前的情况：

操作的“开放”类别

这类作业不需要主管部门的事先批准，也不需要操作者在作业开始前进行声明。通过操作限制、对机器的技术要求和远程飞行员能力的结合，确保了操作的安全性。属于这类操作的例子有摄影和拍照、基础设施检查和休闲活动，在这些活动中，无人机始终在远程驾驶员的视线之内。

操作的“特定”类别

这类作业需要在作业开始前获得主管当局的批准。在这里，通过要求无人机操作人员进行操作风险评估并落实相应的缓解措施，以在系统中获得无人机飞行授权，从而保证安全操作。这类飞行的例子是操作者无法看到在视线范围外的无人机，飞行在人口稠密的地区和负重的无人机。

EASA还将开发标准方案，使明确的操作（如在实现范围外进行的线性检查或作物喷洒）获得授权变得更简单。

“认证”的操作类别

除了开放和特定类别的立法，第三个“认证”类别的立法将作为欧洲无人机立法的一部分正在起草中，并将进行讨论。这项立法适用于涉及更高风险的无人飞行操作，因此需要对无人机及其操作员认证，以及得到飞行机组人员的许可。

这类例子如下：

- 在开放的人群上持续运行大型或复杂的UASs

- 在高密度空域运行超出视线范围外的大型或复杂的 UASs
- 用于人员运输的 UASs
- 用于运输危险货物 UASs，在发生事故时可能会给第三方带来高风险

在立法工作中，对模型飞行俱乐部和协会的良好安全记录予以认可，并建议对其提供特殊津贴。

值得注意的是，欧洲航空安全局（EASA）也在 U-space 领域处于领先地位，并已邀请业界在概念和概念验证方面提供帮助，并通过地平线 2020 提供资金支持。U-space 是发展安全创新无人机生态系统的关键环节，无人和有人驾驶无人机以友好有效的方式共存。

2018 年初，欧洲航空安全局 (EASA) 首次发布了关于小型无人机在欧洲安全操作的正式意见。这份正式意见是确保无人机行动安全和建立更广泛监管框架的重要踏脚石。

该意见还通过将产品立法和航空立法结合在一起，开辟了新的领域：小型无人机（25 公斤以下）的设计要求将通过欧洲市场产品采购准入认证，CE（符合欧洲）认证来实现。

该意见采纳了之前的咨询文件（EASA 于 2017 年 5 月发布的修订建议通知），并参考了四个月的公众咨询期间，从公民、行业、运营商和国家当局收到的数千条意见。

该意见允许 EASA 成员国具有高度的灵活性。他们将能够界定禁止或限制无人机行动的区域（例如，保护敏感地区），或降低某些要求的区域（例如，专门用于模型飞机的区域）。

建议的立法将如何成为法律？一旦协议文本经过法律语言的最终敲定，它必须首先得到欧洲议会的正式批准，然后得到理事会的批准（一堆协议）。通过后，该条例将发表在欧盟的官方期刊上。本条例自公布之日起二十天生效。乐观消息人士预计，新的欧洲无人机立法将于 2018 年底或 2019 年初获得批准。所有欧洲成员国将在规定的时间框架内强制执行和采用该立法，但仍有待商定。

比利时为欧洲立法做好准备

技术对产业的驱动比法律发展快很多。在如此快速发展的生态系统中，政策制定者很难跟上形势的发展。

Francois Bellot 先生非常热衷于创造机会发展新型无人机经济，他被任命为交通部长后不久，几个由最重要的产业链相关方组成的工作组成立了。这些小组对现有立法进行了尽可能的修订，以便为最棘手的问题和扫清障碍方面提供解决方案。

目前，优先考虑的是联合大家的努力来创建欧洲无人机立法，这将对目前的比利时无人机立法产生巨大的影响。利益攸关方很快将积极参与准备在比利时实施新的欧洲无人机立法。

特别感谢您

如果没有许多国家提供的信息和见解，这份报告是不可能完成的。我们特别感谢以下公司和利益相关者抽出时间接受我们的采访。



在普华永道，我们的目标是建立社会信任和解决重要问题。我们在 157 个国家拥有 236,000 多名员工，致力于提供高质量的保险、咨询和税务服务。请访问我们的网站 www.pwc.com，了解更多信息，并告诉我们什么对你重要。

普华永道是指普华永道网络和/或其一个或多个成员公司，其中每个成员公司都是一个独立的法律实体。请参阅 www.pwc.com/structure 了解更多详情。

新兴技术和无人机驱动的方案

我们相信，新兴技术战略必将成为每个公司企业战略的核心部分。业务主管们必须从这些噪音中整理出清晰的决策，这些决策与维持收入增长和增强业务运营有关。为了帮助企业集中精力，普华永道分析了 150 多种新兴技术，以确定所谓的“八项基本技术”。我们相信，这些技术是每个组织都必须考虑的。虽然每家公司利用这些技术的策略各不相同，但这八项技术将对各行各业产生最重大的全球影响。

图 9 列出了基本的 8 个要点。

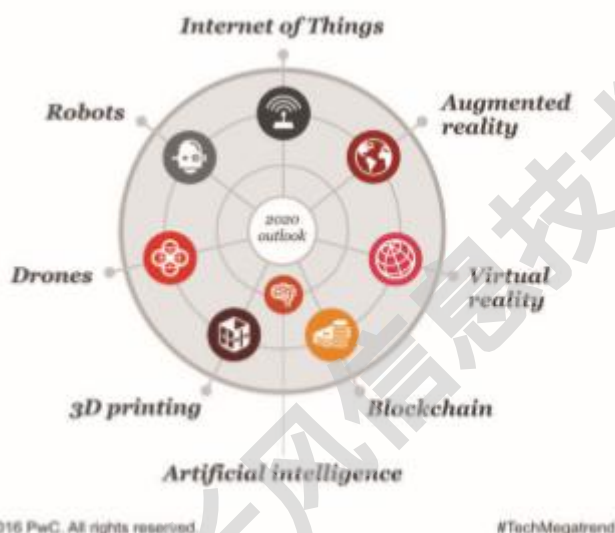


Figure 9
Essential Eight

这八项技术是：IOT，机器人、无人机、3D 打印、人工智能、区块链、虚拟现实、增强现实。

普华永道已经在欧洲建立了一个全球无人机卓越中心，称为无人机动力解决方案 (DPS)。在与当地团队的合作中，该中心帮助来自世界各地不同行业的客户最大限度地发挥无人机技术提供的潜力。

DPS 已经开发了自己的专有交付软件 PwC Geospatial。支持综合数据集的集成、展示和管理。由于其广泛的功能范围，该工具可以方便和即时的决策。

这家比利时公司的无人机业务运用了其在项目管理、市场分析和数据分析方面的专业知识，并从 DPS 中丰富了具体的无人机图像分析知识。

我们的能力范围包括战略、流程转换、IT 定制、可视化数据处理和分析。这些能力使普华永道能够为客户提供从战略到执行的端到端服务。

.AGORIA

Agoria 为比利时所有以技术为灵感的公司铺平了道路，这些公司正通过创新的开发或应用努力在世界上取得进步，总共约有 30 万名员工。

Agoria 目前拥有超过 1800 家公司会员。它的价值包括独特的地位、专业知识和广泛的高层接触网络。这些资产使我们能够帮助创建商业环境，在这些环境中，以技术为灵感的公司可以构建他们的解决方案以提高四个关键领域的生活质量。

Agoria 的组织架构围绕四大支柱：专家中心、市场团队、行业团队和政策部门。

- 专家中心的主要专家就人才和劳动力市场、创新、能源、环境、社会法律问题、工作福利、税收、法规和标准化等主题回答您的问题。

- 市场团队帮助您在市场上推广产品，为您的产品或服务寻找市场机会，并在比利时和海外建立可持续的合作伙伴关系。我们目前专注于以下市场：建筑与城市发展、能源、金融、服务、食品饮料、医疗保健、交通运输和体育娱乐活动。

通过提供建议和工具，并组织研讨会和社交活动，Agoria 的行业团队在您所在行业当前和未来的战略挑战中为您提供支持，无论行业是航空、航天、安全和国防工业；建筑、外包及技术服务；数字产业；电信行业；制造业和材料工业。

联系人
普华永道

Floris Ampe 合伙人，数字服务和创新领导者普华永道比利时

+32 2 710 4164 floris.ampe@pwc.com

普华永道比利时外部服务供应商

+32 2 710 7424 per.posma.rbr@pwc.com

普华永道比利时高级顾问 Joline Culus

+32 2 710 4705 joline.culus@pwc.com

Yves Schellekens 商业集团领袖 Agoria

+32 2 706 80 59 yves.schellekens@agoria.be

作者

主要作者 •Joline Culus 普华永道比利时 •Yves Schellekens Agoria•Yannick Smeets Law Square

特约团队 •Floris Ampe PwC 比利时 •Agnieszka Babicz PwC 波兰 •Els Empereur Law Square Geert Jacobs Agoria 波兰 •Michal Mazur PwC 波兰 •Per Posma PwC 比利时 •Patrick Slaets Agoria 比利时 •Lora Van Looveren PwC 比利时