

3D 打印枪械技术的发展及问题探讨

■ 欧阳嘉城

摘 要 3D 打印作为能够颠覆传统制造业链的新科技，对于同样属于传统工业的制枪技术也带来技术上的革新，与此同时，由于枪械本身对人类社会安全的威胁性，世界各地一直对枪械制造及持有进行严格的管控，技术的革新必然对现有的社会规范带来挑战，而武器的技术革新更可能对现今的社会秩序造成混乱。因此，有必要对 3D 打印技术与有关枪械的不同层面进行科学研究及分析，评估 3D 打印枪械技术对社会的各项影响，从而制定合理的解决方案。

关键词 3D 打印技术 枪械制造 增材制造 潜在风险

一、前言

3D 打印技术是一种以建立三维立体模型数字文件为基础，运用经合成或加工的可粘合材料，利用特定的机器（即 3D 打印机）使用逐层打印的方式来构造物体的一项新兴制造技术，3D 打印又被称为立体打印、增材制造、积层制造。与传统的制造技术相比，3D 打印技术能够简化制造流程、缩短产业供应链、实现生产普及化、根据客户及市场具体需求将产品定制化并以此来改变制造业的未来格局。尽管目前 3D 打印技术想要真正融入商业化生产，或许更可能是

对传统减量生产的一种补充，而不是完全的取代，但随着 3D 打印技术的发展逐渐成熟，很有可能为社会和文化的变化从不同层面带来深远的影响，尤其可能成为犯罪的一新型手段。因此，本文主要通过对 3D 打印技术的研究，探讨 3D 打印技术对传统枪械的制造及管制的影响，同时尝试从科学角度提出相关的风险评估及解决预案。

二、3D 打印枪械的发展历史

（一）熔融沉积成型（FDM）技术

初期的 3D 打印机既笨重又昂贵，且受限于打印物料的种类，能够打印的东西十

作者：澳门治安警察局情报厅，职级警员

本文为第十五届海峡两岸暨香港、澳门警学研讨论文

分有限；20 世纪 80 年代晚期 S.Scott Crump 发明了熔融沉积成型（FDM）技术，1990 年斯特塔西公司将这一技术应用于生产。此技术专利到期后允许商业或个人使用应用此技术，并逐渐形成一个大型的开放资源；3D 打印机的价格自 2010 年左右开始大幅度下降，由 2 万美元降到 1000 美元，3D 打印机逐渐进入消费者视野，人们均憧憬 3D 打印技术能够突破现代工业制模技术的界限，从而使个人直接生产成品成为现实，但在 2012 年却发生了一件令人重新审视 3D 打印技术的发展为世界带来威胁的事件。

（二）第一支 3D 打印手枪的面世及相关争议

1. 世上第一支 3D 打印塑料手枪“解放者”（Liberator）

在 2012 年，一个位于美国的“分布式防御组织”（Defense Distributed）创始人 25 岁的德州大学学生科迪威尔逊（Cody Wilson）利用 3D 打印机成功制造了世上第一支 3D 打印塑料手枪“解放者”（Liberator）并于 2013 年 5 月 3 日试射成功，由此打开 3D 打印枪械的序幕。

“解放者”手枪的全部 16 个部件使用 Stratasys 的 Dimension SST 3D 打印机，并采用 ABS 塑料制造而成，当中只有一些非功能性零件采用金属物料，这款手枪是单发射击，弹夹支持不同口径的子弹，但在试射几枪后，“解放者”手枪保护枪管的导销处便被震碎，不能再继续进行射击测试。

2. 在线免费共享“解放者”手枪蓝图

尽管发射威力及耐用程度远不如真枪，但人们已经开始担忧 3D 打印枪械，随后却发生更为令人恐惧的事情——分布式防御组织还在线免费提供打印“解放者”手枪蓝图，美国国务院以“威胁国家安全”为由要

求他们将相关档案撤下，但全世界已有超过 10 万人下载了该蓝图。

对此，科迪威尔逊最终把美国政府告上法庭，主张发布 3D 打印枪支蓝图行为符合美国宪法第一修正案所保障的言论自由，而且他个人也应该受第二修正案拥枪自由的保护。2018 年 6 月 29 日，“分布式防御组织”与美国联邦政府达成庭外和解协议，3D 打印枪支将于 8 月 1 日在美国合法，3D 打印手枪的设计图也将可以在互联网上自由下载，这意味任何拥有计算机和 3D 打印机的人都可以在家中制造枪支。此外，美国政府还放松了枪支出口管控措施，包含放松 3D 打印枪支的管控。这一系列举措在 7 月 30 日遭到 21 个州的联合反对，并对联邦政府提起联合诉讼。

2019 年 11 月 12 日，美国联邦法官罗伯特·拉斯尼克作出裁决称，美国国务院许可设在得克萨斯州的“分布式防御组织”发布可下载的图纸违反了联邦法律。他援引国务院此前的观点指出，公布这类信息会使包括美国以外的恐怖分子在内的犯罪分子获得美国武器，从而威胁到美国的对外政策、国家安全乃至世界和平。

（三）第一支 3D 打印步枪的面世

1. 3D 打印步枪（A.22 步枪）

于 2012 年，枪械发烧友 HaveBlue 在其博客中公布了 3D 打印步枪（A.22 步枪）的文档说明书，成为了首个成功打印出 3D 步枪并试枪成功的案例。HaveBlue 采用 Stratasys 的 3D 打印机，打印出了一支 a.22 步枪（口径 5.58mm），跟 AK-47 一样，都是通过气体进行射击操作，火药燃气通过导气管直接进入机框中，而枪管上有一个气体按钮，按下时，气体会贯穿整个枪管。据网络介绍，此枪可以发射 200 发子弹，制作步

枪原料成本仅需 30 美元左右。

2. 经改良后的 3D 打印步枪 Grizzly

于 2013 年 8 月，一名自称 Mathew 的加拿大男子进一步改良了 HaveBlue 的打印步枪，使其强度有所增强，并将射弹量增加到 14 发，Mathew 将新打印步枪命名为 Grizzly。Mathew 重新设计，加厚了枪管改造成 Grizzly 2.0，经射击了 14 次后才在枪身上出现一道裂缝。

（四）第一支 3D 打印金属枪

由于不少使用熔融沉积成型（FDM）3D 打印机的枪枝都采用 ABS 材料和塑料制造，在耐用性方面不能跟传统金属制的真枪相比，不过 2013 年 11 月 8 日，美国 CNET 网报导，已被 Stratasys 收购的固体概念公司 Solid Concepts 用其工业级的直接金属雷射烧结（DMLS）3D 打印机制造了全球首款 3D 打印金属手枪——1911 布朗宁 .45 手枪的复制品，在连续发射了 50 发子弹之后依然能保持枪支完好，这件武器已成功射击了 600 多次。

三、社会对 3D 打印枪械面临的风险

（一）冲击现有的官方枪管制度

现行各国的枪械销售及持有制度所订订的相关法律大部分是以传统枪支为标的物进行规范，利用 3D 打印的枪械在运作原理上仍归属于传统枪支的范畴，但 3D 打印的制作技术则被划分为一项现代高新科技，有必要重新评估现行枪管制度会否有管制漏洞的情况出现。

枪管制度一般分为制枪管制及持枪管制两大部分，枪械在生产及供销时，制造商一般需要得到官方发出的牌照许可方可进行，

且枪支企业必须受到官方的背景审查及严格管制，规定枪械制造企业必须对枪支进行统一编号，且不得制造无号、重号及假号的枪支，否则将受到吊销牌照、巨额罚款甚至刑责处分；对于已供销的枪支需要实时纪录在枪支管理系统，以便官方对枪支从生产到最后销毁进行全程追踪。

世界上除个别国家或地区外，一般民众不容许私自持有枪械，申请牌照许可的人士同样必须经过严格的背景审查，确保持牌人无论在心理、身份背景、枪械知识等各方面具备一定条件方可持枪，即使获得牌照许可，民众所持有枪支及弹药均有由监管部门发出的“身份编号”并纪录在枪枝管理系统。

但 3D 打印枪械技术却严重冲击现有的官方枪管制度，原因在于 3D 打印机的普及化及枪械电子设计图文件的共享模式使人人都能够突破传统制枪技术的界限，轻易成为枪械的制造者，普通消费者只要拥有一台廉价的熔融沉积成型（FDM）塑料 3D 打印机，并在互联网上下载 3D 打印枪械蓝图，就可以轻易地成为制枪及持枪者。利用 3D 打印技术的枪械却没有规定序号，目前各国对于 3D 打印枪械是否归属于现有的枪械规管类别标准不一，另一方面如何作出规管仍需深化探讨，由于在互联网下载 3D 打印枪械电子图文件的行为难以被追踪，且互联网的交流范围常常不限于本土，导致约束 3D 打印枪械的制造及流通更加困难，当一般民众可在不受枪枝管制法的规范下轻易制作及使用缺少批量生产序号的枪枝，必然对现有的官方枪管制度造成巨大冲击。

（二）取代传统的制枪技术

传统制枪技术是一门专业的工业手工制造技术。制枪需要图纸及拥有精湛的技术才能制造出性能良好的枪械，传统制枪技术

一般掌握在专业的制枪企业手中，而制枪企业一般受到官方的严格监管。技术壁垒决定了枪支的制造技术始终处于相对保密的状态，即使一般民众得到了制造图纸，亦难以自制枪支，即使私自制枪，也很容易遭到执法机关的查处和取缔。因此，传统的私枪制造属于高危险、高技术及高风险性的犯罪行业。

3D 打印枪支技术的出现，如同颠覆其他传统的制造行业，令传统制枪工业的保密程度、技术难度及工具需求大大降低。但是，目前利用 3D 打印制枪的质量除非利用直接金属雷射烧结（DMLS）的 3D 打印机，在枪械的质量及耐用程度很难比得上传统制枪技术。3D 打印制枪技术更有可能成为传统制枪技术生产环节的其中一部分，如建模、铸模、生产条件需求较低的枪支部件或测试实验等，均可提供更有效直接的技术支持、节省时间及生产成本，因此，未来的中高端枪械市场很可能出现两种技术互补的发展态势，但黑市的私枪制造则很有可能被 3D 打印制枪技术所取代。

（三）枪支安全结构

目前传统的制枪技术普遍仍远优于 3D 列印制枪技术（直接金属雷射烧结（DMLS）的 3D 打印技术除外），技术的决定性差异使一般的 3D 打印枪械在质量及耐用程度上很难比得上传统枪支，在性能尚不稳定的情况下使用 3D 打印枪械进行实弹射击将面对极高风险，如卡弹、被反作用力振伤、被枪弹反弹误伤，甚至会出现射击时炸膛及误伤他人的严重情况出现。

（四）无法被检测

目前世界各地的机场、海上客运码头、火车及地铁站等大型公共交通运输系统或出入境关卡，以及各类重要设施会场及政府

机关普遍使用 X 射线安检仪器侦测个人携带物品，可是面对使用熔融沉积成型（FDM）制成的枪支，X 射线安检仪器能否准确进行侦测呢？英国星期日邮报的两名记者曾做过这样的实验：其将 3D 打印塑料枪支分为 3 部分带上了伦敦至巴黎火车上，由于法律上的顾虑，他们既没有带金属撞针，也没有把任何子弹带到火车上。最后他们成功逃脱了安检仪的检测，顺利带上火车，并在短短的 30 秒内在火车上的厕所内完成了组装。由此可见，使用熔融沉积成型（FDM）制成的枪支因塑料材质及可拆解，使 X 射线安检仪器无法侦测拆件具有枪支的物理属性，尽管于实验中并没有测试将金属撞针及子弹一并带上组成具杀伤力的枪支，若犯罪及恐怖分子能够克服并利用此安全漏洞图谋不轨，后果将不堪设想。

（五）提高公共安全危险

自热兵器取代冷兵器的时代开始，枪械成为现今人类广泛使用的高杀伤力武器之一，且经历一系列的发展特别是战争的推动后，使枪械在射程、威力、弹数、便携程度等各项技术日渐成熟，并研发出越来越高效的杀戮武器，当枪械落入犯罪或恐怖分子手中，将增加全球冲突、极端主义和犯罪的可能性，势必对现今的社会安全产生重大威胁，因此，枪械历来属于世界各国政府的重点管控对象，不少国家均立法严禁民间私自持有及制造枪械。但 3D 打印技术的急速发展大大降低了枪械制造的技术难度，使一般民众轻易获得制造枪支零件的能力，进而制造一把更加隐密、便捷、低成本及轻易避过检测的枪械。Brady 防止枪支暴力运动联盟的总裁加德纳表示，如果任何人都可以在家中制作枪支，那么它们必然缺少批量生产的枪支的序号，每个人都能够随意利用 3D 技

术粗制一把一次性的“解放者”，开几枪后随意扔掉，然后再次制造另一把“解放者”。

3D 打印枪械技术的出现使民众能在更隐蔽的情况下更容易获得枪支，这无疑是犯罪分子及恐怖活动组织实施暴力行为的理想选择，当 3D 打印枪械大量被不法组织等掌握时，手无缚鸡之力的普通平民及负责维持社会秩序的执法人员的安全将面临更为严重的威胁。研究和统计表明，枪支会对犯罪现场本已紧张的局势煽风点火，并造成更暴力或者致命的后果。美国是世界上枪支暴力最严重的国家，2018 年美国共发生涉枪案件 57103 件，导致 14717 人死亡、28172 人受伤，其中未成年人死伤 3502 人。

四、3D 打印枪械的监管方案

（一）立法规管

世界各国法律对枪支管控都有严格的规定，澳门地区则把枪械以武器的其中一种概念——火器，受第 77/99/M 号法令《武器及弹药规章》管制，《武器及弹药规章》第 1 条第 1 款 a) 项列明火器的定义为：凡利用火药作为子弹推进动力之武器，均视为火器，而火器如不属于自卫武器、竞赛用武器、装饰性武器及具珍藏价值之武器均属于违禁武器。按照以上定义，在澳门如 3D 打印枪支的结构能够使用火药制弹药则属于违禁武器，反之如 3D 打印枪支使用的是非火药制弹药（如 3D 打印子弹）则不属于火器的范畴，不能将之归纳为违禁武器，但是《武器及弹药规章》第 1 条第 2 款亦列明，如果 3D 打印枪支的特征“与警察部队及其他保安部门作武器用之工具、机械性器具或其他对象之特征相似之对象”，即使属不同类型者同样被视为武器。枪械是澳门保安部

队日常执勤的装备武力之一，因此，3D 打印枪支除非不具备与澳门保安部队日常配置的枪械具有相似的特征，否则仍属于违禁武器。

对于利用 3D 打印技术制枪方面，如 3D 打印的枪支属于违禁武器，则受到《武器及弹药规章》第 42 条第 1 款之规定“武器及弹药之制造，须以维护市民之安全及安宁之利益、本地区之经济发展为前提，并遵守被纳入本地区法律秩序内之国际法文书之规定，且须遵循发出工业准照之制度”，有关规定列明在澳门枪支制造属于工业并需取得相应的工业牌照，且必须先取决于行政长官经听取其认为对有关事宜属合适之实体或机关之意见后以不可转授之权限所作之预先许可方可进行制造，否则即属违法。

目前澳门的持枪主体为履行社会治安管理职责的保安部队任职的军事化人员，其次掌握在非官方组织的保安员，以及用作比赛及教育的社团手上，一般民众非有特殊原因很难申请枪牌及持有枪械，但是 3D 打印枪械技术可能使个人在本澳能够合法取得枪支或超越现有枪支管制法律而取得枪支，3D 打印制枪在《武器及弹药规章》的管制还存在灰色地带。在澳门 3D 打印非官方制式及非火药枪支原则上没有违法，且没有相关法律限制下载 3D 打印枪械电子图文件的行为及 3D 打印机的入口监管，许多关于无许可证生产、制造和持有枪支的现行法律和罪行都涉 3D 打印枪支，但不一定涉及持有或散发设计档，对于向可能希望使用增材制造技术生产枪支者提供器械的第三方，涉及非法制造枪支问题的法律可能需要确定其罪责。同时执法人员对于 3D 打印技术的认识仍处于相对落后的阶段。

尽管目前澳门地区并没有资料表明 3D 打印枪械对澳门公共安全构成威胁，但世界各国开始有因制作 3D 打印枪支被拘捕、检举甚至判刑的案件出现。澳门地区亦应尽早立法对 3D 打印枪械的灰色地带作出规管，同时加强执法人员对 3D 打印枪械技术的专业知识，防止 3D 打印枪械流入小区威胁市民安全。

（二）加强执法人员对 3D 打印枪械技术的鉴识能力

在其后二十多年的时间里，互联网以及信息和通讯技术的快速发展促进了经济增长和重要服务的普及，但也为犯罪活动创造了新机会。犯罪分子亦成为技术和全球化的意外受益者，因为这些发展使他们能够利用跨国活动实施犯罪并从中获利，还能在数字平台上扩大其非法活动和业务，从而降低犯罪风险。3D 打印技术一方面有助于为警务工作、起诉和刑事司法工作顺利取得成果找到解决办法；但同时也在加强犯罪分子和有组织犯罪集团实施犯罪行为的能力，以及增强具跨领域性质的犯罪集团的影响力，执法部门能密切注视新技术的发展动态，开展专门的人员培训课程，并采取跨学界的开放态度探讨各利益主体间实现协同增效，从而评估技术在现今能够带来的益处及应对未来犯罪潜力方面的风险。例如于 2017 年，香港警方已开始利用 3D 打印技术打印犯罪现场模型，并将之用于进行调查，以及试验和法庭审讯；未来执法部门更应针对性地提高执法人员的 3D 打印制枪技术鉴识能力，建立对 3D 打印枪械的各项检测模型，使执法部门由目前被动地位转化为主动出击。

（三）建立 3D 打印枪械物证鉴识系统

在枪击案调查中可对三大物证：弹头、弹壳、火药（射击残迹）进行物证鉴识追查

枪枝的身份及来源，主要根据子弹被击发后进入枪管，沿着枪管内的来复线轨道旋转射出枪管此一物理过程遗留下的一系列物理及化学反应进行分析，当中“可供分析终端弹道特性和子弹射击后弹头和弹壳的比对鉴定是传统枪弹鉴识的核心”。由于枪管在制造坡膛、来复线和枪口弧形的过程涉及随机步骤，导致每支枪管内表面的制造痕迹都各不相同，在子弹通过枪管时，枪管内的来复线会在弹头及弹壳上留下来复线刻划痕，弹头上来复线刻划痕的分类特征包括来复线的类型、数目、旋向、宽度和缠距等，在显微镜下对上述分类特征进行比对鉴定就可确认涉案枪支，另一方面，因枪管和弹头的硬度差异，每次射击时枪管特征的改变极小，相反使弹头上留下之特征再现性甚高，即使经过多次射击，仍可比对出不同弹头是否由同一枪支所击发。

与人类的指纹类似，同一支枪才有可能射击出拥有完全相同纹路的子弹，透过物证鉴识我们可以确认枪支的身份及来源，那么利用 3D 打印制成的枪械是否可以利用同样的原理作出追查？

美国布法罗大学（UB）领导的一项最新研究首次提供了 3D 打印产品的准确溯源方法——“PrinTracker”。该技术主要针对不同类型的熔融沉积成型（FDM）技术受打印机型号、喷嘴等可变因素的影响导致打印成品出现具规律性的物理特征，打印机进行打印的基本操作为：先将物料加热熔化，再经打印机喷头挤出细丝不断进行平层排列，当物料在平层之间黏合时，由于硬件出现的细微变化导致每一层都含有细小的褶皱，即毫米级的填充图案，理论上讲，这些图案应该是高度统一的。然而，受打印机型号、喷嘴等因素的影响，图案通常会有轻微的缺陷，

最终导致实际打印出来的物品与设计方案不完全匹配。因此，每一台 3D 打印机打印相同的物品并不是完全相同的。

为了测试 PrinTracker 技术，研究人员先采用 14 种常用打印机（10 台频分复用打印机和 4 台立体平版印刷打印机）打印了 5 种门钥匙。然后用喷墨扫描仪建立了门钥匙的数字图像。最后用自行开发的算法比对门钥匙，以确定“3D 打印指纹区”的可靠性。结果显示，匹配成功率超过 99%。为进一步验证 PrinTracker 技术的可靠性，研究人员在 10 个月之后，对这 14 种打印机（经过额外使用）又进行了一系列独立测试，结果与之前一致。此外，研究人员还对经过伪装改装的门钥匙进行了测试，匹配正确率超过 90%。

徐博士说：“3D 打印机的设计、制造工艺都是类似的，但在制造过程中硬件会出现细微的变化，导致打印出来的物品都有独特的、不可改变的图案。”例如，打印机实际打印出来的图案可能与设计方案有 5%~10% 的偏差，理论上，PrinTracker 技术的确能够追踪熔融沉积成型（FDM）技术生产成品做成的偏差并进行追溯，执法部门可以此技术将不同种类的 3D 打印枪支的来复线刻划痕进行分析，并将收集的数据建立相对应的 3D 打印枪支中央枪管系统，以此来追踪及侦查 3D 打印枪支的下落。

（四）加大对有危险和破坏性的 3D 打印原材料的进出口管制

利用 3D 打印技术制造的枪械或子弹的威力大小很大程度与所使用的物料成正比，如采用 PLS/ABS 塑料制造的枪支虽能发射子弹，但威力、准确度及强度等各方面远不及传统真枪，但使用直接金属雷射烧结（DMLS）技术制造的合金枪械性能堪比真

枪，对社会的危害程度极高。因此，3D 打印物料技术的发展直接影响打印成品的质量，官方要对稀有、有危险和破坏性的 3D 打印原材料进行严格的进出口管制，确保一般民众不易接触及获得能制造杀伤力大的原料，避免滥用 3D 打印技术作为制造大杀伤力武器的工具。

（五）安装及研发中断生产违禁物品的程序

3D 打印技术与众多高新科技一样离不开对电子数据的应用范畴，因此，目前某些对电子产品的软件限制技术同样能够应用到 3D 打印器材，如要求 3D 打印机研发及植入特定的编码程序，为其打印的成品编入可供追踪及辨识的标签和序号；或者要求 3D 打印机进行在线注册，并且每台打印机均需安装能监察打印违禁品的程序，如发现曾经打印违禁品的痕迹，立刻利用网络技术中断或限制打印机的使用，同时要求打印机持有人需定期利用网络更新打印机的操作程序，与此同时对打印机的历史使用纪录进行审查，确保 3D 打印机不会沦为犯罪工具。

五、未来 3D 打印枪械的犯罪模式预估

（一）3D 打印应用技术的突破

3D 打印制枪技术源于 3D 打印技术的发展，因此当 3D 打印技术有突破性的发展时，3D 打印制枪技术将同样受惠；目前 3D 打印制枪受限于设计、打印机及物料等技术瓶颈的限制，3D 打印制造的枪械仍未能取代传统的真枪市场，但某些对 3D 打印技术在应用上的突破很有可能对此作出改变；如熔融沉积成型（FDM）打印机的体

积越来越小，于 2016 年，Indiegogo 上出现一款一手就能掌握，相当迷你的 3D 打印机—PocketMaker，重量约 850 克，外观尺寸大小只有 10.8cm×12.8cm×14.2cm，但它的打印体积却可以达到 8cm×8cm×8cm，并可使用 PLA 和 ABS 等线材，支持 Wi-Fi 和 USB 连接，兼容 Android、iOS、Windows 和 Mac 系统等功能。3D 打印制造的枪支部件由于未有脱离枪支本身所带有的物理属性，稍有经验的执法人员很可能轻易识破，若犯罪或恐怖分子直接将 3D 打印机随身携带，并避过安检直接带到公共交通工具再打印枪械，操作上比携带枪支部件更为隐蔽，且很有可能免除相关法律的刑责，各类 3D 打印应用技术的突破将一定程度改变 3D 打印制枪技术的应用模式。

（二）跨国 3D 黑市制枪集团

3D 打印枪械技术有可能取代现有的黑市制枪市场，同时很可能改变黑市制枪集团的生产线事务规则，黑市制枪集团可以于世界各地建立不同的制造点对各枪支部件进行分散性生产，完成后再运输到买家手上进行组装，传统制枪技术的技术壁垒及各国对枪械境外输入决定黑市制枪的生产模式以实施高保密度的集中管理为主，并多以走私方式进口境内，而 3D 打印枪械技术技术门槛低，个人亦能够独自完成制造，且大部分国家地区未必能利用 X 光检测仪器侦测到 3D 打印枪械的部件，因此，黑市制枪集团很有可能充分利用 3D 打印枪械技术的各项“优点”，建立跨国性的 3D 黑市制枪生产供应链。

（三）新型物料面世

3D 打印物料是 3D 打印技术其中一个主要的物理限制，同时亦是制约 3D 打印枪械技术的发展之一。由于 3D 打印技术一般

使用加热熔化物料黏合，且不同物料本身拥有不同的熔点及冷却点，使能够作为实际应用的 3D 打印物料种类不多，同时令使用能够完成一站式打印两种以上的超级 3D 打印机面世相当困难，假如能够使用复合材料进行 3D 打印，例如将适量的金属打印到枪械的塑料零件或子弹中，将大大增强 3D 打印枪械的坚固性及耐用性，制造出接近真枪威力的枪支。

（四）利用 3D 设计软件制造有别于传统外观的枪械

3D 打印最令人憧憬的不是能够制造什么，而是只要你想就能制造什么；能够制造常规形态的枪支并不是 3D 打印制枪技术对世界安全的最大威胁，利用 3D 设计软件技术使天马行空的创意于物质世界中重现，设计师可以设计出任何以往传统手工与机器难以量产的客制化产品，试想如果要做出一支拥有移动电话外观的枪支可能在现有的技术下相当困难，但利用 3D 打印技术是非常有可能突破技术壁垒并将之实现。

六、总结与建议

3D 打印技术是“互联网+先进制造业”的产物，已被广泛应用于工业和个人领域，3D 打印技术能够简化制造流程、缩短产业供应链、实现生产普及化、根据客户及市场具体需求将产品定制化并以此来改变制造业的未来格局，但是，如同其他新兴科技一般，人们在享受 3D 打印技术带来美好成果的同时，亦应该对 3D 打印技术保持谨慎态度，特别是 3D 打印技术对现今社会犯罪模式的改变。

3D 打印机的技术应用及售价越加普及化，使民众能够更容易接触及控制 3D 打印

技术，同时技术的市场化将作为动力推动技术往更适合不同市场需求的方向发展，但是，在社会没有对新型技术市场作出相关风险评估，并实施相应的规范监管时，新兴科技很容易被不法分子及恐怖组织所利用，成为实施犯罪及恐怖活动的工具，但如过度管制则有可能扼杀技术创新，不利技术的发展及传播，增材制造的双重用途潜力使得人们在限制推广这项技术的同时肯定也会限制它的众多益处，3D 打印制枪技术正是 3D 打印技术发展必然的产物，也是各项新型技术发展必需面临及经历的历史困境。

枪械是现今人类广泛使用的高杀伤力武器之一，因此，枪械历来属于世界各国政府的重点管控对象，不少国家均立法严禁民间私自持有及制造枪械，枪械的严格管制使制枪技术难以传播，同时传统制枪的高技术门槛使一般民众很难以一己之力制枪，但随着第一枝 3D 打印枪技的出现，突破了传统制枪技术的模式及界限，令一般市民得到即使在没有具备专业的知识及工业设备的情况下，亦可以获得制造一把廉价、隐蔽及具杀伤力的枪支的能力。

3D 打印制枪技术的急速发展，将有可能取代现有的传统制枪技术，现今的枪械管制制度是以传统制枪技术及现今的枪械市场定制的，未必能够适用于对 3D 打印枪械的制造、持有、检测及质量等管控，从而使社会将面临 3D 打印枪械流入小区的一系列安全风险。

科技的发展并不会裹足不前，相反目前人类的科技正进入飞跃性发展，目前 3D 打印技术的确面临软件能用、3D 打印机功能、打印物料等一系列的技术瓶颈，使利用 3D 打印制枪仍需拥有对 3D 打印及制枪技术一

定技术的人士才能成功，且 3D 打印制造的枪械明显性价比差距太大，对比传统制枪技术仍有较大差距，但只要 3D 打印技术出现重大突破时，3D 打印制枪技术必然加快取代传统制枪技术及其市场地位，特别是黑市的枪械制造及销售市场，将以更隐蔽的跨国分散性方式存在。

于 2020 年 4 月 20 日至 27 日在日本京都举行的第十四届联合国预防犯罪及刑事司法大会，3D 打印枪械被列为“探讨新技术作为犯罪的手段和打击工具”的重要议题之一，根据联合国秘书处编写的背景文件资料，3D 打印在短期和长期内可对地方、国家和国际安全产生影响。3D 打印技术的发展和推广更会显著加速武器扩散，并可能对日常犯罪产生重大影响。另外，3D 打印枪支可能会对登记和执照发放制度以及警方侦查所用的弹道数据库效力产生负面影响，并建议会员国应在其法律中列入关于拥有、出版和转让可用于最终制造枪支的数字材料规定，并开展能力建设活动以提高预防、侦查调和起诉这些行为以及暗网枪支贩运的技能。

3D 打印的客制化可塑性并不只局限于制枪用途，随着技术的突破有可能会出现在制造毒品、伪钞、其他违法武器等技术上，世界各国的国际体系，包括国家、商业领袖、政府官员和其他政策制定者需通力合作，建立有预见性和具约束性的全球规范和标准，定期跟进及交流 3D 打印技术的最新发展情况，执法人员亦可于外地交流中取长补短，加强其执法及侦查能力，只要未雨绸缪，高度重视新技术为社会可能带来的潜在风险，3D 打印技术定必使人类的生活水平迈向更高层次。

责任编辑 徐闻彬