

为教学而设计的简易 3D 打印机

梁志宏 香港特别行政区四邑商工总会陈南昌纪念中学

◎ 目的和意义

2009 年第一台开放设计的 Rep Rap 3D 打印机面世后,世界各地都开始探讨 3D 打印将如何改变传统的设计及生产,以及如何引发更大的创意。而教学上应用 3D 打印,亦有利于学生发挥更大的创意。过去,学生可能有一些很好的设计创意,但碍于手工等技术问题,未能将想法转化为实物,不能评估成果,亦未能了解自己设计的优劣,减少了学生进步的空间。因此,世界各地都开始思考如何在教学上有效地应用 3D 打印,而部分先进国家如美国已经开始尝试在学校推广。中国香港亦有少部分学校开始引入 3D 打印。

但是于教学上引入 3D 打印并不容易。一个主要原因在于打印速度缓慢。打印一件边长 8cm 的立方体,层厚 0.25 mm 时,一般需要好

几个小时。如果只利用 1 台 3D 打印机进行教学,明显地难以让学生同时使用。虽然老师可以安排学生轮流使用,但课程进度必然会被拖慢,降低学生的学习兴趣。而且,学生的设计无法尽快实现,也不利于学生进一步的研究及改善。

当然,通过添置更多 3D 打印机,可以使更多学生有机会于课堂实时使用。但现有的 3D 打印机机身很大,因此难以在计算机室中添置更多 3D 打印机,让每个学生都能亲身使用,且一般 3D 打印机价值数千元至数万元不等,难以推广至日常教学。因此,若要于教学上引入 3D 打印,将其普及化,非常需要发明一台可以简易制作的低价 3D 打印机。

◎ 制作目标

为方便制作及推广,设计时考虑了以下各点,使老师及学生都易

于自行制作及保养。

◆ 由于香港不少中学都备有激光切割机,所以整个机身结构全部利用激光切割而成的胶片组成。

◆ 尽可能选用标准五金零件、电路板、喷嘴及步进马达,以便于购买,而且价钱会比较便宜。

◆ 尽量减少零件,而且须易于组装,目标是学生可以自行制作及保养。

◆ 机身结构由 Rep Rap 的开放型设计,变为箱形设计。目的是避免学生意外接触发热喷嘴,使操作更安全。而且箱形设计易于收藏,打印时亦有利于保持打印温度,提高打印质量。

◆ 单件制作成本低于 HK\$ 1500。

◎ 面对难题

为了在计算机室的有限空间里还能实现一人一机,机身尺寸必须



图 1 激光切割机身部件

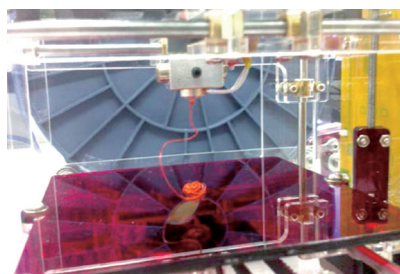


图 2 打印运行喷嘴测试

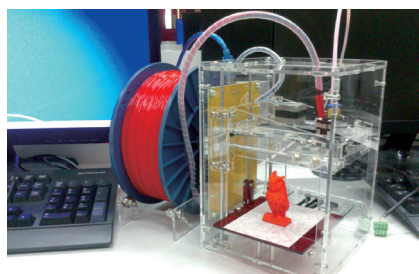


图 3 3D 打印机成品



图4 学生打印成品

尽量缩小；但又要充分利用机身内部空间，增加可打印体积，因此内部零件必须尽量使用更细小紧密的设计。有些主要零件，很难选用比较小的尺寸，如电路板、步进电机、喷嘴等，为此设计上花费了大量时间。

市面的3D打印机一般会选用42系列步进电机（边长42mm），因为这种电机的驱动力矩比较大。但由于需要更紧凑的尺寸，因此本设计选用了28系列（边长28mm），然后在机械结构上，加入动滑轮设计，使步进电机的力矩倍增，加上轻量化设计，确保整个系统可以稳定运作。

◎ 开发过程

◆ 设计。本设计由一开始便利用计算机辅助设计软件进行，确保设计的精确度，并方便不断修改。基本设计分为4个主要部分：机身、打印平台、升降平台及打印喷嘴组件。

◆ 制作。完成设计后，开始利用激光切割制作机身零件。机身材料使用3mm厚的亚克力胶片。每加工一件后立即组装测试，以确定设计是否精确，见图1。

◆ 测试。完成组装后，便开始连接电路，进行控制及机件运行

测试。机件运行测试目的在于观察机件是否运行顺畅，特别是小力矩的步进电机是否可以推动各平台，以及动滑轮设计是否有效运作。另外，还要测试打印喷嘴（见图2），观察是否能顺利将胶料打印出来。

◆ 打印。完成组装及运行测试后，确定一切运作正常，便开始打印测试。打印测试在于修改打印机各项软件参数，以得出更好及更稳定的打印质量。完成后的教学用3D打印机见图3。

◎ 总结

对比起市面现有的3D打印机，本发明特别之处在于机身细小，制作简易，价钱便宜。因此可以做到用于学校的计算机室，实现一人一机的教学，让学生享受3D打印带来的好处，发挥学生创意，特别适合在学界普及。学生制作的部分作品见图4。

◎ 后续发展

本发明样机已经稳定运作，现在正优化结构，尝试减少零件数目，从而进一步减少制作时间。同时，已经在学校制作了30台同款打印机，已于2014年4月后正式在课堂使用。今后，还会将整个设计公开，使其成为开放硬件，方便有兴趣的

老师和学生自行制作，从而使更多学校和学生受惠，达到普及应用。

另外，发明之后，曾多次在各个公开场合推广，希望可以更快普及，让更多学生和老师受惠。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科教制作类一等奖。

专家评语

项目原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理，作品教育性强。项目选题新颖，具有实质性创新，在通常的3D打印机的结构改进上有突破。作品效果显著，制作规范具有示范推广价值。希望项目能进一步提高打印精度。■