



创客教育丛书
MAKER & EDUCATION

“十三五”

国家重点图书出版规划项目

中国电子学会创客教育专家委员会 中国创客教育联盟 推荐

三维建模、3D 打印 与 Arduino 综合实践手册

董博 李时念 李明阳 王翔 著

3D Design+3D Print+Arduino Projects

本课程可以教你

- ✓ 由浅入深的 3D 建模知识
- ✓ 电子电路基础知识
- ✓ 图形化编程基础知识
- ✓ 基于数字工具的创作思路



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



创客教育丛书
MAKER & EDUCATION

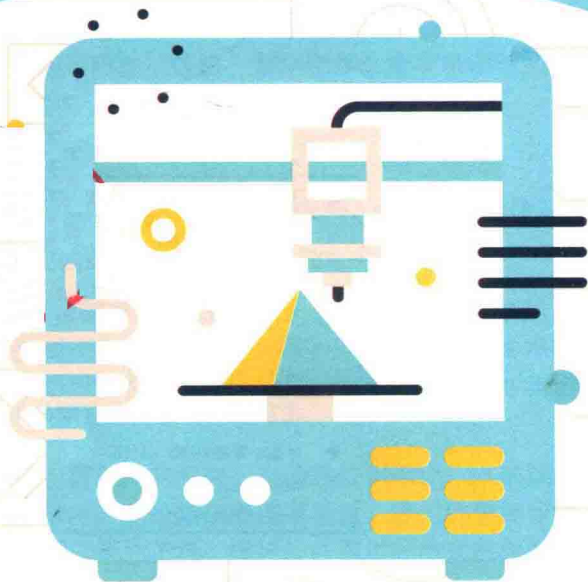
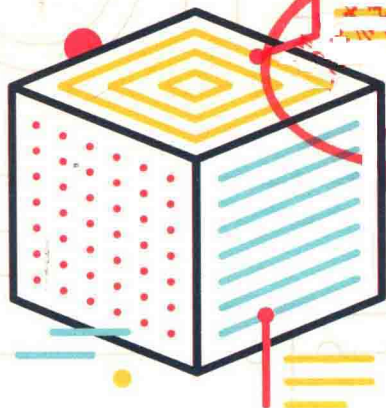
中国电子学会创客教育专

联盟 推荐

三维建模、3D 打印 与 Arduino 综合实践手册

董博 李时念 李明阳 王翔 著

3D Design+3D Print+Arduino Projects



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

三维建模、3D打印与Arduino综合实践手册 / 董博等
著. — 北京: 人民邮电出版社, 2018.2
(创客教育)
ISBN 978-7-115-47485-8

I. ①三… II. ①董… III. ①三维动画软件—手册②
立体印刷—印刷术—手册③单片微型计算机—程序设计—
手册 IV. ①TP391.414-62②TS853-62③TP368.1-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第322150号

内 容 提 要

本书和《三维建模与3D打印从入门到精通》组成了一套专门针对中小學生、基于项目式学习的3D建模与Arduino综合实战教材。本书可以在以下几个方面为学生和教师提供帮助:自成体系、由浅入深的3D建模知识,电子电路基础知识,图形化编程基础知识,基于数字工具的创作思路,基于PBL(项目式教学)的教学、学习思路。

本书收录的项目以學生实际生活为基础,以解决问题为目标,所有项目由简单到复杂,层层递进,兼具了实用性和美观性。用3D One软件建好模型,打印出来就有实用价值。与传统教材相比,本书除了重视知识的体系化外,更加重视思维模式的培养。

本书适合中小学课堂和课外兴趣班使用,也适合对新技术感兴趣、富有想象力和创造力的學生自学。创客教育是实践性的课程,一万个理论空想不如开展一堂真实课程来得实际。希望参与创客教育的學生和教师们都能够在学习实践中,在学习实践中实践。

-
- ◆ 著 董 博 李时念 李明阳 王 翔
责任编辑 周 明
责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 690×970 1/16
印张: 12.25 2018年2月第1版
字数: 283千字 2018年2月北京第1次印刷
-

定价: 59.00元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

前言

这是一本专门针对中小學生、基于项目式学习的3D建模与Arduino综合实战教材。

在开始撰写你手中所拿的这本书时，我们的目的是给中小学信息技术教师、科学教师或者想成为创客教师的朋友提供数字工具（建模、编程等）基础知识以及教学策略。目前创客教育领域的教材，一部分存在着“轻方法、重知识”的问题，其过多的专业词汇也给非理工专业的教师带来了不少麻烦；另一部分教材的内容过于简略，没有内容难度的递进。

因此，我们希望本书能在以下几方面为学生和教师提供帮助。

- (1) 自成体系、由浅入深的3D建模知识。
- (2) 电子电路基础知识。
- (3) 图形化编程基础知识。
- (4) 基于数字工具的创作思路。
- (5) 基于PBL（项目式教学）的教学/学习思路。

为了验证课程内容的可行性，我们长期与成都磨子桥小学和成都石室联合中学合作，校企联合开发课程，确保了所有项目的优质和可行性。这里，要特别感谢磨子桥小学的杨雯老师与石室联合中学的李文勇老师给我们提供了宝贵的一线教学结果反馈。

翻开此书，你会很快发现如下几个特点：

详细得犹如我们就在你身边诉说，手把手教你建模、完成硬件连接、进行编程操作；

全面得犹如一本创客百科全书，所有的知识点以合理的方式排列在书的后半部分。

另外，项目以学生实际生活为基础，以解决问题为目标，所有项目由简单到复杂，层层递进，所有项目兼具实用性和美观性。比如前期的多肉小花盆项目，建好模型，打印出来就可以种植多肉植物。再比如后期的超声波测距仪项目，做好就能测量距离。

同时，我们也在教学方法上做了更长远、更深入的探究。与传统教材相比，本书除了重视知识的体系化，还更加重视思维模式的培养。无论是建模还是编程，我们的最终目的并不是希望学生以后能够从事这些行业，而是以此为工具，学习如何通过收敛式的创新思考方式将想法分解为可实施的小环节，最终通过不断迭代，去完成目标。

最后，根据校内一线教师的真实授课和真实结果反馈，我们最终确定了探究式上课流程与评估流程，以全面评估代替以往的单一结果评估。

不得不说，创客教育是实践性的课程，一万个理论空想不如一堂真实课程教学来得实际。希望参与创客教育的学生和教师朋友们都能够在实践中学习，在学习中实践。

课程流程与评估标准

课程流程与评估标准

■ 上课流程

■ 评估标准

环节1:明确挑战和约束要求

- 挑战:
我要设计一个XXX,并用3D打印机制作出来,它能够解决XXXX问题。
- 约束条件:
 - (1) 必须在书上画出2D草图,并包含有关键说明和关键尺寸。
 - (2) 设计的模型必须可以打印(满足老师要求的尺寸)。
 - (3) 有3分钟时间来陈述整个设计过程。

环节2:探索解决方案

环节3:选择自己的解决方案

- 解决方案:
 - (1) 实用性
 - (2) 外观精美程度
 - (3) 是否可以满足约束条件

环节4:3D模型设计

- (1) 老师讲解
- (2) 书本资料查询

环节5:原型验证

- 根据最后打印出来的效果,验证是否能够解决XXXX功能,同时满足项目的约束条件。如果有必要,老师给出一定的迭代方向建议。

环节6:总结迭代

- 根据验证的结果,迭代,改进自己的产品,并通过演讲的方式,陈述整个设计思路。

例如:

我们希望通过设计一个3D模型去解决XXXX问题。在方案的探索中,我们对比了A方案、B方案、C方案。最终,我们选择了B方案,因为它的优势在于XXXX。根据最后打印出来的结果,我们对XXXX还是非常满意的,但XXXX还是没有正常工作。所以,我们的迭代版本是XXXX。

分析/解决问题的能力评估

根据环节1、2、3的图文记录评估此项的能力得分。

- 部分未完成:得0分。
- 全部完成,但没有创新点:得1分。
- 全部完成,很有创意:得2分。

原型产品评估

根据环节4、5中的最终产品来评估此项的得分

- 未完成设计:得0分。
- 完成设计,但有明显缺陷(比如:体积过大,模型无法打印,或者无法满足功能):得1分。
- 完成设计,无明显缺陷:得2分。
- 完成设计,无明显缺陷并且有创意:得3分。

迭代与反思能力的评估

根据环节6的表现来评估此项的得分。

- 未完成方案验证与改进图文记录:得0分。
- 完成方案验证与改进记录,但不够认真:得1分。
- 完成方案验证与改进记录,并具有创新点:得2分。
- 完成方案验证与改进记录,并能够以1~6个项目环节的图文信息为思路,顺利讲解自己的整个设计流程:得5分。

目 录

1 挑战：科技改变世界	001	3 挑战：泡泡棒	021
1.1 知识大挑战	001	3.1 需要解决的问题.....	021
1.2 创客与发明	002	3.2 你的挑战.....	021
1.2.1 那些通过科技改变世界的 创客们.....	002	3.3 考核要求.....	021
1.2.2 创客就在我们生活当中.....	004	3.4 方案分析.....	021
1.3 智能设备.....	006	3.5 草图设计.....	023
1.3.1 科技与智能设备.....	006	3.6 确定最佳方案.....	024
1.3.2 成为能够制作智能设备的 小创客.....	007	3.7 样例建模指导.....	024
1.3.3 智能设备的工作原理.....	008	3.8 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	030
1.3.4 传感器.....	009	3.9 方案验证与改进.....	031
1.3.5 控制器.....	010	4 挑战：多肉小花盆	032
1.3.6 3D 打印——创客的 好帮手.....	010	4.1 需要解决的问题.....	032
2 挑战：宠物铭牌	013	4.2 你的挑战.....	032
2.1 需要解决的问题.....	013	4.3 考核要求.....	032
2.2 你的挑战.....	013	4.4 方案分析.....	033
2.3 考核要求.....	013	4.5 草图设计.....	034
2.4 方案分析.....	014	4.6 确定最佳方案.....	034
2.5 草图设计.....	015	4.7 “样例 1” 建模指导.....	035
2.6 确定最佳方案.....	015	4.8 “样例 2” 建模指导.....	041
2.7 “案例 3” 建模指导.....	016	4.9 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	046
2.8 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	019	4.10 方案验证与改进.....	047
2.9 方案验证与改进.....	020	5 挑战：卡通铅笔防滚头	048
		5.1 需要解决的问题.....	048

5.2 你的挑战.....	048	8 挑战：金牌团队徽章.....	076
5.3 考核要求.....	048	8.1 需要解决的问题.....	076
5.4 样例建模指导.....	048	8.2 你的挑战.....	076
5.5 草图设计.....	054	8.3 考核要求.....	076
5.6 确定最佳方案.....	054	8.4 样例建模指导.....	076
5.7 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	054	8.5 草图设计.....	083
5.8 方案验证与改进.....	055	8.6 确定最佳方案.....	084
6 挑战：爱心手机支架.....	056	8.7 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	084
6.1 需要解决的问题.....	056	8.8 方案验证与改进.....	085
6.2 你的挑战.....	056	9 挑战：小个头大直尺.....	086
6.3 考核要求.....	056	9.1 需要解决的问题.....	086
6.4 样例建模指导.....	056	9.2 你的挑战.....	086
6.5 草图设计.....	061	9.3 考核要求.....	086
6.6 确定最佳方案.....	061	9.4 样例建模指导.....	086
6.7 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	061	9.5 草图设计.....	098
6.8 方案验证与改进.....	062	9.6 确定最佳方案.....	098
7 挑战：多功能笔筒.....	064	9.7 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	098
7.1 需要解决的问题.....	064	9.8 方案验证与改进.....	099
7.2 你的挑战.....	064	10 大挑战：多彩小吊灯.....	100
7.3 考核要求.....	064	10.1 需要解决的问题.....	100
7.4 样例建模指导.....	064	10.2 你的挑战.....	100
7.5 草图设计.....	074	10.3 考核要求.....	100
7.6 确定最佳方案.....	074	10.4 硬件编程方案.....	101
7.7 方案实施（讲解自己的设计 思路）.....	074	10.4.1 RGB LED 的组成.....	101
7.8 方案验证与改进.....	075	10.4.2 RGB LED 的点亮原理.....	102
		10.4.3 实验 1：分别单独点亮 R、G、B 三个灯.....	103

10.4.4	实验 2: 颜色的混合	105	12.2	你的挑战	144
10.4.5	编程控制 RGB LED 颜色变化	105	12.3	考核要求	144
10.5	外观方案	111	12.4	硬件编程方案	145
10.6	草图设计	111	12.5	外观方案	150
10.7	程序方案设计	112	12.6	样例建模指导	151
10.8	确定最佳方案	112	12.7	草图设计	162
10.9	样例建模指导	113	12.8	程序方案设计	162
10.10	方案实施 (讲解自己的设计 思路)	116	12.9	确定最佳方案	163
10.11	方案验证与改进	117	12.10	方案实施 (讲解自己的设计 思路)	164
11	大挑战: 超声波测距仪	119	12.11	方案验证与改进	165
11.1	需要解决的问题	119	13	终极挑战: 防碰撞无人驾驶 系统	167
11.2	你的挑战	119	13.1	需要解决的问题	167
11.3	考核要求	119	13.2	你的挑战	167
11.4	课程引入	119	13.3	考核要求	167
11.5	硬件编程方案	120	13.4	样例建模指导	168
11.6	样例建模指导	125	13.4.1	小车底板的绘制	168
11.7	草图设计	140	13.4.2	超声波传感器安装结构的 绘制	180
11.8	程序方案设计	140	13.5	防撞功能硬件编程方案	183
11.9	确定最佳方案	141	13.6	草图设计	187
11.10	方案实施 (讲解自己的设计 思路)	142	13.7	程序方案设计	187
11.11	方案验证与改进	143	13.8	确定最佳方案	188
12	大挑战: 智能电风扇	144			
12.1	需要解决的问题	144			

1 挑战：科技改变世界

1.1 知识大挑战

认真学完本挑战的内容之后，回答如下问题。

1. 用文字描述什么是创客。
2. 举例说明你所知道的创客以及他所发明创造的东西。
3. 以类比的方式，用文字描述什么是传感器。
4. 以类比的方式，用文字描述什么是主控板。
5. 如果你掌握了编程和3D打印机的使用方法，你打算制作些什么？

如果我们有一台时光机，我们就能亲身感受到从人类出现以来，人类的生活方式发生了多大的变化。

很久以前，人们想去另一个地方只能靠自己的双腿，一生能到达的地方非常有限。后来，人类通过自己的智慧发明了可以在陆地上行驶的车、可以在天上飞的飞机，从此，从地球的一边到另一边都只需要一天的时间。到现在，甚至出现了可以带我们飞离地球的宇宙飞船，你知道吗，这可是很久之前科幻小说里面的东西呀！从前的科幻小说里出现的东西，在人类的智慧和努力下一个个变成现实，未来，也许我们自己，也能造出有利于世界的发明。

1.2 创客与发明

1.2.1 那些通过科技改变世界的创客们

现今世界，有一个很流行的词汇叫“Maker”，中文翻译为“创客”，指勇于创新，努力把自己的创意变成现实的人，跟我们以前常说的发明家相似。而这些拥有创造力又能付诸实践的创客们，利用科技，推动了世界的发展和变化。

在希腊神话中，普罗米修斯创造出了人类，并从神界盗取了火，交予人类。火一直保护着人类免受野兽的侵袭，并在夜晚给人类带来光明和温暖。

很长一段时间以来，人类都靠火来照明，但用火来照明很容易发生火灾，因此，人们一直在寻找可以提供照明的替代品。

直到1879年，爱迪生（见图1.1）发明出了世界上第一盏实用的电灯，让千家万户生活在相对安全和光明的世界。爱迪生勤奋好学，勤于动手，还发明了留声机、电影摄影机等1000多种物品，获得了“发明大王”的称号。爱迪生就是那个时代的创客。

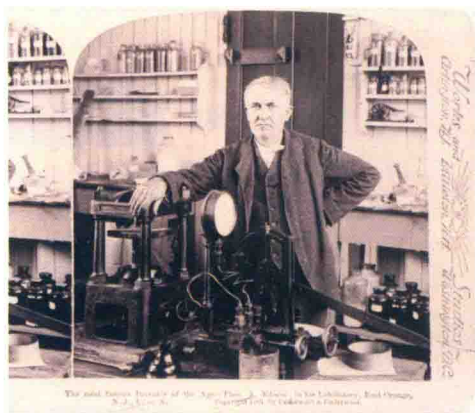


图 1.1 爱迪生

在电影和漫画世界中，钢铁侠（托尼·斯塔克）就是一个“创客”。他给自己发明了一套装甲（见图 1.2），除了具有普通装甲所有的保护功能之外，他的装甲还赋予他超人的力量、超人的耐力以及飞行能力。装甲还可以按照他的语音指令和动作指令做出变化。

他一共给自己设计了 40 多套装甲，每套装甲都根据其使用的目标拥有不同的造型和功能。比如他的 Mark44 反浩克装甲，是为了反抗绿巨人浩克而制造的，体型比浩克还要大，可以包裹其他战甲，并且装有一个飞行装备库，以便及时更换损坏的零件（见图 1.3）。



图 1.2 钢铁侠



图 1.3 反浩克装甲

在我们这个时代，也有像钢铁侠一样聪明并勇于创造的“创客”——埃隆·马斯克（见图 1.4），他被誉为“硅谷钢铁侠”。他从小对计算机有着浓厚的兴趣，自学编程，12岁时，就开发了一款以太空为主题的电脑游戏。之后，他便一直在不断实现他的创意和梦想。

为了实现移民火星的梦想，他制造出了 SpaceX 火箭（见图 1.5），目标是到达火星并返回地球。



图 1.4 埃隆·马斯克



图 1.5 SpaceX 火箭

为了节约能源、减少污染，他制造了能够供人们使用的智能电动汽车特斯拉（见图 1.6）。



图 1.6 特斯拉电动汽车

想一想：世界上还有不少创客的身影，你还知道哪些可以被称为“创客”的人？



1.2.2 创客就在我们生活当中

为了解决我们遇到的各种麻烦，生活中，也涌现了很多“小创客”，他们的各种“小发明”让我们的生活变得方便。

系鞋带是一件非常麻烦的事情，但是不系鞋带鞋子又会掉，这时要怎么办呢？瑞士的科学家德梅斯-特拉尔在一次野餐时发现牛蒡果（见图 1.7）会扎在衣服和狗狗的毛发上，他好奇地想，牛蒡果为什么有这么大的附着力呢？在显微镜观察下，他发现牛蒡果上有无数小钩。他想，仿照牛蒡果的结构，不是可以制成一种方便、牢靠的搭扣吗？



图 1.7 牛蒡果

经过半年试验，他创造出了魔术贴（见图 1.8）。魔术贴分两面，一面是带钩的刺毛，一边是圆毛，只要把两边轻轻对贴在一起就粘紧了。

人们发现，在剪头发时，碎头发经常会粘在皮肤上和衣服上，非常痒，又难以去除，于是，有人发明了阻止头发掉落的工具（见图 1.9）。



图 1.8 魔术贴



图 1.9 剪发时阻止头发掉落的工具

两个人同撑一把伞会被淋湿，因此有人发明了双人雨伞（见图 1.10）。



图 1.10 双人雨伞

撑开已经挡过雨的雨伞，会弄得全身是水，把雨伞反过来撑就解决了这个问题（见图 1.11）。

撑雨伞太累？看看这个可以背的雨伞（见图 1.12）。



图 1.11 反过来撑的雨伞



图 1.12 可以背的雨伞

创客无处不在，他们的发明的灵感也来源于生活。你也可以成为小小创客。要知道，成为创客不仅需要创意，你的创意还需要与实际相结合，并可以用自己的双手做出来哦！

1.3 智能设备

1.3.1 科技与智能设备

在创客和企业的共同努力下，创客的发明使我们的世界正往“智能”的方向发展。很多之前没有“生命”的东西，似乎都被赋予了生机和活力。我们身边很多的物品已经能够根据人类的指示做出反应，或者在没有人力干预的情况下自动进行工作了。

比如我们在阴暗的路上走动的时候，灯会自动为我们而开；电脑能够通过键盘的输入

和鼠标的指示，展示我们需要的东西；手机能够根据手指的滑动来展现我们想要使用的软件还有画面（见图 1.13）；机器人管家能够听从我们的吩咐来整理房间（见图 1.14）……

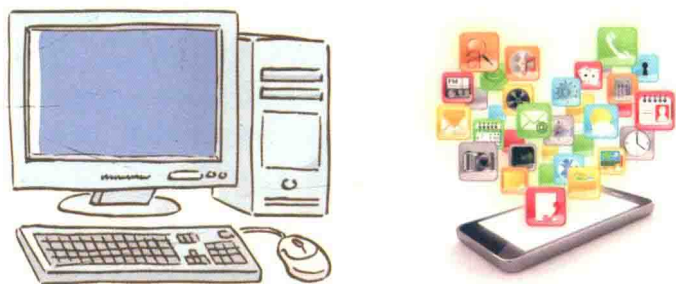


图 1.13 电脑和手机



图 1.14 机器人管家

这些都是创客们创意的成果，我们在这里暂且把这些物体称为“智能设备”。钢铁侠的战甲也是智能设备，只是目前还没有人将具有同样功能又能贴身穿着的战甲制作出来。

想一想：小创客们，你们有什么想要自己制作的“智能设备”呢？



1.3.2 成为能够制作智能设备的小创客

想要成为“创客”，光有想法是不行的，我们必须知道怎么把想法变成现实。那么，我

们怎么像前面所说的创客们一样，把我们想要做的“智能设备”做出来呢？首先，我们得明白智能设备的制作原理。

灯为什么会亮？火箭是怎么发射到太空又自己回来的？真的可以制造出跟钢铁侠一样能够根据我们的动作和语音命令进行改变的战甲吗？要找到这一个个问题的答案，我们必须知道智能设备都是怎么工作的。

1.3.3 智能设备的工作原理

智能设备，其实都是通过“输入—处理—输出”的原理来进行活动的。我们可以把这些有“意识”的物品，想象成一个个独立的人。

想象一下，我们“喝水”的动作是如何产生的呢？其中一种可能是，我们的眼睛看到了一杯水，并把这个“有水”的信息输入大脑，然后大脑在进行一系列的处理后，表示“想要喝水”，然后将“拿起那杯水，喝掉”的信息传达（输出）给我们的身体，我们就会做出“拿起那杯水，喝掉”的动作（见图 1.15）。



图 1.15 人类“喝水”动作的产生

智能设备也一样，比如机器人管家，它听到我们的声音或者看到我们的动作指令后，经过处理，向它的“身体”输出指令，完成我们的任务。比如，我们把“想要喝水”这个命令告诉机器人管家（输入），然后机器人管家的“大脑”处理我们的命令，产生“给主人拿水”的信息，并将这个信息输出给它的“身体”，然后它就会根据信息执行命令，将水拿给主人（见图 1.16）。



图 1.16 机器人“拿水”动作的产生