



清华大学创客教育实验室 现代教育技术杂志社 英特尔公司

中国创客教育蓝皮书

China Maker Education Bluebook

2015



清华大学创客教育实验室
现代教育技术杂志社

联合出品

英特尔公司

支持

主编

付志勇

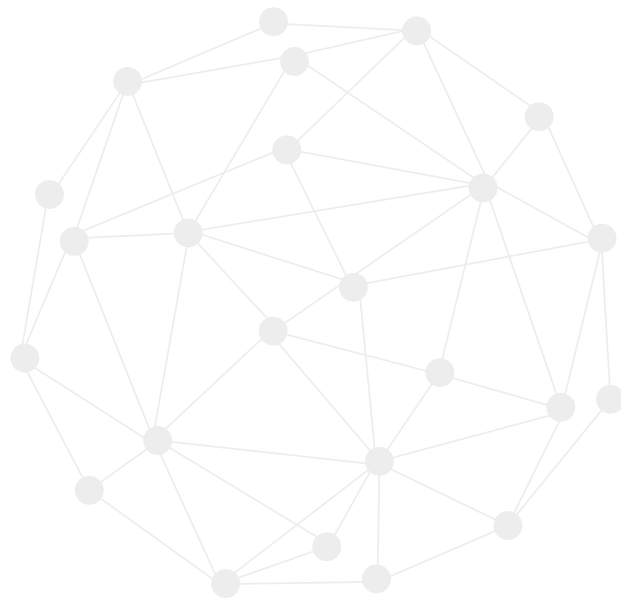
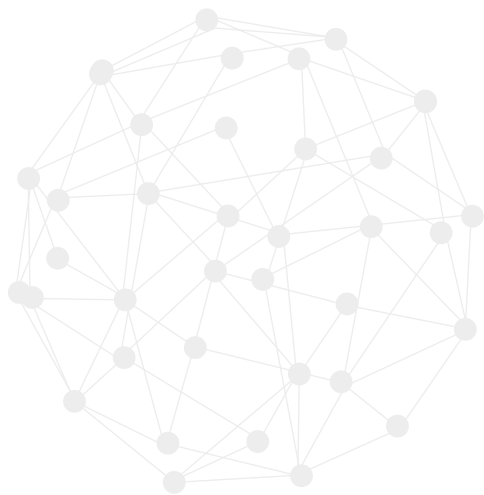
执行主编

宋述强

编委会

付志勇 关琰 黄蔚 李双寿 李寅 秦征 宋述强 吴俊杰 谢作如

许涛 杨现民 郑旭东 钟晓流 张燕江



主编寄语

Editor's Note

2015 年的五四青年节，清华的同学收到李克强总理的回信，信中寄语清华创客同学要不断丰富创客文化，传播创客种子。《中国创客教育蓝皮书》的推出，正是回应总理的希望，在高校的平台，展现新的创客文化，培育创客种子。清华创客的出现，源自于梦想当实现，行胜于言的清华精神，并已成为清华大学融合各个学科开展创新教育实践的重要形式。

校园创客文化鼓励的是创新力、执行力、领导力的培养，即跨界学习将梦想变为现实的创新力，整合资源动手实现产品的执行力，跨学科团队合作的领导能力。创客种子包含的创新 DNA，即独立、勇气、包容、责任，创客要有自主学习的独立精神，勇于尝试不畏失败的探索精神，打破边界兼收并蓄的包容精神，承担社会与产业需求的责任，它们体现的是一位创客应有的素质。

2013 年春，清华美院的师生开始 Designow 设计力创新工作坊，为不同学科的同学搭建了一个新的创新孵化平台。2014 年，适逢第五次中美人文高层磋商机制在中国举办，清华大学受教育部的委托，参与承办了首届中美青年创客大赛，推动创客运动在中国的发展。2015 年，随着李克强总理到访深圳柴火创客空间，创客热潮在中国大地涌起。作为中国创新教育的引领者，清华师生开始关注如何将创新创业教育融入到培养体系。创客种子目前已在清华“三位一体”、“三创融合”的创新创业教育体系中扎根，生长出系列的技术创新创业辅修专业，在融合的创新文化氛围中演绎出新的创客故事。

《中国创客教育蓝皮书》作为持续丰富中国创客文化与传播创客种子的尝试，对创客运动和创客教育进行回顾和梳理，在学术研究的层面进行理论溯源，为传播创客文化归纳实践的案例和模式，同时对未来进行思考，提出可持续发展的努力方向。蓝皮书编委会将和社会各界、教育机构充分合作，形成创新共同体，汇聚创新教育资源，通过多种形式，打造创客教育的互动传播平台。

清华大学 付志勇

序言

Preface

以开放创新为引领的创新 2.0 新趋势，将人们带入了一个激动人心的“大众创业、万众创新”的新时代，创新模式也正在由“蘑菇云”式的爆发式增长，转化为“爆米花”一样的遍地开花。在我们看来，创客是推动新一轮创新的新引擎，万众创新给予了更多人参与创新、成就梦想的机会，但是要让“爆米花”一样遍地开花的创新得以实现，还需要不断完善开放创新的生态系统，需要社会多方力量参与协作，发挥各自优势，分享经验和资源，共同降低创新门槛，激励创客精神，培育创客文化，只有这样，才能让创新速度更快、维度更广、积淀更厚，才能让创客星星之火加速燎原神州。

基于这些思考，并作为英特尔与中国共创未来的重要战略支撑，我们积极推动创新生态圈的建设，携手政府、企业伙伴、教育界、公益组织等广泛的创新力量，打造开放创新平台，激发大众的创新热情和创造力，帮助每个人实现自身价值和梦想。另外，我们深谙青少年是未来创新的关键力量，创客文化、创客精神和创客素养都需要从青少年、从学生抓起。为此，我们启动“英特尔众创空间加速器”计划，支持“中美青年创客大赛”、支持和组织“创客教育论坛”、举办“英特尔众创行”、“社会创新周”等系列活动，对创客们提供一揽子支持，并特别通过与高校合作建立联合创客空间，推动创客教育，激励青少年投身创客运动，共领未来创新。

十年树木，百年树人。激励青少年创客、推进创客教育、培养面向未来的创新人才，是一个长期、持续、复杂的过程，是一项系统工程，既需要社会力量进行多元化投入，也需要多途径培育创客、创新与创业的文化。

应对这一时代需要，我们联合清华大学推出《中国创客教育蓝皮书》无疑正当其时。该书不仅总结了不同教育机构开展创客活动和创客教育的实践经验，对创客运动发展做出了理论探索，而且对创客运动所带来的学习方式变革，教师队伍以及课程体系建设等基础问题和未来挑战都做了前沿探索，其功用必将不仅在当前为创客教育的发展、创客文化的传播、普及做出贡献，更会为利在千秋之教育创新发挥积极作用。

英特尔公司中国区企业事务部总经理 朱文利

目录

Content

主编 & 执行主编 & 编委会	1
主编寄语	2
序言	3
1 创客运动与创客教育的广泛兴起	5
1.1 创客运动蓬勃发展	6
1.2 创客教育应运而生	8
1.3 创客热点议题聚焦	11
2 创客教育的理论溯源与实践探索	15
2.1 创客教育的理论溯源	16
2.1.1 实用主义教育理论与“从做中学”	16
2.1.2 情境学习理论与“合法的边缘性参与”	16
2.1.3 建造主义与“在制作中学习”	17
2.2 创客教育的实践探索	18
2.2.1 创客空间的建设及案例	18
2.2.2 创客活动的设计与组织	28
3 开展创客教育面临的问题与挑战	34
3.1 如何建设校园创客空间，服务创客教育活动	35
3.2 如何重构原有课程资源，建立创客课程体系	35
3.3 如何打造创客师资队伍，变革传统教学方式	35
3.4 如何组织创客教育活动，培育推广创客文化	36
3.5 如何做好顶层规划设计，实现可持续的发展	36
3.6 如何协同各方面的力量，形成多元参与格局	36
参考文献	37

1

创客运动与创客教育的广泛兴起

1 创客运动与创客教育的广泛兴起

1.1 创客运动蓬勃发展

“创客”一词来源于英文单词“Maker”或“Hacker”，可以从狭义和广义两个层面去理解——狭义上的创客是指那些酷爱科技、热衷实践、乐于分享，努力把各种创意转变为现实的人；广义上的创客是指有创意，并且能够付诸于实践进行创新的人，在今天凡是参与“大众创业，万众创新”的人都是创客。创客的共同特质是创新、实践与分享。创客通常有着丰富多彩的兴趣爱好以及各不相同的特长，一旦他们围绕感兴趣的问题聚在一起时就会爆发出巨大的创新活力。《连线》杂志前主编、3D Robotics 公司 CEO 克里斯·安德森 (Chris Anderson) 在《创客：新工业革命》一书中，将创客描述为：“今天，正有成千上万的企业家从‘创客运动’中涌现，将 DIY 精神工业化。我们都是‘创客’，生来如此（看看孩子对绘画、积木、乐高玩具或者做手工的热情），而且很多人将这样的热爱融入到了爱好和情感中。”

创客运动 (Maker Movement) 就是在全世界范围内推广创客理念，培育创客文化，推动大众参与创客实践的一场创新运动。它包括了创新探索的精神、动手实践的文化、开放共享的理念，以及对技术的极致钻研和对美好生活的不懈追求。在全球创客运动之父、《制作》杂志和制汇节 (Maker Faire) 的创始人戴尔·多尔蒂 (Dale Dougherty) 看来，“创客运动已然成为一场社会运动，其中包含了各种类型的制作和形形色色的创客，它连接着过去，也改变着我们对未来的看法。实际上，创客运动可以被看作是对植根于我们历史和文化中的，注重动手创造的深层文化价值观的重新诠释。”

探究创客运动的源头，至少可以追溯到上个世纪盛行于欧美的 DIY 动手活动热潮和黑客社区的黑客文化。DIY 表现为不依赖专业工匠，通过利用适当工具与材料进行修缮工作，之后慢慢演变成发挥个人创意的一种风潮。这种现象的背后是一种对所有权的探讨，倡导一种创造文化而非消费文化。随着信息技术、开源软件运动与新型生产工具的发展，DIY 活动向科技领域蔓延，爱好者可以利用互联网、3D 打印机和各种桌面加工设备将各种创意变为实际产品。美国噪音桥 (Noisebridge) 创客空间的创始人米奇·奥特曼 (Mitch Altman) 认为：“在创客空间中人们可以通过黑客行为来探索他们热爱的东西，并且可以得到社区成员的支持，而黑客行为即指最大程度上提升自己的能力且愿意分享。”创客运动继承了黑客文化的传统，体现了“开放、共享、分权和对技术的崇拜”核心价值。2001 年麻省理工学院比特与原子研究中心 (MIT CBA) 发起成立的微观装配实验室 (Fab Lab) 项目是全球创客运动发展进程中的重要事件。Fab Lab 提供完成低成本制造所需的环境，开启了从个人创意设计到制造实现的新时代。当前，Fab Lab 已经遍及全球 30 多个国家，通过标准化的制造工具（如 3D 打印机、激光切割器、数控机床、嵌入式处理器、CAD/CAM 软件等）与规范化的流程分享，形成了全球化的分布式创新制造实验室网络。Fab Lab 项目的发起者、MIT CBA 主任尼尔·哥申菲尔德 (Neil Gershenfeld) 教授认为前两次数字革命推动了“个人通讯”和“个人计算”的发展，而 Fab Lab 让普通人实现了制造的梦想，预示着“个人制造”时代的到来。2005 年，奥莱利媒体 (O'Reilly Media) 的联合创始人戴尔·多尔蒂 (Dale Dougherty) 创办了《制作》杂志。2006 年《制作》杂志在美国旧金山湾区发起了首届 Maker Faire。Maker Faire 是全球最大规模的创客聚会，它是展示创意、创新与创造的舞台，是宣扬创客文化的庆典，也是适合家庭亲子参加的周末嘉年华。经过十年的发展，Maker Faire 的影响已遍布全球。2014 年，在世界各地共举行了 119 场 Mini Maker Faire 和 14 场主题 Maker Faire，其中有 21 万余人参加了在美国旧金山湾区和纽约举办的两场旗舰 Maker Faire。2014 年 6 月 18 日，美国政府举办了首届白宫制汇节，奥巴马总统宣布将每年的 6 月 18 日定为“国家创客日 (National Day of Making)”。2015 年 6 月 12 日至 18 日，美国政府在全国范围内举行了声势更为浩大的“国家创客周 (National Week of Making)”，以推动创客运动在美国向纵深方向发展。

在我国，自上世纪 80 年代以来，DIY 的风潮已开始流行。从制作家具、组装半导体到钻研音响设备、修理家电等，人们热衷于自己动手制作而非购买成品。随着计算机产业的兴起，“攒电脑”从北上广深等一线城市迅速流行开来并遍及全国。回顾数十年来，以“自己动手做”这种形式进行设计、开发和制作的人群，虽然所在领域不同，制作对象千变万化，但他们有一个共同的特点，就是都是凭借兴趣或爱好，依靠个人或小团队的力量来实现。同时，这类人群也往往能够通过制作产品、加以应用、创造价值，来赢得周围人们的了解、尊重和崇拜。最近一两年，深圳处于中国创客运动的最前沿。深圳及珠三角拥有全国乃至全球其它地方难以企及的硬件配套能力，从而使其成为国内创客产业链最完整的区域。目前，深圳是全球电子信息制造业重镇，拥有完整的硬件创业产业链基础，辐射全国的华强北电子市场、各种设计研发公司、创客加速器、生产制造厂商等，都令创客能在深圳将创意低成本地转变成产品。2015 年中国的创客运动热潮也正是从“创客之城”深圳蓬勃兴起并引向全国。

- 2015年1月4日，李克强总理考察深圳柴火创客空间，体验诸多年轻创客的创意产品，称赞他们充分对接市场需求，创客创意无限。
- 2015年1月28日，李克强总理主持召开国务院常务会议，确定支持发展众创空间的政策措施，为创业创新搭建新平台。
- 2015年3月5日，“创客”一词首次写入政府工作报告。
- 2015年3月11日，《国务院办公厅关于发展众创空间推进大众创新创业的指导意见》发布，要求“加快构建众创空间，为广大创新创业者提供良好的工作空间、网络空间、社交空间和资源共享空间”。
- 2015年6月16日，国务院印发《国务院关于大力推进大众创业万众创新若干政策措施的意见》，要求“做大做强众创空间，完善创业孵化服务”。
- 2015年9月8日，科技部印发《发展众创空间工作指引》，进一步明确了众创空间功能定位、建设原则、基本要求和发展方向，以指导和推动全国各地的众创空间建设。
- 2015年9月23日，国务院印发《关于加快构建大众创业万众创新支撑平台的指导意见》，要求各地区、各部门应加大对众创、众包、众扶、众筹等创业创新活动的引导和支持力度，加强统筹协调，探索制度创新，完善政府服务，科学组织实施，鼓励先行先试，不断开创大众创业、万众创新的新局面。
- 2015年10月19日至23日，首届“全国大众创业万众创新活动周”举行。活动周旨在搭建双创展示平台，迎接双创新时代，展现双创新风采，营造双创新生态，推动形成新一轮创业创新热潮，为实现创新驱动发展汇聚广大人民群众智慧和力量。
- 2015年12月16日，国家主席习近平出席第二届世界互联网大会开幕式并发表主旨演讲。在演讲中，习近平主席首提“网络创客”一词。

总之，从最初的草根探索到当前中国政府大力实施的大众创业、万众创新，创客已经开始与产业和大众相连接，创客运动已经深入到国家战略的层面。

1.2 创客教育应运而生

创客运动与教育的融合，正在慢慢改变传统的教育理念、模式与方法，创客教育应运而生。创客有广义和狭义两层概念，创客教育也应有两层理解——广义上创客教育应是一种以培育大众创客精神为导向的教育形态；狭义上的创客教育则应是一种以培养学习者，特别是青少年学习者的创客素养为导向的教育模式。它包含正式学习，也包含贯穿学习者一生的非正式学习。而创客素养是指创造性地运用各种技术和非技术手段，通过团队协作发现问题，解构问题，寻找解决方案，并经过不断的实验形成创造性的制品的能力。它与学习者人际沟通、团队协作、创新问题解决、批判性思维和专业技能等方面的能力有关，也决定着学习者在未来是否能够适应社会与工作，获得自我实现。

中国早期的创客教育多为少数学校和少数教师的自发探索，在中小学主要集中在通用技术、信息技术等学科，其中北京景山学校、北京市第十二中学、清华大学附属中学、中国人民大学附属中学、上海格致中学、上海张江中学、广州执信中学、深圳中学、深圳市第二高级中学、深圳市第二实验学校、温州中学、温州市实验中学、常州市天宁区虹景小学、宁波市实验小学、西安交通大学附属小学等学校较早开展了创客教育的探索与实践。在高校创客教育最初在创意设计、实验教学、工程训练、科技竞赛等方面开展，并以学生创客空间、创客社团等方式开展活动。清华大学学生创客空间成立于2013年9月，秉承“动手创造、思想碰撞、跨界协作、创业实践”的社团宗旨，搭建创意分享空间，建立跨界协作桥梁，提高动手创造能力，鼓励同学发扬创新实践精神，积极创造，勇于创业。清华大学创客教育实验室成立于2014年11月1日，研究方向包括K12用户研究、STEAM理论研究、设计思维、创客教育课程研发、创新空间设计理论等。实验室立志通过协同设计、共同创造合作社区的方式，推动创新教育塑造大学的未来。清华大学基础工业训练中心与校内各院系和校外合作单位联合成立的清华大学众创空间（iCenter），定位于跨学科、国际化、面向社会需求的创新创业实践基地，努力让学生成为“梦想的实现家”，在创意挖掘、产品设计、原型制作、量产服务、创业孵化等方面为学生提供支持。自2014年开始，陆续有与创客教育相关的论坛活动举办和创客机构成立。进入2015年，中国越来越多的大学、职业院校和中小学开始加入创客运动，实施创客教育。

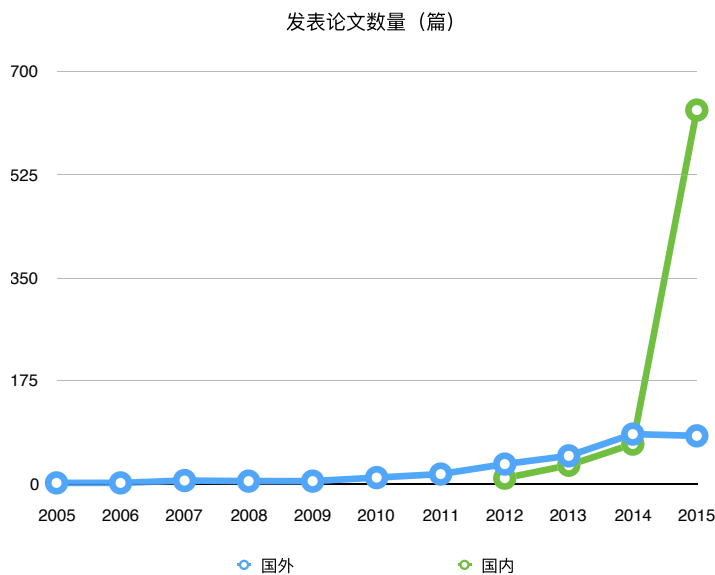
- 2014年6月14日，由英特尔公司赞助举办的创客教育论坛在清华大学成功举办。论坛邀请了来自北京、上海、成都等不同地区的创客团队杰出代表共同就“创客与教育”之间的话题展开讨论，旨在通过创客经验的分享和总结，共同探讨创客教育未来的发展之路。
- 2014年11月6日，温州市青少年创客教育协会成立，建立了首批创客教育基地，举办了全市首届创客教育文化节活动。
- 2014年11月16日，中国科学院深圳先进技术研究院与深圳市南山区签署共建“国际创客中心”合作协议，同时联合德国史太白大学国际创新学院共建“中科史太白国际创客学院”并挂牌，旨在加快建设“深圳国际创客中心”，扩大深圳市的国际影响力，吸引更多的国际创新资源。2014年11月29日，“清华创客日”启动仪式暨首届国际创客与教育论坛在清华大学举行，活动旨在通过探讨创新创业教育新模式、可持续发展的交叉学科创新、可重组的人才团队参与机制等问题，以及项目驱动的成果展示，探究创客实践如何创新教育实践，塑造大学未来，并进一步让创客文化融入大学教育实践。
- 2015年3月28日至29日，以“创新改变世界，教育塑造未来”为主题的“国际科普创客日”活动在清华附中永丰学校举行。来自全国各地的28支创客队伍共同创造出各种新颖的科技作品或展示科技项目。

- 2015年4月24日至27日，由清华大学众创空间iCenter组织和承办“创客教育基地联盟成立暨创客教育生态系统构建高端论坛”。在“大众创业、万众创新”的时代背景下，40余所高校、10余家企业共同发起成立创客教育基地联盟。
- 2015年5月4日，李克强总理回信清华创客，充分肯定了大学生勇于打破常规创新创业的开拓精神，希望他们要有钻研学问的精进态度，不仅要向书本学习，也要向实践学习；不断丰富创客文化，把创客种子在更大范围播撒开来。
- 2015年5月6日，佛山市教育局在广东实验中学南海学校举行佛山市教育装备应用研究开发项目暨教育创客培养计划启动现场会，首批45位自制教学用具的创新实践老师率先成为佛山“教育创客”的培养对象。
- 2015年5月18日，中国青少年创客教育联盟成立暨全国首届青少年创客教育论坛在温州实验中学举行。中国青少年创客教育联盟是公益性、学术性、开放性的合作组织，致力于服务创客教育，推广创客文化。
- 2015年5月24日，由同济大学设计创意学院、上海交通大学工程训练中心、杨浦区青少年科技站、静安区青少年活动中心等14家教育机构共同组成的“上海创客教育联盟”正式成立。
- 2015年5月28日，由青岛九中、青岛电子学校发起，20所岛城中小学各校加盟的“青岛市中小学创客教育联盟”正式成立。
- 2015年6月18日至21日，深圳市教育局和各区教育局联合举行主题为“创客教育与创新素养”的“首届深圳学生创客节”。创客节主要通过主题论坛、作品展示、创客体验、“小创客”项目路演、“大小创客结对子”、“与院士面对面”等多种活动形式，展示中小学创客空间和创意成果，交流创客教育经验，培养学生的创客精神，培育创客文化。
- 2015年6月19日，在由柴火创客空间、人民邮电出版社《无线电》杂志主办的深圳制汇节（Maker Faire Shenzhen）期间举办了主题为“创新启蒙”的创客教育论坛。
- 2015年6月19日，“春晖杯”中国留学人员创新创业大赛10周年纪念暨2015年“共创未来——中美青年创客大赛”启动仪式在美国匹兹堡举行，国务院副总理刘延东出席并致辞。大赛历时4个月，中美两国近2000名创客参加了各分赛区的角逐和相关活动。
- 2015年7月11日至13日，北京师范大学教育信息化协同创新中心在京举办了“首届中小学创客教育课程与师资建设高级研修班”，来自全国各地的60余位中小学领导和骨干教师参加了课程研修。
- 2015年8月16日，“2015年两岸大学生创客营”在北京大学正式启动。围绕创新创业、新媒体营销战略、电子商务运用以及企业服务化转型等内容，创客营为营员们提供创业指导，促进两岸大学生之间的交流。
- 2015年9月2日，教育部办公厅发布《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见（征求意见稿）》，提出有效利用信息技术推进“众创空间”建设，探索STEAM教育、创客教育等新教育模式。

- 2015年11月19日，刘延东副总理在第二次全国教育信息化工作电视电话会议上指出：“通过开放共享教育、科技资源，为创客、众创等创新活动提供有力支持，为全民学习、终身学习提供教育公共服务。……要积极探索信息技术在创业大学+、创客教育、开发微课堂这些方面的应用，着力提升学生的信息素养和创业创新能力”。
- 2015年11月21日，在“第五届基础教育改革与发展论坛”上，深圳市教科院院长叶文梓介绍说，深圳已评出两批共100个学生创客实践室，未来3年深圳所有公办学校都建有至少一个创客工作室。
- 2015年11月21日至22日，第一届南台湾创客教育博览会在台湾高雄市科学工艺博物馆举行。博览会包含企业、大专院校、各级学校等共计120个参展单位，共同分享自造者（Maker）的创新与创意作品。
- 2015年11月28日，第二届清华创客日拉开帷幕。本届创客日的主题为“融合创客文化与人才培养体系”。来自美国、荷兰、巴西等国家的知名创客，以及来自国内数十所院校的160余位师生参与了国际创客与教育高端论坛、学生创客项目成果展、创客挑战赛等系列活动。
- 2015年11月29日至12月1日，由创新人才教育研究会、人大附中联合总校主办，人大附中承办的创客嘉年华活动举行。活动以“实现创意，分享快乐”为主题，邀请创客专家分享创新理念，鼓励孩子展示创意作品。
- 2015年12月11日，来自近30个国家、地区和组织的技术与工程教育界代表齐聚中国工程院，共同举行国际创客教育联盟会议。会议从技术与工程教育学科价值的社会实现出发，凝聚共识、汇集资源、共商联盟大计，以进一步提高创客教育的专业化、组织化、国际化水平。
- 2015年12月12日，首届北京市中小学生创客秀活动在北京市第八十中学体育馆开幕。创客秀活动由北京市教委主办，旨在推动中小学生的创新实践，充分发挥“创客”活动对科技创新教育发展的作用，探索建立青少年学生参与科技创新平台，让学生们得以“想象落地”。
- 2015年12月13日，由联合国教科文组织产学合作教席与南京师范大学教育科学学院联合举办的2015国际创客教育高峰论坛在南京师范大学举行。来自美国、俄罗斯、英国、澳大利亚、巴西、韩国、日本、法国、德国、意大利、芬兰、比利时、新加坡、哈萨克斯坦、蒙古、牙买加以及中国香港、台湾地区和28个省份的专家学者代表共140多人参加了本次论坛。
- 2015年12月26日至27日，由全国教师创客联盟和深圳大学师范学院联合主办，深圳市福田区和深圳赛格创客中心承办的2015全国创客教育高峰论坛在深圳市福田区举行。围绕“创客教育与教师专业发展”这一主题，20余位专家学者与130余位参会代表进行了研讨。

1.3 创客热点议题聚焦

为了更好地探讨创客运动与创客教育中的热点问题，我们采用文献计量法系统梳理了国内外现有创客研究的成果。其中中文选择中国知网 CNKI 数据库，英文选择 Google Scholar 数据库和 Web of Science 数据库。截止到 2015 年 12 月 31 日，在 CNKI 中以“创客”、“创客运动”、“创客教育”、“众创”、“创客空间”、“众创空间”、“创客文化”、“创客精神”为关键词进行文献检索，共检索出 857 篇相关文献，剔除报道、会议、文件、卷首语等，共得到 742 篇有效文献；同样以 2015 年 12 月 31 号为时间节点，在 Google Scholar 和 Web of Science 中以“maker”、“hacker”、“maker movement”、“maker education”、“makerspaces”、“hackerspace”、“maker culture”为关键词进行文献检索，共检索出 388 篇相关文献，同样剔除无关文献后共得 279 篇有效文献，具体如图 1 所示。



从图 1 可以看出，自 2012 年开始，国外围绕创客的研究论文的数量呈现出明显增长的趋势，可见创客运动进入迅速发展时期。这可能主要得益于美国政府在该年颁布的一项政府计划，即在四年内为千所中小学建设“创客空间”，并配备一系列开源硬件、3D 打印机等创客工具。《连线》杂志前主编克里斯·安德森（Chris Anderson）也在这一年出版了《创客：新工业革命》一书。从图 1 还可以看出国内围绕创客的相关研究呈现出爆发式增长趋势，尤其是在 2015 年。究其原因，随着“大众创业、万众创新”的浪潮，创客首次被写入政府工作报告，在国家层面引起高度重视；其次，创客一词在国内已成为创新创业和教育改革的重要取向，从小学到高校，创客教育已成为新时期教育改革与创新的重要标签之一，因此吸引了众多研究者的关注与重视。

从知识理论的角度来看，中心度和频次高的关键词代表着一段时间内研究者共同关注的问题，也就是研究热点。如表 1 所示，国内创客文献中出现频次较高的关键词有“创客”、“创客空间”、“众创空间”、“互联网+”、“创客文化”等；国外创客文献中出现频次较高的关键词有“makerspaces”、“maker movement”、“3D printing”、“library”、“hackerspace”等。中心性作为衡量节点权力的大小，反应

了该点在网络中的重要性。关键词的共现频次越高，并且点中心性越高，说明节点在该领域愈重要。根据关键词共现频次和点中心性，发现国内创客运动中，较为突出的重要的关键词有“创客”(193, 0.02)、“创客空间”(121, 0.08)、“众创空间”(86, 0.02)、“互联网+”(50, 0.03)、“创客文化”(46, 0.13)以及“创客运动”(46, 0.08);国外创客运动中，较为重要的关键词有“makerspaces”(108, 0.12)、“maker movement”(70, 0.10)、“3D printing”(49, 0.11)、“library”(29, 0.23)、“hackerspace”(29, 0.09)以及“DIY”(25, 0.11)。

国内创客运动					国外创客运动				
序号	52	中心性	年份	关键词	序号	52	中心性	年份	关键词
1	193	0.02	2012	创客	1	108	0.12	2010	makerspaces
2	121	0.08	2012	创客空间	2	70	0.10	2010	maker movement
3	86	0.02	2015	众创空间	3	49	0.11	2011	3d printing
4	50	0.03	2015	互联网+	4	29	0.23	2011	library
5	46	0.13	2013	创客文化	5	29	0.09	2011	hackerspace
6	46	0.08	2012	创客运动	6	25	0.11	2011	diy
7	45	0.04	2014	创业	7	20	0.12	2011	maker
8	41	0.05	2014	创新	8	19	0.21	2011	maker culture
9	39	0.00	2014	创客教育	9	16	0.08	2012	public library
10	28	0.09	2012	3d打印	10	16	0.10	2012	innovation
11	24	0.02	2015	众创	11	13	0.10	2011	education
12	24	0.04	2015	创新创业	12	13	0.04	2011	fablab
13	19	0.07	2015	创意	13	11	0.05	2013	academic library
14	18	0.02	2014	图书馆	14	10	0.00	2009	hacker
15	18	0.10	2013	众筹	15	9	0.06	2013	making
16	18	0.06	2012	diy	16	9	0.17	2013	school library
17	18	0.04	2015	众创时代	17	8	0.10	2015	technology
18	16	0.01	2014	互联网	18	8	0.04	2007	hacker culture
19	16	0.01	2015	大众创业，万众创新	19	7	0.10	2013	hackers
20	14	0.04	2014	高校图书馆	20	7	0.06	2014	design

表 1 关键词共现频次、中心性及年代(部分)(跨度: 1年)

在知识图谱中，圆表示关键词节点，圆越大，说明对应主题出现的频次越高。节点年轮颜色及厚度表示出现时段，也就是说，圆内色环越厚，表明该颜色对应年份出现的频次越高。国内文献聚类结果统计显示，共有节点 235 个，连线 706 条，具体如图 2 所示。从中可以发现“创客”出现频次最高，其次是“创客空间”、“众创空间”，再次是“创客运动”、“创业”等，这与关键词共现频次统计呈现一致。国内文献主要聚焦在创客教育和创新创业：一方面是围绕创客空间、创客教育以及创客文化等的教育性主题，体现为通过营造开放的创客空间和创客文化，激发各种创客教育活动开展，推动教育教学模式的变革；另一方面是围绕创新创业等的产业性主题，体现为政府出台相应的政策，调动社会的创新创造创业能力，形成“大众创业、万众创新”的局面。通过节点颜色及年轮厚度，可以发现最初国内研究主要聚焦在“创客教育”、“创客空间”和“图书馆”等方面（绿色线条）。随着时间的推移，创客运动不再局限于教育领域，还在产业、经济、文化等领域得到迅猛发展（黄色线条）。

在国内创客相关文献关键词共现频次聚类图谱的基础上生成了时间线图，具体如图 3 所示。从中我们可以明显看出国内创客运动主要经历了如下发展历程：由最初的创客空间建设，到创客文化的营造，再到创客教育、创新创业的兴起，再到当下与“互联网+”融合的众创新局面，创客运动从小众独享到大众参与。可以预见随着时间的推移，创客的概念也会不断拓展与外延，创客的理念也将不断融入社会的各行各业。

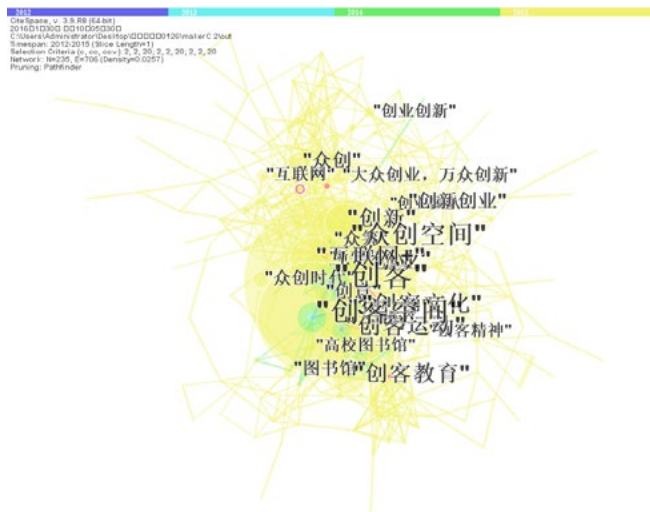


图 2 国内创客相关文献关键词共现频次聚类图谱（跨度：1 年）

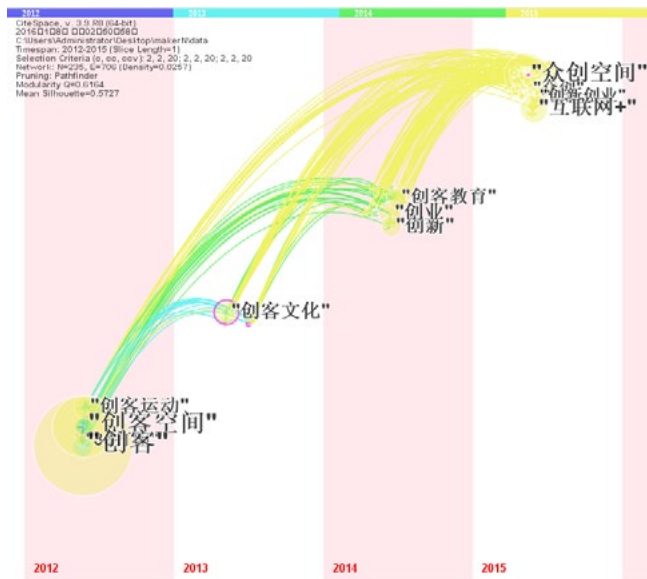


图 3 国内创客相关文献关键词频次时间线图

国外文献聚类结果统计显示，共有节点64个，连线207条，具体如图4所示。从中可以发现“makerspaces”出现的频次最高，其次是“maker movement”、“3D printing”、“library”等。国外与创客相关的研究主要集中在创客空间、创客运动、3D打印、图书馆、创客文化、教育等方面。从节点颜色及年轮厚度看，国外创客运动最早起源于黑客及黑客文化，随着DIY的传播扩散，创客空间、创客教育开始风行（紫红线条）。

在国外创客相关文献关键词共现频次聚类图谱的基础上生成了时间线图，具体如图5所示。从中可以看出，国外创客运动由黑客文化演变而来，在3D打印技术、公众创新理念以及图书馆创客空间建设和STEM教育实践等的推动下而加速发展。创客运动承接了黑客文化的思想，体现出“开放、共享、分权和技术崇拜”核心价值，可以预见未来随着创客文化的普及和发展，会有更多的人参与到创客运动中来。

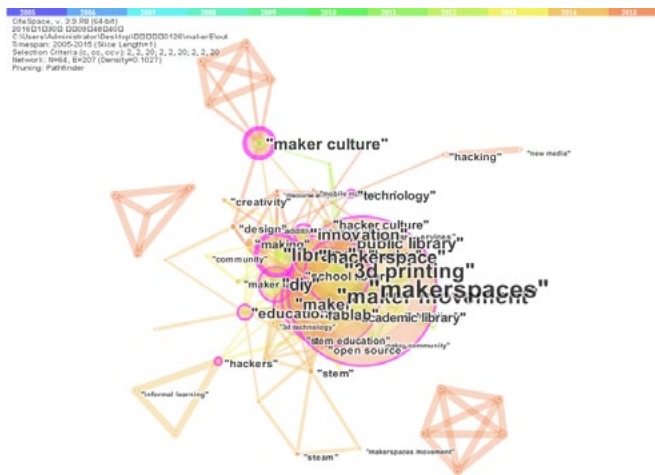


图4 国外创客相关文献关键词共现频次聚类图谱（跨度：1年）

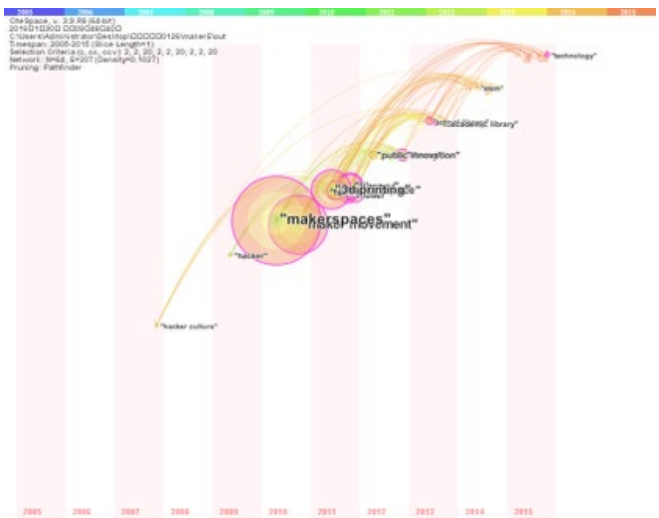


图5 国外创客运动相关文献关键词频次时间线图

2

创客教育的理论溯源与实践探索

2 创客教育的理论溯源与实践探索

2.1 创客教育的理论溯源

创客教育强调行动、分享与合作，并注重与新科技手段相结合，逐渐发展为跨学科创新能力培养的新途径。在创客教育中，学生被看作是知识的创作者而不是消费者，学校正从知识传授的中心转变成以实践应用和创造为中心的场。“过去教材是学生的世界，今天世界是学生的教材。”创客运动正在创造一种教育文化，鼓励学生参与其中并针对现实世界的问题探索创造性的解决方案。创客教育背后蕴含着丰富的教与学理论。

2.1.1 实用主义教育理论与“从做中学”

约翰·杜威(John Dewey)是美国实用主义哲学家、教育家，他创立了实用主义教育思想体系。杜威实用主义教育理论的基本观点有“教育即生活”、“学校即社会”、“从做中学”(Learning by Doing)。杜威将教育的本质概括为“教育即生活、教育即生长、教育即经验的改造和改组”。在教育目的上，他认为教育“于其之外无目的”，学校教育的目的就是组织力量保证儿童的成长。在师生关系上，他主张以儿童为中心。与其教育基本观点相一致，在教学上他倡导“从做中学”，提倡活动课程，强调教法与教材的统一、目的与活动的统一、智慧与探究的统一，形成了以儿童中心、活动课程、做中学为特色的教学思想。“从做中学”也就是“从活动中学”、“从真实体验中学”，即将所学知识与生活实践联系起来，知行合一。杜威的学生、我国著名教育家陶行知曾批评：“中国教育之通病是教用脑的人不用手，不教用手的人用脑，所以一无所能。”陶行知继承和发展了杜威的教育思想，并结合中国教育实践，把杜威的教育理论“翻了半个跟头”，创立了以“生活即教育”、“社会即学校”、“教学做合一”为中心的生活教育理论。“教学做合一”是陶行知生活教育理论的教学论，有如下含义：教学做三者不可分割，做是教与学的中心；教学做三者是密切相关的，但是都统一在做上；做是教的中心，也是学的中心，教者学者都要在“做”的实践中发挥其主观能动性。

无论是杜威实用主义教育思想主张的“从做中学”还是陶行知生活教育理论倡导的“教学做合一”，都认为教育是让学生在真实的社会情境中成长，真正的学习不仅仅是通过课堂来获取信息的过程，更重要的是在复杂的社会中通过实践来学习。我们习以为常的以学科知识为中心和以说理灌输为主要方法的教育模式，强调对概念、判断、推理、原则的掌握，却忽视个体的情感、体验、领悟、想象等心理过程。孤立静止的学科理论学习常导致学生偏重于记忆抽象的图示和原则，而疏于理解所学知识与纷繁复杂且不断变化的社会现实之间的联系。创客教育让学生在真实的项目中开展协作，发现问题，分析问题，寻找解决方案，完成作品创作，强调了动手操作和实践体验是获取知识的重要途径，这与“从做中学”和“教学做合一”的理念是一脉相承的。

2.1.2 情境学习理论与“合法的边缘性参与”

情境学习(Situated Learning)是由美国加利福尼亚大学伯克利分校让·莱夫(Jean Lave)教授和独立研究者爱丁纳·温格(Etienne Wenger)于1990年前后提出的一种学习理论。该理论认为“学习是情境性活动，没有一种活动不是情境性的”，“学习是整体的、不可分的社会实践，是现实世界创造社会实践活动中完整的一部分”。情境学习理论有三个核心概念：一是实践共同体(Community of Practice)，它所指的是由从事实际工作的人们组成的“圈子”，而新来者将进入这个圈子并试图从中获得

这个圈子中的社会文化实践。二是合法的边缘性参与 (Legitimate Peripheral Participation)，所谓合法是指实践共同体中的各方都愿意接受新来的不够资格的人成为共同体中的一员；所谓边缘是指学习者开始只能围绕重要的成员转，做一些外围的工作，然后随着技能的增长，才被允许做重要的工作，进入圈子的核心；所谓参与是指在实际的工作参与中学习知识，因为知识存在于实践共同体的实践中，而不是书本中。三是学徒制 (Apprenticeship)，也就是采用师傅带徒弟的方法进行学习。

创客教育可以为学习者提供情境学习中“合法的边缘性参与”的机会。在实践共同体中，围绕真实的问题情境，在导师的指导和共同体成员的帮助下，学习者由浅入深不断地解决各种问题，其所掌握的专业知识与技能也在不断丰富，学习者沿着旁观者、参与者到成熟实践的示范者这一轨迹前进——即从合法的边缘性参与者逐步成长为实践共同体中的核心成员。

2.1.3 建造主义与“在制作中学习”

建造主义 (Constructionism) 由麻省理工学院媒体实验室的创始人之一、LOGO 语言的发明人西蒙·派珀特 (Seymour Papert) 教授在皮亚杰的建构主义 (Constructivism) 的基础上提出。建造主义支持建构主义的观点，即学习者是一个主动的知识建构者，但更强调外在作品的建造和学习者分享创意。建造主义认为在学习过程中，学习者必须有意识地透过建造外在、可分享的人造物与知识建立个人关系。不仅如此，建造主义亦富含社会建构主义的面向，认为人际间的互动是知识学习的重要历程。自 20 世纪 70 年代开始，西蒙·派珀特一直致力于通过 LOGO 语言帮助儿童成为他们自己“智力建设”的建设者。在其 1980 年出版的著作《头脑风暴：儿童、计算机及充满活力的创意》(Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas) 中，他系统阐述了自己的建造主义学习观——“在制作中学习” (Learning by Making)。在他看来，好的教育不是如何让老师教得更好，而是如何提供充分的空间和机会让学习者去构造自己的知识体系。当孩子们在制作一些对自己有意义的作品时，如做小机器、编故事、编程序或是创作歌曲时，他们正处于学习知识的最佳状态。西蒙·派珀特把计算机作为帮助学习者形成算法、解决问题并在此过程中学习和锻炼智力的强有力的工具。建造主义认为知识不是简单地由教师传达给学习者，而是学习者主动的心智建构，学习者不仅是去获取创意而且是去开发和实现自己的创意。虽然没有外在作品的创作，学习者仍然可以建构且表达知识，但有更多的证据显示借由外在作品的创作，学习者可以更加积极主动地分享他们所了解的事物及想法。Mcgrath 认为：Constructionism (Papert) = Constructivism (Piaget) + Construction (LOGO, LEGO)。也就是西蒙·派珀特的建造主义是涵盖皮亚杰 (Piaget) 的建构主义理论再加上能够让学习者主动操作的事物 (如 LOGO 程序或 LEGO 积木)。

在创客教育过程中，学习者借助于技术工具和来自导师及学习伙伴的帮助，通过动手制作来实现自己的创意作品，并在线上社区或线下创客空间或 Maker Faire 进行展示分享。这非常符合建造主义所主张的应该让学习者主动地参与一些外在作品的创作，同时让他们有机会表达自己的看法并与他人分享想法，通过制作来学习的理念。

2.2 创客教育的实践探索

2.2.1 创客空间的建设和案例

创客空间是线下与线上融合的创新实践场，它面向拥有共同兴趣或利益的创客群体，能为各种创意创新创业活动提供软硬件工具、跨界师资、开放资源等支持性条件，助力创客们实现创意思想、创新设计或者创业项目。创客空间源自英文的 Makerspace、Hackerspace 或 Hacklab，2011 年戴尔·多尔蒂的《制作》杂志注册了域名 makerspace.com，并逐渐开始用创客空间指代那些开放的设计和制作场所，受此影响，以创客空间命名的各类机构和场所开始在全球范围广泛兴起。在戴尔·多尔蒂看来，创客空间绝不只是场地和设备，而是支持创客进行各种制造活动的开放式、创造性社区，旨在用“我能”思维培养创客。创客空间并不仅限于校园，而是要与当地社区居民互动、分享创意和技能。Denisa Kera 认为定义一个创客空间的并不是某种正式的组织结构，而是一系列与开源软件、硬件与数据等要素相关的共享技术、治理过程和价值观。美国旧金山噪音桥（Noisebridge）创客空间的创始人米奇·奥特曼认为，“创客空间是人们可以通过创客行为来探索他们热爱的东西，并且能得到社区成员支持的实体空间。创客行为意味着最大程度上提升自己的能力并且愿意分享。”

在我国，随着政府深入实施创新驱动发展战略，大力推动“大众创业、万众创新”，2015 年在各种官方文件中关于“众创空间”的提法越来越多。根据科技部印发的《发展众创空间工作指引》，“众创空间是顺应新一轮科技革命和产业变革新趋势、有效满足网络时代大众创新创业需求的新型创业服务平台。众创空间作为针对早期创业的重要服务载体，为创业者提供低成本的工作空间、网络空间、社交空间和资源共享空间，与科技企业孵化器、加速器、产业园区等共同组成创业孵化链条。众创空间的主要功能是通过创新与创业相结合、线上与线下相结合、孵化与投资相结合，以专业化服务推动创业者应用新技术、开发新产品、开拓新市场、培育新业态。”众创空间和创客空间在大多数情况下可以混用，但严格来说，两者又有一定的区别——与创客空间相比，众创空间更强调面向创业者提供创业孵化服务。

2.2.1.1 创客空间的模型构建

随着创客运动的深入发展和政府机构的强力推动，教育领域开始由早期对创客运动、创客文化和创客教育的一般性介绍和对开源软硬件教育应用的初步探索，逐渐深入到对创客空间和众创生态的系统构建上。

付志勇认为：“众创空间作为承载创客实践的平台，其核心要素包括合作社群、创意实践、开放资源和协作空间——合作社群是参与式创新的基础；创意实践则包含从课程、工作坊到各类交流与比赛；开放资源包括开源设备、工具和方法；协作空间以灵活多变的空间支持参与式的创新。四个核心要素相互支撑，形成了有机的生态系统。”具体如图 6 所示



图 6 众创空间与生态构成图

雒亮、祝智庭认为创客空间是创客教育的主要学习环境，但现有实践中单一实体模式的创客空间不能完全满足学习者的期望。基于 O2O 架构，构建了创客空间 2.0 版，如图 7 所示。将创客空间视作线上虚拟空间与线下实体空间相互融合形成的个人—集体交互学习空间，实体空间负责项目实践，而虚拟空间围绕实体空间提供各种支持服务。

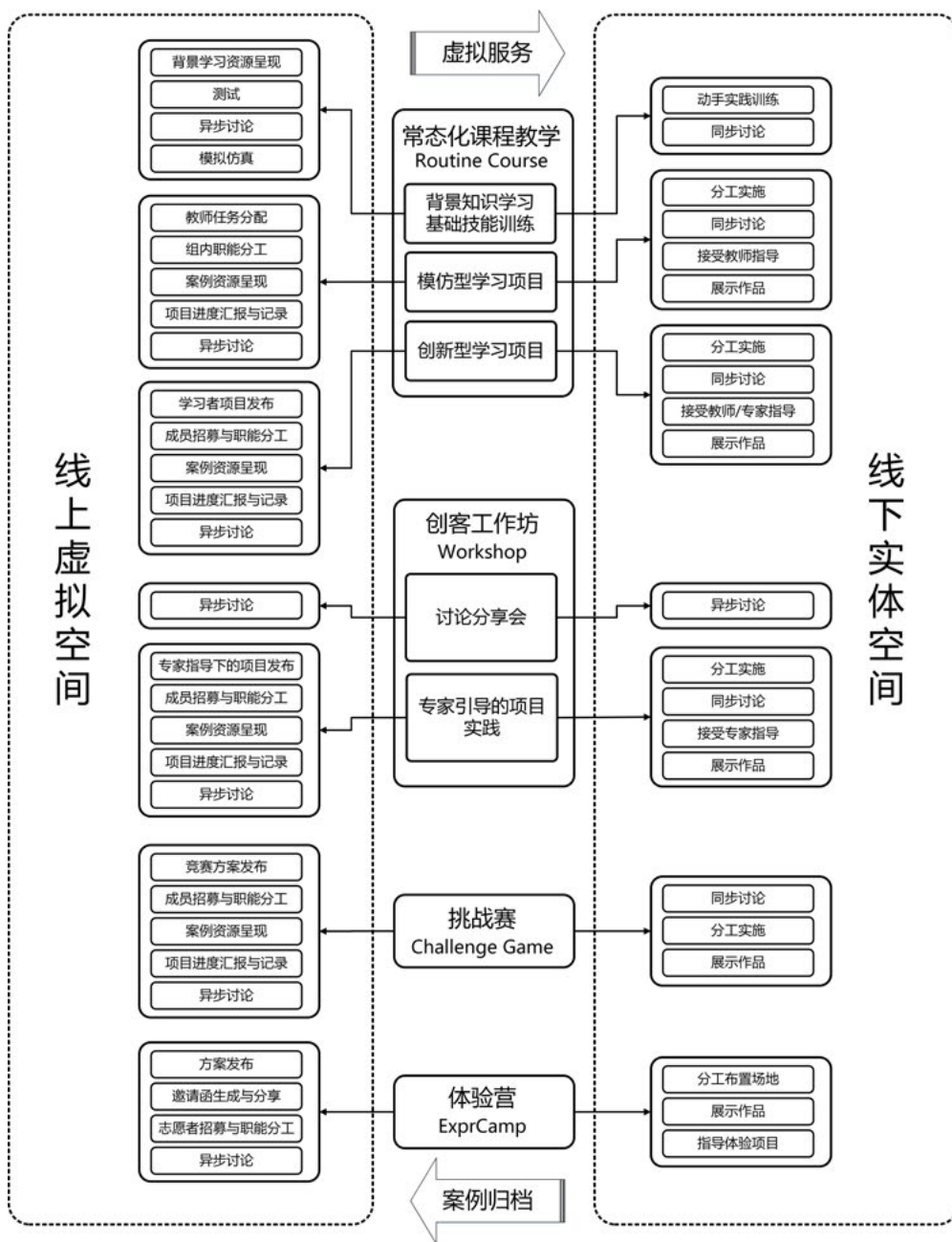


图 7 创客空间 2.0 结构模型

综合前述观点，本报告认为创客空间是线下与线上融合的创新实践场，它面向拥有共同兴趣或利益的创客群体，能为各种创意创新创业活动提供软硬件工具、跨界师资、开放资源等支持性条件，助力创客们实现创意思想、创新设计或者创业项目。建设一个可持续发展的创客空间需要从培育有共同兴趣爱好或利益（Interest）的社群、构建线下线上互联互通的融合空间（O2O Space）、吸纳专业以及背景广泛的跨界导师（interdiscipline Mentor）、组织创意创新创业导向的创客活动（making Activity）、吸收和迭代积累各种可转化的资源（Resource exchange）、提供传统的和开源软硬件制作工具（making Tools）六个方面入手，抽取六个方面关键词的首字母组成 iSMART，因此将其命名为创客空间的 iSMART 模型，具体如图 8 所示。

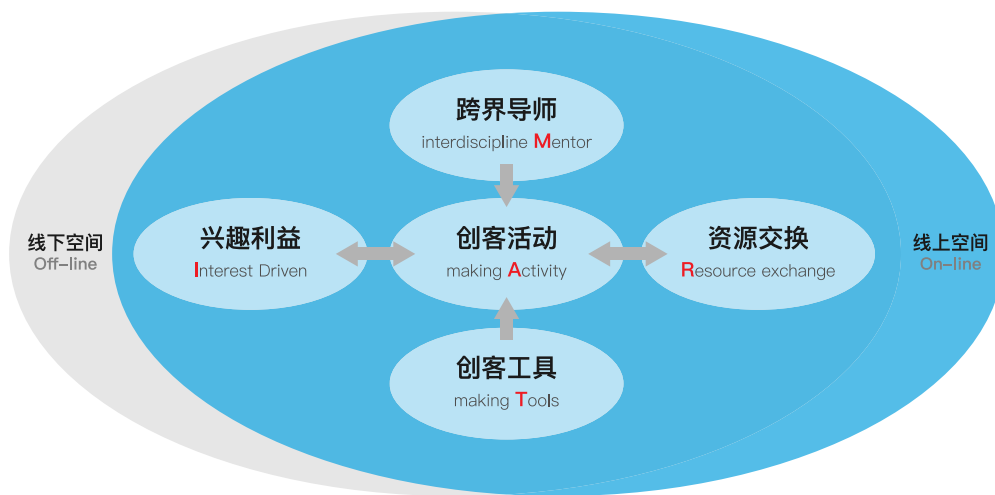


图 8 创客空间的 iSMART 模型

1 培育有共同兴趣爱好或利益 (Interest) 的社群

培育和维系有共同的兴趣爱好或利益诉求的创客社群是保持创客空间凝聚力和实现可持续发展的前提条件。社群 (Community) 是指具有共同理念、行为规范和互动关系的一群人的集合, 典型的创客社群是跨学科的学习共同体和实践社群。构建一个开放和协作的创客网络, 可以和世界范围内的创客社区开展合作, 分享见解、创意和实践。同时, 与本地创客保持关系并得到创客社区的支持。

2 构建线下线上互联互通的融合空间 (O2O Space)

研究者 (Peppler & Bender; Sheridan 等) 常将创客空间分成两类: 一类是线下的物理创客空间; 另一类是线上的虚拟创客空间。当前, 在移动互联网、云计算、物联网、大数据等新一代信息技术的推动下, 创客空间的建设除要考虑线下 (Offline) 的物理空间、基础设施和技术工具外, 还要考虑线上 (Online) 的网络空间和云端服务, 以构建线下与线上深度融合的 O2O 空间。

3 吸纳专业以及背景广泛的跨界导师 (Interdiscipline Mentor)

创客空间中的创客活动往往是跨越学科、综合性强的创新实践。学生在创客活动过程中, 必然会遇到诸多困难, 需要在专业知识、创意设计、技术工具、成果转化等多方面得到专业导师的指导和帮助。目前, 无论高等教育还是基础教育, 已有的师资队伍大多难以满足广泛开展创客活动的需要。在这样的情况下, 创客空间要寻求建立灵活的驻校创客机制, 广泛吸纳专业以及背景广泛的专家组成跨界的导师团队。

4 组织创意创新创业导向的创客活动 (Making Activity)

以活动促发展是创客空间运营的基本策略。创客空间中的主要活动包括常态化课程、创客工作坊、创客挑战赛和展会交流等类型。各类活动除了在形式上往往采用基于真实任务、团队协作、马拉松挑战、翻转会议等组织模式, 还要在主题和内容的设计上重点突出创意、创新乃至创业的导向。

5 吸收和迭代积累各种可转化的资源 (Resource Exchange)

创客空间的运营需要各种开放资源 (包括孵化资金的支持), 同时创客空间在运营过程中也会源源不断地迭代产生各种过程性资源和创意作品。创客空间一方面要广泛吸收各种外界资源支持自身的发展, 另一方面也要建立汇聚和转化过程性资源及创意作品的机制和渠道, 争取将创作出的产品推向细分的长尾消费市场。

6 提供传统的和开源软硬件制作工具 (Making Tools)

根据面向群体和实践领域的不同, 需向不同类型的创客空间提供不同的创客工具: 传统的如扳手、锉、锤、锯、钳、电钻等手工工具和切割机、锯床、钻床、铣床等加工工具; 数字化快速成型工具如 3D 建模软件与 3D 打印机、3D 扫描仪等; 开源软硬件制作工具则包括开源硬件开发平台、积木式开源硬件、开源的开发套件或程序设计语言等。

2.2.1.2 创客空间建设案例

1 清华大学 iCenter 创客空间

2014年，清华大学基础工业训练中心开始转型升级为 iCenter 创客空间。“i”的内涵包括工业级（Industry）、学科交叉（Interdisciplinary）、创新型（Innovation）、国际化（International）和以学生为主体（I）等。在 iCenter 1.6 万平方米的物理空间里配置着上百台数控车床、机床、铣床以及 3D 打印机、三维扫描仪等工具供创客们使用。在理念上，iCenter 创客空间致力于“让学生做梦想的实现家”，以志趣为导引，以创新实践活动为手段，强调理工、人文、社会学科相融合，注重知识传授、能力培养和价值塑造协调发展，充分释放学生巨大的创新潜力。在体系上，通过建设开放的创客活动服务平台和教学体系，面向全校学生，提供孵化场地、技术培训、产品开发、加工制作、管理咨询等方面的支撑条件，让同学们了解并运用最新的技术工具及创新方法，实现跨领域合作，鼓励不同学科的同学进行思想碰撞，运用和发展现有的开源和学术研究成果将想法变成现实。在模式上，以学生为主体，把创客活动作为开展创新思维教育、培养学生动手实践能力的重要载体，通过教育模式的创新，激发学生的内在动力，在校园里营造良好的创意、创新、创业氛围。在规模效益上，通过一系列的 iCenter 以及常态性的“三创”活动，让全校超过三分之一的同学直接参与融合创客文化的正式学习活动。这些正式的创客学习活动以创造实物、服务或内容系统为导向。在机制上，形成开放的建设机制，通过学校相关院系、教师、学生、国内外企业以及全球创客社群等的主动参与，激活清华校园成为一个更具创造力的学习空间。



图9 清华 iCenter 创客空间



iCenter 宣传片



iCenter 建设实践



图 10 交大创客空间

2 英特尔 - 西南交通大学大学生创客活动中心 (交大创客空间)

英特尔 - 西南交通大学大学生创客活动中心 (交大创客空间) 的核心区占地面积约 300 平米, 功能区包括共同工作区、咖啡馆、手工坊、3D 打印坊、电子坊、木工坊、金工坊等。同时依托工程训练中心, 向创客社区提供专业化的加工制造服务。在线上, 还开设了交大创客网站 (<http://maker.swjtu.edu.cn>)、微信公众号 (交大创客)、微博 (交大创客) 等互动平台。

基础设施方面, 交大创客空间拥有环境检测系统 (DIY)、网络门禁系统 (DIY)、安防系统、10 余张工作台以及配套照明系统、MakerCenter WiFi 系统、数字电视系统和 1 台大屏幕交互终端。在设备工具方面, 交大创客空间拥有激光切割机 1 台、FDM 3D 打印机 4 台、SLA 光固化 3D 打印机 1 台、多功能焊台 2 套、示波器、信号发生器、直流电源 1 套、投影仪 2 台、微波炉 1 台、烤箱 1 台、咖啡机 1 台、木工台锯 1 台、木工刨花锯 1 台、桌面型 CNC 雕刻机 1 台、小型木工工作台 1 套、钳工台 1 套、台钻 2 台、冲击钻 1 台、角磨机 1 台、曲线锯 1 台、缝纫机 1 台、全套螺丝刀和扳手等手动工具。在开源硬件方面, 交大创客空间主要运用各种型号的 Edison、Galileo、Arduino、Raspberry Pi 等开源硬件开发板和配套模块, 经常使用的软件有 Inscap、Atom、GIT、XDK、Fusion 360、123D Design、Photoshop 等。

交大创客空间有专兼职工作人员 6 人, 分别负责总体管理、日常运行、社区活动、教育和研究几个工作方向。设置有运营经理和事务经理两个常态性的会员工作岗位。运营经理主要对创客空间的设备、工具、材料进行管理。事务经理主要负责创客空间的来访接待、会员项目跟踪。目前创客空间有顾问 (导师) 30 余名, 他们的主要工作内容是协助制定发展计划, 提供技术支持, 公开联系方式并提供会员咨询服务, 在创客活动中担当导师或评委, 代表创客空间出席公开活动。交大创客空间主要吸引了西南交通大学在校学生、本地创客社区两个方面的群体参与。常态化参与日常创客活动的人数约 80 人, 一些大型活动则常常达到 200 多人的规模。创客空间有机器人协会、航模协会入驻, 有 XRobot、3D 打印、Python、AI 小组 4 个兴趣小组。

交大创客空间坚持开放、共享、安全的理念, 以培养掌握现代技术、具备创客品质的创新人才为目标, 组织了各种类型的创客活动, 如 IOT Night 开放日、创客成都训练营、Hacking X 创客成都马拉松、中美青年创客大赛成都分站赛等, 其中 IOT Night 开放日、创客成都训练营、中美青年创客大赛成都分站赛在本地的创客社区颇有名气。在创客空间的各种活动中, 跨领域的创客们在项目、创业团队和企业、课程等方面取得了一系列成果, 这些成果通过广泛的社会合作, 在大学教育、中小学教育、消费市场、社会公益服务等领域发挥着作用。



交大创客微信



交大创客微博

3 温州中学 DF 创客空间

温州中学 DF 创客空间是一个具有加工车间、工作室功能的开放实验室，为爱好动手、爱好制作的学生提供一个固定的活动和交流场所。通过各种创客分享活动，DF 创客空间鼓励学生主动参与创新实践，研究跨学科的综合项目，提升技术并交流创意，最终形成一个汇聚创意的场所，一个让想法变成现实的“梦想实验室”。在空间选址上，DF 创客空间占地大约 30 平米，场地旁边自带一个小型会议室可供项目研究小组进行分享交流，旁边是一个大型的多媒体教室，用来开展创客演讲、作品展示等。多媒体教室旁边的机器人教室可供学生进行基本技能训练，如焊接、电子电路接线等。在设备配置上，除 3D 打印机、小型车床、焊台等标配工具外，选用 Arduino 作为创客课程的主要实施平台，配置的相关套件数量可供大班教学；配置 Raspberry Pi、Banana Pi、pcDuino 等多种硬件平台，用于学生的项目研究、实际开发创造或者教师演示；配置了小型激光雕刻机、胸章制作机、3D 打印机等加工工具，方便学生将电子世界与实际物理世界连接起来；此外，还有各类创客成品、电子类书籍、设计创造类书籍供学生自学。在指导教师队伍上，创客空间常驻指导教师包括温州中学的信息技术老师和通用技术老师；流动指导教师由大学教育信息技术专业和有科技馆实习经验的科学教育专业研究生等担任；同时，国内经营开源硬件的知名创客类公司会不定期派专业创客来校做讲座以及举办 Workshop 活动；已经毕业的学生创客和精通电子电焊方面的学生家长偶尔也会出现在创客空间客串。创客空间指导教师会根据自己的研究方向，开设选修课程、开设讲座、发起与学生兴趣相符的项目研究。在基础知识与研究性学习相结合的学习与教学中，通过不断丰富的教学实践培养学生开放性思维以及发现问题并动手解决问题的能力。在课程设置上，将 STEM 课程建设分为控制、互动以及设计三个方向，其中控制类课程有：“跟我学 App Inventor”、“Arduino 创意机器人”、“基于 Arduino 的电子控制技术”；互动类课程有：“S4A 互动媒体技术”、“物联网与大数据”；设计类主要包含“数学视界下的 3D 模型”、“3D 打印与 SketchUp”等。这些课程紧紧围绕科学、技术、工程、数学展开，以设计、控制，互动为主线来组织课程内容。课程以选修课的形式开展，以 18 课时的容量进行设计，并供全校学生选择。在创客项目上，目前每个学期约有 30 多位学生在创客空间开展各种创客实践，也产生了虚实结合的安卓娱乐机器人、基于物联网技术的小鸡孵化实验、Flaperon 远程实验平台等优秀的作品。



温州中学 DF 创客空间

图 11 温州中学 DF 创客空间

4 北京市丰台区第八中学创客空间

北京市丰台区第八中学创客空间占地面积为 400 平方米左右，功能分区包括头脑风暴区、教学区、加工智造区、成果展示区和拓展交流区。各个区域遵循合理利用最大化使用的原则，利用特色定制的桌椅进行组合，借助各类定制化的展示架板进行区域分割，可自由灵活地进行区域的重组划分。借助创客教育网络服务平台，创客空间实现了从创客技术传授、创客课程分享到创客社团管理、创客作品展现和技术分享交流。创客空间现有创客加工工具 1 套（含热风枪、电工工具套装、焊接工具套装、测量工具套装、机械工具套装、学生机械制图工具套装和各类创客加工材料）、金属加工设备 1 套（含微型金属机床系列、微型数控机床系列和木器加工设备系列）、激光雕刻机设备以及桌面级快速成型加工设备 1 套（3D 打印机）。在软件方面拥有各类创客开源开发软件、3D 打印机模型生成文件和基础设计软件等。

创客空间现有专职老师 4 名，兼职老师 4 名，创客导师 3 名。专职老师对校区内学生创客社团的管理、授课和活动组织，对学生的科学技术问题进行解惑指导，带领和协助学生创客进行创客设备的操作使用。兼职老师针对学生创客的专业技能进行指导，指导学生更加熟练地使用各类开源软硬件，并指导学生进行创客作品的创意实现和完善。创客导师对学生创客社团进行各类主题工作坊的规划和技术指导，利用科技主题工作坊的形式，集中指导学生创客“提出创意、技术实现、原型完善”，并通过讲座的形式与学生创客进行技术交流和分享。

在学校层面，丰台八中在“培养知行合一的至真少年”这一育人目标的引领下，规划构建校园创客文化，努力营造浓郁的创客创新和科技实践氛围，激发学生的创新思维和创造能力，积极推动校园创客活动的蓬勃开展。学校将每年四月份最后一个周日定为“丰台八中创客日”，借助创客日的各类创客活动，让学生体验创新科技，提升科学素养，推进素质教育的深入开展。此外，丰台八中还与北京青橙创客教育科技有限公司合作，组织多种类型的创客教育活动，包括创客科技主题工作坊、创客教育师资培训、创客教育研讨会和学生创客作品展示等。



丰台八中微信公众号



图 12 丰台八中创客空间

5 柴火创客空间

柴火创客空间由矽递科技股份有限公司总经理潘昊于 2011 年创办。柴火创客空间寓意为“众人拾柴火焰高”，为创新制作者（Maker）提供自由开放的协作环境，鼓励跨界的交流，促进创意的实现以至产品化。空间提供基本的原型开发设备如 3D 打印机，激光切割机，电子开发设备，机械加工设备等，并组织创客聚会和各种级别的工作坊。柴火创客空间将全球最大的创客聚会（Maker Faire）引入中国。2015 年 1 月 4 日，国务院总理李克强来深圳访问期间，到访了柴火创客空间，并成为柴火的荣誉会员。2015 年 6 月，深圳圆满举办了首届国际创客周。这一活动让“深圳—国际创客中心”的形象在全球创客圈内提升，且引起极大轰动。柴火创客空间主办的 Maker Faire Shenzhen（制汇节）作为创客周主会场也受到了广泛关注，涵盖 260 个展位、50 个国际创客专家、3 场大型创客演出、30 多场工作坊、10 个大型创客装置等内容，参观人数超过 19 万人次。

关于柴火创客空间自身的建设和运营，详见《柴火手册》。此外，基于多年的创客空间建设和运行经验，柴火空间还输出校园创客空间和社会创客空间的搭建方案，通过扫描二维码可以查看详细内容。



图 13 柴火创客空间



柴火手册



柴火校园创客空间



柴火社会创客空间

6 青橙·北方创客体验中心

青橙·北方创客体验中心是天津市河西区委、区政府与北京青橙创客教育科技有限公司按照“有效整合资源、集成落实政策、完善服务模式、培育创新文化”的建设理念，共同打造的集科技创新与创客教育、创新创业产品研发孵化与创新思维普及等功能为一体的综合性众创空间。中心建筑面积 2200 平方米，空间规划为物理空间层、服务支持层和协同创新层三个层面。物理空间包括创客实践加工区、创客互动咖啡休憩区、创业者办公空间、创新创业教室、创新成果展示区、联合办公区和项目路演区等。目前中心成立了创新思维、3D 打印、电子机械智造、机器人、创意大比拼、智能家居和创新无人机等社团组织。为了方便创客群体和创业者进行实验产品原型的打造，中心配备激光切割机、石材雕刻机、激光金属打标机、高中低档 3D 打印机 14 台、专业工具箱 15 套、智能机器人套件 20 套、可交互式商务演示触控设备 5 台、德国产 OPTIMUM 无级变速车床和钻铣床各 1 台、木工台锯精工设备 1 台和其他若干桌面级加工制造设备。中心运营团队有专职人员 16 人，兼职创客导师 11 名。为切实帮助创业团队和初创企业解决创业难题，中心建立了财务记账审计、人力资源配置、产品制造供应、政企服务协调、品牌营销推广、法律服务保障等 6 大服务中心，为创业团队提供产品设计制造、品牌整合传播、企业管理咨询、商业模式创新、商务渠道拓展等服务。同时，中心还面向大中小学开设创客教育课程，培养创新精神，培育创客文化。

自 2015 年 6 月试运营以来，中心已经吸纳了天津地区创客群体的众多创新创业项目，例如智能家居系列、智能门禁模块、3D 数字医疗精准导板医疗系统、智能力量控制健身组件、无人机远程天线系统、可拆卸模块化创新型电动车等，覆盖了智能家居、创新环保、智能医疗等各个行业方向。通过创新与创业、线上与线下、孵化与投资的有机结合，打造特色创新生态系统，为创客群体创新和小微创新企业成长提供综合服务。此外，中心通过成立创新联盟，设立创新论坛，举办京津冀创客沙龙、中小开发者体验日、创新创客集市等科技综艺活动，推广创新精神，传播创客文化和推动创客教育。



青橙·北方创客体验中心公众号



图 14 青橙·北方创客体验中心

2.2.2 创客活动的设计与组织

创客活动既包括正式的课程教学，也包括非正式的竞赛挑战、创客工作坊和会议活动等。创客活动具有自发性和自组织的特点，以人人参与的形式来展开实践。创客活动需要有效的组织模式以促进创意设计、团队协作和作品实现。

2.2.2.1 中美青年创客大赛

中美青年创客大赛是中美人文交流高层磋商机制的创新亮点；是迎接创客运动潮流，以比赛促进创客文化建设、促进中美青年交流的创新模式；是推进中美两国青年创客积极面向人类发展中遭遇的挑战，用科技和创意共同解决问题、改变世界、创造美好未来的开放平台，迄今已经连续举办了 2014 和 2015 两届赛事。

2014（首届）中美青年创客大赛由教育部主办，教育部留学服务中心、清华大学等共同承办。大赛以“共筑梦想”为主题，在中国设北京、上海、成都、深圳四个赛区，与美国纽约和旧金山市同期开赛，激励中美两国青年创客用“创新改变生活”，创造出了“漂流瓶”、“城市树邻”、“智能家居”等具有挖掘潜力及开发价值的优秀作品。在大赛期间，英特尔公司作为教育部指定的跨国企业，还与清华大学联合举办了“创客教育论坛”，来自北京、上海、成都等地的创客代表共同就“创客与教育”之间的话题展开讨论，分享和总结经验，共同探讨创客教育未来的发展之路。

2015（第二届）“共创未来—中美青年创客大赛”由中国（教育部）留学服务中心、清华大学、英特尔公司承办，作为第六轮中美人文交流高层磋商亮点活动之一，于 6 月 19 日，在美国匹兹堡正式启动，国务院副总理刘延东和英特尔公司首席执行官科再奇共同为大赛揭幕，鼓励来自中美两国的青年创客在创新、创意领域展开角逐和交流。开幕仪式上，国务院副总理刘延东对此次活动给予了充分的肯定和赞扬，为中美青年创客点赞。

2015 中美青年创客大赛共吸引了中美两国青年近 2,000 人报名，参赛项目近 500 个，成都、上海、北京、南京、深圳、天津、厦门以及美国 8 个分赛区的年轻创客经过 3 个多月的现场角逐、思维碰撞和互动交流，在社区、教育、环保、健康、能源、交通等可持续发展领域，打造出了一批具有社会和产业价值的全新产品，让创客星火闪耀在多个城市上空，照亮了未来创新之路，也丰富了中美青年交流模式，再次纳入到中美人文交流高层磋商机制成果清单，并在 2015 年习近平主席访美期间，将双方支持每年举办中美青年创客大赛正式列入中美两国元首会谈达成的成果清单。大赛决赛期间，还在成都举行了“创客·创新·创业”论坛、开放日等系列活动，以进一步激发青年创客的热情，加速众创向纵深发展。

2.2.2.2 极创 48 小时

极创 48 小时源于英特尔的全球项目“Code For Good”，由英特尔公司和芯世界社会创新中心共同发起，旨在支持科技与社会、艺术与社会的跨界，把各种跨界的专业人士聚集起来，通过在有限的 48 小时内完成一个既定的任务。进而吸引更多的专业人士关注社会问题、参与社会创新。在帮助公益从业者对接专业资源，掌握创新方法的同时，引导技术创业者在社会和公共服务领域的探索。芯世界社会创新中心是英特尔公司孵化的一家独立注册和运营的公益组织，以支持创客、催化跨界协同合作、促进社会问题解决方案产生为使命，致力于通过促进跨界合作，催化中国社会创新生态圈。

48 小时，短短的一个周末，一群陌生的人如何在有限的时间内创造无限的可能呢？极创 48 小时设计成一个挑战之旅，让有共同兴趣的参加者组成一个团队，通过趣味体验，完成一个一个任务，突破自我、完成挑战。同时在流程设置上引入了设计思维原理，在活动过程中引导参加者了解真实的需求，如“DIY MY CITY”这一期参加者需走进社区做实地调研，探寻居民的需求，聚焦具体的社会议题，大胆尝试，不断试错。在 48 小时内完成“创意——调研——实验——改进”的全套流程，创出以人为本的解决方案。至今，极创 48 小时已成功举办 10 期，吸引了 1000 多人参与，共产生了 64 个解决方案，其中一些已经进入产品化过程。活动从关注公益组织需求、社会议题到聚焦社区需求，积累了多项成果，包括 3 条公益宣传片、5 次城市快闪、3 部公益话剧、3 次街头合唱团快闪、18 个移动互联网应用、28 个硬件原型和 4 个物联网应用。

英特尔公司作为相关活动的发起方之一，全程参与并提供了强大的软硬件支持，即包括英特尔® Edison 开发板、英特尔® Galileo 开发板、Grove 增强版入门套件、软件开发环境及工具在内的英特尔® 物联网开发套件，极大地加速了作品的开发。与此同时，对于非工程师、不具备充分专业技能的社区、高校创客来说，英特尔产品兼容性强、简便易学的特点及英特尔物联网开发人员在社区上丰富的技术资源也进一步降低了创新的门槛，经过简单的培训，使所有参与者都能体验到创新的乐趣。



图 15 DIY MY CITY 48 小时流程

2.2.2.3 创客英雄之旅

“创客英雄之旅”源于2013年春季清华大学美术学院组织的 Designow 周末工作坊，目标是汇聚跨学科的资源实现创新创业。工作坊聚集了清华大学和其他高校、企业的青年创意人才，利用周末的时间做出创意原型，活动中也邀请商业、设计、技术等不同领域的导师给参加者提供专业指导。在 Designow 的活动设计中，“创客英雄之旅”的模式被用来支持团队创新，创新团队从任务挑战到完成原型，将经历挑战征集、进入不寻常的世界、团队磨合与创意推敲、开发与奖励、伴随成果和经验的回归五个环节并跨过三道门槛，这些对创客转变是具有重要影响力的关键点。

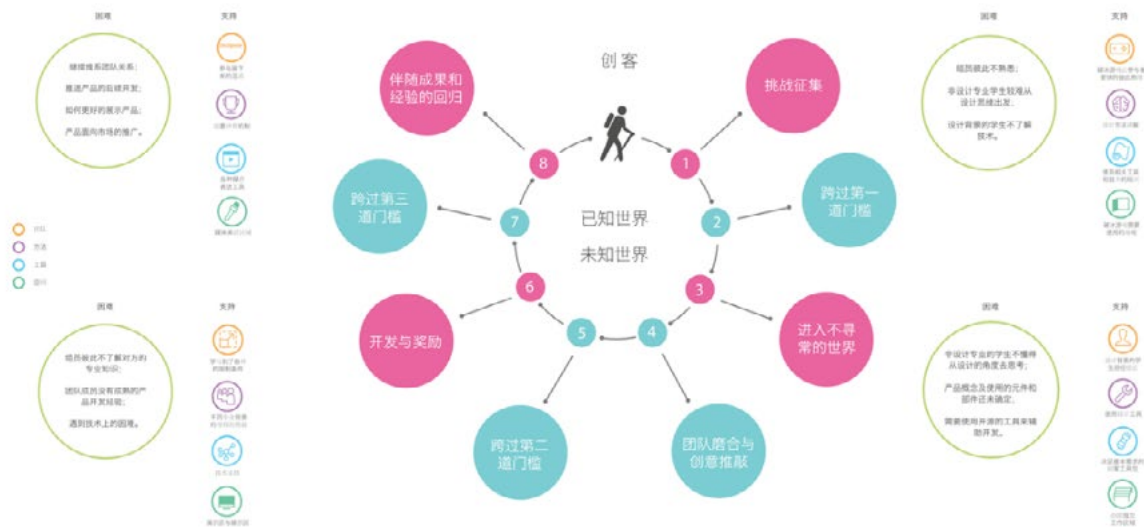


图 16 创客英雄之旅

1 挑战征集 (Call to Adventure): 通过 Designow 网站以及微博的推广，不同学科、校内外的参与个体被吸引到创客活动中来，创客团队的设计思路和概念开始在团队内形成。

2 跨越第一道门槛 (The First Threshold): 在临时的创客空间中，多位参与者集中在一起，通过参与者对研究思路的分享、专业技术导师对相关技术和硬件的介绍，他们找到自己感兴趣的课题并且与不同专业的参与者组成团队，并开始体验角色的转变。

3 进入不寻常的世界 (Enter the Special World): 这时参与者已经进入到一个全新的未知世界, 他们已完全处在临时却稳定的创客空间中, 这个空间里有属于他们的独立工作空间; 他们已经形成了比较固定的团队, 成员来自不同的学科; 不同的工具提供给他们, 如 3D 打印机、电子元件等作为创新的基础。设计工具提供给他们引导设计概念的产出, 如用户旅程图、头脑风暴等。

4 团队磨合与创意推敲 (Meeting with Allies, Tests, Enemies): 在这个阶段, 团队开始磨合, 他们会遇到各样的挑战: 包括如何与来自不同学科的同学合作? 如何分工? 如何利用有限的少量的研发时间? 将何种技术上的方式运用到设计中等等等。

5 跨越第二道门槛 (The Second Threshold): 第一阶段的成果汇报需要展示团队的设计概念、典型用户、产品特点等, 同时进行第一轮来自设计、技术、商业领域的导师点评。

6 开发与奖励 (Reward & Develop): 在开发的过程中每个团队都会遇到很多意料之外的问题, 如发现需要改变设计方案, 需要通过另外的技术手段去实现设计等。在经过了开发阶段, 每个团队都得到了产品原型。在开发过程中他们得到了开源硬件供应商的技术和硬件支持, 并由专业导师进行技术实现方面的辅导。

7 跨越第三道门槛 (The Third Threshold): 第二次汇报需要展示团队的最终成果, 以及第二轮来自设计、技术、商业领域的域的导师点评。校园创客在未知世界中的旅途就要结束, 即将回到自己的世界。

8 伴随成果和经验的回归 (Return with Elixir): 参与者在这个过程里面得到了很多的体验: 在短期的创客活动中他的某些观点会被改变, 在多次参与之后他会在某些能力上得到提升。与此同时校园创客团队也受到媒体的关注和宣传, 并有机会得到商业合作的机会。

2.2.2.4 极限学习过程 (XLP)

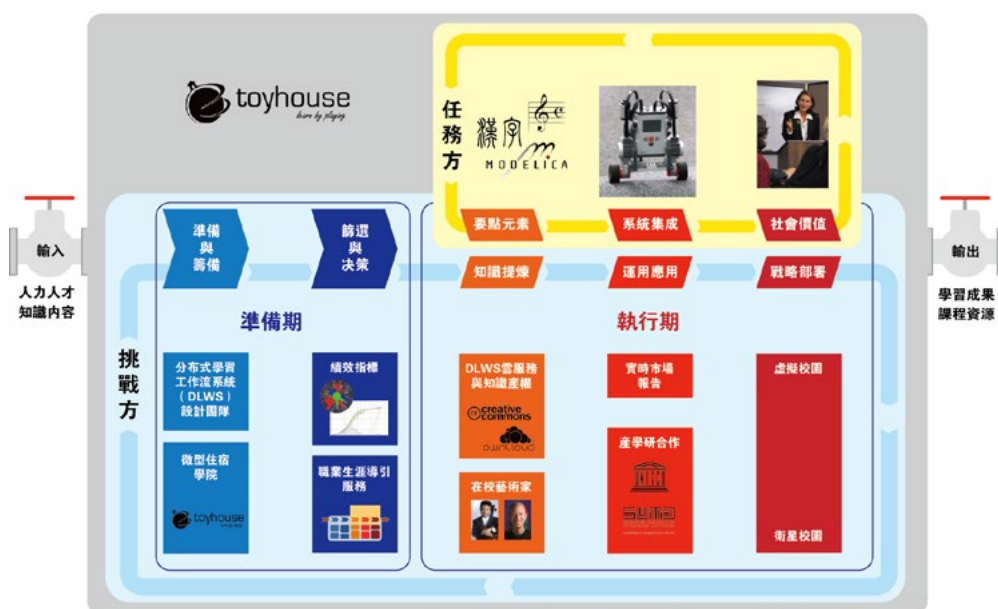


图 17 基于分布式工作流的极限学习过程模型

极限学习过程 (eXtreme Learning Process, XLP) 是一个基于分布式工作流的群体学习活动的设计方法论, 由清华大学顾学雍教授于 2012 年首创。XLP 借鉴信息技术中的分布式系统概念, 采取工作流的设计理念和办法, 将信息技术与实体教学机构有机融合, 加快阶段性学习成果产生的速度, 进而帮助学生掌握学习主题里的整体系统化知识与应用。在极限学习过程中, 围绕跨学科系统集成设计挑战, 跨学科的参与者们自由组合, 形成任务设计方和任务执行方, 即“挑战方”和“任务方”。“挑战方”根据每期活动主题, 设计一系列具有挑战性的任务, 交给“任务方”去完成; “任务方”在规定的时间内, 接受并通过各种途径积极完成“挑战方”发布的任务。“挑战方”为一组成员, 而“任务方”有多组成员, 双方构建虚拟社会中的现实情景、人际交往和竞争关系。针对自身专业和可能面对的社会环境与分工, 学生们设置了虚拟社会中市场 (材料市场、技术市场、黑市)、银行、法院、专利局等情景, 它们发挥着现实社会里同样的职能作用。从 2012 年以来, XLP 已在全球范围、跨越多种专业领域协同了多方的合作者与合作团队。

XLP 提出一套分布而不分散的工作规范, 引导多种具备各种不同专业技能的参与人员, 利用分布式的信息交换架构, 组织学习的任务。它把规划组织化学习的工作分成五个阶段: (1) 探索并设定学习目标; (2) 学习资源与时间的安排; (3) 数字化与网络化的协作数据与内容的管理; (4) 学习内容的体验与学习成果的开发; (5) 展现学习成果, 总结并比较学习成效。这五个基本的阶段, 各有不同性质的学习活动, 配合不同的信息采集工具, 让参与学习活动的群体, 能够并发而有序地贡献自己的才智, 把自己的学习经历与成果, 不断地以数字化的内容, 累积到一个可以规模化共享的信息内容管理系统。让参与学习者, 可以依照这些工作规范, 解决一些或许从未被解决过的问题。在产出学习成果之后, 还提出了一个工作程序, 引导参与者把学习成果以一种可传播的方式记录并发表。

2.2.2.5 翻转会议模式

翻转会议是一种基于 O2O 环境的创客会议活动组织模式。会前演讲者按组织者的要求将发布详细的演讲内容，参会者可以预先了解并提出问题。组织者根据参会者的背景及问题，挑选出一定数量的挑战者。会中演讲者结合会议主题、听众背景和前期问题进行简明扼要的演讲后，将大部分时间用于回应挑战者提出的预设问题和现场听众的随机问题。会后演讲者和参会者通过社交工具可以继续交流和互动，形成可持续发展的创客社区。具体说来翻转会议的三个阶段如下：

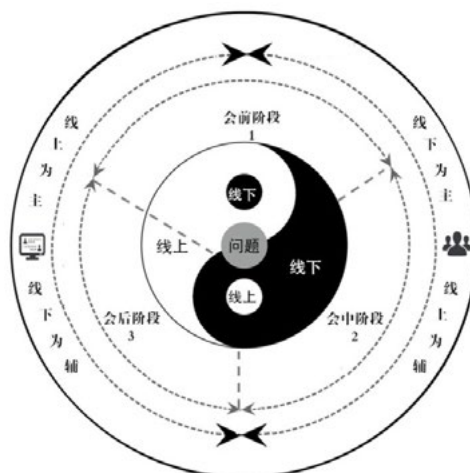


图 18 翻转会议的三阶段模型

会前基于内容和问题的深入了解。在会议前，会议组织者提供互动交流的在线社区。演讲者和参会者都需要在线注册，以获取唯一的数字身份。演讲者将按照会议组织者的要求将拟定的演讲内容以微视频的形式在线预告；参会者可以预先了解演讲的具体内容并提出与之相关的问题。组织者根据参会者的研究背景和所提问题的水准筛选出一定数量的挑战者。挑战者在了解演讲人及其视频内容的基础上，提出相应的问题，并经过多轮修正和提炼，最终确定的问题将以微视频的形式反馈给演讲者。会前阶段的各种活动以线上为主，线下为辅，体现在模型中就是太极环第一个扇形部分的面积以白色（代表线上的网络空间及活动，下同）为主，黑色（代表线下的物理空间及活动，下同）只占小部分。

会中围绕问题的多轮互动交流。在会议中，演讲者在会议主题的框架下，结合会前反馈的问题，进行更具针对性的 5 分钟演讲演示。在演讲演示完成后，演讲者将围绕会前预设的问题与挑战者进行多轮对话交流。此外，为了增加会议的参与感和互动性，演讲者还要随机回答现场参会者的问题。会中阶段的各种活动以线下为主，线上为辅，体现在模型中就是太极环第二个扇形部分的面积以黑色为主，白色只占小部分。

会后兴趣驱动的持续互动。在会议结束后，组织者、演讲者、挑战者和普通参会者都要对会议作评价和总结。通过社交工具，所有的参会者都可以持续地进行交流和互动。会后阶段的各种活动以线上为主，线下为辅，体现在模型中就是太极环第三个扇形部分的面积以白色为主，黑色占小部分。

3

开展创客教育面临的问题与挑战

3.1 如何建设校园创客空间，服务创客教育活动

创客空间是开展创客活动的基础设施环境。如何建设校园创客空间是各级各类学校开展创客教育所面临的首要问题。建设校园创客空间既要立足现实需求，继承学校既有的传统，更要着眼未来，服务创新过程和实践学习的广泛整合。建议由有公信力和影响力的教育机构、行业组织牵头，组织权威专家编制分别面向高等教育、职业教育和基础教育的创客空间建设的标准规范及实施指南。这里的标准规范是基本的和通用的条件要求，为学校建设创客空间提供指导和参考，而非限制学校的自主性和创新性。此外，学校创客空间要成为学校开放的窗口，在一定范围内向社区开放，与社会上的创客空间互联互通、资源共享和优势互补。

3.2 如何重构原有课程资源，建立创客课程体系

创客课程是开展创客教育活动的目标、内容、方式及评价等的总和及其进程与安排。创客课程不是一门课程，而是由低阶到高阶的一系列课程组合。入门级课程可以侧重电子、机械、材料、计算机等基础学科知识的讲授与操作技能训练；中级课程可以侧重 3D 建模、制造、电路装配、电子切割、高级编程等较复杂的技能训练；高级课程则可以进行综合性的创新实战，围绕某个现实项目和问题，让学生以团队形式协同创造新方案和新产品。除了开设专门的创客课程外，也可以结合学科内容设置创客课题，将创客教育的理念融入学科教学中。

3.3 如何打造创客师资队伍，变革传统教学方式

教师是指导和推进创客教育的主体之一。创客教育需要大批能够开设创客课程、指导学生创客活动的创客教师。目前，无论高等教育还是基础教育，已有的师资队伍大都难以满足广泛开展创客活动的需要。在这样的情况下，教育机构要建立灵活的驻校创客机制，广泛吸纳专业以及背景广泛的专家组成跨界的导师团队。更重要的是，学校要通过各种专题培训和教学研讨活动，激发广大一线教师的热情和潜能，让更多的教师接纳创客教育的理念，掌握创客教学的策略与方法，投身创客教育实践。

3.4 如何组织创客教育活动，培育推广创客文化

创客运动的蓬勃发展，得益于各种创客活动的成功举办。以 Maker Faire 为例，该活动 2006 年发源于美国旧金山，如今已风靡全球，大大提高了普通大众对创客的认识和兴趣。当前我国的创客运动已经有了很好的开端，特别是 2014 年和 2015 年连续两届中美青年创客大赛的举办，搭建了中美两国高水平青年创客之间交流的平台。创客赛事对创客文化起到了重要的推动作用。教育领域创客文化的培育，需要更多形式、覆盖面更广的创客活动。除了各类赛事，还可以通过举办创客教育论坛、教师创客工作坊、学生创客作品展、校园创客文化节等活动，加大宣传力度，让更多的学校接纳创客文化。

3.5 如何做好顶层规划设计，实现可持续发展

与产业界相比，目前教育领域的创客运动还未引起政府部门的足够重视。创客教育可以成为推动教育教学变革的重要抓手，通过培养具有创意、创新、创业意识和能力的人才，从而更好地服务于国家创新驱动发展战略的实施。建议教育主管部门根据社会发展和人才培养的趋势，尽早启动符合中国国情的创客教育行动计划，为创新人才培养提供更加明确的实施路径。当前，国家教育事业“十三五”规划编制工作正在进行中，建议政策制定者对创客教育给予高度重视并纳入到教育事业的“十三五”规划中。

3.6 如何协同各方面的力量，形成多元参与格局

单靠教育系统的内部力量，难以完成教育事业的跨越式发展，当前诸多教育难题（公平、质量、择校、减负等）的有效解决需要全社会力量的参与。创客教育的发展也不例外，需要推动政府部门、学术界、产业界以及创客组织的跨界合作，形成协同效应。政府提供政策和资金支持，学术界提供研究成果供决策参考，产业界提供技术工具和服务，创客组织策划和推动各种活动。此外，家庭教育的作用也至关重要。父母要积极支持孩子的各种创造行为，为其营造良好的家庭环境，有条件的家庭甚至可以建设家庭的创客空间。

参考文献

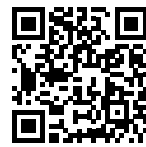
- [1] (美)克里斯·安德森.创客:新工业革命[M].广州:中信出版社,2012.
- [2] 付志勇.面向创客教育的众创空间与生态建构[J].现代教育技术,2015,(5):18-26.
- [3] 杨现民,李冀红.创客教育的价值潜能及其争议[J].现代远程教育研究,2015,(2):23-34.
- [4] 祝智庭,雒亮.从创客运动到创客教育:培植众创文化[J].电化教育研究,2015,(7):5-13.
- [5] 雒亮,祝智庭.创客空间2.0:基于O2O架构的设计研究[J].开放教育研究,2015,(4):35-43.
- [6] 宋述强.从微课、慕课、翻转课堂到创客运动——我们是否在见证一场新的教育革命? [N].中国教育报,2015-6-2(8).
- [7] 徐思彦,李正风.公众参与创新的社会网络:创客运动与创客空间[J].科学学研究,2014,(12):1789-1796.
- [8] Dougherty D. Foreword of state of making report[R]. Pittsburgh: Makeschools Higher Education Alliance, 2015:3.
- [9] Kera D. NanoSmano lab in Ljubljana: Disruptive prototypes and experimental governance of nanotechnologies in the hackerspaces[J]. Journal of Science Communication, 2012,(4):37-49.
- [10] Altman M. What' s hackerspace[OL]. <<http://makezine.com/2011/09/07/whats-a-hackerspace-mitch-altman-explains-video>>
- [11] Kylie P, Sophia B. Maker movement spreads innovation one project at a time[J]. Phi Delta Kappan,2013,(3):22-27.
- [12] SheridanK M, Halverson E R, Litts B K, et al. Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces[J]. Harvard Educational Review, 2014,(4):505-531.
- [13] 王佑镁,李璐.设计型学习——一种正在兴起的学习范式[J].中国电化教育,2009,(10):12-16.
- [14] (美)J.莱夫,E.温格著,王文静译.情景学习:合法的边缘性参与[M].上海:华东师范大学出版社,2004.
- [15] 科技部关于印发《发展众创空间工作指引》的通知[OL].<http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2015/201509/t20150914_121588.htm>
- [16] 深度解读:你不知道的中国创客活动窘境[OL].<<http://zhangguoren.baijia.baidu.com/article/170877>>
- [17] 宋述强,钟晓流,焦丽珍,李寅.创客教育及其空间生态建设[J].现代教育技术,2016,(1):13-20.



参考文献 10



参考文献 15



参考文献 16



清华大学创客教育实验室 现代教育技术杂志社



联合出品



英特尔公司



支持

