多学段 STREAM 课程设计与学生创造力培养
——以深圳明德实验学校海绵城市研究课程为例

文/莫峻

莫峻　深圳明德实验学校中学理科教研组组长，利物浦大学博士，中科院访问学者。

教育进展国际评估组织（IAEP）曾对全球21个国家的调查显示，中国孩子的计算能力世界第一，但创造力在所有参加调查的国家中排名倒数第五。在被调查的中小学生中，认为自己有好奇心和想象力的只占4.7%。[1] 瑞士媒体曾指出：中国学生勤奋守纪，但缺乏批判性思维和创造性。[2]

想要拿掉“创造力弱”这顶帽子，首先必须弄清楚何谓创造力以及我国中小学生创造力弱的原因，而后才能有针对性地解决问题，提升学生的创造力。

一、创造力及其培养

何谓创造力？美国的科学教材《科学探索者》（*Science Explorer*）指出：创造力有两个层面，其一是指发现问题并创造性地解决问题，其二是产生新的事物。第一层面的创造分延伸、突破及发现三个层次；第二层面的创造则以新事物影响的人群、范围和应用前景来估计其价值。

那么，创造力如何培养呢？经梳理，笔者以为，创造力的培养方式很多，其中有效的方法主要有：培养学生的观察力和想象力；重视学生发射思维的培养；重视培养学生的原创能力与冒险精神；鼓励学生兼具开放思想与质疑精神；培养学生的批判性思维；激发学生的求知欲，保护学生的好奇心；鼓励学生挑战有难度的问题。[3]

据此反观我们自身的许多做法，就能发现我国中小学生创造力低下的主要原因。

其一，思维标准化。高考指挥棒下的标准答案，以其强大的垄断性、权威性、孤立性和排他性，像流水线生产机器一样，制造着一个个合格同质的标准

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

化产品——中国学生。学生脑子里装满了各种标准答案，思维越来越同质化，想象力和创造力越来越枯竭。

其二，过度重视聚合思维，发散思维培养不足。聚合思维是逻辑思维和演绎归纳思维，发散思维就是想象力。只有同步发展聚合思维和发散思维才能使学生同时兼具知识基础及创新能力。然而我国的教育以牺牲学生的发散思维为代价，过度强调发展学生的聚合思维，直接导致创造力低下。

其三，知识去生活化，知行分离。陶行知先生说过“知行合一，生活即教育。”而我们很多时候，教育学生获取知识与技能后并不关心如何将其应用于生活。把知识记住，拿到分数就是当下学生学习的目标。学以致用，知行合一，这才是创造力的来源。

由上可知，创造力的培养成为中小学教育的当务之急，创造力可以作为一个核心因素完美地融入学生的学习体系当中，融入每个学校的课程建设实施中。

二、明德的多学段 STREAM 课程：培养有创造力的人

程红兵校长 2013 年在深圳创办明德实验学校以来，大力推进学校、课堂和课程改革。他创造性地提出“理解迁移讲究还原”理念，即在课堂教学中可通过多种方式的还原（如还原背景、还原变异、还原思维等），促进学生理解知识、掌握技能、学会应用。[4]

“还原”就是让学生不但要知道“为什么（Why）”，还要知道是如何（How）想到和做到的。如此深入探究事物产生背景与创造过程的“还原”，极大地促进了学生创造力的养成。而这，也成为明德实验学校多学段 STREAM 课程的主要设计思想。

何谓 STREAM？美国非常重视中小学生理科综合素质教育，在 STEM 教育方面不断加大投入，鼓励学生主修科学、技术、工程和数学，培养其科技理工素养。2011 年，美国总统奥巴马把大学前的 STEM 教育上升到国家战略层面。有教育研究者主张在 STEM 的基础上加入 A 人文（Arts）或者 R 阅读（Reading）和研究（Research），使之成为 STEAM 或者 STREAM 整合学习。这为 STEM 课程整合注入了新的活力，也成了新的趋势。其实，在原有的 STEM 教育中就有人文，如文字表达，美术创意等，也必须有阅读与研究。然而，STREAM 的新提法使得人文与阅读研究的存在更明确。

（一）明德 STREAM 课程目标与整体设置思路

作为一个 STREAM 整合课程的设计者，首先必须理解：什么是整合课程？整合的意义在哪里？整合的最终目标是什么？[5] 笔者以为，整合课程应该把目标聚焦在“让学生学会解决现实世界的问题”上。[6] 譬如，明德实验学校海绵城市

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

研究课程目标就聚焦于“让学生学会把我们现有的传统城市改造成海绵城市，由此解决我们当前面临的水问题”。

当前的课程改革，整体（多学段连接）和综合（多学科整合）是两个主要方向。整体就是打破原有的多学段设计，将各学段打通，进行整体设计，以加强学段间的紧密联系。[7]

明德实验学校课程整体设置使用逆推的方式。以“海绵城市研究”课程为例，以大学生的相关专业（非唯一）要具备哪些知识与技能出发，思考高中阶段在物理、化学、地理、生物、数学和工程各课程应设置哪些内容才能顺利衔接大学。同理，逆推初中阶段要如何设置才能顺利衔接高中，小学高年段、小学低年段分别要如何设置才能顺利与高一阶次的学习内容相衔接。由此，我们会发现，如绘画、观察与记录能力等在小学阶段就应该着手培养。

（二）STREAM 课程的主要学习方式

1. 基于问题的学习（Problem-Based Learning）

基于问题的学习在 STREAM 课程中被大量地应用，以“海绵城市研究”课程中的“都江堰”一节为例，我们提出的问题就有：

（1）在历史背景下提出问题，都江堰为春秋战国时代秦国所建，秦昭王为何要建都江堰？都江堰解决了什么问题？

（2）由李白《蜀道难》中对古蜀国的描述推断当时水患严重。

（3）由岷江的地理背景知识，“全河落差 3560 米，势能大，流域面积大，水量大，泥沙多”推断水患的物理地理科学解释。

（4）李冰父子是如何分三步，即①开凿宝瓶口；②开挖内江构造鱼嘴；③建设飞沙堰解决泥沙问题，巧妙地建设了都江堰。

（5）从多角度评价都江堰的功能与价值，让学生明白这个工程的价值所在。

2. 项目制学习（Project-Based Learning）

在 STREAM 课程中，项目制学习同样大量被运用。我们通常会在课本的每一章节末尾设置开放性项目用作检验学生掌握知识与技能。课程学习结束，通过要求学生完成一个真实的项目，内化所学，并在解决现实问题中培养想象力与创造力。

（三）“还原”力量促进学生创造力培养

在整合课程中，“还原”是极其重要的。在“海绵城市研究”课程中的“都江堰”内容学习过程中，我们通过还原历史背景，让学生了解秦国统治者在蜀地面临的问题是水患重重，这就是发现问题。变水患为水利，对秦昭王来说就是拜懂水的李冰为太守。那么，李冰是如何分步解决问题的呢？如何在当时的条件下实施工程？过程中遇到了哪些问题？三个核心水利设施的原理又是什么？

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们通过多学科工具还原它们背后的科学技术，如抽丝剥茧般一一还原历史、还原真相、还原科学、还原技术。而学生也在学习过程中不断地思考：问题在哪里？他做了什么？他为什么要这样做？效果如何？是否解决问题？由此，习得面对问题、分析问题、提出方案、最终解决问题的思维方式与能力。

三、海绵城市研究课程及学生创造力培养

（一）海绵城市研究课程的开发基础

要进行课程整合，其一，要有一个好素材。2015 年 10 月，《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》印发，部署推进我国海绵城市建设工作。深圳市于 2016 年成为我国海绵城市第二批试点城市。2016 年 9 月，深圳市出台《深圳市推进海绵城市建设工作实施方案》，深圳将以最高标准、最高质量开展海绵城市的规划和建设工作，将深圳打造成为国际一流的海绵城市，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将 70%的降雨就地消纳和利用。到 2030 年，深圳建成区 80%以上的面积达到海绵城市要求。海绵城市在我国方兴未艾，未来几十年会是深圳乃至中国的重要主题，与学生们的未来息息相关。

其二，要有一个有学养、有拼搏精神并富有活力的高素质团队。明德实验学校成立海绵城市研究课程项目组，由笔者主持，课程设计专家程红兵校长为顾问，团队主要由 7 名来自国内 985 高校的硕士构成，定期进行考核，成员可进可出。

（二）海绵城市研究课程整体规划与定位

海绵城市研究课程是明德实验学校推行课程整合的一个典型案例。课程以海绵城市的建设及改造为载体，将数学、生物、地理、物理、化学等学科知识进行融会贯通，以工程技术等现代技术为工具，改变传统的单学科培养模式，打破学科界限，拓展学生研究问题的视角，发展学生在现实中发现问题并综合利用知识和技术解决问题的能力。

课程定位是校本选修课程和特色课程。具体目标是：大力培养学生的想象力和创造力；丰富学生海绵城市知识；培养学生观察、动手做实验的能力；培养学生制作模型及设计模型的能力；发展学生团体合作能力；渗透可持续发展的理念；掌握海绵城市英语关键词汇；培养学生多学科结合、多角度思考问题的能力；提升学生 STREAM 理工素养。

此多学科整合课程时间跨度从三年级到十二年级，共十个学年。作为一门跨小学、初中和高中的多学段整体性综合课程，三学段之间的课程呈阶梯性。如图 1 所示，小学的学习内容及技能为初中的学习做铺垫，初中的学习内容及技

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能为高中的学习做铺垫，高中的内容与课程设计则为学生将来在大学学习生态设计或建筑设计做铺垫，三学段之间设有衔接课程，让学生超前地接触下一学段的内容，为学生顺利进入下个学段的学习奠定基础。譬如，八年级的“雨水污染物与鉴定”这部分课程内容让学生了解了雨水中所含主要污染物的种类与鉴定方法。十年级的“海绵城市特有植物”课程部分则让学生了解哪些植物能解决对应的雨水污染物。这两个年级的课程体现了强烈的阶梯性。再加上各个学段课程中对海绵城市雨水系统设施的不断学习，学生即可对城市的各个区域进行更有针对性的设计。

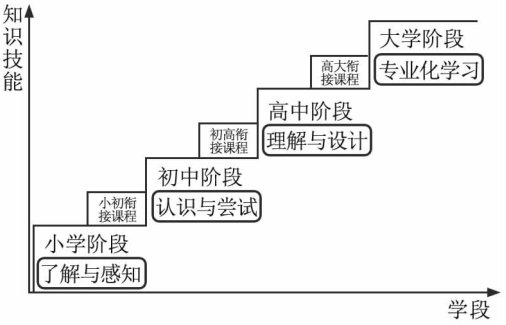

图 1　明德实验学校海绵城市研究课程整体课程各学段关系

（三）课程教材设计、教学实施与学生创造力培养

1. 教材内容设计

海绵城市研究课程教材分为六大板块，分别是：①海绵城市综述；②古代海绵城市研究；③海绵城市的特有植物；④海绵城市雨水系统设施；⑤立体绿化与海绵城市；⑥雨水成分与污染物研究。每个部分由若干章节组成，以海绵城市中跨学科的一个综合问题作为起点，以学科知识和技能作为工具为问题解决或者项目研究提供支持，这样就打破了学科的界限，使学生能够通过思考问题来进行基于 PBL 的学习，这会提高学习的主动性和效率。如图 2 所示。

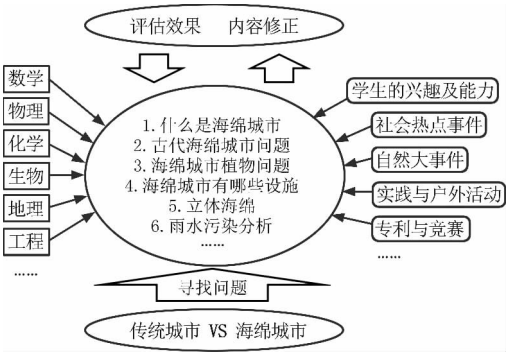

图 2　明德实验学校海绵城市研究课程内容整合模型

2. 主要的课堂教学模式

只有让学生走进海绵城市、了解海绵城市、设计海绵城市，才能唤醒学生思考人与自然的关系意识，向学生不断地渗透可持续发展的理念。因此，海绵城市研究课程采用户内理论、实验、社团课程学习和工程设计模型制作、户外实践调研相结合的方式实施。学生通过学习海绵城市理论，研究不同类型的海绵城市案例，研究、理解、设计和制作模型。

以“古代海绵城市——中国古代四大水利设施之三——都江堰”为例。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

第一步是学生在还原背景下学习和内化。花三个课时，解决两个问题：（1）都江堰是如何被分三步建成的？（2）利用了什么物理原理？教师的任务是提供历史的、地理的、工程的、物理的资料。要给学生足够的时间进行画图和讨论。学生的理解需要时间。三个课时后，学生能把握三件事，如何建造，有什么用，其原理是什么。最后归结为两个字“分流”，即洪水被分流了。

要培养学生的创造力，必须让学生把学到的知识运用到现实世界的问题上去。

第二步是确立问题。给学生设置一个问题，“如果让你造一座‘都江堰’这样的水利设施，你准备建在哪里？”学生的答案往往是五花八门的，教师要加以引导：同学们，是否可以变水患为水利？学生再经过充分思考，会提出要建在有水患的江河上。最后地点确定在我国经常闹洪水的长江。“为了解决长江水患，如何在长江流域建设一座都江堰”就成了学生要解决的核心问题。

第三步是问题解决。用两个课时，首先让学生组成小组设计方案，然后组内讨论或与教师交流发现方案中的问题，不断优化，最后让学生在课后完善整个方案。

第四步是评价。给学生们两节课时间进行展示，自我评价结合教师和其他学生的评价。如果有很有价值的想法，可以让学生继续完善，然后参加创新类的比赛。

学生的课程结束了，教师要就课程是否达到了效果进行反思和优化。

首先关注学生能否发现问题，这是创造力培养的第一步。学生独自发现问题是最优的，本课中学生能否发现岷江水患的本质是水多造成了洪水是关键，只有发现这个问题，在应用的时候，学生才会正确关注哪里有洪水。另外是在教师的引导下发现问题，教师会在适当的时候强调“变水患为水利”。

其次关注学生是否能给出有效的设计方案，即学生是否能发现李冰的智慧。本课中李冰解决水患的做法是分流洪水，把洪水分流之后用于成都平原的航运和灌溉，从而把整个成都平原变为粮仓。学生的方案能否给出有效的分流设计是评估的关键。

最后，教师要评估学生的方案中哪些部分超出了学生的能力，这时教师就要给学生以支架。解决问题的过程中，超纲是常见的，有时会超出教师的能力，比如，需要画出设计的 3D 电脑模型，如果有条件，可以借用社会的力量或者等学生在将来自己解决。

总之，教师要想方设法让学生把课程上学到的知识运用到现实中去，创造力的培养就在于学生发现并解决现实问题。

3. 多元的评价方式

海绵城市的原理可简单归结为“渗、滞、蓄、净、用、排”六个字。教学过程中，我们也尽可能地还原背景、变异、思维、关系、自然与问题，同时采用多

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

元评价方式，营造开放、宽松的评价氛围。譬如，学完“古代海绵城市研究”中的“中国古代四大水利设施”后，我们设计让学生画水利设施的平面图，并在平面图上以文字的形式写出自己对相关设施的结构与功能的理解。

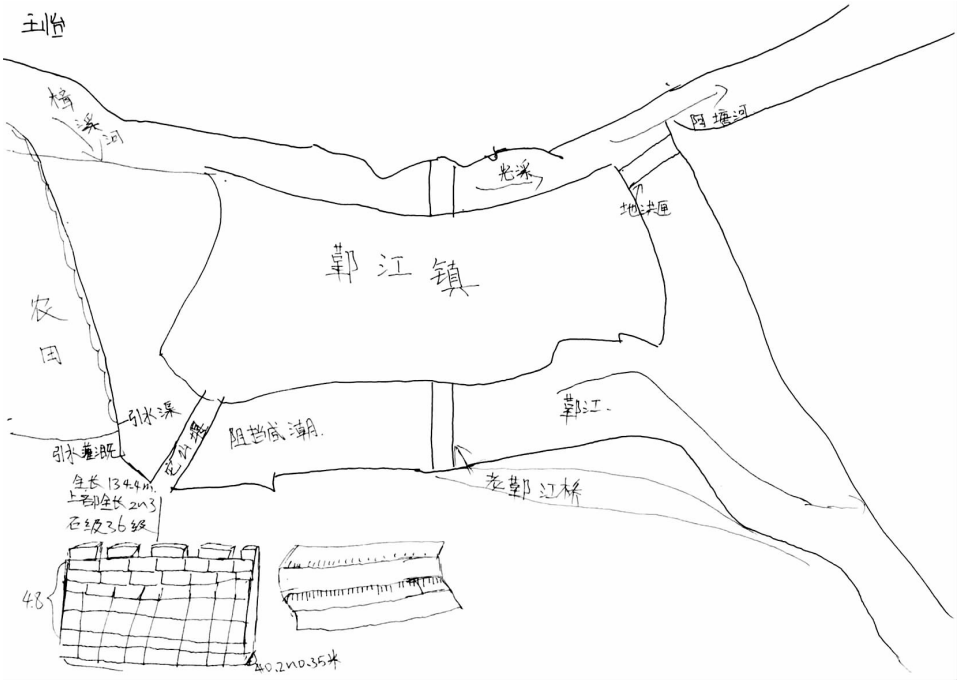

图 3　学生绘制的中国古代四大水利设施之一——它山堰的示意

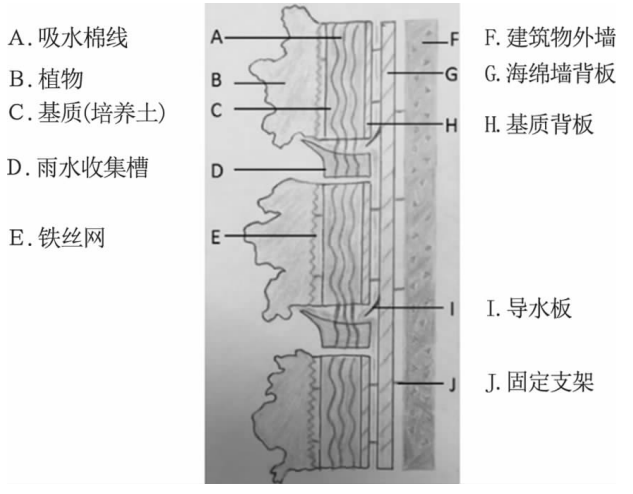

图 4　明德小学生莫轩城（9 岁）的海绵墙设计

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4. 课程的评估与优化

课程的评估与优化是成就一门精品课程必不可少的环节。而这需要在实践中不断反思、不断打磨，并长期坚持。课程实施过程中，要求教师们进行“每课一反思”。在评估中，我们思考课程整合让学生进行了哪些观察，促进了哪种思考，哪些知识得到了运用和拓展，哪些技能会被强化或掌握，哪些问题解决超出了学生的能力，学生的创造力和想象力是否得到了提高。在这些深入思考和讨论的基础上，课程内容逐步修改完善。我们深信，只有不断开发新的课程内容，不断强化课程的广度和深度，不断增加课程的案例库，且与时代同步，这样的课程才能有持续的生命力。

5. 困惑、挑战与可改进的空间

此课程的时间跨度长，空间跨度大，整合的学科多，在课程设计的过程中，团队也遇到过不少挑战与困惑。

首先，最大的挑战是如何对“海绵城市”形成全面而精准的理解。在编写课程教材时，若没有足够深刻的理解，就无法提出有深度且发人深省的问题，更无法促进学生进行有益的思考。当然，学习到了一定的深度，我们慢慢对“海绵城市”有了自己的见解，对现实生活中所看到的问题也有了自己的判断。譬如，笔者在带学生探究深圳光明新区海绵城市国家级示范工程的过程中，就有孩子发现了其中的不完美。图 5 是公园路的一段，在海绵城市中，这种雨水设施叫“生物滞留带”，用以滞留雨水。然而，我们发现，把生物滞留带建在斜坡路段无法实现滞留雨水的设计目的。

图 5　公园路斜坡路段的生物滞留带是无效设计

其次，要保证整个团队的每一个成员都能对海绵城市有一定的理解，这就要求整个团队在一个开放合作的氛围中工作，定期的会议和学习也是必不可少的。

最后，成员被要求要按时按进度按要求地完成编写教材的任务。在学校里，所有的教师都有自己的教学任务，在教学工作之余还要抽出时间来编写教材是非常不容易的，每位成员都付出了很大的努力，牺牲了大量的业余时间。

学科与学科之间如何实现整合，如何有机地结合在一起，虽然我们有一些经验，但也是巨大的挑战。学段与学段之间，不同程度的学习内容如何界定，学生可以掌握哪些技能，培养学生这些技能的课程该如何设计等，这些问题都要在实践的过程中不断摸索、修订和完善。而这些也是当前我们尚未解决的问题。

课程的实施过程中，在培养学生创

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

造力方面主要碰到的问题有：①学生的时间不能保证。现在的学生，课余时间都被兴趣班、补习班、提高班等排得满满的。②要布置家庭作业，基本是不可能的。③校本课程作为连副科都不是的定位，很难引起家长和学生的重视。④学生缺乏小组合作探究的经验。⑤没有标准答案的问题，对很多学生来说太困难了。

四、结语

随着海绵城市研究课程整合的不断深入，课程组将后续的研究聚焦在学生的创造力和想象力的培养、课程的整体与整合、具体案例解读和模型分析上。笔者以为，未来，中小学的课程整合应因地制宜，与时俱进，从当下流行的科学技术与发展需要着手，打破植根于20世纪经典科学体系的旧有框架，重视学生的兴趣和发展需求，着力于培养学生的创造力与科学核心素质，着力于培养学生解决真实世界问题的能力，切实培养社会所需要的综合性人才。

参考文献：

[1] 赵永新. 王昊魁. 中国儿童想象力太差 [N]. 人民日报，2009-08-17 (11).

[2] 中国教育体系的优势和薄弱 [N]. 新苏黎世报，2015-09-11.

[3] Jensen，E. 2005，Teaching with the brain in mind，Alexandria，VA：Association of Supervision and Curriculum Development.

[4] 程红兵. “课堂模型”之明德设计 [J]. 上海教育，2015 (10)：18-19.

[5] Drake，S. M. & Burns，R. C. 2004，What Is Integrated Curriculum？ Alexandria，VA：Meeting Standards Through Integrated Curriculum，ASCD Press. USA.

[6] 莫峻. 课程整合模型研究与实践 [J]. 新课程评论，2016 (3)：35-42.

[7] 陶西平. 联合国教科文组织国际教育局：课程改革发展趋势 [J]. 教育文摘，2016 (3)：54-55.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net