

STEM 教育质量标准的制定、内容及启示

——以美国圣地亚哥郡为例

赵慧臣^{1,2} 马悦¹ 陆晓婷¹ 张艺苇¹

(1. 河南大学 教育科学学院 现代教育研究所, 河南开封 475004;
2. 河南大学 河南省教育信息化发展研究中心, 河南开封 475004)

[摘要] 在“大众创业,万众创新”的背景下,中国需不断汲取国际经验以开展本土化 STEM 教育。为了衡量 STEM 教育的发展状况,我们需要科学的质量标准评价 STEM 教育。本文通过对权威报告和研究成果的分析,学术内容的综合性,STEM 思潮和文化,学校、社区和产业的协作,大学与职业准备的关联四方面解读圣地亚哥郡 STEM 质量标准。其对我国 STEM 教育的启示包括:支持教育工作者专业发展,提供 STEM 人力资源保障;学校、社区和产业分工协作,提升 STEM 教育质量;按照 STEM 教育发展阶段开展评估,针对性改进教育质量;开展自我评估,探寻改进 STEM 教育质量的方案;采用列表形式,推进 STEM 教育质量评估。作者希望本研究能有助于我国借鉴国际经验形成满足本土需要的 STEM 教育质量标准。

[关键词] STEM 教育;质量标准;质量评价

[中图分类号] G443

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2017)03-0050-12

一、引言

作为多学科交融领域,STEM 教育并不是科学、技术、工程和数学教育的简单叠加,而是要将四门学科内容组合形成有机整体,以更好地培养学生的创新精神与实践能力和实践能力(余胜泉等,2015)。这不仅是学科或课程层面的改革,更代表面向未来的教育发展战略,甚至是国家提升科技创新的重要途径(董泽华,2015)。在美国,不仅教育部门重视 STEM 教育,

国会、国家自然科学基金会、国家科学委员会、能源部等部门纷纷建立 STEM 教育项目。2011 年,美国学者格雷特·亚克门(Georgette Yakman)将 A(艺术)融入 STEM 教育,提出 STEAM 教育。

北京师范大学 2012 年承办的第二届科学、技术、工程和数学国际教育大会促进了国内对 STEM 教育的认识和研究。政策支持方面,《教育信息化“十三五”规划》提出:积极探索信息技术在“众创空间”、跨学科学习(STEAM 教育)、创客教育等新的

[收稿日期] 2017-03-24

[修回日期] 2017-04-21

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2017.03.006

[基金项目] 2016 年度河南省软科学研究计划项目“中小学实施 STEM 教育的问题与对策研究”(172400410320); 2016 年河南省哲学社会科学项目“我国中小学实施科学、技术、工程和数学(STEM)教育的途径与对策研究”(2016CJY032); 2017 年度河南省教师教育课程改革研究项目“中学教师 STEM(科学、技术、工程、数学)教学能力提升的研究与实践”(2017-JSJJYB-004); 河南大学教育科学学院青年科研基金项目“STEM 教育中不同机构的协作关系及其优化研究”。

[作者简介] 赵慧臣,博士,河南大学教育科学学院现代教育研究所副教授、河南省教育信息化发展研究中心研究人员,硕士研究生导师,研究方向:教育信息化、STEM 教育(zhc412328@163.com); 马悦,在读本科生,河南大学教育科学学院(2429534892@qq.com); 陆晓婷,在读硕士研究生,河南大学教育科学学院(1357665876@qq.com); 张艺苇,在读本科生,河南大学教育科学学院(781142296@qq.com)。

教育模式中的应用。实践方面,国内已有 600 余所中学引入 STEM 教育相关课程。

不断发展的 STEM 教育亟待科学标准以进行质量评价。在 STEM 教育相关标准中,美国印第安纳州制定了 STEM 教育实施标准,分最小程度实施、部分实施到全面实施来逐步推进,突出基础设施、教学指导、课程设计和扩展学习等关键要素,并采用量化方式形成操作性强的步骤 (Indiana Department of Education, 2013)。为引导和规范 STEM 教育的教学活动设计,美国北卡罗来纳州中学 STEM 学校基于量规制定了教学设计标准,从“初期”“发展”“成熟”“典型”四个阶段,描述教学设计中的 10 种 STEM 属性 (赵慧臣, 2017)。为支持 STEM 学校和项目,美国圣地亚哥郡 (San Diego County) STEM 教育质量标准工作组和 STEAM 质量标准工作组建立了 STEM 教育质量标准。根据该标准,学校和项目合作伙伴从可持续发展视角调查和思考符合质量标准的要求。其质量标准的制定过程与具体内容对我国发展 STEM 教育具有重要启示。

二、STEM 教育质量标准制定过程

为更好地改善和提升 STEM 学校和项目的效益,美国圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准由不同领域的人员依据科学的标准共同完成,并根据使用情况进行完善。

(一) 依据科学的标准

圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准的制定参照了

科学、技术、工程、艺术、数学等不同领域的标准,包括新一代科学教育标准 (NGSS) 的科学和工程实践、根据共同核心州立标准 (CCSS) 制定的数学实践标准、根据共同核心州立标准 (CCSS) 制定的个人英语语言艺术读写能力、美国国际教育技术协会 (ISTE) 学生标准 (见表一)。

(二) 不同领域人员的参与

为了研制 STEM 教育质量标准,圣地亚哥郡于 2013 年 11 月成立了 STEM 教育质量标准工作组,其工作包括研究美国其他州的质量标准、确定 STEM 量规的关键部分、修订本地区已创建的 STEM 教育质量标准文件草案。工作组成员背景十分丰富,既有教师、校长、社区管理员、家庭教师协会会员,又有大学教师、工程师以及非正式的教育工作者和家长。在圣地亚哥郡教育办公室科学教育协调员约翰·斯皮格尔 (John Spiegel) 和科学联盟成员南希·泰勒 (Nancy Taylor) 领导下,该工作组在审查文献和分析其他州的相关探索后,制定了优先级列表,列出了优质 STEM 教育规划的关键属性 (San Diego County Office of Education, 2015)。

2014 年 4 月,圣地亚哥郡 STEAM 领导小组办公室邀请不同背景的艺术教育者、艺术合作伙伴、公认的 STEAM 社区领导人以及 STEM 工作组代表,共同收集和综合 STEM 和 STEAM 标准文档。2015 年 8 月,多元化的团队将 STEM 教育质量标准和 STEAM 标准综合,使属性内容、实践方式和能力标准相匹配。

表一 圣地亚哥 STEM 教育质量标准所依据的实践和能力要求
(San Diego County Office of Education, 2015)

新一代科学教育标准 (NGSS) 的科学和工程实践	根据共同核心州立标准 (CCSS) 制定的数学实践标准	根据共同核心州立标准 (CCSS) 制定的个人英语语言艺术读写能力	美国国际教育技术协会 (ISTE) 学生标准
<ol style="list-style-type: none"> 1. 提出科学问题和界定工程问题 2. 开发并使用模型 3. 设计并实施调查 4. 分析并解释数据 5. 利用数学和计算思维 6. 进行解释 (关于科学的), 设计解决方案 (关于工程的) 7. 根据证据形成论点 8. 获取、评估和交流信息 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 理解问题并解决问题 2. 以抽象和定量方式进行推理 3. 提出可行的论据, 批判他人的推理 4. 制作数学模型 5. 策略性地使用合适的工具 6. 注意精确度 7. 寻找和使用体系 8. 在重复推理中, 寻找并表达规律 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在复杂文本的阅读、写作和表达方面展现独立性 2. 阅读内容丰富的文本, 形成强大的知识基础 3. 根据真实问题和教学目标, 清晰、有效地获取、综合和报告结果 4. 提出可行的论据和批判推理他人的观点 5. 基于证据进行读、写和说 6. 战略性和可行性地使用技术和数字媒体 7. 通过阅读、聆听和合作理解其他观点和文化 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 展示创造性思维, 构建知识, 并使用技术开发创新性产品和流程 2. 应用数字化媒体和环境开展沟通和协作, 包括远距离支持个别化学习和帮助他人学习 3. 应用数字化工具收集、评价和使用信息 4. 使用批判性思维技能开展研究、管理项目、解决问题, 并使用合适的数字化工具和资源做出明智决定 5. 理解与技术、实践法律和符合伦理道德的行为相关的人类、文化和社会问题 6. 对技术概念、系统和操作表现出良好的理解

(三) 多部门合作共同完成

圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准工作组确定 STEM 教育质量关键属性的优先列表后,制定了 STEM 教育质量标准框架(SDSTEMQC)草案。通过共享 SDSTEMQC 草案,不同部门、组织可以共同对其进行完善。工作组成员在国家和地方 STEM 项目和组织中讨论框架,并与加利福尼亚州 STEM 学习网络和教育部门合作,在标准的属性、组成部分和要素上达成共识,共同推进标准的制定工作。

此外,圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准在完善标准的相关元素时,结合美国 11 个州的使用情况,不断优化标准的具体内容及描述方式,以确保标准的科学性和可操作性。

三、STEM 教育质量标准内容

STEM 质量的四项基本属性为:综合性学习(Integrated Learning),STEM 思潮和文化,学校、社区和产业的 合作,大学与职业准备的关联(见表二)。其中,“学术内容的综合性”和“STEM 思潮和文化”描述了 STEM 学校(项目)质量所需条件。“学校、社区和产业的 合作”指 STEM 学校和项目应打破课堂教学的束缚,通过与社区和产业合作实现教育目的。“大学和职业准备的联系”指很多大学为 STEM 和 STEAM 职业做好准备。

圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准通过发展、成熟、聚焦和典范四个阶段确定学校(项目)现状,以及下一步可能需要改进的工作。其中,发展阶段指学校(项目)开始发展 STEM 教育相关要素的能力,但还需做更多工作。成熟阶段指学校(或项目)所

表二 STEM 教育质量的属性及组成
(San Diego County Office of Education, 2015)

属性	组成部分
学术内容的综合性	1)综合性学习 2)符合标准 3)技术的深度融合
STEM 思潮和文化	1)STEM 教育中的专业发展 2)提升 STEM 教育的能力和动力 3) STEM 教育吸引所有学生 4)STEM 教育的材料和设施
学校、社区和产业的 合作	1)STEM 教育规划 2)STEM 教育网络 3)师生与 STEM 伙伴互动
大学与职业准备的 关联	1)大学和 STEM 职业发展路径相匹配 2)将时间用于科学和数学的教学

有学生进行 STEM 学习。聚焦阶段指学校(或项目)正在努力确保所有学生获得深层次的 STEM 体验。典范阶段指学校(项目)高水平地完成 STEM 工作,而且创造了可持续发展、有收获的项目。

(一) 学术内容的综合性

1. 综合性学习

STEM 教育注重培养学生的综合素质和解决问题的能力,帮助学生获得将课程和真实世界的问题或经历联系起来的学习经验,全面提升学生的科学素养、技术素养、工程素养和数学素养,陶冶艺术情操。STEM 教育的综合性学习主要体现在跨学科学习、真实问题的解决、基于绩效的任务和评估,以及个性化学习环境(见表三)。

1)开展跨学科学习,提高学生解决真实问题的能力。STEM 教育强调利用科学、技术、工程或数学等学科相互关联的知识解决问题,从多学科知识综合应用的角度提高学生解决实际问题的能力的教育

表三 综合性学习
(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
跨学科学习	学生具有参与至少一项跨学科学习体验的机会	学生具有参与较多跨学科学习体验的机会	学生经常参与跨学科学习	所有要素在 STEM 聚焦水平上。跨学科学习是学校教学的工具,是学生学习的中心。这所学校作为其他学校学习的范例。
真实问题的解决	学生很少将解决真实问题作为他们学习的一部分	学生偶尔将解决真实问题作为学习的一部分	学生经常将解决真实问题作为学习的一部分	
基于绩效的任务和评估	学生很少参与基于绩效的任务和评估	学生偶尔参与基于绩效的任务和评估	学生经常参与基于绩效的任务和评估	
个性化学习环境建构	学生很少对学习中的设计、递送、内容或示范做出选择	学生偶尔对学习中的设计、递送、内容或示范做出选择	学生经常对学习中的设计、递送、内容或示范做出选择	

目标(余胜泉等,2015)。从发展阶段到成熟阶段和聚焦阶段,学生参与跨学科学习体验的机会逐渐增多、更加频繁。

2)借助真实问题的解决,促进学生将所学知识应用于社会生活。学生参与基于真实问题的学习,运用相关知识探讨为什么会出现该问题,阐释如何更好地解决问题。STEM 结合生活中有趣、挑战的问题,通过问题解决过程实现教学目标,让学生体验真实生活,获得社会性成长。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学生越来越重视真实问题的解决,逐渐增加将真实问题解决作为学习的重要组成部分的机会。

3)基于绩效的任务和评估,引导学生深度学习。基于绩效的任务建立在已有内容知识、过程技能和工作习惯上,策略性地将基于绩效的任务放到一节课或一单元中学习。基于绩效的任务是学习活动不可或缺的部分,成为评估学生学习质量的重要方式。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学生越来越多且频繁地参与基于绩效的任务和评估。

4)构建个性化学习环境,体现以学生为中心的理念。构建个性化学习环境需要根据学生的优势、学习需要和兴趣针对性地提供支持,包括引导学生选择学习什么、怎么学习、什么时间学习以及在哪里学习等。在初级阶段,学生很少自己选择学习内容、学习方式等,更多由教师进行指导。从成熟阶段到聚焦阶段,学生逐渐学会自定步调学习,根据学习习惯和知识基础个性化地作出选择,充分体现以学生为中心的教学理念。

2. 符合标准

参考标准包括英语语言艺术和数学共同核心州

立标准、新科学教育标准、美国国际教育技术协会(ISTE)标准、学生和职业技术教育标准。其中,共同州立核心标准中技术整合内容包括:使用网络等技术制作和发布作品,与他人互动并合作,集成不同媒体和格式;集成并评估不同媒体的信息,包括用视觉、数量和口头进行集成和评估;策略性地使用数字化媒体和可视化方式表达信息(San Diego County Office of Education, 2015)(见表四)。

1)引导学生参与实践,使学生在体验中学习。STEM 教育强调通过“做中学”,即以动手实践参与的方式提升学生的综合素养和创新能力。在发展阶段,学生在教师的帮助下在课堂教学中参与实践环节,教师意识到学生所参与的实践应具有规范性。从成熟阶段到聚焦阶段,学生越来越多地参与标准引导的实践,并通过亲身体验探索新知识。

2)鼓励学生参与讨论,发散学生思维。STEM 教育中真实问题的解决需要学生与他人讨论,充分发挥学生的主观能动性,让学生的头、手、脑全部活动起来。一方面,学生和教师的讨论便于教师深入了解学生掌握的知识,指导学生优化学习。另一方面,学生之间的交流可以提高学生的学习积极性,引导他们开阔思维、互相学习,激发学习潜能。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学生通过听、说和写等方式,参与讨论的频率逐渐增多。

3)支持学生合作学习,锻炼学生团队解决问题的能力。STEM 教育立足于实际问题,鼓励学生通过协作和实践完成项目、解决问题,强调在群体协同中相互帮助、相互启发。STEM 教育的问题解决离不开学生、教师专家的合作。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学生通过小组或团队合作分析问题、解

表四 符合标准的学习实践
(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
标准引导	课堂教学中有时有引导学生参与实践的明确标准	课堂教学中经常有引导学生参与实践的明确标准	课堂教学中总是有引导学生参与实践的明确标准	所有要素在 STEM 聚焦水平上。教学显然与标准和综合学习一致。学生的成就反映了这种一致性。
学生讨论和交流	学生很少通过听、说和写,参与教师和其他学生的讨论	学生有时通过听、说和写,参与教师和其他学生的讨论	学生经常通过听、说和写,参与教师和其他学生的讨论	
学生合作	学生很少有机会通过小组或团队合作分析问题、解决问题或完成项目	学生有时有机会通过小组或团队合作分析问题、解决问题或完成项目	学生经常有机会通过小组或团队合作分析问题、解决问题或完成项目	

决问题或完成项目的机会越来越多。

3. 技术的深度融合

STEM 教育强调学生要具备一定的技术素养,了解技术应用、技术发展过程,具备分析新技术如何影响自己乃至周边环境的能力(余胜泉等,2015)。当然,教育工作者也应掌握一定的技术,不断提高教育技术能力,以便更好地为学生学习提供支持。技术的深度融合包括合理使用技术、技术支持、共同愿景、支持政策(包括资金)、教师应用技术以及学生应用技术(见表五)。

1) 学生、教师、职工和学校领导合理使用现有技术和新兴的技术,包括便利可靠的基础设施、硬件和数字内容。在发展阶段,所有学生、教师、职工和学校领导具有有限的权利使用现有和新兴的技术以及数字化资源。在成熟阶段,所有学生、教师、职工和学校领导具有充分的权利使用现有和新兴的技术以及数字化资源。在聚焦阶段,所有学生、教师、职工和学校领导有稳健、可靠的权利使用现有和新兴的技术以及数字化资源。

2) 不断维护、更新与使用信息通信技术和数字化学习资源,为 STEM 教学提供可靠帮助。从发展

阶段到成熟阶段和聚焦阶段,师生在使用信息通信技术及数字化学习资源方面实现从有效具有、快速利用到立即利用的发展。

3) 提高所有利益相关者教育技术能力的共同愿景。STEM 教育既包括在校接受常规教育,也包括到校外参加 STEM 项目等社会实践活动。所有利益相关者(教师、学生、家长、后勤人员和社区人员等)均需具备一定的教育技术能力。在提升所有利益相关者教育技术能力的共同愿景上,学校的领导能力不断加强,从有限积极主动、足够积极主动提升到制度化地积极主动。

4) 制定支持政策和方案,促进项目可持续发展。政策、方案和资金是保证 STEM 教育发展的基础。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学校支持 STEM 教育的政策和方案从有限到充足,再到逐步制度化。

5) 引导教师应用技术,提升教学整合能力。技术是支持 STEM 教学创新的重要手段。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,教师为学生、同事和社区人员不断提供引导,帮助学生,改善教学效果和丰富专业实践。

表五 技术的深度融合

(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
合理使用技术	所有学生、教师、职工和学校领导有有限、稳健可靠的权利,使用现有和新兴的技术以及数字化资源	所有学生、教师、职工和学校领导有稳健、可靠的权利,充分使用现有和新兴的技术以及数字化资源	所有学生、教师、职工和学校领导有稳健、可靠的权利,充分和最先使用现有和新兴的技术以及数字化资源	所有要素在 STEM 聚焦水平上。师生无缝、创新地使用技术
技术支持	师生能有限地获得维护、更新和使用信息通信技术以及数字化学习资源的持续可靠的帮助	师生可以快速获得维护、更新和使用信息通信技术以及数字化学习资源的持续可靠的帮助	师生可以立即获得维护、更新和使用信息通信技术以及数字化学习资源的持续可靠的帮助	
共同愿景	在提升所有教育利益相关者教育技术能力的共同愿景上,STEM 学校具有有限的、积极主动的领导能力	在提升所有教育利益相关者教育技术能力的共同愿景上,STEM 学校具有足够、积极主动的领导能力	在提升所有教育利益相关者教育技术能力的共同愿景上,STEM 学校具有制度化的、积极主动的领导能力	
支持政策	学校有有限的政策和方案支持 STEM 教育	学校有足够的政策和方案支持 STEM 教育	学校有制度化的政策和方案支持 STEM 教育	
教师应用技术	教师在设计、实施和评估学习体验时,很少应用 ISTE 学生标准,以吸引学生,改善学习,丰富专业实践;并为学生、同事和社区提供积极的模式	教师在设计、实施和评估学习体验时,偶尔应用 ISTE 学生标准,以吸引学生,改善学习,丰富专业实践;并为学生、同事和社区提供积极的模式	教师在设计、实施和评估学习体验时,经常应用 ISTE 学生标准,以吸引学生,改善学习,丰富专业实践;并为学生、同事和社区提供积极的模式	
学生应用技术	学生很少应用技术创造、生产、交流、合作、分析、解决问题、批判性思考和展示对数字化公民及技术概念与操作的理解	学生有时应用技术创造、生产、交流、合作、分析、解决问题、批判性思考和展示对数字化公民及技术概念与操作的理解	学生经常应用技术创造、生产、交流、合作、分析、解决问题、批判性思考和展示对数字化公民及技术概念与操作的理解	

6)鼓励学生应用技术,提升学习体验。STEM教育主张将技术无缝地融入教学各环节,增强学生驾驭复杂信息、进行复杂建模与计算的能力,引导学生善于运用技术解决问题(余胜泉等,2015)。从发展阶段到成熟阶段和聚焦阶段,学生不断提高应用技术进行交流、合作、分析和创造的频率。

(二)STEM 思潮和文化

1. STEM 教育中的专业发展

STEM 教育的专业发展指为了适应新的教学内容、教学方式和教学特点,学校对所有教职工开展专业培训。STEM 专业发展包括教师接受相关主题的指导和 STEM 学习的综合方法、有专业学习计划并专门的时间练习和分享想法、制定个性化的 STEM 学习目标、通过培训实现跨学科 STEM 课程/单元、与行业和社区合作者协作进行专业学习、从外部资源获得专业发展(包括大学)(见表六)。

1)逐渐增加 STEM 专业发展的频率,提高教师的教学素养。与传统的分科教育不同,STEM 教育强调将不同学科内容组合成有机整体,以培养学生的创新精神和实践能力。由于传统教师可能难以直接胜任 STEM 教育工作,对教师和管理员进行专业培训成为 STEM 教育顺利开展的重要条件。从发展阶段到聚焦阶段,教师和管理员获得 STEM 专业发展的机会逐渐增多。

2)扩大 STEM 专业发展范围,提高相关人员的教学保障能力。不仅教师需要加强 STEM 专业培训,学校所有与学生有联系的教职工同样需要提升 STEM 素养。在发展阶段,只对少数教师进行 STEM 专业发展培训。在成熟阶段,大多数教师要接受 STEM 专业发展培训。到聚焦阶段,学校所有教职

工要接受 STEM 专业发展培训。

3)构建与 STEM 实践相匹配的专业学习社区,营造良好的教学交流氛围。STEM 专业学习社区活动包括探讨如何实现 STEM 课程作业向项目转换;分析和反思学生的作品;谈论如何将学生评价用于改进教学策略;共同创造学生的形成性评价和总结性评价;教师定期合作开发 STEM 课程作业,并分享实践成效(San Diego County Office of Education, 2015)。在发展阶段,学校发展与 STEM 实践相匹配的专业学习社区。在成熟阶段,学校确立与 STEM 实践相匹配的专业学习社区。在聚焦阶段,学校持续建设与 STEM 实践相匹配的专业学习社区,并不断完善。

2. 提升 STEM 教育的能力和动力

STEM 教育中,设计创意作品是获得成就感的重要方式,也是维持和激发学习动机、保持学习好奇心的重要途径(余胜泉等,2015)。学生作品在公众平台展示,有助于师生通过媒体工具相互交流、相互学习。学校对师生设计的优秀成果应给予充分肯定,以激发其积极性和学习动机。STEM 教育的能力和动力建设包括展示和庆祝 STEM 教育的成果、创新性文化和成果的交流(见表七)。

1)激励 STEM 学习成就的措施应用频繁,提升学生的动机与兴趣。为营造积极的 STEM 学习文化,师生举行展示和庆祝活动,包括科学之夜、STEM 节、地区领导人和学校董事会答谢并庆祝 STEM 成果和发展、所有学生参加各种各样的 STEM 项目或展示会、同行和专业人士在学校和社区中讨论和庆祝成就以及学生参加地区比赛和展示会(San Diego County Office of Education,2015)。

表六 STEM 教育中的持续专业发展
(San Diego County Office of Education,2015)

要素 \ 阶段	发展	成熟	聚焦	典范
专业发展的频率	教师和管理员很少得到 STEM 专业发展	教师和管理员有时能得到 STEM 专业发展	教师和管理员经常得到 STEM 专业发展	所有要素在 STEM 聚焦水平上。
聚焦 STEM 专业发展	STEM 专业发展发生在少数教师身上,多是教学之外的专业发展	STEM 专业发展发生在大多数教师身上,是教学等专业发展的组成部分	STEM 专业发展发生在所有职工(教师、管理员、辅导员等)身上,是专业发展的重点	
STEM 专业学习社区	学校发展 STEM 专业学习社区以匹配 STEM 实践	学校已确立 STEM 专业学习社区以匹配 STEM 实践	学校持续建设 STEM 专业学习社区以匹配 STEM 实践	

在发展阶段,学校至少落实一件事以展示和庆祝师生在 STEM 上的努力。在成熟阶段,学校落实多个事件展示和庆祝师生的 STEM 成果。在聚焦阶段,学校经常举办展示和庆祝师生 STEM 成果活动,提高学生 STEM 学习的兴趣和动力,使其更加积极参与 STEM 项目实践。

2) 不断营造创新的文化氛围,培养学生改造世界的能力。STEM 教育领导者鼓励学生不断创新,并且给予创新者荣誉和奖励。创新性文化包括:确认几项当地的议题或师生将要从事的创新解决方案、鼓励并建立师生冒险的信心、将技术应用于 STEM 教育创新、学校领导者承认并安排闲暇时间关注师生的创新以及奖励学生的创造力和冒险精神(San Diego County Office of Education, 2015)。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学校要为重视庆祝 STEM 师生的工作,营造创新文化环境。

3) 利用交流工具和社交媒体分享 STEM 成果,营造积极互动的学习氛围。师生通过交流工具和社交媒体公布 STEM 作品,既为他人提供学习和参考

样板,相互促进;又可以提升师生的学习积极性。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,使用交流工具和社交媒体进行 STEM 成果交流的频率不断提高。

3. 吸引所有学生参与

STEM 教育关注所有学生,尤其重视提高弱势群体学生的 STEM 素养,鼓励所有学生参与 STEM 项目、课程和活动(见表八)。为了促进弱势群体学生参与 STEM 项目、课程和活动,学校应制定相关的指导方针,提供制度支持。

1) 支持弱势群体,提高 STEM 教育活动的普及面。支持弱势群体,体现在确定指导方针和职能上,促进弱势群体学生参与 STEM 活动。在发展阶段,学校没有指导方针或适当的职能,明确提高弱势群体的 STEM 教育活动参与度。在成熟阶段,学校领导者意识到应提高弱势群体的 STEM 能力,制定指导方针或适当职能,明确提高弱势群体的 STEM 项目、课程和活动的参与度。在聚焦阶段,学校已制定针对弱势群体的指导方针和完成适当职能。

2) 鼓励更多学生参与,提升 STEM 教育参与度。

表七 提升 STEM 教育的能力和动力
(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
展示和庆祝 STEM 教育成果	学校至少落实一个事件,来展示和庆祝师生在 STEM 教育方面的努力	学校落实几个事件,来展示和庆祝师生在 STEM 教育方面的努力	学校经常落实事件,来展示和庆祝师生在 STEM 教育方面的努力	所有要素在 STEM 聚焦水平上
创新性和创造性文化	不重视创新性、创造性和(或)庆祝学生和教师的工作	有时重视创新性、创造性和(或)庆祝学生和教师的工作	经常重视创新性、创造性和(或)庆祝学生和教师的工作	
成果交流	学校很少用交流工具和社交媒体开展 STEM 成果交流	学校有时用交流工具和社交媒体开展 STEM 成果交流	学校经常用交流工具和社交媒体开展 STEM 成果交流	

表八 STEM 教育吸引所有学生参与
(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
支持并关注弱势群体学生	学校没有指导方针和/或适当的职能,明确地将注意力集中于提高弱势群体的 STEM 教育活动参与度	学校正在制定指导方针和/或适当的职能,提高弱势群体的 STEM 项目、课程和活动参与度	学校已经有了指导方针和/或适当的职能,提高弱势群体的 STEM 项目、课程和活动参与度	所有要素在 STEM 聚焦水平上。学生参与 STEM 与学校的统计人数相匹配。数据表明 STEM 教育缩小了成绩差距
学生参与 STEM	很少或者只有被挑选出的学生能够参与 STEM 教育活动	学校中的大多数学生能够参与 STEM 项目、课程和活动	学校中的全部或大部分学生能够参与 STEM 项目、课程和活动	
校外和课外的 STEM 教育活动	校外和课外的 STEM 教育活动独立于学校日常学习	很多校外和课外的 STEM 教育活动与学校日常学习相联系	所有校外和课外的 STEM 教育活动与学校日常学习相联系	

STEM 教育应让所有学生拥有参与 STEM 项目、课程和活动的机会。在发展阶段,只有少数学生能够参与 STEM 教育活动。在成熟阶段,大多数学生可以参与 STEM 项目、课程和活动。在聚焦阶段,全部或绝大部分学生能够参与 STEM 项目、课程和活动。

3) 加强校外、课外 STEM 与学校日常学习的联系,使学习与生活紧密联系。为了促使 STEM 教育更好地与生活相联系,在课外或校外设置的 STEM 教育活动要与学校的课程学习彼此相依、互为补充,共同培养学生的创新实践能力。在发展阶段,校外或课外 STEM 教育活动与学校日常学习彼此独立,没有任何联系。在成熟阶段,校外或课外的 STEM 教育活动与学校的日常学习联系起来。在聚焦阶段,所有的校外或课外 STEM 教育活动与学校日常学习相联系。

4. STEM 教育的材料和设施

材料和设施是实施 STEM 教育的硬件条件。其中,“材料”包括数字化教学与学习资源、新兴技术等,“设施”包括专用教室、硬件设备等。

1) 为教师提供 STEM 教育材料和资源,吸引学生参与。高质量材料和资源能够吸引学生参与 STEM 学习。在发展阶段,教师没有或很少高质量材料和资源吸引学生参与 STEM 学习。在成熟阶段,教师能够使用很多高质量材料和资源吸引学生参与 STEM 学习。在聚焦阶段,教师有充足的高质量材料和资源吸引学生参与 STEM 学习。

2) 为 STEM 教学留出充足空间,改善教学条件。为实践课安排讲授、学习和展示的空间可以提高 STEM 教育质量。在发展阶段,没有为 STEM 讲授、学习和展示提供空间,学校没有体会“做中学”的深刻内涵。在成熟阶段,学校为 STEM 讲授、学习和展示提供了很多空间。在聚焦阶段,学校充分认识到动手实践的重要性,为 STEM 讲授、学习和展示提供充足的空间。

(三) 学校、社区和产业的合作

1. STEM 教育规划

为推动 STEM 教育规划的制定和落实,制定者应清楚地知道 STEM 教育规划的目标和策略,所有利益相关者均需要对规划有所了解。

1) 学校制定 STEM 教育规划,促进项目持续开展。学校根据 STEM 教育的目标,结合 STEM 教

育现状,制定 STEM 教育发展规划,用于指导学校的 STEM 工作,科学地开展 STEM 教学和项目。在发展阶段,学校准备制定与全校目标相匹配的 STEM 教育规划,但还没有成果。在成熟阶段,学校已制定了与全校目标相匹配的 STEM 教育规划,将规划制度化、文本化。在聚焦阶段,学校在制定了与全校目标相匹配的 STEM 教育规划后,根据规划实施的反馈情况不断修改完善。

2) 增加 STEM 教育的财政资源,支持教学目标的实现。充足的资金用于 STEM 教学和项目活动才能保证其顺利进行。在发展阶段,最低限度的甚至没有财政资源用于确保 STEM 目标的达成,学校领导不重视 STEM 教育;在成熟阶段,很多财政资源用于确保 STEM 目标的完成,学校领导开始注意到 STEM 教育的重要性;在聚焦阶段,有充足的财政资源确保 STEM 目标的达成。

3) 教职工、家长和合作伙伴交流并监督学校的 STEM 教育规划。STEM 教育规划的制定者需要明确并描述 STEM 教育规划的目标和策略。作为规划的实施者,教职工、学生家长和合作伙伴也应知道并描述 STEM 教育规划的目标和策略,以便采取正确合理的方式方法。在发展阶段,教职工、学生家长和合作伙伴不会描述甚至不知道 STEM 教育规划的目标和策略。在成熟阶段,教职工、学生家长和合作伙伴能够描述 STEM 教育规划的目标和策略。在聚焦阶段,教职工、学生家长和合作伙伴能够详细地描述 STEM 教育规划的目标和策略,深入认识和了解 STEM 教育规划,领会 STEM 教育发展的关键。

2. STEM 教育网络

STEM 教育需要学校、社区组织、教育机构和产业等共同合作,形成 STEM 教育网络,包括 STEM 教育网络的合作、利益相关者和资金两个方面。

STEM 教育提倡学校与社区和企业建立合作伙伴关系,形成协同联动的知识创新共同体。在初级阶段,学校寻求与其他学校、社区组织和企业确立合作伙伴关系,为建立优质学校提供有效的 STEM 项目质量解决方案。在发展阶段,学校已经与其他学校、社区或企业确立了至少一个合作伙伴关系。在聚焦阶段,学校确定了与其他学校、社区或企业具有共同愿景、互惠互利、可控制、可评估的多个合作伙伴关系。

STEM 学校主持或参加利益相关者的会议,明确不同利益相关者的具体职责。利益相关者包括教职工、家长、社区组织、行业和业务合作伙伴以及高等教育机构。利益相关者通过制定策略和提供资金等方式帮助和支持 STEM 项目。在发展阶段,学校很少甚至从不主持或参加社区利益相关者的会议。在成熟阶段,学校有时主持或参加社区利益相关者的会议。在聚焦阶段,学校经常主持或参加社区利益相关者的会议,加强与教职工、学生父母、社区组织、行业和业务合作伙伴以及高等教育机构的联系,共同促进 STEM 教育发展。

3. 师生与 STEM 伙伴互动

STEM 教育强调在群体协同中相互帮助,支持知识的协同建构。STEM 师生需要与伙伴进行交流和讨论,包括 STEM 学生与伙伴的互动以及 STEM 教师与伙伴的互动(见表九)。

学生与 STEM 伙伴互动包括实习、实地考察、特邀发言人等,以更好地了解彼此的学习需求。STEM 教师与伙伴互动包括专业学习、外展实训等,有助于

拓展教师专业发展的路径。

(四) 大学与职业准备的关联

1. 使大学和 STEM 职业发展路径相匹配

STEM 教育除了对学生进行科学、技术、工程、艺术和数学教育之外,还应与未来就业接轨(尤其在高等教育阶段)(见表十)。

1) 学习开展竖向规划,支持学校教育与社会需求同步。STEM 教育的竖向规划指尽可能少地改变学生原有学习状态的情况下满足市场劳动力的要求。在发展阶段,STEM 教师不符合学校层面的竖向规划,没有意识到应将学生的学习与劳动力需求联系起来。在成熟阶段,STEM 教师有时符合学校层面的竖向规划。在聚焦阶段,STEM 教师经常符合学校层面的竖向规划。

2) 辅导员和教师分享 STEM 职业信息,引导学生职业取向。针对学生未来的职业选择,学校应及时掌握 STEM 项目和职业发展状况,并与辅导员和教师分享,增加学生在 STEM 领域的就业机会。在发展阶段,学校很少与辅导员和教师分享高等教育

表九 师生与 STEM 伙伴互动(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
学生与 STEM 伙伴互动	学生很少与 STEM 伙伴互动	学生有时与 STEM 伙伴互动	学生经常与 STEM 伙伴互动	所有要素在 STEM 聚焦水平上。
STEM 教师与伙伴互动	教师很少与 STEM 伙伴互动	教师有时与 STEM 伙伴互动	教师经常与 STEM 伙伴互动	

表十 大学和 STEM 职业路径相匹配
(San Diego County Office of Education, 2015)

阶段 要素	发展	成熟	聚焦	典范
竖向规划	不符合学校的竖向规划	STEM 教师与其他教师有时符合学校的竖向规划	STEM 教师与其他教师经常符合学校的竖向规划	所有应用要素在 STEM 聚焦水平上。对 STEM 感兴趣的学生与学校人数相匹配。
STEM 教育机会	很少与辅导员和教师分享高等教育 STEM 项目和职业主题的信息	有时与辅导员和教师分享高等教育 STEM 项目和职业主题的信息	经常与辅导员和教师分享高等教育 STEM 项目和职业主题的信息	
多样化课程选择(仅限于高等院校)	对校园或虚拟学生来说,没有可用的与职业领域相关的 STEM 课程	对校园或虚拟学生来说,很少有可用的与职业领域相关的 STEM 课程	对校园或虚拟学生来说,有很多可用的与职业领域相关的 STEM 课程	
学生对 STEM 职业的探究	学生没有机会探索 STEM 职业	学生有很多机会探索 STEM 职业	学生有很多机会探索 STEM 职业	
辅导员和学生的关系(仅限于高等学校)	辅导员从不与学生面对面讨论和分析职业规划与高等教育的联系和匹配度	辅导员很少与学生面对面讨论和分析职业规划与高等教育的联系和匹配度	辅导员有时与学生面对面讨论和分析职业规划与高等教育的联系和匹配度	

STEM 项目和职业主题的信息。在成熟阶段,学校有时与辅导员和教师分享高等教育 STEM 项目和职业主题的信息。在聚焦阶段,学校能够及时将 STEM 项目和职业主题信息传递给辅导员和教师,重视学生在 STEM 领域的就业状况。

3) 高校增加与职业领域相关的 STEM 课程数量,提升学生就业竞争力。为了引导学生做好在 STEM 领域工作的准备,学校开设相关课程,缩小学生现有技能与职业所需技能间的差距,提升学生的就业竞争力,确保学生能够顺利实现职业愿景。在发展阶段,学校没有开设校园或虚拟学生所需的与职业领域相关的 STEM 课程。在成熟阶段,学校完善课程设置,开设了几门校园或虚拟学生所需的与职业领域相关的 STEM 课程。在聚焦阶段,学校开设了很多与职业领域相关的 STEM 课程,提高学生的就业竞争力。

4) 学校增加学生探究 STEM 职业的机会,提升学生就业质量。学校为学生提供参观、实习等探究 STEM 职业的机会。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,学生有越来越多的机会探索 STEM 职业,发现 STEM 职业与所学课程的联系,寻找职业兴趣点和未来工作方向。

5) 高校辅导员指导学生进行职业规划,帮助学生明确就业需求。高校辅导员根据学生所学课程、参加的项目活动等对其职业发展给予指导,帮助学生进行职业规划,并持续关注他们的职业发展动向。从发展阶段、成熟阶段到聚焦阶段,辅导员从不和学生讨论和分析职业规划与高等教育的联系和匹配度,到逐渐提高与学生共同讨论和分析学生职业规划问题的频率。

2. 将时间用于科学教学和数学教学

在 STEM 教育中,科学支持人们认识世界的规律,数学为人们发展与应用科学、工程、艺术和技术提供思维方法和分析工具(赵慧臣等,2016)。因此,重视科学和数学教学,利用专门的时间进行跨学科教育和学习,对培养学生的科学素养和数学素养至关重要。小学阶段、初中阶段和高中阶段的学生学习 STEM 相关课程的侧重点不同(San Diego County Office of Education, 2015)。

1) 逐渐强化小学数学教学和科学教学,培养学生科学认知。从发展阶段到成熟阶段,小学生由不

接受数学和科学教学发展到接受数学和科学教学,学校逐渐重视培养学生数学素养和科学素养。在聚焦阶段,学生接受的数学和科学教学不再是单纯的书本知识,还包括综合或课外的 STEM 教育活动及课程,包括编程、机器人设计或其他应用数学和科学活动。

2) 不断强化初中数学和科学教学,提升学生科学素养。从发展阶段到成熟阶段,初中生由不接受数学和科学教学发展到接受三学年的数学和科学教学。在聚焦阶段,学生除接受三学年数学和科学教学外,还可以选择综合或课外的 STEM 教育活动及课程,包括编程、机器人设计、工程课程或活动。

3) 持续强化高中数学和科学教学,提高学生科学知识技能。从发展阶段到成熟阶段,高中生由不接受数学和科学教学发展到接受两学年的数学和科学教学。在聚焦阶段,学生除接受三学年数学和科学教学外,还可以选择职业技术教育课程或课外 STEM 教育活动及课程。高中阶段的 STEM 选修课包括计算机科学、电脑编程或 ICT 产业编程,网络和/或硬件工程认证(San Diego County Office of Education, 2015)。

四、启 示

随着 STEM 教育进入公立学校及教育政策层面,STEM + 教师、STEM + 课程等理念不断涌现,学校逐渐设计 STEM 课程、开展 STEM 项目和活动。针对我国 STEM 教育发展现状及需要,圣地亚哥郡 STEM 质量标准有重要启示。从系统角度看,圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准不仅体现在学术内容的综合性、STEM 思潮和文化等对教育的要求,而且涉及学校、社区和产业的合作以及大学与职业准备的关联等。因此,STEM 教育质量的评价不能仅仅关注自身的状况,还要把社会支持因素纳入,从更为宏观的视野加以判断。

(一) 引导教育工作者专业发展,提供 STEM 教育人力资源保障

STEM 教师是确保 STEM + 项目/课程成功的核心钥匙(王雪华,2015)。传统单科教学教师很难将不同学科知识融会贯通。STEM 教育是对传统教育的改革,而改革最重要的是思想转变。只有对所有教职工开展 STEM 教育培训,构建与 STEM 实践相

匹配的专业学习社区,营造良好的教学交流氛围,乃至 STEM 思潮与文化,才能更加有效地支持所有学生的 STEM 学习。例如,经过培训的教师等相关人员才能更加善于通过交流工具和社交媒体分享 STEM 成果,不断展示和庆祝 STEM 教育的新进展,营造积极互动的学习氛围,形成创新性和创造性文化。

(二) 学校、社区和产业分工协作,提升 STEM 教育质量

STEM 教育能否真正起到作用的核心是如何在教学及实践中真正推进跨学科的融合(杨馥红, 201)。STEM 教育需要学校、社区或企业和教育管理机构之间形成合作伙伴关系,形成协同联动的知识创新共同体,支持学生开展创新实践活动。首先,学校可以通过创建有效的 STEM 课程、创新教学方法和教学活动,促进学生参与 STEM 教育,并通过科学的评估优化课堂教学(赵慧臣, 2017)。其次,教育部门应颁布支持 STEM 教育的政策,增加 STEM 教育项目的资金支持,促进相关部门的合作。最后,企业可以为 STEM 教育提供支持,包括为 STEM 学生提供就业指导和在公司实习或调查的机会、为 STEM 学校提供资金支持等。当然,STEM 教育也离不开家长及社区组织的支持。

(三) 按照 STEM 教育发展阶段开展评估,改进教育质量

圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准根据发展、成熟、聚焦和典范四个发展阶段确立了学校(项目)应该达到的状态,有利于人们以比较的视野分析当前的状态及下一步需要改进的方面。

量规可以支持人们按照标准评价 STEM 教育质量,提高教育质量评估的针对性和有效性。国内关于量规的研究主要集中于根据量规的特征与功能,将其应用于评价网络教学、学科教学和教育信息化等。我们可以借鉴量规应用于评价的研究成果,根据 STEM 教育质量的特征,分别在不同阶段开展评估,以有利于学校有针对性地改进 STEM 教育。例如,对于某些引进国外 STEM 项目的学校,我们可以将其界定处于发展阶段;而对于引进国外 STEM 项目后形成自身特色的学校,我们可以将其界定为处于成熟阶段,在此基础上根据两个发展阶段的特征有针对性地设计质量标准。

(四) 实施自我评估,探寻改进 STEM 教育质量的方案

圣地亚哥郡 STEM 教育质量标准自我评估工具还列出了四个发展阶段自我评估的量化表格,有利于 STEM 学校(项目)开展客观的质量评价。学校使用自我评估工具可对自我评估内容进行总结,包括已取得的 STEM 成果及面临的机会,并列今后 12 个月的目标和行动计划。

自我评估工具可以作为教育部门监督学校 STEM 教育质量的重要工具。借助自我评估工具,教育管理部门可以明确学校 STEM 教育的质量和成果,总结 STEM 现状,分析 STEM 学校(项目)存在的挑战与机遇,找到目标与现状之间的差距,形成 STEM 教育发展的具体目标和实现步骤。

(五) 采用列表形式,推进 STEM 教育质量评估

为了使耗时较长的 STEM 项目产生真实有效的可交付成果,制定行动计划是必不可少的推动手段。采用列表的形式将 STEM 教育的目标、步骤、时间安排等罗列出来,可以把握 STEM 教育的进展。“目标和行动计划列表”包括行动步骤、负责人、时间安排以及预期成果等(见表十一)。

表十一 STEM 教育质量评估的目标和行动计划

(San Diego County Office of Education, 2015)

目标和行动计划			
对于 STEM 学校/项目来说,你未来 12 个月的目标是什么? 你的目标关注的属性、组成部分和/或要素是什么?			
行动步骤	负责人是谁?	时间安排	预期成果

项目实施时,应草拟每个阶段需要完成的成果概要,形成清晰的计划列表。在项目实施过程中,参照已列出的目标和行动计划列表,到每个行动的步骤、负责人、时间安排以及可交付的成果等,实现 STEM 项目按计划有序进行。若计划在实施过程中受到干扰,应及时根据实际进行修改和调整,在确保项目整体按时推进的前提下,及时微调每个行动步骤,并将上个阶段未完成的任务在下一个阶段及时弥补。

[参考文献]

[1]董泽华(2015). 美国 STEM 教育发展对深化我国科学教育发展的启示[J]. 教育导刊, (2): 87-90.

[2] Indiana Department of Education (2013). Elementary/Middle school STEM full implementation [EB/OL]. [2016-11-04]. <http://www.doe.in.gov/sites/default/files/ccr/elementary-and-middle-school-stem-implementationv2.pdf>.

[3] San Diego County Office of Education (2015). A Criteria for Quality STEM /STEAM in San Diego [EB/OL]. [2016-10-03] http://sdsa.org/wp-content/uploads/2014/12/SDQC_Final_110315.pdf.

[4] 王雪华. (2015). STEM 教师是确保 STEM + 项目/课程成功的关键[J]. 上海教育, (15):5.

[5] 杨馥红(2015). STEM 教育理念如何“落地”教学实践[EB/OL]. [2017-04-05]. [http://www.hizher.com/pageContent-1012525-](http://www.hizher.com/pageContent-1012525-50173.html)

50173.html.

[6] 余胜泉, 胡翔(2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, (4):13-22.

[7] 赵慧臣(2017). 美国北卡罗来纳州中学 STEM 学校的教学设计及其启示[J]. 中国电化教育, (2):47-54.

[8] 赵慧臣, 陆晓婷(2016). 开展 STEAM 教育, 提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J]. 开放教育研究, (5):4-10.

(编辑:魏志慧)

The Development, Content, and Enlightenment of the STEM Education Quality Standards in San Diego, USA

ZHAO Huichen^{1,2}, Mayue¹, LU Xiaoting¹ & ZHANG Yiwei¹

- (1. *Modern Educational Institution, Education College, Henan University, Kaifeng 475004, China*;
2. *The Research Center of Education Informatization Development of Henan Province, Kaifeng475004, China*)

Abstract: *In the context of "public entrepreneurship, people innovation", China needs to learn from international experience to carry out the localized STEM education continuously. In order to measure the development of STEM education, a scientific quality standard is needed. According to the official reports and research articles, The quality standards for STEM education in San Diego County, USA, are based on scientific standards and are refined by the personnel from different fields.*

This paper analyzed the quality STEM criteria in San Diego in four aspects: the integrity of academic content, STEM climate and culture, the collaboration among schools, community, and industry, connections with college and career readiness based on the four development stages: development, maturity, focus and model.

From the systematic perspective, the criteria for quality STEM in San Diego not only reflected the requirements of education itself (the integration of academic content, STEM Climate and Culture), but also the social support, such as the collaboration among school, community and industry. The quality standards of the STEM education not only focused on its own situation, but also the social support factors, to form a more macro vision to judge its quality.

According to the status quo of STEM education in China, the criteria for quality STEM in San Diego can provide the following implications: enhancing the professional development of educators, providing STEM human resources protection; constructing the cooperation between school, community and industry; improving the quality of STEM education; carrying out the assessment to improve the quality of education, in accordance with the STEM education development stages; implementing the self-assessment, and finding the plan to promote the STEM education; using a checklist format to promote STEM education quality assessment.

The authors hope that this study can provide a reference for the establishment of the STEM quality that meets both international standards and domestic needs.

Key words: *STEM education; quality standards; quality evaluation*