

科技特色高中建设的国际经验： 政策、路径与启示

王梦倩¹ 潘安琪² 李秀菊³ 熊航⁴

(华中师范大学人工智能教育学部, 武汉 430079)¹

(教育部学校规划建设发展中心, 北京 100044)²

(中国科普研究所, 北京 100081)³

(华中师范大学生命科学学院, 武汉 430079)⁴

[摘要] 科技特色高中是科技教育在基础教育阶段的重要组成部分, 承担着科技创新后备人才培养的重要任务。本文以美国、新加坡和日本为例, 通过搜集相关政策与文献, 并进行深入分析, 以探讨国际科技特色高中建设的政策布局与实施路径。研究结果表明, 各国通过教育政策为科技特色高中建设提供明确的指导和支持, 同时各类型科技特色高中依托自身特色, 致力于为所有学生提供学习科技与工程的机会, 培养科技创新后备人才。基于上述研究结果, 本文建议在推进科技特色高中建设时建立科学、严密、高效的质量保障机制: 宏观决策上制定支撑强国战略的发展蓝图, 中观执行上构建面向科技创新后备人才培养的支持体系, 微观监控上实施分类考核、凸显特色的教育质量评估。

[关键词] 科技特色高中 教育政策 科技创新后备人才 强国战略 国际经验

[中图分类号] G639.1 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.05.008

面对百年未有之大变局, 科技革命和产业变革加速演进, 围绕科技创新制高点的竞争空前激烈。科技创新人才是决定国家竞争优势的关键因素。科技特色高中是科技教育在基础教育阶段的重要组成部分, 承担着科技创新后备人才培养的重要任务。2023年5月, 教育部等十八部门发布《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》, 提出“试点

建设科技高中, 加强大学与高中教育在人才培养方面的衔接”^[1]。2023年8月, 教育部等三部门发布《关于实施新时代基础教育扩优提质行动计划的意见》, 要求“推动普通高中多样化发展。建设一批具有科技、人文、外语、体育、艺术等方面特色的普通高中, 积极发展综合高中”^[2], 其中明确将科技放在首位, 体现了我国对科技特色高中建设的迫切需求。

收稿日期: 2023-09-27

基金项目: 中国科普研究所重点项目“青少年科学素质测评研究项目”(230102); 信息化与基础教育均衡发展省部共建协同创新中心研究项目“信息化支持的青少年科学素质评估研究”(xtzd2021-009)。

作者简介: 王梦倩, 华中师范大学人工智能教育学部博士研究生, 研究方向: 科学教育、STEM教育, E-mail: mqwang1995@163.com。李秀菊为通讯作者, E-mail: littleju@126.com。

当前,我国的科技特色高中发展正处于战略机遇期,但仍存在学校分布较为分散且数量有限等问题^[3]。相对而言,国际上已经积累了丰富的科技特色高中建设经验,但关于国际科技特色高中建设的研究数量较少,主要集中在个别科技特色高中的实践案例上。例如戴耘分析了美国纽约市三所数理科技特色高中的课程与教学^[4];郑太年以美国七所表现突出的科技特色高中为例,探讨了这些学校如何通过课程结构、课程内容和教学方法的变革来支持科技创新人才培养^[5]。还有一些研究关注国际科技特色高中的相关政策,例如日本的超级科学高中(Super Science High Schools, SSH)计划^[6-7]和美国的一贯制科技高中(Pathways in Technology Early College High School, P-TECH)办学模式^[8]。然而,优秀的科技特色高中建设与创新人才的培养并非仅仅依赖于学校和教师的自觉,而是宏观政策布局与微观实践举措相互配合的结果。目前对国际科技特色高中建设经验进行综合宏观和微观视角考察的相关研究较为少见。

本研究的核心问题是,科技特色高中建设的政策架构是什么样的?在既定政策架构下,代表性科技特色高中具有怎样的特征?本研究旨在将国际上具备丰富科技特色高中建设经验的典型国家(美国、新加坡和日本)作为核心分析对象,探讨这些国家科技特色高中建设的政策布局和实施路径,为我国科技特色高中建设提供启示与借鉴,以提升我国自主培养创新人才的能力。

1 研究对象与方法

本文选取了美国、新加坡和日本这三个在科技高中建设上具有一定国际代表性和影响力的国家作为研究对象。美国作为世界科技强国之一,在其高中教育体系中的科技特色高中一直处于领先地位,积累了丰富的实

践经验,形成了成熟的教育理念。新加坡以其高效的教育体系和严格的教学管理而闻名,其科技特色高中在培养学生创新和实践能力方面取得了显著成效。日本一直非常重视科技教育,其科技特色高中在学科设置、课程体系、教学方法等方面具有独特的特点和优势。

本文中的科技特色高中是以科技教育为主要特色的高级中学,既包括专注培养科技领域精英人才的数理科技高中,也包括将科技教育融入学校教育体系的各类高中。因此,本文对三个国家科技特色高中建设的相关政策与文献进行了广泛系统的收集,一方面,在各国教育部官网上,以“科技特色高中”“科技高中”“科学高中”“STEM高中”“高中”等关键词进行检索,并延伸至其他官方网站,例如美国下属得克萨斯州教育局(Texas Education Agency, TEA)官网、日本科学技术振兴机构(Japan Science and Technology Agency, JST)官网以及其他典型的科技特色高中官网等;另一方面,利用Web of Science数据库的核心合集和中国知网进行相关文献检索,确保收集到的资料较为丰富。在此过程中,逐步概括并深入分析各国科技特色高中建设的政策布局与实施路径。

2 国际科技特色高中建设的政策布局

当前,各国关于科技特色高中建设的政策主要聚焦于两个方面。一方面,教育政策为科技特色高中建设提供明确的指导和支持,为学校的发展提供政策依据和资源保障;另一方面,以政策推动教育改革和创新,提高社会对科技教育的认可度和重视程度。

2.1 美国:以STEM教育为内核,自上而下构建强有力的科技教育生态系统

STEM教育是一种整合科学、技术、工程和数学的跨学科教育理念,在美国已成为

一项被积极推行的教育战略。当前，美国的科技教育乃至科技特色学校的建设，大多是以 STEM 教育为内核展开的。为促进 STEM 教育的普及，美国采取了多种举措。在法规修订方面，2015 年修订的《初等和中等教育法案》（*Elementary and Secondary Education Act*, ESEA）要求增加学生进入以 STEM 为重点的学校的途径和机会。这包括支持建立以科技、教育和培训为重点的专科学校，将其他学科如艺术纳入 STEM 课程，设立主题为本的磁石学校，并允许公立特许学校使用资金支持 STEM 倡议^[9]。2022 年举办的“YOU Belong in STEM”全国协调会议，通过政府倡导的方式鼓励建设更广泛的教育生态系统，并提出优先考虑 STEM 教育的三个目标：确保所有学生在科学严谨、文化相关、生动有趣的 STEM 学习中表现出色；培养和支持 STEM 教育工作者加入、成长和留在 STEM 领域；利用联邦、州和地方资金，战略性地充分投资 STEM 教育^[10]。当前，来自美国各地的 90 多个公共部门和私营组织已作出加强 STEM 教育的具体承诺。在战略规划方面，北卡罗来纳州地方政府制定了系统的 STEM 教育战略规划，包括提高学生对 STEM 相关学科的兴趣和持续学习的意愿。该规划采用与美国教育部联合各界教育组织提出的 21 世纪技能相一致的属性，采取组织 STEM 学校和项目等策略，帮助公共和私人机构培养学生的 STEM 技能^[11]。在质量评估方面，美国的一些社会组织如全美 STEM 高中联盟，定期针对成员学校围绕办学理念、课程设置、教学实施，以及学校与大学、企业、社区等外部合作机构的关系等多个方面进行质量评估，以确保它们符合科技特色高中的标准和特色。通过评价为科技特色高中的建设和发展提供参考和指导，以保障教育质量和水平。这些政策和措施，

在推动 STEM 教育普及的同时，也促使美国科技特色学校的建设长期处于国际领先水平。

2.2 新加坡：以信息技术和特色项目为抓手，打造适应未来的科技特色学校

新加坡高度注重培养适应未来社会和具备终身学习能力的人才，在科技特色高中建设方面采取了引人注目的举措。自 2007 年开始，新加坡教育部积极推进“未来学校计划”，通过提供先进的硬件设备、软件平台和专业指导，鼓励中小学开发创新课程体系和教学方法，实现个性化、协作化和探究式的学习。2014 年，新加坡教育部提出“每所学校都是好学校”项目计划，要求每个学校发展校本特色的应用学习计划（*Alternative Learning Programs*, ALP），鼓励中学与高等院校、社区、培训机构以及各行各业协力合作，为学生提供切实可行的实践性、体验性学习，帮助学生将学术知识和技能与现实世界联系起来，让学生将知识和思维技能运用于社会和行业的真实环境中^[12]，内容涉及 STEM、语言、人文科学、商业与创业等多个领域^[13]。截至目前，新加坡所有中学都参与了这项计划，其中 60% 的中学选择并实施了与 STEM 有关的应用学习课程，极大提升了青少年的科学素质和对科学的兴趣。除此之外，面向具有潜质的天才学生，新加坡教育部提出 GEP（*Gifted Education Programme*）特别计划，为他们提供与高等院校、研究中心、业界及社区团体紧密合作开办的校外课程，例如创新课程（*Innovation Programme*, IvP），让学生与来自大专院校和其他组织的创新导师互动，进行创新和发明；科学师友计划（*Science Mentorship Programmes*, SMP），让学生有机会与外部机构的导师合作进行科学研究^[14]。最后，为了给科技特色高中提供必要的资金和资源支持，新加坡还建立了科技

教育基金会（例如新加坡国家研究基金会），保障科技领域的创新和教育质量的提升。

2.3 日本：以建设超级科学高中为目标，纵联国际国内，横贯校内校外

近年来，日本政府同样高度重视科技创新，关注高中的特色化办学，颁布了多项政策支持科技特色高中建设。首先，推出了SSH计划，目的是为所有学生提供参与科学研究的机会，尽可能地为全国具有科学潜力的人才提供教育^[15]。为此，鼓励全国高中以及各个机构参与计划，例如东京都立科学技术高中等以科学技术教育为核心的包容型科技特色高中、西条农业高中等职业技术高中，还鼓励综合型普通高中积极参与科技教育事业，例如静冈北高中、埼玉县立川越女子高中等。SSH计划的组织运营涉及很多部门，上至文部科学省，下至地方教育委员会和学校，还涉及相关大学、企业等（见图1）。根据文部科学省2023年的经费预算，SSH计划的总经费投入为24亿日元，用于指定校的海外研修、学生科学研究和其他学校科技建设所需的费用，由科学技术振兴机构统一管理。

为保证计划实施的有效性，指定校在项目周期内（3~5年）经历计划、执行、监控、反思的PDCA（Plan，Do，Check，Act）循环，各相关部门均给指定校提出指导意见，不断改善超级科学高中建设事业的做法。从单一科技特色高中的发展趋势来看，科技特色高中建设一般从尝试开发科技课程、组建科技教育、落实研究团队的创成期，到明确自身优势、开展深入研究的发展期，逐步发展成能引领科技人才培养体系改革的成熟期。截至2023年，日本的SSH指定校从2002年的26所增加到217所，覆盖范围不断扩大^[6]，积累了丰富的科技特色高中建设实践经验，相关学校的研究报告也论证了SSH计划的实施大大提升了学生对科技学习的积极性，他们的问题解决能力、团队协作能力、创新创造能力也均有所提升^[16]。

其次，重视培养具备国际视野和竞争力的科技人才，推出了超级全球高中（Super Global High School，SGH）网络。该计划支持高中与海外高校建立伙伴关系，开展双向交流项目，例如海外研修、联合研究、国际会议等，以提高学生的英语能力和跨文化沟通能力^[17]。此外，政府还鼓励社会力量参与科技教育的推广和服务，涌现出一些青少年科学家育成私塾，为有志从事科技创新的青少年提供专业的指导和培训，激发他们的科学兴趣和创新

能力^[18]。21世纪以来，日本累计斩获了20个诺贝尔奖项，这些成果在一定程度上证实了这

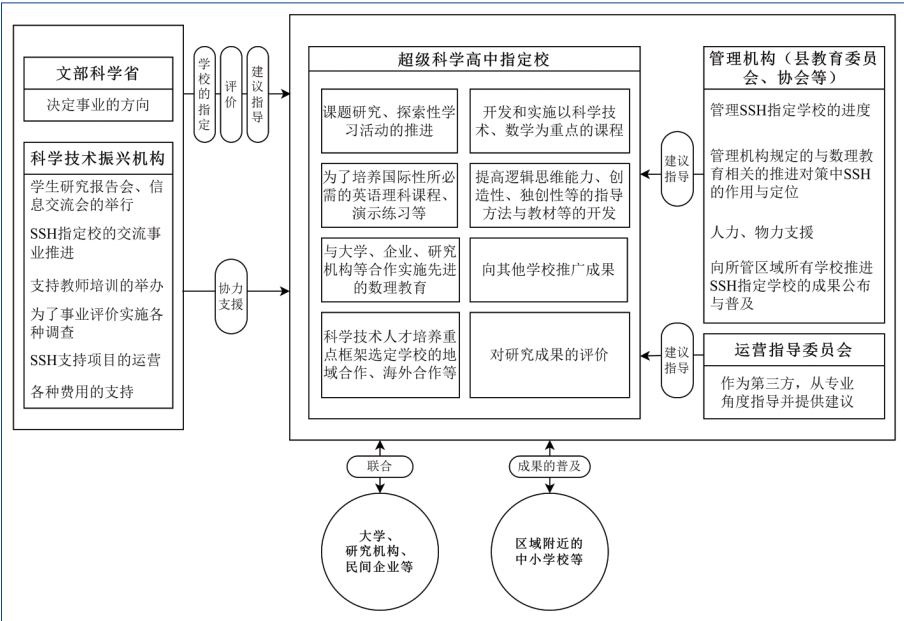


图1 日本SSH计划实施组织架构

些政策的显著成效，彰显了日本科技特色高中建设的成功。

3 国际科技特色高中建设的实施路径

多样化的科技特色高中建设有利于满足不同学生的需求和发展。本文对国际科技特色高中建设的路径进行梳理，有助于为我国发展科技特色高中提供经验和参考。

3.1 国际科技特色高中建设的典型经验

一般而言，科技特色高中可以分为选拔型、包容型和职业技术导向型。除此之外，肇始于 2011 年的“高中—学院”一贯制科技特色高中，作为一种新的办学思路也具有一定的代表性。这些不同类型的高中在办学理念、课程建设和学生活动方面都呈现出明显的特征差异（见表 1）。

表 1 四类科技特色高中建设差异分析

	教学对象	培养目标	课程建设	学生活动
选拔型	具备出色科学家潜质的学生	具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体	提供 AP 课程（Advanced Placement Program，大学先修课程）、高层次课程和自主开发课程	科学探究、实践性应用、自主开展科学研究
包容型	各种背景和能力	具备基本科学素质和创新意识、能够适应社会发展和个人成长的公民	创造新的课程和教学方法，满足学生多样化需求	多样化的科技与工程学习活动
职业技术导向型	追求科技相关职业技能的学生	具备较强 STEM 知识和技能、能够适应科技领域就业和创业的应	选择职业技术相关领域的课程模块，注重实际技能培养	与行业合作的实践项目和实习活动
“高中—学院”一贯制科技特色高中	最不可能上大学的学生	用型人才	与当地学院和企业合作，提供基于工作的教育，支持实习和工作培训计划	支持学生通过实习、学徒制或其他工作培训计划获得实际工作经验

3.1.1 选拔型科技特色高中：立足于科技领域精英人才的培养

选拔型科技特色高中设计理念旨在培养和发展科技领域的精英人才。该类学校实行严格的招生和选拔制度，从大量的申请人中筛选出具备出色科学家潜质的学生。在课程设置方面，选拔型科技特色高中的课程深度与广度远超其他类型高中。除了必修课程外，学校还提供大学级别的 AP 课程，同时学生可以选择双注册入学，在高中阶段便能参加大学课程以获得学分^[19]。还有的学校自主开发高层次课程，以满足学生的学习需求，例如美国伊利诺伊数理高中的生物必修课就与选修课的分子细胞生物学或细菌与疾病等相结合，让学生在了解相关专业知识的同时又能为大学阶段的深入学习奠定基础^[20]。此外，科学探究和实践在选拔型科技特色高中是学生的日常课程。一方面，学生开展科学探究，

学习科学原理，并进行实验研究；另一方面，学生被要求将科学知识应用于解决实际问题、进行实践性应用，以培养学生的问题解决能力和创新思维。选拔型科技特色高中更是要求每位学生自主开展科学研究。学生可以利用大学和研究机构提供的资源进行各种实验操作，与尖端科技接触^[21]。

3.1.2 包容型科技特色高中：致力于为学生

提供平等学习科技与工程的机会

包容型科技特色高中的目标是为各种背景和能力

技学习经验^[22]。此外，该类学校致力于为学生创造融合课堂内外的学习环境，学校会组织各种多样化的科技与工程学习活动，例如科学竞赛、科学研究项目和社区服务活动，帮助学生将科技与工程知识应用到实际问题解决中，以培养学生的实践能力和公民意识。例如日本东京都立科学技术高中，以培养对科学技术感兴趣、具有创造力和解决问题能力的人才为目标，推进实践性科技教育，让所有学生在校内外开展研究活动，在大学、研究机构进行体验学习。

3.1.3 职业技术导向型科技特色高中：侧重于培养学生科技相关职业技能

职业技术导向型科技特色高中是指专注于为学生提供与科技相关的职业技术教育，旨在培养他们在职业领域中的实践能力和就业技能的学校。该类学校的课程设置往往会选择在职业技术相关领域设计对应的课程模块，课程内容以基础知识与技能为主，教学过程中着重帮助学生获得职业发展所需的实际技能，并为他们提供丰富的实践机会和职业支持。因此，学校会尽可能让学生参与到与学科专业人士工作任务相似的活动之中^[20]。通过与行业合作，学生有机会参与实际的职业导向项目和实习活动，获得与科技行业相关的实践经验，并与行业专业人士进行互动和学习。例如美国多兹尔－利比医学高中，其课程全部围绕健康科学开展，采用基于项目的教学策略，为了实现教学目的，教师和合作伙伴组织进行了员工随访、访问导航网站、交流在职经验、项目研究和实习等实践活动^[23]。

3.1.4 “高中—学院”一贯制科技特色高中：为最不可能上大学的学生提供机会

一贯制科技特色高中是一种创新的开放式招生的公立高中，允许任何九年级的学生申请入学。该类型科技特色高中为那些最不

可能上大学的学生（包括英语水平有限的学生、残疾学生和未能通过国家考试的学生）提供了通过6年的学习可以获得高中文凭和副学士学位的机会。该类型高中最鲜明的特征之一是实施职业导向的教育。一贯制科技特色高中与当地学院和企业合作，为学生提供基于工作的教育^[24]。学校支持学生通过实习、学徒制或其他工作培训计划来获得实际工作经验。这种合作关系旨在让学生在实践中获得职业技能和知识。该类学校的培养目标与当地劳动力需求保持一致，引导学生进入高需求和高薪职业领域。学校将中学和高等教育相结合，实现中高阶段之间的衔接和普职通融，以培养更全面的科技人才。且根据一贯制科技特色高中的战略要求，当学生完成6年的学习后，学校的工业或商业合作伙伴应给予该学生优先面试和录取的机会。以最早建设的IBM公司（International Business Machines Corporation）一贯制科技特色高中为例，该校由IBM公司及其协作伙伴共同创设。学生完成6年学习后，将获得纽约市教育局颁发的高中毕业证书、纽约市立大学科技学院的计算机信息系统或电子工程与应用电子技术专业应用科学副学士学位证书，同时享有IBM公司初级技术岗位的优先录用保证^[8]。

3.2 国际科技特色高中建设的共性特征

不论科技特色高中的类型如何，其目标始终以培养未来科技人才为核心。因此，各类科技特色高中在教育手段、教育资源开发、教育支持系统等方面具备一些共性特征。

3.2.1 围绕社会需求和现实问题，构思面向未来的科技人才发展路径

科技特色高中致力于培养学生适应未来社会需求的能力和素养，例如创新思维、问题解决能力、跨学科综合应用能力以及团队合作与交流等关键技能。为实现这一目标，

科技特色高中以社会需求和现实问题作为学习的出发点和核心驱动力，让学生从身边的社会、环境、科技等领域中选择关键问题进行研究，鼓励学生通过实践项目、实验、工程设计等方式将所学知识应用于解决现实问题^[25]。这种实践导向的学习方式培养了学生的实际应用能力，激发了他们主动解决问题的能动性。同时，科技特色高中也注重跨学科的综合学习。现实问题往往具有复杂的

性质，需要跨越学科边界进行综合分析并解决。例如，新加坡国立大学附属数理中学的“达·芬奇计划”为学生提供跨学科的课程化和项目，促使学生在解决问题的过程中运用多学科知识，培养学生的跨学科研究、创新和创业技能。在最后一学年，所有学生都将在年度新加坡国立大学数理高中研究大会上展示他们的研究成果^[26]。表2呈现了该计划的系列课程体系。

表2 新加坡国立大学附属数理中学的“达·芬奇计划”课程体系

课程	描述
设计与工程	学习使用木材、塑料和基本的电子产品，培养将想法变为现实所需的中级技能。学生还将学习计算机辅助设计软件，并应用它们来实现设计和工程项目
科学演讲	让学生获得基本的科学表达技能，并在同龄人中进行练习。通过聆听彼此的演讲，学生将接触到各种演讲技巧，并从每个人身上学到有趣的事实，鼓励学生提出和思考与研究过程有关的关键问题
少年创客	学习使用 Arduino 板编码和控制硬件。了解使用传感器和其他设备的输入来控制输出设备以实现给定目标的基础知识。学生将获得丰富的实践经验，并且需要完成一个简单的项目
初级科学研究	学习科学方法及其优点和局限性以及如何系统地探究科学。学生将提出自己选择的研究课题，经过老师审查和批准后以小组形式设计、构建和实施项目，在项目结束时提交报告并演示他们的项目
中级数学研究	学习解决数学问题的技能以及如何将其应用到数学项目中，还学习如何使用 LaTeX 来生成专业报告
研究方法论	介绍科学家和数学家进行研究工作所遵循的基本框架，阐明有效研究结果背后的原则，以及良好地进行评估和交流研究所需的流程、技能和道德
研究、创新项目	学生需以个人或团队形式完成至少一个数学、科学或工程领域的研究或创新项目。该项目鼓励学生在经济学等其他定量领域展开研究
先进的设计和工程	通过应用数学、科学和技术创造满足人类需求的设备和系统，扩展学生对工程设计过程的理解。该模块将教授高级技能，使学生能够设计和实施定制的自动化和数据采集解决方案，以满足研究和工程目标
创新与企业	重点关注以技术为导向的产品和服务的概念化、设计和开发。学生将学习创新、设计思维和营销。学生必须分组工作来发现问题，确定客户需求，建立产品、服务规范，然后设计、规划产品并制作原型

3.2.2 以多元资源为保障，构筑科技特色高中学生成长生态圈

多元资源为科技特色高中的学生提供了充分的支持，构筑了一个全面发展的科技特色高中学生成长生态圈。首先，科技特色高中为学生提供了—流的创新资源和平台，其中包括现代化的实验室、科技设备和技术工具。这些资源和平台赋予学生实践和实验的机会，让他们能够深入探索科学领域的知识和技术^[27]。其次，提供优质的数字化学习工具和学习资源，支持个性化学习。学生可以根据自身需求和兴趣进行个性化学习，并利用数字化工具和资源深入研究学习领域，例如，美国北

卡罗来纳科学与数学学校为全北卡罗来纳州超过 900 名高中生提供高质量的 STEM 课程和人文课程^[21]。最后，依托当地特色社会资源与国际资源，科技特色高中拓展学生的实践经验，使他们能够与实际应用和国际领域接触^[28]。日本立命馆高中超级科学班的学生，可以学习立命馆大学教授主讲的“最前沿科学研究入门”“物理学讲义”等课程，部分特别优秀的学生还可以同步到加速器中心学习，提前接触超大规模集成电路设计等^[7]。新加坡国立大学附属数理中学的达·芬奇计划也受到了新加坡科学中心（Science Centre Singapore）、DSO 国家实验室（DSO National Laboratories）、

国防科学技术局 (Defence Science and Technology Agency, DSTA)、新加坡科学技术研究局 (Agency for Science, Technology and Research, A*STAR)、南洋理工大学等机构和学校的支持。这些学校通过与社会和国际的连接,为学生提供了更广阔的实践机会,帮助他们了解科学的实际应用和市场需求,并培养他们解决实际问题的能力。

4 国际科技特色高中建设的经验启示

综合国际经验,建设高质量科技特色高中需要考虑多个因素和层次,涉及对象包括教师、学生以及培养目标、教育资源等,更需要全社会的协同参与。推进科技特色高中的高质量建设与发展,需要将各种元素集合在一起,建立起一套科学、严密、高效的质量保障机制。

4.1 宏观决策: 制定支撑强国战略的科技特色高中发展蓝图, 明确建设目标与方向

党的二十大报告强调了教育、科技和人才对于全面建设社会主义现代化国家的基础性和战略性支撑作用,要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动,加快建设教育强国、科技强国和人才强国。为此,应制定支撑强国战略的科技特色高中发展蓝图,明确建设目标与方向。第一,建立教育部门牵头、有关部门齐抓共管的科技特色高中建设组织架构,充分调动社会力量,成立由高校、企业、科普教育基地等机构组成的专家力量,加强谋划指导和推动落实。第二,立足国家战略发展需求,明确科技特色高中培养目标;突出科技创新能力、实践能力和创业精神的培养,注重科学知识与实践技能的有机结合,致力于培养科技创新型人才和学术领军人才。第三,顺应国家倡导的高中特色化办学趋势,建设多样化科技特色高中体系;建设以培养高水平的科技创新人才为目标的示范性科技

特色高中,并根据地方实际和特色发展定位鼓励建设科技特色高中。第四,优化高中学校办学质量评价标准,把综合评价和特色评价相结合,将科技教育的发展情况作为评价高中办学质量的重要指标之一,鼓励普通高中加强科技教育建设,加快建设成为世界重要人才中心和创新高地。

4.2 中观执行: 构建面向科技创新后备人才培养的科技特色高中建设支持体系, 确保规划落地实施

创新的关键在于拥有大批创造性人才^[29]。科技创新后备人才的培养应面向所有具有创新素养的学生,即面向全体学生^[30]。为此,我们需要构建一个面向科技创新后备人才培养的科技特色高中建设支持体系,以确保建设规划的稳步推进。第一,根据科技特色高中特点与发展需求,创新、完善科技创新后备人才选拔方式,既关注有潜质学生的发现方式、培养路径,也注重学生的个性发展和兴趣特长,满足多样化人才的培养需求;鼓励基层选拔和挖掘学生潜力,给予包括有潜质的学生在内的不同学生参与科技特色高中学习的机会;关注薄弱学校及特殊儿童群体,为其提供关心帮扶和指导。第二,加强科技教师师资队伍建设,鼓励科技特色高中教师与高校、企业等机构合作开展产学研项目,为教师提供教学支持和研究机会;积极吸纳各领域专家,建设编外教师队伍。第三,建立多方合作机制,整合社会相关资源,为科技特色高中提供科技创新所需的优质社会教育资源。第四,加强国际交流与合作,通过与国际先进科技教育机构接轨,借鉴国际先进的教育经验和课程设置,提升教育水平和国际竞争力。

4.3 微观监控: 实施分类考核、凸显特色的科技特色高中教育质量评估, 实现动态监测与调整

科技特色高中建设的质量监控和评估是

教育保障机制的基本内容，也是检验机制运行状况的重要途径。由于不同类型的科技特色高中在形成背景、设计理念和入学制度上具有根本性的差异，因此应实施分类考核、凸显特色的科技特色高中教育质量评估，实现教学质量的动态监测与优化调整。第一，建立科技特色高中认定与评估机制。围绕办学理念、课程设置、学生招生、校园文化等方面制定科技特色高中分级分类评价标准，定期进行

认定工作，并提供相应的经费资助。第二，督促科技特色高中开展自查，定期对科技教育质量和办学特色进行自我评估，及时发现问题并采取改进措施。第三，遴选科技特色高中典型示范校，定期向社会公开优秀经验和成功模式。第四，建立信息共享和交流机制，搭建科技特色高中之间的交流平台，促进信息共享、教学经验交流和合作研究，共同提高科技特色高中的教育质量和办学水平。

参考文献

- [1] 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL]. (2023-05-26) [2023-09-09]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.
- [2] 教育部, 国家发展改革委, 财政部. 关于实施新时代基础教育扩优提质行动计划的意见[EB/OL]. (2023-08-30) [2023-09-06]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/202308/t20230830_1076888.html.
- [3] 郑永和, 余舒雯, 杨宣洋, 等. 科技高中建设的国际经验及启示——基于 CNKI 数据库的研究评述[J]. 科学教育与博物馆, 2022, 8(4): 1-8.
- [4] 戴耘. 科技创造力的源泉——美国数理科技高中的课程和教学[J]. 人民教育, 2016(21): 29-32.
- [5] 郑太年. 科技创新人才培养的新路径：美国科技高中的探索与启示[J]. 教育发展研究, 2019, 39(Z2): 63-69.
- [6] 日本国立研究开发法人 科学技术振兴机构. 超级科学高中 (SSH) 指定学校名单[EB/OL]. (2022-06-03) [2023-08-28]. <https://www.jst.go.jp/cpse/ssh/school/list.html>.
- [7] 牛志奎, 田中博, 郇志宇. 日本特色高中与超级科学高中——以立命馆高中为例[J]. 基础教育参考, 2013(3): 20-22.
- [8] 王辉, 刘冬. 美国应用型人才培养的“首席品牌”——“一贯制科技高中”办学模式之述评[J]. 比较教育研究, 2014, 36(8): 57-62.
- [9] National Association of Secondary School Principals. Title IV—21st Century Schools[EB/OL]. (2017-02-15) [2023-09-04]. <https://www.nassp.org/a/title-iv-21st-century-schools/>.
- [10] U.S. Department of Education. Science, Technology, Engineering, and Math, Including Computer Science[EB/OL]. (2021-01-15) [2023-08-31]. https://www.ed.gov/stem?utm_content=&utm_medium=email&utm_name=&utm_source=govdelivery&utm_term=.
- [11] 朱珂, 冯冬雪, 杨冰, 等. STEM 教育战略规划指标设计及评价策略——基于美国北卡罗来纳州 STEM 教育战略规划启示[J]. 远程教育杂志, 2017, 35(5): 75-83.
- [12] 王晓宇, 王俊民, 林长春. 新加坡 STEM 课程概述——以 STEM 应用学习计划为例[J]. 基础教育参考, 2019(14): 41-44.
- [13] Singapore Ministry of Education. Subjects for Express Course[EB/OL]. (2023-06-08) [2023-09-09]. [http://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives/?term=Applied%20Learning%20Programme%20\(ALP\)](http://www.moe.gov.sg/secondary/courses/express/electives/?term=Applied%20Learning%20Programme%20(ALP)).
- [14] Singapore Ministry of Education. GEB Special Programmes[EB/OL]. (2022-09-22) [2023-09-09]. <http://www.moe.gov.sg/education-in-sg/our-programmes/geb-special-programmes>.
- [15] ラッシラエルツキ・T, 隅田学. スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における日本型才能伸長: 「教育資本 (Educational capital)」からの分析[J]. 科学教育研究, 2021, 45(4): 375-383.
- [16] 北海道釧路湖陵高等学校. SSH 研究開発実施報告書[EB/OL]. (2023-01-21) [2023-09-16]. http://www.koryo946.hokkaido-c.ed.jp/?page_id=122.
- [17] 赵迎结, 田辉. 日本如何实现科技创新人才贯通培养[J]. 人民教育, 2022(8): 74-77.
- [18] 焦炜, 杨济萌. 日本高中科技人才培养的实践研究及启示[J]. 课程教学研究, 2022(6): 116-120.
- [19] 周蕾, 赵中建. 美国实施 STEM 教育的学校类型研究[J]. 外国中小学教育, 2017(12): 9-17.
- [20] 陈晨. 企业技术创新主体科技创新人才培养的美国经验与启示——以美国科技高中为例[J]. 科学管理研究, 2021, 39(2): 147-152.

(下转第 79 页)

- [11] 许琦敏. 97岁院士出演00后“偶像励志剧”，“破圈”动力何在[N]. 文汇报，2021-04-22(7).
- [12] 李晨阳，秦志伟. 科普要既“懂行”又“好玩”[N]. 中国科学报，2021-04-20(1).
- [13] Conroy G. These 10 Countries Top the Ranks in Chemistry Research[EB/OL]. (2012-12-12)[2023-08-05]. <https://www.natureindex.com/news-blog/these-ten-countries-top-the-ranks-in-chemistry-research>.
- [14] 李厚金，陈六平. 我国化学科普的现状与创新发展对策[J]. 大学化学，2020，35(11): 1-8.
- [15] ICCA. The Global Chemical Industry: Catalyzing Growth and Addressing Our World's Sustainability Challenges[R/OL]. (2019-03-11)[2023-08-05]. <https://icca-chem.org/wp-content/uploads/2020/10/Catalyzing-Growth-and-Addressing-Our-Worlds-Sustainability-Challenges-Report.pdf>.
- [16] 上海科技. 丁奎岭：内容、渠道和技术三融合，做好科普教育[EB/OL]. (2022-08-22)[2023-08-05]. <https://stcsn.sh.gov.cn/xwzx/zt/2022shkjj/jckd/20220822/7f034548bea54e88af526edd3eb38e62.html>.
- [17] 俞陶然. 这一盛会首次在中国举行，上海获国际科技传播学会双年会主办权[EB/OL]. (2023-04-17)[2023-08-05]. <https://export.shobserver.com/baijiahao/html/603551.html>.
- [18] 新华社. 习近平给“科学与中国”院士专家代表的回信[EB/OL]. (2023-07-21)[2023-08-05]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202307/content_6893394.htm.

(编辑 颜燕 荆祎澜)

=====

(上接第21页)

- [9] 宋娴，朱雯文. 创新链视角下科技资源科普化的现实逻辑与实现路径[J]. 中国科学院院刊，2022(10): 1471-1481.
- [10] 张九庆. 关于科技资源科普化的思考[J]. 山东理工大学学报(社会科学版)，2011(1): 38-40.
- [11] 李苏蕊，谢起慧. 大科学装置科普效果的影响路径探究——基于模糊集的定性比较分析[J]. 中国科技论坛，2023(8): 159-168, 179.
- [12] 姜联合，袁志宁，马强. 我国科技计划项目科普化模式和实施过程初探[J]. 科普研究，2010(6): 5-13.
- [13] 王大鹏，黄荣丽. 科技资源科普化的困境与出路——以学术论文与科普文章的衔接转化为例[J]. 科技与出版，2020(11): 116-121.
- [14] 杜鹏，李真真. “公众理解科学”运动的内涵演变及其启示[J]. 未来与发展，2008(7): 52-56.
- [15] 上议院科学技术特别委员会. 科学与社会[M]. 张卜天，张东林，译. 北京：北京理工大学出版社，2004.
- [16] 杜鹏，王孜丹，曹芹. 世界科学发展的若干趋势及启示[J]. 中国科学院院刊，2020(5): 555-563.
- [17] 杜鹏. 空间技术与社会的互动发展：以NASA为例[M]//中国科学院. 2015高技术发展报告. 北京：科学出版社，2015: 312-319.
- [18] Bradley M J, Siebrasse E, Mosher J, et al. Science Outreach at Washington University in St. LouisL: The Young Scientist Program[J]. The FASEB Journal, 2013, 27: 29.11.
- [19] Thorp H H. It's Not as Easy as It Looks[J]. Science, 2021, 374(6575): 1537.

(编辑 颜燕 和树美)

=====

(上接第73页)

- [21] 李谦，赵中建. 美国中小学实施STEM教育个案研究——以北卡罗来纳州科学和数学学校为例[J]. 外国中小学教育，2014(5): 55-60.
- [22] Lynch S J, Peters-Burton E, Behrend T, et al. Understanding Inclusive STEM High Schools as Opportunity Structures for Underrepresented Students: Critical Components[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2018, 55(5): 712-748.
- [23] 柳靖，柳桢. 美国特色STEM高中的类型、特征和生态框架[J]. 石家庄职业技术学院学报，2021，33(3): 76-80.
- [24] Texas Education Agency. Pathways in Technology Early College High School (P-TECH)[EB/OL]. (2020-06-30)[2023-08-31]. <https://tea.texas.gov/academics/college-career-and-military-prep/pathways-in-technology-early-college-high-school-p-tech-0>.
- [25] 程红兵. 伊利诺伊数理高中考察散记[J]. 长三角(教育)，2012(2): 2-3.
- [26] NUS (National University of Singapore) High School of Math and Science. Research, Innovation and Enterprise[EB/OL]. (2023-09-04)[2023-09-05]. <https://nushigh.edu.sg/studying-at-nus-high/the-nus-high-diploma/research-innovation-and-enterprise.html>.
- [27] 保罗. 美国托马斯·杰佛逊科技高中的人才培养模式[J]. 创新人才教育，2013(3): 75-82.
- [28] 冯帮，刘小云. 土耳其STEM教育：发展脉络、特点与主要经验[J]. 教育与教学研究，2020，34(7): 19-30.
- [29] 胡卫平，辛兵. 科技创新后备人才：拔尖创新人才培养的主体工程[J]. 基础教育参考，2023(2): 3-13.
- [30] 杨清. 论普通高中拔尖创新人才早期培养[J]. 中国教育学报，2023(8): 64-70.

(编辑 颜燕 荆祎澜)

Construction Practice of China's Science and Technology Characteristic High Schools: Present Situation, Problems and Path Optimization

Guo Ziwei¹ Zhang Zhi² Wen Xinyang¹ Zhu Jiahua^{3,4} Yang jiansong⁵ Cui Hong⁶

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan 430079) ¹

(National Center for Schooling Development Programme, Beijing 100044) ²

(People's Education Press, Beijing 100081) ³

(School of Life Science, Linyi University, Linyi 276005) ⁴

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081) ⁵

(School of Life Science, Central China Normal University, Wuhan 430079) ⁶

Abstract: As an important approach in promoting science education reform, China's science and technology characteristic high schools play a crucial role in improving the scientific literacy of teenagers and cultivating scientific and technological innovation talents. This research organizes the development of domestic science and technology characteristic high schools. It discusses its construction status from four perspectives: policy support, construction scale, social participation and talent training effect. This research holds that in the current situation, there are problems such as utilitarianism, rigid teaching, and weak teachers. In addition to the typical practice in China's construction practice, it is proposed that the construction of China's science and technology characteristic high schools should stick to the correct educational direction and pay attention to the general orientation of basic education. Promoting the integration of science and technology education concepts and teaching practices, optimizing the establishment of teacher standards and the design of training content.

Keywords: science and technology characteristic high schools; development of creative talents in science and technology; science and technology education

CLC Numbers: G638 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.05.007

The International Experience in the Construction of Science and Technology Characteristic High Schools: Policies, Pathways, and Enlightenment

Wang Mengqian¹ Pan Anqi² Li Xiuju³ Xiong Hang⁴

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan 430079) ¹

(National Center for Schooling Development Programme, Beijing 100044) ²

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081) ³

(School of Life Science, Central China Normal University, Wuhan 430079) ⁴

Abstract: Science and technology characteristic high schools play a crucial role in science education by cultivating future talents in technological innovation. This study aims to explore the policy layout

and implementation paths of international science and technology characteristic high schools, using the examples of the United States, Singapore, and Japan. Through collecting relevant policies and literature and conducting in-depth analysis, the research findings indicate that these countries provide clear guidance and support for constructing science and technology characteristic high schools through educational policies. Additionally, different types of science and technology distinctive high schools, based on their characteristics, are committed to providing all students with opportunities for science and engineering learning, thereby nurturing reserve talents for scientific and technological innovation. Based on the research results, the study suggested establishing a scientific, rigorous, and efficient quality assurance mechanism when promoting the construction of science and technology characteristic high schools: at the macro level, formulate a development blueprint that supports the strategy of strengthening the country; at the meso level, build a support system for the cultivation of reserve talents for scientific and technological innovation; at the micro level, implement classification assessment and highlight characteristic education quality evaluation.

Keywords: science and technology characteristic high schools; education policy; reserve talents for scientific and technological innovation; strategy of strengthening the country; international experience

CLC Numbers: G639.1 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.05.008

Progress in High-Quality Popularization of Chemistry to Build High-Level Self-Reliance and Strength in Science and Technology

Huang Shaoxu¹ Ge Hangming¹ Ding Kuiling²

(Shanghai Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032)¹

(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030)²

Abstract: Starting from the importance and uniqueness of chemical science popularization, and combined with years of experience in promoting chemical science popularization, the article explains the essential characteristics and fundamental tasks of chemistry as the center of modern science. Based on the analysis of typical practice cases of chemical science popularization, the article proposes suggestions for high-quality development of chemical science popularization. The article aims to provide new perspectives for chemists engaged in chemical science popularization and also provide fresh ideas for innovative development of chemical science popularization work in the context of sci-tech self-reliance and self-strengthening at higher levels.

Keywords: chemical science popularization; synthetic science; high-quality development; science and technology self-reliance and self-strengthening

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.05.009