

以色列拔尖创新人才早期发现与培养： “未来科学家”计划的启示

周璐 杨皓麟 文雯

摘要：以“未来科学家”计划为例，探讨了以色列在拔尖创新人才早期发现与培养方面的成功经验。该计划通过智力和非智力因素并重的综合选拔、加速模式和丰富模式的综合应用、长周期的培养以及多部门多层次的组织支撑，实现了对拔尖创新人才的有效培养。同时，分析了该计划的核心特色和支撑举措，并总结了对我国拔尖创新人才早期发现与培养的启示。

关键词：以色列；拔尖创新人才；早期发现与培养；英才教育

以色列科技创新能力突出，拥有高质量的科技人才储备，这与其系统化的拔尖创新人才培养体系密不可分。以色列从1958年就开始从国家层面关注拔尖创新人才的早期发现与培养，1973年在其教育部设立“天才儿童司”（即现在的“英才与优秀学生教育局”），通过国家、地方和学校等多层次协同，构建了一个全面、灵活且富有成效的拔尖人才早期发现与培养体系。

在这一体系中，“未来科学家”计划是对广大优秀中学生最有吸引力的项目，每年吸引数以万计的学生报考。该计划由英才与优秀学

生教育局（以下简称英才教育局）统筹负责，由以色列7所高校的专门机构执行，旨在通过早期发现具有创新潜力的学生，在中学阶段让学生接触到前沿的科学知识和研究方法。“未来科学家”计划包含三个项目：（1）超前学习物理学、生物学、计算机科学等大学课程的“奥德赛”（Odyssey）项目，面向八年级学生招生，持续四年；（2）参与自然科学与工程类科研的“阿尔法”（Alpha）项目，面向九年级学生，持续两年；（3）参与人文社科类科研的“点子”（Idea）项目，面向九年级学生，持续两年。

基金项目：2022年国家社会科学基金教育学重点课题“‘冷门绝学’基础学科的人才培养体系研究”（AIA220018）；2024年北京市社会科学基金规划重点项目“支撑北京拔尖创新人才培养的大中贯通课程体系研究”（24JYA007）。

作者简介：周璐，清华大学教育学院博士研究生（北京 100084）；杨皓麟，清华大学教育学院博士研究生（北京 100084）；文雯，清华大学教育学院教授、副院长（北京 100084）。

本文以“未来科学家”计划为切入点，通过探讨该计划的核心特色和支撑举措，分析以色列在拔尖创新人才早期发现与培养方面的成功经验，供我国教育决策者和实践者参考。

一、“未来科学家”计划的选拔和培养特色

（一）选拔方式：综合性多轮次选拔，智力因素与非智力因素并重

以色列“未来科学家”计划采用多轮次选拔，综合考查学生的各方面能力。选拔一共分五个阶段，持续半年左右。前两个阶段是全国性的统一选拔，后三个阶段由大学组织考核。第一阶段是网上填写基本资料并提交学校成绩单，在校成绩前5%的学生被认定为“杰出（outstanding）”学生，前1%的学生被认定为“英才（gifted）”学生。^[1]第二阶段是全国统一组织的“未来科学家”考试，考核内容包括言语思维、定量思维和图形推理三部分，全部为单选题。^[2]全国性考试关注能力，并尽量减少因为教育资源不公平带来的知识基础差异对能力评价产生的干扰。

第三至第五阶段由大学组织考核，分别是提交个人陈述和教师推荐信，参加大学组织的笔试、面试和夏令营。夏令营大约持续两周，内容包括听讲座、与研究人员面对面交流、参观实验室以及其他体验活动，主要考查非智力因素。^[3]此外，通过参观体验不同学科的课程和研究，学生对相关专业有了初步了解，在此基础上根据个人兴趣选择下一步培养的具体方向。“奥德赛”项目与高中课程衔接紧密，例如特拉维夫大学（Tel Aviv University）的“奥德赛”项目包括物理、生物学和计算机。^[4]

“阿尔法”项目则与科研联系更紧密，例如耶路撒冷希伯来大学（The Hebrew University of Jerusalem）的“阿尔法”项目包括天体物理学、地球科学、物理、化学、纳米技术、生物医学、脑研究、动物学、微生物学、基因工程、机器人学、博弈论、计算机等前沿科研领域。^[5]“点子”项目不区分具体研究方向，入选学生获得人文与社会科学综合研究训练。通过上述五个阶段的综合选拔，每年大约有10 000名中学生获得录取，同龄人中大约前2%的学生参与“未来科学家”计划^①。

（二）培养模式：加速模式与丰富模式的综合应用

拔尖创新人才早期培养模式主要包括加速模式（acceleration program）和丰富模式（enrichment program）两种。加速模式是拔尖创新人才培养的传统模式，往往指提早入学或提前修读高年级科目、中学时修读大学课程等。^[6]该模式的优势在于提供与学生智力水平相匹配的内容，强化拔尖学生的学习动机，提升学生的学业水平，使他们获得比同龄人更高的学业成就；劣势则在于知识学习可能不够扎实，学业压力过大，以及非智力因素发展相对滞后可能带来的心理健康和社会调适问题。^[7]丰富模式是为拔尖创新人才提供拓展性或挑战性的补充课程，让学生参与探索性活动从而发展高层次的思维技能，而不过分在知识内容上求快、求深。^[8]丰富模式在一定程度上克服了加速模式的缺陷，有利于儿童的心理发展，但缺陷是缺乏明确的培养目标和教学策略，难以支撑学生保持长时间的学习投入。^[9]

以色列拔尖创新人才早期培养采用分化培养的方式，在不同项目中分别应用加速模式和

①这一数据来自“未来科学家”计划负责人的个人估算，他估算该项目录取人数约为10 500，而满足报名条件条件的学生大约有750 000。来源：<https://www.linkedin.com/in/shem-shemy-ph-d-7a326954/>。

丰富模式。“奥德赛”项目采用加速模式。该项目的培养目标是“旨在接触和挖掘年轻的科学和技术人才，并培养一个独特的科学和技术导向群体，能够在未来承担领导和社会角色”^[10]，8—12年级学生提前学习大学课程，这些大学课程通过精心设计和编制后与中学课程衔接紧密，更适合中学生的认知习惯。以

特拉维夫大学为例（表1），课程设置的整体思路是将大一、大二的基础课提前到高中学习，并增加实践内容。基础课的设计体现出“宽口径”的特点。此外，“奥德赛”项目会集中组织三周左右的夏令营，学生在实验室完成一些简单科研任务，或者在学习编程后完成一个小项目，这些设计为学生提供了很多实践机

表1 特拉维夫大学“奥德赛”项目课程设置

专业方向	主要课程
物理学	经典物理学1、经典物理学2、物理学家需要的数学导论1、物理学家需要的数学导论2、狭义相对论
生物医学	普通化学1、普通化学2、生物学导论A、生物学导论B，医学方面的强化课程以及贯穿四年的实验室训练
计算机网络	离散数学、线性代数1、计算机科学入门、程序设计1（多种计算机语言），以及网络、通信、数据结构等

注：资料来源于特拉维夫大学青年大学网站，<https://www.madaney.net/en/academic-institute/odyssey-at-tel-aviv-university-for-youth>。

会，部分优秀学生还有机会到科技公司实习。

“奥德赛”项目不仅强调学生在科学技术知识和能力上的发展，也“鼓励他们了解以色列社会，培养对社会的责任感”，从而在未来成长为“以色列科技研究、商业发展和教育的领袖”。除了讲授课程外，“奥德赛”项目还提供各类活动支持学生个人发展，包括学生集体活动、学术研讨会、行业参观、团体活动等，综合培养学生时间管理、团队合作等方面的能力，并构建一个“精英学生社群”，为学生的长期职业发展积累社会资本。然而，这样的“精英学生社群”培养模式也存在一定弊端，例如以色列本国的教育研究者就发现这样的学生社群中存在“大鱼大池塘”（big fish in big ponds）效应，同伴的普遍高水平增加了学生的焦虑，降低了自我效能感。^[11]

“阿尔法”项目和“点子”项目采用丰富模式，不追求超前学习大学知识，而是通过两

年的科研训练培养学生的研究素养和技能。以耶路撒冷希伯来大学的培养方案为例，学生不需要提前系统学习该领域的基础知识，而是直接通过研讨课学习文献阅读、数据分析、论文写作等科学研究基本技能，并通过阅读前沿文献了解研究所需知识。“阿尔法”项目具有“重过程、轻结果”的特征，培养目标不是提前培养某一领域的专门研究人才，而是通过一套持续两年的系统科研训练帮助学生体验研究过程，培养研究素养和技能。虽然项目鼓励学生将学习成果用来发表论文、参加比赛，但并不会将其与升学挂钩。另外，学生的意志品质、好奇心等非智力因素在科研训练中得到了很好的锻炼。^[12]

20世纪，以色列的拔尖创新人才早期培养还是以丰富模式为主，大学和中学为学有余力的学生提供课外活动、补充课程和校本课程，这些课程包括“整合不同知识领域”

和发散思维，但几乎不会提前学习^[13]。直到20世纪末，美国约翰斯·霍普金斯大学（Johns Hopkins University）组织的加速模式培养项目“数学早熟青少年研究”（study of mathematically precocious youth, SMPY）获得巨大成功，这给一贯反对加速模式的以色列英才教育局带来了很大的冲击^[14]。从2000年开始，以色列逐步试点设置加速模式培养项目，逐渐发展成为今天加速模式与丰富模式并存。

（三）培养周期：两年至四年的长周期培养

以色列“未来科学家”计划为智力突出的中学生提供长周期的稳定培养。“奥德赛”项目培养周期为四年，从九年级到十二年级，相当于一个超长的大学预科，学习成果可以折算成大学学分。设置相对固定的课程，学期中为每周一和周三的下午和晚上，暑期课程持续三周。“阿尔法”项目的培养周期为两年，时间安排灵活，导师拥有较高自主权。第一年学习科学研究的基础知识和基本技能，第二年在导师的指导下完成一个简单的科研项目。“点子”项目的培养周期也是两年，学生在导师团队指导下阅读、写作并参与人文社科类研究。两年的培养周期结束后，参加“阿尔法”项目和“点子”项目的学生都需要完成一份书面研究报告，提交给英才教育局，审核通过后获得相关学习证明及大学学分。

拔尖创新人才早期长周期培养具有多种优点。首先，能够有效筛选出一批意志坚定、持之以恒的优秀学习者，他们从中学时代开始就在一个相对集中的方向深耕两年以上，进入大学后更能够投身相关领域的学习和研究。其次，保证了知识传授的系统性，避免知识学习的碎片化和浅表化，学生通过完成多门大学课程的学习，初步了解大学的学习内容和学习策略，也有充足的时间探索自己的研究项目。此外，长周期培养能够设置合适的学习强度，保

持“业余学习”的日程安排，尽可能不影响高中阶段的常规学习，降低了学生调整选择的机会成本。拔尖创新人才的早期培养通常要求学生在一个赛道上“全力学习”，如果个人兴趣或者职业规划发生改变，切换学习轨道的成本较高，而“业余”模式则使得学生在不承担过多机会成本的情况下，更加灵活地选择自己的学习路径。

二、“未来科学家”计划的支撑举措与当前挑战

（一）组织支撑：多个专门机构协同合作

以色列拔尖创新人才的早期发现与培养依赖良好的组织基础，政府、高校、中学、企业、研究机构等协同合作，确保了选拔和培养的高效率。在政府层面，英才教育局发挥了关键作用。该部门专门负责全国拔尖创新人才的早期发现与培养，从政策制定、实施到提供资金支持全盘负责，并整体组织和协调大学、中学、研究所等多个机构的协同工作。^[15]此外，英才教育局还负责统筹协调全国资源，以支持“未来科学家”计划学生的后续发展。例如，组织校友会“Ascola”，为优秀学生建立起强大的社会支持网络；安排“早餐俱乐部”邀请以色列经济、工业和学界的重要人物与学生们面对面交流；组织“幕后一览”等活动安排学生参观政府部门、高科技公司和其他社会组织等，为学生的未来发展提供了宝贵的资源和机会。^[16]在学校层面，以色列的9所高校中有7所积极参与了拔尖创新人才的早期培养工作，并全部建立了专门机构为中学生提供高质量的教育资源和支持。例如，特拉维夫大学设置了青年大学、以色列理工学院（Technion-Israel Institute of Technology）设置了科学技术青年部、魏茨曼科学研究所（Weizmann Institute of Science）设置了戴维森科学教育中心

(Davidson Institute of Science Education) 等^[17], 不仅提供了先进的实验设备和实验室, 还邀请著名教授和研究人员对中学生进行指导, 并协同科技公司为中学生提供实习机会。例如, 特拉维夫青年大学为中学生提供以色列本土信息安全独角兽公司CheckPoint的实习机会。^[18] 此外, 以色列还设立了拔尖创新人才早期发现与培养的专门研究机构, 例如佐尔德研究所(Henrietta Szold Institute)(后发展为国家行为科学研究中心), 为全国统一选拔提供测试工具, 并对培养项目进行长期跟踪评估。^[19]

(二) 师资支撑: 建设培养拔尖创新人才的特殊师资队伍

以色列建设了一支高素质的特殊师资队伍。首先, 为公立中学从事拔尖创新人才早期培养的教师建立了特殊认证项目, 教师需要完成240学时关于天才儿童的认知能力、创造力、非智力因素发展特点、特殊教学方式等理论知识的培训, 以获得“天才教育教师”的资格认证。^[20] 魏茨曼科学研究所的戴维斯科学教育中心每年还为中小学教师提供为期3—5天的“国家讲习班”, 参与教师可以获得教育部的资质认可。^[21] 其次, 以色列教育部还对大学导师进行拔尖创新人才早期培养的培训, 例如“全国导师计划”就是选择高校各领域的教师担任优秀中学生的导师, 导师需要参加以色列每年3次的英才教育联席会议, 保持对该领域前沿动态的关注。^[22]

(三) 后续发展支撑: 与大学拔尖创新人才培养项目衔接

以色列为拔尖创新人才的后续发展提供了有力支撑, 助力他们在高等教育阶段走得更远。首先, “未来科学家”计划的学习成果都可以折算成大学学分, 先修课程也一定程度上得到大学认可, 学生在进入大学后可以相较同龄人领先一步, 尽早开始对专业的深入学习和

研究。中学生通过这些项目和计划已经和大学导师、实验室同门建立了良好的关系, 对感兴趣的学科领域也已经建立了初步了解, 进入大学后能够快速适应身份的转变。其次, 高等教育阶段还设置了一系列拔尖创新人才培养项目, 与中学阶段的“未来科学家”计划形成有效衔接, 确保学生能够持续获得个性化培养。例如, 高等教育阶段拔尖创新人才培养的“学术储备计划”, 包括培养军事技术人才的“高地”(Psagot)项目、培养中东区域国别研究人才的“百合花”(Havatshalot)项目和培养创新人才的“特比昂”(Talpiot)项目。^[23] 这些项目课程强度大、难度高, 每年都有近1/4的入选者因难以承受学业压力而退出, 但中学阶段参与过“未来科学家”计划的学生的保有率更高。

(四) 当前挑战: 优质生源不足, 基础学科和人文学科人才后劲不足

以色列拥有悠久的拔尖创新人才早期选拔与培养传统, 但其培养成效近年来也饱受争议。首先, 近年来以色列的基础教育质量下降, 不能为拔尖创新人才培养提供稳定持续的优质生源。根据2022年的PISA测试结果, 以色列学生的数学和科学成绩低于经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)平均水平, 且近十年来分数持续下降。^[24] 其次, 多项本土追踪研究显示, 只有计算机相关的工程领域的成才率较高, 基础学科如物理学、生物学和人文社科等领域成才率较低。^[25-26] 有研究者认为这一方面是因为以色列战争频繁、全民兵役的特殊国情决定了军队主导了高等教育阶段的拔尖创新人才培养, 由于军方希望优秀人才能直接服务军队, 将所学知识快速“变现”, 因此更重视工程学科的研发应用人才, 对自然科学与人文社科的研究人才关注较少。另一方面, 以

色列高科技企业集中在网络安全等几个细分领域，在计算机科学之外的领域未能形成完整的产业链和多样化拔尖创新人才成长发展的行业环境。

三、对我国拔尖创新人才早期发现与培养的启示

一是优化机构设置。政府层面，建立专门机构统筹拔尖创新人才的培养工作，例如协调全国的大学和中学、提供师资培训和资金支持等。高校层面，设置类似青年教育中心的机构，专门调配资源来支持优秀中学生的发展。用好国家高等教育智慧平台，设置中学生拓展、科研入门等在线课程，辐射到全国的优秀中学生。

二是优化早期培养模式。对科研志向明确、学术职业规划清晰的学生，提供类似“阿尔法”项目的长周期科研机会，培养学生的科研素养和科研思维。对那些学有余力、但志趣仍不明晰的学生，提供类似“奥德赛”项目的加速课程，帮助他们提前学习大学基础课程，更好地适应高中与大学的切换。这种分化培养的方法，能够更好地满足不同学生的个性化需求，同时能够更高效地分配教育资源。

三是优化评价模式。坚持“重过程、轻结果”的模式，鼓励各地的研究型大学建立科研实践平台，为中学生提供更多的科研机会，但不强求中学生做出非常优秀的科研成果，也不将学习成果与升学挂钩。对于意志品质、学习动机这些难以通过测试进行评价的非智力因素，院校和导师可以通过两年以上的长周期科研实践过程进行综合评估。此外，通过参与真实的科研项目，学生可以对自己的专业志趣产生更准确的认知。对于部分不喜欢、不适合科研的学生，也能够提供机会成本较低的体验式教育，降低学生调整路径的压力，避免后续教

育资源的浪费。

四是有效实现贯通培养。将现行的“拔尖计划”“强基计划”上下贯通，向下与中学阶段拔尖人才培养有效衔接，向上与研究生阶段教育贯通，形成一个连贯的选拔、培养体系。同时，对于知识基础扎实、科研能力突出的拔尖创新人才，可以进一步通过“一人一策”“本博贯通”等特色培养模式，为优秀学生规划个性化的培养路径。

参考文献：

- [1] NEVO B, RACHMEL S. Education of gifted children: A general roadmap and the case of Israel [M]// LEIKIN R, BERMAN A, KOICHU B. Creativity in mathematics and the 56 education of gifted students. Rotterdam: Sense Publishers, 2009: 243-251.
- [2] 以色列国家考试与评估中心. 未来科学家测试：示例与内容（原文为希伯来语）[EB/OL]. (2024-02-01) [2024-07-13]. <https://www.madaney.net/media/2643/hesberim-madaney-haatid-heb.pdf>.
- [3] 林崇德. 智力活动中的非智力因素[J]. 华东师范大学学报（教育科学版），1992（4）：65-72.
- [4] Tel Aviv University. Odyssey at Tel Aviv University for youth [EB/OL]. (2022-07-28) [2024-07-13]. <https://www.madaney.net/en/academic-institute/odyssey-at-tel-aviv-university-for-youth>.
- [5] Maimonides Fund's Future Scientists Center. Alpha at The Hebrew University of Jerusalem [EB/OL]. (2023-12-31) [2024-07-13]. <https://www.madaney.net/en/academic-institute/alpha-at-the-hebrew-university-of-jerusalem>.
- [6] 褚宏启. 如何看待拔尖创新人才培养及路径[J]. 教育科学研究, 2023(9): 1.
- [7] 褚宏启. 英才教育的争议分析与政策建构：我国英才教育的转型升级[J]. 教育研究, 2022(12):

113-129.

- [8] 刘世清, 吕可. 从“加速”走向“丰富”: 中小学拔尖创新人才培养的模式变革与政策建议[J]. 北京教育, 2023(31): 21-25.
- [9] KIM M. A meta-analysis of the effects of enrichment programs on gifted students[J]. Gifted Child Quarterly, 2016(2): 102-116.
- [10] Maimonides Fund's Future Scientists Center. Odyssey-academic studies program in the sciences[EB/OL]. (2023-12-31)[2024-07-13]. <https://www.madaney.net/en/odyssey>.
- [11] GOETZ T, PRECKEL F, ZEIDNER M, et al. Big fish in big ponds: A multilevel analysis of test anxiety and achievement in special gifted classes[J]. Anxiety, Stress & Coping, 2008(2): 185-198.
- [12] ZOHAR S. 这就是16岁科研人员的自由(原文为希伯来语)[EB/OL]. (2019-07-18)[2024-07-13]. <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-5551585,00.html#autoplay>.
- [13] CSERMELY P, LEDERMAN L M. Science education: Talent recruitment and public understanding[M]. Amsterdam: IOS Press, 2003.
- [14] STANLEY J C. In the beginning: The study of mathematically precocious youth[M]//BENBOW C P, LUBINSKI D J. Intellectual talent: psychometric and social issues. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996: 225-235.
- [15] 陈雄飞, 王永丽, 曾文婕. 让天赋更好地服务于国家和社会发展: 以色列天才儿童培养现状与发展[J]. 基础教育参考, 2023(1): 72-80.
- [16] Maimonides Fund's Future Scientists Center. Ascola-alumni network[EB/OL]. (2023-12-31)[2024-07-13]. <https://www.madaney.net/en/ascola>.
- [17] Maimonides Fund's Future Scientists Center. Alpha-research program in the sciences[EB/OL]. (2023-12-31)[2024-07-13]. <https://www.madaney.net/en/alpha>.
- [18] OFERE E. 16岁的高科技公司员工(原文为希伯来语)[EB/OL]. (2018-12-26)[2024-07-13]. <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-5431809,00.html>.
- [19] 张立娅. 以色列英才教育研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2015.
- [20] 张倜, 王萍萍, 熊斌. 以色列英才教育教师培训课程的特色[J]. 外国中小学教育, 2017(8): 49-55.
- [21] Institute Excellence Educators. Israel center for excellence through education[EB/OL]. (2023-12-31)[2024-07-13]. <https://www.icee-iasa.org/eei-overview-1>.
- [22] 苏红. 以培养“服务精英”为战略目标的以色列拔尖创新人才早期培养[J]. 人民教育, 2023(18): 72-76.
- [23] 文雯, 周璐, 杨皓麟. 实践驱动的拔尖创新人才培养: 以色列“特比昂”项目研究[J]. 世界教育信息, 2024(5): 43-53.
- [24] DAVID H. A critical overview at Israel's PISA 2018 results[J]. Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 2021(5): 1-10.
- [25] LAVY V, GOLDSTEIN Y. Gifted children programs' short and long-term impact: Higher education, earnings, and the knowledge-economy[R]. National Bureau of Economic Research, 2022.
- [26] DAVID H. The failure of gifted education in Israel[J]. Journal of Gifted Education and Creativity, 2023(3): 141-155.

(责任编辑: 汤 梅)