

高校及科研院所 一流科研创新团队的发展机制探析^{*}

——基于物理学领域顶尖团队的多案例分析

季小天 彭小宝 刘继安 赵文华

摘 要:大科学时代来临,科技创新模式开始转向目标导向和自由探索“两条腿走路”,有组织科研模式的重要性日益凸显,科研创新团队成为我国建设科技强国战略目标的重中之重。从师承效应、培养机制、科研目标设置、构成结构、考核晋升机制、学术流动机制和科技成果转化等七个方面对当代物理学领域3个顶尖团队进行具体案例阐述,借鉴生态系统理论构建一流科研创新团队的发展机制模型,形成可供其他团队借鉴的经验,以期对我国高校和科研院所打造更多一流科研创新团队有所裨益。

关键词:科研创新团队;团队负责人;师承效应;发展机制

一、问题的提出

2017年,习近平总书记提出,要培养造就一大批具有国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队^[1]。党的二十大指出“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”,强调“全面提高人才自主培养质量,着力造就拔尖创新人才,聚天下英才而用之”。高质量教育发展是拔尖创新人才培育的基础和源泉,高质量创新人才培育又是建设科技强国战略目标的重要支撑,三者的有机结合和辩证统一是我国实现关键领域技术创新和解决“卡脖子”科学问题的重要依据,科研创新团队作为拔尖创新人才聚集的高地,是高等教育促推科技进步的中坚力量,也是一流大学、一流学科建设的关键。在创新驱动发展时代,一流创新团队的建设决定着我国在新一轮的全球科技竞争中能否赢得主动。中国的科技进步和高等教育的发展日新月异,得益于一系列的团队计划支持,我国科研创新团队取得了长足发展,如国家自然科学基金委于2000年设立创新研究群体项目,其主要目标是“稳定地支持基础科学的前沿研究,培养

和造就具有创新能力的人才和群体”^[2],截至2021年1月,该项目共资助了615个团队,南方科技大学校长薛其坤院士说,“这是以人才为导向、为核心的一个纯粹的人才基金,不限制科学家的想象力和研究的界限,以及才能的发挥,给科学家们进行自由探索提供了一个非常好的发展空间。”由此诞生了一批充满活力的科研创新团队,也取得了一些在国际上有影响力的研究成果。但是想要超越发达国家还需突破制约团队发展的机制障碍。

科研团队研究层面,Katzenbach,Robbins,刘惠琴等分别对团队的概念、内涵与特征等方面进行了阐述^[3-5];阎光才探讨了如何在强调集体协作的同时尊重个人的自主探索,进而实现学术团队研究与卓越人才培养的双赢^[6];Mailloux等通过观察跨学科科研团队的成功经验,提出了加入高效率多学科科研团队的实用建议^[7];孟太生剖析了领导行为、团队特征、团队过程、团队效能之间的关系^[8]。还有一些学者从科研团队异质性如何影响创新绩效^[9]、科研团队多元化校企合作人才培养新模式^[10]、团队成员合作因素对创新团队组织有效性影响机制^[11],以及影响科研

^{*} 本文系国家社科基金重大项目“中国高校科技创新团队管理与合作有效性研究”(22&ZD308)的研究成果

团队高水平科学研究的因素^[12]等方面进行了探讨和分析,国内外学者大多从内涵、人才培养、领导力、绩效、合作、组织管理等单一的维度开展团队研究,然而,具有系统性且深入全面的一流创新团队的案例研究是该领域的缺失议题。本研究针对现存问题,选取本土顶尖科研团队的成功案例进行深入挖掘和剖析,从团队负责人的角度来讲述一个一流科研创新团队从萌芽成长为参天大树的历程,以期更加真实全面地呈现出一流科研创新团队的面貌,从而探讨3个一流科研创新团队的成长共性,构建一流科研创新团队发展机制模型,归纳和总结出规律性建议,形成具有标杆价值的范例展示。

二、研究设计

1. 研究对象选择。本研究所关注的一流科研创新团队,应当具有顶尖学术水平,团队负责人是某个领域的学术权威且具有极高的学术造诣,团队由数名卓越的中青年科学家组成,所从事的是具有创新性的前沿科学,且已经取得了国际领先的创新研究成果,在业界受到了普遍的认可和关注。经筛选,本研究选取了近些年物理学领域国家自然科学一等奖获得团队作为研究对象。

2. 数据收集。本研究对3个顶尖团队进行参与式调研和全方位的信息搜集,通过官方网站、报告、访谈、简历等进行深入的内容分析,同时对团队负责人和若干团队成员进行访谈,其中对3位负责人的深度访谈时间超过200分钟。(见表1)

表1 访谈对象基本信息

受访者编号	性别	依托单位	获得国家自然科学一等奖(年份)
A1	男	清华大学	2019年
A2	男	上海交通大学	—
B1	男	中国科学技术大学	2016年
C1	男	中国科学院高能物理研究所	2017年

注:A2为A1团队成员。

3. 研究方法。本研究采用扎根理论方法进行机制构建。研究目的在于生成理论,其结果就是对理论的呈现^[13]。运用扎根理论方法对访谈资料进行处理,形成中心观念,并构建理论模型,对中国情境下一流科研创新团队发展机制构建进行探索性研究。同时采用多案例研究方法(通过不同案例重复支持类似结论的方式提高研究效度^[14])开展研究,将团队负责人访谈内容最大化呈现,能够对案例进行更加系统的描述和比较,更加动态地掌握案例情境,进而得到较为全面的观点和阐述。

4. 资料分析。一流创新团队发展机制构建的核心工作是尝试解读一流团队发展的实践逻辑,为此,

本研究借助创新生态系统模型,即行动者A(Actor)-创新活动A(Active)-位置组织P(Position)-政策与制度L(Link),运用扎根理论将访谈记录转化成文字并进行分析。第一步,开放编码,首先充分熟悉和深刻理解原始文本资料和案例并进行分析,拆分重组访谈中一流科研团队有关词句并进行简化和初步提炼(译码前缀为“a”),建立了65个原始语料记录,然后将属于同一现象的自由节点归在相同树节点之下(译码前缀为“A”),并发展完整概念定义此节点,获得了46个标签^[15];最后进行范畴化,把看似与同一现象有关的树节点聚拢成一类,形成新的树节点(译码前缀为“AA”),最终得到65个标签和46个概念以及15个范畴。第二步,主轴编码,将开放式编码中得出的各项范畴联结在一起^[16],在此阶段从四个主要方面引导范畴的整理和分析,通过典范模型归纳到4个主范畴,即团队成员、创新活动、团队管理和体制与政策。第三步,选择编码,在开放式编码和主轴式编码的分析基础上,进一步分析各范畴之间的内在逻辑和关联关系。通过回顾文献对访谈资料反复思考和持续互动,提炼出能够统筹整合“团队成员、科研团队、创新行动和体制与政策”这4个主范畴的核心范畴,来探索打造一流创新团队的路径。

综上,本研究针对中国一流科研创新团队构建这一核心范畴“故事线”得到构建路径的理论性编码结果,同时,考虑到发展机制各个要素之间的配合,将发展机制构成要素划分为行动者、活动、组织单位和政策与制度4种类型,针对创新生态系统模型构建4条一流创新团队的发展路径,(见图1)具体包括:①团队成员对一流创新型科研团队发展的作用机制,即团队负责人领导力的发挥、团队成员的技术互补、师承关系、学术能力等对团队成长和创新的影

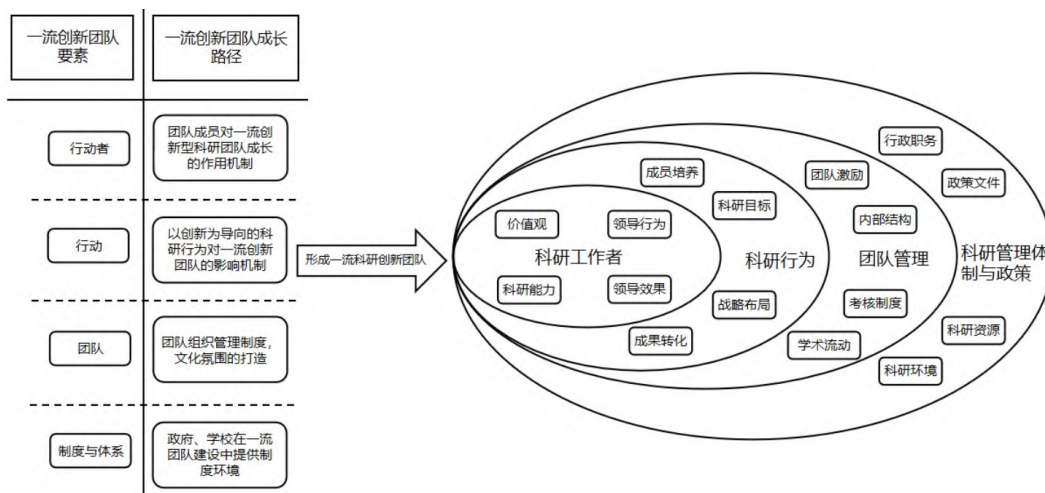


图1 基于扎根理论的一流科研创新团队成长机制模型

创新团队在科研目标设定和团队成员培养方面都有突出优势,但是结果同样显示我国团队在科研成果转化方面存在明显短板;从创新团队组织角度,团队成员内部构成结构,考核晋升、学术流动和团队氛围都对创新有重要影响;从政策与制度维度看,政府和学校/科研院所所在对创新团队进行宏观管理的过程中,应尽量减少干预。

三、一流科研创新团队案例分析

(一)团队负责人与师承效应

团队负责人是科研团队的灵魂人物,是科技人才培养的关键,也是推动团队成为一流的必备要件。诺贝尔经济学获奖者保罗·塞缪尔森(Paul A. Samuelson)说:“我可以告诉你们怎样才能获得诺贝尔奖金。诀窍之一就是要有名师指点。”卓越的领军人才往往依托于名校,然而他们能够提供给团队成员的不仅是名校的平台和优质的资源,更为重要的是学术思想的传承。

本研究中的3位团队负责人都肯定了一流团队形成发展过程中最重要的影响因素就是团队负责人。其中,对于团队负责人必备的特质,一位负责人谈到,“团队负责人要有好的亲和力,心胸开阔,同时,学术品味要高,才能够甄选出合理的科研目标,这就要求团队负责人不光要有人格魅力,还要有超凡的学术造诣。”(A1)另一位负责人提到了师门传承的重要性,“鉴于生命周期规律的限制,所有团队早晚都一样会走向衰亡,但是师门传承可以延续团队的生命力。”(C1)一个青年科技工作者获得成功的捷径就是跟从学术大师一起进行科学研究。“师门传承是团队的灵魂式精神,推动着团队的持续发展,”(A1)“我们团队的发展始终贯穿着师门传承,X老师(A1)的表率作用特别明显,每天晚上12点X老师还

会来实验室同学生进行交流,之后再回到办公室工作到1点才回家,这样的言传身教,远比空洞的说教更容易带动团队成员们的学术热情。”(A2)在中国科学技术大学团队(以下简称“中科大团队”)里,几乎所有团队成员

都在不同阶段同负责人有着亲密的师承关系。2005年,负责人成为第一个获得菲涅尔奖的中国科学家,若干年后,他的两名弟子也先后获得此奖。“师门传承,不仅是荣誉的传递,更是科学家精神的延续和传承。”(B1)一个团队想要获得成功,拥有一位卓越的团队负责人以及负责人师承效应的充分发挥都是团队成长中的重要优势。

(二)团队成员的培养机制

一个团队里成员的素质和质量代表着这个团队的生命力、潜力和后劲,是一个团队最终跻身一流的基础和保障。构建创新型国家的发展战略对一流科研团队提出了迫切需求,我国科研团队的发展面临着诸多待解的难题,其中,如何培养出水平高和潜力足的高素质成员,是团队建设的难点。

3位团队负责人对于人才培养都非常重视,但是由于团队规模和组织结构的不同,每个团队采取的方法又是各不相同的,在中科大团队里,通过“抓早抓好”和“量身定制”来进行专门的长周期人才链条培养。第一,学校专门制定了“瀚海计划”等项目进行青少年人才的挖掘和培养,“团队在尽可能大的范围内挖掘和招揽具有科学潜质的青少年人才,同时鼓励学生从本科就进入实验室锻炼,”(B1)在培养过程中做到“注重基础、加强交叉、紧跟前沿”,“根据每个人的特点量身打造培养计划,”(B1)配备导师进行专门指导。第二,在研究生阶段继续进行新一轮的筛选并按照实际情况对其进行精英教育,“提供国际一流的平台、路径和环境使其快速成长。”(B1)团队常年邀请国内外著名学者开设前沿课程和特色核心课程教学,保证团队成员时刻掌握学术前沿,并通过联合培养、短期研究计划等方式,敦促团队年轻成员到国际一流大学进行学术交流或者攻读学位。第

三,坚持实行“两段式-长周期”的培养路径,采用“2+X”培养模式,在通识教育的基础上允许专业自由选择,鼓励学科交叉,长周期培养是从本科阶段开始就以博士为目标对青年成员进行培养,减少科研资源的浪费,为国家培养青年科技人才和科技领军人才做好储备。

清华大学团队(以下简称“清华团队”)在社会职能上的主定位就是为国家培养精英科技人才,即培养一批具有较强国际竞争力的中青年科研人才。负责人培养的学生90%以上毕业后都留在了学术岗位(在科研院所和高校从事科学研究),极少有学生走向学术以外的方向和岗位,他对学生在基础研究方面的训练和培养也是该团队的主要亮点之一,这也是“明显不同于其他团队和科研组织的地方,耗费了巨大精力培养出来的人才都能够尽其用,继续为祖国的科研事业发光发热,从而减少了国家科研资源的浪费。”(A1)提到人才培养获得成功的原因,受访者认为“团队要在人才培养上起到一个‘放大器’的作用,通过不断放大人才优势来实现我国科研和高等教育的可持续发展,团队培养出来的人才成为教授又去培养下一代人才,这样一个‘放大器’式的循环模式,随着时间的推移,为我国打造一批世界一流科研创新团队奠定了夯实的人才储备,对国家科技创新战略的发展也是尤为重要。”(A1)“专注和极致”,是该团队非常值得借鉴的地方。清华团队里有许多新加入的年轻科研工作者很急于做出成就,因此会迫切地想要确定究竟哪个方向才是好的方向,这时的他们会产生迷茫,得益于负责人超凡的学术眼光和学术品位,对这些青年成员进行了及时疏导和指引,让他们明白这些存在的问题本身就是一个锻炼的过程,甚至会成为他们蜕变为一个团队负责人的必经之路。“适时引导青年学者学会初步判断在某一个层面上某个时间应该做什么,在团队发展的后期应当怎么部署以及后续跟进的布局,这是训练青年团队成员养成良好学术品位的好机会,同时又不会让他们一直依赖于团队负责人而缺乏自我判断和做决定的能力。”(A1)

中国科学院高能物理研究所团队(以下简称“高能所团队”)同样也非常注重人才的培养问题,团队主导的北京谱仪实验项目于2008年就已完成,之后的大亚湾中微子项目于2012年完成,然而在2008—2012年之间就有许多北京谱仪项目的成员流动到大亚湾项目中来,“从一个项目流动到另一个项目,这一方面促进了人才环流,同时也丰富了团队的多元

化流动型人才培养模式。这种培养模式能够使科研人员不再局限于单一类型项目,而是在更多类型的项目中提高其跨学科跨领域的能力,也极大地促进了团队里交叉学科人才的培养。”(C1)大亚湾项目进行,团队同步开展的还有江门中微子实验项目,所以团队中有一部分科研人员两个项目都参与了,“根据科研工作的需要和进展不同,所有团队成员的职责和任务都是在不断地变化和调整。”(C1)其中每一个项目团队的组成人员也是在不断变化的,这一点与其他小规模团队的人员固化有很大区别,高能所团队的成员因此具有一定的流动性,每个成员有可能同时或者分阶段地做各种类型的工作,团队负责人或者项目负责人在对每个团队成员进行工作分派的时候也会充分考虑到每个人的特点、专长、喜好和个人成长。在人才培养中,团队秉持的原则是“尽量有意识地给团队成员更多机会做新的尝试,有时候会把较为棘手的工作委派给他们,变相地给人才机会让他们从成长中得到锻炼。”(C1)

(三)合理设置科研目标

对于从事科学研究的学者,如何甄选和设定科研目标在科学研究中尤为重要。一个合宜的科研目标会大大地降低团队成员在时间、精力和金钱上的耗费,却能收获更符合预期的科研成果。“成功的团队负责人如果存在着一些共同点,那么最关键的就是能够为整个科研团队设定合理的科学目标,这在团队成长中至关重要。”(C1)杰出的团队负责人可以构思出适合团队发展的具有重大意义的科学目标,并能够让团队成员愿意为之奋斗,这是一个团队前进的动力。“在科学目标实现的整个过程中,团队成员会遇到各种各样的困难,比如缺少科研经费,科研器件生产不出来等,只有当目标意义足够重大,让团队成员有为之奋斗的决心,才能最终克服困难并完成科研目标。如何设立有重大意义又可以一直坚持下去的科学目标,这是对团队负责人眼界和学术品位的重要考验。”(C1)为了在中国开展中微子研究,负责人等待了足足6年,从始至终他都坚信和坚持自己设定的科学目标,尽管屡屡受挫,却从没有放弃过为中国的中微子物理取得开拓式发展而努力。正如2019年诺贝尔生理学或医学奖获得者威廉·凯林(William G. Kaelin Jr)所说,每个团队都应当有自己聚焦的东西,必须有自己的坚持。一个学术品位卓越且勇于创新的团队负责人,能够为团队在每个不同阶段的成长设立不同的团队目标,在高能所团队,“每一个团队目标的设立都会提前5~10年,在前一个

目标还未完成的时候,就提前进行下一个目标的设定,且每一个目标相较于前一个目标都有重大意义提升。”(C1)

“卓越的团队负责人在学术上要有准确科学的判断,无论是短期还是长期都能使团队有一个理性的科研目标。科研目标和研究热度会随着时间的推移而发生变化,由此就会诞生新的目标和方向,团队负责人如果没有较高的学术造诣和学术判断能力,整个团队的发展和布局就会存在很大问题,甚至出现停滞或者团队随着生命周期的结束而衰亡等情况。”(A1)故此,一个优秀的团队负责人,就需要涉及甄选和设置科研目标的问题,科研目标决定团队今后的道路,而道路又决定了团队最终的成就,负责人所选择的科研目标以及能否适时做出判断,对整个团队的定位尤为重要。“要使所有团队成员都能找到方向,就需要团队负责人对整个团队的判断和对科研目标的设定都准确合理,而这最终要归结到负责人必须具有一定高度的学术品位,学术中存在许多难以把握的问题,当所有团队成员都觉得不好把握的时候,负责人就需要对哪个才是适合团队的科研目标做出判断,从而决定选择做哪一个项目或者方向,这是一个团队负责人最重要的职责。”(A1)

在中科大团队里,负责人制定了以量子行业前瞻性研究为引领的科研目标,确保每位团队成员都能在目标的实践中找到明确的学术定位,创新潜能得以充分发挥。平时,“每位成员都能保持自己的研究特色和发展方向,自由进行学术探索……在对接国家重大项目需求时,团队成员能顾全大局、优势互补,自觉组合、服务团队的共同科研目标。”(B1)团队负责人重要能力的体现就是“较高的学术造诣和开阔的学术视野,由此才能够带领团队在具有很好发展前景的战略方向上发展,同时根据趋势的变化及时对团队的科研目标进行布局和调整。”(B1)该团队对于科研目标的设定始终瞄准国际物理学研究前沿热点,将定标比超的目标设定为国际最前沿的科学研究水平,集中力量促进量子学科的优势发展,面向社会经济发展和国家科技竞争力提高的重大需求,使我国在激烈的国际量子竞赛中牢牢占据前列。

(四)团队成员构成结构

在清华团队里,团队成员的年龄结构和学术特长都有一定的系统互补性,这也是该团队的特色,“团队成员年龄大小分布较均匀,老、中、青各占比例,团队在年龄梯队上存在一定的合理性,由此,成员在争取奖励和职位晋升上通常不会有名额限制和

恶性竞争,每个成员都有各自上升的空间。”(A1)从组织层面来看,这种结构有利于团队成长和氛围和谐;从科研层面来看,清华团队的每位成员在实验技术上都各有特长,形成了互补,这是个人或者分立的学术个体所无法具备的优势,也是该团队实验技术方面的独特优势。“科学研究,尤其是面对重要的攻关目标较大的课题时,往往需要不同的实验技术特长,清华团队成员们各具特色并形成了优势互补,结合起来就可以完成一般团队解决不了的科研任务。”(A1)

每个团队的组织形式都并非千篇一律的,高能所团队由于规模较大,其构成形式有着不同于其他两个一流团队的特殊性,即该团队的形成是在各种条件都匮乏且不太可能完成团队组建的基础下进行的。许多科研团队会将其不能够成为一流的原因归结为条件欠缺、资金匮乏或者招不到人等,而高能所团队就是在这些条件都不具备的情况下逆流而上形成的。团队负责人在2001年回国初期就面临着中微子团队组建的诸多困难和挫折,当时国内并没有中微子领域专门的人才,也从来没有人试图做过此类实验,想要组建团队几乎是不可能的事,于是团队负责人决定曲线救国,他“首先接受被委任为北京谱仪项目的负责人,通过该项目,对整个项目组的科研人员有了仔细的了解、考量和把控。”(C1)到了2003年,当W院士着手准备大亚湾实验时,一方面,他开始“到中国其他的科研院所和高校做相关学术报告,让越来越多的科研人员了解中微子实验的重大意义和发展前景,”(C1)通过这种途径招募到了一批成员,更为重要的是,原先他“在北京谱仪的建造中了解和熟悉的科研人员基本流动到了大亚湾项目中,由于前期已经对这部分成员的特长有了具体了解,所以成员都被有目标地分配了各自擅长的工作,在后期大亚湾实验完成以后,这批科研人员又继续流动成了江门中微子实验的成员。”(C1)纵观高能所团队的组织结构,多样化、流动性和优势技能互补是贯穿始终的特征。

在中科大团队中,“在团队发展初期,考虑到国内的基础还比较薄弱,团队在学校的支持下建议实验室的优秀毕业生到德国、英国、美国、瑞士、奥地利等国的优秀团队和国际一流实验室去学习各种先进技术,得益于创新驱动发展战略形成的巨大吸引力,这些优秀人才学成后陆续归来,就形成了在主要关键技术方面都具有较强实力并且优势互补的团队。”(B1)中科大团队的成员95%以上都曾经师承于负责

人,这从学缘本质上控制了恶性竞争的源头,也因此形成了聚拢型的人才循环链条,为下一梯队的青年科技人才储备打下基础,浓厚聚拢的师承关系和优势技能互补是该团队组织结构的主要特征。

(五)考核晋升机制

高能所团队在人才晋升机制上独创了一套客观科学的考核标准,“将晋升与考核机制以规范化的形式进行固化,而不是依赖于专家推荐或领导提拔,这在很大程度上削减了主观因素在晋升考核中可能存在的偏差。”(C1)同时,所有成员的“考核方法也绝不是按照传统固化的硬性标杆,这在一定程度上又降低了对于太僵化的考核指标的依赖。”(C1)在高能所团队里,成员的晋升考核都是以公开汇报的形式来进行,通过由更高一级的研究人员来打分的形式。(见图2)通常情况下,团队的副研究员是由正研究员来打分;依此类推,更低一级的研究人员则是由副研究员进行考察打分,同时,有专门的研究生考评委员会每3个月对研究生考核1次;团队的教授要被负责人和项目主管考核打分,即团队里每一个成员都会被考核。最终考核分数计算也有一定的技巧,打分制就免不了会有偏差,必须把偏差尽量去除,团队负责人针对这个环节制定了更科学的核算方法——正态分布计算法:“团队成员的考核分数符合正态分布,即使是最后一名,也是合格的;但是如果分数偏离正态分布,就要予以降级甚至离开岗位。”(C1)通常会“给予未通过考核的成员半年到一年时间作为另寻工作的缓冲期。”(C1)

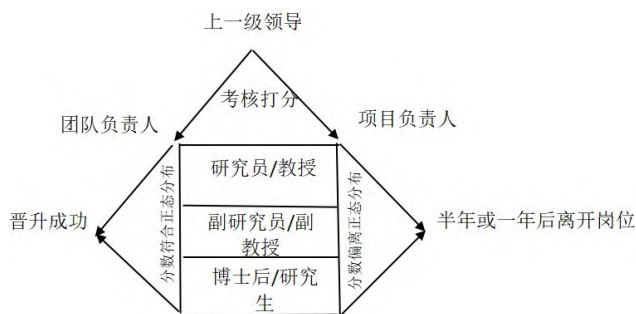


图2 高能所团队人才晋升机制

“不可能存在一个机制能保证每一次评审都绝对公正,但是这种制度化的晋升机制最大化规避了主观因素,首先这个机制是不受任何人为干预的,整个机制和程序的运转都靠条文来进行规范,团队所有成员都被囊括其中,每位成员包括团队负责人在每次投票中都仅有一票,这个被制度化的晋升机制能够最大化地保证晋升途径的合理公正,无论谁来运转这个机制,最后得到的结果都大体一致,任何人

都不可能通过打关系、巴结领导或者作假来得到大家认可,所有团队成员都只能凭借着实打实的科研水平得到认可。”(C1)

清华团队对聘任的研究人员实行聘期考核,每3年进行一次,聘任期间采用年度交流报告制。对骨干教师的考评,由首席科学家、学术委员会和学校聘请的评估委员会,按照国际通行的评估方法进行。对技术骨干的考评,由工作室组织骨干教师进行。考核结果经首席科学家审核并备案。“对团队现有的成员,实行的是最善意分配原则。”(A1)同时也强调,“对于科研成果好的团队成员会有相应的激励,为了保证团队有良好团结的氛围,就要给每位团队成员都进行周到的安排和考虑,要确保大家都能接受。”(A1)负责人认为其团队采用的是“一种尽量保持均衡的利益分配机制,这种情况下的利益分配极少出现争吵和矛盾。在团队成员的晋升考核中,要考虑他们的资历和贡献,要能够通过不同的方面给大家都有一些归属感。”(A1)在调研的过程中,发现该团队的整体氛围良好,“团队成员的生活都进入了小康,所以大家没有特别在乎这些方面,而是更在乎课题的选择和学生的安排等方面。”(A1)由此可见,一个团队想要保持氛围的和谐团结,在利益分配上就要考虑得相对合理公正,同样的,有和谐的氛围,团队成员之间就易于互相理解,从而减少矛盾的产生。

中科大团队从组建之初就敢于打破常规,不拘泥于形式提拔人才,“对优秀青年学者进行破格录用,同时不仅培养青年科学家,还培养拔尖的创新创业人才,打造量子领域的人才集群高地。”(B1)此外,中科大团队成员普遍处于青年阶段,“青年阶段的团队成员正处于人生中最富有创造力和创新力的阶段,应当为他们提供能够潜心科研的条件和环境。团队搭建了渐进型晋升平台,根据每个成员的具体成长情况,积极帮助他们在各自不同发展阶段选择适合的人才计划进行申报,”(B1)如青年千人计划、国家杰出青年科学基金、长江学者等。团队甚至还向其所依托的中国科学技术大学申请成立专项基金来支持人才发展,保障人才在进入团队以后的各个阶段,都会得到适时而恰当的激励,满足成员的荣誉感和成就感。

(六)学术流动机制

中科大团队特别注重国际化的人才交流。在团队发展初期,就“依托于中科大派送团队的优秀毕业生到德国、英国、奥地利等国最顶尖的团队去学习各

类先进技术。”(B1)负责人坚信,“在国际范围内开展学术交流和人才培养,对于科学的健康发展至关重要。”(B1)团队充分考虑我国国情,探索出了一条具有中国特色的科技人才学术流动机制。首先,鼓励拔尖人才在本校范围内跨平台开展科研工作,团队还积极拓展与斯坦福大学、剑桥大学、维也纳大学、因斯布鲁克大学、日内瓦大学等国外知名大学的合作交流,构建国际化学科交叉的学术氛围,敦促团队成员按需自由地与国际同行进行学术交流,实现国际学术有序流动常态化;其次,以共同目标为导向广泛地同其他高校和科研院所共建协同创新中心,敦促团队成员在协同创新中心内部有序流动,实现范围内的知识共享和资源共享。

高能所团队在人才流动管理上开辟了一种新模式——“矩阵式”人才流动管理模式。这种模式下的团队成员流动性和项目参与度都更强。据负责人介绍,北京谱仪实验工程完成之后,基本全部成员都流动到了中微子项目中,这时期团队规模已经达到一百多人,负责人针对此时的团队进行了新的规划并进一步推动行政岗位不断进行轮换,以保障团队活力和高效管理。高能所团队的“矩阵式”人才流动管理模式,(见图3)“一方面按照专业将团队成员划分成研究组(来自全球不同国家)和行政组;另一方面则按照项目来划分,每一个项目需要某几个研究组选拔出若干名科研人员参与,这就形成了一个矩阵,项目组 and 行政组各自为边,不同的项目会使用到不同的科研人员,且成员们的角色也是流动的。所有的团队项目都在统一的管理体制下进行,在高能所团队里成员总是多元化、国际化和有序高效流动的。”(C1)

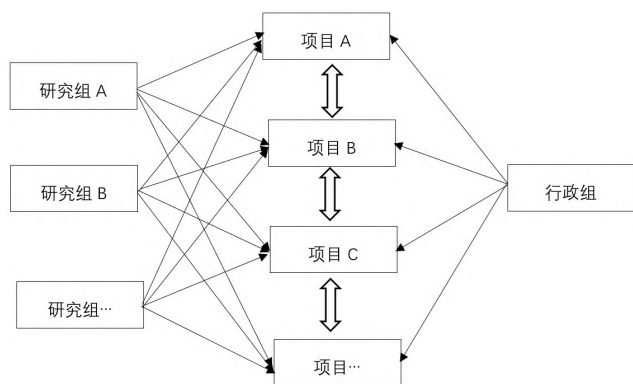


图3 “矩阵式”人才流动管理模式

清华团队的负责人非常注意加强与国内外一流大学或者研究机构,如美国斯坦福大学、中科院物理研究所等的交流与合作。第一,团队每年都会派送

部分有明确研究目标和一定研究基础的优秀研究生到国际一流大学和研究机构交流、学习;第二,设立专项经费,鼓励团队所有研究生每年参加一次国内学术会议或暑期学校,在读期间至少到海外参加一次国际重要学术会议或暑期学校;第三,吸引海外优秀人才、博士后及学生来团队学习和开展研究工作,促进科研资源共享;第四,经常举办学术活动,如各类国际国内研讨会等,定期邀请国际顶尖学者来团队讲学交流、参与科研活动。

(七)科技成果转化

“量子反常霍尔效应团队所做的研究偏重于更前沿的纯基础研究,所以在科技成果转化方面涉及很少,直接的经济效益目前也基本是没有的,对于科学研究过程中出现的一些新技术以及产生的知识产权,会以团队整体的名义去申请专利,却没有特意地去推进它们的成果转化,有些专利可能在未来也会带来一些经济效益,但是在短时间之内团队在科技成果转化这一方面考虑得较少。”(A1)故此,清华团队的“主要贡献和特点就是在团队人才培养方面。”(A1)从事前沿基础研究的高能所团队同样将其主要社会职能贡献定位为科学研究和人才培养,“每一个团队所从事科研活动的科研目标、性质都是不一样的,所以在科技成果转化方面能做的事情也是不同的,如果做的是特别基础的研究,成果转化就不会有所谓实际的效果,人才培养工作才是团队的主要职责定位。团队不鼓励成员个人进行成果转化和创业,这会影响到整个团队的学术工作,但是团队作为一个整体也会在衡量评估后对确有实用价值的创新成果进行转化。”(C1)

另一位负责人认为,“团队主要强调面向国家需求、稳步发展技术,当技术比较成熟后还要进行规模适度的工程实施和技术验证,在此基础上逐步开展相关技术的成果转化,转化的目的就是为能够真正满足国家的需求,而不是制造‘噱头’,达到圈钱的目的。”(B1)中科大团队配备转化专业中心和专门人员认真筛选所有成果和项目,寻找潜在应用领域,确保将具有实用价值的创新成果无遗漏地进行产业化推广。团队积极支持和配合相关部门进行创新成果产业化,催生了科大国盾量子技术股份有限公司,其转化的产品已成功助力国家实验室、高校、中国工商银行、交通银行等的量子加密工程,推出了单光子干涉试验系统、量子隐形传态光学系统、双缝量子成像实验系统等自主研发实验系统和仪器,以及量子安全防火墙和加密路由器、量子密钥管理服务系统等

系列量子加密产品。

四、研究结论与建议

(一) 结论

一流科研创新团队发展机制是高等教育领域亟待深入研究且兼具理论和现实意义的重要课题。本研究在充分挖掘一流科研创新团队案例的基础上,结合中国特色开展了系统深入的案例研究,通过模型分析和案例对比,发现国内物理学领域3个顶尖科研创新团队的成长路径不尽相同,既有共性规律,也有个体特征。共性层面,他们都关注师承效应发挥、团队成员培养、科研目标设置、团队成员结构优化、考核晋升、学术流动等重要因素;个体特征层面,他们在团队建设的创新实践上又各具特色。表2归纳了3个顶尖科研创新团队发展机制的主要特征。

表2 案例团队发展机制和主要特征对照表

重要因素	清华团队	中科大团队	高能所团队
师承效应	放大器型	聚拢回归型	有序流动型
培养机制	重视基础研究;精准定位;言传身教	抓早抓好;量身定制	多元化;流动型;学科交叉
科研目标	负责人;科学判断;适时调整;学术品位	负责人;国家需求;及时调整	负责人;重大意义;国家需求;设置提前量
成员结构	技术互补;年龄互补	优势互补;师门汇聚	技能互补;多元化;按需求转换角色
考核晋升	最善意分配;考虑周到;归属感	多样化多层次;渐进型	公正合理的考核机制;科学创新的核算法
学术流动	国际化;知识共享	国际化;协同中心	国际化;矩阵式创新流动;项目参与度
成果转化	重视基础研究和人才培养;成果转化涉及较少	国家需求;衍生公司	重视基础研究和人才培养;不鼓励成员个人创业

(二) 建议

1. 团队层面。首先,组建团队之初,团队负责人应由堪称某领域学术权威的精英来担任。其次,依托于所在高校/科研院所制定多元化、较为全面的人才选拔计划,面向高中甚至更早的教育阶段进行人才甄选,尽早将有科学潜质的青少年人才纳入团队的长周期精英培养路径,根据团队成员的不同特点和专长量身定制打造培养路径。再次,采用更加公平合理的考核机制和考核计算法。将考核机制规范化,尽量减少主观因素的干扰,在最终核算上,放弃采用传统的去掉最高分和最低分后取平均值的方法,而是使用正态分布核算法等更加科学的计算方法。最后,注重团队成员结构的合理性。在组建团队时,要考虑到成员间专业技能的互补,以及老、中、青各年龄段成员均匀分布,在实现团队目标中共同发挥着不同方面的作用,这些都是减少团队恶性竞争和维持团队稳定的重要举措。

2. 团队负责人层面。首先,团队负责人职能新

定位,发挥多种形式的师承效应,确保投入充足的时间和精力对团队成员进行亲自指导,同时将培养出来的人才像蒲公英一样向外扩散,促使他们快速成长,从而形成强强结合的师承合作网络,集中优势开展有组织科研,促进重大科研创新成果的诞生。其次,负责人根据团队的不同发展阶段合理设置科研目标并设置提前量。科研目标的设立需要考虑发展前景、团队已有基础和优势以及服务国家战略需求,同时,提前5~10年对科研目标进行预设在很大程度上促进了团队内部的稳定和创新活力的持续发挥。

3. 政府和高校/科研院所层面。首先,建立协同型学术流动机制。学术流动不能任意和无序,而要在顶层设计下科学、有序地进行。良性的学术流动机制包括对内和对外两个层面:对内的流动机制较自由,以满足各科研项目的需求为主要目的;对外的学术流动相对严格,政府和高校/科研院所应当创造条件,为团队与其他团队、高校搭建合作平台,设立协同创新中心,实现中心内部资源共享和成员按需合理有序流动。其次,高校/科研院所内置或协同共置科技转化部门,更直接、迅速、准确地反映一流团队的学术成果情况,并及时有效地将有实用价值的成果转化成为生产力。再次,营造良好的科研大环境,给予团队负责人充分的自主权,最大化减少行政干预。

(季小天,中国科学院大学公共政策与管理学院特别研究助理、博士后研究人员,北京 100190;彭小宝,中国科学技术大学公共事务学院副教授,安徽合肥 230026;刘继安,中国科学院大学公共政策与管理学院教授,北京 100190;赵文华,上海交通大学教育学院教授,上海 200240)

参考文献

- [1] 习近平:决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL].[2017-10-27].http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm.
- [2] 高杰,丁云龙,许鑫.从创新生态系统视角看优秀创新群体的合作网络与时序演进[J].科技管理研究,2018(9).
- [3] KATZENBACH J R, SMITH D K. The wisdom of teams: creating the high-performance organization[M]. Boston: Harvard Business School Press, 1994: 2-6.
- [4] ROBBINS S P. Organizational behavior[M]. 9th. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002: 2-20.
- [5] 刘惠琴,彭方雁.融合与创新:研究型大学科研团队运行模式剖析[J].清华大学教育研究,2005(5).

- [6] 阎光才. 学术团队的运作与人才成长的微环境分析[J]. 高等教育研究, 2013(1).
- [7] MAILLOUX L O, GRIMAILA M R, HODSON D D, et al. The benefits of joining a multidisciplinary research team[J]. IEEE, 2017, 36(3): 18-22.
- [8] 孟太生. 科研团队领导行为及其影响团队效能的研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2008.
- [9] 陈睿. 科研团队异质性对创新绩效的影响研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- [10] ZHU M J, ZHANG J W, BAO S H. Research on the cultivation of logistics engineering application talents by the diversification school-enterprise cooperation[J]. Procedia Engineering, 2011, 15: 4173-4177.
- [11] 蔡德章. 基于成员合作的高校创新团队组织有效性研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [12] 孙艳丽. 学术共同体、国家与市场——一个科研团队的知识生产模式研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [13] 夏青, 闫淑敏, 张煜良, 等. 高校科研人员科研激情的影响因素研究——基于扎根理论方法的探究[J]. 科学学与科学技术管理, 2022(6).
- [14] EISENHARDT K M. Building theories from case study research[J]. Academy of Management Review, 1989, 14(4): 532-550.
- [15] 周文辉. 知识服务、价值共创与创新绩效——基于扎根理论的多案例研究[J]. 科学学研究, 2015(4).
- [16] 段琪, 麦晴峰, 汪波, 等. 基于扎根理论的高校科技创业生态系统研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2015(11).

The Analysis of the Development Mechanism of First-Class Research Innovation Teams in Universities and Research Institutes: Multi-Case Analysis Based on Top Teams in the Field of Physics

JI Xiaotian¹ PENG Xiaobao² LIU Ji'an¹ ZHAO Wenhua³

(1. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190;

2. University of Science and Technology of China, Hefei 230026;

3. Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240)

Abstract: With the advent of the era of Big Science, the mode of scientific and technological innovation has shifted towards both interest-oriented and goal-oriented organized research mode. The importance of organized research has become increasingly prominent. Research innovation teams have become the top priority of China's strategic goal of building a powerful country in science and technology. Cases of the three top research innovation teams in the field of physics have been expounded from seven aspects as bellow: the effect of mentorship, cultivation mechanism, research target setting, team composition, assessment and promotion mechanism, academic mobility mechanism and the S&T transformation. Ecosystem theory has been used here to build the development mechanism model of first-class research innovation teams. This paper forms experience that can be used for reference by other teams, in order to be beneficial for universities and research institutes to building more first-class research innovation teams.

Key words: research innovation teams; team leaders; effect of mentorship; development mechanism