

团队规模、“新鲜”程度、利益驱动、层级结构……

什么在影响科研团队创新能力

■本报记者 陈彬

在科研团队规模越来越大、竞争日益“内卷化”的当下，团队创新能力的高低在很大程度上决定了其科研成就。在此背景下，搞清楚团队创造力的决定机制就显得尤为重要。

针对这一问题，多位学者相继开展了一系列研究，并从不同角度了解答。他们的发现，也启发我们进一步思考科研的最终目的究竟是什么。

回想起自己初入课题组的时候，国内某地方高校助理研究员刘山印象最深刻的是团队带头人的一句话：“你们来得好，队伍能多点儿活力。”

最初，刘山对此不太理解：“课题组的平均年龄并不大，更没有‘老态龙钟’之感，我能增加什么‘活力’？”

然而，随着时间的推移，他开始理解了这句话——课题组的人不少，但相当一部分属于本校培养，不管是知识构成还是思维模式都比较相似。作为“外来和尚”的刘山，自然更容易和他们碰撞出火花。

“有时觉得自己挺像一条‘小鲈鱼’的，搅不起太大浪花，但多少能给团队增加一些创造力。”刘山笑着说。

这个比喻只是刘山随口一说，但对于如他这样的“小鲈鱼”是否真的可以提升团队的创新能力，有人却作了认真研究。

规模：小团队擅长创新，大团队适合验证

让时间回到2020年。彼时，由于疫情防控需要，北京师范大学系统科学学院副教授曾安不得不居家授课，由此也多了一些空闲。正是在那段时间里，他看到了美国匹兹堡大学计算机与信息学院助理教授吴令飞的一篇文章。

在这篇论文中，吴令飞团队研究了这样一个问题——规模对科研团队的创新能力会产生何种影响。

“这背后有一个历史背景。”接受《中国科学报》采访时，吴令飞表示，在过去十几年间，科研团队的主要组成从小部分合作者，逐渐变成了规模很大的团体。“团队人数甚至远超过一支球队。”团队规模扩大的好处显而易见——可以吸纳更多公共经费预算，完成小团队无法承担的科研任务，其工作也更容易形成影响力。“这一点在世界

范围内都是共通的。”

然而，如果将视角对准团队的科研创新能力，团队规模越大，是否意味着其创新能力就越强呢？

在回答这一问题之前，吴令飞团队首先要解决一个棘手的难题——团队的“创新能力”怎么衡量？

“这并不好界定，但最终我们找到了方法。”他打了一个比方，“天上的月亮越亮，被其遮挡的星光也就越多。同样，一项成果的创新性越强，其‘遮挡’的历史成果也就应该越多。”

具体来说，一篇论文的完成往往需要参考很多文献，当其发表后，也会被其他论文所引用。“如果引用它的论文同时也会引用其参考文献，说明该论文大概率是一篇传承性论文；反之，则说明该论文具有很强的原创性。”

严格来说，这种影响力的评价思路并非吴令飞团队首创，但他们将其计算公式变得更加简洁易懂，并形成一套“颠覆创新指数”。通过定性和定量方法的多方验证，他们发现该指数在判断团队成果创新性上，比其他方法的准确性要高得多。

在这一指数基础上，吴令飞团队借助大数据，收集并分析了1950年以来的6500万篇科研论文，以及相关的专利申请和开源软件项目的引用模式。最终，他们得出结论——科研小组规模越小，就越有可能产生颠覆性创新的思想。大型科研团队仍然是进步的重要推动力，但它们更适合同验证和巩固已有发现，而非做出新发现。

“这一结论会出乎一些人的意料。”吴令飞说，因为有些人会认为，团队越大，越容易包容具有不同观点的成员，创新潜力也就越强。但从研究结果看，仅凭扩大团队规模似乎并不能实现真正的创新。“这也启发我们，在科研团队规模普遍扩大的今天，是否可以同时鼓励和支持一些相对独立化的小团队，从而激发整个科学共同体的创造力。”

2019年2月，吴令飞的论文被《自然》选为当期的封面论文。一年后，曾安偶然间看到这篇文章，脑海中冒出一个新的想法。

结构：“新鲜度”有助提升创新

在北大系统科学学院，曾安的科研方向是复杂网络，“也就是由点和线构成的网络结构”。自从硕士期间进入这一领域，他进行相关研究已经有十几年了，以至于产生了一种“网络情结”，“看到一些论文或研究成果时，就会不知不觉地想，这里面有没有什么网络结构”。

然而，吴令飞的研究中恰恰缺乏“结构”。曾安的研究只是涉及了团队规模，但并没有考虑团队内部成员的结构和组成。既然如此，我能不能在此基础上建立一个“网络”呢？曾安觉得，在团队规模不变的情况下，内部结构的变化一定会对团队的创造力产生影响。他决定通过自己的研究验证这一点。

曾安决定将研究的落脚点放在团队的“新鲜度”上，即团队中新成员比例和新合作关系比例对团队创新能力有何影响。

“通过传统方式，我们很难大规模地判断团队成员是否稳定，但借助大数据，做到这一点却并非不可能。”他告诉《中国科学报》，伴随团队规模扩大，单篇论文的作者数量也在增加。如果团队中的某个成员在之前跟其他成员没有合作关系，他对于团队来说，大概率就是一名新成员。基于此，就可以通过团队连接新成员的比例量化团队的新鲜度。

研究中，曾安借鉴了吴令飞团队“颠覆创新指数”的评价模式，并将其中的自变量从“团队规模”变为“团队新鲜度”。在此基础上，研究团队分析了1893—2010年间发表的超过48万篇论文中，双作者、四作者、八作者团队对应的新鲜度。

结果显示，在科学研究中，全新的团队相对较为少见，但是新团队的研究工作具有更大的颠覆创新性，并且新团队论文的多学科影响力也比旧团队的论文要大得多。“而且，这种效应在大规模团队中更加明显。”

尽管有了这样的发现，但曾安强调，团队新鲜度的高低与团队创新能力的高低并不是简单的线性对应关系。“也就是说，看一个团队比另一个团队的新鲜度高两倍，并不能就此认定其创新能力也会比后者高两倍。”

曾安告诉《中国科学报》，他们的研究只是简单地发现团队新鲜度与团队创新能力之间存在一定的关联关系，但其背后的产生机制还有待进一步挖掘。不过他相信，这与新团队成员之间具有更加明显的学科差异，更容易产生学科交叉有直接的关系。

对此，刘山深以为然。“以我个人为例。且不说知识结构乃至研究方向上的差异，仅在思维模式上，我作为初入门的‘新人’，有时就能明显感觉到自己很多想法与团队中的‘主流想法’有所不同。”他说，“好在我们的团队氛围很好，这种思考方式的差异产生的往往并不是争执，而是互相启发。”

不过刘山也有些担心，在团队待的时间久了，自己可能也会慢慢被“同化”。如果没有新人加入，团队的创新能力会不会下降呢？

争论：成员互动，作用几何

2021年4月，曾安团队的研究成果在《自然-人类行为》上以封面文章的形式刊发，随即引发了广泛关注。同样在这一年，哈尔滨师范大学管理学院教授刘岩芳也开始了一项关于科研团队创新能力的研究。

根据这项研究，刘山显然有些“多虑”了。在研究中，刘岩芳团队结合高校科研实际，设计了一套关于科研团队创造力影响因素的调查问卷，并对228份有效问卷进行了分析。结果显示，高校科研团队创造力的影响因素权重，从大到小依次为利益驱动、团队领导和成员个体能力结构。

根据刘岩芳的研究，科研工作者在名声、荣誉和学术地位的驱动下，必然会激发自己的潜能，尽最大努力去完成科研任务，在此过程中会伴随着创造力成果的产出。如果按照各影响因素的权重计算，利益驱动对高校科研团队创造力的路径影响系数为0.408。

这一数字代表着，在理想条件下，其他影响因素不变时，每增加利益驱动力一个单位，高校科研团队创造力可增加0.408个单位。而相比之下，团队领导和成员个体能力结构的路径影响系数分别为0.405和0.305。

值得注意的是，在曾安的设想中，新团队或团队新成员的加入之所以能够提升团队创新能力，很大程度上正是通过改变团队成员之间的互动、增加跨学科的思想交流实现的。但刘岩芳并不认为这是提升团队创新能力的主要原因。

“新成员的加入当然有利于提升原有团队的创新能力，毕竟新成员会带来一些‘新东西’，但如果是一个全新团队，由于成员间要经历一个彼此磨合的过程，在这一过程中，最初的这种‘磨合’是否有利于团队创新力的快速提升，需要做进一步探索。”刘岩芳说。

对于这样的分歧，吴令飞并不觉得奇怪。“两者的研究思路和目的不一样，”他告诉《中国科学报》，从研究思路上，不管是曾安还是他自己，均受世纪之交兴起的“复杂网络科学”等思潮影响较深，希望使用大数据和机器学习等方式，寻找一种类似物理规律一样高度稳定的人类客观行为规律。

“相比之下，刘老师作为管理学领域的学者，其关注的创新活动更多是一种基于个人意愿和能力的活动，并且通过问卷调查、访问等方式，重点寻找有效激励、控制这些活动的政策。”他说。

在吴令飞看来，造成这一分歧的双方，恰恰构建出了在讨论团队创新能力时需要兼顾的两

个层面，即一方面要通过严谨的科学研究，从规模、结构等方面寻找客观规律，搭建起更容易激发团队创新能力的“硬科学原理”；另一方面，还要在此基础上，深入到每一个团队成员的诉求中，从团队成员的个体层面寻找能激发其内心利益驱动力的“软科学实践”，最终影响科技政策。

“从这个角度看，这一系列的研究恰恰形成了一个‘整体’。”吴令飞说。

反思：科研的“产品”是论文还是科学家

对于上述种种争论，作为科研一线人员的刘山并不十分在意。眼下的他更关注的是自己马上要进行的一个项目。

“是我们团队承担的一个课题之下的子课题，和我之前的研究方向稍有些偏差。老实说，一开始不太想接这个课题，但最终还是接下了，毕竟是团队的工作。”刘山的话语中多少有些无奈。

对于这样的无奈，很多科研人员都感同身受。在接受《中国科学报》采访时，福建工程学院交通运输学院院长陈德旺便直言，随着国内高校科研团队规模的日益扩大，团队内部的组织化也更加明显。这种“有组织的科研”在攻克重大科研项目中的优势显而易见，但与此同时，还要在团队的组织化与团队成员个人的科研志趣之间寻找一种平衡。

“与科研院所相比，高校科研人员的组织性要差一点，这并不是出于个人原因，而是因为高校教师的科研方向往往更加个性化，同时还需要兼顾教学等其他任务。这一现实情况我们必须考虑到。”陈德旺说。

刘岩芳在研究中发现，团队领导通过团队氛围的中介效应，在提高科研团队创造力方面的作用十分明显。她同时也表示，如何在团队组织化和团队成员个人发展空间之间找到一种平衡，也是体现团队领导能力高低的重要标准。

然而，一个团队能在多大程度上尊重个人意愿，在一定程度上还取决于团队内部的层级结构。不久前，一篇发表在美国《国家科学院刊》的文章里，吴令飞团队发现，不同层级结构的团队，其创新能力也有所不同。

“科研团队的层级结构和其科研产出之间存在显著相关性。在越相对扁平化的科研团队中，撰写出高度新颖性论文的概率越高。”吴令飞说，而更加层级化的团队则更可能遵循已有的研究思路，做出颠覆性创新的概率也更低。

需要注意的是，根据吴令飞团队的研究，层级化小组虽然创造力不如扁平化小组，但其论文产出量却要高于后者。

“这并不难理解，毕竟层级化的增加，往往意味着团队规模的扩大，而这种相对固定的组织化是有利于团队成员论文发表的。”吴令飞表示，不过值得注意的是，这些论文往往缺乏创造性，而且论文发表收益也往往集中在团队的几名核心骨干成员中。

“这些问题的背后，是过多的层级结构更容易限制年轻科研人员自由发挥的空间，毕竟团队层级增多，往往意味着一线科研人员的主要精力用于对上‘汇报’和接受‘管理’上。相比之下，扁平化结构则更利于年轻团队成员彼此间的沟通与碰撞。”他说。

如果将这一话题深入，吴令飞觉得其实可以提出一个更加“哲学化”的终极思考——科研的目的究竟是什么？

“如果你认为科研的目的和产品是制造论文和科学发现，那么无论是层级模式还是扁平化模式，都各有好处。”吴令飞说，“但如果说下一代‘科学家’才是科研的终极‘产品’，大部分论文发表只是训练他们的副产品，那么在人才竞争日益激烈的当下，如何通过一定的制度安排和人文手段，培养出一批真正具有创新能力的年轻学者，才是所有政策制定者都应该深入思考的问题。”

“双非”高校全能师姐：一切尽在“计划”中

■本报见习记者 李思辉 通讯员 陈思

大学本科四年能做多少事？武汉工程大学化工与制药学院大四女生刘子茹刷新了很多人的认知。

课业成绩排名全专业第一；连续发表两篇SCI论文；担任多个学生干部职务；成为校园摄影达人；参加几十项科创竞赛，拿奖拿到手软，获得发明专利；还没毕业就注册科技转化公司，当上老板；不久前还被推免至清华大学攻读硕士学位……这个有颜值又有实力的大四女孩，在网上引起了关注。

“被拒绝不可怕，怕的是一被拒绝就放弃”

在引起网上的关注之前，真正让学校和老师注意到这个云南姑娘的，是前年武汉工程大学的校长基金申报。

武汉工程大学化工与制药学院副教授肖艳华向《中国科学报》介绍，为了激发学生参与科研的积极性，学校设置了校长基金，以项目形式开题申请。考虑到完成科研项目需要具备一定的专业知识积累，历来参加校长基金申报的都是大学三年级以上的学生。

“刘子茹当时才大二。接到她的申请时，我直接拒绝了，并让她大三再来。一般的学生被拒绝后就放弃了，可她偏不，而是不断提出请求，陈述自己项目的优势，试图说服老师，一再坚持参加。”肖艳华说。

得到“破例允许”后，刘子茹又面临一个现实困难——实验项目一般需要三四个人的团队配合



刘子茹

武汉工程大学供图

完成，刘子茹才大二，需要请学长加入。在老师协调下，刘子茹与两名大三学长成功组队，并且由她担任组长，领导团队完成项目。此后，在她的带领下，团队成员根据截止时间安排课题研究计划，撰写申报材料，终于获得成功获得校长基金。

“被拒绝不可怕，怕的是一被拒绝就放弃。”今年六七月份，刘子茹报名参加多所高校的保研夏令营，并先后获得华中科技大学、西安交通大学、四川大学、上海大学等高校的优秀营员offer（录取通知）。她心里却一直有一个“不太好意思说出来的梦想”——进清华大学。那是她少年时的梦想。

然而，作为一所“双非”高校（非“双一流”建设高校），武汉工程大学历史上还没有成功保研

清华的先例。

得知刘子茹有冲刺清华的计划，身边的老师和同学都觉得不太现实，但她坚持参加清华保研夏令营。遗憾的是，她第一次参加清华大学的夏令营，因为表现不理想，没能如愿获得优秀营员的offer。暑假过后，得知清华还有一次推免生申请机会，她又第一时间请求教授推荐信，积极报名。

“一般被一所学校拒绝了，就已经留下了不好的印象，第二次面试录取的概率极其渺茫。”很多人劝她不要好高骛远，而她却偏偏不信——既然政策允许，为什么不奋力一搏？

功夫不负有心人，今年9月，刘子茹再次申报清华大学的推免生，凭借综合面试中的出色表现，终于获得了清华大学的预录取，刷新了所在学校、所在专业的纪录。

“做好计划，同样多时间能做好几倍的事”

肖艳华说，刘子茹最大的特点是“全面发展”；很多低年级学生则称她为“全能学姐”，因为她的大学四年实在丰富多彩。

在保持专业学习成绩第一名的同时，刘子茹报名参加了学校的数学建模协会和物理兴趣小组，并成为活跃分子；她根据各项比赛节点安排自己的学科竞赛计划，先后获得了大学生生命科学竞赛全国一等奖、物理实验竞赛全国一等奖、挑战杯创业计划大赛湖北省二等奖等大大小小30余个奖项，成为知名的竞赛达人。

在校期间，刘子茹还担任了校团委宣传部学

生负责人、本科药卓（制药工程卓越工程师班）党支部副书记、本科2021级高级班副班主任等职务，不仅牵头成功组织策划多场大型直播活动，而且承担了学校、学院的很多重要活动摄影工作。

她利用假期主动联系社区，参加志愿者小分队，承担疫情防控志愿服务工作，累计服务时长达270小时。

……

短短3年多时间，做了这么多事情，而且件件有声有色，她是怎么做到的？

“其实只要科学地做好计划，哪一阶段、哪天重点做什么事，每天对照清单坚决完成计划，同样的时间能做好几倍的事情。”她伸出食指，隔空比画了几下，“比如7点多吃完早餐，离实验室开门还有一个多小时时间，就可以复习300多个单词。”

在实验室里进行药物合成实验时，她规定自己每天必须推进一个步骤，每完成一项计划就在任务清单上做一项标记。即便有时不能按时完成任务，她也坚持反思和复盘，调整学习状态，确保接下来计划的合理性。

至于发SCI论文、开办公司则是计划之外的收获——她更喜欢把这些归结为八个字：厚积薄发、水到渠成。

“实验室是一切伟大创造的孵化器”

刘子茹对实验室情有独钟，她认为“实验室是一切伟大创造的孵化器”。