

# 基于结构复杂性的科研团队类型划分及特征分析

## ——以电动汽车领域为例

邢晓昭<sup>1</sup> 吕红能<sup>2</sup>

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 重庆大学, 重庆 400044)

**摘要:** 大科学时代, 科研团队是科学创新活动的主要组织形式, 但大量的科研团队并未备案, 难以进行全面摸底和分类管理。然而, 科研团队是一个复杂系统, 本文基于成员角色的结构复杂性分析方法对科研团队结构开展实证研究, 选取国内电动汽车领域专利发明人合作网络作为研究对象。首先, 基于louvain算法发现科研团队成员; 然后, 采用基于成员角色的结构复杂性分析方法识别团队结构, 并将科研团队划分为6种类型; 最后, 基于Kruskal-Wallis检验对不同团队特征进行比较分析。将研究分析发现, 不同类型团队在有序程度、合作特征和产出能力方面呈现显著差异, 结构复杂性用于识别科研团队结构及其组织化程度具有良好效果。

**关键词:** 结构复杂性; 团队类型; 团队结构; 社会网络分析; 科研团队识别

中图分类号: G350

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.02.014

## Classification and Characteristic Analysis of Research Team Based on Structural Complexity

—A Case Study in the Field of Electric Vehicle

XING Xiaozhao<sup>1</sup>, LÜ Hongneng<sup>2</sup>

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038; 2. Chongqing University, Chongqing 400044)

**Abstract:** In the era of Big Science, the research team is the the main organizational form of scientific innovation. But a large number of research teams have not been filed, and it is difficult to conduct a comprehensive survey and classified management. The research team is a complex system. This paper conducts an empirical research on the analysis method of structural complexity based on member's role. The inventors' cooperative network of domestic patents in the field of electric vehicles is selected as the research object. First, the team members were identified based on Louvain algorithm; Secondly, the structural complexity analysis method based on member's role is used to identify the team structure and divide the research team into six types. On this basis, the characteristics of different types of teams were compared and analyzed based on Kruskal-Wallis test. There are significant differences in the orderliness, cooperation mode and output capacity among different types of teams. The structural complexity has a good effect in identifying the structure of

**作者简介:** 邢晓昭 (1988—), 女, 中国科学技术信息研究所助理研究员, 硕士, 研究方向为科研团队识别、专利分析 (通信作者); 吕红能 (1986—), 男, 重庆大学中级经济师, 硕士, 研究方向为人力资源管理。

**基金名称:** 中国科学技术信息研究所青年基金“基于社会网络分析的科研团队演化规律研究”(QN2020-02); 中国科学技术信息研究所青年基金“基于大数据的区域科技创新态势识别研究”(QN2020-01)。

**收稿时间:** 2020年8月25日。

research team and its organizational degree.

**Keywords:** structural complexity, team type, team structure, social network analysis, research team identification

## 0 引言

建立科研团队既顺应大科学时代学科交叉融合、学术交流频繁的时代趋势,又符合科研工作需要知识共享和优势互补的自身规律,因此科研团队在管理学界受到普遍重视。科研团队的组织是我国科研工作中的基础,也是科研工作的薄弱环节。相较于发达国家,国内科研团队缺乏良好的组织模式,创新效率和自主运营能力有待提高。然而,要对科研团队进行正确引导和科学培育,则需要尊重其自身发展规律。科研团队作为一个复杂系统,具有自组织性,因此在其自组织演化过程中必然伴随复杂性的增长,而这种复杂性可以从多个维度进行刻画。其中,组织结构反映了团队的运作方式,影响团队的执行效率,对团队发展起着关键作用。然而,组织结构虽具有不显著性和不确定性,但却隐含在成员之间相互合作的社交网络中。本文拟以我国电动汽车领域科研团队为例,通过对网络结构的挖掘识别团队组织结构的复杂性,进而探讨科研团队的复杂性增长与其他特征变化之间的关联性。

## 1 相关研究

陈春花等<sup>[1]</sup>首先在国内提出将团队运作模式引入到科研组织管理中,基于Katzenbach和Smith对“团队”的定义,指出科研团队的基本特征是以科学技术研究开发为内容、成员间技能互补、责任互担,且具有共同科研目的。刘惠琴等<sup>[2]</sup>将研究型大学的科研团队分为师生团队、学科团队和项目团队3种类型,并分别剖析了这3种科研团队创新模式。随着团队形式在科研组织中的普遍运用,有学者开始关注如何去发现这些团队,以便进行更为科学规范的管理。科研团队识别方法经历了从传统识别方法向社交网络分析方法发展的过程。传统方法主要综合多方面

显性数据,包括问卷调查、实地访谈等方法<sup>[3-4]</sup>。受地理、领域、机构等多方面物理条件限制,传统方法具有局部性和静态性,并且是针对已有的科研团队展开,不具有前瞻性和预测性。随着互联网和信息技术的渗透蔓延,人类社会真实的人际关系被计算机所记录,并借助Internet的特性衍生出新的社会秩序和关系。科研团队的合作创新行为也被完美地映射到网络空间,产生了大量丰富而具有活力的社会网络数据,如合作网络、引文网络等。基于大数据的社交网络分析方法成为研究的热点:Awal等<sup>[5]</sup>提出集体智力指数(CII),用于从一个具有合作基础的专家社交网络中发现专家并组建团队,以完成特定任务。CII的计算考虑专家的知识能力和合作能力两方面因素,通过遗传算法实现计算结果的最优化。Wan Wencong<sup>[6]</sup>基于带时间戳的合作者网络提出一种动态学术团队发现算法。李纲等<sup>[7]</sup>提出一种科研团队发现方法:首先对合著网络进行中心性分析识别团队领导人,然后基于派系分析识别团队核心成员,最后通过滚雪球方法识别团队非核心成员。此后,又在团队发现基础上结合论文引用关系构建科研团队引证网络,提出基于蝴蝶结模型和网络位置理论划分科研团队角色的方法<sup>[8]</sup>。于永胜等<sup>[9]</sup>在李纲的科研团队发现算法上进行改进,采用基于迭代的中间中心度排名法识别科研团队领导人。

上述研究在科研团队识别的方法、实证、分析对象和应用目标方面进行了尝试,并取得很好效果,为后来学者的研究奠定了理论基础。但仍存在需要进一步深入探讨的问题:一是现有研究,尤其是国内研究中的识别方法主要基于浅层次的社会网络分析方法,如中心度或凝聚子群分析等。社团发现算法可以被更好地运用于科研团队识别。二是对科研团队的识别以成员发现为主,缺乏更为深入的剖析,如成员角色辨识、团

队结构分析和团队类型划分等。三是现有研究的合作网络主要从论文的作者数据中提取，可以选用更为丰富的技术资料进行科研团队识别，如专利文献等。本文对电动汽车领域的科研团队进行识别，基于科研团队结构复杂性划分团队类型，并对不同类型团队特征进行分析，以期为探析团队演化规律、为遴选优秀团队提供借鉴。

## 2 基于结构复杂性的科研团队分类方法

科研团队是由于科学家的自由探索与自发合作而形成的，其演化满足自组织过程，即在一个内部机制的驱动下，经历了由无序向有序、由低级向高级，不断提高自身复杂性和成员分工精细度的发展过程。随着团队的形成与不断发展，研究者从相互独立、地位平等、随机合作的个体逐渐变为角色固定、目标一致、紧密配合的成员。而团队由平等、多元、自由沟通的松散群体向稳定、高产、分工精细的组织方向发展。只有科研团队通过自组织的方式演化，系统才能形成原来没有的特性、功能和结构，这就意味着复杂性的增长。因此度量组织结构的复杂性有助于评价一支科研团队的发展状态。团队的组织结构下沉到每个个体则表现为成员角色分工。分工的不同决定其在每次创新活动中的合作对象和发挥作用的不同，进而表现为网络位置的差异性。

鉴于此，本文提出的基于结构复杂性的科研团队分类方法：一是通过有向合作网络中节点的出度和入度对成员角色进行识别。共设置6种成员角色，其中领导者、中介者和技术骨干3种角

色为核心成员，而主要参与人、一般参与人和外围成员为非核心成员，识别标准如表1所示。二是通过考察科研团队中包含的核心成员角色种类来划分团队类型。按照团队结构复杂性递增的顺序，将一般团队划分为均衡型、扁平型、标准型和深度分化4类，其中结构复杂性为1和2的团队中各有一种特殊情况，将其单列为边缘型和临时型团队，共得到6种类型科研团队，其判别标准如表2所示。

## 3 科研团队识别及各类团队特征分析

本研究基于专利发明人合作网络对我国电动汽车领域科研团队进行识别，包括基于无向合作网络识别团队成员和基于有向合作网络识别团队结构，进而根据科研团队的结构复杂性划分团队类型，并对各类型团队的特征进行分析。详细实验步骤如表3所示。研究数据来源于中国科学技术信息研究所“电动汽车专题数据库”，社会网络分析过程主要基于Python语言中的NetworkX软件包进行。

### 3.1 电动汽车领域科研团队总体情况

#### 3.1.1 全局合作网络的基本指标

所有发明人的全局合作网络如图1所示。节点大小代表发明人参与的专利数量，图1中标出了排名前30位（参与发明数量大于或等于29）的发明人姓名。该网络中共有10 227个节点，23 692条边，其中孤立节点占节点总数的13%，除孤立节点外联通子图1 535个，平均规模5.77，最大联通子图规模为225。全局网络的节点平

表1 团队成员角色特点及识别标准

角色类型	角色特点	识别标准	是否核心成员
领导者	团队参与度高，且领导力强于配合力	Indegree和Outdegree排名都在前1/2且Indegree大于Outdegree	是
中介者	团队参与度高，且配合力强于领导力	Indegree和Outdegree排名都在前1/2且Outdegree大于Indegree	是
技术骨干	团队参与度一般，但技术水平高，执行力强	Indegree排名在前1/2，且Outdegree排名在后1/2	是
主要参与人	团队参与度一般，但配合力较强	Indegree排名在后1/2，且Outdegree排名在前1/2	否
一般参与人	团队参与度低，领导力和配合力都较弱	Indegree排名在后1/2，且Outdegree排名在后1/2	否
外围成员	并非其主要合作者的主要合作对象	Indegree等于0，且Outdegree等于0	否

表2 团队类型划分标准

团队类型	划分标准	结构复杂性
均衡型	团队中没有核心成员,但包含外围成员以外的角色	1
扁平型	团队中包含1类核心成员,且成员间合作次数大于1	2
标准型	团队中包含2类核心成员	3
深度分化型	团队中包含3类核心成员	4
边缘型	团队所有成员都是外围成员	1
临时型	团队中包含1类核心成员,且成员间合作次数等于1	2

表3 研究步骤

步骤	内容
1	采集专利数据,构建国内电动汽车领域专利发明人合作网络
2	运用louvain算法发现科研团队成员,进行基本指标分析
3	识别科研团队成员角色,并基于角色构成得到团队的结构复杂性
4	分类并比较分析不同类型团队特征

均度为4.63,平均聚集系数0.718,网络密度0.000453(表4)。由此可以看出,节点的平均度和平均聚集系数都较高,说明国内电动汽车领域整体合作程度较高,该领域已经具有较为稳定的合作体系,发展开始趋于成熟。但是,最大联通子图中只包含1位排名前30的发明人,而规模较大的5个联通子图中包含15位排名前30的发明人。这说明技术实力分布较为分散,缺少领域内核心和权威的专家,但可能存在竞争力较强

的合作团队。从表5可以看到,申请人内部网络的节点平均度为3.18,低于全局网络,可能是由于同一发明人在不同机构的发明被分开计数所致;平均聚集系数为0.70,也略低于全局网络,可能是由于一些跨机构的合作未被考虑导致;平均网络密度为0.90,表示机构内部的合作程度很高,以申请人为基本单位形成科研团队的可能性较大。

3.1.2 科研团队分布规律

从国内电动汽车领域1523个专利申请人合作网络中识别得到2201支团队。其中,高校

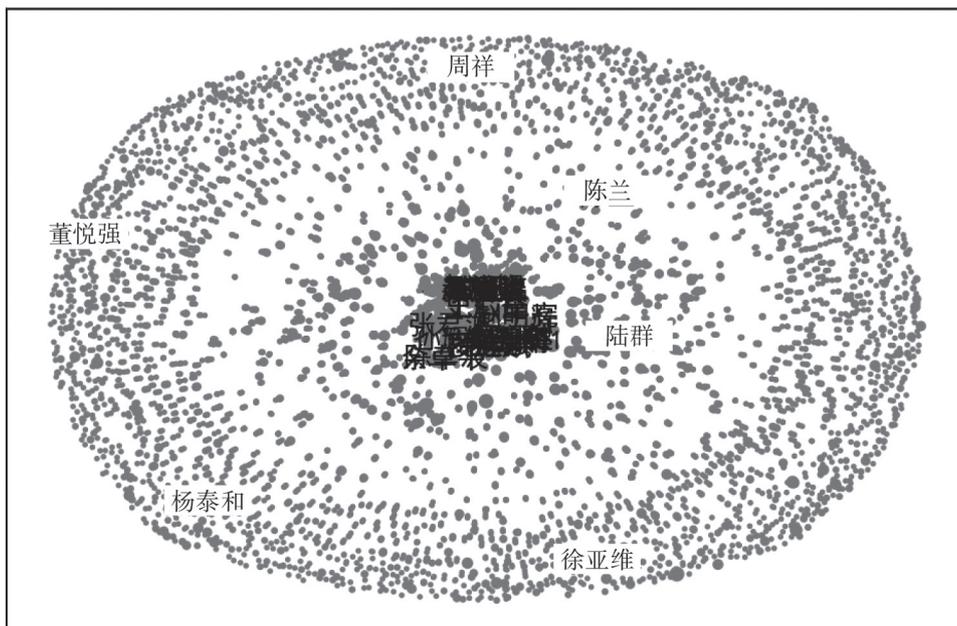


图1 电动汽车领域专利发明人全局合作网络图

表4 全局合作网络的基本信息

网络节点	网络边数	最大联通子图规模	平均度	平均聚集系数	网络密度
10 227	23 692	225	4.63	0.72	0.000 5

表5 申请人合作网络的基本信息

平均节点数	平均边数	平均度	平均聚集系数	平均网络密度
6.95	18.37	3.18	0.70	0.90

团队有 315 支（占 14%），科研院所团队有 52 支（占 3%），企业及个人团队有 1 834 支（占 83%），企业在技术创新中的主导地位十分明显。只拥有 1 支团队的申请人有 1 248 个（占 83%）；拥有 2~4 支团队的申请人有 238 个（占 16%）；拥有 5 支团队以上的申请人有 30 个（占 2%）。将团队数量和包含相应团队数量的申请人数做成散点图并进行拟合（图 2），结果显示申请人的数量符合幂律分布。大量的申请人只包含 1 个团队，而只有极少数的申请人包含较多的团队，申请人的科研实力分布呈现较大的不均匀性。

计算判定科研团队的规模、专利产出数量以及年龄等基本指标。当专利的发明人集合中包含至少两位团队成员，并且专利的申请人集合包含团队所属机构时，判定该项专利是该支团队产出的，因此一项专利有可能属于多个团队。团队年龄为团队成立到数据采集的时间跨度。本文默认团队在开始申请专利 1 年之前已经成立。基本指标的统计摘要如表 6 所示。

### 3.2 不同类型团队特征分析

科研团队的结构复杂性从一定程度上反映了其自组织演化进程。自组织理论认为，一个远离平衡态的开放系统，通过不断地与外界交换物

质、能量和信息，在外界条件变化达到一定阈值时，系统能从原有的混沌无序的状态转变为一种结构功能上新的有序状态。因此，提出本研究假设 1：结构复杂性的增长会伴随有序性的增长，并且提出假设 2：随着结构复杂性的增长，自组织程度加深，团队成员与外界交流的需求提高。普赖斯曾提出科学合作表现出“归核化”与“结晶化”的演进趋势，这一观点与本文中科研团队结构复杂性增长的演化观点相一致，有研究认为科学研究的“归核化”与“结晶化”就是有序化，而有序化意味着科研团队的结构合理化<sup>[10]</sup>。结构合理化会带来科研效率的提高，因此提出本研究假设 3：结构复杂性高的团队产出量大。下面从团队有序程度、团队合作特征和团队产出能力对不同团队特征进行比较分析。

#### 3.2.1 团队有序程度

当把系统描述成网络拓扑时，系统的有序程度可以通过网络结构熵进行度量<sup>[11]</sup>。本文基于网络节点的度来定义其重要性程度，如式（1），进而基于网络节点的重要性程度定义网络结构熵，如式（2）。

$$I_i = k_i / \sum_{i=1}^n k_i \quad (1)$$

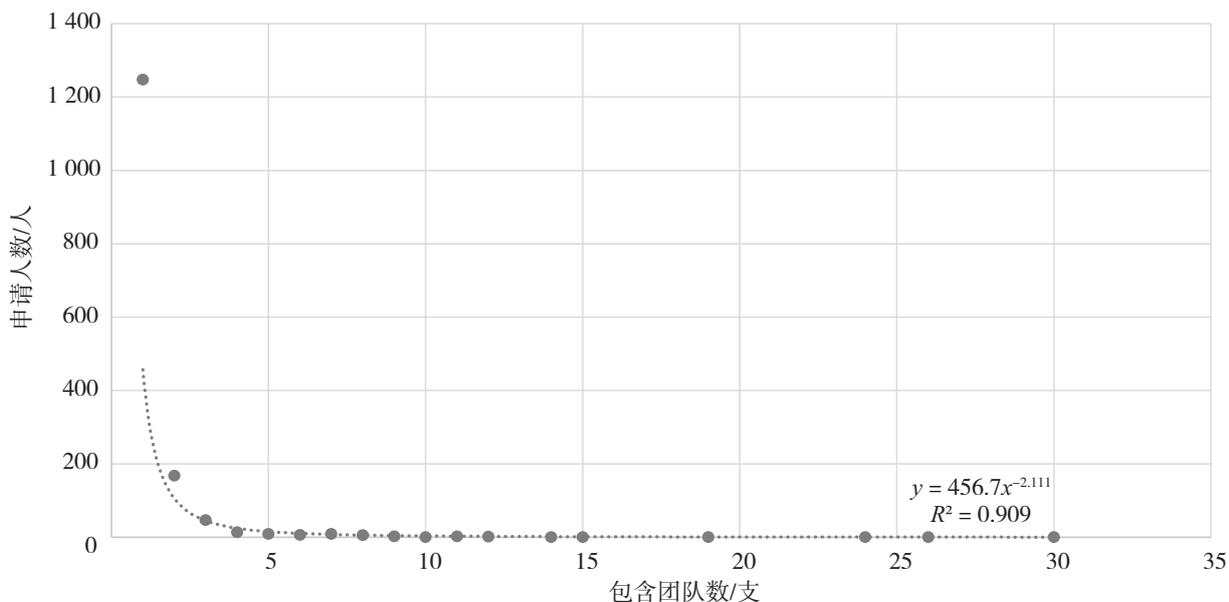


图 2 包含不同团队数的申请人数量分布

$$H = -\sum_{i=1}^n I_i \ln I_i \quad (2)$$

当网络节点边连接完全均匀，网络结构熵最大， $H_{max} = \ln n$ ，当网络中所有节点都与某一个中枢节点相连时，网络最不均匀，网络结构熵最小， $H_{min} = \ln 4(n-1)$ 。由此可以看出，网络结构熵与网络规模  $n$  成正比。为排除网络规模对网络有序程度造成的影响，采用线性变化法对网络结构熵进行标准化处理，如式 (3)，使得不同科研团队的有序程度具有可比性。由于团队类型包含 3 个及以上取值，同时网络结构熵总体数据不满足正态分布，本文采用非参数检验中的 Kruskal-Wallis 检验来比较不同类型科研团队之间的有序程度差异。由于均衡型团队数量过少，在本次实验中排除该类型团队，从其余 5 类团队中每类随机抽取 29 支作为样本，基于 SPSS 软件进行非参数检验。

$$H_s = \frac{H - H_{min}}{H_{max} - H_{min}} \quad (3)$$

表 6 科研团队基本指标

基本指标	规模	专利产出数量	年龄
最小值	2	1	1
最大值	42	93	18
平均值	4.81	2.34	6.48
标准差	3.97	4.36	3.56

由图 3 可知，深度分化团队的网络结构熵平均秩低于标准型团队，低于扁平型团队，低于边缘型团队，低于临时型团队。有序程度的排序为：深度分化团队 > 标准型团队 > 扁平型团队 > 边缘型团队 > 临时型团队。该结果与上文团队演化自组织过程的推论一致，假设 1 成立。非参数检验的两两比较结果 (表 8) 显示，标准型团队的网络结构熵与临时型、边缘型和扁平型团队都具有明显差异。深度分化团队亦是如此。但是，标准型团队与深度分化团队之间的差异不显著，临时型、边缘型和扁平型团队之间的差异也不明显。五类团队被分为两个类团，其中标准型团队和深度分化团队有序程度高，而临时型、边缘型和扁平型团队的有序程度低 (图 4)。

### 3.2.2 团队合作特征

科研团队的合作特征通过两个指标来考察：一是团队成员的忠诚度 (L)，即团队专利产出与团队成员参与所有专利数目的比值，见式 (4)；二是团队成员之间的沟通程度，这个指标通过团队成员的度中心度平均值来表示。其抽样和检验方法与上文相同。

$$L = \frac{\text{团队专利产出}}{\text{团队专利产出} + \text{成员参与其他团队专利数}} \quad (4)$$

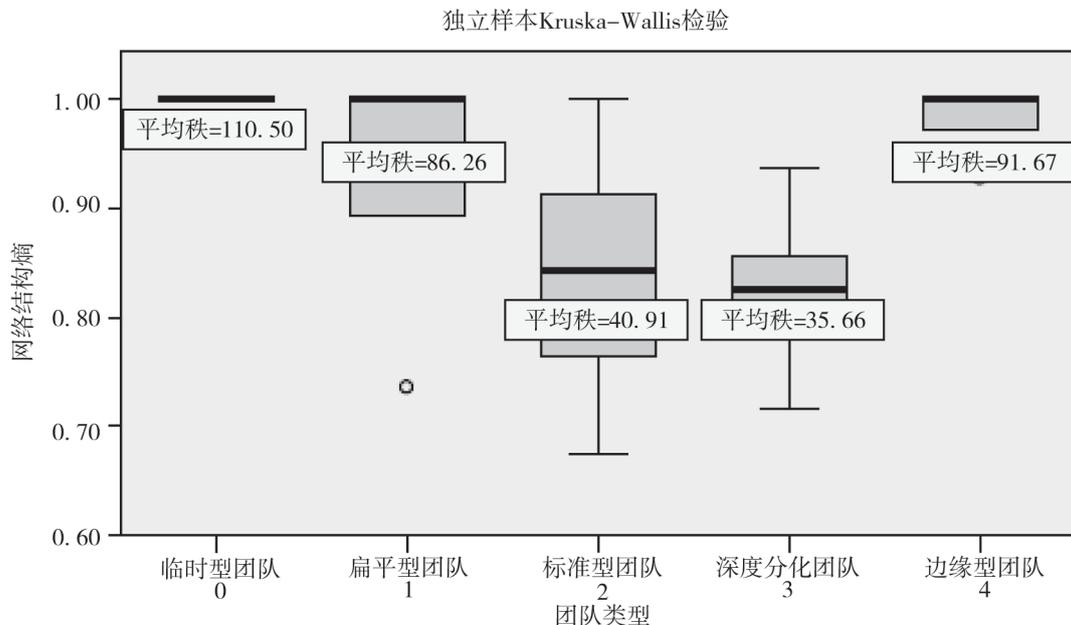


图 3 不同类型团队网络结构熵分布箱线图

表 8 网络结构熵秩的成对比较结果

样本 1—样本 2	检验统计量	标准误	标准检验统计量	Sig.	调整显著性
3-2	5.259	10.391	0.506	0.613	1.000
3-1	50.603	10.391	4.870	0.000	0.000
3-4	-56.017	10.391	-5.391	0.000	0.000
3-0	74.845	10.391	7.203	0.000	0.000
2-1	45.345	10.391	4.364	0.000	0.000
2-4	-50.759	10.391	-4.885	0.000	0.000
2-0	69.586	10.391	6.697	0.000	0.000
1-4	-5.414	10.391	-0.521	0.602	1.000
1-0	24.241	10.391	2.333	0.020	0.197
4-0	18.828	10.391	1.812	0.070	0.700

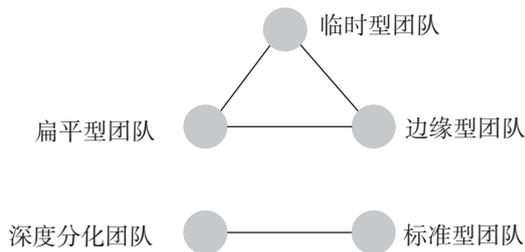


图 4 网络结构熵两两比较示意图

如图 5、图 6 所示，随着团队组织复杂性程度的提高，团队成员的忠诚度和沟通程度会降低。从另一角度也可以说，成员与外部的合作增加，拓展了整个团队的物质、能量及信息交换，假设 2 成立。成员忠诚度的成对比较结果显示（表 9 和图 7），深度分化团队的忠诚度与除标准

型团队外的其他类型团队的忠诚度都具有显著差异，且明显低于其他类型团队；临时型团队的忠诚度与除扁平型团队外的其他类型团队的忠诚度都具有显著差异，且明显高于其他类型团队。扁平型团队、标准型团队和边缘型团队之间不具有显著差异，边缘型团队的成员忠诚度平均秩介于扁平型团队和标准型团队之间。

成员沟通度的两两比较结果与网络结构熵十分相似，也划分为两个类团，类团之间的团队类型具有显著差异，而类团之内的团队类型差异不显著。其中，标准型团队和深度分化团队的成员沟通度较低，而临时型、边缘型和扁平型团队的成员沟通度较高。

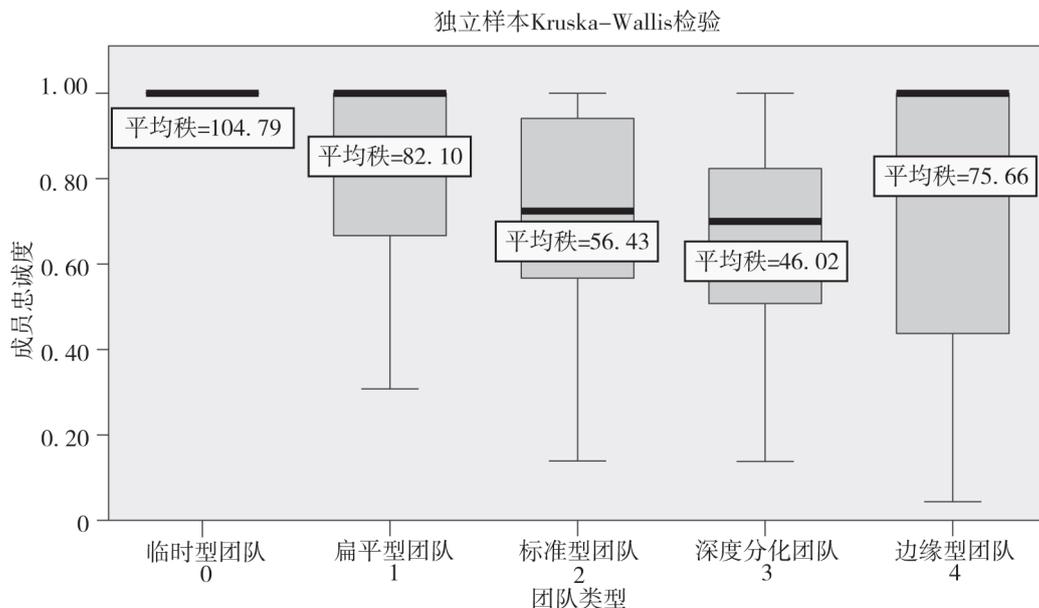


图 5 不同类型团队成员忠诚度分布箱线图

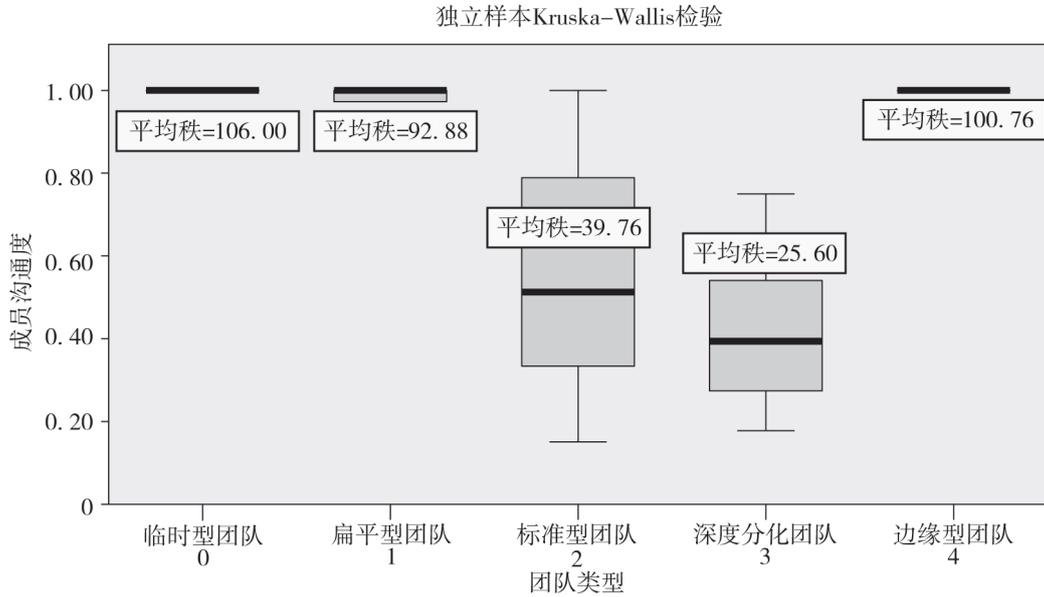


图6 不同类型团队沟通程度分布箱线图

表9 成员忠诚度和沟通度秩的成对比较结果

样本 1— 样本 2	成员忠诚度		成员沟通度	
	Sig.	调整显著性	Sig.	调整显著性
3-2	0.311	1.000	0.161	1.000
3-4	0.004	0.039	0.000	0.000
3-1	0.000	0.004	0.000	0.000
3-0	0.000	0.000	0.000	0.000
2-4	0.061	0.612	0.000	0.000
2-1	0.012	0.124	0.000	0.000
2-0	0.000	0.000	0.000	0.000
4-1	0.530	1.000	0.435	1.000
4-0	0.005	0.046	0.194	1.000
1-0	0.027	0.272	0.604	1.000

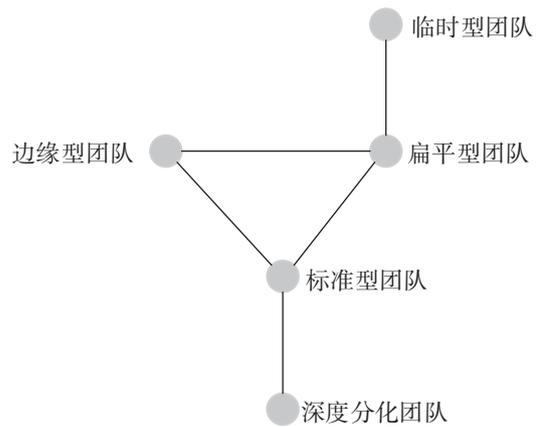


图7 成员忠诚度两两比较示意图

### 3.2.3 团队产出能力

本研究通过科研团队每年申请的专利数量来衡量其产出能力。如图8所示，深度分化团队的产出能力最强，往后依次为标准型团队、扁平型团队、临时型团队和边缘型团队，假设3成立。团队产出能力的成对比较结果中（表10和图9），深度分化团队与标准型团队之间差异不显著，但与其他三类团队均有显著差异，扁平型团队、临时型团队和边缘型团队之间的差异并不显著。

实验结果证明，科研团队在自组织演化过程中是从无序、混乱朝有序、结构方向演化；随着成员分工的精细化，成员之间的沟通交流变少，

而团队成员的外部合作增加；一个集体的领导、好的合作者与合理的团队结构能够促使团队高效实现科研目标。

## 4 结论

本文针对基于成员角色的结构复杂性分析方法开展实证研究：运用louvain算法初步发现科研团队成员后，基于节点在局部有向网络的出度和入度，将科研团队成员划分为领导者、中介者、技术骨干、主要参与人、一般参与人和外围成员6种角色，再根据团队成员的角色构成，将科研团队划分为均衡型、扁平型、标准型、深度分化

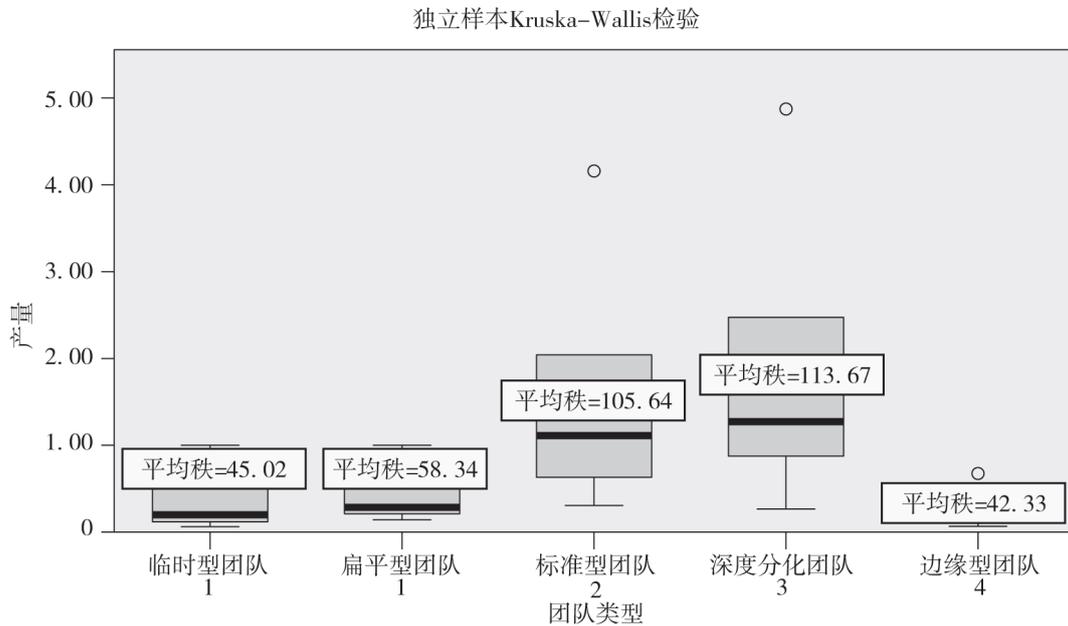


图 8 不同类型团队年均产量分布箱线图

表 10 团队年均产量秩的成对比较结果

样本 1— 样本 2	检验统计 量	标准 误	标准检验 统计量	Sig.	调整显著性
4-0	2.690	11.022	0.244	0.807	1.000
4-1	16.017	11.022	1.453	0.146	1.000
4-2	63.310	11.022	5.744	0.000	0.000
4-3	71.345	11.022	6.473	0.000	0.000
0-1	-13.328	11.022	-1.209	0.227	1.000
0-2	-60.621	11.022	-5.500	0.000	0.000
0-3	-68.655	11.022	-6.229	0.000	0.000
1-2	-47.292	11.022	-4.291	0.000	0.000
1-3	-55.328	11.022	-5.020	0.000	0.000
2-3	-8.034	11.022	-0.729	0.466	1.000

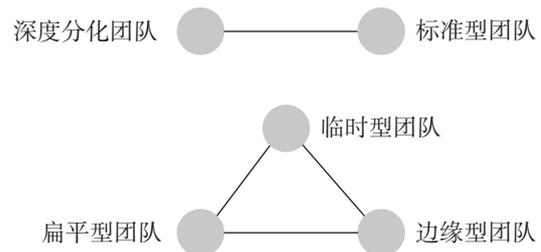


图 9 年均产量两两比较示意图

验证了普赖斯关于科研团队在“归核化”演进中形成合理形态并提高绩效的观点。说明结构复杂性用于识别探究科研团队结构及识别其组织化程度具有良好效果。

型、边缘型和临时型 6 种类型。在此基础上，对不同类别科研团队特征进行了比较分析，并进一步就团队有序程度、合作特征及产出能力进行 Kruskal-Wallis 检验。

经过科研团队识别及类型分析结果显示：(1) 企业在电动汽车领域技术创新中的主导地位十分明显，团队数量和包含相应团队数量的申请人数之间满足幂律分布。(2) 结构复杂性越高的科研团队，呈现出有序程度越高、内部交流越少、外部合作越多、产出能力越强等特征。这些特征与科研团队演化的自组织过程相吻合，同时

### 参考文献

- [1] 陈春花, 杨映珊. 科研组织管理的新模式: 团队运作[J]. 科学管理研究, 2002, 20(1): 28-30.
- [2] 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, 26(5): 91-96, 102.
- [3] 林泽炎, 刘理晖. 科技创新团队的判定标准与培育政策研究[J]. 中国发展评论(中文版), 2008, 10(2): 67-73.
- [4] 李金. 中医药研究重大疾病科研团队现状和问题分析[D]. 北京: 北京中医药大学, 2012.
- [5] AWAL G K, BHARADWAJ K K. Team formation in

- social networks based on collective intelligence: An evolutionary approach[J].Appl Intell, 2014, (41): 627-648.
- [6] WAN W C, HUANG F, WANG X Q. Dynamic detection of academic team communities based on temporal coauthor network[C]//proceedings of 2017 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA). Guangzhou: IEEE: 464-469.
- [7] 李纲, 李春雅, 李翔. 基于社会网络分析的科研团队发现研究[J]. 图书情报工作, 2014, 58(7): 63-70.
- [8] 李纲, 柳明飞, 吴青, 等. 基于蝴蝶结模型的科研团队角色识别及其特征研究[J]. 图书情报工作, 2017, 61(5): 87-94.
- [9] 于永胜, 董诚, 韩红旗, 等. 基于社会网络分析的科研团队识别方法研究: 基于迭代的中间中心度排名方法识别科研团队领导人[J]. 情报理论与实践, 2018(7): 105-110.
- [10] 高杰. 创新群体的团队合作机制研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.
- [11] 罗鹏, 李永立, 吴冲. 利用网络结构熵研究复杂网络的演化规律[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2013 (4): 62-68.

(上接第25页)

数据管理遵循分级管理、安全可控、充分利用的原则, 明确责任主体, 加强能力建设, 促进开放共享。

## 5 结语

科学数据专业性强、开放性要求高、具有公共性、唯一性等特性, 是一种重要的数据资源, 科学数据安全体现在数据信息的秘密性、完整性和可用性3个方面。目前, 我国在科学数据的政策立法以及管理实践方面已经取得一定成就, 但关于科学数据安全问题关注不足。保障科学数据的安全是开放和共享的前提和基础, 总体国家安全观下的数据安全不能缺少科学数据安全这关键一环。在《科技进步法》《促进科技成果转化法》《政务信息资源共享管理暂行办法》和《网络安全法》均不能成为科学数据安全合宜的上位法的情形下, 作为数据安全领域的基础性法律, 《数据安全法》应当明确体现科学数据。《数据安全法》应当作为科学数据安全领域的基础性法律和上位法, 增加“科学技术行政部门”作为数据安全监管主体, 同时要明确科学数据安全管理应当遵循的基本原则。

## 参考文献

- [1] 王卷乐, 王明明, 石蕾, 等. 科学数据管理态势及其对

- 我国地球科学领域的启示[J]. 地球科学进展, 2019, 34(3): 306-315.
- [2] 数据安全法草案: 落实数据安全保护责任规定支持促进措施[EB/OL].[2020-12-18]. <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202006/97f149839ff04c428224f6344ead7e38.shtml>.
- [3] 李琰. 科学数据共享的知识产权保护机制研究[M]. 北京: 人民出版社, 2019.
- [4] 袁铁梅. 国外科学数据开放获取研究[M]. 北京: 中国财经出版社, 2017.
- [5] 高福平. 数据保护、利用与安全: 大数据产业的制度需求和供给[M]. 北京: 法律出版社, 2020.
- [6] 李善青, 郑彦宁, 邢晓昭, 等. 科学数据共享的安全管理问题研究[J]. 中国科技资源导刊, 2019, 51(3): 11-17.
- [7] 我国的科学数据管理与开放的最新进展[EB/OL].[2020-08-14]. [http://www.cac.gov.cn/2019-07/21/c\\_1124779769.htm](http://www.cac.gov.cn/2019-07/21/c_1124779769.htm).
- [8] 侯日欣. 科学立法保障数据安全[EB/OL].[2020-12-18]. <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202011/24813fc4b8a642d09d974309267f9b8b.shtml>.
- [9] 刘晓婷, 佟泽华, 薛晓娜, 等. 科研协同中数据安全共享的博弈分析及仿真研究[J]. 新世纪图书馆, 2020(5): 40-47.
- [10] 宋筱璇, 王延飞, 钟灿涛. 国内外科研数据安全政策比较研究[J]. 情报理论与实践, 2016, 39(11): 10-16.
- [11] 陈晋. 2008-2018年我国科研数据管理服务研究述评[J]. 图书馆工作与研究, 2019(11): 78-84.