



项目批准号	11471153
申请代码	A010403
归口管理部门	
收件日期	



国家自然科学基金

资助项目结题/成果报告

资助类别： 面上项目

亚类说明：

附注说明： 常规面上项目

项目名称： 仿拓扑群中的三空间问题

负责人： 林寿 电话： 05932954127

电子邮件： shoulin60@163.com

依托单位： 闽南师范大学

联系人： 韩小彬 电话： 05962521031

直接费用： 60.0000（万元） 执行年限： 2015.01-2018.12

填表日期： 2019年02月14日

国家自然科学基金委员会制（2016年）



项目摘要

中文摘要:

拓扑与代数的结合由来已久。由一般拓扑学与抽象代数学融合而发展起来的拓扑代数已渐成活跃的前沿研究领域之一。近年来本项目组成员开辟了拓扑代数中广义度量空间理论的研究途径。本项目将围绕2008年出版的《Topological Groups and Related Structures》等中关于(仿)拓扑群的三空间的若干问题,借助集合论、拓扑学、代数学与统计学中的成功方法,寻求 Arhangel'skiĭ及Tkachenko问题的解决,逐步形成国内拓扑代数的研究基地,在有国际影响的刊物上发表论文30篇以上,出版著作1部,使我们的若干研究工作能处于国际前沿。

Abstract:

The combination of topology and algebra has a long-standing history. From the intersection and integration of topology and algebra, there generates the theory of the topological algebra, which has become one of the active front research field in the study of general topology. In recent years, members of the project team have opened up the research approach to the theory of generalized metric spaces in Topology Algebra. Focusing on several open problems about three spaces in (para-)topological groups raised in the 2008 edition of monograph "Topological Groups and Related Structures", the project team will explore approaches of solving Arhangel'skiĭ and Tkachenko's problems by using methods of set theory, topology, algebra and statistics, and will form gradually a research base of Topological Algebras in China. The project team goals at to publish more than 30 papers in journals with international influence and one monograph, and to make our research work being on the frontier of the field.

关键词(用分号分开): 拓扑群; 仿拓扑群; 广义度量空间; 三空间性质; 映射

Keywords (separated by;): topological groups; paratopological groups; generalized metric spaces; three space properties; mappings



结题摘要

中文摘要（对项目的背景、主要研究内容、重要结果、关键数据及其科学意义等做简单概述）：

拓扑代数是近年来一般拓扑学的活跃研究领域，其三空间问题成为连结拓扑与代数的纽带之一。本项目首次提出并研究仿（拟）拓扑群的三空间问题，探讨广义度量空间上自由（阿贝尔，仿）拓扑群的弱第一可数性，出版著作3种、发表论文74篇，其中在《Topology and its Applications》上发表论文24篇，举办5场学术会议；主要结果是证明局部紧性、连通性、紧集的第一可数性等都是仿拓扑群的三空间性质，第一可数性是阿贝尔仿拓扑群的三空间性质，刻画广义度量空间上自由（阿贝尔，仿）拓扑群的可数tightness、 k 空间性质、 k_R 空间性质和Fréchet性质等，并且回答A. V. Arhangel'skii和M. Tkachenko在专著《Topological Groups and Related Structures》中提出的若干问题。在一般拓扑学及其应用方面的探索将促进集论、拓扑、代数及不确定研究的融合与发展。

Abstract (Brief description of research background, main methods, contributions, and research data):

Topological algebra is an active research field on general topology in recent years, in which the three-spaces problem has become one of the links between topology and algebra. This project first proposed and studied the three-spaces problem in para(or quasi)topological groups, discussed the weak first-countability in free (Abelian, para)topological groups over generalized metric spaces. It published three books and 74 papers in which 24 papers were published in Topology and its Applications, and held 5 academic conferences. The main results are to prove that local compactness, connectedness and every compact set being first-countable are the three-spaces property in paratopological groups, and first-countability is the three-spaces property in Abelian paratopological groups; characterize that countable tightness, k -spaces property, k_R -spaces property and Fréchet property in free (Abelian, para)topological groups over generalized metric spaces; and answered some questions posed by A. V. Arhangel'skii and M. Tkachenko in "Topological Groups and Related Structures". The exploration in general topology and its applications will promote the integration and development of set theory, topology, algebra and uncertainty research.

关键词（用分号分开）： 拓扑群； 仿拓扑群； 拟拓扑群； 自由拓扑群； 广义度量空间

Keywords (separated by;): topological groups; paratopological groups; quasitopological groups; free topological groups; generalized metric spaces



报告正文

(一) 结题部分

1. 研究计划执行情况概述。

(1) 按计划执行情况。

拟定的研究计划主要有三点：一是每年夏季在闽南师范大学举办一次以拓扑代数为主要内容的“漳州拓扑论坛”，邀请国外拓扑代数专家访问中国；二是研究（仿）拓扑群的三空间性质；三是探讨广义度量性质在拓扑代数中的应用，同时尝试一般拓扑学理论在粗糙集等方面的应用。

本项目资助在闽南师大召开首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议，如期举办四届漳州拓扑论坛，每年邀请国际拓扑学专家到漳州、苏州或宁德访问，收到预期效果。本项目获得了一系列拓扑代数中的三空间性质，主要集中于紧性、连通性与收敛性，同时鉴别了一些非三空间性质，并在广义度量空间上自由（仿）拓扑群的研究中获得突破，系统刻画了弱第一可数性；此外，还研究一些一般拓扑学及其应用方面的内容，如点可数性、映射理论、似度量性、 G 收敛性、覆盖近似空间、箱积、 n 重对称积和不动点性质等。

(2) 研究目标完成情况。

拟定的研究目标主要有二点：一是将闽南师范大学逐步建成国内拓扑代数的研究基地及国际上有一定知名度的拓扑代数研究平台，形成我国拓扑代数方向坚实且稳定的研究队伍；二是解决或部分回答所列问题，在有国际影响的期刊上发表拓扑学论文 30 篇以上，力争出版著作 1 部，使我们的若干研究工作能处于国际前沿，既培养人才，又出成果，还可扩大国际影响。

经过近几年的努力，闽南师大已有一支实力较强的拓扑代数研究队伍，首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议的召开标志着闽南师大的拓扑代数研究走向国际。本项目的研究工作解决或部分回答了研究计划中所列的问题，发表论文 74 篇、出版专著 3 种，尤其在本专业权威刊物《Topology and its Applications》上发表论文 24 篇，在法国 Atlantis Press 和科学出版社分别出版专著《Generalized Metric Spaces and Mappings》，扩大了国际影响。特别地，在所发表的论文中有 27 篇是由在读研究生独立或与导师合作发表的，表明年轻人正茁壮成长。

综上所述，我们执行了预定计划，完成了研究目标。



2. 研究工作主要进展、结果和影响。

(1) 主要研究内容。

A. 拓扑代数方面：研究哪些性质是（仿，拟）拓扑群的三空间性质，或在附加条件下获得更丰富的三空间性质；研究广义度量空间上自由（阿贝尔，仿）拓扑群的弱第一可数性，探讨（仿，拟）拓扑群的度量化问题。

B. 广义度量性质方面：研究点可数覆盖与序列覆盖映射，探讨度量化问题和积空间性质。

C. 拓扑空间论的应用方面：研究统计收敛与 G 收敛方法、偏度量空间、覆盖近似空间和模糊度量空间。

(2) 取得的主要研究进展、重要结果、关键数据等及其科学意义或应用前景。

(2.1) 主要进展

A. 证明局部紧性、连通性、紧集的第一可数性等都是仿拓扑群的三空间性质，第一可数性是阿贝尔仿拓扑群的三空间性质，遗传不连通性是拟拓扑群的三空间性质；构造例子说明序列空间性质不是拓扑群的三空间性质，可度量性不是仿拓扑群的三空间性质，*cosmic* 性质不是阿贝尔仿拓扑群的三空间性质，局部紧性、伪紧性、可度量性、第一可数性、第二可数性等都不是拟拓扑群的三空间性质；建立广义度量空间上自由（阿贝尔，仿）拓扑群的可数 *tightness*、 k 空间性质、 k_R 空间性质、可数型性质、Fréchet 性质、*csf* 可数性、*snf* 可数性和 q 空间性质等，获得第一可数的仿（拟）拓扑群的度量化定理。

B. 修订并出版《Generalized Metric Spaces and Mappings, the third edition》《点可数覆盖与序列覆盖映射，第二版》和《度量空间与函数空间的拓扑，第二版》，证明具有点可数 k 网空间和 TVS 锥度量空间的度量化定理，获得对 k 半层空间、 k_R 空间、 μ 空间和 Pytkeev 网的性质，建立关于箱积和 n 重对称积的一般性定理，用度量空间的映像刻画 *sn* 可度量化空间等。

C. 建立偏度量空间的完备性定理，发展统计序列空间的理论，引入集上的 G 收敛方法并建立其与拓扑空间的本质联系，刻画超空间上模糊度量的完备性、可分性和连通性，阐述覆盖近似闭包算子、算子的公理化问题及覆盖粗糙集的粗糙隶属函数的性质。



(2.2) 重要结果

(2.2.1) 在正则仿拓扑群中下述是三空间性质：局部紧性；紧性；连通性；紧（可数紧、序列紧）子集是第一可数的；可数紧（序列紧）子集是紧的。

(2.2.2) 设 H 是阿贝尔仿拓扑群 G 的拓扑子群。如果 H 和商空间 G/H 都是第一可数的，则 G 也是第一可数的。

(2.2.3) 设 H 是拓扑群 G 的第二可数的闭子群。如果商空间 G/H 是局部 \aleph_0 (cosmic) 空间，则 G 是 \aleph_0 (cosmic) 子空间的拓扑和。

(2.2.4) 设 H 是拓扑群 G 的局部紧可度量的子群。如果商空间 G/H 是序列空间，则 G 也是序列空间。

(2.2.5) 序列空间性质不是拓扑群的三空间性质；伪紧性不是拟拓扑群的三空间性质。

(2.2.6) 存在可分正规不可度量的 Moore 仿（或拟）拓扑群独立性于 ZFC。

(2.2.7) 设 X 是 k^* 可度量的 k 空间。如果 $FP(X)$ 或 $AP(X)$ 具有可数 tightness, 则 X 的所有非孤立点集是 \aleph_1 紧。

(2.2.8) 设 X 是不可度量的层 k 空间且具有紧可数 k 网。下述条件相互等价：

- (a) $A(X)$ 是序列空间；
- (b) $A(X)$ 是 k_R 空间；
- (c) 每一 $A_n(X)$ 是 k_R 空间；
- (d) $A_4(X)$ 是 k_R 空间；
- (e) X 是 k_ω 空间和离散空间的拓扑和。

(2.2.9) 设 X 是 k^* 可度量空间，则 $F(X)$ 是 k 空间当且仅当 X 是 k_ω 空间或离散空间。

(2.2.10) 设 X 是完全正则空间。如果 $FP(X)$ 或 $AP(X)$ 是 Fréchet 空间，则 X 是离散空间。

(2.2.11) 设 G 是拟拓扑群，则 G 是第一可数的当且仅当对 G 的每一闭子群 H ，商空间 G/H 是半度量的。



(2.2.12) $S_{\omega_1} \times S_{\omega_1}$ 不是 k_R 空间; $S_{\omega} \times S_{\omega_1}$ 是 k_R 空间当且仅当 $S_{\omega} \times S_{\omega_1}$ 是 k 空间当且仅当集论假设 $\mathfrak{b} > \omega_1$ 成立。

(2.2.13) Fréchet 的对 k 半层空间是对层空间。

(2.2.14) 每一偏度量空间具有完备化。

(2.2.15) 设 G 是拓扑空间 X 上的一种方法。下述条件相互等价:

- (a) X 是 G -Fréchet 空间;
- (b) X 是遗传的 G -Fréchet 空间;
- (c) X 是遗传的 G 序列空间且对 X 的每一子集 A 有 $A \subset [A]_G$ 。

(2.3) 科学意义或应用前景

首次提出并研究仿拓扑群和拟拓扑群的三空间问题,以广义度量方法与代数方法的结合给出广义度量空间上自由(阿贝尔,仿)拓扑群的弱第一可数性的判别与精细刻画,回答 A.V. Arhangel'skii, M. Tkachenko 在专著《Topological Groups and Related Structures》中提出的一些问题,拓展 A.V. Arhangel'skii, M.M. Choban, K. Yamada 和 M. Tkachenko 等的一些结果。专著《Generalized Metric Spaces and Mappings》的出版使国外一般拓扑学者系统了解中国学者关于广义度量空间的工作。在一般拓扑学应用方面的探索显示拓扑空间论的基础性作用,进一步促进集论、拓扑、代数及不确定研究的融合与发展。

3. 研究人员的合作与分工。

(1) 林寿: 项目负责人, 探讨三空间性质及广义度量性质, 修订与出版专著, 相关会议的主要组织者。

(2) 林福财: 探讨自由拓扑群及广义度量性质在拓扑代数中的应用, 相关会议的主要组织者。

(3) 葛英: 探讨一般拓扑学的应用, 如偏度量空间、TVS 锥度量空间和偏 \mathfrak{b} 度量空间的性质。

(4) 李克典: 探讨统计收敛、锥度量空间和双拓扑空间等的性质, 相关会议的主要组织者。

(5) 恽自求: 探讨一般拓扑学的应用, 如覆盖粗糙集及闭包算子的性质, 修订并出版专著。



(6) 李长清: 探讨一般拓扑学的应用, 如模糊度量空间和不完备信息系统的性质。

(7) 张可秀: 探讨拓扑代数中的度量化问题。

4. 国内外学术合作交流等情况。

(1) 2015—2018 年的每年 7—8 月间在闽南师大举行一次漳州拓扑论坛, 每期 10—20 天, 共举办 4 届, 每次参会人数约 25—60 人, 每场报告 2.5 个小时, 学术报告计 71 场。

(2) 2015 年 11 月 25—30 日在闽南师大召开首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议, 参会代表 242 人, 其中来自美国等 27 个国家的国外代表 117 人, 学术报告 181 场。

(3) 2018 年 8 月 2—5 日在苏州大学召开一般拓扑学及相关课题研讨会, 参会代表 72 人, 学术报告 16 场。

(4) 项目组成员参加了下述拓扑会议: 2016 年 9 月南京师范大学拓扑代数研讨会 (林寿、林福财和葛英参加), 2016 年 10 月日本京都大学一般拓扑学会议 (林福财参加), 2017 年 10 月泰州拓扑学研讨会 (林寿、林福财、葛英、李克典和恽自求参加), 2017 年 11 月韩国釜山第二届泛太平洋拓扑学及应用国际会议 (林福财和李长清参加), 2018 年 5 月南京大学一般拓扑学学术研讨会 (葛英参加), 2018 年 11 月汕头大学拓扑学学术交流会 (李克典、葛英和李长清参加), 2018 年 8 月莫斯科拓扑代数与集论拓扑暨庆贺 A.V. Arhangel'skii 教授 80 寿辰国际会议 (林寿、林福财和李长清参加)。

(5) 邀请下列学者来中国学术访问: A.V. Arhangel'skii (俄罗斯, 2015 年 11 月), M. Tkachenko (墨西哥, 2015 年 11 月, 2017 年 12 月), M. Sakai (日本, 2016 年 8 月, 2017 年 8 月), K. Yamada (日本, 2017 年 8 月), P. Das (印度, 2018 年 5 月), 刘川 (美国, 2015, 2017, 2018 年), 曹继岭 (新西兰, 2015, 2016, 2017, 2018 年), 冯自勤 (美国, 2018 年 5 月) 等。

5. 存在的问题、建议及其他需要说明的情况。

由于覆盖性质基本不具有有限可积性, 所以关于覆盖性质的三空间问题基本是否定的。

(二) 成果部分



1. 项目取得成果的总体情况。

- (1) 发表论文 74 篇，其中 SCI 收录刊物发表论文 48 篇。
- (2) 出版专著 3 种 4 本（1 种为国内外分别出版），其中国内 3 本均为科学出版社出版，共计 109 万字。
- (3) 举办国际会议 1 场，参会 242 人；举办国内会议 5 场，参会 210 人次。
- (4) 指导的研究生取得博士学位 3 人、硕士学位 5 人，在读硕士 11 人。

2. 项目成果转化及应用情况。

- (1) 关于拓扑代数的论文已为国内外学者所引用，提出的问题引起关注。
- (2) 首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议在闽南师大召开后，扩大了中国一般拓扑学研究在国际上的影响，国内外拓扑学者的学术合作与交流更加活跃。
- (3) 青年人已成为国内拓扑代数队伍的中流砥柱。

3. 人才培养情况。

- (1) 林福财（2017 年）晋升教授，李长清（2016 年）晋升副教授。
- (2) 取得四川大学博士学位 3 人：蔡长勇（2016 届，导师林寿）、唐忠宝（2018 届，导师林寿）和刘鑫（2018 届，导师林寿）。
- (3) 取得闽南师大硕士学位 5 人：唐忠宝（2015 届，导师林福财）、刘鑫（2015 届，导师刘川、李克典）、刘丽（2016 届，导师林寿），李晓婷（2016 届，导师林福财）、杨洁（2018 届，导师林寿）。
- (4) 闽南师大在读硕士研究生 11 人：凌学炜（2016 级，导师林寿）、李嘉达（2016 级，导师林福财）、郑伟鹏（2017 级，导师林寿）、黄燕晖（2017 级，导师林寿），鲍猛（2017 级，导师林福财、沈荣鑫）、吴永兴（2017 级，导师林福财、李长清）、黄泽曦（2017 级，导师曹继岭、李克典）、林静玲（2018 级，导师林福财）、施婷婷（2018 级，导师林福财）、孙倩倩（2018 级，导师林福财、沈荣鑫）和陈结文（2018 级，导师李长清、张静）。

4. 其他需要说明的成果。

无

5. 项目成果科普性介绍或展示网站。

- (1) 项目负责人林寿个人主页：<http://www.ndnu.edu.cn/info/1078/1131.htm>
- (2) 闽南师大数学与统计学院网站：<http://math.mnnu.edu.cn/>



研究成果目录

项目负责人通过ISIS系统，从文献库中检索研究成果或者按要求格式自行填入。请按照期刊论文、会议论文、学术专著、专利、会议报告、标准、软件著作权、科研奖励、人才培养、成果转化的顺序列出，其它重要研究成果如标本库、科研仪器设备、共享数据库、获得领导人批示的重要报告或建议等，应重点说明研究成果的主要内容、学术贡献及应用前景等。

项目负责人不得将非本人或非参与者所取得的研究成果，以及与受资助项目无关的研究成果列入报告中。发表的研究成果，项目负责人和参与者均应如实注明得到国家自然科学基金项目资助和项目批准号，科学基金作为主要资助渠道或者发挥主要资助作用的，应当将自然科学基金作为第一顺序进行标注。

期刊论文

1. 第一作者论文

- (1) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Lin Fucai; Xie Li-Hong, The extensions of some convergence phenomena in topological groups, *Topology Appl*, 2015, 180: 167~180, SCIE, 第三标注
- (2) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Liu Chuan; Lin Shou; Stefan Cobzas, [Free Abelian paratopological groups over metric spaces](#), *Topology and Its Applications*, 2015, 183: 90~109, SCIE, 第二标注
- (3) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Feng Ziqin; Liu Chuan, Notes on countable tightness of the subspaces of free (Abelian) topological groups, *Topology and its applications*, 2017, 232: 214~221, SCIE, 第三标注
- (4) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Liu Chuan, [The k-spaces property of the free Abelian topological groups over non-metrizable Lasnev spaces](#), *Topology and Its Applications*, 2017, 220: 31~42, SCIE, 第二标注
- (5) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Lin Shou; Liu Chuan, The k_R -property of free Abelian topological groups and products of sequential fans, *Topology and its Applications*, 2018, 240: 78~97, SCIE, 第二标注



- (6) **Lin Fucai**^(#); Liu Chuan; Cao Jiling^(*), [Two weak forms of countability axioms in free topological groups](#), *Topology and Its Applications*, 2016, 207: 96~108, SCIE, 第三标注
- (7) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Liu Chuan; Lin Shou, [The topological properties of \$q\$ -spaces in free topological groups](#), *Topology and Its Applications*, 2017, 216: 38~47, SCIE, 第二标注
- (8) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Zhang Jing; Zhang Kexiu, [Locally \$\sigma\$ -compact rectifiable spaces](#), *Topology and Its Applications*, 2015, 193: 182~191, SCIE, 第二标注
- (9) **Li Kedian**^(#); Lin Shou^(*), [On pairwise \$k\$ -semi-stratifiable spaces](#), *Topology Appl*, 2017, 230: 267~275, SCIE, 第一标注
- (10) **Li Kedian**^(#); Cao Jiling^(*), [Pairwise \$k\$ -semi-stratifiable bispaces and topological ordered spaces](#), *Topology and Its Applications*, 2017, 222: 139~151, SCIE, 第二标注
- (11) **Li Kedian**^{(#)(*)}; Lin Shou; Ge Ying, [On statistical convergence on cone metric spaces](#), *Topology and Its Applications*, 2015, 196: 641~651, SCIE, 第四标注
- (12) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Liu Li, [G-methods, G-sequential spaces and G-continuity in topological spaces](#), *Topology Appl*, 2016, 212: 29~48, SCIE, 第一标注
- (13) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Cai Zhangyong, [Closed mappings, boundary-compact mappings and sequence-covering mappings](#), *Houston J Math*, 2016, 42: 1059~1078, SCIE, 第一标注
- (14) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Ge Ying, [Compact-covering and 1-sequence-covering images of metric spaces](#), *Houston J. Math.*, SCIE, 第二标注



- (15) **Lin Fucai**^(#); Lin Shou; Masami Sakai^(*), Point-countable covers and sequence-covering maps, *Houston J. Math.*, 2018, 44(1): 385~397, SCIE, 第三标注
- (16) **Li Changqing**^{(#)(*)}; Li Kedian, [On topological properties of the Hausdorff fuzzy metric spaces](#), *Filomat*, 2017, 31(5): 1167~1173, SCIE, 第一标注
- (17) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Lin Shou; Liu Chuan, [The \$k_R\$ -property in free topological groups](#), *Indag. Math.*, 2017, 28(5): 1056~1066, SCIE, 第三标注
- (18) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Liu Chuan; Zhang Kexiu, [The countable type properties in free paratopological groups](#), *Studia Sci. Math. Hungarica*, 2017, 54(1): 27~41, SCIE, 第二标注
- (19) **Lin Fucai**^{(#)(*)}; Liu Chuan, Mapping i_2 on the free paratopological groups, *Publications De L' institut Math.*, 2017, 101: 1~9, SCIE, 第三标注
- (20) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Li Kedian; Ge Ying, [On the metrizable of TVS-cone metric spaces](#), *Publications de L' Institut Math.*, 2015, 98: 271~279, SCIE, 第一标注
- (21) **Lin, Fucai**^{(#)(*)}; Xie, Li-Hong; Zhang, Jing, [Direct limit topologies of quasi-uniform spaces and paratopological groups](#), *Banach J. Math. Analysis*, 2016, 10(1): 48~70, SCIE, 第二标注
- (22) **Li Changqing**^{(#)(*)}; Yang Liu, [Some properties of the Hausdorff fuzzy metric on finite sets](#), *J Computational Analysis and Appl*, 2015, 19(2): 359~364, SCIE, 第一标注
- (23) **Li Changqing**^{(#)(*)}; Zhang Yanlan; Zhang Kexiu, A note on completeness of the Hausdorff fuzzy metric spaces, *Italian J. Pure and Applied Math.*, 2017, 37: 49~58, EI, 第二标注
- (24) **林寿**^{(#)(*)}, 箱积空间中的紧有限集族, *数学年刊A辑*, 2017, 38(3): 269~276, 北大中文核心期刊, 第一标注



- (25) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Lin Fucui, A normal and Moore paratopological group, 数学进展, 2016, 45: 153~158, 北大中文核心期刊, 第三标注
- (26) **林寿**^{(#)(*)}; 沈荣鑫, 关于点离散集族的研究, 数学进展, 2015, 44: 481~491, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (27) **林寿**^{(#)(*)}; 葛英, csf可数空间的注记, 高校应用数学学报, 2017, 32: 79~86, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (28) **张可秀**^(#); **林寿**^(*), Frink-Tukey度量化引理, 数学的实践与认识, 2014, 44(24): 289~293, 北大中文核心期刊, 第二标注
- (29) **林寿**^{(#)(*)}, 《映射与空间》50年, 四川师范大学学报(自然科学版), 2017.01.31, 40(1): 131~142, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (30) **李长清**^{(#)(*)}; 张燕兰, 一类覆盖近似算子的动态更新方法, 计算机科学, 2016, 43(1): 73~76, 北大中文核心期刊, 第二标注
- (31) **Zhang Kexiu**^{(#)(*)}; Liu Xin; Tang Zhongbao, Two notes on topological groups, Chin. Quart. J. Math., 2016, 31(1): 82~86, 第二标注
- (32) **李长清**^{(#)(*)}; 张燕兰, 不完备信息系统下基于分辨度的属性约简算法, 海南师范大学学报(自然科学版), 2015.12.01, 28(4): 359~361, 第一标注

2. 通讯作者论文(勿与第一作者论文重复)

- (1) Xie Li-Hong^(#); **Lin Shou**^(*), The extensions of paratopological groups, Topology Appl, 2015, 180: 91~99, SCIE, 第三标注
- (2) Xie Li-Hong^(#); **Lin Shou**^(*); Li Piyu, snf-Countability and csf-countability in $F_4(X)$, Topology Appl, 2017, 232: 155~168, SCIE, 第三标注



- (3) Tang Zhongbao^(#); **Lin Shou**^(*); Lin Fucui, Symmetric products and closed finite-to-one mappings, *Topology Appl.*, 2018, 234: 26~45, SCIE, 第一标注
- (4) Cai Zhangyong^(#); **Lin Shou**^(*), Sequentially compact spaces with a point-countable k -network, *Topology Appl.*, 2015, 193: 162~166, SCIE, 第一标注
- (5) Gao Tingmei^(#); **Lin Shou**^(*), On perfect images of μ -spaces, *Houston J. Math.*, 2018, 44(4): 1367~1376, SCIE, 第二标注
- (6) Liu Xin^(#); **Lin Shou**^(*), On spaces defined by Pytkeev networks, *Filomat*, 2018, 32(17): 6115~6129, SCIE, 第一标注
- (7) Yang Jie^(#); **Lin Shou**^(*), The closed finite-to-one mappings and their applications, *Appl. Math. J. Chinese Univ.*, SCIE, 第二标注
- (8) Ge Xun^(#); **Ge Ying**^(*), [2-sequence-covering mappings in Ponomarev-systems](#), *数学进展*, 2015, 44: 752~756, 北大中文核心期刊, 第二标注
- (9) 凌学炜^(#); **林寿**^(*), On open almost s -images of metric spaces, *数学进展*, 北大中文核心期刊, 第二标注
- (10) 刘丽^(#); 唐忠宝; **林寿**^(*), [统计序列空间及统计序列商映射](#), *高校应用数学学报A辑(中文版)*, 2015, 30(4): 485~493, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (11) 刘丽^(#); 唐忠宝; **林寿**^(*), [关于统计序列紧空间](#), *数学的实践与认识*, 2016, 46(12): 235~240, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (12) Liu Xin^(#); **Lin Fucui**^(*); Liu Chuan, [A note on almost topological groups](#), *J. Math. Research Appl.*, 2015, 35(1): 85~91, 第二标注



(13) Li Xiaoting^(#); **Lin Fucai**^(*); Lin Shou, Some topological properties of Charming spaces, 数学研究通讯, 2017.06.30, 33(2): 110~120, 第二标注

3. 既非第一作者又非通讯作者论文

(1) Tang Zhongbao^{(#)(*)}; **Lin Shou**; Lin Fucai, A special class of semi(quasi)topological groups and three-space properties, Topology and its Applications, 2018, 235: 92~103, SCIE, 第一标注

(2) Xie Li-Hong^{(#)(*)}; **Lin Shou**; Li Piyu, [On the countable tightness and the k-property of free topological groups over generalized metrizable spaces](#), Topology and Its Applications, 2016, 209: 198~206, SCIE, 第二标注

(3) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**, [A few generalized metric properties on free paratopological groups](#), Topology and Its Applications, 2016, 204: 90~102, SCIE, 第一标注

(4) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**; Liu Chuan, S_2 and the Frechet property of free topological groups, Topology and its Applications, 2016, 204: 103~111, SCIE, 第一标注

(5) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**, MP-equivalence of free paratopological groups, Topology and its Applications, 2017, 215: 35~44, SCIE, 第一标注

(6) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**; Tang Zhongbao, Characterizing s-paratopological groups by free paratopological groups, Topology and its Applications, 2017, 230: 283~294, SCIE, 第一标注

(7) Ge Xun^{(#)(*)}; **Lin Shou**, [Completions of partial metric spaces](#), Topology and Its Applications, 2015, 182: 16~23, SCIE, 第一标注

(8) Ge Xun^{(#)(*)}; **Ge Ying**, Some properties of the Hausdorff tvs-cone pseudo-metric spaces, Topology and its applications, 2017, 230: 578~585, SCIE, 第一标注



- (9) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**; Liu Chuan, Copies of special spaces in free (Abelian) paratopological groups, *Houston J. Math.*, 2018, 44(1): 351~362., SCIE, 第一标注
- (10) Liu Xin^{(#)(*)}; Liu Chuan, Notes on spaces with certain point-countable families, *Houston J. Math.*, SCIE, 第一标注
- (11) Ge Xun^(#); Wang Pei^(*); **Yun Ziqiu**, [The rough membership functions on four types of covering-based rough sets and their applications](#), *Information Sciences*, 2017, 390: 1~14, SCIE, 第三标注
- (12) Bian Xiaoxia^(#); Wang Pei^(*); Yu Zuoming; Bai Xiaole; Chen Bin, [Characterizations of coverings for upper approximation operators being closure operators](#), *Information Sciences*, 2015, 314: 41~54, SCIE, 第二标注
- (13) Yu Zuoming^(#); Li Jinjin; Wang Pei^(*); Zhang Yanlan; **Yun Ziqiu**, Axiomatization of covering-based approximation operators generated by general or irreducible coverings, *Inter. J. Approximate Reasoning*, 2018, 103: 383~393, SCIE, 第二标注
- (14) Ge Xue^{(#)(*)}; **Lin Shou**, [Contractions of Nadler type on partial tvs-cone metric spaces](#), *Colloquium Math.*, 2015, 138: 149~162, SCIE, 第二标注
- (15) Ge Xue^{(#)(*)}, Connectivity of covering approximation spaces and its applications on epidemiological issue, *Applied Soft Computing*, 2014, 25: 445~451, SCIE, 第一标注
- (16) Ge Xun^(#); **Lin Shou**, A note on partial b-metric spaces, *Mediterr. J. Math.*, 2016, 13(3): 1273~1276, SCIE, 第一标注
- (17) Ge Xun^{(#)(*)}; **Lin Shou**, Balls in generalizations of metric spaces, *J. Inequalities Appl.*, 2016, 2016(16): 1~7, SCIE, 第一标注



- (18) Cai Zhangyong^{(#)(*)}; **Lin Shou**; He Wei, A note on paratopological loops, Bull. Malays. Math. Sci. Soc., SCIE, 第一标注
- (19) Tang Zhongbao^{(#)(*)}; **Lin Shou**, On generalised metrisability and cardinal invariants in quasitopological groups, Bull. Aust. Math. Soc., SCIE, 第一标注
- (20) Ge Xun^{(#)(*)}; Gong Jianhua; Ivan Reilly, Some characterizations of mappings on generalized topological spaces, New Zealand J. Math., 2016.01.01, 46(1): 73~81, 第一标注
- (21) Tang Zhongbao^{(#)(*)}; **Lin Fucai**, [Statistical versions of sequential and Frechet-Urysohn spaces](#), 数学进展, 2015, 44(6): 945~954, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (22) 邱婷婷^{(#)(*)}; **李克典**, [不协调目标信息系统中基于对象子集的 \$\mu\$ -约简](#), 山东大学学报(理学版), 2015, 50(5): 35~39, 北大中文核心期刊, 第二标注
- (23) 刘丽^{(#)(*)}, G-导集与G-边缘, 扬州大学学报(自然科学版), 2017, 20(1): 18~22, 北大中文核心期刊, 第一标注
- (24) 刘丽^{(#)(*)}, G-kernel-open sets, G-kernel-neighborhoods and G-kernel-derived sets, J. Math. Research Appl., 2018, 38(3): 276~286, 第二标注
- (25) 刘鑫^{(#)(*)}; **林福财**, [弱几乎拓扑群的相关性质](#), 闽南师范大学学报(自然科学版), 2015, (3): 6~9, 第二标注
- (26) 刘丽^{(#)(*)}, 拓扑空间中的G邻域, 闽南师范大学学报(自然科学版), 2016, (3): 1~6, 第一标注
- (27) 杨洁^{(#)(*)}, 有限到一闭映射, 闽南师范大学学报(自然科学版), 2017, (2): 1~7, 第一标注
- (28) 凌学炜^{(#)(*)}, 在聚点具有 σ 局部有限网的空间, 闽南师范大学学报(自然科学版), 2018, (2): 9~13, 第一标注
- (29) 杨洁^{(#)(*)}, 关于空间与映射的注记, 广西师范学院学报(自然科学版), 2018, 35(1): 17~20, 第一标注



学术专著

- (1) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Yun Ziqiu, Generalized Metric Spaces and Mappings, Atlantis Press, 400000, 2016.11.01
- (2) **Lin Shou**^{(#)(*)}; Yun Ziqiu, Generalized Metric Spaces and Mappings, the third edition, Science Press, 2017.4.01
- (3) **林寿**^{(#)(*)}, 点可数覆盖与序列覆盖映射, 第二版, 科学出版社, 391000, 2015.11.01
- (4) **林寿**^{(#)(*)}, 度量空间与函数空间的拓扑, 第二版, 科学出版社, 307000, 2018.3.01

会议报告

- (1) 特邀报告, **林福财**, The characterizations of k -spaces in free topological groups, 1st Pan Pacific International Conference on Topology and Applications (首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议), 福建漳州闽南师范大学, 2015.11.25-2015.11.30
- (2) 特邀报告, **林寿**, Fifty years of Mappings and Spaces, International Conference “Topological Algebra and Set-Theoretic Topology” dedicated to Professor A. V. Arhangel’skii’s 80th birthday (拓扑代数与集论拓扑暨庆贺A. V. Arhangel’skii教授80寿辰国际会议, 俄罗斯国立莫斯科大学, 2018.8.23-2018.8.28

人才培养

1. 出站博士后/毕业博士/毕业硕士/在站博士后/在读博士/在读硕士

- (1) 蔡长勇, 毕业博士, 自由仿拓扑群的若干拓扑性质研究, 林寿, 2014.09.01-2016.03.01
- (2) 唐忠宝, 毕业博士, 关于拟(半)拓扑群与对称积的研究, 林寿, 2016.09.01-2018.03.01



- (3) 刘鑫, 毕业博士, Pytkeev网络及相关问题的研究, 林寿, 2016.09.01-2018.03.01
- (4) 唐忠宝, 毕业硕士, 拓扑空间及拓扑群中的统计收敛, 林福财, 2014.01.01-2015.03.01
- (5) 刘鑫, 毕业硕士, 几乎拓扑群的相关性质, 刘川、李克典, 2014.01.01-2015.03.01
- (6) 刘丽, 毕业硕士, 统计序列紧空间, 统计序列空间及G方法, 林寿, 2015.01.01-2016.03.01
- (7) 李晓婷, 毕业硕士, Charming空间及相关空间的研究, 林福财, 2015.01.01-2016.03.01
- (8) 杨洁, 毕业硕士, 某些广义度量性质与可数性质的映射定理, 林寿, 2017.01.01-2018.03.01
- (9) 凌学炜, 在读硕士
- (10) 李嘉达, 在读硕士
- (11) 郑伟鹏, 在读硕士
- (12) 黄燕晖, 在读硕士
- (13) 鲍猛, 在读硕士
- (14) 吴永兴, 在读硕士
- (15) 黄泽曦, 在读硕士
- (16) 林静玲, 在读硕士
- (17) 施婷婷, 在读硕士
- (18) 孙倩倩, 在读硕士
- (19) 陈结文, 在读硕士

学术交流



- (1) 2015.11.25-2015.11.30, 举办首届泛太平洋拓扑学及应用国际会议, 漳州, 闽南师范大学、首都师范大学、汕头大学和中国数学会, 李进金、曹继岭等
- (2) 2015.07.18-2015.08.05, 举办第五届漳州拓扑论坛, 漳州, 闽南师范大学, 林寿、林福财等
- (3) 2016.07.16-2016.08.06, 举办第六届漳州拓扑论坛, 漳州, 闽南师范大学, 林寿、林福财等
- (4) 2017.07.16-2017.08.05, 举办第七届漳州拓扑论坛, 漳州, 闽南师范大学, 林寿、林福财等
- (5) 2018.7.16-2018.7.27, 举办第八届漳州拓扑论坛, 漳州, 闽南师范大学, 林寿、林福财等
- (6) 2018.08.02-2018.08.05, 举办一般拓扑学及其相关课题研讨会, 苏州, 苏州大学, 张影、葛英、林寿等
- (7) 2016.10.16-2016.10.20, 参加一般拓扑学学术会议, 日本京都大学, 林福财
- (8) 2017.11.20-2017.11.28, 参加第二届泛太平洋拓扑学及应用国际会议, 韩国釜山, 林福财、李长清
- (9) 2018.08.23-2018.08.28, 参加拓扑代数与集论拓扑暨庆贺A. V. Arhangel'skii教授80寿辰国际会议, 莫斯科, 林寿、林福财、李长清

**附表：研究成果统计数据表**（本表针对各种类型资助项目收集数据以便进行整体资助效果分析使用，并非要求每类项目都具有以下各类成果。）

获奖(项)	国家级						省部级				其他			
	自然科学奖		科技进步奖		发明奖		自然科学奖		科技进步奖					
	一等	二等	一等	二等	一等	二等	一等	二等	一等	二等				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
学术报告/论文/专著/其他(篇)	特邀学术报告		学术论文						学术专著		其他			
	国际学术会议	国内学术会议	发表论文数		论文检索收录情况				中文	外文	标本库	数据库	科研仪器设备	重要报告
			期刊论文	会议论文	SCIE/SSCI	EI	北大中文核心期刊	CSSCI						
	2	0	74	0	48	1	14	0	2	2	0	0	0	0
专利/标准/软著/成果转化	专利(项)				标准				软件著作权	成果转化				
	国内		国外		国际	国内				技术转让	技术许可	作价投资	经济效益(万元)	
	申请	授权	申请	授权		国家	行业	地方						企业
	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	
人才培养及学术交流	人才培养(人)						举办和参加学术会议							
	中青年学术带头人				出站博士后	毕业博士	毕业硕士	举办国际学术会议		举办国内学术会议		参加国际学术会议		
	优青	杰青	创新群体	其他				次数	人数	次数	人数	次数	人数	
	0	0	0	0	0	3	5	1	242	5	210	3	6	



国家自然科学基金项目资金决算表（定额补助）

项目批准号：11471153

项目负责人：林寿

金额单位：万元

序号	科目名称	预算数			累计支出数	结余
		批准预算	预算调整数	调整后预算		
		(1)	(2)	(3) = (1) + (2)		
1	合计	60.0000	0.0000	60.0000	35.1113	24.8887
2	1、设备费	5.0000	0.0000	5.0000	1.7866	3.2134
3	（1）设备购置费	5.0000	0.0000	5.0000	1.7866	3.2134
4	（2）设备试制费	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	（3）设备升级改造与租赁费	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	2、材料费	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
7	3、测试化验加工费	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	4、燃料动力费	0.5000	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000
9	5、差旅/会议/国际合作与交流费	28.0000	0.0000	28.0000	15.5736	12.4264
10	6、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	11.5000	0.0000	11.5000	5.6078	5.8922
11	7、劳务费	9.0000	0.0000	9.0000	6.0550	2.9450
12	8、专家咨询费	0.0000	0.0000	0.0000	0.0800	-0.0800
13	9、其他支出	2.0000	0.0000	2.0000	1.5083	0.4917
14	10、管理费（2014年及以前批准项目）	3.0000	0.0000	3.0000	4.5000	-1.5000

注：1. 本表中（1）、（3）、（5）栏为系统自动生成，不需项目负责人填写；2. 本表中（2）栏填列经批准的预算调整数；3. 本表中（4）栏填列项目的实际支出数；



决算说明书（定额补助）

（请说明项目预算的调整及执行情况、合作研究外拨资金情况、单笔总额10万元（含）以上的设备名称及使用情况、资金管理和使用过程中遇到的问题及建议，以及其他需要说明的事项。）

- 1、本项目资金的管理和使用执行国家自然科学基金委员会的相关规定。
- 2、预算没有调整，按资助项目计划书执行。
- 3、本项目直接费用60万元，向合作单位苏州大学拨款20万元、宁德师范学院拨款10万元，依托单位闽南师范大学余款30万元。累计支出数为三校支出数合计所得。
4. 管理费：闽南师范大学（依托单位）在经费下拨是按照全额提取管理费3万元，因合作单位同时提取了外拨合作经费管理费1.5万元，导致重复提取1.5万元管理费，现已将闽南师范大学多提取的1.5万元退回到该项目经费中，退回编号为2019年1月20号凭证，退回说明见附件。
5. 咨询费：2014年以前批准的项目没有咨询费，一般产生的咨询费和讲座费放在劳务费栏目支出。而项目的开展过程中碰到技术问题，确实需要咨询相关专家，从而产生了0.08万元的咨询费。本笔费用与已开支的劳务费全计没有超出劳务费预算。

**签字及审核意见表****项目负责人承诺：**

我所承担的项目（编号：11471153 名称：仿拓扑群中的三空间问题）结题报告内容真实，数据准确，未出现《国家科学技术保密规定》中列举的属于国家科学技术秘密范围的内容。在今后的研究工作中，如有与本项目相关的成果，将如实注明得到国家自然科学基金项目资助和项目批准号，并报送国家自然科学基金委员会。

项目负责人（签章）：

日期：

依托单位科研管理部门：

负责人（签章）：

日期：

依托单位财务管理部门：

负责人（签章）：

日期：

依托单位审查意见：

依托单位公章：

科学处审核意见：完成情况
综合评分
(划√)

优

良

中

差

负责人（签章）：

日期：

科学部核准意见（对重点项目等）：

负责人（签章）：

日期：

分管委领导意见（对重大项目等）：

委领导（签章）：

日期：



电子附件目录

序号	附件类型	附件名称	备注
1	论著	The extensions of paratopological groups	Topology Appl., 2015, 180: 91 - 99
2	论著	The extensions of some convergence phenomena	Topology Appl., 2015, 180: 167 - 180
3	论著	Free Abelian paratopological groups	Topology Appl., 2015, 183: 90--109
4	论著	Two weak forms of countability axioms	Topology Appl., 2016, 207: 96 - 108
5	论著	G-methods, G-sequential spaces and G-continuity	Topology Appl., 2016, 212: 29 - 48
6	论著	The k-spaces property	Topology Appl., 2017, 220: 31-42
7	论著	snf-Countability and csf-countability in $F_4(X)$	Topology Appl., 2017, 232: 155-168
8	论著	A special class of semi(quasi)topological groups	Topology Appl., 2018, 235: 92-103
9	论著	The k_R -property of free Abelian topological group	Topology Appl., 2018, 240: 78-97
10	其他	决算说明书附件	关于管理费退回的说明