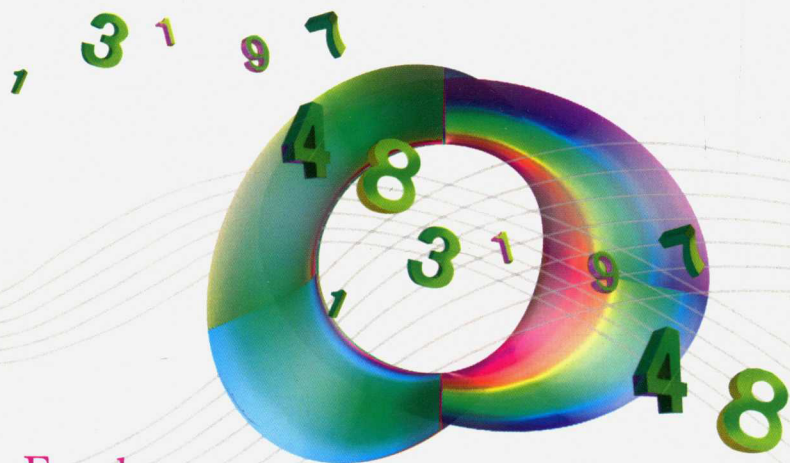


丘成桐中学数学奖推荐参考书



The Collection of the Fourth
Shing-Tung Yau High School Mathematics Awards Papers

第四届

丘成桐中学数学奖 获奖论文集

丘成桐 主编

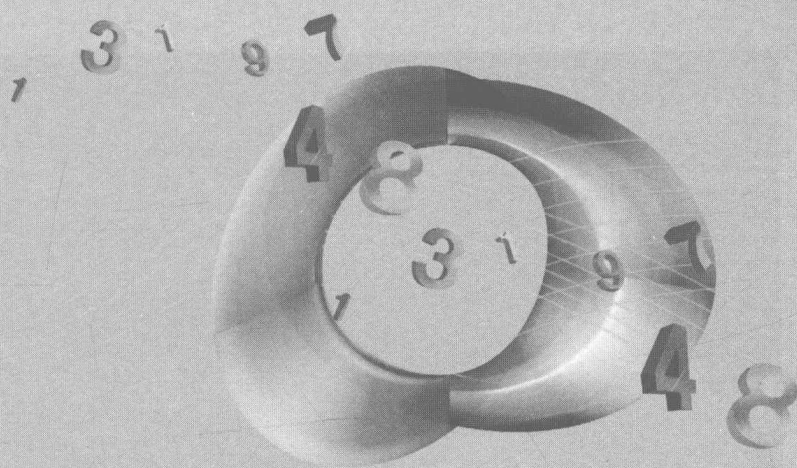
CTS

PUBLISHED BY

湖南科学技术出版社

波士顿国际出版社

丘成桐中学数学奖推荐参考书



第四届

丘成桐中学数学奖 获奖论文集

丘成桐 主编

CIS
PUBLISHED IN CHINA
中文出版社

湖南科学技术出版社

波士顿国际出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

第四届丘成桐中学数学奖获奖论文集 / 丘成桐主编. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-5357-8756-9

I. ①第… II. ①丘… III. ①中学数学课—教学研究—文集

IV. ①G633.602-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 183545 号

第四届丘成桐中学数学奖获奖论文集

主 编: 丘成桐

责任编辑: 孙桂均 吴 炜

文字编辑: 唐北灿

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 衡阳顺地印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南省衡阳市雁峰区园艺村 9 号

邮 编: 421008

出版日期: 2015 年 10 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 29.5

字 数: 475000

书 号: ISBN 978-7-5357-8756-9

定 价: 95.00 元

(版权所有·翻印必究)

丘成桐中学数学奖 开幕辞

国之将兴，必有英豪。国之永祚，必有贤良。策划筹谋，创新除旧，存亡继绝，尊老扶幼。是故古之王者，有求贤之诏，征非常之士，以成非常之功也。

方今天下扰扰，国竞民争，以智为经，以力为纬，谋诈四起，科技是用。天命中国，和平崛起，仁道至诚，礼义是敬。唯我先祖，创作发明。造纸指南，火药印刷。奠基文明，引领世界。至于筹学九章，历法天文，实开筹学之先河。改革至今，已历二纪。青苗茁壮，太空飞翔。鸟巢水方，京师竞技。诗云：周虽旧邦，其命维新，其此之谓乎。

俊秀子弟，既有报国拳拳之心，创新立业之志。士子敢不竭力，培育后进。筹算乃科学之基，特选拔中学生有创见者，颁以奖章，以示鼓励。



丘成桐



陈东升

青少年是国家与民族繁荣昌盛的未来和希望。从华人学子中发掘培养中国未来的数学人才是我们共同的心愿。丘成桐中学数学奖的设立旨在激发全球华裔中学生对于数学研究的兴趣和创造力，培养有前途的年轻数学人才，并增进海内外华人中学生的了解和友谊。

本届丘成桐中学数学奖共有逾六百支队伍参赛，参赛作品多有新颖独特的想法和独到的见解，可见华人中学生亦极富创新精神。这亦是我们所喜闻乐见的。我们盼望往后每一届丘成桐中学数学奖均能发掘出更多具有才华的年轻学子。

最后，我们要感谢中国科学院、浙江大学、清华大学、丘成桐中学数学奖评审委员会对丘成桐中学数学奖的大力支持与协助。同时，我们也衷心祝贺是届得奖者，盼望你们能为未来中国本土的数学发展作出贡献。

丘成桐 教授

清华大学数学科学中心主任

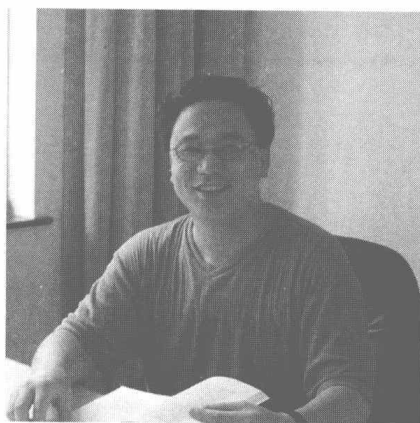
浙江大学数学科学研究中心主任

中国科学院晨兴数学中心主任

陈东升 先生

泰康人寿保险股份有限公司

董事长兼 CEO



刘克峰

丘成桐中学数学奖的宗旨是鼓励研究与创新，希望从中学开始来逐步改善中国数学教育过分注重考试的环境。丘成桐先生与国内外一流大学的许多著名数学家，在泰康人寿的支持下，为此付出了大量的时间和精力。第四届丘成桐中学数学奖共有来自海内外近两百所中学的六百多支队伍报名参赛，其中部分参赛队伍来自美国、加拿大、新加坡、越南等海外地区。参赛论文的质量和水平都比去年有很大的提高，评委教授们认为有些论文甚至达到了国内硕士论文的水平。参赛队员们的素质和表现令人耳目一新，展示出了华人青少年的精神面貌和创新能力。他们是中国数学未来的希望。经过三轮激烈的角逐，共有17份较为优秀的论文进入最后的答辩。所有选出的论文都经过公示，并送交同行专家仔细评阅。国内外有近百名著名数学家参与了第四届丘成桐中学数学奖的辅导及评审工作，这些优秀的论文就是对他们辛勤工作最好的回报。

国内外许多著名学府，如哈佛、斯坦福、清华大学、浙江大学等，都对丘成桐中学数学奖给予了越来越密切的关注，前三届获奖学生也大都由国内外名校录取。丘成桐中学数学奖正在成为未来一流科学家的摇篮。感谢泰康人寿的大力支持，感谢在这一年中为丘成桐中学数学奖付出巨大努力的老师、同学和秘书们，感谢关注和支持丘成桐中学数学奖的社会各界的朋友们。

刘克峰

2011年12月19日

顾问

David C. Chang	纽约理工大学校长
潘云鹤	中国工程院常务副院长
Henry Pinkham	哥伦比亚大学文理学院院长
杨 卫	浙江大学校长
杨祖佑	加州大学圣巴巴拉分校校长
张 曦	浙江大学党委书记
Robert Zimmer	芝加哥大学校长

组织委员会

- 主 席：**丘成桐（清华大学数学科学中心主任、浙江大学数学科学研究中心主任、中国科学院晨兴数学中心主任）
- 名誉主席：**陈东升（泰康人寿保险股份有限公司董事长兼 CEO）
- 副 主 席：**郑绍远（香港科技大学理学院院长）
- 委 员：**程崇庆（南京大学副校长、研究生院院长）
- 洪家兴（复旦大学数学科学学院首任院长、中国科学院院士）
- 刘克峰（加州大学洛杉矶分校教授、浙江大学数学中心执行主任）
- 潘日新（加州大学河滨分校教授）
- 许洪伟（浙江大学数学中心副主任）
- 杨 乐（中国科学院数学与系统科学研究院首任院长、中国科学院院士）
- 朱熹平（中山大学数学与计算科学学院院长）
- 郑 燕（泰康人寿保险股份有限公司品牌传播部总经理）
- 韩 堃（泰康人寿保险股份有限公司品牌顾问）

国内委员会

刘克峰（主席）	加州大学洛杉矶分校教授、浙江大学数学中心执行主任
蔡文端	加拿大多伦多大学教授
洪家兴	复旦大学数学科学学院首任院长、中国科学院院士
胡 森	中国科学技术大学教授
潘日新	加州大学河滨分校教授
季理真	美国密歇根大学教授、浙江大学数学中心光彪特聘教授
林长寿	台湾大学教授
王跃飞	中国科学院数学与系统科学研究院副院长
王仁宏	大连理工大学数学科学研究所所长
肖 杰	清华大学数学系主任
杨 乐	中国科学院晨兴数学中心副主任、中国科学院院士
张英伯	北京师范大学数学科学学院教授、中国数学会普及委员会理事长
张镇华	台湾大学数学系主任
郑绍远	香港科技大学理学院院长
朱熹平	中山大学数学与计算学院院长

国际委员会

丘成桐（主席）	清华大学数学科学中心主任、浙江大学数学科学研究中心主任、中国科学院晨兴数学中心主任
Jorgen Ellegaard Andersen	丹麦奥胡斯大学教授
Huai-Dong Cao（曹怀东）	美国里海大学教授
Man-Duen Choi（蔡文端）	多伦多大学教授
Shiu-Yuen Cheng（郑绍远）	香港科技大学理学院院长
Charles Doran	加拿大阿尔伯塔大学教授
Jun Liu（刘军）	哈佛大学教授
Regina Liu（刘月琴）	美国罗格斯大学教授
Kefeng Liu（刘克峰）	加州大学洛杉矶分校教授、浙江大学数学中心执行主任
William Meeks	美国马萨诸塞大学教授
Duong H. Phong	美国哥伦比亚大学教授
Henrik Pedersen	南丹麦大学科技学院院长
Min Ru（汝敏）	美国休斯敦大学教授
Kenneth A. Ribet	美国加利福尼亚大学伯克利分校教授
Mark Stern	美国杜克大学教授
Xujia Wang（汪徐家）	澳大利亚国立大学教授
Zhouping Xin（辛周平）	香港中文大学教授
Deane Yang（杨鼎）	纽约大学理工学院教授

顾问

路甬祥	中国科学院院长
潘云鹤	中国工程院常务副院长
David C. Chang	纽约理工大学校长
杨祖佑	加州大学圣巴巴拉分校校长
陈繁昌	香港科技大学校长
顾秉林	清华大学校长、中国科学院院士
郭 雷	中国科学院数学与系统科学研究院院长
杨 乐	中国科学院数学与系统科学研究院首任院长、中国科学院院士
石钟慈	中国科学院院士
姚期智	清华大学教授、美国科学院院士
徐匡迪	中国工程院院长

组织委员会

- 主 席：**丘成桐（清华大学数学科学中心主任、浙江大学数学科学研究中心主任、中国科学院晨兴数学中心主任）
- 名誉主席：**陈东升（泰康人寿保险股份有限公司董事长兼 CEO）
- 副 主 席：**陈繁昌（香港科技大学校长）
- 委 员：**郭 雷（中国科学院数学与系统科学研究院院长）
李大潜（中国科学院院士、复旦大学数学系教授）
王仁宏（大连理工大学数学科学研究所所长）
袁亚湘（中国科学院教授）
许跃生（中山大学数学与计算科学学院讲座教授、千人计划学者）
白重恩（清华大学经济系系主任）
刘克峰（加州大学洛杉矶分校教授、浙江大学数学中心执行主任）
陈宜良（国立台湾大学数学系教授）
陈汉夫（香港中文大学数学系讲座教授）
郑 燕（泰康人寿保险股份有限公司品牌传播部总经理）
韩 堃（泰康人寿保险股份有限公司品牌顾问）

国内委员会

陈汉夫 (主席)	香港中文大学数学系讲座教授
郭 雷	中国科学院数学与系统科学研究院院长
李大潜	中国科学院院士、复旦大学数学系教授
王仁宏	大连理工大学数学科学研究所所长
袁亚湘	中国科学院教授
许跃生	中山大学数学与计算科学学院讲座教授、千人计划学者
白重恩	清华大学经济系系主任
许洪伟	浙江大学数学科学研究中心副主任
陈宜良	国立台湾大学数学系教授
柏兆俊	加州大学戴维斯分校计算机系、数学系教授
沈佐伟	新加坡国立大学数学系杰出教授
张绍良	名古屋大学计算科学与工程系教授
林文伟	台湾国立清华大学教授
曾云波	清华大学数学科学系教授、博导
宋永忠	南京师范大学校长
周迅宇	牛津大学数理金融研究所主任

国际委员会

丘成桐 (主席)	清华大学数学科学中心主任、浙江大学数学科学研究中心主任、中国科学院晨兴数学中心主任
Raymond Honfu Chan (陈汉夫)	香港中文大学数学系讲座教授
Tony F. Chan (陈繁昌)	香港科技大学校长
Thomas Yizhao Hou (侯一钊)	美国加州理工学院教授
Jill Mesirov	美国哈佛-麻省理工的博德研究中心教授
Per Mykland	美国芝加哥大学教授
Chi-Wang Shu (舒其望)	布朗大学应用数学系主任
Zuowei Shen (沈佐伟)	新加坡国立大学教授
Mikhail Smirnov	美国哥伦比亚大学教授
Yinyu Ye (叶荫宇)	美国斯坦福大学教授
Hongyu Zhao (赵宏宇)	美国耶鲁大学教授

数学科学在当今国际科技和人才竞争力方面具有突出的地位，在与人类日常生活有关的科学技术中的应用也日趋广泛。我们相信，为了更好地适应未来社会的挑战，青少年应该拥有良好的数学教育。国际上很早就倡导尽可能早地培养学生的科研创新能力，并为此设奖鼓励更多的人参与进来。比如在美国，与数学有关的面向高中生科研成果的“西屋科技奖”（Siemens Westinghouse Science and Technology Competition），这个奖项不同于普通的数学竞赛，而是注重创新与实践，鼓励团队精神，极大地促进了美国高中生、大学生的科研热情，许多获奖者后来都成为著名的科学家。据统计，“西屋科技奖”（现更名为“英特尔科技奖”）得主中有 5 位后来成为诺贝尔科学奖获得者，27 人当选为美国科学院院士。

任何科技发展都不能缺乏数学作为根基，数学在科技年代，地位日益重要。为鼓励华人数学研究和教育发展，激发全球华人青少年对数学的兴趣，并及早发掘与培养全世界的华人数学英才，国际数学大师丘成桐教授提出举办一个中学生数学比赛，希望通过专题研究，培养新一代中学生的数学素养，引发青年人探索知识的兴趣及提升他们的创新能力。

泰康人寿保险股份有限公司董事长陈东升先生对丘成桐教授的想法给予全面的赞赏和大力的支持。丘成桐教授与陈东升先生在北京、杭州多次会面商谈设立中学生数学奖的具体事宜，最终决定由双方协作配合，联合设立“丘成桐中学数学奖”。

泰康人寿保险股份有限公司多年来一直将“回馈社会，奉献爱心”作为企业发展的准则，积极组织、发起和参与了多项社会公益活动，曾荣获“搜狐 2006 新视角高峰论坛”颁发的“最佳社会公益奖”。

“丘成桐中学数学奖”将借鉴和采用“西屋科技奖”的组织与选拔模式，强调创新与团队精神，面向全球的华人中学生。我们将通过全国主流新闻媒体向社会广泛宣传报道，并努力将“丘成桐中学数学奖”打造成为拥有国际知名度与良好社会效应的青少年科技奖项。

2007 年 12 月 19 日，“丘成桐中学数学奖”签约仪式暨新闻发布会于第四届华人数学家大会期间在杭州举行；2008 年 3 月 26 日，在北京举办隆重的启动仪式。前三届颁奖仪式已分别于 2008 年 10 月、2009 年 12 月和 2010 年 12 月在北京举行。为了提升同学对应用数学科学的兴趣及研究能力，去年起新加了应用数学科学奖。第四届丘成桐中学数学奖暨第二届丘成桐应用数学科学奖颁奖仪式将于 2011 年 12 月 19 日在海南三亚举行。

本届全国总决赛，丘成桐中学数学奖和丘成桐应用数学科学奖面向全球的华裔中学生数学团队，设立奖项如下：

- (1) 各设金奖一名，每队奖励 15 万元；
- (2) 各设银奖一名，每队奖励 10 万元；
- (3) 各设铜奖约三名，每队奖励 6 万元；
- (4) 数学奖设优胜奖约五名，每队奖励 3 万元。

对成绩特别优秀的青少年数学团队，可授予特等奖。由评审委员会书写评语，在报考国内外著名大学时推荐优先录取获奖学生。相应奖金的 30% 用于颁发给获奖学生的指导教师和所在学校。另外不定期设立“保险精算师大奖”，奖励金融数学、经济学方面最优秀的研究报告，并颁发证书。

历届丘成桐中学数学奖成果

往届丘成桐中学数学奖部分获奖中学生升学情况：

- 经推荐，中国人民大学附中学生马悦然同学赴美国哈佛大学深造；
- 经推荐，中国人民大学附中学生曾天同学赴美国哈佛大学深造；
- 经推荐，美国米尔顿高中学生法赞·瓦发同学赴美国哈佛大学深造；
- 经推荐，美国自由高中学生本杰明·卡芙同学赴美国麻省理工学院深造；
- 经推荐，美国芝加哥实验学校学生赵琳达同学赴美国普林斯顿大学深造；
- 经推荐，美国多斯普布罗斯高中学生戴安琪同学赴美国普林斯顿大学深造；
- 经推荐，中国人民大学附中学生靳兆融同学赴美国加州理工大学深造；
- 经推荐，美国多斯普布罗斯高中学生金·卡罗琳同学赴美国加州理工大学深造；
- 经推荐，杭州外国语中学学生傅雨迪同学赴美国布朗大学深造；
- 经推荐，新加坡国立大学附属数理中学学生李昂同学赴美国杜克大学深造；
- 经推荐，美国多斯普布罗斯高中学生金·约翰同学赴美国约翰·霍普金斯大学深造；
- 经推荐，广东广雅中学学生黎晓旻同学赴美国佐治亚理工学院深造；
- 经推荐，新加坡国立大学附属数理中学学生王琪同学赴英国伦敦大学深造。

此外，一批获奖同学被保送到清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学、香港科技大学等国内名校深造。

- 2009年9月，《第一届丘成桐中学数学奖获奖论文集》由高等教育出版社出版；
- 2010年12月，《第二届丘成桐中学数学奖获奖论文集》由湖南科学技术出版社出版；
- 2011年12月，《第三届丘成桐中学数学奖获奖论文集》由湖南科学技术出版社出版。

丘成桐先生是当今最伟大的数学大师、国际著名教育家。1949年生于广东汕头，1971年获美国伯克利加州大学博士学位。丘成桐先生同时获得了菲尔兹奖、沃尔夫奖、克莱福特奖、美国国家科学奖等国际顶级科学大奖。同时获得菲尔兹奖、沃尔夫奖、克莱福特奖这三项大奖的全世界迄今仅有丘成桐和比利时数学家德利涅两人，而同时获得这四项大奖的全世界迄今仅丘成桐一人。丘成桐先生是美国科学院院士、俄罗斯科学院院士、意大利科学院院士、中国科学院院士、台湾中研院院士。他解决了卡拉比猜想、正质量猜想等一批世界难题，对数学、物理、计算机图形学等众多学科领域产生了深刻影响。丘成桐先生是当今最重要的数学分支“几何分析学科”的主要奠基人，他领导的几何分析创新团队为解决世纪难题“庞加莱猜想”作出了极其重要的贡献。近年来他领导的高新科技团队运用数学、计算机和光学原理成功研制了三维高精度照相机，并荣获2010年全美亚裔工程奖杰出科技奖，受到了奥巴马总统的祝贺。他指导培养了一大批国际顶尖数学人才，有的已当选为美国、澳大利亚等国的国家科学院院士。

改革开放以来，丘成桐先生先后一百多次回国工作，领导科学研究、人才培养和学术活动。丘先生领导的大陆学术团队取得了令人瞩目的研究成果，荣获了世界华人数学家最高奖“晨兴数学金奖”等重大科技奖项；培养了一百多位优秀博士生、博士后，创办了丘成桐数学英才班，为中国顶尖数学人才培养提供了新的思路；他领导举办了世界华人数学家大会、弦理论国际会议等200多个重大学术活动，创办了丘成桐中学数学奖、丘成桐大学生数学竞赛、新世界数学奖、晨兴数学奖，在国内出版了《微分几何》、《调和映照讲义》等专著，创办了《数学与人文》、《数学与数学人》科普丛书，并向国内高校和科研机构捐赠了大批图书资料。他为中国的人才培养、科学研究、学术交流乃至祖国统一大业作出了巨大贡献，赢得了国际学术界和社会各界的高度赞誉。为此，荣获了国务院颁发的中华人民共和国国际科技合作奖。党和国家领导人先后多次亲切会见了丘成桐先生。

泰康人寿保险股份有限公司系 1996 年 8 月 22 日经中国人民银行总行批准成立的全国性、股份制人寿保险公司，公司总部设于北京。自成立以来，泰康人寿一直重视公司治理结构的不断完善。2000 年 11 月，全面完成经国务院同意、保监会批准的外资募股工作，建立了国际化的公司治理结构。

在以董事长兼首席执行官陈东升为核心的专业化、国际化的管理团队领导下，泰康人寿发展迅速。截至 2011 年 6 月 30 日，泰康人寿总资产近 3300 亿元，净资产超 140 亿元，偿付能力充足率超 173%，半年利润超 15 亿元。2011 上半年，泰康人寿继续强化风险管控，深化结构调整和资源整合，坚持以价值为核心的内涵式发展模式，实现业务稳健成长，半年保费规模超 507 亿元。泰康人寿目前已在全国设立了北京、上海、湖北、山东、广东等 35 家分公司，270 家中心支公司，拥有 4500 多家各级服务机构，形成了完整的服务网络。泰康人寿多年来累计服务过的个人和机构客户超 6100 万，累计理赔近 773 万人次、累计理赔金额近 72 亿元。2009~2010 年，泰康人寿连续两年荣列“中国企业 500 强”百强企业。

2006~2007 年，经保监会批准，泰康人寿先后设立了泰康资产管理有限责任公司和泰康养老保险股份有限公司两家子公司。泰康资产是国内资本市场大型机构投资者之一，其综合投资收益率连续八年保持领先优势，并连续四年蝉联“21 世纪金贝奖”最佳资产管理团队大奖。泰康养老与泰康资产拥有企业年金受托人、账户管理人、投资管理人三项资格，形成了“三位一体”的企业年金服务体系，曾荣获“第一财经金融价值榜”最佳市场竞争力养老金公司殊荣。2011 上半年，泰康养老取得了业务规模和价值增长的双重突破，年金签约突破 70 亿元，到账突破 50 亿元。2009 年 11 月 19 日，经保监会批准，泰康人寿获得中国保险行业第一个养老社区投资试点资格。2010 年 3 月，泰康之家投资有限公司正式成立，目前正稳步推进位于北京、上海、海南等地的养老社区建设项目。

十五载耕耘中国梦，百年路基业永长青。面向未来，泰康人寿将坚持深耕寿险产业，建立人寿保险、健康保险、企业年金、资产管理和养老社区五大核心业务板块，为广大客户提供“从摇篮到天堂”持续一生的全方位金融保险服务。

备注：2011 年主要财务数据按《企业会计准则解释第 2 号》实施后口径统计，且未经审计。

东部赛区

华东师范大学第二附属中学

Euler-Maclaurin 公式的推广及其应用

参赛队员：景琰杰 指导老师：施洪亮

浙江大学附属中学

数独的计数、分类与图案设计

参赛队员：李梦鸽 指导老师：李刚豪、杨一超

江苏省苏州市第十中学

关于错排问题的思考与讨论

参赛队员：钱忻祺、于浩佳 指导老师：吉剑锋

北部赛区

东北育才中学

经典趣题“老鼠与毒药问题”的推广研究

参赛队员：白天衣、项思陶 指导老师：张 雷

北京十一学校

三次函数切割线的斜率关系

参赛队员：曾文远 指导老师：潘国双

辽宁省鞍山市第一中学

拓扑和的推广

参赛队员：夏铭辰 指导老师：张继红

南部赛区

深圳中学

存在一个非 Van Douwen 极大几乎不相交族

参赛队员：何卓东 指导老师：张承宇

广东省实验中学

树的模染色数

参赛队员：王家林、源洁莹 指导老师：郭卫东

安徽省合肥市 168 中学

裴蜀定理的加强证明

参赛队员：丁宇堃 指导老师：孙文海

中部赛区

河南省实验中学

曲线的拆解

参赛队员：汪 晗、刘婧孜、宋 晨 指导老师：李新德

郑州第八中学

树枝的分形

参赛队员：王佳瑞、李明哲、梁 栋 指导老师：刘正峰

郑州一高

基于防雷接地需求的土壤结构模型研究

参赛队员：李豆豆 指导老师：曹恒阁

海外赛区

美国 Sidwell Friends Upper School

Shock Profile for Gas Dynamics in Thermal Nonequilibrium

参赛队员：Wang Xie 指导老师：Luo Tao