



中国青少年

科技竞赛项目评估及国际比较研究

ZHONG GUO QING SHAO NIAN
KE JI JING SAI XIANG MU PING GU JI GUO JI BI JIAO YAN JIU

胡咏梅 李冬晖 薛海平 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



中国青少年

科技竞赛项目评估及国际比较研究

ZHONGZHONGSHI SHAO NIAN
KE JI JING SAI KE JI JING SAI GUO JI GUO JI BI JIAO YAN JIU

胡咏梅 李冬晖 薛海平 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国青少年科技竞赛项目评估及国际比较研究 / 胡咏梅, 李冬晖, 薛海平著. —北京: 北京师范大学出版社, 2012.6
ISBN 978-7-303-14307-8

I. ①中… II. ①胡… ②李… ③薛… III. ①青少年—科学技术—竞赛—项目评价—中国 ②青少年—科学技术—竞赛—对比研究—中国、国外 IV. ①N4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 056525 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子邮箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 170 mm × 230 mm
印 张: 20.25
字 数: 359千字
版 次: 2012年6月第1版
印 次: 2012年6月第1次印刷
定 价: 32.00 元

策划编辑: 胡 宇 责任编辑: 岳昌庆 胡 宇
美术编辑: 毛 佳 装帧设计: 天之赋
责任校对: 李 菡 责任印制: 李 啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

目 录

CONTENTS

第 1 章 导 论	1
1.1 研究背景、问题及意义	1
1.2 研究方法与分析框架	3
1.3 样本分布	5

第 2 章 中国青少年科技竞赛项目发展 历史与现状	7
2.1 中国青少年科技竞赛项目发展历史	7
2.2 中国青少年科技竞赛主要项目介绍	9
2.3 中国青少年科技竞赛项目特点	14

第 3 章 中国青少年科技竞赛活动发展 状况统计分析	16
3.1 2004~2009 年全国青少年科技创新大 赛活动发展状况	17
3.2 早期科技竞赛获奖者基本信息统计	26
3.3 正式调研样本学生参赛分布状况	39

第 4 章 中国高中生参与科技竞赛情况及 影响分析	56
4.1 参赛目的	57
4.2 参赛影响	60
4.3 获得广义科学知识的渠道	67

4.4	职业支持与职业选择	71
4.5	科学兴趣和科学价值观	77
4.6	主要结论	81

第5章 中国高中生科学素质测评及科技 竞赛影响效应评估 83

5.1	青少年科学素养测评工具研发及质量 分析	83
5.2	中国高中生科学素质现状及差异分析	98
5.3	中国高中生科学素质影响因素分析	113
5.4	科技竞赛对我国高中生科学素质的影 响效应评估	127

第6章 青少年科技竞赛对科技创新人 才成长影响的个案研究——兼 论科技创新后备人才培养 139

6.1	引言	139
6.2	科技竞赛对科技创新人才成长的影响	141
6.3	科技创新人才成长的启示	147
6.4	结论	155

第7章 青少年科技竞赛项目的国际比较 研究 202

7.1	引言	202
7.2	文献综述及分析框架	204
7.3	中外青少年科技竞赛项目的比较分析	209
7.4	我国青少年科技竞赛项目改进建议	233

附 录	237
附录 1: 科学素质、科学兴趣和价值观分数 转换方法简介	237
附录 2: 高中生参与科技竞赛活动及相关背 景信息调查问卷	239
附录 3: 学校青少年科技竞赛组织和管理情 况调查问卷	250
附录 4: 青少年科技竞赛省级组织和管理情 况的调查问卷	255
附录 5: 参加国家数学奥林匹克竞赛学生访 谈(一)	261
附录 6: 参加国家数学奥林匹克竞赛学生访 谈(二)	264
附录 7: 参加国家化学奥林匹克竞赛学生访 谈	267
附录 8: 参加国家物理奥林匹克竞赛学生访 谈	271
附录 9: 参加“明天小小科学家”奖励活动 学生访谈(一)	275
附录 10: 参加“明天小小科学家”奖励活动 学生访谈(二)	277
附录 11: 参加国家数学奥林匹克竞赛学生家 长访谈(一)	280
附录 12: 参加国家数学奥林匹克竞赛学生家 长访谈(二)	283
附录 13: 四川成都市某中学管理者访谈	286
附录 14: 湖北武汉市某中学管理者访谈	294
附录 15: 甘肃天水市某县中学科技竞赛主管 教师访谈	298
附录 16: 福建福州市某中学科技竞赛主管教 师访谈	301
参考文献	305

第 1 章 导 论

1.1 研究背景、问题及意义

面对世界科学技术飞速发展、知识经济已现端倪，国力竞争日趋激烈的国际形势，各国政府都非常重视科技创新后备人才的选拔与培养工作，西方发达国家和国际组织自 20 世纪中叶开始陆续开展了许多针对青少年的科技竞赛活动，如美国的科学人才选拔赛 (Science Talent Search, STS, 始于 1942 年)、英特尔国际科学与工程大奖赛 (Intel International Science and Engineering Fair, Intel ISEF, 始于 1950 年)、美国 MSP 中学项目竞赛 (Middle School Program, 始于 1999 年)、美国 FIRST 系列机器人竞赛 (For Inspiration and Recognition of Science and Technology, 包括针对 6~14 岁青少年的始于 1998 年的 FLL 竞赛、针对高中学生的始于 1992 年的 FTC 和 FRC 竞赛)、头脑奥林匹克竞赛 (OM, 始于 1976 年)、欧盟的科技奥赛 (European Union Science Olympiad, EUSO, 始于 2003 年) 以及瑞典的斯德哥尔摩青少年水奖竞赛 (始于 1997 年)，等等。开展这些青少年科技竞赛活动的目的主要有三个方面：一是通过科技竞赛激发和挑战天才学生，开发他们个人的才智；二是推动科学事业的发展，吸引和鼓励更多的青少年立志从事科学事业；三是促进国内、国际青少年间的科技交流，推进和提高各国的科学教育水平。

我国青少年科技竞赛活动经过 30 年的不断发展和完善，已初步形成以全国青少年科技创新大赛 (China Adolescents

Science & Technology Innovation Contest, CASTIC, 始于1982年)、“明天小小科学家”奖励活动(Awarding Program for Future Scientists, APFS, 始于2000年)、中国青少年机器人竞赛(China Adolescent Robotics Competition, CARC, 始于2001年)以及全国中学生五项学科奥林匹克竞赛活动(物理、化学和信息学奥赛始于1984年, 数学奥赛始于1986年, 生物学奥赛始于1992年)为四大品牌的科技竞赛体系。这些竞赛活动的开展显著提升了我国青少年的科学素质, 增强了青少年的科学兴趣, 促使青少年形成了良好的科学态度和价值观。

作为以上四项赛事的主办单位之一, 中国科协青少年科技活动中心不断探索适应我国基础教育改革和全面实施素质教育形势下的青少年科技教育活动体系, 改革与完善各项赛事的组织与管理体系, 积极推进竞赛项目的信息化、科学化管理。而且, 青少年科技创新大赛活动已经开展近三十年, 中学生学科奥赛也有二十多年历史, “明天小小科学家”奖励活动也已经举办了10届, 所以急需建立重要竞赛项目的监测和评价体系, 以便及时诊断各项竞赛活动举办中的问题, 定期评估竞赛项目在选拔和发现具有科学研究潜质的优秀青少年、提高广大青少年科学素质、激发和增强青少年科学兴趣、鼓励优秀青少年立志从事科学事业等方面的作用。

本研究试图回答以下问题:

1. 我国青少年科技竞赛活动发展状况如何?
2. 目前我国高中生参与科技竞赛的主要目的有哪些? 参赛能否提升高中生的科学素质和创新能力? 参赛对高中生的科学兴趣、科学态度和价值观的影响程度有多大? 竞赛获奖能否激励优秀高中生立志从事科学研究事业?
3. 我国高中生科学素质水平如何? 影响高中生科学素质的关键因素有哪些? 科技竞赛对高中生科学素质的影响效应有多大?
4. 青少年科技竞赛对科技创新人才成长的重要作用有哪些? 科技创新人才成功的内因和外因是什么?
5. 如何改进我国青少年科技竞赛项目的审查机制、筛选机制和激励机制?

本研究工作是我国首次对全国青少年科技创新大赛、“明天小小科学家”奖励活动以及全国中学生五项学科奥林匹克竞赛活动进行项目评估, 也是首次对全国部分省区高中生进行大规模的科学素质测评。竞赛项目评估工具的研发, 为今后定期科学评估青少年科技竞赛项目影响力提供了质量较高的测评工具。此外, 本研究建构了国内主要赛事与国外赛事的比较框架, 并在此基础上提出改进我国青少年科技竞赛项目机制的若干参考性建议。

1.2 研究方法与分析框架

1.2.1 研究方法

研究主题在于评估青少年科技竞赛项目及对竞赛项目作国际比较,因而本研究主要采用项目评估的方法和比较研究方法。具体来说,采用问卷调查方法对我国青少年科技竞赛发展状况、高中生参与科技竞赛的情况进行统计分析;采用编制的青少年科学素质测评试卷对部分参赛高中生进行科学素质测评,并依据经典测量理论和现代测量理论(项目反应理论)对测评工具进行质量分析;采用两水平回归模型分析影响高中生科学素质的因素,并采用倾向得分匹配法评估科技竞赛在提升学生科学素质中的作用;采用个案研究方法探索科技创新人才成长规律,揭示科技竞赛对其成长的影响;采用比较研究和理论分析方法对我国青少年科技创新大赛、“明天小小科学家”奖励活动与英特尔国际科学与工程大赛、美国科学人才选拔赛进行对比分析,提出改进我国青少年科技竞赛项目的参考性建议。

1.2.2 分析框架

研究分为两大部分:一是关于青少年科技竞赛项目评估;二是青少年科技竞赛项目国际比较研究。青少年科技竞赛项目评估从以下四个方面来考查:1. 我国青少年科技竞赛活动发展状况统计分析;2. 高中生参与科技竞赛情况及影响分析;3. 高中生科学素质测评及科技竞赛影响效应评估;4. 青少年科技竞赛对科技创新人才成长影响的个案研究。青少年科技竞赛项目的国际比较研究主要是对我国青少年科技创新大赛、“明天小小科学家”奖励活动与英特尔国际科学与工程大赛、美国科学人才选拔赛进行比较,从竞赛项目基本情况、竞赛审查机制、筛选机制以及激励机制等方面开展比较研究。具体分析框架参见图 1-1。

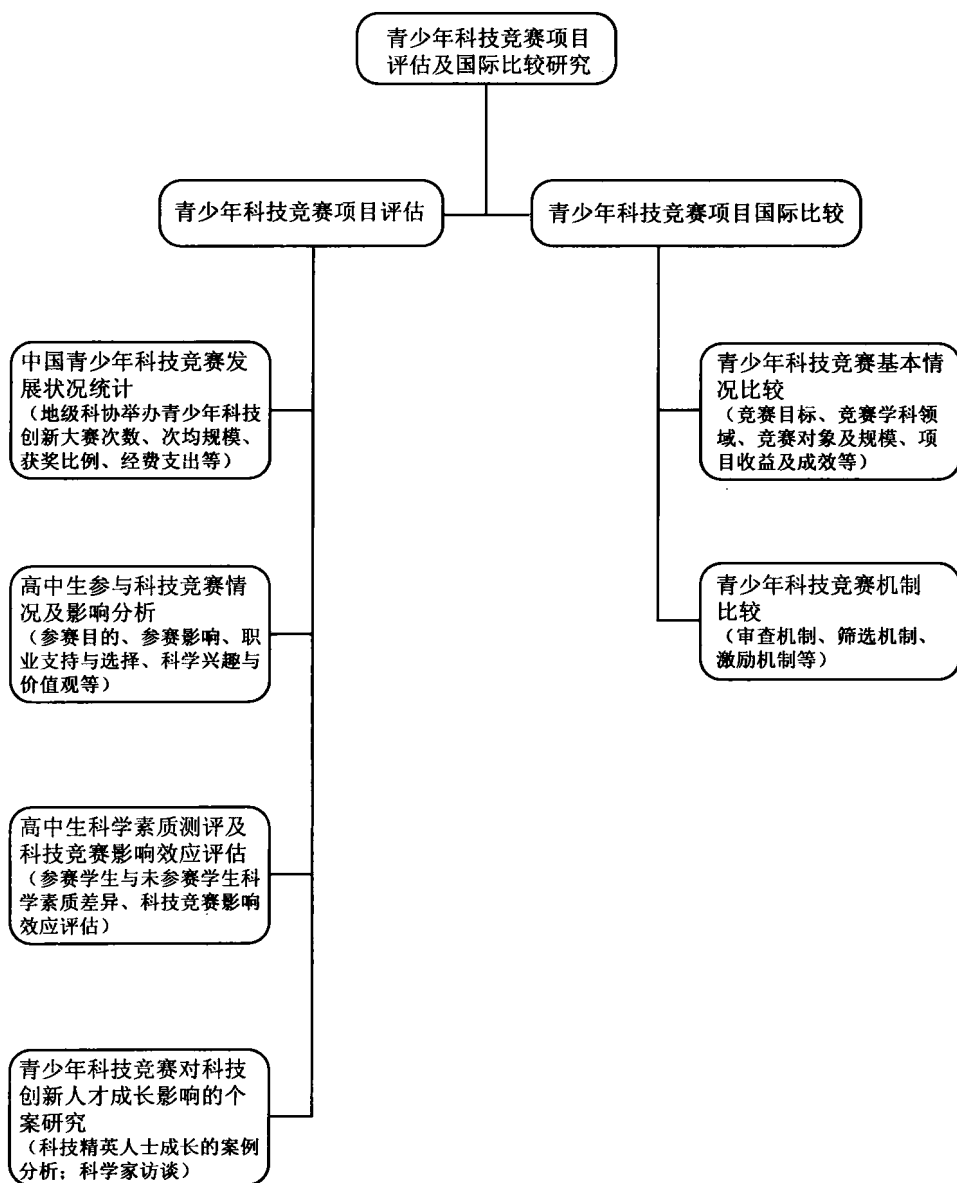


图 1-1 分析框架

1.3 样本分布

为了评估青少年科技竞赛项目^①对我国高中生科学素质的影响,我们于2010年4~5月,先后对辽宁、湖北、四川、福建和甘肃五省部分高中学生进行了科学素质测评和问卷调查。此外,对参加2010年五项学科奥林匹克竞赛国家集训队、数学和信息学科奥赛冬令营或选拔赛观摩学生以及“明天小小科学家”奖励活动决赛学生(统称为集训队样本,下同)的学生也同样进行了调研。

本研究正式调研有效样本学生3 056名,其中五省调研有效样本学生2 497名,集训队有效样本学生559名。总样本分布状况参见表1-1。由此表知,来自西部的样本学生比例最大(45.9%),来自中部的样本学生比例最低(22.7%)。这与我们在西部甘肃选取了两个城市(一个是省会城市,另一个是一般城市)调研有关,其他四省均只选取了省会城市。来自省会城市的样本学生比例最大(77.2%),县级市比例最低(9.4%)。来自省级示范性高中的样本学生比例最大(62.4%),其次为来自市级示范性中学的样本学生比例(15.8%),来自非示范性中学的样本学生比例最低(10.4%)。尽管我们是在每个城市各选择了一所普通高中和一所示范性高中,但由于示范性高中规模通常比普通高中大,而且集训队样本中来自省级示范性高中的学生比例过大,导致总样本中省级示范性高中的样本学生比例相对较高。来自重点班或实验班样本学生比例(55%)比普通班比例(45%)略高。我们在每所中学高一和高二年级各选择一个重点班(或实验班)和一个普通班,因而两者比例相差不大。样本中男生比例(62%)显著高于女生(38%),这可能与选择的省级重点中学比例过大有关,女生进入省级示范性中学的比例很可能明显低于男生,另外集训队样本中女生比例(13.3%)远低于男生(86.7%)也是造成这一结果的重要原因。样本中汉族学生比例为97%,远远高于少数民族学生比例(3%),这主要是与我们调研的城市均不属于少数民族聚居地区有关。

① 为简便起见,本书中多数情形将青少年科技创新大赛、“明天小小科学家”奖励活动与五项学科奥林匹克竞赛统称为青少年科技竞赛,仅在考查不同类型竞赛学生分布时将前两种竞赛称为科技竞赛,后一种竞赛称为学科竞赛。

表 1-1 总样本分布状况

分类		学生数 ^①	百分比
地区 ^②	东部	945	31.4%
	中部	684	22.7%
	西部	1 387	45.9%
	合计	3 016	100%
学校所在地 ^③	省会城市	2 313	77.2%
	一般城市	401	13.4%
	县城	281	9.4%
	合计	2 995	100%
是否重点校 ^④	省级重点	1 873	62.4%
	市级重点	475	15.8%
	县级重点	343	11.4%
	非重点校	313	10.4%
	合计	3 004	100%
是否重点班	重点班或实验班	1 548	55.0%
	普通班	1 267	45.0%
	合计	2 815	100%
性别	男	1 861	62.0%
	女	1 142	38.0%
	合计	3 003	100%
民族	汉族	2 922	97.0%
	少数民族	89	3.0%
	合计	3 011	100%

① 学生数不包括缺失值，故学生所占比例为有效比例。

② 所属地区分为东中西部，根据样本分布实际情况，本文东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南；中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南；西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、宁夏、新疆、广西。

③ 学校所在地分为省会城市、一般城市、县城三类。

④ 重点校是指各不同级别的示范校，本研究将是否重点校分为省级重点、市级重点、县级重点和非重点校，如省级重点校为省级示范校。

第2章 中国青少年科技竞赛项目 发展历史与现状

2.1 中国青少年科技竞赛项目发展历史

1978年是当代中国历史上极为重要的一年。中国政府为了解放和发展社会生产力,实现四个现代化,开始实施改革开放政策。十年“文化大革命”使中国社会生产力发展缓慢,科技教育落后,科技后备人才面临短缺局面。1978年3月在北京召开的全国科学大会上,中国一些著名科学家和科普工作者为解决科技后备人才短缺问题,筹划通过举办各类科普活动,加速培养青少年科技后备人才。1979年10月3日,由中国科协、教育部、国家体委和共青团中央联合举办了“首届全国青少年科技作品展览”(以下简称“青科展”)。结合“青科展”模式所体现的有益经验,全国青少年科技活动领导小组开始筹备组织“全国青少年发明创造比赛和科学讨论会”。1982年8月12日,第一届全国青少年发明创造比赛和科学讨论会在上海举行,以后每两年举办一次。2000年,此竞赛活动更名为全国青少年科技创新大赛,2002年竞赛改为每年举办一届^①。

举办青少年科技竞赛项目的意义正如中国科协名誉主席、中国科学院前院长周光召在第八届全国青少年发明创造比赛和科学讨论会闭幕暨颁奖大会上讲话所指出的:“从小培养青

^① 翟立原. 中国青少年科技创新大赛的发展历史[J]. 科普研究, 2008(4): 11-14.

少年的科学想象力和技术创新能力，学习用辩证唯物主义、历史唯物主义的科学的世界观和方法论去认识世界和解决问题，这对于造就一支宏大的、具有较高思想道德素质和科学文化素质的科技战线后备队伍具有重要意义。”

跨入新世纪，在“科教兴国”和“人才强国”的战略指导下，青少年科技竞赛项目有了更优越的社会环境，各级政府和社会各界为青少年科技竞赛项目的蓬勃发展提供了越来越多的支持。全国中学生五项学科奥林匹克竞赛、“明天小小科学家”奖励活动、中国青少年机器人竞赛等活动也相继开始举办。青少年科技竞赛项目的类型更加丰富，形式更加多样，参与人群更加广泛，规模不断扩大，较为完善的青少年科技竞赛项目体系初步形成。全国青少年科技创新大赛、“明天小小科学家”奖励活动、中国青少年机器人竞赛、全国中学生五项学科奥林匹克竞赛是其中四项具有广泛影响的品牌活动。

2.2 中国青少年科技竞赛主要项目介绍

2.2.1 全国青少年科技创新大赛

全国青少年科技创新大赛是由中国科协、教育部、科学技术部、国家发展改革委员会、环境保护部、国家体育总局、共青团中央、全国妇联、国家自然科学基金委和承办省(自治区、直辖市)人民政府共同主办的一项全国性的青少年科技竞赛活动。

全国青少年科技创新大赛的历史追溯到三十多年前、我国改革开放之初的1979年10月,中国科协、教育部等在北京举办了“首届全国青少年科技作品展览”。这次展览得到了党和国家领导人的重视,邓小平同志为活动题词:“青少年是祖国的未来,科学的希望!”这就是“全国青少年科技创新大赛”的前身。以后的三十多年里,在党和国家领导人以及众多老一辈科学家的重视、关心和大力支持下,中国科协牵头先后举办了两项全国性的大型青少年科技活动,即“全国青少年发明创造比赛和科学讨论会”(始于1982年,2000年更名为“全国青少年科技创新大赛”)和“全国青少年生物与环境科学实践活动”(始于1991年)。这两项活动均为每两年举办一届,隔年交替在全国各地轮流举行。从1982年起,已先后在上海、昆明、兰州、北京、沈阳、成都、南宁、长沙、天津、西宁、香港、呼和浩特、合肥、福州等地举办。为适应我国青少年科技活动发展的状况和前景,也为了与国际上青少年科技交流活动相接轨,主办单位从2001年开始着手对这两项活动进行改革,将两项活动进行了整合,届数相加,定名为“全国青少年科技创新大赛”,每年举办一届。活动内容包括上述两项活动的全部内容^①。

创新大赛的活动分学生、科技辅导员两大板块和竞赛、展示两个系列。竞赛系列活动包括青少年的科技创新成果竞赛和科技辅导员科技创新成果竞赛。青少年科技创新成果是青少年在科技实践活动和研究性学习过程中产生的发明创造作品和科学研究论文等;科技辅导员科技创新成果竞赛是科技辅

^① 国家科学技术委员会. 中国科学技术指标
1994[M]. 北京:科学出版社,1995:113—126.

导员开展科技教育活动的经验、成果及所设计的科技教育活动方案和发明作品的评选。展示系列活动包括优秀科技实践活动展览、科学幻想绘画获奖作品展览、青少年科学DV展览等。

“全国青少年科技创新大赛”具有广泛的活动基础，从基层学校到全国大赛，每年约有1 000万名青少年参加不同层次的活动，经过选拔挑选出500名左右的青少年科技爱好者、200名左右科技辅导员一起进行竞赛、展示和交流活动，成为展示青少年科技创新活动的最新成果、展现青少年风采的一次盛会。

每年的终评决赛在7月底8月初举办，共有来自全国31个省(自治区、直辖市)，以及新疆生产建设兵团、香港特别行政区、澳门特别行政区和军队子女学校共35支代表队参加为期四天的公开展示、技能测评、素质测评和封闭问辩等活动。同时，邀请其他国家的国际代表参加展示和交流自己的研究项目。

每届比赛学生竞赛板块终评评选出一、二、三等奖，其中一等奖15%(约75项)、二等奖35%(约150项)、三等奖50%(约200项)。从2002年第17届大赛起，获得全国大赛一、二等奖的高中应届毕业生给予高考保送资格。除主办单位针对学生项目、优秀辅导员、优秀科技实践活动和优秀科幻画所设的奖项外，还有基金会、全国学会、知名高校等设立的专项奖，这无疑是献给热爱科技创新的青少年们的又一份厚礼。

经过多年的不断发展和完善，创新大赛积累了丰富的经验，在活动内容、活动形式等各方面不断汲取国内外的成功经验，使创新大赛能够紧紧把握时代脉搏，体现时代精神，围绕青少年创新精神和实践能力的培养，做出了特色，做出了品牌，在广大青少年和社会各界中产生了广泛而深远的影响。目前，“全国青少年科技创新大赛”是我国中、小学各类科技活动优秀成果集中展示的一种形式，已成为我国国内面向在校中小學生开展的规模最大、层次最高的青少年科技教育活动。近五年来，共有约5 000万人次的青少年参加不同层次的活动，2 800余名青少年科技爱好者、600余名科技辅导员教师获得奖励。大赛突出青少年创新精神和实践能力的培养，突出“节约能源资源”“保护生态环境”“低碳生活”等与国家发展密切相关的内容，在活动内容、活动形式等各方面不断创新，社会影响力不断提升。目前，大赛已成为展示中国中小学各类优秀科技创新成果的重要形式和展示青少年科技创新才能与风采的盛会，成为中国科技界和教育界联合培养优秀青少年人才的不可替代的重要平台和选拔青少年科技创新人才的有效途径。

当前，全国青少年科技创新大赛不仅是国内青少年科技爱好者的一项重

要赛事，而且已与国际上许多青少年科技竞赛项目建立了联系，每年都从大赛中选拔出优秀的科学研究项目参加英特尔国际科学与工程大奖赛(Intel ISEF)、欧盟青少年科学家竞赛等国际青少年科技竞赛项目。近几年来，我国青少年在国际科技竞赛中均取得了十分优异的成绩。

2.2.2 “明天小小科学家”奖励活动

“明天小小科学家”奖励活动由时任教育部副部长韦钰院士于2000年倡导创立。首届活动由教育部和李嘉诚基金会主办，中国科协承办，名称为“长江小小科学家奖励计划”。自第二届起，活动由教育部、中国科协、香港周凯旋基金会共同主办，名称改为“明天小小科学家”奖励活动。前三届活动申报学生包括初中和高中，申报者研究成果须为国内外科技类竞赛已获奖项目。2003年，借鉴历史悠久的美国西屋人才培养计划经验，经主办单位商定，明确活动定位于选拔和培养青少年科技后备人才，鼓励他们立志投身于自然科学研究事业，并对组织实施的办法、申报资格和方式、评审的标准和方式等方面进行了重大调整。活动旨在贯彻落实《全民科学素质行动计划纲要》和《未成年人科学素质行动实施方案》，通过重点考查学生的创新意识、研究能力、知识水平、综合素质，发现一批具有科学潜质和发展后劲的学生，向著名高等院校推荐，并资助他们进入大学后，继续进行研究活动，鼓励他们投身于自然科学研究事业，立志成为未来优秀的科学家。该项活动同时奖励获奖学生所属学校，以及为学生研究活动提供支持的辅导机构，以推动青少年科学教育广泛深入开展。

自2006~2010年，该项活动共举办五届，接受2312名高中二年级学生申报，有1992名学生通过审查获得评审资格，共有来自国内重点大学和研究机构的649名教授或研究员参与评审工作，评选出一等奖50名、二等奖150名、三等奖298名，并从一等奖中选出“明天小小科学家”年度称号获得者15名。据统计，2005~2008年40名一等奖获得者中，就读于清华大学17人、北京大学13人、香港中文大学2人、美国麻省理工1人、哥伦比亚大学1人、北京航空航天大学2人、其他国内重点大学4人。事实证明，该项活动受到社会各界的关注和肯定，凸显出权威性和公信力，发挥了示范和辐射作用，已经发展成为我国科技创新人才培养体系中重要的品牌活动。