

西藏地区天文科普工作现状及对策研究

孙 敏¹ 鲁同所^{2,3*} 杨 骞³ 论 珠³ 白 珍⁴

(西藏大学教育学院, 拉萨 850000)¹

(西藏大学宇宙线教育部重点实验室, 拉萨 850000)²

(西藏大学理学院物理系, 拉萨 850000)³

(阿里地区气象局, 阿里 859000)⁴

[摘 要]近年来,随着天文观测手段的不断进步,相应的天文科普工作也越来越受到政府和相关机构的重视。但是在我国西藏,由于高寒缺氧、生活条件艰苦、地广人稀,导致当地经济教育发展滞后,人才队伍稀缺,学生群体和农牧区农牧民天文知识获得渠道有限,自主学习积极性不高,天文知识极度匮乏。尽管西藏的高海拔山脊为开展天文和天体物理相关的科学研究提供了天然的实验环境,观测设备不能算少,不过,由于交通不便、专业科普队伍欠缺、地方组织重视程度不够等因素,实际上大多没有深度挖掘开发其科学普及功能。但是天文科普是提高国民科学素质的重要手段,从长远来说,它不仅仅使人们开拓视野、增长知识,培养人们的创造精神和科学的思维方式,而且会给当地带来一定的社会价值和经济效益,因此在欠发达地区开展天文普及工作必要且紧迫。鉴于西藏地区的特殊性,本文从政府机构、学校以及社会各界团体对天文科普的重视程度、理论与实践结合、人才队伍建设和科普设施投入方面提出了一些可行的对策和建议。

[关键词]天文学 科普 西藏地区 天文观测 引力波

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.02.008

天文学是人类认识宇宙的科学,是推动自然科学和高新技术发展、促进人类社会进步的最重要、最活跃的前沿学科之一,天文学是一门包罗万象的综合性学科,与其他学科有着千丝万缕的联系^[1]。

康德先生说:有两件事物我愈是思考愈觉神奇,心中也愈充满敬畏,那就是我头顶上的星空与我内心的道德律^[2]。浩瀚的天空,无垠的宇宙,一直引起人类无限的好奇和积极的探索。随着社会的发展,我国科教兴国

战略的实施,综合国力的提升,人们收入的不断增加和生活水平的提高,人们对各种天象的好奇心和对天文知识的渴求日益强烈,再加上国际国内各种大天文装置的建立,都为天文科普的快速发展提供了可能。2015年12月17日,我国在酒泉卫星发射中心用长征二号丁运载火箭成功将“悟空”号暗物质粒子探测卫星(DAMPE)送入太空,这是人类在探索宇宙核心秘密进程中迈出的又一重要步伐,也预示着我国有望在暗物质粒子探

收稿日期:2017-10-26

基金项目:国家自然科学基金(11747128, 11653005);西藏大学高层次人才引进科研启动项目(XZDXYJRC2016-003);西藏大学2017年度国家级培育计划(ZDCZJH17-06)。

*通信作者: E-mail: lutongsuo@163.com。

测和宇宙线物理这两大科学难题上取得突破,同时为更好地研究伽马射线天文学相关的重要科学问题提供了一个新平台^[3]。2017年6月15日,我国成功发射了硬X射线调制望远镜卫星“慧眼”(HXMT),它是世界上具有最高灵敏度和最好空间分辨本领并且工作在硬X射线能区(1–250KeV)的空间高能卫星,可以进行宽波段大天区巡天成像,也可以研究黑洞、中子星等高能天体的多波段X射线的快速光变,还可以监视天空的高能爆发现象^[4]。并且在2017年8月17日首次发现双中子星合并引力波事件(编号GW170817)时,该卫星成功监测了引力波源所在的天区,对其伽马射线电磁对应体(简称引力波闪)在 MeV,百万电子伏特)的辐射性质给出了严格限制,为全面理解该引力波事件和引力波闪的物理机制做出了重要贡献^[5]。2017年10月10日,中科院国家天文台在京发布,我国在贵州建设的世界最大单口径射电望远镜,被誉为“中国天眼”的大锅——五百米口径球面射电望远镜(FAST),发现了新的脉冲星^[6]!这些新的发现,不仅使我国天文工作者和天文爱好者得到了极大的振奋和鼓舞,也大大地激发了普通民众对天文学的兴趣。

习近平总书记在十九大的报告中指出:中国特色社会主义进入了新时代^[7]。要建设社会主义现代化强国,培养学生的综合素质、创造精神、创新能力更是重中之重。那么天文科学素质作为学生综合素质的重要部分,对学生综合能力的提升也起到了至关重要的作用。天文科普是提升天文科学素质的重要手段,因此,进行天文科普教育,提高学生的综合素质和能力势在必行。

西藏拥有广袤的喜马拉雅山脉,高海拔的山脊为开展天文和天体物理相关的科学研究提供了天然的实验环境。西藏以其高海拔(被誉为地球“第三极”)、干燥的气候、良好

的电磁环境等因素成为中国乃至北半球地基天体物理观测的重要基地和重要实验目的地,以西藏地区最高学府西藏大学为依托,近两年天文学的科学研究发展极为迅速,然而由于气候条件、经费问题、队伍建设和一些历史原因,相应的科普事业发展缓慢,还存在很多的问题。

1 科普及天文科普的重要性

1.1 什么是科普和天文科普

科普,即科技的传播与普及,是一种广泛的社会现象。科普是通过各种途径将自然科学和社会科学知识、科学研究的方法、科学思想、科学精神向社会公众普及,促进公众理解科学^[8]。科普的主要目的和任务就是提高公众的科学素质^[9]。《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》指出,公民科学素质是实施创新驱动发展战略的基础,是国家综合国力的体现^[10]。可见,科学技术的普及在社会发展中具有重要作用。

天文学(Astronomy)是研究宇宙空间天体、宇宙的结构和发展的学科^[11],内容包括天体的构造、性质和运行规律等。天文学是一门古老的科学,自有人类文明以来,天文学就有重要的地位^[12]。天文科普作为科普的重要部分,也受到党和政府以及各界学者越来越多的关注。进行天文科学教育和开展天文实践活动是天文科普的主要途径,也是提高国民天文科学素质的基本方式。

1.2 天文科普的重要性

在科技迅速发展的当代中国,开展天文科普教育以提升国民天文科学素质,无论对个人发展还是社会进步都起着重要的作用^[13]。首先,当前的国际环境要求发展科学技术。在国际竞争日益激烈的全球化背景下,要建设社会主义现代化强国,提升我国国际地位,离不开科技的发展与创新。同时,科教兴国

战略的实施,也使科技知识的价值、科学教育的重要性进一步凸显出来。其次,科学事业的发展离不开科学知识的普及。科普是科学事业的重要部分,天文科普的发展也是天文科技发展的重要内容。科学技术是第一生产力,普及天文科学技术,进行天文实践活动,不仅推动了科普教育事业的发展,而且也促进了天文科学事业的蓬勃发展。再次,天文科普也是学校教育的重要补充。学生在科普知识和科技活动中开拓视野,增长知识,培养创造精神,激发创造力,提高科学素质^[14]。现代教育以学校教育为主,科普教育为辅,两者合力提高公民的科学素质。

习近平总书记在国际天文学联合会第28届大会开幕式上这样说道:“科学技术是一项既造福社会又依赖社会的事业,科学技术发展需要广泛的公众理解和积极的社会参与。应该把科学普及放在与科技创新同等重要的位置,充分发挥教育在科学普及中的重要作用,在全社会、全人类进一步形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的浓厚氛围和良好风尚,不断提高民众科学文化素质,不断激发人们创新创造的无穷动力和蓬勃活力。”^[15]在当前发展科教兴国的战略时期,中国天文学领域呈现出一片欣欣向荣的景象,相伴而生的天文科普就显得尤为重要。具体体现在以下几个方面。

第一,天文科普是提高国民科学素质的重要手段。一国的科技竞争力不仅体现在科学技术的先进水平上,国民的科学素质也在很大程度上反应了本国的科技竞争力^[16]。多在青少年中开展天文科普活动,不仅能够培养一批天文事业的储备力量,还能够培养青少年对未知领域的探索意识和科学的思维方式,帮助他们更好地认识人类在自然界中的地位,树立正确的世界观与人生观。

第二,天文科普是科学技术转化成生产

力的重要阶段。科学技术是第一生产力,但是科学技术只有被劳动者掌握并运用到生产生活实践中去,才能真正转化成生产力^[17]。进行天文科普教育和天文科普实践,使更多的人能够更深入地了解天文学知识、宇宙学知识,满足他们的求知欲,还可以培养人们科学的思维方式、科学的创造能力以及追求真理、不屈不挠的科学精神,使他们将掌握的新科学思想、科学技术,更多地运用到实践中去,既提高了劳动者素质,也将科学技术转化成了现实的生产力。

第三,天文科普可以带来较高的经济效益。我们都知道,天文科普设施建设会花费大量的人力物力财力,那么在进行天文科普教育的同时,我们是不是也可以期待一些经济效益的回报?天文科普资源,尤其是罕见和有特殊意义的天象、天文史迹、现代天文胜地、有特殊天文意义的地面标志物、反映古代宇宙观的建筑物、现代化的天文观测设备以及有关星空的神话传说,对广大群众和天文爱好者都具有巨大的吸引力,如果将这些资源加以整合,适度开发,显然可以产生较好的经济效益^[18]。天文科普旅游作为天文科普教育的延伸和旅游行业的优化发展是新时代的新思路。天文科普与旅游产业相结合势必将开辟出一片崭新的领域。

第四,天文科普可以收到很好的社会效益。由于长期以来人们对数、理、化、外语知识较重视,而对历史悠久而又充满活力的天文学较冷漠,结果造成伪科学和歪理邪说到处猖獗^[19],蒙哄和欺骗了许多不明真相的群众,给许多家庭造成不幸也给社会制造出不安定因素。天文科学知识的普及,使从青少年到中老年群众,在对科学知识的迷茫和误解中渐渐拨开迷雾,从而认识科学、崇尚科学。为了社会的长治久安,必须高举破除迷信、崇尚科学的大旗,把天文知识和各类科普知识多

方位、多角度地传播出去,使得人们相信科学、崇尚科学,扫除愚昧、破除迷信^[20]。

第五,天文科普能够为天文科学的发展培养储备人才。众所周知,西藏地处我国西南边陲,得天独厚的地理位置优势,使西藏成为天文科学发展的优良宝库。然而,我们也不得不承认,由于交通的不便利,条件的艰苦,西藏地区的物质资源和人才资源并不充裕甚至匮乏。高素质、专业的天文技术人才的缺乏导致了西藏地区天文科技发展的滞后。通过人才引进和内部培养等途径发展人才是对西藏天文科普发展具有重要意义的大事。通过天文科普培养一批高素质的天文科学专业人才,在提高人们科学素质的同时也能缓解人才不足的问题。加强科普队伍的建设,既为培养后备力量作出基本保证,也保障了天文科学的稳步发展。

2 西藏地区天文科普的现状和存在的问题

2.1 西藏地区天文事业的发展状况

随着我国天文科技事业的繁荣发展,天文科普也成了科技知识普及的重头戏。在我国取得越来越多天文科技成果的今天,西藏地区的天文科普工作也持续推进。西藏自治区地处我国西南高原,独特的地理和气候环境为天文科学的发展提供了优势条件。以西藏大学为例,作为西藏地区的一流学科建设高校,也是西藏地区唯一的一所“211”工程重点建设高校,在天文科普事业发展上做了大量的工作:在二十世纪八九十年代就参与创建了“西藏羊八井国际宇宙线观测站”;在后续中日合作 AS γ 实验和中意合作 ARGO 实验的安装调试、管理、运行维护、科学研究等方面都发挥了不可替代的作用;2009 年参与了“中德亚毫米波望远镜项目”,与国家天文台合作成立了“国家天文台—西藏大学联合天体物理中心”;2016 年参与中国科学院高

能物理研究所主导的“阿里原初引力波探测计划”等等。以此为契机,西藏大学的天文学学科建设得到了良好的发展,同时在参与此项目的过程中,培养了一批天文学人才,带动了西藏地区天文科学的发展。从 2011 年开始,西藏大学理学院物理系开设了天文选修课,在当时,全国也只有 50 多所高校开设了天文选修课,西藏大学在天文科普教育工作方面走在了时代前列。到今天,西藏大学天文选修课程不断丰富,科目多样,专业从事天文科学研究的老师在数量和层次上都有所提高,另外西藏大学也正在积极筹划建设科研科普两用的天文台、天文科普公园和天文科普场馆。相信这对区内大学生、中学生乃至小学生天文科学素质的提高以及天文人才的培养都有很大的促进作用。

2.2 西藏地区天文科普工作存在的问题

当然,在西藏地区天文科普工作不断发展的同时也存在很多问题。首先是学生方面。学生是进行天文科普的主要对象,据我们所知,由于区内中小学课业负担很重,学生的作业任务很多,少有时间发展自己的兴趣爱好,特别是毕业班学生,在升学的压力下,更没有时间和机会进行天文科学探索。我们曾经做过一项问卷调查,随机抽取 200 名中小学学生进行问卷调查,共发放问卷 200 份,收回问卷 193 份,2 份问卷无效,有效问卷数量为 191 份,其中藏族学生占绝大多数,汉族学生占少部分。其中 79% 的中小学生(第 I 题选择答案 B 和 C 学生所占总人数的比例)基本没阅读过专业的天文科普书籍,85% 的学生(第 II 和第 III 题选择答案 B 和 C 的学生所占总人数的比例)天文学知识极度匮乏,无法对一些常见的天文学名词和天文现象比如日食、月食、流星雨、金星凌日等,给出合理的解释,甚至有 70% 的学生(第 IV 题选择答案 B 占总人数的比例)从来没有听过专题

表 1 天文问卷部分问题调查结果统计表

	选项 A	选项 B	选项 C
I. 您是否阅读过天文学的有关书籍, 如果阅读过, 能说出其中一本书的名字吗	阅读过一本或几本 40 人 (21%)	不确定是否读过, 没印象 105 人 (55%)	没有读过 46 人 (24%)
II. 您知道日食、月食、流星雨是怎么形成的吗	知道其中一种或者几种 29 人 (15%)	听过, 但不知道怎么形成 155 人 (81%)	从没听过 7 人 (4%)
III. 您听说过“金星凌日”这种天文现象吗	听过, 了解这种现象 28 人 (15%)	听过, 但不明白 3 人 (2%)	从没听过 160 人 (83%)
IV. 您有没有参加过一些天文科普活动? 比如聆听专题报告会、参观天文展览馆、观看天文科普宣传片等	参加过 57 人 (30%)	没有 134 人 (70%)	

报告会、参观天文展览、观看科技影片, 尤其是农牧区来的孩子们 (见表 1)。

西藏大学在最近两年开设了天文学宇宙学的选修课, 我们从中了解到, 大部分大学生对天文基本知识的了解和掌握程度并不是很理想, 主要是因为他们天文知识获得渠道有限, 基本是通过教师、家人和电视媒体了解相关知识^[21], 学校图书馆的图书很多是内地对口援藏高校捐赠的, 过时陈旧, 很难找到专业的天文书籍, 再加上整个西藏地区通讯行业发展缓慢, 网络信号比较差, 学校 wifi 还没有做到全部覆盖, 另外学生账户又有流量限制。种种原因导致学生对天文知识的探索主动性不强, 他们主要是通过教师的灌输被动接受。在这种情况下, 加快基础设施建设、改变学生态度、增强学生兴趣是我们现在的首要任务。

其次是农牧民方面。农牧民是西藏地区人口的重要组成部分, 对于农牧区的农牧民, 由于地广人稀、居住分散, 不好组织。有些地方重视程度不够, 县乡两级的科协很多都没有发挥实质性作用, 运行不规范, 有章但约束力不强, 有议事制度但执行不到位。科普队伍也不是很专业, 有些科普组织像政府衙门, 没有摆正自己的位置, 真正深入到群

众中去, 个别科协部门还出现科协领导兼职、科协人员兼用的状况。

再次是教师方面。专业的天文科普教师是天文科普事业发展的带头人, 西藏地区中小学基本没有天文学教师, 我们调查了解到即便是人才队伍相对集中的西藏大学, 其教师队伍中仍然有 75% 以上的老师对基本的天文单位一无所知, 也没有相应的实践观测经验 (见图 1)。虽然近年来, 通过援藏干部政策

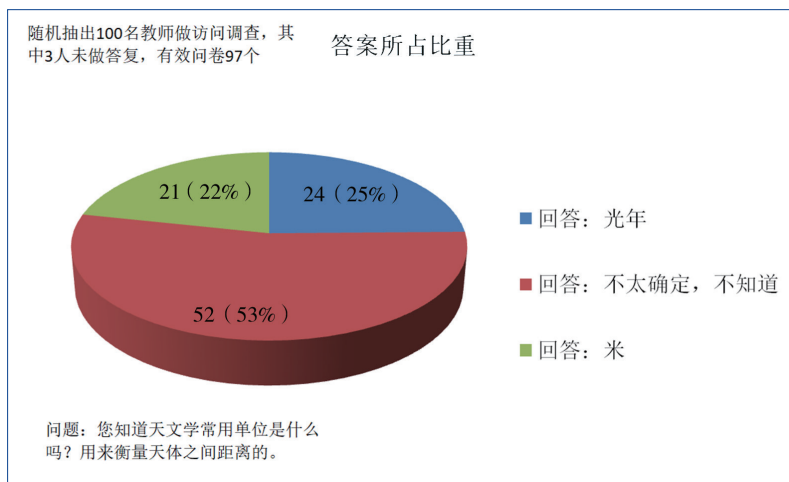


图 1 关于天文学中常用单位的调查

和人才引进政策的实施, 不得不说西藏地区的人才队伍相对丰富, 尤其是西藏大学中从事天文科学研究的教师不断增多, 但从事天文科普工作的教师几乎没有, 天文科普队伍相对薄弱, 专业科普人才缺乏。所以, 加快西藏地区科普人才队伍建设是刻不容缓的大事。

最后是天文基础设施方面。专业的天文科普设备是进行天文科普的基本保证, 西藏地区

的天文学发展主要经历了“口耳相传”“祖传师授”和“寺院教育”等三个不同的历史阶段^[22]。西藏的现代天文科普教育发展也是近些年来的事,在整个西藏地区,天文科普资源和基础设施并不丰富。西藏的第一个科普天文台坐落于拉萨中学,由于位于高海拔区域,其独特的地理位置和良好的大气宁静度给天文观测提供了极佳的条件。这座天文台由中科院南京中科天文仪器有限公司承担设计制作,在全智能化、直径8米的经典式天文圆顶内,装有22厘米的折射式天文望远镜,配备最先进的全自动寻星系统,拥有优良的光学成像和高精度的跟踪装置。它的建成,确实不仅给当地众多天文爱好者提供了向往已久的天文观测最佳地点,而且在发生特殊天象时,它能参与全世界的天文观测活动,与其他观测站点进行即时的交流和互动。不过因为中学生升学压力大,课程紧张繁忙,再加上没有天文科技人才,教师专业技术水平有限,所以设备平时多数情况下还是处于闲置状态。随后西藏大学也建设了一个天文圆顶,计划放入一架从澳大利亚进口的80cm口径的光学观测设备,但是由于经费、政策等种种方面的原因,光学观测设备还没有到位,基本无法开放,使用率不高,导致这些基础设施到



图2 西藏大学天文圆顶

目前为止并没有发挥其应有的作用。比较有代表性的阿里天文台,位于素有“世界屋脊的屋脊”之称的西藏阿里地区,在狮泉河镇以南约30公里处,海拔5100米,地处理想的中纬度区

域,水汽含量低,大气透明度高,是北半球观测条件绝佳的台址。中国科学院国家天文台经营了10多年,目前国内外很多科研机构(南京大学、紫金山天文台、高能物理研究所、台湾大学、腾讯等等)都在阿里天文台放置有观测设备,这些设备大多都有理想的观测时间,在不影响设备完整性的情况下就可以选择适当时间针对当地居民、学生等群体进行科普教育活动。为了使活动更加丰富,当地政府还在阿里天文台附近修建了“暗夜公园”,当夜幕降临时,当地青年男女可以借助小型的望远镜观赏夜空美景。不过,遗憾的是阿里地区地处偏远,交通不便,环境恶劣,科研人员一般在当地停留时间都比较短暂,而行政中心所在地狮泉河镇人少、经济落后、教育欠发达,阿里天文台距离狮泉河有几十公里路程,开展活动多少有些不便。我们跟当地科协有关负责人接触了解到,由于种种原因,至今基本没有有意识地组织学生、居民开展过相关的天文科普活动,这就需要政府、学校等有关机构加大投入、加强重视程度,充分发挥挖掘已有科研设备的其他潜能。所以,现阶段加大对天文基础设施建设的投入,提供更多更丰富的专业仪器设备,提高设备开放率和利用率,是解决西藏天文基础设施匮乏的基本思路。

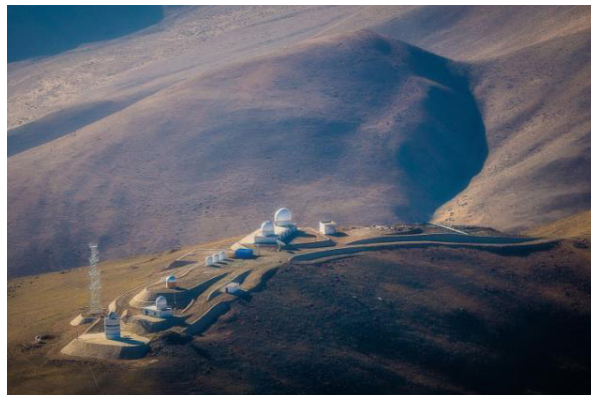


图3 阿里天文台

3 新时期新西藏天文科普工作的对策和建议

青年兴则国家兴,青年强则国家强。习近

平总书记说,青年一代有理想、有本领、有担当,国家就有前途、有希望。青少年是引领时代的弄潮儿,是祖国的未来、民族复兴的希望。科学普及工作要面向青少年,使他们从青少年期就开始接触先进的科学思想、科学技术,在实现中国梦的生动实践中更加坚定理想信念,脚踏实地,放飞梦想。针对西藏地区区情,我们提出几个方面的对策。

3.1 重视天文科普,增强青少年天文兴趣

在我国,天文科学有着悠久的历史,生活中很多现象都涉及天文学知识,对天文知识的匮乏,会不同程度地影响人们的生活。一个国家,一个民族的社会成员对天文知识的学习了解程度,也反映了这个国家与民族的素质与社会进步的水平^[23]。我国的社会主义建设进入了历史新时期,人们更要掌握和学习天文知识以改造自然、推动社会进步。所以,天文科普教育就更应该得到政府和各级单位的重视。政府机构、学校以及社会各界团体都去重视天文科普,开展丰富多彩的天文科普教育和实践活动,自然而然就营造出了重视天文科普的社会大环境。在这样的环境之下,青少年受到更多的天文科普教育,对天文科学知识有了更深入的了解,对天文现象有了更积极的探索,增强了青少年对天文科学的兴趣。具体我们可以进一步增强天文科普活动的趣味性、探索性和体验性,通过极具趣味的科学现象来揭示出科学的真正内涵,利于青少年接受。把握青少年的心理发展特点,多开展一些贴近生活、感染性强、探究性强的活动。另外天文科普活动的形式应有别于课堂的灌输式教学,更多的通过真实的环境体验,在独立的探索与互动的过程中,感受大自然的瑰丽与宇宙的神奇。

3.2 理论知识要与野外观测实践相结合

天文观测一直是天文科普活动的核心,我们积极调动学生的兴趣,进一步增强他们对观测活动的参与程度,成立天文观测小组,坚持每周的常规观测。学生通过亲身观测,将理论应用

到实际中去,学会使用天文望远镜,深刻理解概念,掌握天文知识,认识天体运行规律,巩固所学知识。组织青少年参加相关的夏令营、冬令营等活动,通过高带入性、高参与性的活动,丰富青少年的天文科学知识,开阔他们的视野,锻炼他们各方面的能力。此外,应定期举办趣味性天文知识讲座,邀请天文科普专家来做专题讲座,在校园内开设天文通讯宣传栏,组织校园天文摄影竞赛,播放天文科普片,定期开放天文台供同学们进行天文观测,制作天文知识宣传海报,吸引尽量多的青少年参与到天文活动中来^[24]。因地制宜,积极开展青少年喜爱的天文作品制作活动,天文主题制作在锻炼青少年动手能力的同时,也能激发他们的想象力和创造力。寓学习于实践,既能使青少年体会到实践的乐趣,又能加深对天文知识的理解。

3.3 加强天文科普队伍建设,提高天文科普工作者素质

抓好天文科普人才的培养,是天文科普队伍建设的基本要求。高素质的天文科普工作者是天文科学技术普及的必要因素,是天文科普工作正常进行的基本保证。天文科普队伍的建设,首先是高校天文科普教师的支撑。高校在天文科学技术方面具有广泛的人才,要充分调动这些天文专业教师的积极性,加大其进行天文科普工作的热情,培养更多作为天文科普队伍后续力量的天文专业人才,从根本上提高天文科普队伍的素质。其次是社会各界团体中天文科普工作者的支撑,他们在各自界层中进行科普,承担的天文科普工作更加重要,是更好进行天文科普的重要力量。对一些进行科普工作的非专业人士实行专业培训,增强其专业素质,这降低了他们工作的难度,使其更好地承担起科普教育及宣传工作。

3.4 加大天文科普设施投入,提高设备利用率

保证并增加科普经费投入,是解决科普设施不足的根本措施。增加政府的科普经费投入,

同时将公益团体的资金用于加大科普设施的投入,其效果是长远的。有了专业天文设备的保证,天文科普实践活动会更加生动更加精彩,切身的操作和观测能够使天文爱好者对热点天文事件有更好的了解,亲身实践也可以加深其对天文知识的认识程度。提高天文设备的使用率,尽量不让设备闲置,做到合理配置资源和使用资源相结合。充分利用已有的条件和资源,

最大限度地做到理论与实践相结合,使天文科普知识和天文科普实践相辅相成,共同为推进天文科普事业发展贡献力量。

浩瀚的天空,无垠的宇宙,无不引起人们无限的遐想和无尽的探索。在喜马拉雅的苍穹下,凭借天文科普工作者不断的努力和探索,相信西藏地区的天文科普工作定会有一个辉煌璀璨的明天!

参考文献

- [1] 杨帆.第28届国际天文学联合会大会天文学史活动简述[J].中国科技史杂志,2012,33(4):503-505.
- [2] 叶秀山.重新认识康德的“头上星空”[J].哲学动态,1994(7):24-28.
- [3] 吴月辉.寻捕暗物质,“悟空”游天宫[N].人民日报,2015-12-18(14).
- [4] 卢方军,徐玉朋,张帆,刘红薇.硬X射线调制望远镜卫星及其科学目标[J].现代物理知识,2016,28(4):4-11.
- [5] 邱晨辉.人类首次发现双中子星并合引力波事件,中国卫星有贡献[EB/OL].(2017-10-16)[2017-10-26].http://article.cyoil.com/news/content/2017-10/16/content_16591495.htm.
- [6] 邹维荣.“中国天眼”发现脉冲星实现我国该领域“零的突破”[N].解放军报,2017-10-11(3).
- [7] 左凤荣.建设人类命运共同体,引领世界走向美好未来——新时代下中国共产党的国际情怀与全球担当[J/OL].人民论坛·学术前沿,(2017-10-24)[2017-10-26].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1050.C.20171024.1727.001.html>.
- [8] 李成芳.我国科普工作存在问题的原因分析及对策研究[D].武汉:武汉科技大学,2003.
- [9] 邵伟.提高公众的科学素质是科普工作的首要任务[C]//中国科学技术协会.西部大开发科教先行与可持续发展——中国科协2000年学术年会文集.北京:中国科学技术出版社,2000:337.
- [10] 中国科学技术协会.全民科学素质行动计划纲要(2016—2010—2020年)[M].北京:科学普及出版社,2016.
- [11] 林勇勇,潘文彬,李红宾,何茨居.大学生志愿者参与中小学生天文科普教育的作用研究[J].当代教育实践与教学研究,2016(11):39.
- [12] 丁一.从科学哲学角度看中国古代天文学[J/OL].北方文学(下旬刊),2017(5):214.[2017-05-26].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1058.I.20170526.1122.290.html>.
- [13] 董全超,许佳军.发达国家科普发展趋势及其对我国科普工作的几点启示[J].科普研究,2011,6(6):16-21.
- [14] 张立云,李明,皮青峰.高校天文协会对天文科普教育事业发展的作用探究——以贵州大学天文爱好者协会为例[J].赤峰学院学报(自然科学版),2014,30(14):42-43.
- [15] 习近平.携手探索浩瀚宇宙共创人类美好未来[N].人民日报,2012-08-22(2).
- [16] 张娟.天文学在促进小学生科学素质提升方面的重要作用[J].天津科技,2017,44(4):80-81,84.
- [17] 孙元峰.科学技术转化为生产力的现状与发展对策[J].重庆与世界,2011,28(3):42-43.
- [18] 郭丽妮.发展我国天文科普旅游初探[J].泉州师范学院学报,2002(6):58-62.
- [19] 贾贵山.加大天文科普力度提高全民族素质[C]//中国科学技术协会.西部大开发科教先行与可持续发展——中国科协2000年学术年会文集.北京:中国科学技术出版社,2000:354-355.
- [20] 吴光节.天文普及教育中几个值得探讨的问题[C]//福建省天文学会.第六届海峡两岸天文推广教育研讨会论文集.福州:《福建天文》编辑部,2004:78-80.
- [21] 杨胜飞.拉萨地区中学生天文科普知识现状调查及对策研究[D].拉萨:西藏大学,2012.
- [22] 傅千吉.藏族天文历算学教育发展初探[J].中国藏学,2008(3):160-163.
- [23] 林坚,黄婷.科学素养和人文素养的整合[J].科普研究,2011,6(S1):61-65.
- [24] 刘菁.浅析我国青少年天文科普活动的现状与发展对策[J].科协论坛,2012(6):41-44.

(编辑 涂珂)