

瞄准国家需求 破解冻土奥秘 ——我国冻土学家程国栋院士

马巍*

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 兰州 730000)

关键词 冻土,程国栋

程国栋院士是我国冻土学科的学术带头人之一,也是国际著名的冻土学家,中国科学院院士,为世界冻土学的发展做出了重大贡献。程国栋的名字多与冻土联系,他成功解决了在被誉为“世界屋脊”和地球“第三极”的青藏高原上修建铁路的最大难题——青藏铁路冻土路基修筑技术问题;他长期从事青藏高原冻土研究,系统地解决了地下冰的成因、分布规律、制图方法和在其上进行工程建筑的原则和方法问题,为冻土地区工程建设提供了重要的理论基础。同时,他还瞄准我国西部的发展,为西部地区自然资源合理开发利用,环境保护与生态工程建设、经济可持续发展呕心沥血,提供了大量重大的科学战略依据。

一 献身祖国西部 立志建功立业

程国栋,1943年7月11日出生于上海。1965年毕业于北京地质学院(现中国地质大学)水文地质与工程地质专业。1984—1986年在美国陆军寒区研究与工程实验室进修,获该实验室名誉研究员称号。曾任国际冻土协会主席、冻土工程国家重点实验室主任,现为中国科学院兰州分院院长、西北师范大学客座教授、中国西部资源环境科学



程国栋院士(右一)在野外考察

研究中心专家委员会首席科学家,曾获2005年“何梁何利”科学与技术进步奖、“全国五一劳动奖章”、“甘肃优秀专家”等多项荣誉。

1965年程国栋从北京地质学院毕业,为了祖国的需要,他自愿来到地处西北边陲的兰州,把自己的全部青春和智慧奉献给了西北大地和祖国的冻土事业。

在冻土研究中,程国栋院士是领军人物。他成熟的科学研究方法和项目管理方法,在科技界独树一帜。他是多项国家和省部级项目的负责人,“青藏铁路建设中的冻土问题研究”系国家组织的联合攻关项目,程国栋院士为该项目的负责人之一,因完成任务出色,该项目获1978年全国科学大会重大科技成果奖。在“青海热水煤矿厚层地下冰地段路堤试验”研究中,他率先将系统

* 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所副所长,研究员

收稿日期:2006年12月20日



中国科学院

的实体工程观测、近似解析计算与计算机数值模拟相结合,既成功地解决了生产问题,又在理论上重要突破。该成果获1978年中国科学院重大科技成果奖,有关文章在第三届国际冻土会议上发表并得到国际同行的高度评价。作为主要负责人之一,“青藏公路沿线冻土研究”项目于1984年获中国科学院重大科技成果奖一等奖。程国栋院士在交通部主持的项目“青藏公路多年冻土地区黑色路面修筑技术”中的“青藏公路改建沥青路面工程中的冻土问题研究”成绩卓越,该项目获1987年国家科学技术进步奖一等奖。由他主持的“黑河流域生态环境演变与可持续发展研究”,2001年获甘肃省科学技术奖励委员会科技进步奖二等奖。由他主持的“内陆河生态经济学生态水文学基础理论研究”,获2004年甘肃省科技进步奖一等奖。

二 创新冻土理论 折服国际同行

科学的灵魂在于创新,程国栋院士勤于思索、善于实践、勇于创新。“程氏假说”的问世是程国栋院士创新的实证。该理论是世界冻土学中的重大理论创新,解决了冻土学中一个悬而未解的问题“近地面厚层地下冰的成因”。这是冻土学中一个重大的理论难题,长期以来国内外学者提出过多种见解,但均未能彻底解释其成因。程国栋院士则在总结大量资料的基础上,验证了当时还鲜为人知或被常识所不易接受的新思想,如正融土中的水分迁移和成冰,同时发现了温度波动条件下未冻水的等量迁移规律,并将这些新思想、新发现有机的地结合在一起,创造性地提出了厚层地下冰形成的重复分凝机制,圆满地解释了这类冰的分布、组构和性状等特点,同

时也将冻融过程中的一些重要理论提升到了一个新水平。

该理论问世以来,在国内外引起很大的震动,被国际冻土界誉为“程氏假说”,得到国际公认,被广泛引用,还因此引起了国际地面厚层地下冰研究高潮。近年来“程氏假说”中揭示的一些规律和理论又被推广用于解释许多其它的冰缘和水文现象。一些国外学者还进一步发展了他的理论,将程国栋院士发现的未冻水的等量迁移规律用于地下冰中的颗粒迁移,提出了冻土中冰自净作用的数学模型。他的这一假说为解决冻土工程技术难题提供了理论依据,又为发展正冻和已冻土物理学及开拓一个新的研究领域——正融土物理学起到了极大的推动作用。

他的另一个理论突破,就是高海拔多年冻土分布的三向地带性理论,也得到国际同行的广泛认同和引用,并得到科技界的高度评价,为此1991年他应邀在瑞典召开的“山地多年冻土和冰缘环境国际学术讨论会”上做了“山地多年冻土与气候”的综述报告。由于他在学术上的成就及在国际学术交流中所显示的能力,1993年被推选为国际冻土协会主席,成为国际学术界反映我国冻土研究方面的重要代表。

三 攻克冻土难关 破解技术难题

2006年7月1日,举世瞩目的青藏铁



火车行驶在通风管路基上

路顺利通车,占我国 1/8 土地面积的西藏自治区结束了没有铁路的历史。青藏铁路是世界上海拔最高,穿越冻土里程最长的铁路。此前,由于国家经济实力和高原、冻土条件下的筑路技术尚未成熟等原因,青藏铁路的全线建设工作一直没有付诸实施。在程国栋等老一辈科学家 40 多年对青藏铁路全线的冻土调查、勘探和研究的基础上,“多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱”的青藏铁路建设中的三大世界性难题取得突破性进展。

青藏铁路全长(西宁至拉萨)1 142 公里,其中需要新修的格尔木至拉萨段,全长 1 118 公里,跨越多年冻土区长度为 632 公里,其中大片连续多年冻土区长度约 550 公里,岛状不连续多年冻土区长度 82 公里,全线海拔 4 000 米以上地段长度约为 965 公里。冻土区筑路遇到的主要问题是冻胀和融沉问题。在季节冻土区主要面临冻胀问题,在多年冻土区主要问题是融沉。青藏高原的多年冻土大多属高温冻土,极易受工程的影响产生融化下沉。因此,高温冻土及全球变化使青藏高原铁路的修筑面临着严峻的挑战,也就是说青藏铁路成败的关键在路基,路基成败的关键在冻土,冻土的关键问题在融沉。加之,青藏铁路横跨可可西里和唐古拉山无人区,大部分地区氧气含量仅为海平面的 50%左右,极端气温可达零下 40 摄氏度。修建青藏铁路成了一项没有成功范例的世界性难题。

为攻克青藏铁路冻土难关,中科院以知识创新工程为契机,于 2001 年启动了知识创新工程重大项目“青藏铁路工程与多年冻土相互作用及其环境效应研究”。该项目由我国冻土权威研究机构——中科院寒区旱区环境与工程研究所冻土工程国家重点实验室牵头,组织国内 10 多家单位来承担。项目主管就是程国栋院士。

尽管世界上在多年冻土区筑路已有百

年以上的历史,但目前世界多年冻土区铁路的病害率仍在 30%以上,在冻土区筑路仍是一个难题。青藏高原多数为高温、高含冰量冻土,在青藏高原上筑路就更难,而要考虑全球变暖,那更是难上加难。作为项目主管,程国栋院士带领他的团队,总结分析我国 40 多年来,特别是近 20 年来的关于青藏高原多年冻土工程问题的研究成果,明确回答了修建青藏铁路的可行性问题,指出了铁路修建的关键核心问题是高温高含冰量多年冻土地区路基稳定性问题。创造性地提出了冷却路基的新思路,并设计了通过调控辐射、调控对流和调控传导实现冷却路基的一整套技术措施,从根本上为解决高温高含冰量多年冻土路基稳定性关键技术难题提供了科学途径。这一思路和措施得到铁道部的高度评价,并全面应用于青藏铁路建设,开拓了世界冻土区筑路的先河,为建成“世界一流的高原铁路”提供了保证。冷却路基的新思路和方法,还在青藏公路、青康公路和新藏公路上得到推广应用,走出了我国在高原多年冻土区修建铁路、公路的一条自主创新之路。

因对青藏铁路建设所做的重大贡献,程国栋院士领导的科研团队获得了国家人事部、中科院 2002 年度先进集体称号和 2003 年度中科院重大创新贡献团队奖;2005 年获中国科学院杰出科技成就奖。2004 年 12 月,中共中央总书记胡锦涛到中国科学院考察工作,对青藏铁路冻土路基筑路技术中取得的研究成果给予了充分肯定。在 2004 年 9 月举行的第六届国际多年冻土工程会议和 2006 年 8 月举行的亚洲冻土会议上,国内外同行专家一致认为,“青藏铁路冻土工程体现了当代冻土区铁路工程建设的先进水平”。

四 关注生态建设 服务西部开发

程国栋院士在研究冻土的同时,还进一



中国科学院



程国栋院士在甘肃河西进行水资源及生态调查

步拓展科研领域,为西部发展献计献策。面对国家加快西部地区社会经济建设,逐步缩小东西部差距,建设山川秀美新西北的需求。他站在 21 世纪国家发展的战略需求和学科发展的前沿,以西部地区为重点,针对西部地区生态环境建设面临的重大科学问题,进行了卓有成效的研究。

针对西部水资源不足的现状,曾多次带领科研人员深入黑河流域、内蒙古等地进行实地考察,作为首席科学家的他,提出了以流域为单元、以水为纽带的生态、经济协调发展的研究框架。强调了从宏观和微观层次上提高单方水产出的重要性。通过研究初步创立了我国干旱区生态水文研究的理论框架和流域生态经济研究理论框架,还首次在国内应用“虚拟水”的概念开展了研究,在此基础上向国家和有关部门提出了一系列的建议,为拯救黑河下游生态环境提供了科学依据。“虚拟水——中国水资源安全战略的新思路”建议得到了回良玉副总理的批示。他执笔完成的“黑河水资源问题与对策”建议成为水利部向国务院建议的重要依据。

为更好地宣传西部、发展西部,他主持主办了《西部论坛》,为更多的学者、专家提供了西部开发论谈的园地。他前后以科技论文、学术报告等形式大力宣传西部开发,希望西部人民抓住历史机遇,大干快上,缩短

东西部的差距。

在宣传西部的同时,他还注重西部人才的建设。强烈呼吁:西部大开发,人才是关键。他指出,西部的落后,说到底是科技的落后,是人才的落后。他强调,首先要眼光向内,稳定现有人才,营造优秀人才充分发挥潜能、施展聪明才智、建功立业的良好环境。同时,还要眼光向外吸引区外人才为西部大开发服务,实行“柔性机制”,以业绩为取向,最大限度发挥人才作用。另外,他还提出西部地区应加大选拔和招考领导干部的改革机制,少做形式上的文章,多做实质性的改革,拿出更多的重要和关键岗位公开选拔德才兼备、有创新意识的优秀人才。

程国栋院士心系西部,根扎西部,一心想着西部的人民,一心想着西部的发展。多年来北京、上海等地的科研机构、高校以高薪聘请,并为他提供良好的科研环境与优厚的福利待遇,但他不为其所动,坚持将自己的事业奉献给西部这片热土。为了冻土研究,他倾注了一生的心血,为了西部的生态环境建设,在年近花甲之时,他又开辟了新的研究领域。他在退化生态系统的恢复、重建,水土资源合理利用,国土整治与开发等方面提出了很有价值的依据,为国家加快西部发展,建设山川秀美的新西北提供了创新性的理论基础。

程国栋院士工作上富于创新、勇于探索,生活上艰苦朴素、平易近人,在教书育人上学风严谨、诲人不倦。目前,担任中国科学院兰州分院院长的他,将目光瞄准国家战略需求和世界科技前沿,站在构建知识创新体系的高度,倾心规划着 21 世纪西部资源环境研究基地的发展蓝图。

(相关图片请见封四)