

中国科学院网站
www.cas.cn

中外知名学者与您相约

科学在线

(2004—2005)

中国科学院办公厅 主编
科学时报社



学苑出版社

科 学 在 线

中国科学院办公厅 主编
科 学 时 报 社

學苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学在线/中国科学院办公厅, 科学时报社主编. —北京: 学苑出版社, 2006. 4

ISBN 7-5077-2668-1

I. 科... II. ①中... ②科... III. 科学研究事业 - 发展 - 世界 IV. G321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 013203 号

责任编辑: 刘 丰

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100079

网 址: [www. book001. com](http://www.book001.com)

电子信箱: [xueyuan@ public. bta. net. cn](mailto:xueyuan@public.bta.net.cn)

销售电话: 010-67675512 67602949 67678944

经 销: 全国书店

印 刷 厂: 高碑店市鑫宏源印刷厂

开本尺寸: 1/16 开本

印 张: 17.75

字 数: 260 千字

版 次: 2006 年 4 月北京第 1 版

印 次: 2006 年 4 月北京第 1 次印刷

印 数: 0001-3000 册

定 价: 28.00 元

本书编委会

主 任 丁二友 刘洪海

执行主编 李存富

编 委 李春芳 徐建辉 郑培明 赵 彦

编者的话

中国科学院网站于2002年11月正式开通，它以介绍宣传中国科学院、为国内科技界和社会公众提供科技信息服务为宗旨，以丰富的信息资源、严谨的科学性、理性的言论荟萃和深度的专题报道为特色，受到海内外科技界的广泛关注。

中国科学院网站的《科学在线》栏目始创于2004年6月4日，共有20多位中国科学院、中国工程院院士以及知名科学家应邀做客《科学在线》。

它以科学家与网友互动的形式，“面对面”探讨问题，使读者产生高度的真实感和共鸣，感受到科学家不再神秘，科学不再神秘。

它的选题标准限定在公众“普遍关注”的科学问题、科学对社会的影响、科学与经济、科学与社会、科学与文化等既宏观又具体的话题。同时也有科学家做人、做事、做学问等综合话题。

2004年6月4日的开栏之作“从青藏铁路看基础研究的重要性”，不仅使公众了解了青藏铁路的社会、经济意义，还使他们了解了我国科学家是如何攻克冻土铁路工程等世界难题的，更使他们感受到了科研人员的无私奉献精神。随后推出的“双星会师”、“探月工程”、“粮食安全”、“全球环境变化”、等一系列话题，使公众通过具体的案例，认识到科学在建设创新型国家中的地位和作用。

自创办至今日，《科学在线》持续受到了作者和读者的欢迎，许多话题被多家主流媒体转载。我们计划从今年起，将每年的《科学在线》

访谈内容集纳成书。本书收录的是2004年6月至2005年12月的20期访谈内容，文章顺序按访谈时间排列。参与访谈专栏和编辑工作的还有张亚、杜义华、周小军、郑晨曦、段煦、张子健、张琨等。

《科学在线》专栏将进一步拓展报道的广度和深度，加强与社会公众的互动，推动全社会进一步形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的社会氛围和良好风尚。

2006年2月

目 录

程国栋：从青藏铁路看基础研究的重要性.....	(1)
叶嘉安：城市化与环境	(14)
胡敦欣：海洋大气与全球变化	(25)
杨 崧：科学前沿与奋斗历程	(35)
陈景虹 李国光：为了更美好的生活	(44)
周来生：如何完善研究生教育体系	(58)
刘振兴：“双星会师”	(71)
高 福：不同国家科研环境比较与人才的跨国界流动	(80)
周午纵：科学家与社会的双向承诺	(92)
王清晨：基础研究与油气形成预测.....	(107)
李方华：探索来源于兴趣 决策取决于把握.....	(121)
欧阳自远：探月工程.....	(135)
林 瑋：共建实验室 探索新机制.....	(151)
陈镜明：大气增暖中的碳循环.....	(167)
黄季焜：中国的粮食安全.....	(181)
何传启：现代化问题研究和中国的现代化之路.....	(193)
李崇银：关注全球环境变化.....	(217)
陈可冀：中西医结合研究与现代科技交叉.....	(233)
李政道：新世纪基础研究.....	(247)
丁 林 李德文：探秘“生命禁区”可可西里	(258)

从青藏铁路看基础研究的重要性



嘉 宾：程国栋

主持人：李存富

日 期：2004 年 6 月 4 日

嘉宾简介：

冻土学家。上海人。1965年毕业于北京地质学院。中国科学院兰州分院院长、寒区旱区环境与工程研究所研究员。长期从事青藏高原冻土研究，解决工程问题。完成青藏铁路东线工程地质调查。提出在热水煤矿论证富冰高温冻土路段应采用保护冻土原则修筑路堤，并提出有效措施。结合青藏公路改建，提出高含冰量冻土分布规律和识别标志。创造性地提出近地面厚层地下冰形成的重复分凝机制（程氏假说）和冻土三向地带性理论。前者解决了冻土学界的长期悬念，被广泛应用于解释多种冰缘和寒区水文现象。后者指明冻土随纬度、海拔和干燥度变化。近年来从事冰冻圈与全球变化、西北水资源形成、变化及与社会协调发展研究。1993年当

选为中国科学院院士（学部委员）。

主持人：程院长您好，我们今天的话题就是从青藏铁路看基础研究的重要性。为什么给您出这个题目呢？因为建国以来青藏铁路是我国除了三峡工程以外的第二号大工程。青藏铁路中的主要问题就是冻土，同时也是最大的技术难题。中国科学院在青藏高原做了几十年基础性的工作，这回终于派上用场了。我想请您通过这个案例来谈一谈基础研究的重要性。从50年代开始，历届党和国家的领导人对青藏铁路都十分关怀和重视，但是由于两个大问题在困扰着，一直没办法实施这个工程。一个是经济实力，要花很多钱，当时我们的国力不具备。第二个就是冻土技术问题没法解决。经过这20年的改革开放，我们已经具备了这两个条件。经济实力没问题了，冻土工程技术问题成了青藏铁路成败的关键。据我们所知，从1961年中科院就开始组织队伍开展冻土科研工作，40多年来，一直没有停过，请问主要做了哪些方面的工作？特别是基础性的工作做了哪些？

程国栋：解放以后不知道中国有冻土，后来知道是从东北开始，青藏有没有也不知道。50年代修青藏公路的时候，解放军发现有冻土的地方。但是到底青藏高原有没有冻土，也不是很清楚。科学院原来在北京地理所有一个叫冰川冻土研究室，就因为这个问题，开展了这项工作，1960年组织了第一次考察，想知道青藏高原到底有没有冻土。考察发现不仅有冻土，而且有大的冻土，现在刚刚知道，原来一点不知道，现在知道我们国家的冻土在世界上还占到第三位。原来俄罗斯最多，加拿大第二，第三就是我们。有些冻土是靠海的，叫高纬度的，有些像青藏高原是高海拔的，高海拔冻土中国是世界第一的，而且还是最多的，所以从不知道有，到知道了有，而且知道有很多，面积很大。60年代开始工作，国家需要青藏铁路，国家想上，40多年，几起几落，到现在突然要上马的时候，我们比较快地拿出结论，能够证明冻土问题可以解决，和40多年的工作是分不开的。

当时国家要修青藏铁路，有4条线可以选。根据多条线做的工作，青藏铁路最好，资料最多，技术分最高，选青藏铁路，当然还有别的原因了。所以这40多年，尽管中间有很多事情，“文化大革命”等等，但是工作一直没断，科学院、铁道部第一设计院、铁道部西北研究院这三家一直在观测，一直在积累。特别是改革开放以后，国家开始组建国家重点实验

室，我现在回想起来，我们科学院的领导和国家计委的领导确实很有眼光，当时的条件下，就设了冻土工程国家重点实验室，到现在铁路要上马，我们很快拿出可行性论证，上马以后很快能够几家连在一起拿出铁路需要的暂行规范、勘探暂行规范，这和几十年的积累分不开，跟冻土工程国家实验室分不开。

主持人：从格尔木到拉萨这一段铁路是1118公里，其中632公里穿越冻土带，而且是多年冻土带，建桥梁等施工技术上存在哪些冻土工程的技术难题？怎么解决的？

程国栋：冻土怪现象很多，有胀起来的，有沉下去的，对工程来讲是两种，土冻了以后要结成冰要胀，可以把桥胀起来；冰形成以后要化，大地震造成裂缝以后，裂缝里面可以看到很多很多的冰，人在上面，有裂缝，冻土里面都是冰，可以想象，冰化掉以后，就是一堆稀泥，没有承载力，工程建设不管什么东西在上面都要垮掉的。两个问题，一个冻胀，一个融化，根据青藏公路的经验主要问题是冰化掉，有80%是这个造成，有20%是冻胀造成的。重要的就是两种，青藏铁路的修建怕冻胀和化掉。

主持人：根据世界一百多年的铁路史，冻土地带修铁路本身就是很难的问题，现在还有三分之一的病害没有解决，青藏铁路在高海拔地区，这样等于难上加难了，你们对这个问题怎么解决的？

程国栋：冻土工程做得最好的是西伯利亚大铁路，第一条100年前修的，第二条是70年前修的，现在病害率是30%，青藏公路1990年修完以后，也差不多是30%的病害率，东北铁路更早，估计起码有40%的病害率，到现在的水平，30%是病害。青藏高原问题更大，冻土还要高，接近 $-1^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 的冻土占了一半，很容易融，在青藏高原筑路就更难了，大家很清楚全球转暖，而且暖的速度很快，青藏高原是先兆区、放大器，转暖的信号比别的地方来得早，而且转暖的幅度比别的地方要大，高于全球平均值，到2050年青藏高原温度升高2.2到2.6摄氏度，冻土在负1度，升到两度多就化掉了，在这种情况下修青藏铁路就难上加难了。

主持人：2000年的时候，受铁道部的委托，冻土工程实验室参加了

青藏铁路冻土工程地质勘察暂行规定和青藏铁路设计暂行规定两个规定的编写工作。你们在2001年的8月很快就拿出了设计方案和实验路基的施工方案，而且这两个方案得到中央领导同志的肯定和好评。请问程院长，这两个暂行规定里头，有多少内容是体现了40多年的基础研究的积累工作？

程国栋：在这两个暂行规定中大概基本上所有的积累都奉献出去了，这个暂规除了我们一家以外还召集了全国很多单位，比如第三设计院东北退休的老同志，在冻土地区做过工程都请来了，铁道部做得比较好，把全国有经验的都请来了，开了很多很多次会，但是很多问题很难下定论的，不断讨论，应该说，我们这里面贡献是非常大的。冻土工程国家重点实验室大概从80年代初铁路下马以后再没动，但是我们在青藏公路的工作，一直没有停，从80年代开始，一直到上马，我们一直在搞，到现在还在搞。比较新的经验和积累，是我们提供的。当然，后来这两年的工作，我们又有新的认识，这两个暂规又做了新的补充和改进。当时的情况也是很重要的。因为参加这项工作的勘测人员、设计人员，包括施工人员，基本上没有冻土方面的知识，所以必须有这样一个暂行规范，勘测怎么勘测，设计怎么规范，应该说对青藏铁路前期的工作，能够正常进行起了很大的作用。

主持人：青藏铁路工程给高原生态环境会带来什么样的影响和变化呢？这个问题可能说得稍激远了一点，但毕竟还是社会上比较关心的问题。

程国栋：对，原来讲三江源，对我们国家很重要，对亚洲很重要，是亚洲水塔，亚洲的十几条大河，包括长江、黄河都从那个地方发源，三江源的生态变化状况对全中国有影响。铁路建设一开始的时候国家确实很重视，三大难题，缺氧、环境，另一个就是冻土，我不是搞环境的，我知道冻土区的生态环境非常脆弱，植被非常矮小，一旦破坏以后，恢复不容易，需要保护。还有一个就是动物，动物有迁移的习惯，跑来跑去的，包括藏羚羊，一千多公里建筑把通道堵死以后，对动物的繁殖等好多活动都有影响。国家环保局提出了一些环保要求，专门来进行这项工作，环保方面的问题基本上解决了。最早搞青藏公路的时候做得比较早，生态环境破

坏很厉害，他们当时的做法，推土机两边把草皮推掉，把路基堆起来堆得非常规范。现在，裸露的地方种草，给动物留出通道，环境方面的工作，铁道部门根据环保局的要求做得很规范，大家看了都比较满意，沿线不像建设公路时候搞得乱七八糟的。

主持人：青藏铁路和中科院正在实施的知识创新工程应该是互相推动互相促进的过程，修铁路是百年大计，随着全球气候变暖，这样铁路修好了，未来30年40年，还会出现哪些问题，这些问题怎么解决？

程国栋：关键就是全球转暖的事情，现在看来升温的幅度还挺大。关键是要把冻土保住，现在的想法也总结了以前很多的经验，包括40年来我们在东北、在青藏工作的经验，也吸取了外国一些经验。观念上有一个很大的转变，以前的做法冻土要保护，路基修上去以后，热阻，有一层东西盖在上面就可以保住它，70年代实现一些新的材料，用新的保温材料代替土的话更好一些。为什么还有30%的病害率呢？最近研究，我们总结可能修路的总体指导思想上还有一些问题。打一个比方讲，比如说我们小时候，夏天卖冰棍的老太太有木箱子，怕化了拿棉被捂上，原来修路大概就是这个思路，有作用，盖了以后融化得慢一些，还是化，特别是像我们这个情况，50年到100年温度升这么高，绝对保不住。我们采取很多办法，用保温改成降温，要主动把温度降下来，在全球转暖的情况下，保持路基的稳定性。这两年的工作比较多，想把路基做住，像老太太拿棉被捂是稳不住的，那样这条路的稳定性肯定有问题。

主持人：那么在现在的施工过程中，是不是就要考虑到今后20年、30年、50年以后会遇到的问题？

程国栋：比如在1摄氏度怎么样，2摄氏度怎么样，都要有一定的安全系数。现在预测，将来能不能这么高，很难说，天气预报三天能保证就不错了，报50年、100年，不稳定性很大，数字报出来不能不信，也不能全信。我们现在的做法是尽量把温度降低一些，出现那个状况我可以保持稳定。现在就是这个思路。

主持人：冻土工程实验室在科技方面的创新点体现在什么地方？中科

院在青藏公路的主要贡献体现在什么地方？

程国栋：铁路建设建筑类型很多，我们做得比较好的一点，就是刚才讲的，从筑路的指导思想上有根本的转变，应该说，在以前四十多年研究积累的基础上，又有一个飞跃，一个新的思路，而且找到这种思路的实施办法，这套办法已经在青藏铁路上使用了，创新点就创新在这个地方。我开始降温了，我知道用什么办法比较简单、施工方便地来降温度，因为青藏铁路毕竟投资只有 300 个亿，用很贵的办法也可以保证它的稳定性，但是在 300 亿投资的资金以内要保住稳定性，我觉得我们这两年的工作，办法基本上已经提出来，看来还有效，铁道部门已经采用。

主持人：青藏铁路的投资是 300 个亿，那么 600 多公里冻土带的投资成本占它的多少？也就是说通过我们的科学技术解决了冻土的问题，在投资上、经济效益上能节约多少？

程国栋：我讲一个数字，怎么算你们自己算，比较保险的办法，就做低架桥，低架桥估计冻土问题可以解决，低架桥不像我们这儿这么复杂，在青藏高原很简便，一公里 5000 万，我们现在基本上限定在 300 亿以内。

主持人：解决这个问题，我们技术上是没问题，但是花 5000 块钱也能解决，花 500 块钱也能解决，那么通过我们的技术，成本上大约能节约多少？

程国栋：我们这个办法比一般的铁路建筑稍微高一些，高不出多少。比如按 300 亿算的话，假如百分之百保险，旱桥通过，500 个亿，桥都不算，也可以省下几百个亿。

主持人：经济效益还是相当明显的。

我再问一个问题，从 1965 年您大学毕业去了兰州，到现在这么多年，从学科建立，变成一个所，最后变成国家重点实验室，您对人才的培养非常重视，再过一些年，您退休了，后面还得有一批批的人接着做这个工作，对于人才的培养您怎么考虑的？

程国栋：吃我们这碗饭确实有特殊的需要，身体得好，还得不怕吃苦，如果碰到这样大的问题，学问还显得很重要，真正从科学技术角度为国家解决问题。这两年，我们确实也在努力做，但是西部有很大的困难，培养一个跑掉一个。好在冻土工程国家重点实验室不仅仅是使我们把技术力量能够提高，而且真正保留了一批队伍。要从各个情况来看，像我们这个实验室，往外走的人还少，当然有，不多，相对比别的地方少。特别是科学院实施知识创新工程以后，在冻土国家实验室基础上另外还有这么大的任务在那儿，还留了一批人，现在应该说我们这个实验室队伍还比较整齐，年轻一批都已经起来了，实际上像我这个年龄的，基本上退休了，就剩我一个人了。我也退下来，我估计应该不影响这个实验室的工作，基本上队伍已经建立起来了。

主持人：您还得干一些年，但是总有一天要交给后面的人去做的，这倒是个很现实的问题。

我想问您一个个人方面的问题，您是上海人，上海是我国东部条件最好的一个城市之一。从学校毕业以后，跑到兰州，兰州又是西部地区最贫困的地区之一。您为了科学事业选择了最艰苦的地方，而且一呆就是这么多年，到现在已40多年，现在您已经是科学大家了，还在继续拼搏，我想您在取得科学成就的同时，在家庭、亲情方面觉得有什么缺憾没有？

程国栋：讲起这个事情经常有人问，我现在想起来，那个时候是比较自然的事情。我们那时候大学毕业，没有像现在的年轻人这样的想法，填志愿，服从分配，分配到兰州挺高兴就去了。因为搞科研工作，挺高兴，不错，就干下去了，特别是到现在这个状态，我也很幸运我还在干，60年代跟我一起的设计院那些老战友、西北的老战友、包括所里的，他们没有机会，这辈子干上这件大事确实很荣幸。但是做这个工作，我感觉对我的孩子对我的家庭确实挺对不起的。今年5月份我儿子在上海结婚，实际上我儿子是我妹妹带大的，他们一直在那儿，在上海，一直都是他们管的。

主持人：我听说您的小孩都大学生了，看见程院长见面都不叫爸爸。

程国栋：以前他叫不出来，不习惯，现在可以了。

主持人：懂事了。

您刚才说到，青藏高原是亚洲水塔，是十几条大河的源头，又是三江源，您原来在黑河的时候，实际上就注意到整个流域从源头到下游。修铁路对于这些源头的环境保护会造成多大的影响？

程国栋：生态的影响有时候是很深远的，表面上能够看到的，地表植被的破坏，动物通道的阻隔，这个基本上解决了，但是更深层面上的比较长远的影响还要研究。我想，它是线性的建筑，所以宽度比较窄，像现在环保做得好的话，不至于对三江源的生态造成很大的影响。

主持人：青藏高原本身在气候变暖以后，它的环境会有一些退化，这可能不是因为线性建筑造成的，也可能就是因为人多了，它自然就会变。

程国栋：现在影响比较大的一个是草场退化，牧民比较多的地方，一般就是放牧过多，在青藏高原广大的无人区变化主要是自然的变化，气候变化引起的，应该是这样的问题。

主持人：就是说，您认为青藏高原变化应该主要的还是反应了自然正常的状态，人对它的扰动并不是很大？

程国栋：没这么大。

主持人：将来青藏铁路通车之后，废弃物这些东西会不会对环境造成一些影响？

程国栋：会有一些，也不会很多。因为青藏铁路将来修通以后的运输量还是很少的。而且铁路设计的主导思想是，中间少设站，尽快通过，因为旅客在中间也不舒服，加速跑过去，列车上也在考虑，能不能把车厢封闭起来，所有的垃圾废物暂存起来。包括空气很稀薄，封闭起来空气上面就不至于那么大了影响了。

网友：在青藏高原上修铁路，会不会影响冰川和水源，那可是咱们全国人的水塔啊？

程国栋：刚才讲了，能够看到的，植被破坏的，包括对动物的影响，我们都已经做得比较好了，但是长远的影响还要继续观察，现在也没人提出来。铁路修了以后，能够直接影响到冰川，现在想不太懂，对于流域里面水的情况，影响应该说也不会很大，因为青藏公路已经走了好多年了，我们还没有看到比较直接的对这个地方的流域里面的径流发生很大的影响。现在还没有看到。

网友：坐青藏铁路去西藏，会不会有高原反应？

程国栋：有一个设想，准备把车厢封起来，封闭以后就没有高原反应，就跟飞机一样。假如做不到的情况下，也不用害怕，不会有什么高原反应，少数人会有。高原反应跟人的心理很有关系，青藏铁路前一段，从西宁到格尔木中间过关角，白天过的时候，大家都有这个反应那个反应，火车晚上过关角没有人哼哼，都睡着了，没事就过去了。生理反应是正常的，上山以后氧气缺少，不要紧张的话，反应很少，越紧张反应越大，坐在火车上有反应也不是很大，高原上就是缺氧，上山活动很激烈，蹦蹦跳跳，就有反应，坐着没事。去年我去了，感觉没什么，量血压就高了，年轻时还在烽火山打篮球打排球。青藏铁路两段，西宁到格尔木是第一段，现在实际上青藏铁路的第二期工程是从格尔木到拉萨。

网友：铁路什么时候能修通？假如从北京坐火车去西藏旅游的话，大概要多长时间？

程国栋：国家定的计划在2007年通车。通车以后，从北京到西宁24个小时，从西宁到拉萨24个小时，北京48个小时可以到拉萨。

网友：青藏铁路那么重的路基，能用多少年？气候变暖以后，真的下沉了，用什么办法解决？

程国栋：这个讲起来也很复杂，铁路路基是百年大计，修了以后，将来气候转暖以后，冻土不要化，化就沉下来了，我们现在做这套研究，重点想办法让它不化，在路基的材料和结构上想了很多办法，保证五十、一百年不化，从铁路路基本身来讲应该管几十年没问题。

网友：和铁路离得远一点，对整个青藏高原冰川、雪山逐年在融化、消失，您怎么看？您有什么办法解决？

程国栋：这个没办法解决。现在有很多不同的说法，英国人讲得比较玄，喜马拉雅的冰川四十年消光。青藏高原大部分冰川在退缩，有的退化的速度比较快，看什么样的类型，海洋型、大陆型退化速度不一样。现在有两个问题，假如气候转暖的预测大家相信了，到底转暖的幅度多少，这个说不清楚，牵扯到二氧化碳的排放，关键是全世界应该联合起来控制二氧化碳的排放，把二氧化碳排放控制住了，气候转暖会减缓，冰川就能保住，控制不了二氧化碳排放的话，冰川可能退化很快。

网友：青藏铁路是长期的大课题，中科院有没有必要在铁路沿线安插一些观测站，不断观测发生的变化。

程国栋：上次向路甬祥院长汇报，继续设站，我们要继续观测，路院长已经在院长办公会上表示支持，我们正在想办法准备做长期观测，我们沿线有很多的观测站，假如院里给我们资助的话，我们会长期观测下去。

网友：希望您用我听得懂的语言，介绍一下解决青藏铁路冻土问题所采用的主要理论和技术手段。世界上有先例吗？

程国栋：这个方法是多种的。工程建设一般都是讲稳定的问题，但是我们这个是特殊的，是温度的问题，是热学的问题，这是前提。我把温度控制好了，冻土不但不化，比平常土还要硬，承载力还要好，保证这个基础上面做力学分析，关键是从温度方面的控制。热有三种方式，一个是辐射，一个是对流，一个是传导，我们通过调控这三种传热方式，用很简单的办法，用材料、用结构调控，达到降温的目的。青藏高原上面空气跟地表的温度差别很大，可以差到3度。一般讲，地面比空气高3度，比如我们设想一下，有一个遮阳板，如果在路基边坡把太阳辐射阻挡一下，采取别的办法，匝扎用白的颜色，从辐射的角度想很多办法，因为青藏高原辐射很强烈，降低辐射对人体的影响，也可以通过调控对流。碎石层有很好的物理原理，通过我们的实验证明起到热半导体的作用，通过这层东西，可以利用自然的冷，利用青藏高原比较冷的空气，把底下温度减下去。传