

编者按：

袁道先院士是我国著名的岩溶地质科学家，也是国际岩溶研究中最具影响力的领军人之一。从1990年起，他曾先后联系成功申请和主持了四个与岩溶相关的国际地质对比计划项目，并都取得了令人瞩目的成果。由他倡议并争取建立的国际岩溶研究中心，去年也已正式落户桂林并挂牌运行。袁院士虽然已早过古稀之年，但他仍然时刻站在世界岩溶研究前列，不断思考和引领岩溶科学的未来发展。本文是不久前在南宁召开的“中国岩溶环境的脆弱性及综合防治”研讨会开幕式上袁院士讲话的录音整理稿。我们相信该讲话稿的发表，对西南地区目前正在如火如荼开展的石漠化综合治理，对解决我国饮水安全、油气能源开发、岩溶灾害防治、岩溶动力学理论不断创新发展，乃至为我国今后在联合国气候变化谈判准备有力的数据等方面，都将具有重大的指导意义。

新形势下我国岩溶研究面临的机遇和挑战¹

袁道先

(中国地质科学院岩溶地质研究所、国土资源部岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004)

摘要：随着社会经济的快速发展，我国岩溶环境地质问题日益突出，已引起党和政府的高度重视。本文根据国家经济建设、社会发展的需求，分析了我国岩溶研究所面临的形势与机遇，认为进一步加强岩溶基础与应用问题研究，尤其是岩溶发育的气-生-水-岩的相互作用、油气富集与深层岩溶发育机理、岩溶作用对全球碳汇的影响，以及西南岩溶石漠化综合治理、岩溶地下水资源开发与保护研究，改善生态环境，促进岩溶地区社会经济的持续、和谐发展，是当前和今后一个时期内我国岩溶研究所面临的主要任务和工作重点。

关键词：岩溶研究；岩溶石漠化；岩溶水资源开发；油气富集；碳汇

随着国民经济的发展，岩溶研究领域不断扩大，岩溶环境地质问题日益突出，岩溶研究工作的重要性日渐凸显。与十年前相比，我国岩溶科学的发展有了更好的形势，党和国家对岩溶科研工作提出了新的要求。这对岩溶科研工作者来说是机遇，同时也是挑战。

岩溶研究关系到社会经济发展和人们生活的方方面面。岩溶工作已经受到党和国家及各级政府的高度重视。从去年开始，国家发改委、国土资源部、国家林业局、环保部、农业部、财政部等六个部委联合发布全面开展《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲(2006—2015)》，提出在“十二五”期间，国家将加大投入，安排专项资金，在云南、贵州、

¹作者简介:袁道先,男,1933年生,研究员,中国科学院院士,主要从事水文地质、环境地质和岩溶学的研究;通讯地址:

广西、湖南、湖北、重庆、四川、广东 8 省(区、市)选择 100 个县开展石漠化综合治理试点工作。其中,贵州省有 55 个县、广西 12 个县被列入国家试点县。全国大规模的石漠化综合治理已经展开,石漠化综合治理研究将是广大岩溶科技工作者今后工作的重点。

李克强副总理对岩溶系统碳汇的研究十分关注,在视察国土资源部时曾指示,应对全球气候变化,与国土资源工作密切相关。岩溶系统是重要的陆地碳汇。我国岩溶分布广阔,占国土面积的 1/3,研究我国岩溶溶蚀过程对大气 CO₂ 减排的贡献将为我国在 CO₂ 减排的国际谈判中提供重要依据。为此,广大岩溶科技工作者有责任为我国在联合国气候变化大会的谈判提供科学可信的数据。据理论研究,每溶蚀 1 吨 CaCO₃,将吸收大气中 120 kg 碳。但在开放的岩溶动力系统中,在运动规律复杂的地球环境下,要准确计算我国三百多万平方公里岩溶的 CO₂ 回收量仍然是个难题,也是摆在全国岩溶工作者面前的重要任务。

缺水 and 饮水不安全的问题在岩溶山区仍然普遍存在。目前贵州省饮水不安全的人口达 1300 万人,占全省总人口的 1/3,其中严重缺水人口 567 万人。解决居民的饮水问题已成为一些省政府工作的重中之重。贵州省 2009 年政府工作报告中强调要进一步加大地下水资源的勘查和开发力度。广东省政府正增大对粤北岩溶地下水开发的投入。作为省政府提出通过开发岩溶地下水来解决人民的安全用水问题,是党和国家坚持以人为本、落实科学发展观的重要体现。在岩溶地下水开发过程中,岩溶发育的不均匀性给找水带来很大的困难,怎样准确的定井位、如何更好的评价水资源、怎样采用最有效的方法和通过最经济的工程开发水资源等,仍然是岩溶工作者今后需要解决的科学问题。

2008 年 12 月 15 日,联合国教科文组织国际岩溶研究中心在广西桂林市中国地质科学院岩溶地质研究所挂牌成立。国际岩溶研究中心是联合国教科文组织首次设立的地球科学研究中心,旨在通过国际合作开展岩溶科学研究,促进岩溶动力学发展,搭建科学信息交流平台,促进岩溶生态系统的治理和恢复以及岩溶地区的可持续发展。国际岩溶研究中心的成立意味着中国作为岩溶的大国将要肩负更多的责任,不仅要研究和解决我国的岩溶问题,还要参与到国际岩溶研究中去。中心经过一年的发展,在组织建设、科学研究、人才培养、国际交流与合作及基地建设等方面均取得较好进展。今年 11 月 8 日至 12 月 5 日,国际岩溶研究中心举办了为期近一个月的“岩溶水文地质与生态国际培训班”。来自乌干达、埃塞俄比亚、肯尼亚、印度、印度尼西亚、越南和罗马尼亚等国的 17 名岩溶水文环境工作者和政府官员参加了培训。

国家和世界地质公园、世界自然遗产的申报已成为近年来地质工作的热点之一。我国是由政府部门组织建立地质公园最早的国家 and 拥有世界地质公园最多的国家。截止今年,我国已有世界地质公园 20 家,国家地质公园 138 个。其中以岩溶景观为主或为辅的国家地质公园有 32 家,占总数的 23.2%。世界自然遗产是在联合国教科文组织第十七届大会上通过的《保护世界文化和自然遗产公约》下被列入《世界遗产名录》的在世界范围内具有突出意义和普遍价值的文物古迹及自然景观。2007 年 6 月 27 日,我国横跨滇、黔、渝三省市,连

申了云南石林、贵州荔波、重庆武隆联合申报的“中国南方喀斯特”被正式列入世界自然遗产名录,成为中国第六个世界自然遗产。中国南方喀斯特的申报成功不仅向世界展示我国壮丽的岩溶景观、独特的发育条件和形态组合,同时也为世界了解我国岩溶研究的成果,促进我国岩溶研究的国际合作提供了很好的契机。岩溶地质遗产的研究不能止于申报,在保护遗产地的同时,还应当将岩溶景观遗产地和地质公园建设成为重要的科研、科普、教育基地,同时加强相关旅游业的开发,为当地居民创造就业机会,为促进地方经济发展做出贡献。

近年来我国在石油天然气勘探方面取得了很大突破。国内外一般将地下 3 500 m 以内视为油气能源的开采门限,而这一空间的浅层油气资源已逐渐枯竭,无法满足包括我国在内的世界工业化和经济发展的需要。为突破我国能源“瓶颈”,油气勘探已进入地球更深部,陆续发现的几大油气田均位于深部的岩溶层。如,塔中油气田井深一般在 5 000 ~ 6 000 m,探明加控制油气当量达 1.3×10^8 t,预计石油地质储量可达 $(3 \sim 5) \times 10^8$ t,是我国第一个奥陶系生物礁型超亿吨级大油气田。普光气田位于 6 000 m 的岩溶层,探明储量为 3 500 亿 m^3 ,它的开发极大缓解了重庆能源供应紧张的状况。深层岩溶油气层的发现是油气勘探的成果,还将丰富我们对于岩溶发育规律的认识。浅层碳酸盐岩的发育和土壤中 CO_2 的含量有关,而深层岩溶的发育机理还需要深入研究。5 000 ~ 1 0000 m 的古生代碳酸盐岩地层是今后寻找油气资源的希望所在。因此,不仅要提高钻井勘探技术,同时还应当加强岩溶科学理论的研究。

当前西南岩溶区普遍存在干旱缺水、生态环境恶化、地下水污染和工程建设中的岩溶灾害等资源环境问题,作为岩溶地质工作者,理应为解决这些问题做出不懈努力。

岩溶地区水环境污染趋势正在加剧,发展和环境之间的矛盾也日益突出。由于特殊的地质条件,岩溶地区的污染具有扩散速度快、距离远、影响范围大、消减速度慢等特点,一旦遭受污染,治理将十分困难。尽管中国水污染防治法第 41、42 明文条规定严禁向落水洞排污,但在岩溶洼地堆积污染物,向落水洞排污的现象仍然十分普遍。岩溶地区越来越多的地下河正在遭受污染,却没有一条是治理好的。受污的水源直接危害到人们的生命和财产安全。一些岩溶地区的人们由于饮用有毒污水患上怪病,甚至死亡。岩溶水环境问题早已受到广大专家和学者的关注,两年前几位院士曾一起联合向中央提交关于地下河污染状况和防治的报告,至今地下河的污染仍未得到改善。可见仅靠监测调查,地下水的污染问题是无法解决的,还需要采用先进的水管理模型。引进国际先进的管理模式,在水资源的开发、利用、保护等方面实行统一规划和统一管理,才能有望解决我国地下水的污染问题。

岩溶发育的复杂性导致交通建设过程中极易发生突发的地质灾害,如岩溶突水、地面塌陷等,造成严重的国家财产损失和人员伤亡。岩溶区矿井突水造成事故也常在新闻报道中出现。岩溶突水还将引发地区性的缺水问题。据调查,一个隧道突水后,周围几十平方公里都会干涸,造成几千甚至上万人的饮用水中断。加强岩溶交通路线设计布置和岩溶地区灾害预报研究,提高超前预报水平以确保工程顺利竣工是岩溶地区交通建设过程中亟待解决的问题。

题。

洪涝灾害在西南岩溶山区几乎年年都有发生，给人们的生产和生活带来巨大的损失。去年和今年的雨季，广西凤山都发生了特大的洪涝灾害。有人就凤山洪水排泄不畅形成的严重内涝提出了问题，是将洪水自然形成的水库保留，还是提高洼地的排水疏通能力以减少洪涝的危害？这是很难回答的问题。若保留水库，如何确保洼地不渗漏；若疏水，如何扩大岩溶管道的排水量都是摆在岩溶工作者面前的难题。

在岩溶科学发展的大好形势下，岩溶科研工作应当更加紧密地与国民经济和社会发展相结合，更加主动地为社会经济发展服务，紧抓机遇，迎接挑战。首先，要着力提高岩溶科技创新能力。把握岩溶研究领域的前沿热点问题和与国民经济发展密切相关的问题，加强岩溶科学的理论创新和技术创新，推动岩溶科学发展的同时，也使岩溶科学更好的服务于社会服务于人民大众。其次，强调岩溶基础问题的研究。岩溶发育形成的地下河、管道是地下水资源赋存的空间，也是灾害发生的能量来源。因此很多岩溶研究领域都涉及到预测岩溶的发育规律这一基本问题。我国在岩溶发育模型的研究方面与国际还存在很大差距。国外已经研究出基于地球系统科学的气-生-水-岩结合的综合模型。如何研发更好的模型以准确的预测岩溶发育部位及程度是今后岩溶研究中不可忽视的方面。再次，加强科普工作。很多生态环境问题都是由于公众缺乏对岩溶科学知识的认知所导致的。足见岩溶科普工作的重要性。在今后的工作中，应当组织出版相关的科普书籍，开展科普活动以增强公众对岩溶科学的了解。例如，可出版关于如何防止岩溶地下水污染，如何防治岩溶塌陷等的科普读物。最后，要加强科研人才的培养。青年科学人才是岩溶科学发展的希望。因此要为青年人提供发展的平台和展示其成果的机会。今年在克罗地亚召开的国际岩溶专业委员会上设立有青年优秀论文奖。我们也可以设立如青年科技研究成果奖这样的奖项，以鼓励更多的青年科研工作者加入岩溶科学研究的队伍当中。此外，还要积极推荐岩溶领域的两院院士和加强青年岩溶科学家的宣传。

Challenges and opportunities for karst research of our country under the new situation

Yuan Dao-xian

(Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: With the rapid development of society and economy, karst geological and environmental problem in our country is becoming increasingly conspicuous, which have received much attention from our Party and government. According to the

requirement of national economic construction and social development, the paper analyze the situation and opportunities for karst research of our country, consider that further strengthen the research on karst basic and practical problem, particularly in karst developing reaction among gas-biology-water-rock, oil global carbon sinks, as well as comprehensive treatment for southwestern karst rocky desertification, exploiting and protecting research on karst groundwater resources, improvement in ecological environment, promoting sustainable and harmonious development of society and economy in karst areas, are the main tasks and work focuses for karst research of our country at present even for a period in the future.

Key words: new situation; karst research; expansion on karst research fields; geological environment problem; opportunities and challenges