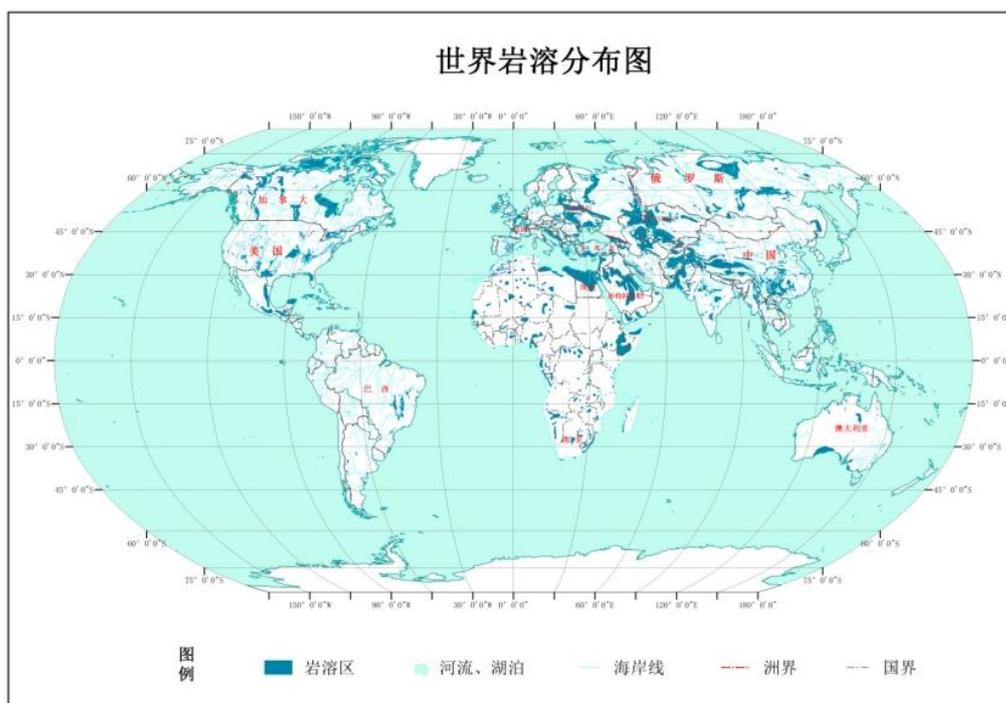




“全球岩溶动力系统的资源环境效应” 国际大科学计划建议（征求意见稿）



中国地质调查局岩溶地质研究所
联合国教科文组织国际岩溶研究中心

2016年11月

前 言

2016年5月30日，习近平总书记在全国科技创新大会上发表重要讲话：“科学技术是世界性、时代性的，发展科学技术必须具有全球视野、把握时代脉搏，及时确立发展战略，坚定创新自信，提出更多原创理论，作出更多原创发现，力争在重要科技领域实现跨越发展。”中国国家“十三五”规划纲要提出：“强化科技创新引领作用，积极提出并牵头组织国际大科学计划和大科学工程，建设若干国际创新合作平台。”

全球岩溶面积 2200 万平方千米，景观奇特，资源丰富，环境脆弱，岩溶资源和环境问题引起了各国政府和居民的高度关注。联合国教科文组织国际岩溶研究中心(IRCK)是 UNESCO 第一个地学领域的科学研究中心，七年多的运行在国际上产生了重要影响，并推动了国际岩溶合作研究和不同岩溶类型的国际地质对比研究。联合国教科文组织助理总干事 Flavia Schlegel 女士在国际岩溶研究中心第二期协定签署仪式上对中心给予了高度评价：“成果丰硕，解决了现实生活中的环境问题尤其是岩溶有关的资源环境问题，对今后的工作非常期待”。

因此，中国地质调查局提出实施“全球岩溶动力系统的资源环境效应”(以下简称“全球岩溶”)国际大科学计划，是落实习近平总书记指示和中央战略部署的重要举措，是进一步发挥国际岩溶研究中心重要作用的科技行动，对于推动岩溶领域国际合作及重大科技创新，促进全球岩溶资源的可持续利用和环境的可持续发展具有重要意义。

一、需求分析

现代岩溶学有两个突出特点，一是具有全球视野，二是具有地球系统科学的研究思路。全球岩溶面积辽阔，成因复杂，全世界广大人民普遍对岩溶地貌和洞穴充满好奇心。迄今为止，国际上一直没有全球岩溶资源与环境的系统数据与专题图件，普及全球岩溶知识缺乏全球信息数据，急需开展全球岩溶地质信息平台建设研究；岩溶水资源和油气资源丰富，在全球经济建设和保障人类福祉中发挥重要作用，但勘探难度大，急需开展全球岩溶动力系统的资源环境效应和岩溶地下水资源等开发潜力评价研究，突破勘探瓶颈，形成科技支撑，实现高效率、低耗能的可持续开采利用模式；全球岩溶干旱、石漠化、水污染、水土漏失等环境问题和塌陷、洼地内涝等地质灾害形成演变过程复杂，形势严峻，严重威胁生命安全，急需开展全球岩溶环境问题和岩溶地质灾害形成演变机制及防治技术研究。全球气候变化已经对环境产生可以观测的影响，全球强烈的岩溶作用能够吸收与全球森林植被比例相当的大气二氧化碳，岩溶地区石笋可以年际分辨率记录环境变化，具有应对全球气候变化的地域优势，对于应对全球气候变化具有重要意义。因此，实施“全球岩溶”国际大科学计划已成为当前的迫切需求。

一是推动地球系统科学创新发展的需要

21世纪以来，随着资源环境问题形势越来越严峻，环境治理难度越来越大，地球系统科学研究的重要内容之一是聚焦地球关键带（Critical Zone）的资源环境研究。岩溶地区的物理化学

综合过程，形成了典型的地表、地下双层岩溶水文地质结构，使地球关键带在岩溶地区结构清晰，地球四大圈层在岩溶地区的物质能量转化具有规律性，解决资源和环境问题的关键是阐明其与岩溶动力过程的关系，全球不同岩溶动力系统类型及其资源环境效应研究，不但可望率先取得解决全球资源环境问题瓶颈的突破，而且可创新和发展地球系统科学理论和技术方法。

二是岩溶资源有效开发和可持续利用的重大需求

根据国际水文地质计划（IHP）统计，世界地下水资源开发利用量约 $6000\sim 7000\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ，约占总用水量的 50%；其中岩溶区地下水开发利用量约 $3500\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 。丰富的岩溶水资源为世界约 25%的人口提供饮用水源。在美国，岩溶水供水比例高达 40%。在中国西南岩溶区有 1 亿人口以岩溶水作为主要（甚至是唯一）水源。世界上著名的大泉都是岩溶泉，如美国的银泉（Silver Spring）、克罗地亚的欧姆勃拉泉、中国的娘子关泉和趵突泉等，目前岩溶泉存在水量减少、水质恶化等问题，可见，岩溶水资源对全球人类的饮水安全和生态安全影响严重。由于岩溶含水介质的复杂性和分布不均匀性，岩溶水资源难以开采，如中国西南岩溶地下水资源的允许开采量为 $615.70\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ，已开采量为 $98.32\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ，仅占允许开采量的 16.57%，岩溶地下水资源开发潜力巨大，要提高岩溶水的开发利用效率，必须加强岩溶水的调查评价及含水层的探测。岩溶水资源的保护与水质修复也急需加强调查研究。

尽管当前绿色能源产业发展迅速，但传统化石油气仍占据世界资源能源领域的绝对地位，如何实现化石油气资源的可持续开

发利用仍是亟待解决的重要问题。世界碳酸盐岩大型油气田 321 个，在各种主要大地构造均有分布，主要分布于波斯湾盆地、扎格罗斯盆地、墨西哥湾盆地、锡尔特盆地、西西伯利亚盆地、滨里海盆地、美国阿拉斯加北坡、二叠盆地、中国四川盆地及渤海湾盆地，多数的油气田集中于特提斯纬向构造域。碳酸盐岩储层油气资源主要集中在晚古生界、侏罗系、白垩系、古近系和新近系。碳酸盐岩大油气田主要分布于 39 个国家和地区，油气储量为 9517 亿桶油当量，碳酸盐岩储层油气资源量占油气资源总量 50%，产量占 60%以上。碳酸盐岩储层主要以岩溶风化壳型和台地边缘礁滩型为主，白云岩储层和台内颗粒滩储层的油气田也陆续有发现，虽然勘探开发潜力较大，由于构造复杂，古岩溶与深部岩溶作用叠加，不仅急需加大岩溶储层的勘探技术研发力度，同时增强岩溶研究力量，从岩溶地质角度进行突破，提高油气勘探效率。

三是防治岩溶地质灾害、保护生态环境的迫切需要

1983 年在美国科学促进会第 149 届年会上，把岩溶称为是同沙漠边缘一样的脆弱环境，全球岩溶地区环境问题尤为突出，干旱、石漠化、水污染、水土漏失等环境问题在全球普遍发生，岩溶塌陷、洼地内涝、矿坑突水等地质灾害越来越频繁，而且这些环境问题和岩溶地质灾害形成演变过程复杂，具有隐蔽性，难以防治和预测，严重威胁人民生命安全和破坏生态环境，急需开展全球岩溶环境问题和岩溶地质灾害的形成演变机制、防治和预警技术的国际合作研究。

四是利用岩溶地域优势科学应对全球气候变化的需要

全球气候变化已经对环境产生显著影响。岩溶地区是以碳水钙循环为主的表层地球化学过程，消耗大气或土壤 CO_2 。与硅酸盐岩区风化作用比较，具有短时间尺度属性，溶蚀过程快速且强度大，在全球碳循环中发挥着关键作用，可为应对全球气候变化及实现碳减排做出重要贡献。我国岩溶地质碳汇潜力达 4000 万吨/年，占全国地质碳汇的 80%。已有的研究数据表明，随着植被的恢复、岩溶作用强度增加，近 10 年西南岩溶区石漠化综合治理工程增加的岩溶碳汇量为 2500 万吨，查明了不同生态环境背景条件下岩溶碳汇差异，为应对全球气候变化提供了重要支撑。

与黄土、冰芯、湖泊沉积及树轮等古气候环境记录比较，岩溶洞穴石笋具有记录时间跨度大、年代记录准、分辨率高等优势，是兼具尺度（目前加速器质谱测年延伸到过去 500 万年）、分辨率（可到月）、连续性和敏感性的良好地质载体，且分布广泛，可提供高分辨率长时间尺度的古气候信息。不仅在气候变化研究中发挥着重要作用，而且可重建人类文明重要历史过程和环境变化重要事件。

五是实现国家之间合作发展战略的需要

“一带一路”多数国家具有岩溶分布，岩溶地质景观资源、水资源和碳酸盐岩油气资源丰富，很多国家，特别是东南亚，也面临石漠化、岩溶干旱、海水入侵、地下水污染等突出的环境问题和岩溶塌陷和洼地内涝等越来越严重的地质灾害，“一带一路”建设战略规划在水工环领域倡导共建绿色丝绸之路，要求围绕以“孟中印缅、中新”两大经济走廊带为主轴的“海上丝绸之路”开展重大科学问题攻关研究合作，开展岩溶灾害地质和水文地质

调查研究。因此，无论是资源能源开发还是生态环境保护的国家间合作，均需加强岩溶技术方法的研究与合作。

六是促进国际合作和实现全球岩溶信息共享的需要

联合国教科文组织国际岩溶研究中心是 UNESCO 第一个地学领域的二类研究中心，7 年多来，在岩溶领域为全球气候变化、自然资源管理、消除贫困与可持续发展及地球科学教育(培训)等方面提供了重要平台和支持，也急需实施大科学计划，进一步推动岩溶学的国际合作和快速发展。

全球具有岩溶特征的世界遗产 47 处，世界地质公园 46 处，岩溶地貌和洞穴景观奇特、秀美，全世界广大人民普遍对岩溶地貌和洞穴充满好奇心，但迄今为止，国际上一直没有全球岩溶的信息平台，急需加强全球岩溶信息提取及共享研究，建设全球岩溶空间数据网及岩溶大数据应用云平台，发布全球权威信息，提供公共服务。这符合全球“和平、发展、合作、共赢”的时代潮流，也是建实、建强国际岩溶研究中心，发挥岩溶地质信息国际引领作用的具体举措。

二、目标任务

1. 总体目标

以地球系统科学和岩溶动力学理论为指导，建立全球岩溶环境监测网络，研究和查明全球不同岩溶动力系统类型的碳水钙循环规律和资源环境效应，突破岩溶关键带资源环境科学问题的瓶颈，创新岩溶资源勘探开发和岩溶环境治理与保护科学技术体

系，创建全球岩溶资源环境信息平台，各国共绘全球岩溶一张图，为人类提供全球岩溶公共服务信息，为不同类型岩溶地区资源可持续利用和岩溶环境治理与保护提供科学依据。

2. 主要任务

——对比调查全球岩溶水循环及其资源环境效应，创新水土耦合调控技术。

——评价岩溶作用的二氧化碳增汇效应，科学应对全球气候变化。

——查明全球岩溶塌陷发生规律，创建岩溶塌陷防控技术。

——划分全球岩溶地质景观类型，科学评价和保护岩溶地质景观。

——对比调查全球碳酸盐岩油气储层形成演变规律，提高油气勘探效率。

——建立全球岩溶环境监测网络，创建全球岩溶网络信息平台。

三、技术路线

在“全球岩溶”国际大科学计划实施过程中，遵循全球岩溶系统类型划分-各类型选代表性区（点）-建立观测研究站-开展监测和研究-获取系列科学数据-资源及环境评价-成果集成-全球岩溶信息共享的技术思路，充分利用现代先进科学技术手段，充分发挥国际岩溶研究中心科技平台作用，充分利用各岩溶国家技术及资源优势，广泛开展国际合作和多学科的交叉与融合。

1. 对比调查全球岩溶水循环及其资源环境效应，创新水土耦合调控技术

(1) 岩溶水资源探测及循环转化过程研究。选择全球典型岩溶水系统，通过水文地质调查和水文系统的自动化监测，开展岩溶地下河管道和含水介质探测，岩溶地下水循环的水动力对比试验，以及降水、地表水、土壤水、表层岩溶水与地下河水“五水”转化机制和过程研究，揭示不同类型岩溶水循环结构模式，建立不同岩溶水系统水资源评价模型，进行水质、水量定量评价，阐明岩溶关键带对水资源的调蓄功能和地下水资源动态变化规律和趋势，为岩溶地下水资源开发利用和保护、岩溶水污染防治及岩溶生态环境综合整治提供依据。

选择典型岩溶水系统，开展不同类型岩溶地下水开发利用技术与方法研究，形成岩溶水开发利用模式和高效利用技术体系，提高岩溶水开发利用效率和效果。

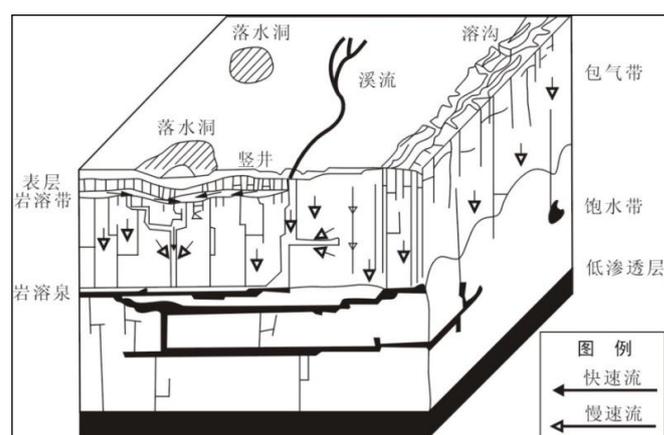


图 1 热带-亚热带裸露岩溶区典型地下河系统结构模式

(2) 生态环境对岩溶水资源的影响调查研究

开展全球不同类型典型岩溶流域生态环境调查，查明生态环

境，特别是石漠化、全球气候变化极端事件对岩溶水资源的影响及其导致的水资源短缺、内涝、水土漏失等问题，建立相关关系及其过程模式，阐明生态环境对水资源及其水环境问题的影响机制。

研发适宜全球不同岩溶环境类型区的石漠化综合防治和岩溶生态修复模式和技术体系，阐明生态环境对水资源的调蓄功能，研发生态与工程联合调蓄岩溶水资源的技术，开展试验示范。

(3)岩溶水污染评价与防治

开展岩溶含水层水质和污染调查研究，查明岩溶地下水水质和污染状况、污染源、污染途径以及发展趋势，开展污染机理研究，进行岩溶含水层防污性能评价。建立岩溶地下水水质监测网，尤其是加强对地下河和岩溶大泉的监测，持续监测岩溶地下水流量、理化性质以及水环境中的三氮、重金属、微量有机物、抗生素等元素。

加强地下河和岩溶大泉保护的科学研究，如污染物在地下河中的地球化学行为、地下河的自净能力、地下河探测和示踪技术、岩溶含水层防污性能评价技术、人类活动/土地利用与地下河保护、岩溶地下水污染调查评价方法等。

开展污染的地下河和岩溶大泉修复示范。在岩溶含水层水质详细调查的基础上，选择已经发生污染的地下河（泉）系统或子系统为典型案例区，开展岩溶地下水环境修复技术及工程研究。

(4)滨海岩溶含水层海水入侵调查研究

开展滨海岩溶含水层海水入侵机理研究。通过分析海水入侵形成的水动力条件、滨海岩溶含水层中主要水化学和同位素组成

特征，识别了海水入侵过程中发生的主要水文地球化学作用，并进行数学模拟，揭示岩溶含水层海水入侵过程和机理。

(5)建立岩溶地区水土耦合调控技术

针对典型岩溶地区岩溶干旱、内涝、石漠化、水污染、水土漏失等问题并存的严峻形势，在调查研究的基础上，建立岩溶地区水土耦合调控信息平台，在水土资源潜力、承载力和开发利用效率评价的基础上，设计水土耦合调控模型，通过试验示范，形成岩溶地区水土耦合调控技术体系。

2. 评价岩溶作用二氧化碳增汇效应，科学应对全球气候变化

(1)岩溶作用与碳循环调查研究

重点研究碳在岩溶水系统中迁移过程与土地利用和水生植物光合作用的关系，在水库或湖泊等水体中通过微生物碳泵转换为较稳定的半活性溶解有机碳(SLDOC)或惰性有机碳(RDOC)的机制和碳汇效应。

(2)岩溶环境二氧化碳增汇效应研究

利用同位素标记法等技术，研究植物吸收-释放 CO_2 规律，根系呼吸、根际微生物引起土壤有机碳矿化对碳酸盐岩溶蚀的影响；研究固定 CO_2 细菌对土壤 CO_2 周转速率及岩溶作用的影响；研究地表、地下生物量变化对岩溶作用及岩溶碳汇影响，评价 CO_2 在植物-土壤-岩石体系的通量及速率。在查明流域水文地质条件基础上，对比研究人工干预措施（植被变化、土壤改良、土地整理）对流域碳通量影响，创建人工干预增加岩溶碳汇技术。以流域尺度关注岩溶碳循环的整个过程，探索有机碳及无机碳迁移转

化规律。

(3)不同水体生物地球化学碳汇效应研究

调查研究不同水体（河流、水库及湖泊）生物地球化学的昼夜、季节与年际尺度变化规律，利用水化学与碳同位素技术厘定碳的来源、不同碳形态之间的转换与通量估算，分析不同水体碳汇与生物地球化学效应，研究碳酸盐岩沉积/溶蚀、脱气与水生植物光合作用之间的相互关系。

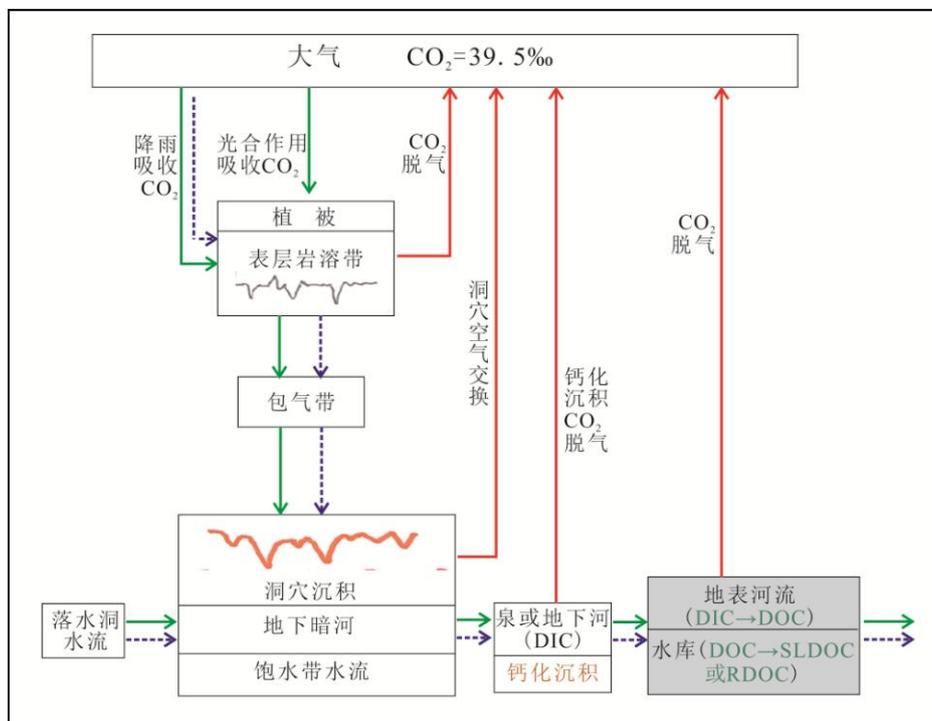


图 2 岩溶系统中 CO₂ 运移过程模式

绿线代表进入含水层CO₂通量；红线代表返回大气CO₂通量；绿线+蓝虚线代表碳随水体迁移路径；DIC→DOC表征部分无机碳因水生植物光合作用转换为有机碳；DOC→SLDOC或RDOC表征部分有机碳因微生物碳泵转换为半活性溶解有机碳或惰性有机碳(碳储-图中灰色部分)

3. 查明全球岩溶塌陷发生规律，创建岩溶塌陷防控技术

从 23 个岩溶塌陷国家的岩溶塌陷发育现状、地质背景、水

文工程地质特征分析和岩溶塌陷动力条件监测入手，深入研究岩溶塌陷形成演化的地质模式，建立全球岩溶塌陷发育的动力模型，建立岩溶塌陷调查、风险评价和监测预警方法。重点研究：全球极端气候特别是极端暴雨影响下岩溶塌陷形成演化机理，大型矿山开采疏干地下水影响下岩溶塌陷发育机理和发育判据，大型岩溶塌陷风险评价、监测预警、早期识别与防控技术，“一带一路”岩溶塌陷及岩溶工程地质风险评价图，国际岩溶塌陷发育态势与对策。

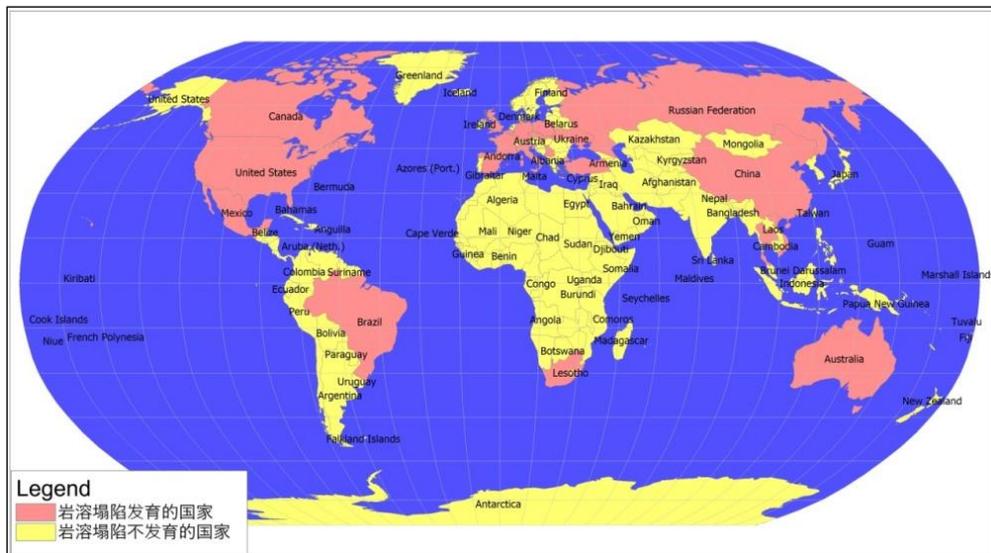


图 3 世界上岩溶塌陷发育的国家

4. 划分全球岩溶地质景观类型，科学评价和保护岩溶地质景观

(1)全球岩溶地质景观调查评价

以地貌组合为纲、个体地貌形态为目，制定全球岩溶地质景观分类方案，划分涵盖全球的岩溶地质景观类型。根据全球岩溶地质景观的特征及分类方案，制定全球岩溶地质景观调查、对比

与评价规范，进行可溶岩类地貌系统的物质组成、形态结构、发育演化、影响因素及分布特点的调查评价，包括形成各种岩溶景观的过程及时间尺度的调查研究。

(2)岩溶地质景观开发利用和保护规划

根据岩溶地质景观调查、对比、评价结果，进行全球尺度岩溶地质景观区划，并针对各地区岩溶地质景观的发育、分布特点及资源禀赋，结合地理、交通、旅游及经济区位条件，提出岩溶地质景观设立世界遗产、世界地质公园、国家公园、地质保护区、旅游开发景区等方面的开发利用与保护规划建议。

(3)全球岩溶地质景观一张图及信息系统建设

根据岩溶地质景观调查、对比、评价及开发利用和保护规划成果，编制全球性岩溶景观与洞穴资源分布图及开发利用和保护图件，建设全球岩溶地质景观信息系统，面向全球提供检索、咨询与开发规划等应用服务。

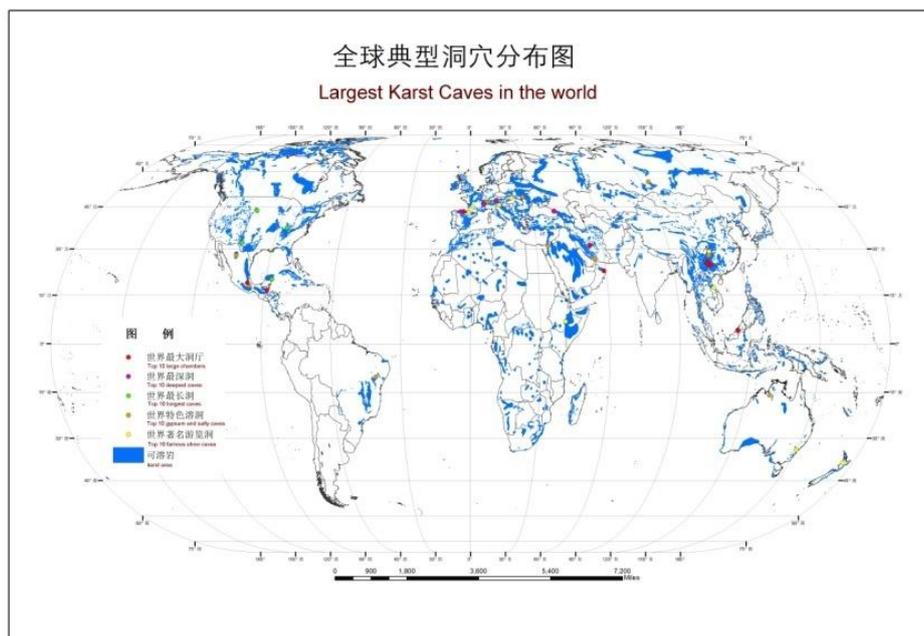


图 4 全球典型岩溶洞穴分布图

5. 对比调查全球碳酸盐岩油气储层形成演变规律，提高油气勘探效率

以全球主要碳酸盐岩岩溶储层和大油气田为研究对象，在古地质、古构造、古地形、古气候和古水文地质条件综合分析的基础上，运用地球化学分析、古地貌恢复和地球物理探测等综合方法，识别古岩溶形态及其影响因素；利用古岩溶形成条件、古岩溶地貌类型、古岩溶形态特征及深岩溶作用机制等现代岩溶理论研究古岩溶发育分布对油气储层的控制规律，对宏观的一微观的、裸露的一埋藏的、溶蚀的一充填的岩溶形态进行成因组合分析，系统研究古岩溶区域上分区差异性、垂向上分带性、时代分期性，建立岩溶储层形成地质模型，揭示古岩溶对油气聚集的控制规律，指导油气勘探开发高效、低污染，提高对古岩溶的研究认识水平、实现理论转化，达到可持续发展的目的，为国土资源事业服务。

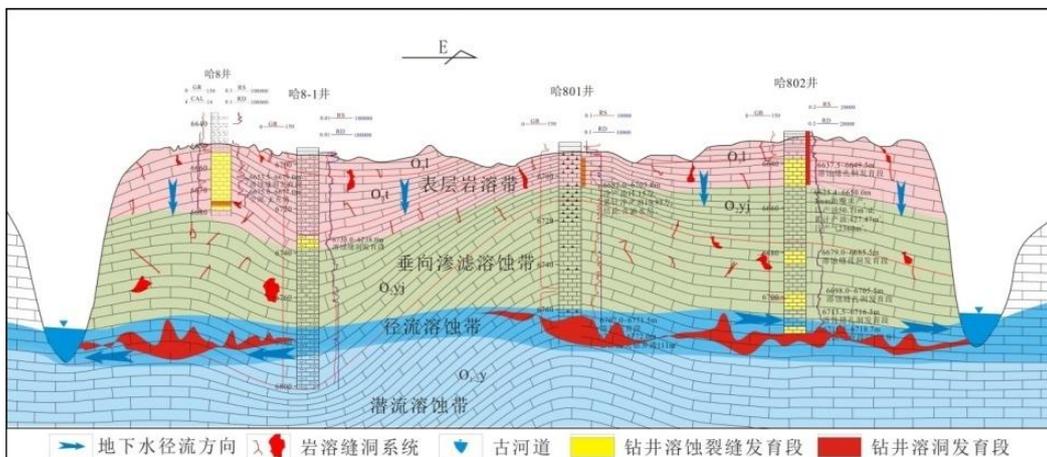


图5 碳酸盐岩古岩溶分布规律剖面结构特征

6. 建立全球岩溶环境监测网络，创建全球岩溶网络信息平台

(1) 全球岩溶环境监测站际网络建设

针对全球岩溶主要类型与特点，设置岩溶环境监测站，重点将布置在中国西南与中南半岛热带亚热带岩溶区、北美温带岩溶区(美国)、热带新生代孔隙碳酸盐岩岩溶区(加勒比海地区、印尼)、中东干旱岩溶区(伊朗、土耳其)、地中海型气候岩溶区(斯洛文尼亚、奥地利等)、冈瓦纳大陆岩溶区(巴西、澳大利亚)，逐步实现典型地区连续高分辨率监测，通过国际合作与对比研究形成监测网络，实现数据和成果共享。

(2) 分布式全球岩溶数据平台建设

全球岩溶地质数据具有多比例尺的特征，开展相同比例尺下数据标准和表达规范的研究，保证全球数据的统一；开展不同比例尺下数据的兼容性研究，保证不同比例尺数据的交互使用。全球尺度下岩溶地质数据库以分布式的方式部署在主节点和各个子节点上，需要对节点软硬件建设和部署开展研究，提出基本的软硬件配置要求，数据库部署要求，数据服务节点管理要求，制定统一的计划、章程和服务规范。

(3) 全球及“一带一路”主要经济走廊岩溶资源环境填图

通过搭建编图国际合作平台，在充分收集分析资料的基础上，围绕全球及“一带一路”各大经济走廊，分别编制岩溶分布图(1:500万)、水文地质图(1:500万)、地下水资源图(1:500万)等图件，再通过长期的国际合作以及境外地质调查，逐步修

编系列图件至更大比例尺（1:100 万）。编制以水质污染、海水入侵、土壤盐渍化、石漠化等为主要内容的地质环境单要素图件，沿“一带一路”重大基础设施编制以崩塌滑坡泥石流、地面沉降、岩溶塌陷等为主要内容的重点区地质灾害易发区分布图、重点区地质环境问题图，编制全球岩溶地质遗迹分布图。

四、部署安排

1. 时间安排（2016~2027）

按照三个阶段有序推进全球岩溶大科学计划的实施。

第一阶段：准备阶段（2016）

以国际岩溶研究中心二期协定签署，以及理事会、学术委员会召开为契机，通过会议研讨、互联网函议，广泛征求世界各国科学家、国际组织的意见和需求，形成“全球岩溶”国际大科学计划建议书。

第二阶段：实施阶段（2017~2026）

利用国际岩溶研究中心的平台作用，统一思路、广泛收集各国的资料和数据，现场考察，案例研究和示范区学习，形成可操作的“全球岩溶”国际大科学计划的实施方案，从不同渠道立项，获得经费支持。按照国际岩溶研究中心的运行阶段分二期实施，每期 5 年；第一期，2017-2021 年，建立合作研究和信息平台框架，开展典型地区试点研究；第二期，2022-2026 年，开展深入研究，提升合作研究能力和成果水平。

第三阶段：总结阶段（2027）

完善全球岩溶网络信息平台，总结提炼全球岩溶成果和开发

信息服务产品，对岩溶资源和环境状况做出科学判断，提升全球岩溶调查研究和科技创新成果水平和服务水平。

2. 区域部署

针对三类情况进行部署，一是已经与中国开展岩溶合作研究的美、斯、泰、波、印、奥等国，深入开展对比调查研究；二是与国际岩溶中心签订了合作备忘录的俄、英、法、德、南、巴、澳、越等主要岩溶国，尽快建立岩溶环境监测站，开展典型研究；三是对于研究基础较弱的国家，国际岩溶中心组织其编制相关专题图件。

五、预期成果

1. 地质调查成果

——编制全球 2200 万 km^2 岩溶地质、岩溶地貌、岩溶水文地质和岩溶环境图；

——编制 400 万 km^2 “一带一路”岩溶地区和重点岩溶区专题图件，包括，岩溶碳循环及其碳汇效应、洞穴石笋古环境记录图、岩溶水资源评价图、岩溶地质景观资源评价图、岩溶矿产资源分布图、碳酸盐岩油气资源评价图、岩溶生态环境评价图、石漠化演变图、岩溶塌陷评价、岩溶土地质量评价数据库及图件等。

——查明全球岩溶动力系统的碳水钙循环规律，科学评价全球岩溶资源和岩溶环境，编制典型岩溶类型区资源开发与环境综合整治区划。

2. 科技创新成果

研发国际先进水平的岩溶动力条件快速捕捉、岩溶资源勘探

利用和环境治理关键技术方法 8-10 项；形成岩溶地下水、石漠化、岩溶塌陷、应对全球气候变化、岩溶地质景观领域 4-5 项国际领先水平大成果。

3. 科技平台

——国际平台。建实建强国际岩溶研究中心，建立完善全球岩溶环境监测网点 30 处，建立定时更新的全球岩溶网络信息平台。

——国内平台：建设岩溶动力学国家重点实验室，建强岩溶动力系统与全球变化国家级国际联合研究中心，建实国际一流岩溶地质调查研究机构，建强国家和省部级岩溶环境监测野外台站和研究基地。

4. 社会经济效益

全球岩溶科技成果可促进岩溶学的跨越式发展、技术进步和多种形式的国际合作，实现全球岩溶信息社会共享服务，提升我国的国际地位和话语权，培养我国的国际领军人才，并为“一带一路”战略决策和实施提供科学依据及资源环境保障；形成的岩溶资源与环境资料数据以及研发的新技术将产生巨大的潜在商业价值。

六、研究基础

“全球岩溶”国际大科学计划，是一项国际前沿的巨大国际合作计划，不但需要有科学的理论基础、先进的技术支撑，还需要全球具有岩溶分布的国家共同参与并密切合作才能实现，在这些方面，国际岩溶研究中心及其依托单位中国地质科学院岩溶地

质研究所已经具备了以下有利条件。

(1)以袁道先院士为首的科研团队已经创立了以碳水钙循环为核心，岩-水-气-生四大圈层为主体结构的地球系统科学观下的岩溶动力学理论，为全球岩溶大科学计划奠定了理论基础。

(2)我国连续主持实施了 IGCP299、IGCP379、IGCP448、IGCP513、IGCP598 五个岩溶领域国际地质对比计划，储备了 40 个国家 200 多名科学家优秀的专业技术人才，为全球岩溶大科学计划提供了科学思路和人才队伍。

(3)国际岩溶研究中心 7 年的高效运行，已与 15 个国家和国际科研机构签订了合作备忘录，推动了 8 个国家间岩溶领域的深入和作研究，成功联合国际著名岩溶学者举办了 7 次国际培训班，共吸引了来自 5 大洲 33 个国家的 147 名学员参与，并有幸邀请到来自 16 个国家（不含中国专家）的 35 位外籍一流专家授课。为全球岩溶大科学计划的组织实施提供了成功经验和国际合作基础。

(4)岩溶作用与碳循环、洞穴石笋古环境重建、岩溶生态系统与石漠化治理、岩溶地质公园和世界自然遗产申报与保护，岩溶地下河和表层岩溶水探测与开发、碳酸盐岩油气储存区古岩溶刻画等方面全球视野的岩溶研究成果，奠定了我国岩溶研究的国际领先地位，使中国地质调查局牵头组织实施“全球岩溶”国际大科学计划顺理成章。

(5)国际岩溶研究中心已经在中国、美国、泰国、斯洛文尼亚等岩溶国家建立了岩溶环境监测站，已与 CCOP 国家、东南亚国家合作开展岩溶地质和跨界含水层编图，全球岩溶科技创新平台

和编图技术方法的建立，为实施“全球岩溶”国际大科学计划提供了科技条件。

七、保障措施

1. 组织保障

建立大科学计划运作体系。一是以全球岩溶国际大科学计划将以国际岩溶研究中心为主要科技平台，在国土资源部中国地质调查局的统一组织领导下，发挥政府和国际机构的统筹协调作用，建立统筹部署、分工协调、合作共享的工作机制以及解决关键问题、提升服务水平的国际水平科研团队和科技创新体系。二是建立大科学计划管理委员会：负责组织协调、年度计划、经费落实、工作推进和监督；建立科学家委员会：负责科学目标、工作内容、实施方案和技术标准制定；建立工作组：负责实施方案的落实、质量控制、成果整理发布和数据库建设，签署参与国合作协议和成果共享机制等日常工作；建设在线信息服务平台：实现在线管理、有权限的数据共享服务。

2. 机制保障

发挥联合国教科文组织、国际地科联、国际水文地质学家协会、国际地理联合会、CCOP、中国联合国教科文组织全国委员会、以及连续5个IGCP项目长期建立起来的多个国家IGGP全委会等国际组织作用。目前已经建立了含有40多个国家、50多位科学家的国际合作网络，进一步加强与巩固合作网络，并建立正常交流、沟通机制。

3. 政策保障

“全球岩溶”国际大科学计划的实施，国际岩溶研究中心将在国土资源部中国地质调查局统一领导下，优先落实国际岩溶研究中心和“全球岩溶动力系统的资源环境效应”国际大科学计划实施所开展的国际活动；给以优惠政策，组织加强科学目标、研究内容、技术方案、技术标准的统一制定和技术培训。

4. 技术保障

通过联合国国际岩溶组织和研究机构，利用国际岩溶研究中心平台，加强实施“全球岩溶”技术体系、实验室分析能力和基地建设，形成统一技术路线，牵头制定国际认可、技术先进、科学适用的国际技术标准，完善科学适用和相互协作的技术保障体系。

5. 经费保障

由国土资源部中国地质调查局牵头，联合国内岩溶调查研究优势机构，通过申报新的国际地质对比计划、中国“五大科技平台”中的重大国际合作项目，以及中国地质大调查项目等，建立多元化、专项化和稳定的资金保障体系。2016-2027年，中国政府预计每年投入1-2亿元，保障“全球岩溶”大科学计划实现预期目标。

通过与世界主要岩溶国家签订国际合作备忘录，建议各国设立岩溶调查研究专项，保障国际岩溶合作和对比研究。