

《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价
指南》（报批稿）
编制说明

中国地质科学院岩溶地质研究所

2020年12月6日

目 录

一、工作简况.....	3
(一) 任务来源.....	3
(二) 起草单位.....	3
(三) 主要起草人.....	3
(四) 主要工作过程.....	4
二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据.....	10
(一) 标准编制原则.....	10
(二) 确定标准主要内容的论据.....	10
三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果.....	15
四、采用国际标准和国外先进标准的情况.....	16
五、与有关现行法律、法规和强制性标准的关系.....	17
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	17
七、标准性质的建议.....	19
八、贯彻标准的要求和建议措施.....	19
九、废止现行有关标准的建议.....	20
十、其他应予以说明的事项.....	20

《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价指南》

（报批稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

制定《岩溶流域碳循环调查与碳汇效应评价指南》是中国地质调查局二级项目《长江、珠江、黄河岩溶流域碳循环综合环境地质调查》的工作项目《人为干预增加岩溶碳汇试验示范及碳汇效应综合评价》的工作内容之一。实施单位和承担单位为中国地质科学院岩溶地质研究所。自 2010 年中国地质调查局组织开展岩溶碳汇调查项目以来，项目组通过认真学习相关学科的技术方法，结合岩溶区实际和学科前沿，《岩溶流域碳循环调查与碳汇效应评价指南》从无到有。2016 年 1 月，中国地质科学院岩溶地质研究所划拨专项经费（基本科研业务费）开展规程的编制工作。2017 年列入原国土资源部《标准制修订工作计划》。

（二）起草单位

本标准起草和修订工作的承担单位为中国地质科学院岩溶地质研究所。

（三）主要起草人

本标准制定组由长期从事野外地质工作的中高级技术人员和专家组成，主要起草人为曹建华、覃小群、张连凯、黄奇波、黄芬、张春来、刘朋雨、于爽、吴夏、孙平安、何师意、张强、章程、黄思宇、王培、杨慧、蒲俊兵、李强、梁月明、黄妮等。

(四) 主要工作过程

岩溶碳汇 (循环) 调查的项目支撑

上世纪 90 年代，以袁道先为首的岩溶科学家，从地球系统科学的角度，提出全球碳循环与岩溶作用的相互关系研究。由中国科学家提出并组织的国际地质对比计划(IGCP) 379 项“岩溶作用与碳循环”(Karst Processes and the Carbon Cycle) 1995 年 2 月获得批准，标志着岩溶作用与碳循环研究正式得到国际专家认可。项目在表层岩溶系统碳循环与大气 CO₂ 源汇关系上取得了重要进展，揭示了表层岩溶系统碳循环的运行机制。并对中国及全球进行了岩溶作用 CO₂ 碳汇量初步估算。

2010 年，中国地质调查局安排了地质调查计划项目“中国地质碳汇潜力研究”(2010-2012)，旨在进一步开展岩溶碳汇、土壤碳汇和矿物碳汇的深入调查研究。主要项目包括中国典型地区岩溶碳汇调查、中国典型地区地质碳汇动态评价、全球岩溶碳汇调研及动态监测方法与培训、岩溶地区固碳增汇试验示范、中国气候变化岩溶沉积物记录研究、应对全球气候变化地质调查综合研究等多个工作项目，完成调查面积近 10 万 km²，调查线路长度 2 万 km，覆盖中国西南八省市和北方的主要岩溶区。该项目探索了不同土地利用方式、植物-土壤-碳酸盐岩连续体对岩溶碳汇的影响，水体及土壤碳酸酐酶与岩溶作用的关系，水生藻类对水体溶解无机碳的吸收利用等问题；揭示了不同温度、降雨和二氧化碳水平对岩溶碳汇的影响和效应；探讨了全球变化背景下植物-水-土壤-岩石碳汇过程；分析了碳

形态的稳定性与源汇关系；提出了五种岩溶碳汇潜力技术途径。

2013 年-2015 年，中国地质调查局启动第二期“中国岩溶碳汇过程与效应研究”项目，该项目共建立野外岩溶碳汇过程监测站 6 个；获得 2000 片野外溶蚀试片，2000 件水体有机碳、无机碳分析样和 600 件碳等稳定同位素样数据。通过调查，初步估算了长江、珠江与黄河流域年碳输出量，建立了不同土地利用植被条件下碳汇增量的水文模型，揭示了岩溶碳循环与全球气候变化之间关系，初步提出了流域碳循环模型。这些成果得到国家科技部、自然资源部、中国地质调查局和中国地质科学院首肯。为提高国家气候变化国际话语权、服务地方经济科学发展、开展区域碳排放交易和固碳减排等方面做出了重要贡献。

2016 年-2018 年，中国地质调查局启动第三期岩溶地质作用与碳循环地质调查任务，开展长江、珠江、黄河碳循环综合环境地质调查，开展了长江、珠江、黄河等流域尺度水-岩-土-气-生相互作用的岩溶碳循环调查，更新了流域尺度岩溶碳汇效应估算方法，计算出长江、珠江、黄河流域岩溶碳汇为每年 4367 万吨二氧化碳；估算全球占陆地面积 13.4%的碳酸盐岩风化形成的碳汇量为每年 1.48 亿吨碳，占陆地风化碳汇量的 40%；全球陆地进入水体的总碳量 29 亿吨碳，其中 14 亿吨碳重新返回大气，6 亿吨碳在内陆水体中沉积，9 亿吨碳由陆地排泄于海洋。提出了生态恢复、土壤改良、外源水和水生生态系统人工干预固碳增汇技术途径，评估西南岩溶地区 2016-2025 年石漠化治理预计产生的岩溶碳汇量可达 8505 万 tC，该

调查研究引领全球岩溶碳循环研究，支撑了“全球岩溶”国际大科学计划的实施。

规范的研究编制阶段 (2012 年 4 月-2016 年 12 月)

自 2010 年地调局开展岩溶碳汇调查项目以来，项目组认真学习相关学科的技术方法，结合岩溶区实际和学科前沿，《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范 (1:50 000)》从无到有，并在实践中不断完善，努力形成可操作性强的规程方法。

2012 年 4 月，在第一期工作基础上，形成了岩溶碳汇土壤调查技术要求、溶蚀试片埋放技术要求。

2012 年 6 月，编制岩溶碳汇地表水、地下水调查技术要求，同时形成了样品采集、处理、分析化验及数据库建设等方面的技术方法体系。

2013 年 6 月，在第二期调查工作的基础上对地表水/地下水调查方法、样品处理测试方法、数据库建设规定等一系列的方法要求进行完善，并形成《岩溶碳汇调查技术方法要求》。

2014 年 5 月，项目组启动岩溶碳汇调查规程的编制工作。结合野外工作的实际情况，国内外的研究前沿领域，对原有的《岩溶碳汇调查技术方法要求》中的调查技术方法、评价指标体系、碳汇计量模型以及成果图件、数据库信息等内容进行了修改完善，增加了水生生物固碳过程的内容，完成了《岩溶碳汇调查技术规程 (1:250 000) (草稿)》。

2015 年 6 月，总结了岩溶碳汇的计算方法，估算模型，提出了

基于传统水化学径流法的碳汇通量计算模型。

2015年12月，系统提出了岩溶碳循环的调查思路，从地球科学观点、流域系统角度全面提出水-岩-气-生四个圈层的碳循环概念模型，并提出1:50 000的调查精度要求。

2016年1月，中国地质科学院岩溶地质研究所划拨专项经费(基本科研业务费)开展规程的编制工作。

2016年2月，岩溶所在桂林召开岩溶碳循环调查技术方法讨论会，聘请相关领域专家对岩溶碳循环的调查技术方法、概念模型、数据库建设等进行了讨论，提出修改建议，并提出以图幅为单元，以流域为重点的调查方法。会后根据专家建议，形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范(1:50 000)(第一稿)》。

2016年4月，借岩溶所组织召开岩溶水文地质专业委员会会议之际，请专家对《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范(1:50 000)(第一稿)》提出修改意见，在专家意见的基础上，修改完成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范(1:50 000)(第二稿)》。

2016年6月，项目组针对岩溶碳循环的特点，系统总结，提出了岩溶碳循环调查应遵循的“十八字”原则，即“定边界、追过程、查条件、测形态、算通量、评潜力”。

2016年7月，在前期调查的基础上，调查技术规程中增加淡水中惰性有机碳转化的内容。结合岩溶碳循环调查的“十八字”原则，形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范(1:50 000)(第三稿)》。

2016年8月，项目组召开了规范编写专题研讨会，组织有关专

家工作项目负责人对规范逐条展开了充分讨论、现场修改。此次会议确定了沉积物碳沉积速率及来源计算方法，形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范（1:50 000）（第四稿）》。

2016年10月，岩溶地质研究所再次召开1:50 000碳循环调查规范的讨论会，听取专家意见，此次会议，重点增加水-气界面CO₂交换通量估算方法内容。形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范（1:50 000）（第五稿）》。

2016年11月，对规范的使用情况进行了了解与统计，在充分收集资料与调研的基础上，工作组讨论重新确定了规范的重点内容，对规范中的关键技术问题进行了梳理，对野外调查表格进行了补充完善。形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范（1:50 000）（征求意见稿）》。

征求意见及修改完善阶段（2017年1月-2018年9月）

2017年7月15日，岩溶地质研究所对《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范（1:50 000）（征求意见稿）》进行征求意见，面向从事岩溶碳循环调查、岩溶水文地质和生态地质调查的27个单位36位知名专家征求意见。收到回执26份，得到重要的修改意见285条。

2018年5月21日，工作组召开了工作会议，对285条修改意见逐条进行讨论，确认采纳或部分采纳的意见有205条，占意见总数的71.93%，不采纳的意见有80条，占意见总数的28.07%（见送审讨论稿修改意见及处理情况统计表）。同时，工作组又对部分内容进行了修改完善，于8月30日形成了《岩溶流域碳循环与碳汇效应调

查规范 (1:50 000) (讨论稿)》。

2018年9月4日,中国地质科学院岩溶地质研究所组织专家对《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范 (1:50 000) (讨论稿)》进行了审查,在充分征求专家意见的基础上,就规范使用过程中存在的问题、专家提出的意见及修改方案是否合适进行了讨论、修改、完善,审议的主要内容包括术语与定义、采样的频率与测试指标、碳汇的计算方法等,修改形成《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范 (1:50 000) (送审稿)》。

分技术委员会审查修改阶段 (2019年6月-2020年3月)

2019年6月29日-30日,全国国土资源标准化技术委员会水文地质工程地质环境地质分技术委员会在北京组织有关委员和专家召开审查会,对中国地质科学院岩溶地质研究所提交的《岩溶流域碳循环与碳汇效应调查规范 (1:50 000) (送审稿)》进行了审查。通过审阅规范、听取汇报、质询答疑、认真讨论,认为该标准确定了调查的目标任务、工作内容、技术方法、工作量定额、成果报告编写等方面的要求,以追踪碳源、碳汇过程为重点,界定了流域尺度岩溶碳循环调查主要环节及碳汇效应评价方法;建议将标准名称修改为《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价指南》;加强术语表达的简洁和准确性;对取样的布置描述更明确,加强可操作性。

会后,工作组召集参编人员认真仔细研究评委们的意见和建议,针对专业术语的选择和定义,调查比例尺的确定,调查内容和调查技术的调整,新增碳汇效应评价方法等作出了修改与调整,形成了目前

的《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价指南》(报批稿)。

2020年7月,工作组向分技术委员会提交了《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价指南》(报批稿),进行了第二次格式及术语单位的修改,形成了目前的报批稿。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

(一) 标准编制原则

本标准编制按照 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第一部分:标准的结构与编写》和 GB/T20001.1-2001《标准编写规则 第一部分:术语》的要求和规定,坚持科学性、适用性、先进性、统一性和规范性的基本原则,在充分收集资料和调研的基础上,立足当前技术发展的普遍水平,倡导使用新技术、新方法,注重与其他相关标准的协调统一,填补我国岩溶流域碳循环与碳源汇效应调查专项技术标准空白。

(二) 确定标准主要内容的论据

根据标准化工作导则要求,结合本标准的实际需要,确定本标准由前言、引言、范围、规范性引用文件、术语和定义、总则和具体技术要求。

《岩溶碳循环调查与碳汇效应评价指南》的具体技术要求是根据实际需要、按照工作程序编写的,主要包括:调查区分级与基本工作量、调查内容、调查技术方法及要求、图件编制、成果编制,并根据需要编排了附录。

具体内容的确定考虑到了诸多因素,简述如下:

调查区分级

根据岩溶地貌类型及其水文地质特点，根据岩溶的出露条件和岩溶发育程度，将调查区分为裸露区和覆盖区。

基本工作量

基本工作量的确定是本标准最重要也是讨论最多的章节。根据各个调查区调查的目的、任务，参考已有规范以及 2008 年以来岩溶碳循环及碳汇相关调查项目多年的的工作经验，对 1:50 000 重点调查区和 1:250 000 一般调查区的调查、勘查、监测、试验等的基本工作量做了规定。

调查内容

依据碳酸盐岩风化溶解消耗大气/土壤 CO_2 发生条件和流域尺度岩溶碳循环的 3 个阶段展开调查，具体包括：

——碳酸盐岩溶解消耗大气/土壤 CO_2 发生条件调查

在 1:50000 或 1:250000 水文地质调查的基础上，增加包括基本的气象、岩溶形态及组合特征、岩石组合特征、碳酸盐岩分布及石膏、硫化物、煤系地层分布，土壤类型、物理化学属性和土地利用方式、植被生物量、大气/土壤 CO_2 浓度、土壤呼吸的空间和时间变化、水文地质结构，水动力条件和水化学特征，确定岩溶地下水系统的结构与边界，分析地下水的补给、径流、排泄条件及空间展布等基本情况。

——碳酸盐岩溶解、生成水体中的无机碳过程调查

包括大气/土壤 CO_2 、土壤类型、岩石成分等影响因子对不同碳酸盐岩的溶蚀速率及其时空变化的影响；表层岩溶带中大气/土壤

CO₂ 生成水体中的溶解无机碳的过程。

——无机碳在地下水中的迁移与变化过程调查

包括物理化学条件改变导致的溶解无机碳在地下岩溶含水介质中的迁移及在洞穴、岩溶泉/地下河的形态变化及通量调查。

——碳在地表水中的迁移与变化过程调查

调查地表水体（河流、湖泊、水库）碳的形态及动态特征、水生生物将水体无机碳转化为有机碳的效率、碳沉积通量及沉积速率、水-气界面 CO₂ 交换通量、无机碳和有机碳的来源。

调查技术方法及要求

调查技术方法及要求的内容是在充分参考已有规范的基础上，结合岩溶碳循环调查的实际需要和工作经验来确定。

——已有成果资料

为了在开展调查工作前对调查区有一定的了解，指导项目设计，为调查区岩溶碳循环调查与碳汇效应评价工作奠定基础，要求全面收集调查区与岩溶碳循环背景相关的成果资料，包括地质、水文地质、调查、勘查、评价、人类工程活动、发展规划等。

——岩石地球化学调查

岩石的结构及化学成分是决定碳酸盐岩溶蚀速率的基础，因此需要详细调查。以四级或五级岩溶流域为单元，选择 1-2 条典型地层剖面，以同比例尺地质图图面反映的最小岩石地层单位为单元系统采集岩样。测试指标包括物理性能测试、与岩石风化及岩石来源碳比例计算相关、与大尺度计算不同岩性溶蚀速率相关的指标。

——土壤地球化学调查

土壤的厚度、物理和化学性质影响土壤水储存和转移，影响大气-土壤 CO_2 的交换，植被根呼吸和微生物呼吸，进而影响土壤 CO_2 的浓度。根据以往研究经验，采样点原则是选择差异较大的不同植被类型覆盖、不同土地利用方式及不同的岩溶地貌部位取样。测试指标包括土壤基本肥力指标、土壤物理结构、土壤不同形态碳和指示不同发育阶段及氮肥使用相关的指标。

——碳酸盐岩溶蚀速率调查

选点原则与大气/土壤 CO_2 浓度调查一致，埋放方法和埋放时间根据多年开展碳酸盐岩溶蚀速率测定的实际经验和文献确定。

——大气/土壤 CO_2 浓度

采样点尽量配合土壤地球化学样品，采样的深度和频度根据以往调查经验选取差异较大和规律性较好的时间和层位布设。

——植被生物量调查

植被生长状况影响水土流失、土壤 CO_2 的浓度及岩溶作用的强度。植被生物量调查采用目前比较通用的遥感反演植被初级生产力和地面植被样方调查验证相结合的方法。

——岩溶洞穴动态监测

布点的原则是选择饱气带洞穴和有地下河发育的洞穴，包气带洞穴选择顶板薄、地表植被覆盖好的洞穴。监测内容和频率根据多年开展岩溶洞穴碳循环监测的实际经验，结合现代自动监测技术和文献确定。

——水文地球化学调查

采样点的布设和测试指标主要参照 DZ/T0282-2015《水文地质调查规范（1: 50 000）》有关技术规定执行。采样点的布设侧重于追踪碳的来源及转化，测试指标增加了与水体溶蚀能力相关、不同碳形态及来源等的指标。采样和测试技术要求按 DZ/T0288-2015 区域地下水污染调查评价规范执行。

——水-气界面 CO₂ 交换调查

采样点选择 CO₂ 交换较强烈部位，如补给、径流、排泄区出露的地表河；地表水体选择差异性 & 代表性较强的点，如地表河上、中、下游控制断面；湖泊进水区、湖心区、出水区；水库的库首、库中、库尾。测试指标按照水-气界面 CO₂ 交换通量计算所需指标测定，同时配合水文地球化学调查指标。

——水生生物固碳效率调查

采样点选择地表河上、中、下游控制断面；湖泊进水区、湖心区、出水区；水库的库首、库中、库尾。水生生物量调查按照 DB43/T 432-2009 执行。利用在典型河流设置水生植物采集样方，定性描述水生植物类型、名称，数量，计算水生生物生物量。取样测试水生植物的 TOC/TN 比值， $\delta^{13}\text{C}$ 值。水生生物固碳效率按照 CN 106124723 A 执行。

——沉积物碳含量/储量的调查

采样点选取原则与水-气界面 CO₂ 交换调查一致，测试指标为碳沉积通量及速率，沉积物中内源有机碳计算相关指标。

——动态监测

对重点流域进行地下水和地表水岩溶碳汇过程，布点的原则是选择差异较大的不同地下水系统，不同含水层（组）、不同土地利用方式、河流总出口、汇流处及碳酸盐岩分布区的上、下游河段、人类活动影响地带等分别设置监测点。监测内容和频率根据多年开展岩溶碳汇过程监测的实际经验，结合现代自动监测技术和文献确定。

成果编制

成果编制的内容主要根据岩溶碳循环及碳汇评价的实际需要来确定，包括图件编制和报告编写。

——图件编制

紧密结合岩溶碳循环及碳汇评价的实际需要，经过专家多次讨论，确定了必编的图件、每个图件包含的内容以及要求。

——报告编写

细化了综合报告编写提纲。

附录

规范性附录包括岩溶碳循环调查表格，表格内容依据已有规范、多年的工作经验以及岩溶碳循环及碳汇评价项目组的试用反馈来确定。还包括部分试验的参考性操作、结果的计算，根据国内外文献及多年的工作经验来确定。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

本标准的制定是在全面收集国内外相关的技术标准、规范和文献资料、总结岩溶碳循环调查及碳汇评价的工作经验和存在问题的基础上开展的。

本标准的制定紧密结合实施的“长江、珠江、黄河岩溶流域碳循环综合环境地质调查”二级项目，该二级项目 3 年多的工作成果给本标准的制定提供了宝贵的经验和部分技术指标的验证，标准的每一个版本均下发至各工作项目试用，要求各工作项目负责人对存在的问题进行反馈，工作组根据反馈的意见进行修改完善，因此本标准的制定做到了理论和实践相结合。

本标准形成初稿后，经过多次专家咨询、专题研讨和广泛征求意见，不断进行修改完善。

本标准遵循 GB/T 1.1 规则，内容按照地质调查的工作程序和地质工作实际需要安排，有利于在实际工作中推广使用，提高地质调查工作标准化程度，实现地质调查工作规范化管理。

本标准技术要求与时俱进，可以用于指导我国 1:50 000 重点调查区和 1:250 000 一般调查区岩溶碳循环调查和碳汇效应评价。1:500 000 和 1:1 000 000 比例尺的碳循环及碳汇评价也可参照使用，为国家增加碳汇和减缓气候变化的战略决策做出贡献，填补我国岩溶碳循环及碳汇调查专项技术标准空白，具有重要的社会、经济效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

五、与有关现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准符合国家有关法律、法规和强制标准的要求。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

重大分歧意见均经过项目组充分的讨论，并与提出的专家沟通后提出的可行方案。

（1）碳循环与碳汇的讨论

2015年6月份召开的岩溶专业委员会学术会议上，对《岩溶碳汇效应调查评价技术规范（征求意见稿）》进行讨论，认为强调岩溶碳汇的说法并不准确，容易产生误导。目前，实际野外进行的调查也不是岩溶碳汇的调查，而是碳的迁移转化的全过程调查，因此建议将题目改为《岩溶碳循环与碳汇调规范》。按照专家的意见，我们进行了充分的讨论，会后项目组与专家又专门进行电话联系，分析了修改为岩溶碳循环调查的可行性和必要性。最终我们接受了专家的意见，调查内容按照碳循环调查的要求进行了全面调整。

（2）图幅与流域的讨论

2016年5月，岩溶所内部召开讨论会，聘请所内专家对岩溶《岩溶碳循环与碳汇调规范（修改稿）》提出修改意见。专家认为，应按照图幅推进开展调查，一方面与已有的水文地质调查相对接，另一方面，便于图幅内形成整装性成果。经过项目组成员讨论，与专家协商，认为，按照图幅开展虽然有利于调查的开展和成果集成，但是不能完全掌握系统内碳的转移过程。以流域为单元，是地球系统科学的重

要体现，可以从根本上解决系统内部碳的源汇问题。因此在实际调查中以流域为单元是较为合理的调查途径。经过与专家讨论，最终同意以流域为单元，并将题目定为《岩溶流域碳循环与碳汇调规范》。

（3）调查比例尺的讨论

2016年5月研讨会上，专家同时提出调查比例尺的问题，认为调查规范中应明确是1:50 000还是1:250 000调查，对应不同比例尺的基础资料收集和成果提交，建议将规范明确为1:50 000比例尺调查。此次讨论后项目组部分采纳专家的意见，将调查规范中1:250 000的表述删掉，但是仍然保留面上和小比例尺调查的指导性意见，同时修改了1:50 000调查比例尺的工作定额。2019年6月水文地质工程地质环境地质分技术委员审查标准的过程中，4位专家对调查比例尺为1:50 000进行了质疑，认为调查区应明确按照重要程度为重点调查区和一般调查区，重点调查区应按照大比例尺开展工作，详细查明系统岩溶碳循环发生的条件、过程、影响因素，而一般调查区应按照小比例尺开展工作，控制关键点位，为流域系统的碳循环通量估算提供面上数据，且不同调查区已开展过同比例尺的水文地质调查即可。项目组讨论后认为，采纳专家意见，明确调查分为1:50 000重点调查区和1:250 000一般调查区，重点调查区主要部署于具有区域代表性的岩溶流域。1:250 000的调查表述和调查定额，有利于为调查工作提供明确的指导，因此将1:250 000内容进行补充完善。

（4）调查内容和调查技术的调整

2019年6月，水文地质工程地质环境地质分技术委员审查标准

的过程中，有专家建议对调查内容中的四个方面，在其后的技术方法中均要与前文相呼应，如地表水调查方法就要去支撑调查内容；调查内容和调查技术部分混淆，如调查内容 5.2 地下水调查写了调查方法。经过项目组讨论决定部分接受专家意见。首先将原调查内容进行了重新组织，分为碳酸盐岩风化溶解消耗大气/土壤 CO_2 发生条件调查和岩溶碳循环 3 个过程的调查，将碳酸盐岩溶解速率、源汇分析、碳汇效应作为评价内容。在每一部分调查内容所采用的方法在 4.3 技术方法中进行了表述。每一种方法与 6 调查方法的部分一一对应。

(5) 流域岩溶碳汇通量评价的调整

2019 年 6 月，水文地质工程地质环境地质分技术委员审查标准的过程中，由于题目修改为“岩溶流域碳循环与碳汇效应评价”，且有专家提出送审稿第七部分流域岩溶碳汇通量计算过于简单，经过项目组讨论决定部分接受专家意见。把“计算”修改为“评价”，充实了评价的内容及评价方法，并调整了附录的内容，使其与评价方法相对应，并增加了由取样点的数据扩展到流域面的数据的计算方法。

七、标准性质的建议

建议本标准作为自然资源部推荐性行业标准发布实施。

八、贯彻标准的要求和建议措施

本标准发布后，建议标准管理机构面向从事岩溶碳循环调查及碳汇评价工作的单位做好宣传，委托相关单位为标准使用单位做好

培训，指导和监督调查项目承担单位贯彻执行。

九、废止现行有关标准的建议

无

十、其他应予以说明的事项

在本标准的调研和编写过程中，得到了众多地质调查、勘查单位的大力支持，部分业内知名专家和一线的技术人员提出了许多宝贵意见，对标准的制定和完善起到重要作用。