



石漠化区 1:5 万生态地质调查技术要求

中国地质调查局岩溶地质研究所

2019 年 5 月

目 录

前言.....	i
引 言.....	ii
1、适用范围.....	3
2、规范性引用文件.....	3
3、术语及定义.....	4
3.1 石漠化.....	4
3.2 表层岩溶带.....	4
4、资料收集.....	4
5、生态地质单元划分.....	4
6、石漠化调查.....	4
7、水土流失调查.....	5
8、土壤调查.....	5
9、水文地质钻探.....	5
10、浅钻.....	8
11、地球物理勘探.....	8
12、植物样地调查.....	10
13、生态地质剖面测量.....	10
14、其他技术要求.....	11

前言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由自然资源部中国地质调查局提出。

本标准由自然资源部中国地质调查局归口管理。

技术要求起草单位：中国地质调查局岩溶地质研究所、湖南省地质矿产勘查开发局四〇二队、湖南省地质矿产勘查开发局四一八队、北京林业大学、中国林业科学研究院、中南林业科技大学

技术要求主要起草人：蒋忠诚、罗为群、刘绍华、涂纯、张连凯、胡兆鑫、章程、甘伏平、周华、陈英姿、陈亮晶、周金鑫、王光军、汤庆佳、刘朋雨、刘玉国、张标、岳祥飞、喻崎雯。

本标准由自然资源部中国地质调查局负责解释。

引 言

我国正在大力推进生态文明建设，对新时代地质调查工作提出了新的要求。为规范和指导岩溶石漠化区生态地质调查工作，补充“生态地质调查技术要求（1:50 000）（试行）”（DD 2019-09）相关内容，结合南方石漠化区的实际情况，保证成果质量，自然资源部中国地质调查局岩溶地质研究所组织有关单位编制了本技术要求。

石漠化区 1:5 万生态地质调查评价技术要求

1、适用范围

本技术要求适用于南方岩溶区 1:5 万生态地质调查。

本技术要求依据“生态地质调查技术要求（1:50 000）（试行）”（DD 2019-09），结合南方岩溶石漠化区实际情况编制，对石漠化区 1:5 万生态地质野外调查、动态监测、样品采集、样品分析、钻探、物探等内容进行了补充规定。

2、规范性引用文件

DD 2019-09 生态地质调查技术要求（1：50 000）（试行）

GB12329-90 岩溶地质术语

DD 2019-01 区域地质调查技术要求（1:50000）

DD 2019-03 水文地质调查技术要求（1: 50000）

DZ/T0011-2015 地球化学普查规范(1:50000)

DD2005-02 区域生态地球化学评价技术要求（试行）

GB/T 30363-2013 森林植被状况监测技术规范

HJ/T 192-2015 生态环境状况评价技术规范

SL 461-2009 岩溶地区水土流失综合治理技术标准

GB/T 30115-2013 卫星遥感影像植被指数产品规范

DB35/T 1570-2016 森林资源监测遥感调查技术规范

DZ/T 0130.1～16-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范

3、术语及定义

3.1 石漠化

指在热带、亚热带湿润、半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下，受人为活动干扰，地表植被遭受破坏，造成土壤侵蚀程度严重，基岩大面积裸露，土地退化的表现形式。

3.2 表层岩溶带

是包气带表层由不规则带状、犬牙交错的岩溶个体形态和微形态组合形成的能够调蓄水循环的强岩溶化带

4、资料收集

在开展野外工作前，必须认真收集研究调查区已有的区域地质、生态、水文、土壤、植被、土地利用、农业规划等资料与图件，掌握地层、地质构造、第四纪地质、岩溶地貌、水文地质、生态、植被、土壤及主要生态地质问题等方面的情况，为正确部署野外调查工作提供基础。

5、生态地质单元划分

5.1 在充分收集分析调查区区域地质、水文地质图件资料基础上，以岩溶地下河或岩溶泉小流域为单元，结合地貌类型、地层岩性，将每个流域划分成若干个生态地质单元。

5.2 综合岩溶流域、地貌、地层岩性等参数指标，将所划分的生态地质单元进行分类，确定调查区生态地质单元类型。

5.3 针对每个类型的生态地质单元，选择 1-2 个典型生态地质单元作为重点调查区，依据洼地、平原、缓坡、垭口、缓坡等地貌部位和土地利用类型等划分成生态地质二级单元。

6、石漠化调查

6.1 在充分利用已有资料和遥感解译成果的基础上，选择典型的生态地质单元，开展石漠化地面调查，选择典型石漠化土地，现场调查石漠化土地面积、基岩裸露率、地层岩性、土壤类型、土层厚度、土壤分布、地形坡度、植被状况、土地利用现状等基本要素，以典型线路调查为主。

6.2 调查石漠化土地调查点及周边的地形地貌特征、土地利用现状、地质构造、水文地质条件、水土流失状况、石漠化成因及危害和石漠化治理现状及效果。

7、水土流失调查

7.1 岩溶地区可根据岩溶地貌类型及水土流失特点，分为岩溶中高山、断陷盆地、岩溶高原、岩溶峡谷、峰丛洼地、岩溶槽谷、峰林平原、丘丛洼地等8个水土流失类型区。

7.2 岩溶地区各水土流失类型区范围和特点参照SL 461-2009等。

7.3 野外调查的内容主要包括：水土流失分布、土壤侵蚀方式、土壤侵蚀厚度、土地利用类型、地貌因素（包括侵蚀沟、坡面调查）、岩溶发育、土壤因素（土壤结构、质地、厚度、土被覆盖度）、岩性、植被、构造、土地利用、水土流失成因及危害等。

7.4 水土流失分布图的圈定

依据坡度图、植被盖度图，采用地形条件一致，植被条件一致、土地利用一致、地表组成物质一致、岩性一致和岩溶发育一致的原则，来圈定水土流失的每块图斑。

7.5 水土流失图斑的定级：对圈定的每块图斑主要参照SL 461-2009中所制定的分级评价标准，考虑坡度、植被盖度、土地利用、地表物质组成、岩溶发育程度、岩性等，确定为不同的水土流失类型和流失强度。

7.6 泥沙沉积调查：在洼地底、塘坝底、坡脚、落水洞底、地下河及泉域出口附近采用标记法定期监测或调查访问泥沙沉积厚度；通过调查访问，对一些能够明确沉积时间界限的沉积区。

7.7 地下河及泉域流量和泥沙监测：条件具备时，分雨季、枯季取水样测试泥沙含量、泥沙中元素含量和水质分析；条件不具备时采用同位素技术采样分析。

7.8 土壤侵蚀调查：调查侵蚀沟的分布位置、面积、数量，对每个具体调查图斑，可根据地中或地边的裸露石芽、树木、墓碑等根部地面多年下降的情况加以量算。

7.9 水土流失的危害及原因调查：主要包括水土流失降低土壤肥力、破坏耕地、导致石漠化、加剧洪涝灾害、淤塞水库塘坝和水土流失的人成因调查，调查访问水土流失治理的经验和教训。

8、土壤调查

参照DD 2019-09执行

9、水文地质钻探

9.1 岩溶石山区水文地质钻探主要为了查明岩溶关键带结构特征，揭露自地表至地下含水

层的岩溶发育条件，特别是岩溶关键带的发育规律、地下径流、裂隙溶洞、根系生长、裂隙空隙填充等。水文地质钻孔布置依据调查区的流域分布特征（四级至五级流域），选择大流域内以岩溶地下河或岩溶泉的小流域为典型单元，结合水文地质条件、地貌类型、地层岩性，在典型单元内布置，钻孔布设应在地质调查和物探的基础上，综合分析确定。

9.2 岩溶地区水文地质钻探深度应达到浅层岩溶含水层的底部，且底部岩溶发育程度较弱，溶蚀裂隙空隙少量或为完整基岩。

9.3 水文地质钻探应参照 DZ/T0148 执行，还应符合下列要求：

9.3.1 水文地质钻探

- a) 要求全孔清水钻进，全孔取芯，取芯过程中应确保岩心扰动厚度不超过 1cm；
- b) 碳酸盐岩总岩芯采取率 80%以上，构造破碎带、岩溶强烈发育带不小于 40%；
- c) 钻孔开孔口径不小于 $\phi 150\text{mm}$ ，终孔口径不小于 $\phi 90\text{mm}$ ；
- d) 孔深误差不得大于 1‰，孔斜误差不得大于 2°，每百米进行一次孔深校正和孔斜测量，100m 深度内孔斜不大于 1°，终孔时，都要进行孔深、孔斜校正；
- e) 对钻孔的表层管要求进行严格固井，表层套管下入深度、口径应满足抽水泵外径和钻孔长期开采的要求，固孔水泥应上返至井口；
- f) 在钻探过程中，应对揭露的地下植物根系、溶蚀裂隙、溶孔等的起止深度等进行详细测量和记录，同步进行简易水文地质观测，详细记录地下水水位、水温、冲洗液消耗量及黏度、涌水和漏水现象，遇水位突变，应及时进行岩心编录，根据岩心和钻进情况综合分析判断含水岩层；
- g) 钻探过程中采取土样、岩样能正确反映原有地层岩性、填充物组成，样品采集应重点布置在不同岩性、岩溶强烈发育带、构造填充处；
- h) 钻探采取的岩心按顺序及时存放到岩心箱内，标示出钻进开始和终止深度，并照相。
- i) 需要最终成井的钻孔应充分洗井，适当开展抽水试验，确定含水层渗透性参数。
- j) 钻孔完井后，及时完善各种资料，包括班报表、水文地质观测卡、水文地质编录表、采样记录、岩心照片、钻孔综合柱状图、钻孔小结等。

9.3.2 简易水文观测

在水文地质钻孔钻进过程中，注意观测冲洗液性能及漏失量变化、详细记录钻进过程中的涌水、漏水、掉块、塌孔、放空、缩径等现象及出现时的井深和层位，测定涌水的高度、涌水量及冲洗液的漏失量等，对井段的含水层特性、地下水赋存部位进行预估。

- a) 起钻后、下钻前各测水位一次（间隔时间不小于 5 分钟）；
- b) 长时间停钻 24h 以内每 4h 观测一次水位，停钻超过 24h 每 8h 观测一次水位。

- c) 记录冲洗液明显漏失的位置。
- d) 记录钻孔涌水位置，测量涌水量和初见涌水的水头高度。
- e) 记录钻进过程中出现的异常现象：钻孔漏失、涌水、涌砂、掉块、坍塌、缩径、进尺快慢变化、掉钻、充填物及水色变化等。

9.3.3 抽水试验

可采用单孔稳定流抽水试验。抽水试验前，进行静止水位观测，静止水位观测每小时测定一次。每孔做 3 次降深试验，最大降深 S_3 应尽可能降至含水层顶板（承压水）或尽设备的最大抽水能力，且 $S_2 \approx 1/3S_3$, $S_1 \approx 2/3S_3$ ，水位降深顺序，采用先大后小。最大降深稳定延续时间不小于 24h，其余两次稳定时间不小于 8h。抽水试验时，动水位的观测时间，采用抽水开始后的第 1、3、5、10、15、20、25、30min 各测一次，以后每隔 30min 测一次。抽水结束后，应立即进行恢复水位的观测，应停泵后第 1、3、5、10、15、20、25、30min 各测一次，以后每隔 30min 测一次，直至完全恢复。抽水试验过程中，水温、气温的观测每 2h 测定一次。

- a) 静止水位观测，要求 3 次所测数字相同或 4h 内水位变化不超过 2cm。
- b) 动水位及水量观测，在同一试验中应采用同一方法和工具。动水位和水量的观测需同时进行。水位测量应读数到厘米。当采用堰箱测量涌水量时，读数应准备到毫米；采用容积法时，量桶充满水所需的时间不宜小于 15min，读数应准备到 0.1s；采用水表计量时，应读数到 $0.1m^3$ 。
- c) 恢复水位观测精度同静止水位的观测。
- d) 水温、气温的观测读数应准确到 0.1°C 。
- e) 抽水试验的稳定标准：在抽水稳定延续时间内，抽水孔涌水量和动水位与时间关系曲线只在一定范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势；抽水孔水位波动值不超过水位降低值的 1%，涌水量波动值不超过平均流量的 3%。

8.4 应提交的钻探成果：

- a) 钻孔设计书及钻孔质量验收书；
- b) 岩心记录表（岩心的照片或录像），岩溶及裂隙统计表，样品采集记录表；
- c) 钻孔地质综合编录表；
- d) 钻孔综合柱状图；
- e) 原位测试结果；
- f) 钻探施工总结报

10、浅钻

10.1 浅钻主要是为了探明调查区的岩石、地层结构构造、岩溶发育、土壤层厚度、土壤性质及其变化等，揭示表层岩溶带的结构特征，阐明重点石漠化调查区的岩土组构关系。浅钻孔布置依据调查区的流域分布特征（四级至五级流域），优先布置大流域内以岩溶地下河或岩溶泉的小流域为典型单元，与水文地质钻探形成互补，典型单元外，结合水文地质条件、地貌类型、地层岩性，在大流域内布置，与浅层物探工作进行配合验证。

10.2 岩溶地区浅钻钻探深度应达到表层岩溶带的底部，且底部岩溶发育程度较弱，溶蚀裂隙空隙少量或为完整基岩。

10.3 浅钻应参照 DZ/T0148 执行，还应符合下列要求：

- a) 以查清重点石漠化地区表层岩溶带结构和岩土组构关系为目的进行工程地质勘探孔布置；
- b) 钻孔布置需沿主控剖面或在重点地段，与生态地质测绘、物探及生态需水量计算等工作相结合，在峰丛洼地的坡顶、坡中、坡底、洼地处布置，在峰林谷地与峰丛洼地交界处布置；
- c) 每个钻孔必须目的明确，尽量做到一孔多用，如采样、验证物探剖面；
- d) 其钻探方法根据实际地形地貌和勘探目的进行合理选取，终孔孔径 $\varphi 25\text{mm} \sim \varphi 110\text{mm}$ ，孔深 0~75m；
- e) 松散层采用冲击钻进，基岩采用回旋钻机，全孔取芯，按回次编录；
- f) 岩芯采取率：完整基岩 80%以上、破碎带 40%以上、溶洞充填物 50%以上；
- g) 钻进过程中岩芯进行准确的观测和编录，同时根据项目的需求进行样品的采取，并做好岩芯保存工作；
- h) 施工时要做好简易水文观测、孔深校正、孔斜测量以及岩芯全部保留等工作；
- i) 钻孔竣工后，应及时整理、完善各种资料，包括钻孔地质柱状图，岩芯记录表，采样及分析结果等原始资料在内的地质成果及钻孔质量验收书，并编制钻孔综合成果图及钻孔施工小结。

11、地球物理勘探

11.1 地面物探工作范围应根据查明地质条件需求而确定，重点布置测绘工作中难以判断而又需要解决的地段，钻探试验地段以及在钻探困难或仅需初步探测某些地质问题的地段，其探测深度应大于钻探深度。

11.2 在地面调查的基础上,针对区内的岩溶水资源分布不清或表层岩溶带水资源分布规律不清的地区作为物探的靶区,布置物探工作,探查石漠化区周围岩溶发育的规律,主要完成:覆盖层厚度及其结构调查;表层岩溶带厚度、结构,溶洞孔隙、表层带内的浅径流带,表层泉结构及发育主控因素调查;可溶岩厚度,可溶岩/非可溶岩接触面结构调查;地下水位埋深及赋存介质调查;基岩浅部裂隙发育带与隐伏溶洞调查;岩溶关键带纵向分层及区域性变化调查。

11.3 根据岩溶区的生态地质结构特征,拟采用高密度电法、自然电位法、地质雷达法、瑞雷面波法、充电法、测井和电测井等多种方法对比解释、互相验证,提高工作效率和勘探工作质量,各个调查内容采取的方法见表 1,各个调查方法的说明如下:

- a) 覆盖层厚度及其结构调查:岩溶区土层厚度一般在 10m 以内,采用以高分辨的探地雷达为主,辅以面波探测土层厚度和结构。探地雷达可有效探测土层厚度,面波用于分辨不同土质界面,划分土层结构。
- b) 表层岩溶带厚度、结构,溶洞孔隙、表生带内的浅径流带,表生泉结构及发育主控因素调查:通过高密度电法能够探测从表层岩溶带至表生泉、溶洞深度范围内的地电结构,可划分表层岩溶带厚度、调查表生泉地质结构和主控因素及寻找深部溶洞。探地雷达可精细分辨表层岩溶带裂隙构造及岩性结构。自然电位法对水的运动十分敏感,可有效探测表生带内的浅径流带。
- c) 可溶岩厚度,可溶岩/非可溶岩接触面结构调查:可溶岩的厚度难以预测,小至 1m 以内,大至上百米,单纯利用高密度电法恐难以解决深部问题。用高密度电法可探测百米以内的可溶岩厚度:利用面波法可以划分可溶岩与非可溶岩界面,调查岩溶内部层面结构。
- d) 地下水位埋深及赋存介质调查:利用物探难以确定地下水位埋深,必须以点上的钻井或测井结果标定线上或面上物探探测结果,然后通过高密度电法电性参数和面波法速度参数综合分析赋存介质。
- e) 基岩浅部裂隙发育带与隐伏溶洞调查:通过探地雷达可高分辨探测基岩浅部裂隙带结构,利用高密度可调查隐伏溶洞位置,而自然电位法可区分浅部裂隙带及溶洞等不同的岩溶含水构造。
- f) 岩溶关键带纵向分层及区域性变化调查:岩溶关键带浅部结构探测以高分辨探地雷达为主,深部以高密度电法为主,综合分析关键带纵向结构。以高密度法和探地雷达法配合面波法调查关键带区域性变化。

12、植物样地调查

12.1 依据调查区地形地貌特征、气候带、地层岩性、构造等地质环境差异，开展不同地质环境典型植物样地调查，通过调查植被的种群结构、盖度，计算生物量，从而查明石漠化区不同地质背景适生物种和外来入侵物种。每个样地对地质、地理信息进行完整记录，包括坐标、海拔、坡度、坡位、岩性、土壤类型、基岩裸露度、土层厚度、植被盖度、生物量、干扰状况、郁闭度等。

12.2 乔木样地：天然林样地 20 m×30 m，人工林样地 20 m×20 m，每个乔木样地设置乔木样方 1 个，灌木样方 3 个，草本样方 5 个进行调查；乔木样方进行每木调查，记录植物种名，测量胸径、高度、冠幅、枝下高等。

12.3 灌木样地：每个灌丛样地 10 m×10 m，设置灌木样方 3 个，草本样方 5 个。灌木样方灌木每木调查，记录植物种名，测量基径、高度、冠幅等。

12.4 草本样地：草丛样地 10m×10m，设置 5 个草本样方进行调查。草本样方记录植物种名、盖度、个数、最高高度、最低高度、生活型、分布状况等。

12.5 地表枯落物调查：与植物样地调查同步，在测定生物量的样方内，将样方框里的所有枯落物收集并称重，每处样地取代表性的 300g 左右测含水量。

12.6 生物量调查

12.6.1 乔木树种的生物量采用异速生长方程计算。通过获取相同物种或属的异速生长方程，结合野外调查获取的胸径和树高参数进行计算。

12.6.2 灌木和草本生物量采用收获法测量，在乔木样地和灌木样地随机选择 3 个 2m×2m 的区域，草丛样地随机选择 3 个 1m×1m 区域，分别收集其中全部地上植被，称量鲜重，获取植株含水量，进而获得实测的地上生物量。

13、生态地质剖面测量

13.1 生态地质综合剖面要求选择岩石类型、地貌单元和土壤种类相对齐全，构造较为简单，岩、土、水、生物观测条件良好，森林植被（包括农作物）发育完好的各具特点而又通行便利的典型地区测制。

13.2 沿剖面线除详细观测收集基础地质背景资料外，应重点收集有关地形地貌变化、成土母质类型、土壤属种及其物化特性、土体结构及其各发生层厚度变化，周边水环境、森林植被种类、规模及长势等资源环境与生态方面的资料。

13.3 调查内容主要包括剖面测量数据、岩石特性简述、土壤特性简述和表层覆被（作物或

植被) 的简述, 同时采集相关的分析测试样品以便进行对比与综合研究

14、其他技术要求

石漠化生态地质调查的基本要求、工作量定额、设计书编制与审查、遥感调查、分析测试、动态监测、生态地质评价、成果编制、野外验收与审查等参照 DD 2019-09 执行。