

DB 63

青 海 省 地 方 标 准

DB63/T 2188—2023

多年冻土基本参数监测技术规程

2023 - 11 - 20 发布

2024 - 02 - 01 实施

青海省市场监督管理局 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国科学院西北生态环境资源研究院提出。

本文件由青海省林业与草原局归口。

本文件起草单位：中国科学院西北生态环境资源研究院，祁连山国家公园青海服务保障中心。

本文件主要起草人：吴吉春、陈生云、邓艳芳、吴通华。

本文件由青海省林业和草原局监督实施。

多年冻土基本常识监测技术规程

1 范围

本文件规定了多年冻土活动层融化深度探测、活动层厚度探测、活动层水热参数监测，多年冻土地温监测等内容。

本文件适用于多年冻土基本参数的监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35234 地面气象观测规范 冻土

GB 50324 冻土工程地质勘察规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多年冻土

温度在0℃或0℃以下，保持冻结状态，持续两年或两年以上的土（或岩石）。

3.2

活动层

位于多年冻土层顶部，夏季融化，冬季冻结，每年发生季节性冻融活动的土层（或岩石层）。

3.3

活动层融化深度（简称融化深度）

每年春季开始，活动层发生自上而下的融化，从地面到融化界面的深度。融化深度随着气温升高逐渐加深。

3.4

活动层厚度

活动层达到最大融化深度时融化层的厚度。活动层厚度随着每年气温、地层水分条件的变化而变化，作为特征参数，可以取几年的平均值。

3.5

多年冻土上限

多年冻土顶板的埋藏位置（或深度）。一般情况下，多年冻土上限埋藏深度与活动层厚度值相等，当多年冻土发生严重退化时，形成不衔接冻土，多年冻土上限深度大于活动层厚度。

3.6

年平均地温

一年内，地温受外界气温影响而波动的幅度随深度增加而减小，波动幅度小于0.1℃处的地温值即为年平均地温。

4 活动层融化深度探测

4.1 测定时间

在融化季节，从地表发生融化开始，应连续测量活动层的融化深度，直至达到最大融化深度，地面开始回冻时结束。

测量的时间间隔以10天为宜，最大不超过1个月。

4.2 钎探法

4.2.1 地层条件

活动层应由细颗粒土构成，不含或含少量粒径大于1.0cm的碎石、块石。

4.2.2 探钎选择

探钎选用直径小于1.0cm，具有一定抗弯刚度的不锈钢或合金金属杆件，顶端尖细，尾端有手持加压装置。

探钎长度不小于探测深度。可用刚性连接装置续接探钎，以满足探测深度大于单根探钎长度的情况。

4.2.3 探测方法

用探钎尖端自地面垂直插入土层中，缓慢施压，遇到较大阻力时停止下插并测量插入深度。

4.2.4 探测次数

在一个探测点上，应在水平距离不超过20cm的范围内重复探测不少于3次，取平均值。

当某一次探测深度与同一地点其他各次探测深度误差大于20%时，应舍弃本次探测数据，并重新探测。

4.3 坑探法

4.3.1 地层条件

仅适用于松散地层。

4.3.2 场地选择

场地地面应平整开阔，地面覆被均一。两次探坑之间的距离不小于1.0 m，探测完成以后应及时回填并恢复地表。

4.3.3 探测方法

探坑形状选择圆形或方形，开挖至冻结面，并清理坑底，选择不同方向测量坑壁深度，测量位置不小于4个，取平均值。

4.4 冻土器探测法

在地层中埋设冻土器，在融化季节定期观测融化深度。冻土器埋设深度应大于活动层厚度。冻土器的安装和使用按照 GB/T 35234执行。

4.5 地温测量法

在活动层中沿深度等间距埋设温度传感器，最大埋设深度应大于活动层厚度。定期开展地温监测，利用0℃地温值的位置判断融化深度。

5 活动层厚度探测

5.1 探测时间

活动层在天然状态下每年9月底到10月初达到最大融化深度，各种探测手段均应选择在此时段开展。

5.2 探测方法

5.2.1 钎探法

见 4.2。

5.2.2 坑探法

见 4.3。

5.2.3 冻土器探测法

见 4.4。

5.2.4 地温测量法

见 4.5。

5.2.5 地球物理勘探

常用的设备是探地雷达。

探地雷达选用 100 MHz或 50 MHz的天线，探测步长选择 10 cm~20 cm。

探测距离较短时，采用点测方式，手动触发；探测距离较长时，采用连续测量方式，自动触发。

6 活动层水热参数监测

6.1 监测设备

6.1.1 温度传感器

采用热敏电阻或热电偶传感器，在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内分辨率应小于 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，精度应达到 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 水分传感器

采用时域反射传感器或频域反射传感器。传感器分辨率小于1%，精度高于5%，工作的温度范围应该达到 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。水分监测传感器测得的含水量为体积含水量，通过换算关系得到质量含水量。

6.1.3 监测设备要求

监测设备采用自动、精度高、质量稳定、耐低温、防水的数据采集器。数据采集误差应该小于1%，工作温度满足 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。数据采集频次根据工作明确，每次时间间隔不超过4小时。

在野外场地应采用太阳能供电系统，太阳能板功率根据负荷需要选择 $20\text{ W}\sim 50\text{ W}$ ，蓄电池应选用容量大于 20 AH 耐低温电池。无人值守时，应设置设备保护箱，保护箱应坚固耐用，具有防雨、防风沙功能。

6.2 场地选择

选择区域内地面起伏较小、植被覆盖均匀、地层岩性均一的地点。

6.3 探坑准备

6.3.1 以人工或机械方式选择在每年9月中旬到10月中旬开挖探坑，探坑深度应达到多年冻土上限以下 0.2 m 。

6.3.2 挖出的土体应分层分别堆放，回填时应按照原顺序逐层回填。

6.3.3 探坑完成以后，应选择光照条件较好的一面坑壁作为作业面，清理作业面至出露地层的天然质地，以便于对活动层地层进行观察、拍照、描述、取样等工作。

6.3.4 在坑壁上标记预设的传感器埋设深度，标记传感器，做好埋设准备。

6.4 设备布设

6.4.1 在清理好的探坑坑壁上，将传感器垂直插入未受挖掘活动扰动的原状土中，紧密插入，确保传感器与周围土体保持良好接触。

6.4.2 水分传感器与温度传感器在同一深度上应并列排布，间距在 $20\text{ cm}\sim 50\text{ cm}$ 之间为宜。

6.4.3 传感器自下而上分层布设，最深一层应布设在多年冻土上限位置或上限以下 10 cm 处。每完成一层，应及时回填，并理顺传感器电缆，防止填土时传感器从原状土层中被拉出。

6.4.4 传感器布设的层数和深度位置视工作需要而定，一般采用下疏上密的方式布设，但最大间距不超过 0.5 m ，层数不小于4层。在地层岩性发生变化时，应保证不同的地层中至少布设一层传感器。

6.4.5 将传感器按照标记顺序，依次接入数采设备，接通电源，检查工作情况，确保各个设备均正常工作。

6.5 数据下载

没有无线传输模块的场地应在3~6个月内赴现场下载一次数据。有无线传输模块的场地应一个月下载一次数据。

6.6 维护

应及时检查数据，分析错误数据产生的原因，及时赴现场对设备进行维护。

一年内至少应维护一次，维护内容包括各系统接线情况、各设备工作情况、数采程序运行情况、保护箱完整情况等。

7 多年冻土层地温监测

7.1 设备

温度传感器（测温探头）应采用热敏电阻或热电偶，在多芯电缆中以并联方式连接。传感器深度位置和间距根据需要设定。一般情况下，0 m~3 m深度内，探头间距应小于0.5 m，3~15 m深度内，探头间距应不大于1.0 m，15 m以下深度，可选择2~5 m间距。

测温设备可采用高精度万用表或数据采集仪。

7.2 场地选择

测温孔位置选择应综合考虑区域地形、地貌、植被和水文条件，布设在具有区域代表性的地面上。

7.3 测温孔准备

7.3.1 测温孔钻孔应按照 GB 50324 钻探施工。

7.3.2 测温孔深度以能够监测到年平均地温为宜，松散地层在15 m左右，基岩地区可达到25 m。根据工作需要，最大深度可不限。

7.3.3 钻孔完成以后，应尽快安置测温管。测温管可用做过防锈处理的钢管、铝塑管、热熔管等管材，管径应不大于50 mm。测温管底端和接口位置做好防渗处理，保证管内不能进水。

7.3.4 测温管安装插入钻孔以后，需及时回填钻孔。回填料可采用钻孔岩芯或其他土体，但需干燥、无大块体，保证回填不能留有空段。

7.4 设备布设

7.4.1 将准备好的带有温度传感器的电缆线绳入测温管中，保证电缆线底端绳入管底，并封堵管口。

7.4.2 人工观测应保护好电缆线接口的触点，方式防止浸水、生锈；自动观测将电缆接口插入数采设备插槽，并做防水处理。

7.5 地温观测

7.5.1 地温观测应在钻孔完成以后至少1个月以后开始，使钻孔施工所受的热扰动得以恢复。

7.5.2 人工观测应用万用表连接传感器电缆接口，依次测量，并记录数据。观测频率根据需要而定，一般以每月1次为宜。

7.5.3 自动观测采用数采仪，观测频率每天不低于1次。