

大兴安岭多年冻土工程地质钻探特点

Drilling Characteristics of Engineering Geology of Permafrost
in Da Hinggan Ling Region

邱信庆

(林业部大兴安岭管理局勘察设计院)

提 要 大兴安岭北坡冻结碎石土中进行工程钻探宜在春秋两季, 孔径为 $\phi 130\text{--}150$ mm, 钻头长 150 mm, 出刃不小于 2.0—2.5 mm, 主轴压力为 800—1 200 kg, 低速、短时, 每次进尺为 0.1—0.2 m, 在软土多年冻土的地层中, 主轴压力可改为 600—1 000 kg, 每次进尺为 0.3—0.6 m。实践证明, 上述技术要求及钻探操作技术改进, 使多年冻土区工程地质钻探取样得到较好的效果。

关键词 钻探 工程地质 多年冻土

大兴安岭北坡多年冻土区内大部分地层都属于冻结碎石土层, 浅孔坑探、劳动强度大、效率低, 采用机械钻探时, 按照过去常规的钻探技术要求, 钻进过程中由于钻具与孔壁碎石土层的相互摩擦, 冻土土层温度升高, 冻结碎石土中含冰层融化, 甚至被摩干, 取出的土样不能反映冻结土层的真实情况, 难以确定多年冻土上限深度, 测定冻结土层的含水量, 判断其含冰程度和冻土构造类型。重者可造成错误判断建筑场地的岩土工程地质性质, 导致建筑物破坏。30多年来, 经作者多方探索与总结, 得出的一套较适用于大兴安岭多年冻土区使用的工程地质钻探技术要求, 满足工程设计要求, 保持建筑物的稳定。

1 多年冻土区钻探季节的选择

通常情况下, 任何季节都可以进行工程地质钻探工作。由于多年冻土区独特的自然环境及气候条件, 必须选择适宜的季节才能保证冻土区工程地质钻探的要求。

大兴安岭北坡多年冻土区的冬季时间比较漫长、气候严寒, 日平均气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的日数全地区在 200 d 以上, 日平均气温 $< -10^{\circ}\text{C}$ 的日数全地区在 150 d 以上, 日最低气温 $< -30^{\circ}\text{C}$ 日期始于 11 月中旬, 于次年 3 月中旬, 持续日数 100—130 d, 日最低气温 $< -40^{\circ}\text{C}$, 全区一般为 20—30 d。夏季多雨, 集中于 7, 8 和 9 月。根据工程的要求和目的, 适当选择钻探时间是很重要的。大兴安岭北坡的工程地质钻探季节宜选择在 2, 3, 6 和 9 月。7—10 月钻探可以较准确地确定多年冻土上限, 3 月中旬至 4 月末前可以确定季节性最大冻结深度。

2 钻孔孔径的选择

为了减少钻头摩擦生热而导致多年冻土原状岩芯外围的融化, 还须选择合适的钻机机型及钻孔孔径。多年来大量对比试验结果表明, 在我国条件下, DPP-100-1 型钻机的效果比较好, 其次是 XY-100 型钻机。根据多年冻土钻探工作, 要选用钻机马力大一些为好。根据古莲、西林吉、图强等多年冻土地区的大量钻探试验证明, 在冻结碎石土地层, 钻孔直径选用 $\phi 150$ mm 为宜, 钻取岩芯较完整, 且土温不易变; 在冻结砂卵石地层钻进时, 钻孔直径选用 $\phi 130$ mm 比较适宜, 取出岩芯能够满足试验要求。

3 工程地质钻进

在多年冻土地区进行工程地质钻探时, 不宜使用清水或泥浆钻进, 应采用干钻的方法。由于大兴安岭多年冻土地层中的碎石含量很高, 选用的硬质合金钻头应满足下列技术要求, 可以得到最佳的效果。1) 钻头体长为 150 mm; 2) 选用 K 534 型号合金加工钻头, 底出刃为 2.0—3.0 mm, 内外出刃不小于 2.0—2.5 mm; 3) 岩芯管长度为 0.6—0.8 m。

4 钻探操作技术

大兴安岭北坡多年冻土地区广泛分布着含冰量不同, 土体比较致密的冻结碎石土类及含冰量较高, 土层松软的泥炭土类, 它们的钻探技术要求各不相同。

(1) 含冰量少而较密实的冻结碎石土类: 该类土的体积含冰量比较少, 通常情况下都小于 20%, 冰层主要充填于土层及碎石的孔隙中, 钻进过程中往往难以采取含冰的岩芯。因此, 钻进均应用低速、中等主轴压力。如果采用高速和大压力钻进, 且时间较长, 钻具产生较多的热量, 就会使冻土岩芯融化, 为此, 宜用少钻勤提的方法。根据试验, 回次钻进时间不宜超过 2—4 min, 回次进尺以 0.1—0.2 m 为宜, 在钻头直径为 $\phi 150$ mm 的钻具中心, 压力为 800—1 200 kg 较为适宜。

(2) 含冰量高而松软的泥炭层等冻结软土类: 该类土主要分布于古莲煤矿等山间盆地及湖相沉积地层, 多属于层状冰冻土构造, 碎石含量较少。应选用中速钻进, 回次进尺为 0.3—0.6 m, 钻具轴心压力一般为 600—1 000 kg 为宜。在泥炭层钻进时, 钻具轴心压力还可以加大一些, 因为合金钻头底出刃部分压入冻土层越深, 采取的岩芯率也就越高。在钻进中提取岩芯样时, 一定要加大钻具轴心压力, 使钻头与岩芯紧密卡住, 这样可以防止岩芯脱落, 提高岩芯采取率。

1984 年 11 月, 为了查明大兴安岭北坡图强林业局医院、俱乐部等两大建筑物墙体裂缝的破坏原因, 曾在建筑物基础周围进行钻探。采用干钻方法, 钻进中钻具轴压大、转速高, 冻土岩芯的冰完全融化, 取出的岩芯发热, 未发现多年冻土。因此, 难以描述和确定土层的成因类型, 此后进行第二次钻探, 使用 DPP-100-1 型钻机。起初仍采用类似于以前一样的普通钻探方法, 回次钻进时间长、转速高、压力大, 钻孔中取出的岩芯依旧未发现冻土和冰层。而后改用低转速、中压力、回次钻进时间为 2—3 min, 所取岩芯都可见到不同程度的冰层和冻土。说明在多年冻土工程地质钻探中, 钻进参数的选择是很重要的。使用 DPP-100-1 型钻机应采用如下钻进参数:

转速可用一档, 中小轴门, 每分钟 40—60 转; 钻具轴心总压力为 800—1 200 kg; 对于冻结碎石土层, 采用 $\phi 150$ mm 钻头的回次钻进时间为 2 min, 快速起钻; 对于冻结亚粘土层, 采用 $\phi 130$ mm 钻头的回次钻进时间为 2—3 min; 对于冻结卵石层, 采用 $\phi 130$ mm 钻头的回次钻进时间为 3—4 min, 但钻具轴心压力要比冻结亚粘土、冻结碎石土大一点。岩芯管长为 0.6—0.8 m(适用于 0—10 m 的孔深), 钻头体长度为 150 mm。准备 3 套同样规格钻具。第一回次结束, 起钻后需改用另一套钻具, 应待其冷却后方可再行使用。

上述钻探操作方法及钻进参数的采用, 使多年冻土工程地质钻探取样, 得到非常满意的效果。

总之, 在大兴安岭北坡的古莲、西林吉、图强等多年冻土地区的大量工程地质钻探试验表明, 不同地层中的钻探应选择不同的钻进参数。合理的孔径、钻具和钻探是多年冻土工程地质钻探取得良好效果的关键, 也是避免错误判断冻土工程性质的重要途径。采用钻孔孔径为 $\phi 130$ —150 mm, 钻头体长 150 mm, 内外出刃不小于 2.0—2.5 mm, 钻具轴心总压力为 800—1 200 kg, 低速、短时, 回次进尺为 0.1—0.2 m(冻结碎石土)及 0.3—0.6 m(冻结软土类)等钻进参数, 可以采取较为满意的冻土岩芯。

更正: 本刊 15 卷 1 期 98 页图例“多年冻土”与“下界:”均改为“多年冻土下界”; 100 页图中“ $<0^{\circ}\text{C}$ 固态降水比例”改为“ a_1/a_2 ”, 特此更正。