

# 水平定向钻技术在岩土工程勘察中的应用

穆青

中建材贵州勘测设计有限公司

**摘要：**岩土工程勘察技术的应用是工程建设中的重要组成部分，其工作质量将会影响到工程建设的整体质量。在岩土工程勘察中，主要是对土工建筑物地质条件进行了解，从而对基础设计方案进行选择，但是在实际工作中由于各种因素的影响，使得工程勘察的效果不佳，因此需要应用水平定向钻技术对土工建筑物地质条件进行了解。通过水平定向钻技术应用，能够有效降低施工成本，提升岩土工程勘察水平。基于此，本文首先对水平定向钻技术特点及其使用要点进行分析和探讨，并结合实际情况对其应用要点进行分析和研究，以提升水平定向钻技术应用水平，为相关岩土工程勘察人员提供参考。

**关键词：**岩土工程；水平定向钻技术；地质勘察；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.013

随着经济的发展，我国社会在不断进步，人们的生活质量也有了很大提高，这就对各种基础设施提出了更高要求，随着科技的不断发展，水平定向钻技术得到了快速发展。水平定向钻技术是一项新兴的技术，这项技术在岩土工程勘察中发挥了很大作用。水平定向钻技术的主要特点是能够有效控制孔深、钻速和回次，对周围环境影响较小，并在岩土工程勘察中具有一定的优势，但在实际应用中还存在一些问题需要解决。因此，在实际工作过程中，要求相关地质勘察工作人员，需要对水平定向钻技术的主要特点和使用流程进行全面了解，在岩土工程的地质勘察工作中，需要把握好各个环节的操作内容，避免产生人为疏忽问题，全面提高岩土工程勘察工作质量和效果。

## 一、水平定向钻技术的主要特点和使用原则

### （一）水平定向钻技术的主要特点

水平定向钻技术是一种非开挖施工技术，它能够有效减少对周围环境的影响，并且在地下穿越中具有很大优势，该技术与其他钻机相比，具有以下几个优势：

（1）控制孔深，保证孔眼的稳定性。水平定向钻技术主要是利用钻头在孔内钻进，钻机需要钻孔时会产生震动和噪音，在施工过程中如果施工人员控制不好钻机，会对周围环境造成影响，而水平定向钻技术通过采用扩孔和回拖方式控制钻孔深度并对钻孔进行控制，确保施工能够按照设计要求进行。（2）施工过程中不需要大型设备，工程施工成本较低<sup>[1]</sup>。水平定向钻技术主要是利用钻机进行钻孔作业，而不需要大型设备，在施工过

程中不需要大型设备进行辅助工作，而且钻机本身具有重量轻的特点。（3）钻机操作简单，使用寿命较长。水平定向钻技术在钻进过程中不需要复杂的操作和使用设备，所以钻机本身就比较简单。

### （二）水平定向钻技术的使用原则

水平定向钻技术是一项新兴的技术，目前在我国的岩土工程勘察中得到了广泛的应用。水平定向钻技术虽然具有很多优点，但在使用过程中还存在一定的问题。为了保证水平定向钻技术能够正常、高效地应用到岩土工程勘察中，要充分利用水平定向钻技术的优势，规避其不足。具体使用原则如下：1）对地质条件进行科学分析，对地层和地下水情况进行详细了解，并结合施工场地条件制定合理的施工方案，保证施工方案符合实际情况；2）根据施工要求进行合理设计，要根据施工场地条件和地质情况进行设计，同时结合现有设备和施工工艺，制定出合理的设计方案，为工程顺利开展提供保证；3）对工程特点进行充分考虑，要充分考虑到各种因素对施工的影响。为了保证工程能够顺利进行要结合工程实际情况，对其进行合理设计。另外，要充分考虑到岩土工程勘察的具体特点，并结合实际情况制定出合理方案，以此才能提高水平定向钻技术在岩土工程勘察中的应用效率<sup>[2]</sup>。

## 二、工程案例

某地区是一个经济发达的城市，该城市的主要交通方式为高速公路和地铁，由于该地区属于山地，地形较为复杂，交通施工难度较大，为了保障施工质量，需要对该地区的地质情况进行详细了解。经勘察发现该地区主要是由岩溶作用形成的石灰岩组成，具有较高的承载力，但是由于受各种因素影响，该地区的岩溶现象并不严重，因此可以利用水平定向钻技术来对该地区进行详细勘探，经过实地勘探水平定向钻技术在该地区的应用效果良好。水平定向钻技术应用于岩土工程勘察中主要包括两个方面：第一个方面是在需要进行钻探的区域进行水平定向钻技术应用；第二个方面是在钻进过程中对地下岩石情况进行详细观察。由于地下岩石情况较为复杂，且存在一定的隐伏断层，因此在钻进过程中需要注意钻机与钻头之间的距离保持在30~50cm左右，确保钻具与岩石之间保持垂直状态。水平定向钻技术在使用过程中，需要根据地质情况和地表环境的不同选择不同的钻孔施工工艺，如对地质条件较好、地表环境比较稳定、没有地震活动的区域可以选择直钻法施工；反之则采用侧钻法施工。

## 三、岩土勘察水平定向钻技术应用策略分析

### (一) 设备参数

在进行钻孔施工前要先确定钻孔深度和半径，然后在确定钻机的规格，例如在进行施工时要选择高转速、低扭矩的钻机，同时还需要对钻机的重量和尺寸进行明确，然后进行合理的计算，同时还要对泥浆的性能、泥浆的比重以及泥浆泵等相关参数进行确定。1) 钻压：钻压一般选择20~35MPa，通常情况下，需要根据地层情况可适当增加或者减少钻压，但在施工中应根据地层情况合理控制钻压；2) 转速：钻机转速一般选择1.5~2.0r/min；3) 泥浆流量：根据地层情况和施工要求合理选择泥浆流量，另外根据施工要求选择合适的泥浆配比和黏度；4) 扭矩：扭矩是指钻机在钻孔过程中所产生的阻力，通常情况下，钻头在钻进时所产生的扭矩为额定扭矩；5) 钻机：钻机是钻孔施工中最为重要的设备之一，其质量好坏直接影响钻孔施工效果，因此在进行钻机选择时需要根据实际情况确定钻机的型号和规格；6) 钻杆：在钻孔过程中使用的钻头通常是圆锥钻头或牙轮钻头，钻孔深度和直径主要取决于钻头类型，通常情况下钻杆长度为1.2~1.5m；7) 导向孔：导向孔是在进行钻孔施工时，利用钻机产生的导向作用来控制孔斜和方向，导向孔可分为套管内导向孔、套管外导向孔和地面导向孔三种类型；8) 回次：回次是指将钻好的孔段进行回次工作时所使用的次数，回次主要有两种形式：一是在整个施工过程中进行回次；二是在每次回次时进行回次工作，通常情况下回次次数越多越好，但回次次数不宜过多；9) 穿越深度是指将钻头从钻孔中钻出后钻至设计位置所需要的距离，在实际施工中可以根据地层情况和施工要求确定穿越深度，通常情况下，穿越深度宜为100~150m<sup>[3]</sup>。

### (二) 孔内测试工作要点

#### 1. 取芯工作

在水平定向钻技术应用中，孔内测试取芯工作是基础，因此需要保证取芯工作质量。在实际工作中，由于钻孔的偏差，使得钻孔钻进过程中无法保障孔内压力稳定，并且由于外界因素的影响，使得钻孔可能会出现塌方、漏液等情况。在实际工作中，需要将水平定向钻技术与钻具结合在一起使用。具体来说，在钻进过程中需要利用钻头将土样取出。而在进行土样取出的过程中，需要利用孔口钻具进行配合使用。当土样取出后，还需要利用水平定向钻技术进行孔内压力测试工作，从而保证孔内压力稳定<sup>[4]</sup>。在水平定向钻技术应用中，还需要利用水平定向钻技术对孔壁稳定性进行分析和研究，具体来说，需要通过水平定向钻技术能够对钻孔内的岩层岩样进行取出，从而了解岩土工程地质情况，但是在实际工作中，由于钻孔直径与岩层直径并不匹配，使得钻孔内岩层岩样无法取出。而在应用水平定向钻技术后，

能够将孔壁稳定作为基础应用到实际工作中。通过孔壁稳定来解决钻孔内岩层问题，有效避免了岩层不稳定问题的发生。因此，在实际工作中需要对孔壁稳定性进行分析和研究，并根据实际情况对水平定向钻技术应用进行优化和改进。

#### 2. 地应力测试

在岩土工程勘察中，地应力测试是一项重要的工作内容，通过地应力测试能够了解土工建筑物地质条件，因此在岩土工程勘察中，需要对地应力测试的具体方法和技术进行掌握。首先，通过水平定向钻技术对土工建筑物地质条件进行了解，在此基础上通过水平定向钻技术对岩土工程勘察进行施工，并对其地应力测试情况进行分析。具体工作中，主要是通过钻孔来了解土工建筑物的地质条件，从而选择合理的施工方案和设计方案，提升水平定向钻技术应用质量<sup>[5]</sup>。在实际工作中需要在水平定向钻技术应用前，对土工建筑物地质条件进行了解，从而保证土工建筑物施工质量。通过钻孔可以了解土工建筑物的地质条件、岩石强度等相关内容，同时还需要通过钻孔来了解土工建筑物的岩石硬度情况和地应力情况，从而为后续工作的开展奠定基础。在此基础上进行地应力测试工作，需要将水平定向钻技术与地应力测试结合起来，通过水平定向钻技术对土工建筑物地质条件进行了解，从而选择合理的施工方案和设计方案，在此基础上开展地应力测试工作，为土工建筑物施工奠定基础。

#### 3. 综合测井

在对土工建筑物进行勘察时，需要对其地基土层的性质和分布情况进行了解，通过综合测井技术可以有效了解土工建筑物地基土层的分布情况。在实际工作中，主要是对地层的结构进行分析，从而为土工建筑物地基基础设计提供科学依据，通过综合测井技术的应用，能够有效提升勘察水平。在进行综合测井工作时需要对综合测井仪器进行合理选择，并且能够与水平定向钻技术相结合，在实际工作中需要根据地质条件和施工情况选择合适的综合测井仪器，保证测井的准确性和可靠性。

在使用综合测井技术对土工建筑物地基基础进行勘察时，需要对地层进行详细的分析和研究，通过对地层中地质构造、岩土性质等情况的了解，能够为土工建筑物地基基础设计提供科学依据。但是在实际工作中，由于施工成本、技术水平等方面的影响，使得综合测井技术在实际应用中存在一定的局限性。为了提升综合测井技术的应用效果，需要对其进行优化和完善。在优化过程中主要是将水平定向钻技术和综合测井技术相结合，以提升工程勘察效果，要根据工程建设实际情况对综合测井技术进行应用，从而提升其应用效果，并且在应用过程中需要对设备进行合理选择和配置，保障其能够满足施工需求。

#### 4. CCTV检测

在对地下管道进行检测时,通常采用的是声波检测的方式,因为利用超声波来检测地下管道,具有较高的精度因此在对地下管道进行检测时,通常采用这种方法。CCTV检测主要是利用CCTV摄像机来对地下管道进行检测,通过CCTV技术能够对地下管道内部进行详细的检查,并能够直观地了解到管道内部存在的问题<sup>[6]</sup>。利用CCTV技术对地下管道进行检查,主要是利用CCTV摄像机来对地下管道内部进行观察,在对地下管道进行检查时,一般采用的是探地雷达技术,通过使用探地雷达可以了解到地下管道的长度和深度等信息。在运用探地雷达时需要将探头设置在检测区域内,然后采用声呐技术来对探测区域内的地下管道进行检查。利用声呐技术可以在探测区域内,对地下管道内部进行详细的检查和了解,在使用声呐技术时,需要将声呐探头设置在距离地面1m左右的位置,然后再通过声呐探头来对地下管线内部进行检查,通过声呐技术可以清晰地了解到地下管线内部存在的问题和缺陷等信息。

#### (三) 现场监测与数据采集

在水平定向钻技术施工中,需要对钻机的各项参数进行科学合理的调整,并且根据土工建筑物地质条件制定科学合理的监测方案,同时利用人工测量的方式对钻机进行监测。在使用水平定向钻技术进行施工时,需要对钻机各部件进行检查,同时检测钻机各部件是否出现松动、变形等情况,在发现问题时需要及时采取措施对其进行修复,保证水平定向钻技术应用效果。此外,在施工过程中需要对钻进过程进行全面监控,从而确保水平定向钻技术应用效果得到有效提升,在施工过程中需要对钻机的各项参数进行调整,并且对钻进过程中的各项参数进行全面测量,根据测量结果对钻进速度、进尺、电流等进行科学合理的调整,以保障水平定向钻技术应用效果得到有效提升。在使用水平定向钻技术进行施工时,需要对相关参数进行全面测量,保证各项参数符合施工要求。在实际测量过程中,需要对导向孔、扩孔器、回拖孔等各项参数进行全面测量,确保水平定向钻技术应用效果得到有效提升。

#### (四) 勘察工作成果分析

通过对岩土工程勘察的水平定向钻技术进行实际应用,能够有效提高岩土勘察的效果和效率,为后续工作的开展奠定基础。本次岩土工程勘察使用了XY-1型水平定向钻对公路进行勘察,该公路建设过程中需要将其建设成为双向四车道的高速公路。在该公路岩土工程勘察中,施工人员先使用XY-1型水平定向钻对公路两侧的不良地质进行勘探,然后使用XY-2型水平定向钻对公路沿线的不良地质进行勘探。经过两个月的勘测后,钻孔一共打出了21个钻孔。在这些钻孔中,最大的一个钻孔直径为1220mm,钻孔深度为1530m;最小的一个钻孔

直径为530mm,钻孔深度为740m<sup>[7]</sup>。在这些钻孔中,有12个孔分别进行了钻探测试,其中有5个孔测试了水压和水流量。通过对该测试点进行实际监测后发现,在水压达到0.1MPa时,管道出现了明显的振动现象;当水压达到0.45MPa时,管道出现了明显的振动现象。在断层附近存在有两处承压水,其埋藏深度分别为20m和30m,钻孔岩芯主要为片岩,局部夹有砂岩和泥岩,钻孔中未见地下水的出露。经过现场钻探试验可知,在钻孔的过程中,孔底阻力较大,钻孔的水平位移变化范围在-18~18m之间,并且水平位移大小和方向与孔底压力大小有关,当压力超过4MPa时,孔内钻屑的下沉速度就会加快,当压力低于2MPa时,孔内钻屑就会下沉很慢。在岩土工程勘察中使用水平定向钻技术,可以有效降低噪声污染和电磁干扰对周围环境造成的影响,除此之外,还可以在很大程度上提高勘探工作的效率,提高勘察数据的准确性。

#### 四、结语

综上所述,岩土工程勘察工作中,水平定向钻技术应用效果较为理想,是岩土工程勘察工作中应用最多的技术之一。水平定向钻技术具有施工效率高、成本投入少、对周围环境影响小等特点,其应用能够为岩土工程施工提供便利条件。在实际应用中,需要注意水平定向钻技术的各项参数调整、施工现场监测等方面的问题,保证水平定向钻技术应用效果。

#### 参考文献

- [1]马保松,程勇,刘继国等.超长距离水平定向钻进技术在隧道精准地质勘察的研究及应用[J].隧道建设(中英文),2021,41(06):972-978.
  - [2]丁建新.定向水平分支孔构造探查技术研究与实践[J].煤炭与化工,2020,43(12):51-54.
  - [3]吴玮祥.燃气管道水平定向钻技术施工时风险因素的影响[J].上海煤气,2020,343(03):9-12.
  - [4]高秋玲,何金平,张振国.定向钻穿越常见的施工问题处理及工程事故预防[J].天津科技,2020,47(05):43-46.
  - [5]陈永骞,王杰.水平定向钻牵引技术在市政管道工程中的应用[J].四川水泥,2020,283(03):280.
  - [6]高飞,罗辑,屠越.水平定向钻铺设钢管内敷设高压电缆技术研究[J].山西建筑,2020,46(03):116-118.
  - [7]邓长生,张毅,谢小飞等.延安气田定向井及水平井钻井和压裂技术优化[J].录井工程,2019,30(04):29-34+146.
- 作者简介:穆青,1983年12月,水族,贵州省,本科,岩土工程,高级工程师,从事的工作方向:岩土工程勘察设计。