

浅谈高陡坡上如何高效实现灌注桩施工

徐长江

广州机施建设集团有限公司

摘要： 本文章主要围绕如何安全高效实现高陡坡上的灌注桩施工进行技术探讨，针对复杂施工条件下以及工期要求严的情况下采用预堆载措施及陡坡上的分段施工和GPS测量定位技术，实现了无须前置山壁防坍塌措施，便能安全快速地在山壁上进行灌注桩施工的技术。

关键词： 高陡坡灌注桩；旋挖桩；分段式挡土施工；反压堆载

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.20.045

一、常规山壁旋挖桩施工技术

常规的山壁旋挖桩施工出于安全生产的考虑，往往需要先在山坡上进行大开挖；用挖掘机在山上开挖出便于桩施工的操作平台，以及用于山坡上移机的施工道路。由于在山上进行旋挖桩开孔施工是对山坡内部结构的一种破坏；因此，为了保证山坡上的桩施工安全，我们需要在山坡上增设锚杆、护坡等安全措施，但这些都是与工程主体无关的投入。本文探讨的课题是通过优化施工工艺技术，从而节省这方面的费用。

二、山体滑坡原因及现象分析

山体滑坡就是山体斜坡上某一部分岩土在重力作用下整体向斜坡下方移动的现象，俗称“走山”、“地滑”等。

滑坡发生的成因，有自然原因，也有人为原因。就地理条件来说，坡度大于10度、小于45度、下陡中缓上陡以及上部呈环状的山体是容易产生滑坡的地形。作为产生滑坡物质基础的土体，结构松软、抵抗风化破坏能力相对较低、在水的作用下容易发生变化的岩土一般发生滑坡的可能性较大，如黄土等。

从诱因上看，地震、降雨、冰雪融化以及河流对斜坡坡脚的冲刷和浸泡都是诱发滑坡的自然原因。如经常发生地震的地区，震动使山体变得破碎、松散；当出现暴雨和长时间降雨时，雨水在斜坡上渗入到土体或岩石缝隙中，岩石或土体的强度降低，从而导致滑坡的发生。

综上所述，山体滑坡的成因有很多种，但其表现形式主要为坡面岩土滑移现象。因此，我们通过对山坡场方的模拟试验及验算分析发现，山体滑坡的破坏因素是

坡底与地面交接处受力较大而出现破坏，如图1所示。

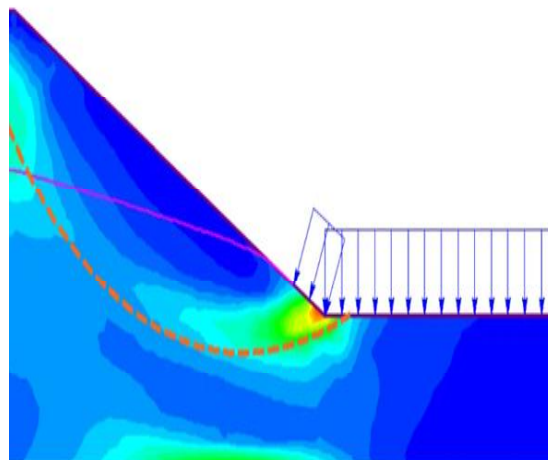


图1 山体破坏验算分析

三、抗山坡滑移可行性分析

根据图所示，红色部位为造成山体滑移的薄弱区域，需采取有效措施对该部位进行加强，以保证边坡的稳定性。

针对山体滑坡的成因和破坏原理，我们只需要对山坡施加足够的反作用力便能有效抵消山坡的内力，从而有效预防其滑移破坏。研究小组通过充分论证和试验，有效证实外部施加反力能有效避免山体滑坡的产生，在坡脚施加反作用力的效果为最优。而且，我们通过试验研究，如图2所示。



图2 滑坡模拟实验

经项目部研究讨论，并且通过专家论证，我们采取堆砌石块的方式，利用石块的重量对坡脚位置形成压力，并以此形成一条较缓的上坡道路，坡度为1:0.25，如图3所示。

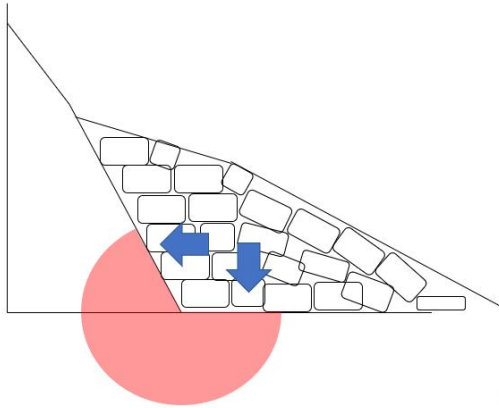


图3 碎石上坡道路剖面图

结合现场施工条件及滑坡机理，我们制定出一套高效的高陡坡上旋挖桩施工工艺。具体步骤如下：

首先，需要在山坡叠堆石块，以此制作一道坡度较缓的登山路。根据山体的滑坡塌方原理，我们利用了石块的重力对山脚和山壁形成压力，以防止坡脚滑移造成山体塌方。碎石上坡道完成后，项目采用挖掘机在需进行桩施工的位置开挖出操作平台，以便实施旋挖桩施工。待施工平台开挖完成后，旋挖桩机在平台上进行旋挖桩施工。由于有碎石上坡道对山壁及坡脚的压力，因此避免了旋挖桩施工对高陡坡土质造成扰动而引起的安全问题。

待该段旋挖桩施工完成后，桩机利用已完成的桩支护平台延山路进行桩施工。支护桩施工完成后进行土方开挖，并制作复合挡土墙，如图4所示。

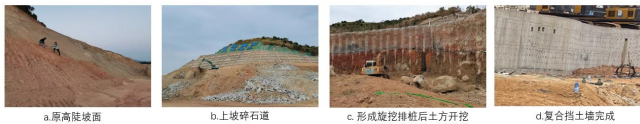


图4 复合挡土墙施工过程

四、复合挡土墙分段施工技术研究

由于需要延山壁设置一道较长的排桩支护+锚索结构+挡土墙复合挡土结构，如果按照上述施工步骤先设置碎石上坡道再进行高陡坡上的旋挖桩施工，则需要应用大量石块，花费的工期也比较长。我们根据挡土墙的防护作用范围进行计算，得到期周边存在6-8米的稳定区。因此，经研究讨论，我们可以采用了分段复合挡土墙施工工艺。也就是先采用三条碎石道把需施工挡土墙的支护带分为数段，然后利用碎石道的防护功能完成三段复合挡土墙的施工。待挡土墙施工完成，旋挖桩机则以此为安全平台继续后续的挡土墙分段施工，并控制每段施工长度不大于6根桩位。

经实践应用，我们成功应用了挡土墙分段施工技术，并且有效加快了施工进度，挡土墙施工质量令人满

意，如图5图6所示。

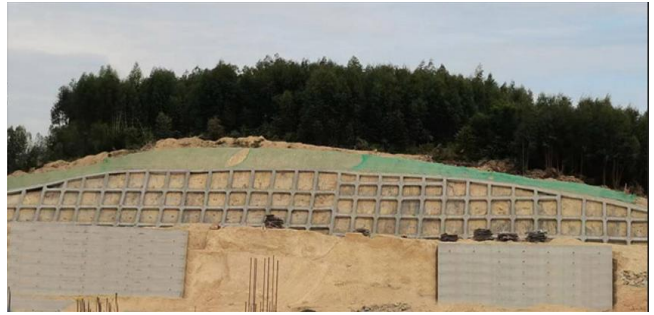


图5 复合挡土墙分段施工实施图



图6 复合挡土墙分段施工完成效果

五、无人机测量及桩机自动定位技术

(一) 无人机地形扫描及自动布点技术研究

无人机地形扫描是以往科幻片才会存在的超级特效，可是随着科技进步，这种新技术已经走进了我们的生活，而且应用到施工中。因此，我们尝试研究将无人机扫描与施工测量技术结合，把现场测量布点自动化、电脑化，从而使施工效率和精确度得到质的提升。

无人机测量技术目前比较常用的有像控测量技术与立体采编测量技术，具体如下：

1、像控测量与空中三角测量

在无人机航空摄影技术中，像控测量是最为重要的一项技术，在像片控制测量中，无人机航空拍摄的资料与GPS系统中导航定位信息有效融合，以此来获取某一地区内的真实地形和地貌。而且能够直接对数据进行传输、记录和保存。在像片控制测量中，以科学合理的布置像片控制点作为技术的核心所在。

2、立体采编的测量

通过无人机航空摄影测量获取数据之后，就可以利用业内的立体信息将所测区域的地形数据信息进行采编与管理。如果要想保证测量数据的立体采编的准确性与可靠性，就应该通过手动方式采编等高线和水涯线等十分重要的信息，而其他普通信息就使用计算机进行立体采编。

根据施工现场测量精度要求，我们采用立体采编测

量技术，无人在空中完成测量后，通过计算在电脑中生成三维地形图，以便进行后续技术处理。

无人机拍摄后，我们可以把无人机的拍摄数据上传至contextcapture软件，在生成地形图的同时根据坐标点形成方格网；再从CAD中导入桩孔位置，与地形坐标结合生成精确的可供GPS自动定位参考的有效数据。

(二) 桩机GPS自动定位技术

我们引进了无人机测量技术，并且结合施工图纸生成带坐标的桩位数据，并生成TXT文件。再利用星航智控软件导入桩位数据，使桩机能通过GPS智能定位，实现电脑定位智能化，桩机GPS智能定位技术如图7所示。

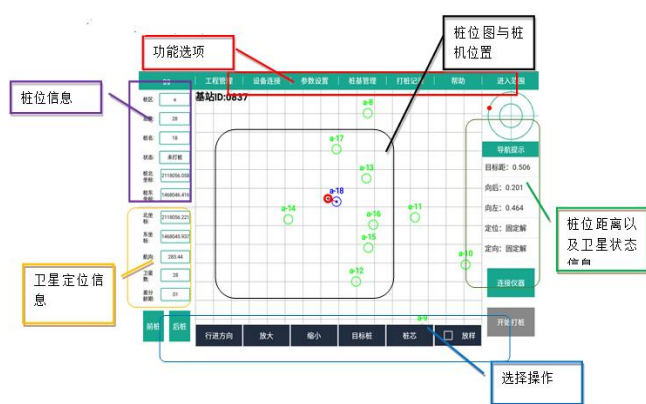


图7 桩机GPS智能定位技术

卫星天线的的作用功能不同分为定位天线和定向天线，驾驶前进方向的左边为定位天线，右边为定向天线，安装卫星天线一般情况安装在驾驶室顶部，两天线之间距离大于1.6m，安装在尽量在空旷的位置，安装好天线后，再把天线与数控系统、动力系统相接通，让桩机具备自动定向功能，如图8所示。

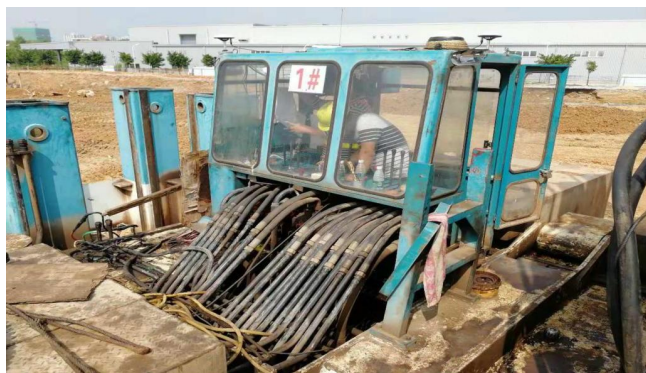


图8 桩机定位系统安装

(三) 定位卫星系统选择

通过设置不同的截至高度角来模拟信号遮挡的情况，以两条预设基线为例，模拟了在高度角为 10°、20°、30°、40°、50°、60° 遮挡环境下对GPS/BDS

系统相比单系统基线解算性能的提升情况并进行了分析。实验结果表明，GPS/BDS系统较单系统在卫星可见性、稳定性、模糊度固定、定位精度等性能指标上均有较大的提升。在截至高度角为50° 的遮挡条件下，基线一与基线二中，GPS系统均已无法定位，BDS系统因GEO、IGSO卫星对亚太地区的重点覆盖仍可实现定位，GPS /BDS组合系统≥4颗卫星比例均可达100%，模糊度正确率仍可优于80.0%，因此，定位系统采用GPS/BDS双系统。

六、施工实例应用介绍

广州市高级技工学校迁建工程位于广州市增城区朱村街道秀山村。该项目需要在高级技工学校内延山壁设置一道挡土墙，挡土墙最大落差为33m，施工难度较大。为了克服现场施工难点，项目部创新采用了一种由排桩支护结构+锚索预应力+挡土墙结构组合形成的挡土墙结构，能具有较强的抗侧压能力，以及良好的护坡作用。同时，该项目应用了碎石上坡技术及挡土墙分段施工技术，基于GPS定位的高陡坡旋挖桩施工技术，有效解决了高陡坡上难以实施旋挖桩施工的技术难题，不仅科学有效、安全便捷，而且实施简单有效，有效提高了施工效率，带来了良好的效益。

结语

高陡坡的灌注桩施工具有较大的安全隐患，如采用预堆载上坡道施工能有效保证安全性，其配合分段施工工艺在长距离群桩施工工程中对比传统施工工艺具有较高的时效性。无人机地形测量技术日渐成熟，如今已能够与GPS定位施工技术相匹配，从而形成高效智能的测量工艺技术。相信日后的建筑施工将会更加安全，更加智能。

参考文献

- [1] 林希鹤. 坡顶既有挡土墙的复合高边坡垂直支护方法研究——以实际工程为例[J]. 福建建筑, 2022 (03): 99-103.
- [2] 焦俊, 王瑞春. 素混凝土桩复合地基在挡土墙软土地基处理中的应用[J]. 广东土木与建筑, 2021, 28 (04): 43-46.
- [3] 马士康, 申铁军. 新型装配式挡土墙柔性-刚性复合防护应用研究[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43 (11): 16-17+19.
- [4] 穆秀丽, 穆秀云, 李林兵. 复合挡土墙在深基坑支护中的应用[J]. 江西水利科技, 2018, 44 (01): 54-57.