

复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术构架

孙艳阳

中国水利水电第七工程局有限公司

摘要：在我国铁路交通行业高速发展的时代背景下，多地区进一步加快了高速铁路的建设工作，并取得了一系列不俗的成效。相较于通常的道路交通工程，高速铁路工程往往需要处理更为复杂的地质，这就要求高速铁路的建设单位必须面对严峻的施工环境。在高速铁路的建设中采用复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术，不仅可以有效应对高速铁路建设过程中存在的复杂地质，还可以提升高速铁路的整体建设效率。本文将依据相关研究成果与工作实践经验，从多个角度分别探讨了复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的类型、常用技术的要点、其中存在的问题以及具体的优化措施。最终希望通过本文的分析探讨，能够使广大高速铁路的建设单位有所启发。

关键词：复杂地质；高速铁路；桥梁桩基；钻孔施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.045

桥梁桩基是高速铁路建设工程中常见的作业项目之一，其施工效果关乎到高速铁路工程的整体建设效果。随着时代的发展，高速铁路中的桥梁桩基施工也需要采用更为先进的技术，目的在于高效处理高速铁路工程中存在的复杂地质。基于此，高速铁路工程的建设单位就需要切实把握复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的类型，并根据实际的工程概况选择高适配性的施工技术。同时，也需要深入研究应用一系列先进技术时存在的问题，以此提升复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工的效率。

一、复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的类型及比较

（一）360°旋挖钻泥浆护壁施工工艺

360°旋挖钻泥浆护壁施工工艺是较为常见的复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术，其对泥浆的比重、含砂率以及土壤的pH值有着较高的要求。通常情况下，高速铁路桥梁桩基工程的泥浆护壁施工工艺需要采用比重为1.2的泥浆，含砂率应在3%左右，且pH值应大于6.7，这就需要建设单位对材料的配比以及设备的选择制定更为严格的基准。该技术有着成桩质量较高的特点，因而有着一定程度的使用率。但是，这一技术也有着相应的缺陷，主要表现为容易在砂砾层中出现小范围的塌孔现象，且该问题有着较高的发生频率。当进入灰岩层开展钻进作业时，其有极高的可能出现砂卵石层塌孔的问题，进而引发孔口下沉严重以及护筒严重倾斜的状况，直接影响到了高速铁路工程的整体稳定性。

（二）360°旋挖钻长护筒施工工艺

360°旋挖钻长护筒施工工艺也能够应用于复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工项目当中，并能够提升高速铁路工程的建设质量。该类施工工艺对高速铁路桥梁桩基施工作业的要求较高，需要施工人员采用长护筒锤进行辅助施工，且要求护筒的长度必须在15m以上。此类技术的缺点较多，主要体现在钻进效率较低这一方面，要求施工人员需要注意斜岩的存在。当工程区域内存在较多的斜岩时，使用该技术就有可能出现卡钻的问题。此时，施工人员就需要采用灌注混凝土的方式来矫正工程区域内的钻孔平面，这就会直接增大对相关施工材料及能源的需求量。同时，也会对钻头造成更大程度的磨损，使施工人员不得不高频次地更换钻头，反而会加大施工成本。

（三）大功率旋挖钻机多级长护筒组合施工工艺

大功率旋挖钻机多级长护筒组合施工工艺是近年来新出现的复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术，其能够为高速铁路工程提供更具稳定性的桩基。该技术主要采用了大功率旋挖钻机设备以及多级的长护筒，综合两方的优势来增强高速铁路桥梁桩基钻孔作业的实效性。大功率旋挖钻设备的性能通常为每米不小于400KN，成功时间在大于2d且小于3d的范围内。在复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工项目当中，该技术能够快速钻进工程内部的粉土层以及砂砾岩层。在灰岩层以及溶洞地层区域当中，该技术能够通过更大的轴向压力以及输出扭矩来应对斜岩层。但是，在处理溶洞这一环节当中，需要更长的等待时间，这是尤为需要高速铁路工程的建设单位所注意的。

（四）冲击钻泥浆护壁施工工艺

冲击钻泥浆护壁施工工艺同样能够为复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工项目带来正向的效益，是部分高速铁路工程建设单位所采用的施工技术之一。冲击钻设备的性能参数通常为55KW，成孔时间极长，多在传统的高速铁路桥梁工程施工作业中使用。采用这一技术后，该类高速铁路工程内部桥梁桩基钻孔项目多会出现砂卵石层泥浆流失严重的问题，也没有具备较高的稳定性。在针对灰岩层的施工作业时更是会出现卡钻的问题，并需要更多的备用钻头、片石材料以及红黏土，只能利用多次循环反复的作业方式成孔。随着时间的推移，此类施工技术多会由于施工效率过低以及进度不可控的缺点而被淘汰，因而不适用于新时期的复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工项目。

（五）全回转式全套管钻机施工工艺

全回转式全套管钻机施工工艺是以全回转式全套管钻机设备为主的桥梁桩基钻孔技术，其有着较高的成桩质量以及稳定的钻孔。该技术的优势在于能够以交替钻进的方式深入不同类型的地层，并保持更为完整的桩身。如需要控制工程进度时，这一技术也可以帮助施工队伍及时明确施工状况，便于调整其中的不稳定因素。弊端在于没有具备较高的全回钻回填交替作业效率，对能源的消耗也更大，且需要随时注意混凝土下沉的问题，需要建设单位花费更多的精力用于造价控制。

由此可见，新时期的复杂地质高铁桥梁桩基钻孔应采用大功率旋挖钻机多级组合护筒成孔施工工艺，该技术能够具备更高的施工效率。

二、大功率旋挖钻机多级组合护筒成孔技术要点

（一）一级护筒施工

复杂地质高铁桥梁桩基钻孔项目的一级护筒施工作业主要可以分为两种类型，分别为可拔出重复利用以及不拔出，需要建设单位根据高速铁路工程的实际状况以及桥梁桩基钻孔施工的需求来选择正确的施工模式。如需要采用可拔出重复利用的施工模式时，应严格评估砂卵砾石土层的厚度，如土层厚度整体较低时，则需要测量孔洞的深度。同时，也需要注意下部岩石层的溶洞，可以采用一级护筒钻探砂卵砾石土层，并采用大功率旋挖钻机完成打孔。如需要采用不拔出的施工模式时，需要保障砂卵砾石土层的厚度较深，且孔深超出一定的深度。此时，就需要利用一级护筒穿透土层，并采用混凝土灌注。另外，还需要优化施工工艺，具体应涉及钢护筒的制作、桩位测量放线、护筒吊运、护筒定位、护筒焊接等。

（二）二级护筒施工

高速铁路工程复杂地质的桥梁桩基钻孔施工作业对二级护筒施工也有着较高的要求，建设单位应深层次考察细砂卵砾石土层以及岩层的厚度，并对区域内存在的溶洞进行评估以及分析。如存在溶洞，就需要开展二级护筒施工。施工人员应根据施工规范完成施工前的测量放样作业，并根据实际的数据信息确定桩基的位置，之后再采用打拔机完成钢护筒的设置作业，最后通过旋挖钻机将钢护筒落实到指定的使用区域内，同时依照实际的施工要求开展反复作业，使一级护筒能够与溶槽形成有效衔接。完成这一环节的作业时，应继续保持旋挖钻的钻进作业，当穿过灰岩并进入溶洞后方可下放二级护筒。应注意的是，二级护筒施工中应保持相邻节之间的焊接，并保持对中吊直，由此保障施工效果。

（三）三级护筒施工

当高速铁路工程中存在砂卵砾石土层极厚且岩层内部存在蜂窝集群溶洞时，二级护筒是难以保障桥梁项目作业的稳定性的。针对这一问题，就需要开展三级护筒施工，以跟进施工的方式完成桥梁桩基钻孔施工作业。

在开展这一环节的作业时，施工人员应根据土层、岩层以及溶洞的实际大小来确定三级护筒的长度以及宽度，并在技术人员以及监理人员的指导下进行测量放样，这能够提升桩基位置的精准性。先采用打拔机下放一级护筒，再使用专门的钻头穿过第一层溶洞并下放二级护筒，之后穿过第二层溶洞的顶板，此时就需要下放三级护筒，最后使用钻进设备完成后续的钻孔施工作业。需要注意的是，三级护筒的施工流程与二级护筒施工有着一定的相似性，但是施工人员仍需要注意细节方面的工艺流程，使桩基施工能够达成既定的工程目标。

（四）护筒拔出

护筒的拔出作业需要在完成混凝土浇筑后落实，高速铁路建设工程的相关施工班组应在遵循施工要求以及工艺标准的情况下完成该项目作业。该施工作业应根据护筒的孔位确定具体的拔出模式：如需要从一级护筒施工开展拔出作业时，当护筒的长度小于指定的工程数据时，就可以将其拔出，反之则需要将护筒留存在孔内。拔出二级护筒时，施工人员需要先确定具体的桩基位置，接着拔出一级护筒，将二级护筒留存在孔内。当采用三级护筒施工的桩基位置时，就需要拔出一级护筒以及二级护筒，将三级护筒保留在孔内。此外，施工人员还需要增强对流动性地下水的重视程度，在开展护筒拔出作业的过程中必须将此类地下水进行阻断处理，保障工程作业的孔壁不会被地下水冲塌。

三、常见技术问题

（一）区域避让不到位

根据实际的工作状况以及调查发现，部分地区的高速铁路建设工程没有做好区域避让工作，这直接阻碍了高速铁路桥梁桩基施工项目的有序开展。出现这一问题的原因在于这部分高速铁路工程的建设单位没有对复杂地质高速铁路桥梁桩基施工作业的重要性形成正确认知，在施工准备阶段仍采用常规的地质勘测法。这一模式虽然能够保障勘测数据的完整性，但是其并不适用于复杂地质的勘查作业，导致这部分高速铁路工程的建设单位无法获得复杂地质区域的地质信息数据。在开展复杂地质高速铁路桥梁桩基施工作业时，该类建设单位就难以根据事前勘察的地质信息确定桩孔的位置，并无法避让危险区域，不但会直接降低桩孔作业的效率，还会引发浆液外流或是塌陷的问题，严重情况下更是会威胁到施工队伍的安全，最终造成大量的损失。

（二）卡钻塌孔处理不及时

相当数量的高速铁路建设单位虽然能够意识到复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工作业的重要性以及其与高速铁路整体工程之间的关系，但是其没有及时处理卡钻塌孔问题，这也会使复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的应用效果不如预期。通常情况下，复杂地质区域内的高速铁路桥梁桩基钻孔施工作业更容易出现掉钻、卡钻、塌孔等问题，这就会直接降低高速铁路工程的整体

施工进度,也会对桥梁桩基施工作业的稳定性形成负面影响,需要建设单位在第一时间发现并处理一系列问题。这部分高速铁路工程的建设单位没有明确的是,施工材料、客观地质环境、桩孔距离、钢护筒焊接等均会影响到复杂高铁桥梁桩基钻孔施工质量。例如,当施工材料的质量不达标时,就会引发塌孔的问题,进一步加大了施工技术的应用难度。

四、复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的优化措施

(一) 加强安全管理

高速铁路工程的建设单位应加强安全管理工作,以此提升复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的应用效果。相关管理人员应从施工队伍中选拔高素质的施工人员,并在开始施工作业前落实相关的岗前培训工作,确保负责这一区域的施工人员能够明确复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的要点以及原理,并将其与本次高速铁路工程中的复杂地质桥梁桩基钻孔施工作业的概况相结合,严格依据施工工艺的标准采用指定的施工技术。同时,建设单位需要要求全体施工人员正确佩戴安全装备,并在施工作业现场安装专门的安全保护设施。一旦出现装备不完善或是保护设施不到位的状况时,应及时纠正。对于施工过程中可能出现的突发状况,必须开展专门的应急演练活动,确保全体施工人员能够在严明的安全管理下完成施工作业。

(二) 严控钻进参数

建设单位也需要严格控制钻进参数,该举措能够有效避免由于复杂地质施工区域内泥皮壁薄引发的工程事故。在开展这一方面的工作时,建设单位应与技术单位以及监理单位开展深层次地合作,并根据事前工程评估给出的数据来确定准确的钻进速度,确保已完成的孔壁能够及时转变为泥皮护壁。例如,在开展针对细角砾土或是卵石土层的钻进作业时,就需要要求施工队伍降低钻进速度,以缓慢的运转模式打造高质量的护壁,且有效处理施工作业中可能出现的漏浆空隙问题。同时,也需要对泥浆参数进行相应的控制,不得为了片面地追求施工进度而随意提升钻进的速度以及泥浆参数。既能够直接避免斜孔问题,也可以防止塌孔问题对复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工的负面影响,一举多得。

(三) 保障规范施工

规范化以及标准化的施工能够直接提升桥梁桩基钻孔施工技术的应用效果,这就要求建设单位必须保障全项目施工的规范性。首先,应增强对细角砾土以及卵石土层区域的重视程度,要求施工人员在设置钢护筒时必须根据相应的要求保障这一设施的入土深度,使钢护筒的实际入土深度能够高于指定区域内地质层的厚度。其次,采用优质的泥浆材料,在施工作业的初始阶段对全部的泥浆材料进行质量检查工作,根据本次工程项目的实际状况以及上级部门出台的标准确定具体的泥浆比

重,使配置完成的泥浆材料能够充分填充以及保护细角砾土以及卵石土层。再次,施工人员需要时刻关注孔内泥浆的高度,立足于施工作业的现状调整泥浆循环系统的参数。最后,应控制加焊的厚度,采用专门的加焊钻头回填孔隙内部的片石。

(四) 落实全过程的质量控制

复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的高质量的应用还需要建设单位落实全过程的质量控制,从根本上提升高速铁路工程的建设质量。在工程作业的前期筹备阶段,高铁工程的各参建单位均需要深化彼此间的合作,既需要不断优化施工设计方案,也需要评估桥梁桩基钻孔施工技术的可行性,还需要做好施工材料的采购工作,为复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的应用奠定坚实的基础。开始施工作业后,各单位应开展高频次地施工质量检查工作,及时排查工程中存在的一系列隐患。一旦发现影响桥梁桩基钻孔施工技术应用效果的问题时,应立刻要求施工班组进行对应的整改,并做好工程档案的记录。竣工后,则需要实施专门的竣工验收作业,深入检查施工作业的细节部分,如清孔操作、钢筋笼安装、混凝土灌注等。

结束语

综上所述,先进的桥梁桩基钻孔施工技术能够直接提升高速铁路工程的建设质量,也可以在有效处理复杂地质的同时保护工程所在地的自然地理环境。高速铁路工程的建设单位只有正确认知复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的原理,才能够将各类技术进行相应地对比,并立足于高速铁路的实际状况确定高质量的施工技术组合。在这一过程中,建设单位继续保障施工设备的稳定性,也需要构建专业化的施工人才队伍,从而为复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术的应用构建稳定的环境。

参考文献

- [1] 巩明,王富林.桥梁桩基在复杂岩溶地质条件钻孔施工关键技术[J].交通科技与管理,2023,4(09):87-89.
- [2] 林鸿洗,刘庆,董建彪等.复杂地质高铁桥梁桩基钻孔施工技术[J].国防交通工程与技术,2023,21(05):73-76+60.
- [3] 祝俊宝.复杂不良地质条件下的公路桥梁桩基施工技术[J].设备管理与维修,2023(14):158-159.
- [4] 彭侃侃.复杂岩溶地质中桥梁桩基施工技术研究与应[J].运输经理世界,2022(04):115-117.
- [5] 尤帆帆.复杂岩溶地质中桥梁桩基施工技术研究与应[J].广东建材,2021,37(01):26-28.
- [6] 吴州平.复杂地质条件下桥梁桩基及墩柱结构施工技术研究[J].运输经理世界,2021(04):90-91.