

水利工程中土方开挖施工技术要点分析

玉素甫江 · 吐拉洪^{1,2}

1.新疆维吾尔自治区水土保持监测中心,新疆 乌鲁木齐 830000

2.新疆维吾尔自治区水利厅水土保持实验站,新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]水利工程土方开挖属于工程建设当中的一个极为重要的环节,其施工质量的好坏会直接对工程的安全状况以及后续施工的进度产生影响。随着工程规模变得越来越大,施工环境也日益复杂起来,传统的施工方法在施工效率、施工精度以及安全管理等方面都存在着一定的局限性,在干旱或者半干旱地区,土质比较松散、边坡不够稳定以及地下水也不稳定等问题表现得尤为突出。当下,土方开挖施工正朝着机械化、分层分段开挖、边坡支护、底基加固、防渗处理以及排水降水等方向去发展,与此还逐步应用质量监测以及风险管理方面的措施。不过在施工组织、风险防控以及环境保护这些方面仍然需要做出进一步的改进。文章对水利工程土方开挖施工的技术要点与管理措施展开分析,以此为提高施工质量以及施工安全提供一定的参考。

[关键词]水利工程; 土方开挖; 施工技术; 技术要点

DOI: 10.33142/hst.v8i11.18319 中图分类号: TV541 文献标识码: A

Analysis of Key Points of Earthwork Excavation Construction Technology in Water Conservancy Engineering

YUSUFUJIANG Tulahong^{1,2}

1. Xinjiang Soil and Water Conservation Monitoring Center, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2. Xinjiang Soil and Water Conservation Experimental Station of the Water Resources Department, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Earthwork excavation in water conservancy engineering is an extremely important link in engineering construction, and the quality of its construction will directly affect the safety status of the project and the progress of subsequent construction. As the scale of engineering becomes larger and the construction environment becomes increasingly complex, traditional construction methods have certain limitations in construction efficiency, accuracy, and safety management. In arid or semi-arid areas, problems such as loose soil, unstable slopes, and unstable groundwater are particularly prominent. At present, earthwork excavation construction is developing towards mechanization, layered and segmented excavation, slope support, foundation reinforcement, anti-seepage treatment, and drainage and precipitation. In addition, measures for quality monitoring and risk management are gradually being applied. However, further improvements are still needed in construction organization, risk prevention and control, and environmental protection. The article analyzes the technical points and management measures of earthwork excavation construction in water conservancy projects, providing a certain reference for improving construction quality and safety.

Keywords: water conservancy engineering; earthwork excavation; construction technology; technical points

引言

水利工程属于保障水资源得以利用、能够防洪抗旱并且适用于农业灌溉的关键基础设施范畴,其施工质量同工程的安全性、耐久性以及运行效益之间存在着直接关联。在开展水利工程建设相关工作的时候,土方开挖算得上是最基础且极为关键的一个施工环节,它涉及到边坡稳定情况、基底承载力状况、防渗处理事宜、排水方面以及施工

安全等诸多技术领域。伴随工程规模持续不断地扩大,施工环境也变得日益复杂起来,在这样的情况下,传统的施工经验以及方法已然很难充分满足现代水利工程对于施工精度、施工效率以及施工安全性所提出的那些较高要求了。特别是在干旱或者半干旱这样的地区,土质呈现出松散的状态,地下水的情况也不稳定,再加上施工条件十分恶劣,这就使得土方开挖施工面临着更多的技术方面的挑

战。采用科学且合理的土方开挖施工技术，不但能够提升施工效率，还能够降低工程所面临的风险以及成本支出，而且还可以为后续的防渗工作、基底加固事宜以及主体结构施工等相关工作打下较为可靠的根基。所以说，针对土方开挖施工技术展开系统的分析以及总结，是有着重要理论价值以及实践意义的。此项研究着重于深入剖析水利工程当中土方开挖施工的各项技术要点，具体涵盖挖掘的方法以及施工的顺序安排、边坡支护的方式以及稳定控制手段、底基处理办法以及防渗技术运用、排水以及降水的相关措施，还有施工质量控制以及监测的具体方法等方面，并且会结合施工管理以及风险控制的相应策略，从而为干旱以及半干旱地区水利工程施工给予可实际操作的技术方面的指导以及经验方面的参考。

1 水利工程土方开挖施工特点

水利工程土方开挖具有工程量大、施工条件复杂、受自然因素影响显著等特点，因此在施工过程中需严格遵循技术规范并注重安全与环保。工程规模通常较大，中大型水利工程土方开挖量可达数百万立方米，施工强度高且周期长，需要合理安排施工顺序，避开雨雪、高温等不利天气。技术上，应根据开挖深度科学确定放坡系数，分层开挖并及时支护边坡，高边坡需验算安全距离，软土和地下水影响区域需采取排水分层开挖措施。施工方法以机械开挖为主，辅以自卸车运输，水下作业则采用挖泥船和驳船。安全与环保方面，应合理排水，防止土体失稳，弃渣场需避开农田和河道，减少环境影响。质量控制上，土石方平衡需统筹挖采与弃填，施工缝和混凝土分层浇筑需避免应力集中并控制初凝时间，以保证施工质量和工程稳定性。

2 土方开挖施工技术要点

2.1 挖掘方法与施工顺序

在水利工程土方开挖施工期间，挖掘方法以及施工顺序的科学设计属于极为关键的环节，其能够对工程安全、施工效率以及施工质量起到决定性作用。就挖掘方法而言，需要综合考量诸多因素，像是地质条件、土质类型、开挖深度、边坡坡度还有地下水分布等，并且依据不同的施工状况来选用相应的施工方式。比如在岩石硬度相对较高或者地质结构较为复杂的区域，可以运用机械挖掘和控制性爆破相结合的方式，借助分段、分层开挖的方式来有效缓解边坡应力集中情况，进而防止岩体出现破裂或者坍塌的现象；而在松散土层或者含水量较高的土体当中，则主要依靠机械挖掘，同时配合人工辅助清理以及临时支护举措，以此来保障边坡的稳定状态，避免土体发生塌方或者基底出现沉降等问题。就施工顺序来讲，应当依照“先外围、

后中心、先高处、后低处、分层分段”的原则来进行安排，即先着手进行边坡支护、排水以及降水方面的处理工作，然后再开展主体土方开挖作业，并且要结合施工现场的具体情况合理规划土方运输路线以及堆放区域，从而保证土方能够及时运出，防止对施工进度产生不利影响。

2.2 边坡支护与稳定控制技术

在水利工程土方开挖施工期间，边坡支护以及稳定控制属于极为重要的技术环节，其对于保障施工安全、对变形加以控制以及防范塌方等方面均有着关键作用。边坡的稳定状况会受到诸多因素的影响，像土质特性、开挖所达到的深度、边坡的具体坡度、地下水的情况以及外部施加的荷载等，所以在正式施工之前，务必要开展细致的地质勘察工作，并且要深入剖析其稳定性，依据土体所属类型、含水量状况以及可能出现的应力状态来科学地确定支护的形式。就松散土层或者砂质土壤而言，通常会采取锚杆支护、土钉墙或者是格构梁支护这类加固举措，借助于提升土体整体的抗剪强度以及摩擦力，进而增强边坡的稳定程度；而对于岩石边坡来讲，则可以运用锚杆、喷射混凝土、拱形支护或者挂网喷浆等办法来对裂隙的扩展以及剥落情况进行控制^[1]。在整个边坡支护的进程当中，还需要和排水以及降水方面的措施相互结合起来，比如设置排水孔、暗沟又或者是表面排水槽，以此来使土体孔隙水压力得以降低，从而让滑动的风险能够有所减轻。

2.3 底基处理及防渗技术

在水利工程土方开挖施工期间，底基处理以及防渗技术属于极为关键的环节，其对于保证工程的稳定性、延长工程的使用寿命以及防止出现渗漏事故都有着重要作用。就底基处理而言，一开始得依据土质的具体类型、含水量的情况以及承载力方面的相关要求，去采取不一样的加固举措。比如说，针对软弱土层或者膨胀性黏土，可以运用夯实、换填、预压、加筋亦或是化学固化等一系列手段，以此来提升地基的承载力以及稳定性，并且还能够降低出现不均匀沉降的风险。而对于那些含砂量相对较高的土体或者容易发生液化的土体来讲，那就需要结合排水、固结还有灌浆加固等相关技术，进而强化土体内部结构的整体性。在整个施工进程当中，务必要严格把控底基处理的厚度、压实的程度以及层间结合的情况，从而保证处理之后的基底能够符合设计所规定的强度以及均匀性方面的要求。在防渗技术层面，得依照水利工程的类型、蓄水的高度以及水文的具体条件，去挑选合适的防渗措施，像是黏土防渗层、混凝土或者土工合成材料衬砌、复合防渗膜以及土工格栅加固等，借助形成连续且致密的防渗屏障，切

实有效地阻止水流发生渗透现象，进而降低渗漏的风险。

2.4 排水与降水施工措施

在水利工程土方开挖施工期间，排水以及降水方面的相关措施属于极为关键的环节，其对于基底的稳固性、边坡的安全状况以及施工能够顺利推进均有着直接影响，还和工程的质量以及施工的效率紧密相关。一开始，需要综合考量地形地貌的具体情况、土质类型的实际状况、降水方面的条件以及地下水水位的高低等因素，以此来科学地去设计排水系统以及降水方案。当面对地下水位处在较高状态或者土层透水性较强的状况时，应当运用井点降水的方式、管井降水的方法或者是设置排水明沟等举措，借助这些手段把基底孔隙水的压力降下来，从而降低土体出现软化乃至液化这种风险的可能性，与此同时还能让开挖面保持干燥的状态，方便施工机械展开作业操作。对于施工区域内存在的积水问题，要设置临时的排水沟、集水坑以及排水泵站，以便可以快速地将雨水还有渗水排出，进而防止施工进程受到阻碍以及边坡遭受冲刷的情况发生。在设计排水与降水措施的时候，还需要把施工进度以及土方运输路线的协调事宜一并纳入考虑范围之内，务必要避免排水设施对土方外运工作以及机械操作产生影响，并且要保障排水管线以及泵站具备足够的流量以及稳定性，这样才能更好地去应对可能出现的突发降雨或者地下水突然涌出等突发状况^[2]。在施工开展的过程当中，应当建立起动态的监测以及调控的相关机制，通过使用水位计、流量计或者基坑监测仪等方式来实时地去监测地下水位以及积水的具体情况，依据所获取到的监测数据及时地对降水方案做出相应的调整，以此来防止因降水过度而导致地基出现沉降或者是边坡失去稳定性的不利情形发生。

2.5 施工质量控制与监测方法

在水利工程土方开挖施工期间，施工质量控制以及监测方法乃是保证工程能够安全、稳定且可长期可靠使用的极为关键的环节。一开始，得在施工正式开始之前制定出详尽的质量控制方案，此方案涵盖施工工艺所要遵循的标准、施工的具体顺序、需要着重把控的关键控制点还有验收时依据的标准，并且要清楚地明确土方开挖环节、边坡支护环节、底基处理环节、防渗环节以及排水环节等各个不同环节各自的技术要求是什么。在施工实际推进的过程当中，应当把分层分段施工的方式和分区管理的方式相互结合起来运用，以此来促使每一个施工单元都能够达成设计所规定的要求，与此还要借助严格的施工记录以及现场细致的检查来达成对整个施工过程的有效控制。在质量监测这块，务必要充分借助现代监测技术以及相关设备，针

对那些关键部位展开实时的监控操作，比如说在边坡以及基底处设置位移计、倾斜仪、裂缝计以及地下水位计等装置，进而对边坡出现的变形情况、裂缝的发展态势、沉降状况以及地下水的变化情形开展连续不断的观测工作，从而能够及时察觉到潜在可能出现的问题，并且采取与之相应的纠正偏差的措施去加以应对。

3 土方开挖施工中的管理与风险控制

3.1 工程进度管理与施工组织协调

在水利工程土方开挖施工期间，工程进度管理以及施工组织协调属于极为关键的环节，其对于保障施工能够顺利推进、提升施工效率还有控制成本均有着十分重要的作用。施工单位需要依据工程的规模、地质的具体情况、土方量以及施工机械的配置状况来制定出科学且合理的施工进度计划，把整个工程划分成若干个不同的分区以及施工段，清晰明确各个阶段所对应的施工任务、时间节点以及资源配置方面的要求。在施工组织层面，要对机械设备、施工人员、材料供应以及临时设施的布置做出统筹安排，以此来确保各个施工环节能够彼此相互衔接起来，实现资源的高效利用，防止出现因设备处于闲置状态或者施工中出现冲突而致使进度滞后的状况。与此还应当建立起信息沟通以及协调的相关机制，借助施工现场调度会议、进度跟踪系统还有电子管理平台等手段，及时地去掌握施工的进展情况，察觉到潜在的问题并且作出相应的调整。对于像地下水突发涌出、边坡发生塌方或者遭遇恶劣天气这类特殊工况或者不可抗力的因素，要提前制定好应急预案，并且依据实际情况灵活地去调整施工顺序以及作业方案，从而保证工程的整体进度不会受到重大的影响。

3.2 安全管理与事故防控

在水利工程土方开挖施工期间，安全管理以及事故防控属于极为关键的环节，其对于保障施工人员的生命安全、推动工程顺利开展以及维持工程质量有着不容忽视的作用。施工单位需要在施工正式开始之前精心制定一套较为完善的安全生产管理制度，与此同时还要准备应急预案，要将各级安全责任予以明确清晰地界定，构建起安全检查方面的机制、监督方面的机制以及奖惩方面的机制，务必要保证每一个施工环节都能够有专人切实负责起来。在施工具体开展的过程当中，要针对土方开挖这个工序、边坡支护这个工序、机械作业这个工序以及降水排水这个工序等这些关键工序，去采取一系列严格的安全举措，像是设置防护栏杆、设置警示标识、做好临边防护工作以及确定机械作业安全间距等，还需要定期针对施工人员展开安全方面的教育培训以及操作方面的培训，以此来提升他们自

身的安全意识以及应急处理的能力。还应当配备相应的安全监测设备，借助这些设备对边坡的位移状况、土体的沉降状况、地下水位的变动情况以及施工机械的运行状态等进行实时不间断的监控，从而能够及时察觉到出现的异常情况并且随即采取相应的纠正举措^[3]。对于有可能会出现的滑坡事故、坍塌事故、涌水事故或者设备故障等情况，要建立起应急响应的相关机制，要把责任分工明确清楚、把救援程序安排妥当、把疏散通道规划合理，唯有如此才能确保在事故发生的时刻能够快速且高效地进行处置，进而尽可能地降低人员伤亡的程度以及减小工程方面的损失。

3.3 环境保护与施工影响控制

在水利工程土方开挖施工期间，环境保护以及施工影响控制属于极为关键的环节，其能够助力工程实现可持续发展，并且可减少施工给周边生态、社会环境所带来的干扰。施工单位需在施工开始之前着手开展环境影响评估工作，进而制定出科学合理的环境保护措施方案，要清楚明确施工进程中各类环境保护方面的责任以及相关标准^[4]。在施工实际开展的过程中，应当对施工场地以及土方堆放区域予以合理安排布置，通过采取覆盖、绿化或者挡土等措施来促使扬尘得以有效减少，避免其不断扩散；针对施工机械以及运输车辆而言，得强化对其维护以及管理方面的工作，以此降低噪声、尾气排放以及振动等情况给周边环境所造成的种种影响。对于施工水体、地下水还有雨水排放等需要实施监控操作，防范泥沙、污染物又或是施工废水流入水源当中，倘若有必要的话，可设置沉淀池、过

滤设施或者循环利用系统，从而切实保护水环境的安全。

4 结语

水利工程土方开挖施工技术在工程建设当中有着极为重要的作用。科学地去选择挖掘的方法，合理地来安排施工的顺序，强化边坡支护以及底基方面的处理工作，进一步完善防渗以及排水的相关措施，并且严格把控施工质量以及做好安全管理，如此便可以有效地提高施工的效率，切实保障工程质量以及施工安全。与此重视施工管理以及环境保护方面的工作，对于降低施工风险是很有帮助的，也有利于实现工程的可持续发展。在未来，随着施工技术以及管理手段不断地取得新的进展，水利工程土方开挖施工将会变得更加高效、更加科学，进而为工程的安全运行以及长期使用给予坚实的保障。

【参考文献】

- [1]车永春.水利工程施工中边坡开挖支护技术应用概述[J].全面腐蚀控制,2025,39(4):118-119.
- [2]赵国栋.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(15):215-217.
- [3]张帆.水利工程施工中的边坡开挖支护技术分析[J].水上安全,2023(7):170-172.
- [4]王泽源.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].产业与科技论坛,2022,21(16):45-46.

作者简介：玉素甫江·吐拉洪（1982.5—），毕业学院：江西南昌工程学院，所学专业：水利水电工程，当前就职单位名称：新疆维吾尔自治区水土保持监测中心/新疆维吾尔自治区水利厅水土保持实验站。