

体交叉，管道顶进作业深处地下，不会影响到地表其他建筑及交通运输体系。与传统明挖措施相比，顶管施工作业可最大限度避免水利管道工程建设期间的房屋拆迁及建筑加固问题，不会阻断现有交通道路，也无须修建临时施工便道。此外，顶管施工技术可轻松解决新管道铺设与现有管道之间的交叉问题，因此，顶管施工可在保证水利管道工程建设效率与质量前提下，最大限度减少水利管道工程对社会生产、交通运输及社会生产生活带来的负面影响。

（二）有利于环境保护工作的顺利进行

明挖施工作业需要大面积挖掘地表，拆除地面建筑与公路，并同步铺设交通便道，将存在交叉问题的管道进行迁移，若管道需穿越河道，也要在河床处建设围堰。因此，传统明挖作业将产生大量噪音、粉尘与污水，极大影响周边生态环境与社会生产生活。与之相比，顶管施工作业可最大限度减少施工噪音、粉尘及污水等问题，有效保护工程周边的生态环境，环保效益极为明显。

（三）可大幅减少工程投资

传统技术模式下，水利管道工程需消耗大量工程资金，尤其是在建筑与公路拆除环节，一旦管理体系存在漏洞，很容易引发较为恶劣的社会影响。此外，若水利管道工程需相关生产单位停产并迁移，其带来的损失也是一笔庞大支出。单纯以技术角度分析，顶管施工作业的成本支出高于传统明挖措施，但顶管施工不需要大面积挖掘地表，无须承担建筑拆除及后续各项费用支出，工程整体投资大幅减少，经济效益十分显著。

（四）顶管施工技术可延长水利管道工程的可用寿命

顶管施工技术应用期间，管道是在顶管机的作用下，强行挤入地层中，地层扰动很小，地层原有的物理特性得到保留，管道周边土层结构基本不会出现异常。此外，顶管作业不同管节间也不会出现断错变形问题，若作业过程符合技术规范，则管道结构基本不会被损坏，管道的可用年限与寿命得到保证。

（五）有助于水利管道工程的顺利进行与进度控制

传统明挖作业机制需提前进行房屋拆除或加固，必要时需封堵交通，并设置临时的交通便道，加之其他各类管道的迁移维护以及河道围堰建设等工作，建设工作很难在短时间内完成，工期漫长且问题频发，作业进度难以保证。此外，以上各项工作也需要进行十分复杂的行政审批程序，而相关部门也要在现场处理各方矛盾，建设方及施工方的精力被大幅消耗，而实际用于管道铺设作业的时间却很短，最终造成水利管道工程难以按要求顺利完成。顶管施工作业面很小，施工单位只需要在特定位置设置工作井，其他作业活动均可在地下进行，如此条件下，地面交通与地表建筑不会受到影响，此时，水利管道工程的整体工期将大幅缩短。

四、顶管施工作业的前期准备

（一）施工建设方案审查

水利管道工程作业开始前，施工单位应提前做好各项准备工作，重点分析施工建设方案自身是否存在问题，有序推进施工建设方案的设计及审查工作。同时，施工单位也要做好前期勘测与调研工作，针对作业区域的地质环境与社会环境进行全面细致分析，并以此为基础，编制施工计划，确保后续施工作业秩序与工作进度。此外，工程建设单位也要联合工程监理、工程施工等各方主体，对施工计划进行会审，尽可能保证方案自身的可行性与科学性。

同时，水利管道工程施工单位也要做好设备资源准备工作，结合施工计划与方案，关注顶进机设备型号，管道管材型号以及主千斤顶型号等等，确保资源可用性。

前期准备环节，施工方也要对作业现场的水文地质环境进行勘测，对社会环境进行调研，评估作业区域地层土壤条件是否符合施工要求，顶管作业是否会与其他地下管道出现冲突。

方案编制过程中，施工方应重点关注管道洞口及地基加固部分，重点分析地下管道顶进作业与区域现有建筑的影响关系，提前做好加固处理，提前制定应急预案，综合分析重点环节与技术要点，明确方案内容，并对每一个流程环节进行细致审查，保证施工方案体系的完整性。

（二）工程材料及工程设备的检验与维护

材料质量是决定水利管道工程社会经济效益的核心要素，因此，施工单位应重视材料质量，积极采用更有效的材料质量监管措施，以免劣质材料进入施工现场。现场管理过程中，工作人员应对进场材料进行严格筛选，即便是同一供应商的不同批次材料，也要严格按照检验制度，验证材料三证是否齐全，并将相关材料转送至第三方机构进行检测，判断材料性能是否与工程要求保持一致。

设备采购或租赁前，施工单位也要对顶管施工的具体要求进行深入分析，明确相关设备的具体参数、规格与型号。设备入场后，工作人员也要对设备的实际运行状态进行分析，评估其是否满足顶管作业要求，如管道承插口是否存在破损现象、槽口尺寸是否满足工程需求、设备钢套环是否足够完整，从而确保各类机械设备可有效应用在项目工程之中。

五、顶管施工技术的具体应用分析

（一）顶进管的选择

顶管材料多为钢筋混凝土管，若水利管道工程技术层面对管道防腐要求很低，施工单位亦可采用钢管。钢筋混凝土管选择期间，相关部门应结合设计需求，对钢筋混凝土管的配筋与应力进行精准计算，严格按照工程技术规范与相关标准，保证钢筋混凝土管的尺寸、型号

与性能符合水利管道工程发展需求。管道直径选择应结合现场实际需求与地层环境特点,在确定好管道配筋与应力参数后,确定好顶管的外径参数。顶管施工期间,作业人员应明确工程规范,预留足够的操作空间,保证顶管作业的便利性与整体进度。为进一步提高成本控制水平,施工管理者也要对顶管的长度进行有效控制,直线顶进期间,应尽量减少装管次数,处理管道中心点偏移问题时,应尽量采用短管,如此可保证纠偏效果。

(二) 穿墙施工

管道顶进作业也需要处理穿墙施工问题,穿墙施工效果也将直接影响水利管道工程的整体经济效益。穿墙施工重点在于打开穿墙门板,随后,作业人员应及时完成洒水装置的安装,尽量避免管道周边土层环境发生异常变化。穿墙处理过程中,施工人员可将低强度水泥砂浆与土壤混合,随后再进行填充压实作业,如此不仅可以改善管道外侧土壤防水效果,亦可提高管道外侧土层的稳定性,阻止水土流失,杜绝地面沉降或塌陷事故。墙板打穿作业前,工作人员应采用注浆固结措施,对墙体周边进行强化措施,避免穿墙作业影响到地下墙体的原有结构,保护地下强度整体稳定性,以免出现墙体坍塌事故。穿墙施工作业可借助压板及橡胶止水板等结构,有效处理渗漏现象。穿墙完成后,工作人员也要做好加固处理作业,以免管道外侧土层长时间暴露在外而出现物理性质改变。

(三) 顶管出洞施工

顶管出洞施工环节,管理人员应将安全放在首位,重点检查各项安全保障设施,设立严格的安全作业制度,避免顶管出洞过程出现意外事故。现场作业期间,顶管与首节管道破出洞口封门,其刚进入土层时很容易出现安全问题,一旦管理不善,直接危害一线作业人员的生命财产安全。因此,现场作业阶段,管理人员应对出洞过程进行实时管控,及时加设支撑体系,保持下井壁稳定,减少施工风险。

为避免出现管道偏移问题,顶管作业应做好各项参数检查,提高跟踪审验力度,一旦发现管道中心出现偏移,应尽快采取纠正措施,避免后续作业出现更为严重的工程事故。管道顶进过程中,若设备参数发生变化,如顶力读数突然下跌,则操作人员应对主顶油缸进行调整,并纠正钻进设备的工作角度,保证工程整体施工进度的稳定与有序。

(四) 注浆减阻施工

注浆减阻是一种极为重要的技术手段,尤其是在管道长久顶进铺设过程中,借助注浆减阻措施,管道顶进难度将大幅降低,工程作业进度得到保证,管道施工效果更加理想。注浆减阻即采用压注模式,将泥土变成泥浆,减少管道外壁与土壤之间的摩擦力,降低外道顶进难度。此外,注浆减阻亦可对管道周边土层缝隙进行有效填充,并在管道外侧形成保护层,亦可对管道底部起

到一定的支撑作用,从而有效减少地面沉降问题,提高工程社会效益。注浆减阻作业与管道顶进作业应保持同步,并可使用跟踪补浆技术所处,在适当位置进行泥浆补充作业。

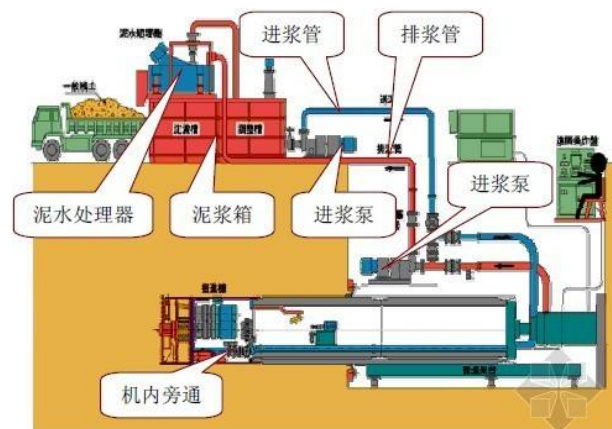


图2 注浆减阻施工

(五) 工作坑的支护

管道顶进作业环节,大量工作人员与机械设备集中在工作坑内部,若工作坑边坡支护措施不当,则很容易引发边坡滑塌问题,并进一步造成较为严重的工程事故。对此,施工单位应对工作坑进行必要保护,具体分析工作坑边坡结构土层特点,提前做好水文地质环境勘察,选择合适的边坡支护措施,并进一步优化土方工程的挖掘方案。此外,工作坑边坡的整体强度也会受到其他因素影响,如自然降水、边坡上层重量变化等等,对于此类隐患,施工单位应积极采取有效的监控措施,实时分析工作坑边坡各项数据变化,尤其是支护结构应力数值,一旦某些参数发生较大改变,需立即停止施工,并同时做好补救措施。边坡位置也要辅以排水体系,确保自然降水与地表水可及时排出,减少水体因素对边坡稳定性带来的不良影响。

结束语

综上所述,顶管技术在现代水利管道工程中应用广泛,技术优势十分明显,可大幅提高水利管道工程建设效率,缩减成本投入。因此,相关企业及工作人员应对顶管技术进行深入研究与分析,及时有效处理顶管施工技术应用难题与关键点,提前做好准备工作,提前做好现场监控,以免顶管施工质量出现问题,最大限度发挥水利管道工程的社会经济效益。

参考文献

- [1] 张瑞. 水利管道工程中的顶管施工技术分析[J]. 智能城市, 2021, 7(20): 155-156.
- [2] 秦蒙. 水利管道工程中顶管施工技术分析[J]. 江西建材, 2021(06): 176-178.
- [3] 达云玲. 顶管施工技术在长距离水利管道工程中的应用研究[J]. 黑龙江水利科技, 2019, 47(07): 138-140.