

城市污水干管工程深基槽支护开挖技术解析

朱小雄

广州市南粤工程建设监理有限公司

摘要：城市的快速发展让城市污水量呈现出增多表现，使得水污染问题愈发严重。部分地区存在污水干管规划问题，使得排水系统施工质量较差，造成城镇水体质量下降，给居民生产、生活，城市的可持续发展均带来严重负面影响。各大城市需积极落实水污染防治相关工作，关注污水干管工程的建设，完善城市污水排放管网。本文以深基槽施工技术的应用为例，依照实际情况选用合适支护类型，在保障深基槽开挖支护施工安全的前提下，提升污水干管工程的施工质量。

关键词：城市污水干管工程；深基槽开挖；支护施工

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.118

前言

在城市化进程不断加快影响下，城市人口数量呈现出增加趋势，一定程度上对环境污染产生影响，特别是生活污水、废水与雨水的合流排放问题，使得城市污水排放沟渠、河流等均受到较为严重的污染影响，极大地影响了城镇居民的生活环境与质量。为有效解决城市水环境污染问题，更好地解决黑臭水体治理目标，相关部门需从城市整体实际出发，合理规划污水干管，由施工单位严格依照规划要求实施基坑开挖支护施工，以合适的施工方法避免土层不稳固等问题，充分发挥出改善城市环境的作用。

一、深基槽开挖支护施工的常见技术

（一）放坡开挖

此种支护施工适合地质条件较好且开挖深度比较浅的位置，主要以岩层地质或两侧放坡空间比较开阔的场地为主，施工期间还需结合实际采取防排水措施，对边坡的稳定性做出尽可能维持。放坡开挖施工在回填速度、开挖速度以及安全性方面均表现出优势特点，开阔场地可以将该施工技术为优先选择对象^[1]。放坡开挖施工需对现场土质特性、开挖深度作出综合考虑，选择合适的放坡比，通常为1:0.5~1:1。若在开挖过程中遇到土质较差区段，可对挖土上口的宽度进行适当加大，保证边坡稳定性。

（二）板式支护开挖

基坑开挖深度较大时加大放坡开挖的工程量并增加工费，因此可在施工区域距离周围建筑物较近的时候选用板式支护开挖。此种开挖方式适合应用在基槽深度<2m的状态，需以单节段长度<6m的方式开展分段施

工，待一段开挖回填后完成，并且确定无质量问题后才可对下段基槽施工，以该顺序推进施工进行^[2]。板式支护开挖需参照自上而下顺序进行开挖，完成后需立即使用支撑、木板挡土做出顶紧处理，发挥出支护作用。若木板与后背土之间接触的密实度处于较差水平时，需采取填灌砂的方式保证其密实度。开挖期间还需适时修筑排水沟，降低水体对基槽施工影响。

（三）槽钢支护开挖

当基槽开挖深度2m~3m时，可采取槽钢支护开挖法，按照单节开挖段50m的方式实施分段开挖^[3]。实际施工中，可为了降低噪声采取单独打入槽钢的方法，避免受到倾斜问题影响。若施工过程出现了倾斜问题，可以利用钢丝绳对桩身稳定性进行强化，边拉桩身边打入槽钢，通过少量多次的方式对倾斜问题进行逐步纠正。待槽钢打入到位之后，利用安全吊链将围檩固定于槽钢的顶部，避免受到脱落现象影响。在基槽开挖回填工作的持续开展影响下，回填土到达横撑、围檩位置的时候，需以自下而上的顺序将其作出拆除处理，同时要在拆除的过程中强化防护工作，避免构件表现出异常的脱落。对于已经拆除的构件需作出分类处理，将其放置于不影响周围交通的位置。针对软弱土层开展施工时，需要施工人员对基础设施实施抛石碾压施工，完成开挖施工后对管底做好及时的支撑处理。在开展基坑回填施工时，可以在不拆除支撑情况下将回填土回填到某个特定的高度，确认现场并无安全风险后，可以将槽钢直接拔出。

（四）拉森钢板桩支护开挖

当基槽开挖深度>3m时可选用拉森钢板桩支护开挖法，按照单节开挖段长度50m的方式展开分段施工，同时结合实际情况设置内支撑，落实好上部支撑再继续下部的开挖施工。当基槽开挖过程中存在强透水层（中粗砂），会在一定程度上加大排水的难度，因此也适合应用拉森钢板桩支护开挖法。此外，当基槽开挖过程中遇到较高地下水位，需设置钢板桩作为支撑结构，因为拉森钢板桩支护开挖施工具有防水、挡土的作用，同时可对流砂问题进行有效规避。在实际的施工过程中，施工人员需结合实际对开挖的长度作出适当调整，待完成钢板桩拼装施工后，需对基坑实施抽水处理，并在此过程中重点关注钢板桩变形与抽水之间存在的联系，让钢板桩在抽水的过程中处于均匀受力状态，避免影响其稳固性^[4]。此外，在开展钢板桩搭设施工前，要对钢板桩的

变形、锈蚀等问题进行特别关注。为了降低钢板桩施工过程中可能遇到的阻力，可以通过避免涂刷黄油等润滑油的方式，提升钢板桩打入、拔出的便利性。在钢板桩打入施工中，施工人员需重点关注倾斜度监测，不可>2%。当倾斜度处于较为严重状态，需采取相应措施，必要时需将钢板桩拔出，重新施工。针对此类问题，需要施工人员在准备阶段做好现场土层勘察工作，对施工深度范围内岩土情况进行明确，做好钢板桩嵌固深度的有效控制。通常来说，拉森钢板桩施工过程中可以辅助开展压实密注浆措施，以此确保保护强度。

二、城市污水干管工程概况

某污水处理厂的配套污水干管工程为例，位置为市政道路上，地质条件、周围环境以及地下管线均呈现出较为复杂的特征，干管埋深为3.0~5.5m，拟采用拉森钢板桩支护开挖施工技术。本次工程具有较大土方量，需要借助反铲挖掘机、自卸汽车外运弃土展开具体施工。从本次城市污水干管工程的特点可知，深基槽支护开挖的重难点为以下内容：干管位于混凝土路面、渠底，且附近具有行车道、建筑物、地下管线等，场地也比较狭窄，需要采取垂直开挖的施工方法，利用钢板桩进行支撑。在开挖过程中若遇到较高地下水位，需利用排水沟、集水井方式展开排水处理。

三、城市污水干管工程深基槽开挖支护施工要点

(一) 测量放线

开展管道工程施工前需开展测量放线工作，以设计图纸相关要求为依据，结合设计单位提供的控制点对管道井位、走向等进行放样。具体而言，施工测量包括两方面内容，一是利用坐标法确定管道位置，利用全站仪放样确保精度；二是利用水准仪结合标高对管道埋深进行明确^[5]。

(二) 深基槽支护

1. 施工工艺

钢板桩结构施工→开挖至第一层支撑下500mm位置处→安装第一层围栏及内支撑→挖土至设置第二层支撑下500mm位置处→安装第二层围栏及内支撑→最底层开挖→铺设垫层、预制管道（或箱涵）安装、检查井施工→由下至上逐步拆除支撑→管道两侧回填填料（或中粗砂）及压实度控制→拔除钢板桩→钢板桩孔洞处理。

2. 深基槽方式的选择

本次工程选用拉森钢板桩支护开挖技术，并引用具有相关经验的施工队伍进行施工。拉森钢板桩施工所用桩机为VH2000挖掘机装配液压振锤打桩设备；土方开挖掘机械为日立330长壁挖掘机；混凝土浇筑为商品混凝土。拉森钢板桩的参数如下表1所示，施工所用的钢板桩长度、断面尺寸分别为9m、00mm×290mm×13mm，按

照1m的间距进行具体布置，并以开挖高度作为依据，将28a槽钢作为纵向支撑设置为两层，位置分别为顶面以下500mm处、底面以上2500mm处。最后，以Φ108×8钢管作为横向支撑，按照3m的间隔进行具体布置。

表1 拉森钢板桩的参数

钢板桩型号	每延米截面积(cm ²)	每延米惯矩 I _x (cm ⁴)	每延米抵抗矩 W _x (cm ³)	容许弯曲应力 [σ _w] (MPa)	容许剪力 [τ] (MPa)
SKSP1V	242.5	38600	2270	210	120

3. 钢板桩支撑结构的检验与矫正

该项目选用的钢板桩由235钢制作，设计强度为215MPa，其作用即临时支护。在对钢板桩支撑结构进行检验的过程中，以外观检验为主要内容，包括长宽高度、厚度、平直度、锁口形状以及表面缺陷等，需格外注意以下几项内容：（1）对钢板桩打桩有影响的焊接件需作割除处理；（2）存在断面缺损、割孔的钢板桩需实施补强处理；（3）存在严重锈蚀的钢板桩需对接受实际断面厚度的测量，并且以此作为是否折减计算的依据。外观检验主要是对不符合形状要求的钢板桩进行筛选，对其实施矫正处理，降低打桩过程中的难度^[5]。此外，钢板桩在多次使用中也会受到变形、损伤等影响，若其偏差超出允许值，需要在使用前做出修整与矫正处理。

4. 钢板桩打设与拆除

钢板桩的打设施工需要利用吊车将钢板桩吊装到插桩点位置，开展插桩施工时，需对准锁口，并且插入一块就要将桩帽及时套上，然后对其进行锤击。打桩过程需重点关注垂直度，避免锁口中心线出现平面位移，因此需从打桩前进的方向出发，利用卡板控制移位问题。同时，还可提前于围檀上对每块板块的位置进行计算，为随时的检查与校正提供便利；钢板桩的拔出施工需提前做好支撑的检查，并对邻近建筑物变形情况进行观测，一旦存在支撑松动、变形现象，需及时做好加固、更换处理。对支撑进行拆除的过程中，需针对槽壁的裂缝、松动问题进行仔细检查，然后按照回填顺序将其依次拆除。在支撑拆除过程中，需格外注意附近建筑物，避免造成下沉等影响。

(三) 管道基槽开挖

1. 准备工作

施工前需重点了解地质勘探资料，包括地形、地貌、滑坡迹象等，同时关注地下管线、地面与地上建筑物的勘查情况，严格避让或保护或迁移影响范围内的管线。开挖前还需提前做好地面排水工作，同时要降低地下水的水位，避免流入基坑带来塌方风险。待钢板打入地基后，需以“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖”为主要开挖原则，按照相关施工规范、技术要求

展开施工并实施变形监测。

2. 开挖施工

基槽开挖需以分段方式进行，常为25m一个分段，严禁使用掏洞挖掘操作方法。开挖施工过程中，需重点关注地下管线、地上与地下建筑的位置、埋深，最大限度地降低开挖过程中可能产生的影响。挖掘过程中一旦发生部分塌落或者坑壁出现裂纹等现象，需立即暂停施工，及时开展支撑施工并动态化关注边坡的变化情况与支撑的稳定性。利用挖掘机展开开挖施工时，作业半径内不得存在其他作业类型，同时需保留 $\geq 0.3\text{m}$ 厚的土层不挖，采取人工修挖的方式让其达到设计标高。基槽开挖过程中一般要增加支撑设置，按照随挖随撑的方式保证基坑的稳定性，施工过程中还需随时检查支撑情况，一旦发现松动、变形等现象需及时作出加固、更换处理^[6]。拉森钢板桩支护施工过程中，需尽量降低打桩这一操作对邻近建筑物的影响，以桩身附近为主要开挖位置，尽可能避免对桩身造成损害。待开挖施工达到设计的基底之后，需重点关注基底的地质情况，必要情况下需检验基槽轴线、宽度、高程、地基承载力等，合格才可继续下一施工工序。同时，开挖后的基槽不可长时间晾槽，且槽底不可受到水的浸泡。

3. 弃土处理

开挖施工中挖出的泥土需装入自卸汽车进行密封运输，需保持车体清洁并竖立警示牌。施工中挖出的淤泥多由臭味，存在污染环境的问题，一般需立即外运。对于含水量较多且容易在运输过程中遗洒到的淤泥，可暂时堆放于沟槽两侧接受 ≤ 3 日的晾晒处理，若暂时存放的条件需利用干土实施拌和处理，然后外运。

4. 排水施工

排水沟、集水井是深基槽集水坑的主要排水手段，一般是沿着基槽设置排水沟，并且要始终保持低于基槽面30~50cm的状态，其深度与宽度多结合基槽的排水量来确定，一般是宽度 $\geq 0.3\text{m}$ ，坡度 $\geq 0.1\%$ ，同时需对边坡稳定性进行保障，避免扰动地基土。集水井以分段方式设置，待基槽开挖到地下水水面时，于基坑内选择适当位置挖设集水井，同时要利用抽水泵将水抽出，然后沿着基坑四周挖出临时排水沟。当雨季或山洪到来之前，需对排水沟、集水井展开检查，将淤积物做出清除处理，确保排水通畅性。当基槽壁出现分层透水的时候，可通过设置导水管的方式将水引至排水沟当中。当基槽周围存在建筑物和道路时，需结合其排水情况，让排水沟、集水井与城市排水系统相连。

（四）施工注意事项

首先，需要构建起钢板桩安全管理制度，由专家论证的工程范围，并结合相关规范与要求设计基坑开挖方

案，并在基坑周围设置安全护栏，同时配合安装专用爬梯，防止工作人员出现坠落风险；其次，钢板桩内支撑需严格按照设计开展施工，确保施工焊缝处于牢固状态，且断面尺寸与相关设计要求相；三是要重点关注围檩支撑，当土方开挖到第二层支撑地面尚未安装第二层支撑时，若出现第一层支撑失稳扭曲现象，现场需在H型钢围檩上增加加劲板，让钢板桩与H型钢围檩之间的空隙得到有效处理，强化二者之间焊接连接点的长度，确保二者的链接处于牢固且严实的状态，避免受到失稳风险影响；四是注意基坑边缘的土方与建筑材料，或者沿着基坑边缘使用的机械与移动的车辆，均需与基坑上部的边缘保持 $\geq 2\text{m}$ 的距离，此安全距离需支护设计计算的过程中进行综合考虑；五是施工过程中需对围堰的位移进行密切监测，在导向梁1/4、1/2的位置及其两侧做出标注并设置相应观测点，在开挖过程中利用全站仪进行测量监测，同时对导向梁外部表层土的沉降情况多家关注。此外，还需针对地下水状况、沟槽底部及周边土体、周边建筑及管线、重要道路开展变形监测，一旦发现问题需做出及时的加固处理，必要时可随时撤离。

结语

水是万物生存之源，其资源具有有限性，需重点关注水资源的保护工作。近些年城市污水问题越来越突出，需要强化城市干管施工中的基槽支护施工质量，它会直接影响到整个污水排水管网的施工质量与安全。因此，各施工单位需结合实际施工情况，合理选用基槽开挖方式，关注施工中的技术要点，确保基槽整体施工质量。

参考文献

- [1] 朱云龙. 浅析城市污水处理厂深基坑水土方工程与深基坑支护技术[J]. 建材与装饰, 2019, 15(6): 15-16.
- [2] 黄侃, 董静祎, 朱晓章. 给排水管网工程中基坑开挖支护及地基处理常见形式的选择[J]. 建设科技, 2023(2): 45-47+55.
- [3] 卢毅. 市政污水排水管网工程基坑开挖支护施工技术分析[J]. 新型工业化, 2022, 12(3): 159-161.
- [4] 裴宝家, 孟源, 罗睿. 深基坑坑中坑开挖支护案例分析——以合肥某污水处理厂为例[J]. 佳木斯大学学报: 自然科学版, 2020, 38(3): 19-21+58.
- [5] 刘世强, 吕海滨, 于文铭. 深基坑开挖施工中污水控源截污方法设计研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(4): 131-135.
- [6] 邓智中, 包太, 田浩帆. 有限元融合RNN对基坑开挖的影响性研究[J]. 建筑结构, 2022, 52(S01): 2513-2519.