

常见市政管道沟槽支护类型及造价分析

吴雪阳 简亮

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

摘要 市政排水管线施工是市政工程的重要组成部分, 包括给水、雨水、污水、燃气、电力通信管线等。影响管线造价的因素较多, 除管道材质、规格、基础形式、挖填土石方量外, 还有沟槽支护方案、管基处理形式等造价敏感度更高的因素更值得探讨。本文结合近年工作, 浅谈常见的管道沟槽支护类型、适用范围、主要施工工艺, 并对其造价进行简要分析。

关键词 市政排水 管线施工 沟槽支护 管线造价

中图分类号: TU990.3

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)11-0076-03

随着我国经济的迅速发展, 城市基础设施建设项目日益剧增。现代化施工在追求高效率的同时, 也越来越注重施工安全及环境保护。基于上述考虑, 设计单位更加强了对埋深较大的管线沟槽支护方案的设计, 虽然管线综合造价有所提高, 但可保证沟槽开挖的稳定性及减少对周边建、构筑物的破坏。

1 管道沟槽支护类型及适用范围

沟槽支护应根据土层地质、地下水位、开挖深度、施工作业面、周边环境等情况不同, 选用合理方案。常见的支护形式有挡土板支护、槽钢支护、拉森钢板桩支护、挂网喷锚支护、微型钢管桩+挂网喷锚复合支护、钻孔灌注桩+冠梁+止水帷幕复合支护。

挡土板支护一般由撑板、竖楞、横撑组成, 材质可为木质或钢质。一般用于开挖深度 $\leq 1.5\text{m}$ 、无地下水且地质条件较好的基坑, 属于临时性挡土结构。

槽钢支护由槽钢及横撑组成, 施工时一般使用液压振动锤将槽钢打入土体, 再每间隔一定距离设置一道横撑以加强刚度及整体性。槽钢支护搭接处不严密, 不能完全止水, 一般用于开挖深度 $\leq 3.5\text{m}$ 、无地下水的沟槽。

拉森钢板桩支护承载力强、自身结构轻, 通过锁口连接组合成连续紧密的挡土、挡水结构体。由打桩机直接打入坚硬土层, 可适应多种地质情况。同一钢板桩可重复回收使用20~30次, 大幅降低了材料成本, 故广泛用于排水管网施工。拉森钢板桩支护体系由钢板桩、钢围檩、钢横撑组成,^[1]适用于开挖深度 $>3.5\text{m}$ 、土质为黏土或沙土、有地下水的沟槽。

挂网喷锚支护是通过在岩土体内钻孔并植入一定长度和分布的锚钉, 坡面设置一层钢筋网片, 并与锚钉焊接为一体。在表面喷射混凝土, 依靠锚钉、钢筋

网和喷射混凝土共同作用来提高边坡稳定性和耐久性。挂网喷锚支护适用于开挖深度 $\leq 3.5\text{m}$ 、坡面岩石易风化并容易产生坠石滑落危害的沟槽。

微型钢管桩+桩间挂网喷锚复合支护体系由小直径钢管桩、钢围檩、钢横撑、锚钉及钢筋网片、喷射混凝土层组成。钢管桩具有承载力高、抗弯刚度大、地层适应力强等优点, 能有效控制边坡位移变形, 一般用于永久性支护。其体积小、操作方便, 特别适用于场地狭窄、临近现状建筑物、对噪声控制较高的市区。可用于中风化以上坚硬岩石层支护, 开挖沟槽深度可达15m。

钻孔灌注桩+冠梁+桩间挂网喷锚+止水帷幕复合支护是在沟槽两侧通间隔一定距离形成灌注桩, 桩顶设置通长冠梁, 并每间隔2.5~3m设置一道水平钢管支撑, 桩间采用挂网喷锚方式加固土体。若地下水位较高, 需在灌注桩外侧另加1~2层连续止水帷幕, 隔断沟槽内外水交流。钻孔灌注桩自身强度高、刚度大, 施工振动小、噪声小, 对周围环境起到重要的保护作用。特别适用于地下水位较高、软弱土层、离周围建筑物或地下管线较近的现场。

2 管道沟槽支护施工工艺及常见材料规格

施工工艺是包括了从接受施工任务直到交工验收所包括的主要阶段的先后次序及工程的实际要求、规范。充分了解各支护方案的施工工艺, 是准确进行造价指标测算的前提。

挡土板支护施工工艺较为简单, 包括撑板、竖楞、横撑安装及拆除两部分。首先将撑板顺着坑壁连续排列, 并用钢筋连接及固定, 再将竖楞按照一定间距对撑板进行竖向加固。一般用槽钢作竖楞, 钢管作横撑, 竖楞布置间距为1.5~2.5m, 横撑间距为2.5~3m。^[2]

槽钢支护施工工艺可分为夯入槽钢、围檩及横撑安拆、槽钢拔除、空隙回填砂。首先将槽钢下端制作成扁尖状利于下沉,利用液压振动锤机将槽钢依次打入土体,槽钢应连续排列,尽量不留缝隙。槽钢规格可为 [25 或 [28, 单根长度 3~6m。沿沟槽两侧布置通长 H 型钢围檩,并每隔 2.5~3m 布置一道钢管横撑。管道施工完成后,用液压振动锤机和反铲挖掘机配合将槽钢拔除,为防止土体坍塌,应尽快向空隙中回填砂并压实。

拉森钢板桩支护施工工艺与槽钢支护基本一致,但桩的规格差别较大。以 SP-IV 型钢板桩为例,单米理论重量为 76.1kg/m,而槽钢 [28 仅 31.43kg/m,因此拉森钢板桩成本要明显高于槽钢。拉森钢板桩定尺长度有 6m、9m、12m、15m,可适用于更深的沟槽。另外若遇到局部砾石层或强风化岩层,拉森钢板桩难以下沉时,可先使用长螺旋钻机进行引孔辅助施工。

挂网喷锚支护一般用于放坡开挖沟槽施工。工艺包括挖土清坡、锚钉孔钻孔、植入锚钉、浆液制作与注浆、泄水管及反滤层安装、挂钢筋网片、喷射混凝土、混凝土养护。锚钉打入土体长度约 1m,可用直径为 16mm 钢筋制作,与表面钢筋网焊接连成一体,孔内灌注水泥砂浆。泄水管材质可用 PVC 管或钢管,在泄水管端部回填砂砾,并包裹土工布。喷射混凝土按自下而上的顺序分层喷射,厚度为 80~120mm,待混凝土终凝后洒水养护 7d。^[3]

微型钢管桩+桩间挂网喷锚复合支护首先应采用螺旋钻机进行成孔施工,及时将孔内泥浆清除。安装下放钢管桩,不同管段需进行焊接,安装注浆管。拌制水泥浆,向管内压入水泥浆直至水泥浆从管外流出。^[4]最后,对钢管桩桩间进行挂网喷锚施工,进一步加固土体。钢管桩直径为 d70~d300,防腐做法可采用镀锌处理或表面涂环氧树脂。钢管桩尖 3m 范围内间隔 150mm 梅花型布设出浆孔,出浆孔直径 10mm。

钻孔灌注桩+冠梁+桩间挂网喷锚+止水帷幕复合支护先后依次进行钻孔灌注桩施工、冠梁施工、止水帷幕施工、桩间挂网喷锚。钻孔灌注桩工艺流程为钢筋笼制作→埋设钢护筒→螺旋钻机钻孔→清孔→下放安装钢筋笼→安装注浆管→混凝土拌制→灌注水下混凝土→拔出护筒。钻孔灌注桩直径根据设计不同多在 DN600~DN1200 间,冠梁宽度与桩径相同,厚度=宽度-200mm。止水帷幕施工可采用高压旋喷桩或水泥搅拌桩,其中,高压旋喷桩施工又分为单重管、双重管、三重管施工法,工艺包括钻机造孔→下喷射管→搅拌制浆→供水供气→喷射注浆。水泥搅拌桩施工分为单

头、双头、三轴施工法,工艺包括正循环钻机钻进和反循环提钻并喷水泥浆。

3 管道沟槽支护综合单价分析

影响综合单价因素很多,本文将先统一计价依据并假定各项参数取值,再对各沟槽支护方式全费用综合单价进行测算。计价依据及参数取值如下:

1. 定额依据:《湖北省市政工程消耗量定额及全费用基价表》(2018)。
2. 材料价格依据:《武汉市场价格信息》(2022年8月)。
3. 桩长:6m。
4. 土层厚度:土层6m。
5. 弃土外运条件:运距为15km,土方消纳费单价30元/m³。
6. 混凝土强度等级:钻孔灌注桩、微型钢管桩填芯、冠梁混凝土强度等级为C30,喷射混凝土强度等级为C20。
7. 各项钢板桩及支撑规格:槽钢支护采用 [28 槽钢,拉森钢板桩采用 SP-IV 型,围檩采用 H 型钢 300*300*10*15,横撑采用钢管 φ273。
8. 钢板桩及支撑使用天数:30天。
9. 高压旋喷桩及水泥搅拌桩水泥掺量:16%。
10. 其他各项规格参数:微型钢管桩为 φ219*6,钻孔灌注桩为 DN800,高压旋喷桩及水泥搅拌桩桩径为 DN600,冠梁规格为 800*600,喷射混凝土厚度为 100mm。

3.1 沟槽支护综合单价测算

结合各支护方案施工工艺及假定参数,测算各项支护沿沟槽每延米综合单价如表1所示。

从上述测算表中可看出,钢挡土板支护最经济,钻孔灌注桩支护造价最高,最高与最低造价相差18倍。

3.2 影响沟槽支护造价敏感因素分析

经筛查,影响钢挡土板支护及槽钢支护造价的敏感因素主要为桩及钢支撑使用天数,拉森钢板桩支护敏感因素除桩及钢支撑使用天数外,还有引孔施工。微型钢管桩支护主要用于岩层,入岩深度越大施工效率越低,相应的造价也相对更高,因此,入岩深度成为最敏感因素。钻孔灌注桩支护多用于软弱土层,根据表1不难看出,是否有止水帷幕设计以及选用何种方式的止水帷幕,造价差异较大。在采用同样的止水帷幕的情况下,影响造价的敏感因素主要为水泥掺量。将上述变量取为不同值,各项沟槽支护敏感度分析如表2所示。

表1 沟槽支护综合单价测算表(单位:元/沟槽延米)

序号	支护形式	双侧支护桩	钢支撑	挂网喷锚	冠梁	止水帷幕	引孔	综合单价
1	钢挡土板支护	780.33						780.33
2	槽钢支护	1000.97	501.72					1502.69
3	挂网喷锚支护			1833.68				1833.68
4	拉森钢板桩支护(引孔)	2765.24	501.72				1854.40	5121.36
5	微型钢管桩复合支护	7728.99		916.84				8645.83
6	钻孔灌注桩复合支护(无止水帷幕)	8924.19		916.84	1339.77			11180.80
7	水泥搅拌桩止水帷幕					1060.81		
8	高压旋喷桩止水帷幕					2922.95		

表2 沟槽支护综合单价敏感度分析表(单位:元/沟槽延米)

序号	支护类型	支护天数	基本方案(30天)	支护天数*2	支护天数*3
1	槽钢支护	综合单价	1502.69	1878.80	2256.92
		变化幅度		25.03%	50.19%
2	拉森钢板桩支护	引孔比例	基本方案(0)	50.00%	100.00%
		综合单价	3266.96	4192.15	5121.36
		变化幅度		28.32%	56.76%
3	微型钢管桩支护	入岩深度	基本方案(0)	50.00%	100.00%
		综合单价	8645.83	11724.77	14803.81
		变化幅度		35.61%	71.22%
4	钻孔灌注桩支护	止水帷幕类型	基本方案(无)	水泥搅拌桩	高压旋喷桩
		综合单价	11180.80	12241.61	14103.75
		变化幅度		9.49%	26.14%
5	单独高压旋喷桩止水帷幕	水泥掺量	基本方案(低值16%)	中值25%	高值30%
		综合单价	2922.95	3180.98	3439.01
		变化幅度		8.83%	17.66%

4 结语

管道沟槽支护类型多样,造价也根据施工现场环境及设计参数取定的不同而千差万别。至今,城市基础配套市政设施项目建设资金很大程度上还来源于政府财政资金,因地制宜地、合理地进行沟槽支护设计显得尤为重要。若设计过于保守,则可能对财政资金造成巨大的浪费。作为造价编制人员,更应当不断提升专业素养,在对设计图及现场条件充分分析的前提下,结合市场定价合理套用定额进行“三算”编制,不盲目高估冒算,使投资保持在可控范围内。

参考文献:

- [1] 李建新.软土地基拉森钢板桩基坑支护施工技术研究[J].砖瓦,2020(06):147-150.
- [2] 高巍.土层锚杆在基坑支护中的应用[J].科技情报开发与经济,2006(14):278-279.
- [3] 郑清松.土钉墙喷锚支护在厂房建筑基坑工程中的应用研究[J].建筑监督检测及造价,2021(06):58-61.
- [4] 曹宜乐,吴祥,张亚峰.微型钢管桩在深圳地铁基坑支护中的应用[J].水利水电施工,2019(02):59-62.