

给排水工艺措施在管廊建设中的应用

——以七都管廊为例

李光煜

温州设计集团有限公司 浙江 温州 325000

【摘要】：当前管廊建设已进入规模化发展的关键期。作为给排水管道的空间与功能升级版，管廊应系统借鉴给排水领域成熟的设计施工工艺，这种同源技术迁移是提质增效的重要路径。本文以七都管廊为引，探究其工艺转化经验，以期为同类工程提供借鉴。

【关键词】：综合管廊；给排水；软土地基；穿越高速

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.098

1 工程设计概况

1.1 项目概述

本项目位于温州七都岛，为化解岛内 220kV 高压架空线与甬台温高速扩建的交叉冲突，需要以管廊的方式对架空线进行上改下敷设。管廊全长约 0.33km，自现状 19#工井起，沿规划防护绿地向东开挖至 A1#工井，后顶管下穿高速至 A2#、A3#工井。



管廊与总体路由图

1.2 项目特点：

(1) 外部环境挑战（穿越协调）：管廊需穿越已建及在建高速，既要保障既有高速正常运行，又要避让施工中的高速，因此必须合理确定平面路由与施工工艺。

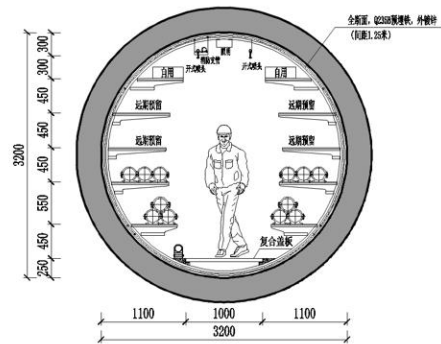
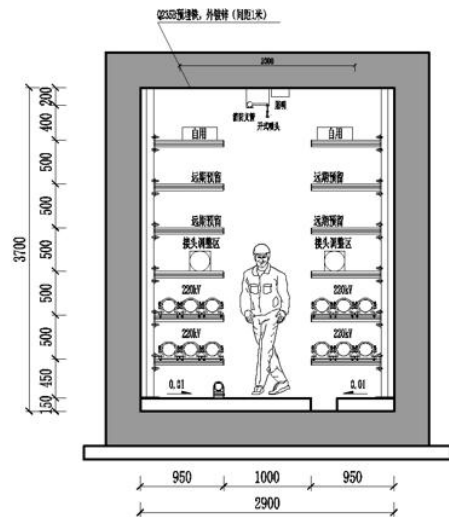
(2) 地质条件挑战（软基处理）：建设场地位于沿海典型软土地基，需针对性设计基础形式，严格控制工后沉降，确保结构稳定。

(3) 结构衔接挑战（节点防水）：工程涉及新老管廊衔接，洞口等节点部位的防水措施是设计施工的关键要点。

2 管廊断面设计

管廊断面形状与施工工法密切相关。借鉴给排水管渠施工工法，明挖段常采用现浇混凝土工艺，为便于支模选用矩形断面；顶管段属非开挖施工，圆形断面更利于土体顶进受力。

据此，本工程按工法分别采用矩形与圆形断面。结合 8 回 220kV 电缆入廊需求，确定矩形断面尺寸为 2.9m×3.7m，圆形断面直径为 3.2m。



管廊断面布置图

3 管廊平面设计

本次管廊平面路由应充分考虑避让现有障碍，同时选择较短路径长度。本工程主要障碍为已建设、在建设高速桥桩。本次路由从高速新老桩之间穿过，保证与桩净距均大于一倍管廊外径（3.84m），满足顶管施工安全间距要求。

综合以上确定，本次管廊自现状 19#工井起，沿着规划防护绿地自西向东开挖施工敷设至 A1#工井处。后采用顶管施工下穿甬台温高速至 A2#工井。最后继续向东顶管施工敷设至 A3#工井。管廊全线长度约 0.33km。



管廊总体布置图

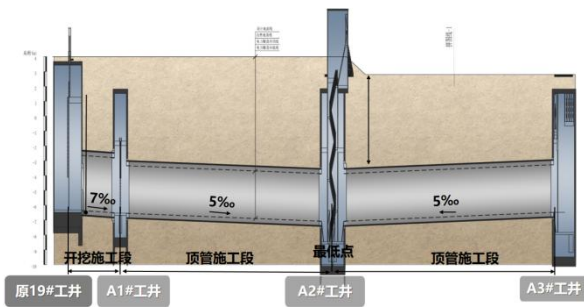
4 管廊竖向设计

本次管廊竖向设计主要考虑以下因素：与已建管廊预留洞口标高的衔接、顶管施工最小覆土需求、管廊内部排水需求。

(1) 与已建管廊洞口标高一致：原管廊 19#工井预留洞口内底标高为-6.322m，本次管廊起点段标高与预留洞口一致。

(2) 满足顶管最小覆土需求：顶管段管廊覆土 $6.96\sim 7.58\text{m} \geq 5.76\text{m}$ 。即大于 1.5 倍的外径 (5.76m)。满足顶管施工最小覆土要求。

(3) 满足管廊排水需求：电力管廊最小坡度 $\geq 5\text{‰}$ ，本次结合最小覆土要求取 $5\sim 7\text{‰}$ 。本次将管廊中间工井 A2#工井作为最低点井。则整体坡向为：自原 19#井起，向下以 $5\sim 7\text{‰}$ 坡度破向坡向 A2#工井。后以 5‰ 坡度抬升至 A3#工井。



管廊纵断面图

5 施工工艺设计

本工程借鉴给排水大口径管道施工工艺，结合不同区段条件分别采用明挖与顶管施工。明挖工艺适用于具备开挖条件的区域，路由调整灵活，便于后续过高速段线位优化，因此 19#~A1#工井段采用明挖施工；顶管工艺对土体及周边构筑物扰动小，适用于穿越高速等障碍，故 A1#~A3#工井段穿越高速采用顶管施工。

(1) 开挖施工段

本次开挖段深度约 10m，属深基坑工程。支护体系采用“单排 $\phi 800@950$ 钻孔灌注桩（桩长 30~31m）+内支撑（一道混凝

土撑、两道钢撑）”，确保围护结构强度与稳定性。同时，为有效控制基坑渗水，在围护外侧增设双排 $\phi 600@350$ 高压旋喷桩（桩长 10~16m）作为止水帷幕，形成“支护+止水”双重防护。

(2) 顶管施工段

顶管施工段采用内径 $\phi 3200\text{mm}$ 钢筋混凝土管节，管节长度 2.5m，采用“F”型钢套环承插式接口。管节钢筋的混凝土保护层厚度为 35mm。管节质量应满足《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T 11836-2023) 及《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》(JC/T 640-2010) 中 DRCP III 级钢筋混凝土管的相关要求。

6 重要节点设计

(1) 穿越在建高速节点设计

本工程需下穿已建及在建甬台温高速，如何保障两者正常运行与施工是核心难点。为此，过高速段采用非开挖顶管工艺，并控制管廊与桥桩净距大于一倍管廊外径 ($\geq 3.84\text{m}$)，最大限度减少干扰，确保高速安全运营。

(2) 软土地基的基础加固措施设计

根据本工程地勘显示：本次工程管廊地层分布自上而下为：吹填土、粘土、淤泥夹粉砂、中砂夹淤泥、淤泥、淤泥质粘土、卵石。

本工程管廊主要穿越淤泥夹粉砂层，该土层工程性质较差。顶管施工后，管节周边土体存在一定差异性，易引发不均匀沉降。为此，需对管节基础采取底部注浆加固措施，控制工后沉降，确保管廊结构安全。沿管廊前进方向每 1.2m 管周预留 7 个直径 40mm 注浆孔，进行工后注浆。具体注浆材料及注浆量如下：

① 注浆材料：采用普通硅酸盐水泥 42.5 净浆，水灰比为 1.0，注浆压力 $0.2\sim 0.5\text{MPa}$ ，注浆流量为 $(7\sim 10)\text{L}/\text{min}$ ，每注浆孔注浆量约为 2000kg 水泥，具体可根据现场注浆试验调整，注浆用水 pH 值不得小于 4，水温不得超过 $30\text{℃}\sim 35\text{℃}$ 。

② 注浆量：每注浆孔注浆量约为 2000kg 水泥，具体可根据现场注浆试验调整。具体注浆量应根据注浆压力和每孔注浆量进行双重控制，以哪个先到为准，如注浆压力达到 $0.2\sim 0.5\text{MPa}$ ，则停止注浆，如注浆压力还未达到 $0.2\sim 0.5\text{MPa}$ ，但每孔注浆量已达到 2000kg 水泥，则停止注浆。

(3) 新老管廊衔接洞口防水设计

新老管廊连接处易因以下原因引发漏水：一是接口形式不匹配，已建管廊预留圆形洞口与新建矩形断面难以形成可靠连接；二是施工缝处存在难以避免的缝隙；三是连接处基础不均沉降导致结构变形。

本次洞口防水充分考虑漏水成因，采取“洞口植筋整体浇筑+防水橡胶条+沉降缝设置”多措施并举：

① 洞口植筋整体浇筑：对现状已建 19#井预留洞口进行改

造,洞口连接处利用现状已建井的钢筋或植筋,将本次拟建管廊断面嵌入现状已建19#井的预留洞口内,使新老管廊连接处形成整体现浇连接,确保新老结构形成整体;

②防水橡胶条:根据《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008)要求,本次管廊的防水等级为一级。为保证防水效果,考虑在新老管廊接缝处设置两道遇水膨胀橡胶条,并在管廊迎水面全断面设置两道防水卷材,防水卷材在新老连接处单侧铺装长度不小于1m;

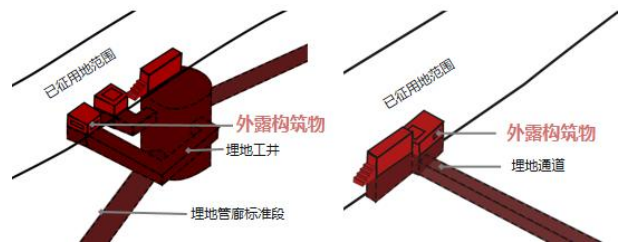
③沉降缝设置:已建管廊已建成投运多年,其基础已沉降到位,本次新建管廊基础和已建管廊基础之间必会产生不均匀沉降,考虑对本次拟建管廊的基础采用钻孔灌注桩进行加固处理,并在新老管廊连接处出来2m处设置沉降缝,减小不均匀沉降对管廊的不利影响,全方位提升防水性能。

(4) 外露构筑物避让永久基本农田设计

管廊作为地下构筑物,须设置各类外露构筑物来保障基本运行功能。如:人员逃生口、通风口、投料口等。由于本工程路由穿越永久基本农田。施工完毕后需保证永久基本农田的耕地作用。因此需统筹考虑外露构筑物的设置。

①靠近已征用地段:针对管廊路由靠近已征用地段,将外露构筑物就近设置在已征用地范围内,避让永久基本农田。

②远离已征用地段:针对管廊路由远离已征用地段,通过暗埋通道将外露构筑物引出至已征用地范围内,避让永久基本农田。



外露构筑物设置示意图

(5) 管廊内外排水设计

本工程管廊内采用有组织排水系统,管廊内废水经收集后采用潜水泵加压排入附近的市政雨水或污水管网。

①管廊内部排水设计:管廊内部采用边沟排水。在管廊底部设排水明沟宽 \times 高=200mm \times 150mm,坡向工作井底层集水坑,纵向排水坡度同管廊设计坡度,本次采用5‰~7‰。集水坑净长度为1.8m,宽度为1.2m,高度为1.2m,上覆钢格栅盖板,每处设排水泵2台,单泵参数:Q=36m³/h,H=15m,N=3kw。

②管廊外部排水设计:管廊外部污水经潜水泵提升后,到管廊外消能井,经过消能井消能后,通过重力流就近接入市政污水系统。

(6) 管廊消防设计

本工程管廊主要服务于高压电缆,采用高压细水雾自动灭火系统。常见细水雾喷头保护最大间距为3m。因此本次设计管廊一般段根据宽度情况,布置单排、双排喷头。

①矩形断面(单排喷头):矩形断面宽度小于等于3m的,采用单排细水雾喷头。

②圆形断面(双排喷头):圆形断面宽度大于3m的,采用双排细水雾喷头。

7 结语

管廊建设热潮涌动,作为城市地下“生命线”的升级载体,它深植于给排水管道工程的技术土壤。若能巧妙借鉴给排水领域久经考验的设计智慧与施工工艺,将成熟经验转化为建设基石,不仅能加速管廊建设的推进,更能从源头筑牢城市地下空间的品质根基。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市综合管廊工程技术标准[M].中国计划出版社,2015.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.室外排水设计规范[M].中国计划出版社,2021.
- [3] 上海市市政工程设计研究总院.给水排水工程顶管技术规程[M].中国计划出版社,2008.