

一种既有大直径管道悬吊保护体系施工技术研究

周伟楠

广州市市政工程机械施工有限公司

摘要：近年来，随着我国经济实力的不断增强，城市基础设施也开始朝向多元化、现代化、智能化的方向所发展，地下综合管廊已经成为城市输送养分的宝贵生命线，积极鼓励开展地下综合管廊建设工作。对管廊施工范围的地下管线保护措施提出了更高要求。基于此，本文对大直径管道悬吊保护体系施工技术进行探讨。

关键词：地下综合管廊工程施工；既有地下大直径管道保护；监测施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.033

引言

地下综合管廊是现代化城市基础设施中的重要组成，主要服务于城市中心区的管线建设，由于在城市中心区域建设，地下综合管廊基坑开挖过程中，不可避免的会受到现状地下管线影响管廊主体结构实施，部分既有大直径管道，不具备迁改条件，同时考虑对周边环境、工期的影响，采取一种大直径地下管线保护装置，既可以保护既有管线的正常使用又可以使得地下综合管廊工程顺利实施。

一、一种既有大直径管道悬吊保护体系概述

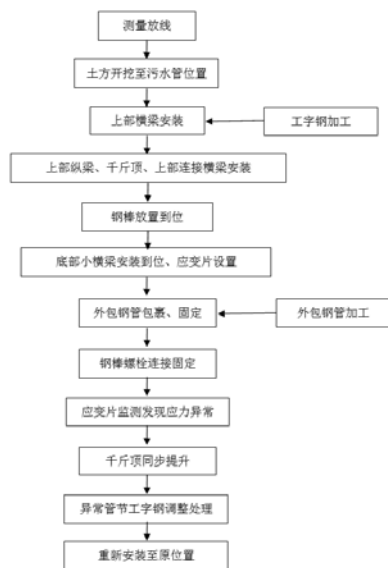
该保护体系主要内容包含大直径混凝土管悬吊体系的施工、监测、维护全过程，重点内容有以下三个方面：

1、通过工字钢托架对既有混凝土污水管进行悬吊保护。2、通过应变片监测混凝土管变形，判断混凝土管是否处于安全工作状态。3、如出现管节变形过大超过报警值的情况，通过上部千斤顶悬吊起受力异常管段，进行该段工字钢悬吊托架维护调整。

（一）施工工艺原理

利用工字钢良好的受力性能来分担混凝土管的自重荷载以及混凝土管内水荷载，混凝土管荷载传递情况：混凝土管→小横梁→钢棒→上部纵梁→上部横梁→两端支护桩。

1.1.1 总体施工工艺流程图



1.1.2 主要施工工艺

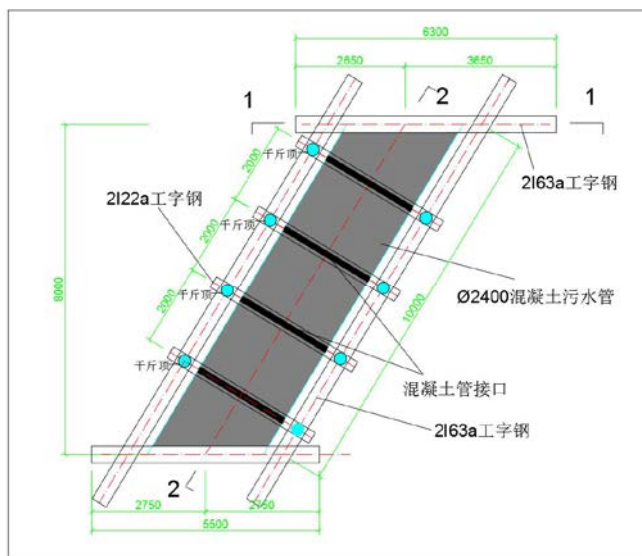


图1 污水管段工字钢支撑施工平面图

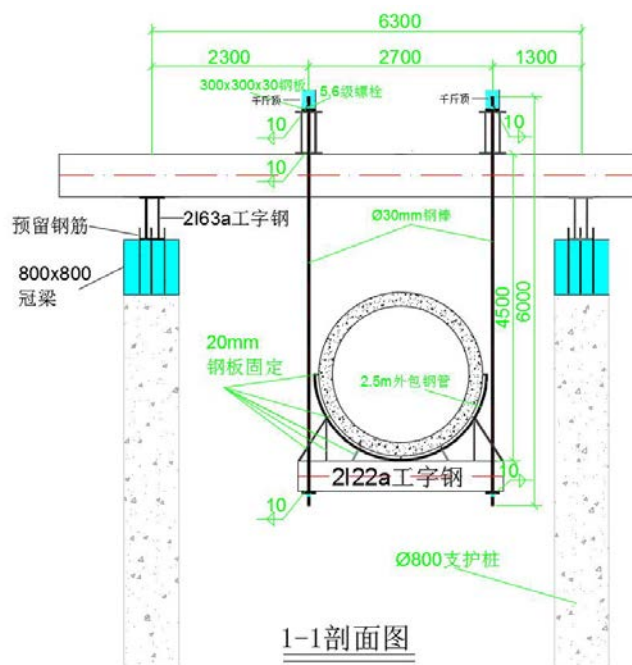


图2 污水管段工字钢托架施工1-1剖面图

工字钢托架施工顺序：上部2163a横梁→上部2163a纵梁（纵梁之间采用2I45a小横梁连接固定）→底部2122a小横梁→钢棒连接固定。基坑北侧两端支护桩间距约为6m，基坑北侧两端支护桩间距约为4m，现场基坑南北侧上部横梁均选用6m长双拼63a工字钢。

Φ2400mm砼污水顶管位于管廊上方，影响基坑开挖及廊体施工。

现采用半 Φ 250mm钢管包裹混凝土污水管（接驳位置左右各500m钢管包裹），混凝土管与钢管之间采用20mm钢板加肋固定，每隔30°布置一道钢板固定混凝土管。每隔2m布置一道2I22a工字钢作为混凝土管支撑，钢管外侧下部与2I22a工字钢焊接连接；2I22a小横梁两端各采用一道 Φ 30钢棒与上部2I63a纵梁连接，钢棒上下均采用螺栓固定；上部2I63a横梁与上部2I63a纵梁垂直焊接，上部2I63a横梁两端与已施工冠梁上部预留钢筋焊接固定。

钢棒选用Q235型号直径30mm的圆钢，螺栓选用5.6级螺栓，搭配使用M27的5级螺母。所有工字钢与工字钢之间焊接均采用E43焊接双面满焊，焊缝高度10mm。

1.1.2.1 悬吊体系监测与维护

于各管节中部底部处设置应变片，通过应变片得到该段管线目前变形情况。当部分或多段管线出现变形过大，超过管线变形报警值时（本工程管线变形容许值为25mm，报警值为20mm），立即停止下部施工作业，迅速撤离下方作业人员，通过同步千斤顶对管节进行调整，使管节变形恢复正常并保持稳定后方可恢复正常作业。

1.1.2.2.1 千斤顶设计与加载

1、提升点的确定：由钢棒穿过并通过提升设备固定。

2、提升设备的选择与配置：

提升设备主要是液压提升千斤顶、钢棒、液压泵站和液压控制系统。设备选择的原理是：能满足提升中的受力要求，管路不宜太长，结构要紧凑、坚固、耐用、维修方满足行程升降速度、安全保护等功能的要求。可将不同规格、不同额定荷载的液压千斤顶，按设定要求采用不同组合，既保证升差值小，又保证了体系和承重柱的稳定性和安全性。

3、根据升降点受力的计算，以升降过程中的各种不利工况，以及升降点的最大受力值作为升降设备的选择依据，按受力大小对升降设备进行合理组合与设置。

4、液压提升系统的组成与安装

(1) 组成：

每个提升点均应设置一套液压提升系统，每套提升系统由工作柱、工作台、钢棒、三套专用自动工具锚、专用工具夹片、位移传感器、压力变送器、控制阀组和多泵头级液压泵系统等组成。

其中液压泵站分为主泵站和副泵站，本方案初步要求为“一控8提升点”设置。工作柱、工作台和承重梁，可针对不同情况进行专用设计、制作、设置，它们是主要提升设备液压提升千斤顶的承重支架。

(2) 安装：

各提升系统的安装顺序是：工作柱→工作台→承重梁→液压提升千斤顶→专用吊具→钢绞线→导向架→专用自动工具锚→液压泵站→控制阀组→计算机控制系统→管线等。

千斤顶安装时要求支承座平面斜度不大于3/1000，一般应按照1/1000标准。油管接口和各电器接口朝向安

装在一侧。

5、穿钢棒

采用上穿法工艺：

将钢棒放入导向管内，推入千斤顶，下自动工具锚上方有1人轻轻握住带入导向管引线，随钢棒推力而动。

钢棒从油缸下部穿出时，将导向管引线取下。下放钢棒直至接近下自动工具锚时速度放慢，对准孔位穿下自动工具锚。

当钢棒距离固定端工具锚还有1米距离时，穿入夹片随时锁紧，若再需要下放时提起钢棒，将夹片向上提再锁紧，直至钢棒穿过固定端工具锚应进入的锚孔时穿上夹片，钢棒头进入夹片压盘孔定位。上部人员将钢棒稳定，即提钢棒将上自动工具锚夹片锁紧。

提升千斤顶上部超出上自动工具锚500mm，穿钢棒时千斤顶上部5人，分工为：1人负责通讯联络，1人负责放铺片、对孔位，其他人负责放线；千斤顶下部2人负责检查自动工具锚及孔位，最后接导向管引线；下部固定工具锚处3人，负责穿夹片、观察钢绞线下放、最后锁紧等工作。

穿钢棒时，要有良好的上下通讯联络，并事先规定穿线顺序，一般可采用先内后外，顺时针或是逆时针的穿线顺序，也看选择按行列顺序穿线。穿棒时固定工具锚的轴线应与千斤顶相同，定好顺序后穿线。在钢棒穿下自动工具锚下放时，应注意下放方向与穿好的钢棒拉开一定距离，防止打扭。

按上述方法将一个千斤顶所以的钢棒穿好后，固定工具锚提起接近锚位打紧夹片，套上压板，旋入固定螺栓。检查后即可进行下一步预紧。

1.1.2.2.2 金属电阻应变片测量系统可分为三个基本环节：

1. 传感器：通过弹性元件将力转变为应变，再由电阻应变计将机械应变转变为电阻变化量。

2. 电阻应变仪：放大由电阻应变计组成的电桥所输出地电压，以电压或电流信号输出。

3. 指示、记录装置：如计算机等。

4. 应变片组成：

(1) 敏感栅：用合金丝或合金箔制成的栅。

栅长l：指两端圆弧内侧或两端横栅内侧之间的距离，一般为0.2~100mm。

栅宽b：敏感栅外侧之间的距离。

应变片轴线：敏感栅纵栅的中心线。

(2) 基底：用来保持敏感栅的几何形状和相对位置。

(3) 盖层：用来保护敏感栅，常用材料有纸、胶膜、玻璃纤维等。

(4) 引线：用来由敏感栅引出电信号的金属导线。用镀锡铜线（通常）制成

(5) 黏结剂：将敏感栅固定在基底上，常用环氧树脂类和酚醛树脂类黏结剂。

常用金属电阻丝材料的性能:

1.1.3主要技术指标

1、工字钢托架各工字钢承受弯曲应力 $<215\text{MPa}$ ，承受剪应力 $<125\text{MPa}$ ，挠度小于等于 $L/400$ ；

2、钢棒拉应力 $<215\text{MPa}$ ；

3、螺栓受拉承载力设计值大于钢棒承受轴心拉力，螺纹受拉应力值 $<210\text{MPa}$ ；螺母保证荷载大于钢棒承受轴心拉力。

1.1.4质量保证措施

1、建立强有力的现场项目组织部，选择一批业务素质好、技术水平高的管理人员充实到中间管理层，整个指挥体系从上到下、精明强干、职责分明、政令畅通。

2、做好前期测量放线工作，保证放线位置精确性。用于测量的经纬仪、水准仪、线坠、钢尺和水平尺应经过检定。其中钢尺检定的中误差不得超过 $+0.2\text{mm}$ 。

3、参加作业的各工种人员均须经过技能考试合格，取得相应的资格证书，持证上岗。

4、所有机械设备进场时，应当进行调试运行，并在使用过程中加以维护，以确保机械设备从进场开始一直保持正常运行状态。

5、严格控制工字钢安装，保证工字钢安装摆放位置符合要求，工字钢之间可贴合焊接，防止工字钢之间间隙过大造成焊接困难，影响工字钢之间的荷载传递及影响焊缝质量和焊缝的受力性能。

6、工字钢之间均采用焊接，严格控制焊缝质量，可满足工字钢受力要求。

(1) 技术人员要恪守岗位职责，遵守焊接技术管理制度；

(2) 焊接质检员要恪守岗位职责，参与作业指导书等技术措施的审核，对违章操作应及时制止并报告。注重质量监督资料的积累和总结，掌握焊工的技术状况，对虽有相应资格但已不能胜任重要部件焊接的焊工，有权向班长提出降级使用；

(3) 焊工必须持证上岗，严禁无证焊接（包括点焊）或担任超越其合格项目的焊接工作；

(4) 对焊接质量不满足要求、严重违反工艺纪律，造成严重焊接质量事故，停止其焊接施工的资格。

(5) 焊工上岗前要接受技术交底，未经交底不得上岗。焊工接受交底时，要弄清焊接部件名称、材质、使用焊接材料的牌号、工艺要求、质量标准等内容，方可上岗施焊。

(6) 焊工对钳工的装配或对口质量进行检查验收，不合格不得进行点焊。

(7) 焊工必须严格执行焊接施工工艺纪律。

7、安装专人进行定期巡查，发现漏水的情况及时排查原因，尽快组织人员进行抢修。

1.1.5安全管理措施

1、各种机械要有专人负责维修、保养，并经常对机械运行的关键部位进行检查，预防机械故障及机械伤人。

2、机械使用时操作员要密切注意机上的仪器、仪表、指针是否超出安全范围，机体是否有异常振动及发出异响，出现问题及时停电关机处理，不得擅离职守、隐瞒不报。

3、机械安装其基础必须平衡、牢固，机体的锚固、支撑措施齐全，固定机械不得使用临时支撑。

4、根据不同机械的工作性质和性能，应当在机械设备周围设置防尘、防雨、防砸设施，并设置标志牌，在操作位置附近悬挂使用规则牌。

5、在较小范围内，机械和机械之间以及机械与人之间应当进行协调配合，并保持安全距离。

6、吊装作业时设立警戒区，无关人员严禁入内。

7、吊装时要从远及近操作，不能从近及远，并由专人指挥，放置碰撞临近构造物。

8、进行经常性的安全教育。

9、进入现场施工人员，严格遵守各项规章制度，安全操作规程和各项技术措施，由安全管理人员负责好各级安全工作交底，加强好劳动防护用品管理。

二、一种既有大直径管道悬吊保护装置优点及实际应用情况

本悬吊保护体系可以解决地下工程既有大直径管道施工保护问题，其应力监测系统，可时刻监测下部小横梁工字钢托架应力状态，判断该悬吊保护体系是否处于异常工作状态。

利用穿心式千斤顶同步提升装置，通过提升两侧钢棒上部穿心式千斤顶，逐渐缓慢同步调整受力异常段两侧千斤顶，使下部小横梁承担混凝土管自重，避免管道悬空引起底部应力过大产生裂缝，并起到保护作用。

设置下部小横梁、固定钢板、外包钢管片、支撑钢板组成的承托结构，在保证管道均匀受力的情况下，能通过测量下部小横梁底部应变准确获知该处管道的应力状态，且易于现场取材制作，易于施工。

实施段已完成该段大管径污水混凝土管工字钢托架悬吊体系布置、下部土方开挖、廊体施工、土方回填、工字钢托架、千斤顶等拆除等工序，该段管廊施工已完工，根据施工过程中监测数据显示，该段污水管于基坑工程施工过程中变形、沉降稳定，未发生变形、沉降过大情况，工字钢托架悬吊体系出色的完成了该段污水管跨越基坑的管线保护工作。

参考文献

[1] 宋磊. 城市道路施工中地下管线保护措施研究[J]. 北方交通, 2018.

[2] 陈建红. 轨道交通工程施工中的地下管线保护分析[J]. 建材与装饰, 2019.

[3] 陈峰. 地铁施工对地下管线的破坏型式及其保护策略分析[J]. 工程建设与设计, 2019.

[4] 王庆峰. 市政公用工程中地下管线保护策略[J]. 住宅与房地产, 2020.