

水利工程中关于大口径 PCCP 输水管道的应用分析

里志同

杭州亿嘉建设咨询有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 预应力钢筒混凝土管道,简称 PCCP,是一种新型刚性管材。其具备卓越的抗拉性能、密封性能及耐腐蚀性,能承受较高的内压和外部荷载。因此,大口径 PCCP 管道将在水利工程领域得到更为广泛地应用。本文对大口径 PCCP 管道进行了详细论述,并就其在水利工程中的应用及施工要点进行了深入探讨,旨在提升施工质量,推动水利工程的持续发展。

关键词: 水利工程;大口径 PCCP 管道;应用

1 大口径 PCCP 管道概述

大口径 PCCP 管道是一种结合了钢筒与混凝土优势的复合管材。其结构特点是在钢筒外部包裹一层混凝土,形成一道坚固的防护层,从而提高了管道的抗压能力和耐久性。同时,钢筒内部设有预应力钢丝,增强了管道的抗拉性能。此外,PCCP 管道采用橡胶密封圈进行密封,具有良好的密封性能,可有效防止水渗漏。PCCP 汇集了钢材与混凝土的优势,尤其适用于超大口径、高强度及深埋市政管道,如图 1 所示。

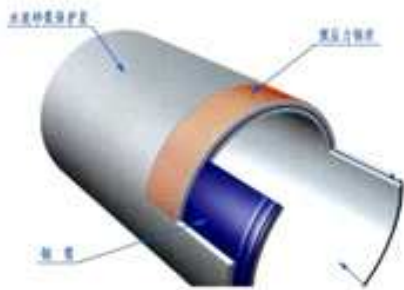


图 1 PCCP 管道的组成

2 大口径 PCCP 管道在水利工程中的施工应用要点

2.1 工程概况

大伙房水库输水应急入连工程是一项由大伙房水库向大连市输送水资源的大型基础设施项目,其年输水量达到 3×108 立方米。该工程分为两部分:碧流河水库北段工程和碧流河水库南段工程。

碧流河水库北段工程的输水线路全长 163.26 公里,其中包括:鞍山加压泵站至隧洞前的输水管道,长度为 121.37 公里。该段管道主要采用预应力钢套筒混凝土管(以下简称 PCCP),并在穿越高速公路、省国道、铁路、大中型河流等地区时,采用直径为 DN2800 的钢管。输水隧洞段长 14.12 公里,采用城门洞型断面,隧洞断面尺寸(B×H)为 3.2 米×3.48 米。隧洞后至输水管道末端的输水管道长 27.77 公里,管道主要采用 PCCP,并在穿越省国道、大中型河流等地区时,采用直径为 DN2400 的钢管。

二标段范围为 11+420.2 至 21+420.2,管道起点坐标为 X=4798 92.022, Y=4550928.729,终点坐标为 X=474934.879, Y=4542544.871。工程涉及腾鳌镇、东四方台镇境内的输水管道建筑及安装工程以及相关的临时工程施工。

2.2 安装前的准备工作

为保证管道的连续铺设,应按管道布置图纸,将管道按管道布置位置或上方线路边的位置,按管道平面布置,分层储存严格禁止。

①将 PCCP 管道运到工地后,由 400 t 履带式起重机将其从预先准备好的下车道上运到已铺好的铺路板边沿,再由自行设计的门式卸料车将管道卸下来。②管道储存时,应将管道底部用沙包填满,管道与管道末端相距 1.2 米,便于吊装。③对于干旱地区,要加强管道的后期喷淋维护,同时要采用堆积堤坝等防洪手段来提高管道的防护效果。

2.3 管道安装工艺

2.3.1 管道起吊

沿管中心线两边敷设一条钢轨,采用自行设计的门式吊管车,先对钢管进行找平、对中作业。然后,使用装有 20 t 的起重吊车,把要对接的钢管提起来,并把它推进到与管道连接处 0.3~0.5 m 处。

2.3.2 清洁接头

在施工之前,要对承口内侧和插座外侧进行全面的清洗,清理掉上面的污垢和污垢,并将管道中的杂物和灰尘清理掉。其次要确保管座和座套的表面平整,没有任何杂质从里面凸出来。最后,在管道的接口和插座上涂上食用植物油。

2.3.3 胶圈安装

遵循技术规范的要求,在施工期间要使用食用植物油来润滑橡胶环。在插座凹槽中放入橡胶环,然后放入短棍,在管子外缘来回运动 2—3 次,调节松紧程度。在装配时,要保证橡胶环平整,不能变形。如果在装配过程中,发现有缠绕现象,应及时撤出并再次进行安装。将橡胶圈放进 PCCP 插座的橡胶圈沟槽内,再用特制“U”型环对已装配好的橡胶圈进行修整,以保证已装配好的橡胶圈平整无变形。

2.3.4 PCCP 管道对接安装

利用特殊装置吊起管道离地 100mm 以上,运输车脱离管道,推送到卸料点实现卸料。装配时,管路运动与排出管路相同,利用千斤顶和吊车调节轴线对中、修正和标高。橡胶圈安装后,通过装管架移动管道至檐口,用千斤顶和起吊葫芦调节偏移和高度。专人负责对接,检查插口间隙光线是否均匀,对齐后使用装置或手动提升送入插口。下料时观察橡胶圈滑动,用工具调节环缝间隙,保证在 20~35mm 范围内。对接到位后,用直尺、线锤和全站仪检查轴线和底标高,用水平仪检查底部高度是否一致。轴线、标高合格后,手工包角夯实钢管底部两侧,松开吊葫芦让钢管接触地面,再次检查轴线、标高,满足需求后拔出光缆,用加压泵检漏管道接头。

安装时需注意插座打孔和排气口位置,排气口应朝上。如管道装配时橡胶环脱落或损坏,需拆卸更换橡胶环后再安装。安装前需清洗连接件及橡胶环,并刷上食用植物油。管道装好后,用钢尺检

验密封橡皮环, 缝隙应符合规范。缝隙超过 2 毫米或移位需更换, 确认无误后方可移动吊具。

2.3.5 接头打压试验

PCCP 管道连接压力测试的工艺流程为: 利用特殊增压泵, 将水从连接点下方的进口孔进行注水, 上方的排气口排放。当放气完毕, 拧紧螺丝, 把气压调到预定值(与管路的气压一样), 5 分钟之内没有明显的气压降低, 即为通过。接头的水力测试分为安装阶段的压力测试、安装后的压力测试和管道顶部 500 mm 填充后的压力测试。

①第一节管道安装完毕后, 必须马上进行第一节管道的压力测试, 只有在满足要求后, 才能进行下一节管道的施工。

②二次压制是在连接件完成后进行的水压力测试。一般是在在三节预制混凝土管完成后, 对第一节接头进行二次压制。

③在顶管开挖 500 mm 后进行第 3 次压实, 测试压力为设计压力 1.2 倍, 且压力维持 5 分钟不降即为合格。

在管底标高 500 mm 的基础上, 对顶管施工后进行水压测试, 并对其进行随机抽样检测。每一次压下均须仔细填妥《PCCP 接头打压记录表》, 经验收后方可进行下一步(如接缝外缝注浆、土方回填)。

2.3.6 接头灌浆封堵

在保证了外露的承插式管件已安装妥当, 经压力测试合格后, 需对其连接处的外缝施以注浆保护, 以防锈蚀。在接缝外缝注浆养护完毕后, 要对其外缝进行防腐, 涂敷一层不少于 1 毫米的环氧煤沥青涂料。当顶管顶部 500 米以上的回填工程结束, 接缝水压测试合格后, 才能对接缝进行内缝注浆。

①外侧接缝注浆止水带: 先将外侧接缝处的裂缝均匀地地浇透, 保证接缝面充分潮湿。然后, 将 250 mm 宽的针刺模布带紧紧地包在接缝外面, 用作注浆接缝的外模板。在施工前, 必须提前将外模板的两边向后折叠, 缝好通道, 然后用钢条插入, 以保证绑扎牢固, 只在顶部留下注浆。

其次, 要灌注水灰比为 0.65 的 1: 3 水泥砂浆, 要有很好的流动性, 这样才能保证它能均匀、紧密地填满裂缝, 不能有空隙。当灰浆被注满后, 用干燥的硬灰浆填充注浆的上半部分, 使之平整。

在外侧缝注浆带中注浆材料的强度达到设计要求后, 才能将其拆掉。然后, 在施工中需要进行防腐涂层的施工, 外缝使用厚的环氧煤沥青涂料。应该进行至少两次的喷涂, 以保证总的干燥涂层厚度达到 1000 微米。

针对水平、竖支、排泥阀井、气阀井、上、下游相邻两节管接头、地基改变且容易出现不均匀沉降等情况, 需要在接头口的内外壁缝内充填聚硫密封胶。在施工过程中, 首先要将聚乙烯封闭板填入, 然后填入聚硫胶, 然后压实, 压平, 以保证密封效果。

②封堵管道内部接缝

对管道的内缝进行清洗, 确认里面没有杂质, 没有灰尘, 然后用直接勾镶的方法将裂缝填满 1: 2 的水泥浆, 使其密实, 并使其表面平滑。按设计要求, 将部分连接处的多硫化橡胶注满。清除后, 将塑料封闭板填入内缝, 再用聚硫胶填满, 压紧, 平整。

③用混合机配制砂浆, 砂浆用量小于 0.4m³时, 采用手工拌和。在施工过程中, 严禁使用已经发生了硬化的灰浆, 也不能再掺入水再拌制灰浆。

2.3.7 PCCP 管道静水压试验

①水压试验方案:

在试验的两端各留一条宽 14 m, 长 10 m, 回填高度 3 m, 各 1 m, 作为试验区的试压台。这条沟的上半部分需要进行回填和夯实。试管段安装完成并进行渗漏检测, 验收合格后, 将长 5.4 米, 直径 2800 mm 的 SP 承插式测试短管分别固定在试验区两端。试验用的短管段一端焊有 8 40 mm、尺寸 3.0x3.0 平米的钢板, 并在其上加筋板, 以作试压用。在两个压力支撑间, 采用 C20 砼扶壁, 扶壁的底部要比已经挖好的管沟低 2 m。扶壁及临时挖方段均采用 C20 砼浇筑, 不能回填原状土。

在试验的短管段上装设入人孔盲板, 盲板上配有 DN150 的进水孔, DN150 的泄水孔, DN150 的泄水孔, DN32 的泄水孔, 以及 DN15 的表阀。压力测试所需水由压力试验上游测试短管中 DN150 进水管中注入。

②试压过程: 在压力测试时, 为避免出现水锤等情况, 采用 DN100 给水管道, 将水缓慢地注入管道中, 以免损坏管道。注水时, 应先开启 DN150 管路上方的排气阀, 以彻底排空。在注满水后, 采用多级泵将水注入管内, 逐级、逐级、逐级、分段增压(每次 0.2 MPa)。每次增压结束后, 应维持至少 10 分钟的加压(可在管道中补充水分以维持压力), 并检查测试管道无泄漏。如无异常, 则继续加压。当提升到流体力学测试的压力之后, 将恒定的压力维持 24 小时。检查管道的截面、管道有无断裂、渗漏, 补水不能大于补水 4 立方米/公里/24 小时, 如果符合要求, 就说明该管道符合要求。

管道水压测试通过后, 要及时将管道的水压放掉, 并做好试压记录, 并由有关负责人签名存档。然后将上游的试压墩、试压支墩、试压短管封死。

2.3.8 PCCP 管道沟槽回填控制

管道的铺设和检查通过后, 应立即进行回填工作。在回填之前, 一定要将坑中的垃圾清除干净, 放干水分, 如有水, 不准进行回填。在回填之前, 必须保证坑壁的平整和稳固。采用的回填材料必须满足有关设计要求, 且经监理单位同意后方可施工。垫层区和腋角区采用细砂, 常规回填区采用符合要求的挖方料, 复垦区采用原生表土。垫层料中禁止包含大小超过 20 毫米的砖块或石块等硬块状物, 并且从槽底到管子顶部 500 毫米以内, 不能有大小超过 50 毫米的砖块或石块等硬块状物。采用长臂吊杆器将其吊挂在管道的两端, 分层回填的厚度不能大于 300 毫米。

3 结论

通过对 PCCP 管道安装及回填过程的详细描述, 我们可以看到每一步骤都至关重要, 需要严格按照规范进行操作。从安装前的准备工作, 到安装过程中的各项技术要点, 再到安装后的水压试验和回填工作, 都体现了专业性和严谨性。这不仅确保了 PCCP 管道的安装质量, 也为其后续的正常运行提供了有力保障。同时, 随着技术的不断进步和应用领域的不断扩展, PCCP 管道在未来将有望发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1]张广.大管径 PCCP 管试水阶段管缝缺陷处理[J].城市道桥与防洪, 2018, 4(4): 124-125.
- [2]王建慧, 陈晨, 张海鹏, 等.预应力钢管混凝土管在水工结构中的应用[J].水利发展研究, 2017(5): 105-107.
- [3]李庆坤.大口径 PCCP 管道在水利供水工程中的应用[J].水利建设与管理, 2017, 37(8): 11-15.