

# Research and Application of Water Floating Laying Method for Long Distance Pipeline Optical Cable in Pearl River Delta Water Resources Allocation Project

Chunyong Zhou

Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd., Sinohydro 7th Engineering Bureau, Chengdu, Sichuan, 611130, China

## Abstract

According to the Ministry of Water Resources issued the "Guidance on the implementation of the national water network major projects", it is expected that by 2025 China will implement a number of key influential national water source regulation projects, at the same time according to the "Fourteen Five" water security plan that the future water conservancy system should be developed in the direction of intelligence, in order to enhance the level of intelligent water conservancy construction, accelerate the digital transformation of the water conservancy industry, and build smart water conservancy facilities with digital, internet and intelligent characteristics. In order to meet the requirements of building intelligent water conservancy and project management and monitoring communication transmission, communication cable must be deployed in each water transfer project. However, cable construction in tunnel environments faces significant challenges. At present, most of the domestic use of aerodynamic method and air-blown microtube microcable technology for optical cable laying, that is, the use of the mechanical thrust of the air blower and the powerful air flow of the air compressor to make the optical cable move forward in the pipeline. This research focuses on exploring the water floating laying method of long distance pipeline and cable, which can not only improve the single laying distance, but also save time and cost. We have successfully completed a 5.6km cable laying at one time, which is a rare case in China. Through the discussion, summary and analysis of the test results, we have obtained achievements and insights that can provide template and guidance for the construction of the same type of deep-buried long-distance tunnel cable engineering.

## Keywords

long distance pipeline; water floating laying method; GYFY cable

# 珠江三角洲水资源配置工程长距离管道光缆水浮敷设方式的研究及应用

周春永

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 中国·四川·成都 611130

## 摘要

根据水利部公布的《关于实施国家水网重大工程的指导意见》，预计到2025年中国将实施多个有关键影响力的国家水源调工程，同时根据《“十四五”水安全保障规划》说明未来水利系统都应朝着智能化方向发展，以提升智慧水利的建设水平，加快水利行业数字转型，构建具备数字化、互联网化和智能化等特性的智慧水利设施。为了满足建设智慧水利和工程管理、监控通信传输的要求，各调水工程都必须进行通信光缆的部署。然而在隧道环境中进行光缆建设面临着重大的挑战。目前，中国多数采用空气动力法以及气吹微管微缆技术进行光缆敷设，即利用气吹机的机械推力和空压机的强大气流让光缆在管道中前行。本研究着重探索了长距离管道光缆水浮敷设法，这种方法不不仅可以提高单次敷设距离，还能节省时间和成本。我们成功地一次完成了5.6km的光缆敷设，这是国内鲜有的案例，通过对试验结果的研讨、总结和分析，我们得出了可为同类型深埋长距离隧道光缆工程建设提供模板和引导的成就和见解。

## 关键词

长距离管道；水浮敷设法；GYFY光缆

## 1 引言

为了满足本工程信息化、智能化及管理调度需求，我

【作者简介】周春永（1988-），男，中国河南商丘人，本科，工程师，从事水利水电工程和市政工程技术管理研究。

们通过参考土建 A7 标准，研究了两种光缆在长距离隧道管道的敷设情况。在此过程中，一次性敷设的最大工作井区间隧道距离能够达到 5586m。虽然在中国，一次性敷设超过 5km 的光缆实例稀少，但我们在这次工程中成功地通过水浮敷设方法完成了长距离管道光缆的敷设。同时，我们也对使

用的施工技术和相关材料设备进行了应用研究,以支持未来类似的长距离管道光缆水浮敷设建设需求。

## 2 工程概况

珠江三角洲水资源配置工程建立高新沙调度中心至各泵站、工作井、进库闸、量水间等的通道(计算机监控、计算机网络、安防、语音、安全监测等系统共用),实现工程输水系统自动控制与智能控制等功能。专用通信通道选用光缆作为传输介质。鲤鱼洲泵站至高新沙泵站双线段共敷设4条光缆,每根输水管道敷设两条光缆。首先光缆敷设主要利用输水管道形成的空间,利用预埋的硅芯管或光缆保护管来建立铺设途径,通过土建A7标利用的水流敷设法,每条输水管道在自密实混凝土预埋的硅芯管中敷设一根36芯GYFY光缆(光缆在接头工作井位置引出),而且光缆需要一次敷设完成。利用牵引法,每条输水管道行车道内硅芯管内敷设一根36芯GYFY光缆(行车道内光缆只在泵站位置引出),共计四根36芯GYFY光缆。

光缆布置剖面图见图1。

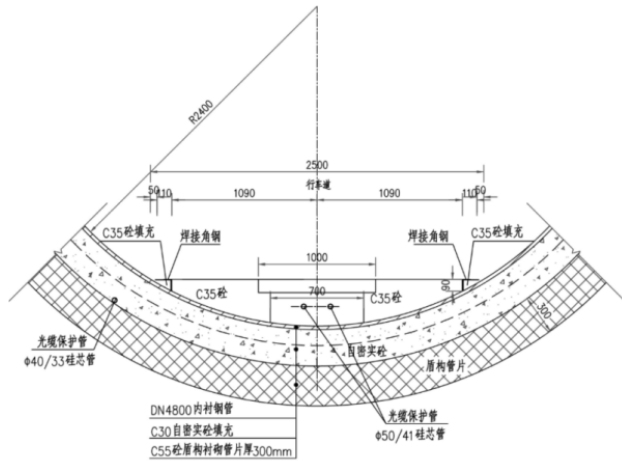


图1 光缆布置剖面图

在使用水浮敷设法技术的过程中,机械推进装置将负责把通信光缆推动到管内,同时水压设备也同步将水流输送进管道,如此一来流动的水流能在光缆的表面形成一股向前的推力,极为有效地辅助光缆前进。需要注意的是,光缆的移动并不依赖拉力,而是依靠水流的推动力,在整个敷设过程中,光缆一直处于悬浮状态,水流在管道与光缆之间起到一个缓冲的作用,从而降低了光缆与管壁之间的摩擦,使得光缆在管道弯道处的行进更加顺畅,且减少了能量的消耗。因此这种方式可以帮助光缆在更大范围内进行铺设。

水敷法示意图见图2。

## 3 水敷法施工准备

### 3.1 相关材料设备检验

在光缆铺设之前,要对光缆进行独立盘测,对它的各项参数和长度等做仔细的审查、确认以及测试。

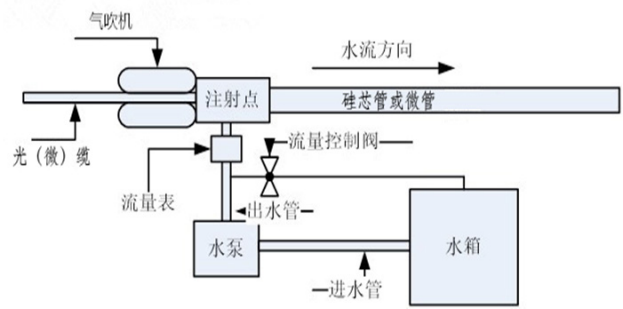


图2 水敷法示意图

水浮敷设光缆前应认真做好空压机、气吹机、水压机、水箱等主要设备开机前的检验和准备工作,其中包括:

审查空压机的高压气流系统的封闭效能,并在启动、过程中、运转及铺设结束时,严格监控其气压和气流。

应检查气吹机压紧轮和驱动轮之间的间隙,保证水浮敷设时驱动轮与光缆之间不打滑且压紧力不损伤水浮敷设光缆;确保当水压机低压输出时,水浮敷设光缆能随着水流进入硅芯管道并移动;同时对气吹机进行无负载检查,在气吹机气控部分低压输出时,气吹机的驱动齿轮能够转动<sup>[1]</sup>。

### 3.2 硅芯管道的气密性检查

对硅芯管的气密性做测试,把硅芯管的两头封闭,然后在管内注入0.1MPa的气体,24小时后,压力的减少应该不低于0.01MPa。

### 3.3 管道试通及润滑

将检查用的两头都是圆形的聚乙烯或尼龙1010棒,利用强大的气压吹试成功。该试棒的尺寸是:直径23mm,长度200mm。利用高压气流对硅芯管道进行润滑,以减少摩擦力,增加敷设光缆的速度和长度。

### 3.4 施工用水准备

需要准备足够的水浮敷设用水。根据计算,40/33硅芯管理论用水量为0.86m<sup>3</sup>/km。敷设过程中随时注意水的余量,及时补充。

施工前的检查工作见图3。

## 4 光缆水敷法施工流程及注意要点

### 4.1 水敷法施工流程

步骤1:将导向密封结构和光缆一段连接,放入管道后,在管道口装上密封端头。

步骤2:将水泵出水口通过比例阀接在密封结构的进水口上。

步骤3:在管道入口安装推进器。

步骤4:给空压机、气吹机、水泵等设备上电。

步骤5:设定敷设速度45m/min左右,水压设定13~14bar,水流量设定约为35L/min;根据气吹机输出压力约为14bar,空压机流量约为10m<sup>3</sup>/min。

步骤6:打开水泵,向管道中注入添加有润滑剂的水,读出管道入口处水压传感器的数值,并与水压预定值进行比

较,水压预定值与测得值的差值按比例决定比例阀的开度的电流值,并显示当前水压值。

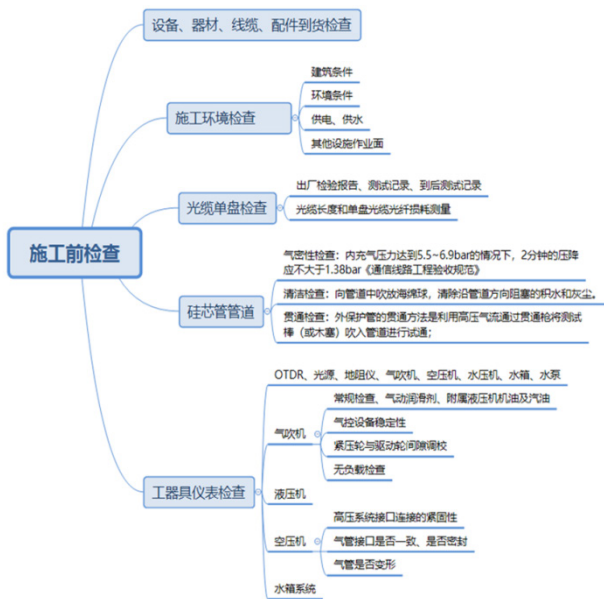


图3 施工前的检查

步骤7:借助控制器来调整布线速率和电机扭矩以避免在光缆布线期间产生任何损坏;保证光缆的布线速度持续稳定并需要人力来协助线盘车的转动,以避免因线盘旋转速度不平衡而导致光缆产生混乱。

步骤8:需要将光缆被输送的距离较远时,可以在操作控制面板上调整调压把手,以增大扭矩输出,从而实现恰当的输送力。在相对于管道来说直径较小的光缆进行吹缆作业时,建议对液压输送力进行限制,这样能减小光缆在管道中被折叠的可能性。

步骤9:当光缆到达了预设位置,也就是说气封活塞已经出现在管道外,那时管内的气压会迅速下降,穿管末端的观察员应该立即向吹缆机的操作员发出停机的警告,再把光缆送入管道内,确保气吹出来的光缆长度正好可以满足连接员工的需求,也就是说已成功完成一段光缆的气吹敷设任务。

步骤10:敷设过程中收集进水口及管道末端漏掉的水,过滤后通过回路送回水泵,以循环利用。

步骤11:向管道位置高的一端充气,将水逼出管道,在位置低的管道一端收集残留在管道内的水,防止光缆损坏<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 水敷法施工注意要点

①注意观察敷缆速度,液压机的压力变化,水压机的压力变化;

②注意观察水箱内的储水量;

③注意观察润滑剂的使用情况;

④注意检查水压机油杯内的储油量;

⑤缆盘放缆速度与气吹机吹缆速度应保持一致。

### 5 水浮敷设光缆结论分析

①光缆 GYFY 24 芯在 40mm/33mm 的硅芯管中浮水铺设,一次能铺设长度大约为 5586m。

②利用水浮铺设方法施工的效率很高;由于光缆保护管预先埋入了衬砌混凝土中,属于一次性敷设,之后无法更换和修复,因此对其敷设及保护要求极大,在施工期间,需要确保光缆保护管的安全与稳定;光缆铺设完成后,在后续的维护期间可以通过水浮回收方式进行更替、维护方便性高。

③水浮敷设光缆施工之前,必须对硅芯管道进行气密性检测,并且要保证其畅通无阻,干净并润滑。

④用于水浮敷设的光缆密度应当与水的密度相近;用于水浮敷设的硅芯管适合采用带有螺旋气槽的硅芯管,因为这样更利于水浮敷设施工<sup>[3]</sup>。

### 6 结语

实施水敷法施工的效果证实,我们能够在硅芯管中一次性安装 24 芯 GYFY 光缆达到 5586 米的距离;它可以满足珠江三角洲水资源配置工程对于超长距离管道光缆安装的需求,水浮敷设法可以作为一种可行的敷设手段在类似工程中进行应用。水浮敷设法具备如下优点:

①光缆的反向阻力由于摩擦力小,所以更容易弯曲,而且单次铺设的距离至少是用气吹方法的两倍,因此施工效率较高。

②水浮敷设法能够完成更长的单盘敷设长度,从而减少了接续工作量,施工的灵活性和机动性都将会大大提高,降低施工的总成本。

③在进行水浮法敷设时,光缆的整体受力情况和端头的开放设计,与传统的牵引方法截然不同。敷设完成后,光缆会松散地放置在管道底部,有利于增加光缆的使用年限。同时,敷设过程中,硅芯管爆裂的风险极低。

④在水面浮动的敷设环境中,光缆通过悬浮移动,与传统的牵引方式相比,其安全性得到了显著的提升。

⑤通过水浮法来移除管道中的光缆具有高效的施工效能,并且对既存管道的损坏程度最低,使得维护升级更为快捷和高效。

#### 参考文献

- [1] 黄汉泉.长距离管道光缆牵引法敷设方式在珠江三角洲水资源配置工程中的应用探讨[J].数码设计,2021(21):146-150.
- [2] 刘畅.水流法敷设光缆技术的研究与应用[J].电信工程技术与标准化,2014(2):53-55.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 51158—2015 通信线路工程设计规范[S].