

初论光缆与输气管道同沟直埋敷设

周永红

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 光缆与输气管道同沟敷设, 是一种新的敷设方式。结合陕京二线输气管道工程设计和现场配合施工中积累的经验教训, 针对光缆与输气管道同沟敷设的特殊性, 阐述并探讨了光缆的基本特性和优点、光缆与输气管道同沟敷设应遵循的基本原则, 重点论述了特殊地段的光缆敷设方式和技术方案。

关键词: 光缆与输气管道同沟敷设; 技术方案; 设计; 施工

文章编号: 1006-5539(2007)04-0058-04

文献标识码: A

陕京二线输气管道起于陕西榆林止于北京市, 全长约 850 km, 沿途地形多变, 地质条件复杂, 所经路由有沙漠、黄土塬、河谷、山区、平原等。对于光缆与输气管道同沟直埋敷设, 无论是管道管径和长度, 还是地形地貌和地质条件, 陕京二线都是当前全国之最。光缆与输气管道同沟直埋敷设, 是一种新的敷设方式, 工程设计和施工过程中国内外都没有相关标准、规范或建议可循, 敷设方法参照原 YD5102—2003《长途通信干线光缆传输系统线路工程设计规范》^[1] 和 YDJ44—89《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》^[2], 并充分借鉴国内外同沟敷设计划和实际施工经验, 结合陕京二线输气管道工程光缆线路设计^[3] 和现场配合施工全过程, 对光缆与管道同沟直埋敷设有了初浅的认识。

1 光缆与管道同沟直埋敷设的必要性和重要性

面对日益增大的话音、数据、图像等通信业务需

求, 作为当前传输质量最佳, 频带最宽的光缆通信事业发展迅速, 新技术、新产品、新材料也层出不穷。光缆通信与卫星通信相比较, 具有传输质量佳、频带宽、容量大、中继距离长、抗电磁干扰能力强等显著优点。光缆通信可以为管道的生产调度管理和管道数字化现代化提供一揽子宽带通信解决方案, 为陕京二线输气管道工程的生产调度、自动化管理、管道数字化和安全运行提供了高质量服务。光缆与管道同沟直埋敷设不但可充分利用输气管道路由和管沟资源, 也节省了建设成本和施工费用。

随着我国石油天然气管道事业的不断发展, 全国石油天然气管网正在逐步形成, 客观要求对全国管网进行统一的调度管理。陕京二线输气管道工程起于陕西榆林 (通过靖榆联络线与西气东输相连) 止于北京市, 就石油通信专网来讲, 该管线正好为进京的通信干线提供了路由和通道, 与管道同沟敷设光缆正好能够解决这一重大课题和现实需要, 也为今后形成全国性管网宽带通信 (甚至石油专网宽带通信) 打下坚实的基础, 因此业主最终选择了与管

6.2 设计细部问题

设计工作要求精益求精, 特别是细部设计处理不好, 极易影响使用。建筑设计人员对防水、防火、通风散热、隔声、防辐射等基本功能应尤其引起重视。在本案中综合库房及发配电房的网架高度约 2

~3m, 在该部分高度内, 无外围护墙, 由于专业网架设计施工单位屋面板悬挑较短 (未与建筑设计单位充分结合), 当下倾斜大雨时, 有少许雨水飘入室内边缘; 致使在工程建设的后期采取补救措施, 增加了挡雨设施。

收稿日期: 2006-09-28

作者简介: 周永红 (1969-), 男, 四川仪陇人, 工程师, 军事学士, 毕业于解放军广州通信学院有线电通信分队指挥专业, 现主要从事石油天然气地面建设专网通信设计。电话: (028) 86014301

道同沟直埋敷设光缆方案, 并根据通信需求预测, 决定与管道同沟敷设一根直埋式 24 芯 G 655 A 标准光纤的室外光缆, 型号为 GYTA₃₃ 24 B₄ (G 655) 和 GYTA₃₃₊₃₃ 24 B₄ (G 655)。

2 光缆与管道同沟直埋敷设应遵循的基本原则

结合光缆与管道同沟直埋敷设的特殊性, 并借鉴国内外的施工经验, 光缆与管道同沟直埋敷设, 在一般地段其敷设位置确定为位于管道气流前进方向(榆林至北京)的右侧, 无特殊要求时光缆与输气管道顶部外壁齐平, 光缆与管道外壁的水平净距为 300 mm。在特殊地段的敷设位置应根据具体情况做适当调整。

光缆施工应与管道施工协同进行, 必须做好相互间的工序衔接。在一般地段, 光缆下沟应在输气管道下沟及部分回填后进行, 具体工序和要求如下: 输气管道下沟→管道小回填(回填高出输气管道顶 300 mm)→通信施工单位挑沟→通信光缆下沟并回填至高出输气管道顶 300 mm 处→设置光缆标志带→输气管道大回填→设置光缆标石。在特殊地段上述工序应根据具体情况做适当调整。

结合管道施工工序和特点, 光缆与管道同沟直埋敷设的特殊性和光缆自身敷设技术要求, 在设计施工交底时就提出了光缆与管道同沟敷设应始终贯彻“小缆(光缆)服从大管(输气管道), 大管兼顾小缆”原则(该原则也得到了业主的肯定和认可), 这是各方开展管道与光缆协同施工最重要的原则, 具体地讲光缆施工应尽量服从管道施工, 尽可能做到与管道同步施工, 同时在制定管道施工作业计划和方案时要尽可能为光缆敷设提供条件和方便。

在施工中会遇到乡村道路和正值农田浇灌期的水渠穿越等需要及时恢复地貌的情况, 要求管道下沟后及时大回填, 为保证与管道同步施工和同沟敷设, 对这些地段的光缆穿越应适当增加套管保护。有些特殊地段(如石方和河谷地段等)管道可能改变施工方法, 光缆无小回填细土层可利用, 此时管道施工应主动为光缆施工提供同沟敷设的基础和条件。

虽然由同一施工单位同时完成管道和光缆施工, 但在施工单位内部仍需建立适当的协同机制, 尽可能做到管道与光缆施工的协调一致, 否则可能造

成光缆单独开沟敷设, 增加施工费用和投资, 甚至还可能增加光缆接头, 增加光纤中继段全程损耗, 对光通信系统造成一定的影响, 也可能增加设备投资。

3 特殊地段的光缆敷设

首先理解透管道在特殊地段的施工技术方案, 然后根据管道穿越的方式及特点来确定光缆同沟敷设方案, 时光缆穿越方案均经管道专家评审, 以让光缆施工技术方案更加合理完善。

3.1 穿越地下光(电)缆、地下管线

光缆穿越地下光(电)缆和地下管线时, 最小净距应满足有关技术要求, 可根据具体情况利用管道保护措施或采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护通过。

3.2 穿越管道线路构筑物

光缆穿越管沟截水墙、挡土坎等线路构筑物时, 应协同好光缆敷设与构筑物施工的关系。在构筑物砌筑中, 采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管对光缆进行保护。现场无法确定水工构筑物位置, 可在砌筑构筑物时采用纵剖后的 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护并捆扎。

3.3 穿越铁路

管道采用混凝土套管顶管方式穿越铁路时, 光缆采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护后利用混凝土套管穿越铁路, 光缆放置在混凝土套管顶部。

3.4 穿越公路

管道采用混凝土套管顶管方式穿越公路时, 光缆采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护后利用该混凝土套管穿越公路, 光缆放置在混凝土套管顶部。

管道大开挖方式穿越四级以上公路时, 光缆可采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护与管道一同穿越。

对于管道大开挖方式穿越四级以下的乡村道路时, 光缆可不再采用套管保护, 但道路要求及时恢复地貌时, 光缆可采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管或 $\Phi 50$ 聚乙烯塑料管保护与管道一同穿越。

3.5 大开挖穿越河流、沟渠(塘)

管道采用大开挖穿越河流、沟渠(塘)等时, 光缆采用 $\Phi 50$ 或 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护并与管道一同穿越, 在河流两端光缆敷设半径应满足其最小曲

率半径。

若管道采用现浇混凝土连续覆盖稳管保护,光缆采用 $\Phi 50$ 或 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护,直接用混凝土将保护套管和光缆覆盖敷设在沟底一侧。

若管道采用加重块(马鞍式和装配式)稳管保护,光缆采用 $\Phi 50$ 或 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护,直接将保护套管和光缆敷设在沟底一侧。

对于穿越距离 ≤ 200 m的小型河流、沟渠(塘)时,光缆采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护;对于穿越距离 > 200 m河流、沟渠(塘)时,光缆采用 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护。

在流水段管道水下穿越施工时可加水泥沙袋(水泥砂比 1 : 25 kg袋)压重保护;在静水段管道水下穿越施工时可加原土(沙)袋(25 kg袋)压重保护,均为每隔 3 m一个。

对于大型河流大开挖穿越,光缆采用用气吹法敷设光缆。光缆采用 $\Phi 90$ 聚乙烯燃气管和硅管($\Phi 40/33$)保护,并备份一根硅管。在河流两岸修筑复合直通人孔,复合人孔井盖顶部低于地面 600 mm。

3.6 穿越隧道

管道通过基岩隧道时,将光缆 GYTA₃₃₊₃₃ 24 B₄ (G 655)放置在隧道一侧桥架内保护通过,其中黄河隧道穿越敷设两根光缆。

3.7 定向钻穿越河流

利用管道定向钻泥浆回收管拖放硅管(光缆)或硅管(光缆)采用 $\Phi 140 \sim 168$ 钢管和硅管(2~3根)保护单独定向钻穿越,光缆采用气吹法敷设。

3.8 其它特殊地段的光缆敷设

部分石方和河谷等地段,细土缺乏或地下水位较高,管道可能改变施工方法,光缆无小回填的细土层可利用,光缆可采用下垫上压细土袋的方法,以保证光缆敷设质量和安全。其中石质地段光缆接头坑的开挖必须与主体管沟开挖同步进行。

对于黄土塬满沟灰土分层夯实地段,光缆可采用 $\Phi 50$ 或 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护,保护套管两边长于分层夯实地段 0.5 m。对于半沟灰土分层夯实地段不需采用聚乙烯燃气管保护。

对于管道埋深超过 5 m以上的超埋深地段和黄

土塬人工隧道,光缆可采用 $\Phi 50$ 或 $\Phi 63$ 聚乙烯燃气管保护。

对于穿越岷岷地段,光缆可采用 $\Phi 50$ 聚乙烯燃气管保护。

4 在实践中不断探索和完善

4.1 光缆直埋敷设和光缆敷设位置的选择

光缆直埋敷设与硅管加气吹法敷设光缆相比,不再需要硅管敷设工序,节省了大量施工费用和投资,但同时光缆不能随意开断也对光缆敷设和与管道协同施工提出了更高的要求,特别是在穿越施工和一些河谷、石方等困难地段。

在一些地势复杂和地形起伏较大的地段,虽在设计时改变了光缆程式,光缆型号由 GYTA₃₃ 24 B₄ (G 655)改为 GYTA₃₃₊₃₃ 24 B₄ (G 655),但为保证光缆安全,还需在施工时采取适当保护措施。

在一般地段敷设位置确定为位于管道气流前进方向(榆林至北京)的右侧,无特殊要求时光缆与输气管道顶部外壁齐平,而不是沟底,这主要是基于光缆敷设在管沟底部,光缆保护在同等条件下将会更困难,特别是在管沟底部石块较多段、地下水位较高地段、截水墙、挡土坎等水工构筑物较多地段,施工不方便也不利于今后的光缆维护。

在后期的光缆施工中,由于光缆保护措施不到位,土建和水工保护野蛮施工,工序交叉作业又缺乏必要协调与沟通,部分标段光缆施工中出现大面积断纤断缆,主要是土建和水工施工单位野蛮施工造成的,这跟选择光缆直埋敷设和敷设在管道顶部齐平位置没有根本和直接的联系。

4.2 光缆保护套管的选择

在以前的与管道同沟敷设计划和施工中,在特殊地段较多地采用了钢管保护,在中小型河流穿越中也部分使用了重型聚乙烯塑料管(聚乙烯燃气管)。采用钢管保护需要焊接工序,施工不方便,还始终存在毛刺和焊瘤等问题。而聚乙烯燃气管的强度、抗压、抗张和抗冲击能力等性能,完全能够满足到光(电)缆保护所需的安全系数,具有良好的环刚度和韧性,遇较大外压不变形,不再需要大管作外层保护。同时相关接续简单方便,单根套管长度较长(可达 200 m),施工方便等优势,为特殊地段的光缆

与管道协同施工争取了时间,为同步施工创造了有利条件。随着聚乙烯燃气管价格的进一步下降,其性价比和实用性也越来越高。

在本工程设计中,在国内首次大量采用了抗压性能较好的聚乙烯燃气管作为光缆保护套管,这也是一次大胆有益的探索和实践,实践证明聚乙烯燃气管的大量采用,既保证了光缆安全和敷设质量,又大大方便了施工、节省了投资。

4.3 GPS的运用

为了满足陕京二线输气管道工程建成数字化管道的需要,每个光缆接头盒处采用 GPS定位。GPS的定位精度应控制在水平精度 $\pm 0.5\text{m}$; 高程精度 $\pm 1\text{m}$ (不作硬性要求),同时要求在施工竣工资料中输入接头盒编号、经度、纬度、高程、接头产品型号、接头方式、接续光缆型号、接续光纤芯数、空闲光纤芯数、施工单位、接续完成时间等。GPS的运用不仅为管道数字化打下了基础,也为今后的光缆线路的维护抢修提供了方便和赢得了宝贵时间。

4.4 光缆和管道协同施工方式的选择

为解决在施工中管道与光缆施工的协调困难和协同施工等问题,尽可能做到管道与光缆施工的协调一致,业主选择了由管道施工单位承担各段光缆线路施工任务,这也是在国内首次由同一(管道)施工单位同时完成管道和光缆施工,这是一次对协同施工方式的有益探索,它较好地解决了施工中的协调困难和协同施工等问题。

在地形多变,地质条件复杂的长输管线施工中,首次让非通信专业队伍进行光缆线路敷设施工。针对这一特点,在设计交底时就光缆的基本特性和光缆敷设施工中的各个环节和细节,针对施工中重难点和注意事项,用浅显易懂的语言进行了详细说明,

并提出了不少有益的建议。同时各标段成立了以通信监理为组长,施工方和专业通信公司参加的光缆施工三人小组,该组织较好地弥补了管道单位在光缆施工上技术上的不足,也为尽可能做到光缆与管道同步施工提供了组织保证和条件。

陕京二线光通信系统的顺利开通和运行标志着光缆与大型输气管道同沟直埋敷设的成功实践,它为今后光缆与管道同沟直埋敷设光缆在设计和施工方面积累了宝贵的经验,但作为一种新的敷设方式,也有一些问题和教训,还需要在实践中不断探索和完善,如在土建和水工保护施工中如何保护光缆、与管道协同施工方式选择等课题都有待进一步探索和实践。

陕京二线光缆与管道同沟直埋敷设不仅可以满足管道自身数字化现代化的需要,而且也今后全国石油天然气管网进行统一集中调度管理提供了宽带通信路由。随着光缆与管道同沟直埋敷设技术日益成熟和完善,光缆与管道同沟直埋敷设将在我国天然气管道建设中更广泛的采用。

新规范的采用为同沟敷设提供了设计、施工、验收的新依据,在今后的设计过程中,在规范的指导下,设计将认真总结经验和教训,不断完善光缆与管道同沟直埋敷设技术方案,为我国天然气管道建设作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] YD 5102—2003 长途通信干线光缆传输系统线路工程设计规范[S].
- [2] YDJ44—89 电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定[S].
- [3] 周永红,唐林,张天维,等.陕京二线输气管道工程通信光缆同沟敷设通用图[Z].成都:中国石油集团工程设计有限公司西南分公司,2004