

杭甬线输气管道工程设计特点

郭成华, 刘玉峰, 李 璞, 李 唯, 张有渝, 张 军

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 杭甬线是中国石油工程设计有限公司西南分公司在长三角经济发达地区设计的一条功能完备、设施齐全、技术先进的输气管道工程。作为浙江省天然气输气管网的主动脉, 在工艺条件复杂, 建设环境严酷, 工程地质条件不佳等种种不利条件下, 设计采取了符合当地实际情况的做法, 采用了先进的技术和措施, 满足了工程多气源多用户储气调峰的工艺需求, 首次尝试在输气管线上采用变频调速电机驱动的齿轮式压缩机组并获得成功, 为管道安全、平稳供气奠定了良好基础。

关键词: 杭甬线; 天然气管道; 设计特点

文章编号: 1006-5539(2008)05-0001-03

文献标识码: B

杭甬线输气管道工程干线起点位于宁波市北仑区春晓镇春晓首站, 终点位于杭州市余杭区崇贤末站。线路经过宁波市、余姚市、上虞市、绍兴市、杭州市等五个市。干线全长约 246.2 km, 设计压力 6.3 MPa, 管径 $\Phi 813$ mm, 支线合计 57.1 km。输气管道沿线设置干线站场 8 座; 支线站场 6 座; 分输阀室 8 座, 截断阀室 14 座^[1]。

1 浙江省天然气输气管网的主动脉

浙江省位于我国沿海经济发达的长三角地区, 经济快速增长, 市场发育完善。随着优质高效能源天然气的引入, 对满足能源需求、优化能源结构、保护大气环境起到了重要作用^[2]。根据浙江省天然气利用规划, 进入浙江省的天然气有西气东输天然气(简称西气)、东海天然气(简称东气)、川气东送天然气(简称川气)、西气东输二线天然气(简称西二线气)和引进液化天然气(LNG)。

杭甬线在杭州崇贤站与西气东输的杭湖支线(常州—湖州—杭州)相衔接, 通过萧山分输站与西二线气衔接。这样西气及西二线气可通过杭甬线东输至绍兴、上虞、余姚、乃至宁波。东海天然气在宁波登陆后可通过杭甬线向西输送至宁波、余姚、上虞、绍兴、乃至杭州。引进的 LNG 陆上终端在宁波

沿海气化后, 也可通过杭甬线输至沿线各地、市。杭甬线的春晓站又是规划中的甬台温输气管道的起点, 天然气可在此分输至台州、温州地区。杭甬线的萧山站又与规划中的杭金衢输气管道相连。东气及 LNG 天然气从萧山即可分输至义乌、金华等浙中地区。杭甬线的下沙站即是杭州至嘉兴输气管线的起点, 天然气可在下沙站分输至嘉兴地区各县市; 同时, 在该站浙江省管道系统又与川气连接, 将川气东送的天然气引进浙江。

杭甬线可以沟通东西方向五种气源, 连接浙江省多条规划的输气管道, 并与规划的其余浙江省管道形成环网。正常情况下, 可根据市场需求及气源情况进行合理分配。用气不平衡情况下, 各种气源可以互为调剂, 互相补充。可见杭甬输气管道除满足沿线各地供气需求外, 在整个浙江省天然气管网中也起到了主动脉的作用。

2 线路与地方规划协调难度大

浙江省是我国经济最发达的省份之一, 而杭绍平原及宁波地区又是浙江省经济最发达的地区。浙江省地域面积不大, 土地资源十分珍贵。土地将成为制约经济进一步发展的因素之一。在这样的地区搞管道建设, 困难程度可想而知。市区县镇各级规

收稿日期: 2008-03-13

作者简介: 郭成华(1970-), 男, 四川成都人, 高级工程师, 毕业于西南石油大学。主要从事石油天然气地面工程设计工作。电话: (028) 86014378

划层层覆盖, 民营经济企业遍地开花。杭甬铁路、沪杭高速、机场高速、杭甬高速、甬台温高速、杭金衢高速等纵横交错。输气管道线路设计要与市、区、县、镇各级规划相结合, 还要与铁路、公路、航运、河道等各专项规划进行周密协调。设计只能按规划允许的路由布设线位。同时又要充分征求村委会及农户意见, 这又往往牵涉到政策处理及赔偿等问题。因此整个线路设计由现场设计组配合业主, 施工单位进行政策处理, 征地赔偿以后, 才能最终将线位确定下来。施工图设计确定路由的程序复杂性, 反复修改的次数、花费时间及设计人员精力之多, 是与我国中西部地区长输管道设计完全不同的。

3 地质情况复杂

管道经过地区的河流分属钱塘江水系和甬江水系, 管线穿越的大型河流有钱塘江、曹娥江、姚江、甬江四条。其次还有众多的湖泊、河网构成纵横交错、湖荡密布的水乡泽国。管线经过的大部分中小河流具有通航功能。洪水季节与枯水季节水位变化不大。顶管穿越: 干线共 193 次, 长 14 486 m; 支线共 67 次, 长 4 812 m。定向钻穿越: 干线共 39 次, 长 29 568 m; 支线共 23 次, 长 10 466 m。单公里穿越长度为国内天然气长输管道罕见。

杭州、绍兴、宁波地区地层属冲海积平原, 地下水埋藏较浅。经多次蒸发、固化, 地表 1~2 mm 深形成一层硬壳。其下部多为淤泥质软土, 含水量高, 空隙比大, 渗透性小, 压缩性高, 抗剪强度低和灵敏度高^[3]。由于油气管道工程的特点和各地软土性质的差异, 软土地区油气管道出现上浮、建构筑物出现不均匀沉降甚至墙体开裂的情况。如在雨季开挖施工, 地表水与地下淤泥混合, 处理更为困难。在软土地区修建大管径油气管道工程, 多年来一直是油气管道建设的一个技术难题。为此我们专题开展了《杭甬线软土地基研究》课题。针对管道敷设、线路建构筑物、站场建构筑物分别提出了软土地基的处理措施和方法, 用于工程实践, 在兼顾工期和工程造价的前提下, 取得满意的效果。

4 钱塘江定向钻穿越创同管径穿越长度世界之最

杭甬线钱塘江穿越位于杭州市下沙区和萧山区、钱江九桥下游。钱塘江属感潮性河流, 穿越河段

又靠近杭州湾。此处河床宽, 受水流双向冲刷, 浪潮汹涌, 是有名的钱塘江大潮观潮胜地。定向钻穿越长度 2 454 m, 管径 $\Phi 813$ mm, 同管径穿越长度创世界之最^[4]。

钱塘江穿越的设计和研究工作历时 5 年。中国石油工程设计有限公司西南分公司专门开展了《钱塘江穿越的专题研究》专项研究方案经四次专家评审。从穿越位置选择论证; 同河道航运管理部门结合; 两岸部分规划的协调, 各种穿越方式的选择论证, 到定向钻穿越管道应力分析计算。出入土点选择, 钻机布置, 回拖力计算, 钻杆扭矩校核, 做了大量细致而有效的工作, 经与施工承包商密切协作, 采用了世界先进的对接技术, 终于创造了世界之最优异业绩。

5 站场、阀室、支线数量极大

在杭甬线约 250 km 的干线沿线, 分布着干线站场 8 座, 支线站场 6 座; 分输阀室 8 座, 均预留供气接头; 线路截断阀室 14 座, 单位管线长度具有的站场和阀室数量在其他管道工程较为罕见。

可见杭甬线既承担着三种气源至各级用户的输气任务, 也起到向沿线众多燃气用户的气量分配和调节作用。各类用户的用气量、用气压力差异很大。为保证在不同的时间段均能安全、平稳供气。需对管道工艺参数进行动态模拟, 以满足各类用户需求。杭甬线工艺设计中, 反复对同时期的各种工况、不同建设方案进行多方案对比计算, 最终优化确定合理的建设方案。

6 工艺条件复杂

在杭甬线的供气用户中有 4 座燃气电厂。用气量占总供气量的 60%。根据规划, 四座电厂均为调峰电厂, 年发电时间约在 3 500 h。这样就给输气管线的供气带来极大的不平衡。气田开采, 净化处理装置的生产都是在一定条件下连续平稳进行的。当电厂不用气时, 首站进来的多余气量就会储存在管线当中。当电厂开工时, 管中储气和首站供气共同满足电厂高峰负荷的燃气需要。这就使输气管道承担起储气调峰任务。距离不太长的输气管道承担这样大的储气调峰任务, 在我国目前的长距离输气管道中是少见的, 民用气、商业用气及电厂用气的季节调峰, 在未建地下储气库的情况下, 只有靠上游气田

来调节。管道储气只能解决电厂用气的小时不均衡问题。

当 LNG 投入浙江省管网后,将大大缓解管道储气调峰的作用。因 LNG 是液态储存,可随用户需求量而进行气化,即可解决高峰时段集中用气的问题。这时输气管道将充分发挥其输气功能,在满足输气需求的前提下,还可发挥一定的储气作用,与东海气、LNG 共同满足用户需求。所以从远期看杭甬线的输气量可以有较大增长。

7 站场工艺流程灵活可靠

为适应浙江省多种气源的供气情况,杭甬输气管道的站场设计具有工艺流程灵活可靠的特点。当东气上岸以后,通过春晓站增压输往宁波、余姚、上虞、绍兴等地。正常情况下,西气首先满足杭、嘉、湖地区用气。当西气(含将来川气、西二线气)供应浙江省市场有较大规模增加时,杭甬线利用其正反输功能,也能将西气送往绍兴、上虞、余姚、乃至宁波等的用户。此时应在杭州崇贤站(或下沙站)建增压设施,以满足用户的用气压力需求。

当 LNG 登陆后,除可增大供气量,满足用气市场需求外,还可利用其安全可靠、供气量灵活变化的特点,加大其调峰及事故储备功能。此时,杭甬线即可发挥其输气功能。可见,在杭甬线投产初期、中期和远期,输气工艺参数变化较大,为满足这一要求,站场工艺设施具有适应多种工况的特点。既可满足不同时期的输气量变化需求,又可互为备用,做到灵活可靠,保证平稳供气。

8 采用先进控制系统

杭甬线采用先进可靠的 SCADA 控制系统,设置管网调度控制中心为确保安全、平稳供气,根据杭甬线站点多,供气参数变化大的特点,采用了一套先进成熟的监视控制与数据采集系统——SCADA 系统。整个系统分三层结构:第一级为调度控制中心级,由设在公司总部的调度控制中心,实现管理功能,必要时也可越权控制;第二级为站控系统,由沿线各站及阀室的 RTU 运行终端、站控计算机及辅助设备 RTU/PLC 组成,实现站场控制管理功能;第三级为现场控制级,主要是现场主要设备的独立手动操作控制。

在公司总部设调度控制中心。除管理杭甬线

外,还可对整个浙江省天然气管网实现调度控制管理和数据采集。

9 首次采用部分先进设备

由于杭甬线具有管道储气调峰功能,使得管道内压力随时间变化比较频繁。首站从 2 MPa 增压至 $6.3 \text{ MPa}^{[1]}$ 。压比大,而变化频繁的特点。杭甬线春晓压气站压缩机组采用变频电机驱动的齿轮式压缩机组,开创了此类增压机组在输气管道上使用的先例。

10 建筑风格与景观、民俗协调统一

地处江南水乡的杭甬输气管道,沿线站场的建筑物形体不大,在建筑设计上采用了与当地民居相近的风格,再配上各站场的绿地设施,使得外观优美,山青水秀,与周围风景浑然天成,受到用户好评。

11 结束语

杭甬线是中国石油工程设计有限公司西南分公司在长三角经济发达地区设计的一条功能完备、设施齐全、技术先进的输气管道工程。虽然其距离不长,输气规模也属中等,但其工艺条件复杂,建设环境严酷,工程地质条件不佳。在这种情况下,设计上采用了符合当地实际情况的做法:采用了先进的技术和措施,满足了工程多气源多用户储气调峰的工艺需求,创造了钱塘江定向钻穿越等多项国内国际先进业绩,为管道安全、平稳输气奠定了良好基础。

参考文献:

- [1] 刘玉峰,陈凤.杭州—宁波天然气输气管道工程说明书初步设计[Z].成都:中国石油工程设计有限公司西南分公司,2001.
- [2] GB 50251—2003 输气管道工程设计规范[S].
- [3] 游敏.杭甬线软土地基研究[Z].成都:中国石油工程设计有限公司西南分公司,2002.
- [4] 谭明星.钱塘江穿越的专题研究[Z].成都:中国石油工程设计有限公司西南分公司,2006.
- [5] 刘玉峰,陈凤.杭甬线春晓压气站工程说明书初步设计[Z].成都:中国石油工程设计有限公司西南分公司,2005.