

# 杭甬线输气管道站场设计优化

方东晓<sup>1</sup>, 钱济人<sup>1</sup>, 陈妍玲<sup>2</sup>, 胡道华<sup>2</sup>

(1. 浙江省天然气开发有限公司, 浙江 杭州 310052)

(2. 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

**摘 要:** 杭甬线输气管道工程位于我国东部沿海地区, 具有降雨量丰富, 沿线软土普遍分布等特点。结合站场建设工程设计及运行中出现的问题, 提出优化应对方案, 为今后类似工程设计提供参考。

**关键词:** 调压; 阀门外漏; 放空立管; 地基处理

**文章编号:** 1006-5539(2008)05-0011-03 **文献标识码:** A

## 0 前言

杭甬线输气管道工程为浙江省输气管网的主动脉, 管线西起杭州崇贤站, 东至东海天然气三山登陆点, 并与 LNG 天然气贯通。本工程沟通了西气、东海气田和 LNG 三种气源, 近期以东海春晓气田群为主, 中远期还将接入 LNG 天然气。

杭甬线输气管道工程共建站场 14 座, 其中无人值守的远控站 6 座 (包括二座清管分输站), 阀室 20 座, 自 2005 年 1 月东部管道投产, 至今已有两年多时间。本文收集和总结了站场建设和运行中发生的问题, 提出了改进的建议。

## 1 调压系统的设计优化

中华人民共和国国家标准 GB 50251—2003《输气管道工程设计规范》<sup>[1]</sup> 在第 8.4.6 中要求: “当供气压力超限会危及下游供气系统设施安全时, 应设置可靠的安全装置系统”。当可能的最高进口压力与允许最高出口压力之差大于 1.6 MPa 和进出口压力之比大于 1.6 时, 可选择下列措施:

a 每一回路串联安装 2 台安全截断设备, 安全截断设备应具备快速关闭能力并提供可靠的截断密封。

b 每一回路安装 1 台安全截断设备和 1 台附加的压力调节控制设备。

c 每一回路安装 1 台安全截断设备和 1 台最大流量安全泄放设备。

原分输站气体调压系统设置<sup>[2]</sup>方式见图 1。

但在工程实际运行中, 备用支路上游手动球阀常开, 由于电动调节阀密封不严导致气体微漏, 使调节阀下游压力达到安全切断阀设定压力, 安全切断阀动作关闭备用支路, 不能实现主、备用支路的远程控制切换, 需人工手动复位。

设计优化: 将调压系统上游球阀改为电动, 使备用支路长期有效, 达到远控的目的。

## 2 关于阀门泄漏的应对措施

### 2.1 阀门外漏

为统一订货规格及节约成本, 本工程阀门技术规格书中规定小于 DN400 的阀门采用法兰连接, 大于等于 DN400 的阀门采用焊接连接。因本工程进出站场及放空管道阀门大部分均小于 DN400 与干线直接连接的阀门存在大量法兰连接。在施工过程中, 紧固法兰时没有采用力矩扳手, 垫片存有变形现象, 即使试压通过, 后因管道沉降等因素, 在法兰螺栓上产生较大应力, 造成微量渗漏。由于与干线相

收稿日期: 2008-07-03

作者简介: 方东晓 (1968-), 男, 浙江杭州人, 工程师, 学士, 主要从事天然气储运研究与技术管理工作。电话: (0571)

86669733

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

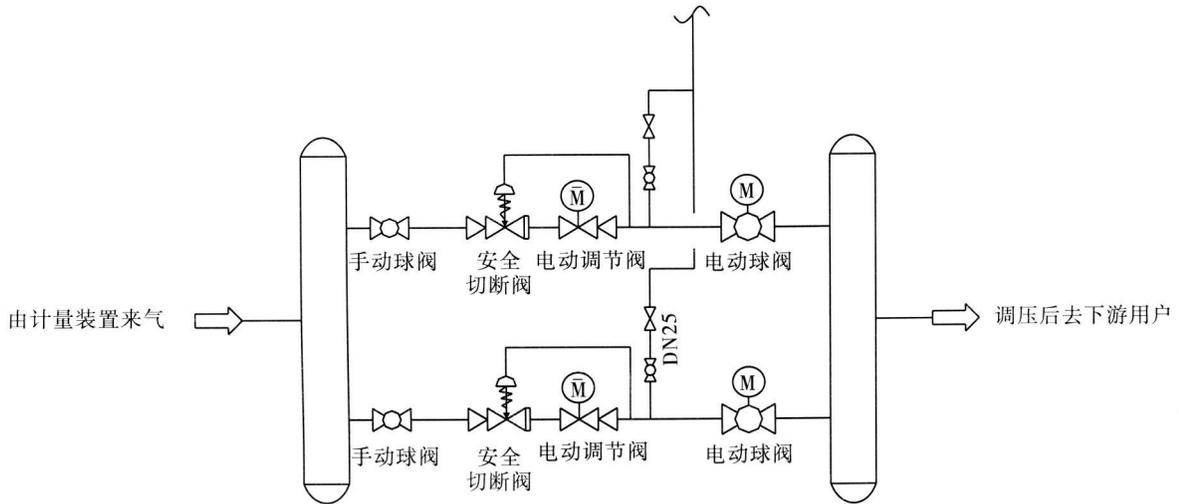


图 1 原分输站气体调压系统设置

连,如更换垫片或维修,需将干线天然气放空,成为管线安全运行隐患,处理成本高。

应对措施:将与干线直接相连的阀门改为焊接连接,或至少在与干线相连端采用焊接连接。

## 2.2 阀门内漏

杭甬线输气管道工程站场部分球阀存在着内漏问题,内漏主要有二个原因:一是阀位限位装置松动变化;二是密封面受损。大部分内漏均可以通过调整限位消除;密封面受损的球阀采取注脂的方法消除,但对于密封面受损严重的球阀,注脂后仍有内漏发生。

根据杭甬线输气管道工程阀门内漏的统计,接近干线的阀门内漏的比例高,均为密封面受损,无法采用阀位调整消除内漏,这种现象与干线管道洁净有关。

## 2.3 应对措施

a 对于进站阀门应采用双密封球阀,即金属硬密封+软密封,球体表面采用镀铬,增加硬度。

b 技术规格书要求站场球阀为双截断和排放(DBB)的阀门,但双活塞效应的球阀更适合天然气分输站场的工艺,采用双活塞的阀门,一旦内漏且注脂失效,仍可在球腔注入高压氮气,使得密封面和球体更为紧密,同时进行气体隔断。

杭甬线输气管道工程以西站场工程改用了双活塞阀门,但随之带来了其他问题,由于双活塞阀门的特点,球腔气体不能向下游泄放,因此在阀体上装有

安全阀,但该安全阀形体较长,在施工安装过程中,经常损伤安全阀和球体连接螺纹,造成安全阀漏气。

双活塞阀门安全阀的工厂设定值为设计压力的1.33倍,杭甬线输气管道工程设计压力为 $6.3 \text{ MPa}$ ,安全阀的设定值为 $8.4 \text{ MPa}$ ,即使管道压力运行在最高值 $6.3 \text{ MPa}$ ,在夏天天然气温度为 $15^\circ\text{C}$ ,如果要使安全阀动作,球腔内的天然气温度至少要达到 $110^\circ\text{C}$ 以上,因此双活塞球阀的安全阀可以取消,进口卡麦隆用于天然气的双活塞阀门上就采用螺栓替代了安全阀。

## 3 放空立管的优化改进

本工程地处江南,根据气象资料,年降雨量大于年蒸发量,东段放空立管未考虑放水阀设计,可能会造成放空管内积水。西段设计中放空立管增加放水阀设计,根据GB 50251—2003《输气管道工程设计规范》<sup>[1]</sup>第3.4.9的要求,改进设计方案,见图2。

该设计中,水平放空管埋地,弯管前的水平埋设直管段采用锚固墩锚固,放空立管底部用地脚螺栓固定,上端设置绷绳,同时在放空管接入竖管处设置倾斜档板,配合放水阀,在保证安全的基础上有效的解决了放空管积水问题。

## 4 工艺区地基基础处理<sup>[3~4]</sup>

### 4.1 站场建筑物及设备基础的特点

杭甬线输气管道工程站场建筑物及设备基础有

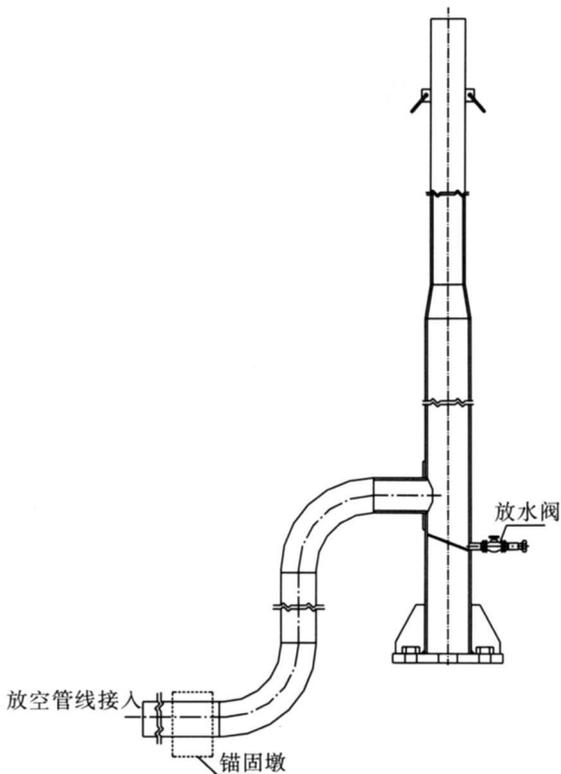


图 2 放空立管的设计优化

几个特点:一是占地范围较大,地基处理范围较宽;二是荷载较轻;三是对沉降量的控制要求比较严格(输气管道工程属于高压易泄漏);四是排污池、生活污水处理装置区及墩阀基础埋深较深,但其荷载不大;五是放空火炬构筑物较高,倾覆力矩较大。在进行站场基础地基处理方案时,要充分考虑这些特点,优化设计,考虑工期、经济等诸多因素,选择最适宜的地基处理方案。杭甬线输气管道工程沿线软土普遍分布,而且软土的埋深、厚度、土性的差异都很大。因此杭甬线输气管道工程的地基基础处理需要认真研究。

## 4.2 采用的地基基础处理的方案

### 4.2.1 利用硬壳层

根据杭甬线输气管道工程沿线各个站场的地勘报告可以看出,软土地区上往往都有一层强度比软土高的土层,被称为“硬壳层”,“硬壳层”可以起到承重和扩散应力的作用,利用好“硬壳层”对降低工程投资有着重要的意义。利用“硬壳层”作为基础持力层时,不得扰动“硬壳层”使其遭受破坏,同时对“硬壳层”的勘察、利用工作做得不好,则达不到预想的效果。浙江地区硬壳层的厚度变化较大,薄

的只有 0.3~0.5 m 如余姚分输站、余姚清管站。一般的有 1 m 左右如北仑末站等。还有 7~8 m 厚的,如上虞分输站等。如果站场建构物荷载较轻,可直接利用硬壳层,采用天然地基,不需要进行地基处理。对于埋深 1 m 左右的北仑末站等,部分设备基础利用硬壳层,设计为天然地基基础。

### 4.2.2 换填法

换填法适于浅层地基处理,处理深度可达 2~3 m。也就是说,站场的软弱土层在此深度范围内,可以采取换填法处理地基。在饱和软土上换填砂垫层时,砂垫层具有提高地基承载力,扩散应力,减小沉降量,防止冻胀和加速软土排水固结的作用。由地勘资料可知,绍兴站 2 b 层淤泥质粉质粘土是设备基础下面的软弱土层,需要处理,由于该土层顶板标高 2.78~3.60 m,层厚 0.50~0.90 m,经过分析研究,决定采用换填处理,具体要求为将设备基础底面下的淤泥全部换掉,换填采用级配碎石,分层铺填压实。

### 4.2.3 水泥石土搅拌法

根据各站的具体地质情况,可以采用水泥石土搅拌法来进行地基处理。在水泥石土搅拌法处理地基的设计中,一般都是整个装置区满堂布置,如浙江省电力设计院设计的国华电厂的地基处理中,就是满堂桩。我们在杭甬线输气管道工程站场中,区分不同的设备基础特征,在桩的间距、数量设计中适当有所区别,作到精细设计。在杭甬线输气管道工程的各个站中,由于软土的埋深,厚度不同,采用的水泥搅拌法也有轻微的差别,软土埋深很深,像上虞站,在 15 m 以下,通过验算,是可以不进行地基处理的。有些站场,全场分布软土,埋深很浅,同时厚度又很厚,如余姚清管站,由于设备基础的荷载小,通过计算,地基处理到 10 m 就可以提供 100 kPa 的承载力,通过控制沉降,地基处理深度 10 m 即可。有些站场,软土只有 6~7 m 深,水泥石土搅拌桩的承载力偏低,只有通过加密水泥石土搅拌桩的密度,才能提供 100 kPa 的承载力。同时在站场设备基础的水泥石土搅拌桩设计中,还要考虑设备的重要性,对于过滤分离基础、旋风分离基础、收发球基础等,要适当的密布水泥石土搅拌桩。

### 4.2.4 灌注桩

三山首站的地表有较厚的淤泥层,同时位于山坡边,从地勘剖面可以分析出,场地地下覆的基岩具有

(下转第 29 页)

(上接第 13 页)

10~17°的倾斜,不宜采用水泥搅拌法处理地基,因为水泥搅拌法没有配筋,它的破坏属于脆性,具有突发性,为了工程的安全性,宜采用大直径灌注桩。一方面大直径灌注桩具有抵抗水平力的功能;另一方面由于配筋,提高延性,对工程项目及人员有安全保证。经过多次的论证分析,三山首站综合楼采用大直径灌注桩基础方案。

#### 4.2.5 抛石挤密法

抛石挤密法主要用于硬壳层较薄,或者有些设备基础埋深较深,穿透了硬壳层的情况。若采用水泥搅拌法,由于工程量不大,或者是工期要求紧张,同时水泥搅拌法需要养护与检测,不适合采用。所以在杭甬线输气管道工程后期施工中,采用抛石挤密法较多,但是由于各种原因,抛石挤密处理的计算理论与参数的选择都有不太清楚的地方,处理后的基础沉降效果还需要进一步观察。北仑末站的排污池就是采用这种方法。

#### 4.2.6 整板基础与钢筋混凝土带肋条形基础

对于设备基础占地面积小,设备基础数量不多

的站场,可以考虑采用整板基础的形式,它的优点有施工技术要求不高,适应较好,不需要太长的养护期,对于抢工期,非常有力,同时由于是整板基础,它能很好地调整设备基础的不均匀沉降,有利于输气管道的安全。

钢筋混凝土带肋条形基础具有调整建筑物基础的不均匀沉降,有利于建筑物的安全,同时不需要进行地基处理,在杭甬线输气管道工程中得到较广泛的应用。

#### 参考文献:

- [1] GB 50251—2003 输气管道工程设计规范[S].
- [2] 钟小木,周明军.输气管道分输站调压系统的优化设置[J].天然气与石油,2005,23(4):27-30.
- [3] 吴克信,胡道华,何丽娟,等.软土地区地基处理应用技术研究报告[Z].成都:中国石油工程设计有限公司西南分公司,2007.
- [4] 张北老,徐永金,史平扬,等.杭州—宁波天然气输气管道工程勘察报告[Z].杭州:浙江省天然气公司,2006.