

从陕京输气管道工程 SCADA 系统 看油气管道 SCADA 系统设计

姚 伟* 祁国成 魏 巍

(北京天然气集输公司)

姚 伟等. 从陕京输气管道工程 SCADA 系统看油气管道 SCADA 系统设计. 天然气工业, 2000, 20(3): 86~89

摘 要 陕京输气管道是目前国内陆上第一条长距离、大口径的高压输气管线,它采用国际流行的 SCADA 系统实现全线的监视、操作和管理。根据在陕京输气管道 SCADA 系统设计、安装、调试和运行管理中的实践经验,从系统的安全性、先进性、可靠性、开放性等几个角度探讨了 SCADA 系统的设计思想,同时指出了油气管道 SCADA 系统建设中应注意的问题,从而对国内油气管道 SCADA 系统的建设具有一定的指导意义。

主题词 陕甘宁地区 北京 输气管道 自动控制 系统设计 分析

陕京输气管道 SCADA 系统简介

陕京输气管道是我国目前陆上天然气输送距离

最长、管径最大($\text{D}660$) 沿线自然条件最为恶劣的一条管道。它是天然气东进的大动脉,担负着改善大气环境、气化京津地区的重任。干线西起陕西靖

万方数据

* 姚伟,1956年生,高级工程师,1984年毕业于沈阳化工学院,长期从事油气管道的生产管理工作。地址(100101)北京市朝阳区慧忠里甲118号。电话(010)64916804。

边首站,东至北京石景山衙门口末站,全长 853 km。支线西起北京琉璃河分输站,东至河北永清分输站,全长 65 km,负责向天津供气。干线设计一期不加压年输气量为 $13 \times 10^8 \text{ m}^3$,二期加压后年输气量为 $20 \times 10^8 \text{ m}^3$,最大年输气量设计可达 $30 \times 10^8 \text{ m}^3$,干线最高设计压力为 6.4 MPa。

陕京输气管道 SCADA 系统采用国际招标方式,选定德国 PLE 管道工程公司进行基本设计和详细设计、Cegelec AEG 公司进行工厂设计。全线目前设有计量站 4 座(分别为靖边首站、北京末站和琉璃河、永清两座分输站)、清管站 7 座、9 座 RTU 截断阀室。在北京市亚运村设有调度控制中心(DCC)一座,对全管线进行监控和调度管理。另设 3 个输气管理处,分别负责陕西、山西、河北各段管线的维护管理工作。管线各站场均按无人值守设计,SCADA 系统负责全管线的数据采集和监控,对管线进行科学的管理。

油气管道 SCADA 系统的设计思想

1. 安全性

工业生产首先要讲安全,油气输送管道的操作,更是防范基于救灾。安全的目的是保护人、设备、资源和环境,减少国家财产的损失和保障生命。因此系统设计,安全为先。

由于油气属于易燃易爆物品,因此油气管道的 SCADA 系统设计要将防火防爆纳入设计范畴,有条件也可设置自动消防系统。为此,陕京输气管道专门设置了火灾和气体监测系统,另外根据地区性防爆等级要求而选择相应的防爆类型的仪器仪表。在硬件设置上,安全性措施还有很多,如在控制室信号引入点有隔离措施,在雷暴多发地域加装雷击保护装置,控制系统的接地也要自成体系等等。

在软件的设计上设置了操作权限,无论在 DCC 还是在站场,对不同的系统操作人员设置了相应的系统访问密码。最高级别为系统管理员,他能进入系统内部修改数据库和程序,最低级别是操作员,他仅能进行 MMI 的日常操作。

控制软件是安全性设计的重要一环,它直接对工艺设备进行操作,从软件设计上要充分考虑逻辑条件的关联及互锁,稍有疏漏就可能酿成严重的生产事故。另外三级控制模式的设计,即使自控系统全部失灵也能通过手动操作保证管线的安全运行。

如果 SCADA 系统与企业网连接,尤其当企业网与 Internet 连接时,系统设计就必须考虑网络安全
万方数据

问题,在软件/硬件方面采取积极的措施,防止 SCADA 系统因不良分子的侵入而遭受破坏。

安全性存在于 SCADA 系统设计的方方面面,只有考虑周详、设计严密才能保障管线的生产安全。

2. 先进性

陕京输气管道在立项之初就有明确的目标,要建成国内第一条具有 90 年代国际先进水平的输气管线,这对 SCADA 系统的设计提出了很高的要求。

陕京输气管道 SCADA 系统的设计采用国际标准,吸取了国际先进思想。如 LIC 管道模拟软件的应用使调度管理工作更科学,“阴极保护”“3 秒断 12 秒通”数据采集方法的应用使阴保数据采集更准确,计量回路中差压变送器采用“2 高 1 低”的配置也保证了计量结果的准确性和精度。在数据通讯方面,主路由采用了先进的卫星通讯方式。

另外在硬件选型方面,陕京输气管道 SCADA 系统选用的大多是当时较先进的设备。如主机选用 SUN 公司的 64 位机,以太网网络可由 10 baseT 升级到 100 baseT,计量系统的压力和差压变送器采用 Rosemount 新型的 3051 C 系列,PLC 采用 Schneider 公司 Modicon Quantum 系列产品等等。

以上软硬件两方面的设计,保证了目前陕京输气管道 SCADA 系统在国内处于领先地位。但任何系统的先进性都是暂时的,特别是在微电子技术飞速发展的今天,这一点显得尤为突出。另外当先进的东西组成一套系统时,如果这套系统可靠性不高,则这套系统先进性也就无从谈起。希望油气管道 SCADA 系统的建设者们能有个冷静的思考,在目标、投资和先进性等方面作出折中的选择,不要片面地强调先进性。

3. 可靠性、可用性

即使一套 SCADA 系统设计得再先进,其元器件经常损坏,软件总是出故障,使维护人员一刻也离不开现场,那这套系统就很不可靠也不实用。因此,在设计 SCADA 系统时要专门进行可靠性设计,采取一系列可靠性技术。

陕京输气管道的 SCADA 系统既要求具有很高的先进性又要具有很高的可靠性,在设计上可用性要求达到 99.8%。为了保证这一高的可靠性,首先要求系统具有容错能力,要求非关键元器件的故障不能影响整个系统的正常运行,其次对关键设备采取冗余于配置,如 DCC 采取双主机、计量站 PLC 采取双 CPU 配置。在计量站,流量计算机获取色谱分析数据采用双通道数据通讯。另外模块化设计、抗干

扰和防雷击措施、热插拔技术和故障的自诊断等等一系列措施,也是保证了系统可靠性的提高。

SCADA系统承包商的选择也是决定系统可靠性的关键,在比选承包商时,既要考察系统所采用的硬件,更要考察采用的软件,从操作系统、视窗软件到系统软件、应用软件等方面一一加以考察。所有采用的软件应当是在投入现场使用前已进入成熟阶段,且具有相当的业绩。

4. 冗余性

为了实现系统的高可靠性,要求SCADA系统中重要的关键设备具有很强的容错能力,对它们采取冗余配置。基于这一要求,调空中心采用双主机(Host)双以太网、双通讯处理机配置;站控系统PLC采用双CPU配置。

冗余配置的工作模式为主从方式,当主机(Master)在线工作时,从机(Slave)处于热备状态,它时刻监视主机的工作状态,并从主机获取数据使从机与主机数据库保持完全一致。当主机一旦出现故障,从机就立刻将主机的工作接管过来,自动由从机变成主机,这一切换过程要求做到无扰动,以不使管道输送发生任何突变;而发生故障的主机修复后则变为从机,这时系统的主从关系发生了一次转换。

5. 开放性

开放性设计是当今系统设计的基本要求,它要求计算机软硬件厂家共同遵守OSI国际标准,以实现不同厂家之间的异种计算机设备间的通讯。虽然开放性是针对计算机设备间通讯提出的要求,但也给用户提供了很多方便。用户在设备采办和软件选择时不必限定在一家厂商,而可在多家厂商之间进行挑选,增加了选择余地和灵活性。开放性也给系统的维护带来便利,如计算机的更新换代。

陕京输气管道将要开口新增分输站,由于陕京输气管道SCADA系统设计从一开始就遵循了国际开放标准,这给新增分输站自控系统设备的选型提供了很大的空间。

6. 模块化

模块化是指软件和硬件设计的一种方法。按照该方法,SCADA系统具有了积木式结构,从而使用户可根据生产要求灵活地进行系统配置。模块化设计的优点是系统易于维护、扩展方便。

靖边首站的控制软件按功能划分成一些模块,任一模块的故障不会影响其它模块的运行。另外靖边首站在二期工程期间将上压缩机,只要在现有软件模块基础上添加压缩机模块即可,无需对软件结

构做大的改动,更无需重新进行软件开发。

7. 扩展性

系统的扩展性是对未来提出的要求。现阶段由于条件不成熟,系统规模受到限制。如将来系统规模可能扩大,系统在设计之初就必须加以考虑,给系统的扩展留有余地和弹性。一个系统能不能扩展,扩展能力有多大,这主要取决于系统所选用的软件的性能和硬件容量。设计人员要在系统的整体性能如响应速度、通讯速率和计算机资源两方面进行优化考虑,最终确定一个合理的系统扩展规模。

陕京输气管道的扩展能力很强,设计要求至少可扩展到50个带RTU站场。目前全线共有20个带RTU站场,连扩展能力的一半还不到,所以陕京输气管道的扩展的余地很大。

8. 可操作性、可维护性

SCADA系统管理者和使用者是生产技术人员和操作人员,尤其是国内油气管道操作人员的文化水平相对较低,SCADA系统的可操作性和可维护性显得就非常重要,SCADA系统要易于操作、便于维护。系统组态软件是SCADA系统的重要组成部分,系统开发人员在用它生成系统时要灵活方便。MMI的设计是一个重点,这往往要求控制人员和工艺人员密切配合,共同设计出一个界面要友好便于操作的MMI。另外硬件模块能够热插拔、逻辑程序注释清楚、端子接线图标注清晰等方面,都给系统的操作维护带来极大的方便。

9. 三级控制

目前国内外油气管道都采用三级控制的管理模式,陕京输气管道的SCADA系统也不例外地设置了三级控制:DCC远程控制,站场控制,现场手动控制。

DCC控制为第一级控制,这时站场的状态处于“站远程”。虽然DCC的控制级别最高,但它的控制任务很少,可发的命令也有限,即紧急截断ESD指令、阴保数据采集指令、设定值指令等。

站场控制为第二级控制,一旦DCC计算机出现故障,这时要将站场的状态切换到“站本地”,站控系统就全面接管站场的监控任务。

现场手动控制是在DCC控制和站控全都失灵情况下的第三级控制,这时现场设备处于手动状态,依靠操作人员的现场手动操作实现对设备的控制。

国内油气管道工业在二十一世纪将有大的发展,特别是天然气管道的建设在国内目前还处于起步阶段,因此油气管道SCADA系统的建设方兴未艾。陕京输气管道的建成投产,使中国油气管道建

设的总体水平上升到一个新的高度,也标志着中国的天然气管道建设进入了一个崭新的发展时期。陕京输气管道有一些值得其它管道建设借鉴的成功经验,陕京输气管道 SCADA 系统设计采用的就是国内外联合设计的方式,这样既吸取了国外设计的新思想,又结合了中国国情,取得了较好的效果。

本文探讨的油气管道 SCADA 系统设计的几个方面肯定不能涵括设计的全部内容,但它们是设计时需要注意的几个重要方面,希望能给从事油气 SCADA 系统设计者和建设者一丝启发。

(收稿日期 1999-08-16 编辑 王瑞兰)

JUDGING THE DESIGN OF SCADA SYSTEM OF OIL AND GAS PIPELINE FROM THE SCADA SYSTEM FOR SHAAN-JING GAS TRANSMISSION LINE PROJECT

Yao Wei ,Qi Guocheng and Wei Wei (Beijing Natural Gas Gathering and Transmission Company).
NATUR. GAS IND. v. 20 ,no. 3 ,pp. 86 ~ 89 ,5/25/2000.(ISSN 1000 - 0976 ,**In Chinese**)

ABSTRACT :Shaan-Jing(Shaanxi-Beijing) gas transmission pipeline is the first long-distance ,large-diameter and high-pressure pipeline on the land in China up till now. The supervision , operation and management of whole pipeline are realized by adopting prevailing SCADA system in the world. Based on the

万方数据

experiences in the design ,installation ,debugging and operation management of SCADA system of Shaan-Jing pipeline ,the design thought for SCADA system is discussed from the angles of the safety ,advanced level ,reliability and openness of the system , and some matters needing attention in the construction of SCADA system of oil and gas pipeline are pointed out ,which is of a certain guiding significance for the construction of SCADA system of the oil and gas pipeline in China.

SUBJECT HEADINGS : Shaanganning area , Beijing , Gas pipeline , Automatic control , System , Design , Analysis

Yao Wei (*senior engineer*) ,born in 1956 ,graduated from Shenyang College of Chemical Industry in 1984. He has been engaged in the operation management of oil and gas pipeline for a long time. Add :No. A-118 ,Huichongli ,Chaoyang district ,Beijing(100101) **万方数据** Tel (010) 64916804