

# 城市燃气输配管网SCADA系统通信模式的选择

□ 深圳燃气集团股份有限公司天然气工程建设分公司(518049) 黄志伟

**摘要:** 本文通过对城市燃气高压管网SCADA系统对数据传输要求和各种可用通讯方式的调研分析论证了采用光纤传输方式进行数据通讯的必要性,提出城市新建燃气高压管网应同步敷设光缆的建议,并进一步通过对比分析,提出了采用同沟铺设硅芯管吹缆法铺设自用光缆的建设模式。

**关键词:** 城市燃气 高压 SCADA系统 通信方案 光纤 硅芯管

## Analyse on Selection of SCADA System Communication Patterns in City Gas Transmission and Distribution Network

Shenzhen Gas Group Co.,LTD Huang Zhiwei

**Abstract:** Based on the research of SCADA system data transmission requirements and various available communication patterns in city gas high pressure pipe network, the necessity of data communication optical fiber transmission has been analysed and the recommendation of laying optical fiber synchronise with gas high pressure pipe network has been presented. The laying self-use optical fiber construction pattern of 'silicon core pipe one ditch laying blowing method' has been proposed by the further contrast analysis.

**Keywords:** City Gas High Pressure SCADA System Communication Program Optical Fiber Silicon Core Pipe

### 1 城市天然气的发展

随着我国经济持续稳步快速增长,人民环境保护意识的增强,对清洁能源的需求增多,天然气已成为未来城市燃气发展的方向,LNG发展的空间也很大。预计2020年为2 000亿 $m^3$ ,占整个能源构成的10%。而随着我国天然气上游油气田资源的不断开发,以及燃气基础设施建设的加快,全国性的天然气输气支干线已基本构成,管道输配技术水平和营运水平也在不断提高,城市气源将会得到有力的保障,“气荒”的问题将会得到有效的控制。各城市燃气运

营商也在积极完善自身管网系统,多气源一张网已基本构架。气源多样化使天然气正在从卖方市场转向买方市场。有效的利用不同气源可为城市燃气运营企业节省大笔资金,综合调配合理利用已逐渐成为各城市燃气运营商关注的重点。调控中心对各气源网点运行数据的采集及运行控制的实时性、可靠性也较以前更为重要。场站阀室与调控中心间的通信模式的选择将直接影响到数据传输的可靠性与实时性。即,通信模式选择合理与否将直接影响到整个调控系统的可靠性及实时性,也将间接影响到气源利用效率及成本。通信模式的选择已是各城市燃气调控系统后续建设必

须考虑的问题。

## 2 SCADA系统对数据通信的需求

SCADA系统是高压管道输配系统不可分割的一部分，是天然气高压管道安全稳定运行的重要保障。SCADA系统担负着整个管网各站点运行状态的监控，各种检测控制数据的传输和同步，各种调度指令的下发与执行，各种事件的记录等任务。SCADA系统包括调度中心监控平台、各场站控制系统和现场各种传感器及二次仪表、数据传输网络等。现场控制系统和调度中心通过数据传输网络连接，形成有机的管理系统。数据传输网络就是SCADA系统的神经中枢。

从安全性、可靠性、经济性和各场站分布情况考虑，城市燃气SCADA系统应采用光纤作为主数据传输最为合理。主要原因有以下几点。

(1) SCADA系统与各站点间数据传输量与日俱增。随着功能需求的不断提升，对通信网络的数据传输性能及传输量大为增加，无线传输能力已渐显不足，租用光纤在费用及便利程度也尽显尴尬。一般城市燃气除门站外的其他场站及阀室都是无人值守站。为保障场站、阀室的安全，一般均须安装视频监控系统。综合站控、视频监控及其他监测的数据总量，预计各站至调控中心最大传输带宽约需6M（见表1）。无线传输方式的卫星通信一路信道带宽为64K，CDMA的实用带宽约为56Kbps，GPRS的实用带宽约为32Kbps，有线传输的ADSL上传也仅为512Kbps带宽，远远无法满足数据量传输要求，而一路光纤的带宽可达千兆以上，足以满足各系统数据的传输要求。

(2) 随城市燃气规模的壮大，SCADA系统对数据可靠性、安全性要求高。城市燃气管道大多沿城市道路铺设，途径之处无不是人口密集之地，管网密集

错综复杂。燃气具有易燃易爆、危险性高等特点，为良好的对城市管网进行管理，城市燃气SCADA系统对数据传输的可靠性要求极高，绝对不允许“误动作”或“不动作”。燃气管网的高危特性要求应急状态下必须实现管网事故点的快速发现、快速切断，降低任何可能发生的事故的损失。因此从数据通信的可靠性、安全性综合考虑，光纤是最好的选择，它传输的误码率是所有传输介质中最底的，光纤的抗干扰能力是最强的。其它通讯方式或多或少会受到电磁场影响，它不受电场、磁场影响。

(3) 随着多气源一张网，综合调控的需要，SCADA系统对数据传输实时性越来越高。应急调峰、多气源控制，均是根据同一时间内用气量变化来进行调控的。如各用气点所上传到数据不是出于同一时刻内，这些紊乱的数据将给调控人员作出最优判断造成一定的影响，严重时会出现超提、超用现象。这将给企业带来一定的损失。因此，城市燃气SCADA系统对数据传输的实时性要求也越来越高。

(4) 应用自铺光缆组建自用光纤网络投入成本低，经济性好，性价比高。光缆铺设和维护费用低，组网灵活简单，可扩充性强。从长远发展考虑铺设光缆最为经济，能为公司后期业务扩展在通讯方面节省大量资金。目前的光纤材料、施工以及维护费用均较几年前有着大幅度的下降，技术已十分成熟。如不考虑土方开挖与地面赔偿等因素（因为铺设光缆可与燃气主管道同沟同步铺设，不需增加额外的工作量），光缆敷设的单千米成本约为3万元/km~4万元/km。随燃气管道同沟铺设光缆投入费用非常低廉，光缆利用管道沿线场站阀室成端建网也简单易行。比网络运行商铺缆组网费用低上不止10倍。

(5) 光纤通信技术成熟，业内已有成功经验可循。中石油上游长输管线和北京、上海、杭州等城市

表1 各场站与调控中心通信带宽使用情况

类型	SCADA数据	安防报警	视频监控	需用带宽（站）	备注
切断阀室	128kbps/站	64kbps/站	1.5Mbps/站	2M	两路网络视频图像
调压站	0.256Mbps/站	64kbps/站	2Mbps/站	3M	三路网络视频图像
电厂调压站	0.256Mbps/站	64kbps/站	2Mbps/站	3M	三路网络视频图像
门站	2Mbps~3Mbps/站	64kbps/站	3Mbps/站	6M	五路网络视频图像

燃气也有部分采用光纤通信的方式。香港中华煤气已利用管内敷缆方式实现了光纤到户的通信能力。

### 3 国内天然气管线SCADA系统通讯方式的比较

目前国内输气管道工程可选择的通信链路有无线传输和有线传输两种。无线传输主要包括：卫星、GPRS、CDMA传输；有线传输主要指电缆（双绞线、同轴电缆）或光缆传输。

#### 3.1 无线通信传输

租用卫星通信信道方式的租用和运行维护成本都十分高，报建手续复杂，操作起来较为麻烦，不适合工程实际。

对于GPRS、CDMA传输主要是通过租用电信运营商的无线网络实现。目前中国电信、中国移动、中国联通已使用了3G无线通信技术。

3家运营商的性能参数对比如表1。

表1

	WCDMA (中国联通)	CDMA2 000 (中国电信)	TD-SCDMA (中国移动)
理论带宽	5MHz	1.23MHz	1.6MHz
码片速率	3.84Mbps	1.2288Mbps	1.28Mbps
无线宽带业务	无	有CDMA	有GPRS

目前大多城市燃气企业SCADA系统与站控系统通信采用无线模式，从实际运行维护经验中可知，无线传输带宽较窄，传输可靠性低（受电信运营商限制），延时大（无线租用业务基本采用非连接方式传输数据，所以传输延时远远大于语音传输），易受电磁信号干扰，网络安全性差等缺点。

#### 3.2 光纤传输

光纤通信技术（optical fiber communications）已是现代通信最重要的支柱之一。光纤通信是以激光作为信息载体，以光纤作为传输媒介的一种通信方式。从原理上看，构成光纤通信的基本物质要素是激光发射器、激光接收器、光纤及调制解调器。在发送端首先要把传送的信息变成电信号，然后调制到激光发射器发出的激光束上，使光的强度随电信号的幅度（频率）变化而变化，并通过光纤发送出去，这样激光就

成为了所要传输信息的载体；在接收端，检测器收到光信号后把它转换成电信号，经解调后提炼出原信息。光纤通信优点十分显著：

（1）通信容量大、传输距离远。一根光纤的潜在带宽可达100Tbps，无中继传输距离可达几十、甚至上百千米。

（2）信号串扰小、保密性能好，适合工业控制、军事领域。

（3）抗电磁干扰、传输质量佳，电通信不能解决各种电磁干扰问题，唯有光纤通信不受各种电磁干扰。

（4）光纤尺寸小、重量轻，便于敷设和运输。

（5）材料来源丰富，环境保护好，有利于节约有色金属铜。

（6）无辐射，难于窃听，因为光纤传输的光波不能跑出光纤以外。

（7）光缆适应性强，寿命长。

#### 3.3 国内天然气管线SCADA系统主要通信模式见表2

表2

通信模式	类型	应用情况	备注
有线	同轴电缆	无	不适于远程传输，只适合于站内使用
	双绞线	无	不适于远程传输，只适合于站内使用
	光纤	较少	适用于远程传输，带宽极大。自铺较少，租用相对较多。
无线	ADSL	较少	使用电话网络拨号上网，带宽有限
	CDMA	应用广泛	使用电信无线网络，带宽有限
	GPRS	应用广泛	使用移动无线网络，带宽有限
	卫星	较少	使用卫星通信，带宽受限，延时较大
	微波	较少	受天气情况影响较大，易受干扰
	电台	极少	已被淘汰

通过表2比较可以看出，目前城市燃气SCADA系统主通信主要采取租用电信、网通、联通或移动网络运行商的无线传输业务。利用自铺光缆组建自用光纤网络还较少见。但随时代发展，城市燃气企业自铺光缆组建光纤网络已成为一种必然趋势。

## 4 光缆通信方案建设方式的选择

### 4.1 租用光纤无法满足系统要求且经济性较差

虽然目前各通信运营商敷设的光缆遍布很广,但大多数是在市区比较繁华的地区,由于城市燃气的场站、阀室大多地处偏僻,附近无可租用光纤。电信运营商一般不会为单一客户铺设光纤网络。

对于具有光纤网络的场站,租用费用较贵,租用带宽有限。电信运营商提供的是透明点对点光纤,即在同一根光纤采用了复用技术可能传输着其他用户的业务,一般情况电信运营商可提供2M、4M或8M的链路租用服务,目前各地网络运营商租费差异较大,但总体上看专线租用费用一般不低。

即使每个点均按最小租用带宽2M计算,全系统每年租用费至少也要好几十万元,更何况本文前面已经叙述,2M的带宽无法满足系统日益增加的数据传输要求。因此,城市燃气管线系统作为永久性的市政运营项目,全部租用电信运营商的光纤链路不经济也无法全面实现。

### 4.2 自建光缆方案的可行性

随着光缆技术的成熟和施工工艺水平的提升,光缆生产和敷设成本均已大为降低。我国于2005年7月26日发布了石油天然气行业标准《输油(气)管道同沟敷设光缆(硅芯管)设计、施工及验收规范》SY/T4108-2005,并于2005年11月01日正式实施。西气东输、陕京二线等中石油长输油气管道已有成熟的随燃气管道同沟铺设光缆的成功经验。

对于城市燃气企业来说自建光缆最大的优势就是可以与燃气管道同步铺设光缆,可以节省土方开挖、赔偿等大量费用,仅需花费直接的设备材料和施工费用即可。

自铺光缆组建的光纤网络的维修成本不高,一般可以将维护业务直接合并到巡检抢修部门,只需增加相应的维护设备,不需增加人手。

### 4.3 光缆敷设方式的选择

光缆同沟敷设有两种可选方式:直埋方式和敷设硅芯管吹缆方式。

光缆直埋方式需选用直埋铠装光缆,与输气管道同沟埋设,其优点是初期投资相对较低。中石化西南成品油管道同沟铺设的光缆采用此类形式。

由于城市燃气工程具有施工作业面小、施工不连续等特点,故直埋光缆施工的同步性较差,往往造成接续点数量过多,光纤损耗增大,以致通信设备投资成本大为增加。另外,直埋光缆易受到破坏,维护更换十分不便。

硅芯管吹缆方式是在输气管道敷设的同时同沟敷设一根或多根高密度聚乙烯硅芯管(HDPE),然后再采用吹缆技术在硅芯管内吹入光缆。硅芯管吹缆是利用机械推进器把通信光缆推进管道,同时空气压缩机把强大的气流通过气吹机的密封仓送进管道,这种高速流动的气流在光缆的表面形成一种拖拽力,使穿入的光缆随高速气流一道以悬浮状态在管道内快速穿行,因此光缆在管道内是被气流推动前进的,而不是被拉进管道的。光缆在管道内顺着地势起伏或方向的变化而顺利前进,因为光缆顶端不受力,所以与传统牵引敷缆相反,光缆基本没有应力。敷设完毕后,光缆松弛地停放在管道的底部,有助于延长光缆的使用寿命。因此,硅芯管吹缆法是目前安全且整体效果较好的敷设光缆的方法。

两种敷设形式的比较见表3。

表3

	同沟直埋光缆	同沟硅芯管穿缆
铺设光缆形式	铠装光缆	普通光缆
光纤安全性	稍差,容易受应力和外界破坏	有套管保护,较好
施工工作量	由于城市燃气管道施工特点,光缆无法一次性连续铺设,造成接续工作量大,同时由于接头增多,光纤信号损耗严重。	铺设方式灵活,初期先铺设硅芯管,待硅芯管全线贯通后再集中穿缆。
维护工作量	管沟回填后,地势下沉、石头挤压容易造成光缆损坏,一旦发生破损,需要动土进行更换光缆工作。	硅芯管起到很好的保护作用,即使发生光缆损坏,也容易更换,只需更换破损段内光缆即可,不需要动土。
设备投资	较少,约1万元/km	约1.5万元/km,为直埋光缆的1.5倍
施工费用	约2万元/km(接续工作量较大,另穿越部分也需要增加套管)	约2万元/km
扩容性	无扩容性	扩容性强,可随时进行

## 5 应用案例

深圳市天然气高压输配系统是国家西气东输二线工程的重要城市配套工程，是深圳市的重点项目。该项目东起大鹏湾，西至大铲岛，横跨深圳东西两侧。建设规模包括：天然气高压管线146.7km，管道直径为DN800，设计压力4.0MPa；建设场站16座，其中包括3座门站，8座电厂专用调压站，5个城市调压站和26个切断阀室。该城市燃气项目在燃气管道铺设中同沟铺设了一根硅芯管，再在管线连通后吹入光缆。在沿线各场站阀室将光纤成端组网传输站控及安防视频监控数据。全线近150km花费不到700万元。数据传输实时性、稳定性、可靠性均达到了令人满意

的效果。

## 6 总结

综上所述，随城市燃气企业调控系统日益增长的数据传输需要，保障数据传输的实时性、可靠性和稳定性，应采用自铺光缆自建光纤传输网络。自铺光缆宜采取随燃气管道同沟敷设硅芯管，然后敷缆的铺设方案。随燃气管道同沟敷设光缆方案投资合理，运营成本低廉，在富余光纤充裕的情况下，可利用富余光纤实现管道的安全预警系统和其他扩展工程。光缆随燃气管道敷设将成为城市燃气企业新建管网的一项明智选择。

### 企业管理消息

## 突出重点排隐患 关注细节保安全

2013年6月13日上午，山东济华燃气公司总经理范杰民、副总经理周焕兴按照港燃集团专项检查的安排，进行了6月份安全及风险管理例行检查。

此次检查以“违规占压设施改造”为主线，实地查勘了馆驿街行道树与公司燃气管线间距不足的情况。针对存在的问题，范总经理要求有关部门要与市政园林部门积极沟通接洽，商讨解决事宜。

随着济南市燃气用户使用规模的不断发展，燃气管网投入使用年限的不断增长，安全管理工作正面临着更多严峻的考验。特别是近期章丘保利民爆济南科技公司发生重大安全生产事故，尽管这起事故的最终调查报告尚未发布，但应该引起我们燃气企业足够的警觉和重视。为了确保山东济华燃气“安全运行、优质服务、平稳供气、有序发展”目标的实现，促进安全管理工作的全面开展，公司要求相关部门一方面要尽快建立管道占压普查机制，统计各违规占压点位置及性质，制定纠违改造计划和工作方案，尽量争取在管道占压尚未形成之前即采取有效措施，以减少非法占压事件的发生。另一方面则要切实提高安



全生产意识，落实安全生产责任，严格遵守安全生产法律法规和有关技术标准，完善各项安全管理制度，关注细节，引以为戒。

随后，检查组一行又来到管线处南郊办公楼，认真查看了该处应急抢险预案资料和应急管理硬件设施。经过综合考评认为，管线处应急管理建设工作科学规范，扎实有效，希望在今后的工作中继续结合好生产实际，全面做好各项应急管理工作。

(王 艺)