

西安城市天然气发展的回顾

西安秦华天然气公司副总经理 杨开武
西安秦华天然气公司 杨 森

摘要 本文简述了西安市一期和二期天然气城市气化工程的快速发展情况，并通过城市输配管网的运行经验和教训反馈出了规划、设计、建设以及安全管理等方面的建议意见。

关键词 天然气 气化工程 规划 发展 运行 安全

西安市的天然气气化工程分为一期和二期两个阶段，自 1994 年至今历经了 14 年的发展，目前已建成运行次高、中、低压管线 3 000 余 km，2007 年总供气量达到了 6.7 亿 m³，日最大供气量达到了 500 万 m³，广泛应用到了民用、工业、商业、运输、福利等各个领域，城市各类用户用气比例如图 1 所示。

供气范围包括中心市区的未央、莲湖、新城、碑林、雁塔、灞桥 6 区及外围的韦曲、纺织城、草滩、六村堡 4 个外围组团和长安科技产业园区，并已辐射至户县。为推动省、市燃气事业发展，提高人居环境，改善大气污染，提升城市综合能力做出了积极的贡献。

一、城市气化工程的规划发展情况

西安市天然气城市气化工程是国家批准的地方大中型基本建设项目，是陕西省重点建设项目及西安市“九五”期间城市基础建设的重点项目之一。工程分两期建设，分别由中国市政西南设计院和中国市政华北设计院进行了一期和二期的规划与设计。

西安市天然气气化工程项目自 1993 年正式获准立项后，1994 年《可行性研究报告》、《环境影响报告书》及《初步设计方案》先后被国家计委、国家建设部及国家环保总局正式批复。一期工程已于 2001 年正式竣工。二期工程计划于 2010 年完成。

1、上游气源供应链

西安市的天然气气源来自陕北靖边地区长庆油田。长庆油田 2000 年就被探明资源总量 8×10^{12} m³，累计探明储量 7 084 亿 m³，控制储量 5 076 亿

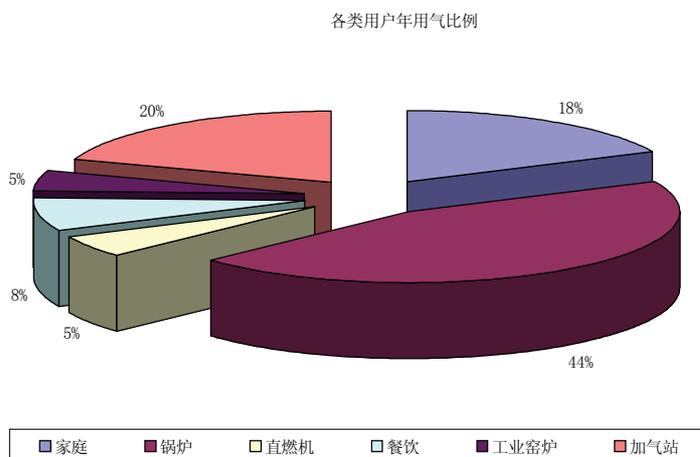


图 1 西安 2007 年城市各类用户年用气比例

m³，并随后建成了 55 亿 m³/a 的生产能力净化厂。2007 年长庆油田完成了苏里格气田与靖边气田的连头贯通，加之米脂天然气处理厂、长北合作区装置的投产，长庆油田天然气装置总净化处理能力达到约 5 000 m³/d。其中向陕西供气的第一净化厂和第三净化厂的日处理能力分别为 1 400 m³/d 和 300 m³/d。长庆油田为下游用户发展可提供坚实的资源保证，向北京、天津、陕西、宁夏、内蒙等用户可保证最大用气量 50 年以上。

陕北靖边至西安的天然气长输管道有两条，由陕西省天然气公司负责建设、管理和运营。第一条于 1997 年建成，该管道全长 488.5km，管径为 426mm，首站供气压力为 4.5MPa，年输气能力为 5 亿 m³，管道沿途还需为延安、铜川、西安、咸阳等城区提供输气服务；第二条是靖边至西安天然气管道复线，于 2005 年建成，管线全长 480 km，管

径为 610 mm。目前两条长输管道年最大输气能力已达到 26.75 亿 m³。满足西安市 2010 年用气量 7.79 亿 m³/a 的需求。

2007 年陕西省的天然气总用气量为 15 亿 m³，日最大用气量为 825 万 m³/d。西安的 2007 年用气量为 6.7 亿 m³，占到了全省的 44.6%，日最大用气量为 500 万 m³/d，是全省最大的用户。

2、天然气的组分及特性 (见表 1)

3、城市自然条件

西安地处关中平原中部，属温带大陆性气候。极端最高温度 45.2℃，极端最低温度 -20.2℃，1999 年平均气温 15.1℃，常年主导风向为东北风和西北风，平均风速 1.5m/s，年降水量 589.5mm，冻土深度 0.45m，地震烈度为 8 度。

4、工程规划目标与建设发展

西安市天然气一期城市气化工程概算为 8.28

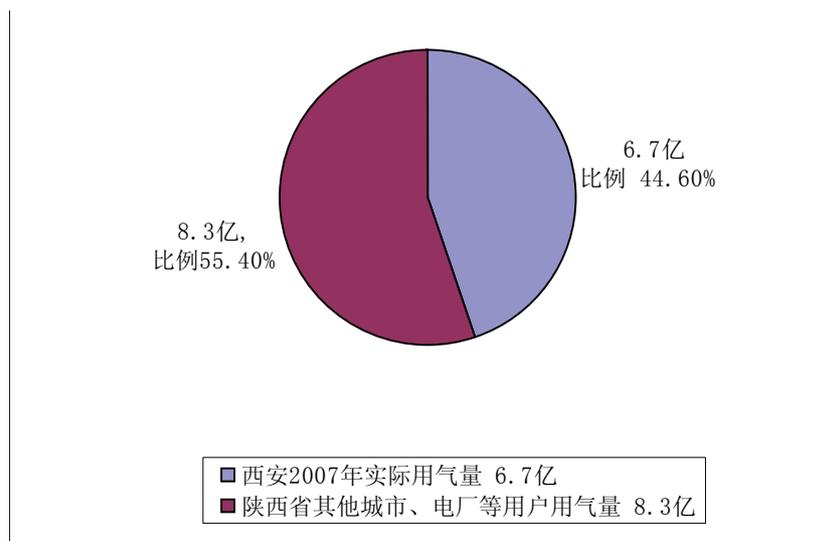


图 2 2007 年陕西省天然气总用气量结构图

表 1 天然气的组分比例与主要特性参数

| 天然气组分 | 体积百分比 | 主要特性名称 | 技术参数 |
|-------------------------------|----------------------|--------|--|
| CH ₄ | 96.1% | 高热值 | 38.70MJ/m ³ |
| C ₂ H ₆ | 0.45% | 低热值 | 34.82MJ/m ³ |
| C ₃ H ₈ | 0.075% | | 33.24MJ/m ³ (20℃) |
| iC ₄ | 0.02 | 密度 | 0.76kg/m ³ |
| nC ₄ | 0.01 | 比重 | 0.589 |
| CO ₂ | 3.2 | 运动粘度 | 13.91×10 ⁻⁶ m ² /s |
| H ₂ S | <20mg/m ² | 爆炸极限 | 5.15~15.44% |

亿元人民币，其中利用法国混合贷款 1.375 亿法郎，主要用于引进储配站、高中压调压站、SCADA 系统等主要设备。设计规模为日供气 100 万 m^3 ，年供气 3.67 亿 m^3 ，建设内容包括高中压干线 395km，门站 1 座，储配站 1 座（设 1 万 m^3 球型储气罐 4 台），高中压调压站 5 座，中低压调压站和专用调压站 50 座，以及自控通讯系统、调度中心、抢修中心和后方设施等。可供应 48.5 万户居民及部分工业商业公共福利用户，城市气化率达 65%。

一期工程于 1995 年开工建设，1997 年 7 月点火供气，于 2001 年全面建成，最大日用气量达到了 115.6 万 m^3 。2002 年底累计点火居民用户已达 33 万户、餐饮用户 550 家、锅炉 1 462 余台，最大日供气量则达到了 210 万 m^3 ，虽然经过增容改造保障了供气，但是根据西安天然气的快速发展速度二期工程必须加快建设。

西安市天然气城市气化二期工程是在一期工程基础上连续建设。二期工程主要新建项目包括了天然气储配站一座（6×10 000 m^3 储罐及相应配套设施）、二期门站 1 座、高中压调压站 5 座、高压干线管道 32km、中压干线管道 274km 以及输配系统

配套工程，工程总投资 7.8 亿元人民币，其中部分为西班牙政府贷款。2007 年经论证研究，将天然气储配站（6×10 000 m^3 储罐及相应配套设施）项目变更为 LNG 气化站项目，解决冬季高峰供气气源紧张的问题。

目前西安市供气管网长度已达 3 099 多 km，运行 10 座高中压调压站，1 个储配厂和一个门站（一期和二期），日供气能力可达 580 万 m^3 。

2007 年底，西安城市居民用户已达 70 多万户、大锅灶已达 1.7 万多眼、锅炉（直燃机）6 千多蒸吨、工业生产线 150 多条、加气站 40 多座。其中天然气家庭用户约占城 6 区住户的 75%，天然气在冬季大型供暖企业中的耗能比例占到了 40%，全年天然气用量达到了 6.7 亿 m^3 。

依据西安市 2004 年~2020 年的城市总体规划、西安市能源政策、西安市燃气（天然气、液化气）供应及燃气工程建设现状并配合城市燃气用户发展规划和城市道路修建情况，西安天然气管网建设主要思路是扩大城市燃气供应范围，优化管网布局，配合城市骨架拉大建设次高压管网，同时对目前运行的城市中压管网进行优化、加密，保证日益发展的城市居民燃气的正常供应。

表 2 现有城市输配管网设施数量

| 设施名称 | 门站 | | 高中压调压站 | 储配站 | 管线 (km) | | | | |
|------|----|----|--------|-----|---------|--------|--------|---------|-----------|
| | 一期 | 二期 | | | 次高压 | 主体中压 | 主体中压支线 | 庭院中压 | 庭院低压 |
| 数量 | 1 | 1 | 10 | 1 | 83.274 | 654.81 | 65.782 | 650.099 | 1 730.352 |



图 3 南郊储配站四台 10 000 m^3 球罐



图 4 天然气二期门站

二、管网运行面临的主要问题

1、管网运行压力偏低，降低了管网输送能力

西安输配管网为次高压、中压及低压组成的三级压力管网系统。次高压管线的设计压力为 1.6MPa,实际运行最大压力不超过 0.95MPa。中压管线的设计压力为 0.4 MPa,实际运行最大压力不超过 0.2MPa。由于市内天然气输配管网的运行压力远低于设计压力，没有充分利用管网的设计输送能力，降低了管网的运行效率和经济性。

2、冬夏负荷谷峰差大,调峰应急保障能力不够

随着城市“煤改气”、“油改气”政策性的跨越用气发展，特别是因北方地域冬季采暖锅炉用气量占全年用气量的比例很大，西安 2007 年的冬季 4 个月（2007 年 11 月 15 日~2008 年 3 月 15 日）采暖期的总用气量为 4.57 亿 Nm³，占全年度的 63.2%，月最大用气量近 1.4 亿 Nm³，冬季的计算月用气量约为年平均月用气量的 4 倍。冬季高峰用气量一直呈急速增加态势，2003 年日最大用气量为 221 万 m³，2007 年则达到了 500 万 m³ 增加了 1.26 倍，日均用气量和日均增量的变化情况如表 3 所示。

用气量与气温的变化也有着直接的关系，在冬季尤为突出，以 2005 年到 2007 年这 3 年冬季日用量与气温进行分析，温度愈低用气量就相应增加，3 年的冬季日用量与气温的关系曲线图如图 5 所示。

而现有 4 台 10 000m³ 球罐和次高压管道的调峰能力非常有限，亟待扩增调峰设施。一旦上游供气方出现事故，供气量大幅减少或长时间中断，城

市用气将会受到严重影响，轻则造成局部区域停气，重则造成整个城市能源瘫痪，影响社会稳定。

3、埋地钢管腐蚀泄漏严重,影响正常运行管理

西安市区土壤为湿陷性黄土，pH 值 8.3—8.5，土壤总含盐量 0.128%，含水率（1m 以下）14.5%，空隙率 30.8%，土壤中含等酸根离子较多；由于西安市是一座老城，地下管线多而复杂，各种管线产生的杂散电流对天然气管网有一定的腐蚀，经测试，西安市地下 1m 处土壤电阻率平均在 30Ω·m 左右；经综合分析，按照 CJJ95-2003《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》土壤腐蚀性分级，西安市为中等腐蚀性土壤。

在 2002 年前，西安在管道防腐时采用环氧酶沥青防腐涂层。但是从实际运行效果来看，在复杂城市环境下，其还不能完全达到管道防腐的技术要求。从 2000 年至今，西安市天然气管网共发生管道腐蚀造成的泄漏共有近 500 次。经过分析发现环氧酶沥青防腐涂层吸水率高、老化快，抗冲击性能较差，在搬运及施工过程中，容易造成防腐层破损。在需施工现场进行的补防和焊口防腐时，易出现管道底部漏防或防腐不到位的情况；固化时间要求长，底材要求较高，其防腐管材表面必须达到一定的洁净度要求，如果存在焊渣、焊瘤或管材表面未处理干净，容易造成防腐层刺穿或防腐层剥离的情况。

2002 年后将防腐涂层改为 PE 两层、三层和热缩带补口后，运行发现防腐效果较好。

4、违章建筑占压严重，带来诸多安全隐患

城市燃气管网和设施上的违章建筑是严重的安

表 3 2003 年~2007 年冬季高峰用气量对比数据

| | 日均用气量 (万 m ³) | 日最大用量 (万 m ³) | 总用气量 (亿 m ³) | 日均增量 (万 m ³) | 日均增长率 (%) | 年度总量 (亿 m ³) |
|-------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| 2003年 | 181 | 221 | 2.21 | / | / | / |
| 2004年 | 245 | 306 | 2.96 | 64 | 35.0 | 4.41 |
| 2005年 | 294 | 364 | 3.58 | 51 | 20.9 | 5.52 |
| 2006年 | 326 | 410 | 3.97 | 32 | 10.8 | 6.25 |
| 2007年 | 372 | 500 | 4.57 | 46 | 14.3 | 7.24 ^注 |

(注：表中年度总量指当年 3 月 16 日至次年 3 月 15 日，2007 年 12 月底全年用气量为 6.7 亿 m³)

05、06、07年度冬季日用气量与气温曲线

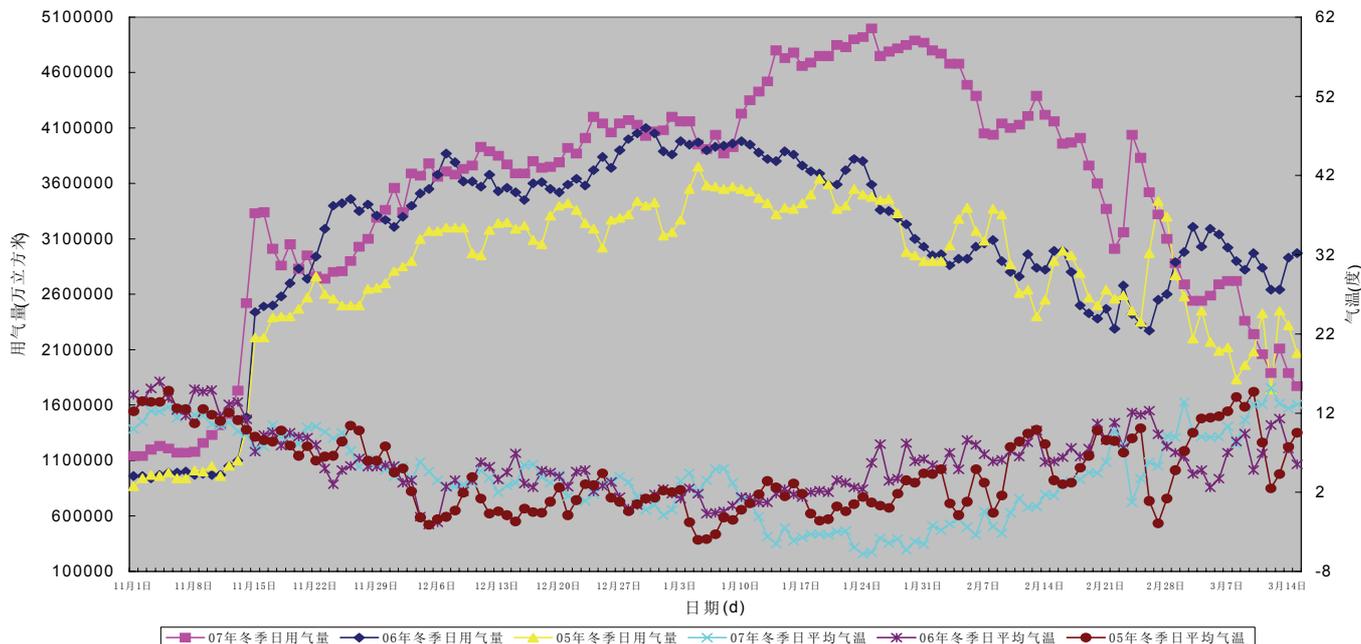


图 5 2005 年~2007 年冬季日用量与气温关系曲线图

全隐患，乱搭乱建较多，有的直接占压在燃气管线上，有的则将燃气调压设施封闭在违章建筑内，燃气抢修维修人员无法进行正常的维护保养工作。这些违章建筑多为密闭空间，一旦燃气管网及设施被损坏漏气，极有可能造成严重的燃气安全事故。而消除的手段和效果又非常有限，往往还得不到较好的支持和落实，造成了各类违章建筑如“牛皮癣”一样这边拆那边建。

5、第三方损坏较严重,影响管网设施安全运行

西安自 1997 年天然气点火通气以来，由于外部原因造成的管线被挖伤、碰伤的事件屡有发生。特别是随着城市道路、旧城改造、地铁等城市基础设施建设的大量开展以及城区通信电缆、电力电网等的改造施工，燃气管线及设施被第三方损坏已屡见不鲜，严重影响天然气管网的安全运行。个别施工单位破坏了燃气管线隐瞒不报，也不通知燃气企业维修，仍将被损坏的燃气管线掩埋地下形成安全隐患，严重影响安全运行。根据统计，从 2000 年至今发生了施工挖漏、汽车撞伤、高处落物砸坏等各类情况 170 余起。

三、解决的技术措施与建议

1、科学规划合理设计

城市的快速发展和市场的极大需求往往造成规划的实施目标满足不了实际的发展。因此在规划时对于密集大型城市应充分考虑到城市建设发展的快速性，在初步设计的论证和审查时应对管网的管径配置留有余地，增线不换管。因为在管道敷设造价中管材费用并不占管网造价的很大比例。对管网水利分析是管网设计的核心技术，也是基础性内容，应有对管网事故工况计算，此外还应该进行管网供气潜力计算，做到供气规模进一步增大时管网的适应程度有一定底数。对于重大工程的设计应充分论证，应选择先进、成熟的技术工艺和设备。

2、加强建设质量监管

首先要加强燃气管道安装施工质量的监管工作，提高燃气管道安装施工质量，同时要提高公司燃气管线施工现场管理人员的技术管理水平。并要进一步完善监理制度和监理程序，要求对燃气管道

的设计、材料选择、沟槽开挖、防腐处理、管线焊接、管道铺设及竣工验收等，特别是隐蔽工程、吹扫通球要有严格的质量控制标准、监控措施，确保燃气管线达到国家燃气安装质量标准。

3、争取多气源供应提高调峰应急能力

随着城市的不断发展、城市规模的扩大、各类用户数量急剧增长，上游供气单位愈发无法满足城市发展对天然气的需求，缺口部分燃气没有来源，并且供需缺口矛盾在冬季高峰供气阶段更为突出。2006 年预测用气量为 6.2 亿 m^3 ，而上游公司计划供应量为 5.7 亿 m^3 ，缺口为 5 000 万 m^3 。

为确保城市安全供气的可靠性，计划在二期工程天然气储配站（六村堡）内建成 1 座 LNG 应急调峰站，LNG 站工程供气规模为年供气量 210 万 m^3 ，高峰日供气量 30 万 m^3 ，高峰小时供气量 28 400 m^3 。LNG 气化站工程的实施，能够有效的解决燃气输配系统的日、时调峰，且部分解决季节调峰问题，使城市输配系统气源得到了多元化。

普光气田是中石化近年发现的最重要资源之一，该气田累计探明可采储量为 2 510.75 亿 m^3 ，技术可采储量为 1 883.04 亿 m^3 。普光气田一期工程于 2007 年底建成，年净化天然气能力达到 19 亿 m^3 。根据规划普光气田的天然气也会进陕南并给西安有一条专线，如能得以尽快实现的话，将使西安输配系统气源得到了多元化。

4、实施管网阴极保护抑制腐蚀泄漏

西安从 2003 年开始研究、试点进行中、低压管网的阴极保护工作。针对客户小区管网的实际情况，按照“先低压后中压”和“主体与小区分开”的原则。自 2004 年—2007 年，公司对小区内低压埋地钢管实施了牺牲阳极阴极保护，现已完成了 325 个客户小区的保护工作，实施保护长度达到 279.23km，低压管网保护率达到了 70%。2006 年开始对客户庭院中压管道进行牺牲阳极阴极保护，

至今共完成了 33.6km。2005 年开始采用深井阳极技术对市政中压管网进行保护，目前在城市市东部区块、西南区块、东南区块共建设阴极保护站 8 个，东南区块于 2007 年正式投运，保护率 100%。通过实施阴极保护，管网腐蚀漏气的情况有所缓解。

2006 年 11 月 18 由西安市天然气总公司和香港中华煤气有限公司共同投资成立的西安秦华天然气有限公司正式揭牌开始运营，秦华公司按照“安全可靠、以客为尊、卓越运营、惠泽市民”的经营方针全面推进西安城市天然气的运营发展。为了更有效彻底的解决管网运行中的问题，将生产运行风险降低到最小，保证燃气安全供应，公司将 2008 年列为“安全生产年”，并提出了 24 项 KMF（关键管理因素）项目。其中解决管网运行类就达 10 项，包括了解决城市个别地段管道内积水；推广应用新技术降低停气作业施工；改造调压器保障调压设备的可靠性；实施管网阴极保护，降低钢管腐蚀泄漏；管线科学分级巡查减少第三方损坏等。这些项目的完成肯定会解决管网运行中的难题，提升管网运行的安全水平。

随着社会经济的快速发展，城市规模不断扩大，特别是“西气动输二线”、“俄气入中”、“普光气田”和 LNG 项目的实施，城市天然气气化工程将会迅速发展和继续扩大，因此燃气公司应更科学的加强规划设计、建设监督和安全运行，适应天然气的高速发展，确保城市天然气的安全供应。

参考文献

- 1 严铭卿.城市天然气输配工程的初步设计与审查 [J].煤气与热力, 2004 (1) 35-36
- 2 宋建敏.河南省城市燃气管网存在的问题与对策 [J].城市燃气, 2006 (8) 11-13
- 3 西安市天然气城市气化二期工程可行性研究报告