

# 长庆气田地面工程综述

林玉和 杨学青

(长庆科技工程有限责任公司)

林玉和等.长庆气田地面工程综述.天然气工业,2005;25(4):140~142

**摘要** 长庆气田的成功开发带动了地方经济的发展,为改善我国能源结构,促进天然气工业的发展,改善北京、上海、西安、银川、呼和浩特等城市居民生活环境,减轻城市污染,提高人民生活质量等都做出了突出贡献。截至目前,长庆气田已开发气田为靖边、榆林气区,试采评价气田为苏里格、乌审旗、刘家庄、胜利井和直罗气顶区。文章综述了长庆气田建设历程,开发建设概况,地面工程建设内容,长庆气田下游长输管道建设情况以及长庆气田地面建设模式等。

**主题词** 长庆气田 开发阶段 开发历史 地面工程 输气管道 天然气净化

## 一、长庆气田建设历程

### 1.靖边气区

1993年,在靖边气区陕81~陕84井区进行先导性工业试验,主要试验高压多井集气、多井加热、集气站集中注醇、小站固体脱硫、三甘醇脱水等工艺。之后,在先导性工业试验的基础上,完成了靖边气区地面建设可行性研究报告和 $30 \times 10^8 \text{ m}^3$ 年产能建设一期工程初步设计和施工图设计。从1997年起,靖边气区已投入全面开发,目前已基本建成,处于稳产开发阶段。

### 2.榆林气区

1999年,完成了榆林气区(长北合作区) $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 年产能建设总体规划,并利用已钻探井在陕141井区进行试采,建成年产能 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2001年榆林气区南区开始建设,通过近3年全面建设,已建成年产能 $11.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,目前处于上产阶段。

### 3.乌审旗气区

2002年开始试采,目前建井22口,年产能 $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

### 4.苏里格气区

2002年开始试采,目前建井17口,年产能 $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

## 二、开发建设概况

### 1.资源、储量状况

鄂尔多斯盆地内发育有上、下古生界两套含气

层系。至2003年底,长庆气田已探明天然气地质储量 $11142.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,控制储量 $5125.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,预测储量 $7550.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,三级累计储量达到 $23818.36 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,占其天然气总资源量的22.25%。

### 2.产建概况

按照“以销定产、以产定能”的气田开发原则,截至2004年底,累计建产能 $80.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中靖边气区建产 $62.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,榆林气区建产 $15.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,乌审旗气区建产 $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,苏里格气区建产 $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

## 三、地面建设内容

### 1.靖边、乌审旗气区

靖边、乌审旗气区归属第一采气厂,合计建气井375口,集气站72座,清管站3座,集配气总站3座;建集气干线8条,总长316.7 km,集气支线59条,总长564.95 km。

建天然气净化厂3座,9组脱硫脱碳、脱水装置,总处理能力 $76 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ;第一净化厂最大处理能力为 $39.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ;第二净化厂最大处理能力 $26.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ;第三净化厂最大处理能力 $10 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

### 2.榆林气区

榆林气区归属第二采气厂,建气井94口(含长北),集气站11座,集配气总站2座;建集气干线5条,总长81.03 km,集气支线6条,总长56.16 km。

**作者简介** 林玉和,1991年毕业于西南石油学院石油储运专业;现在西安长庆科技工程有限责任公司工作,参加了长庆气田历年产建设计工作,主要从事油气田产能建设及长输管道工程设计。地址:(710021)陕西西安未央区长庆兴隆园小区。电话:(029)86593978。E-mail:ctec-lyh@99188.com

### 3. 苏里格气区

苏里格气区归属第三采气厂,建气井 17 口,集气站 2 座,集配气总站 1 座;建集气干线 1 条,长 31.1 km,集气支线 2 条,总长 8.82 km。

### 4. 气田内部净化气联络管道

第二净化厂—榆林第二集配气总站:管径 $\varnothing 660$  mm,长度 53.7 km。苏里格气区集配气总站—第二净化厂:管径 $\varnothing 660$  mm,长度 50.4 km。

## 四、长庆气田下游长输管道

### 1. 西气东输管道

西气东输工程管道干线跨越新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏、浙江和上海等 10 个省市自治区,全长约 4000 km,管径 $\varnothing 1016$  mm,设计压力 10.0 MPa,年输气能力  $120 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2003 年 10 月 1 日,靖边至上海段试运投产成功,长庆气田作为“先锋气”于 2003 年 10 月开始向西气东输供气。

### 2. 陕京管道

陕京一线起自陕西省靖边县长庆靖边气田第一天然气净化厂,终于北京石景山区衙门口北京末站,途经陕西、山西、河北、北京等 3 省一市 22 个县,是国内第一条长距离、大口径和高度自动化的输气管道。1997 年 9 月 10 日建成,全长 1098 km,设计压力 6.4 MPa,管径 $\varnothing 660$  mm,年输气能力达到  $33 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

陕京二线输气管道工程是为满足北京地区天然气使用需求,改善首都能源结构,实现 2008 年绿色奥运承诺而建设的一项国家重点工程。陕京二线首站起始于陕西省榆林市,跨越黄河后横贯山西省境内西东方向,出山西而至石家庄站,继而由石家庄送入京、津、冀、鲁各地。陕京二线输气管道工程全长 851 km,管径 $\varnothing 1016$  mm,设计压力 10.0 MPa,年输气能力(加压) $120 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,预计 2005 年 10 月建成。

### 3. 靖西管道

靖西一线起自陕西省靖边县长庆靖边气田第一天然气净化厂,终于陕西省西安市末站,途经陕西省的靖边、安塞、延安市、甘泉、富县、宜君、黄陵、铜川市、耀县、三原、黄陵、咸阳市、西安市等 4 市 9 个县,1997 年 7 月 1 日建成,全长 488 km,设计压力 6.4 MPa,管径 $\varnothing 426$  mm,年输气能力  $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

靖西二线起自靖边,终于西安的泾河末站,管线全长 445 km,管径为 $\varnothing 610$  mm,设计压力 6.4 MPa,该工程拟采取三年分期投资、分段建设的办法,整个工程完成后,管线的年输气能力将由现在  $10 \times$

$10^8 \text{ m}^3$  提高到  $40 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

### 4. 长宁管道

长宁一线起自陕西省靖边县长庆靖边气田第一天然气净化厂,终于宁夏回族自治区的银川市末站,途经陕西省的靖边、定边,宁夏回族自治区的盐池、吴忠市、灵武、永宁、银川市等 2 省 2 市 5 个县,1997 年 10 月 1 日建成,全长 294 km,设计压力 6.4 MPa,管径 $\varnothing 426$  mm,年输气能力  $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

### 5. 长呼管道

长呼管道线起自陕西省靖边县长庆靖边气田第二天然气净化厂,终于内蒙古自治区的呼和浩特市末站,途经 1 省 3 市 5 个旗(县),全长 481 km,设计压力 6.4 MPa,管径 $\varnothing 457$  mm,年输气能力  $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

## 五、长庆气田地面建设模式

### 1. 靖边气田地面建设模式

#### (1) 靖边模式的技术特点

针对长庆下古生界气田地面建设的特点,从“集气半径、净化工艺、集输管网、管材选择”等多方面逐步优化,形成了以“高压集气、集中注醇、多井加热、间歇计量、小站脱水、集中净化”为技术核心的具有领先水平的“三多(多井集气、多井注醇、多井加热);三简(简化井口、简化布站、简化计量);两小(小型橇装脱水、小型发电);四集中(集中净化、集中甲醇回收、集中监控、集中污水处理)”为特点的长庆靖边气田地面建设模式(图 1)。

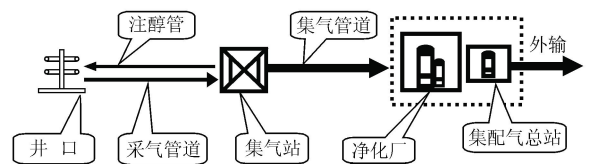


图 1 长庆靖边气田“二级”布站流程示意图

#### (2) 靖边模式的主体技术

##### 1) “三多”

一是多井高压常温集气工艺:多井高压常温集气工艺是指多口气井不经过加热和节流,通过采气管线高压直接输送到集气站,在集气站内才进行节流降压、气液分离和计量,再经过脱水后进入集输管网,然后输至净化厂净化。一座集气站一般可辖井 5~8 口。采用多井高压常温集气工艺使布站简化,集气站数量大大减少,整个气田真正实现了集气站、净化厂“二级”布站。

二是多井高压集中注醇工艺:多井高压集中注醇工艺就是在集气站设高压注醇泵通过与采气管线同沟敷设的注醇管线向井口和高压采气管线注入甲醇,在井口没有注醇设备需要管理和维护,实现了井口无人值守。

三是多井加热工艺:一台加热炉设有多个加热盘管,可同时对多口气井进行加热和节流。自动温度控制技术是一炉对多井加热节流的关键。一台多井加热炉可同时加热4口气井,大幅度减少了集气站的加热炉数量。

## 2)“三简”

一是简化井口:采用高压集气工艺后,仅在井口安装高压自动安全保护装置,该装置在采气管线发生事故后,前后压差达到1~1.5 MPa时自动关闭,有效地防止了事故的发生或灾害的扩大。经过简化的井口除了采气树外没有需要维护的设备,无人值守。

二是简化计量:集气站内设一台生产分离器用于混合生产,另设计量分离器用于单井计量,对于单井产量采用间歇计量。

三是简化布站:靖边气田开发早期,采用数学建模技术,在充分考虑集输半径、集气站规模、水化物抑制剂消耗等多目标因素的影响,应用管网优化软件,确定了最优的集气半径在6 km以内,集气站辖井数在5~8口之间,实现了优化布站。

## 3)“两小”

一是小型橇装三甘醇脱水装置:集气站脱水是长庆气田的特色,水是酸性气体腐蚀的根源之一,采用集气站脱水,干气输送,减缓硫化氢、二氧化碳腐蚀,有效保护集气支干线,大大提高了其使用寿命。

二是小型天然气发电设备:靖边气田自然环境恶劣,气区面积大,采用电网为集气站供电投资巨大,运行维护困难。因此,在集气站配置18 kW或30 kW的小型天然气发电机2台,互为备用。

## 4)“四集中”

一是高碳硫比天然气集中净化:靖边气田共建3座净化厂对原料天然气进行集中净化。

二是甲醇集中回收:大规模工业化甲醇回收在国内还无成功范例,在净化厂内配套建设了甲醇集中回收装置,将各集气站收集的含醇污水用汽车运到净化厂集中回收甲醇,处理后污水中甲醇含量小于0.02% (重量分数),该工艺填补了国内开发污水

处理方面的多项空白,降低了气田生产成本。

三是工业污水集中处理:在净化厂建设了工业污水集中处理厂,回收甲醇后的污水和净化厂内工业污水混合后经过生化处理、沉淀、二级过滤,最后污水集中回灌地层(井深700 m),达到了污水零排放,避免了工业污水对地面水环境的污染。

四是SCADA集中监控技术:控制系统采用三级递阶式控制管理模式。第一级为气田生产调度中心,气田管理层可以通过网上的管理终端直接监视各集气站、净化厂的生产动态;第二级是各个系统控制中心,如气田集输系统、净化厂的集散系统(DCS)等;第三级是各系统的现场控制单元。靖边气田的自控系统实现了对气田全方位监控、管理,以数据采集和信息管理为核心,以办公自动化为方向,为生产管理决策分析提供强力支持。

## 2. 榆林气田地面建设技术

### (1) 榆林气田低温集输工艺的技术特点

榆林气田充分借鉴了靖边气田的高压集气工艺,针对气田天然气中的 $H_2S$ 和 $CO_2$ 含量少,但天然气中含有一定量的 $C_6^+$ 重组分的特点,在传统的低温分离技术基础上发展和创新了低温分离工艺,实现对烃、水露点同时控制,形成了独具榆林气田特色的“节流制冷、低温分离、高效聚结、精细控制”主体低温工艺集输技术。

### (2) 低温分离工艺的主体技术

1) 节流制冷:榆林气田属上古生界高压气藏,井口压力达22 MPa,而外输压力仅4.0 MPa,有较大富裕压差,在开发前期的6~7 a内,采用节流膨胀制冷工艺,既可降低工程投资,又能减少运行费用。

2) 低温分离:节流后低温凝析出的液体,部分液滴粒径逾 $10 \mu m$ ,采用重力分离器进行高效分离。

3) 高效聚结:节流后凝析出的液体,部分粒径在 $10 \mu m$ 以下,极易被气流携带,一般的重力、机械和丝网除雾等传统的分离方法,不能有效分离,为了降低天然气的烃、水露点,满足商品气的露点要求,采用纤维介质对亚微米的液滴进行高效聚结分离。

4) 精细控制:对低温冷凝温度需要进行有效控制:冷凝温度不能过高,必须满足外输烃、水露点要求;但也不宜过低,避免选用低温钢材和增加甲醇注入量,以降低工程投资和运行成本。

(收稿日期 2004-10-13 编辑 居维清)