

# 天然气枢纽站(压气站)的一般设计思路

周大伟<sup>1\*</sup>, 巴亮<sup>2</sup>, 邢俊强<sup>3</sup>, 赵鹏<sup>3</sup>

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;

2. 中国寰球工程公司, 北京 100012; 3. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**基于某天然气管道枢纽站的设计,通过确定枢纽站的功能定位、天然气流向分析,进而对大管网水力系统进行分析得出了该枢纽站的压缩机配置方案,结果表明,所提出天然气管道枢纽站设计思路清晰流畅,可为今后天然气枢纽站的设计提供参考。

**关键词:**天然气管道枢纽站;水力系统;压缩机配置;优化

中图分类号:TE832

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)11-0193-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2015.11.049

## General design idea of natural gas hub station (compressor station)

ZHOU Da-wei<sup>1\*</sup>, BA Liang<sup>2</sup>, XING Jun-qiang<sup>3</sup>, ZHAO Peng<sup>3</sup>

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. China Huanqiu Contracting & Engineering Co., Ltd., Beijing 100012, China;

3. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

**Abstract:** Based on the design of tie lines for a natural gas pipeline hub station, the hydraulic system of large pipe network is analyzed by determining the functional localization of the hub station and gas flow direction to achieve the compressor configuration scheme. The result shows that the proposed design idea of natural gas pipeline hub station is clear and fluent, which can provide reference for the design of natural gas hub station.

**Key words:** natural gas hub station; hydraulic system; compressor configuration; optimization

输气管道<sup>[1]</sup>输送天然气,由于沿途分输、水力摩阻等多种因素造成压力不断下降,因此需要在管道沿线设置增压设备,对管输天然气进行增压以便增加输送距离及输送量。在天然气管网规划设计中,各管道交汇点,即枢纽站承担着交汇管道间调峰调气的功能。目前国内干线天然气管网建设方兴未艾,但专门论述枢纽站设计的文章较少,且大部分关注于站场的扩建,较少涉及大型天然气管网系统<sup>[2]</sup>优化及压缩机配置问题。本文中以某天然气管道联络线枢纽站的设计为例,通过分析交汇管道天然气流向,大管网水力系统<sup>[3]</sup>分析得出压缩机配置,进而总结出天然气管道枢纽站设计的一般思路。

## 1 功能定位

某天然气管道联络线拟建分输压气站,在已建冀宁联络线泰安压气站、西气东输二线平顶山-泰安支干线泰安末站、泰青威干线管道泰安首站基础上扩建,并考虑规划中的储气库联络线在该站系统衔接。由于各条管道在此汇集,因此在规

划设计中需对各管道进行整体考虑<sup>[4]</sup>,对该站即枢纽站进行优化设计以满足不同工况下的分输调气功能。

根据建设单位对已建天然气管网整体规划,确定枢纽站功能上要求能够联通某天然气管道联络线、西气东输二线平顶山-泰安支干线、泰青威干线及拟建的储气库联络线,实现各管道间相互互联互通调气,并且按照集约、集中和便于运行管理的原则优化增压调气功能,并充分利用已建公用系统。

## 2 流向分析

在明确了该枢纽站功能定位的基础上,分析枢纽站进站气源5处,分别为某天然气管道联络线北段来气、某天然气管道联络线南段来气、西气东输二线平顶山-泰安支干线来气、冀宁线联络线泰安分输清管站来气及储气库来气。出站分输方向有5处,分别为某天然气管道联络线南段方向、某天然气管道联络线北段方向、向泰青威干线管道方向、冀宁联络线泰安分输清管站方向及储气库方向,气体流向见图1。

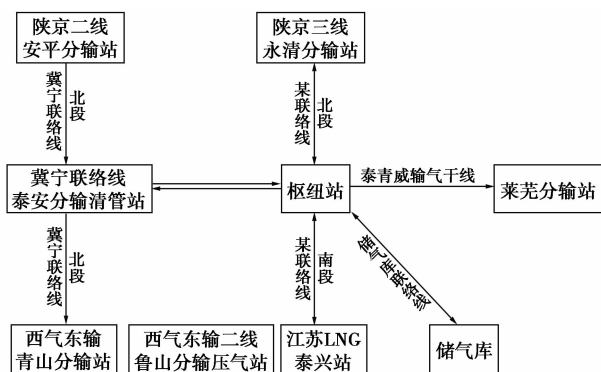


图 1 枢纽站气体流向示意图

表 3 枢纽站 2015—2020 年进出站温度表  $^{\circ}\text{C}$

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
某天然气管道联络线						
进站温度	13.8	13.8	13.8	13.8	19.45	19.12
出站温度	13.8	13.8	49.38	49.38	38.59	37.01
泰青威管道						
出站温度	10	10.3	10.3	11	11	10.3
冀宁联络线						
进站温度	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
出站温度	49.38	49.38	49.38	49.38	49.38	49.38

### 3 工艺系统分析

工艺系统分析主要梳理管网系统逐年运行工况,给某天然气管道联络线、冀宁联络线、泰青威干线管道调气气量,交接参数等。

#### 3.1 气量及分配平衡

根据建设单位对相关已建及拟建管网规划,经分析调研枢纽站气量平衡及分配见表 1。

表 1 枢纽站 2015—2020 年气量分配及平衡表

枢纽站	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
$10^8 \text{ m}^3/\text{a}$						
进站气量						
某天然气管道联络线	—	—	56.28	118.0	130.3	126.25
冀宁联络线	101.41	99.5	97.6	88.4	75.3	82.9
平泰支干线	52.92	39.84	17.1	30.4	47.9	44.9
外输气量						
某天然气管道联络线	-47.03	-28.44	-56.28	-118.0	-130.3	-126.25
泰青威管道	-51.0	-54.6	-58.4	-62.5	-66.9	-71.5
冀宁联络线	-56.3	-56.3	-56.3	-56.3	-56.3	-56.3

#### 3.2 枢纽站进出站参数

枢纽站进出站参数见表 2、表 3。

表 2 枢纽站 2015—2020 年进出站压力  $\text{MPa}$

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
某天然气管道联络线						
进站压力	6.9	6.8	8.08	5.74	7.74	7.87
出站压力	7.8	6.8	8.08	8.94	9.85	9.85
泰青威管道						
出站压力	5.45	5.9	5.9	5.42	5.56	5.9
冀宁联络线						
进站压力	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
出站压力	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59

#### 3.3 逐年工况分析

根据规划,泰青威干线管道首站为该枢纽站,对其逐年运行工况分析,天然气不需要增压即可以平泰支干线及冀宁联络线在枢纽站的交接压力直接输送出站,因此在压缩机机组配置<sup>[5]</sup>时不考虑泰青威管道的增压功能。

根据冀宁联络线规划及逐年运行工况分析,从 2015 年起需通过已建泰安压气站 2 台 7.1 MW 压缩机增压后可满足下游用户天然气气量及压力需求。

根据某天然气管道联络线规划及逐年运行工况分析,2015 年、2018—2020 年需通过增压才能满足下游用户的用气量及压力需求,其他年份无需考虑增压。

储气库联络线由于注采工况较复杂,单独进行分析。

综上,在枢纽站整体分析中,输往泰青威干线管道的天然气不考虑增压,冀宁联络线和某天然气管道联络线考虑增压后出站,枢纽站进站压力按照各管道最低进站压力核算,管输气量按年均输气量考虑。

#### 3.4 运行工况核算

根据以上分析,只有 2015 年、2018—2020 年需要对某天然气管道联络线增压,从 2015 年起需对冀宁联络线增压,因此只核算 2 条管道的逐年工况。由于 2 条管线进入枢纽站压力不同,需考虑统一增压及分别增压方案。

(1) 某天然气管道联络线和冀宁联络线统一增压后出站方案

进站压力按照 2 条线当年最低进站压力作为进站压力,出站压力按照 2 条线当年最高的出站压力作为出站压力。统一增压后枢纽站总功率见表 4。

表4 统一增压后枢纽站总功率 MW

	2015年	2018年	2019年	2020年
压缩机总功率	17.67	32.55	43.1	42

(2)某天然气管道联络线和冀宁联络线分别增压后出站方案

压力和温度的选取按每条天然气管道原有的压力和温度来考虑。分别增压后枢纽站总功率见表5。

表5 分别增压后枢纽站总功率 MW

	2015年	2018年	2019年	2020年
冀宁联络线功率	9.57	9.57	9.57	9.57
永泰联络线功率	2.16	20.21	12.12	11.02
合计	11.73	29.78	21.69	20.59

通过上述核算结果,2条管道分别增压总功率低于统一增压功率。且统一增压方案为了匹配冀宁线联络线与某天然气管道联络线进站压力,使联合工作点远离喘振区<sup>[6-7]</sup>,需在压缩机系统前设置稳压装置,将某天然气管道联络线压力降下来,此种增压方法不但增加设备投资费用及管道能耗,且对压缩机运行管理带来不便。综合考虑推荐采用分别增压方案,即某天然气管道联络线和冀宁线联络线分别增压后出站。

综上,枢纽站各管线压缩机功率核算见表6。

表6 压缩机功率核算 MW

年份	某天然气管道联络线 在枢纽站需新增功率		冀宁联络线泰安压气站	
	计算功率	最小配置功率	计算功率	最小配置功率
2015	2.16	2.47	9.57	10.95
2016	—	—	9.57	10.95
2017	—	—	9.57	10.95
2018	20.21	23.12	9.57	10.95
2019	12.12	13.87	9.57	10.95
2020	11.02	12.61	9.57	10.95

### 3.5 冀宁联络线原有压缩机失效工况

冀宁联络线在枢纽站已建2台7.1 MW的电驱压缩机,采用2+0配置,当该压缩机组失效后,某天然气管道联络线和冀宁线联络线向南输送的天然气通过新建的压缩机组增压后出站,2015—2020年逐年均工况下计算结果见表7。

表7 2015—2020年计算结果

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
可输送气量/ (亿 $\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )	103.33	84.74	112.58	174.3	170.87	170.87
进站压力/MPa	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
出站压力/MPa	8.59	8.59	8.59	8.94	9.85	9.85
压缩机计算 功率/MW	17.67	14.49	19.25	32.55	39.00	39.00

从表7可以看出,2015—2018年当冀宁线联络线在枢纽站已建压缩机失效后,某天然气管道联络线和冀宁线联络线总气量通过新建枢纽站压缩机组增压,2020年计算功率可达39 MW。

### 3.6 储气联络线

储气库规划注气为3 000万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,采气4 000万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,与枢纽站联络线长约100 km,采用D1016 mm管径输送天然气,储气库要求进入注气压缩机最小压力4.0 MPa,采气时与某天然气管道联络线运行压力匹配。

#### (1)注气工况

经核算采用D1016 mm管径,注气时满足储气库进入注气压缩机4.0 MPa时枢纽站的交接压力为5.23 MPa,某天然气管道联络线管道气无需增压即可满足该工况。储气库注气3 000万 $\text{m}^3/\text{d}$ 时工况核算见表8。

表8 注气工况核算

工况/ (万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	储气库进站 压力/MPa	泰安枢纽出站 压力/MPa
3000	4.0	5.23

#### (2)采气工况

储气库采气期需与某天然气管道联络线管道运行压力相匹配方能将天然气注入到管道中,如天然气注入枢纽站压缩机前,则除需与压缩机前管道运行压力相匹配外,还需考虑储气库来气与某天然气管道联络线天然气同时增压,天然气注入枢纽站压缩机前需压缩机功率计算见表9。

由表9可以看出,采气工况下在枢纽站压缩机前注入天然气,2015、2018—2020年管输天然气需要增压输送,2018年计算功率达到40.8 MW,而储气库采气时间只有3个月,如储气库来气与某天然气管道联络线来气联合增压,则配置的压缩机功率闲置,效率降低,因此推荐储气库注气压缩机直接增

压后注入某天然气管道联络线。

表 9 采气工况下压缩机功率计算表

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
某天然气管道 联络线/ ( $\text{万 m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	1343.71	812.57	1608.00	3371.43	3722.86	3607.14
采气/ ( $\text{万 m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	4000	4000	4000	4000	4000	4000
总气量/ $\text{万 m}^3$	5343.71	4812.57	5608.0	7371.43	7722.86	7607.14
功率/ $\text{MW}$	8.58	—	—	40.8	23.35	21.31

### 3.7 压缩机配置

综上分析,由于某天然气管道联络线定位为联络线功能,枢纽站压缩机配置首先满足某天然气管道联络线基本负荷<sup>[8-9]</sup>功率需求,再通过为冀宁联络线压缩机备用校核枢纽站压缩机总功率<sup>[5,10]</sup>,最终推荐枢纽压缩机配置方案见表 10。

表 10 压缩机运行方案

年份	计算功率/ $\text{MW}$	最小配置功率/ $\text{MW}$	压缩机配置及 运行方案
2015	17.67	20.21	15 MW 2+1
2016	14.49	16.58	15 MW 2+1
2017	19.25	22.02	15 MW 2+1
2018	32.55	37.24	15 MW 3+0
2019	39.00	44.62	15 MW 3+0
2020	39.00	44.62	15 MW 3+0

## 4 结论

通过确定枢纽站功能定位、交汇管道天然气流向分析、工艺系统逐年工况分析,得出压缩机配置方案,通过以上分析过程,总结枢纽站规划设计思路,

得出如下结论。

(1)天然气管道枢纽站规划设计应首先确定站场的功能定位。

(2)分析梳理交汇管道天然气流向,确定各管道在枢纽站应实现的功能。

(3)调研各交汇管道的规划及实际运行参数,归纳分析各管道为实现在枢纽站的功能需要做的工作。

(4)进行大管网工艺系统分析,为各管道在枢纽站实现功能提供数据依据。

(5)进行站内管道及压缩机优化配置。

(6)优化枢纽站流程,实现各交汇管道间调气功能。

## 参考文献

- [1] GB 50251—2003. 输气管道工程设计规范[S].
- [2] 黄维和. 大型天然气管网系统可靠性[J]. 石油学报, 2013, 34(2): 205-208.
- [3] 陈庆勋, 王善珂, 张文伟, 等. 西气东输管道压气站设置[J]. 油气储运, 2004, 23(3): 19-22.
- [4] 王善珂, 张文伟, 陶平, 等. 西气东输工程压气站工艺流程设计[J]. 油气储运, 2004, 23(2): 10-11, 23.
- [5] 李广群, 孙立刚, 毛平平, 等. 天然气长输管道压缩机站设计新技术[J]. 油气储运, 2012, 31(12): 884-886, 894.
- [6] 钱锡俊, 陈弘. 泵和压缩机[M]. 青岛: 中国石油大学出版社, 2009.
- [7] 韩辉, 张忠明, 康亮, 等. 输气管道压缩机防喘振系统的运行管理[J]. 油气储运, 2012, 31(10): 87-89, 99.
- [8] 郭洁琼, 仇晶, 杜学平. 华北华东地区天然气季节调峰对比分析探讨[J]. 石油与天然气化工, 2012, 41(5): 39-41, 90.
- [9] 李庆生, 杨建红, 张钦安, 等. 陕京二线天然气管输负荷分析[J]. 国际石油经济, 2005, 13(9): 59-61, 81.
- [10] 陈庆勋, 张文伟, 王善珂, 等. 西气东输管道压气站的机组选型[J]. 油气储运, 2004, 23(4): 1-5. ■

## 沙特基础工业公司与 SK 启用全新工厂及研发设施

2015 年 10 月 8 日, 沙特基础工业公司(SABIC)与韩国石化公司 SK 综合化学落成启用了 1 座全新的工厂。该厂将基于先进的 Nexlene™ 溶液法技术, 生产一系列高性能聚乙烯产品。

对等持股合资控股公司 SABIC SK Nexlene Company (SSNC) 于去年 7 月成立, 总部位于新加坡, 其全资子公司韩国 Nexlene 公司(KNC)所拥有的蔚山工厂产能可达 23 万 t/a。技术以及工厂的购买价格约为 6.4 亿美元。这座工厂将生产茂金属线性低密度聚乙烯(mLLDPE)、聚烯烃弹性体(POP)和聚烯烃弹性体(POE)产品, 以满足包括

高端包装、汽车、医疗、鞋类和电子照明等不同产业日益增长的需求。

Nexlene™ 技术可以为顾客带来更好的性能, 包括绝佳的抗冲击性、增强的韧性、优秀的透明度等。Nexlene™ 技术带来的独特性能还为开发创新产品和差异化应用提供了多种可能。

此外, 10 月 9 日 SABIC 和 SK 还将在大田落成启用 1 座全新的先进研发中心。该中心将设立专门的工艺开发、催化剂及产品研发部门, 同时也将在韩国国内及全世界范围内资助及管理大学及第三方机构的研究项目。(戴秋芸)