

# 中贵线与西二三线联络管道系统运行优化分析

丁鲁振 范秉文 (中国石油天然气管道工程有限公司上海分公司, 上海 200000)

**摘要:** 目前川渝地区天然气资源通过中贵线经中卫压气站接入西气东输管道系统, 天然气运输距离长、能耗高, 为了实现干线管道灵活调气, 提高输气效率、降低管输能耗, 同时为川渝地区天然气资源增加外输通道, 拟在中贵线与西二三线之间建设联络管道。中贵线与西二三线联络管道的建设, 可使中贵线就近接入西气东输管道系统, 使天然气运距减少 420 余公里, 可实现该区域干线管道成网, 优化管道系统运行。

**关键词:** 天然气; 联络管道; 优化运行

## 1 引言

输气管道联络工程可实现干线管道系统互联互通, 补齐重点区域输送能力短板, 推动形成“全国一张网”及重点区域“N-1”的基础管网布局, 让能源输送四通八达、安全平稳、高效智能。

联络管道作为输气干线之间的联络纽带, 可为干线引入新的气源接入点, 可使干线管道运行更加灵活。本文针对西气东输正在建设的西二线与西二三线联络管道, 对联络管道与中贵线、西二三线的运行工况进行联网计算, 对该区域管网运行进行优化分析。

## 2 工程概要

中贵线与西二三线联络管道起始于中贵线固原压气站, 终止于原州联络站, 线路全长约 5.6km, 设计压力 10MPa, 管径 DN1000, 设计输量  $150 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。

中贵线与西二三线联络管道的建设, 可使中贵线就近接入西气东输管道系统, 使中贵线、西二三线组成环网, 实现多气源备用、管网系统灵活调气, 提高管网输气效率、降低管输能耗; 另外, 为川渝地区天然气资源增加外输通道, 满足资源外输的要求。本工程联络管道拟在原州联络站与西三中阀室互联, 利用西三中阀室至彭阳压气站段管道接入西二三线系统。

## 3 水力计算条件

天然气长输管道的水力计算是工艺管网系统分析的重要环节, 水力计算数据为管网系统优化运行提供科学依据。本工程水力计算采用 SPS 软件 (10.4 版本), 该软件自 1997 年引入中国后, 被用于西气东输、涩宁兰、冀宁联络线、西二线、西三线、中俄东线等多条大中型长输管道的工程设计, 是在国际上被广泛认同的长输管道水力、热力计算软件。

本工程对中贵线、西二三线、拟建联络管道等管道系统搭建水力计算模型, 在设计输量工况下, 采用对气源进行压力控制、对沿线下点进行流量控制的

模式设定边界条件, 对该区域管网的运行工况进行仿真模拟, 计算得出水力模型沿线站场压力、温度等参数, 并将终端站场的进站压力、温度等参数与最低运行压力要求进行比对分析, 为管网系统优化运行提供数据支撑。

## 4 工况运行分析

### 4.1 天然气资源量预测

本工程区域内天然气资源为川渝地区天然气资源、中卫气源。川渝地区天然气经中贵线上载资源见表 1, 西三中中卫站接收天然气资源见表 2。

表 1 中贵线上载资源预测表 ( $10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ )

名称	2030 年	2035 年
中贵线上载资源量	4285	4285

表 2 西三中中卫站天然气资源输送量预测表 ( $10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ )

项目	2030 年	2035 年
西三中中卫站资源量	5514	7142

### 4.2 天然气资源流向优化

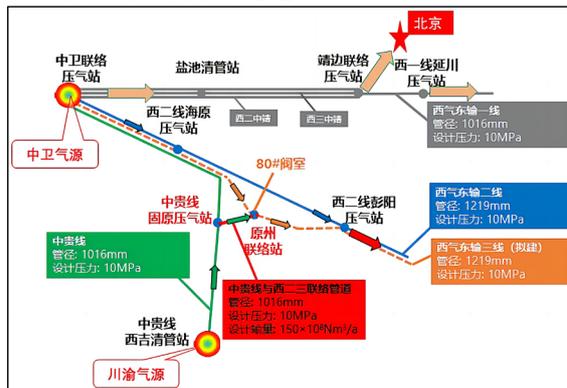


图 1 天然气资源流向示意图

中贵线与西二三线联络管道建设之前, 川渝地区天然气资源需通过中贵线经中压压气站接入西气东输管道系统; 该联络管道的建设, 可通过中贵线经联络管道就近接入西气东输系统, 使天然气运距减少 420 余公里, 提高输气效率、降低管输能耗。天然气资源流向示意图如图 1。

本工程联络管道建设完成后,川渝资源可不再北上绕行至中卫压气站,可经拟建管道就近上载至西三中管道系统;西三中管道系统可减少自中卫压气站接收气量。总之,川渝气源与中卫气源进行了匹配置换,大大降低了两个气源的管输距离。天然气资源流向优化运行后,西三中在中卫压气站接收天然气资源输送量可根据中贵线上载资源进行调整,详见表3。

表3 西三中天然气资源输送量预测表 ( $10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ )

项目	2030年	2035年
中贵线上载资源量	4285	4285
西三中中卫站优化资源量	1229	2857
合计	5514	7142

### 4.3 管网运行优化分析

#### 4.3.1 与西二线管道联网运行分析

在西三中管道全线投产运行之前,中固线与西二三线联络管道可利用西三中阀室至彭阳压气站段管道先行接入西二线管道系统,为西二线补充天然气资源。西二线自中卫压气站接收气源,西二线高峰日设计输量  $8293 \times 10^4\text{Nm}^3$ 。拟建联络管道建成投产后,西二线彭阳压气站可选择同时接收中卫压气站气源、中贵线固原压气站气源双向来气,当拟建联络管道按设计规模 ( $4285 \times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ ) 进行供应中贵线资源工况时,西二线中卫来气可降低至  $4008 \times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ 。在此情景下,对西二线海原压气站压缩机启机、不启机工况进行运行分析。该工况下西二线中卫-彭阳段管道运行参数见表4。

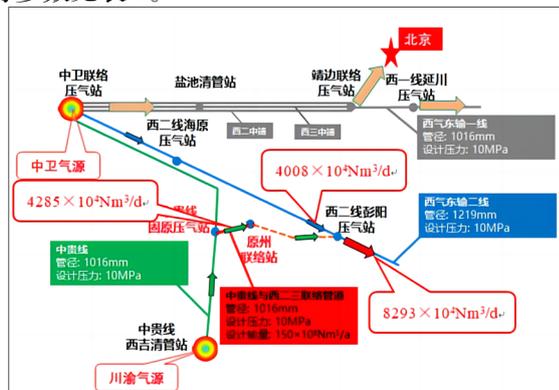


图2 与西二线管道联网运行天然气流向示意图

表4 西二线中卫-彭阳段管道运行参数表

站场名称	进站压力	出站压力	进站温度	出站温度	进站流量	出站流量
	MPa	MPa	°C	°C	$10^4\text{Nm}^3/\text{d}$	$10^4\text{Nm}^3/\text{d}$
西二线海原压气站压缩机启机工况						
西二线中卫站	—	9.60	—	35.00	—	4008
西二线海原压气站	8.85	9.85	24.95	33.62	4008	4008

西二线彭阳压气站	9.11	—	24.55	—	4008	—
西二线海原压气站压缩机不启机工况						
西二线中卫站	—	9.60	—	35.00	—	4008
西二线海原压气站	8.85	8.84	24.95	24.90	4008	4008
西二线彭阳压气站	8.05	—	21.13	—	4008	—

根据上述计算数据,当拟建联络管道按设计规模 ( $4285 \times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ ) 进行供应中贵线资源、西二线海原压气站不开启压缩机工况,西二线彭阳压气站进站压力为  $8.05\text{MPa}$ ,满足运行要求。因此,该工况西二线海原压气站可不启机运行,进而降低西二线综合能耗。

#### 4.3.2 与西三线管道联网运行分析

表5 西三线中卫-彭阳段管道运行参数表

站场名称	进站压力	出站压力	进站温度	出站温度	进站流量	出站流量
	MPa	MPa	°C	°C	$10^4\text{Nm}^3/\text{d}$	$10^4\text{Nm}^3/\text{d}$
西三线海原压气站压缩机启机工况						
西三线中卫站	—	9.60	—	35	—	3120
西三线海原压气站	9.08	9.85	24.34	24.31	3120	3120
中贵线固原压气站	—	9.46	—	44.00	—	4285
原州联络站	9.33	9.33	28.50	28.50	7405	7405
西三线彭阳压气站	8.79	—	23.49	—	7405	—
西三线海原压气站压缩机不启机工况						
西三线中卫站	—	9.60	—	35.00	—	3120
西三线海原压气站	9.08	9.08	24.34	24.31	3120	3120
中贵线固原压气站	—	8.69	—	44.00	—	4285
原州联络站	8.56	8.56	28.39	28.39	7405	7405
西三线彭阳压气站	7.93	—	23.27	—	7405	7405

在西三中管道全线投产运行时,西三中自中卫压气站接收气源,高峰日设计输量  $7405 \times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ 。西三线彭阳压气站也可选择同时接收中卫压气站气源、中贵线固原压气站气源双向来气,当拟建联络管道按

设计规模 ( $4285 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ) 进行供应中贵线资源工况时, 西三中中卫站来气可降低至  $3120 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。在此情景下, 对西三线海原压气站压缩机启机、不启机工况进行运行分析。该工况下西二线中卫 - 彭阳段管道运行参数见表 5。

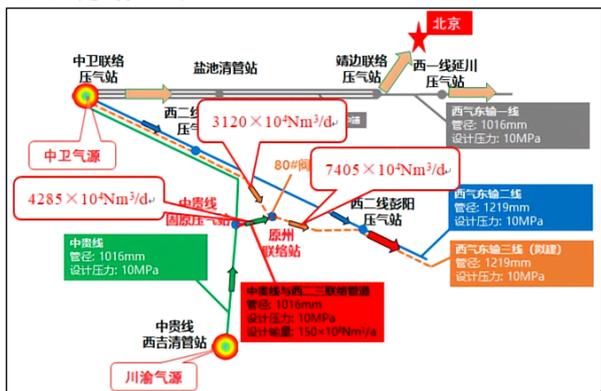


图 3 与西三线管道联网运行天然气流向示意图

根据上述计算数据, 当拟建联络管道按设计规模 ( $4285 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ) 进行供应中贵线资源、西三线海原压气站不开启压缩机组工况, 西三线彭阳压气站进站压力为  $7.93 \text{MPa}$ , 满足运行要求。因此, 该工况西三线海原压气站可不启机运行, 进而降低西三线综合能耗。

#### 4.3.3 出站压力分析

中贵线与西二三线联络管道自中贵线固原压气站接引气源, 固原压气站压缩机启机工况出站压力可达  $9.85 \text{MPa}$ , 在设计输量工况下至彭阳压气站进站压力高于  $9 \text{MPa}$ , 进站压力较高。故拟建联络管道转供工况下, 中贵线固原压气站可适当调整出站压力。现按照设计输量工况, 对固原压气站最低出站压力进行核算。现对 2030 年配气工况, 即中贵线来气  $4285 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$  通过原州联络站转供至西三线, 西三中彭阳压气站进站压力  $8.25 \text{MP}$ 。为确保满足西三中彭阳站进站压力要求, 计算可得固原压气站出站压力需不低于  $8.75 \text{MP}$ , 详见表 6。

表 6 沿线站场计算参数表

站场名称	进站压力	出站压力	进站温度	出站温度	进站流量	出站流量
	MPa	MPa	°C	°C	$10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$	$10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$
中贵线固原压气站	—	8.75	—	20	—	4285
原州联络站	8.58	8.58	20	20	5514	5514
西三中彭阳压气站	8.25	—	18.85	—	5514	5514

#### 4.3.4 最大输气能力分析

本工程起始于中贵线固原压气站, 拟建联络管道

利用西三中阀室至彭阳站段管道可先行接入西二线管道系统, 现按照固原压气站出站压力为别为  $9.85 \text{MPa}$ 、西二线彭阳压气站进站压力  $6.79 \text{MPa}$ , 对联络管道系统的输气能力进行核算, 年均地温工况下最大输气能力约为  $12856 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ , 详见表 7。

表 7 联络管道系统最大输气能力计算参数表

站场名称	进站压力	出站压力	进站温度	出站温度	进站流量	出站流量
	MPa	MPa	°C	°C	$10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$	$10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$
中贵线固原压气站	—	9.85	—	44.56	—	12856
原州联络站	9.13	9.13	6.32	6.32	12856	12856
西二线彭阳压气站	6.79	—	30.55	—	12856	12856

#### 4.3.5 事故工况分析

随着国家加快建设“全国一张网”, 天然气管道作为城市基础设施, 为保证供气区域供气安全, 将实现“N-1”即在原有供气管线 1 条出现供气问题, 其他管道能够保证区域内正常供气。中贵线与西二三线联络管道的建设, 可以与中贵线、西二线及西三线(拟建)组成环网, 当中贵线中卫 - 固原段、西二线及西三线(拟建)中卫 - 彭阳段中任一处发生事故断供时, 可实现多气源应急保供。中贵线与西二三线联络管道可向西二三线应急保供能力为  $4285 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

综上, 通过拟建联络管道分别与西二三线管道系统的联网运行分析, 可知干线管道之间建设联络管道可增加管网系统的灵活性, 实现区域管网“N-1”供气格局, 实现事故工况、多气源应急保供。①拟建联络管道向西二线转供气量达到设计输量, 且西二线在设计输量运行工况下, 西二线海原压气站可不启压缩机; ②拟建联络管道向西三线转供气量达到设计输量, 且西三线在设计输量运行工况下, 西三线海原压气站可不启压缩机; ③拟建联络管道向西二三线转供气量达到设计输量, 根据西二三线彭阳压气站进站压力要求, 可在一定范围内可降低中贵线固原压气站的出站压力; ④拟建联络管道可实现中贵线气源接入西气东输管道系统, 需按照接入西二三线彭阳压气站的节点对管道系统输气能力进行核算, 管道系统本体具备的输送能力较大, 管网系统调配比较灵活; ⑤拟建联络管道可以与中贵线、西二线及西三线(拟建)组成环网, 当中贵线中卫 - 固原段、西二线及西三线(拟建)中卫 - 彭阳段中任一处发生事故断供时, 可实现多气源应急保供。中贵线与西二三联络管道具备双向输气功能, 应急保供能力可达  $4285 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。