

天然气集输管网优化策略分析

李庆勇

西北天然气销售中心 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 本文探讨了天然气集输管网的优化策略,分析了其重要性、基本原则、结构优化方法以及智能算法在优化中的应用。文章指出,优化天然气集输管网对满足社会对能源的需求、提高生产效率和安全性具有重要意义。优化需遵循安全性和经济性两大原则,结构优化包括环形优化、树状优化和星形优化。智能算法如蚁群算法和粒子群算法在优化中已得到应用,但仍需进一步研究和完善。未来,随着科技的不断进步,天然气集输管网的优化策略将更加科学、高效。

关键词: 天然气集输管网; 优化策略; 结构优化; 智能算法

1 引言

随着全球能源需求的不断增长,天然气作为一种清洁、高效的能源,其开发利用受到了广泛关注。天然气集输管网作为连接天然气生产与消费的重要环节,其运行效率、安全性和经济性直接影响着天然气的供应质量和成本。因此,对天然气集输管网进行优化策略分析,对于提高天然气集输效率、降低运营成本、保障供应安全具有重要意义。

2 天然气集输管网优化的重要性

2.1 满足社会对能源的需求

随着社会的不断发展,能源需求量持续增加。天然气作为一种重要的能源,其集输管网的优化能够确保天然气稳定、高效地供应,满足工业、民用等各个领域的需求。

2.2 提高生产效率

天然气集输管网涉及多个环节,包括开采、处理、输送等。通过对集输管网进行优化,可以减少不必要的环节和能耗,提高整个生产流程的效率。例如,优化管网布局可以减少输送距离和阻力,降低能耗;优化处理工艺可以提高天然气处理质量和速度。

2.3 保障安全性

天然气具有一定的危险性,如易燃易爆、含有腐蚀性物质等。集输管网的结构和运行状况直接影响着安全性。优化集输管网可以降低安全风险,如通过合理的管网布局减少泄漏点,通过定期检测和维护及时发现并处理安全隐患。

3 天然气集输管网优化的基本原则

3.1 安全性原则

安全性是天然气集输管网优化的首要原则。在优化过程中,必须充分考虑天然气的物理和化学性质,以及

集输管网所处的环境条件。例如,要避免管网穿越人口密集区、易燃易爆场所等高风险区域;要采用耐腐蚀、耐高压的材料和设备,确保管网在长期运行中不会出现泄漏、爆炸等安全事故。

3.2 经济性原则

经济性原则是天然气集输管网优化的重要考量。优化目标应是在满足安全性和生产需求的前提下,尽可能降低建设和运营成本^[1]。这包括优化管网布局以减少管道长度和设备数量,采用高效的处理工艺和设备以降低能耗,以及通过合理的管理和维护延长管网使用寿命等。

4 天然气集输管网的结构优化

4.1 环形优化

环形管网是指天然气集输管网中的干线与支线之间通过串联的方式相互连接,形成环状结构。这种结构有利于天然气集输管网的管理,因为各条管道内的压力将处于平衡状态,便于调节和控制。如果气田的气井呈现环形分布结构,采用环形连接的方式可以充分利用各井口之间的压力差,实现天然气的高效集输。

4.2 树状优化

树状管网是指一条干线将多条支线相互连接,形成树状结构。这种结构的优点是可以大大降低集输管网的建设成本,因为支线可以共享干线的基础设施。然而,树状管网也存在一些缺点,如不利于各条管道和各气井的管理,容易出现各支线分流不均匀的问题,进而影响整个生产过程的平稳性。如果气田单位的气井呈现直线分布结构,可以采用树状管网结构形式,但需要进行合理的优化设计,以克服其缺点。

4.3 星形优化

星形管网是一种较为先进的集输管网布局形式。如果某气田呈现以某口气井为中心的气井分布结构,可以

采用星形集输管网布置形式。这种形式的集输管网不但可以保证天然气分流的均匀性,还可以降低天然气集输管网的建造成本^[2]。目前,星形管网已经在我国一些气田处理厂内得到了广泛的应用。

5 智能算法在天然气集输管网优化中的应用

5.1 蚁群算法

蚁群算法是一种基于蚂蚁群落生存基本原理的参数优化和求解算法。在天然气集输管网优化中,蚁群算法可以用于寻找最优的管网布局和参数设置。该算法具有求解速度相对较快、求解精度相对较高的优点。然而,蚁群算法也存在一些缺点,如对循环次数要求较高,如果求解循环次数不足,求解精度会受到影响;同时,该算法需要人为设定一些参数,如果参数设置不合理,也会影响求解精度。

5.2 粒子群算法

粒子群算法是一种在保证精度的情况下可以大大缩短计算时间的优化算法。在天然气集输管网优化中,粒子群算法可以用于优化管网的运行参数,如压力、流量等。该算法通过模拟粒子在搜索空间中的运动来寻找最优解,具有收敛速度快、全局搜索能力强等优点。然而,粒子群算法也存在一些局限性,如容易陷入局部最优解等。

5.3 智能算法的应用前景

随着科技的不断发展,智能算法在天然气集输管网优化中的应用前景广阔。未来,可以进一步研究和完善智能算法,提高其在天然气集输管网优化中的适用性和准确性。例如,可以将多种智能算法进行融合,发挥各自的优势,克服各自的缺点;还可以将智能算法与地理信息系统(GIS)、遥感技术等其他先进技术相结合,实现天然气集输管网的智能化、精细化管理。

6 天然气集输管网优化的其他策略

6.1 井组优化

气田内部的集输流程根据气田的地质、地理条件及气田开发阶段的不同可分为单井集输流程和多井集输流程。对于面积较大和井数较多的气田,为了生产和管理上的方便,通常将气井划分为若干组,每一组气井的天然气都在各自的集气站进行汇集处理后外输。井组最优划分解决的问题是如何最优划分井组,以使建设投资费用最省。目前,在井组最优划分时,大都采用在一定井式和集输半径约束下,以距离之和最短为原则对井组进行划分,没有考虑集气站的集气量规模问题。井组最优划分的目标就是确定气井与集气站间的最佳隶属关系,即在一定的井式约束下,把各气井划分为隶属于各自集

气站的井组,以使各气井到相应集气站费用最小,各集气站的集气量分布最合理。

6.2 气田站址优化

在气田集输系统工程中,首先遇到的问题是确定集气站的数目和站位。集输场站的选址布局是否合理与集输生产成本的高低有很大的关系。要想做好集输管网的优化,也就要求必须做好集输场站的优化,二者相结合才能更好地实现集输管网的优化。在气田的集输系统工程建立的时候,最先考虑的就是怎样确定合理的集输集气站的数目及其位置^[3]。由于集输集气站的数量的多少与投资相关联,并且集输站位置的确定与整个气田集输管网也就是网络布局的结构形成有很大的关系,集输管网的投资费用很高,基本上达到每千米高达几十万元,在集输管网的总投资中集输管线的投资占据十分之六七的比例,因此在集输管网优化的过程中研究集气站的问题是很有现实意义的。

6.3 系统布局优化设计

在对天然气集输管网进行优化设计时,重点是适当地对管网系统当中的各种施工单元展开管线布局并将其与集输管路构成一致的整体,创建相应的网络模型。利用对模型中的各种数据的运算可以实现经济效益最大化的理论与措施,接着设置天然气集输管网里的普通设计框架,按照各种作业单元的重要程度对地面集输管网的进行规划布局,进一步优化整个集输系统的布局。利用在地面集输管网系统中的规划安排的最优设计,不仅大量降低了有关的建设费用,并且还给建成后的工作提供了相应的保障,给恶劣的天气与复杂的地形条件带来了更强的抗性,进一步确保天然气集输系统的工作稳定性。

6.4 数字天然气管道设计

借助现代化的计算机技术、通讯技术等,相关的技术人员能够对天然气管道实际走向、周围地质环境、气候特征等进行现场调查工作。与相关的标准规范内容结合起来,计算机技术能够将现场调查的结果留存在数据库当中,借助管道模拟软件来对天然气管道展开初步计算工作,这能够为后期的管道设计工作提供必要的计算支持。站在地质勘察的角度上进行分析,在对天然气管道的可行性展开研究的过程中,借助分析不同路线所呈现出的地貌特征、水文条件环境、区域性分布规律等进行掌握的形式,对工程地质状况进行全面有效的了解,分析线路价值^[4]。在选择数字天然气管道线路时,比较常见的是借助卫星遥感影像图进行选择。结合相关的标准规范,在完成几何校准工作之后,需要对不同管道线路方案进行重叠,对区域、公路、场站等不同的信息进行

明确,从而为决策人员提供有效的数据参考,促使其能够在线路中直观地获取相应的信息。

6.5 输管道设计优化

天然气输送管道的发展历程表明,高压、长距离、输量大是当今天然气输送管道技术的发展方向。通过高压输送天然气,可以提高密度、降低流速、从而降低摩阻,提高输送效率。通过对在不同的设计压力下,对不同管径的输气工艺进行对比得出,在管径不变的情况下,天然气输送压力越低,综合能耗越高;在压力不变的情况下,管径越小,综合能耗越高。然而,管径大小对输气管道爆炸危害范围的影响要明显大于输送压力对爆炸危害范围的影响,管径越大,所产生的爆炸安全隐患就越大。因此,在确定输送方案的同时,既要考虑输送效率和降低能耗,也要考虑输送管道的安全性能和输送过程中产生的风险。

7 案例分析

7.1 某气田天然气集输管网系统优化前生产运行情况

某气田天然气集输管网系统的处理输送处理,最终形成实际应用的天然气。其中,进行天然气输送实现的集输管网系统,其核心设置在气田作业区域的先导试验站内,并且该作业区域内的天然气技术管网系统的处理能力约为 $80 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$ 。在该气田的天然气资源开发中,结合气田作业区域的具体开采情况,主要设立了五个气田开采生产队,进行分区域开采。天然气资源开采生产过程中,各开采生产作业队的集输来液压力以及压力设定基本一致,其中,各开采队开采生产中NP1-1D外输汇管结构部分的来液压力设置为 1.1Mpa ,并且设定压力值在 0.7Mpa 及以下;NP1-2D外输汇管结构部分的来液压力设置为 1.15Mpa ,设定压力值也在 0.7Mpa 及以下;先导试验站进站汇管部分的来液压力设置为 0.9Mpa ,设定压力值在 0.7Mpa 及以下;NP2-3LP外输汇管结构部分来液压力设置为 1.0Mpa ,设定压力值在 0.7Mpa 及以下。此外,根据该气田作业区域中所有开采队的生产开采作业情况,五个天然气开采生产作业队的日开采量分别为 $10 \times 104 \text{m}^3$ 、 $15 \times 104 \text{m}^3$ 、 $42 \times 104 \text{m}^3$ 、 $49 \times 104 \text{m}^3$ 和 $28 \times 104 \text{m}^3$,并且各开采队在天然气资源开采生产过程中的平均日耗气量约为 $35 \times 104 \text{m}^3$,开采生产中的平均日输气量约为 $109 \times 104 \text{m}^3$ 。

7.2 优化措施及效果

为了解决气田天然气实际外输出量与集输管网系统的设计外输出量之间矛盾,在气田天然气外输出量增加的基础上,需要对于天然气集输管网系统进行优化以实现矛盾解决。优化后的天然气集输管网系统工作运行流程主要是在气田作业区域的集输管网系统中进行了一号岛天然气集输管网系统的增加与投产使用,以与陆岸的终端联合站进行生产运行,同时对于气田作业区域天然气集输管网系统的工作流程进行优化设计,并将原有的天然气集输管网系统也就是先导试验站的设计处理能力提高到 $110 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$,在此基础上还增加了天然气管网下游用户的使用量,进行 $20 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$ 的DNG加气站建设应用。最后还在气田开采生产中增加了天然气外输增压设备,在与下游天然气用户进行相互协调情况下,保证天然气集输管网系统气相压力的稳定,以降低气田开采中井口回压值。优化后,各采油队回压下降,天然气集输运行更加平稳。

结语

天然气集输管网的优化策略分析对于提高天然气集输效率、降低运营成本、保障供应安全具有重要意义。在优化过程中,应遵循安全性和经济性原则,对管网结构进行合理优化,如采用环形、树状或星形管网布局形式,并充分考虑井组优化、气田站址优化、系统布局优化设计、数字天然气管道设计以及输管道设计优化等方面。同时,随着科技的不断发展,智能算法在天然气集输管网优化中的应用前景广阔,应进一步研究和完善相关算法,提高其在优化中的适用性和准确性。通过综合运用各种优化策略,可以推动天然气集输管网的进一步发展,满足社会对能源的需求。

参考文献

- [1]鱼东溟,马跃.天然气集输管网优化概述[J].云南化工,2019,46(07):162-163.
- [2]陈家良.天然气集输管网的优化方案[J].化学工程与装备,2021,(07):93-94+86.
- [3]詹超.天然气集输管网优化设计研究[J].化工设计通讯,2020,46(10):146-147.
- [4]方忠,徐勇俊.探究长输管道天然气集输管网优化设计[J].化工管理,2021,(12):193-194.