

城市天然气管网规划现状与特点研究

陈敏捷 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘要: 管网的规划设计成了目前城市天然气输送的一种高效、安全、环保的途径。本文以城市天然气管网规划作为切入点, 从规划方法、规划要点两方面着手, 分析天然气管网规划工作的现状, 结合城市天然气管网特点树立清晰、明确的规划思路, 并从几个方面重点探讨城市天然气管网规划特点与注意事项。旨在为现有城市天然气管网规划体系探索出创新优化方向。

关键词: 天然气管网; 规划方法; 规划特点

近年来, 我国在各地兴建大量的天然气管网工程, 由天然气能源逐渐取代了煤炭、石油等传统化石能源, 这对加快我国能源结构转型发展步伐、改善生态环境、实现多元化能源战略有重要的现实意义。然而, 新建天然气管网工程普遍位于建筑物密布、人居密度大的城市区域, 工程现场及周边环境复杂, 必须对燃气管网的规划设计方法进行深入细致的分析, 保证天然气管网规划的科学性及其可行性。

1 城市天然气管网规划方法

1.1 动态规划法

城市天然气管网工程有着工期时间长的特征, 在工程前期策划立项、现场建造期间, 随着时间推移, 外部环境发生明显改变, 如城市规模与供气需求、管道周边城市布局结构、工程建设标准等。因此, 规划人员应采取动态规划法, 持续收集工程资料与相关信息, 定期对既定规划设计方案的可行性、合理性进行论证, 从中发现问题、加以改进。同时, 如果在工程建设期间遇到各类突发状况, 也需要着手修改规划方案内容, 并在方案中采取冗余规划手段, 利用冗余空间来应对突发状况。

1.2 约束导数法

约束导数法是把不等式约束条件转化为等式约束条件, 用于解决输气管道工艺参数设定等重难点问题的一项规划方法, 本质上属于数学规划方法的一种, 强调对局部设计问题进行最优化处理。在城市天然气管网工程, 约束导数法主要用于优化管道直径与压缩机功率, 提前给定管网结构中的压气站位置及数量, 再把设计变量因素转为状态变量以及决策变量因素。

1.3 广义既约梯度法

广义既约梯度法多用于天然气管网结构的总体规划环节, 具备同步计算全部设计变量最优化结果的条件, 包括相邻压气站管段最佳长度、压气站最佳数量、

各管段最佳管径值、压气站内设备运行参数最佳值等。同时, 在单独采取广义既约梯度法情况下, 仅能通过连续形式来获取管道直径最佳值, 如果规划人员想获得离散的最优化结果, 则需要搭配采取分支定界法、次梯度优化法等其他规划方法。

1.4 神经网络法

神经网络法强调构建神经网络, 在内部设定能量函数, 保持能量函数和问题目标函数二者的一致性, 通过推演网络状态变化过程来达到平衡状态, 获得局部最优解答案。在城市天然气管网工程, 神经网络法可以妥善解决维数障碍问题, 提前找寻与本工程背景条件高度相似的同类项目, 把两城市管线长度作为权值, 计算最优管网路线。

2 城市天然气管网规划要点

2.1 预测供气规模

为把控城市天然气管网建设规模, 避免因建设规模超标而造成资源浪费、造价成本超限, 或是因建设规模不足而无法切实满足天然气使用需求。规划人员提前根据已掌握资料信息来预测供气规模, 具体可采取因果分析预测法、时间序列预测法两种方法。

2.1.1 因果分析预测法

此项方法强调准确描述事物间因果关系来推演后续发展变化情况, 确定预测值。例如, 在工程建设规模与城区面积较大时, 采取综合指标法, 设定供气区域内的人均综合耗热指标, 在计算公式内导入耗热指标、区域总人口数、当地人口气化率、天然气低热值等已知信息, 求解天然气区域预测供气规模。

2.1.2 时间序列预测法

此项方法重点体现天然气供气规模在时间维度上的发展变化过程。对于城市规模逐年持续扩大的城市, 采取年递增率法, 根据历史年份供气统计数据、人口总量增长幅度来预测未来一定年限的供气规模年增长

率。而对于城市发展前景与供气规模不确定的天然气管网工程,则采取曲线回归法,构建曲线预测模型,在模型内导入未来发展曲线函数进行计算。

2.2 管网结构形式和总体布局规划

2.2.1 在管网结构形式规划环节

主要采取双环形、主副环形、半环形、环枝形四种结构形式,根据工程情况进行选择。第一,双环形结构由内环管网、外环管网组成,内环负责向中心城区供气,外环负责向周边卫星城镇供气,适用于大型城市。第二,主副环形结构适用于城区分散状态的天然气管网工程,在中心城区建设高压主环管网,在周边城区内建立副环管网。第三,半环形结构是在中游输气管道一侧区域内建立多个分输站,适用于天然气区域内城镇规模大致相同的城市。第四,环枝形结构是在主环管网中接入多条支干管道,从中心城区向周边偏远城镇输送天然气。

2.2.2 在总体布局规划环节

为保证供气稳定性,在管网结构中布置多个气源,各气源具备互换条件和互为备用的接气点,单个气源出现管道冰堵等问题时,也不会对管网运行效果造成明显影响。随后,在结构内挑选气源接收站、储备站、调质站等配套设施的最佳位置,如在中游分输站周边区域紧邻布置气源接收站,在远离中心城区的区域内布置天然气储备站,在靠近供气中心的位置布置接收站。最后,规划人员遵循“外高内低、疏高密低”原则,在外围城区和建筑物密布较小的区域内集中布置天然气输送管道。

2.3 管线路径规划

2.3.1 规划人员明确管线路径的选择思路

主要遵循顺应趋势、因地制宜两项基本原则。第一,顺应趋势原则强调提前掌握城市功能布局结构、规划发展方案和现场环境条件,在不限制城市功能发挥、不破坏现有城市格局的前提下规划天然气管道路线。例如,在边缘城区内布置危险系数较高的高压天然气管道,在中心城区内布置低压天然气管道,以此来控制管道渗漏、燃气爆炸等安全事故的损害程度。第二,因地制宜原则强调规划人员提前收集分析工程现场的水文地质资料,优先选定工艺难度较小、工程量较少、建设成本低廉的管线路径,尽可能规避沿途分布的岩溶、软基等不良地质问题。

2.3.2 规划人员制定管线路径初步设计方案和多套备选方案

在方案内明确标注管线走向、位置、高程等具体

信息,以及配气站、压气站等配套设施的分布位置。以天然气高压管道为例,正常情况下,沿城区范围内的高速路或是干线路来布置管道,非必要情况下,高压管道不得穿越一二级水源保护区。

2.3.3 规划人员对各套管线路径方案进行综合评价

具体从用地状况、空间分布、安全影响、路线依托条件、综合协调难度等多个维度出发,从中挑选综合评分最高的方案作为最终城市天然气管线布置方案。例如,在综合协调难度方面,优先挑选管线沿途未穿越居民区、政府办公区域和生态环境保护区域的方案,避免在后续工程建设期间增加协调难度。

2.4 环境保护规划

在城市天然气管网建设与投运使用期间,往往会对周边生态环境造成一定程度的污染,既不利于环境友好型社会的构建,也会对城市人居环境质量的提升造成阻碍。因此,规划人员需要从环境保护角度出发来开展规划设计工作,把工程建设、管网运行活动对当地环境造成的影响程度压制到最低。例如,从水环境污染角度来看,在管线路径规划环节尽量避开沿途分布的城市水域环境,如果出现管道泄漏等安全事故,污染物也不会直接流入水域环境当中,从根源上预防水体富营养化、恶臭化等污染问题出现。从噪声污染角度来看,参考《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-90)等规范文件,优先在管网结构中配备低噪音调压器等新型设备,以及在升压站等大型设施的建筑物中采取防噪声措施,把管网运行期间产生的噪声分贝控制在合理范围内,并利用外部防噪措施来控制噪声传播范围。同时,考虑到供气站等配套设施的现场分布大面积空地,在不影响管网功能发挥前提下,可选择把此类空地规划为绿地,栽植乔灌木植物或是草坪,起到提高城市绿化率、改善当地空气质量、强化生态环境自净能力的作用。

3 城市天然气管网的规划特点

3.1 区域气源集散

天然气管网有着多点来气、消费用途广泛的特点,在天然气输送与终端消费期间呈现出“聚拢来气、发散供气”规律。因此,规划人员需要做好区域气源集散规划工作,把管网结构拆分为集输单元、输送单元两部分。其中,集输单元位于气源点前端,通过输气管道持续把页岩气、浅层气以及各类可互换燃气汇集到天然气集输管网当中。输送单元主要位于城市区域,包含气源点接气后的全部管道及配套设施,负责向终端用户分散提供天然气。

3.2 多气源归一

天然气气源来自多条途径,把全部途径来气在进入输送单元前进行重新调质或是混配处理,直至天然气达到气质要求后,再输送给终端用户。在天然气管网规划期间,规划人员必须挑选具备互换性的燃气作为气源,在管网结构中构建气源接收界面,并根据工程情况来设定天然气的气质参数。同时,也可把小规模的地方气源作为主要气源之一,如把当地沼气经过处理后接入到天然气管网当中,贯彻落实资源因地制宜目标,这对促进当地可再生资源的就地利用有重要意义。

3.3 区域网络

城市天然气管网本质上属于由多条输送管道、若干节点与冗余部分组成的结构体系,各部分共同形成区域性网络结构。在管网规划期间,规划人员需要把输送管道及配套设施“点到点”两两连线,根据所处城市区域的功能布局结构来确定、迁移各处构建物的分布位置,并对配气站等部分进行适当迁移,从而满足终端用户供气需要和多气源接收需要。同时,还应重点关注管网等级制问题,按照从高到低顺序依次规划各压力级管网,包括主管网、支管网、局部备用辅助管网等,明确划分各级管网的功能定位、层次特性与技术参数,使其共同构成结构完整、功能齐全的区域性天然气管网结构。

3.4 辅助区域调峰

在早期已建成的城市天然气管网工程,不同时间段的天然气供气负荷存在明显差异,在供气峰值期间依赖城市天然气管网自行调峰,时常出现供需不平衡问题,对城市居民日常生活、工业生产活动正常开展造成明显影响。同时,我国当前正处于城镇化发展的关键时期,城市规模持续扩大,城市天然气管网的单日供气峰值也随之提高,进一步加剧了天然气调峰问题的严重程度。因此,规划人员需要着重体现城市天然气管网工程的辅助区域调峰特点,具体采取区域内部辅助调峰、相邻区域调峰两项手段,确保天然气管网可以切实满足终端用户的用气需要。第一,区域内部辅助调峰是在城市天然气管网结构中修建大型储气库等设施,如果在天然气管网投运使用期间遇到峰值,则临时从储气库内调取天然气来供应终端用户。第二,相邻区域调峰是把单个城市的天然气管网视为天然气区域,如果城市天然气管网无法满足用户用气需要,则从相连接的其他区域内调用天然气。此项方法适用于物理距离较近的城市,如果物理距离过远,则会大

幅抬高工程造价成本。

3.5 规模化与扩建化

3.5.1 规模化特点

新建城市天然气管网工程的建设规模较为庞大,需要规划人员优先建设区域性大型设施,包括大型调峰储气站、大型压送站、大型 LNG 液化储罐等。相比于小型天然气管网工程,大型工程的造价成本虽然较高,但可以发挥规模效益,具备灵活调度条件,并有利于推动城市天然气服务体系向配气专业化方向发展。

3.5.2 扩建化特点

随着城市规模扩大,天然气市场消费总量呈现出逐年稳步提升的良好发展态势,现有城市天然气管网虽然满足当前的天然气输送需求,但却很难满足未来城市发展需要。因此,规划人员应遵循前瞻性原则,在管网规划方案中预留一定的升级扩建空间,后续根据实际需要天然气管网进行改扩建处理。

综上所述,天然气管网工程在城市发展过程中占据着愈发重要的地位,天然气管网规划质量直接影响到城市发展潜力。因此,燃气公司与规划人员都应提高对城市天然气管网规划的重视程度,结合工程情况来选用恰当的规划方法,全面掌握在预测供气规模、结构形式与总体布局规划、管线路径规划、环境保护规划四方面的规划要点,围绕天然气管网区域气源集散、多气源归一、区域网络、辅助区域调峰、规模化与扩建化的规划特点来树立规划思路方针,向用户提供更为优质的供气服务。

参考文献:

- [1] 韩文炜.论城市天然气管网规划设计[J].技术与市场,2017,24(01):74.
- [2] 裴凤玲.大庆市主城区天然气规划研究[D].大庆:东北石油大学,2010.
- [3] 孔川.天然气区域管网规划设计理论研究[D].重庆:重庆大学,2016.
- [4] 韩刚团,江腾.城市高压天然气管网规划思路探析——以深圳为例[C]//中国城市规划学会,贵阳市人民政府.新常态:传承与变革——2015中国城市规划年会论文集(02城市工程规划),中国建筑工业出版社,2015:7.
- [5] 李建荣.论城市天然气管网规划设计[J].山西建筑,2016,42(09):30-31.
- [6] 金芳.上海建设燃气电厂专线的必要性[J].煤气与热力,2007(12):12-14.