

# 高层建筑燃气管道设计及安全措施研究

袁晓江

(萍乡市燃气有限公司, 江西 萍乡 337000)

**摘要** 经济快速发展的同时, 城市化速度进一步加快, 由于城市建筑用地资源紧缺, 一些大中型城市的建筑以高层为主。由于高层建筑与低矮建筑之间存有区别, 高层建筑在建筑设计中对燃气管线敷设和安装的安全要求则更为严格, 高层建筑的燃气管道设计是配套设施安装的重点与难点。高层建筑燃气管道设计要综合考虑施工地质条件、气体来源、用户使用特征, 注重整体和局部设计合理科学性, 从顶层上防止因设计不合理而导致的各类燃气用气安全事故。文章主要结合高层燃气管道设计实践展开研究, 并针对设计问题进行分析, 提出了几点合理有效的设计策略, 以期对切实强化高层建筑燃气管道设计的安全性有所裨益。

**关键词** 高层建筑 燃气管道设计 安全措施

中图分类号: TU972

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0103-03

当前我国城市建设仍处于高速发展的时期, 由于经济持续发展、市政用地少等原因, 高层建筑成为主流的建筑构型。我国高层住宅燃气设计仍存在许多问题, 如果燃气管道设计不科学, 则会直接影响燃气管道施工进度, 导致施工安全大受影响并可能造成安全生产事故。为此, 各级建设部门要高度重视高层建筑燃气管道设计问题, 并采取合理对策, 以便为后期高层建筑燃气管道施工工作打下坚实基础。

## 1 高层建筑燃气管道设计困境

### 1.1 高层建筑沉降问题

高层建筑物沉降现象较为常见, 由于高层建筑具有较高的楼层和超大体量, 其自身重量较大, 会给地面带来较大下沉重力, 使其在一定范围内发生沉降问题。在某一数值范围内, 沉降不会对建筑物结构稳定产生任何影响, 但如果超出了设计限度, 则会对建筑物产生严重损害。由于燃气工程对安全要求较为严格, 在沉陷过程中, 会对输气管线产生极大切应力, 从而引起输气管线泄漏问题。为了确保燃气管线的使用安全, 则应全面考虑建筑物沉降问题<sup>[1]</sup>。

### 1.2 燃气管道阻力因素

在高层建筑物中、上部, 由于楼面高度增加, 管线内部会有额外加压, 而且随着楼层增加, 会使压力值逐渐增大。例如, 在高层建筑顶层, 当业主居家使用燃气时, 往往会出现燃气供应不稳定、燃气流动不够持续、燃气泄漏、人吸入过量有害气体等问题。当大楼内同时段的用户数多时, 便会引起燃气管线压力增加现象。

### 1.3 高层建筑环境因素

目前, 国内大多数城市的高层建筑, 将燃气管线分成两个部分, 即在室外和室内。在燃气管道的使用中, 由于天气和环境因素的影响, 导致管道破裂、燃气泄漏等问题。例如, 在我国北方地区高层建筑中, 由于夏秋季节的温差较大, 导致室内燃气管道热胀冷缩, 存在爆管问题。在我国南方地区, 由于大气湿度大, 长期受潮气体侵蚀, 导致管线表层结构发生腐蚀和破裂。另外, 燃气管道还存在着雷电冲击、外力碰撞等诸多问题, 以及各种自然因素的综合作用, 致使管道泄漏、管道破裂问题十分严重<sup>[2]</sup>。

## 2 高层建筑燃气管道设计安全措施

### 2.1 改进高层建筑燃气管道设计方案

针对高层建筑燃气管道设计时, 设计人员要灵活地规划设计方案, 在充分满足建筑的功能和实际需求前提下, 全面提高管线的设计水平, 具体体现如下。

一方面, 考虑业主对于超高层建筑的美观性、实用性等要求, 结合该要素实施燃气管道的规划设计, 确保其在符合既定规范标准时, 最大程度提升美观性。

另一方面, 通过对超高层建筑的调查, 根据有关资料, 制订相应的设计方案, 以保证燃气管线的设计和施工。

### 2.2 确定高层建筑燃气管道安装地点

燃气管道安装地点是工程规划设计中的重要环节, 要引起建筑设计、燃气设计等有关部门的关注。

一方面要根据建筑物的实际功能需求, 制定相应的安装方案, 并标明管线的位置<sup>[3]</sup>。

另一方面,在前期还要加强与施工单位沟通,确定好管线具体位置,避免盲目施工给建筑功能和结构等带来严重的影响。

所以,在规划编制时,施工单位要与燃气专业设计部门充分沟通,以决定输气管线的铺设路线。根据《城镇燃气设计规范》GB50028规定,采用特殊燃气管线井,在设计时要充分考虑到施工和维修空间,以防止管线井通过其他规定不允许的房间,采用与厨房相邻的管道。

### 2.3 高层建筑燃气管道室内设备视察

燃气管道主要由调压器、燃气灶、燃气表等组成,若以上装置有可能出现品质问题,则有可能造成泄漏。所以,在安全检查时应重视以上各部分的品质及联接,以防止使用人员内在环境发生品质问题。在进行详细检测时,应注意管道接头连接是否牢固,并确保与燃气设备的连接良好。同时,要对接头泄漏进行检测,一旦发现泄漏,必须马上进行处理。例如,当一次高层建筑燃气管道室内设备检测时,发现泄漏点占整个泄漏总量的25%,则必须对管线进行彻底的检测,包括安装过程、压力承受能力及通风状况等,以防止出现泄漏情况。在一些特定位置,如穿墙管道、埋墙管道等管道出现泄漏、穿孔、漏气等情况,必须要对小区内通风情况进行全面检查,并对穿墙的周边环境进行全面分析,以查明造成穿孔和漏气原因。针对检测到的腐蚀状况,及时替换已有问题的零件,确保穿墙管线的工作性能。此外,要加强与供应商的合作,提高原料供给质量,保证高层建筑燃气管道设计效果<sup>[4]</sup>。

### 2.4 管线吹洗与压力试验

高压输气管道安装后,必须进行压力测试和吹扫工作。上述两个项目均需指定安装单位的专业人员进行,并严格按照施工规程进行操作。在进行试压和吹风之前,必须先经过裁判的审查,在安装完毕后再进行。压力试验包括强度试验和气密性试验,气密性试验是检测密封件接头有无泄漏,强度试验可确保焊接接头紧密性。在进行试压吹扫时,工作人员先用暂时短接头替换仪表阀门,或采用盲板分隔管道直角阀。通常采用两个压力计,将两个压力计置于最高和最低处,以测压。在此要注意安全问题,通常采用水压试验,压力试验安全性较差。在清洗过程中,可以用带敲打作用的木棍等工具在焊缝的边沿上进行敲打,有利于焊渣脱落,方便清洗工作。另外,在压力或清扫工作中,必须做好安全标牌,并设立警示线,以防止事故伤害。

### 2.5 选用新型天然气管线材料

目前,我国天然气管线材料品种比较单一,适合

于超高层建筑的材料也比较稀少,难以满足实际工程中的燃气管线设计需求。为此,需对天然气管线材料进行创新。首先,加大材料开发,既要保证材料美观性和实用性,又要提高材料使用寿命,还要有效地降低管线的安装难度,这种材料的研制可以极大地提高天然气管道设计和施工水平<sup>[5]</sup>。其次,由于超高层建筑功能特点和不同地区特点,必须根据实际情况来确定燃气管线材质,如在超高层建筑防腐和防火性能上,可以采用新型的燃气管线,提高燃气管线的安全性和可靠性。此外,建议在超高层建筑中选用不锈钢、铝合金等材料作为主要材料,因为其在防腐蚀、抗老化等方面具有极大优势,可以有效地满足燃气管线的设计需求,延长管线的使用寿命。最后,在选择碳素钢管时,若因经济原因,建议使用环氧树脂热喷涂。

### 2.6 做好燃气管道防雷防腐工作

在高层建筑顶部安装防雷条和避雷设备,以保证当发生雷电冲击时,雷电流的主要攻击对象不是高层建筑的燃气管线。同时,为了防止雷电进入地面时,对周围地区燃气管线会产生一定破坏性。在燃气管线防腐设计中,在进行管线施工之前,必须对管线进行除锈处理,直到其内部和外部的清洁度达到设计要求。选用合适的涂料,在管道表面构造上涂上具有一定厚度的防腐涂料,保证涂膜均匀、厚度符合设计要求,对施工用气管线进行防腐处理,强化燃气管线周围场地清扫工作<sup>[6]</sup>。

### 2.7 注重暗埋燃气管道

为了使燃气管线美观度得到进一步提高,通常都会采取隐蔽的方式。具体操作时要注意以下几点:

第一,竖管要在厨房或专业燃气管道井中进行施工和安装。

第二,厨房中的用户分支管道可以采用暗密封或者暗埋的方式来达到使用者的审美需求,但在使用暗密封的时候,要根据燃气安全技术规程的规定,在暗密封的地方要有一定的通风区域,这样才能保证暗密封的燃气管道不会在封闭的空间里。

第三,对于地下管线而言,除了要防止对主体结构产生影响外,还要采取相应的保护措施,在地下管线的表面安装钢板或角钢,以防止地下管线在其他施工中受到损坏,并在最后墙壁上安装醒目警示牌。

由于考虑到温度变化,一般都在建筑物中间楼层安装波纹管补偿器,根据理论和实践的结果来决定补偿的大小。由于燃气立管在室内具有较大的长度和重量,所以在进行设计时必须进行支撑。在设计时要考

虑到进气口或进风口层每一层增设一段水平管道,由水平段的受力来承担竖管的重量。同时,鉴于室内燃气管道通常采用螺旋接头,以防止因直管转向部位的弯头或三通受力不均而引起的螺纹损坏<sup>[7]</sup>。因此,应在转向管上部楼层管道上安装焊接角钢支架,以保证其安全。当垂直管道高度超过100m时,可以在大约50m的左转立管部位形成“N”字形,两根竖管之间用一个金属波纹管连接,而竖管的下部由一个固定的托架支撑。在实际应用中,既要保证管道安全,又要满足室内装修需要。

### 2.8 管道附加压力计算及消除

相关分析显示,在高层建筑低压燃气灶设计过程中,其额定压力一般可达2000Pa。高层建筑是一种独特结构,其可以将灶具压力控制在合理范围之内,当灶具压力高于标准的0.75~1.5倍时,便可以满足高层建筑的使用要求。然而,如果灶具压力越来越大,灶具热量就会降低,导致灶具温度受到影响,甚至出现回火情况。如果不能充分燃烧,烟雾中的一氧化碳会增加,很容易导致气体中毒,甚至引发火灾、爆炸。因此,在进行高层建筑的燃气管道设计时,必须注意管道的沉降补偿、温差变形补偿等问题。我国高层住宅燃气管线的设计现状,采用的是低压进户,在计算低压输气管的过程中,必须考虑到由于体积过大而产生的管线额外压力。在高层建筑的燃气系统设计中,如果管路上的附加压力过大,将会造成炉膛的压力超过额定压力的1.5倍。

例如,一栋高楼在安装天然气管线之后,压力是 $P_1$ ,数值为2000Pa,如果管道安装不符合规范,导致小区内居民使用管道不达标,管道额外压力就是管道阻力和管道阻力的总和。如果家用灶具前压力为 $P_2$ ,则可以按照相关的规则对该额外的压力进行计算,公式如下: $P_2 = p_1 + \Delta H = 150\text{Pa} + 185\text{Pa} + 5.83h$ ,若家庭灶具的前压力为3000Pa,  $h$ 值为197m,当高层角度高度超过197m时,燃气管道压力会使炉子的前端压力比燃烧室的工作区域更高。因此,为了减少灶前压力,必须在设计过程中,尽量减少燃气炉的压力变化。

### 2.9 优化建筑物沉降分析与管控

在高层建筑投入使用后,由于自身重量,地基会产生较大静力,从而引起地基下沉,专家经过调查发现,在高层建筑投入使用后,其下陷速度会很快,达到5cm到10cm。高层建筑物的沉降,将引起燃气管线损坏问题,其主要原因是建筑物内部燃气管道会因建筑物沉降而下陷,但是高层建筑外部地管却是静止状态,

并且在管道的交界处会产生压力。当沉降量增加时,气体压力也会随之增大,当沉降超过一定限度时,便会引起管道的断裂,从而导致天然气供给不足。在高层建筑里,燃气管道较长,管道安设和使用都会受到环境和温度的影响。由于管内温度的变化,会产生一种压力,这种压力会对下层的管道产生压力,使管道产生沉降。同时,管道很有可能会在轴向上产生变形,一般情况下,如果没有特别原因,高层建筑内部天然气管道都采用钢管材质,管道变形量的运算公式为: $\Delta L = 0.012 \Delta t \times L$ ,  $L$ 表示燃气竖管的长度,  $\Delta t$ 表示在安装和使用过程中的最大温度差。其中,立管应力补偿应注意以下几点:一是按照高层建筑设计规范,结合数值计算得到最大立管变形量,采用分段式波纹管的方式,消除竖管温差应力;二是为减少因温差引起的管线变形,在竖管底部设置支座;三是在高层建筑中应用柔性补偿器,以减小结构的振动<sup>[8]</sup>。

### 3 结语

综上所述,高层建筑燃气管道设计存在诸多弊端,尤其是在超高层建筑中,管道设计工作十分困难。因此,要从源头上消除这种不利影响和干扰,则必须要在前期就方案与施工方进行充分沟通与衔接。同时,燃气设计单位在设计要点时要经过充分论证,包括提高规划设计水平,精选安装位置,合理挑选管材,控制敷设方式等,保证燃气管道设计安全性、合理性,为居民提供优质的燃气服务。

### 参考文献:

- [1] 郭晓.城市高层建筑燃气管道安全设计分析[J].石化技术,2020,27(06):204,208.
- [2] 薄夫强,于鑫.城市高层建筑燃气管道安全设计分析[J].科技风,2020(07):16.
- [3] 张伟航,孙金栋,肖勇,等.超高层建筑燃气管道安全设计研究[J].建设科技,2019(23):90-94.
- [4] 秦滨.城市高层建筑燃气管道安全设计[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(14):139-140.
- [5] 张利军.城市高层建筑燃气管道安全设计[J].住宅与房地产,2019(19):65,78.
- [6] 郝继来,亢小丹.城市高层建筑燃气管道设计分析[J].居舍,2018(31):91.
- [7] 张涛.关于高层居民建筑燃气管道设计的几点认识[J].建材发展导向,2018,16(16):43-45.
- [8] 李振龙,李斌.超高层建筑燃气管道设计及安全措施[J].智能城市,2018,04(13):159-160.