

高层建筑居民天然气供应技术探讨

中国石油西南油气田公司川中油气矿(637005) 杨莹 魏世泽

摘要 高层建筑的发展速度越来越快,给高层建筑居民天然气供应带来了越来越多的挑战,因此对高层建筑居民天然气供应技术的研究具有十分重要的意义。本文介绍了高层建筑居民天然气供应技术的原理、方法以及各种特殊问题的处理技术。

关键词 高层建筑 天然气供应 处理技术

The Residents' Natural Gas Supply Engineering Research of High-Rise Construction

PetroChina Southwest Oil&Gasfield Company Mid-SiChuan oil & gas mining area
Nanchong Jianeng Natural Gas Co.Ltd Yang Ying, Wei Shize

Abstract With development of high-rise construction getting quicker and quicker, it has brought more and more challenges to the resident natural gas supply. Therefore, the resident natural gas supply technology's research of the high-rise construction is very important. This article introduced natural gas supply technology principle of high-rise construction and the method as well as processing technology of each kind of special question systematically.

Keywords high-rise construction natural gas supply processing technology

1 引言

当前城市建设正处于高速发展时期,增长的人口相对于日趋紧张的建筑用地和不断扩大的规划城市公用设施占地之间矛盾越来越尖锐。高层建筑可以节约紧张的土地,可以形成美化城市的一道风景线。高层建筑^[1]定义:十层及十层以上的居住建筑(包括首层设置商业服务网点的住宅)或建筑高度超过24m的公共建筑(单层主体建筑高度超过24m者除外)。高层建筑本身的特点决定了为其配套的天然气供气系统与普通建筑有所不同^[2],解决好高层建筑居民天然气供应是至关重要的,若解决不好有可能构成重大安全隐患,造成严重的后果。

2 高层居民天然气供气系统

高层居民天然气供气系统可分为:低压供应系统、中压供应系统及中—低压联合供应系统。

对于楼层数较少,用气量不大的高层建筑,可由城市低压管网直接供气,采用天然气低压供应系统。低压供应还包括由中压管网供气至楼幢调压箱、调压室、调压柜调压后变为低压天然气进入建筑物内。对于楼层数较多,用气量较大的高层建筑,可采用天然气中压供应系统。中压供应系统采用中压(小于0.2MPa)天然气进户,在户内设置户内调压器将压力调至燃烧器所需要的压力。

当高层建筑内既有居民生活用气又有公共建筑

用气设备时,则可将天然气由城市中压管网引至高层建筑天然气供应系统,并分为二路:一路供公共建筑用气设备;另一路楼幢调压箱、调压室、调压柜调压后变为低压天然气进入建筑物内供居民生活用气。这样的供气方式被称为:中—低压联合供应系统。

3 高层居民天然气供应系统中的特殊问题及处理技术

高层建筑自身的特点决定了高层天然气供气系统的特殊性。在高层天然气供应系统中要注意的几个特殊问题。

3.1 高层建筑沉降问题及解决方法

高层建筑的自重很大,土壤的承载能力有限,一般高层建筑地基都有一定数值的允许沉降量。地产生大小不同的沉降,将给天然气管道在建筑物内的设置带来一定的难度,特别是对天然气引入管的影响非常大。由于建筑物沉降时,天然气引入管是相对静止的,因此天然气引入管道要承受建筑物作用产生的切应力,当切应力超过极限时,管道就会断裂、脱开等,造成天然气泄漏,容易发生安全事故。克服高层建筑沉降的方法:

(1)在立管(或穿墙管)前的水平管上加设一个波纹管补偿器,利用补偿器的补偿能力来减小引入管的切应力;

(2)在立管(或穿墙管)前的水平管上加设几个弯头(最好用煨弯),相当于增设一个方型补偿器,用弯头的自然补偿来减少引入管的受力。此种方法简单易行,但是受位置的限制;

(3)在立管(或穿墙管)前的水平管上加设弯曲管、蛇形管等挠性管,用挠性管自然补偿来减少引入管的受力;

(4)在引入管穿越墙体时增设钢套管,钢套管保证燃气管道的上部与钢套管的间隙大于建筑物的最大沉降量,下部也应留有一定的间隙。

3.2 高层建筑的水平位移问题及补偿措施

在风载荷的作用下,高层及超高层建筑上部会发生水平位移。建筑物表面所受风载荷不同,则建筑物的振动周期不同,振动频率也不同。当建筑物振动频率与天然气供应系统管道的振动频率接近时,

有可能发生共振现象,会造成严重的后果。高层建筑在不同的高度产生的水平位移不同,使整个高层建筑在高度方向呈弧状,则整个天然气供应系统的直立管和横向支管均发生位移。

天然气供应系统竖直的立管和横管在进行伸缩补偿时,不论竖管还是横管,必须在其上设置锚固点,以限定补偿的范围,并且在横管锚固点之前设伸缩补偿器,而天然气稳压器、阀门等管道设备应设于横管锚固定点后,应视作相对于建筑是无水平位移,使这些管道设备免受天然气管道位移的影响。

竖直管道上锚固点之间的距离由风载荷在立管上产生的弯曲应力,校核压缩应力及弯曲应力(考虑地震对立管影响时)这3个应力的合力与该立管钢材的许用应力来确定。最后再考虑该段管道的热胀,以便考虑热补偿措施,并据此来校核建筑结构承受管道自重的能力,最终调整竖直管道上的锚固定点的个数。

$$\text{管道振动频率: } f = \frac{\lambda^2}{2\pi d^2} \frac{EIg}{0.01q} \quad (\text{赫兹})$$

式中: λ —管端固定情况的参数,两端固定时

$$\lambda = 4.73;$$

E —钢材的弹性模量, kg/cm^2 ;

I —钢管的惯性矩, cm^4 ;

g —重力加速度, m/s^2 ;

l —管道长度, cm ;

q —单位长度管道重量, kg/m 。

管道振动频率如果与建筑物固有频率相等,会发生共振,管道会破坏。管道的振动频率可以通过调整锚点间距来调整。

3.3 高层建筑天然气供气立管自重的问题

高层建筑物的楼层数较多,燃气立管的长度也较长,管道的自重较重,产生的压应力很大。为了使整个立管自重能均匀分摊,应在建筑物中每隔一定的距离设置管道的固定支架,使固定支架与建筑物成为一体,以减少立管底部压缩应力过于集中,防止因管道下沉而引起引入管受力折断或变形引起倒坡。一般固定立管的做法有:

(1)对于室内立管,在每隔7~10层的穿楼板处增设固定支撑,使燃气管道、套管以及建筑物成为一体。如图1(图中单位为mm)。

(2)对于室外立管,在每隔 7~10 层的高度处加设固定支撑,见图 2(图中单位为 mm)。或加一段水平管段,在水平管段上加支架。

(3)在立管的底部及最高部位,采用完全固定。如图 3。

3.4 高层建筑天然气供气管道温度变化热应力及消除措施

高层建筑内的天然气供气管道竖直接管很长,由于施工时的环境温度与管道工作时的温度不同,会产生热应力。施工时的环境温度与管道工作时的温

度差与高层建筑内的天然气供气立管的敷设位置有关。产生的热应力会将楼板或外墙的管卡等破坏。

高层建筑燃气立管和水平干管应考虑工作环境温度下的极限变形,当自然补偿不能满足要求时,应设置补偿器;补偿器宜采用形或波纹管形,不得采用填料型。补偿量计算温差可按下列条件选取:

- (1) 有空气调节的建筑物内取 20℃;
- (2) 无空气调节的建筑物内取 40℃;
- (3) 沿外墙和屋面敷设时可取 70℃。

根据上述推荐的计算补偿量的温差为 20℃、

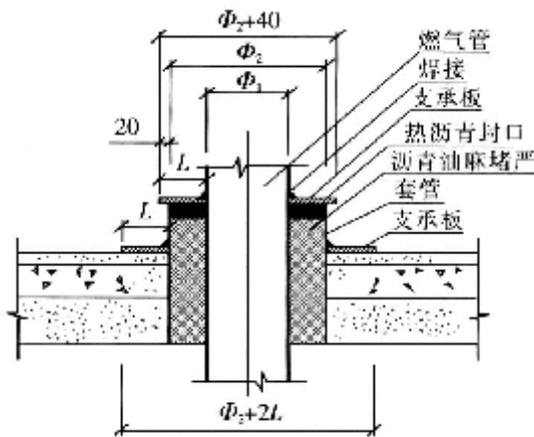


图 1 室内立管加设固定支撑

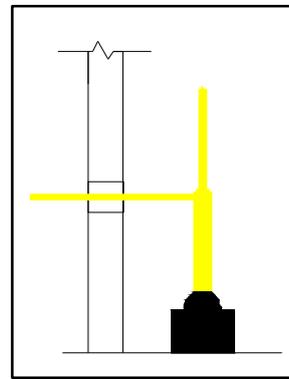
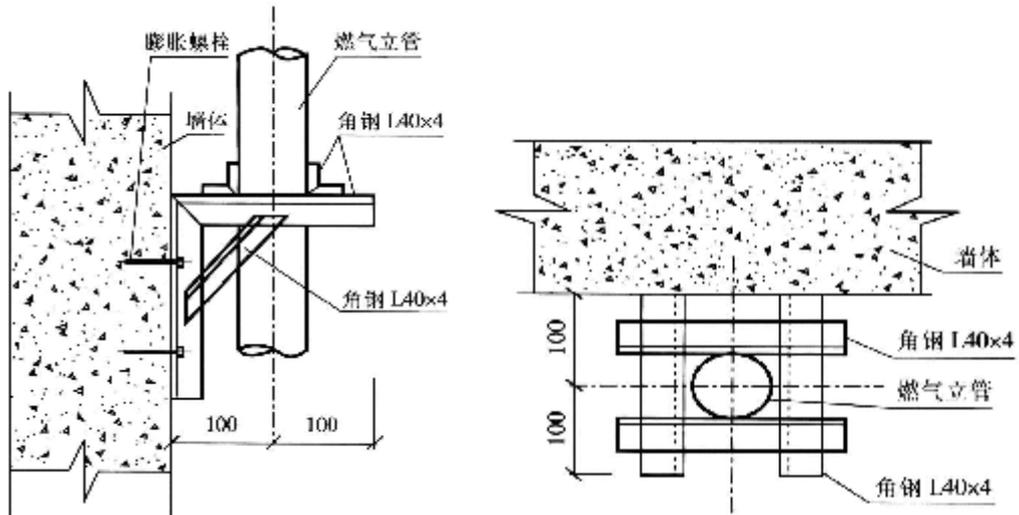


图 3 立管上下的固定支座



a.立管支撑平面图

b.立管支撑侧面图

图 2 室外立管加设固定支撑

40℃、70℃(管道沿外墙和屋面敷设时),由此得到的碳钢钢管长度为30m(相当于10层楼高)的热伸长量约为7mm—25mm,采用一般技术措施,并不难克服其位移。但当管长为60m时,一般技术措施较难处理,必须采用有效的专门措施予以消除,即设置自由端或热补偿。可用自由位移、弯管段自然补偿、补偿器等方法。

3.5 因密度差产生的附加压力问题

附加压力是由于天然气密度与空气密度有差异,以及测压点或用压点与测压基准点或供压起始点的高差引起的物理现象。附加压力对高层天然气供气系统的影响还与天然气供气系统的供气方式有关。附加压力过大,会造成某些用户燃具前压力波动增大,超出燃具稳定工作范围,影响用户燃具的正常燃烧,造成燃气不完全燃烧,甚至发生离焰、脱火、回火和熄火等现象,增大供气不安全性^[9]。控制和消除附加压力的影响,是保证高层供气系统安全正常运行的重要方面。

3.5.1 天然气供气系统的供气方式

天然气供气系统的供气方式可分为:上环下行供气系统、下环上行供气系统、上环下行+下环上行供气系统。

上环下行供气系统是指中压管道沿建筑物外墙敷设至楼顶,经楼顶中-低压调压箱调压后,分出若干根低压立管,各低压立管沿着靠近用气房间的建筑外墙或阳台向下引至各用户的供气方式。这种供气方式的调压设备、控制阀门及放散管都设置在屋顶,建筑外立面燃气设施较少,且屋顶管道都为明设,方便检修维护。由于现代高层建筑地面用地资源极其有限,地下管道密布,且一般都建有地下室,这就造成埋地庭院管道埋深不够,与其他管道及建筑物间距不够等诸多问题,给施工带来很多困难。上环下行供气系统一般一栋楼只有一条中压管道引出地面,埋地庭院管道较短,从而有效地减少了此类问题的发生。且每栋楼都只在中压管道引出地面处设置一个阀门箱,减少了对建筑立面的影响。因此对于屋顶有布管条件的建筑,提倡使用这种供气系统。

这种供气方式不足之处在于天然气密度比空气小,由上向下输气压力损失增大。而且当建筑的屋顶为斜屋顶或屋顶为住户私用时,没有可供安装燃气设备及管道的空间,就不适合采用这种供气系统。

下环上行供气系统与上环下行供气系统相反,是把楼栋调压箱放置在建筑物一层外墙上,燃气经过调压后,通过埋地低压干管引至各低压立管阀门箱前,经各自控制阀后沿建筑外墙引上的供气方式。

如果建筑物屋顶没有敷设管道和安装调压装置的空间,就适合采用下环上行供气系统。对于楼层较少、用户数量不多的建筑,尤其是别墅区,采用下环上行供气系统更为经济。可在庭院管道起点位置设置调压箱(或柜)庭院管道全部采用低压管道,这样可以节约管材和调压设备,并且低压管道与其他管道和建筑物的间距要求较小,容易布管。但这种方式会造成庭院管道较长、埋深不足等问题。采用这种设计方案后应做好与主体设计院的管道综合和外立面协调工作,尽量减少与其他专业的冲突。

对于楼层超过25层的建筑,采用上环下行+下环上行相结合的供气系统,分开设置高层供气系统和低层供气系统。这种做法虽然会造成管道、阀门、调压器等数量的增多,造价加大,但是保证了在有事故发生或检修时,对用户造成的影响尽量少。

3.5.2 附加压力消减措施

随着楼层升高,附加压力逐渐增大,对由下环上行供气系统的供气方式,相当于降低了管道阻力。要消除附加压力的影响,须增加管道阻力。具体措施有:

(1)每隔一定层数设一节流阀,这种方法简便、经济、易操作。但是,当只有顶层极少数用户用气时,附加压力减少不明显;管内流量随用户数的多少而变化,流量的变化致使立管的阻力也随之变化,造成用户燃具前压力波动。

(2)在立管上设置低-低压调压器。通常将调压器装设在附加压力超过200Pa的楼层。通过调压器,稳定燃具前压力,消除附加压力影响。

(3)每户装设阀门,根据各楼层不同的燃气压力,分别调整阀门的开度,节流调压,克服附加压力的影响,从而满足每户燃具所需正常工作压力。但由于阀门开度不好控制,故这种做法很少采用。

(4)在用户表前设置用户低-低压调压器,使燃具前压力稳定在额定工作压力范围内。

(5)采用中压管道直接进入建筑物,在户内燃气表前加中-低压调压器,这样用户之间的影响较小,用气高峰时压力波动也不明显,而且调压器后的低

压管段较短,燃具基本上是处在额定压力下工作,运行工况较佳,比较好地消除附加压力的影响。但是户内有一部分中压管道,安全性比低压管道有所降低,并且工程造价也较高,所以一般不主张采用。

随着楼层升高,附加压力逐渐增大,对由上环下行供气系统的供气方式,相当于增加了管道阻力,要消除附加压头的影响,须降低管道阻力,或提高供气系统压力。具体措施有:

- (1)根据管道水力计算,可采用较大管径的立管,以减小管道阻力;
- (2)根据管道水力计算,可采用提高供气系统压力保证低压进户,以抵消管道阻力;
- (3)采用中压进户的供应方式。用中压直接进入建筑物,在户内燃气表前加中-低压调压器,消除了附加压力的影响。但户内有一部分中压管道,安全性比低压管道有所降低,并且工程造价也较高。

在实际应用中,根据现场的各种实际情况选择最优消减附加压力的方法,确保高层天然气供应的安全平稳。

3.6 高层建筑因天然气泄漏的防护问题

由于高层建筑高度较高,层数较多,人员较密集,一旦发生火灾,人员疏散困难,为了确保高层天然气用户能安全平稳的使用天然气,必须合理配置先进设备,辅以燃气安全报警和自动控制系统,采取安全措施。具体防护措施有:

- (1)在引入管处设置快速切断阀,每隔 6~7 层加一个分段阀门;
- (2)各用户设置燃气报警装置、自动切断装置、送排风系统等。燃气报警装置和自动切断装置、送排风系统应连动;
- (3)高层建筑的燃气管道、燃气设备应定期检修,保障其安全运行;

(4)当高层建筑的楼层数较多高度较高时(如楼层数超过 25 层),宜设燃气集中监控装置。

4 结论

为了保证高层建筑居民天然气供应系统的安全、经济、合理,在设计方案方面必须根据当地的气源、压力、建筑、安全、地理、环境等特点综合考虑,优化设计施工方案。目前我国高层建筑居民天然气供应系统技术在实际运用中还存在一些问题:

- (1)在设计和施工验收方面没有专门针对高层建筑燃气供应的规范;
- (2)高层建筑燃气供应技术在克服高层建筑的沉降、附加压头的消减、燃气泄漏报警、热应力的消除等方面的经验较少;
- (3)在高层建筑燃气供应抗震方面的研究还不够,没有形成系统的研究处理方案;
- (4)高层建筑燃气供应在进行设计和现场施工过程中同供水、供电等其它行业的沟通协调工作还不够。

参考文献

- 1 中华人民共和国公安部主编. 高层民用建筑设计防火规范.北京:中国计划出版社.2005
- 2 中国市政工程华北设计研究院主编. 城镇燃气设计规范.北京:中国建筑工业出版社,2006
- 3 袁宗明,谢英,梁光川主编.城市配气.北京:石油工业出版社,2004
- 4 蒋连成,李淑芬,张志忠主编.高层建筑燃气管道设计有关问题的探讨[J].煤气与热力,1999,19(4):22-24.
- 5 段常贵.燃气输配(第3版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.