

Analysis on the Application Setting of Compensator

Lichao Bao

Beijing Prudential Centennial Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100010, China

Abstract

Due to the change of the working environment temperature, causing the thermal expansion and cold contraction of metal materials, the pipe layout design should fully consider the absorption of thermal displacement. Once improper arrangement, excessive thermal stress in some parts of the pipe or excessive thrust on the bracket will affect the safety of the pipe support, thus affecting the normal operation of the pipeline system.

Keywords

compensator; compensation amount; force calculation

浅析补偿器的应用设置

暴利超

北京信诚百年工程技术有限公司, 中国·北京 100010

摘要

由于工作环境温度的变化,造成金属材料的热胀冷缩,管道布置设计应充分考虑吸收热位移。一旦布置不当,将造成管道某些部位产生过大的热应力而破坏或对支架产生过大的推力而影响管道支架的安全,从而影响管道系统的正常运行。

关键词

补偿器; 补偿量; 受力计算

1 引言

无论是供暖管道,还是供冷管道。只要有温度变化引起的管道长度和应力变化,就应该进行补偿。只是相对于供冷管道,供热管道的温差大,管道长度和应力变化更大。

暖通空调的管道也同大多数物质一样,在温度变化时会发生热胀冷缩变形,这是一种自然的物理现象。如果管道变形受到约束,可能就会破坏管道的支架或者管道本身。因此,在设计时必须考虑管道的补偿。

管道补偿分自然补偿和补偿器补偿。管道的温度变形应充分利用管道的转角管段进行自然补偿,当管道利用自然补偿不能满足要求时,应设置补偿器^[1]。

补偿器属于一种补偿元件,利用其工作主体波纹管的有效伸缩变形,以吸收管线、导管、容器等由热胀冷缩等原因而产生的尺寸变化,或补偿管线、导管、容器等的轴向、横向和角向位移,也可用于降噪减振,在现代工业中用途广泛。供热上,为了防止供热管道升温时,由于热伸长或温度应力而引起管道变形或破坏,需要在管道上设置补偿器,以补偿管道的热伸长,从而减小管壁的应力和作用在阀件或支架结构上的作用力。

【作者简介】暴利超(1987-),男,中国河北邯郸人,本科,工程师,从事民用建筑暖通设计研究。

2 补偿器的工作原理

管道活动端伸缩量应按下式计算:

$$\Delta L = \alpha (t_1 - t_2) L \times 1000$$

式中: ΔL ——管段的热伸长量, mm; α ——钢材的线膨胀系数, $m/(m \cdot ^\circ C)$; t_1 ——管道工作循环最高温度, $^\circ C$; t_2 ——管道安装温度或工作循环最低温度, $^\circ C$; L ——设计布置的管段长度, m。

管道在施工安装时的温度和投入使用以后的温度不同。通常管道系统投入使用后在设计工况水温下工作,也有些空调系统的管道在冬季和夏季设计工况的使用温度是不同的。在夏季和在冬季管道施工安装时的环境温度也不相同,所以管道从施工安装到系统投入使用,其受温度变化影响的变形量也是变化的。其最大变形量对应的变化温差应该是从施工安装到管道系统投入使用过程中最高温度与最低温度之差。由于我们并不能事先准确知道施工安装的时间,它可能是工程所在地的最高温度,也可能是最低温度^[2]。

3 补偿器的主要类型

3.1 套筒式补偿器

套筒补偿器是城镇供热管网常用的补偿器,它的优点是补偿能力大(一般可达250~400mm),占地面积小,流体阻力小,对固定支架的作用力小,安装方便,造价低。缺

点是工作压力高时容易漏水或漏气,维修工作量大,需要经常检修、更换填料,适用于工作压力1.6MPa以下的直线管段,且需要设固定支架。

3.2 波纹管补偿器

占地面积小、流动阻力小、配管简单、安装方便、维修管理方便。缺点是造价较高。管道上还应安装防止波纹管失稳的导向支座。设计时应考虑安装时的冷紧,冷紧系数一般取0.5^[3]。

3.3 方形补偿器

制造方便、工作可靠、不用专门维修、轴向推力较小。缺点是介质流动阻力大、占地面积大、不方便布置。

3.4 球型补偿器

补偿能力大(有时补偿管段达300~500m),能做空间变形,占地面积小,安装方便,造价低,密封性能良好,使用寿命较长。为了降低管道对固定支座的推力,宜采取降低管道与支架摩擦力的措施。

各种补偿器的尺寸和流体阻力差别很大,选用管道补偿器时,应根据敷设条件采用维修工作量大、工作可靠和价格较低的补偿器。

4 补偿器的规格参数

①公称压力:补偿器的公称压力应高于系统最大工作压力。当介质温度过高时,补偿器的承压能力会有所降低。

②公称口径:公称口径或公称直径就是指管道的直径。补偿器的外径与补偿器形式、连接方式、限位拉杆有关。外径有可能比公称口径大很多,在确定管道位置和管道间距时必须考虑。

③耐疲劳能力:疲劳强度是指材料在无限多次交变载荷作用而不会产生破坏的最大应力,称为疲劳强度或疲劳极限。与弹簧特性类似,通常根据供冷或供热季节计算。

④补偿量:补偿器的热伸长量应大于设计计算量。

⑤补偿量修正:当变形次数大于耐疲劳能力时,补偿量会降低,需对补偿器的补偿量进行修正。

⑥刚度与弹性模量:刚度是指材料或结构在受力时抵抗弹性变形的能力,是材料或结构弹性变形难易程度的表征。材料的刚度通常用弹性模量来衡量。

⑦供货状态与安装长度:供货状态即为补偿器的自然状态,安装长度是指需为补偿器做预变形,即预变形状态。

5 波纹补偿器的预变形

波纹补偿器是最为常用的,设计中,常常利用补偿器的预变形来减少管道的推力和增强管道的稳定性,但不能增加补偿量。

在选用标准补偿器时,对于吸收侧向位移或角位移的金属波纹补偿器,如果有预变形的要求,就一定要进行预变形,因为这类金属波纹补偿器的导流筒与管壁的间隙是按照额定补偿量50%进行设计的,这样可以增大导流筒的内径,

减少压力损失。

对于补偿量大的补偿器,预变形后所减少的推力也越大,因此,最好进行预变形。对于补偿量小的设备,一般不进行预变形。用于吸收振动的补偿器,不需要进行预变形。

轴向补偿器的预变形比较简单,可利用拉杆进行预变形,用于补偿热膨胀的进行预拉伸,用于补偿冷收缩的则进行预压缩。吸收侧向位移或角位移的补偿器预变形要在配管中进行。一般预变形量为补偿量的50%,使冷态时和操作时的推力基本相同。

6 管道支架

支吊架是对管道上安装支架的统称。支架也可分为好多类,如固定支架、滑动支架、导向支架等。

固定支架:管道轴向、横向均受限制,不允许管道有位移。

滑动支架:管道轴向、横向均不受限制,即允许管道前后、左右有位移。

导向支架:滑动支架的一种,一般只允许管道有轴向位移,而不允许有横向位移。

7 受力计算分析

现以波纹管补偿器为例,进行管道的受力计算分析。管道主要受到以下三种力。

7.1 管道内介质热位移产生的摩擦力

$$P_1 = \mu \times q \times l \text{ (N)}$$

式中: μ ——摩擦系数; q ——管道的单位长度重量, N/m; l ——固定支架所承担的管道长度, m。

例如,一根DN300的水管,固定支架承担10m长的管道重量为15000N,经查 $\mu=0.3$ (根据《实用供热空调设计手册》),则 $P_1=4500\text{N}$,约合460kg。

7.2 波纹管补偿器内压产生的轴线推力

$$P_2 = A \times P \times 100 \text{ (N)}$$

式中: A ——波纹管的有效截面面积, m^2 ; P ——管道内的工作压力, Pa。

例如,一根DN300的水管,工作压力为0.8MPa,管道有效截面积为 0.085m^2 ,则 $P_2=68000\text{N}$,约合7000kg。

7.3 波纹管补偿器的弹性力

$$P_3 = K_x \times \Delta L \text{ (N)}$$

式中: K_x ——波纹管补偿器的刚性强度, N/mm; ΔL ——波纹管补偿器的轴向位移量, mm。

K_x 与管径和补偿量有关,经查补偿器的样品手册,一根DN300的水管, $K_x=500\text{N/m}$,补偿量 $\Delta L=64\text{mm}$,则 $P_3=32000\text{N}$,约合3265kg。

经上述计算分析可见,一个DN300的管道产生的力是很可观的,固定支架的受力也会很大,所以在设计中,对大管径、高温、高压管道必须核算固定支架的推力。

(下转第133页)

展的趋势预测,意识到评价期间存在的不足,有效开发更有针对性的评价技术,继而为后续的地下水环境评价打下基础。

参考文献

[1] 杨易,裴建全,张雄.数值模拟在地下水环境影响评价中的应用——以某氯化法钛白粉项目为例[J].四川水利,2021(S1): 117-121.
 [2] 李芳,顾正聪,姜言欣.以某化学肥料制造项目为例浅析FeFlow在地下水环境影响评价中的应用[J].环境科学导刊,2021,40(2):78-81.
 [3] 王艳艳.基于FEFLOW预测工业危险废物对地下水环境的

影响——以漳州市某工业危险废物填埋场为例[J].地下水,2021,43(1):40-41+72.

[4] 胡军学,王振华,徐俊,等.GMS在地下水环境影响评价中的应用——以某工业废物处置中心为例[J].资源环境与工程,2020,34(3):423-427.
 [5] 朱涛,卢旺林,张丹,等.改进群组AHP-FCE法对路域的生态环境影响评价研究——以河南省栾川至卢氏高速公路为例[J].环境与发展,2020,32(2):6-8.

(上接第130页)

立管固定支架是不受摩擦力的,但可能承受管道和介质的重力。仅当热水管道确定不存在向上位移时,采用单向固定支架。当不能确定管道位移方向,或存在向上和向下位移可能时,应采用双向立管固定支架。

若推力较大,需想法减小固定支架的受力,通常采用的方法包括:优化管道设计路由,避免补偿量过大,弹性反力过大;安装前做好补偿器的预变形,可以减少补充位移量,减小弹性力;采用内外压平衡式补偿器,避免或减小内压推力;将补偿器设置在管径较小的一端^[4]。

8 补偿器和固定支架的设置位置

设计中,管道的路由是复制多变的,设计师应根据实际情况尽可能利用自然补偿,若不得不采用补偿器进行补偿时,应尽可能安装在合适的位置,以最大程度发挥补偿器的作用,如图1所示。

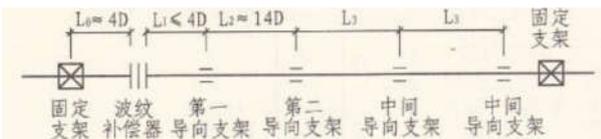


图1 补偿器和支架安装位置示意图

①立管固定应设置在结构混凝土墙体与楼板结构梁处,

避免单纯楼板受力。

②水平管道固定之间应设置在结构混凝土墙体、结构柱子、结构梁上,避免单纯楼板受力。

③避免远离结构受力体,在空中设置管道固定支架。

④补偿器靠近一个固定支架,可以减少导向支架的数量,减少轴向失稳的可能。

⑤补偿器安装在管径小的一端,可以减少对固定支架的作用力。

⑥补偿器的位移应尽可能远离支管连接处,以减小支管位移。

9 结语

论文分析了各类补偿器的优缺点,并通过对波纹补偿器的受力计算分析,探讨在暖通管道设计过程中怎么设置和在哪里设置补偿器。

参考文献

[1] GB 50736—2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].
 [2] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司,住房和城乡建设部.全国民用建筑工程设计技术措施[M].北京:中国计划出版社,2009.
 [3] CJJ34—2010 城镇供热管网设计规范[S].
 [4] 实用供热空调设计手册[Z].