

文章编号: 1000-4416(2004)03-0145-03

# 平衡型套筒补偿器的原理及应用\*

邓曾禄

(河南省节能监测中心, 河南 郑州 450008)

**摘要:** 分析了各种补偿器消除盲板力的原理, 讨论了平衡型套筒补偿器的原理及应用。**关键词:** 供热管道; 补偿器; 平衡型套筒补偿器**中图分类号:** TU995 **文献标识码:** B

## Principle and Application of Balance-type Sleeve Compensator

DENG Zeng-lu

(Center of Energy Conservation Monitoring of Henan, Zhengzhou 450008, China)

**Abstract:** The principles by which various compensators eliminate blank cover force are analysed, and the principle and application of balance-type sleeve compensators are discussed.**Key words:** heat-supply pipeline; compensator; balance-type sleeve compensator

### 0 引 言

为减少供热管道因受热伸长引起的变形和应力, 除采用无补偿直埋外, 多采取在固定支座之间设置补偿器的技术措施。固定支座除承受管道的重力外, 还受到以下 3 个方面的轴向推力: ① 管道伸长移动时活动支座上的摩擦力产生的轴向推力; ② 补偿器本身结构或自然补偿管段在伸缩或变形时产生的弹性反力或摩擦力; ③ 管道内介质压力作用于管道, 形成对固定支座的轴向推力。以上 3 种轴向推力中以第 3 种为最大, 一般要占到 3 项之和的 60% 以上。

对每个固定支座并不都要计算由介质内压力产生的轴向力, 例如在直径相同两边均设有相同类型补偿器的直线管段上的固定支座, 不论采用何种补偿器, 介质压力产生的轴向力在此得到了平衡, 对于这种支座称为减载式支座, 反之称为重载式支座或称为主固定支座。在管道盲端、介质流向改变处、管

道变径处以及在 2 个补偿器之间的管段上有截止阀或减压阀处的固定支座都属于重载式支座。对于设有截止阀处或需要分段试压处的固定支座, 设计时应特别关注。

若要使固定支座不承受介质内压力产生的轴向推力, 就应使这项推力在补偿器上得到平衡。重载式支座不仅造价高, 有时由于其占地大而无法实施, 因此选用能消除轴向推力的补偿器早已受到设计者和用户的关注。目前使用的补偿器有方形、球形、套筒式、波纹管式 4 类, 下面对补偿器平衡轴向力的原理和应用进行分析。

### 1 方形、球形补偿器

能够平衡轴向推力的补偿器有方形、球形补偿器。方型补偿器可看成由 4 个弯管对接组成, 每个转弯处介质对弯管存在作用力, 合力为零。接入管道后见图 1。固定支座 A, B 两端分别由于阀门、盲

\* 收稿日期: 2003-11-18

作者简介: 邓曾禄(1936—), 男, 北京人, 教授级高级工程师, 大学, 从事节能技术的研究工作。

板或弯头的影响,出现了介质压力向左右方向的轴向力  $F_1, F_2$ ,但方形补偿器弯头处也产生  $F_1', F_2'$  的轴向力,  $F_1' = F_1, F_2' = F_2$ ,作用于固定支座后相抵消。

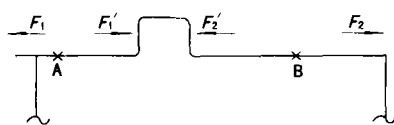


图1 方型补偿器

图2是球形补偿器接入管道的情况。由于使用安装的需要,必然在接入球形补偿器后出现弯头,这些弯头上受到的轴向力均使固定支座受力得到平衡。

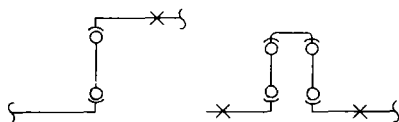


图2 球形补偿器接入管道图

## 2 套筒补偿器结构与平衡原理

### (1) 套筒补偿器

由于套筒补偿器占地小、运行阻力小、设计与安装方便、价格便宜,近年来密封材料和密封结构也有很多改进,因而选用套筒平衡型结构已成为热点,但是普通套筒补偿器无法平衡轴向推力,为此开发出平衡型套筒补偿器,其平衡原理可归纳成I型结构和II型结构2种。II型结构已获国家专利<sup>[1]</sup>。

I型结构见图3。对I型结构,热伸长通过甲管(芯管)在套筒中移动而实现补偿,介质不是直接由甲管流入乙管,而是经过旁通管实现的。这样在一个补偿器中就有了一对甲乙封头,介质压力产生的水平推力  $F_1, F_2$  在补偿器内实现了平衡。

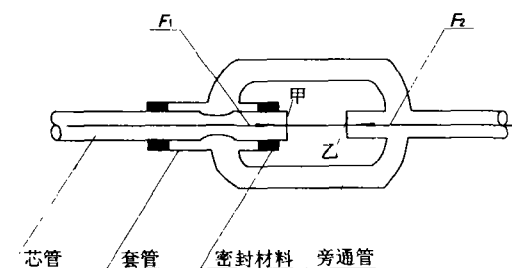


图3 套筒式补偿器I型结构图

II型结构称为活塞自平衡型补偿器(见图4),在芯管外安装一个或多个环形活塞,并使活塞的总面积等于芯管的截面积,这是实现自动平衡的核心。

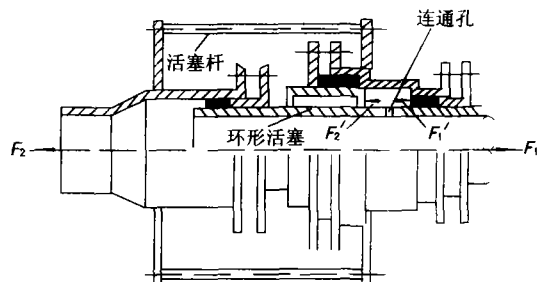


图4 活塞自平衡型补偿器

### (2) 介质压力产生轴向力的平衡原理

假定在一段管道上安装了II型补偿器,  $F_1, F_2$  为介质压力产生的轴向推力,其方向相反,这两个力分别作用在套筒的两端连接管道上,若不能平衡,就应分别由两端管道上的固定支座承受。现在采用平衡活塞,活塞体内的介质通过连通孔与管道相连,介质压力同样作用在环形活塞上,如果活塞的面积等于管道的截面积,则  $F_1' = F_1$ ,通过活塞杆连接在左面套筒上,  $F_2', F_1'$  是一对作用力和反作用力,大小相等,方向相反,于是  $F_2' = F_1, F_2 = F_1'$ ,这两对作用力大小相等、方向相反,作用在一条直线上,使介质压力产生的轴向力得到了平衡。

II型比I型结构紧凑,具有阻力小、体积小的优点。以上2种结构在管道试压时,不会出现拉开的问题,也不会使套筒相对安装位置发生移动,便于施工安装。这一原理的证明还可从套筒与芯管发生位移后,管段内水的体积是否发生变化来探讨。普通套筒补偿器拉开后体积增大,说明加压泵有足够的压力可以把水加入管道中去,新型平衡型补偿器芯管在套筒中移动到任何位置,该体积不会改变,此时水的压力大小与芯管位移无关,因此平衡型补偿器试压时是稳定的。

平衡型套筒补偿器还有多种派生结构,其中以下两种应为最普遍。第1种结构是采用活塞与密封面组成一体式(见图5)。工作原理与带有环形活塞的自动平衡型补偿器相同,不同处是用2个活塞壁(这里称空气室)代替了拉杆,使活塞室与3个密封面组成一体结构,从外形上看起来整体性更好。如果与活塞滑动部位密封处泄漏,活塞室6中的介质

就要流入7中,有的产品将此称为“低压腔”,“低压腔”必须与大气相通,否则当介质流满低压腔,活塞就不能运动,芯管也就不能伸缩,甚至失去了补偿器的功能。

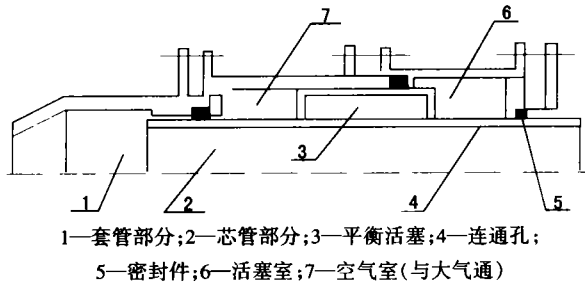


图5 平衡型套筒补偿器

第2种结构是采用H形接法,把2个套筒补偿器平行地用一根横管相接,组成H形的一组。此时轴向推力在每一直管段上得到平衡,固定支座的位置可以设在H形两个套筒补偿器位置,也可以设在每一直管段的中部。

波纹管补偿器中实现压力平衡的原理与套管式带环形活塞的结构原理相同。

### 3 选用注意事项

由于平衡型补偿器价格比普通型要高,在选用时往往认为只在弯头、变径、阀门处选用,在直线管段上仍采用普通型,这是错误的,现讨论如下。

图6有A,B,C,D共4个固定支座的直线管道。甲、乙、丙为补偿器。由于A左端是预留端,设有盲板,D右端为转弯处,在设计中将A,D称为重载支座,将甲、丙选用平衡型补偿器后,A,D即变为减载支座。然而甲、丙补偿器另一边推力又转移到B,C上,则B,C又转化为重载式支座。可见乙补偿器也

应选用平衡型,方可使B,C转化为减载式。可以推论,在一个直线管道上,其中若有 $N$ 个固定支座,而重载式最少有2个。为消除重载式支座,就要全部选用平衡型补偿器,若将平衡型与普通型补偿器混装,其结果仍有两个以上重载式支座,因此一旦选用平衡型补偿器就必须全部采用。

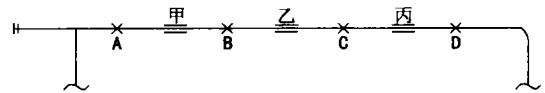


图6 选用补偿器形式分析图

选用平衡型补偿器有一个经济比较问题。假如有 $N$ 个固定支座,若选用普通型补偿器,其中有2个重载式支座,每个重载式比减载式支座造价高 $P$ (元)。若采用平衡型补偿器,此时需要 $(N-1)$ 个平衡型补偿器才可实现其全部减载式;每个平衡型补偿器造价比普通补偿器造价高 $K$ (元)。只有 $2P > (N-1)K$ 时,从经济上看才是合理的。例如重载式支座比减载式支座造价高2万元,共有6个固定支座,每个平衡型补偿器造价比普通补偿器高0.6万元,则 $2P = 4$ 万元, $(N-1)K = 3$ 万元,此时,采用平衡型在经济上是合算的。这一点必须由热工与土建设计者综合考虑。

在设置固定支座时还要考虑管道分段试压问题。管道试压段两端要装盲板,如果此管段内有补偿器和固定支座,为防止此固定支座变为重载式,在选择套筒式、波纹管式补偿器时应选成平衡型。

#### 参考文献:

- [1] 邓曾禄. 平衡型补偿器[P]. 中国专利: 922004404, 1993.