

# 典型管段中膨胀节的选型

杜明霞<sup>1</sup>, 李永生<sup>2</sup>

(1. 南京师范大学 动力工程学院, 江苏 南京 210042;

2. 南京工业大学 机械与动力工程学院, 江苏 南京 210009)

**[摘要]** 波纹管膨胀节的正确选型设计, 对于管网的稳定和安全运行十分重要。通过固定支架的设置, 将管路系统分为若干形状相对简单的典型管段, 再根据各典型管段的位移补偿要求来选择波纹管膨胀节的类型, 达到正确选型目的。详细介绍了管网上主固定支架、次固定支架、导向支架的设置以及基本载荷的分配, 根据固定支架的设置将管网分解成直管段、 $\Pi$ 形管段、L形管段、平面Z形管段、空间Z形管段等几种典型管段, 提出了每种典型管段的膨胀节选型方案。

**[关键词]** 膨胀节, 选型, 管段, 热补偿元件

**[中图分类号]** TH131 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-1292(2006)02-0077-04

## Selection Expansion Joints in Typical Pipeline

DU Mingxia<sup>1</sup>, LI Yongsheng<sup>2</sup>

(1. School of Power Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China;

2. School of Mechanic and Power Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

**Abstract:** Selecting right type of expansion joints plays a very important role in running pipe network. Through setting up pipe frames, the pipe network was divided into several typical pipeline such as straight pipeline,  $\Pi$ -shape pipeline, T-shape pipeline, L-shape pipeline, plane Z-shape pipeline, space Z-shape pipe segment. The methods on selection types of expansion joints in each pipe segment according to the requirements of displacement compensation of each typical pipeline are put forward. Selection types of expansion joints in the typical pipeline, setting up anchors, guiding frames and distribution of basic load are particularly introduced in this paper.

**Key words:** expansion joints, selection, pipeline, thermal compensation device

## 0 引言

波纹管膨胀节作为热补偿元件, 能够补偿管道的热变形、机械位移和吸收管线振动, 具有装配简单、气密性好、占地面积小、工作可靠、补偿量大等优点, 在航空航天、核电、石油化工、水利、城建、电力、冶金等领域得到了广泛应用<sup>[1,2]</sup>。

波纹管膨胀节的种类很多, 通常按波纹管膨胀节的位移形式分类, 可分为轴向型、横向型、角向型及压力平衡型膨胀节。轴向型膨胀节用以吸收管线膨胀节的轴向位移; 横向型膨胀节用以吸收垂直于膨胀节轴线的横向位移; 角向型膨胀节以2-3个配套使用, 用以吸收单平面一个方向或多个方向的横向变形; 万向角型膨胀节, 也以2-3个配套使用, 可以吸收在空间系统中的多方向的横向位移; 压力平衡型膨胀节能够平衡压力推力, 用于不允许有较大推力的场合<sup>[1,3]</sup>。在管路系统的设计中, 膨胀节选型的正确与否, 对于管网在设计工况条件下能否稳定和安全运行十分重要。本文提出通过固定支架的设置将管网分为若干形状相对简单的典型管段, 再根据这些典型管段的补偿要求, 合理选择膨胀节的类型、规格和数量, 以保证管网的设计合理、安全、可靠和经济。

## 1 支架的设置和受力计算<sup>[1,4]</sup>

支架的作用是限制和控制管段内的膨胀节所吸收的位移, 并且承受膨胀节所产生的力。同时根据支架

收稿日期: 2005-11-10。

作者简介: 杜明霞(1971-), 女, 工程师, 主要从事膨胀节设计与应用的教学与研究。E-mail: dumingxia\_1011@sina.com

— 77 —

的设置可把管网分成若干各自约束的管段,便于膨胀节的选型.

### 1.1 支架受力计算的假设

- (1) 管网和膨胀节被正确地支撑和导向;
- (2) 管网的质量和介质质量由支架支撑;
- (3) 管网处于静力平衡,即各方向上的合力、合力矩为零.

### 1.2 主固定支架

承受管网中由介质压力产生推力的支架称为主固定支架.管网中安装普通型膨胀节或带短拉杆的复式万能型膨胀节时,在管系的端点、分支点、弯曲点等处要安装主固定支架.

主固定支架除承受压力推力  $F_p$  外,还有膨胀节位移所产生的弹性反力  $F_\Delta$  或力矩、导向支架和支架等产生的摩擦力  $F_f$ ,此外还有管道、管路附件、保温材料和介质的重力  $F_G$ ,以及风载荷、流体通过弯管产生的离心力  $F_\rho$  等.

- (1) 直管道主固定支架的受力:  $F = F_p + F_\Delta + F_f + F_G$ .

式中,  $F_p = PA$ ;  $F_\Delta = K_w \Delta$ ;  $F_f = \mu G$ ;  $F_G = G$ .  $P$  为设计压力;  $A$  为膨胀节的平均截面积;  $K_w$  为膨胀节的工作总刚度;  $\Delta$  为膨胀节的总位移;  $\mu$  为管道与管架的摩擦系数;  $G$  为管道及其附件的质量.

- (2) 弯曲处管道主固定支架的受力:

除上述4种力之外,还有离心力  $F_\rho$ ,故:  $F = F_p + F_\Delta + F_f + F_G + F_\rho$ .

式中,  $F_\rho = \frac{2A_1 \rho v^2}{g} \sin \frac{\theta}{2}$ .  $A_1$  为管子的内截面积;  $\rho$  为介质密度;  $v$  为介质流速;  $g$  为重力加速度;  $\theta$  为弯管与轴线的夹角.

### 1.3 次固定支架

承受除压力推力以外的载荷的支架称为次固定支架.

在管段中安装带长拉杆的复式万能型膨胀节、铰链型膨胀节和压力平衡型膨胀节时,其压力推力由膨胀节的拉杆或铰链销支撑,或者被膨胀节平衡,这时,可设置次固定支架,次固定支架承受的推力  $F$  为:  $F = F_\Delta + F_f + F_G$ .

### 1.4 导向支架

对管系的正确支撑,不仅是对作用于管道上的静载荷和动载荷进行正确的支撑,也包括在膨胀节的连接部位对膨胀节提供正确的支撑.为了保证位移正确地施加到膨胀节上,并避免管系失稳,必须设置导向支架.

导向支架一般为刚性支架,除了支撑重力  $F_G$  外,它还承受管道与管架之间的摩擦力  $F_f$ ,即导向支架的受力  $F$  为:  $F = F_f + F_G$ .

### 1.5 管道支架

管道支架的设置是为了支撑管道、管路附件、保温材料和介质等重力,同时又能允许管道自由位移.

## 2 典型管段的膨胀节选型<sup>[3-6]</sup>

膨胀节选型的目标是选用合理的膨胀节类型和布置方式,使其补偿能力最大,或者补偿能力一定时,选用最少的膨胀节,同时满足支架的受力要求.设计者应按照管网的走向、流动介质、工作压力、工作温度、管道直径、管道膨胀量等条件,确定各段采用膨胀节的类型、规格和数量,以保证管网的设计合理、安全、可靠和经济.

### 2.1 管网中典型管段的划分

在设计管路系统时,由于受到各种因素的制约,管网的走向和支撑体系往往是相当复杂的.管道安装设计一般要求管道布置应整齐有序、横平竖直、集中成排、便于支撑.不论一个管网如何复杂,根据现场管道的布置情况,设计人员都可用固定支架、次固定支架将管网合理地分段,分成上面提到的直管段、II形管段、L形管段、平面Z形管段、空间Z形管段等典型管段.

## 2.2 典型管段的膨胀节选型

### 2.2.1 直管段膨胀节的选型

直管段膨胀节的选型如图1所示,分3种情况:在管线两端为固定支架,管线补偿量不是很大的情况下采用通用型膨胀节,如图1(a)所示;在管线两端为固定支架,管线补偿量如图1(a)不能满足(即直管段较长)的情况下采用复式带座轴向型膨胀节,如图1(b)所示;在管线两端为次固定支架,需要膨胀节吸收压力推力时采用直管压力平衡式膨胀节,如图1(c)所示。

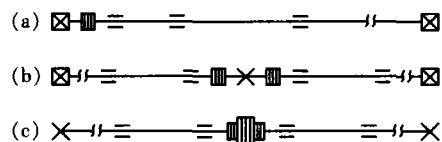


图1 直管段中膨胀节的选型

### 2.2.2 II形管段膨胀节的选型

在II形管段中,膨胀节的选型一般采用对称布置,有3种布置方式,如图2所示。在一般情况下,图2(b)、图2(c)中膨胀节的弹性反力较小,可以省去中间的次固定支架;也可将II形管段分解为两个平面Z形管段或空间Z形管段后再进行膨胀节的选型。

### 2.2.3 L形管段膨胀节的选型

L形管段膨胀节的选型如图3所示。当允许管线变形时,可采用如图3(a)所示的角向型膨胀节或图3(b)所示的大拉杆横向型膨胀节;当不允许管线变形时,可采用图3中(c)、(d)、(e)3种膨胀节选型方案。

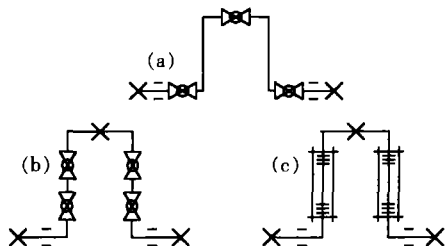


图2 II形管段中膨胀节的选型

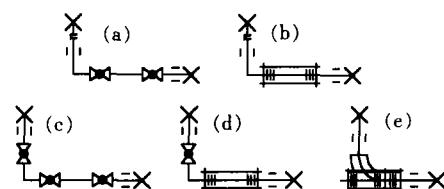


图3 L形管段膨胀节的选型

### 2.2.4 Z形管段膨胀节的选型

平面Z形管段膨胀节的选型与L形管段膨胀节的选型相同。当允许管线变形时,可采用图4(a)所示的角向型膨胀节或图4(b)所示的大拉杆横向型膨胀节;当不允许管线变形时,分别采用图4中(c)、(d)、(e)3种膨胀节选型方案。

空间Z型管段中膨胀节的选型与平面Z型管段相似,只需将两个角向型膨胀节改为万向角型膨胀节即可,如图5所示。

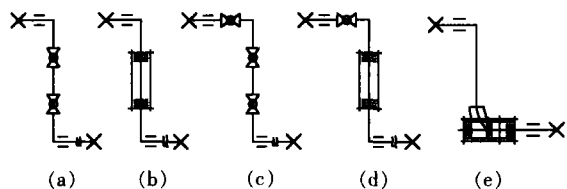


图4 平面Z型管段中膨胀节的选型

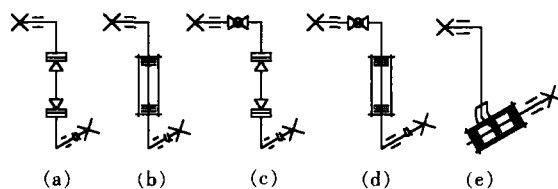
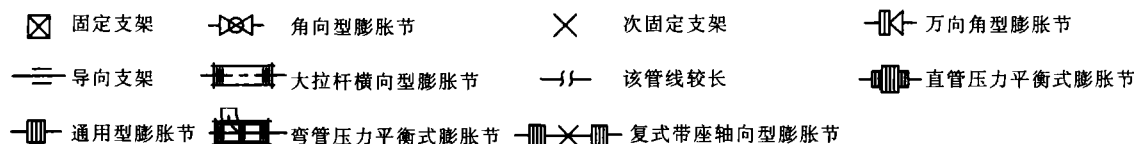


图5 空间Z型管段中膨胀节的选型



以上典型管段膨胀节的选型中,选用普通型膨胀节和铰链型膨胀节比较经济;大拉杆膨胀节和压力平衡型膨胀节则成本相对较高,体积庞大,只在必要的场合下选用。

### 3 结束语

在管路系统的设计中,膨胀节选型的正确与否,对于管网在设计工况条件下能否稳定和安全运行十分重要.通过设置固定支架、次固定支架可以将一个复杂管网划分为一些形状比较简单的独立管段,如直管段、L形管段、Z形管段、Π形管段等典型管段.根据划分的典型管段、工作条件和补偿要求合理选择膨胀节的型号、规格和数量,以保证管网设计合理、安全、可靠和经济.

#### [参考文献](References)

- [1] 李永生,李建国. 波形膨胀节实用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2000: 107-126, 191-227.  
LI Yongsheng, LI Jianguo. Expansion Joints Applied Technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000: 107-126, 191-227. (in Chinese)
- [2] ZHU Y Z, WANG H F, SANG Z F. The effect of environmental medium on fatigue life for u-shaped bellows expansion joints[J]. International Journal of Fatigue, 2006, 28(1): 28-32.
- [3] BECHT IV C. Fatigue of bellows, a new design approach[J]. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2000, 77(13): 843-850.
- [4] EJMA. Standards of the expansion joints manufacturers association (EJMA) INC[S]. 8th ed. New York: EJMA, 2003.
- [5] 常小满. 热力管网中典型管段与波纹补偿器的配置[J]. 煤气与热力, 1998, 18(3): 60-62.  
CHANG Xiaoman. Disposition of Typical pipe segments and bellows compensator in thermal pipe network[J]. Gas and Heat, 1998, 18(3): 60-62. (in Chinese)

[责任编辑:刘 健]

(上接第53页)

#### [参考文献](References)

- [1] 顾惠祥,阎宝石. 气相色谱使用手册[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,1990:65.  
GU Huixiang, YAN Baoshi. The Applied Handbook of Gas Chromatography[M]. 2nd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 1990: 65. (in Chinese)
- [2] WANG D X, CHONG S L, MALIK A. Sol-gel column technology for single-step deactivation, coating, and stationary-phase immobilization in high-resolution capillary gas chromatography[J]. Anal Chem, 1997, 69(22): 4566-4576.
- [3] 王东新, MALIK A. 溶胶-凝胶毛细管气相色谱柱热稳定性的考察[J]. 分析化学, 2003, 31(4): 467-471.  
WANG Dongxin, MALIK A. The inspection of the thermostability of the sol-gel capillary column in gas chromatography[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2003, 31(4): 467-471. (in Chinese)
- [4] 王东新. 新型溶胶-凝胶气相色谱柱:聚甲基苯基硅氧烷、Carbowax 柱及 PEG-Silane 柱[J]. 分析测试学报, 2004, 23(4): 5-8.  
WANG Dongxin. New members in the family of the sol-gel columns for gas chromatography: PMPS column, carbowax column and PEG-Silane column[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2004, 23(4): 5-8. (in Chinese)
- [5] BEREZKIN V G, VIKTOROVA E N. Changes in the basic experimental parameters of capillary gas chromatography in the 20th century[J]. Journal of Chromatography A, 2003, 985: 3-10.
- [6] 吴秀红,王东新. 耐高温三乙醇胺毛细管气相色谱柱的制作和测评[J]. 南京师范大学学报:工程技术版, 2004, 4(4): 68-70.  
WU Xiuhong, WANG Dongxin. Making and evaluating of triethanol amine capillary column for GC used at high temperatures[J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2004, 4(4): 68-70. (in Chinese)
- [7] CAREL A CRAMERS, HANS-GERD JANSSEN, MARIEKE M VAN DEURSEN, et al. High-speed gas chromatography: an overview of various concepts[J]. Journal of Chromatography A, 1999, 856: 315-329.

[责任编辑:严海琳]