

高温非金属补偿器的研制

刘志信

(唐山钢铁股份有限公司设备材料处 063002)

(Tangshan Iron & Steel CO., LTD)

摘要 本文介绍了工作温度大于 600°C 的高温型非金属补偿器的研制情况, 模拟试验结果表明, 该类型补偿器能达到使用要求。

关键词 高温 非金属补偿器

ABSTRACT This paper introduces the development of high temperature ($\geq 600^{\circ}\text{C}$) non-metallic expansion joints, the analogue results show that this type of non-metallic expansion joints can meet the requirements of engineering.

KEYWORDS High temperature Non-metallic expansion joints

前言

非金属补偿器由于具有吸收位移能力强、无弹性反推力、良好的耐腐蚀性、减振降噪性能优良、易于安装维护、体积小等优点, 是综合性能优异的新一代波纹补偿器^[1], 因而在诸多行业中得到了广泛应用。

在石化、冶金、电力等行业中存在许多介质温度高达 600°C 的高温管道, 如在石化行业的锅炉余热管道, 冶金行业的电炉炼钢除尘管道, 电力行业的循环硫化床管道等。因而, 对耐高温非金属补偿器的需求日益增多。耐温达 600°C 的高温型非金属补偿器(以下简称XB-G型非金属补偿器)是在工作温度低于 400°C 的各类非金属补偿器的研制和生产基础上研制开发的。

一、技术参数及结构特点

1. XB-G型非金属补偿器的主要技术性能参数, 见表1。

表1 主要技术性能参数

性 能	技 术 指 标
设计温度	$T < 600^{\circ}\text{C}$
设计压力	$P < 0.01 \text{ MPa}$
轴向位移	$\pm 50\text{mm}$
径向位移	$\pm 30\text{mm}$

2. 结构特点

非金属补偿器通常由金属结构件、伸缩节、隔热保温层等部件组成。在XB-G型非金属补偿器中, 由于介质温度高达 600°C , 为了降低法兰与伸缩节连接处的温度, 采用了套筒型结构, 这样热量可以通过两端立板向外界扩散。此外, 当补偿器

在运行过程中轴向拉伸或压缩时, 隔热保温层法兰之间很容易形成空隙, 在此形成高温通道, 直接作用于伸缩节, 影响非金属补偿器的使用, 为此采用双隔热层设计, 即隔热枕和隔热层, 将隔热枕固定在补偿器两端立板上, 将伸缩节与高温介质相隔离, 提高非金属补偿器的使用温度, 保证工件的正常运行, 其结构形式见图1。

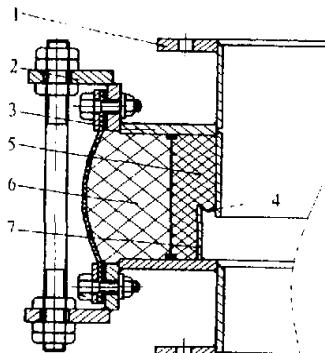


图1 XB-G型非金属补偿器结构示意

二、材料的性能及特点

1. 金属结构件

金属结构件由法兰、导流筒、压板、立板、端管、拉杆等金属部件组成, 见图1。

(1) 法兰 主要用于和管道、设备的连接和密封, XB-G型非金属补偿器中法兰选用耐热钢制作。

(2) 导流筒 主要作用是减少介质压力损失,

避免颗粒等杂物的直接作用而损坏伸缩节。在XB-G型非金属补偿器中采用双导流筒设计,导流筒选用耐热钢材料。

2. 伸缩节

伸缩节是非金属补偿器的核心部件,主要作用是吸收管道或设备的轴向和径向位移,并且吸声和减振,应具有良好的密封性和耐老化性。

硅橡胶由于具有很高的热稳定性,工作温度范围-100°C~300°C,同时具有优异的耐各种老化性能,和良好的工艺性能^[2],因此,硅橡胶作为伸缩节的首选基材。玻璃纤维织物具有强度高,尺寸稳定和耐温性好,价格低廉等优点,根据使用条件,选择了玻璃纤维织物作为伸缩节的骨架材料。伸缩节的成型工艺如图2所示,性能见表2。

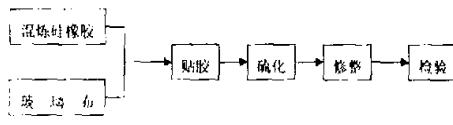


图2 伸缩节的成型工艺流程

表2 伸缩节的力学性能

方 向	拉断强力 (kN/25cm)	撕裂强度 (kN)	粘着强度 (N/m)	屈挠性能 (次)
管 向	>3.10	>0.31	>200	>10000
轴 向	>2.59	>0.17	>200	>10000
执行标准	GB5572-85	GB5573-85	GB/T532-89	GB/T13934-82

3. 隔热保温材料

由于橡胶耐热性能有限,耐热性最好的氟橡胶和硅橡胶长期工作温度也低于250°C^[3],因而当介质温度较高时,在伸缩节与导流筒之间添加隔热材料,不仅可以使伸缩节与高温介质相隔离,提高补偿器的使用温度,而且可以使补偿器不积灰,减少流体运行阻力、延长补偿器的使用寿命。

陶瓷棉材料的隔热性能好,导热系数 $\lambda=0.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,价格适中,施工工艺性好,但由于陶瓷棉材料比较疏松,抗拉强度低,易碎,因而保温隔热材料必须由陶瓷棉和外保护层共同组成,这样既能保证隔热陶瓷棉不被损坏,又能避免流体中的杂物进入陶瓷棉而影响其隔热效果。陶瓷纤维布由于有耐热钢丝加强,不仅机械强度高,而且使用温度可达1000°C以上,因此采用陶瓷棉纤维布作为隔热材料的外保护层,如此制成的隔热层和隔热枕的结构形式见图3。

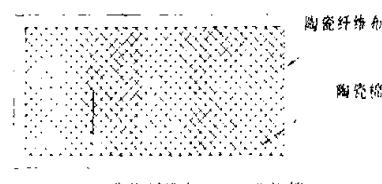
三、模拟试验及结果

根据需要,设计制作了XB-G型非金属补偿器

的试验样机,并对其进行了保温隔热模拟试验。

1. XB-G型非金属补偿器试验样机的设计

试验样机的结构形式见图6,其技术状态为:规格型号 XBJ425×425-G;工作温度 $T \leq 600^\circ\text{C}$;隔热层及隔热枕总厚度 $\delta_0 = 227.5\text{mm}$,采用特种纤维织物包敷陶瓷棉;伸缩节硅橡胶/玻璃纤维织物硫化而成;金属结构件耐热钢。



1. 陶瓷纤维布 2. 陶瓷棉

图3 隔热层(隔热枕)结构形式

2. 模拟试验装置及加热控温原理

(1) 装置及部件

试验样机:XBJ425×425-G型非金属补偿器1台;加热元件:9×1kW 电阻丝/陶瓷外丝管;测温元件:温度计0~500°C 2根、0~300°C 4根,表面温度计0~300°C 1台,数控温度表XMT-101,0~1300°C,1块。

(2) 加热控温原理

通电后,数控温度表测试内部温度,并通过交流接触器控制加热,当达到所要求的温度时停止加热,原理见图4。

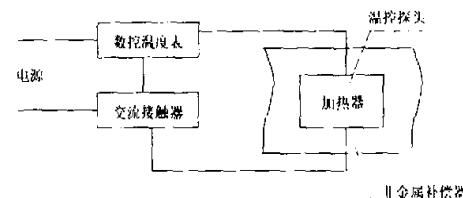


图4 加热控温原理

(3) 压力试验装置及原理

压力试验装置:XBJ425×425-G型非金属补偿器1台;压力表,量程0.1MPa,1块;打压盲板,1对。压力试验原理见图5。

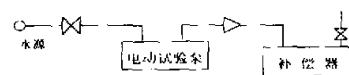


图5 压力试验原理

3. 模拟试验结果

(1) 隔热保温试验(测温点分布见图6)

经过400°C、500°C和600°C的不同温度试验,

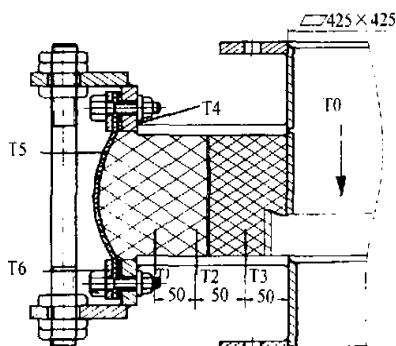


图 6 测温点分布

试验结果见表 3。

表 3 隔热保温试验结果

T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
403°C	104°C	158°C	192°C	118°C	39°C	130°C
503°C	131°C	200°C	270°C	152°C	42°C	140°C
603°C	168°C	256°C	320°C	180°C	50°C	150°C

注: T_0 为介质温度; T_1 为隔热层厚度 177.5mm 处的温度; T_2 为隔热层厚度 127.5mm 处的温度; T_3 为隔热层厚度 77.5mm 处的温度; T_4 为立板内侧温度; T_5 为伸缩节外表面温度; T_6 为立板外侧温度。

XB-C 型非金属补偿器经高温试验表明, 隔热效果十分明显, 伸缩节外表温度不超过 60°C, 伸缩节与压板连接处的温度稍高, 但不高于伸缩节的最高使用温度, 说明通过结构设计, 补偿器的使用温度可以得到较大提高。

2. 压力试验

对 XB-G 型非金属补偿器进行爆破压力试验, 结果表明补偿器的使用压力为 0.02MPa。

四、结束语

经过一系列模拟试验, 结果表明 XB-G 型非金属补偿器完全满足温度 $T < 600^\circ\text{C}$, 压力 $P < 0.001\text{MPa}$ 的工况条件。目前 XB-G 型非金属补偿器在国内某些重大工程项目中已得到应用, 运行状况良好, 效益显著。

参考文献

- [1] 王思军. 管道技术与设备. 1994, (2): 13-15
- [2] 谢逐志等. 橡胶工业手册(第一分册). 北京: 化学工业出版社, 1989: 538-597
- [3] 张用兵. 材料开发与应用. 1998, (2): 23-25, 30

■《特种结构》征稿、征订启事 ■

《特种结构》创刊于 1984 年, 是建设部委托北京市市政工程设计研究总院主办的、国内外公开发行的工程结构专业技术刊物。《特种结构》是我国工程建设类核心期刊, 连续多年被选列为中国科技论文统计源期刊, 近年又成为美国工程信息(EI)的入选刊物。《特种结构》重视文稿的学术深度及水准, 同时也很注重其科学性、实践性和实用性。

《特种结构》主要刊载: 给排水构筑物(水质净化和水处理构筑物、泵房、沉井(箱)等)、贮藏构筑物(贮液、贮气、粮仓、煤仓及各种料仓等)、高耸结构(电视塔、水塔、烟囱、无线电桅杆、微波塔、输配电杆塔等)、各种材质及类型的工程管道(包括管架、管桥、运输廊道及压力壳等)、大跨度结构和地基基础(如深基础和特种地基处理技术等)以及与上述构筑物有关的新材料、新技术和新产品的介绍等。

《特种结构》刊载关于上述工程结构形式的设计施工技术总结、科研测试成果报告、工程实例介绍、工程事故和工程加固分析和总结、国内外有关设计施工规范介绍及其编制说明、有关的专业技术资料编译以及国内外工程及技术信息报道, 并不定期辟专栏为读者解答和讨论疑难技术问题。

《特种结构》的主要读者为各设计研究单位的中高级工程技术人员及研究人员、各高等院校师生、各建设施工单位和企业生产厂家的技术及科研人员。

本刊欢迎自由投稿, 来稿要求: ① 内容翔实、观点明确、表达精炼、字迹清晰; ② 附有英文摘要、题目、单位名、关键词(5 个以内)及汉语拼音姓名; ③ 图表精简, 附有墨线图(在文章相应位置贴上插图复印件, 并标明图号、图名、图注等); ④ 参考文献按以下顺序标注: 作者、文题及刊名、年、卷、页次或作者、书名、出版者、出版年、页次; ⑤ 请采用国际符号体系, 现行标准工程术语及法定计量单位; ⑥ 文责自负, 请勿一稿多投并请自留底稿, 恕不退稿。1 年内未接到本刊处理意见可来电来信查询; ⑦ 若为国家、地方或部门自然科学基金论文或为学术会议交流论文等请注明。来稿一经刊出, 即按国家规定付稿酬, 并向每位作者赠送当期杂志。

《特种结构》在全国各地邮局公开发行, 邮发代号为 82-337, 欢迎单位和个人到当地邮局订阅。2002 年的订阅工作已开始, 也可从编辑部直接订阅。本刊 1988~2000 年合订本还有余量, 欢迎新老订户来函索取订阅单或直接购买。

本刊可为国内外厂家和公司刊载与工程建设有关的产品、材料、设备和计算机软件等的宣传广告, 并可刊载建筑设计、施工和建设单位的介绍以及有关技术咨询服务等方面的宣传广告。收费合理, 手续简便。