

目 录

一、概述	1
二、注填式套筒补偿器 (直埋自压式密封套筒补偿器).....	1
(一)、产品品种与结构	1
1、普通型注填式套筒补偿器	1
2、平衡型注填式套筒补偿器	2
3、直埋型注填式套筒补偿器	3
(二)、技术特点	3
(三)、规格与标记	4
(四)、产品安装	5
三、注填式球型补偿器	9
(一)、结构	9
(二)、性能特点	9
(三)、规格与标记	10
(四)、技术指标	11
(五)、使用方法	11
(六)、球型补偿器在管道上的布置	11
(七)、球型补偿器第一个导向支架的设置及其推力计算	13
(八)、球型补偿器安装注意事项	15
四、产品维护	15



一、概 述

注填式补偿器是热流体管道的一种新型热补偿装置，适用于热水、蒸汽、油等介质，分为注填式套筒补偿器和注填式球型补偿器。注填式套筒补偿器是通过内套管相对外套管的滑移释放管道的热应力；注填式球型补偿器是以球头相对于外壳体的转动吸收管道的变形。

针对通常套管式补偿器易泄露、需停产维修等弊病，我厂研究“注射充填密封剂”技术，对其进行创新，命名为“注填式补偿器”。

注填式套筒补偿器保留并发展了通常套管式（亦称填料式）热补偿器的安装场地小、补偿量大等固有优点，以先进的注填密封技术和新颖的结构设计，实现长期可靠密封和不停止管路的运行即可维护，消除了通常套管式热补偿器的密封不可靠、易泄露、需停产维修等缺点。

注填式补偿器，1987年投入市场使用，至今已经受了近20年的使用考验。实践证明：产品可靠性高，寿命长，极少维修，维护工艺简单。

本公司生产的注填式补偿器，是总结过去多年设计使用经验的技术改进型，在技术方面进行了新开发，以达到与管道同寿命，并扩大了使用范围。该产品进行20000次的往复运动寿命试验，每1000次做一次水压试验，其承压能力与试验前的承压能力完全一致。

我公司生产的注填式补偿器分为两大类，一是注填式套筒补偿器，此种补偿器按是否对管道产生拉紧力，即对作用于管道拐弯或盲端处的固定支架上的流体静压产生推力是否进行抵消，分为普通型注填式套筒补偿器和平衡型注填式套筒补偿器，另外对于地下铺设热水管网，开发了直埋型注填式套筒补偿器，不需设置产品检修井。另一类是注填式球型补偿器。

二、注填式套筒补偿器

（一）、产品品种与结构

1、普通型注填式套筒补偿器

普通型注填式套筒补偿器分两种补偿形式，图1为单向补偿式，图2为双向补偿式。

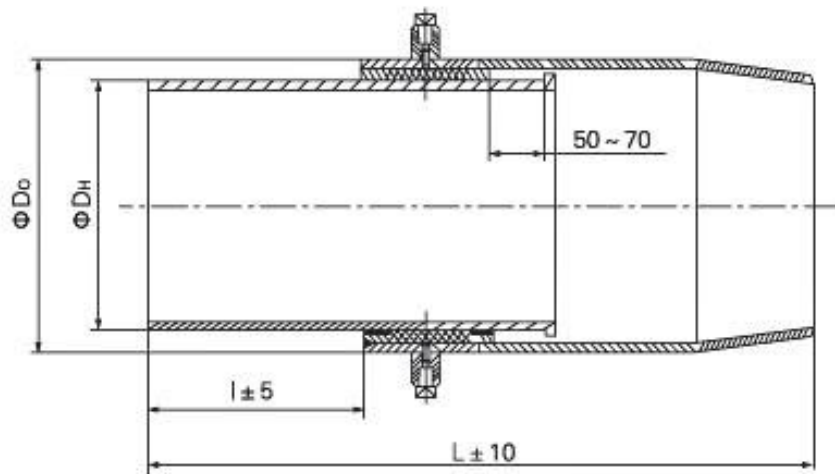


图1 单向补偿注填式套筒补偿器

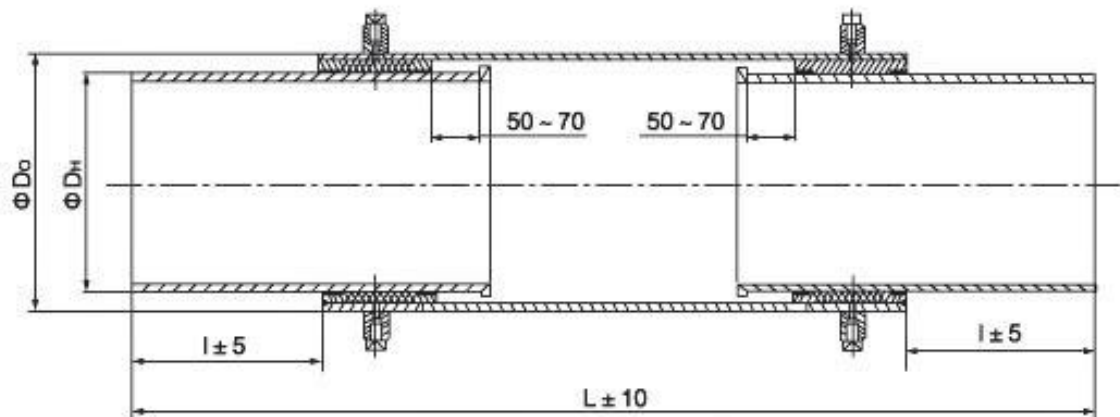


图2 双向补偿注填式套筒补偿器

普通型注填式套筒补偿器，由外套、内套、密封体、导向体和注料咀等构成。结构特点是：

(1) 通过内套相对外套的滑移运动，对管道的受热伸长和受冷缩短进行补偿。

(2) 将特种密封剂通过外部的注料咀注射填入到密封体内，实现内套和外套之间的相对滑动密封，防止管道内的流体泄漏；

(3) 依靠特种密封剂的优异性能和外部注入式结构，可在管道正常运行状态下补充注入特种密封剂，实现不停产维修，延长连续运行时间；

(4) 依靠两端的导向体，保持内套相对外套的同心，承受管道的侧向力，防止钢件之间出现划伤，使管道运行状态下的密封更可靠、耐久；

(5) 内套与外套之间采取牢固的防脱出设计，已经受了管道意外事故的考验，如固定支座开焊、超压超温运行等；

(6) 内套表面经过特殊处理，可防止生锈且表面光洁度好，摩擦系数小，硬度大，耐磨，有效地提高使用寿命。

(7) 连接方式采用焊接形式（亦可按客户要求制成法兰式）。

2、平衡型注填式套筒补偿器

平衡型注填式套筒补偿器在工作中利用管道内流体静压力，对与之相连的两侧管道产生拉紧力。其拉力值基本等于流体静压力乘以管道流通横截面积。这样，对作用于管道拐弯或盲端处的固定支架上的流体静压产生的推力进行抵消，从而使作用于该处固定支架上的推力大幅度降低，消除了普通型补偿器这方面的不足。简化了固定支架的设计与施工，大幅度地降低其工程造价，尤其对高压、高架空、结构空间又受到限制的场所最有益。这种补偿结构使管道处于受拉状态，提高了管道运行的稳定性。

结构类型以挡板一旁通式平衡型注填式套筒补偿器为主，见图3

结构特点是：外套串联两个密封体，内套后端加挡板，流体经内套的孔道引到两密封箱间隔腔，再经外套间隔腔处孔道，引回到后部加挡板的主管道，这种补偿器重量大、安装尺寸长。

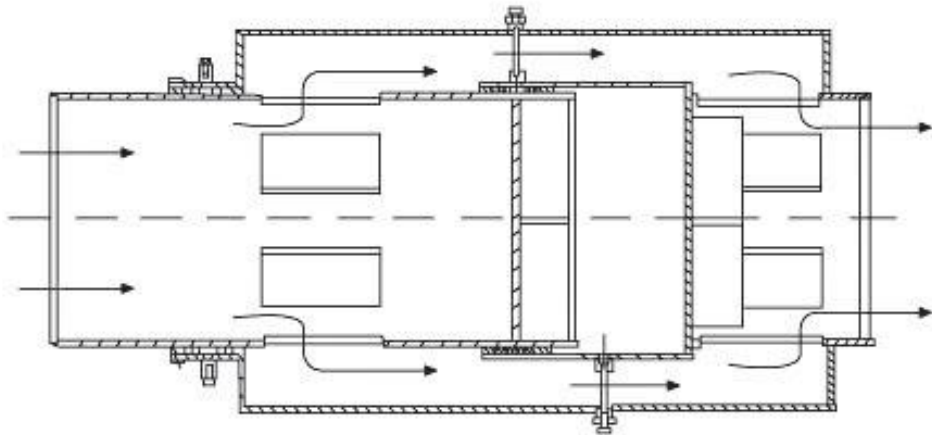


图3 挡板旁通式平衡型注填式套筒补偿器

3、直埋型注填式套筒补偿器

此种补偿器比普通型注填式套筒补偿器增加了内套管表面防护结构，见图4

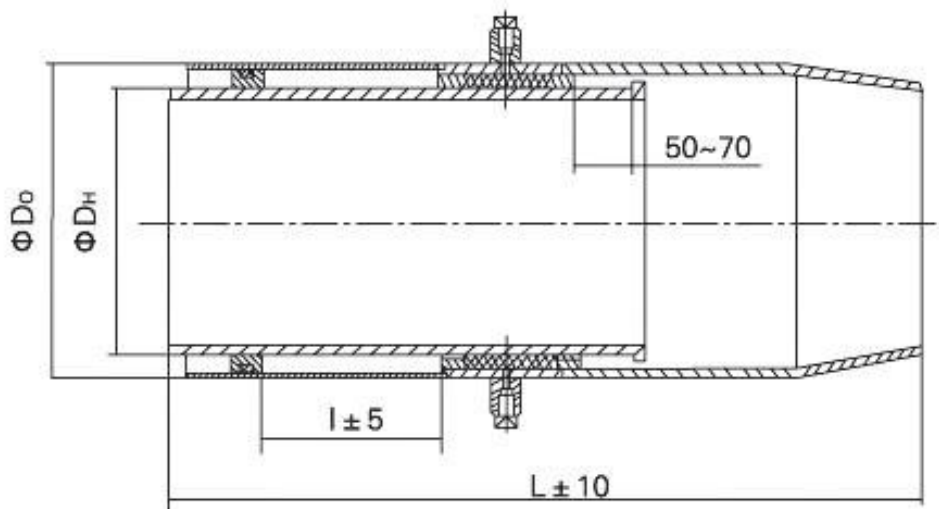


图4 直埋型单向注填式套筒补偿器

结构特点：在普通型注填式套筒补偿器的基础上，增加了防护套、密封环及密封盘根，阻止污水和泥砂进入到内套的工作表面，防止有害介质对补偿器工作表面的腐蚀，保证工作表面的光洁度，减小摩擦力，同时密封环还起到导向作用，有效地提高了补偿器的工作可靠性和使用寿命。

(二) 技术特点

注填式套筒补偿器的主要特点如下：

1、密封技术先进，特种密封剂由外部注射填进去，实现可靠密封和不停产维护：

(1) 可在管道正常运行状态下，多次补充注入特种密封剂，排除泄漏，保障管道安全可靠地长期运行；

(2) 注射充填工艺简单、方便、易于现场施工；

(3) 特种密封剂性能优异，充填致密，回弹性能保持稳定、持久，一次充填可维持无泄漏运行间隔5年以上；



- (4) 自润滑性能好, 摩擦系数小 (0.04~0.10);
- (5) 不同密封剂可满足广泛流体需要, 适应温度 $-50^{\circ}\text{C}\sim+650^{\circ}\text{C}$, 压力由真空到20Mpa以上;
- (6) 密封剂无毒, 无腐蚀性;
- (7) 密封压力可按设计要求和控制, 达到最佳工作状态。

2、采用自润滑导向体结构;

(1) 保持相对移动的密封表面同心, 防止偏斜, 达到最小工作间隙, 提高密封可靠性, 延长密封寿命;

(2) 防止滑动套管表面擦伤, 提高密封可靠性。

3、结构简单, 采用焊接式不可拆整体结构:

- (1) 减小外径尺寸, 减轻了重量;
- (2) 补偿器与管道之间采用焊接连接, 占用空间小, 安装方便。

4、结构紧凑, 占地面积小。

5、安装方便, 可按用户要求调整好预补偿量。

6、与通常套管式和波纹管式补偿器相比, 作用于管道上的推力小。

7、热补偿量可按要求进行设计。单向补偿型产品, 热补偿量实际使用可达500mm以上, 双向补偿型产品, 热补偿量实际使用可达1000mm以上。

8、使用寿命长, 疲劳寿命与管道相当: 表面特殊处理的产品, 在盐水、盐溶液等环境下耐腐蚀性好, 比1Cr18Ni9Ti不锈钢高50~100倍。

(三) 规格与标记

1、产品规格

(1) 普通型注填式套筒补偿器

单向补偿式补偿器, 产品规格见表1, 表中符号含义见图1。

双向补偿式补偿器, 产品规格见表2, 表中符号含义见图2。

(2) 平衡型注填式套筒补偿器

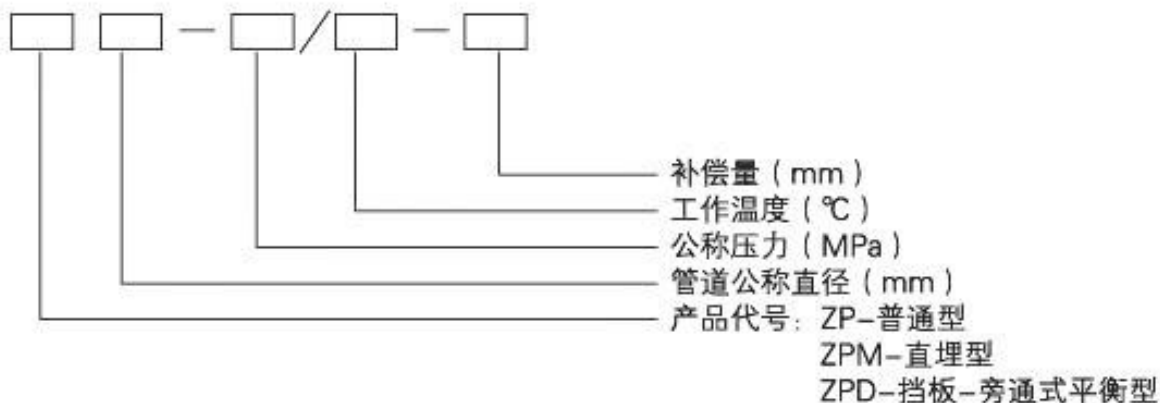
挡板-旁通式平衡注填式套筒补偿器, 本样本暂未给出产品规格表。

(3) 直埋型注填式套筒补偿器

热水管道用直埋型补偿器, 产品规格见表3, 表中符号含义见图4。

2、产品标记

产品标记含义如下:





(1) 普通型注填式套筒补偿器, 产品标记举例如下:

例1: 公称直径DN=600mm, 公称压力PN=1.6MPa, 最高工作温度350℃, 补偿量300mm的单向型产品, 标记为:

ZP600-1.6/350-300

例2: 公称直径DN=200mm, 公称压力PN=1.6MPa, 最高工作温度300℃, 补偿量400mm×2的双向型产品, 标记为:

ZP200-1.6/300-400×2

(2) 平衡型注填式套筒补偿器, 举例如下:

例: 公称直径DN=600mm, 公称压力PN=1.6MPa, 最高工作温度300℃, 补偿量500mm的挡板-旁通式平衡型注填式套筒补偿器, 标记为:

ZPD600-1.6/300-500

(3) 直埋型注填式套筒补偿器, 举例如下:

例: 公称直径DN=900mm, 公称压力PN=1.6MPa, 最高工作温度150℃, 补偿量300mm的直埋型注填式套筒补偿器, 标记为:

ZPM900-1.6/150-300

(四) 产品安装

(1) 运输和安装中应注意保护注料咀, 严防碰撞, 严禁用做吊耳;

(2) 单向补偿器, 管道的固定支座要尽可能靠近产品的外套;

(3) 双向补偿器, 在外套中央放置固定支座, 两边的补偿距离要相同;

(4) 平衡型补偿器, 产品可以安装在所补偿管段中间, 产品外壳体处设置滑动支座;

(5) 热水管道用直埋型补偿器, 可不设置检修井, 在管道压力试验和初运行无泄漏后, 即可回填土。

(6) 安装前, 应检查注料口螺栓, 如有松动, 予以拧紧, 拧紧力矩为300~500N·m。检查内套伸出长度, 通常, 产品出厂时已预留了50mm的收缩量。

(7) 安装前, 必须根据补偿器的摩擦力校核固定支架的推力, 摩擦力值见合格证。

(8) 当公称直径小于350mm时, 可不设滑动支座, 外套管应固定在固定支架附近, 补偿器与支架的距离应不大于4倍的管道直径; 当公称直径大于等于400mm时, 应在补偿器外套管下面加相应规格的滑动支架。

(9) 产品要沿着管道中心线安装, 内套管轴线与外套管轴线的不同轴度不大于1%, 以防止运行时摩擦力过大甚至发生卡死现象。安装方法是在管道连接好后, 根据补偿器的长度截掉同长度管段, 将补偿器与两端管道焊接在一起, 以保证补偿器内套与外套的同轴度。

(10) 要防止外来物体碰撞内套表面, 安装焊接时不允许飞溅物落在内套表面上。

(11) 安装时, 介质流向应与箭头方向一致。

(12) 安装好后, 按管道保温要求, 对补偿器进行保温处理。



表1 单向注填式套筒补偿器尺寸规格

公称直径 mm	D _H mm	压力 Mpa	t≤ 温度 ℃	D _o mm	最大 补偿量 Mpa	I mm	L mm	重量 kg	摩擦力 kN
50	57	2.5	350	73	300	250	700	8	1.7
65	73	2.5	350	89	300	250	700	9	2.1
80	89	2.5	350	108	300	250	700	12	2.7
100	108	2.5	350	133	300	250	730	18	3.9
125	133	2.5	350	159	300	250	730	24	5.5
150	159	2.5	350	194	400	350	760	33	7.8
200	219	2.5	350	245	400	350	1000	71	13
250	273	2.5	350	325	400	350	1010	95	18
300	325	2.5	350	377	450	400	1120	135	24
350	377	2.5	350	426	450	400	1130	160	30
400	426	2.5	350	471	450	400	1140	205	34
450	480	1.6	350	525	450	400	1150	240	37
500	529	1.6	350	578	450	400	1160	295	41
600	630	1.6	350	680	500	450	1300	375	62
700	720	1.6	350	774	500	450	1325	510	82
800	820	1.6	350	874	500	450	1325	610	103
900	920	1.6	150	976	300	250	960	560	125.6
1000	1020	1.6	150	1090	300	250	965	660	172.7
1200	1220	1.6	150	1290	300	250	980	910	219.8

注：1、表中符号含义见图1。

2、安装长度L已考虑了预留补偿量50~70mm；表中最大补偿量为预留收缩量与设计补偿量之和。

3、由于我们在不断努力改进产品，我们保留样本数据更改的权利。



表2 双向注填式套筒补偿器尺寸规格

公称直径 mm	D _H mm	压力 Mpa	t≤ 温度 ℃	D _o mm	最大 补偿量 Mpa	I mm	L mm	重量 kg	摩擦力 kN
50	57	2.5	350	73	300×2	250	1120	12	1.7
65	73	2.5	350	89	300×2	250	1120	15	2.1
80	89	2.5	350	108	300×2	250	1120	20	2.7
100	108	2.5	350	133	300×2	250	1120	32	3.9
125	133	2.5	350	159	300×2	250	1120	42	5.5
150	159	2.5	350	194	300×2	250	1200	60	7.8
200	219	2.5	350	245	400×2	350	1460	127	13
250	273	2.5	350	325	400×2	350	1480	172	18
300	325	2.5	350	377	450×2	400	1690	258	24
350	377	2.5	350	426	450×2	400	1710	305	30
400	426	2.5	350	471	450×2	400	1730	381	34
450	480	1.6	350	525	450×2	400	1730	430	37
500	529	1.6	350	578	450×2	400	1760	508	41
600	630	1.6	350	680	500×2	450	2010	734	62
700	720	1.6	350	774	500×2	450	2030	943	82
800	820	1.6	350	874	500×2	450	2060	1112	103
900	920	1.6	150	976	300×2	250	1690	1040	125.6
1000	1020	1.6	150	1090	300×2	250	1690	1260	172.7
1200	1220	1.6	150	1290	300×2	250	1710	1720	219.8

注：1、表中符号含义见图2。

2、安装长度L已考虑了预留补偿量50~70mm；表中最大补偿量为预留收缩量与设计补偿量之和。

3、由于我们在不断努力改进产品，我们保留样本数据更改的权利。



表3 直埋注填式套筒补偿器尺寸规格

公称直径 mm	D _H mm	压力 Mpa	t≤ 温度 ℃	D _o mm	最大 补偿量 Mpa	I mm	L mm	重量 kg	摩擦力 kN
50	57	2.5	150	73	200	150	550	7	1.7
65	73	2.5	150	89	200	150	550	8	2.1
80	89	2.5	150	108	200	150	560	12	2.7
100	108	2.5	150	133	200	150	590	18	3.9
125	133	2.5	150	159	200	150	590	24	5.5
150	159	2.5	150	194	200	150	600	35	7.8
200	219	2.5	150	245	200	150	670	61	13
250	273	2.5	150	325	200	150	670	80	18
300	325	2.5	150	377	250	200	800	122	24
350	377	2.5	150	426	250	200	800	141	30
400	426	2.5	150	471	250	200	810	177	34
450	480	1.6	150	525	250	200	815	205	37
500	529	1.6	150	578	250	200	830	231	41
600	630	1.6	150	680	300	250	965	343	62
700	720	1.6	150	774	300	250	985	414	82
800	820	1.6	150	874	300	250	985	506	103
900	920	1.6	150	976	300	250	1025	660	125.6
1000	1020	1.6	150	1090	300	250	1025	782	172.7
1200	1220	1.6	150	1290	300	250	1045	1090	219.8

注：1、表中符号含义见图3。

2、安装长度L已考虑了预留补偿量50~70mm；表中最大补偿量为预留收缩量与设计补偿量之和。

3、由于我们在不断努力改进产品，我们保留样本数据更改的权利。



三、注填式球型补偿器

注填式球型补偿器是在普通球型补偿器基础上，采用最先进的注入技术和自行研制的性能优异的特种密封剂，经过精心的设计和试验而研制成的新型补偿装置。

球型补偿器以球头相对于外壳体的转动吸收管道的变形，其球头可以在空间任意方向转动，因此，球型补偿器又被称为“管道的万向接头”。球型补偿器不仅适用各种热力管网，而且还适用于其它复杂的管网，解决了因地基下沉或地震等原因引起的管道变形。所以，该产品在电力、供暖、石化等部门具有广阔的应用前景。

（一）结构

注填式球型补偿器的结构见图5，它主要由球头、外壳体、后座、球面轴瓦、密封环和注料咀等组成。

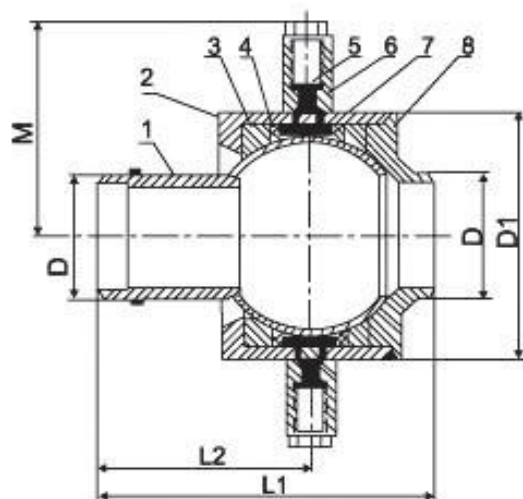


图5 注填式球型补偿器结构简图

- 1、球头 2、外壳体 3、球面轴瓦
4、密封环 5、螺栓 6、注料咀
7、特种密封剂 8、后座

密封剂从注料咀注入，在球头和外壳体之间形成由密封环及特种密封剂组成的密封腔，实现对管道内介质的密封。同时，它又和球瓦一起承受管道内介质的压力所产生的拉力。工作时，管道由于温度变化所产生的伸缩力作用在球头（或外壳体）上，使球头和外壳体产生相对转动，通过一对球瓦的相互折曲运动完成对管道的热补偿，吸收管道的热应力。

（二）性能特点

注填式球型补偿器除具有普通球型补偿器补偿能力大、无内压产生的轴向推力以及结构紧凑，占用空间小等优点外，与普通球补相比，又具有如下特点：

1、采用注入式结构，利用专用工具将密封剂从外部注入，在外壳体和球头的球面间形成一个高压密封腔，不但可以达到可靠密封，又可实现不停产维护。可在管道运行时，补充密封剂，排除泄漏，保证管道长期安全运行。注填工艺简单方便，易于现场实施，并可远距离注入，特别适用于不便维修和难以接近的地下管道。

2、自行研制的特种密封剂性能优异，回弹性好，耐老化，一次注入无泄漏工作五年以上。密封剂性能好，摩擦系数低，耐腐蚀，适用于广泛流体。



3、取消了普通球补的压紧法兰及其连接螺栓，采用焊接型整体外壳，不但减轻了质量，又提高了产品可靠性。

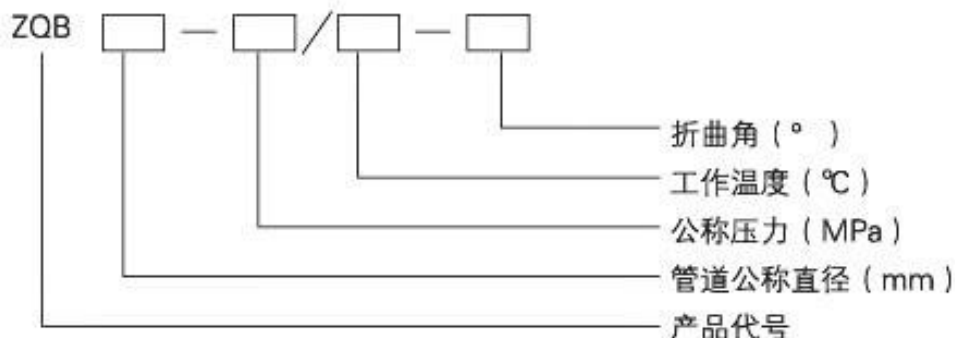
4、采用自润滑球瓦和注填型密封腔代替原密封环，既克服了普通球补装配和调整上的困难，又保证了密封的可靠性。

5、与管道采用焊接连接，节省了连接法兰，减少了管道的泄漏点。

(三) 规格与标记

注填式球型补偿器产品代号为“ZQB”

产品标记意义如下



标记示例：

公称直径DN=150mm，公称压力PN=1.6MPa，最高工作温度200℃，折曲角±15°的注填式球型补偿器，标记为：

ZQB150-1.6/200-15

下表为称直径50~700系列的注填式球型补偿器

项目 序号	DN (mm)	ΦD (mm)	ΦD1 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H (mm)	重量 (kg)	转动力矩 (kg)
1	50	57	114	156	94	93	4.8	310
2	65	76	140	183	108	106	7.2	548
3	80	89	159	200	120	116	10.8	825
4	100	108	194	228	130	133	15.5	1225
5	125	133	232	270	152	152	27.6	2300
6	150	159	273	311	177	172	42.8	3886
7	200	219	339	351	205	210	70.3	6097
8	250	273	426	427	245	254	131	11210
9	300	325	500	478	280	291	197	17703
10	350	377	568	534	308	325	298	23700
11	400	426	630	564	322	356	383	32310
12	450	478	711	622	349	397	558	41212
13	500	529	785	694	391	434	750	55628
14	600	630	932	745	447	507	1181	90838
15	700	720	938	796	430	529	1085	90838

附注：由于我们在不断努力改过产品，我们保留样本数据更改的权利。



(四)技术指标

最高工作温度: 350℃

最大工作压力: 2.5MPa

最大折曲角: $\pm 15^\circ$

适用介质: 热水、蒸汽、热油等

(五)使用方法

1、球补可以绕本身轴线做360° 旋转, 并可向任意方向做角折曲运行, 所以, 球补可利用其角度的变化转化管道直线的位移来吸收管道的热膨胀量。在转变的过程中, 由于要保证管道的直线性, 球补本身的角度也需要给予补偿, 因此, 它必须两个或三个组成一组来使用, 单个球型补偿器不能吸收膨胀量。

2、设计时, 应尽量选取大的球心距, 以便在折曲角不变条件下获得最大的补偿量。实际上设计采用的球心距R值, 一般取计算值的1.1~1.5倍, 但根据有关资料介绍R不得超过相邻两个活动支架的80%。

3、球型补偿器应尽量靠近弯头, 可取消补管, 以便减小工作时弯头所受到的应力值。

4、球型补偿器的补偿量大, 其附近滑动支架的管托必须相应的加长, 由于管段加长, 应酌情设置导向支架; 因固定支架相应减少, 固定支架承受的推力增大, 所以需增加其刚度。

5、球头的最大折曲角 $\theta = \pm 15^\circ$ 设计时, 应根据管段长度确定球型补偿器的定位方式。如所需的折曲角小于 15° , 此时可选用冷定位; 反之则选用非冷定位。当选用非冷定位时, 应对球型补偿器进行预拉, 调整球头的初始安装角。设计时通常选为 12° 左右。初始安装角的大小取决于所用补偿器的数量, 布置方式, 安装时的温度等因素。

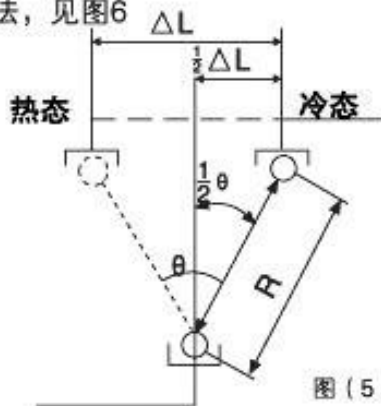
6、球型补偿器垂直布置时, 由于球型补偿器工作沿弧线运动, 使管段产生向上或向下的偏移量。设计时, 应酌情对其进行补偿。补偿方法可以利用管段本身的弹性进行自然补偿, 也可以选用弹簧支架, 必要时采用三球式进行补偿。

7、球型补偿器设计和安装时可以不考虑介质的流向。

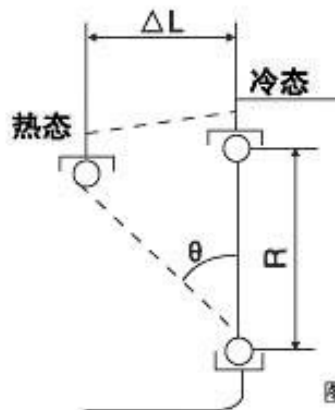
(六)球型补偿器在管道上的布置

根据管网所处地形、地貌、建筑物及城建规划部门的具体要求等实际情况, 正确地确定支架的位置, 根据管网的走向, 为充分发挥球补的补偿能力, 通常将两个或三个球补布置成Z、n、L型安装在管道上。

球补偿法有两种: 一种是球型补偿器全折曲角的非冷定位法, 见图5, 另一种是球型补偿器的折曲角冷定位法, 见图6



图(5)非冷定位法



图(6)冷定位法

根据以往的经验, 在现场冷定位时, 小管径的球型补偿器易转动; 而大管径的球型补偿器转动动力矩大, 难于转动。为提高球型补偿器的补偿能力, 一般都采用非冷定位补偿进行设计和施工, 若采用此方法, 可在产品出厂时对球型补偿器的折曲角 θ 进行预设置。



管网中常见的几种布置型式及其球型补偿器中心距 R 、折曲角 θ 和补偿量 ΔL 的计算方法如下:

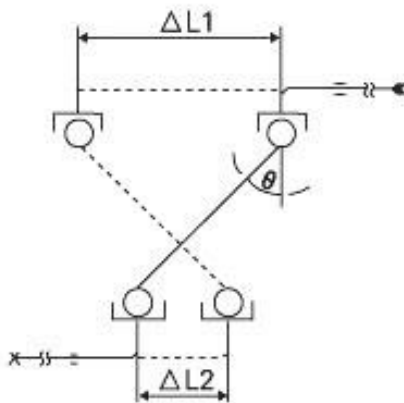
1、管线平面投影为一条直线或侧面投影为一条直线,见图7

如果采用非冷定位法,即球型补偿器有一预安装角 θ ,其值可取实际计算补偿角度(球型补偿器转动角度)的1/2。

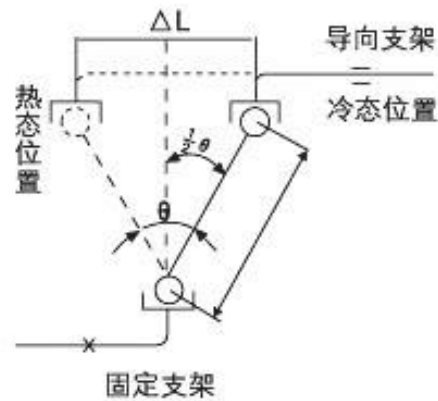
$$R = (\Delta L_1 + \Delta L_2) / 2 \sin \theta$$

其中 ΔL_1 、 ΔL_2 为两管段的热膨胀量。

如果采用图8布置则 $\Delta L = 2R \sin \frac{1}{2} \theta$



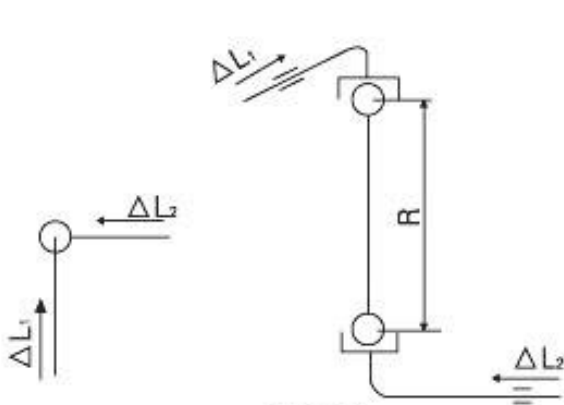
图(7)



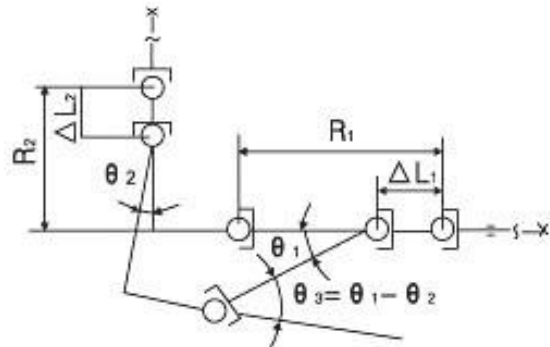
图(8)

2、管线平面投影呈 90° ,见图9,按非冷定位法计算:

$$R = (\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2)^{1/2} / \sin \theta$$



图(9)



图(10)

3、同平面使用三个球型补偿器,两管线成直角布置,图10三个球补同时吸收两个方向的位移,其球心距可按下式计算:

$$R \approx \Delta L_2 / \sin \theta_1 \quad R_2 \approx \Delta L_1 / \sin \theta_2$$

三个球型补偿器的布置方式:其中一个球型补偿器布置在长管段上,另外两个布置在短管段上,可先假设 R_1 、 R_2 值,根据上式求出每个球型补偿器的折曲角 θ_1 、 θ_2 使 $\theta_3 = \theta_1 + \theta_2$ 不超过球型补偿器所允许的折曲角,如果 θ_2 超过球型补偿器所允许的折曲角,则需要将球型补偿器的球心距 R_1 、 R_2 加长,再重新计算折曲角 θ_1 、 θ_2 ,直至使 $\theta_3 = \theta_1 + \theta_2$ 不超过球型补偿器所允许的折曲角为止。

4、同平面使用三个球型补偿器、两管线成钝角布置。如图11,采用的计算方法烦琐,可采用按比例作图法确定各部尺寸,使 $\theta_3 = \theta_1 + \theta_2$ 不超过球型补偿器所允许的折曲角。

注:图中 Φ 值不能大于 135°

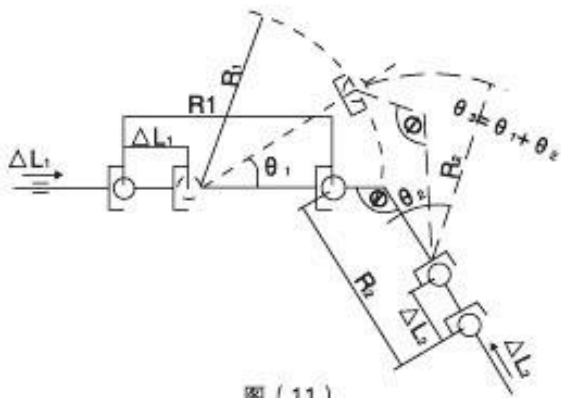


图 (11)

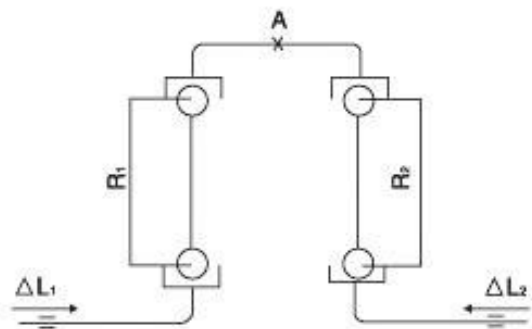


图 (12)

5、球型补偿器在 n 型管路中的位置。见图12。

如按冷定位法计算，可按下式计算球心距：

$$R_1 = \Delta L_1 / \sin \theta_1 \quad R_2 = \Delta L_2 / \sin \theta_2$$

式中 θ_1 、 θ_2 为球型补偿器工作的折曲角。

在 n 型管路中布置球型补偿器，管路 A 处必须设置固定支架，不要用托架或者导向支架，因同样管径的球型补偿器其转动力矩不可能完全相同，如不设固定支架，热膨胀时扭矩值会施加在比较薄弱的球型补偿器上，则管道发生变形或导致球型补偿器损坏。

6、只吸收主管道膨胀量的状况。如图13

按非冷定位法设计，球心距可按下式计算：

$$R = \Delta L / 2 \sin \theta$$

当不考虑支管的热膨胀时，为了克服球型补偿器走弧线所引起的 Y 值，需设球型补偿器与管道固定支架间距离 X，X 可按下式计算：

$$X = \frac{S}{1000} \sqrt{\frac{3EYD}{26}} \quad (\text{式中符号含义同下式说明})$$

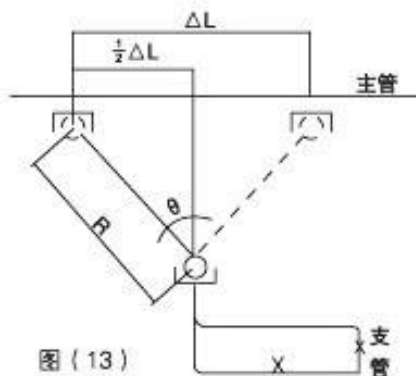


图 (13)

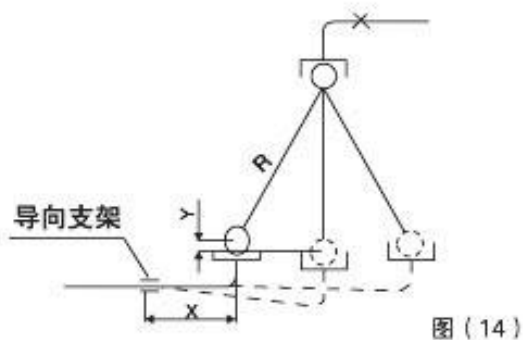


图 (14)

(七) 球型补偿器第一个导向支架的设置及其推力的计算

1、球型补偿器第一个导向支架的设置

当管道垂直布置时，如图14所示。由于球型补偿器在管道膨胀过程中走弧线，球型补偿器将产生偏移量 Y 值，必须由相邻的第一个刚性导向支架来限制纵向偏移，该刚性导向支架与球型补偿器的距离



不得小于所必须的距离X, X值可按下式计算:

$$X_{\min} = \frac{S}{1000} \sqrt{\frac{3EYD}{2\delta}}$$

式中D: 管道外径, mm;

δ : 管道的许用应力N/m²

E: 管材的弹性模量, N/m²

S: 安全系数(一般取2以上);

Y: 管道的偏移量, mm。

X值可以较大, 以减少在支架上的管道应力和作用力。如受条件限制, 不能满足其最小间距的要求, 可采取以下方法:

(1) 增设一个球型补偿器, 同时采用三个球型补偿器布置。

(2) 增设弹簧支吊架, 根据垂直位移量及其重量, 确定弹簧型号, 即用弹簧支吊架来平衡纵向位移, 以使管道工作在本身允许的应力范围内。

2、球型补偿器第一个导向支架的推力计算

采用球型补偿器来吸收管路工作产生的热胀时, 由于球头转动产生摩擦力矩, 这个力矩作用在固定支架上和导向支架上, 因此, 要求支架具有足够的强度。导向支架所受侧向推力可按下式计算:(如图15)

$$F = \frac{3EIY}{X^3} \times 10^{-6}$$

式中: F: 导向支架所受推力, N

E: 弹性模量, N/m²

I: 截面的轴惯性距, mm⁴; $I = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$

Y: 管道的偏移量, mm

X: 球补距导向支架的距离, mm;

3、球型补偿器转动力矩M和推力F的关系

由于球型补偿器转动力矩的存在, 使球型补偿器在转动过程中对固定支架产生一个反作用力, 即推力F, 转动力矩M、球心矩R和推力F关系如下:

$$F = 2M/R$$

式中: F: 推力, N;

M: 转动力矩, N.mm;

R: 球心矩, mm。

固定支架的推力由以下几部分组成:

(1) 管道受热膨胀, 由位移摩擦而产生的作用在固定支架上的摩擦力:

$$F_1 = q \cdot \mu \cdot L$$

式中: q: 管道单位长度的重量, 含保温层, 管内介质等;

μ : 管道与支架间的摩擦系数;

L: 由球型补偿器中心至固定支架间的距离。

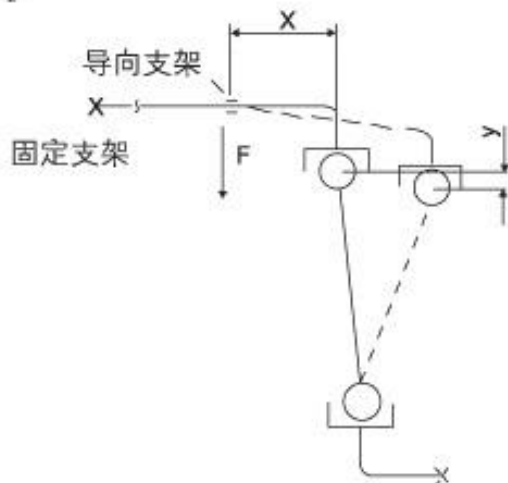


(2) 球型补偿器的转动力矩而引起的反作用力

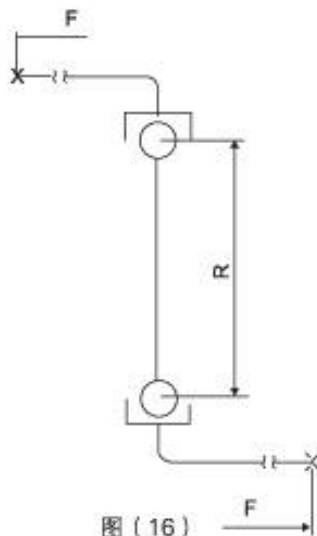
$$F_2 = 2M/R$$

所以，作用在固定支架上的总推力：

$$F = F_1 + F_2$$



图(15)



图(16)

(八) 注填式球型补偿器安装注意事项

- 1、球型补偿器垂直安装时，以壳体在上方为宜，防止灰尘、雨水落入球体边缘，破坏球体表面。
- 2、球型补偿器补偿量大，其附近滑动支架的管托应适当加长；对于管段长的管道，应适当设置导向支架。对于有初预设折曲角的产品，安装时应注意折曲方位。
- 3、搬运球型补偿器时要防止碰撞，不得随意乱放，要防止泥土进入球体。在运输和安装时，应注意保护注料咀，不得随意松动或折下注料口螺栓，不得用吊耳起吊。
- 4、焊接时应注意保护球体表面，不要使其表面受到损伤。
- 5、球型补偿器水平安装时，要根据具体情况设置平台，用滑动支承可使球型补偿器的动作灵活可靠，并避免出现由于球体本身重量而使管道下垂。
- 6、球心距应尽可能地长，以减小管道的推力；球头与弯头的距离应尽可能地短，以减小弯头的弯矩载荷。

四、产品维护

热水管道的直埋型补偿器，在寿命期内（≥15年）正常运行不会泄漏，不需要维护。

注填式补偿器出现泄漏时，可以在管道正常运行状态下进行维修，其方法如下：

1、维护工具：手动液压泵，注料器，松料器，密封剂，扳手等。

2、操作步骤：

- (1) 用扳手拧下注料口螺栓，操作者不要直接面对注料咀，要防止管内介质冲出伤人；
- (2) 用松料器将注料咀处密封材料清理干净；
- (3) 安上注料器，用手动液压泵注入密封剂；
- (4) 重复以上步骤，在其他注料口处注料；

注意事项：

- (1) 对于高温管道，维修人员要采取防护措施，要注意安全；
- (2) 每个注料口要注料均匀，直至不再泄漏为止。