

可屈挠橡胶接头的制造和应用

李小雪

(郑州第二橡胶厂 450007)

刘运章 王遂河

(郑州力威橡胶制品有限公司 450041)

摘要 可屈挠橡胶接头的结构组成:内胶层、增强织物层、钢丝骨架层、外胶层、法兰盘和平形活接头。其耐压强度计算参照帘布缠绕胶管的计算公式: $P_B = \frac{1.33K_B C'}{D_{\text{计}} C}$ 。该产品今后的发展方向是:结构设计合理化,品种专业化,大口径、异径、异向和大偏心距型产品系列化。

关键词 可屈挠橡胶接头,减震降噪

随着人们对生活环境要求的日益提高,开发消除噪声与振动材料的工作正在世界各国积极地进行。橡胶因其柔软、高弹性且内部摩擦力大,贮存能量约为金属弹簧的500倍左右^[1],故它不仅能使振动衰减,而且还具有明显的抑制噪声发生的作用。因此,近年来开发的可屈挠橡胶接头(以下简称橡胶接头)广泛应用于输送水、空气、酸、碱和油等介质的管道连接,有位移补偿和隔震降噪功能。在高层住宅、厂矿建筑的水暖通风管道、给排水系统,船舶、石油化工管道,水泵、风机和空调机的设计与施工中,是一种可取代金属接头的优良装置。该产品已经被编入10多种国家级设计手册。

本文着重就橡胶接头的种类、设计、制造技术特性、应用现状及发展趋势作一介绍。

1 橡胶接头的结构与分类

1.1 结构

橡胶接头通常由内胶层、帘布增强层、钢丝骨架层和外胶层经硫化后制成球体,再与平形活接头或金属法兰松套组成总成,结构形式见图1。

1.2 分类

(1)按照结构形式可分为单球体、双球体、三球体和四球体等类型。

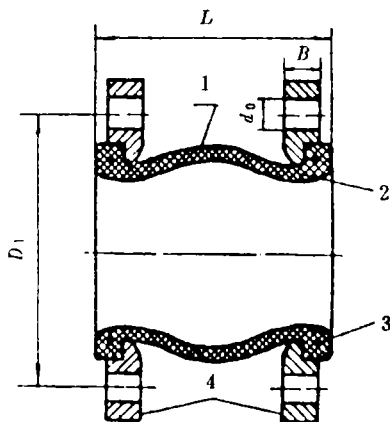


图1 橡胶接头示意图

1—主体(内、外胶层);2—帘布增强层;3—钢丝骨架层;4—法兰

(2)按照连接形式可分为法兰连接型、螺纹连接型和扣压连接型(见图2)。

(3)按照工作压力可分为0.6, 1.0, 1.6和2.5MPa等。

(4)按照用途可分为普通型、耐高温型、耐低温型、阻燃型、耐油型和耐酸(碱)型等。

橡胶接头的安装结构示意图如图3所示。

1.3 产品标记

(1)按照建设部标准^[2]CJ/T3013.1—93的规定,产品标记为

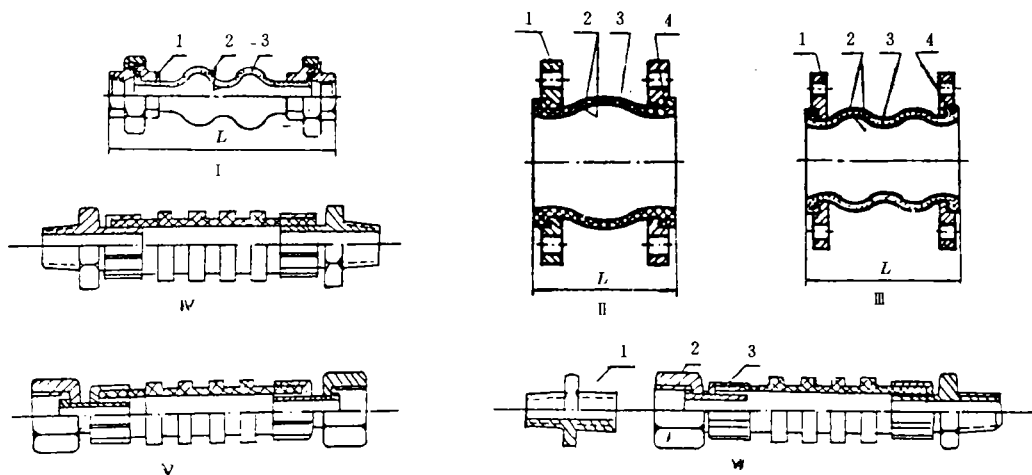


图 2 连接形式图

I—双球体螺纹连接型; II—单球体法兰连接型; III—双球体法兰连接型; IV—风机盘管螺纹连接型;
V—风机盘管扣压连接型; VI—风机盘管插接型
1—平形活接头或法兰; 2—内外胶层; 3—帘布增强层; 4—钢丝骨架层

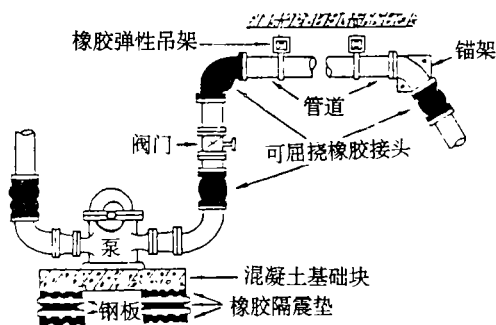
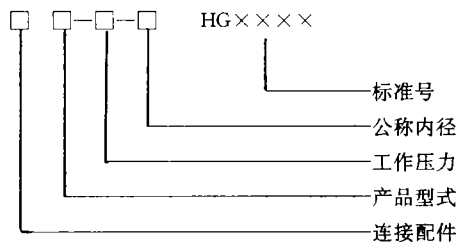


图 3 安装结构示意图



例如, FD-2.5-50 HG2289—92 (一般工厂多采用建设部规定的标记)。

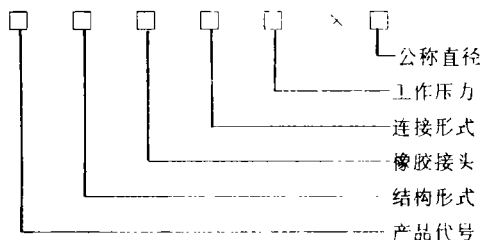
1.4 基本参数与尺寸

(1) 橡胶接头的工作压力与真空度指标见表 1。

(2) 橡胶接头的长度尺寸及公差见表 2。

表 1 橡胶接头的工作压力与真空度指标^[2]

公称内径 DN, mm	项 目	指 标				
15—100	工作压力, MPa	0.6	1.0	1.6	2.5	
	真空度, kPa	53	80	100	100	
125—300	工作压力, MPa	0.6	1.0	1.6	—	
	真空度, kPa	53	80	100	—	
350—1200	工作压力, MPa	0.6	—	—	—	
	真空度, kPa	40	—	—	—	



例如, 郑州力威橡胶制品有限公司的单球体产品 $\Phi 50\text{mm} \times 2.5\text{MPa}$ 的标记为 GJQ (X)-DF2.5 $\times$ 50。

(2) 按照化工部标准 HG2289—92 的规定, 产品标记为

表 2 橡胶接头的长度尺寸及公差^[2]

mm

公称内径 DN	KDTF		KSTF		KSTL	
	长度	公差	长度	公差	长度	公差
15	—	—	—	—	160	± 3
20	—	—	—	—	180	± 3
25	—	—	—	—	180	± 3
32	95	± 3	175	± 3	200	± 3
40	95	± 3	175	± 3	210	± 3
50	105	± 3	175	± 3	220	± 3
65	110	± 3	175	± 3	245	± 3
80	135	± 3	175	± 3	—	—
100	150	± 3	225	± 3	—	—
125	165	± 3	225	± 3	—	—
150	180	± 3	225	± 3	—	—
200	190	± 3	325	± 4.5	—	—
250	230	± 3	325	± 4.5	—	—
300	245	± 3	325	± 4.5	—	—
350—500	255	± 3	—	—	—	—
600—1200	260	± 3	—	—	—	—

注:K—可屈挠;D—单球体;S—双球体;T—接头;F—法兰连接;L—螺丝连接。

1.5 橡胶接头位移性能

橡胶接头位移性能应符合表 3 的要求。

轴向伸长位移为沿轴向测量橡胶接头长度增加的位移;轴向压缩位移为沿轴向测量橡胶接头长度减少的位移;剪切位移为橡胶接头在与流体流动方向(即中轴线方向)相垂直的面内的位移;角位移为橡胶接头两个端部与中轴线所形成的夹角的偏转度;振动位移为由于振动使橡胶接头产生的多方位之位移。

2 橡胶接头的特性

(1)位移大。橡胶接头因其主体采用多层次球状橡胶体,与标准法兰装备组合,可以同时提供轴向压缩、伸长位移及横向剪切位移和角位移,而金属接头只能提供一个方向的移动。因此,橡胶接头能够有效地防止管道系统的各种变形及管路沉降引起的损害。

(2)隔震与降噪性好。橡胶接头能够有效地衰减和隔离振动,并可吸收流体流动在某范围内的撞击声。据测试,合理组装一套可屈挠橡胶接头,可降低结构传递噪声 15—25dB。

(3)复原性好。金属接头被过分压缩就会产生永久变形,而橡胶接头则因其自身的高弹性被压缩后能恢复到原来的位置。

(4)经济。与金属接头相比,橡胶接头重量轻(仅为金属接头的 1/10)。因法兰可旋转 360°,加之本身对偏转、扭转的适应性好,在一定范围内安装维修不受管道不同心和不变形的限制,拆装省工时,劳动强度低,结构紧凑,总成所占空间小。因此,综合经济效益好。

(5)应用范围广。因橡胶接头可根据用户

表 3 橡胶接头位移性能^[2]

公称内径 DN	轴向位移, mm		剪切位移 mm	角位移 $\alpha_1 + \alpha_2, (^{\circ})$
	伸长	压缩		
KDTF				
32—50	6	10	10	15
65—100	8	15	12	15
125—200	12	18	16	15
250—400	14	22	20	10
500—1200	16	25	22	10
KSTF				
32—80	30	50	45	40
100—150	35	50	40	35
200—300	35	60	35	30
KSTL				
15—65	6	22	22	45

输送介质及环境的不同,选择不同的橡胶配方,因此,可广泛适用于输送高低温水、油、酸、碱等特种介质。

(6)抗爆性好。橡胶接头因呈球体结构,能承受内压,故抗爆性能好。

3 橡胶接头的制造技术

3.1 橡胶接头的结构组成

(1)内胶层。主要用于保护增强织物层,使之免受液体、气体的冲击与腐蚀。它光滑且不渗漏。内胶层胶料的物理机械性能要求见表 4,通常根据用途选择橡胶,如 CR,EPDM 和 NBR 等。

表 4 内外层胶料物理机械性能指标¹⁾

项 目	指 标	
	内胶层	外胶层
拉伸强度,MPa	≥12	≥13
扯断伸长率,%	≥450	≥500
扯断永久变形,%	≤25	≤30
脆性温度,℃	≤-30	≤-30
粘合强度,kN·m ⁻¹	≥2.0	≥2.0
热空气老化(100℃×48h)后变化率,%		
拉伸强度	+25---25	+25---25
扯断伸长率	+10---30	+10---30
耐酸系数(10%H ₂ SO ₄ ·		
168h,室温)	≥0.7	≥0.7
耐碱系数(10%NaOH·		
168h,室温)	≥0.7	≥0.7

注:粘合强度系成品试验。

(2)增强织物层。由柔韧的高强度尼龙或聚酯帘布组成,主要为适应压力和温度的需要,连接内胶、外胶及钢丝骨架层以支撑球体。所用帘布必须采用压延机进行压力贴胶。

(3)钢丝骨架层。位于橡胶接头的端部,目的在于提供一个最大的强度以防止球体拔脱及有助于两法兰盘之间的密封。

(4)外胶层。是橡胶接头的外部保护层,要求具有极好的耐天候老化、耐臭氧龟裂、耐热、耐腐蚀等性能。外胶层的物理机械性能要求见表 4,橡胶品种一般选用 CR,CPE 及 EPDM 等。

(5)法兰盘和平形活接头。标准法兰盘、平形活接头分别按照 GB2555 和 GB3289.37 的要求,通常由低碳钢制成并涂以环氧化物及其它防护层,也可根据不同要求特制。

3.2 橡胶接头的结构设计 with 工艺设计

3.2.1 结构设计

橡胶接头的产品结构介于轮胎与胶管之间,因其多在静态条件下使用,故结构设计以压力胶管设计为主。考虑到该产品的耐真空及耐轴向、横向和角位移等特性,利用增强层帘布经线的强度,按照理想角度呈螺旋状缠绕于模型上制造半成品。国内大多数工厂采用尼龙帘布作骨架层。因聚酯帘布热稳定性好、延伸率低和层间粘合强度高,故郑州力威橡胶制品有限公司在国内率先采用聚酯帘布,使产品的结构设计更趋合理化。

橡胶接头的耐压强度(爆破强度)计算参照帘布缠绕胶管的计算公式^[3]:

$$P_B = \frac{1.33K_B i C'}{D_{\text{计}} C}$$

式中 P_B ——耐压强度,kgf·cm⁻²;
 K_B ——帘布扯断强度,kgf·cm⁻¹;
 i ——缠绕层数;
 $D_{\text{计}}$ ——计算直径(内径+2×内胶厚度),cm;
 C' ——综合修正系数;
 C ——1+ε(帘布扯断伸长率)。

例如:拟设计内径为 100mm 的橡胶接头,要求工作压力为 0.6MPa(6kgf·cm⁻²),安全系数为 3 倍,即该接头的爆破压力应不低于 1.8MPa,现选取的帘布扯断强度 $K_B=132\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-1}$,帘布扯断伸长率 $\epsilon=13\%$,缠绕层数 $i=2$, $D_{\text{计}}=10.6\text{cm}$,综合修正系数取 0.8,代入上式计算得出

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{1.33 \times 132 \times 2 \times 0.8}{10.6 \times 1.13} \\ &= 23.45(\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}) = 2.35\text{MPa} \end{aligned}$$

由计算可知,该接头的耐压强度 2.35MPa 大于 1.8MPa,能够满足使用要求。

3.2.2 工艺设计

橡胶接头的生产工艺详见图 4。因国内目前尚无专用的生产设备,故各厂自行研制出不少配套设备,如半成品成型机、胶囊硫化机、软硬模硫化机和产品性能试验台等。

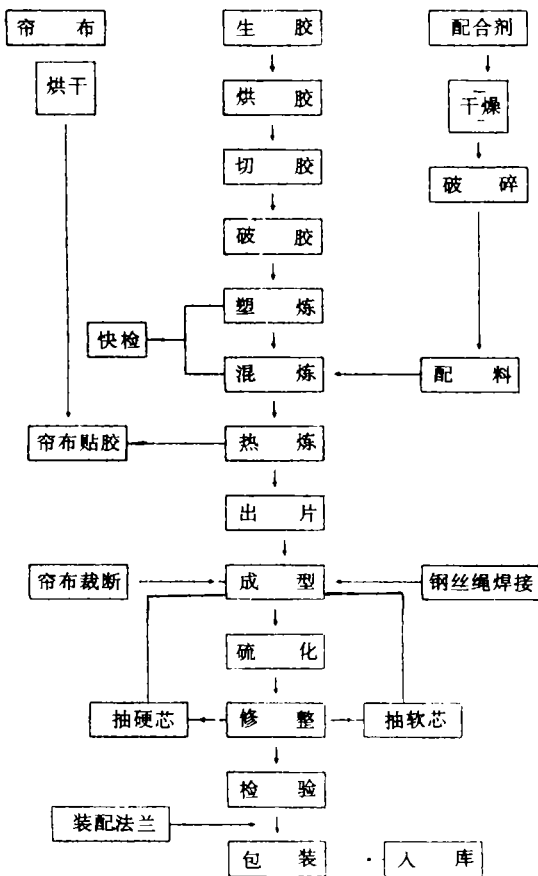


图 4 工艺流程图

3.2.3 橡胶接头的检验

橡胶接头的检验分出厂检验和型式检验两种,应符合表 5 的规定。正常生产时橡胶的物理机械性能应每月检验 1 次,特殊性能试验(老化、脆性温度、耐酸碱性等)应每季度进行 1 次。每次抽取 1 个试样,如有一项不合格时,应另取双倍试样进行不合格项目复检,仍不合格时,则该批胶料为不合格。产品的粘合强度和耐压试验每季度做 1 次;真空度、位移性能和爆破压力试验每年检验 1 次,抽检规定同上。

表 5 橡胶接头检验要求^[2]

检验项目	技术要求	试验方法	全检	抽检	型式检验
外观质量	5.2.1	6.1	△	—	—
X 光透视	5.2.2	6.2	△	—	—
橡胶物理性能	5.3	6.3	—	△	—
法兰和平形活					
接头	5.4	6.4	△	—	—
试验压力	5.5	6.5.1	—	△	—
爆破压力	5.5	6.5.1	—	—	△
真空度	5.5	6.5.2	—	—	△
位移性能	5.6	6.6	—	—	△
水质检验	5.7	6.7	—	—	△

注:原材料无变化时水质检验可酌情延期;表中数字表示建设部标准 CJ/T3013.1—93 中的规定,如 5.2.1 指第五章第二项第一款;△—需要检验。

4 国内外的应用及发展趋势

4.1 橡胶接头的应用

橡胶接头早在 70 年代初就由欧美和日本相继研制成功。该产品一上市就被作为降低噪声或振动的一种对策显示出极强的生命力。德国的 KLEBER 公司、美国的 DAYCO 公司、日本的 TOZEN 和 MITOYO 等公司大批产品销往世界各地。我国上海自来水公司和中国长城铝业公司等 80 年代从国外购入的不同口径橡胶接头仍在使用中。我国 80 年代初由上海首先开发出小口径产品,随着改革开放的不断深入,很多引进工程中的给水输配管件急需橡胶接头,该产品的国产化呼声越来越高。90 年代初,国内生产橡胶接头的工厂逐渐增加,但由于部分工厂生产工艺落后、装备不健全及产品结构不合理,造成产品质量不可靠,直接影响了该产品的信誉及发展。目前上海欣昌减震器有限公司、郑州力威橡胶制品有限公司着重以骨架材料与结构设计为突破口,改进模具及传统生产工艺,加大采用国际、国家标准工作的力度,使局面有所改观。1995 年力威橡胶制品有限公司又相继开发出 $\Phi 1800$, $\Phi 2000$, $\Phi 2200$, $\Phi 2400$ 和 $\Phi 2600$ 大口径产品及异径、异向和其它特殊性能的橡胶接头。橡胶接头的主要应用范围

如下:①随着对建筑环境要求的提高,橡胶接头被广泛用于高层建筑、体育场馆、大型商务中心等建筑物集中给水系统、采暖通风系统和空调消防系统的管件中;②广泛用于造纸、制药、船舶、石油、化工、化肥及纺织工业的给水系统;③水厂的给水泵站;④发电厂的水循环系统;⑤钢铁工厂的冷却系统;⑥大型水利工程、水质保护及污水处理系统。

4.2 橡胶接头的发展趋势

(1) 结构设计合理化

针对不同使用条件橡胶接头的设计应多样化。如图5所示的是埋地式橡胶接头的结构示意图,与传统接头相比,该结构中增加了以下部分:加强钢丝层缠绕在增强织物层的外面,使在允许工作压力条件下流体以一定速率变化的接头获得最大的强度或在真空条件下不变形;端部加强环是为提供一个最大的强度以防止胶体拔脱并有助于两法兰间的密封;在埋地或真空中使用时采用拱形加强筋,通常该筋的强度设计基于埋入地下2m深时施加20t车辆的负荷。

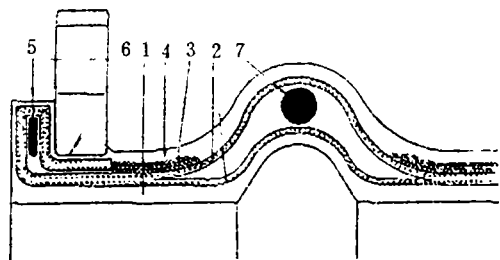


图5 埋地式橡胶接头的剖面结构图

1—内层胶;2—增强织物层;3—加强钢丝层;4—外胶层;

5—端部加强环;6—法兰盘;7—拱形加强筋

(2) 产品类型系列化

按照使用场合,橡胶接头分为地面型(O)和地下型(U);按照应力与偏心距可分为A型(偏心距较小)、B型(偏心距较大,约100—200mm)和C型(柔软型,承压小),如图6所示。C型接头主要用于连接PVC或其它树脂类管道,如不规则的地面沉降槽的管

道连接。C型接头的应力低于A型和B型。通常搭配选择情况如下:

地面应用型(O)	A型(1—4个球面)	AO型
	B型(3个球面)	BO型
	C型(3或4个球面)	CO型

地下及真空型(U)搭配为:AU,BU和CU型(A,B,C同地面应用型)。

(3) 大口径产品安装与保护的特殊化

由于安装部位并非固定在一个平面上,大口径产品通常需要特殊的加固装置。过去均采用螺栓加固的方法,但对于 $\Phi 1000\text{mm}$ 以上的产品就不合理。上海黄浦江水质保护工程大桥泵站设计中采用 $\Phi 2.2\text{m}$ 的橡胶接头,其中 $\Phi 2200 \times 680$ 橡胶接头中采用的铰支除起固定作用之外,还可以轴向移动 $\pm 150\text{mm}$ 。

(4) 产品种类多样化

a. 异径接头。在工程设计中出现管道需变径处理的情况,异径橡胶接头的结构如图7所示。异径橡胶接头又分为同心异径型、偏心异径型和盘管风机异径型。连接形式分为法兰连接、螺纹连接和扣压式连接。主体结构与普通橡胶接头相同。

b. 异向接头。不仅具有直向橡胶接头的优点,而且还在吸收振动、耐压、偏心和伸缩等方面比直向橡胶接头更加优越。此外,异向接头可代替金属弯管,对于复杂多歧管道采用异向接头是十分便利的,异向接头分为 90° 、 45° 和三通型等,其结构见图8,主体结构与普通橡胶接头相同。

90° 橡胶接头的允许变形量见图9,B-B'为固定端,A-A'为自由端,各向允许变形量如下:

X向:20mm X'向:15mm

Y向、Y'向和Z向:15mm

5 结语

随着对降低噪声和减轻振动要求的提高,可屈挠橡胶接头作为专用管件的应用领

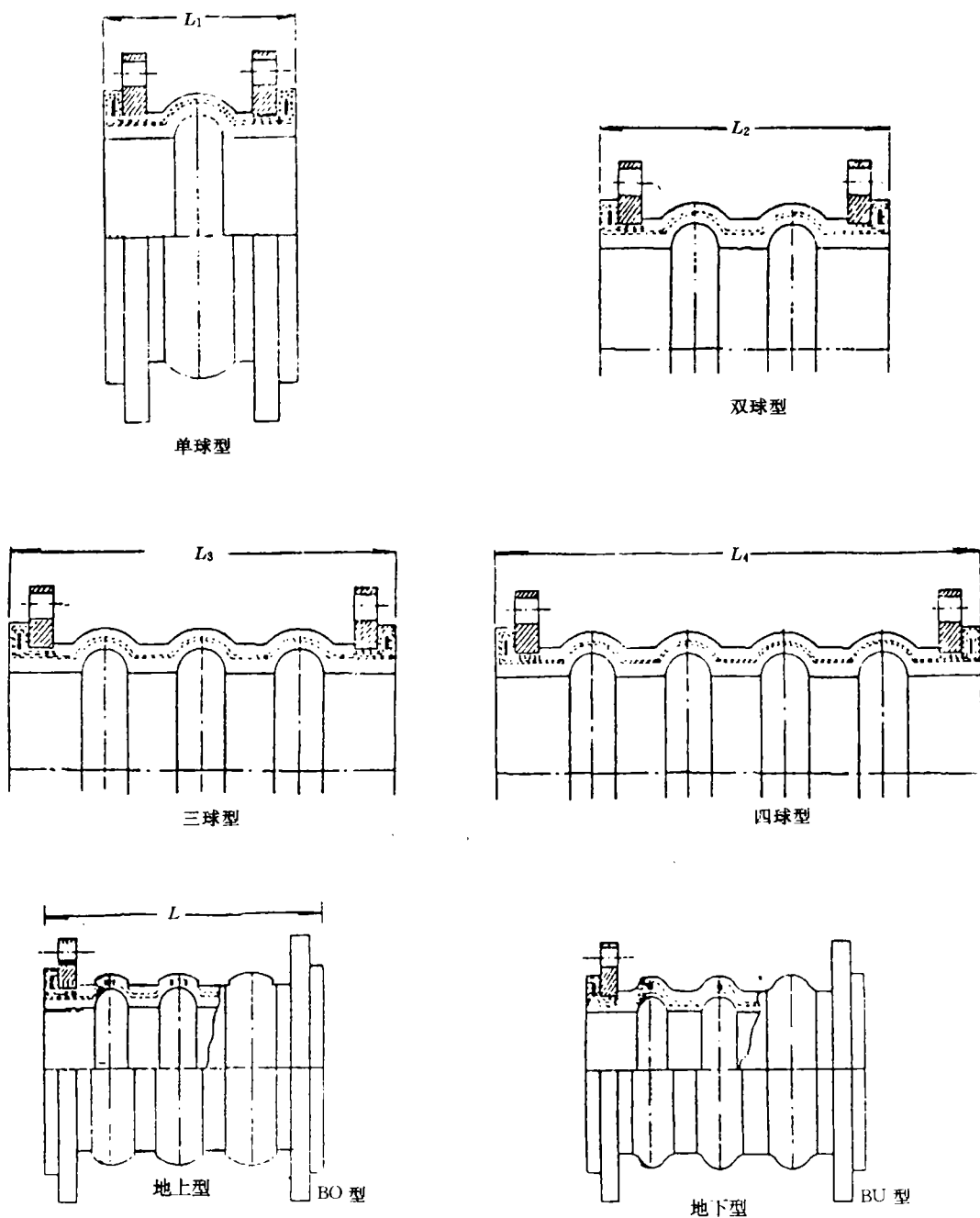


图6 产品类型

域将越来越广,适应管道各种要求的橡胶接头也将逐渐开发上市。但由于受橡胶性能范围所限,可屈挠橡胶接头还存在耐压、耐高温和耐天候老化等范围窄的缺点。今后应拓宽主体材料与增强材料的选择范围,选择能

够提高可屈挠橡胶接头综合性能的高分子材料,用新型纤维帘布或钢丝帘布取代目前的低强度帘布,使可屈挠橡胶接头具有更加广泛的适应性,更加有效地抑制或减少振动和噪声的发生。

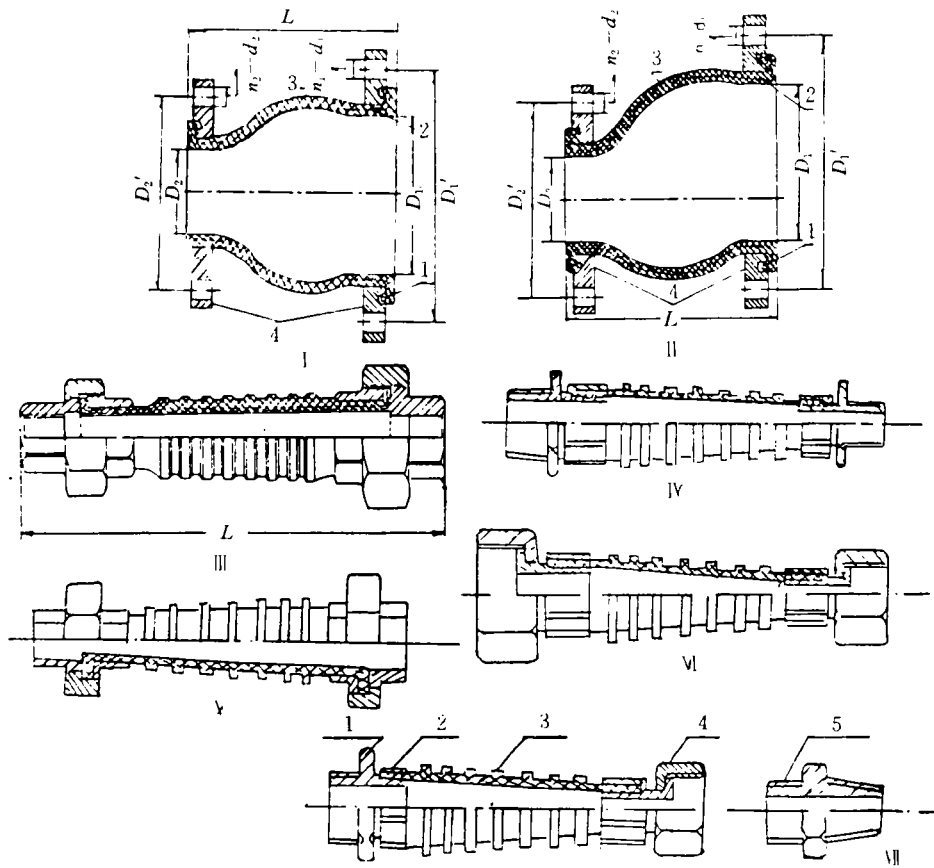


图7 异径橡胶接头示意图

I—同心异径型；II—不同心异径型；III—风机盘管螺纹连接异径型；IV—风机盘管同心异径扣压型(插接)；V—风机盘管异径螺纹连接型；VI—风机盘管异径扣压型(螺纹连接)；VII—风机盘管同心异径插接/扣压型

1—螺纹插头；2—紧固套；3—橡胶；4—连接螺母；5—过渡接头

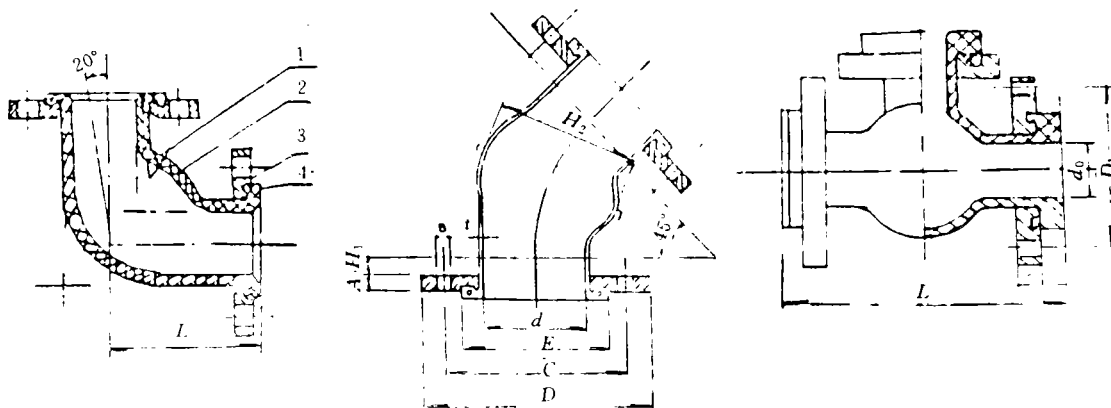


图8 异向橡胶接头示意图

1—内外胶；2—增强层；3—法兰；4—软钢丝

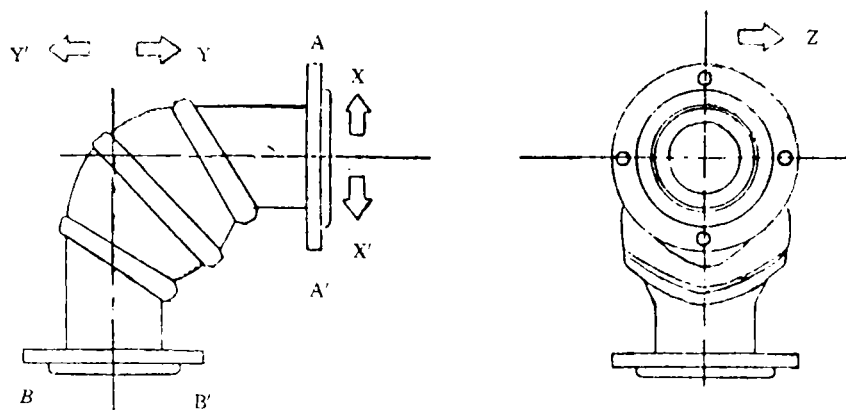


图9 90°橡胶接头的允许变形量

参考文献

- 1 杨协立,李雪青. 橡胶缓冲块代金属螺旋弹簧在汽车后拖钩中的应用. 特种橡胶制品,1993;(4):25

- 2 中华人民共和国城镇建设行业标准 CJ/T3013.1—93
- 3 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第五分册. 修订版,北京:化学工业出版社,1990:357—360

收稿日期 1995-10-30

中国顺丁橡胶科技进步新进展 新闻发布会在京举行

由中国合成橡胶工业协会主持的中国顺丁橡胶科技进步新进展新闻发布会于1996年5月13日在北京举行,得到了各方面的高度关注和支持。国家科委、化学工业部、石化总公司、化工部北京橡胶工业研究设计院、北京化工大学、5个顺丁橡胶生产厂等单位的有关领导出席了会议,嘉宾中有5位科学院和工程院院士;新华社、人民日报、中央电视台等新闻单位的17名负责人和记者光临发布会。

有关人士在发布会上郑重宣布,顺丁橡胶在获得国家特等奖后,在科技进步上又获得重要的新进展,使顺丁橡胶生产中的原材料消耗、能量消耗、反应器生产强度、工程配套、运转周期及三废处理等多方面都处于与

国外同类生产厂相当水平,到2000年,生产规模将由目前的5家共22万t能力增至7家共42万t能力。现在产量已占世界产量10%,产品不但畅销国内,并已辐射到20多个国家和地区。

最近组织的国内外顺丁橡胶全面质量剖析再次证实,国产顺丁橡胶产品质量水平与国外同类著名品牌相当,并且有着自身特征,例如具有突出耐屈挠性的品种,不是任何一个外国著名品牌的复制产品。

国产顺丁橡胶成为我国在通用高分子材料生产领域中,唯一成功地采用全系列国产技术进行经济规模生产的项目,它是中国人的骄傲。

(化工部北京橡胶工业研究设计院
陈志宏供稿)