

**P**

中华人民共和国石油天然气行业标准

# 储罐抗震用金属软管和 波纹补偿器选用标准

Standards for Selecting Hose Assembly and  
Bellows Expansion Joints Used for Tank Anti-Earthquake

**SY/ T 4073—94**

1994• 北 京

中华人民共和国石油天然气行业标准

储罐抗震用金属软管和  
波纹补偿器选用标准

Standards for Selecting Hose Assembly and  
Bellows Expansion Joints Used for Tank Anti-Earthquake

SY/ T 4073—94

主编部门: 中国石油天然气总公司基建工程局

批准部门: 中国石油天然气总公司

施行日期: 1994年10月1日

石油工业出版社

1994·北京

# 中国石油天然气总公司文件

中油技监字第 164 号

---

## 关于批准发布《稠油集输及注蒸汽系统设计规范》等四项石油天然气行业标准的通知

各有关单位:

《稠油集输及注蒸汽系统设计规范》等四项标准(草案)业经审查通过,现批准为石油天然气行业标准,予以发布。

各项标准的编号、名称如下:

序号	编号	名 称
1.	SY 0027—94	稠油集输及注蒸汽系统设计规范 (代替 SYJ 27—87)
2.	SY/T 0531—94	油田注入水悬浮颗粒测定法 电阻感应法
3.	SY/T 0533—94	清管设备设计技术规定
4.	SY/T 4073—94	储罐抗震用金属软管和波纹 补偿器选用标准

以上标准自 1994 年 10 月 1 日起施行。

中国石油天然气总公司  
1994 年 4 月 5 日

# 目 次

1	总则 .....	( 1 )
2	术语、符号或代号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号或代号 .....	( 2 )
3	产品技术要求 .....	( 4 )
3.1	产品类型 .....	( 4 )
3.2	产品规格 .....	( 4 )
3.3	技术要求 .....	( 4 )
4	选用条件 .....	( 9 )
5	平面布置、安装与试验 .....	( 11 )
5.1	平面布置 .....	( 11 )
5.2	安装 .....	( 13 )
5.3	试验 .....	( 14 )
	附件 A 本标准用词说明 .....	( 15 )
	附加说明 .....	( 16 )
	附件:	
	储罐抗震用金属软管和波纹补偿器选用标准	
	条文说明 .....	( 17 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行地震工作以预防为主方针，在现有经济与科学水平条件下使储罐在进出口管段上合理地选用金属软管或波纹补偿器后，减轻储罐的地震破坏，避免严重的次生灾害，特制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于抗震设防烈度为 6~9 度（以下简称 6~9 度）常压立式圆筒型钢制储罐（以下简称储罐）主要进出口管线的金属软管和波纹补偿器的选用和安装。

**1.0.3** 按本标准选用和安装的金属软管和波纹补偿器，当遭受本地区设防烈度的地震影响时，可能产生轻微损坏，但不致引起严重次生灾害。

**1.0.4** 抗震设防烈度应按国家规定的权限审批、颁发的文件（图件）确定，一般情况下可采用地震基本烈度；对做过地震烈度复核或地震小区划的地区应采用经批准后的地震基本烈度作为抗震设防烈度。

**1.0.5** 按本标准选用和安装金属软管或波纹补偿器时，尚应符合现行的有关产品标准和施工验收规范的要求。

**1.0.6** 罐体、阀门、管道系统及相关建（构）筑物的抗震设防应符合现行勘察、设计规范。

## 2 术语、符号或代号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 波纹管 corrugated tube, bellows

母线呈波纹状的管形壳体，是金属软管和波纹补偿器的柔性元件。

#### 2.1.2 网套 braid

波纹管外表面的金属编织物。

#### 2.1.3 加强环 reinforcing rings

波纹管波谷处安装的整环或对半环。

#### 2.1.4 储罐抗震用金属软管 hose assembly for tank anti-earthquake

由波纹管、网套、法兰和接管组合而成的柔性构件（见图 2.1.4）。以下简称金属软管。

#### 2.1.5 储罐抗震用波纹补偿器（储罐抗震用波纹膨胀节） bellows expansion joint for tank anti-earthquake

由一对几何参数相同的波纹管和加强环、中间管、拉杆及法兰等组合而成的柔性构件（见图 2.1.5）以下简称波纹补偿器。

#### 2.1.6 横向位移补偿量 desing lateral deflection

指金属软管和波纹补偿器在荷载作用下的设计横向位移量。

#### 2.1.7 罐前阀 valve ahead tank

指靠近储罐的第一个阀门。

### 2.2 符号或代号

$D_N$ ——公称通径；

$p_N$ ——公称压力；

$L$ ——金属软管或波纹补偿器的长度；

$Y$ ——最大横向位移量；

$f_1$ ——储罐与储液耦合振动基本自振频率；

$T_1$ ——储罐与储液耦合振动基本自振周期；

$r_0$ ——罐体体形系数；

$h_w$ ——储罐液面高度；

$r_1$ ——储罐底圈罐壁平均半径；

$t_{1/3}$ ——储罐液面高度三分之一处的罐壁厚度（不含腐蚀裕度）。

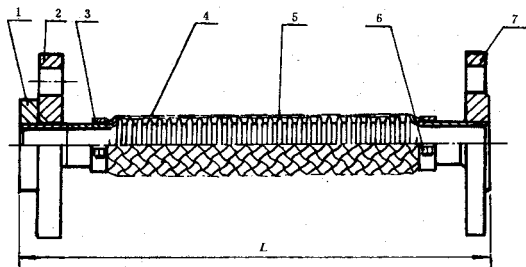


图 2.1.4 储罐抗震用金属软管简图

1—密封座；2—松套法兰；3—卡环；

4—网套；5—波纹管；6—紧固件；7—平焊法兰

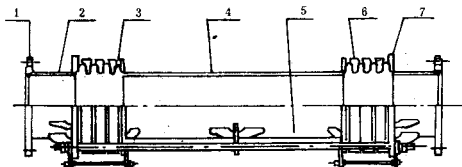


图 2.1.5 储罐抗震用波纹补偿器简图

1—法兰；2—接管；3—波纹管；4—中间接管；5—拉杆；6—加强环；7—环板

## 3 产品技术要求

### 3.1 产品类型

3.1.1 金属软管宜采用波纹管两端带法兰，外部有网套的结构（见图 2.1.4）。

3.1.2 波纹补偿器应采用大拉杆横向型结构（见图 2.1.5）。

3.1.3 金属软管或波纹补偿器两端应采用 1.6MPa 压力等级的法兰。当公称通径不大于 600mm 时，宜采用一端平焊 JB 81《平焊钢法兰》，一端松套 JB 83《平焊松套钢法兰》亦可根据用户需要采用其他法兰连接方式；当公称通径大于 600mm 时，两端连接方式根据用户要求确定。

### 3.2 产品规格

3.2.1 产品规格包括公称通径、公称压力和长度三个参数。

3.2.2 金属软管的规格及相应的最大横向位移量  $Y$  应符合表 3.2.2 的规定。

3.2.3 波纹补偿器的规格及相应的最大横向位移量  $Y$  应符合表 3.2.3 的规定。

### 3.3 技术要求

3.3.1 金属软管和波纹补偿器公称压力应为 1.0MPa。

3.3.2 金属软管除耐震性及检验规则外，均应符合 GB/T 14525《波纹金属软管通用技术条件》的有关规定。

3.3.3 波纹补偿器除耐震性、稳定性及检验规则外，均应符合 GB/T 12777《金属波纹管膨胀节通用技术条件》的有关规定。



金属软管的规格和最大横向位移量

表 3.2.2

公称 通径 $D_N$ (mm)	公称 压力 $P_N$ (MPa)	最大横向位移量 $Y$ (mm)							
		50	100	150	200	250	300	350	400
		金属软管全长 $L$ (mm)							
65	1.0	700	900	1100	1200	1300	1400	1500	1600
80		800	1000	1200	1300	1400	1500	1600	1700
100		900	1200	1300	1500	1600	1700	1800	1900
125		1000	1200	1400	1600	1800	1900	2100	2200
150		1000	1300	1500	1600	1800	1900	2100	2200
200		1200	1500	1700	1800	2000	2200	2400	2500
250		1300	1700	1900	2100	2300	2500	2700	2900
300		1500	1900	2200	2400	2600	2800	3000	3200
350		1600	2000	2300	2600	2800	3000	3200	3400
400		1700	2100	2500	2800	3100	3300	3600	3800
450		1700	2100	2500	2800	3100	3300	3600	3800
500		1800	2200	2600	2900	3200	3400	3700	4000
600		1900	2400	2800	3100	3400	3700	3900	4200
700		2100	2600	3000	3400	3600	4000	4200	4500

### 3.3.4 耐震性

#### 3.3.4.1 轴向抗拉强度和刚性

产品通入 4 倍公称压力的水, 保压 1min, 应无渗漏。金属软管长度不应大于试验前长度的 115%; 波纹补偿器长度不应大于试验前长度的 102%。

波纹补偿器的规格和最大横向位移量

表 3.2.3

公称 通径 $D_N$ (mm)	公称 压力 $P_N$ (MPa)	最大横向位移量 $Y$ (mm)							
		50	100	150	200	250	300	350	400
		横向型波纹补偿器产品长度 $L$ (mm)							
100	1.0	750	950	1100	1300	1500	1650	1850	2000
150		850	1100	1400	1650	1900	2150	2400	2650
200		900	1150	1350	1550	1750	1950	2150	2350
250		950	1250	1500	1750	2000	2300	2550	2750
300		950	1250	1500	1750	2000	2300	2550	2750
350		1150	1400	1700	2000	2300	2550	2850	3100
400		1150	1500	1850	2150	2500	2800	3100	3450
450		1300	1700	2050	2450	2800	3150	3500	3900
500		1350	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200
600		1400	1800	2100	2450	2800	3100	3450	3800
700		1450	1900	2300	2650	3050	3450	3800	4200
800		1550	2000	2450	2900	3300	3800	4200	4600
900		1600	2100	2600	3100	3600	4100	4600	5050
1000		1600	2150	2700	3200	3700	4200	4700	5200
1100		1650	2250	2850	3400	3950	4500	5050	5650
1200		1750	2350	3000	3600	4200	4850	5450	6050
1300		1800	2500	3150	3800	4500	5150	5800	6450
1400		1850	2550	3300	4000	4750	5450	6150	6850

### 3.3.4.2 疲劳寿命

产品通入 1 倍公称压力的水，按表 3.2.2 或表 3.2.3 规定的最大横向位移量往复移动 1000 次，应无渗漏和破损。

### 3.3.5 稳定性

波纹补偿器处于表 3.2.3 规定的最大横向位移量状态下，通入 1.5 倍公称压力的水，保压 5min，波距与受压波距之比最大不大于 1.2。

### 3.3.6 耐震性试验方法

#### 3.3.6.1 轴向抗拉强度和刚性试验

- (1) 将产品水平安装在试验台上，测量产品长度；
- (2) 注水，缓慢升压至公称压力，达到公称压力后应逐渐加压，每级压力差不超过试验压力的 10%，直到规定的试验压力，保压 1min；
- (3) 检查有无渗漏，并测量产品长度，计算增长量。

#### 3.3.6.2 疲劳寿命试验

- (1) 将产品安装在试验台上，一端固定，另一端作横向移动；
- (2) 注水，逐渐升压至 1.0MPa；
- (3) 以 1~5 次/min 的频率按表 3.2.2 或表 3.2.3 规定的最大横向位移量作横向移动，往复 1000 次。
- (4) 检查有无渗漏和破损。

### 3.3.7 稳定性试验

3.3.7.1 将波纹补偿器水平安装在试验台上，两端固定。

3.3.7.2 波纹补偿器一端作横向位移，并固定在表 3.2.3 规定的最大横向位移量状态下。

3.3.7.3 注水，测量波纹管各部位的波距。

3.3.7.4 逐级加压，每级间压力差不超过试验压力的 15%，直到试验压力，保压 5min，测量波纹管各部位的波距，计算此条波距与 3.3.7.3 相应波距之比。

### 3.3.8 检验规则

### 检验分出厂检验和型式检验

**3.3.8.1** 金属软管的出厂检验应符合 GB/T 14525《波纹金属软管通用技术条件》中 7.2 条的规定。

**3.3.8.2** 波纹补偿器出厂检验应符合 GB/T 12777《金属波纹管膨胀节通用技术条件》中 6.2 条的规定。

#### **3.3.8.3 型式检验**

(1) 型式检验应按本标准全部试验项目进行。

(2) 何种情况下进行型式检验应符合 GB/T 14525《波纹金属软管通用技术条件》或 GB/T 12777《金属波纹管膨胀节通用技术条件》的规定。

## 4 选用条件

4.0.1 储罐主要进出口管线应按下列条件选用抗震用金属软管或波纹补偿器。

4.0.1.1 6度除Ⅳ类场地外可不安装金属软管和波纹补偿器。

4.0.1.2 7度Ⅲ, Ⅳ类场地, 8, 9度Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ类场地应选用金属软管或波纹补偿器。

4.0.2 选用的金属软管或波纹补偿器的基本自振频率应高于储罐基本自振频率的50%。

4.0.3 当储罐的基本自振频率小于或等于7Hz时, 按本标准选用的金属软管或波纹补偿器可不考虑储罐与金属软管或波纹补偿器的共振影响。

4.0.4 当储罐的基本自振频率大于7Hz时, 应考虑储罐与金属软管或波纹补偿器的共振影响。

4.0.5 储罐与储液耦连振动基本自振频率, 应按下列公式计算:

$$f_1 = 1 / T_1 \quad (4.0.5-1)$$

$$T_1 = 0.374 \times 10^{-3} r_o h_w (r_1 / t_{1/3})^{1/2} \quad (4.0.5-2)$$

式中  $f_1$ ——储罐与储液耦连基本自振频率, Hz;

$T_1$ ——储罐与储液耦连振动基本自振周期, S可按式(4.0.5-2)计算;

$r_1$ ——底圈罐壁平均半径, m;

$t_{1/3}$ ——液面高度1/3处的罐壁厚度, m (不包括腐蚀裕度);

$r_o$ ——储罐体形系数, 应按表4.0.5采用;

$h_w$ ——液面高度, m。

儲罐體形系數

表 4.0.5

$d_1 / h_w$	0.2	0.5	1	2	3	4	5	6
$\gamma_0$	2.97	1.51	1.18	1.10	1.11	1.55	1.82	2.12

注: ①  $d_1$ ——底圓罐壁平均直徑, m;

② 中間值可採用線性內插法確定。

**4.0.6** 在選用金屬軟管或波紋補償器時, 應綜合考慮設防烈度、場地類別、工藝布置、工作溫度、輸送介質、氣候條件、管徑大小和最大位移補償量等因素。

**4.0.7** 金屬軟管或波紋補償器的最大橫向位移補償量應包括儲罐的地基沉降、溫度變形、安裝偏差和地震引起的附加位移或沉降等。并按表 3.2.2 或表 3.2.3 選用金屬軟管或波紋補償器。

**4.0.8** 由儲罐的地基沉降、溫度變形、安裝偏差和地震引起的附加位移或沉降等引起的軸向位移由管線布置補償。

## 5 平面布置、安装与试验

### 5.1 平面布置

5.1.1 金属软管或波纹补偿器应设置在罐前阀与管线连接处，使储罐与管线之间形成软连接。

5.1.2 根据储罐前工艺管线的配置形式，金属软管或波纹补偿器的布置宜采用下列形式（见图 5.1.2）：

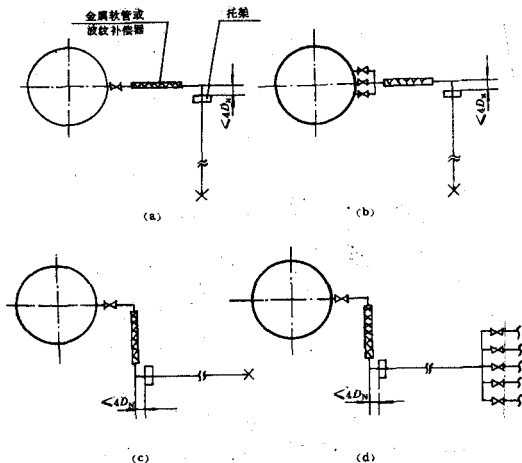


图 5.1.2 金属软管或波纹补偿器的布置简图

(a), (b) — 在罐前阀轴线方向上的布置；(c), (d) — 与罐前阀轴线方向垂直布置

5.1.3 在罐前阀经常处于密闭状态的管线上选用金属软管或波纹补偿器时, 应在其管线上设置泄压装置。

5.1.4 选用金属软管或波纹补偿器时, 不宜设置独立支撑, 如需要设置时, 宜与罐基础成一体。

5.1.5 对两个或两个以上的罐和罐群, 当其各罐罐前工艺管线不是独立系统时, 安装金属软管或波纹补偿器应设置控制阀 (如图 5.1.5)。

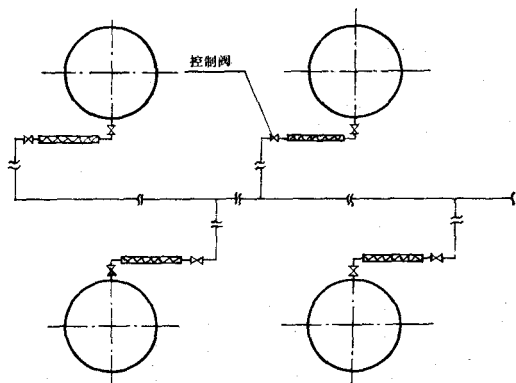


图 5.1.5 控制阀位置示意图

5.1.6 当罐前管线工艺流程处于带压状态时, 安装金属软管或波纹补偿器应设置控制阀 (如图 5.1.6)。



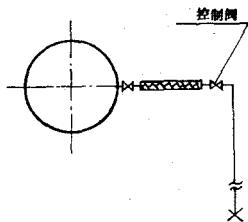


图 5.1.6 控制阀位置示意图

5.1.7 金属软管或波纹补偿器应保持自由状态下直线安装，不宜强行拉压、弯曲。

5.1.8 在金属软管或波纹补偿器上不应设置任何托架或支承。

5.1.9 金属软管或波纹补偿器安装后距自然地面的高度应大于其横向位移补偿量。

## 5.2 安 装

5.2.1 金属软管或波纹补偿器安装前应进行下列检验：

5.2.1.1 产品质量合格证书。

5.2.1.2 产品型号、规格、外观等应符合本标准要求。

5.2.1.3 储罐、阀门、支架及其附件等均按设计文件要求施工并验收合格。

5.2.1.4 有关的设计技术文件齐全且施工方案已经批准。

5.2.2 金属软管及波纹补偿器安装方法应符合下列要求：

5.2.2.1 吊装过程中，不应采用对产品有损害的吊装方法。

5.2.2.2 不应采用强紧法兰螺栓的方法消除安装偏差。

5.2.2.3 安装中不应用硬质工具砸、敲金属软管或波纹补偿器的外表面。

5.2.3 对有保温要求的管线，其保温措施不应影响金属软管

或波纹补偿器的正常工作。

### 5.3 试 验

**5.3.1** 金属软管或波纹补偿器安装工作结束后，应进行强度试验。试验介质为水，试验压力为设计压力的 1.25 倍，且不应大于 1.6MPa。

**5.3.2** 试验除符合 5.3.1 的要求外，尚应符合 GBJ 235《工业管道工程施工及验收规范》的有关规定。

## 附录 A 本标准用词说明

**A.0.1** 本规范条文中要求严格程度的用词，在执行时，按下述说明区别对待。

**A.0.1.1** 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**A.0.1.2** 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”；

**A.0.1.3** 对表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”；

**A.0.2** 条文中指明应按其他有关标准或规范的规定执行的写法为“应符合……的规定”，非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行时写法为“可参照……”。

## 附 加 说 明

主编单位：中国石油天然气总公司基建局抗震办公室。  
中国航天工业总公司南京晨光机器厂。

主要起草人名单：王优龙、董 珉、张维全、李一平、  
廉践维、王银惠、徐振贤、陈立苏、  
王耀一、张彦清、徐云生。

## 附件

# 储罐抗震用金属软管和 波纹补偿器选用标准

## 条 文 说 明

## 编制说明

根据中国石油天然气总公司(91)中油科字第142号文的要求,由中国石油天然气总公司抗震办公室局和南京晨光机器厂共同编制的SY/T 4073—94《储罐抗震用金属软管和波纹补偿器选用标准》经中国石油天然气总公司1994年4月5日中油技监字第164号文批准发布。

在编制过程中,编制人员进行了大量的调查研究和室内试验,认真总结了我国储罐抗震研究的成果和国内外有关标准,结合我国的具体情况制定了本标准。在广泛征求有关单位意见,反复讨论修改的基础上,最后由中国石油天然气总公司基建局会同有关单位审查定稿。

本标准共分五章和一个附录。主要内容包括:总则,术语、符号或代号,产品技术要求,选用条件,平面布置、安装与试验等。

为便于广大设计、科研、施工等有关单位人员使用本标准时能正确理解和执行条文规定,根据国家有关编制标准、规范条文说明的统一要求,按本标准正文的章、节、条的顺序编制了本条文说明,供有关单位人员参考。

在使用中如发现本条文说明有需修正或补充之处,请将意见和有关资料寄交中国石油天然气总公司抗震办公室,(邮编100724),以便在今后修改时参考。

# 目 次

1	总则 .....	( 20 )
2	术语、符号或代号 .....	( 22 )
3	产品技术要求 .....	( 23 )
3.1	产品类型 .....	( 23 )
3.2	产品规格 .....	( 23 )
3.3	技术要求 .....	( 23 )
4	选用条件 .....	( 25 )
5	平面布置、安装与试验 .....	( 27 )
5.1	平面布置 .....	( 27 )
5.2	安装 .....	( 28 )
5.3	试验 .....	( 28 )

# 1 总 则

**1.0.1** 本条提出了制定本标准的条件和条件。抗震设防是以现有的科学水平和经济条件为前提的。本标准的编制依据是现有的经验和资料。鉴于目前对地震的规律性的认识还很不足，对地震条件下储罐的破坏机理也在研究之中，因此随着科学水平的发展，标准的规定会有相应的修改。此外，根据国家的经济条件，设防标准不能过高。

按本标准选用和安装金属软管或波纹补偿器的设防目标是减轻地震对储罐的破坏程度，以避免由于储罐与管道连接处的严重破坏而导致严重的次生灾害。

**1.0.2** 本条是本标准的适用范围，包括两部分：

1、设防烈度：我国的建（构）筑物抗震设防的范围为6~9度地区，10度地区的抗震设防应做专门研究。储罐的地震破坏受场地地震烈度和场地类别的影响，一般情况下，设防烈度愈低，场地土条件愈好，储罐震害愈轻。震害表明，6度区软弱场地土上的储罐也有地震破坏的实例，因此，为与我国的抗震设防范围取得一致，本标准的设防范围也包括6度区。但从经济条件考虑应尽量减少储罐选用软连接的范围，为此，本标准区别不同的设防烈度，对场地类别的适用范围作了相应的限制。

2、储罐类型：本标准主要是针对常压立式圆筒型钢制储罐而制定的。对于新建储罐，在选用金属软管或波纹补偿器时应执行本标准；对于在用储罐的改造，如果改造时需选用金属软管或波纹补偿器，原则上也应执行本标准的有关规定。但对于个别已有场地或工艺管线布置等条件的限制因而不能满足本标准的要求时，应根据具体情况研究相应的解决办法。

**1.0.3** 本条提出抗震设防的水准。



保证储罐的地震安全性受多种因素控制，就目前的科学水平和经济条件尚不能做到保证储罐在地震条件下的正常运行。因此，按本标准选用的金属软管或波纹补偿器在设防烈度条件下允许产生轻微损坏。如果损坏的程度不能维持正常工作状态，可重新更换。但不致于在地震时产生严重破裂，出现大面积泄漏事故并由此而引起严重次生灾害。

**1.0.4** 本条说明了抗震设防烈度的依据，体现了我国现行的抗震设防烈度采用“双轨制”的基本思想，即：一般情况下采用设防烈度（作为一个地区抗震设防依据的地震基本烈度）；在一定条件下，如做过地震烈度复核或地震小区划的地区，采用经批准后的地震基本烈度作为设防烈度。

关于设防烈度的审批权限，由国家有关主管部门规定。

**1.0.5** 本条是对产品和安装施工提出的要求。除了本标准规定的一些特殊要求外，其他均应满足现行的有关标准。

**1.0.6** 本条是对储运系统中相关的建（构）筑物的抗震设防提出的要求。

## 2 术语、符号或代号

本标准是根据国家标准《工程结构设计统一标准》的规定编制的，符号、计量单位和基本术语是按照国家标准 GBJ 132《工程结构设计基本术语和通用符号》的规定采用的。

### 3 产品技术要求

#### 3.1 产品类型

3.1.1, 3.1.2 金属软管和波纹补偿器的结构选型主要是参照日本《财团法人日本消防设备安全センター株式会社ソケグ“ソカバ”》标准（以下简称日本标准）、美国《EJMA 膨胀节制造商协会》标准（93 版）（以下简称 EJMA）确定的。

3.1.3 本条规定了金属软管或波纹补偿器两端法兰的压力等级。主要考虑压力等级应与储罐配管系统用法兰的压力等级相一致，并符合 GBJ 235—82《工业管道工程施工及验收规范》的要求。

#### 3.2 产品规格

3.2.2, 3.2.3 本标准规定了金属软管和纹补偿器的最大横向位移量  $Y$ ，金属软管的最大横向位移量  $Y$  完全等同采用日本标准，产品长度  $L$  依据最大横向位移  $Y$  按日本标准辅以计算机设计。波纹补偿器最大横向位移  $Y$  是采用美国 EJMA 标准辅以计算机设计确定的。表 3.2.2 和表 3.2.3 的参数是经过试验验证后提出的，按本标准有关技术要求而生产的产品能够达到设计要求。

#### 3.3 技术要求

3.3.2 本条规定了金属软管的技术要求。一般的技术要求应符合 GB/T 14525《波纹金属软管通用技术条件》的规定。耐震性要求是本标准的特殊要求。耐震性要求等同采用日本标准。

3.3.3 本条规定了波纹补偿器的技术要求。一般的技术要求应

符合 GB/T 12777《金属波纹管膨胀节通用技术条件》的规定。耐震性和稳定性是本标准的特殊要求。耐震性要求等同采用日本标准,稳定性要求采用了 EJMA 的标准。本条规定的稳定性要求适用于有加强的波纹管,这与 GB/T 12777 的规定有所区别。GB/T 12777 的规定适用于无加强波纹管。

**3.3.4** 耐震性指的是产品在地震作用下不损坏。本条的有关规定等同采用日本标准。

**3.3.5** GB/T 12777《金属波纹管膨胀节通用技术条件》中规定了无加强的波纹管波距与受压波距之比最大不大于 1.15。本条中规定该比值最大不大于 1.2 是针对有加强的波纹管确定的。该值与 EJMA 的标准相同。

**3.3.6** 本条关于疲劳寿命试验方法中的最大横向位移量  $Y$  是指产品的绝对位移,可采用如下方式中的任何一种: (1)  $0 \longrightarrow +Y$ ; (2)  $0 \longrightarrow -Y$ ; (3)  $-Y/2 \longrightarrow +Y/2$ 。

## 4 选用条件

**4.0.1** 储罐在地震作用下，由于罐壁发生翘离或罐基础发生不均匀沉降、倾斜使储罐和配管连接处遭到破坏是常见的震害之一。例如，1989年10月17日美国加州 Loma Prieta 地震，位于地震烈度的炼油厂所有遭到破坏的储罐都与罐壁的翘离有关，翘离位移达 6~8in。为了增加管线的柔性，减轻储罐与配管连接部位的震害。作为一个重要的构造措施，本标准要求储罐的主要进出口管线上安装金属软管或波纹补偿器。考虑到我国目前的经济承受能力，本标准规定在 6 度区Ⅳ类场地上的储罐应安装金属软管或波纹补偿器。随着设防烈度的提高，Ⅱ、Ⅲ类场地上的储罐也相应地采取上述措施。

**4.0.2、4.0.3、4.0.4** 储罐与主要进出口管线的刚度比和质量比相差较大，如果两者的基本自振频率相同或接近，在地震作用下将会发生共振，从而加重破坏。为避免共振破坏，本标准规定储罐和金属软管或波纹补偿器的基本自振频率至少相差 50%。试验结果表明，按本标准选用的金属软管和波纹补偿器的基本自振频率，一般均高于 10Hz。所以本标准规定当储罐的基本自振频率低于或等于 7Hz 时，可不考虑储罐和金属软管或波纹补偿的共振影响。

**4.0.5** 本条给出了储罐与储液耦连振动基本自振频率的计算公式。该式计算精度较高，已被国标《构筑物抗震设计规范》采纳。

**4.0.6、4.0.7、4.0.8** 本条提出了确定金属软管或波纹补偿器的位移补偿量时应考虑的各种影响因素。在地震作用下，影响储罐位移的因素十分复杂。有些地震作用下的位移量，如储罐的翘离或附加位移很难通过计算来确定。总体上讲，对于设防烈度高、

场地条件差，储罐的位移量相应地增大。本标准主要考虑储罐的横向位移量，以横向位移量的大小来确定金属软管或波纹补偿器的规格。轴向位移则通过管线系统的合理布置形式来补偿。

## 5 平面布置、安装与试验

### 5.1 平面布置

5.1.1 本条规定了金属软管或波纹补偿器安装的具体位置。在罐前阀处安装金属软管或波纹补偿器后增加了管系的柔性，能够起到减轻储罐和管线连接部位的震害的作用。

5.1.2 本条给出的布置简图，使管系在工作时能正确利用金属软管和波纹补偿器的特性，从而延长其使用寿命。从降低储罐进出口处应力考虑，在管线布置上应有自动补偿装置。

本条推荐的几种布置形式是总结国内金属软管和波纹补偿器多年安装实践经验的基础上确定的。

5.1.3 根据现场调查发现某些管线的设计易造成金属软管或波纹补偿器部位形成密闭状态。在某些条件下管道内油品膨胀致使金属软管或波纹补偿器损坏或爆裂。因此，本条规定了对于罐前阀经常处于密闭状态的管线应设置泄压装置。

5.1.4 本条规定是解决储罐与罐前阀同步沉降，以减轻储罐罐壁上承受过大的应力。

5.1.5, 5.1.6 本条规定设置控制阀的目的在于隔开液压系统脉动或超压对软连接的危害且便于维修。

5.1.7 本条规定金属软管或波纹补偿器应保持自由状态下直线安装是指在安装时不应强行轴向拉伸或压缩，顺其自然地水平放置。这样可以避免由于强行拉、压或弯曲造成金属软管的网套脱网，或者造成波纹补偿器大拉杆受力不均。为了在安装时保持其自然状态，一般可在设计时增加一根短接管，用以调整轴向误差。

5.1.8 在金属软管或波纹补偿器上设置托架或支承物限制了其横向位移量，使其不能充分发挥补偿横向位移的性能。

## 5.2 安 装

5.2.3 当管线需加保温层时，保温层即不应限制金属软管或波纹补偿器的横向位移也不应受到破坏。一般选用软质材料的保温层。

## 5.3 试 验

5.3.1 本条规定最大试验压力不大于 1.6MPa 是参照了工业管道的最大压力限值确定的。