

**热力管道用金属波纹管补偿器**  
**Metal bellows expansion joints for heating pipeline**

**编制说明**

《热力管道用金属波纹管补偿器》标准编制组

2022年11月

# 《热力管道用金属波纹管补偿器》编制说明

## 一、任务来源

根据中国城镇供热协会《2021年团体标准制订计划的通知》（中热协【2021】19号）的要求，团体标准《热力管道用金属波纹管补偿器》（2021-01-C01）已列入编制计划，由中国市政工程华北设计研究总院有限公司为第一起草单位。

## 二、项目背景及标准编制的意义、原则

### 1、项目背景

热力管线补偿的目的是为了解决管道工作时受热胀冷缩产生的应力过大、变形、泄漏或破坏等问题，提高管道系统的安全性。随着国家新型城镇化发展步入新阶段，根据相关政策要求，凡建有地下管廊的区域，各类管线必须全部入廊。要求开展地下管廊的全生命安全周期管理，加强管道及其附件的腐蚀破坏和在役管线的维护与监管，相应的对热力管道补偿的关键元件波纹管补偿器提出了更高的要求。随着国家节能减排和环保政策执行力度加大、余热利用技术的推广和普及，长距离供热模式得到发展，长输供热管线送距离长、地形条件复杂、管道直径大、投资大、社会影响面广、可靠性要求高，对管道补偿的关键元件波纹管补偿器同样提出了长寿命、高可靠性的要求。在城市市区供热管网中，波纹管补偿器得到大量应用，对降低管道应力，补偿管道热位移起到重要作用。

### 2、标准编制意义

《热力管道用金属波纹管补偿器》产品标准编制必要性：

1) 克服现有标准的针对性不强和先进性不足。《金属波纹管膨胀节通用技术条件》GB/T 12777-2019标准，规定的是通用设计、制造、试验与检验验收要求，对热网的工况环境的针对性不足。《城市供热管道用金属波纹管补偿器》CJ/T 402-2012针对热网的工况特点提出了相应的要求，但是由于标准时间较长，已经无法全面适应现有技术发展和行业需求，不能满足供热管道对补偿关键元件波纹管补偿器高可靠性与长周期安全运行的新需求。

2) 及时有效转化科研成果，促进行业进步。近年来，设计院、热力公司和波纹管补偿器制造商认为热力管道工况环境对波纹管补偿器的高可靠性与全生命周期管理的新需求，致力于供热管网的补偿安全、可靠、低能耗、经济运行，通过开展大量试验研究，逐步形成了供热管网波纹管补偿器选材技术、波纹管补偿器与管道同寿命的高可靠

性设计技术、高水位区域预制保温直埋波纹管补偿器多重密封防腐设计技术、波纹管补偿器节能保温技术、不同敷设方式波纹管补偿器选型补偿技术等，形成了新的产品系列，这些产品目前已应用于北京、天津、太原、郑州等城市主干供热管网中；同时针对客户迫切关心的管网运行以及波纹管补偿器疲劳寿命、泄漏及实时监测问题，建立了管路动态监测及远程采集分析技术平台，通过试验测试及工程应用，能够有效地实时监测产品的运行工况，并进行预警及报警。将这些科研成果转化成产品标准《热力管道用金属波纹管补偿器》，可以共同推进行业进步，保障供热管道的长周期安全可靠运维。

3) 《热力管道用金属波纹管补偿器》团体标准的制定，对产品的结构、选材、关键元件的设计、防腐密封防护、制造监管等影响产品安全可靠性的内容做出明确规定，便于监管，有利于推动行业进步，解决行业产品良莠不齐的问题，促进行业共同进步。

### 3、编制原则

1) 本标准在制订过程中，本着科学性、先进性与适用性的原则，将欧洲先进技术、我国的实际工程经验与我国国情相结合。

#### 2) 主要章节内容

本标准适用于设计压力 $\leq 2.5\text{MPa}$ ，设计温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ 的热水介质供热管网，以及设计压力 $\leq 2.5\text{MPa}$ ，设计温度 $\leq 350^\circ\text{C}$ 的蒸汽介质供热管网用波纹管补偿器设计、制造、检验、安装与维护要求。

本标准主要技术内容包括以下部分：

- (1) 热力管道用波纹管补偿器的术语和定义、分类和图例符号；
- (2) 设计压力、使用寿命及位移补偿量标准化设计以及监测通用要求；
- (3) 波纹管补偿器的设计规定，内容包含波纹管的选材、波纹管的单层壁厚、压力应力、内外压稳定性等可靠性规定；直埋敷设波纹管补偿器防腐密封方法及要求；一次性波纹管补偿器的选材与设计规定等；
- (4) 波纹管补偿器的制造过程的质量保证方法；
- (5) 波纹管补偿器产品的性能试验及抽检方法；
- (6) 补偿器安装及运行维护要求等。

3) 主编单位在标准编制任务下达后，已完成了该标准的草案，作为标准编制的大纲。

4) 与近年来新发布的其他标准中的有关规定协调一致。

### 三、编写目的

针对热力管道对波纹管补偿器的高可靠性与全生命周期管理的特点，对产品的结构、选材、关键元件的设计、防腐密封防护、制造监管、现场抽检与选型、安装、使用维护、管线补偿量设计等环节做出具体的规定，实现补偿器使用寿命与管道同寿命，有效保障产品及其所在管系的安全可靠性，并达到提高经济性，节约资源的目的。

### 四、制定标准与现行法律、法规、标准的关系

国内目前《金属波纹管膨胀节通用技术条件》GB/T 12777-2019 和《城市供热管道用金属波纹管补偿器》CJ/T 402-2012 等规定的是通用设计、制造、试验与检验验收要求，对热网的工况环境的针对性不足。为本标准编制奠定了坚实基础。

本标准结合我国的工程实际，在总结实践经验，参考有关国际先进经验，经多方征求意见的基础上编制的。编制组结合城镇供热的特点，并查阅了大量的资料。

### 五、编制工作过程

#### 1、起草初稿

主编单位成立了专门的编制组，相关专业技术骨干参加了规程的讨论及起草工作。结合工程实践并参考相关规范、规程，起草了该标准的大纲和初步内容。

#### 2、编制组第一次工作会议

2022年3月25日网络视频召开了标准编制组成立暨第一次工作会议。中国市政工程华北设计研究总院有限公司、洛阳双瑞特种装备有限公司、航天晨光股份有限公司、北京市建设工程质量第四检测所有限公司等标准编制单位和管理单位出席了会议。

中国城镇供热协会副秘书长牛小化参加会议并作了发言，指出《热力管道用金属波纹管补偿器》标准编制工作的目的和意义。

中国城镇供热协会标准化委员会主任委员杨健指出标准化改革后的主要政策，强调团体标准的重要性，并对标准的编制提出了具体要求和注意事项。中国城镇供热协会标准化委员会工作部刘海燕宣布了本标准编制组的成员名单。

主编单位对标准的编制大纲和标准草案稿内容作了介绍，与会人员进行了认真的讨论，提出了许多具体的修改意见和建议，并对一些技术问题进行了交流。

编制组经过认真工作，完成了本次会议的预期任务，并对下一步工作进行确认，形成以下纪要：

- (1) 增加波纹管补偿器限位的要求（草案稿 6.1）。
- (2) 热水管道设计疲劳次数统一调整为 500 次（草案稿中表 6）。

(3) 完善波纹管补偿器最小壁厚值(草案稿中表 7 和表 8, 附录表 A.1)(洛阳双瑞(张小文)、航天晨光、江苏曙光、大连益多、江苏昊峰、北京热力装备等 6 家单位各自单独完成, 含计算书提交给主编单位汇总), 此部分作为标准第二次会议讨论的重点内容。

(4) 补充有关直埋热水波纹管补偿器预制保温的有关内容(草案稿 6.5)(北京热力装备、天津津能管业完成)。

(5) 补充直埋热水波纹管补偿器保温与管道接口的有关内容, 可以作为标准的附录(市政东北院牵头, 洛阳双瑞(张爱琴)、航天晨光、江苏曙光、大连益多、江苏昊峰、北京热力装备等单位配合完成)。

(6) 完善波纹管补偿器位移和泄漏监测的有关内容(附录 B)(洛阳双瑞(张小文)完成)。

(7) 按照国家现行文件要求, 涉及市场或政府监管的内容不写入标准中, 删除有关设计单位和制造单位有关资质的内容(草案稿 8.1)。

(8) 完善波纹管补偿器抽检的有关内容(草案稿 11.2.2)(北京质量第四检测所完成)。

(9) 供热企业和设计单位, 从运行和工程设计的角度可以提出具体的通用要求, 使本标准更符合实际需要, 并具有可操作性。

(10) 根据编制大纲确定了标准的编写分工(见附件二), 特别说明: 会议纪要和附件中标注的单位, 是该单位需要重点完成的内容, 所有编制单位都可以参与标准中的任何章节内容。

(11) 确定了标准的编制进度安排(见附件三)。

(12) 要求各参编单位认真负责, 在会议上提出的意见和建议可以纳入标准的, 先按照标准要求的格式写成条款, 今后由编制组讨论后纳入相关的章节。

(13) 拟定在 2022 年 5 月召开编制组第二次工作会议, 完成标准的讨论稿。

(14) 与会代表一致表示, 将认真完成标准的编写工作, 积极发挥各自的作用, 在规定的进度内(2022 年 4 月 25 日前完成编写内容, 提交给主编单位), 保质保量完成该标准的编制任务。

### **3、编制组第二次工作会议**

2022 年 4 月 27 日网络视频召开编制组第二次工作会议, 中国市政工程华北设计研究院有限公司、洛阳双瑞特种装备有限公司、航天晨光股份有限公司、北京市建设工程质量第四检测所有限公司等出席了会议, 参会代表 28 人。

与会人员进行了认真的讨论, 提出了许多具体的修改意见和建议, 并对一些技术问

题进行了交流。编制组经过认真工作，完成了本次会议的预期任务，形成以下纪要：

(1) 补充完善图 1~图 3 中，增加调整杆、凸耳、导流筒等有关内容（洛阳双瑞完成）。

(2) 第 6.2.4 条，增加波纹管补偿器设计疲劳寿命安全系数（大于或等于 10）的要求（与 GB/T12777 一致），以保证波纹管补偿器在设计阶段的安全性。

(3) 按照讨论稿中的工况和设计疲劳次数要求，核实波纹管补偿器壁厚计算值（第二次会议讨论中的附件一）（洛阳双瑞、航天晨光、江苏曙光、大连益多、江苏昊峰、北京热力装备等 6 家单位各自完成）。

(4) 提出对讨论稿中规定的波纹管补偿器最小壁厚值的意见（讨论稿中表 6 和表 7、附表 A.1）（洛阳双瑞、航天晨光、江苏曙光、大连益多、江苏昊峰、北京热力装备等 6 家单位；编制组中的供热企业）。

(5) 补充完善图 A.1 中，增加调整杆、凸耳、导流筒等有关内容（洛阳双瑞完成）。

(6) 第 9.7.2 条，增加波纹管补偿器试验循环疲劳寿命次数不小于 2000 次。

(7) 希望编制组的所有成员，认真阅读讨论稿，对讨论稿中的文字表述、技术要求等提出修改和完善意见。

(8) 拟定在 2022 年 5 月下旬召开编制组第三次工作会议，完成标准的征求意见稿。

(9) 与会代表一致表示，将认真完成标准的编写工作，积极发挥各自的作用，在规定的进度内（2022 年 5 月 20 日前将有关意见内容，提交给主编单位），保质保量完成标准的编制任务。

#### **4、编制组第三次工作会议**

于 2022 年 10 月 17 日网络视频召开了标准编制组第三次工作会议。中国市政工程华北设计研究总院有限公司、中船双瑞（洛阳）特种装备股份有限公司、航天晨光股份有限公司、北京市建设工程质量第四检测所有限公司等标准编制单位出席了会议，参会代表 20 人。

主编单位对标准的讨论稿主要内容作了介绍。主要修改了以下内容：

- 1) 增加部分术语；
- 2) 完善了波纹管补偿器结构分类；
- 3) 将补偿量分级和型号编制单独分章；
- 4) 明确了波纹管补偿器的设计疲劳寿命要求；
- 5) 增加了导流筒厚度和材料的规定；
- 6) 安装与维护中增加了选型与布置（附录 D 中的有关内容）；
- 7) 附录 B 中调整了有关内容的顺序；

8) 按照不同的使用环境, 完善了附录 C;

9) 删除了附录 D (移至其他标准中)。

与会人员对标准进行了认真的讨论, 提出了许多具体的修改意见和建议, 并对一些技术问题进行了交流。

编制组经过认真工作, 完成了本次会议的预期任务, 形成以下纪要:

1、删除术语中 3.1 热力管道、3.12 数采传输设备、3.13 监测平台。

2、表 1 轴向、横向补偿量分级表, 应增加补充说明补偿量超出表中规定值时的规定。

3、表 2 角向补偿量分级, 删除 3 个角位移最大值, 并应增加补充说明补偿量超出表中规定值时的规定。

4、表 8 端管和中间管尺寸表, 注中应补充增加: 外压式波纹管补偿器的端管与中间管壁厚应按 GB/T 150.3 进行核算。

5、7.2 中, 增加波纹管最大位移量的计算规定 (洛阳双瑞完成)。

6、7.4 中, 增加结构件应力计算的有关规定 (洛阳双瑞完成)。

7、7.5 中, 增加导流筒焊缝及检验的有关规定 (洛阳双瑞完成)。

8、第 10 章中, 增加部分设计中有关内容, 便于标准。

9、10.1 中, 增加限位装置的位置应符合设计要求。

10、修改 15.1.2 条有关内容。

11、附录 C, C.1.5 明确保温结构型式包括保温材料和外护管。

12、删除 C.2.4 (与 C.1.5 重复了)。

13、编制组中的洛阳双瑞、航天晨光、江苏曙光、大连益多、江苏昊峰、北京热力装备等 6 家单位再仔细核对标准中关于波纹管制造的有关数据 (波纹管壁厚、导流筒壁厚等)。

14、希望编制组的所有成员, 认真阅读讨论稿, 对讨论稿中的文字表述、技术要求等提出修改和完善意见。

15、与会代表一致表示, 将认真完成标准的编写工作, 积极发挥各自的作用, 在规定的进度内 (2022 年 10 月 30 日前将有关意见内容, 提交给主编单位), 保质保量完成标准的编制任务。

**经编制组共同努力, 形成了标准的征求意见稿。**

## 六、主要性能指标的验证试验

无

## 七、主要条款说明

### 1、关于术语

本标准在国家标准《金属波纹管膨胀节通用技术条件》GB/T 12777-2019、《金属波纹管膨胀节选用、安装、使用维护技术规范》GB/T 35979-2018、《压力管道用金属波纹管膨胀节》GB/T 35990-2018的基础上，增加了下列主要术语：（1）非约束型波纹管补偿器、（2）约束型波纹管补偿器、（3）直埋型波纹管补偿器、（4）一次性波纹管补偿器、（5）保护波纹管、（6）设计疲劳寿命、（7）波纹管失稳等。

### 2、关于设计疲劳寿命

1) 欧盟标准《区域供热预制直埋热水保温管道系统的设计与安装》EN 13941-2019 对供热管线不同等级最大作用循环次数进行了划分，具体内容见表 1。

表 1  $\Delta T=110^{\circ}\text{C}$  条件下对应的最大作用循环次数

管线等级	最大作用循环次数（30 年）
主干线	100~250
输配干线	250~500
用户连接线	1000~2500

2) 对于公称直径 DN1400，设计补偿量为 187mm、设计疲劳次数为 1000 次的波纹管补偿器，对于全年运行的供热管道，温度波动范围依据 GB/T 12777-2019 进行波纹管累计疲劳寿命计算，结果见表 2。

表 2 供热管网温度波动对补偿器疲劳性能影响规律（1000 次）

发生频率	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	发生概率 n	次数 N (30 年)	计算波纹管 疲劳次数	累计疲劳系数
每年	110	1	30	1000	0.030
每月	55	2	720	23045	0.031
每周	27.5	4	6240	2818306	0.002
每天	13.75	8	87600	无穷大	0
累积疲劳寿命利用系数 U					0.063

3) 对于公称直径 DN1400，设计补偿量为 265mm、设计疲劳次数为 250 次的波纹管补偿器，对于全年运行的供热管道，温度波动范围依据 GB/T 12777-2019 进行波纹管累计疲劳寿命计算，结果见表 3。

表 3 供热管网温度波动对补偿器疲劳性能影响规律（250 次）

发生频率	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	发生概率 n	次数 N (30 年)	计算波纹管 疲劳次数	累计疲劳系数
每年	110	1	30	250	0.119

每月	55	2	720	4365	0.165
每周	27.5	4	6240	166586	0.037
每天	13.75	8	87600	8.95E+09	0
累积疲劳寿命利用系数 U					0.321

4) 温度波动对波纹管设计疲劳循环次数影响很小, 对于每天温度波动小于 30℃, 波纹管累计疲劳寿命影响可以忽略。此外, 对于 250 次设计的供热管网, 其累积疲劳寿命利用系数为 0.321, 具有较大的安全余量。

5) 根据上述分析可知, 对于供热管网波纹管补偿器设计疲劳循环次数选取建议按照如下原则选取:

(1) 对于长输供热管网, 其管径一般为 DN1400 以上, 设计压力为 2.5MPa, 长输管线工况相对稳定, 参数波动较小, 实际使用循环次数较低, 建议长输管线用波纹管补偿器设计疲劳循环次数采用 GB/T 12777-2019 规定的 250 次, 与 EJMA 标准的 2500 次等效, 符合工程应用实际需求。

(2) 市内管线温度波动较大, 适当提升波纹管补偿器设计疲劳循环次数有利于产品和管网安全, 建议市内管线疲劳循环次数按照 500 次以上设计。

(3) 波纹管补偿器出厂时应进行预变位, 为了提升波纹管在极限位移状态下的稳定性, 减小管道和支架受力, 建议按照 40%~50% 预变位。

**疲劳寿命与壁厚的关系 (热水管道2.5MPa)**

管道公称尺寸	250次		500次		1000次	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN80	≥0.8	≥1.6	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN100	≥0.8	≥1.6	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN125	≥0.8	≥1.6	≥0.5	≥2.0	≥0.5	≥2.0
DN150	≥1.0	≥2.0	≥0.8	≥2.4	≥0.5	≥2.5
DN200	≥1.0	≥2.0	≥0.8	≥2.4	≥0.5	≥3.0
DN250	≥1.0	≥3.0	≥0.8	≥2.4	≥0.5	≥3.5
DN300	≥1.2	≥3.0	≥0.8	≥3.2	≥0.5	≥4.5
DN350	≥1.2	≥3.6	≥1.0	≥4.0	≥0.8	≥4.8
DN400	≥1.2	≥3.6	≥1.0	≥4.0	≥0.8	≥4.8
DN450	≥1.2	≥4.8	≥1.0	≥5.0	≥0.8	≥5.6
DN500	≥1.2	≥6.0	≥1.0	≥6.0	≥0.8	≥6.4
DN600	≥1.5	≥6.0	≥1.2	≥6.0	≥1.0	≥7.0
DN700	≥1.5	≥6.0	≥1.2	≥6.0	≥1.0	≥7.0
DN800	≥1.5	≥6.0	≥1.2	≥6.0	≥1.0	≥7.0
DN900	≥1.5	≥6.0	≥1.2	≥7.2	≥1.0	≥8.0
DN1000	≥1.5	≥7.5	≥1.2	≥7.2	≥1.0	≥8.0

DN1200	≥1.5	≥7.5	≥1.2	≥8.4	≥1.0	≥10.0
DN1400	≥1.5	≥9.0	≥1.2	≥9.6	≥1.0	≥10.0
DN1600	≥2.0	≥10.0	≥1.5	≥10.5	≥1.2	≥13.2

**结论：**虽然长输管道可以适当降低疲劳循环次数，为安全起见，本标准对于市区主干线和长输管道均取疲劳循环次数500次（热水），输配干线和分支线管径较小，加之绝大多数都采用无补偿敷设，对供热管网投资不会有大的影响。

### 3、关于波纹管最小壁厚确定

根据管道疲劳循环次数和设计压力，按照 GB/T 12777-2019 的规定，6 家生产企业各自都进行了设计计算，根据 6 家企业的计算结果，经编制组讨论后确定了波纹管最小壁厚。详见附件一。

### 4、关于补偿器位移和泄漏监测系统

在现有供热系统中，传统直埋式补偿器不具备感知与通讯功能，安装于地下的过程中，无法在使用过程中了解其运行状态，因此无法判断其是否处于正常工作状态。目前我国大多城市的供热系统年久失修，深埋于地下的管道的补偿器安全性很难保障，即使发生泄漏也无法被及时发现，不仅会造成极大的资源浪费，也埋下不少的安全隐患，事故频频发生。作为供热管道的最薄弱环节，补偿器被称作是地下供热系统的“不定时炸弹”，同时它也是现有供热管线系统中的必备装置，补偿器工作状态得不到有效监控，势必会造成成长久的安全隐患。

目前有 3 家企业（洛阳双瑞、南京航天晨光、大连三维）都进行了补偿器位移和泄漏监测研究，并都有实际的工程案例，结合工程案例完成了附录 A，重点强调了监测系统的构成和主要基本功能要求。

### 5、关于一次性补偿器

一次性补偿器时直埋热水管道预热敷设中的关键部件，在以往的工程中，由于没有引起足够的重视，出现了不少的事故，国内目前《金属波纹管膨胀节通用技术条件》GB/T 12777-2019 和《城市供热管道用金属波纹管补偿器》CJ/T 402-2012 等规定的是通用设计。

本标准的附录 B 对一次性补偿器的结构、受力荷载、波纹管壁厚、试验方法等都给出了明确的规定。

### 6、关于波纹管补偿器预制保温

直埋热水管道敷设中，波纹管补偿器保温始终是一个薄弱环节，有可能增大了散热损失。尤其是有补偿敷设的管道，由于管道接口处的位移，波纹管补偿器常常会遇到地下水的腐蚀，造成补偿器失效而发生供热事故。

本标准的附录 C 对波纹管补偿器的保温结构、保温材料、外护材料及壁厚、保温接头密封等都给出了明确的规定。

### 7、关于波纹管波高和波距

根据管道疲劳循环次数和设计压力，按照 GB/T 12777-2019 的规定，5 家生产企业各自都进行了设计计算，根据 5 家企业的计算结果，为防止波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱等失稳现象。

经编制组讨论后认为波纹管的波高和波距，如果规定，可能对于现有企业的模具会产生较大的影响。只要按照规范进行计算，满足要求即可，标准暂不规定。

详见附件二。

## 8、关于端管和中间管

根据不同的设计压力统一给出了端管和中间管的参考尺寸。

## 9、关于导流筒

标准中规定了导流筒的最小壁厚，在生产制造过程中应提高焊缝质量检验，保证其不脱落。

## 10、关于波纹管的事事故调研

编制组 11 家单位提供的共计 111 个波纹管补偿器事故案例，详见附件三。统计数据汇总见下表。

热网补偿器失效案例调研统计表

失效类型	表现形式	故障数量	事故比例	备注
波纹管失效	强度不足引起的波纹管爆裂	10	9.01%	
	波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱	26	23.42%	故障排名第三
	疲劳或腐蚀疲劳引起的波纹管波谷或波峰开裂泄漏	30	27.03%	故障排名第一
	波纹管内表面或外表面腐蚀坑或孔洞	3	2.70%	
结构件失效	波纹管与筒节连接焊缝开裂	3	2.70%	
	受力结构件拉断	9	8.11%	
	导流筒焊缝开裂或脱落	30	27.03%	故障排名第一
合计		111		

从表中可以看出：疲劳或腐蚀疲劳引起的波纹管波谷或波峰开裂泄漏（27.03%）、导流筒焊缝开裂或脱落（27.03%）、波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱（23.42%）占前 3 位，应引起重视。

（1）关于疲劳或腐蚀疲劳：标准中规定了波纹管的最小壁厚，并增加了波纹管补偿器的预制保温和保温接口要求，可以降低外部环境对波纹管腐蚀的可能性。

（2）关于导流筒焊缝开裂或脱落：标准中规定了导流筒的最小壁厚，在生产制造过程中应提高焊缝质量检验，保证其不脱落。

（3）关于波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱：标准中规定了波纹管的最小壁厚，从而降低波纹管失稳的可能性。

## 八、标准负责起草单位和参加起草单位、标准主要起草人联系方式

序号	姓名	职称	单位	地址	邮编	电话	电子邮箱
1	王淮	教授级高工	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	天津市南开区卫津南路奥体道钻石山星城33号楼	300381	<b>13803062935</b>	Wanghuai2935@163.com
2	杨良仲	教授级高工			300381	<b>13920078501</b>	
3	张小文	高级工程师	洛阳双瑞特种装备有限公司	河南省洛阳市高新开发区滨河北路88号	471000	<b>13629803705</b>	Zhangxw725@163.com
4	张爱琴	高级工程师			471000	<b>13949263185</b>	
5	张道伟	高级工程师			471000	<b>15037922456</b>	
6	孟延	高级工程师	航天晨光股份有限公司	南京市江宁区天元中路188号		<b>18551858060</b>	zlmengy@163.com
7	冯文亮	高级工程师	北京市建设工程质量第四检测所有限公司	北京市朝阳区安定门外外馆东后街35号	100011	<b>15010125231</b>	fengliang5684@163.com
8	潘海山	高级工程师	江苏曙光压力容器有限公司	江苏泰州市姜堰区曙光工业园		<b>13914527888</b>	Xzbcq0001@163.com
9	孙永林	高级工程师	大连益多管道有限公司	大连市长兴岛经济区宝岛路218号		<b>13942013897</b>	Sy16401@sina.com
10	蒋新锋	高级工程师	江苏昊峰管道设备有限公司	江苏省泰州市姜堰区天目山街道万众工业园8号		<b>13905267669</b>	2488007287@qq.com
11	鄂壮	高级工程师	天津市津能管业有限公司	天津市静海开发区众品一号路		<b>18502629321</b>	13820249162@163.com
12	卜一	高级工程师	北京热力装备制造有限公司	北京经济技术开发区运成街12号		<b>13810153598</b>	buyi@rlzb.com.cn
13	梁鹏	教授级高工	太原市热力设计有限公司	山西省太原市南沙河南沿岸256号	030001	<b>13835179653</b>	Liangli7157@163.com
14	高斌	高级工程师	牡丹江热力设计有限责任公司	牡丹江市东四条路98号	157000	<b>13945382366</b>	mdjgb@163.com
15	丛颖	教授级高工	中国市政工程东北设计研究总院有限公司	吉林省长春市工农大路618号		<b>13943030046</b>	congyingming@163.com
16	王鑫	高级工程师	北京市煤气热力工程设计院有限公司	北京市西单北大街小酱坊胡同40号	100032	<b>18511525897</b>	tedwang121@sina.com
17	陈君君	高级工程师	中国市政工程西北设计研究院有限公司	甘肃省兰州市城关区定西路459号		<b>15339852064</b>	27534588@qq.com
18	周游	高级工程师	中国城市建设研究院有限公司	北京市西城区德胜门外大街36号C座	100023	<b>13717612687</b>	13717612687@163.com

序号	姓名	职称	单位	地址	邮编	电话	电子邮箱
19	彭 烁	高级工程师	中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司	北京市昌平区未来科技城南区华能人才创新创业基地 A 楼	102209	<b>15652264881</b>	s_peng@qny.chng.com.cn
20	刘宏宝	高级工程师	北京热力工程设计有限责任公司	北京市丰台区紫芳园 1 区 1 号楼		<b>18501965866</b>	164638192@qq.com
21	王国伟	高级工程师	太原市市政工程设计研究院	山西省太原市杏花岭区早西北二条 9 号		<b>13466831587</b>	77252084@qq.com
22	费魏巍	高级工程师	吉林省春城热力股份有限公司	吉林省长春市南关区南湖大路 998 号		<b>15948338146</b>	55790455@qq.com
23	曹宏麟	高级工程师	西安市热力集团有限公司	西安市高新区新城科技产业园 1 号		<b>15091286258</b>	786942534@qq.com
24	韩 平	高级工程师	天津市热力有限公司	天津市和平区吴家窑二号路 44 号		<b>13323496871</b>	hanping611@163.com
25	曾 波	高级工程师	郑州热力集团有限公司	郑州市嵩山南路 1 号		<b>13676974981</b>	gwyx63655838@163.com
26	葛绍鲁	高级工程师	合肥热电集团有限公司	合肥市蜀山区休宁路 66 号		<b>18055115083</b>	43145832@qq.com
27	陈鸿恩	高级工程师	洛阳热力有限公司	洛阳市涧西区建设路南 1 栋		<b>13623892966</b>	Chen-hongeg@163.com
28	张洪杰	高级工程师	机械工业第六设计研究院有限公司	郑州市中原区中原西路 126 号		<b>13607664511</b>	112092234@qq.com

# 附件一

表 1-1 热水管道波纹管最小壁厚统计表（设计压力 1.6MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值				标准推荐值			
	外压波纹管		内压波纹管		外压波纹管		内压波纹管	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN80	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	≥0.5	≥1.0	≥0.5	≥1.0
DN100	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	0.4~0.8	<b>1.0~1.8</b>	≥0.5	≥1.0	≥0.5	≥1.0
DN125	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.4~0.8	<b>1.0~2.4</b>	≥0.5	≥1.0	≥0.5	≥1.0
DN150	0.5~0.8	<b>1.0~2.4</b>	0.5~0.8	<b>1.5~2.4</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN200	0.5~1.2	<b>1.5~2.4</b>	0.5~1.2	<b>1.6~2.4</b>	≥0.5	≥2.0	≥0.5	≥2.0
DN250	0.5~1.2	<b>1.6~2.4</b>	0.5~1.2	<b>1.6~2.4</b>	≥0.5	≥2.0	≥0.5	≥2.0
DN300	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥2.4
DN350	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	≥0.8	≥3.2	≥0.8	≥3.2
DN400	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	≥0.8	≥3.2	≥0.8	≥3.2
DN450	0.6~1.2	<b>2.4~3.2</b>	0.6~1.2	<b>2.4~3.6</b>	≥0.8	≥3.2	≥0.8	≥3.2
DN500	0.8~1.2	<b>2.4~3.2</b>	0.8~1.2	<b>2.4~5.0</b>	≥1.0	≥4.0	≥1.0	≥4.0
DN600	0.8~1.5	<b>3.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>3.0~5.0</b>	≥1.0	≥4.0	≥1.0	≥4.0
DN700	0.8~1.5	<b>3.6~5.0</b>	0.8~1.2	<b>3.6~5.0</b>	≥1.0	≥4.0	≥1.0	≥4.0
DN800	0.8~1.5	<b>4.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~5.0</b>	≥1.0	≥5.0	≥1.0	≥5.0
DN900	0.8~1.5	<b>4.5~5.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~6.4</b>	≥1.0	≥6.0	≥1.0	≥6.0
DN1000	0.8~1.5	<b>4.5~6.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~6.4</b>	≥1.0	≥6.0	≥1.0	≥6.0
DN1200	0.8~1.5	<b>4.5~7.2</b>	1.0~1.5	<b>4.5~7.2</b>	≥1.2	≥6.0	≥1.2	≥6.0
DN1400	1.0~1.5	<b>6.0~8.0</b>	1.0~1.5	<b>6.0~8.0</b>	≥1.2	≥7.2	≥1.2	≥7.2
DN1600	1.0~1.5	<b>6.0~8.0</b>	1.0~1.5	<b>6.0~9.6</b>	≥1.2	≥8.4	≥1.2	≥8.4
DN1800	1.0~1.5	<b>6.0~8.4</b>	1.0~1.5	<b>6.0~9.6</b>	≥1.2	≥9.6	≥1.2	≥9.6

表 1-2 热水管道波纹管最小壁厚统计表（设计压力 2.5MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值				标准推荐值			
	外压波纹管		内压波纹管		外压波纹管		内压波纹管	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN80	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.4~0.8	<b>1.2~2.4</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN100	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.5~0.8	<b>1.2~2.4</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN125	0.5~1.0	<b>1.0~3.2</b>	0.5~1.0	<b>1.5~3.2</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN150	0.5~1.0	<b>1.5~3.2</b>	0.5~1.0	<b>1.6~3.2</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥2.4
DN200	0.5~1.5	<b>2.0~4.0</b>	0.5~1.5	<b>2.0~4.0</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥2.4
DN250	0.6~1.5	<b>2.0~4.0</b>	0.5~1.5	<b>2.0~4.0</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥2.4
DN300	0.6~1.5	<b>2.4~4.0</b>	0.6~1.5	<b>2.4~4.8</b>	≥1.0	≥4.0	≥1.0	≥4.0
DN350	0.6~1.5	<b>2.4~4.0</b>	0.6~1.5	<b>2.4~4.8</b>	≥1.0	≥4.0	≥1.0	≥4.0

公称尺寸	企业计算汇总值				标准推荐值			
	外压波纹管		内压波纹管		外压波纹管		内压波纹管	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN400	0.6~1.5	<b>3.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>3.0~5.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>
DN450	0.6~1.5	<b>3.6~5.0</b>	0.8~1.5	<b>3.6~5.6</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>
DN500	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>
DN600	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>
DN700	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>
DN800	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~8.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>
DN900	1.0~1.5	<b>4.8~8.0</b>	1.0~1.5	<b>4.8~8.0</b>	≥1.0	≥ <b>7.0</b>	≥1.0	≥ <b>7.0</b>
DN1000	1.0~1.5	<b>6.0~8.0</b>	1.0~1.5	<b>6.0~9.0</b>	≥1.2	≥ <b>7.2</b>	≥1.2	≥ <b>7.2</b>
DN1200	1.0~1.5	<b>6.0~10.8</b>	1.0~1.5	<b>6.0~10.8</b>	≥1.2	≥ <b>8.4</b>	≥1.2	≥ <b>8.4</b>
DN1400	1.0~1.5	<b>7.5~13.2</b>	1.0~1.5	<b>7.5~13.2</b>	≥1.2	≥ <b>9.6</b>	≥1.2	≥ <b>9.6</b>
DN1600	1.0~1.5	<b>9.0~13.2</b>	1.0~1.5	<b>9.0~13.2</b>	≥1.5	≥ <b>10.5</b>	≥1.5	≥ <b>10.5</b>
DN1800	1.0~1.5	<b>9.6~13.2</b>	1.0~1.5	<b>9.6~13.2</b>	≥1.5	≥ <b>12.0</b>	≥1.5	≥ <b>12.0</b>

表 1-3 蒸汽管道波纹管最小壁厚统计表（设计压力 1.6MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值				标准推荐值			
	外压波纹管		内压波纹管		外压波纹管		内压波纹管	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN80	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>
DN100	0.4~0.8	<b>0.8~1.8</b>	0.4~0.8	<b>1.0~1.8</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>
DN125	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.4~0.8	<b>1.5~2.4</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>	≥0.5	≥ <b>1.0</b>
DN150	0.5~0.8	<b>1.0~2.4</b>	0.5~0.8	<b>1.5~2.4</b>	≥0.5	≥ <b>1.5</b>	≥0.5	≥ <b>1.5</b>
DN200	0.5~1.5	<b>1.5~3.2</b>	0.5~1.5	<b>2.0~3.2</b>	≥0.5	≥ <b>2.0</b>	≥0.5	≥ <b>2.0</b>
DN250	0.5~1.5	<b>2.0~3.2</b>	0.5~1.5	<b>2.0~3.2</b>	≥0.8	≥ <b>2.4</b>	≥0.8	≥ <b>2.4</b>
DN300	0.6~1.5	<b>2.4~4.0</b>	0.6~1.5	<b>2.4~4.0</b>	≥0.8	≥ <b>2.4</b>	≥0.8	≥ <b>2.4</b>
DN350	0.6~1.5	<b>2.4~4.0</b>	0.6~1.5	<b>3.0~4.0</b>	≥0.8	≥ <b>3.2</b>	≥0.8	≥ <b>3.2</b>
DN400	0.6~1.5	<b>3.0~4.0</b>	0.6~1.5	<b>3.0~4.0</b>	≥0.8	≥ <b>3.2</b>	≥0.8	≥ <b>3.2</b>
DN450	0.6~1.5	<b>3.0~4.0</b>	0.6~1.5	<b>3.0~4.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>
DN500	0.6~1.5	<b>3.0~5.0</b>	0.6~1.5	<b>3.0~5.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>	≥1.0	≥ <b>4.0</b>
DN600	0.8~1.5	<b>4.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~5.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>	≥1.0	≥ <b>5.0</b>
DN700	0.8~1.5	<b>4.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~5.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>
DN800	0.8~1.5	<b>4.0~5.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~5.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>	≥1.0	≥ <b>6.0</b>
DN900	0.8~1.5	<b>4.5~6.0</b>	0.8~1.5	<b>4.5~6.0</b>	≥1.0	≥ <b>7.0</b>	≥1.0	≥ <b>7.0</b>
DN1000	1.0~1.5	<b>4.8~7.0</b>	1.0~1.5	<b>6.0~7.0</b>	≥1.2	≥ <b>7.2</b>	≥1.2	≥ <b>7.2</b>

表 1-4 蒸汽管道波纹管最小壁厚统计表（设计压力 2.5MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值				标准推荐值			
	外压波纹管		内压波纹管		外压波纹管		内压波纹管	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN80	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN100	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	0.4~0.8	<b>0.8~2.4</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN125	0.4~0.8	<b>1.0~3.2</b>	0.4~0.8	<b>1.0~3.2</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥1.5
DN150	0.5~1.0	<b>1.5~3.2</b>	0.5~1.0	<b>1.5~3.2</b>	≥0.5	≥1.5	≥0.5	≥2.0
DN200	0.5~1.5	<b>2.0~4.5</b>	0.5~1.5	<b>2.0~4.5</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥2.4
DN250	0.5~1.5	<b>2.4~4.5</b>	0.5~1.5	<b>2.4~4.5</b>	≥0.8	≥2.4	≥0.8	≥3.2
DN300	0.6~1.5	<b>3.6~5.0</b>	0.6~1.5	<b>3.6~5.0</b>	≥0.8	≥3.2	≥0.8	≥3.2
DN350	0.6~1.5	<b>3.6~5.0</b>	0.6~1.5	<b>3.6~5.0</b>	≥0.8	≥4.0	≥0.8	≥4.0
DN400	0.6~1.5	<b>4.0~6.0</b>	0.6~1.5	<b>4.0~6.0</b>	≥0.8	≥4.0	≥0.8	≥4.0
DN450	0.6~1.5	<b>4.5~7.0</b>	0.6~1.5	<b>4.5~7.0</b>	≥0.8	≥4.0	≥0.8	≥5.0
DN500	0.6~1.5	<b>4.5~8.0</b>	0.6~1.5	<b>4.5~8.0</b>	≥1.0	≥5.0	≥1.0	≥5.0
DN600	0.8~1.5	<b>5.6~8.0</b>	0.8~1.5	<b>5.6~8.0</b>	≥1.0	≥5.0	≥1.0	≥6.0
DN700	0.8~1.5	<b>6.0~8.0</b>	0.8~1.5	<b>6.0~8.0</b>	≥1.2	≥6.0	≥1.2	≥7.2
DN800	0.8~1.5	<b>6.4~8.0</b>	0.8~1.5	<b>6.4~8.0</b>	≥1.2	≥7.2	≥1.2	≥7.2
DN900	0.8~1.5	<b>7.0~9.0</b>	0.8~1.5	<b>7.0~9.0</b>	≥1.2	≥7.2	≥1.2	≥7.2
DN1000	1.0~1.5	<b>8.0~10.0</b>	1.0~1.5	<b>8.0~10.0</b>	≥1.2	≥8.4	≥1.2	≥8.4

表 1-5 一次性波纹管补偿器波纹管最小壁厚 单位：mm

公称尺寸	设计压力1.6MPa				设计压力2.5MPa			
	企业计算汇总值		标准推荐值		企业计算汇总值		标准推荐值	
	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚	单层壁厚	总壁厚
DN800	1.0~2.0	<b>3.0~4.0</b>	≥1.5	≥4.0	1.0~2.5	<b>4.5~7.0</b>	≥1.5	≥6.0
DN900	1.0~2.0	<b>3.0~5.0</b>	≥1.5	≥4.0	1.0~2.5	<b>4.8~8.0</b>	≥1.5	≥6.0
DN1000	1.0~2.0	<b>3.2~5.0</b>	≥1.5	≥4.0	1.0~2.5	<b>5.0~8.0</b>	≥1.5	≥6.0
DN1200	1.0~2.5	<b>3.9~6.0</b>	≥1.5	≥6.0	1.0~2.0	<b>6.0~10.0</b>	≥1.5	≥8.0
DN1400	1.0~2.0	<b>4.5~8.0</b>	≥2.0	≥6.0	1.0~2.5	<b>6.0~12.0</b>	≥2.0	≥8.0
DN1600	1.0~2.0	<b>4.8~8.0</b>	≥2.0	≥6.0	1.0~2.5	<b>6.0~13.0</b>	≥2.0	≥8.0
DN1800	1.0~2.0	<b>5.5~9.0</b>	≥2.0	≥6.0	1.0~2.0	<b>8.0~14.0</b>	≥2.0	≥8.0

## 附件二

表 2-1 热水管道波纹管 波高/波距统计表（设计压力 1.6MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值			
	内压波纹管		外压波纹管	
	波高	波距	波高	波距
DN80	11~21	17~20	15~21	17~21
DN100	13~21	17~21	17~21	20~23
DN125	15~23	17~25	20~24	20~29
DN150	17~28	20~30	23~28	20~34
DN200	26~36	28~36	26~37	28~40
DN250	27~37	35~40	25~37	35~37
DN300	30~41	36~46	37~41	36~54
DN350	37~40	36~57	37~41	36~56
DN400	37~43	36~57	37~43	36~61
DN450	37~42	36~57	37~42	36~57
DN500	37~60	36~66	37~66	36~65
DN600	50~58	60~65	50~59	60~69
DN700	47~59	60~65	50~59	60~75
DN800	50~59	60~75	50~59	60~74
DN900	50~58	60~74	50~60	60~82
DN1000	50~65	60~89	50~70	60~90
DN1200	55~62	60~94	55~70	60~100
DN1400	57~68	60~84	57~65	60~79
DN1600	64~77	60~110	64~85	60~110
DN1800	65~78	60~110	65~80	60~120

表 2-2 热水管道波纹管 波高/波距统计表（设计压力 2.5MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值			
	内压波纹管		外压波纹管	
	波高	波距	波高	波距
DN80	11~20	14~20	15~21	17~20
DN100	14~21	20~22	16~21	20~22
DN125	15~23	18~25	16~23	20~27
DN150	20~28	20~31	20~28	20~34
DN200	24~37	28~36	25~37	28~40
DN250	27~37	35~41	26~37	35~36
DN300	35~39	36~51	35~39	40~58
DN350	35~40	36~58	35~39	36~58
DN400	36~43	36~58	36~43	36~60

公称尺寸	企业计算汇总值			
	内压波纹管		外压波纹管	
	波高	波距	波高	波距
DN450	36~43	36~58	36~44	36~62
DN500	36~60	36~70	36~60	36~65
DN600	50~57	60~65	50~57	60~79
DN700	50~55	60~70	50~56	60~76
DN800	50~57	60~78	50~57	60~74
DN900	50~57	60~79	50~63	60~84
DN1000	55~61	60~86	55~62	60~89
DN1200	58~70	60~99	58~70	60~101
DN1400	58~74	60~96	58~70	60~86
DN1600	62~77	60~115	62~85	60~110
DN1800	62~83	60~122	62~80	60~120

表 2-3 蒸汽管道波纹管 波高/波距统计表（设计压力 1.6MPa） 单位：mm

公称尺寸	企业计算汇总值			
	内压波纹管		外压波纹管	
	波高	波距	波高	波距
DN80	13~20	13~21	15~20	17~21
DN100	15~21	20~21	16~21	20~22
DN125	15~23	17~25	17~23	20~28
DN150	17~28	20~30	21~31	20~34
DN200	28~40	28~36	28~40	28~41
DN250	30~40	35~41	30~40	35~37
DN300	35~40	36~46	35~40	36~57
DN350	35~40	35~57	35~40	36~57
DN400	39~41	36~57	39~41	36~59
DN450	39~43	36~59	39~50	36~68
DN500	39~54	36~68	39~54	36~65
DN600	46~52	60~65	50~58	60~77
DN700	50~58	60~77	50~56	60~77
DN800	49~56	60~77	49~52	60~74
DN900	49~51	60~74	49~57	60~89
DN1000	57~61	60~89	58~61	60~86

表 2-4 蒸汽管道波纹管 波高/波距统计表 (设计压力 2.5MPa) 单位: mm

公称尺寸	企业计算汇总值			
	内压波纹管		外压波纹管	
	波高	波距	波高	波距
DN80	14~21	14~20	15~21	17~20
DN100	15~21	20~21	16~21	20~22
DN125	15~23	18~25	16~23	20~29
DN150	17~28	20~30	21~28	20~34
DN200	25~38	28~36	25~38	28~41
DN250	24~38	35~41	23~38	30~36
DN300	23~40	30~46	35~40	36~58
DN350	35~40	38~58	35~40	36~58
DN400	36~41	36~58	31~41	36~50
DN450	38~45	36~50	38~45	36~70
DN500	38~54	36~70	38~54	36~65
DN600	39~54	60~65	50~54	60~79
DN700	50~55	60~79	50~55	60~82
DN800	49~55	60~82	49~55	60~79
DN900	49~54	60~79	49~59	60~94
DN1000	52~61	60~94	52~62	60~91

表 2-5 一次性波纹管补偿器 波纹管波高/波距统计表 单位: mm

公称尺寸	设计压力1.6MPa	
	企业计算汇总值	
	波高	波距
DN800	52~61	60~75
DN900	50~61	60~73
DN1000	52~58	60~85
DN1200	60~70	70~90
DN1400	60~70	70~89
DN1600	60~86	75~100
DN1800	60~72	75~100

### 附件三

#### 热网补偿器失效案例调研汇总表 2022.05.25

序号	使用单位	补偿器直径与类型	敷设方式	失效时间(年)	波纹管失效				结构件失效		
					强度不足引起的波纹管爆裂	波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱	疲劳或腐蚀引起波纹管开裂	波纹管表面腐蚀坑或孔洞	波纹管与筒节连接焊缝开裂	受力结构件拉断	导流筒焊缝开裂或脱落
1	洛阳热力有限公司	DN250 外压轴向	直埋	使用 15			▲				
2		DN450 复式拉杆	架空	使用 15						▲	
3	珲春市城投供热有限公司	DN300~DN600	直埋	2014	▲ (4个)						
4		DN600	直埋	2016		▲					
5		DN300~DN600	直埋	2013			▲ (2个)				
6	长春市供热集团	DN700	直埋	使用 5		▲ (2个)					
7		DN700	直埋	使用 3			▲ (2个)				
9		DN700	直埋	使用 1						▲	
10		DN400	直埋	使用 5							▲ (4个)
11	机械工业第六设计研究院有限公司	DN900 复式拉杆	架空	2019						▲	
12	太原市市政工程设计研究院	DN1200/单向外 压直埋	直埋	2018		▲					
13			直埋	2020		▲					
14		DN700/ 外压轴向	直埋	2018			▲ (2个)				
15		DN600/ 外压轴向	直埋	2018			▲				
16	酒泉市城区集中供热一级管网	DN900/ 内压轴向	直埋	使用 3	▲						
17	太原热力集团有限公司	DN125	管沟	使用 19		▲					
18		DN300	直埋	使用 2		▲					

序号	使用单位	补偿器直径与类型	敷设方式	失效时间(年)	波纹管失效				结构件失效		
					强度不足引起的波纹管爆裂	波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱	疲劳或腐蚀引起波纹管开裂	波纹管表面腐蚀坑或孔洞	波纹管与筒节连接焊缝开裂	受力结构件拉断	导流筒焊缝开裂或脱落
19		DN250	直埋	使用 12		▲ (2 个)					
20		DN200	直埋	使用 12		▲					
21		DN150	直埋	使用 20			▲				
22		DN150	直埋	使用 20				▲			
23		DN250	直埋	使用 13					▲		
24		DN350	管沟	使用 14							▲
25		西安市热力集团有限责任公司	DN800 横向大拉杆	架空	2014		▲				
26	DN800 轴向内压		直埋	2014			▲				
27	DN600 轴向内压		直埋	2017			▲				
28	DN1000 轴向内压		直埋	2018			▲ (3 个)				
29	DN1000 横向大拉杆		架空	2011						▲	
30	DN1000 横向大拉杆		架空	2019						▲	
31	DN1000 横向大拉杆		架空	2020						▲ (4 个)	
32	DN700~ DN1000 轴向内压		直埋	2019							▲ (21 个)
33	牡丹江热电有限公司	DN400	架空	2009		▲					
34		DN400	架空	2010		▲					
35		DN250	架空	2011		▲					
36		DN400	架空	2011		▲					

序号	使用单位	补偿器直径与类型	敷设方式	失效时间(年)	波纹管失效				结构件失效		
					强度不足引起的波纹管爆裂	波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱	疲劳或腐蚀引起波纹管开裂	波纹管表面腐蚀坑或孔洞	波纹管与筒节连接焊缝开裂	受力结构件拉断	导流筒焊缝开裂或脱落
37		DN250	架空	2011		▲					
38	呼和浩特市城发公司供热管网	DN1400弯管压力平衡	架空	使用0		▲ (4个)					
39	合肥热电集团有限公司	DN400	直埋	2022	▲ (4个)						
40		DN350	直埋	2020	▲						
41		DN450	直埋	2021		▲ (4个)					
42		DN150	直埋	2021		▲					
43		DN350轴向外压	直埋	2020		▲					
44		DN80	直埋	2022			▲				
45		DN200	直埋	2020			▲ (2个)				
46		DN400	直埋	2022			▲				
47		DN250	直埋	2021			▲				
48		DN450轴向外压	直埋	2020			▲ (2个)				
49	合肥热电集团有限公司	DN450轴向外压	直埋	2021			▲ (2个)				
50		DN350轴向外压	直埋	2020			▲				
51		DN350轴向外压	直埋	2021			▲				
52		DN300轴向外压	直埋	2021			▲				
53		DN350/DN600	直埋	2019年-2022			▲ (3个)				
54		DN400	直埋	2020			▲				

序号	使用单位	补偿器直径与类型	敷设方式	失效时间(年)	波纹管失效				结构件失效		
					强度不足引起的波纹管爆裂	波纹管鼓胀、波峰塌陷、褶皱	疲劳或腐蚀引起波纹管开裂	波纹管表面腐蚀坑或孔洞	波纹管与筒节连接焊缝开裂	受力结构件拉断	导流筒焊缝开裂或脱落
		轴向外压									
55		DN80	直埋	2022				▲			
56		DN450	直埋	2021				▲			
57		DN450	直埋	2022					▲		
58		DN250	直埋	2021					▲		
59		DN500	直埋	2020							▲ (3个)
60		DN350	直埋	2020							▲
	<b>合计</b>				<b>10</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>30</b>
	<b>比例</b>				<b>9.01%</b>	<b>23.42%</b>	<b>27.03%</b>	<b>2.70%</b>	<b>2.70%</b>	<b>8.11%</b>	<b>27.03%</b>