

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 104-2005

城镇供热直埋蒸汽管道技术规程

Technical specification for directly buried

steam heating pipeline in city

2005-07-15 发布

2005-10-01 实施

中华人民共和国建设部 发布



中华人民共和国行业标准

城镇供热直埋蒸汽管道技术规程

Technical specification for directly buried
steam heating pipeline in city

CJJ 104-2005

J 456-2005

批准部门：中华人民共和国建设部

实施日期：2 0 0 5年10月1日

中国建筑工业出版社

2005 北 京

中华人民共和国行业标准
城镇供热直埋蒸汽管道技术规程
Technical specification for directly buried
steam heating pipeline in city
CJJ 104 - 2005

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
新华书店经销
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2 $\frac{1}{8}$ 字数：58千字
2005年9月第一版 2005年9月第一次印刷
印数：1—20000册 定价：12.00元
统一书号：15112·11874

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国建设部 公 告

第 348 号

建设部关于发布行业标准《城镇供热直埋 蒸汽管道技术规程》的公告

现批准《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》为行业标准，编号为 CJJ 104 - 2005，自 2005 年 10 月 1 日起实施。其中，第 3.2.2、3.3.2、4.0.1、8.4.1、10.1.2、10.1.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
2005 年 7 月 15 日

前 言

根据建设部建标 [2000] 284 号文的要求, 标准编制组在广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关标准, 并在广泛征求意见的基础上, 制定了本规程。

本规程的主要技术内容: 1. 总则; 2. 术语; 3. 管道布置与敷设; 4. 工作管道强度计算及应力验算; 5. 保温层; 6. 外护管及防腐; 7. 工程测量及土建工程; 8. 管道安装; 9. 工程验收; 10. 运行。

本规程由建设部负责管理和对强制性条文的解释, 由主编单位负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位: 大连市热电集团公司 (地址: 大连市西岗区沿海街 90 号; 邮政编码: 116021)。

本规程参编单位: 中国石油天然气集团公司工程技术研究院
大连科华热力管道有限公司
中国市政工程华北设计研究院
大连市集中供热办公室
大连理工大学
中国石化集团上海工程有限公司
大连市热力规划设计研究院
大连达隆供热技术发展有限公司
北京市鼎超供热管有限公司

本规程主要起草人员: 马家滋 崔洪双 莫理京 杨明学
王 淮 崔 峨 赵云峰 王敏华
全 明

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	管道布置与敷设	4
3.1	管道布置	4
3.2	敷设方式	5
3.3	管路附件及设施	6
3.4	管件及管道连接	8
4	工作管道强度计算及应力验算	9
5	保温层	11
5.1	一般规定	11
5.2	保温计算	12
6	外护管及防腐	17
6.1	一般规定	17
6.2	钢质外护管的刚度和稳定性	17
6.3	钢质外护管的防腐	18
6.4	玻璃钢外护管	18
7	工程测量及土建工程	20
7.1	工程测量	20
7.2	土方工程	20
7.3	土建结构工程	20
8	管道安装	21
8.1	一般规定	21
8.2	管道安装	21
8.3	保温补口	22
8.4	试压、吹洗及试运行	23

9	工程验收	25
10	运行	26
10.1	一般规定	26
10.2	运行前的准备	26
10.3	暖管	26
10.4	运行维护	27
10.5	停止运行	28
附录 A	常用钢管材料的许用应力	29
附录 B	全国主要城市实测地温 (深度 0.0~3.2m)	
	月平均值	30
附录 C	直埋蒸汽管道邻近温度场的计算	36
附录 D	钢管径向变形的计算	37
	本规程用词说明	39
	条文说明	41

1 总 则

1.0.1 为在直埋蒸汽管道的设计、施工、验收和运行管理中统一技术要求，确保工程质量，做到经济合理、安全适用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工作压力小于或等于 1.6MPa，温度小于或等于 350℃，直接埋地敷设的保温蒸汽管道的设计、施工、验收及运行维护。不适用于抽真空保温结构的直埋蒸汽管道。

1.0.3 直埋蒸汽管道的设计、施工、验收和运行管理，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 直埋蒸汽管道 directly buried steam pipeline

直接埋设于土层中输送蒸汽的预制保温管道。

2.0.2 工作管 working pipe

在直埋蒸汽保温管结构中，用于输送蒸汽的钢管。

2.0.3 外护管 outer protective pipe

保温层外抵抗外力和环境对保温材料的破坏和影响，具有足够机械强度和可靠防水性能的套管。

2.0.4 防腐层 antiseptic layer

为防止钢质外护管腐蚀而在其外表面覆盖并紧密结合的材料层。

2.0.5 保温管补口 heat preservation pipe patch cut

直埋蒸汽管道连接处的保温层、外护管及防腐层的接口处理。

2.0.6 排潮管 drain off moisture pipe

排除工作管与外护管之间水汽的导管。

2.0.7 内固定支座 inside fixed support

在钢质外护管的直埋蒸汽管道中，保证工作管与外护管间不发生相对位移的管路附件。

2.0.8 外固定支座 outside fixed support

在钢质外护管的直埋蒸汽管道中，保证外护管与固定墩间不发生相对位移的管路附件。

2.0.9 内外固定支座 inside and outside fixed support

在直埋蒸汽管道中，保证工作管、外护管和固定墩三者间不发生相对位移的管路附件。

2.0.10 辐射隔热层 radiation heat insulation layer

在带有空气层的保温结构中，在空气层壁面设置抛光金属铝箔层，利用其表面低发射率和高反射率的特性，减少表面辐射换热而提高绝热效果的结构。

3 管道布置与敷设

3.1 管道布置

3.1.1 直埋蒸汽管道的布置应符合国家现行标准《城市热力网设计规范》CJJ 34 的有关规定。

3.1.2 直埋蒸汽管道与其他设施的水平或垂直最小净距，应符合表 3.1.2 的规定。当不能满足表中的净距或其他设施有特殊要求时，应采取有效保护措施。

表 3.1.2 直埋蒸汽管道与其他设施的最小净距 (m)

设施、管道		最小水平净距	最小垂直净距
给水、排水管道		1.5	0.15
燃气管道	压力 \leq 400kPa	1.0	0.15
	压力 \leq 800kPa	1.5	0.15
	压力 $>$ 800kPa	2.0	0.15
压缩空气、二氧化碳管道		1.0	0.15
乙炔、氧气管道		1.5	0.25
易燃、可燃液体管道		1.5	0.30
架空管道管架基础边缘		1.5	—
排水盲沟沟边		1.5	0.50
地铁		5	0.80
电气铁路接触电杆基础		3.0	—
道路、铁路路基边坡底脚		1.0	0.70 (路面)
铁路		3.0 (钢轨)	1.20 (轨底)
灌溉渠沟边缘		2.0	—
桥梁支座基础 (高架桥、栈桥)		2.0	—
照明、通信电杆中心		1.0	—

续表 3.1.2

设施、管道		最小水平净距	最小垂直净距
建筑物基础边缘		3.0	—
围墙基础边缘		1.0	—
乔木或灌木中心		3.0	—
电 缆	通信电缆管块	1.0	0.30
	电力电缆 $\leq 35\text{kV}$	2.0	0.50
	电力电缆 $\leq 110\text{kV}$	2.0	1.00
架空输电线 电杆基础	$\leq 1\text{kV}$	1.0	—
	35~220kV	3.0	—
	330~500kV	5.0	—

注：当直埋蒸汽管道的埋深大于建（构）筑物基础深度时，最小水平净距应按土的内摩擦角计算确定。

3.1.3 直埋蒸汽管道与其他地下管线交叉时，直埋蒸汽管道的管路附件距交叉部位的水平净距宜大于 3m。

3.1.4 直埋蒸汽管道的最小覆土深度应符合表 3.1.4 的规定。当不符合要求时，应采取相应的技术措施对管道进行保护。

表 3.1.4 直埋蒸汽管道最小覆土深度 (m)

类 别		工作管公称直径 (mm)			
		50~100	125~200	250~450	500~700
钢质外护管	车行道	0.6	0.8	1.0	1.2
	非车行道	0.5	0.6	0.8	1.0
玻璃钢外护管	车行道	0.8	1.0	1.2	1.4
	非车行道	0.6	0.8	1.0	1.2

3.2 敷 设 方 式

3.2.1 直埋蒸汽管道宜敷设在各类地下管道的最上部。

3.2.2 直埋蒸汽管道的工作管，必须采用有补偿的敷设方式。

3.2.3 直埋蒸汽管道敷设的坡度不宜小于 0.2%。

- 3.2.4** 两个固定支座之间的直埋蒸汽管道，不宜有折角。
- 3.2.5** 管道由地下转至地上时，外护管必须一同引出地面，其外护管距地面的高度不宜小于0.5m，并应设防水帽和采取隔热措施。
- 3.2.6** 直埋蒸汽管道与地沟敷设的管道连接时，应采取防止地沟向直埋蒸汽管道保温层渗水的措施。
- 3.2.7** 当地基软硬不一致时，应对地基作过渡处理。
- 3.2.8** 在地下水位较高的地区，必须作浮力计算。当不能保证直埋蒸汽管道稳定时，应增加埋设深度或采取相应的技术措施。
- 3.2.9** 直埋蒸汽管道穿越河底时，管道应敷设在河床的硬质土层上或作地基处理。覆土深度应根据浮力、水流冲刷情况和管道稳定条件确定。

3.3 管路附件及设施

3.3.1 阀门的选择及安装应符合下列规定：

- 1 直埋蒸汽管道使用的阀门宜选用焊接连接，且无盘根的截止阀或闸阀，若选用蝶阀时，应选用偏心硬质密封蝶阀；
- 2 所选阀门公称压力应比管道设计压力高一个等级；
- 3 阀门必须进行保温，其外表面温度不得大于60℃，并应做好防水和防腐处理；
- 4 井室内阀门与管道连接处的管道保温端部应采取防水密封措施。

3.3.2 直埋蒸汽管道必须设置排潮管。

3.3.3 排潮管应设置于外护管位移较小处。其出口可引入专用井室内，井室内应有可靠的排水措施。排潮管公称直径宜按表3.3.3选取。

表 3.3.3 排潮管公称直径 (mm)

工作管公称直径	排潮管公称直径
≤200	30
250~400	40
>400	50

3.3.4 排潮管如引出地面，开口应下弯，且弯顶距地面高度不宜小于0.25m，并应采取防倒灌措施。排潮管宜设置在不影响交通的地方，且应有明显的标志。排潮管的地下部分应采取保温和防腐措施。

3.3.5 疏水装置应设置在工作管与外护管相对位移较小处。从工作管引出疏水管处应设置疏水集水罐，疏水集水罐罐体直径按工作管的管径确定，当工作管公称直径小于DN100时，罐体直径应与工作管相同；当工作管公称直径大于或等于DN100时，罐体直径不应小于工作管直径的1/2，且不应小于100mm。

3.3.6 检查井设计应符合下列规定：

1 地下水位高于井室底面或井室附近有地下供、排水设施时，井室应采用钢筋混凝土结构，并应采取防水措施；

2 管道穿越井壁处应采取密封措施，并应考虑管道的热位移对密封的影响，密封处不得渗漏；

3 井室应对角布置两个人孔，阀门宜设远程操作机构，井室深度大于4m时，宜设计为双层井室，两层人孔宜错开布置，远程操作机构应布置在上层井室内；

4 疏水井室宜采用主副井布置方式，关断阀和疏水口应分别设置在两个井室内。

3.3.7 固定支座的选取和推力计算应符合下列规定：

1 补偿器和三通处应设置固定支座，阀门和疏水装置处宜设置固定支座；

2 采用钢质外护管的直埋蒸汽管道，宜采用内固定支座；

3 内固定支座应采取隔热措施，且其外护管表面温度应小于或等于60℃；

4 直埋蒸汽管道对固定墩的作用力应包括工作管道的作用力和外护管的作用力；

5 固定墩两侧作用力的合成及其稳定性验算和结构设计，应符合国家现行标准《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81的规定。

3.4 管件及管道连接

3.4.1 直埋蒸汽管道的管件应符合下列规定：

1 工作管管件应符合现行国家标准《钢质对焊无缝管件》GB 12459 或《钢板制对焊管件》GB/T 13401 的规定；

2 直埋蒸汽管道的管件应在工厂预制，管件的防腐、保温应符合设计要求。

3.4.2 直埋蒸汽管道、管件及管路附件之间的连接，除疏水器和特殊阀门外均应采用焊接，采用法兰连接时，法兰的密封宜采用耐高温金属垫片。

3.4.3 采用工作管弯头做热补偿时，弯头的曲率半径不应小于 1.5 倍的工作管公称直径。管道位移段应加大外护管的尺寸，并应采用软质保温材料。

3.4.4 直埋蒸汽管道变径时，工作管宜采用底平的偏心异径管。

4 工作管道强度计算及应力验算

4.0.1 直埋蒸汽管道设计时，应对工作管道进行强度计算及应力验算。

4.0.2 工作管进行强度计算及应力验算时，供热介质计算参数应符合下列规定：

1 管道的设计压力和温度值，应取锅炉出口、汽轮机抽（排）汽口或减温减压装置出口的最大工作压力和最高工作温度；

2 安装温度值应取安装期内当地环境的最低温度。

4.0.3 工作管钢材的许用应力，应按下列公式计算，并应取 4 项计算结果的最小值：

$$\sigma = \frac{\sigma_b^{20}}{3} \quad (4.0.3-1)$$

$$\sigma = \frac{\sigma_s^t}{1.5} \quad (4.0.3-2)$$

$$\sigma = \frac{\sigma_{s(0.2\%)}^t}{1.5} \quad (4.0.3-3)$$

$$\sigma = \frac{\sigma_b^t}{1.5} \quad (4.0.3-4)$$

式中 σ ——工作管钢材的许用应力 (MPa)；

σ_b^{20} ——钢材在 20℃ 时的抗拉强度最小值 (MPa)；

σ_s^t ——钢材在设计温度下的屈服极限最小值 (MPa)；

$\sigma_{s(0.2\%)}^t$ ——钢材在设计温度下残余变形为 0.2% 时的屈服极限最小值 (MPa)；

σ_b^t ——钢材在设计温度下 10⁵h 的持久强度平均值 (MPa)。

常用钢管材料的许用应力数据可按附录 A 确定。

4.0.4 工作管道补偿值计算及应力验算，应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道应力计算技术规定》SDGJ 6 的规定。

5 保 温 层

5.1 一 般 规 定

5.1.1 保温结构除主保温层外，也可设置辐射隔热层和空气层。

5.1.2 保温材料应符合国家现行标准《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200 的规定。

5.1.3 设计保温结构时，应按外护管外表面温度小于或等于 50°C 计算保温层厚度。采用复合保温结构时，保温层间的界面温度不应超过外层保温材料安全使用温度的0.8倍。

5.1.4 当按本规程第5.1.3条规定计算的保温厚度，不能满足对蒸汽介质温度降或周围土的环境温度设计要求时，应按设计条件计算确定保温层厚度。

5.1.5 保温计算时，土的导热系数应采用管道运行期间的平均值；当无历史记录数据时，应有实测数据，并按实测值的0.9~0.95倍取值。

5.1.6 保温计算时，温度的取值应符合下列规定：

1 按本规程第5.1.3条或按管道周围土的环境温度计算保温厚度时，蒸汽介质温度应取设计最高值；土的自然温度应取管道运行期间管道中心埋设深度处最高月平均温度；地面大气温度应取管道年运行或季节运行期间最热月地面平均大气温度。

2 按蒸汽介质温度降计算保温层厚度时，蒸汽介质温度应取设计最高值；土的自然温度应取管道运行期间管道中心埋设深度处最低月平均温度；地面大气温度应取管道运行期间最低月平均大气温度。

3 计算蒸汽管道年散热损失时，蒸汽介质温度应取年平均温度；土的自然温度应取管道中心埋设深度处的年平均地温；地面大气温度应取年平均大气温度。

4 地表温度应取运行期间最热月份的空气平均温度。

5 土的自然温度可按当地历年实测数据确定或按本规程附录 B 确定。

5.2 保温计算

5.2.1 直埋蒸汽管道单管敷设时，保温层厚度应符合下列规定：

1 单层保温结构的保温层厚度应按下列公式计算：

$$\ln D_w = \frac{\lambda_g(t_w - t_s) \ln D_0 + \lambda_t(t_0 - t_w) \ln 4H_l}{\lambda_t(t_0 - t_w) + \lambda_g(t_w - t_s)} \quad (5.2.1-1)$$

当 $\frac{H}{D_w} < 2$ 时， $H_l = H + \frac{\lambda_g}{\alpha}$ ， t_s 取地面大气温度 (°C)；

当 $\frac{H}{D_w} \geq 2$ 时， $H_l = H$ ， t_s 取直埋管中心埋设深度处的自然
地温 (°C)；

$$\delta = \frac{D_w - D_0}{2} \quad (5.2.1-2)$$

式中 D_w ——保温层外径 (m)；

D_0 ——工作管外径 (m)；

H_l ——管道当量埋深 (m)；

H ——管道中心埋设深度 (m)；

λ_t ——保温层材料在运行温度下的导热系数 [W/(m·K)]；

λ_g ——土的导热系数 [W/(m·K)]；

t_0 ——工作管外表面温度 (°C)，可按介质温度取值；

t_s ——直埋蒸汽管道周边环境温度 (°C)；

t_w ——保温管外表面温度 (°C)，按设计要求确定；

α ——直埋蒸汽管上方地表面大气的换热系数 [W/(m²·K)]，取 10~15；

δ ——保温层厚度 (m)。

2 多层保温结构的保温层厚度计算应符合下列要求：

1) 散热损失 (初算值) 应按下列公式计算：

$$q = \frac{t_w - t_s}{\frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \frac{4H_1}{D'_w}} \quad (5.2.1-3)$$

式中 q ——单位管长热损失（初算值）(W/m)；

D'_w ——根据经验设定的保温层外径 (m)。

2) 第一层保温材料厚度应按下列公式计算：

$$\ln D_1 = \ln D_0 + \frac{2\pi\lambda_1(t_0 - t_1)}{q} \quad (5.2.1-4)$$

$$\delta_1 = \frac{D_1 - D_0}{2} \quad (5.2.1-5)$$

式中 D_1 ——第一层保温材料外径 (m)；

λ_1 ——第一层保温材料在运行温度下的导热系数 [W/(m·K)]；

t_1 ——第一层保温材料外表面温度 (°C)，按设计要求确定；

δ_1 ——第一层保温层厚度 (m)。

3) 第 i 层保温材料厚度应按下列公式计算：

$$\ln D_i = \ln D_{i-1} + \frac{2\pi\lambda_i(t_{i-1} - t_i)}{q} \quad (5.2.1-6)$$

$$\delta_i = \frac{D_i - D_{i-1}}{2} \quad (5.2.1-7)$$

式中 D_i ——第 i 层保温材料外径 (m)；

λ_i ——第 i 层保温材料在运行温度下的导热系数 [W/(m·K)]；

t_i ——第 i 层保温材料外表面温度 (°C)，按设计要求确定；

δ_i ——第 i 层保温层厚度 (m)。

4) 计算得到的 D_i ，应按公式 (5.2.3-1) 校核计算散热损失，其校核值与公式 (5.2.1-3) 计算的散热损失初算值相比较，两个值的相对差值应小于或等于 5%。

5) 当相对差值大于 5% 时，应将按公式 (5.2.1-6) 计

算得到的保温层外径，作为新设定的保温层外径，代入公式(5.2.1-3)、(5.2.1-4)、(5.2.1-6)重新计算散热损失(初算值)、 D_1 和 D_i ，并应符合本款第4)项的规定。

3 带空气层的保温结构计算应符合下列要求：

1) 可采用窄环空间对流和辐射传热计算公式计算空气层等效导热系数。

2) 空气层等效热阻应按下式计算：

$$R_e = \frac{1}{2\pi\lambda_e} \ln \frac{D_{ou}}{D_{in}} \quad (5.2.1-8)$$

式中 R_e ——空气层等效热阻 ($m \cdot K/W$)；

λ_e ——空气层等效导热系数 [$W/(m \cdot K)$]；

D_{ou} ——空气层外径 (m)；

D_{in} ——空气层内径 (m)。

3) 应按空气层等效热阻与保温层热阻串联的方式，计算保温层的热损失和外表面温度。

5.2.2 直埋蒸汽管道双管敷设时，可接单管敷设条件计算保温层厚度，并采用本规程公式(5.2.3-2)和公式(5.2.3-3)计算双管敷设条件下的附加热阻和热损失，然后计算保温层界面温度和保温管外表面温度。如高于设计要求，应调整保温层厚度。

5.2.3 直埋蒸汽管道热损失的计算应符合下列要求：

1 单管敷设的直埋保温管道的热损失应按下式计算：

$$q = \frac{(t_0 - t_s)}{\sum \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{D_i}{D_{i-1}} + R_g} \quad (5.2.3-1)$$

$$\text{当 } \frac{H}{D_w} < 2 \text{ 时: } R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \left[\frac{2H_l}{D_w} + \sqrt{\left(\frac{2H_l}{D_w}\right)^2 - 1} \right]$$

$$\text{当 } \frac{H}{D_w} \geq 2 \text{ 时: } R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \frac{4H}{D_w}$$

式中 R_g ——直埋蒸汽管道环境热阻 ($m \cdot K/W$)。

2 双管敷设的直埋蒸汽管道，在计算热损失、界面温度和保温管外表面温度时，应考虑管间附加热阻的影响。

1) 附加热阻应按下列公式计算:

$$R_a = \frac{(t_{b0} - t_g) \times \Sigma R_a - (t_{a0} - t_g) \times R_{ab}}{(t_{a0} - t_g) \times \Sigma R_b - (t_{b0} - t_g) \times R_{ab}} \times R_{ab} \quad (5.2.3-2)$$

$$R_b = \frac{(t_{a0} - t_g) \times \Sigma R_b - (t_{b0} - t_g) \times R_{ab}}{(t_{b0} - t_g) \times \Sigma R_a - (t_{a0} - t_g) \times R_{ab}} \times R_{ab} \quad (5.2.3-3)$$

当两条管道埋深相同时: $R_{ab} = \frac{\ln \sqrt{1 + \left(\frac{2H}{s}\right)^2}}{2\pi\lambda_g}$

当两条管道埋深不同时: $R_{ab} = \frac{\ln \sqrt{\frac{s^2 + (H_1 + H_2)^2}{s^2 + (H_1 - H_2)^2}}}{2\pi\lambda_g}$

式中 R_a ——第一条管道的附加热阻 (m·K/W);

R_b ——第二条管道的附加热阻 (m·K/W);

t_{a0} ——第一条管道的介质温度 (°C);

t_{b0} ——第二条管道的介质温度 (°C);

t_g ——直埋管道中心埋设深度处土的自然温度 (°C);

ΣR_a ——第一条管道的保温热阻 (m·K/W);

ΣR_b ——第二条管道的保温热阻 (m·K/W);

R_{ab} ——双管敷设相互影响系数;

s ——两条管道的中心距离 (m);

H ——两条管道埋深相同时, 管道中心埋设深度 (m);

H_1 ——两条管道埋深不同时, 第一条管道中心埋设深度 (m);

H_2 ——两条管道埋深不同时, 第二条管道中心埋设深度 (m)。

2) 计入附加热阻, 按公式 (5.2.3-1) 分别计算两条管道的热损失。在计算管网的总热损失时, 还应考虑阀门、支架等未保温或保温薄弱部分的附加热损失, 宜增加 10%~15%。

5.2.4 直埋蒸汽管道保温层界面温度和保温管外表面温度的计算应符合下列规定:

1 保温层界面温度应按下式计算:

$$t_i = t_0 - q \sum \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{D_i}{D_{i-1}} \quad (5.2.4-1)$$

2 保温管外表面温度按下式计算:

$$t_w = t_0 - q \sum R \quad (5.2.4-2)$$

式中 $\sum R$ ——保温层总热阻 ($m \cdot K/W$)。

5.2.5 直埋蒸汽管道邻近温度场,可按本规程附录 C 计算。

6 外护管及防腐

6.1 一般规定

6.1.1 外护管应能承受动荷载、静荷载及热应力，并应具有密封、防水、耐高温、防腐性能。

6.1.2 应根据工程实际情况选择直埋蒸汽管道的外护管材料和防腐材料。当地下水位高于敷设的直埋蒸汽管道管底时，应采用钢质外护管。

6.1.3 外护管及管件应根据直埋蒸汽管道的结构形式、敷设环境和运行状况进行设计。直埋蒸汽管道的受力应考虑下列因素：

- 1 外护管、工作管及其附件、保温层重量；
- 2 工作管滑动支座、内固定支座传递的作用力；
- 3 土重量产生的侧向、竖向压力；
- 4 因温度变化产生的作用力；
- 5 工作管位移通过保温层传递的力；
- 6 静水压力和水浮力；
- 7 车辆等荷载。

6.1.4 钢质外护管宜采用无补偿方式敷设。

6.2 钢质外护管的刚度和稳定性

6.2.1 钢质外护管应选用符合国家相关标准的直焊缝钢管或螺旋焊缝钢管。当采用非标准钢管时，其技术要求应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。

6.2.2 在运输、施工和运行时，不应破坏保温层和外防腐结构。对不带空气层的保温结构，钢质外护管的外直径与壁厚的比值不应大于 140；对带空气层的保温结构，钢质外护管的外径与壁厚的比值不应大于 100。

6.2.3 当直埋蒸汽管道埋设较深或外荷载较大时，应按无内压状态验算在外力作用下钢质外护管的变形，其直径的变形量不得大于管径的3%，且外护管的变形不应导致保温材料的损坏或阻碍工作管轴向移动。变形量应按本规程附录D的规定计算确定。

6.3 钢质外护管的防腐

6.3.1 钢质外护管必须进行外防腐，其防腐设计应符合国家现行标准《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》SY 0007的规定。

6.3.2 钢质外护管的防腐蚀等级应根据土的腐蚀性等级按表6.3.2确定，当沿线土的腐蚀性质处于不同指标时，应按较高防腐等级确定。

表 6.3.2 土的腐蚀性等级及防腐蚀等级

土的腐蚀性等级	土的腐蚀性质				防腐蚀等级
	土的电阻率 ($\Omega \cdot m$)	含盐率(质量) (%)	含水率(质量) (%)	电流密度 (mA/cm ²)	
高	<20	>0.75	>12	>0.3	特加强级
中	20~50	0.75~0.05	5~12	0.3~0.025	加强级
低	>50	<0.05	<5	<0.025	普通级

6.3.3 钢质外护管的防腐材料，应符合国家现行标准《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200的规定。

6.3.4 对防腐层应按照国家现行标准《管道防腐层检漏试验方法》SY/T0063进行在线电火花检漏。应根据防腐层种类和防腐等级确定检测电压，以不打火花为合格。

6.3.5 采用外防腐涂层保护钢质外护管的同时，还应采取牺牲阳极阴极保护措施。

6.4 玻璃钢外护管

6.4.1 直埋蒸汽管道采用玻璃钢外护管时，性能应符合国家现

行标准《玻璃纤维增强塑料外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129 和《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200 的规定。

6.4.2 玻璃钢外护管除应满足长期使用温度的要求外，且应考虑土的碱度的影响。玻璃纤维应采用无碱玻璃纤维无捻纱（布），树脂耐温性能不应低于 90℃。

6.4.3 玻璃钢外护管的长期机械性能应符合表 6.4.3 的要求。

表 6.4.3 长期机械性能

试验温度 (°C)	试验时间 (h)	拉伸强度 (MPa)
90	1500	≥20

6.4.4 玻璃钢外护管的最小壁厚，应满足刚度和冲击荷载的要求，外径与壁厚的比值不应大于 100，其最小壁厚不应小于 3.0mm。

7 工程测量及土建工程

7.1 工程测量

7.1.1 工程测量应符合国家现行标准《城市测量规范》CJJ 8 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

7.1.2 竣工测量应测量管路附件、设备、交叉管线的中心坐标和位置，变坡点、变径点、分支点、高程垂直变化点、交叉点的外层上表面高程。

7.2 土方工程

7.2.1 管道沟槽的开挖、回填及验收，应符合国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

7.2.2 管沟回填时，在外护管周围 200mm 以内，回填土不得含有粒径大于 10mm 的碎砖、石块或冻土块等坚硬杂物。

7.3 土建结构工程

7.3.1 直埋蒸汽管道土建结构工程的施工及验收，应符合国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

8 管道安装

8.1 一般规定

8.1.1 直埋蒸汽管道的安装，应符合国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

8.1.2 直埋蒸汽保温管的管材及管路附件等，应按设计要求购置或加工，预制的直埋蒸汽管道应符合国家现行标准《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200 的规定，并应具有产品合格证书。

8.1.3 对生产厂提供的各种规格的管材、管件及保温制品，应抽取不少于一组试件的材质，进行材质化学成分分析和机械性能检验。

8.1.4 直埋蒸汽保温管、管件及附件，在吊装、运输和安装时，必须采取防止损坏和防水措施。

8.1.5 钢管焊接时，应对保温层及外护管端面采取保护措施。

8.2 管道安装

8.2.1 安装管道时，应保证两个固定支座间的管道中心线成同一直线，且坡度应符合设计的要求。

8.2.2 直埋蒸汽管道在吊装时，应按管道的承载能力核算吊点间距，均匀设置吊点，并应使用不损伤管道防腐层的绳索（带）进行吊装。

8.2.3 雨期施工应采取防雨排水措施，工作管和保温层不得进水。

8.2.4 直埋蒸汽管道的现场焊接及检验，应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 及国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规

定。

8.2.5 工作管的现场接口焊接应采用氩弧焊打底。焊缝应进行100% X射线探伤检查，焊缝内部质量不得低于现行国家标准《钢管环缝熔化焊对接接头射线透照工艺和质量分级》GB/T 12605中的Ⅲ级质量要求。

8.3 保温补口

8.3.1 保温补口应在管道安装完毕，探伤检验及强度试验合格后进行。补口质量应符合设计要求，每道补口应有检查记录。

8.3.2 补口前应拆除封端防水帽或需要拆除的防水涂层。保温补口应与两侧直管段或管件的保温层紧密衔接，缝隙应采用弹性保温材料填充。

8.3.3 硬质复合保温结构的直埋蒸汽管道，粘贴保护垫层时，应对补口处的工作管表面进行预处理，其质量应达到现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923规定的St2级。

8.3.4 若管段已浸泡进水，应清除浸湿的保温材料或烘干后，方可进行保温补口。

8.3.5 保温层补口施工应符合下列规定：

1 补口处的保温结构、保温材料、外护管材质及厚度应与直管段相同；

2 保温补口应在沟下无积水、非雨天的条件下进行施工；

3 硬质复合保温结构管道的保温施工，应先进行硬质无机保温层包覆，嵌缝应严密，再连接外护管，然后进行聚氨酯浇注发泡；

4 泡沫层补口的原料配比应符合设计要求。原料应搅拌均匀，泡沫应充满整个补口段环状空间，密度应大于 $50\text{kg}/\text{m}^3$ 。当环境温度低于 10°C 或高于 35°C 时，应采取升温或降温措施；

5 保温层采用软质或半硬质无机保温材料时，在补口的钢质外护管焊缝部位内侧，应衬垫石棉布等耐高温材料。

8.3.6 外护管的现场补口应符合下列规定：

1 钢质外护管宜采用对接焊，焊接不应少于两遍，并应进行 100% 超声波探伤检验，焊缝内部质量不得低于现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345 中的 III 级质量要求；

2 钢质外护管补口前应对补口段进行预处理，除锈等级应根据使用的防腐材料确定，并符合现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 中 Sa2.5 级的要求；

3 补口段预处理完成后，应及时进行防腐，防腐等级应与外护管相同，防腐材料应与外护管一致或相匹配；

4 防腐层应采用电火花检漏仪检测，耐击穿电压应符合设计要求；

5 玻璃钢外护管的补口应采用与外护管等厚的补口套管，补口套管与外护管应采用梯形过渡对接连接。可采用短玻璃纤维树脂粘结，再缠厚度不小于 3mm 的玻璃钢加强，搭接长度不应小于 100mm。当采用现场缠绕补口时，补口玻璃钢厚度不应小于直管段外护玻璃钢厚度；

6 外护管接口应做严密性试验，试验压力应为 0.2MPa。试验应按现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的要求进行。

8.3.7 补口完成后，应对安装就位的直埋蒸汽管及管件的外护管和防腐层进行检查，发现损伤，应进行修补。

8.4 试压、吹洗及试运行

8.4.1 直埋蒸汽管道安装完成后应进行强度和严密性试验。

8.4.2 强度和严密性试验，应按设计参数和国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定执行。

8.4.3 直埋蒸汽管道应用蒸汽进行吹洗。吹洗的蒸汽压力和流量应按计算确定。当无计算资料时，可按压力不大于管道工作压力的 75%，流速不低于 30m/s 进行吹洗；吹洗次数应根据管道

长度确定，但不应少于 3 次，每次吹洗时间不应少于 15min 。
当吹洗流速较低，应增加吹洗次数。

8.4.4 直埋蒸汽管道的试运行，应符合国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

9 工程验收

9.0.1 直埋蒸汽管道的工程竣工验收，应符合国家现行标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

9.0.2 应对补偿器、内固定支座、疏水装置等管路附件做出标识。对排潮管、地面接口等易造成烫伤的管路附件，应设置安全标志和防护措施。验收时应应对标记进行检查。

10 运 行

10.1 一 般 规 定

10.1.1 运行操作人员、维护人员、调度员应经过技术培训，持证上岗。

10.1.2 直埋蒸汽管道疏水井、检查井及构筑物内的临时照明电源电压不得超过 36V，严禁使用明火照明。当人员在井内作业时，严禁使用潜水泵。

10.1.3 当发现井室或构筑物内有异味时，应立即进行通风，并进行检测，确认安全后方可进入操作。

10.1.4 直埋蒸汽管道运行中，当蒸汽流量小于安全运行所需最小流量时，应采取安全技术措施或停止管道运行。

10.2 运行前的准备

10.2.1 已停运两年或两年以上的直埋蒸汽管道，运行前应按新建管道要求进行吹洗和严密性试验。

10.2.2 新建直埋蒸汽管道运行前应做好下列准备工作：

- 1 编制运行方案。
- 2 准备交通、通信工具及有害气体检测器、抽水设备等。
- 3 对系统进行全面检查，并应符合下列要求：
 - 1) 管道工程施工、验收手续应完备、审批手续应齐全；
 - 2) 直埋蒸汽管道覆土层应无塌陷，井室内应无积水、杂物，井盖应完好；
 - 3) 阀门操作应灵活，排潮管应畅通。

10.3 暖 管

10.3.1 新建或停运时间超过半年的直埋蒸汽管道，冷态启动时

必须进行暖管。

10.3.2 暖管应在确认运行前准备工作完毕，管道巡线人员、操作人员到位后，方可开始送汽。

10.3.3 暖管开始时，应关闭疏水器前的阀门，打开疏水旁通阀或启动疏水阀门。

10.3.4 暖管时的管内蒸汽温度宜控制在 150°C 以下，暖管时间应以排潮管不排汽而定。

10.3.5 在暖管过程中，当排潮管排汽带压且有响声，稳定 24h 后仍然未改善时，应停止暖管，分析原因，经确认处理后方可重新暖管。

10.3.6 在暖管过程中，蒸汽压力应逐步提高，直至设计工作压力，宜按下列步骤进行：

1 将管内蒸汽压力升至 0.1MPa ，稳压暖管 30min，无异常现象；

2 将管内蒸汽压力分别逐步升至 0.2MPa 、 0.4MPa 和 0.6MPa ，并分别稳压暖管 1h，无异常现象；

3 在 0.6MPa 压力时仍未见异常，蒸汽压力可升至设计工作压力；

4 疏水旁通阀或启动疏水阀门关闭时间及暖管时间应在运行方案中明确规定；

5 根据管道长度、管径大小，暖管时间可适当增减。

10.3.7 在暖管的过程中，当发现疏水系统堵塞，发生“汽水冲击”、固定支座和设备、设施被破坏等现象，应立即停止暖管，查找原因，处理后方可再行暖管。

10.4 运行维护

10.4.1 直埋蒸汽管道运行中应定期检查。当运行参数发生变化或有灾情时，应增加检查次数。主要检查项目应包括井室、疏水装置、排潮管、弯头、补偿器、固定墩等管路附件及设施。

10.4.2 应定期检查记录直埋蒸汽管道外表面温度，保温层层间

温度。

10.4.3 直埋蒸汽管道检查、维修可按照国家有关技术标准执行。

10.4.4 直埋蒸汽管道每两年宜对管道腐蚀情况进行评估，当发现腐蚀加快时，应采取技术措施。

10.5 停止运行

10.5.1 停止运行前，应编制停运方案，并应提前通知用户。

10.5.2 停止运行的各项操作，应严格按停运方案和调度指令进行。

10.5.3 停止运行后，管道内凝结水温度应低于 40℃后，方可打开疏水器旁通阀，排净管道内凝结水。并应将井室内积水及时排除。

10.5.4 停止运行期间，应对管道进行养护。当停运的时间超过半年时，应对工作管、钢质外护管采取防腐措施。

附录 A 常用钢管材料的许用应力

表 A 常用钢管材料的许用应力

钢管 类型	钢号	钢管标准	常温强度指标		在不同温度(°C)下的许用应力(MPa)						
			σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	≤20	100	150	200	250	300	350
焊接 钢管	Q235A	GB/T 3091	375	235	113	113	113	105	94	86	77
	Q235B	GB/T 13793 CJ/T 3022									
无缝 钢管	10	GB/T8163	335	205	112	112	108	101	92	83	77
	20	GB/T 8163	390	245	130	130	130	123	110	101	92
	16Mn	GB/T 8163	490	320	163	163	163	159	147	135	126

附录 B 全国主要城市实测地温(深度 0.0~3.2m)月平均值

表 B 全国主要城市实测地温(深度 0.0~3.2m)月平均值

(°C)

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北 京	0.0	-5.3	-1.5	5.8	16.1	23.7	28.2	29.1	27.0	21.5	13.1	3.5	-3.6
	-0.8	2.6	1.7	3.6	9.4	15.1	20.2	22.8	23.9	21.5	16.9	11.2	5.6
	-1.6	7.4	5.6	5.4	8.0	11.9	15.6	18.6	21.0	20.6	18.3	14.7	10.6
	-3.2	12.7	11.0	9.8	9.5	10.4	12.1	13.9	16.3	17.3	17.3	16.4	14.8
上 海	0.0	4.4	6.2	9.5	15.2	20.2	25.1	30.4	29.9	25.0	18.9	12.8	6.7
	-0.8	9.7	8.9	10.2	13.4	16.7	20.3	24.2	25.9	25.0	21.5	17.5	13.0
	-1.6	13.2	11.4	11.4	12.8	15.2	17.7	20.7	22.9	23.4	21.9	19.4	16.2
	-3.2	17.2	15.8	14.8	14.4	14.8	15.5	16.7	18.2	19.4	19.9	19.7	18.8
天 津	0.0	-5.0	-1.0	5.8	16.2	23.2	28.0	29.4	27.2	22.4	13.5	4.0	-2.4
	-0.8	3.2	2.3	4.5	10.3	15.5	19.9	23.0	23.9	21.9	17.8	12.4	7.3
	-1.6	8.1	6.2	6.3	8.9	12.5	16.1	18.9	20.6	20.4	18.7	15.6	11.7
	-3.2	12.9	11.3	10.1	9.8	10.6	12.0	13.7	15.2	16.3	16.7	16.2	14.8

续表 B

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
哈尔滨	0.0	-20.8	-15.4	-4.8	6.9	16.8	23.2	25.9	24.1	15.7	5.9	-6.2	-16.7
	-0.8	-4.3	-4.8	-2.9	-0.6	2.4	9.7	15.1	17.3	15.4	10.4	4.8	0.3
	-1.6	2.0	0.3	-0.2	0.1	0.2	3.1	8.8	12.2	12.9	11.1	7.9	4.5
	-3.2	6.0	4.7	3.0	2.4	2.1	2.1	4.0	6.6	8.5	9.2	8.6	7.3
长春	0.0	-17.3	-12.7	-3.7	7.4	16.7	22.7	26.0	23.7	16.3	7.2	-4.0	-13.5
	-0.8	-1.3	-2.0	-1.0	0.0	5.2	12.2	17.1	18.9	16.7	12.1	6.4	2.1
	-1.6	3.3	1.6	1.0	1.0	2.5	7.3	11.5	14.5	14.6	12.7	9.4	6.1
	-3.2	7.2	5.8	4.7	4.0	3.8	4.6	6.5	8.6	10.2	10.6	10.1	8.8
沈阳	0.0	-12.5	-7.8	-0.1	9.8	18.2	23.9	26.9	25.7	18.5	9.6	-0.6	-9.4
	-0.8	1.0	-0.7	-0.6	0.9	7.8	14.5	18.8	20.7	18.6	13.8	8.3	3.9
	-1.6	5.0	3.2	2.3	2.6	5.4	10.6	14.5	17.2	17.3	14.8	11.3	7.6
	-3.2	9.2	7.8	6.8	6.2	6.3	7.9	10.0	12.4	14.0	14.1	12.9	11.0
石家庄	0.0	-3.5	0.2	8.5	18.1	24.5	28.8	29.7	27.6	23.4	14.9	5.1	-2.0
	-0.8	3.4	3.5	7.0	12.9	18.2	22.8	25.6	25.6	23.1	18.2	11.9	6.5
	-1.6	8.0	6.5	7.5	11.1	15.2	19.0	22.0	23.5	22.7	20.2	11.1	11.6
	-3.2	13.9	12.1	11.2	11.4	12.7	14.4	16.3	18.1	18.1	18.9	17.8	16.0
呼和浩特	0.0	-12.8	-7.9	1.8	9.9	18.4	24.4	26.5	23.6	16.5	7.9	-2.4	-10.7
	-0.8	1.3	0.6	0.9	1.4	8.3	14.2	17.6	18.7	16.8	12.9	7.8	3.8
	-1.6	4.1	2.6	1.9	1.7	4.6	9.1	12.1	14.2	14.1	12.5	9.6	6.5
	-3.2	7.8	6.5	5.4	4.6	4.6	6.0	7.8	9.5	10.8	11.3	10.8	9.5

续表 B

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
西安	0.0	-0.6	3.6	10.4	17.6	22.4	28.8	30.5	28.6	22.8	15.3	7.4	0.6
	-0.8	4.6	5.0	8.4	12.9	17.0	21.4	24.2	25.1	12.6	18.5	13.2	8.2
	-1.6	8.9	7.6	8.7	11.3	14.4	17.7	20.5	22.4	21.9	19.8	16.5	12.3
	-3.2	14.4	12.8	11.9	12.0	12.9	14.3	15.9	17.7	18.8	18.9	18.1	16.3
银川	0.0	-9.4	-3.8	4.4	12.8	20.6	27.1	30.2	26.9	20.0	10.3	-0.2	-5.9
	-0.8	1.7	0.4	1.4	6.5	11.9	16.8	20.1	20.9	19.4	15.5	9.5	4.3
	-1.6	5.6	3.9	3.4	5.3	8.8	12.4	15.4	17.3	17.4	15.9	12.5	8.5
	-3.2	10.1	8.6	7.4	6.9	7.6	9.1	10.9	12.6	13.8	14.2	13.6	12.1
西宁	0.0	-8.2	-2.5	6.1	12.2	16.6	21.1	22.2	20.0	15.9	8.6	0.6	-5.8
	-0.8	-0.7	-0.9	2.0	7.1	11.4	15.0	17.0	17.1	15.4	12.0	6.8	2.5
	-1.6	3.4	1.9	2.5	5.3	8.8	11.5	13.7	14.8	14.4	12.8	9.7	6.3
	-3.2	7.9	6.4	5.6	5.8	7.0	8.4	9.8	11.0	11.7	11.7	11.0	9.7
兰州	0.0	-7.4	-1.0	7.9	16.3	20.5	25.7	27.3	24.3	19.5	10.8	2.0	-6.2
	-0.8	1.4	-0.7	4.4	10.6	14.4	18.1	20.9	21.1	19.1	15.1	9.4	4.1
	-1.6	6.2	4.6	5.1	8.4	11.4	14.0	16.5	17.9	17.6	15.9	12.6	8.9
	-3.2	10.7	9.2	8.3	8.5	9.7	11.0	12.3	13.8	14.6	14.7	13.9	12.5
乌鲁木齐	0.0	-18.3	-12.7	-3.0	10.4	17.5	24.2	27.2	24.8	17.9	7.7	-3.8	-12.4
	-0.8	-0.1	-0.7	0.4	5.0	10.5	15.2	18.4	19.1	17.6	12.7	7.0	2.8
	-1.6	4.6	3.2	2.7	4.3	7.6	11.1	14.0	16.1	16.1	14.0	10.7	7.4
	-3.2	8.8	7.3	6.1	5.6	6.4	7.9	9.9	11.9	13.1	13.2	12.7	11.0

续表 B

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
济南	0.0	-1.8	1.5	8.3	17.7	24.9	29.5	30.3	28.8	24.2	16.6	7.4	0.3
	-0.8	5.1	4.8	7.6	13.5	19.0	23.0	26.0	26.4	23.9	20.1	14.8	8.8
	-1.6	10.7	9.4	10.1	12.5	16.6	20.5	22.8	24.5	23.9	21.3	18.3	15.2
	-3.2	16.1	14.4	13.5	13.5	14.7	16.6	18.5	19.9	20.9	20.7	19.7	18.3
南京	0.0	2.7	4.6	10.2	16.2	21.1	27.7	32.6	31.4	24.7	18.4	11.2	5.4
	-0.8	8.8	8.2	9.9	13.7	17.3	21.5	25.0	26.7	25.3	21.6	17.2	12.3
	-1.6	12.6	10.8	11.0	12.9	15.5	18.5	21.4	23.7	24.0	22.1	19.3	15.7
	-3.2	16.9	15.3	14.2	14.0	14.6	15.7	17.2	18.8	20.1	20.5	20.0	18.6
蚌埠	0.0	1.7	5.8	11.5	17.5	22.9	30.1	33.5	32.1	26.0	17.8	10.0	4.2
	-0.8	7.7	8.2	10.4	13.3	16.9	21.3	24.7	25.5	24.1	21.1	16.1	10.4
	-1.6	12.0	10.7	11.5	12.8	15.1	18.0	21.0	22.7	22.0	21.6	18.6	15.3
	-3.2	16.5	15.0	14.1	14.0	14.5	15.5	17.0	18.6	19.7	20.0	19.5	18.2
杭州	0.0	4.8	6.5	11.5	17.6	21.0	27.3	33.9	30.8	25.1	19.0	12.7	7.4
	-0.8	10.1	9.3	11.3	14.8	18.1	21.9	25.7	27.0	25.6	22.2	18.1	13.6
	-1.6	13.9	12.1	12.1	13.9	16.4	19.1	22.1	24.2	24.4	22.7	20.2	16.9
	-3.2	18.2	16.8	15.6	15.2	15.7	16.6	18.0	19.5	20.8	21.2	20.8	19.8
南昌	0.0	5.4	7.5	12.5	18.7	22.5	29.2	35.0	33.4	29.3	21.3	14.3	8.3
	-0.8	10.9	10.4	12.5	16.4	19.5	23.9	28.1	29.2	27.6	23.7	18.9	14.5
	-1.6	15.1	13.3	13.5	15.4	18.0	20.9	24.0	26.0	26.0	24.2	21.5	18.2
	-3.2	19.0	17.3	16.3	16.2	17.0	18.3	20.1	21.9	23.0	23.3	22.6	21.1

续表 B

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
郑州	0.0	-0.4	4.0	8.6	17.4	24.2	29.5	30.4	28.3	24.0	16.1	7.8	2.1
	-0.8	6.1	6.4	8.6	12.8	17.5	22.2	24.6	25.3	23.4	19.6	14.3	9.5
	-1.6	10.2	9.0	9.6	11.6	14.8	18.4	21.0	22.6	22.3	20.4	17.1	13.4
	-3.2	14.7	13.2	12.4	12.4	13.3	14.9	16.6	18.3	19.3	19.3	18.8	16.8
武汉	0.0	3.0	6.6	11.7	18.6	22.5	29.5	34.0	33.3	28.4	20.3	12.3	6.8
	-0.8	10.0	9.3	11.0	14.6	17.8	21.9	25.0	26.5	25.8	22.3	18.2	13.5
	-1.6	14.3	12.4	12.3	13.9	16.1	18.7	21.4	23.4	23.9	22.7	20.3	17.2
	-3.2	18.3	16.9	15.9	15.5	15.7	16.4	17.5	18.7	19.8	20.4	20.3	19.6
长沙	0.0	4.6	6.6	12.2	18.6	21.6	29.6	35.3	32.2	28.7	20.6	13.0	8.1
	-0.8	10.8	9.6	11.7	15.5	18.4	22.9	27.0	27.9	26.7	23.2	18.2	13.9
	-1.6	14.2	12.2	12.4	14.6	17.0	19.8	23.0	25.1	25.2	23.6	20.3	17.0
	-3.2	18.2	16.5	15.4	15.3	16.2	17.4	19.1	20.9	22.0	22.2	21.4	19.9
广州	0.0	15.9	16.4	20.4	24.5	28.0	29.8	31.8	31.7	30.6	27.3	22.1	17.4
	-0.8	19.1	18.3	19.8	22.4	25.4	27.0	28.4	29.1	28.7	26.9	24.0	20.6
	-1.6	21.3	20.2	20.3	21.9	24.0	25.6	27.0	27.8	28.0	27.2	25.4	22.9
	-3.2	23.7	22.6	21.9	22.0	22.8	23.8	24.6	25.5	26.1	26.3	25.8	24.7
成都	0.0	6.9	9.6	14.8	20.2	23.7	26.8	28.8	27.8	23.8	18.4	13.7	8.6
	-0.8	10.7	10.7	13.2	16.8	19.9	22.6	24.8	25.5	24.2	21.2	17.8	13.9
	-1.6	13.4	12.4	13.3	15.7	18.2	20.4	22.5	23.8	23.6	22.0	19.6	16.5
	-3.2	18.3	17.0	16.3	16.5	17.5	18.6	19.9	21.2	22.0	22.0	21.3	19.9

续表 B

地名	深度 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
贵阳	0.0	6.2	8.4	14.7	19.5	21.1	25.0	27.7	27.3	24.0	17.7	13.4	8.3
	-0.8	11.4	10.8	12.9	16.1	18.3	20.7	20.9	23.9	23.3	20.4	17.4	14.4
	-1.6	14.0	12.8	13.2	15.1	17.0	18.9	20.9	22.2	22.4	21.1	18.9	16.5
	-3.2	17.4	16.1	15.3	15.4	16.1	17.1	18.3	19.6	20.3	20.5	19.9	18.8
昆明	0.0	9.7	12.2	17.0	22.1	24.3	22.6	23.0	22.7	21.6	17.2	13.7	10.0
	-0.8	12.4	12.6	14.1	16.4	18.8	19.7	20.6	21.2	21.2	19.4	16.9	14.1
	-1.6	14.7	14.0	14.2	15.3	16.9	18.1	19.0	19.8	20.2	19.6	18.2	16.4
	-3.2	17.4	16.7	16.2	16.0	16.2	16.5	17.0	17.4	17.8	18.1	18.2	17.8
拉萨	0.0	-1.0	3.3	8.4	14.2	20.0	22.6	19.0	18.1	16.2	10.2	3.5	-0.7
	-0.8	2.8	3.4	6.2	9.9	13.1	16.1	16.7	16.6	15.5	12.8	8.1	4.7
	-1.6	4.8	4.4	6.1	8.7	11.4	14.0	15.2	15.6	15.1	13.4	9.9	6.8
	-3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
台北	0.0	11.7	16.3	18.5	21.9	26.3	28.2	30.4	30.0	28.3	24.6	21.2	18.0
	-1.0	19.8	18.7	19.2	20.7	23.4	25.5	27.5	28.2	28.1	26.4	24.2	21.7
	-3.0	23.1	22.2	21.6	21.3	21.6	22.4	23.3	24.3	25.0	25.2	24.9	24.2
	-5.0	23.6	23.4	23.0	22.7	22.4	22.3	22.5	22.6	22.9	23.3	23.6	23.7

附录 C 直埋蒸汽管道邻近温度场的计算

C.0.1 单管敷设直埋蒸汽管道邻近温度场，可按下列式计算：

$$t_{x,y} = t_g + \frac{t_0 - t_g}{2\pi\lambda_g R} \ln \sqrt{\frac{x^2 + (y+H)^2}{x^2 + (y-H)^2}} \quad (\text{C.0.1})$$

C.0.2 双管敷设直埋蒸汽管道邻近温度场，可按下列式计算：

$$t_{x,y} = t_g + \frac{q_1}{2\pi\lambda_g} \ln \sqrt{\frac{x^2 + (y+H)^2}{x^2 + (y-H)^2}} + \frac{q_2}{2\pi\lambda_g} \ln \sqrt{\frac{(x-s)^2 + (y+H)^2}{(x-s)^2 + (y-H)^2}} \quad (\text{C.0.2})$$

式中 $t_{x,y}$ ——在 x, y 坐标点土的温度 (°C)；

x ——距管道中心的水平距离 (m)；

y ——距地表面的垂直距离 (m)；

R ——管道的保温和土的总热阻 ($\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$)；

t_0 ——蒸汽温度 (°C)；

t_g ——管道中心埋设深度处土的自然温度 (°C)。

附录 D 钢管径向变形的计算

D.0.1 钢管在外荷载作用下的径向变形，可按下列公式计算：

$$\Delta x = \frac{ZKWD_m^3}{8EI + 0.061E_s D_m^3} \quad (\text{D.0.1-1})$$

$$W = W_1 + W_2 \quad (\text{D.0.1-2})$$

$$I = \frac{\delta^3}{12} \quad (\text{D.0.1-3})$$

式中 Δx ——钢管水平方向最大变形量 (m)；

D_m ——钢管的平均直径 (m)；

W ——作用在单位管长上的垂直荷载 (N/m)；

W_1 ——单位管长上的垂直土荷载 (N/m)；

W_2 ——地面汽车或其他重物传递到管上的垂直荷载(N/m)；

Z ——钢管变形滞后系数，宜取 1.5；

K ——基座系数，应按表 D.0.1 确定；

E ——钢材弹性模量 (N/m²)；

I ——单位管长截面惯性矩 (m⁴/m)；

δ ——钢管公称壁厚 (m)；

E_s ——土的变形模量 (N/m²)，应按表 D.0.1 确定。

表 D.0.1 敷管条件的设计参数

敷管类型	敷管条件	E_s (N/m ²)	基础包角	基座系数
类型 1	管道敷设在未扰动的土上，回填土松	1.0	30°	0.108
类型 2	管道敷设在未扰动的土上，管道中线以下的土轻轻压实	2.0	45°	0.105
类型 3	管道敷设在厚度不小于 100mm 的松土垫层内，管顶以下的回填土轻轻压实	2.8	60°	0.103

续表 D. 0. 1

敷管类型	敷管条件	$E_s(N/m^2)$	基础包角	基座系数
类型 4	管道敷设在砂卵石或碎石垫层内, 垫层顶面在管底以上 1/8 管径处, 但不应小于 100mm, 管顶以下回填土夯实, 夯实密度约为 80%	3.5	90°	0.096
类型 5	管道中线以下安放在压实的团粒材料内, 夯实管顶以下的团粒材料, 夯实密度约为 90%	4.8	150°	0.085

D. 0. 2 作用在钢管上的土的垂直压力可按下式计算:

$$W_1 = \gamma h D \quad (D. 0. 2)$$

式中 W_1 ——单位管长上的垂直荷载 (N/m);

γ ——回填土的重力密度 (N/m³);

h ——外护管覆土厚度 (m);

D ——外护管外直径 (m)。

D. 0. 3 地面汽车等传递的垂直压力可按下式计算:

$$W_2 = 0.4775 \frac{j_c G_v}{h^2} D \quad (D. 0. 3)$$

式中 W_2 ——汽车传递的垂直荷载 (N/m);

G_v ——汽车的单轮轮压 (N), 按道路或桥梁设计所规定的车辆载重等级取值;

j_c ——冲击系数, 可按表 D. 0. 3 确定。

表 D. 0. 3 冲击系数

路面类型 埋深 h (m)	土 路 面	沥青水泥路面
$h < 0.5$	1.6	1.2
$0.5 \leq h \leq 0.8$	1.4~1.2	1.1
$h > 0.8$	1.0	1.0

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

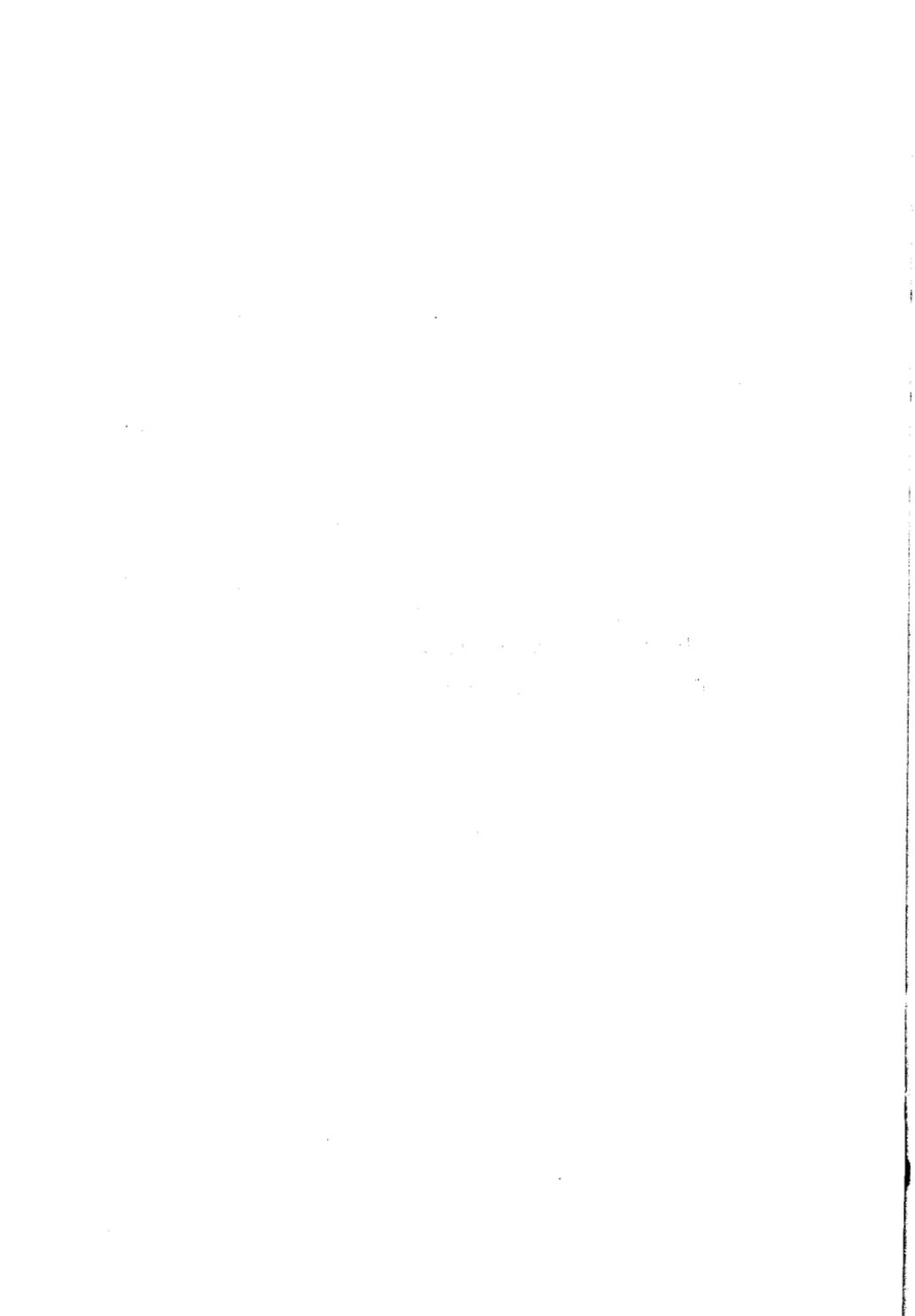
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



中华人民共和国行业标准

城镇供热直埋蒸汽管道技术规程

CJJ 104 - 2005

条文说明

前 言

《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 - 2005 经建设部 2005 年 7 月 15 日以建设部第 348 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄大连市热电集团公司（地址：大连市西岗区沿海街 90 号；邮政编码：116021）。

目 次

1	总则	45
3	管道的布置与敷设	46
3.1	管道布置	46
3.2	敷设方式	46
3.3	管路附件及设施	47
3.4	管件及管道连接	49
4	工作管道强度计算及应力验算	50
5	保温层	51
5.1	一般规定	51
5.2	保温计算	52
6	外护管及防腐	54
6.1	一般规定	54
6.2	钢质外护管的刚度和稳定性	54
6.3	钢质外护管的防腐	55
6.4	玻璃钢外护管	56
7	工程测量及土建工程	57
7.1	工程测量	57
7.2	土方工程	57
8	管道安装	58
8.1	一般规定	58
8.2	管道安装	58
8.3	保温补口	58
8.4	试压、吹洗及试运行	59
9	工程验收	60
10	运行	61

10.1	一般规定	61
10.2	运行前的准备	61
10.3	暖管	61
10.4	运行维护	62

1 总 则

1.0.1 城镇供热直埋蒸汽管道同传统的地沟敷设管道方法相比较，具有占地少、不影响城市景观、施工周期短、热损失少、寿命长等优点，适应城市发展供热的需要，在我国得到了广泛的应用和发展。但目前直埋蒸汽管道的保温结构形式多种多样，材料的选用也五花八门，在管道设计、施工、验收及运行管理等方面也同样存在诸多问题。鉴于这种状况，迫切需要有统一的标准来指导直埋蒸汽管道的设计、施工、验收及运行管理，本着技术可行、安全可靠、经济合理的原则，在总结近年来直埋蒸汽管道实践经验的基础上，编制了本规程。

1.0.2 本条规定的适用压力和适用温度在多年的实践中认为是可行的，同时也与《城市热力网设计规范》CJJ 34 - 2002 相一致。

1.0.3 直埋蒸汽管道的设计、施工、验收及运行管理，可能涉及其他国家现行有关强制性标准，必须遵守。

3 管道的布置与敷设

3.1 管道布置

3.1.1 直埋蒸汽管道的布置原则可按照《城市热力网设计规范》CJJ 34-2002 中的第 8.1 条执行。

3.1.2 直埋蒸汽管道的间距要求，主要参照《城市热力网设计规范》CJJ 34-2002 中的第 8.2.8 条和《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81-98 中的第 3.1.1 条制订。

3.1.3 根据直埋蒸汽管道的特殊性，外护管的外表面温度相对较高，发生事故时可能对地下其他管线和设施产生不利影响，特别做此限制。

3.1.4 直埋蒸汽管道的最小覆土深度，参照《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81-98 中的第 3.1.2 条，结合直埋蒸汽管道的特殊性而制订。

3.2 敷设方式

3.2.1 直埋蒸汽管道敷设在其他管道的上部时，对其他管道产生的热影响较小。

3.2.2 由于直埋蒸汽管道的工作温度较高，由温差产生的应力大大超过了管道许用应力的范围。所以在直埋蒸汽管道系统中，必须采用有补偿的敷设方式。

3.2.3 规定坡度是为了保证管道疏放水的顺畅，尽量避免管道运行中可能发生的“汽水冲击”现象。对于过热蒸汽管道，可以采取无坡敷设方式。

3.2.4 在一般情况下，二个固定支座之间的工作管应尽量避免出现折角。因为折角的出现可能会破坏管道支架、保温材料和波纹补偿器。

3.2.5 直埋蒸汽管道由地下转出地面时，外护管必须与工作管一同引出地面，外护管还必须要有一定的高度防止地面水浸入到直埋蒸汽管道的保温层内。由于此段外护管在地面上，除做防雨设施外，也需做隔热层，防止烫伤行人。

3.2.6 由于直埋蒸汽管道不易检修，当与地沟内敷设管道相连接时，如不采取可靠的防水措施，地沟内有积水时会从直埋蒸汽管道的端面处进入其保温层。

3.3 管路附件及设施

3.3.1 本条第1款：要求选用焊接连接无盘根的截止阀和闸阀，主要是考虑直埋蒸汽管道的阀门通常布置在井室内，焊接连接的阀门基本可做到无泄漏，且抗水击能力强。截止阀和闸阀严密性好，调节方便。在实际工程中，由于埋深、阀门尺寸等因素，大都采用蝶阀。而目前国内蝶阀结构形式差别较大，通过调研和实践，偏心硬质密封蝶阀开关灵活，密封性较好。

第2款：阀门的压力等级要求提高一个档次，主要是从安全性和可靠性上考虑，直埋蒸汽管道阀门检修维护不方便，有的阀门质量不稳定，使用寿命较短，因此提出选用阀门高一个压力等级，从总体性价比看是好的。

第3款：强调阀门必须保温，这符合国家的节能和安全要求。由于阀门外保温比较难做，而且数量相对较少，所以一般不受重视。另外，阀门处的防水、防腐又是薄弱点，必须做到防水、防腐、保温，保证直埋蒸汽管道使用性能。

第4款：采取端面密封措施是考虑井室内进水后，防止水或潮气通过端面进入保温层内。

3.3.2 直埋蒸汽管道必须设置排潮管，一是在管道暖管时排出保温层中的潮气，使保温材料的导热系数达到设计值；二是检查判断管道的故障，若工作管泄漏或外护管不严密而进水，使保温层受潮，在运行时均可通过排潮管向外排汽，并通过排潮管的排汽量可大致判断泄漏点的位置。

3.3.3 本条规定是为保证排潮管不会因外护管与土层间的相对位移较大而导致损坏。但必须保证井内的水不会倒灌到排潮管内，否则应设法引出地面。

3.3.4 排潮管出口不管引至何处，都应保证不会造成地面水或雨水倒灌，同时还应保证行人的安全。

3.3.5 本条规定了疏水装置应设置疏水集水罐，并对集水罐提出了具体要求。设置疏水集水罐，去掉疏水管弯头，减少了故障点，并可防止因管道内杂质堵塞疏水管。集水罐的高度本条未规定，主要是考虑不要束缚疏水装置布置方式的灵活性。

3.3.6 本条第2款：管道穿井壁部位必须采取严密的防水措施，其方式有很多种，如采用柔性法兰密封、波纹帽密封等等，在工程实践中效果均较好。

第3款：规定阀门宜设远程操作机构，其目的是尽量避免操作人员在井室内工作时造成人身伤亡。井室深度大于4m时，宜设双层井室，主要为了维修、操作方便，保证操作、维修人员的安全。

第4款：所谓主副井布置方式，是为了维修、操作人员的安全和方便，主井为阀门井，副井为集水井。疏水设专用井室，对抽水工作更加方便，一般副井较主井深，截面积小。

3.3.7 本条第1款：规定补偿器和三通处应设置固定支座，是因为这些附件和设施不应有位移。而阀门、疏水装置处宜设置固定支座，是因为这些附件和设施也不宜有过量的位移。当这些附件与固定支座有一定距离时，除应满足管道的许用应力范围外，还需考虑位移的影响，如疏水管的套管要适当放大等等。

第2款：内固定支座设置在钢外护管上较经济、合理、施工简单，但由于直埋蒸汽管道有多种形式，所以固定支座形式未做硬性规定，在工程设计时可根据介质温度、管径大小、管道地下周围设施等情况选用不同的固定支座形式。

3.4 管件及管道连接

3.4.1 第2款：直埋蒸汽管道应在工厂预制，能保证其质量。一般情况下，工厂生产的直埋蒸汽管道比现场加工的质量要好。

3.4.2 本条的提出是为了保证直埋蒸汽管道的质量和使用寿命。

3.4.3 为了防止弯头处的保温材料破坏，同时也为了防止弯头处外护管的局部超温而提出的措施。

3.4.4 本条的提出是为了使直埋蒸汽管道的疏水顺畅。

4 工作管道强度计算及应力验算

4.0.3 该条参照国家现行标准《火力发电厂汽水管道应力计算技术规定》SDGJ 6 制订。

4.0.4 由于直埋蒸汽管道的工作管可在外护管中自由移动，可把工作管道视同架空管道，因而工作管道应力验算可以采用国家现行标准《火力发电厂汽水管道应力计算技术规定》SDGJ 6 中的相应规定和方法。

5 保温层

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定的保温结构，是在总结我国近年来应用比较成功的经验提出的，规定原则一些，有利于技术发展。

5.1.3、5.1.4 保温管外表面温度规定的指标是根据经济、节能、减少对地下周围设施的影响提出的，应控制在不高于 50°C 。界面温度不超过有机保温材料安全使用温度 0.8 倍的规定，比《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 中 0.9 倍的规定严格些，有利于保证有机保温材料的寿命。同时，要求校核散热损失和界面温度合格后，最后确定保温厚度。

现行国家标准《设备及管道保温设计导则》GB/T 8175 要求：当无特殊工艺要求时，保温厚度应采用“经济厚度”计算。国内在大连等地实测结果表明，按“经济厚度”计算的保温厚度较小，因而直埋蒸汽管道外表面温度偏高。这不仅影响到周边设施和植被、树木，而且造成外护管或外防腐层老化。因此，规定采用控制外表面温度的计算保温厚度的方法。对于地下水位低、土的导热系数低（例如 $\lambda_g < 1.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）和地温较高的地区，从降低投资考虑，外护管外表面温度可适当提高一些，但不能高于 60°C 。

5.1.5 各地土质条件不同，按目前一些计算手册推荐的土的导热系数往往差别很大，而土的导热系数对计算保温厚度和界面温度有较大影响，因此，规定要收集符合工程实际条件的数据，如无法查到数据，需做必要的实测。在直埋蒸汽管道运行后，土的温度场的形成，使土的含水率降低，进而使土的导热系数降低。为此，借鉴石油行业对直埋热油管道的观察结果（《输油管道的设计与管理》石油工业出版社，1986 年），要求计算保温层厚度

采用的土的导热系数比非运行工况实测值降低5%~10%，这样更接近实际情况。

5.1.6 第5款：土的自然温度是直埋蒸汽管道保温计算的重要依据。首先应尽可能从当地气象、水文、地质、建筑等部门收集实际的历年数据。本规程附录B给出了国内部分城市的实测地温月平均值，该表摘自《地下建筑暖通空调设计手册》，据中央气象局1964年版的《中国地温资料》整理。

5.2 保温计算

5.2.1、5.2.2 直埋蒸汽管道保温厚度计算

公式(5.2.1-1)、(5.2.1-4)系由圆柱体径向热传导计算公式推导而来。采用双管平行敷设时，两管之间存在热影响，将引起外表面温度和界面温度升高，因此，要求按双管条件做校核计算，并适当加大保温层厚度。

空气层等效导热系数的计算，可参考[苏]米海耶夫著《传热学基础》。计算得到等效导热系数后，可按热阻串联原理进行保温计算，以单层保温加空气层或辐射隔热层为例，其散热损失计算式为：

$$q = \frac{t_0 - t_g}{\frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{D_1}{D_o} + \frac{1}{2\pi\lambda_e} \ln \frac{D_{ou}}{D_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \frac{4H}{D_w}}$$

式中 D_1 ——采用保温材料的保温层外径 (m)。

5.2.3 直埋蒸汽管道除向周围土层传热外，还通过土层向地面传热，因此环境热阻的计算比较复杂，国内计算方法也不统一。

为使本规程推荐的计算方法更为合理，对国内外几种常见的计算方法进行了分析比较，确定环境热阻的计算方法。

对于 $\frac{H}{D_w} < 2$ 的浅埋条件，环境温度 t_s 取地面大气温度，按式(5.2.3-1)计算热损失；对 $\frac{H}{D_w} \geq 2$ 的较深埋设条件，环境温度 t_s 可取管中心埋设深度处的土的自然温度 t_g ，环境热阻按下

式计算：

$$R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \frac{4H}{D_w}$$

双管敷设直埋蒸汽管道的附加热阻计算式，引自《管道与设备保温》（中国建筑工业出版社，1984年）。

5.2.5 附录 C 直埋蒸汽管道邻近温度场的计算公式，引自 [苏] E. R. 索科洛夫著《热化与热力网》（机械工业出版社，1988年）。

6 外护管及防腐

6.1 一般规定

6.1.2 近年来直埋蒸汽管道工程出现了多次事故，究其原因，多属于外护管或接口问题。为保证管道长期安全运行，本条对有可能出现水患的地区提出了严格要求，规定采用钢质外护管。

6.1.4 直埋蒸汽管道的钢质外护管采用无补偿方式敷设是针对直管段而言，但有时为保护弯头、三通等薄弱部件，而在局部管段上设置补偿装置还是合理的。

6.2 钢质外护管的刚度和稳定性

6.2.2 压力管道的壁厚是根据其所需要承压能力计算确定的。而对于直埋蒸汽管道的外护管，主要承受的是运输、施工运行过程中的外部荷载，为避免发生过大变形，有必要规定外护管的最小壁厚，使其具有一定的刚度。现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253 - 2003 中规定管壁厚度不小于管道外径的 $1/140$ 。考虑到直埋蒸汽管道单位长度质量虽然大于一般压力管道，但其内部有发泡保温结构支撑，所以其径厚比仍取 140 。而对于带空气层的保温结构，由于外护管内壁没有连续的保温结构支撑，外护管壁厚增加至径厚比不大于 100 。

6.2.3 在直埋蒸汽管道埋设较深或地面荷载较大的地段，外护管会发生椭圆化变形，变形量的大小与外部荷载和外护管管径大小及管壁厚度有关。要求外护管的椭圆化变形不能造成其内部保温结构的破坏，也不得阻碍工作管的轴向移动。同时对最终变形量加以限制，以免外护管会丧失承受外部荷载的能力。

如外护管壁厚达到 6.2.2 条的要求，外护管在正常埋深情况下可不必验算其变形量。但在特殊地段，如埋设深度达 3m 以

上，或浅埋且有重载车辆通过的管段，应考虑对其椭圆化变形进行验算。

6.3 钢质外护管的防腐

6.3.2 土是由固相、气相和液相构成的不均一多相体系，其影响因素多，相互关系复杂，至今还没有一种评价土的腐蚀性的完善方法。本规程采用了国家现行标准《石油化工设备与管道涂料防腐蚀技术规范》SH 3022-1999 的土的腐蚀性等级分类方法。

6.3.4 对于防腐层结构的连续性检验，应根据防腐层结构材料的不同，采用不同的检验方法。用电火花检漏仪进行漏点检查是常用的方法之一。

不同防腐结构的检漏电压是不同的。《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》SY/T 0447-1996 规定的检测电压，普通级为 2kV，加强级为 2.5kV，特加强级为 3kV。《钢质管道溶解环氧粉末外涂层技术标准》SY/T 0315-1997 规定，每 1 μ m 厚度涂层的检漏电压为 5V，通常普通级最小厚度为 300 μ m，加强级为 400 μ m，检漏电压分别为 1.5kV 和 2kV。对于聚乙烯三层防腐结构，《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》SY/T 0413-2000 规定，在线电火花检漏 25kV，现场补口 15kV。采用环氧煤沥青涂料防腐时，根据国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-97 的规定，二油 (≥ 0.2 mm) 为 2kV，三布一油 (≥ 0.4 mm) 为 3kV，四布二油 (≥ 0.6 mm) 为 5kV。因此，本规程对检漏电压未作统一的规定。

6.3.5 任何管道防腐的覆盖层都不会是理想状态的，一旦覆盖层上出现针孔或破损，就会形成大阴极（覆盖部分）、小阳极（针孔或破损部分）的腐蚀电池，由于这一电化学的作用，使腐蚀集中在针孔或破损的部分，更加速了管道的点腐蚀速率。显然，采取阴极保护措施，会大大增加外护管的防腐安全性，当然也会相应增加一些投资。因此，是否采取阴极保护措施，可根据工程具体情况和覆盖层的种类进行技术经济比较后确定。

6.4 玻璃钢外护管

6.4.1 《玻璃纤维增强塑料外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129 - 2001 中规定了玻璃钢长期使用温度为 $-50\sim 65^{\circ}\text{C}$ 。目前,国外已有采用耐高温树脂制成的耐热型玻璃钢,使用温度可达 110°C 。我国近年生产的玻璃钢,也有些品种耐温可达到 95°C 。因此,选用合适的玻璃钢品种也可以满足直埋蒸汽管道的要求。

6.4.2 制作玻璃钢外护管的玻璃纤维的性能指标,应符合《无碱玻璃纤维无捻粗纱》JC/T 277 - 1994 或《无碱玻璃纤维无捻粗纱布》JC/T 281 - 1994 的规定,不饱和聚酯应符合《玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)用液体不饱和聚酯树脂》GB 8237 - 87 的规定。采用其他树脂时,应符合相关标准的规定。

成型方法和工艺是保证玻璃钢外护管质量的关键,采用机械湿法缠绕和喷涂法,禁止采用手工涂糊制作保温外护层管。

6.4.3 根据玻璃钢成型工艺不同,性能略有变化。本表列出的是机械湿法缠绕玻璃钢外护管的性能。采用喷射法成型的玻璃钢,强度约是机械缠绕法的 $2/3$,但采取玻璃丝布和喷射短纤维纱交替复合,性能会大有提高。

6.4.4 本条对玻璃钢外护管的最小壁厚作了规定,以满足一般情况下的刚度要求。但在特殊使用条件下,仍应对外护管的应力、应变、挠度和稳定性进行校核,以确保安全使用。

7 工程测量及土建工程

7.1 工程测量

7.1.1 几年来，各地直埋蒸汽管道的工程测量均执行《城市测量规范》CJJ 8 及《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中的规定，实践证明是可行的、可靠的。

7.2 土方工程

7.2.1 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 有关土方施工的规定，从几年实践看适用于直埋蒸汽管道的土方工程施工。

7.2.2 由于直埋蒸汽管道系脱开式结构，因此可不同于三位一体的直埋热水保温管道，可不用中细砂回填。但为保证防腐层免受破损，规定回填土过筛。

8 管道安装

8.1 一般规定

8.1.4 直埋蒸汽管道的外护管或其外护层一般强度比较低，在吊装、运输、安装过程要有防破损的保护措施。保温层一般吸水率较大，为防止进水，要求在安装过程中严格防水，直至保温补口完成。

8.2 管道安装

8.2.5 总结多年直埋蒸汽管道接口焊接的经验，采用氩弧焊打底，电焊罩面，质量能得到保证。

工作管焊接质量对直埋蒸汽管道安全十分重要，一旦出现焊缝渗漏，将导致管道保温失效。必须在检验环节上把好关，要求对所有焊缝做 100% X 射线探伤检验。实践证明，虽费用高些，但从保证可靠性来看，是必要和值得的。

8.3 保温补口

8.3.1 直埋蒸汽管道出现的事故大多是接口处理技术不过关或施工质量不好而造成的。由于现场条件多变，给接口保温施工带来了难度，所以本条提出按隐蔽工程要求，强化质量监督，并要求每补一道口都要作施工记录，以备检查。

8.3.3 对于硬质复合保温结构，如需将保护垫层粘贴到工作管的外表面，则要求对工作管外表面进行除锈处理，并规定了除锈质量应达到 St3 级，为的是让保护垫层粘贴牢固，以提高耐磨寿命。

8.3.4 这是总结国内多起浸水事故的经验教训作出的规定。

8.3.5 现场接口保温施工，对两种类型保温的工序和保护措施

作了规定。对有机—无机复合保温结构，要求先焊外护钢管再注聚氨酯泡沫塑料；对软质或半硬质无机保温结构，则要求在补口的钢套管焊缝部位衬垫耐温较高的材料，目的都是为了避免补口时，对钢套管施焊损伤耐温较低的保温材料。

8.3.6 直埋蒸汽管道接口的外护管是接口处防水的主要屏障，并有承受外荷载和传递应力的要求。因此，对补口外护管的施工提出了严格要求。钢质外护管要作 100% 超声波探伤和严密性试验，玻璃钢外护管仅作严密性试验。

钢质外护管补口套管采用对接焊接是为了外护管的应力传递和稳定性要求。要求多层焊接是为防止穿透性缺陷。

补口段钢质外套管的除锈等级要求与直管段相同，但除锈工艺可根据现场条件确定，电火花检漏的耐电压水平也与直管段一致，为的是保证全管线管道的寿命。

对玻璃钢外护管补口，要求对接粘结，再缠绕 3mm 厚玻璃钢加强，为的是提高可靠性。

8.4 试压、吹洗及试运行

8.4.3 对吹洗压力限制是考虑到安全，对流速规定不低于 30m/s 是总结国内经验提出来的，流速过低难以吹洗干净。如吹洗流速低于 30m/s，应增加吹洗次数。

9 工程验收

9.0.2 为便于检查和维修，规定对补偿器等直埋蒸汽管路附件位置做出标识。对裸露地面的排潮管等易造成烫伤的部件，要求有标记和防护措施，有利于防患于未然。

10 运 行

10.1 一 般 规 定

10.1.2 疏水井、检查井及构筑物内往往积水或潮湿，当有人在井内抽水时，为保证人身安全，规定了安全照明电压，并严禁使用潜水泵抽水。井室内若用明火照明，可能造成缺氧使人窒息。

10.1.3 直埋蒸汽管道一般在城市内敷设，其地下管网复杂，往往与燃气等管网交叉。因此，当发现井室或构筑物内有异味时，必须进行通风。若通风效果不好，应进行检测是否为可燃或有害气体，确保安全。

10.1.4 本条所说的最小流量，即为设计计算最小安全流量。若管道运行时低于该流量，管道将会产生“汽水冲击”现象。由于直埋蒸汽管道疏水工作难度较大，“汽水冲击”现象出现的频率较架空管道高，因此在运行时，应尽可能避免小流量运行。若无法避免，应采取相应措施，如双管敷设加运行疏水器或末端排汽等，必要时停止运行，以保证管道的安全性。

10.2 运行前的准备

10.2.1 本条规定停运“两年”时间的管道，必须进行吹洗和水压试验，“两年”时间的规定是通过实际调查和实际割管检测确定的。蒸汽管道停运后，因管内潮湿及空气进入，其腐蚀是非常严重的。为了保证安全，重新运行时必须进行吹洗和水压试验，把内部的氧化层和杂质吹洗掉，并按规定进行水压试验。

10.3 暖 管

10.3.5 根据排潮管的工作状况，可以判断工作管或外护管是否产生泄漏。当出现泄漏时，外护管的温度将会高于设计温度，此

时不应继续进行暖管。对于保温层排潮时，虽对外护管寿命有一定的影响，但相对损失较小，可烘干运行一段时间后再进行补救处理。通过实际调查发现，此种情况下进行24h暖管对外护管破坏程度不是很大，24h是个经验数据，是上限。

10.4 运行维护

10.4.2 记录直埋蒸汽管道外表面温度是指管道最不利点（段）的外护管的表面温度，保温层层间温度是指保温材料间的界面温度，通过监测，控制其温度不超过设计值。

10.4.4 直埋蒸汽管道属隐蔽地下设施，与架空、地沟管道不同，检查难度较大。为了保证管道的使用寿命和安全运行，本条规定每两年对管道定期检测一次，要求对工作管和外护管的壁厚、保温材料性能等进行检测。



统一书号：15112·11874

定 价： 12.00 元