



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

城镇供热直埋热水管道电预热安装技术规程

Technical specification for electric preheating installation of
directly buried hot water pipeline for urban heating

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

****出版社

中国工程建设标准化协会标准

城镇供热直埋热水管道电预热安装技术规程

Technical specification for electric preheating installation of
directly buried hot water pipeline for urban heating

T/CECS *** -20XX

主编单位：山东省城乡规划设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年××月××日

XXXX 出版社

2024 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]13号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章和 2 个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、工艺设计、施工安装、工程验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由山东省城乡规划设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给山东省城乡规划设计研究院有限公司（地址：山东省济南市解放路 9 号，邮政编码：250013，邮箱：88593975@163.com）。

主编单位：山东省城乡规划设计研究院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	5
4 工艺设计.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 预热温度计算.....	6
4.3 预热伸长量计算.....	7
5 施工安装.....	9
5.1 一般规定.....	9
5.2 敞沟预热.....	9
5.3 覆土预热.....	10
6 工程验收.....	12
附录 A 固定墩推力和一次性补偿器拉力计算方法.....	13
附录 B 预热管道分支开口补强方案.....	15
用词说明.....	16
引用标准名录.....	17
附：条文说明.....	18

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols.....	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols.....	3
3 Basic Requirements.....	5
4 Process Design	6
4.1 General Requirements.....	6
4.2 Preheating Temperature	6
4.3 Preheating Elongation	7
5 Construction and Installation	9
5.1 General Requirements.....	9
5.2 Wide Valley Preheating	9
5.3 Overburden Preheating	10
6 Project Acceptance.....	12
Appendix A Calculation for Fixed Pier Thrust and Single Action Compensator Tension.....	13
Appendix B Preheating Pipeline Opening Branch Reinforcement Plan.....	15
Explanation of Wording.....	16
List of Quoted Standards.....	17
Addition: Explanation of Provisions.....	18

1 总则

1.0.1 为规范城镇供热直埋热水管道电预热安装工程的设计、施工及验收，保证工程质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建的设计供水温度小于或等于 150°C ，设计压力小于或等于 2.5MPa ，管道公称直径小于或等于 1600mm 城镇供热直埋热水管道电预热的设计、施工、验收和运维管理。

1.0.3 工程施工过程中应采用无污染或减少污染的技术和施工工艺，并应制定相应的环境保护措施。

1.0.4 城镇供热直埋热水管道电预热安装工程的设计、施工、验收和运维管理除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 直埋热水管道 **directly buried heating pipeline**

由工作管、保温层、外护管形成整体保温结构，直埋敷设于土壤中的预制保温管道。

2.1.2 电预热安装 **electric preheating installation**

通过电缆将电预热设备与工作钢管连接并构成闭合回路，将发电机的交流电通过电预热设备转变为低电压、高电流的电能作用于预热管段，利用电阻发热的原理，将工作钢管的温度加热到设计预热温度。

2.1.3 预热温度 **preheating temperature**

在预热安装时直埋热水管道理论计算平均应力为零时的温度，也是预热设备设置的目标温度。

2.1.4 预热理论伸长量 **preheating elongation**

预热管段从起始安装温度达到预热温度时的计算热伸长量。

2.1.5 敞沟电预热 **wide valley preheating**

直埋热水管道在焊接、探伤及保温补口等完成后开始管道预热施工，达到预热验收标准，然后进行沟槽全部回填的预热方式。

2.1.6 覆土电预热 **overburden preheating**

直埋热水管道在焊接、探伤及保温补口等完成时，除一次性补偿器或补偿弯管等膨胀元件位置预留敞口外其余管段全部覆土回填后，再进行管道预热施工，达到预热验收标准的预热方式。

2.1.7 预热段 **preheating pipe section**

在分段预热安装中计算划分的一定长度的管段。

2.1.8 冷却回缩率 **cooling retraction rate**

直埋热水管道冷却后的回缩量与预热段伸长量的比值。

2.1.9 一次性补偿器 **single action compensator**

供热管道预热安装时，仅起一次补偿作用后即将其套管与芯管焊接成整体的补偿器。

2.1.10 计算安装温度 **installation temperature for calculate**

供热管道设计计算和应力验算所采用的当地安装温度。

2.1.11 平均应力温度 average stress temperature

某一特定温度条件下，反映直埋热水管道所承受的平均应力状态。

2.1.12 循环平均温度 cycle average temperature

对管道工作循环周期内不同时间点的热水温度进行加权平均计算。

2.1.13 循环中间温度 cycle intermediate temperature

对管道工作循环中的最高温度和最低温度进行算术平均计算。

2.2 符号

A —— 工作管管壁的横截面积(m^2);

D_i —— 工作钢管内径(mm);

E —— 钢材的弹性模量(MPa);

F_l —— 预热管道单位长度摩擦力(N/m);

L_{pr} —— 预热管段长度(m);

L_c —— 一次性补偿器到固定墩或驻点的距离(m);

ΔL —— 预热管段伸长量(mm);

ΔL_c —— 一次性补偿器的计算预热伸长量(m);

P —— 管道的计算压力(MPa);

P_s —— 一次性补偿器的拉力(N);

t_0 —— 管道计算安装温度($^{\circ}\text{C}$);

t_1 —— 管道工作循环最高温度($^{\circ}\text{C}$);

t_2 —— 管道工作循环最低温度($^{\circ}\text{C}$);

t_i —— 预热开始前的管道温度($^{\circ}\text{C}$);

t_m —— 敞沟预热温度($^{\circ}\text{C}$);

t_{dp} —— 覆土预热温度($^{\circ}\text{C}$);

t_{ms} —— 敞沟预热平均应力温度($^{\circ}\text{C}$);

t_{dps} —— 覆土预热平均应力温度($^{\circ}\text{C}$);

T_s —— 预热管段对固定墩的推力(N);

α —— 钢材的线性膨胀系数 $[\text{m}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})]$;

ν —— 材料的泊松系数;

$\sigma_{t,1}$ ——管道最大工作压力引起的环向应力(MPa);

$\sigma_{t,2}$ ——管道冷运行压力引起的环向应力(MPa);

σ_t ——管道工作压力引起的环向应力(MPa);

δ ——工作钢管壁厚(mm)。

3 基本规定

3.0.1 直埋热水管道电预热安装应在管道焊接完毕、无损检测合格以及接头保温工作完成后进行。

3.0.2 直埋热水管道电预热安装分为敞沟预热和覆土预热。预热安装宜采用敞沟预热，在不具备敞沟预热的条件时可采用覆土预热。

3.0.3 直埋热水管道电预热安装宜采用分段预热方式，预热段划分应科学合理。预热段内不应含有变径和不同材质的钢管。

3.0.4 分段预热的相邻预热段之间可采用一次性补偿器连接，保持预热温度短管连接，自然冷却短管连接等方式。

3.0.5 直埋管道预热段与相邻非预热段连接时，可采用设置固定墩、补偿器或补偿弯头等方式。

3.0.6 运行投产后的电预热施工管道，在改、扩建时应重新进行应力计算分析和专项方案设计。

4 工艺设计

4.1 一般规定

4.1.1 管道计算安装温度应根据固定墩能承受的推力确定，不应高于管道工作循环平均温度。管道对固定墩的推力应按本规程附录 A.0.1、A.0.2 条的规定计算。

4.1.2 预热温度宜基于平均应力温度确定，使管道最大压应力等于最大拉应力。

4.1.3 预热温度宜高于管道计算安装温度，实际预热伸长量应达到理论计算伸长量。

4.1.4 敞沟分段预热的预热段划分应符合下列规定：

- 1 结合发电机设备容量和管网结构等情况划分预热段；
- 2 预热段中不应存在异径管和不同材质钢管；
- 3 预热段设计长度宜为 800-1000m，且不宜小于 500m。

4.1.5 覆土分段预热中一次性补偿器到固定墩或驻点的距离不应超过预热温度下的最小过渡段长度。

4.2 预热温度计算

4.2.1 预热温度基于循环中间温度理论确定时，敞沟预热温度应按下式计算：

$$t_m = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (4.2.1)$$

式中： t_m —— 预热温度(°C)；

t_1 —— 管道工作循环最高温度(°C)，取热网设计供水温度；

t_2 —— 管道工作循环最低温度(°C)，全年运行时取 30°C；只有在供暖季运行时取 10°C。

4.2.2 预热温度基于循环中间温度理论确定时，覆土预热温度应按下式计算：

$$t_{dp} = \frac{t_1 + t_2}{2} + \frac{F_l L_c}{2\alpha EA \times 10^6} \quad (4.2.2)$$

式中： t_{dp} —— 预热温度(°C)；

t_1 —— 管道工作循环最高温度(°C)；

t_2 —— 管道工作循环最低温度(°C)；

F_l —— 预热管道单位长度摩擦力(N/m)；

L_c —— 一次性补偿器到固定墩或驻点的距离(m)；

α —— 钢材的线性膨胀系数[m/(m·°C)]；

E ——钢材的弹性模量(MPa);

A ——工作管管壁的横截面积(m²)。

4.2.3 预热温度基于平均应力温度确定时, 敞沟预热温度应按下式计算:

$$t_{ms} = t_m - \frac{\nu\sigma_{t,1}}{2\alpha E} - \frac{\nu\sigma_{t,2}}{2\alpha E} \quad (4.2.3-1)$$

$$\sigma_t = \frac{PD_i}{2\delta} \quad (4.2.3-2)$$

式中: t_{ms} ——敞沟预热平均应力温度(°C);

t_m ——循环中间温度(°C);

ν ——材料的泊松系数;

$\sigma_{t,1}$ ——管道最大工作压力引起的环向应力(MPa);

$\sigma_{t,2}$ ——管道冷运行压力引起的环向应力(MPa);

α ——钢材的线性膨胀系数[m/(m·°C)];

E ——钢材的弹性模量(MPa);

σ_t ——管道工作压力引起的环向应力(MPa);

P ——管道的计算压力(MPa);

D_i ——工作钢管内径(mm);

δ ——工作钢管壁厚(mm)。

4.2.4 预热温度基于平均应力温度确定时, 覆土预热温度应按下式计算:

$$t_{dps} = t_{ms} + \frac{F_l L_c}{2\alpha EA \times 10^6} \quad (4.2.4)$$

式中: t_{dps} ——覆土预热平均应力温度(°C);

t_{ms} ——敞沟预热平均应力温度(°C);

F_l ——预热管道单位长度摩擦力(N/m);

L_c ——一次性补偿器到固定墩或驻点的距离(m);

α ——钢材的线性膨胀系数[m/(m·°C)];

E ——钢材的弹性模量(MPa);

A ——工作管管壁的横截面积(m²)。

4.3 预热伸长量计算

4.3.1 敞沟预热管段的预热伸长量应按下式计算:

$$\Delta L = \alpha(t_{ms} - t_i)L_{pr} \times 1000 \quad (4.3.1)$$

式中： ΔL —— 预热管段伸长量(mm)；

α —— 钢材的线性膨胀系数[m/(m·°C)]；

t_{ms} —— 敞沟预热温度(°C)；

t_i —— 预热开始前的管道温度(°C)；

L_{pr} —— 预热管段长度(m)。

4.3.2 覆土预热一个预热段设置多个一次性补偿器时，一次性补偿器应均匀布置，每个一次性补偿器的预热伸长量应按下式计算：

$$\Delta L_c = 2L_c[\alpha(t_{dps} - t_i) - \frac{F_l L_c}{2EA \times 10^6}] \quad (4.3.2)$$

式中： ΔL_c —— 一次性补偿器的计算预热伸长量(m)；

L_c —— 一次性补偿器到固定墩或驻点的距离(m)；

α —— 钢材的线性膨胀系数[m/(m·°C)]；

t_{dps} —— 覆土预热温度(°C)；

t_i —— 预热开始前的管道温度(°C)；

F_l —— 预热管道单位长度摩擦力(N/m)；

E —— 钢材的弹性模量(MPa)；

A —— 工作管管壁的横截面积(m²)。

5 施工安装

5.1 一般规定

5.1.1 电预热安装工程的企业必须具有市政公用工程施工总承包或施工劳务资质及安全生产许可证书。

5.1.2 电预热安装工程开工前应根据工程规模、特点和施工环境条件等，编制施工组织方案及安全、技术、质量等管理体系。

5.1.3 电预热安装施工制定的安全管理及环保等措施，应符合国家法律法规及现行标准规范的规定。

5.1.4 电预热安装选用的发电机额定功率、电压、电流应与电预热设备相匹配，电流、电压相对稳定。

5.1.5 电预热施工前应平整发电机、预热设备停放的场地，保证发电机和电预热设备安全停放，正常工作。预热设备安装位置与预热管道端部电缆长度不宜超过 20m。

5.1.6 电预热施工场地应设置警示带、警示牌等设施，严禁非施工人员进入施工场地。

5.1.7 预热时直埋热水管道及管沟不应有积水，防止形成短路。

5.1.8 电预热前应布置温度测点，测温点位置距离预热段端部距离不应小于 12m。

5.1.9 电预热加热过程应温升平稳。管道管径小于 DN1200mm 时，温升速度宜控制在每小时 4℃/km 以内；管径大于等于 DN1200mm 时，温升速度宜控制在每小时 3℃/km 以内。

5.1.10 当实际预热温度已超过计算值而预热管段的预热伸长量未达到计算量时，应采取辅助措施促使管道伸长。

5.2 敞沟预热

5.2.1 电预热施工前应采取防止管道横向失稳及漂管的措施。

5.2.2 电预热施工前应将管道内的积水排空，施工过程中管沟出现积水时应及时排尽。

5.2.3 电预热施工前应完成管道上预制三通管件的安装，且不应与三通分支管连接。预热施工完成后增加管道分支开口时宜采用预制三通管件。

5.2.4 分段预热的两个预热段之间应留有 2m~3m 的空间，在下一管段进行预热

时，上一预热段的回缩量宜一并补足。

5.2.5 直埋热水管道沟槽内不应有阻碍预热段管道自由伸长的土石方或建（构）物等。

5.2.6 预热段在按照设计要求全部回填夯实完成前，应维持预热温度。

5.2.7 预热段长度为 800-1000m 时，管道的冷却回缩率应控制在 10%-15%。预热段长度较短时应，结合实际情况确定冷却回缩率。

5.2.8 敞沟预热施工工序应符合下列规定：

1 按施工程序完成管沟开挖，管道焊接、探伤、接头保温等施工及验收工作；

2 按规范和设计要求回填砂的高度不应小于外护管管径的 3/4，不宜大于外护管管顶以上 200mm，管顶砂不应夯实，且预热段两端宜预留 12m 不回填；

3 在预热段两端焊接螺栓，螺栓间距不宜小于 100mm，安装位置距管端不宜小于 30mm，且全部满焊；

4 在靠近预热设备侧的管道安装温度传感器，距离管端不宜小于 12m，传感器探头应紧密贴合并固定在钢管表面，实时检测钢管温度；

5 在预热段两端以及中间位置安装长度检测装置；

6 对预热管道两端采取密封措施，减少热量散失；

7 采用绝缘电缆连接工作钢管端部焊接螺栓和电预热设备；

8 启动电预热设备，开始记录初始参数及工作钢管升温等数据；

9 预热段达到验收标准后，进行施工验收；

10 验收合格后，在维持预热温度的状态下进行沟槽回填和分层夯实；

11 管沟回填夯实验收合格后，电预热设备停机；

12 拆除电缆、温度传感器及挖孔填补等后完成电预热验收报告单。

5.3 覆土预热

5.3.1 覆土预热应采用一次补偿器吸收管道的预热伸长量。

5.3.2 覆土预热一次性补偿器内外套筒的焊接应在达到预热温度及设计膨胀量后进行，一次性补偿器内外套筒的焊接接头应按等强度原则设计，焊接焊缝强度应能满足直埋热水管道锚固状态所承受的轴向力。

5.3.3 覆土预热施工工序应符合下列规定：

- 1 按施工程序完成管沟开挖，管道焊接、探伤、保温补口及管沟回填后进行预热；
- 2 采用绝缘电缆将一次性补偿器两侧连接，标记一次性补偿器初始位置；
- 3 采用绝缘电缆连接工作钢管端部焊接螺栓和电预热设备；
- 4 启动电预热设备，开始记录初始参数及工作钢管升温等数据；
- 5 达到计算预热温度后进行一次性补偿器焊接，焊接强度应满足设计要求；
- 6 应维持管道温度高于预热温度以下 5℃范围内，若管道温度低于允许范围时，应暂停一次性补偿器焊接作业，重启预热设备加热达到允许温度范围后，再继续焊接；
- 7 一次性补偿器焊接完成验收合格后，电预热设备停机；
- 8 拆除电缆、温度传感器及挖孔填补等后完成电预热验收报告单；
- 9 进行一次性补偿器保温补口及工作坑回填夯实。

6 工程验收

6.1.1 敞沟电预热安装验收合格判定应符合下列规定：

1 预热段为直管段时，应以预热温度下管道实际伸长量等于计算伸长量作为判定合格的标准；

2 如预热段中含有弯头、弯管等热补偿部件或局部管段回填，当达到预热温度而实际伸长量未达到计算伸长量的 80%时，应提高预热温度且不超过 3℃ 以达到计算伸长量的 80%以上，否则应以此预热温度作为判定合格的标准。

6.1.2 覆土电预热安装以预热温度作为判定合格的标准。

6.1.3 敞沟电预热安装验收判定合格后，应在维持预热温度的状态下按照现行《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 及设计要求从预热段两端开始进行沟槽回填和分层夯实，确保管道回缩量符合要求，回填时间不宜超过 16h。两个预热段接口处应在焊缝无损探伤检测合格后按照设计要求进行保温补口及回填夯实。

6.1.4 覆土电预热安装验收判定合格后，按规范和设计要求进行一次性补偿器的保温补口和局部沟槽回填夯实。

6.1.5 电预热竣工验收应由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位共同进行。

6.1.6 竣工资料应包括预热时间、温升速度及伸长量等相关数据记录表及竣工验收报告等。

附录 A 固定墩推力和一次性补偿器拉力计算方法

A.0.1 管道对固定点的作用力计算应包括下列内容：

- 1 管道热胀冷缩受到土壤约束产生的作用力；
- 2 内压产生的不平衡力；
- 3 活动端位移产生的作用力。

A.0.2 直埋热水管道固定点两侧管段作用力合成应符合下列原则：

1 根据固定点两侧管段土壤摩擦力下降造成的轴向力变化的差异，应按最不利情况进行合成；

2 固定点两侧管段由热胀受约束引起的作用力和活动端作用力的合力相互抵消时，较小方向作用力应乘以 0.8 的抵消系数；当固定点两侧管段均为锚固段时，抵消系数应取 0.9。

A.0.3 在管道工作循环最高温度时，敞沟预热管段对固定墩的推力应按下列公式计算：

$$T_s = \alpha \times E(t_1 - t_0)A \times 10^6 \quad (\text{A.0.3})$$

式中： T_s ——预热管段对固定墩的推力(N)；

α ——钢材的线性膨胀系数[m/(m·℃)]；

E ——钢材的弹性模量(MPa)；

t_1 ——管道工作循环最高温度(℃)；

t_0 ——管道计算安装温度(℃)；

A ——工作管管壁的横截面积(m²)。

A.0.4 在管道工作循环最高温度时，覆土预热管段对固定墩的推力应按下列公式计算：

$$T_s = \alpha \times E(t_1 - t_0)A \times 10^6 + F_l \times L_c \quad (\text{A.0.4})$$

式中： T_s ——预热管段对固定墩的推力(N)；

α ——钢材的线性膨胀系数[m/(m·℃)]；

E ——钢材的弹性模量(MPa)；

t_1 ——管道工作循环最高温度(℃)；

t_0 ——管道计算安装温度(℃)；

A ——工作管管壁的横截面积(m²)；

F_l ——预热管道单位长度摩擦力(N/m)；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/717115051041006160>