

一、 应用背景

大多数的供热管网均采用钢制管材作为主要管道。由于钢管有其低蠕变性、高强度、耐高温等特点一直是热力管网的首选，但是钢管的缺点为耐腐蚀性较差、安装费时费力、锈蚀沉积造成堵塞、使用寿命短。随着塑料管材料的发展，耐热性聚乙烯材料问世，尤其是 PERT II 材料的研发，不仅在耐热性能上具有优势，它可更大的节省材料、无腐蚀、质轻易安装、材料可以回收、其耐应力开裂性能及抗划痕性均满足二次热力管网的使用要求。

以下是供热管网中钢管的腐蚀图片。钢管的腐蚀使其使用寿命大为缩短，城市内开挖修复给交通带来不便，维修成本较高。



二、 PERT II 保温管材的基本介绍

(1) 本文介绍的 PERT II 保温管材主要应用于热力管网的二次管网，二次管网的供热特点为：

| 温度/°C | 时间/月 | 压力/MPa |
|-------|------|-------------|
| 50—60 | 1 | 0.4、0.6、0.8 |

| | | |
|-------|---|--|
| 60-70 | 2 | |
| 70-80 | 1 | |

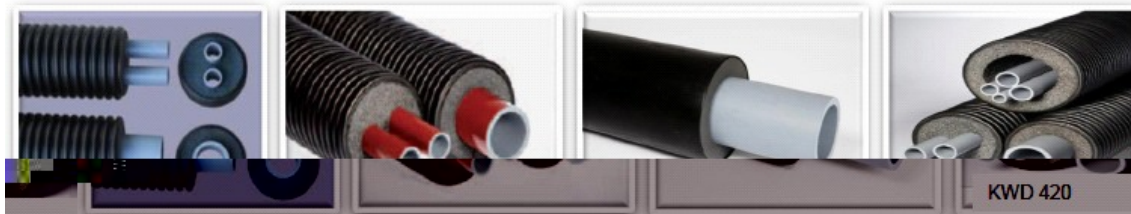
由上表可知二次管网合计每年供暖时间为 4 个月，最高温度不超过 80℃，主要温度在 70℃，压力不超过 0.8 MPa。

(2) PERT II 型材料

采用 C₆ 单体共聚而成，在分子量分布和密度上比 PERT I 型有改善，从而在加工流变性、耐划伤性、耐高温性、耐应力开裂性、耐腐蚀性方面均有提高，使用寿命也较 I 型有所延长。

(3) PERT II 型保温材料

一般为三层结构。内层为承压塑料管道（PERT II 型管材），中间层为发泡保温层（我公司初步拟定选择聚氨酯 PU 发泡 A+B），外层为高密度聚乙烯保护套管（可为波纹管）。



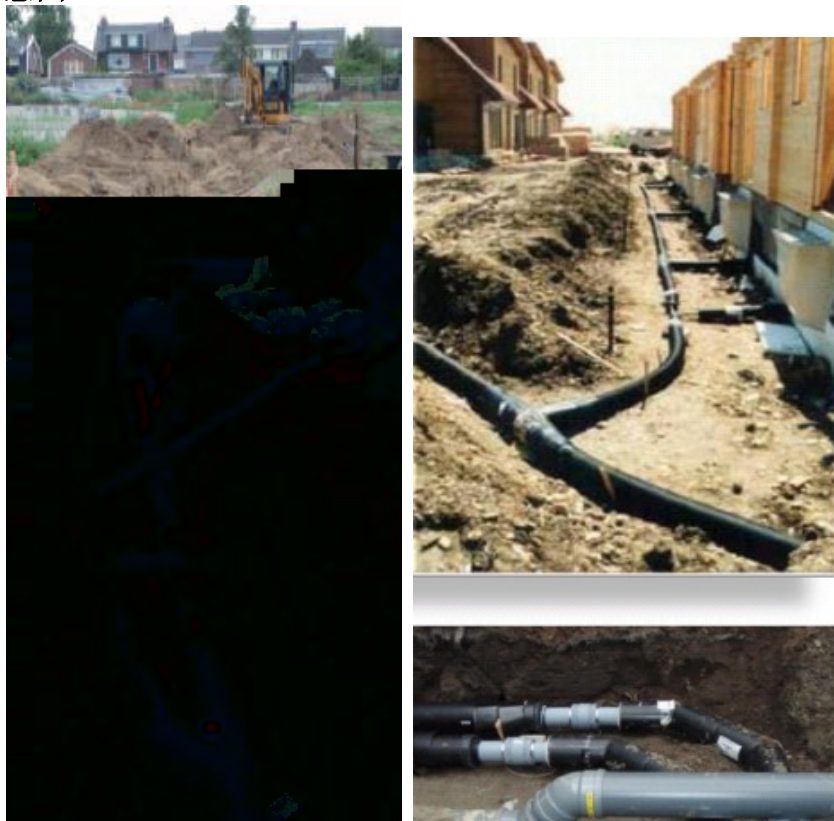
(4) 管道口径

20-225mm，目前道达尔 PERT II 原料 XRT-70 可以生产直径为 500mm 的管材。我公司拟定产品口径为 20~315mm。

(5) 保温材料的制作

基本生产流程为：先制备合格的 PERT II 型管材，在其外层根据保温层要求配套合适尺寸的 HDPE 外护套，最后在二者之间进行聚氨酯的现场发泡。

三、 施工示意图



上图是热力管网居民小区内入户管路铺设的施工图，由图中可见塑料管材可以在施工中有有一定的弯曲度，分支和连接更加方便易操作。



上图是分支管材的保温制作。预制保温材料，现场操作。

四、 PERT II 保温管材的优势与特点

- 1、以塑代钢，节能节材；
- 2、预制保温管道，输送过程中热能损失小，节能；
- 3、新型高分子化学建材，输送热水介质，终生管道无腐蚀；
- 4、使用寿命长达 50 年，根据应用条件不同（温度、压力）也可达 30 年；
- 5、耐温耐压，完全满足二次热力管网的使用要求；
- 6、环保绿色，材料可回收；
- 7、热熔对接和电熔焊接，施工工艺简单快速；
- 8、系统密封性好；
- 9、质轻易搬运，安装成本低。

五、标准要求

PERT II 保温管道物理性能

| 项目 | 实验温度/℃ | 实验时间/h | 静液压应力 /MPa | 要求 |
|-------------------------------------|--------|--|---------------|---|
| 静液压实验 | 20 | 1 | 11.2 | 无破裂 无泄漏 |
| | 95 | 22 | 4.1 | |
| | 95 | 95 | 4.0 | |
| | 95 | 1000 | 3.8 | |
| 纵向回缩率 | 110 | $e_n \leq 8\text{mm}$ 1 $8\text{mm} \leq e_n \leq 16\text{mm}$ 2 $e_n > 16\text{mm}$ 4 | — | $\leq 2\%$ |
| 静液压状态下热稳定性试验 | 110 | 8760 | 2.4 | 无破裂 无泄漏 |
| 熔体质量流动速率变化率, MFR (190℃/5kg) g/10min | | | | 与对原料测定值之差, 不应超过 $\pm 0.3\text{g}/10\text{min}$, 且不超过 20% |

外护套的物理性能

| 检测项目 | 实验参数 | 试样数量 | 要求 | |
|----------------|---|------------|------------|-----|
| 外观 (目测) | 外护管应为黑色, 其内外表面采用无放大目测, 不应有损失其性能的沟槽。不允许有气泡、裂纹、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。 | | 无杂质 无气泡 | |
| 纵向回缩率/% | 外护管任意管段 | 3 | ≤ 3 | |
| 拉伸屈服强度 /MPa | | 3 | ≥ 19 | |
| 断裂伸长率/% | | 3 | ≥ 350 | |
| 外护管外径增大率/% | 保温管发泡前后, 外护管任一位置同一截面的外径增大率 | 3 | ≤ 2 | |
| 热稳定性/min | 外护管原材料的氧化诱导时间 | 5 | ≥ 20 | |
| 最大轴线偏心距 /mm | 外护管外径 mm | ≤ 160 | 3 | 3.0 |
| | | ≥ 180 | 3 | 4.5 |

| | | |
|----------------------------------|---|-------------------------|
| 熔体质量流动速率, MFR (190℃/5kg) g/10min | 3 | 管材熔体流动速率 ≤0.5g/10min |
|----------------------------------|---|-------------------------|

保温层的性能

| 检测项目 | 实验参数 | 试样数量 | 要求 |
|---------------------------|---|------|--------|
| 泡沫密度/(kg/m ³) | 任意位置 | 3 | ≥60 |
| 泡沫的闭孔率/% | | 3 | ≥88 |
| 泡沫尺寸/mm | 抛空应均匀细密, 沿径向测量的泡孔平均尺寸 | 3 | ≤0.5 |
| 泡沫的吸水率/% | 在常压沸水中浸泡 90min 后 | 3 | ≤10 |
| 导热系数/[W/(m·K)] | 未进行老化泡沫保温层 50℃状态下导热系数 λ ₅₀ | 3 | ≤0.033 |
| 压缩强度(MPa) | 保温层泡沫径向压缩强度或径向相对形变为 10%时的压缩应力 | 3 | ≥0.3 |
| 保温层界面上空洞、气泡 /% | 泡沫应均匀的充满工作管与外护管间的环形空间。任一保温层截面上空洞和气泡的面积总和占整个截面面积的百分比 | | ≤5 |
| | 单个空洞的任意方向尺寸与同一位置保温层厚度相比 | | ≤1/3 |

保温复合塑料管物理及力学性能

| 项目 | 实验参数 | 试样数量 | 要求 |
|--------------|---------------------------------|------|---------|
| 轴向剪切强度/MPa | 23℃的轴向剪切强度 | 3 | 0.025 |
| 保温层挤压变形量/% | 径向变形量应不超过其设计保温层厚度 | | ≤15 |
| 外护管划痕深度/% | 外护管划痕深度不应超过外护管最小壁厚, 且最大不应超过 1mm | | ≤10 |
| 工作管端头留出尺寸/mm | 裸露的非保温区以备热熔焊接或溶剂粘接。两段长度公差为±20mm | | 150~250 |
| 管端泡沫脱层/mm | 保温层应于工作管及外护管紧密粘接, 管段泡沫脱层径向尺寸 | | ≤2 |
| | 沿轴向的深度 | | ≤70 |
| | 环向累计长度与圆周长 | | ≤1/3 |

外护管表面温度