

户表改造保温材料防冻性能及冰冻对水表误差的影响研究

苏喆 祝丹丹 袁洪涛 张军峰 李涛 高红涛

(郑州市自来水总公司, 郑州 450013)

摘要 为防止户表改造用户供水管路冬季结冻, 对保温材料防冻性能进行研究, 并分析了冰冻对水表误差的影响。研究发现: 15mm 厚度橡塑管可以作为郑州地区户表改造管道的保温材料; 全液封可以有效防止水表表蒙冻裂, 水表外做保温设施 XPS 水表模、聚氨酯水表模、保温水表箱可以延长水表冻结时间和表蒙冻裂时间; 水表冻结未冻裂, 水表误差在合格范围之内, 水表冻裂水表的不合格率较高, 表现为无法准确计量低区流量。

关键词 户表改造 保温材料 冰冻 水表误差 保温水表箱

0 背景

“一户一表”改造是自来水收费体制上的一次重要改革, 是解决总表与分表计量不符, 管道暗漏等造成的邻里纠纷的有效办法。随着户表改造中水表出户, 管道室外敷设等施工工艺的进行, 随之带来管道保温等问题。特别是原有住宅类型复杂多样造成供水管路敷设位置不同, 遇到低温天气极易造成供水管路结冻, 给居民用水带来不便的同时, 也给自来水公司带来人力物力的损失。

为有效防止供水管路的冻结, 找出经济合理的防冻对策, 进行此项研究。

1 试验方法与内容

1.1 试验温度的确定

通过调查郑州市从 2000 年至 2009 年每年 1 月和 12 月的气温 (图 1), 可知郑州市 10 年来最低气温为 -10.2°C , 鉴于刮风, 雨雪, 背阴的情况的影响, 实际温度应低于 -10.2°C , 为增加试验可靠性, 试验温度确定为 -12°C 。

1.2 试验设备

浙江金科仪器有限公司生产的 JDDW-25 型低温试验箱一台, 温控 0°C 至 -25°C , 精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$; 管材选用上海白蝶管业科技股份有限公司 dn25PPR 管; 橡塑管采用华美橡塑管, 厚度分别为 10mm, 15mm, 18mm; 水表为郑州市自来水总公司水表厂生产水表, 水表精度为 B 级, 其中水封水表 6 只, 半水封水表 6 只, 全液封水表 1 只。

1.3 试验方法

鉴于水在流动时, 管道和水表中水的更新较快, 不易结冻, 故试验中采用静态水进行试验。

1.3.1 管道防冻试验

PPR 管外套挤塑聚苯乙烯管 (XPS, 厚 19mm)、灰色聚乙烯保温板 (PEF, 厚 13mm)、太阳能聚乙烯保温管 (PEF, 厚 $7.5 \times 2\text{mm}$)、橡塑管 (厚 10mm)、橡塑管 (厚 15mm)、橡塑管 (厚 18mm), 考察保温情况, 连接方法见图 2。

1.3.2 水表防冻试验

(1) 采用水封、半液封、全液封水表做防冻试验, 考察不同水表抗冻性能对比, 连接方法见图 2。

(2) 为延长水表冻结时间, 水封水表外套挤塑聚苯乙烯水表模、聚氨酯现场发泡保温表模、保温水表箱这三种保温设施。挤塑聚苯乙烯水表模为手工制作, 尺寸为: $205 \times 130 \times 100$; 聚氨酯表模是按照聚氨酯发泡方法购置材料, 现场发泡, 尺寸为: $200 \times 120 \times 130$; 保温水表箱为郑州市自来水总公司现阶段使用的户表改造水表保温设备, 其安装在楼梯间内。见图 3。

2 试验结果与分析

2.1 管道冰冻试验

从冻结时间看, 挤塑聚苯乙烯管 (XPS, 19mm)、灰色聚乙烯保温板 (PEF, 13mm)、太阳能聚乙烯保温管 (PEF, $7.5 \times 2\text{mm}$)、橡塑管 (10mm) 保温效果差, 均小于 7.5 小时; 橡塑管 15mm 和 18mm 分别为 9 小时和 10 小时, 相差不大。

图 4 为郑州市某住宅小区冬季日用水量变化曲线图, 从图中可见, 从夜里十点至早晨六点期间, 用水量小于 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。这八个小时是一天中用水最小时段, 是管道水流更新最慢的时段, 也是供水管路易结冻时间。根据当地气候情况, 若保温材料可保持水表八个小时之内不结冻, 则认为此种保温材料符合防冻要求。综合考虑效果和成本, 选用厚度为 15mm 的橡塑管已经能够满足郑州地区防冻要求。

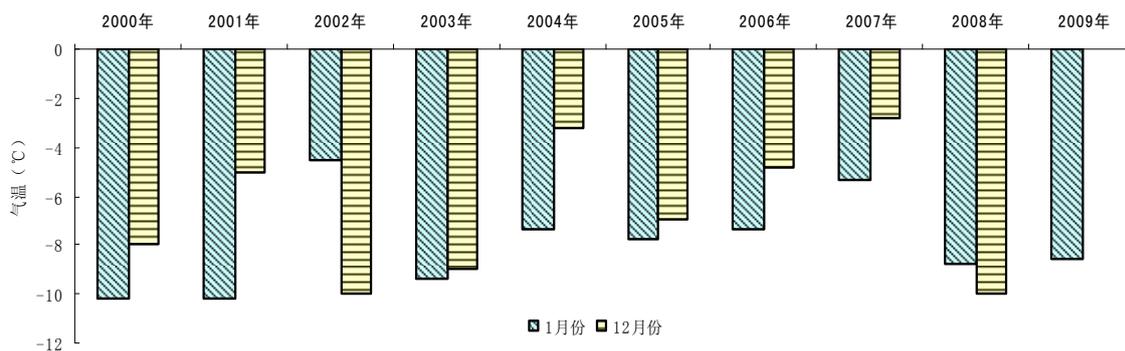


图1 2000年-2009年每年1月份、12月份最低气温

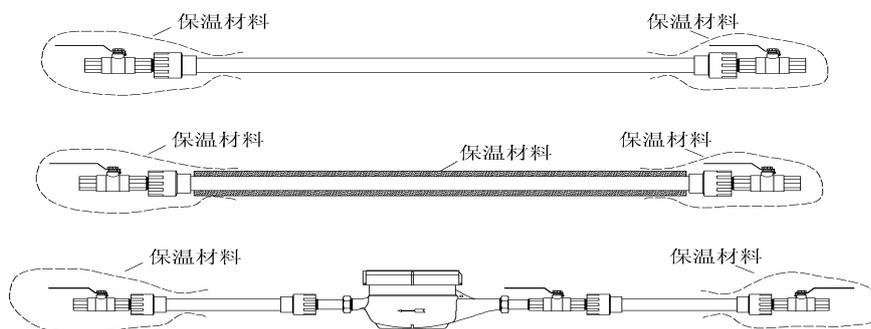
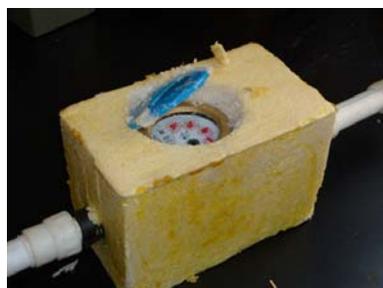


图2 管道水表连接方法



XPS 表模



聚氨酯表模



保温表箱

图3 水表保温材料设备

表1 管道冻结试验结果

材料	冻结时间	保温材料施工方法	保温材料成本
PPR 裸管	2.5 小时	—	—
挤塑聚苯乙烯管 (XPS, 19mm)	7.5 小时已冻结	管道直接穿套, 但不能弯曲, 施工复杂	3.8 元/m
灰色聚乙烯保温板 (PEF, 13mm)	7.5 小时已冻结	在管道外围包, 需密封外包口, 施工难度适中	0.8 元/m
太阳能聚乙烯保温管 (PEF, 7.5×2mm)	7.5 小时已冻结	管道直接穿套, 施工简单	2.15 元/m
橡塑管 (10mm)	6.5 小时	管道直接穿套, 施工简单	1 元/m
橡塑管 (15mm)	9 小时	管道直接穿套, 施工简单	1.25 元/m
橡塑管 (18mm)	10 小时	管道直接穿套, 施工简单	1.58 元/m

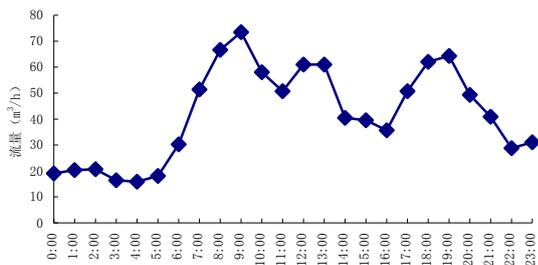


图4 郑州市某住宅小区冬季日用水量变化曲线

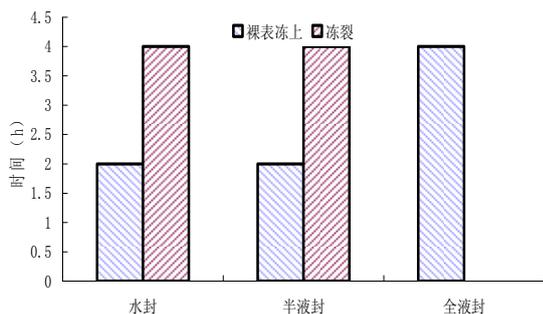


图5 不同类型水表冻结冻裂时间

2.2 水表冰冻试验

2.2.1 不同类型水表防冻试验

从图5可见，水封和半液封水表在无任何保温措施的情况下，上冻和冻裂的时间完全相同，分别为上冻时间为2小时，表蒙冻裂时间为4小时，而全液封水表上冻时间为4小时，在12小时之内未冻裂。

目前，郑州户表改造使用的水表全部为水封水表，为防止今后的水表表蒙冻裂事件，可将水表改用为全液封水表。水封水表54元/个，全液封水表150元/个，户表改造费用增高，适宜小规模的使用。

2.2.2 水表外套保温防冻试验

三种保温措施中，XPS表模为左右两个模具拼合即可，为施工最为简单的安装方式，但固定方式简易，仅用铁丝固定，破坏性和密封性较差；聚氨酯表模由于是一次成型，密封性和防破坏性较好，但由于现场操作，施工较为麻烦；保温表箱安装简单，仅需装钉在楼梯间即可，美观、防破坏，但相对造价较高。

从图6中可见，外套保温设施可延长水表冻结冻裂时间，从保温性能看，保温表箱好于聚氨酯表模，好于XPS表模，其结冻时间分别是6小时、5小时、4小时，表蒙冻裂时间分别是7小时、6小时、5小时。对于已改造水表保温差的的用户水表可以采用XPS表模或聚氨酯表模，延长水表冻结时间；

对于新改造的用户水表，特别是楼梯间保温效果差的用户水表，使用的保温表箱时应强化保温措施。

2.2.3 水表冻结前后误差分析

为考察水表冻结对水表误差的影响，对水表冻结前后进行误差检测。

其中对表蒙冻裂水表更换表蒙后进行检测，表壳冻裂水表未进行更换，认为冻结后不合格。

对8只未冻裂水表进行统计，计算水表冻结前后水表公称流量误差差值、分界流量误差差值、最小流量误差差值，见图7。从图中可见，冰冻对水表误差有影响；冰冻次数对水表的误差的影响没有规律；冰冻对水封水表的误差影响普遍小于对半液封水表的误差影响。从表2可见，未冻裂水表经检测后全部合格，冰冻对水表误差的影响在国标[1]的规定合格范围之内。

由于表壳冻裂水表未进行更换，无法检测水表误差，故仅对表蒙冻裂水表进行统计，见图8。从图中可见，表蒙冻裂对水表误差影响较大，其中仅水封水表5的误差在合格范围之内，其余水表均不合格。不合格主要表现在分界流量和最小流量误差变小，对小流量无法准确计量。此外从图可见，冰冻对水封水表的误差影响小于对半液封水表的误差影响。

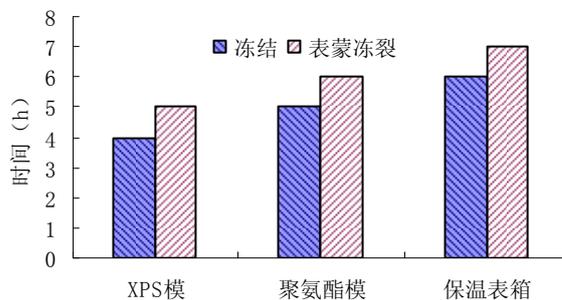


图6 水表外套保温材料上冻试验结果

表2 水表冰冻后情况表

	水封 (6只)	半液封 (6只)	全液封 (1只)	共计	冰冻后 合格率	备注
冻结未冻裂	4只	3只	1只	8只	100%	—
表蒙冻裂	2只	2只	—	4只	25%	仅一只水封水表合格
表壳冻裂	—	1只	—	1只	0%	—

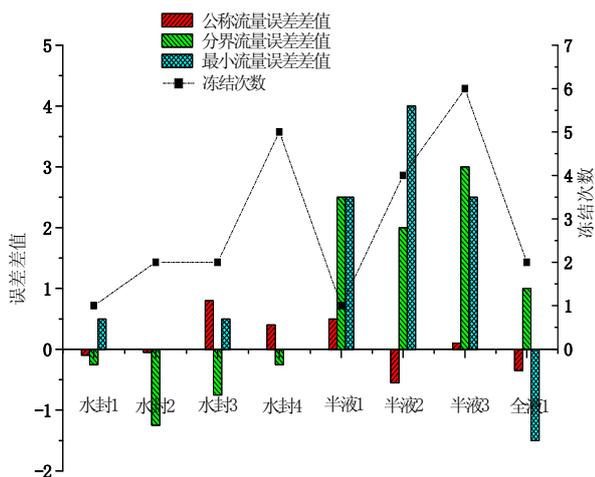


图 7 未冻裂水表冻结前后水表误差差值

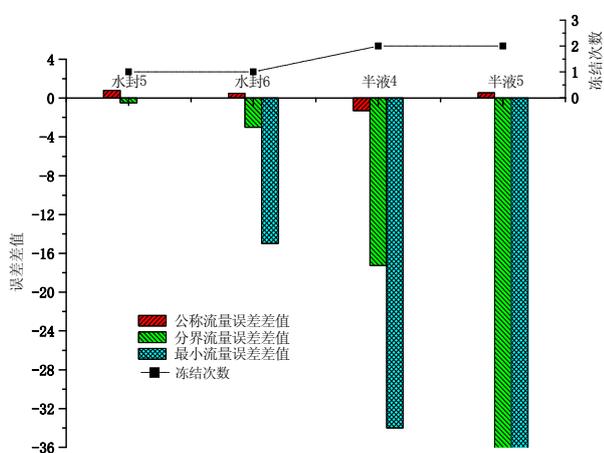


图 8 表蒙冻裂水表冻结前后水表误差差值

3 结论

(1) 对挤塑聚苯乙烯管 (XPS, 厚 19mm)、灰色聚乙烯保温板 (PEF, 厚 13mm)、太阳能聚乙烯保温管 (PEF, 厚 7.5×2mm)、橡塑管 (厚 10mm, 厚 15mm, 厚 18mm) 保温材料的对比, 认为: 橡塑管是户表改造保温材料的最佳选择; 厚度为 15mm 橡塑管可以作为郑州地区户表改造保温材料。

(2) 通过对水封、半液封、全液封水表冻结试验分析, 全液封可以有效防止水表表蒙冻裂, 但由于价格较高, 建议小规模使用。

(3) 水表外做保温设施可以延长水表冻结时间和表蒙冻裂时间。在工程应用中, 特别对于已改造水表保温差的的用户水表, 可采用 XPS 表模或聚氨酯表模对水表进行保温; 对于新改造的用户水表, 特别是楼梯间保温效果差的的用户, 使用的保温表箱应强化保温措施; 并建议开发施工方便, 防破坏, 密封好的 XPS 表模。

(4) 冰冻对水封水表的误差影响小于对半液封水表的误差影响; 水表结冻但不存在表蒙冻裂或其它明显外部损伤的情况下, 水表误差不发生明显变化, 不需更换水表; 若表蒙冻裂, 则无法准确计量低区流量, 必须予以更换; 水表结冻次数对水表误差无直接影响。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 封闭满管道中水流量的测量引用冷水水表和热水水表 第 1 部分: 规范 (GB/T 778.1-2007)