

PP-R 给水管线性变形的预防措施

王金保

刘云英

(陕西省宝鸡化工研究所, 宝鸡 721001)

(济南市第十一中学, 济南 250031)

摘要 针对无规共聚聚丙烯 (PP-R) 给水管在给水工程应用中因线性膨胀变形而出现的质量问题, 论述了 PP-R 的特性及 PP-R 给水管线性膨胀的原因, 介绍了给水管道系统中 PP-R 给水管变形的计算方法以及给水管道安装施工过程中进行 PP-R 给水管材伸缩补偿的措施。

关键词 无规共聚聚丙烯 线性膨胀 伸缩补偿

建筑物内的供水管道可采用镀锌钢管、铜管和不锈钢管等多种管材, 其中镀锌钢管的使用已有近 100 年的历史。随着经济的发展和人们生活质量的提高, 人们对水质的要求也日趋严格, 一些管材已不适应社会的需要, 在工程实践中暴露出愈来愈多的环保、卫生、安全、能耗等问题。国家经贸委、建设部、国家质量技术监督局、国家建材局 1999 年 12 月联合发布《关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知》, 要求 2000 年 6 月 1 日前淘汰镀锌钢管, 推荐使用新型塑料管材代替镀锌钢管。无规共聚聚丙烯 (PP-R) 给水管就是这类新型塑料管材的典型代表, PP-R 给水管不但解决了建筑物内管道水质问题, 而且施工简单、综合成本低、节能、环保性能好, 很适合我国的国情。由于 PP-R 管材是一种新产品, 在推广应用当中相当一部分人对它认识不深或知之甚少。通过对施工现场的调查, 发现施工中普遍对 PP-R 管材的热膨胀现象认识不足、处理不当, 经常导致工程质量问题, 同时也影响了 PP-R 管材的推广应用。

PP-R 是采用 iPP 的工艺路线和方法, 使丙烯和乙烯的混合气体共聚而成的主链中无规则分布着丙烯和乙烯链段的共聚物, 乙烯含量小于 4%。用 PP-R 制造的管材称之为 PP-R 管材。PP-R 属聚烯烃类高聚物, 具有此类高聚物的基本物理性能, 很多性能如密度、导热系数、化学稳定性等是其它材料不可比拟的。但 PP-R 毕竟是高分子有机物, 在强度、刚性、耐热性能、尺寸稳定性等方面远不如金属材料。现在国内一些厂家用商业炒作手段过分夸大 PP-R 材料的性能, 对推广应用该产品是非常不利的。PP-R 管材与金属类管材相比较, 明显的不足之处就是线膨胀系数较大, 这一缺点往往容易被人们忽视。一些施工人员用安装金属管道的方法来安装 PP-R 管道, 对 PP-R 管材用于热水传输时的热膨胀性未采取相应的补偿措施, 管材在使用中发生明显

的膨胀变形。现就工程施工中如何预防 PP-R 给水管明设和暗设安装时的线性变形问题加以探讨。

1 PP-R 管的线性变形与铺设方式

PP-R 管的线性变形主要表现在管道轴向方向上的膨胀延长和水平方向上的弯曲。由于其耐热性较低, 温差是产生线性变形的重要因素。此外, 线性变形与施工中管材水平和垂直方向上支撑点的间距及管道系统运行环境、施工质量等因素也有关。表 1 列出几种塑料给水管及镀锌钢管的线胀系数。

表 1 建筑给水管线膨胀系数对照表

名 称	线胀系数 $\alpha/^\circ\text{C}^{-1}$
PE/Al/PE 复合管	2.5×10^{-5}
PVC-U 管	7×10^{-5}
ABS 管	1×10^{-4}
PE-X 管	1.5×10^{-4}
PP-R 管	1.6×10^{-4}
镀锌钢管	1.2×10^{-5}

从表 1 可见, 线胀系数由大到小的排序是 PP-R > PE-X > ABS > PVC-U > PE/Al/PE > 镀锌钢管, 塑料管材线膨胀系数分别是镀锌钢管的 2.08 倍 (PE/Al/PE)、5.8 倍 (PVC-U)、8.3 倍 (ABS)、12.5 倍 (PE-X)、13.3 倍 (PP-R)。PP-R 是给水管材中线膨胀系数最大的一种管材, 因此 PP-R 管材的线性膨胀是施工中必须考虑的问题之一。

建筑给水用 PP-R 管道可采用暗设和明设两种安装方式, 暗设方式有直接埋设和隐蔽敷设两种形式, 直接埋设是将管道埋设在墙体或楼(地)面的地坪层内, 管周围填塞满水泥砂浆。隐蔽敷设是将管道敷设在管道井、吊顶、架空层、管窿内或装饰板后面。总的要求是明设或隐蔽式敷设的管道, 应设支架、吊架支承管道, 并采取利用管道的折角自由臂补偿管道的膨胀变形, 与管道连接的阀门、水池及其它

进水设备的总重不得由管道来承受,应自行固定牢固。水平干管与水平支管连接,水平干管与立管连接,立管与楼层支管连接,均应考虑管道互相伸缩时不受影响的措施。一般在施工前应首先对管道系统的变形进行有关计算设计,留出管道的膨胀变形量。

2 管道施工中的有关设计计算

2.1 管道伸缩长度的计算

不受约束的管道因温度变化而引起的轴向变形量可按(1)式计算:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T \tag{1}$$

式中: L ——管道伸缩量,m;

α ——线胀系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$,取 $\alpha = 1.6 \times 10^{-4}$;

L ——管道直线长度,m;

$\Delta T = (0.65 \Delta t_s + 0.10 \Delta t_g)$,其中: Δt_s 为管道内水温最大变化温差, $^{\circ}\text{C}$; Δt_g 为管道外空气的最大变化温差, $^{\circ}\text{C}$ 。

从公式(1)可以看出,在一定的计算温差和一定的管段长度下,决定线性膨胀量的主要因素就是线胀系数。下面以镀锌钢管和 PP-R 管为例加以说明,计算数据如下:

设 $L = 4 \text{ m}$, $\Delta T = 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$

镀锌钢管: $\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha = 43 \times 4 \times 1.2 \times 10^{-5} = 0.002064 \text{ (m)} = 2.064 \text{ mm}$

PP-R 管: $\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha = 43 \times 4 \times 1.6 \times 10^{-4} = 0.02752 \text{ (m)} = 27.52 \text{ mm}$

从这一工程实例可以看出,4 m 长的 PP-R 管的线性膨胀量要比镀锌钢管大 25.456 mm,可见 PP-R 给水管线性膨胀量之大。

2.2 最小自由臂长度计算

最小自由臂长度按(2)式计算:

$$L_x = K \cdot \Delta L \cdot D_e \tag{2}$$

式中: L_x ——最小自由臂长度,mm;

K ——材料比例系数,一般可取 30;

ΔL ——按(1)式计算的自固定点起的管道伸缩长度,mm;

D_e ——管道公称外径,mm。

不设固定支架的直线管道最大长度不得超过 3 m,其自由臂最小长度可按表 2 选取。

2.3 管道支撑间距的计算

管道的最大支承间距可按(3)式计算:

$$L_{\max} = a \cdot (E J_R / q)^{1/2} \tag{3}$$

式中: a ——系数,视管道允许弯曲挠度确定;

E ——在设计温度下的管材弹性模量,MPa;

表 2 冷、热水管最小自由臂长度 mm

名 称	公称外径								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
冷水管 L_L	416	465	526	588	657	738	805	882	975
热水管 L_R	778	869	984	1 100	1 230	1 380	1 506	1 650	1 824

注:水温差按热水管 70 $^{\circ}\text{C}$ 、冷水管 20 $^{\circ}\text{C}$ 计; $\alpha = 1.6 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$;
环境温差 35 $^{\circ}\text{C}$ 。

J_R ——管道惯性矩,mm⁴;

q ——管道单位长度负载,N/mm。

在实际工程设计中,一般不进行支承间距计算,从表 3、表 4 列出经验数据可以直接查得。

表 3 冷水管支架、吊架最大间距 mm

名 称	公称外径								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
横管	650	800	950	1 100	1 250	1 400	1 500	1 600	1 900
立管	1 000	1 200	1 500	1 700	1 800	2 000	2 000	2 100	2 500

表 4 热水管支、吊架最大间距 mm

名 称	公称外径								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
横管	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 500
立管	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 700	1 700	1 800	2 000

3 管道伸缩补偿措施

3.1 明设管道伸缩补偿措施

明设管道中当管道输送水温差较大时,必须考虑补偿管道膨胀的措施。一般在给水管的立管方向上设置伸缩管来补偿管道的伸缩量;在给水管道的水平方向上,如遇有同其它管道交叉情况,为使管道保持在同一水平面上,可采用 U 型弯管或曲型桥管解决线性膨胀问题。管道的支管与干管、支管与设备容器连接时,也可以利用管道折角自然补偿管道的伸缩。明敷设管道的支撑点分为连接支撑点和移动支撑点,连接支撑点一般设在管件连接部位,固定在管卡中,没有移动的余地,移动支撑点设在管道上,管道有一定的移动余量,用于满足温差引起的热胀冷缩,施工中管道与管卡之间要加附内衬橡胶垫,以防止划伤管道。

对于墙面和楼板下的管道、管道井和吊顶内安装的管道及装饰板后面敷设的管道,要解决其膨胀的问题,首先尽量利用自然补偿,即利用管道敷设中的自然弯曲(如 L 形、Z 形、 π 形等)吸收管道因温差产生的变形。注意在管外壁与井壁或吊顶壁面之间留有 50 mm 的净空间距,管道受热膨胀时可由横向的弯曲变形来补偿纵向的伸长。在管道布置时,应设置折角,使管道有一个伸缩余地。其次采用伸缩器,若明敷的给水管管径较大、直线距离较长且用折

角自由臂补偿有困难时,宜采用平衡式伸缩器,以避免在管道水压力作用下对管段产生轴向推力,在装置伸缩器的直线管段的两端需设置固定支承支架。当冷、热水管共用支架、吊架时应根据热水管支、吊架间距确定。立管在穿楼板处应做成固定支承点。水平管、立管的各配水点、受力点及穿墙支管节点处,均应采取可靠固定措施,同时在水平干管与水平支管连接、水平干管与立管连接、立管与每层支管连接处,可参照热水管通常的做法,如采用 2 个 90°弯头和一段短管接出,效果很好。

3.2 暗设管道伸缩补偿措施

由于 PP-R 管存在较大的线膨胀,为解决这一问题,在工程设计中首先应提倡埋墙暗敷。这是因为管道直接嵌墙敷设,可以利用其间的水泥砂浆的摩擦力,克服管道因温差引起的膨胀力,从而解决热膨胀问题。直接嵌墙暗敷,在墙上开凿管槽时,凹槽表面不得有尖角之类的突出物,以防止管道表面膨胀时划伤管道,同时为了防止管道因热胀冷缩而造成墙体开裂,暗装的管道表面上的砂浆(包括粉刷)应有一定的厚度,一般不宜小于 30 mm。暗敷直线距离较长的管道时,也须将管道布置成 L 形、Z 形或 π 形以吸收线膨胀。一般暗敷用于支配管,施工中需要与土建专业配合,依据设计要求,决定管槽的位置,也可以根据现场情况将管槽尽量沿踢脚线方向设置。

图 1 为管道暗敷示意图。

管槽深度 = 管外径 + 10 mm,管道安装时用曲型卡具把管道固定在槽内,并且管道与卡具间保持一定的伸缩余量,千万注意不得损伤管道。封堵管槽时用 1:2 水泥砂浆填补密实。当温度大于等于

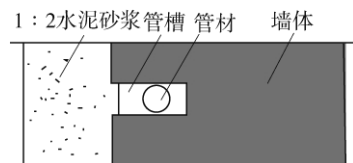


图 1 暗敷管道敷设示意图

75℃、直线管段大于 5 m 时,必须在管线上设置 Z 形管予以补偿,管槽内预留空间,使管子在槽内可以自由伸缩,图 2 为 Z 形管管道设置示意图。

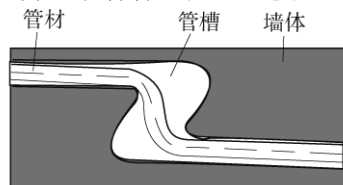


图 2 Z 形管管道设置示意图

直线管段遇有折角时,可利用折角进行自然补偿,折角处管槽轴向槽宽要预留适度的伸缩空间。封堵水泥砂浆时,在补偿处管槽内伸缩空间可用加盖钢丝网的方法解决,再将水泥砂浆填补抹平即可。

4 结语

PP-R 管材的线膨胀是由材料本身性质决定的,尽管在管材生产过程中可采用无机纳米材料填充或加金属网、板复合等技术来降低线胀系数,但效果有限,根本的办法是要熟悉 PP-R 特性,严格按照 PP-R 管材技术规程施工。实践证明,只要准确、合理地计算管道的伸缩量、支撑间距,并采用适当的伸缩补偿措施,预防和解决管材线性变形问题是可行的。

参考文献

- 1 吴大鸣.特种塑料管材.北京:中国轻工业出版社,2000.94
- 2 上海市建筑产品推荐性标准. DBJ/CT501-99.建筑给水聚丙烯管道(PP-R)工程技术规程.
- 3 李公藩.塑料管道施工.北京:中国建材工业出版社,2001.196

PREVENTIVE MEASURES FOR THE LINEAR DEFORMATION OF PP-R WATER SUPPLY PIPE

Wang Jinbao

Liu Yunying

(Baoji Chemical Research Institute of Shanxi Province, Baoji 721001, China) (No. 11 Middle School of Jinan, Jinan 250031, China)

ABSTRACT Characteristics of the synthetic resin and the linear expansion deformation cause of PP-R water supply pipes are discussed, according to the quality problems of PP-R water supply pipes in the water supply project due to the linear expansion. The calculating methods of PP-R water supply pipe deformation into the water supply system and measures for the flexible compensation to PP-R water pipes in the installation of the water pipes are also introduced.

KEYWORDS PP-R, linear expansion, flexible compensation

丰田公司拟采用生态塑料制造的汽车零件

推出燃料电池和混合动力车等环保汽车的世界著名汽车制造商日本丰田汽车公司,决定于 2003 年 7 月引入新型塑料材料——生态塑料制造的汽车内饰件。

这种生态塑料是利用植物等天然材料制得的一种名为

聚乳酸的聚合物与麻混合制成的材料,燃烧不会释放有害气体,而且由于植物生长的光合作用会消耗大气中的二氧化碳,所以,这种聚合物燃烧也不会增加大气中二氧化碳的总量。该公司准备用这种生态塑料生产的汽车内饰件为车门内侧装饰材料。(新文)