

# 优选小城镇供水管材

蒋绍阶, 谢东方

(重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

**摘要:** 目前正值我国小城镇供水事业大发展时, 合理选用管材关系到小城镇供水系统的经济性和可靠性。通过分析常用给水管材的特性及适用条件, 对各种供水管材的性能进行比较, 塑料管具有节能效果显著、造价低、施工简便等优点。并根据我国小城镇的供水管材管径小、压力低的特点, 结合小口径管材的使用情况及发展趋势, 并运用价值分析法优选小口径管材, 小口径管材采用 PE 管具有价格低、节能、耐腐蚀等优点, 推荐小城镇供水管材选用 PE 管。

**关键词:** 小城镇; 供水管材; 优选; PE 管

**中图分类号:** TB69 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7329(2008)01-0105-04

## Optimization of Water Supply Pipe for Small Towns

JIANG Shao-jie<sup>1</sup>

XIE Dong-fang<sup>2</sup>

(College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** At present just when our country small cities supply water the matter spare-time university development, It is relevant to the economical efficiency and reliability of water supply system in small towns whether to select the water pipes rationally. In this paper, By analyzing the characteristics of commonly used water pipe materials and conditions apply, Carries on the comparison to each kind of water supply tubing performance, the plastic tube has the energy conservation effect remarkably, the construction cost low, the construction is simple and so on the merit. In light of the characteristics of small diameter and low pressure in China's small towns, According to the use of small diameter pipe situation and development trends, and use of value analysis, small-caliber pipe using PE pipe, with a plastic tube prices low, corrosion resistance and other advantages of energy saving, recommending PE pipe as small towns water supply system.

**Keywords:** small town; water supply pipes; optimization; PE pipe

我国小城镇供水管网建设不完善, 现有管道老化问题突出, 二次污染发生率高、管网漏损率高。目前正值我国小城镇供水事业大发展时期, 由于管网投资比重较大, 加之小城镇建设资金短缺, 各种管材的性能、经济指标相差较大, 因此合理选用管材是节约投资、降低运行费用、确保供水水质的重要环节。

### 1.1 给水管材发展概况

解放初期我国供水管道只有钢管、灰口铸铁管、陶土管和混凝土管, 后相继研发了自应力混凝土管、预应力混凝土管、预应力钢筋混凝土管, 20 世纪 80 年代中期引进了离心铸造球墨铸铁管, 并自行研制了铸态球墨铸铁管, 同期也开始推广应用化学管材, 首先将

UPVC 管用于给水管; 20 世纪 90 年代中开始引进 PE 管、复合管等。

国外在给水管材应用上有不同特点, 日本和德国球墨铸铁管应用最广泛, 小口径多采用铸铁管或 PVC 管; 美国的大口径管材一般采用预应力钢筋混凝土管, 小口径中塑料管应用较广; 法国给水管材一般采用预应力钢筋混凝土管。国际给水管材的发展趋势是小口径采用塑料管, 大口径采用球墨铸铁管, 管径在 DN2600 以上的管材依然采用钢管和预应力钢筋混凝土管。

### 1.2 常用管材特点及适用性

目前, 可用于供水行业的管材主要有钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、塑料管和复合管等。

\* 收稿日期: 2007-08-29

基金项目: 国家十五科技攻关项目(2003BA808A15-2)

作者简介: 蒋绍阶(1956-)男, 重庆大学城市建设与环境工程学院教授, 主要从事给水处理研究, (E-mail)szhjzx@126.com。

1) 钢管是供水行业应用广泛的管材之一, 具有适应性广、承压高等优点, 但其造价较高, 防腐处理要求严格, 使用寿命短, 给水工程中通常只用在泵房内、管径大、水压高、地形复杂等地段。

2) 铸铁管是目前供水管网中使用最多的一种管材。我国城市供水管网中铸铁管占 80% 以上。灰口铸铁管易产生锈瘤, 易爆管, 近几年逐渐淘汰。球墨铸铁管具有较高的强度和延伸率, 抗拉伸强度接近钢管, 工作压力高, 耐腐蚀性强, 管道采用橡胶柔性连接, 具有一定伸缩性, 供水安全可靠。DN $\geq$ 1 400 mm 及 DN $\leq$ 200 mm 的球墨铸铁管铸造难度大、相对价格高, 球墨铸铁适宜管径为 DN300~1 200 mm 给水管道。

3) 钢筋混凝土管分为自应力钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土管。自应力钢筋混凝土管制管成本较低, 但易出现二次膨胀及横向断裂, 不宜用于内压大于 0.8 MPa、口径大于 DN300 的给水管道, 过去主要用于小城镇及农村供水系统中, 目前使用较少。预应力管有一阶段管、三阶段管、预应力钢筒混凝土管, 一阶段管强度及抗渗性较好, 管壁较薄, 但外模合缝处容易漏浆, 修补率高; 三阶段管抗渗性能差, 修补率高, 管体笨重; 预应力钢筋混凝土管有抗渗性能好、承内水压力高、埋深度大等优点, 且投资低廉, 也有较成熟的经验, 它造价比钢管低, 敷设速度、防腐性能等方面比钢管好, 是大口径输水管材中比较理想的管材。

4) 塑料管具有化学稳定性好、水力性能优越、不易结垢、运输安装方便、易维修等优点。目前, 成熟的塑料给水管有 UPVC、PE、PEX、PPR、PB 管等。

在塑料管的使用上, 在供水压力不大于 0.8 MPa, DN $\leq$ 355 mm 时, 塑料管具有较明显的技术经济优势<sup>(1)</sup>。目前我国应用的塑料管主要是硬聚氯乙烯 (UPVC) 管和聚乙烯 (PE) 管。UPVC 管应用历史最久, 已走上了规模化的生产水平; PE 管是又一种广泛应用塑料管材, 特别是近 10 年来, 国际上 PE 管的发展速度明显快于 PVC, 目前已经占世界合成树脂产量的 1/3, 居第一位<sup>(2)</sup>; 交联聚乙烯 (PEX) 是比较理想的冷热水及饮用水塑料管材之一; 聚丙烯 (PPR) 热膨胀系数小, 耐压高压, 可输送 95 °C 热水; 聚丁烯 (PB) 管具有更好的性能, 其强度、耐热性、柔韧性强, 也是抗冲击性较好的新型材料, 是目前塑料管中性能最为理想的管材之一, 但成本较高。

5) 复合管材特点是重量轻、阻力小、防腐性能好。

在使用性能上, 复合管材是管径 $\geq$ 300mm 的给水管道中较理想的管材, 它兼有金属管材的强度大、刚性好和非金属管材耐腐蚀的优点, 但是目前价格偏高, 且两种材质热膨胀系数相差较大, 如粘合不牢固容易脱开, 导致质量下降。

### 1.3 管材性能比较

1.3.1 管材运行费用比较 塑料管管壁粗糙系数为 0.009, 比其它管材具有较好的水力条件, 当管内径、水头损失一致时, 输水能力提高 44%; 当管内径、输水流量相同时, 水力坡度降低近 50%。日供水量 10 000 t/d、输水距离 5 km、管径 DN400 选用塑料管较其它管材年节电达 17.88 万 kWh, 可见塑料管的节能效果是非常显著的。

1.3.2 供水安全性比较 钢管具有极好的机械强度, 但易腐蚀, 因此必须做好管内、外的防腐蚀处理; PE 管化学稳定性好、承压能力高, 材质无毒性, 无结垢, 可以较好解决管道引起的二次污染; UPVC 在世界各地仍然被广泛的应用, 但 PVC 塑料管加入了热稳定剂铅盐, 同时 PVC 本身残存的单体会转移至水中, 引起水质污染; 另外 UPVC 采用胶粘接口, 所用的粘接剂很难保证无毒<sup>(3)</sup>, UPVC 管发展受到一定限制, 我国北京等部分地区饮用水管道已经禁止使用 PVC 管材<sup>(4)</sup>; 球墨铸铁管安全性能较好, 国内外使用较普遍; 混凝土管承压较低, 安全性差, 易爆管。

1.3.3 工程造价比较 在小口径供水管道方面, 钢管价格较高, 铸铁管次之, PE、UPVC 价格较低, 钢筋混凝土管最低, 随着管径的增大, 塑料管的经济性降低, 中小口径管道球墨铸铁管较经济; 大口径方面钢筋混凝土管最经济。

图 1 为常用的球墨铸铁管、PE 管、UPVC 管不同管径的工程造价比较, 可以看出, 小口径 PE、UPVC 管的造价低于球墨铸铁管, 但随着管径的增大, PE、UPVC 管的经济性逐渐减小。

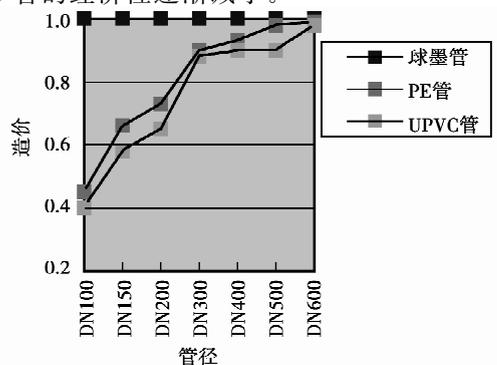


图 1 三种管材不同管径工程造价比较表

1.3.4 施工条件比较 各种管材的土石方量相差较大,其中以 PE、UPVC 管土石方量最少,且连接方便可靠;现场运输、吊装的费用钢筋混凝土管最大,PE、UPVC 最低;内外壁防腐工作量钢管最大,球墨铸铁管次之,其它管材无需防腐。塑料管较其它管材具有人工费低、辅助材料少、机械费用低等优点。

#### 1.4 我国小城镇管材的选用

1.4.1 小城镇管网特点 我国小城镇一般规模小,配水管输水距离短,多属中低压管道,水厂供水规模大都在 5 万 t/日以下,输配水管径一般在 DN75~DN400,多在 DN300 以下<sup>(5)</sup>。

1.4.2 小口径给水管网管材使用情况 从使用情况来看,在小口径的应用领域里,国内过去主要使用的是镀锌钢管,但因锈蚀严重,多数城市已不再使用。目前,使用量最大、最有前途的是塑料管,在 1991 年的国际水协代表大会的报告中,1990 年 5 月各种口径管材的使用情况见下图<sup>(6)</sup>。从图 2 可以看出,管径小于 DN400 的给水管网中塑料管应用最广,近年来随着塑料管的推广,在小口径所占比例越来越大。我国四川、云南等省的小城镇供水系统普遍采用了塑料管,重庆也在逐步推广,目前采用塑料管的有巫溪、忠县等。

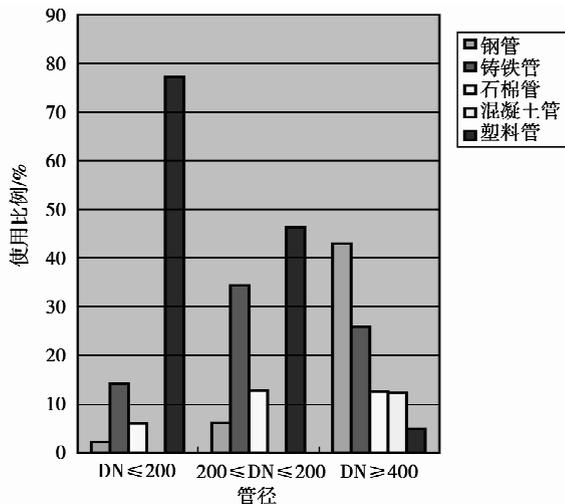


图 2 不同管径管材使用分布

1.4.3 小口径管网管材使用发展趋势 小口径给水管道,选用塑料管不仅价格便宜,而且节电效果也非常显著。2005 年我国塑料管材管件的市场超过 160 万 t 上,到 2015 年,直径 400 mm 以下的 80% 采用塑料管,村镇供水管道 90% 采用塑料管<sup>(7)</sup>。2005 年,我国新建、改建、扩建工程中采用塑料管道占城市供水管道

70% 以上,2005 年达到 2 000 kt,2010 年将达到 3 000~4 000 kt;其中 PE 管材的比例将从 2000 年的 36% 提高到 2005 年的 45%,到 2010 年将达 60%。HDPE 管材在 PE 管材中占的比例相当大,且性价比优于其它塑料管材,PE 管已经成为我国小口径供水管的首选管材。

1.4.4 小城镇管材的推荐 1997 年和 1999 年建设部等 5 个部两次联合发布有关化学管材的发展规划和推进化学建材产业化的文件,要求推广应用 UPVC、PE 等管道。小口径给水管道,选用塑料管不仅价格便宜、节电效果显著,而且明显提高供水水质,具有很好的经济效益和社会效益。从我国国情出发,小城镇选用管材推荐如下:

DN ≤ 300 mm 的水管,采用塑料管具有价格低,工效高、管壁不结垢、使用较可靠、节能耐腐蚀等优点,塑料管推荐采用 PE 管。管径在 DN300~DN1000 的给水管,推荐选用球墨铸铁管。

#### 1.5 给水管材的价值分析

价值分析是用集体智慧和有组织的活动,着重对某系统的各种方案进行功能分析,筛选出总成本较低,能可靠实现必要功能方案的一种科学的技术经济分析方法<sup>(8)</sup>。价值是功能和实现这一功能所耗费成本的比值,即:

$$\text{价值系数} = \frac{\text{功能评价系数}}{\text{成本系数}}$$

价值系数最高的方案具有最佳的性价比,为最佳方案。

功能是一种产品或系统所具有的特定职能和用途,功能相同的系统由于技术性能等方面的差异,它们的功能水平不同,功能评价系数的表达式为:

$$\text{成本系数} = \frac{\text{子项目的投资}}{\text{项目的投资}}$$

成本又称为寿命周期,就给水工程而言,是工程建设投资及使用期间的各项费用的总和,表达式为:

$$\text{功能评价系数} = \frac{\text{某子项目的功能}}{\text{项目的功能}}$$

给水管网功能大致可分为水质性能、安全可靠性能、承压性能、抢修便利、耐腐蚀性等,根据各功能的重要程度赋予相应的重要系数。

以管径 DN150,长  $L=1\ 000\ \text{m}$ , $Q=75\ \text{m}^3/\text{h}$ ( $P=0.6\ \text{Mpa}$ )为例,运用价值分析法选择管材

表 1 为钢管、球墨铸铁管、塑料管、铸铁管功能评价系数表,表 2、表 3 分别为成本系数评价计算表和价

值系数计算表。

表1 功能评价系数计算

评价因素	功能因素				
	重要系数	钢管	球墨管	塑料管	铸铁管
水质	0.4	0.28	0.32	0.40	0.28
水压	0.30	0.163	0.163	0.229	0.134
安全可靠	0.20	0.20	0.20	0.14	0.18
抢修	0.06	0.054	0.036	0.054	0.036
耐腐蚀	0.04	0.024	0.036	0.004	0.032
管材总分(1.000)	0.712	0.755	0.863	0.662	
功能评价系数	0.240 2	0.251 6	0.287 6	0.220 6	

表2 成本系数评价计算

管材	成本					
	前期投资 (万元)	折旧率 (%)	年维护费用 (万元/a)	年运行费用 (万元/a)	单位成本 (万元/a)	成本系数 (1.00)
钢管	13.35	3.33	0.401	2.723	3.569	0.257 7
球墨管	20.25	2	0.608	2.273	3.736	0.269 8
塑料管	11.25	2.5	0.338	1.878	2.497	0.180 3
铸铁管	14.85	3.33	0.446	3.104	4.045	0.292 2

表3 价值评价系数计算

管材	功能评价系数	成本系数	价值系数	结论
钢管	0.240 2	0.257 7	0.932 0	
球墨管	0.251 6	0.269 8	0.933 0	
塑料管	0.287 6	0.180 3	1.595	最优
铸铁管	0.220 6	0.292 2	0.755 0	

从表3可以看出,在管径DN150的管材中,塑料管价值系数最高,为最优管材。

### 1.6 推广PE管材的建议

目前PE管使用过程中还存一些问题,比如抗冲击性不佳、阻燃性差、易老化、热膨胀系数大等问题,管道设计规范及施工验收规范还不完善,为便于PE管材的推广,建议做好以下几方面的工作:(1)完善PE管材的国家标准,以利规范产品质量;(2)制订国家统一的各类管材的管道设计规范及施工验收规范;(3)编

制PE管的安装预算定额,以利推广使用。(4)规范管材市场,取缔假冒伪劣产品。

### 参考文献:

- [1] 徐冰峰,胡跃峰.常用给水管网的选材分析[J].有色金属设计,2004,31(1):60-63.  
XU Bing-feng, HU Yue-feng. Analysis of used to selected of water supply pipe [J]. Nonferrous Metals Design, 2004,31(1):60-63.
- [2] 张振杰,申保伟.新型塑料给水管的性能比较及选择[J].河南建材,2002,40(4):34-35.  
ZHANG Zhen-jie, SHEN Bao-wei. The new plastic pipe performance comparison and selection [J]. Henan Building Materials, 2002,40(4):34-35.
- [3] 魏兴.常用塑料给水管的优化选择[J].安徽建筑,2003,15(3):28-30.  
WEI Xin. The choice of the plastic pipes commonly [J]. Anhui Construction, 2003,15(3):28-30.
- [4] 中国城镇供水协会.城市供水行业2010年技术进步发展规划及2020年远景目标[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.10(1):597.
- [5] 侯中华.我国管材市场分析[J].混凝土与水泥制品,1994,32(4):30-34.  
HOU Zhong-hua. Analysis of the market our country [J]. China Concrete and Cement Products, 1994,32(4):30-34.
- [6] 杨锦,张晖.论给水管材发展的新趋向[J].黑龙江环境通报,2002,26(2):8-9.  
YANG Jin, ZHANG Hui. The trend of the development of new water pipe [J]. Heilongjiang Environmental Journal., 2002,26(2):8-9.
- [7] 李星,刘东辉.我国塑料管的应用及发展前景[J].建材发展导向,2004,2(5):28-31.  
LI Xing, LIU Dong-hui. Application of plastic pipe and development prospects [J]. Building Materials Development-oriented, 2004,2(5):28-31.
- [8] 武春友,张米尔.技术经济学[M].大连:大连理工大学出版社,1998.

(编辑 胡玲)