

供水管网, 管材, 选择. 金属管, 塑料管.

⑦

18-24

供水管网的管材选择

何维华

TU891.36

一、供水管网的功能要求

供水企业的根本任务是向用户提供清洁的饮用水; 连续供应有压力的水; 同时降低供水费用。为此, 供水管网作为供水系统的重要环节, 对于它的硬件有以下五点要求:

(1) 封闭性能高

供水管网是承压的管网, 管道只有良好的封闭性, 才是连续供水的基本保证。

(2) 输送水质佳

自来水从水厂到用户, 要经过较长的管道, 往往需要几个小时乃至几天。管网实际上是一个大的反应器, 出厂水未完成的化学反应将在管网中继续进行, 并且含氯水与管壁发生新的接触, 产生新的反应, 这些反应有生物性的、感官性的以及物理化学性的。因此要求管道内壁既要耐腐蚀性, 又不会向水中析出有害物质。

(3) 水力条件好

供水管道的内壁不结垢、光滑、管道畅通, 才能降低水头损失, 确保服务水头。

(4) 设备控制灵

一个大城市的供水管网, 管道总长度少的有数百公里, 多的达数千公里, 在这样的大型供水管网中有成千上万个专用设备, 维持着管网的良好运行。

在管网上的专用设备包括: 阀门、消火栓、通气阀、排水阀、减压阀、调流阀、水锤消除器、检修人孔、存渣斗等。这些设备的完好是保证管网运行畅通、安全供水、避免污染的前提。

(5) 建设投资省

供水管网的建设费用通常占供水系统建设费用的 50~70%, 因此如何通过技术经

济分析确定供水管网的建设规模, 恰当选用管材及设备是管网合理运行的途径。

二、管材类别

(一) 金属管材

1. 钢管 (SP)

钢管包括: 钢板直缝焊管与钢板螺旋焊管 (适用于大口径管道)、无缝钢管 (适用于中小口径管道)、不锈钢管 (适用于中小口径管道)、镀锌钢管与钢塑复合管 (适用于小口径管道)。

2. 铸铁管 (CLP)

①灰口铸铁管 (GCLP)

包括离心灰口铸铁管、半连续灰口铸铁管以及稀土铸铁管即蠕墨铸铁管 (适用于中小口径管道)。

②延性铸铁管 (DCLP)

包括球墨铸铁管 (适用于中小口径管道)、铸态球墨铸铁管 (适用于中小口径管道)。

3. 有色金属管

包括铜管、铝管 (适用于小口径管道)。

(二) 非金属管材

1. 水泥压力管

①石棉水泥管 (ACP), 现已不推广使用;

②自应力管 (SSCP), 在中小城市用于中小口径管道;

③预应力管 (PCP), 包括管芯缠丝预应力管 (俗称三阶段管) (CTPCP)、振动挤压预应力管 (俗称一阶段管) (PVCP)、钢筒预应力管 (PCCP)。适用于大中口径管道。

2. 塑料管

①热塑性塑料管

包括硬聚氯乙烯管 (UPVC) (适用于中小口径管道); 高密度聚乙烯管 (HDPE)、聚乙烯夹铝复合管 (HAH)、聚丙烯管 (PP)、聚丁烯管 (PB)、尼龙管 (PA) (适用于小口径管道); 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物为基材的工程塑料管 (ABS) (适用于水厂投加氯及净水剂的管道)。

②热固性塑料管 (GRP)

GRP管又称玻璃纤维增强树脂塑料管或玻璃钢管。玻璃钢管或加砂的玻璃钢管又

分两种成型方法。即离心浇铸成型法 (Hobas 法) 及玻璃纤维缠绕法 (Veroc 法)。GRP管在大口径管道上有较大的适用前景。

三、国内部分城市供水管网的管材使用情况

根据 1990 年对 32 座城市的调研 (这 32 座城市的综合供水能力已占全国的 44.74%, 具有一定的代表性), 其情况分析如下:

(1) 各种口径管道在管网中所占的比率, 如图 1。

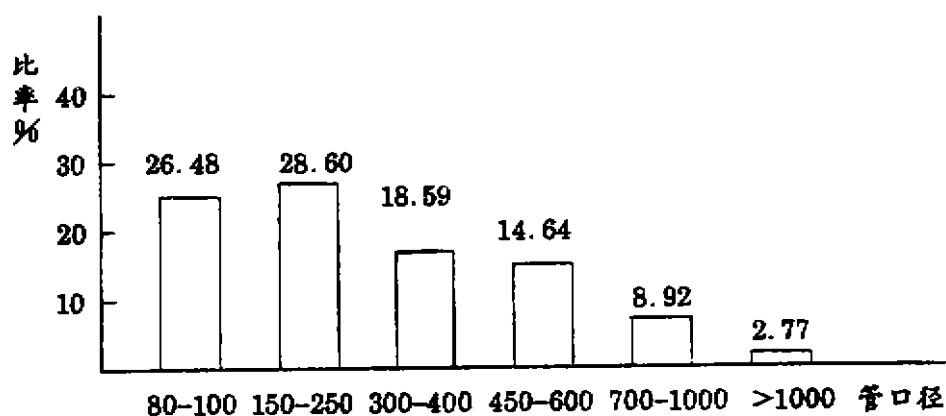


图 1

(2) 各类管材在管网中所占的比率, 如图 2。

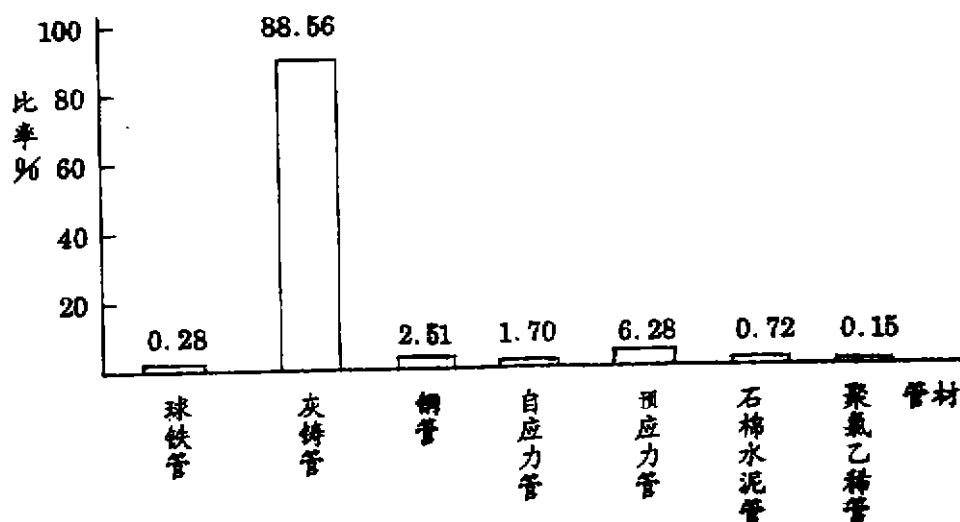


图 2

四、管材适用性概述

1. 钢管

(1) 钢板焊管

它的强度高, 管材及管件易加工, 适用于大口径管道上使用, 特别是地形复杂的地段一般采用钢管。但它的刚度小, 易变形, 衬里及外防腐要求严, 必要时需作阴极保护, 因而造价较高。为了降低造价, 在特大型管道中可采用薄钢板焊制, 在管内衬较厚的水泥砂浆或砼, 提高刚度, 可施工难度较大, 回填土应有特殊要求。

(2) 镀锌钢管

在国内小口径管道上, 主要使用的是镀锌钢管(白铁管), 但因锈蚀问题, 影响水质及使用寿命。近年四川省新津县复合材料总厂生产了内衬 PVC、PE 等复合镀锌钢管, 改善了上述问题。另外, 市场上出售的冷镀锌钢管, 不符合供水管道使用要求, 它的镀锌层薄, 管内壁更差, 甚至未镀上, 极影响水质, 使用 2-4 年就腐蚀穿孔, 作为伪劣产品, 应以禁用。

2. 铸铁管

铸铁管是供水管网中使用量最多的一种管材。目前世界上每年铸铁管的产量约 700 万吨, 并每年以 3% 的速度递增。

我国目前有铸管厂 100 多家, 年产量约 100 多万吨, 这些厂家主要采用半连续铸造技术生产灰口铸铁管。

我国 1985 年开始从德国、美国等引进了水冷金属型离心铸管技术及设备, 目前年产量不足 20 万吨。铸管的规格大多不超过 800mm。

国内亦有不少铸管厂家利用原有设备, 适当改造, 生产出稀土铸铁管(蠕墨铸铁管)及微延伸率的铸态球墨铸铁管。也有不少铸管厂, 不断改进半连续铸管工艺、生产出柔性接口。水泥砂浆衬里、B 级半连续铸管, 在 $DN \leq 400mm$ 的管道中使用正常, 达到价廉合用的水平, 仍受到用管单位的认可。

3. 水泥压力管

(1) 石棉水泥管 六十年代, 部分城市使用过, 目前几乎没有使用。

(2) 自应力管 在国内有 100 多个生产厂家, 年产量近 4000km, 多数为 $DN \leq 600mm$ 的管材, 此管材价格低, 容易出现二次膨胀及横向断裂, 目前主要用在小城镇及农村供水系统中。

(3) 预应力管 三阶段预应力管国内有厂家从澳大利亚引进了悬辊法制管技术及设备。一阶段预应力管国内生产的最大口径达 2m。钢筒预应力管是我国九十年代引进的制管工艺, 它是管芯中间夹有一层 1.5mm 左右的薄钢筒, 然后在环向施加一层或二层预应力钢丝。

4. 塑料管

(1) 热塑性塑料管 硬聚氯乙烯管始于四十年代, 我国在六十年代开始使用, 国内目前已有几十个厂家建立了生产线, 年生产能力达 50 多万吨, 年产量 10 万吨左右, 现在城镇及农村中推广使用。

为了解决硬聚氯乙烯管脆性的缺点, 国外已开发了耐冲击型的管材。

高密度聚乙烯管: 耐腐蚀、耐高温、无毒、张力大、不干裂、小口径管可绕在卷盘上, 安装迅速, 接头量少。

聚丙烯管: 无毒、耐热、耐寒、耐老化、有较高强度。

聚丁烯管: 是一种高分子惰性聚合物, 具有耐高温、耐寒冻的特点, 化学稳定性好, 可塑性强, 无味、无毒、有多种连接方式, 是理想的小口径供水管道新型管材, 但目前国内没有此管材的原料及产品。

(2) 热固性塑料管

热固性塑料管也就是玻璃钢管, 为了提高刚度, 可加 50% 的砂子。目前在国外对这类管材的制作工艺有两类, 一类是六十年代出现的, 采用短纤维的离心工艺, 称 Hobas 离心浇铸成型工艺; 一类是七十年代出现的, 用芯模缠绕加砂工艺, 称 Veroc 连

续缠绕工艺。我国八十年代开始研制,九十年代又从国外引进设备和技术,开成了十多条生产线。离心法成本低;缠绕法强度高,容易形成承插式管材,内表面固化效果好。

至于玻璃钢管在含氯水的管网中应用,其氯对树脂的作用及老化后纤维的析出问题,引起专家的关注,有些国家不推荐使用。

如河北中意及四川中嘉玻璃钢有限公司,均从意大利引进技术与设备,可生产 $DN \leq 4000\text{mm}$ 玻璃钢管或夹砂玻璃钢管,其管壁结构如表 1。

表 1

名 称	原材料	树脂含量 %	纤维含量 %	作 用
内表层	防腐树脂	90~95	5~10	致密的富树脂
衬层	短切纤维 结构树脂	70	30	层防渗、防腐、 厚度 2~3mm
结构层	缠绕纤维 结构树脂	24~32	68~76	高强度的 结构层
外表层	含紫外线吸收剂的树脂	100		形成防老化的 外保护层

在各类塑料管中,有像聚丁烯这类管材的旧废料可同生活垃圾一起焚烧转变为热能,由于它的分子结构不含卤化物,燃烧的产物不产生腐蚀性、有毒的物质,不对环境造成危害。而 PVC 等塑料管却有不良的效果。

五、管材的接口

1. 焊接、粘接的管道,应考虑热胀冷缩的对策措施,适当距离安装柔性接口、伸缩节或 U 形弯管。

2. 目前各类管材中采用胶圈柔性接口时,基本上均采用推入式滑动逗管方式,故逗管的插口工作面应涂润滑剂,润滑剂的选择应对胶圈及水质无害。逗管后的内间隙不宜过大,胶圈滑不到工作面,出现局部沉降时容易渗漏水;内间隙没有,接口的柔性受到削弱。

3. 柔性接口的胶圈务必按标准定点供货。对于铸铁管而言。楔型胶圈符合国际标准(ISO2531),但对承口铸造尺寸要求较严。

国内推行的梯唇型胶圈,用胶量较大,承口内侧铸造成形容易。铸管件的柔性接口形式,对于 $DN \leq 300\text{mm}$ 的建议用梯唇型胶圈接口; $DN \geq 300\text{mm}$ 的建议采用机械接口,以利安装。

4. 柔性接口逗管要求管子放平、中线对齐,一次逗进。若逗管施力过大则应退出,查找原因后返工。强行逗管、胶圈卷曲,难以退出。

5. 管材、管件的接口不推荐刚性接口,就是抢修修复中,力求安装柔性快速抢修接头,这样减少停水时间,又可提高管道的安全性。

6. 刚度较差的管材,在逗管前插口端应有支撑设施,保持圆度。

7. 大口径管件的柔性接口,力求有止锁装置,减小支墩尺寸。

8. 阀门在管道上连接,应有可拆装的活动部件。对于 $DN \leq 300\text{mm}$ 的可使用活法兰(单盘连接器),否则用可固位的伸缩器。

六、管材的选择

1. 管材水力条件的比较

为了便于比较,第一类管材为水泥压力管、衬水泥砂浆防腐的金属管。第二类管材为热固性塑料管及热塑性塑料管,第一类管材的管壁粗糙系数 $n_1 = 0.013$;第二类管材的 $n_2 = 0.009$ 。

通过水力学中的达西公式(1)与曼宁公式(2)的关系,可求得以下的比较:

$$Q = AC(Ri)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (2)$$

式中:Q——流量;

A——管道的过水断面面积,对于圆管 A

$$= \frac{\pi}{4} D^2;$$

C——谢才阻力系数;

i——水力坡度;

n——管道的粗糙系数;

R——水力半径,对于圆管 $R = \frac{D}{4}$

将(2)式代入(1)式得:

$$Q = \frac{k}{n} D^{8/3} i_1^{1/2} \quad (3)$$

式中: D——管径;

$$K = \frac{\pi}{4} \times \frac{1}{4^{2/3}}$$

(1)当管道输水流量,水头损失一致时,则:

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^{3/8} = \left(\frac{0.009}{0.013}\right)^{3/8} = 87\%$$

(2)当管内径、水头损失一致时,则:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{0.013}{0.009} = 1.44$$

(3)当管内径、输水流量一致时,则:

$$\frac{i_2}{i_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = \left(\frac{0.009}{0.013}\right)^2 = 0.48$$

因此,在各类管材选择时,应考虑以上因素。

2. 管材综合性能比较

(1)大、中口径的管材

现将可作大、中口径的管材中,钢管、球墨铸铁管、铸态球墨铸铁管、半连续灰口铸铁管、玻璃钢管的性能比较,列于表2。

管材性能比较 表2

项 目	钢管	球铁管	铸态球管	半连续铸管	玻璃钢管
抗拉强度(MPa)	≥42	≥42	≥40	≥14	≥32
延 伸 率(%)	24	≥10	~2	0	0.8
硬 度(HB)	140	<230	<230	<210	40
弹性模量(10 ³ MPa)	21.4	15~17		10~12	25.2
屈服极限(MPa)	≥30	≥30		10~17	
抗腐蚀性	差	较良	较良	良	优
使用年限(年)	25	50	50	>50	>50

(2)常用塑料管的综合性能比较(小口径管)

硬聚氯乙烯管、聚乙烯管、聚丙烯管、ABS工程塑料管的性能比较,见表3。

3. 管材的重量比较

部分管材的重量比较见表4、表5。

塑料管性能比较 表3

项 目	硬聚氯乙烯管	聚乙烯管	聚丙烯管	ABS管
密度(kg/cm ³)	1.35~1.46	0.92~0.96	0.9	1.02~1.08
抗拉强度(MPa)	48~50	18~20	30~39	42~60
弯曲强度(MPa)	86~100	70	42~56	70~85
弹性模量(10 ³ MPa)	3.2	0.9	1.3	2.4
硬 度(R)	120	60~70(邵)	95~105	105~115
热膨胀性(10 ⁻³ m/℃)	7	14	11	9
左作温度(℃)	-5~60	-20~60	0~60	-30~80

大口径管道重量比较 表4(kg/m)

管 径(mm)	钢管	三 阶 段 管	一 阶 段 管	钢管预 应力管	玻 璃 钢管
1200	355	1050	914	1020	160
1400	483	1169	1460	1460	215
1600	631	1972	1522	1940	275
1800	799	2402	1968	2300	345
2000	986	2973	2471	2700	425
2200	1085	3376		3340	625
2400	1302			3840	705
2600	1538	4988		4520	

中小口径管道重量比较 表5(kg/m)

管径(mm)	钢管	灰口铸管	球铁管	自应 力管	聚氯乙 烯管	聚乙 烯管	聚丙 烯管
100	15	24	16	30	2.65	3.13	2.2
150	22	38	24	38	5.50	6.63	4.61
200	30	55	32	60	8.55	10.3	7.20
300	44	96	54	157	21.00	25.6	

4. 管材的价格比较

部分管材的价格比较见表6、表7。

大口径管道价格比较 表 6(元/m)

管 径 (mm)	钢 管	三 阶 段 管	一 阶 段 管	钢筒预 应力管	玻 璃 钢 管
1200	1650	795	671	1000	3840
1400	2246	1030	916	1500	5160
1600	2934	1395	1239	2000	6600
1800	3715		1929	2500	8280
2000	5078		2139	3000	10200
2200	5588			3500	15000
2400	6705			4000	16920
2600	7921			4500	

中小口径管道价格比较 表 7(元/m)

管 径 (mm)	钢管	灰口 铸管	球铁管	自应 力管	聚氯乙 烯管	聚乙 烯管	聚丙 烯管
100	70	58	72		32	41	19
150	102	91	108	54	66	86	60
200	140	132	144	65	103	134	61
300	205	230	243	98	252	333	

注:1.管材单价有些尚未收集到。单价中均未考虑运输费用。

2.因各地情况不一及时间关系,没作施工费用的分析。

5. 管材选择的推荐性意见

管材选择的综合评价应进行技术经济分

析,并从以下五个方面比较评定:

(1)管材性能可靠,能承受要求的内压和外荷载。

(2)管材来源有保证,管件配套方便、运输费用低或管厂建厂周期短。

(3)施工机具简便及安装容易。

(4)使用年限长,维修工作量少。

(5)输水能力能长期保持相同条件下,工程造价低。

具体推荐性意见如表 8。

表 8

管径(mm)	推 荐 意 见(以次序排列)
DN≥1800	钢管、夹砂玻璃钢管、钢筒预应力管、三阶段预应力管
DN<1800 ≥800	钢筒预应力管、钢管、三阶段预应力管、夹砂玻璃钢管
DN<800 ≥300	球墨铸铁管、铸态球墨铸铁管、预应力管、钢管
DN<300 ≥100	聚氯乙烯管、铸态球墨铸铁管、球墨铸铁管、灰口铸铁管(柔口)
DN<100	钢塑复合管、热镀锌钢管、聚乙烯夹铝复合管、聚乙烯管

注:各地区具体情况不一,推荐意见不一定适用。

△作者通讯处:610072 成都市十二桥街自来水公司

(上接第 15 页)

低。至于水质综合评价,还有待于进一步进行。

五、效益计算

1. 投资

工程改造,消耗 Dg400mm 阀门 2 个, Dg350mm 阀门 1 个,钢管 1.0t,辅料 2000 元,投入人工 50 个,总费用为 18500 元。

2. 降低运行费用

由系统改造前后的运行参数,计算可知:当开一台拜耳法水泵时,年节电 234.8 万度,开一台烧结法冷水泵时,年节电 347.8 万度。按水泵正常切换制度,两种水泵年运行时间各半年,则年节电量 291.3 万度。每度电电

费按 0.20 元计,年节电费 58.26 万元。

3. 回收期

由以上可知,本项目的投资回收期为 11.59 天。

六、结论

1.系统设计时,设备的选型应合理搭配,留有发展余地。既要着眼未来,更要注重现实。

2.多水源供水地区,系统运行应注重联通管的设置和利用,以提高供水安全、经济性。

△作者通讯处:043300 山西河津市山西铝厂水电分厂