

输配水管网, 管材, 接口, 供水系统.

输配水管网管材及接口的合理选择

③

12-14

上海市自来水公司 宋仁元

TU891.33

输配水管网是城镇供水系统的重要组成部分, 在供水能力适应用水需要的情况下, 造成用户断水、缺水的重要原因在管网。一般管网造价占供水系统的一半以上, 长距离引水的管道部分占的比重更大, 一般电费约占供水成本的 1/3, 其中相当部分为管网水头损失的消耗。用户饮用水的水质是出厂水质加上管网的污染, 因此在出厂水质良好的情况下, 管网更是改善用户饮用水水质的重要因素。

良好的输配水系统既要达到安全可靠, 又要具有技术经济合理性。也就是说在达到一定安全可靠性的前提下, 管网年总费用最低, 即投资的折旧、利息、维修管理费和年电耗的总和最低。这就要研究管网的合理布局、各管段的合理流速、合理选用管网中的增压泵站和水库泵。

无论是安全可靠性和技术经济合理性, 管道材质及接口的合理选择是很重要的。为此, 在建设部组织编制的《城市供水行业 2000 年技术进步发展规划》中, 专门有一个专题论述这个问题。

一 选择管道材质的基本原则

1 安全可靠, 维修量少。要能安全地承受要求的内外负载, 漏水很少, 爆管极少。

2 使用年限长。使用年限长短实际上是效益大小, 在城市排设管道已相当困难的情况下, 更需考虑使用年限。

3 内壁光滑, 输水能力保持不变。同样口径, 内壁越光滑输水能力越大, 经济效益

越高, 这种管道对水质影响越少。

4 造价相对低。这是综合上述因素而言。

二 几种重要管道材质的优缺点

我国 30 个重要城市, 2.7 万 km 管道, 在 1988 ~ 1990 年期间, 漏水频率及爆管频率 (包括折管) (次/km · a) 调查统计如下:

管材	全部漏水频率	其中爆管频率
铸铁	0.55	0.15
钢	0.59	0.10
预(自)应力	0.54	0.18
球墨铸铁管(包括铸态管)	0.14	0

上述统计中包括某些不均等和可以避免的因素, 如各种管材平均管龄不同, 预(自)应力管的损坏机率较多发生在自应力管, 预应力管及球墨铸铁管早期产品质量不够稳定, 部分钢管因未装伸缩接口而破裂。虽然我们虽然可以加以分析, 但这样大规模并有较长时间的统计仍值得作为参考。

铸铁管曾为我国供水事业作过重大贡献, 但毕竟是一种比较差的材质, 尤其用连续浇铸方式生产的铸铁管性能更差些, 铸铁管的抗拉强度仅为球墨铸铁管的三分之一, 无延伸率和压偏率, 很脆, 球墨铸铁管的壁厚约为铸铁管的 60%, 显然球墨铸铁管的性能和可靠性好于铸铁管。日本主要城市于 70 年代开始改造老朽管, 他们把铸铁管列为老朽管作为改造更换的对象。中国技术政策和《城市供水行业 2000 年技术进步发展规划》中管道材质向球墨铸铁管、塑料管等其他材

质引导。由于当时国内球墨铸铁管产量不足,价格较高,少数质量也不好,所以在引导上留了些余地。现在国内不少生产厂已引用国外技术和设备,球墨铸铁管产量大幅度提高,规格增多,质量应该可以达到国际水平,单位管道长度的价格已和铸铁管差不多。从安全可靠讲,从技术经济讲,当前一般情况已无必要再用铸铁管,以避免今后爆管维修留下很多后患,现在宜尽快向球墨铸铁管等其它管材转移。

自应力管是我国一定时期的产物,它具有价格低廉,生产方便等优点,在管道缺乏资金又供应紧张的条件下解决了一定问题。但自应力管道在生产过程中控制质量不容易,膨胀程度、膨胀时间等参数不象预应力那样容易控制,所以它是安全可靠较差的管材。日本、台湾也曾用过自应力管,但不久因质量不容易控制而放弃。爆管造成的损失很大,管道更新又很困难,在一般情况下,不宜再用自应力管。

在几种常用的管材中,我们可以从出厂质量符合要求的球墨铸铁管、塑料管、钢管、预应力钢筋混凝土管、薄壁钢筒预应力混凝土管以及玻璃钢管中按上述四项基本原则加以分析,然后择优选用。

塑料和玻璃钢管按 50 年后强度设计,可以理解它的正常寿命为 50 年或以上。上海市的供水管网中铸铁管有用到一百年以上的。球墨铸铁管的抗腐蚀性能稍差于铸铁管,而且管壁较薄,如内外防护合适,寿命可以和铸铁管相似,但寿命的薄弱环节是接口的橡胶圈。钢管的寿命决定于内外防护的质量,可以是 10 年、20 年,也可能长达 100 年,上海杨树浦水厂一根 1m 直径的出厂管已使用了 60 多年至今仍然很好。预应力钢筋混凝土管及薄壁钢筒预应力混凝土管的寿命很长,薄弱环节是橡胶圈。

球墨铸铁管、钢管、预应力钢筋混凝土管、薄壁钢筒预应力混凝土管的内壁均衬有水泥砂浆,一般情况可做到 $c \geq 130$, 或 $n \leq$

0.012。玻璃钢管及塑料管 n 可达 0.009, 这是一个很重要的优越性。

三 管材的合理选择

我们可以从四个方面结合当地技术经济条件进行分析,从而得出不同口径适宜的管道材质。在一般情况下, DN75 ~ 200(或 DN75 ~ 150 或 DN75 ~ 300) 管道首先选用硬质聚氯乙烯管或聚乙烯管,这种管道价格相对便宜。如果要求更高,也可以应用球墨铸铁管,用橡胶圈柔性接口的铸铁管在 DN75 ~ 200 口径范围内虽然基本上不会发生爆管,但从技术经济合理性上也没有必要选用铸铁管。

DN200(或 DN150 或 DN300) ~ DN1000(或 DN1200) 首选球墨铸铁管,其中口径大的也可选用质量可靠的预应力钢筋混凝土管,不宜再用铸铁管或自应力管。 $> DN1000$ (或 DN1200) 的管道可以在预应力钢筋混凝土管、薄壁钢筒预应力混凝土管、钢管或球墨铸铁管中加以具体的分析比较,然后择优选用。一般讲,口径越大,薄壁钢筒预应力钢筋混凝土管造价的优越性越大,球墨铸铁管优越性越小。上海市黄浦江上游引水工程,引水量为 500 万 m^3/d , 原来认为低压暗渠造价最低,水头损失也少,后来有单位投标用二根 5m 直径的薄壁钢筒预应力混凝土管,水头损失和暗渠一样,投资比暗渠约省 10%。如果采用薄壁钢筒预应力混凝土管则不必多次加压,并不设大量溢流装置,还可以节约一部分投资。如果重新核算一下经济流速,可能年总费用还可以节省。

四 合理选择接口类型

近年来,上海市自来水公司等单位对过去的大量爆管进行了调查研究,认为爆管的首要原因为管道材质差;第二个重要原因为接口刚性太强;第三个原因为施工时沟底及覆土处理不当,焊接或接口质量不好,内外防护质量不好;第四个原因是外来破坏,包括附近有深沟施工、高层打桩、局部降低地下水位等;第五个原因为设计时伸缩接口、排气装置及支墩等处理不当;其他还有运行过程中产

生水柱拉断等原因。

石棉水泥接口尤其是膨胀水泥接口刚性很强,将使单根管道成为很长距离的一个整体管道。<DN200 管道其膨胀水泥接口能承受的握裹力甚至大于铸铁管本身的拉力,以致冬天水温降低时可能把水管拉断。在较长的管道遇到不均匀沉降时,小口径管道会产生横向断裂,大口径管道则往往在钟口(大口)处因受拉而首先开裂,然后波及一大块。

我们在设计和施工中应注意避免或减少不均匀沉降,但在较长距离的管道中不均匀沉降是不可避免的,采用地面水为水源的水厂,水温变化也是不可避免的。其主要对策是采用柔性接口。如波兰西部煤矿地区,因开采煤引起地面有较大的不均匀沉降,他们取得成功的主要对策是管道采用柔性接口。几个地震的城市调查说明,柔性接口管道的损坏率远小于刚性接口。日本几个主要城市在改造老朽管的计划中把过去青铅接口的管道也列为老朽管,新排管道基本上采用橡胶圈柔性接口。

石棉水泥接口是学习前苏联的技术,当时在青铅缺乏的条件下,起了一定作用,但后遗症不小。以后又发展到膨胀水泥,施工更方便但性能更差,不仅刚性太强,而且膨胀水泥掌握得不好可能使钟口(大口)胀裂。

据上海市自来水公司统计,12月及1月的2个月内,爆管率占全年的56%,其中DN75~DN200占全年的51.2%,占二个月的91.6%,主要是水温降低而把水管拉断。

又据上海市自来水公司统计,铸铁管中青铅接口占29%,其余为石棉水泥或膨胀水泥接口,而总的爆管次数中青铅接口占13.6%,石棉水泥及膨胀水泥接口占86.4%。如果按单位长度爆管机率统计,相对较为柔性的青铅接口的水管爆管机率约为石棉水泥或膨胀水泥接口水管的一半。

无疑柔性接口较刚性接口有很大的优

越性。因此,在当前条件下应该使用柔性接口。即使大口径的钢管采用焊接接口。也需要在一定距离设置柔性伸缩接口,否则会拉坏阀门的法兰接口或拉断管道焊接较差的部位。柔性伸缩接口的设置也改善不均匀沉降时的受力条件。

五 选用管材还应注意质量

前面谈到球墨铸铁管、塑料管、预应力钢筋混凝土管、薄壁钢筒预应力混凝土管、玻璃钢管等管道材质的安全可靠性的要求,但前提是产品质量要达到规定的标准要求,即使大家认为安全可靠性的球墨铸铁管及钢管近年内也都有爆管的记录,预应力钢筋混凝土管我们遇到的经验就多些。生产过程中的质量控制很重要。我们采购管道要选择质量控制严格,质量可靠的生产厂,并严格检查质量。要抽查:(1)水压试验及金属分析资料;(2)各项尺寸是否符合规定要求;(3)接口处表面是否光滑;(4)水泥砂浆内防腐的厚度和允许误差是否达到国标要求,我国规定的水泥砂浆厚度和允许误差均比国际标准要求更高。检查水泥砂浆的光滑度是否达到要求,其方法可用一根300mm直尺平行管道轴线测定水泥砂浆与直尺之间的间隙,其最大间隙不能大于1.6mm。此外还要注意外防护是否达到规定要求、橡胶圈的质量、配件的材质,使配件的寿命能够和直管相匹配。

更正

本刊1997年第一期封面

照片应为“河南省信阳市自来水公司南湾水厂一角”。