

# 供水工程长距离输水管道设计要点探析

王 星

河北省水利水電勘测设计研究院集团有限公司 天津 300250

**摘 要:**近年来,我国的供水工程建设有了很大进展,往往遇到远距离输浆管,由于各个给排水点和给排水施工间的距离是不同的,一旦间距过大,则必须采用远距离输浆管来解决给排水需求。而远距离输浆管道由于尺寸很大,所存在的许多困难,在短时间管道当中也能够得到规避,使得远距离输浆管道设计和短时间管道设计有所不同,因此本篇将根据案例,对远距离输浆管道设计重点加以研究。

**关键词:**供水工程;长距离输水管道;设计要点

## 1 长距离输水管道工程特点

### 1.1 便捷的管道管理

长距离送水管网项目主要利用输浆管网提供水资源。因为管线长期埋入地底,且水质密封性很好,因此在输水过程中基本不会产生泄漏和蒸发等现象,使水受到了较好的保护和合理使用。另外,若把管线埋于地底,能够减少偷水行为,减轻施工检查的压力,便于施工单位的控制。

### 1.2 节约土地资源

输水管路工程虽然将永久占用了安全监测房、气阀井等的施工土地,却仅占有了少部分耕地,且主要用于临时性建筑和施工建设。这样,管道施工占用的土地空间极少。从一定意义上,有效节省了土建资金,扩大了城市建筑的使用空间,促进了发展速度。

### 1.3 耐蚀性能

钢管还采用了内部的防腐涂料,并进行阴极保护防腐;所有球墨铸铁钢管出厂编号成品均进行了内部防腐的涂刷作业,而不需再进行其他的内部防腐蚀施工;在一般条件下,PCCP的管道水泥砂浆保护层和混凝土管芯,均可以给管材提供充分的防腐蚀保障,而不必做其他附加保护措施,但为了防止PCCP预应力钢筋的氢脆损伤,在一般情况下还必须采取阴极保护防腐。三种管道的防腐蚀费用,从大至小顺序为管材、PCCP钢管、球墨铸铁钢管<sup>[1]</sup>。

### 1.4 长距离供水管道设计优化

输水管路是否顺利进行送水,决定管线设置是否科学合理,管路材质是否合格。针对长距离给排水施工,管线设置的具体方法直接影响着整体施工的资金投入。所以,进行管线设计优化对于整体施工有着非常关键的作用。于是,怎样在合理限制国家资金投入的基础上,尽量地增加管线的建设效益,是工程建设人员所遇到的

一项难点。工程建设人员应该根据各种材料的经济技术要求、地质数据,正确规划好整个工艺流程。更具体地讲,为确保管线的水量要求,对管线的位置与地形要掌握好国家的规定范围。在选定输水管道长度时,也要严格按照水力要求加以选取。

## 2 长距离供水工程输水管道材质分析

### 2.1 经济分析

为更好地适应各个区域的给排水要求,必须比较各种建筑材料间的差别,从而更好地选用输水管道建筑材料,减少远距离输水工程的施工成本,增加远距离输水工程的效益。研究各种建筑材料间的经济效益差别,通过年度定额投资法和动态投资法对其经济效益加以统计,从中选择效益最大的建筑材料,以便减少长距离给排水施工的投入,提高给排水施工的质量。

### 2.2 技术分析

针对长距离供水项目,要针对各种状况选择不同的建筑材料。设计者从现场入手,根据不同的实际状况选择相应的建材。因此在材料的承压功能上,钢的承压功能要比明显更强,其密闭效果也更好,能良好的适应高压条件。在与整个系统承压水平比较上,以玻璃钢夹砂管的总体承压水平为最差。其次,在接口的连接形式方面,这些材料间也存在着一定的区别。其中,管材通常采用硬性的连接方式,但由于对混凝土管的要求更为严苛。因此可以采用双密封插装方式,但要求的水平也更高。而聚乙烯PE管材则一般采用热融材料的spc聚合物砂浆进行连接,而玻璃钢夹砂管用手工方式连接。

这些材料对地面土壤都有不同的需求,其中管材的依赖性比较差,因此通常的地面要求均可满足要求,而其他三类材料的土壤条件也都偏好,因此管材安装前也需要先达到相应的地面条件。在管道施工时需要达到相应的基础条件。在管线施工过程中,管道对沟槽有比较

严格的基础要求,而砼管道则需要对沟槽有比较牢固的基础或其他支撑。其他二种材质则对管道隆的品质要求更高,而且只有在绝对合格的水平上方可使用。总之,在技术上,不同的材质在不同的工程上有较大的区别。工程设计技术人员要正确选用材质,保证输水管道达到施工要求。

### 2.3 管线布置原则

2.3.1 供水线应尽可能顺直,输水线长度尽可能缩短、地势起伏小、土石方工作量小,降低横(穿)跨越障碍次数、减少沿线的重大拆迁、尽量少占用耕地和不占用耕地。

2.3.2 输配水管道方向与地点须满足城市规划与工业企业的建设需要,并尽可能沿既有路线及规划道路布设,以利建造与维修。

2.3.3 管线应当尽量通过谷地、山脊、沼泽、重要铁路以及泄洪区域,并注意避让地震断裂带、沉陷、山崩、塌方以及易出现碎屑流和高严重的泥石流区域。

2.3.4 合理运用地质条件下形成的水位差异,并根据沿线条件优先考虑重力输水。若由于地质等因素需要加压送水时,宜尽量较少扬水管长,通过工程布线选用水力条件较优的布设方法。

2.3.5 应尽可能避免各类矿点,无法避免的,线路布置应管地避免浅埋露天矿点,油田开采范围。

2.3.6 尽可能减少与现状路线或原计划路线的相交,并与公路、铁路并行布置。

### 2.4 管材选择

限制长距离管线输水项目建设的主要原因是管线的位置和管线的材料选用,在管线稳定的前提下,管线项目一般要达到项目投资的百分之五十~百分之七十,是项目投资中最为关键的项目。工程所穿越地质条件复杂,地形单元多样。管道比选方法主要依据各管线设计、建造标准和引用的调水等有关标准,通过系统分析各种管道特点并根据本工程项目的管线布局特点,对管道的抗内、外压负荷能力,抗腐蚀能力、耐久性、安全可靠、经济效益,以及兼顾施工困难程度、操作检修方便等诸多因素综合比选管材。

#### 2.4.1 管材选择原则

①输浆管线的重要程度,管子口径大小和长短等;②管材机械、水力特点;③的工作方法,有无调整设备等;④具有适当的硬度,能够承受不同工况下的管内外负荷;⑤供货、运输、工期、设备安装要求高等;接口连接安全可靠,施工简单;⑥水密性好,水压试验漏量符合设计要求;⑦可满足管网沿线地质、地形和气象要

求,如地势起伏程度,土质的pH值过高的土壤腐蚀性,气温差异变化幅度过大等;⑧综合造价合理,安全度高,耐腐蚀,应用时间久,保养维护简单经济。远距离大直径输水管道,根据施工方法常见的有钢管、球墨铸铁管、外部预应力钢筒砼管、内部玻璃钢增强夹砂管及其他复合管道等。

(1)钢管(SP管)。较长距离的输水管道一般采用螺旋焊接钢管,生产设备和施工工艺都比较完善,目前我国的相关法规、标准已较为完善。焊缝钢管有承压水平大、机械刚度大,稳定性高,防渗性能好,适应性强,在发生爆管后,对焊缝钢管的抢修期限可以缩短,技术上简便,质量可靠,抢修费便宜等优势。在管件的接头时小直径可选用承插接头,大直径用采用焊接,属柔性或刚性多接头管件。

(2)球墨铸铁管(DIP管)。球墨铸铁管属于铸造钢的一类,具备了铸铁的本质、钢材的特性,防锈性能良好,密封性能较好,安装结构简单,因此具备了很高的市场价格比。其物理化学成份中的主要元素有碳、硅、锰、磷、硫和镁等,在铁素体和珠光体基体上还散布有相当量的球石墨,由于球墨铸铁管接近钢的弹性,但同时也符合较好的硬度,所以在实际应用时可经受适当的内部压力,而自身的变化也极小。管路一般使用自承插接头,或采用柔性自承插接头管件。

(3)预应力钢筒混凝土管(PCCP管)。外部预应力钢筒水泥管是以内部带钢筒的水泥作为管芯,管芯主要功能是防渗混凝土,管芯主要作用是防水渗漏钢筋,在混凝土管芯外面又缠环向外部混凝土浇筑的高强度钢筋,在混凝土管芯外部又缠上向外部混凝土水泥浇筑的高强度钢筋,在钢丝上又喷以钢筋及混凝土保护层而形成的管子,也称为PCCP管。PCCP管件一般为承插口式,为专用的砼承插口,内部密封为双密封胶圈,对大直径的高压管道一般使用双胶圈,以便于对接头的打压测试。属于刚性承插的管件。

(4)玻璃纤维增强塑料夹砂管(RPMP管)。玻璃钢增强塑料夹砂管(简称玻璃钢管),是以玻璃纤维及其制品为增强材料热固性树脂为基体、硅砂为骨料制成的管材。(以不饱和聚酯树脂等为基体材料,以石英砂及碳酸钙等无机非金属颗粒材料为填料)按加工工艺分心浇注为玻璃钢增强型不饱和聚酯树脂夹砂管和玻璃钢增强型热固性环氧树脂夹砂管,或柔性承插连接管材。

PE,是聚乙烯。普通PE管材在给水管道的使用范围内是小于四十℃的工作温度,因此无法作为热水输送管材。PE管道特点:1、最常见的PE管件是低密度聚乙烯

管件,具有半透明、柔韧、耐腐蚀、电绝缘性能好、耐低温性能好及抗冲击性能好等优点,可用作中低压的自来水管、地下水管、绝缘套管等;2、HDPE管材,是一类结晶性较高、无极性的热塑性树脂低加工用量的管材,它具有较良好的耐热和抗寒性能,化学机械性能较好,同时还具备较大的刚度和强度,其机械强度高,适用于煤气管道以及城市中下层工程用的给水管道等;3、HDPE管材有优异的耐应力断裂特性,较好的刚度和耐热性能,特别适合于低压管和软管的生产,生产成本远小于LDPE管材;4、PE-X管俗称是交联聚乙烯管,由于分子之间的交联而使管材的抗压性明显提高,也能耐于一般酸、碱等化工物品,不含害元素,因此适合作为自来水管材,广泛使用于地面辐射采暖、室内的热水供给、饮用水供应和城市自来水供给系统。

#### 2.4.2 管材选取

具体的管道比选要根据线路布设、各个阶段水力计算和地质要求,管道设计有超过50%

管段压力超过1MPa。由于整体管线承压较高,因此需要选择承压能力较高,并且各种施工机具能够从管道中穿过,所以也必须考虑选择所有设备可以承受相应的水压、也包括外荷载压力的管线。以上各钢管中,涂塑钢管的承内水压作用最强,而PCCP钢管的承外压强最强。但按照当时刚建的施工实践,管承插接头很容易出现连接部位发生泄漏的现象,究其原因,主要是由于在外部土荷载及其他外荷载因素的共同影响下,管件接头部位发生了很大的变化,尤其是属于柔性管件承插接头的球墨铸铁管和玻璃钢管。PCCP管和玻璃钢管一般用作稍低压力的输浆管道,钢管及球墨铸铁管可用于较高压力的输水管道,超过1MPa的高压大口径管子段选用综合费用比较大的涂塑管道,而低于1MPa的较高压管子段选用PCCP管。

### 3 长距离供水管道安全运行控制要点

#### 3.1 合理布局稳态运行压力

稳态运行是长距离供水管道安全运行的内在要求,要想在根源上达到长途供应管道水压的稳定运行,在前期管网建设阶段,就必须优选安全性能高、卫生高标准的管材,建立标准化的供水管网体系。在后续运行管理阶段,稳定运营状况也是供水管网最常见的工况,因此需要进行对管线内部压力的合理布局,以免管线内运营故障出现。在管道压力控制中,除规范使减压阀、调压

井外,还应重视线性调压阀等设施的有效控制,继而保证管道稳态运行压力布局的合理性,为管道的安全运行奠定良好基础。

#### 3.2 供水管水锤防护

供水管道运行过程中,人们将供水中产生的瞬变流压力波称为水锤。从该压力产生过程来看,其与供水管道元件工作状态的瞬间转变具有较大关系;在管路元件的工作状况变化情况是,除了水流速度以外,管路内的水压也会相应改变,这对管道的运行效果造成了较大影响,容易引起管道失稳、损伤等问题的发生。故而在供水管道安全运行管理中,有必要科学分析长距离供水管运行特征和水锤产生原因,然后以此为基础,进行空气阀、缓闭阀门、水锤控制阀的综合布局 and 状态控制,减小水锤对管道运行效果的影响。

#### 3.3 管道加固及防腐

一是考虑到外界因素对长距离供水管的应用具有较大影响,在供水管加固层面,先应考虑管道的材质状况和布设环境情况,然后合理地选择加固方式;目前除设置伸缩器外,建设加固支墩也是管材加固的重要方式,要注意的是,在管道加固中,还应系统考虑管道防护结构的稳定性,避免防护结构出现较大变形。二是金属管道在长时间的应用中还容易出现腐蚀问题,对此应规范涂刷管道防腐涂层。

#### 结语

综上所述,由于国家对基础设施要求日益增加,长距离调水工程日益增加。管道工程的合理设计,往往对工程进度、工程质量和造价的影响都很大。本章以某给排水工程项目为例,对中远距离输浆管道工程设计中一些比较重点注意的问题进行了剖析,希望能够提高中国给排水工程建设中远距离输浆管线的工程设计技术和服务质量。

#### 参考文献

- [1]王仁坤,张春生.水工设计手册:第二版[M].北京:中国水利水电出版社,2013.
- [2]谢兆歌,吴成泽.长距离输水管线的设计要点,能源与环境,2016,(3):94-95.
- [3]李强,彭鹏,付冰冰.浅析长距离输水管道技术在引白水源工程中的应用[J].水利建设与管理,2016,(12):50-52.