

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.10.015

长距离输水管线附属设施井室优化设计

聂楠

(中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610000)

摘要: 附属设施井室是长距离输水管线工程的关键组成部分,影响着整体工程的建设及安全运营。在某输水管线工程设计中,以传统标准图集所代表的固定化单一功能井室的设计模式为基础,通过多种功能井室的科学合并,阀件、管件的合理组合、布置实现紧凑型优化设计,最终在空气阀井以及复合检修阀井设计中达到了优化目标,总占地面积降低了约50%,实现了节省工程投资的目标。

关键词: 长距离输水管线; 附属设施井室; 多功能井室

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2023)10-0095-04

Optimization Design of Well Chamber for Auxiliary Facilities of Long Distance Water Transmission Pipeline

NIE Nan

(Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute of China, Chengdu 610000, China)

Abstract: The well chamber for auxiliary facilities is the key component of long distance water transmission pipeline project, which affects the construction and safe operation of the whole project. In the design of a water transmission pipeline project, based on the design mode of invariable single function well chamber represented by the traditional standard atlas, the compact optimization design was realized through the scientific combination of multifunctional well chambers and the reasonable combination and arrangement of valves and pipe fittings. Finally, the optimization goal was achieved in the design of air valve chamber and multifunction servicing valve chamber, the total floor area was reduced by approximately 50%, and the goal of saving project investment was realized.

Key words: long distance water transmission pipeline; well chamber for auxiliary facilities; multifunctional well chamber

1 输水管线附属设施井室常规设计

针对长距离输水管线的设计与施工,我国业内学者和设计工作者在供水形式、线路选择以及供水管理等方面均有相关研究。其中张卫金等^[1]在2005年就管线线路选择准则、不同类型管线的属性、项目工程资金、施工工艺等作了比较全面的分析研究。

而附属设施研究方面,业内学者较少有针对性

的深入研究。邱象玉等^[2]在2013年以北京市高碑店再生水调水工程为例,对长距离输水工程管线附属设施设计进行了研究及探讨,提出了附属设施阀井布置的注意事项,提出根据工程实际情况,阀井附属设施可适当合并而建,譬如加大排气三通上口直径,可用作小型移动式排水泵的入口,进行临时性排水,或当河底铺设时作为检修进入孔使用。

王如华等^[3]在2009年借助上海青草沙水源地

原水工程,对大口径深埋输水管线功能井的紧凑布置进行了深入研究及设计,为业内在此专项上较少的深入分析,以节约土地和工程费用为出发点和立足点进行优化设计,在较小的管道净距内进行干湿分离、上下分区的紧凑型井室设计。

目前在常规输水管线项目中,通常从进排气、泄水、检修等主要功能入手进行井室设计。

当管径、埋深不超过标准要求时,通常根据国家标准图集进行选择使用,以提高设计效率。当管径、埋深较特殊时,则根据标准图集进行调整,如扩大尺寸、调整结构壁厚配筋等(见图1)。

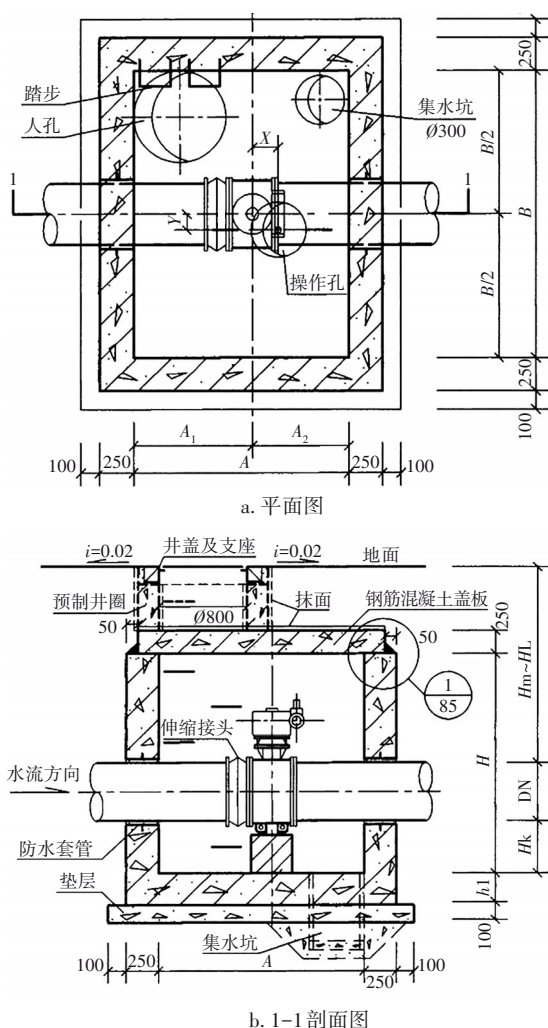


图1 标准图集检修阀井设计

Fig.1 Design of servicing valve chamber in standard atlas

而长距离输水管线附属设施除了常规的检修阀、空气阀、泄水阀等阀件外,还需要增加充水旁通阀、检修人孔、清渣孔等精细化阀件,如各种阀件设施按照标准图集的分类单独设置井室,则井室数量

会随着管线长度的增加而变得庞大。另一方面,大口径管线因其管径尺寸较大,使得标准图集的整体包管式井室也同样会加大尺寸。

2 优化设计分析

2.1 实际工程背景

研究依托某水库输水管线工程,工程内容包括取水设施、输水管线、分水分站。输水管线最大输水规模 $275 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,全线采用有压重力流输水,双管,主输水管线管径 DN3 000,单线总长 50.0 km,主体管材为 PCCP,井室部分采用钢管。

2.2 传统设计

根据项目整体情况、管线走向、所处位置、运行工况等,附属设施设置考虑如下:①空气阀。在起伏高点设置,平直段 700 m 一处。②泄水阀。在起伏低点设置,每一管段间不少于 3 处。③检修阀。结合穿越障碍物,约 3 km 一处。④检修人孔。每一管段间设置 2 处。⑤清渣孔。每一管段间设置 2 处。这些设施通常需设置在专门的埋地井室内。根据管线长度粗略进行计算后,按传统设计各井室数量及占地见表 1。

表1 传统设计井室数量及占地

Tab.1 Numbers and floor areas of well chambers according to traditional design

项 目	井室数量/座	单座占地面积 预估/ m^2	总占地面积 预估/ m^2
空气阀	142	15	2 130
检修阀	32	81	2 592
检修人孔、清渣孔	68	15	1 020
合计	242		5 742

可见,对于这样的大口径长距离输水管线而言,其附属设施井室的数量较多,造价、占地面积往往较高。如果在传统设计的基础上,结合双管同槽开挖施工的特点,巧妙地利用双管间的间距进行紧凑型设计,则在满足管线附属设施设置要求的条件下,能节省宝贵的土地和地下空间资源,降低投资。

2.3 优化设计目标

根据对该输水管线工程的初步了解及其附属设施的设置情况,发现其存在一定的优化空间,通过各类阀件功能的组合和安装上的结合,可以达到优化设计的目的。总体优化设计目标如下:解决现有长距离大口径双管输水管线上检修阀井占地面积大、功能单一的问题(关键技术点);解决输水管

线上检修、进排气、旁通等多种功能组合的问题(次要技术点);解决复合检修阀井设备吊装维修的问题(比较常规的改进点)。

3 优化设计

通过优化设计目标分析,结合项目实际背景,优化设计主要针对占地面积较大的检修阀井以及数量最多的空气阀井进行。

3.1 空气阀井

将空气阀井由传统的包管式设计,转变为以大口径管道为基座的紧凑型井室,具体见图2。

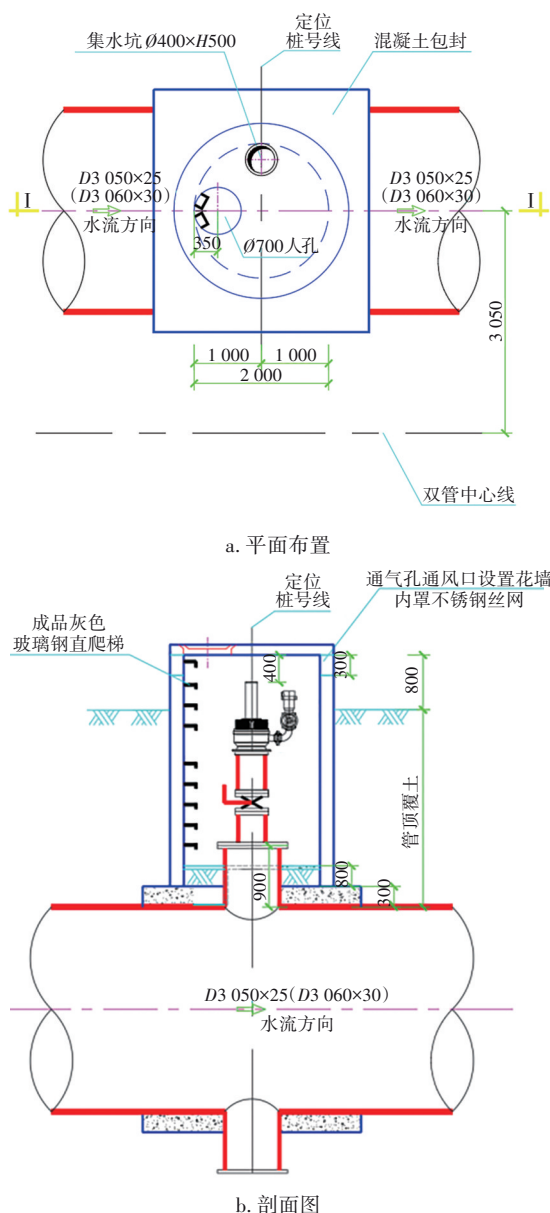


图2 空气阀井设计

Fig.2 Design of air valve chamber

整个井室利用大口径管道作为基座,用素混凝土进行包封,后直接在包封上部进行井室修筑,大大减小了井室占地面积,仅为常规设计的30%。同时将排气三通调整为四通,支管管径扩大到DN800,上方为法兰连接、可打开的检修人孔。下方为沉渣斗。运营维护时,可将空气阀整体吊起,通过检修人孔进入管道内,进行探查、清渣等维护工作。整个阀井顶部露出地面约1m,四周设置通气孔,外罩防护网,保证了进排气的效率、进排气量,同时避免了雨水倒灌入井室内。

3.2 复合检修阀井

在优化设计时考虑将关断、充水、进排气、沉渣、检修等多种功能结合进一座井室,并充分利用两管间净距进行优化布置,最终形成了如图3所示的新型复合检修阀井。

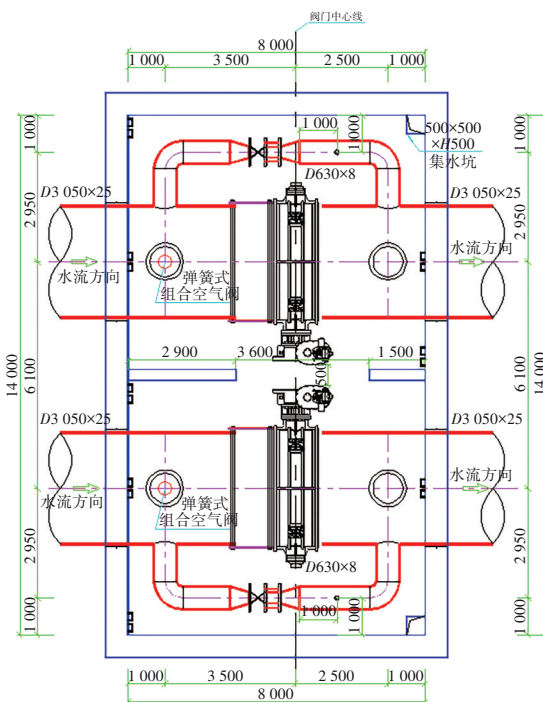


图3 复合检修阀井设计

Fig.3 Design of multifunction servicing valve chamber

复合检修阀井内部设置了各自作用于双管的电动法兰蝶阀,电动机对向布置在双管中间,利用了双管的净距,并且便于维护和信号采集输送。在电动法兰蝶阀前后分别布置有组合空气阀,根据复合检修阀井所在管段的位置、坡度不同,分为阀前设置、阀后设置或同时设置及无需空气阀四种形式。空气阀所在位置为四通,底部为沉渣斗,方便

沉渣和清掏。空气阀支管通过法兰与四通进行连接,兼作检修人孔。同时,为利于首次充水及事故停水后的充水,在双管外侧各自设计了一条旁通管,通过旁通管上的活塞阀进行充水流量控制,利于后端主管的进排气过程。这样通过各种管件、阀门的组合,达到了多功能和少占地的设计目标。

另外,还在井室通风、维护、安全保障等方面进行了细节设计和优化。为方便人员下到井室底部和主管道上方进行运维、检修,分别在井室两侧和中部设置了人孔及爬梯。在空气阀的对应井室顶部进行了凸出地面设置,四周设置带防虫网的通气孔,利于井室内的进排气。同时,在电动法兰蝶阀对应的井室顶部,采用了方便揭取的轻质活动盖板,可以在阀门吊装、检修时使用。为保证安全,顶部轻质盖板为带锁设计。井室顶部四周设置带门的栏杆,可悬挂标识标牌。三维设计图见图4。

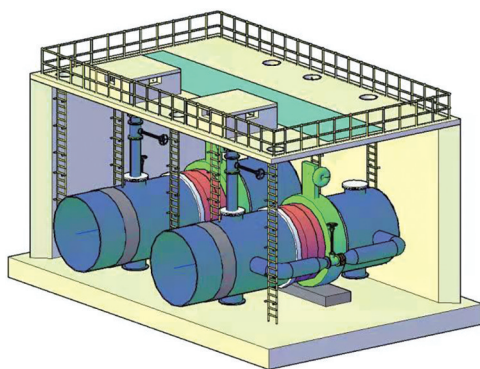


图4 复合检修阀井3D模型示意

Fig.4 Schematic diagram of 3D model of multifunction servicing valve chamber

4 优化成效

通过上述将各种功能阀件组合设置、利用双管间距和大口径管道特点紧凑型设计,本项目最终的阀门井室数量及占地见表2。

表2 优化设计井室数量及占地

Tab.2 Numbers and floor areas of well chambers according to optimization design

项 目	井室数量/座	单座占地面积 预估/ m^2	总占地面积 预估/ m^2
空气阀	110	4.5	495
检修阀	16	135	2 160
检修人孔、清渣孔			
合计	126		2 655

对比表2与表1发现,优化设计后,井室总数和总占地面积都大幅减少,占地面积降低约50%,节省了工程投资,且多功能紧凑型设计使得运行管理效率也得到提升,优化设计成效显著。

5 结论

对长距离输水管线附属设施设置上的功能需求进行系统分析归纳后,通过相应阀件、管件的科学组合和合理布置,充分利用双管间净距和井室内空间,优化设计了附属设施中空气阀井以及最重要的复合检修阀井,从而大大减少了长距离输水管线的附属设施井室数量和占地面积。在未来的项目中,可以根据具体情况进行相应调整,仍具有较大的发展和应用空间。

参考文献:

- [1] 张卫金,王艳娥,徐立新,等.长距离大口径输水管道的优化设计[J].水利水电工程设计,2005(4):26-27.
ZHANG Weijin, WANG Yan'e, XU Lixin, et al. The optimized design for the water diversion pipes with long distance and large caliber [J]. Design of Water Resources & Hydroelectric Engineering, 2005(4): 26-27(in Chinese).
- [2] 邱象玉,王勇,苏宇.长距离输水工程管线附属设施设计探讨[J].人民长江,2013,44(S2):9-11,28.
QIU Xiangyu, WANG Yong, SU Yu. Discussion on the design of pipeline auxiliary facilities of long-distance water transmission project [J]. Yangtze River, 2013, 44(S2):9-11,28(in Chinese).
- [3] 王如华,王健,李永明,等.大口径深埋输水管道功能井的紧凑布置研究与设计[J].给水排水,2009,35(10):53-55.
WANG Ruhua, WANG Jian, LI Yongming, et al. Study and design on the layout of the function wells of deep buried large diameter water transmission pipe [J]. Water & Wastewater Engineering, 2009, 35(10): 53-55 (in Chinese).

作者简介:聂楠(1991-),男,四川成都人,硕士,工程师,主要研究方向为给水处理、污水处理、长距离输水等。

E-mail:381212951@qq.com

收稿日期:2022-05-23

修回日期:2022-07-07

(编辑:孔红春)