

大伙房水库输水工程取水首部 工程设计研究

刘艳芬

(义县水利勘测设计队, 辽宁 锦州 121100)

【摘要】 大伙房水库输水二期工程主要是将一期工程调入大伙房水库的水,通过隧洞和输水管道有效地输配给下游受水城市。工程通过设置拦污栅和旋转滤网,同时采取分层取水方式等措施,确保了城市生活用水水质,较好地解决了已建成深水库岸多层取水问题,也为类似工程提供了更多经验。

【关键词】 输水工程;取水口;拦污系统;拦污栅;旋转滤网

中图分类号: TV672

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)01-0032-04

Research on water intake head engineering design in Dahuofang Reservoir Water Conveyance Project

LIU Yanfen

(Yixian Water Conservancy Survey and Design Team, Jinzhou 121100, China)

Abstract: Dahuofang Reservoir Water Conveyance Stage II Project mainly refers that water diverted into Dahuofang Reservoir in stage I project is conveyed and supplied to downstream water-demand cities effectively through tunnel and water pipeline. The project ensures the water quality of urban domestic water quality through adopting layered water acquisition mode and other measures by setting trash rack and rotary filter screen. Layered water acquisition problem in the constructed deep-water reservoir bank is better solved, thereby providing more experience for similar projects.

Key words: water conveyance project; water intake; drain grating system; trash rack; rotating filter screen

1 工程概况

大伙房水库输水二期工程对地区经济、社会可持续发展和辽宁老工业基地振兴具有十分重大的意义。大伙房水库输水二期工程分两步实施,一步工程设计水平年为2015年,输水量327万 t/d ,其中抚顺26万 t/d 、沈阳175万 t/d 、辽阳37万 t/d 、鞍山38万 t/d 、营口34万 t/d 、盘锦17万 t/d ;二步工程设计水平年为2030年,输水量504万 t/d ,其中抚顺45万 t/d 、沈阳227万 t/d 、辽阳62万 t/d 、鞍山58万 t/d 、

营口58万 t/d 、盘锦57万 t/d ;供水保证率为95%。针对取水口及隧洞输水能力按总工程规模设计,引水规模为577万 m^3/d (流量为66.78 m^3/s)。

2 取水首部工程

取水首部工程位于大伙房水库库区左岸,距坝址约700m,为岸塔式结构,是工程供水控制的关键部位,兼具水利工程和城市供水工程双重特点。工程全长131.14m,分引水明渠段、取水闸门段、进口格栅段、整流收缩段和快速启闭事故闸门段5部分。考虑水库水

位变化,为确保取水水质,分3层取水。取水头部单位工程编号DSS2G-1,位于沈阳市大伙房水库水源工程取水口上游,靠近二副坝。工程场址具备良好的地形条件,岩体裸露,临水面较陡,平面略成半岛形,中部有凸脊伸向水库,宽度约100m,两侧凹缩。岩石为弱风化花岗质片麻岩,岩体较破碎—较完整,节理面平直光滑或起伏粗糙,微张或闭合,透水率为4.1Lu,属弱透水,是优良场址。取水头部分为工作闸门段、旋转滤网段、收缩段和快速闸门段,其中快速闸门段布置加氯、加药设备。工程主要特征坐标如下表所列。

工程主要特征坐标表

| 特征号 | 工程坐标/m | | 桩号 | 底板高程/m |
|---------|-------------|------------|-----------|---------|
| 头部建筑物起点 | 4638514.656 | 590745.389 | 0+015.950 | 98 |
| 工作闸门段终点 | — | — | 0+038.760 | 98 |
| 旋转滤网段终点 | — | — | 0+053.660 | 98 |
| 收缩段终点 | — | — | 0+069.540 | 98~96.5 |
| 快速闸门段终点 | 4638469.799 | 590699.460 | 0+080.150 | 96.5 |

3 取水首部工程规划设计

3.1 工程地质条件

取水头部位于大伙房水库库区左岸一突出的山梁^[1]。山梁面向水库水面一侧坡角约45°,两侧较陡,自然坡角约70°~80°。岩石断层延伸长宽规模均不大,且均位于取水建筑物外侧,对基槽开挖的影响不大,但对预留岩坎的稳定性、透水性的影响较大^[2]。取水头部位于大伙房水库库区左岸二副坝附近,根据勘察资料显示,地下水补给库区,从远库岸—近库岸,地下水位高程145.72~124.6m。大伙房水库校核水位139.3m,设计水位136.6m,正常高水位131.5m,防洪限制水位126.4m,死水位108m。水库水位一年内有335d在120~126m。取水头部施工期水位按正常高水位131.5m考虑。

3.2 取水头部水工结构

大伙房水库水质为二类水体,受工业和生活污染

较轻,是比较优良的生活饮用水水源。因建水库时没有清理植被,因此每逢春、秋两季,藻类含量很高。根据沈阳市大伙房水库水源工程取水口运用经验,通过采取分层取水,可以明显减少藻类和漂浮物对水质的影响,在汛期通过调整取水窗口可避开浊度较高水层,保证水质的清洁度,因此取水口设置分层取水十分必要。在分层布置上,各层窗口的运用既要保证在工程第二步输水规模时水库运用情况合适(水库年高水位运行天数较多),又要考虑一步输水规模时水库运用情况合理(水库年高水位运行天数较少)^[3]。根据该工程规模、各频率洪水水位分布及水库调度运用方式,借鉴沈阳市取水口的成功经验,确定该工程取水窗口分3层。

3.3 水工建筑物布置

a. 取水口前端为引水明渠,梯形复式断面,分级开挖。取水头部由工作闸门段、旋转滤网段、收缩段、快速闸门段组成,其中工作闸门段前端布置检修闸门和拦污栅,旋转滤网段出口设置检修闸门。

b. 取水头部分为3孔取水,单孔宽6m,通过进出口设置的检修闸门可进行孔内设备检修。取水口底板顶高程98m,底板厚3m,基础底高程95m。3孔取水口末端紧接弧形收缩段,收缩段长15.88m。取水头部末端布置快速工作闸门井,在事故时起到迅速闭闸作用。取水建筑物总长64.2m。

c. 工作闸门段的进口检修闸门、拦污栅和分层取水闸门共用一台2×1000kN双向门式启闭机配合各自的自动抓梁启闭,门机轨道中心距18.5m^[4]。门机上游侧下部悬挂1套自动清污设备,顺水流方向移动,用以清除拦污栅上的污物^[4]。

d. 旋转滤网段设置3套XWC—4000型自动旋转滤网,每套滤网后面设置1孔事故检修闸门门槽。3孔事故检修闸门门槽配备1扇2.9m×34.2m×33.5m事故检修闸门,利用1台2×100kN台车式启闭机配自动抓梁启闭^[5]。

3.4 拦污栅及清污设备安装

大伙房水库输水工程的拦污栅设置在输水工程的

进口处。孔口尺寸为 $6\text{m} \times 29\text{m}$,为平面滑动拦污栅,焊接钢结构,设计水头差 4m ,双吊点,静水启闭,拦污栅数量为3扇(每扇分为5节),孔口数量为3孔。自动清污设备悬挂于双向门机梁下,每次清污宽 5500mm ,工作负荷 1200kgf ,清污深度 43m 。安装时采用 50t 汽车吊吊装清污机导轨,并辅助于人工对正,采用人工扳手对连接螺栓进行预拧紧;导轨固定后采用气动扳手对连接螺栓进行拧紧,并涂刷黄油。采用汽车吊将清污机吊装至导轨上,安装限位器。确保清污设备安装后运行正常,无机械损伤现象发生。

3.5 取水头部金属结构变更

取水头部增加旋转滤网,相应带来头部平面尺寸增大、金属结构及机电设备的增加。

a. 格网型式确定。取水头部最大设计流量 577万 t/d 。平板格网的过网流速 $0.3 \sim 0.5\text{m/s}$,经计算需要 $6\text{m} \times 6\text{m}$ 的平板格网15个,工程难以布置。旋转格网的过网流速 $0.7 \sim 1\text{m/s}$,经计算需要旋转格网3套,滤网宽 4m ,采用网外双面进水的型式,最低水位取水尺寸 $4\text{m} \times 10\text{m}$ (高),过网流速 0.75m/s 。旋转格网的网眼尺寸 $5\text{mm} \times 5\text{mm} \sim 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 。因此工程采用旋转滤网的型式。

b. 旋转滤网布置。旋转滤网宽 4m ,其水深达 40m ,钢丝网采用不锈钢。共需3套旋转滤网,进水型式采用双面网外进水内出水,每孔旋转滤网长 $45 \times 2\text{m}$,水下滤网转弯半径 1610mm 。

c. 拦污栅布置。进水拦污栅3孔,拦污栅宽 8m ,共设3组。按着进水水流方向,取水最前端为检修闸门,顺次为拦污栅、分层工作闸门、旋转滤网、检修门、整流区、洞前检修门。3孔布置可保证滤网、拦污栅检修不停止供水,并满足供水 70% 。最后头部布置3孔拦污栅,每个拦污栅宽 8m ,拦污栅最大流速 0.51m/s ,头部总长 64.2m ,宽 34m 。

d. 旋转滤网反冲洗水量确定。旋转滤网的反冲洗按着连续冲洗考虑,因此反冲洗总水量为3套旋转格网同时冲洗水量。由厂家提供的数据可知,每套旋转格网的冲洗水量为 $53\text{m}^3/\text{h}$,冲洗水压力要求

0.2MPa ,考虑该工程水质漂浮物季节性比较强,一年当中大部分时间水质比较清澈,可不冲洗格网,因此该工程布置3台水泵,分别对应一套旋转滤网,通过管路连通实现互为备用,同时可满足悬浮物最大量时的连续冲洗。水泵选用深井潜水泵,布置在头部整流室,旋转滤网的驱动部分布置在上层地面,高程 140.5m ,反冲洗系统布置的高程 142.5m ,水库的最低水位 108m ,所以水泵的净扬程 $H_n = 142.5 - 108 = 34.5\text{m}$,冲洗水嘴压力要求 0.2MPa ,水泵扬水管的水头损失考虑 2m ,富裕水头 2m ,则水泵全扬程 $H = 34.5 + 20 + 2 + 2 = 58.5\text{m}$,单泵流量 $q = 53\text{m}^3/\text{h}$,选择型号为 $200\text{QJ}(R)50-60/4$ 潜水泵3台,单泵额定流量 $Q = 50\text{m}^3/\text{h}$,扬程 $H = 60\text{m}$,转速 $n = 2900\text{r/min}$,配套电机型号 $\text{YQS}(U)200-15$,单机容量 $N = 15\text{kW}$ 。

e. 旋转滤网驱动装置。旋转滤网驱动装置容量为每套 7.5kW ,电压等级 380V 。取水头部金属结构变更后的布置取水口增加旋转滤网以提高系统安全,滤网宽 4m ,根据旋转滤网过流计算,选用3扇旋转滤网。取水口由取水闸门段、旋转滤网段、收缩段、快速闸门段组成,总长 64.2m 。取水闸门段长 22.8m ,宽 34m 。设有检修门槽、拦污栅、3层取水工作门。拦污栅为3孔 6m 宽,拦污栅过栅流速 0.8m/s ,栅条间距 100mm 。3层取水窗口底高程分别为 98m 、 108m 、 117m ,每层设置3孔 $6\text{m} \times 6\text{m}$ 工作门,其纵向错开布置。取水口闸边墩 3.5m ,中墩 4.5m 。边墩外侧设有检修闸门库。在中墩下游侧 130m 高程设置检修闸门井。旋转滤网段长 14.9m ,宽 34m ,底板顶高程 98m ,底板厚 3m ,基础底高程 95m ,边墙最小厚度 2.5m ,中墩最小厚度 2.5m ,墩顶高程 140.5m ,上部设置滤网检修室。设有双侧进水的自动旋转滤网,滤网宽 4m ,每套滤网后面设置1孔宽 2.9m 事故检修闸门门槽。3孔事故检修闸门门槽配备1扇事故检修闸门。拦污栅及其前后的事故检修闸门共用1台门式启闭机启闭,同时门机下部悬挂拦污栅自动清污设备。收缩段长 15.88m ,由 24m 收缩至 6m ,收缩角度 45° 。靠近隧洞检修快速闸门端设有集水井,井长 4m ,底高程 95m 。集水井后设隧洞进口事故闸门,快速闸门段长 10.62m ,闸门底坎高程

96.5m, 闸门孔口尺寸 6m × 6m。上部设置快速闸门启闭机室。

3.6 旋转滤网运行

为避免漂浮物进入隧洞和管道, 对系统调流调压设施形成危害, 在取水头部工作门后设置 3 套旋转滤网, 滤网宽 4m, 水深达 40m, 采用网外双面进水的型式, 最低水位取水尺寸为 4m × 10m (高), 过网流速 0.75m/s。旋转格网的网眼尺寸 10mm × 10mm。每孔旋转滤网长 45 × 2m, 水下滤网转弯半径 1610mm。当网前后水位差达到 200mm (或者其他设定值) 时, 旋转滤网将自动启动, 运行 30min; 当水位差回落到 200mm 以下时, 旋转滤网将停止运行^[6]。当水质较为洁净时, 旋转滤网一般设定 4 ~ 8h 启动 1 次, 运行 30min (事先调好)。

4 结 论

大伙房水库水质受季节影响较大, 汛期漂浮物、悬浮物较多, 水体藻类较多, 对长距离引水输水系统安全及水质影响较大, 如何在不影响水库正常运行条件下,

通过工程措施取得较优水体并确保系统安全, 是一个难题。该工程运用“水下爆破, 明开前庭, 多层取水”方案, 设置国内最大规格旋转滤网使水质进一步得到保证, 提高了系统安全性。取水工程采取分层取水方式, 在不同水位条件下, 通过开启分层窗口, 可以避开漂浮物并减少水体藻类以取得较好水质, 满足城市生活用水需求。◆

参考文献

- [1] 董婷婷. 基于 DEM 的清河流域大中小型河流特征值自动提取[J]. 水利规划与设计, 2014(10): 26-29.
- [2] 汪世国. 玛纳斯河流域水资源优化配置系统研究[J]. 水利建设与管理, 2010(5): 72-75.
- [3] 尹亭. 电网 EMS 系统全数据记录分析之研究[J]. 中国水能及电气化, 2015(1): 33-35, 32.
- [4] 杨锦华. 佛寺水库水源饮水安全与水环境保护[J]. 水利技术监督, 2006(3): 50-52.
- [5] 李民, 柳杨, 汪海平. 监测自动化的发展及网络技术对其的影响[J]. 中国农村水利及电气化, 2005(Z1): 52-54.
- [6] 辽宁省水利厅. 辽宁省水利基础信息集[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.

河北省保定易水湖水利风景区

景区位于河北省易县, 依托安格庄水库而建, 景区规划面积 27 平方公里, 其中水域面积 12 平方公里, 属水库型水利风景区。

安格庄水库是国家大 II 型水库, 建于 1958 年, 总库容 3.09 亿立方米。易水湖通过水环境整治、退渔退耕、生态修复等措施, 结合景观提升改造, 建成了生态环境良好、调蓄滞洪功能完备、设施齐全的水利风景区。景区内水质达到 II 类标准, 碧波荡漾, 老子峰山雄奇险峻, 造型独特, 九龙山上怪石林立, 引人入胜, 是一处集科普教育、休闲度假和园林景观于一体的综合性水利风景区。

