

农村饮水安全工程中的坝池取水构筑物设计

黄拥军

(丹江口市水利水电工程建筑勘测设计院 湖北 丹江口 442700)

摘要 通过分析金桩堰供水工程坝池结构及技术适用条件,确定了工程规模和总体布置,对坝池的拦河坝、过滤池(透水井)进行了设计。运行结果表明,坝池方案设计合理,既可取泉水,又可取河床下的渗流水,从根本上解决了泥沙和污物的淤积、堵塞,提高了供水质量和数量。在有条件地区,利用坝池取水作为中、小型供水系统的水源是一种比较经济合理的方法。

关键词 取水构筑物 坝池 农村饮水 饮水安全 金桩堰供水工程

中图分类号:TV671 文献标志码:B 文章编号:1006-764X(2012)S1-0078-03

金桩堰供水工程位于丹江口市汉江北岸区习家店镇境内,该工程主要解决习家店镇茯苓、马家沟、陈家湾等 8 个行政村 0.98 万人农村饮水问题。桃木洼坝池是金桩堰供水工程的取水构筑物,由坝前滤池(集水箱)、低溢流坝和坝内埋管组成。从桃木洼取水,水源位置高,能覆盖所有项目村,供水面积广,水源水量充沛、水质好,设计采用无砂混凝土透水井过滤后进入管道,全部实现自流引水,工程造价较低。该工程于 2007 年建成,现运行状况良好。

1 坝池结构及技术适用条件

1.1 坝池结构及特点

桃木洼坝池取水构筑物位于炭沟河流域中上游,小(1)型金桩堰水库上游 2 km 处,桃木洼坝池放水管出口高程为 347.8 m,比金桩堰水库放水涵管出口高 30.88 m,供水范围大。桃木洼坝池主要由低溢流坝、坝前滤池及坝内埋管组成。坝址以上汇水面积 16.1 km²,主河道长 5.0 km,河道平均比降 2.17%。在干旱季节,即使河床断明流,但在山体、河床下仍有潜流。在炭沟河河道上修建桃木洼溢流坝,拦截潜流,平常水渗至池中,洪水从封闭的坝顶(池顶)溢流。

1.2 坝池技术适用条件

1.2.1 水源条件

山区、丘陵地带的水源以泉水和山溪河水为主,一般情况下,水源浊度较低且细菌含量较少,水质良

好。但供水季节山溪河水含砂量较大,且浊度较高、漂浮物较多,泉水一般无须处理。以泉水、浅层地下水、山溪水为联村供水工程水源,是可适用坝池技术的;其次是潜水的补给主要是当地的大气降水,因此在选择水源时上游汇水面积、汇水量能够满足设计要求。桃木洼坝池以上年均来水量 295.5 万 m³,年可供水量 74.0 万 m³,0.98 万人需水量 42.9 万 m³,可见水量满足要求,水质经过地方疾控中心检测,满足生活饮用水卫生标准。

1.2.2 地形条件

坝池取水构筑物应设置在地质构造稳定、承载力高的地基上。其次河流水力比降适宜,河床堆积有较厚的砂砾石层,截水坝能够坐落于不透水或弱透水基础上,可充分利用有利的水位控制条件,实现灌区高位自压供水。

2 工程规模的确定和总体布置要求

2.1 水处理工艺流程

坝池水处理技术工艺流程如图 1 所示。

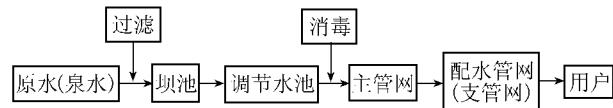


图 1 坝池水处理工艺流程示意图

2.2 总体布置的基本要求

a. 坝与池尽可能布置在一起,以便于集中管理,也有利于节约工程量。坝与池布置在一起,粗滤

池的设计水面高程与溢流坝面设计水面高程最小高度为 0.5 m。

b. 输水管径的确定,应把有利的地形条件用好用足,并适当留有余地,以便于调节滤速。

c. 池的高差、水位控制、排污、溢流等问题,要妥善处理,实现自流自排,尤其要注意地理池条件下的排污问题。

d. 当地形条件受到限制时,池坝可分开建筑工地,用管路串联在一起,注意水力学计算,解决好水位控制问题,

e. 池体结构就地取材,可为砖砌体、石砌体或钢筋混凝土结构,但均应作好防渗处理,并满足稳定和生产运行管理要求。

f. 池体形状因地制宜,可为圆形、方形甚至是不规则形状,但均应满足生产规模和水质处理要求。

g. 集水池一定要加盖避光,以防池中孳生藻类。

3 坝池设计

3.1 拦河坝设计

桃木洼拦河坝设计坝高 7 m,正常蓄水容积为 0.56 万 m³,建设的主要目的是为了抬高水位,为农村供水提供高水头清洁卫生水源。

3.1.1 设计洪水^[1]

挡水坝设计洪水按 20 年一遇设计,100 年一遇校核,计算洪峰流量为:P=5%时, $Q_m=237.5\text{ m}^3/\text{s}$;P=1%时, $Q_m=357.7\text{ m}^3/\text{s}$ 。

3.1.2 坝高及坝宽的确定

坝顶高度平坝址处右岸原渠道顶高程 348.6 m,

拟建坝前无砂混凝土透水井顶高程为 352.5 m,若坝高太低则不能起到抬高水位的目的,若坝高较高,引水量固然可靠,但工程量较大,经技术经济比较,确定坝顶高程平透水井顶高程为 352.5 m,坝高为 5 m。

现坝址处河道底宽 10 m,坝高 5 m 处河道宽 20 m,挡水坝的宽度(垂直于水流方向)应与稳定河道的宽度基本一致,根据实际地形,确定挡水坝溢流段宽度为 16 m,左右岸非溢流段宽度各为 2 m。按 20 年一遇洪水流量计算,其单宽流量为 $q=237.5\text{ m}^3/\text{s}\div 16\text{ m}=14.84\text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$,按 100 年一遇洪水流量计算,其单宽流量为 $q=357.7\text{ m}^3/\text{s}\div 16\text{ m}=22.36\text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$,坝址上下游为坚硬的裸露岩石,查资料允许通过的单宽流量为 $30\text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$,故挡水坝宽度满足要求。

坝池平面和断面图见图 2~4。

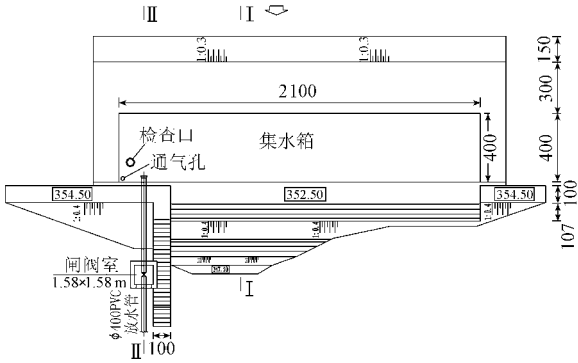


图 2 拦河坝池平面布置(单位:cm)

3.1.3 坝体结构设计

坝顶曲线采用圆弧型,因此处石料资源较好,经经济比较,挡水坝型式采用重力式挡水坝,挡水坝的材料采用 M7.5 浆砌石,中间设 0.3 m 厚混凝土心。设计最大坝高为 7.0 m(非溢流段高为 2.0 m),顶宽

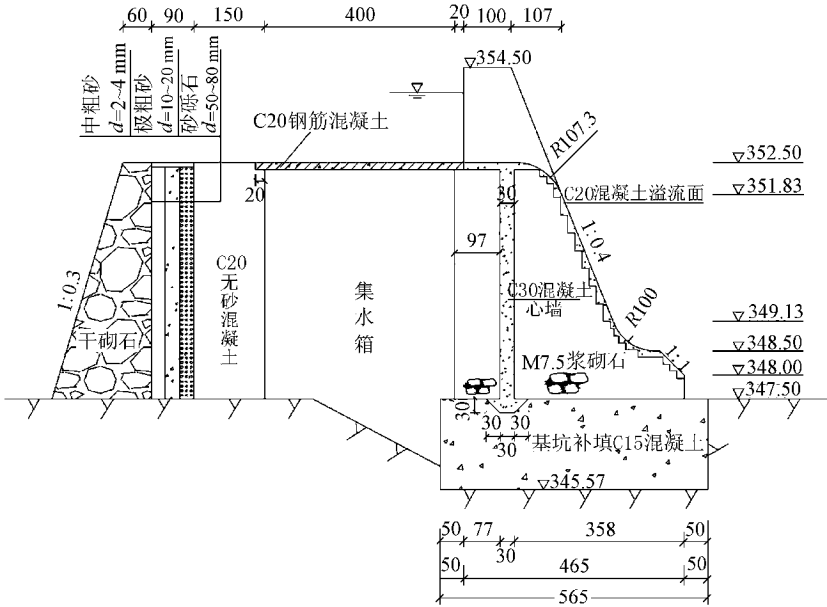


图 3 I—I 断面(单位:高程 m,尺寸 cm)

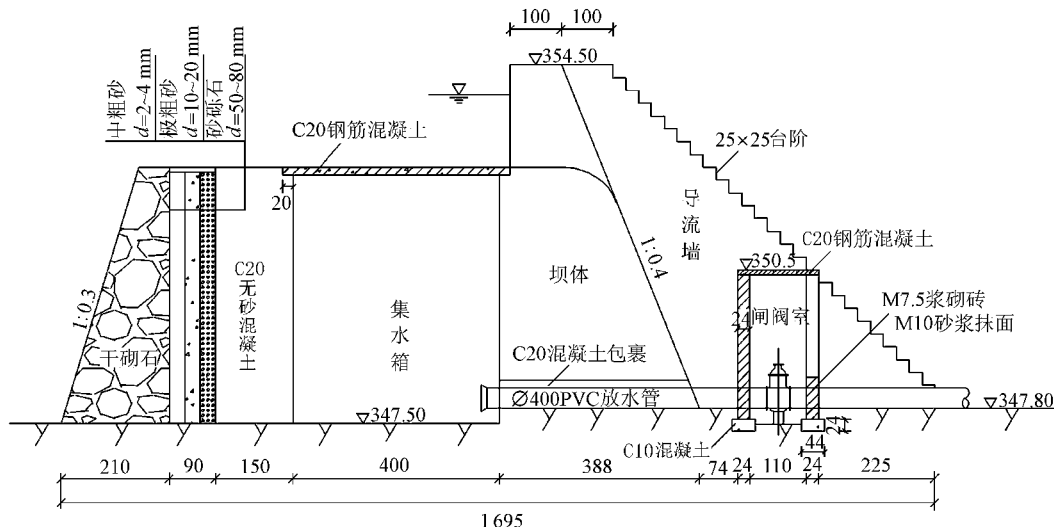


图4 II—II面(单位:高程m,尺寸cm)

为1.0m,底宽为3.5m,同时在挡水坝表面设0.35m厚的混凝土,以增强坝面抗冲能力。

3.1.4 挡水坝稳定分析

稳定计算采用公式^[2]:

$$K_{滑} = f \sum W / \sum P$$

$$K_{倾} = \sum M_y / \sum M_0$$

坝底应力计算采用公式^[2]:

$$\sigma = \sum W / A + 6 \sum M / A^2$$

式中: f 为砌体与岩石的抗剪摩擦系数,取0.65; $\sum W$ 为垂直分力之和, $\sum W = 215 \text{ kN}^{[1]}$; $\sum P$ 为水平分力之和, $\sum P = 125 \text{ kN}^{[1]}$; $\sum M_y$ 为抗倾覆力矩, $\sum M_y = 447.9 \text{ kN} \cdot \text{m}^{[1]}$; $\sum M_0$ 为倾覆力矩, $\sum M_0 = 208.3 \text{ kN} \cdot \text{m}^{[1]}$; $\sum M$ 为全部荷载对截面形心的力矩和, $\sum M = 239.6 \text{ kN} \cdot \text{m}^{[1]}$; A 为接触面积, $A = 3 \text{ m}^2$ 。

经计算: $K_{滑} = 1.12 > 1.05$, $K_{倾} = 2.15 > 1.50$, $\sigma = 231.4 \text{ kPa} < 4000 \text{ kPa}$ (坝基岩石允许压应力),计算结果均满足规范要求。

3.2 过滤池(透水井)设计

3.2.1 过滤井的进水能力计算

为了改善水质,同时为了防止挡水坝淤积后取水困难,设计采用无砂混凝土透水井过滤后进入管道。

透水井底部高程初拟为347.3m,过滤井的进水能力公式^[3]:

$$Q_g = \pi D_g L_g N V_g$$

式中: Q_g 为过滤井的进水能力, m^3/s ; D_g 为过滤井的外径,算至过滤井外表面,m; L_g 为过滤井的有效进水长度,按过滤井长度的85%计算,m; N 为过滤井进水面

层的有效孔隙率,可按过滤井进水面层孔隙率的50%计, μ_m ; V_g 为允许过滤井的进水流速,根据村镇供水工程技术规范^[3],取为0.03 m/s。计算得 $Q_g = 3.13 \text{ m}^3/\text{s}$,远大于输水干管设计流量 $Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3.2.2 透水池壁

透水池壁具有进水面积大、进水均匀、施工简单和效果好等特点。透水池壁布置在动水位以下,本透水池壁分为5层,最外第1层为干砌块石,采用梯形断面,池顶厚60cm,第2至4层厚均为30cm,砂砾层分别为2~4mm的中粗砂层、10~20mm的极粗砂层、50~80mm的砂砾石层,最里第5层采用砾石水泥混凝土(C20无砂混凝土),孔隙率一般为15%~25%,砾石水泥透水池壁每高1~2m可设一道钢筋混凝土圈梁,梁高为0.1~0.2m。透水井壁底部设50cm基础,顶部设20cm厚钢筋混凝土盖板。

4 结 语

金桩堰供水工程中的桃木洼坝池取水构筑物设计方法与其他方法相比,布置简洁、结构设计简单、投资小、运行可靠及管理方便。在山溪河谷中尤其是在枯水期取水过程中,不仅取到了河床渗流水,而且杜绝了泥沙和污物在取水过程中的淤积和堵塞,净化了水质,提高了供水质量和数量。该方法对泥石流地区 and 水土流失严重地区的取水防沙工程设计具有一定的借鉴价值。

参考文献:

- [1] 黄拥军. 金桩堰供水工程初步设计报告[R]. 丹江口: 丹江口市水电设计院, 2006.
- [2] SL25—2006 砌石坝设计规范[S].
- [3] SL310—2004 村镇供水工程技术规范[S].

(收稿日期: 2011-05-19 编辑: 熊水斌)