

引黄涵闸防沙设施不倒式拦沙潜堰探讨

皇甫泽华¹, 朱翠民¹, 李 莉², 秦建法³

(1. 河南省豫东水利工程管理局, 河南 开封 475004; 2. 河南省开封市水利勘测设计院, 河南 开封 475001

3. 河南省水利厅, 河南 郑州 450003)

摘要:根据黄河下游河道特点、泥沙在水中的分布规律以及沿黄地质、地形等自然条件, 提出了引黄防沙工程设施的设置及其结构特点, 并在引水口处使用不倒式拦沙潜堰进行拦沙。不倒式拦沙潜堰用复合材料制成上轻下重的不倒式单元板块, 关闸停水时, 拦沙潜堰直立于引水口静水之中, 隔断大河与引水渠之间的水流交换, 防止引水渠及引水口门的淤积; 开闸引水时, 使拦沙潜堰顶没入水面以下一定深度, 表层水流越堰而过, 含沙大的中、底层水流被阻于大河之中顺流而下, 起到拦沙作用。

关键词:涵闸; 防沙设施; 不倒式拦沙潜堰; 引黄工程

中图分类号: TV671

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2002)03-0012-02

黄河以含沙量大闻名于世, 新中国成立后, 黄河下游的水沙资源得到了初步开发利用, 在引黄灌溉、放淤改土、城市供水等多方面发挥了巨大的作用, 取得了可喜的成绩。但是, 由于在引水时泥沙处理没有得到很好的解决, 也带来一些问题。引水防沙有许多成功的经验和措施, 有的引黄渠首也曾采用过, 并取得明显效果, 但因不能适应黄河的特点而不能长期使用。为适应黄河下游河道特点、泥沙在水中的分布规律以及沿黄地质、地形等自然条件, 提出了引黄涵闸防沙工程设施设置及其结构特点和在引水口处使用不倒式拦沙潜堰进行拦沙。

1 引黄涵闸防沙工程设施的设置及结构特点

1.1 工程设施的设置

根据河道的自然情况, 防沙设施的设置应选在引水口门前河底边缘处, 以保证将表层含沙量小的水流引出以后, 含沙量大的中、底层水流仍能随黄河大流而去, 不至于在引水口门以外形成淤积。停水时, 其防沙设施两端与河岸、河底边线相连接, 形成接近自然状态下的河岸底边, 大河水流顺畅, 不至于在防沙设施前形成淤积。

1.2 工程设施的结构特点

1.2.1 活动结构

为适应黄河下游河道游荡多变和河底逐年抬高的特点, 防沙工程设施应是活动的, 可随河道的游荡和河底逐年抬高而迁移。无论河道如何变化, 都能保

证防沙设施经常处于引水口门的合适位置, 以减少入渠泥沙的淤积和防止引水口门被淤死。

1.2.2 轻型的柔性结构

黄河岸滩土壤为近代经水力筛选后淤积的粉、细沙, 为适应其颗粒均匀、沉积时间短、空隙率大、承载低、易发生沉陷变形和不均匀沉陷变形、易液化和施工困难以及便于迁移等特点, 其结构形式应是轻型、柔性、装配式结构。

1.2.3 引取表层水的结构形式

考察以往所修建的引黄涵闸, 都为涵洞式和有胸墙的形式。闸门为提升门, 所引进的水流全为含沙量大、颗粒粗的中、底层水流, 以致造成“弃优取劣”的不合理引水状况。因此需采用引取表层水的结构形式。

1.2.4 可调节高度的结构形式

所有的河流水位都随着流量的变化而升降。为保证任何情况都能引取表层水流, 其防沙设施的高度也必须能随时调整, 以适应水位涨落变化。

1.2.5 工程材料

防沙工程的目的是防止泥沙(严格讲是防止泥沙中的粗颗粒)进入引水渠道, 其材料可以是不透水的, 也可以是透水的, 但不允许粗颗粒泥沙通过。

2 不倒式拦沙潜堰

不倒式拦沙潜堰工作情况见图 1。

2.1 结构特点

不倒式拦沙潜堰是用复合材料制成的上轻下重

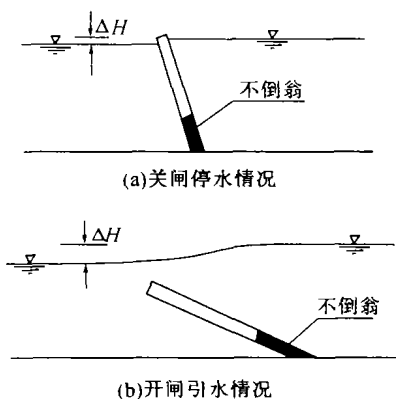


图1 不倒式拦沙潜堰工作情况

的不倒翁单元板块,每板块上配以可调整浮力的浮子,各单元连接组成一道拦沙坎,置于引水口处所要求的位置,直立或倾斜置于水中,起拦沙作用.每单元板块有相对固定的几何形状,其竖向边可以人工调节伸缩以适应大河水位的变化.各单元间为有限的柔性联结,以防止在工作过程中有过大的不同步倾斜,又能适应较大的变形.

2.2 工作原理

关闸停水时,拦沙潜堰直立于引水口静水之中,隔断大河与引水渠之间的水流交换,防止引水渠及引水口门的淤积.在开闸引水时,由水的流速及上、下游水位差所产生的水平力的作用将拦沙潜堰推向下倾斜置于水中,又因有浮力的作用使拦沙潜堰顶没入水面以下一定的深度,处于力的平衡状态,表层水流越堰而过,含沙大的中、底层水流被阻于大河之中顺流而下,起到拦沙作用.

2.3 制造与安装

a. 制造.不倒式拦沙潜堰根据设计图纸和要求在工厂制造,每个单元板块长2~4m.

b. 安装.首先确定拦沙潜堰的轴线位置并在两端打定位桩和施工桩,拉过河索,准备施工船,将各不倒单元、拉锚及其附件装到施工船上.准备工作完成以后即可以关闸停水进行投放.投放自一岸开始沿轴线前进,相邻单元的相邻边逐个在船上连接后投放,也可以投放后再连接,视情况而定.船至对岸投放工作即告结束.

安装工作完成后即可开闸放水,检查拦沙潜堰顶没入水面以下的深度是否达到要求,达不到要求则需进行调整,如相差不大,仅需调整浮力即可满足要求,相差过大,则需调整不倒单元竖向边的长短,以使其达到要求.

当大河变迁,引水口位移需要改变拦沙潜堰位置时,先在拦沙潜堰两端打下施工桩并拉过河索,然后关闸停水.待拦沙潜堰处基本成为静水时,自一岸

开始将拦沙潜堰单元及其附件收到船上,运至新的位置重新安装.

2.4 拦沙潜堰基础处理

不论何种防沙设施均存在着结构物与渠底、渠坡的接触问题和冲刷问题.河底表面不可能像结构物边缘那样平整,因此就存在着结构物与渠底、渠坡局部不接触而留有空隙的现象.当结构物与渠底、渠坡不完全严密而留有微小的空隙或漏洞时,这些缝隙或漏洞内即产生集中水流,对基础产生局部冲刷,并越冲越大而导致拦沙潜堰工程的失败.

由于拦沙潜堰的设置,水流经过拦沙潜堰也要形成一个很小的集中落差并引起水流方向的改变,水流中的剩余能量需要消耗,否则将引起拦沙潜堰下游局部冲刷.但因其落差较小,剩余能量不多,不需做很强的消能工程,只需做些简单的防护工程就可使天然基础不受冲刷.

为解决结构物与基础接触和下游冲刷问题,拦沙潜堰安装的第一步首先是整平基础,把引水口拦沙潜堰所涉及范围内的渠底、渠坡、河底依照设计要求进行整平.整平工作可在水下进行.在整平好的基础上铺设保护膜.保护膜材料可用玻璃丝布、聚丙烯偏丝编织物(即化肥袋材料)和塑料薄膜,也可以先铺塑料薄膜,其上再覆一层编织布,以保证拦沙潜堰附近的渠底、渠坡不被冲刷.其保护范围以拦沙潜堰轴线为起点,向上游5~10m,向下游10~15m.保护膜周边和面上用重物压在渠底、渠坡上,以防被水流冲刷起来,也防止水流紊动将保护膜掀起.铺设保护膜以后,即使拦沙潜堰结构物和保护膜间有空隙和漏洞而有集中水流产生,也不涉及基础土壤,就不会造成基础被局部冲刷.

2.5 拦沙潜堰上游可能的淤积与清理

拦沙潜堰在工作过程中,其结构本身将部分或全部倾向下游没入水中,水中悬浮泥沙有淤积在结构物上的可能,由于淤积泥沙的重量将会影响拦沙潜堰在水中的形状和高度,在浮力太小或拦沙潜堰位置不当(太靠下游)的情况下甚至会将拦沙潜堰压入河底失去其拦沙作用.对此可分两种情况考虑:

a. 关闸停水情况:拦沙潜堰下游为静水,上游为大河内流动的水流,由于引水渠道内水量的损失,拦沙潜堰前的水位总是高于引水渠道内的水位(相差很小),故拦沙潜堰总是倾向下游,由于拦沙潜堰和引水口两边河岸组成平顺的河岸,在拦沙潜堰前不会形成回流,因此拦沙潜堰前不会发生淤积.再者,由于水流脉动和风浪的作用,拦沙潜堰结构不会是静止的,它时刻在作轻微的抖动,即使在结构物上落一些泥沙也会随时被抖掉. (下转第40页)

荷期间,气压室水位(涌浪)、压力、 PL 值在规定范围之内波动,波动周期也较短,气压室及引水系统、机组运行平稳,2套微机监控系统显示水位、压力、 PL 值与实测数据基本吻合.运行期间遇电网事故3次,2台机组全甩负荷关机(1次满负荷、2次80%负荷),此时气压室气压、水位及压力管水压上升最大值均在限制范围内,满足了机组在各种运行工况下的要求.

图3是在最高库水位2台机组同时甩负荷工况下,气压室压力、水位及蜗壳进口内水压力波动变化曲线图,从图中看出,较大波动过程只延续4~5个周期,共计200s左右时间.由此可见,气压室能够有效降低水击压力和抑制水位波动振幅,及时加快压力、水位波动的衰减速度,对引水系统过渡过程的稳定起了关键作用.

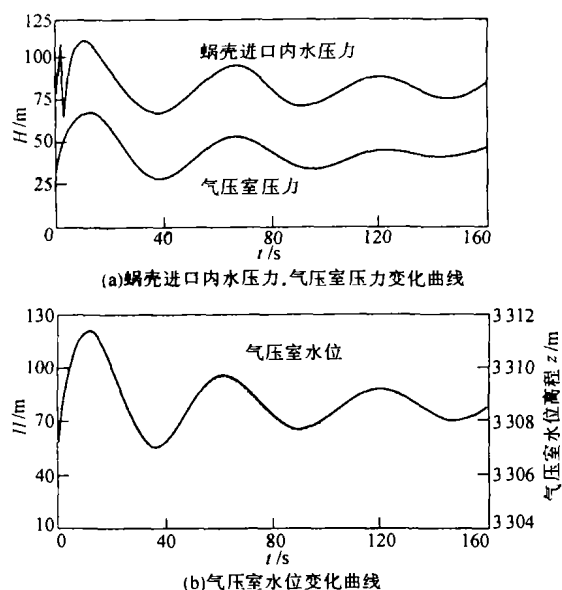


图3 2台机组同时甩负荷工况波动变化曲线

按照系统限制条件要求,机组最大上升转速、蜗壳进口处最大水压力及气压室的最高涌波水位和最大气压等控制参数数值,应发生在库水位最高3341.4m,2台机组满负荷运行全甩,导叶按给定规律正常关闭时的工况,通过运行试验和模型试验,实测 $\xi_{\max} = 47.2\% < 50\%$, $\beta_{\max} = 44.6\% < 45\%$,最高涌波水位3310.78m,最高气压0.7MPa,均满足设计要求.气压室最低运行水位,应发生在最低运行库水位3335m,1台机组满负荷运行,另1台增全负荷工况,通过运行试验表明,此时最低涌波水位高于气压室底板2.8m,满足最小水深不小于2.5m的要求.

5 结 语

大干沟水电站气压室的运行经验表明,同开敞的调压室一样,密闭的气压室完全能够满足反射水击

波、改善机组运行稳定性的各项要求,在地形地质条件适宜的情况下,气压室方案不失为一个经济的选择.气压室在大干沟电站的成功应用,达到既降低工程造价又缩短工期的目的,并填补了我国水电站在这一领域的空白,给同类水电站提供了宝贵的实践经验.

参考文献:

- [1] 刘启钊,彭守拙.水电站调压室[M].北京:水利电力出版社,1995.

(收稿日期:2001-02-27 编辑:熊水斌)

(上接第3页)

参考文献:

- [1] Serrano A, Olalla C. Tensile resistance of rock anchors[J]. Int J of Rock Mec and Min Sci, 1999, 36(4):449.
- [2] Serrano A, Olalla C. Ultimate bearing of grouted cable bolts[J]. Int J Rock Mec Sci & Geomech Abstra, 1992, 29(5):503~524.
- [3] 韩军,程良奎.岩土体与锚固体间粘结强度[A].见:程良奎,刘启琛编.岩土锚固工程技术的应用与发展[C].北京:万国学术出版社,1996:317~320.
- [4] GB50218-94,工程岩体分级标准[S].
- [5] 张发明.岩质边坡预应力锚固效应及应用研究[D].南京:河海大学,2000.
- [6] 董学晟,夏熙伦.三峡工程高边坡岩体力学试验研究的历史回顾[J].长江科学院院报,1999,16(2):26~30.
- [7] 张有天.岩石高边坡的变形与稳定[M].北京:中国水利水电出版社,1999.49.

(收稿日期:2001-03-07 编辑:张志琴)

(上接第13页)

b. 开闸放水情况:由于过闸水流的流速和水流的脉动作用,泥沙更不会沉积在拦沙潜堰的结构物上.即使有泥沙落于拦沙潜堰结构物上影响了拦沙潜堰的正常工作,需要清理时,也只需将拦沙潜堰附近的水流加以扰动,使沉积于拦沙潜堰上的泥沙重新浮起即可随大河水流而去.

3 结 语

引黄灌溉防沙问题是影响引黄灌溉发展的重要难题,人们对它的认识在不同时期也有所不同,处理办法也各异,并为此做过不少工作,花了大量的人力物力,用各种办法来处理利用引进的泥沙.从黄河泥沙的特点来看,它有其有害的一面,也有其有益的一面,如何“趋利避害,变害为利”,是我们解决引黄泥沙处理利用的方针,目的是以最小的代价取得最大的效益.

(收稿日期:2001-01-20 编辑:熊水斌)