

橡胶坝振动原因和减振措施

陈 辉

(扬州合力橡胶制品有限公司 扬州 225003)

橡胶坝壁薄性柔,溢流时由于水流的不稳定性,容易诱发坝袋振动,它比一般结构的振动更为复杂。由于发生振动,导致坝袋容易磨损、脱层和撕裂,严重的甚至破坏整个坝体,因此探求振动原因及影响因素,提出相应的减振对策,成为橡胶坝领域内一个亟待解决的课题。

1 橡胶坝坝袋振动机理及影响因素

由于橡胶坝是一种薄壁柔性结构,在坝袋内充胀液体或气体,所以在各种不同的外力作用下形状会发生很大变化,有很大的自由度,对水流脉动反应灵敏,容易出现振动。这种振动主要是在外力(如水流脉动)作用下的强迫振动。尤其是在坝顶溢流时,橡胶坝袋在水流脉动压力作用下,更容易产生振动现象,水流脉动压力是随机的,故坝袋的振动也是随机的。若外力振动频率与坝体在水下的自振频率接近,则坝体的振动现象严重,甚至发生共振现象。共振时,坝袋损坏很大,当其产生的内应力大于其材料的允许应力时,坝袋将遭到破坏。在使用中,橡胶坝若长期存在坝袋振动现象,则会导致磨损、脱层和撕裂,严重的甚至破坏整个坝体,影响工程的安全及效益的发挥。

橡胶坝溢流时,由水流的不稳定性诱发的坝袋振动,比一般结构的振动更为复杂。其影响因素有:溢流流量、下游水位、锚固形式、充胀高度及介质、水工布置、坝体跨度、内压比、浪载作用、水流流态、气候条件和坝性能等。对于使用中的橡胶坝,坝袋振动主要受坝顶溢流流量、下游水位和充胀高度的影响。

(1)坝顶溢流流量。当流量较小时,虽然振动频率较高,但由于其动能小,水流脉动压力也小,所以对坝袋振动影响小,振幅较低,对橡胶坝不会

产生很大威胁。随着流量的增加,水流动能增大,振动强度也增大。

(2)下游水位。下游水位很低时,在坝下游产生远驱式水跃或者不形成水跃,水流动能向下游传播,对上游的坝袋影响小,此时坝袋的振动主要是由水流过坝时水流脉动压力引起;当下游水位增加到某一数值时,对坝袋振动的影响增大,这是因为紧靠坝下游处形成临界水跃,水跃产生的脉动压力大,使坝袋振动增强;而当下游水位再增大时,上下游水位差小,水流的动能也小了,振动强度也将逐步减小。

(3)坝体跨度。当坝高和坝顶溢流水深一定时,坝袋跨度越大,相应的振动强度就越大。

(4)坝袋锚固和两岸连接形式。坝袋与两岸或闸墩连接形式有斜墙和直墙两种。斜墙连接时,坝袋与两岸边墙锚固连接,相应振动小一些;直墙连接一般采用堵头式结构,自由度大一些,相应振动严重一些。

2 减振的解决措施

针对产生振动的原因,减振措施主要从设计、管理等几个方面入手。

1. 土建工程主要包括:基础底板、上下游防渗防冲设施、边墙及翼墙、护坡等。布置时,在不影响河道泄洪能力前提下,基础底板比河床适当抬高,尽可能使底板高程高于下游正常尾水位,可形成低固定坝;坝后紧接陡坡,水流过坝后急泄入消力池,改善水流条件,使坝袋不受下游尾水影响;基础底板及两侧端墙,凡是与坝袋接触部分必须平整光滑,以减轻坝袋的振动磨损;坝址应选择在过坝水流平顺及河床岸坡相对稳定的河段,这不仅避免发生波状水跃和折冲水流,防止有害的冲

刷和淤积,而且使过坝水流平顺以减轻坝袋的振动和磨损。

2. 针对不同形式的橡胶坝工程,尽量采用使坝袋振动强度小的锚固形式:双锚固形式比单锚固形式要节省坝袋材料,且坝袋振动也要相对轻微,故在有条件时应尽量采用双锚固结构,并加大两锚固线之间的距离,使坝袋断面接近半圆形,以提高振动发生的界限。

3. 橡胶坝袋由橡胶和帆布粘合而成,帆布为受力骨架材料,橡胶起粘合、密封和保护帆布的作用。坝袋表面经常受河水中的泥沙磨损,因此外层胶应厚一些。在坝袋内部设置缓冲垫,以减轻振动对坝袋的磨损。若提高坝袋胶布的刚性,也可使坝袋不容易产生振动。为使溢流水流与袋体脱离,其间要有足够的通气,可在坝袋上设置扰流器或转向器等防振装置(如在坝袋的表面做一些突出的橡胶球,就像篮球表面的形状),以减小脉动水流对坝袋的直接作用,从而减轻坝体的振动。另外,目前国内已研制出无搭接缝橡胶坝袋,锚固时气密性要远高于有搭接缝的,且受力分布均匀、受力条件好、过坝水流脉动压力小,可防止坝顶过流脉动引起的坝袋破坏。因此,有条件时应优先使用无搭接缝坝袋。

4. 在塌坝泄洪时,坝内常常有来不及排走的水,被上游推向下游锚固线形成类似“烟斗头”的小坝,阻水使坝袋产生振动。为此,在坝袋里面的折叠处铺设一条两旁打孔的胶管,一端接排水管,另一端通所谓的“烟斗头”,以便于塌坝泄洪时使坝袋塌平。

5. 橡胶坝工程能否充分发挥效益运行,管理是关键。首先是控制坝顶的溢流量。其次是调整下游水位,若下游水位较低,应尽可能提高到一半坝高以上,振动危害性也就小得多。另外,改变袋内的内水压,改变坝体自振频率,使其避开水流脉动的主频率。在汛期时,应注意将坝袋塌平,以利于排洪、排沙和减轻坝袋振动磨损。因此,找出使坝袋共振的溢流量和水深,当达到发生共振的临界点时,及时调节坝高,以防止共振产生,这样就可以使坝袋减轻振动甚至在不振的情况下使用。高、低橡胶坝分别采用 3 布 4 胶和 2 布 3 胶的锦纶坝袋,袋内充水,坝袋相互搭接的加工直条缝,

相应增大了坝袋的“刚度”,可降低或减小水流对坝袋的脉动影响。坝袋里面的折叠线处则铺设一条两旁打孔的胶管,一端接排水管,另一端通“烟斗头”,当塌坝泄洪时使坝袋塌平,减小坝袋抖动。

6. 橡胶坝袋采用螺栓钢压板穿孔双线锚固结构,坝袋下游了底板做成向下游倾斜,并要求表面平整光滑,以防止泥沙淤积和下泄水流对坝袋的冲击,减少坝袋磨损破坏的威胁。

7. 工程管理方面的减振措施主要是加强运行管理,执行橡胶坝管理规定。一是控制坝顶溢流水深;二是加强运行观测,若运行过程中发现坝袋振动,采取泄水闸门开度、控制坝顶溢流量等方法来减轻或消除振动。

(上接第 12 页)

2.6 成本分析

在缓冲胶、外层帘布胶、内层帘布胶中加入 5 份粘合增进剂 AIR 后,每千克胶料成本分别下降了 0.16 元、0.12 元、0.13 元,可以取得良好的经济效益。

表 4 轮胎成品粘合强度

项目	试验配方	生产配方
第 2-3 帘布层/(kN·m ⁻¹)	8.2	8.0
第 3-4 帘布层/(kN·m ⁻¹)	9.8	9.0
第 4-5 帘布层/(kN·m ⁻¹)	10.0	9.5
第 5-6 帘布层/(kN·m ⁻¹)	11.0	9.0
100℃×24h 老化后		
第 2-3 帘布层/(kN·m ⁻¹)	7.8	7.0
第 3-4 帘布层/(kN·m ⁻¹)	8.5	8.3
第 4-5 帘布层/(kN·m ⁻¹)	8.3	7.9
第 5-6 帘布层/(kN·m ⁻¹)	9.1	9.1

3 结论

1. 在斜交轮胎中加入 5 份粘合增进剂 AIR-1 后,胶料的 300%定伸应力、橡胶与帘线间的粘合强度提高,说明粘合增进剂 AIR-1 在增进粘合的同时具有一定的补强作用。

2. 加入 5 份粘合增进剂 AIR-1 后,可以缩短混炼时间,减少动力消耗,提高劳动效率。

3. 加入 5 份粘合增进剂 AIR-1 后,胶料的生产成本降低,可以产生一定的经济效益。