

· 施工技术 ·

橡胶坝坝袋连接及施工工艺

黄敏武^{1,2}, 潘运方²

(1. 武汉大学, 湖北 武汉 430072; 2. 广东省水利水电建设管理中心, 广东 广州 510150)

摘要:介绍了新江水利枢纽工程橡胶坝段关键部位方案选定及施工工艺。

关键词:橡胶坝; 方案选定; 施工

中图分类号: TV644 **文献标识码:** B

1 前言

橡胶坝作为一种新型的坝型, 具有操作灵活, 升降自如, 造价低廉等优点。随着坝袋材料和施工工艺的不断改进, 该坝型在我国河网众多的平原地区运用越来越普遍, 目前在改善城市水环境方面的应用逐渐增多。河源市新江水利枢纽工程就是采用新一代彩色橡胶坝。该枢纽工程坝址位于东江与新丰江交汇处, 距离交汇口约 200 m 的新丰江上, 上游 140 m 处是河源市珠河大桥, 枢纽建筑物从右岸至左岸依次布置为: 橡胶坝段、通航孔和泄洪冲砂闸。设计坝高 2.4 m, 坝袋总长 2 × 100 m。下面介绍橡胶坝段设计方案的选定和各部位的施工方法。

2 土建部分施工

橡胶坝土建部分施工与一般闸坝施工相同, 但应注意在坝袋塌落区的表面 (坝底板上) 混凝土务必平整光滑。本工程底板采用混凝土面, 在橡胶坝两端侧墙上铺设大理石, 从而提高了坝袋接触面的光滑度, 以减少对坝袋的磨损而提高坝袋的耐久性。

3 锚固型式选择

坝袋的锚固是设计中最重要的一环, 锚固方法直接关系到橡胶坝的安全、安装和维修难易等问题。橡胶坝工程对锚固的要求是既要牢固可靠地承受坝袋的拉力, 又要密封, 不透水, 这样才能使橡胶坝起到挡水作用, 锚固结构是橡胶坝工程的主要组成部分, 是橡胶坝能否安全可靠运行的关键部件之一。

锚固是橡胶坝工程中的技术关键, 而橡胶坝的锚固型式主要有: 螺栓压板式、楔块挤压式、胶囊充水式等多种形式。通过对目前国内外常用的螺栓压板、楔块挤压和胶囊充水 3 种锚固型式进行分析比较, 根据工程的特点和重要性及根据厂家生产的最大坝袋长度, 本工程坝袋锚固结构设计选用螺栓压板锚固。锚固方式采用螺栓压板锚固, 费用略高, 但施工、安装要求较低。

橡胶坝的锚固结构型式可归纳为穿孔锚固和不穿孔锚固两种型式。日本是世界上兴建橡胶坝最多的国家, 其多采用曲线型压板的穿孔锚固方法, 以保持袋体橡胶布上的作用力均匀分布。我国在建和已建的橡胶坝工程中, 最常用的锚固结构型式是穿孔锚固, 螺栓压板常用不锈钢或普通碳素钢经过镀锌处理, 压板材料用钢、铸铁或混凝土板, 压轴材料用钢管或木料等, 为增加压板单位面积压强, 保证水 (气) 密性

要求, 在压板下面焊接钢筋或钢管。因此, 本工程橡胶坝的锚固结构型式采用穿孔锚固。

4 螺栓压板和螺栓的选择

橡胶坝袋的锚固方法直接关系到它的安全、安装和维修的难易以及坝袋渗漏等问题。自 1956 年美国 M. N. Imbertson 创建橡胶坝以来, 国内外对橡胶坝的锚固一般均采用穿孔和不穿孔的压块方法, 此两种锚固方法均是用基础底板上预埋的地脚螺栓加压块来锚固坝袋和底垫片, 它不仅耗费大量的钢材, 而且还具有数量众多的地脚螺栓, 施工时难以定位, 异型钢件 (压块等) 加工困难, 在水中易于锈蚀, 使用寿命短, 难以更换等缺点。目前国内采用的螺栓压板大多是用钢板或槽钢焊接而成, 加工这样一块压板, 由于焊接面太大容易产生虚焊、假焊和漏焊等质量问题, 给橡胶坝的使用带来隐患。另外, 焊接时钢板局部受热使加工的压板起翘变形, 难以使压板和坝带充分吻合, 使用效果大打折扣。再者, 焊接成型的压板规格单调, 不能经济安全地满足不同坝高的锚固需要。螺栓压板不穿孔的锚固力是穿孔的 2 倍, 故一般宜采用穿孔锚固方法, 压板截面型式宜采用曲线形以增加与胶布的摩擦力。

烟台力达水利配件有限公司研制的 M 型系列橡胶坝压板, 避免了焊接压板的弊端, 使橡胶坝工程的锚固配件更科学合理。其优点是: 结构合理, M 型系列压板分上板和下板两块, 在外型设计上采用流线结构, 保护坝袋不受磨损; 坚实耐用, 上、下压板采用铸造工艺一次浇铸成型, 避免了焊接压板的虚焊、假焊、漏焊和起翘变形, 使坝袋与压板紧密吻合, 从而保证了橡胶坝的安全运行; 紧固力高, 上压板工作面的曲线结构和下压板工作面的铸筋加大了压板对坝袋的磨擦力, 紧固力高, 使用效果好; 规格齐全, 产品系列化设计, 各种规格的压板适用于不同坝高的锚固, 用户可以根据需要选用, 既经济又牢固; 该产品经烟台市质量监督检验所检验, 其抗弯力超出了工程设计要求 20 余倍。

根据工程实例、本工程的特性、锚固的可靠性和施工单位的施工技术水平, 选择螺栓压板锚固方式。本工程选用烟台力达水利配件有限公司研制的 M 型系列橡胶坝压板, 型号为 M - 140, 每块压板长 1.0 m, 螺栓直径选用 $\phi 24$ mm, 间距 250 mm。

5 锚固线布置

锚固线设计是整个坝体设计的关键, 锚固线设计不合理

· 收稿日期: 2005 - 01 - 07

· 作者简介: 黄敏武 (1970 -), 男, 广东人, 工程师, 学士, 主要从事大中型水利水电工程设计审查。

直接影响坝体的美观甚至危及坝体的安全。工程实际中有多例因锚固线设计不合理引发结构产生共振或应力集中导致坝袋破坏的现象。高坝的锚固线设计尤为重要。规范没有明确规定锚固线的设计方法,锚固线的设计尚处在探索之中,不同的工程会有不同的布置方式。

锚固线的布置分单线锚固和双线锚固。单线锚固只有上游侧一条锚固线,锚线短,锚固件少,但多费坝袋胶布,低坝和充气坝多采用单线锚固。由于单线锚固仅在上游侧锚固,坝袋可动范围大,对坝袋防振防磨不利,尤其是在坝顶溢流时,有可能在下游坝脚产生负压,将泥沙吸进坝袋底,造成坝袋磨损。双线锚固是将胶布分别锚固于其四周,即坝袋在贴地段内有两道锚线。两锚线之间的坝袋不承受拉力,可用薄胶布代替原坝袋锚线长,但锚固件多,安装工作量大,相应的处理密封的工作量也大,然而其四周锚固,坝袋可动范围相对缩短,在运行中比较稳定,可增加坝袋防振防磨能力。

通过综合比较,本工程选定了双线锚固方式。坝袋锚固螺栓净间距等于坝袋贴地长度,根据坝袋尺寸计算,上下游净距为5.836 m,所以锚固螺栓净距为5.836 m。两岸岸墙为直墙,采用坝袋两端为枕头式堵头坝袋,两端锚固线仍布置在底板两端。

6 锚固槽结构与施工

根据锚固要求,锚固槽尺寸采用宽200 mm,高160 mm。锚固槽施工二次成型,即在底板一次浇筑完成时预留锚固槽的二期混凝土,即深0.9 m,宽1.0 m,在二期混凝土施工时再预留上、下游及侧向锚固槽,均采用矩形槽,宽200 mm、高160 mm的锚固槽,并将锚固螺栓埋设在混凝土中。建议上、下游及侧向锚固槽均采用凹槽的梯形槽,深度160 mm,槽底宽350 mm,槽顶宽200 mm,坝袋接触的槽边为直角边,以保证坝袋安装后锚固槽砂浆充填的稳定性。

该工程坝袋锚固结构为螺栓压板锚固,螺栓的预埋是整个工程的一个关键工作,它的施工质量直接影响到坝袋安装的成败,而其施工方法的选择对质量及工期都有很大的影响。

锚固槽在二期混凝土施工中一次浇筑成型。施工时锚固槽要求尺寸精确,不超过2 mm误差(2 m直尺检查),无尖角,槽面要求平整光滑,无棱角、错台、麻面、石子和钢筋头裸露等现象。要求锚固线定位准确和确保螺栓垂直度,螺栓间距一致,螺栓的定位螺母高程必须准确无误。为防止混凝土振捣过程中模板上下、左右移动,可采用螺栓加固模板,或者将每排螺栓上下用2根钢筋焊接在一起,左右用螺纹钢支撑。在浇筑混凝土前后反复用水准仪和经纬仪进行观测监测,逐根检查并校正螺栓垂直度,若发现位移,在混凝土初凝前及时调整,确保锚固线精度符合设计要求。施工单位做好质量三检(锚固线、高程、绝对位置、间距、稳固性等);监理单位做好监理检查检测控制,确保螺栓全部精确无误。

7 充排水系统的施工

所有闸阀购运到工地后,都要进行水压试验,要求压力达到 $2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ 滴水不漏。在管道系统中,均采用钢管,管与管连接根据实际情况采用焊接或法兰连接,以确保工程质量。

8 坝袋的选择

我国的橡胶坝生产技术,是随着科技进步、设备改造及长期经验的积累而逐步发展和完善的。橡胶坝坝袋是先生产一条1 m宽的坝袋,然后采用在一定压力、温度下把每条坝袋进行单缝硫化的热粘法机械成型工艺。目前坝袋生产

已步入标准化和规范定型化阶段。

本工程坝袋选用青岛华海环保工业有限公司生产的三布四胶彩色坝袋。在工厂加工制作成100 m长的坝袋两条成品,运至施工现场后可直接安装。

工程设计的坝袋为三布四胶结构,为充分利用坝袋强度,同时保证坝袋质量安全,结合坝袋的周长与底板长度,综合论证,结合本工程规模,以达到安全、经济、合理的目的,从而确定坝袋内压比为1.30,坝袋安全系数大于4.0。

9 坝袋安装施工程序

9.1 施工程序

清理坝底板和锚固槽—螺栓下压板就位—坝袋就位—坝袋安装—螺栓上压板就位—上弹簧垫圈—锁锚固螺母—砂浆填锚固槽。

9.2 技术要求及施工方法

(1) 安装前应应对坝底板和锚固槽进行一次全面检查。锚固槽尺寸如与要求尺寸误差较大应及时记录。充排水系统应进行一次通水检查,以检验管路系统是否畅通,机电设备运行是否正常。

(2) 坝底板和锚固槽应冲洗,清理干净,无积水。

(3) 在坝底板用墨线弹出坝轴线、锚固线和坝袋中线。

(4) 对准锚固槽的锚固线,将螺栓下压板穿孔固定于锚固槽的螺栓上。

(5) 根据工程的特殊情况,先安装上游,从坝袋中心线向两侧同时进行。然后将下游折叠塌落区的坝袋翻向上游,折叠后按需要长度翻向下游,对准坝袋中心线和下游锚固线,上、下游一直安装到边墙水平段以下,为了减少坝袋折皱部分的拉平工作量,采取坝袋内充水的方法。当坝袋充胀到一定的高度后,即将坝袋内的水全部放光,使坝袋按照预定的轨迹自然地平铺在底板和两端岸墙上,然后用葫芦拉平就位挂在墙顶,从上游向下游,由中间向两侧、先中间后两岸端的顺序进行锚固。

(6) 坝袋拉伸平铺后使锚固线同螺栓对齐,用钻孔机钻孔,嵌入螺栓内。为避免误差集中,坝袋产生褶皱,穿孔时严格控制,如有误差,平均分配。

(7) 本橡胶坝坝袋胶布较厚,特别是胶布搭接处,坚硬似塑料板一样,加之冬季施工,很难折曲入槽,给安装工作带来极大的困难,应采取必要的技巧和措施。

(8) 坝袋嵌入螺栓后及时放置螺栓上压板,使坝袋的中心线、锚固线等点线面重叠吻合后方可放上弹簧垫圈和锁上锚固螺母。上螺帽时,用扭力扳手按相同的扭力矩逐个螺栓分级拧紧。

(9) 在施工中,坝袋锚固安装多数凭经验进行。例如,螺栓紧固,有时用眼观察坝袋折起部分边缘状态判断确定锚固是否达标。

(10) 坝袋锚固安装检查达标和充排水试验合格后,用砂浆填实锚固槽空隙,保护锚固螺母、螺栓和压板,并达到与坝底混凝土一致的外观质量要求。

10 结语

新江水利枢纽工程于2002年5月建成,蓄水后,在河源市区形成长约9 km,宽约300 m的人工湖泊,与亚洲第一喷泉形成一体,大大改善了市区沿江两岸的景观,使市容市貌更加美丽,改善了投资环境,大大促进了市区房地产开发和旅游业的发展,取得了良好的社会效益和经济效益。

参考文献:

[1] SL 227-98,橡胶坝技术规范[S].