

梁辉水库砂卵石地基面板堆石坝的几个问题

杨 军¹, 杨子亨², 施景裕²

(1. 宁波市水利局, 浙江 宁波 315000; 2. 宁波市水电规划设计研究院, 浙江 宁波 315000)

摘要:通过浙江省余姚梁辉水库工程实例, 论证了在砂卵石地基上建造面板堆石坝是可行的, 如无软弱夹层, 则可以不开挖, 其抗剪强度、压缩变形和渗透稳定一般均能满足要求。提出设计时必须查清砂卵石覆盖层的物理力学性质, 并在施工中对地基加强振碾与检测, 有效地减小坝体的变形, 对坝体结构与坝基部位的覆盖层需采取铺设无纺土工布, 加强地基导渗, 趾板上部回填无粘性土; 进行下游坝脚保护等简单易行的工程措施。

关键词:面板堆石坝; 砂卵石地基; 梁辉水库

中图分类号: TV641.4+3

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2002)06-0047-02

梁辉水库位于浙江余姚城南, 水库控制流域面积 35.6 km², 大坝全长 385 m, 坝顶高程 49.4 m, 防浪墙顶高程 50.6 m, 坝高 35.4 m, 防渗墙全长 361 m, 总库容 3077 km³, 由于该坝建在深达 25~30 m 的砂卵石覆盖层上, 基础防渗处理采用混凝土防渗墙, 墙底嵌入弱风化岩基 0.7 m。梁辉水库大坝剖面见图 1。

1 坝基砂卵石覆盖层的物理力学性质

在深厚覆盖层上能否修建面板堆石坝, 设计时必须首先对砂卵石覆盖层的物理力学性质, 特别是其致密程度和压缩性能进行分析研究。

梁辉水库坝基为第四系冲洪积, 坡洪积构成了坝址区的深厚砂卵石覆盖层, 平均厚度为 25.5 m, 最

大深度 39 m, 上层为松散砂卵石层, 厚达 9.6 m (高程 5 m), $k = 17.7 \sim 36.2$ m/d, 为较强透水层, 下层在高程 5 m 以下, $k = 0.2 \sim 7.0$ m/d, 为弱透水层, 随着深度增加 k 值逐渐减小, 砂卵石层厚度向两岸逐渐变薄。下层地基较紧密, 但中间有 3~4 层厚 0.7~0.8 m 的夹砂层, 属含砂亚砂土或泥质中粗砂, 其层位不稳定, 呈透镜体出现。对夹砂层进行物理力学试验表明, 其为中等压缩性土。砂卵石层经过长期自然固结, 多半呈紧密状态, 覆盖层实测地震波速 $v_s = 1400 \sim 2000$ m/s, 在上游面板至坝轴中心浅挖了 12 个试坑进行现场物理力学试验, 干密度为 1.87~2.05 t/m³, 平均值 1.98 t/m³, 不均匀系数 $C_u = 30 \sim 215$, 曲率系数 $C_e = 2.7 \sim 3.3$, 压缩模量 $E = 50 \sim$

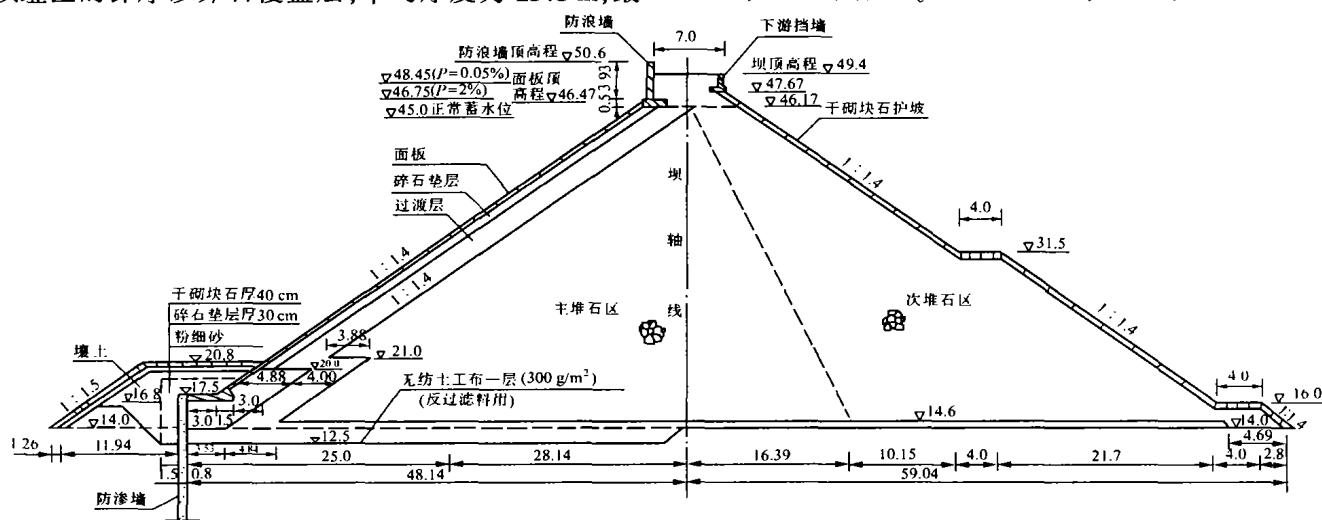


图1 梁辉水库大坝剖面(单位:m)

作者简介:杨军(1966—),男,浙江宁波人,高级工程师,主要从事水工结构研究。

60 MPa,泊桑比 $U = 0.3 \sim 0.35$.

从总体看,坝基浅层土属级配良好的洁净砂卵石层,物理力学性能良好,强度较高,压缩性能一般,含泥量均小于5%,下部的含泥砂卵石层较密实,亦无高压缩性的淤泥,细砂夹泥层能满足坝基对压缩变形和稳定的设计要求.

2 覆盖层稳定问题

2.1 抗滑稳定

一般情况下的面板堆石坝不需做稳定分析,因为面板后的坝体堆石为自由排水体,坝内不存在水的渗透压力及孔隙水压力等问题,只要坝坡不陡于松散堆石体自然安息角就应该是稳定的.在深厚覆盖层上建面板堆石坝,采用的是瑞典圆弧法求解,参数及成果见表1和表2.由表2可知,坝体的抗滑稳定安全系数能满足规范要求,说明大坝修建在具有一定抗剪强度的覆盖层上时,只要不进行大开挖,就不致影响整个坝体的稳定性.

表1 坝坡滑动设计参数

材料分区	干密度 $\rho_d/(t \cdot m^{-3})$	内摩擦角 $\varphi/(^\circ)$	粘聚力 c/kPa	标高 /m
坝体	垫层	2.08	40	0
	过渡层	2.07	41	0
	主堆石区	2.04	43	0
	次堆石区	1.99	41	0
坝基	浅层	1.90	35	20
	深层	2.00	38	30

表2 抗滑稳定计算结果

工 况		上游坡 安全系数	下游坡 安全系数
完 建 期	不考虑地震	1.35	1.34
	考虑地震	1.34	1.34
正常运用期	正常蓄水位 45.0m, 不考虑地震		1.25
非常运用期	正常蓄水位 45.0m, 考虑地震		1.16(1.40)
	正常蓄水位骤降到 24.33m	1.20	

注:括号内为毕肖法计算结果.

2.2 渗透稳定

梁辉水库覆盖层采用混凝土防渗墙堵截,墙底嵌入弱风化岩层中0.7m,上部9.6m为松散砂卵石层,底高程5m,属强透水层;5m高程以下属弱透水层,该层除有一定防渗作用外,且可阻挡细颗粒通过,其本身就是很好的反滤料,对地基起保护作用,因此,该层不致造成渗透变形.

为防止上层槽段接缝间的渗漏,在防渗墙工程全部完成后,在两槽段接缝处钻骑缝孔深10m,然后用高标号水泥砂浆充填密实,经过以上处理后,已能满足渗透稳定的要求.4年多的渗流观测资料表明,当上游库水位经常变化时,下游两个断面4支测压管始终保持在12m高程左右,表明防渗墙防渗效果

是良好的.

3 砂卵石覆盖层对坝体及面板变形的影响

已建面板坝的原型观察表明,上游坝体(尤其是上游1/3范围内)的变形对面板变形的影响较大,由此推断相应部位坝基的变形也会直接影响面板变形.在梁辉水库大坝设计中,地基处理的着重面在坝轴线上游,其措施是将表层砂卵石挖至设计标高12.5m后,用16t自行式振动碾碾压6遍,碾压完毕,挖坑测得干密度为 $2.13 t/m^3$,比原有的 $1.98 t/m^3$ 提高了 $0.15 t/m^3$,使地基干密度大于坝体堆石区的设计指标.在大坝筑至1/3坝高挖槽埋设仪器时,对地基进行测试,测得经碾压加荷后地基压缩模量为81.32 MPa比天然状态下的压缩模量提高了62.64%.工程实践证明,含泥量低的砂卵石冲积层经过振动碾压及施工过程中自重荷载作用压缩模量提高较快,级配良好的覆盖层在经过地基处理后,砂卵石覆盖层作为坝壳基础不致造成坝体过大的沉降及面板的变形.

由坝体沉降资料可知,在蓄水前,河床坝轴线覆盖层表面的最大沉降为21.3cm,为坝高的0.6%,蓄水后沉降了6.7cm,蓄水前后共沉降28.0cm.

由位移观察资料可知,在河床中部断面的趾板与防渗墙接缝处,垂直于缝方向测得最大闭合量为5.7mm,法向位移为7.6mm.在大坝左岸岸坡上,测得面板与趾板最大张开量为5.6mm;大坝右岸最大张开量为3.5mm;顺缝方向的最大位移量为2.2mm.

周边缝变形不大,实测沉降符合梁辉大坝的理论计算和堆石体沉降规律,且规律性较好.

经过近4年的蓄水考验,迄今未发现坝体及绕坝渗水现象,面板仍然平整光滑,尚未发现危害性裂缝,坝体轮廓明显,质量优良,从而保证了工程安全和发挥了工程效益.

4 坝体结构及地基的特殊处理措施

a. 铺设无纺土工布,加强地基导渗.由于该坝建于透水性强的砂卵石覆盖层上,为防止覆盖层中的细小颗粒流失造成渗透变形危害,故在防渗墙之后20m范围内12.5m高程上铺设无纺土工布一层,除可对渗水进行反滤外,还能起到加强地基的作用.

b. 趾板上部回填无粘性土.由于在砂卵石地基上建坝,周边缝是止水中的薄弱环节,因此,在河谷周边缝上部必须设置保护体,即在周边缝上填筑厚度3m边坡1:1.5的无粘性土(如粉细砂)和当地土,上铺碎石垫层30cm和40cm厚干砌块石,其作用是当周边缝有渗漏时,粉砂中细粒可填塞裂隙,起辅助防渗作用.

(下转第60页)

步得到实施,面对如此大好的发展机遇,西部地区水利经济在发展和改革的进程中,应当立足于水资源和水能资源的优势,强化发展,优化管理,深化改革。

a. 要借西部大开发的东风,全面推进各项水利建设,把水利经济发展的目标和任务真正落到实处。水利经济发展可以促进区域经济发展,有利于保障社会经济的可持续发展。因此,要正确处理水利经济与区域经济的关系,以及水资源保障与经济社会可持续发展的关系。要充分发挥水资源和水能资源的优势,依靠科技进步与创新,建立多渠道、多元化的水利建设投(融)资体制,以水利经济的发展带动和促进各项社会经济事业的发展。同时,国家应加大对西部水利建设的投入,并尽快制定对西部水利经济发展的扶持与支持政策,如建立西部水利建设扶贫基金、西部水利综合配套设施建设和改造基金等。

b. 在完成水利经济发展的各项任务过程中,必须要在强化管理上下工夫,使水利经济管理有一个很大的提高。①要进一步理顺水管单位的发展思路,结合实际调整水利经营结构,以供水与水电发展为支柱,以水利旅游等为新的经济增长点,提高自我发展能力;②要继续加强水利国有资产产权界定工作,解决好水利公益性资产补偿问题,按照市场经济规律进行资产管理和资本运营;③在水利建设项目管理上,按照项目功能确定投资结构,按中央和地

方事权及地方经济承受能力确定投资分摊,有条件的按市场经济体制运作,无条件的仍按事业单位体制运作。与此同时,国家应当加强对西部水利经济发展与管理的政策指导。

c. 要按照社会主义市场经济体制的要求,深化水利经济体制的改革。①要在水资源管理体制上下大工夫,结合当地的实际情况,有条件地推进水务体制改革,以实现城乡水资源统一管理和加强区域水资源统一管理为基本目标;②要大力加强水利工程管理体制的改革,抓住当前的有利时机,因地制宜地把水管单位体制改革推向前进,增强水管单位的发展活力,促进水利经济的发展;③要进一步加快水价改革的步伐,建立起科学合理的水价形成机制和管理体制,保证水利工程的良性运行,促进节水、提高水资源利用效率,实现水资源的优化配置和可持续利用。国家应在体制改革的政策环境上,如电力体制改革等方面,给西部水利经济的发展予以更大的支持。

参考文献:

- [1] 汪恕诚.认清形势,狠抓落实,全面推进水利事业发展[N].中国水利报,2002-1-17(2~3).
- [2] 余文学,赵敏,胡维松,等.水利经济学——基本理论与政策[M].南京:河海大学出版社,1995.

(收稿日期:2002-02-25 编辑:傅伟群)

(上接第 13 页)

4 结 语

本文针对项目群资金调配问题的通用数学模型,提出了基于遗传算法的模型求解方法。该方法能利用遗传算法中随机搜索优化机制,较快地获得最优解。由于使用了随机优化技术,因而避免了隐枚举法或目标值探索法、分枝定界法中相当数量的项目组合可行性比较,以及动态规划法求解多资源约束时而遇到的“维数灾”问题。算例分析表明,与现有的模型求解方法相比,遗传算法具有独到的优点,可以作为求解项目群资金调配问题的一种新的补充方法。

参考文献:

- [1] 傅家冀,全允恒.工业技术经济学[M].第二版.北京:清华大学出版社,1991.43~154.
- [2] 郑垂勇.项目分析技术经济学[M].南京:河海大学出版社,1994.184~206.
- [3] Dragan A S, Godfreg A W. Genetic algorithms for least-cost design of distribution networks[J]. J Water Resour Plng and Mgmt, ASCE, 1997, 123(2):67~77.
- [4] 刘宝碇,赵瑞清.随机规划与模糊规划[M].北京:清华大学出版社,1998.15~36.

(收稿日期:2001-12-14 编辑:傅伟群)

(上接第 48 页)

c. 下游坝脚保护.梁辉水库设计时,把下游坝脚在 16m 高程处延长 4m,这样既增加了下游坝脚的渗透稳定性,又使大坝更加美观。

5 结 语

在较深厚覆盖层上建面板堆石坝,必须做好勘探与试验工作,摸清地基情况,查明河床覆盖层中有无高压缩性夹泥层,这是决定坝基覆盖层的保留或开挖的重要因素之一。如覆盖层的组成以砂卵石为主,天然状态较密实,力学强度较高,允许承载力较大,在此情况下覆盖层可不进行大开挖,只要在施工中加强质量管理,作为面板坝基础,不致造成坝体过大沉降,从而保证混凝土面板防渗体系的可靠性和完整性。

工程实践表明,覆盖层不进行大开挖,为梁辉水库工程节省了挖填工程量 80 万 m^3 ,缩短工期 1 年多,可避免雨季干扰、边坡塌方干扰等,具有较高的经济效益。

(收稿日期:2001-10-23 编辑:张志琴)