

均质土坝土料场规划

王芳 张浩

岐山县水电工作队 陕西岐山 722400

陕西省水务集团有限公司 陕西西安 710000

摘要: 土石坝是目前世界上水利建设工程中应用最为广泛和发展最快的一种坝型,均质土坝是其中的一种重要坝型,修筑均质土坝需要使用大量土料,因此土料场的合理规划与使用,是保证均质土坝正常施工的关键。本文通过延安南沟门水利枢纽大坝工程的土料场规划,为同类工程的施工提供参考和帮助。

关键词: 均质土坝; 土料场; 规划

Planning of homogeneous soil dam and soil material yard

Fang Wang Hao Zhang

Qishan County Hydropower Task Force, Shaanxi Qishan 722400

Shaanxi Water Group Co., LTD., Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract: Earth-rock dam is the most widely used and fastest developed dam type in water conservancy construction projects in the world, homogeneous earth dam is one of the important dam type, the construction of homogeneous soil dam needs to use a large amount of soil material, so the reasonable planning and use of soil material field is the key to ensure the normal construction of homogeneous earth dam. This paper provides reference and help for the construction of similar projects through the planning of the dam site.

Keywords: Homogeneous earth dam; Soil material yard; Planning

一、工程概述

位于陕西省延安市黄陵县境内的南沟门水利枢纽大坝工程,坝体为均质土坝。坝顶高程 852.0m,最大坝高 63.0m,坝顶宽度为 10m,坝顶总长 504.43m,坝体填筑土方总量 357 万 m³。

设计单位选取的土料场位于坝轴线上游左岸 805m 高程以上二、三级阶地及黄土塬边斜坡地带,土料场可利用土总储量为 965 万 m³,料场堆积层以 Q₃ 黄土和 Q₂

黄土状壤土为主,料场地下水埋深大于 15m,便于机械化开采。

二、土料场复查情况

1. 土料场储量复查成果

对设计单位选取的土料场(分别为 A 土料场和 B 土料场),工地试验室采用洛阳铲探孔、人工挖探坑、地质钻探孔相结合的方法对土料场进行复查,复查土料储量情况见表 1。

表 1 土料场土料储量计算表

序号	土料场名称	土料场面积 (m ²)	上部覆盖层厚度 (m)	覆盖层清除工程量 (m ³)	可用土料平均厚度 (m)	可用土料储量 (m ³)
1	A(▽ 820 ~▽ 890)	128038	1.0	128038	33.6	4302076
2	B(▽ 890 ~▽ 980)	157287	1.0	157287	34	5347758
合计		285325		285325		9649834

A、B 料场总土料储量为 965 万 m³,为大坝填筑量 357 万 m³ 的 2.7 倍,可用土料储量大于 2.5 倍的坝体填筑量,满足坝体填筑要求。

2. 土料场土质状况

根据《大坝填筑 A、B 土料场复查报告》可知,除土料天然含水率小于最优含水率外,其它各项性能指标均符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251-2000 中对均质土坝土料质量的要求(表 2),土料可用

于大坝坝体填筑。

表2 土料质量指标对比表

序号	项目	规程要求	料场复查结果	备注
1	粘粒含量	10%~30% 为宜	17.0%~28.5%	
2	塑性指数	7~17	10.8~16.8	
3	渗透系数	碾压后 $<1 \times 10^{-4}$ cm/s	1.42×10^{-5} cm/s ~ 3.32×10^{-7} cm/s	
4	有机质含量	<5%	2.3%~3.4%	
5	水溶盐含量	<3%	0.6%~1.1%	
6	天然含水率	与最优含水率或塑限接近者为优	大部分土料天然含水率小于最优含水率(16.5%左右),天然含水率为9.1~11.6%,最小值7.0%	
7	紧密密度	宜大于天然密度	天然干密度 $1.21\text{g/cm}^3 \sim 1.61\text{g/cm}^3$ 击实最大干密度 $1.69\text{g/cm}^3 \sim 1.81\text{g/cm}^3$	

三、土料场规划

1. 土料场分区原则

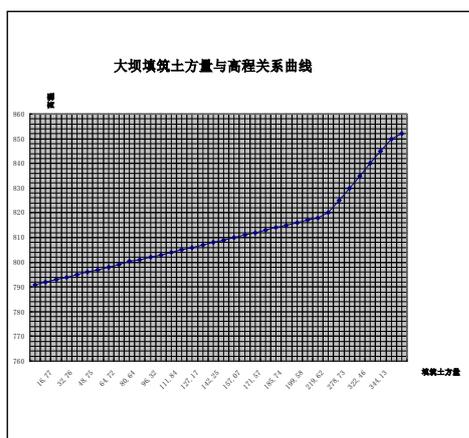
(1) 合理调配土料, 尽量做到“高料高用, 低料低用”;

(2) 利于环保, 少占耕地, 尽量使用库区淹没的料场。

2. 土料场分区

根据“高料高用, 低料低用”的取土原则, A 土料场土料计划用来填筑坝体下部及坝基结合面。A 土料场土料储量 430 万 m^3 , 按储量与实际填筑量 2:1 的关系计算, 可满足填筑 215 万 m^3 的工程量, 根据大坝填筑土方量与高程关系曲线可知, 坝体 $\nabla 819$ 以下土方填筑总量为 213 万 m^3 , A 料场的土料完全可满足 $\nabla 819$ 以下坝体填筑的要求。

B 土料场的土料计划用来填筑 $\nabla 819 \sim \nabla 852$ 段坝体, B 土料场土料储量 534.8 万 m^3 , 按储量与实际填筑量 2:1 的关系计算, 可满足填筑 267.4 万 m^3 的工程量, 根据大坝填筑土方量与高程关系曲线可知, $\nabla 819 \sim \nabla 852$ 段坝体的总填筑量为 144 万 m^3 , B 料场的土料完全可满足 $\nabla 820 \sim \nabla 852$ 段坝体填筑的要求。



3. 施工布置

(1) 施工道路布置

结合上坝道路施工规划, 在土料场布设两条施工主干道。

①原通往山顶的道路经加宽处理后作为土料场的施工主干道(1#路), 施工主干道横穿 A、B 土料场, 各土方开采工作面修筑施工支路与主干道连接; 经测量, 1# 施工道路的纵向坡比均小于 10%, 满足施工要求;

②在 A、B 土料场的分界处有一条天然冲沟, 沿冲沟修筑一条施工主干道(2#路), 与 1# 路在 $\nabla 877.4$ 高程相接, 作为 B 土料场的施工主干道; 经测量, 2# 施工道路的纵向坡比为 12% 左右, 满足施工要求;

③施工主干道满足填筑高峰期, 大流量、大吨位车辆安全、快捷运输要求。施工主干道的路面宽度为 7.5m, 路基用振动平碾进行碾压后, 铺筑 30cm 厚的石渣面层并碾压密实。主干道的最小转弯半径均大于 15m, 会车视距最少保证超 30m, 坡度均小于 12%。

④施工道路修建时, 里高外低, 保证路面 1% 的横坡, 并在路面外侧开挖 30cm*30cm 的路肩排水沟, 保证路面排水畅通, 不会出现积水现象;

⑤施工道路外侧间隔 50m 埋设木线杆, 架设低压线路, 安装 100W 的白炽灯用作施工道路的夜间照明。

(2) 施工用水

土料场施工用水主要是土料配水。因土料场的土料天然含水率远小于最优含水率, 土料的配水量很大, 靠拉水泡土根本满足不了施工要求, 因此采用从河道抽水的方法进行土料配水。在上游围堰下游侧修建一座抽水泵站, 泵站内安装 3 台立式多级泵(100DL75-20*6), 该泵功率为 37KW, 扬程为 120m, 流量为 75 m^3 /小时, 从围堰上游河道内抽水, $\Phi 108$ 钢管输水到 1# 高位水池 ($\nabla 880$ 高程), 再从 1# 高位水池抽水到 2# 高位水池 ($\nabla 960$ 高程), 然后根据泡土位置用 4 吋潜水泵将高位水池内的水分别输送到各工作面进行配水。

(3) 施工用电

施工用电主要是水泵抽水用电和施工道路沿途照明用电。在左坝肩架设一台变压器, 埋设混凝土电线杆, 架动力线到上游围堰后抽水泵房及土料场高位水池(1[#]、2[#]高位水池), 满足水泵抽水用电; 道路照明采取沿路埋设木线杆, 架设低压线路, 安装 100w 白炽灯照明。

四、土料配水

根据《土料场复查报告》可知, 土料场的天然含水率为 9.1~11.6%, 均小于最优含水率, 不能直接用于坝体填筑, 需进行土料配水。根据前期土料配水试验可知, 南沟门土料场配水采用畦灌法。

1. 确定配水区域及各区域土料最优含水率

根据土料场的地形、地势特点进行分区规划, 分成不同台地, 在各台地用人工洛阳铲打孔的方式对土料天然含水率进行检测, 以确定该台地是否需要泡水。并取土样进行击实试验, 试验土料采用干法制备, 击实方法采用轻型击实, 经试验, 土料最优含水率在 16.5% 左右。

2. 畦块修筑

在需要配水的区域用挖掘机大致沿等高线及各料场天然平台, 将土料场分成方格, 形成畦块, 每个畦块的面积大致控制在 200m² ~ 400m² 左右, 在修筑畦子的过程中, 力求畦块底部平整, 畦块的底部高差应控制在 10cm 范围内, 畦子的修筑高度一般控制在 1m 左右。

3. 土料配水量确定及配水

在每个修筑成型的畦坑内用人工洛阳铲打探坑的方法进行土料天然含水率的检测, 再根据每个畦块需泡水的土料工程量, 计算畦块内应加水量。

根据《土工试验规程》(SL237—1999) 中击实试验加水量的计算公式计算单位体积土料应加水量。

$$m_w = m / (1 + 0.01w_0) \times 0.01 (w - w_0)$$

式中, m_w 为土料所需加水质量, t; w_0 为土料天然含水率, %; m 为风干含水率时的土料质量, t, 土料天然干密度平均值为 1.35g/cm³; w 为土料所要求的含水率, 根据最优含水率结合气象条件综合确定, %。

根据配水量计算成果, 用 4 吋潜水泵将高位水池内的水引入各畦块进行土料配水, 畦块配水管道上安装水表, 以控制畦块内的注水量。注水应连续进行, 中间不得间断, 注水量应严格按照计算配水量进行, 不得超加或少加。

五、土料开采

1. 配水后土料含水率检测

根据前期配水试验, 土料待渗期为 26 天, 待渗期满后, 用人工洛阳铲探孔的方法进行土料含水率检测, 含水率大部分集中在 15%~19% 即可进行开采。

2. 土料开采的原则

- (1) 高料高用, 低料低用;
- (2) 根据泡水时间, 先泡先用;
- (3) 根据土料含水率检测情况, 含水率偏高土料

与含水率偏低土料应搭配进行开采, 混合堆存制备(堆土牛)。

3. 土料混合开采

土料采用立面开采方式, 取土深度根据各畦块土料配水深度及土料配水后含水率的检测值进行确定。

土料在开采过程中, 应至少保证 3 个开采面同时进行开采, 同一开采面的上下层土料在装车过程也应注意翻倒, 这样才能保证土料含水率偏高区域和含水率偏低区域均匀搭配, 并且在开采过程中, 不定时对各开采工作面的土料含水率情况进行检测, 以使混合土料的含水率达到最优含水率附近。在施工过程中, 若发现土料整体含水率偏高或偏低, 应及时对开采工作面进行调整, 以确保开采工作面的混合土料含水率始终保持在最优含水率附近。

土料开采过程中派专人对岸坡及周围土体的稳定情况进行严密监控, 预防施工过程中边坡失稳、垮塌。

六、土料堆存制备

土料制备主要解决土料配水后含水率不均匀、土料土质不均一的问题。通过采用挖掘机立面开采, 20t 自卸汽车运输, 经过高台插花卸料、二次掺合、窝存, 使土料达到含水率均匀, 土质均一的目的。

1. 土料制备

将从土料场开采的土料经 20t 自卸汽车运输至土料制备场, 从卸料高台向下倾倒, 卸料时应保证插花卸料, 用推土机向下推送, 以使土料在下卸过程中利用高差进行混合均匀, 使土料含水率及土质趋于相对均匀, 以满足上坝土料的设计要求。

在制备土料的过程中, 不定时对堆存“土牛”坡面土料的含水率进行检测, 以使堆存“土牛”土料的含水率整体保持在最优含水率附近, 若在检测过程中发现局部含水率偏高或偏低, 及时对各工作面运输车辆的卸土位置进行调整。

2. 土料窝存

土料窝存就是把经高台卸料后的土料进一步“熟化”的过程, 以达到土质均一、含水率均匀。根据前期试验, 土料一般最少需要窝存 7 天, 7 天后对该“土牛”土料进行检测试验, 确定最大干密度和最优含水率, 作为该“土牛”土料坝体填筑的质量控制指标。

七、料场设计及相关保证措施

1. 料场开挖边坡设计

为保证土料场开挖过程中的边坡稳定, 土料场开挖边坡坡比控制在 1:0.75, 每 10m 高布置 3 米宽的马道, 马道内侧布置 50cm*50cm 的纵向排水沟, 排水沟与冲沟相接, 保证排水通畅。

2. 料场边坡处理

(1) 边坡开挖前, 在开挖轮廓线外坡顶设置永久截洪沟和临时排水沟, 将雨(洪)水排到施工面以外的山体冲沟内, 防止雨(洪)水对开挖边坡的影响;

(2) 边坡开挖要严格按照设计要求进行, 自上而下分层开挖, 在施工过程中, 严格控制边坡坡度及表面平整度, 确保边坡稳定, 不留陡坎、倒坡等。

3. 料场排水

(1) 每个台阶地开挖前, 应在坡脚位置修筑一道临时排水沟, 使坡面雨水能汇到临时排水沟内排出工作面;

(2) 每层开采后的基础面应微向外倾斜, 坑洼部位用土填平, 以防工作面积水, 并确保开采边坡稳定;

(3) 为防止路面集水对道路两侧的冲刷, 施工道路两侧应修建临时排水渠, 将雨水汇入周边排水设施。

4. 料场整治

土料开采使用完毕后, 应对土料场进行必要的环境恢复和保护工作, 保证取土后地面平整, 不留高台、洼地、

孤台等。

八、结束语

在土石坝工程施工前, 要结合施工组织设计, 做好土料场规划, 尽可能在时间上合理安排, 在空间上井然有序, 使土石坝工程在保证质量的前提下, 又能保证施工进度, 使工程项目安全经济、优质高效。

参考文献:

- 【1】《碾压式土石坝施工规范 DL-T5129-2001》
- 【2】《水利水电工程施工手册》—中国电力出版社, 2002
- 【3】《水利工程施工分册》—中国水利水电出版社, 2004