水利水电工程施工导流与围堰技术应用探讨

张晓芳　谢荣珍　陈绍峰

福建南平剑州建设工程有限公司 福建 南平 353000

【摘　要】：施工导流与围堰是水利水电枢纽工程施工组织设计的核心环节，直接关系到干地施工条件、工程安全与施工度汛。结合福建南平政和县杨梅林水库（城区供水引水）工程，针对山区小流域汇流快、枯水期流量小的特点，介绍了小（1）型埋石混凝土重力坝采用分期导流、一期左岸明渠导流、二期坝体底孔结合明渠导流的方案布置与枯水期导流标准，阐述了枯水期土石围堰的型式布置、填筑闭气、堰基防渗、截流及施工度汛等关键施工技术。实践表明，明渠、底孔与分期围堰相结合，可在小流域条件下以较低的导流工程成本保障干地施工和安全度汛，可为类似山区中小型水库工程提供参考。

【关键词】：水利水电工程；施工导流；分期导流；围堰；截流

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.067

引言

杨梅林水库（城区供水引水）工程位于福建省南平市政和县星溪乡、铁山镇境内，坝址在七星溪右岸支流赛中溪上游。坝址以上控制流域面积为 11.1km²，主河道长 6.36km，河道平均坡降为 59.4‰，属于典型的山区小流域。流域内溪流源短流急，洪水是由暴雨形成的，具有汇流时间短、洪峰暴涨暴落、枯水期流量小等特点。水库正常蓄水位 370.0m，死水位 336.0m，总库容 405 万 m³，大坝按 30 年一遇洪水设计、300 年一遇洪水校核，设计、校核洪水最大泄量分别为 64.2m³/s 和 97.5m³/s[1]。

工程为小（1）型水库，工程等别为Ⅳ等，拦河坝、溢洪道、进水口等主要建筑物按 4 级设计，临时建筑物按 5 级设计，是一座以供水为主、兼有防洪和生态效益的水库，为政和城区第二水源和应急备用水源。枢纽是由拦河坝、溢流坝（溢洪道）、坝式进水口和输水管道等组成的。拦河坝为 C15 埋石混凝土重力坝，由溢流坝段和左、右岸挡水坝段组成，坝顶高程 373.5m，最大坝高 55.5m，坝顶总长约 176m、坝顶宽 5m；溢流堰顶高程 370.0m，泄洪总净宽 14m，采用挑流消能；左岸设坝式分层取水进水口，后接输水管道向水厂供水。工程于 2023 年开工，2025 年 6 月大坝封顶，2026 年 3 月正式下闸蓄水，施工总工期为 36 个月。

上述水文、地形及枢纽布置条件，使本工程施工导流具有两个特点，一是流域面积小、枯水期流量小，适合采用枯水期导流，用较小的导流工程量完成干地施工；二是拦河坝为分段砌筑的重力坝，河谷具备布置导流明渠和后期底孔的地形条件，适合分期围护，先以明渠、后以底孔结合明渠导泄水流。

1 施工导流方案

1.1 导流方式与导流标准

施工导流根据河床围护方式分为全段围堰法导流和分期围堰法导流两种；前者一次拦断河床，通过导流隧洞、明渠或者涵管泄流，适合于河谷狭窄、流量小的工程；后者分期修建围堰、束窄河床，利用束窄河床和已建建筑物分期泄流，适合于河谷较宽、具备分期施工条件的工程[1]。杨梅林水库坝址位于山区河谷，常水流量较小，坝址左岸地形较平缓，具备布置明渠的条件，如果采用导流隧洞，则开挖量大、造价高、工期长，如果一次拦断又缺乏可靠的泄流通道，枯水期施工和汛期度汛都难以保证。经技术经济比较，工程采用分期导流方式，即一期先围右岸、由左岸明渠导流，二期由坝体左岸底孔结合明渠导流，用明渠、底孔等简易泄流建筑物配合分期围堰完成施工导流。

导流建筑物级别及导流设计洪水标准，应按 SL303、SL623、SL645 的规定，结合水文特性及施工总进度综合确定。本工程为小（1）型水库，临时建筑物为 5 级，根据山区小流域枯水期流量小、洪水集中在汛期的特点，导流建筑物按枯水期挡水设计，导流时段安排在每年 10 月至次年 3 月的枯水期，导流设计洪水标准取枯水期 5 年一遇（P=20%），相应设计导流流量为 10.3m³/s；强度大的基础开挖和坝体砌筑尽量安排在枯水期内完成，汛期利用已建（未完建）坝体、导流底孔和明渠泄流，并落实相应度汛措施。各

作者简介：张晓芳，女（1985.4-），汉，福建南平人，大学本科，工程师，研究方向：水利水电工程施工。

期导流方式、导流时段和设计流量见表 1。

表 1 杨梅林水库工程各期施工导流方式及设计参数

导流分期	主要围护对象	导流(泄流)方式	导流时段	设计导流流量/($m^3 \cdot s^{-1}$)
一期	右岸挡水坝段及溢流坝段基坑	左岸修筑导流明渠泄流	枯水期(10 月—次年 3 月)	10.3(P=20%)
二期	左岸挡水坝段及剩余建筑物	坝体左岸底孔结合明渠泄流	枯水期(10 月—次年 3 月)	10.3(同一期标准)

注：表中数据依据该工程环境影响报告表及初步设计资料整理。

1.2 分期导流布置与施工程序

一期导流先围右岸。枯水期到来之前，在左岸滩地先开挖导流明渠，做好渠道衬护和进、出口衔接工作，使河水改由明渠下泄；随后沿右岸坝段上、下游及临河侧修建一期枯水期土石围堰，形成右岸基坑，进行右岸挡水坝段及相应溢流坝段基础开挖和坝体砌筑[2]。一期施工充分挖掘枯水期水位低、流量小的有利条件，按照“先成渠、后围堰、再开挖”的顺序组织施工，明渠过流能力按枯水期设计流量 10.3m^3/s 留有安全裕度，渠道沿线及进出口设置护坡、护底等防冲设施，防止水流冲刷危及围堰和岸坡稳定性。

二期导流围左岸。待右岸坝段及溢流坝段施工到具备挡水、泄流条件后，拆除或破开一期围堰，在左岸修筑二期上、下游围堰围护左岸挡水坝段，此时河水经预先设置在坝体左岸的导流底孔并结合一期明渠下泄，左岸基坑在枯水期内干地施工。二期导流将导流底孔与已有的明渠联合使用作为泄流通道，不再新增大量导流建筑物；二期围堰按照枯水期标准挡水，在汛前使坝体全线达到度汛高程，适时封堵或者转换导流通道，为大坝封顶和下闸蓄水创造条件[3]。

该种“一期明渠导流、二期底孔结合明渠导流”的分期方案，泄流通道布置简单、可利用率高，明渠和底孔都可以根据地形和坝体结构来设置，减少了专用导流建筑物的工程量；同时将强度最大的基础开挖和坝体砌筑安排在枯水期，与山区小流域的水文特性相适应，体现了中小型水库分期导流经济、灵活的特点。

2 围堰工程及主要施工技术

2.1 围堰型式与布置

围堰是分期导流的挡水主体，其型式应根据挡水标准、堰基地形地质、当地材料、施工强度、是否过水、拆除要求等经过技术经济比较后确定，满足稳定、防渗、防冲、施工进度的要求。常用的围堰有土石围堰、混凝土围堰、钢板桩格型围堰等，土石围堰利用当地材料和基坑开挖的弃渣，施工速度快，对基础适应性强，便于拆除，在水利水电工程中应用最广；混凝土围堰适用于岩基、允许过水或者作纵向围堰等场合。

杨梅林水库坝址河谷狭窄、两岸为山体，导流建筑物为 5 级，枯水期挡水，坝基及明渠开挖会产生一定石渣料，坝址附近有石料场，筑堰材料来源方便。因此，各期围堰根据上述条件选择枯水期土石围堰，沿基坑上、下游设横向围堰，沿明渠一侧设纵向围堰，形成封闭围护。围堰断面根据枯水期挡水水头和边坡稳定要求来定，迎水面采用块石、石笼或者土工膜等护坡、护脚，以抵抗水流和漂浮物的冲刷，背水面及堰顶做好排水；纵向围堰和明渠进出口顺水流方向平顺布置，减小水流对渠壁和堰脚的淘刷[4]。

2.2 围堰填筑与闭气施工

土石围堰填筑一般按“进占、合龙、闭气、加高培厚”顺序进行。施工时自两岸或一岸沿堰线抛填石渣、块石戗堤进占，逐步缩窄龙口；合龙后及时在戗堤迎水面抛填黏土、铺设土工膜或填筑其他防渗料形成防渗体，闭气；再分层填筑堰体至设计高程，完善护坡、护脚和堰顶排水。填筑时严格控制铺料厚度、含水率、碾压遍数，分层摊铺、分层碾压、分层检测，保证堰体密实度和防渗体连续性；防渗料与两岸岸坡、基岩结合处应重点处理，防止形成绕渗通道。

由于枯水期施工窗口小，本工程围堰填筑在每年 10 月至次年 3 月枯水期集中抢筑，按照进占、合龙、闭气、加高培厚的程序快速形成挡水能力，抛填石渣、块石戗堤进占合龙，迎水面抛填黏土、铺设土工膜闭气，分层碾压堰体至度汛高程。施工过程中充分利用明渠、坝基开挖石渣挖填结合、就近上堰，严格控制铺料厚度、含水率和碾压遍数，分层摊铺、分层碾压、分层检测；防渗体与两岸岸坡、基岩结合部位重点夯实，防止形成绕渗通道，在闭气后及时布设基坑排水，尽快形成干地施工条件。

2.3 堰基处理与防渗技术

围堰防渗由堰体防渗和堰基防渗两部分组成，是围堰安全的重要保障。坝址区虽然基岩强度高，但是河床分布有冲洪积砂卵石覆盖层，透水性强，如果处理不当容易产生管涌、流土和较大的渗漏，影响基坑

干地施工和堰体稳定。因此应根据覆盖层厚度、透水性及堰高来选择不同的堰基防渗措施，即覆盖层较浅时，可开挖清除至基岩后回填防渗料或混凝土；覆盖层较厚时，宜采用黏土防渗墙、混凝土防渗墙、高压喷射灌浆或帷幕灌浆等形成垂直防渗帷幕，使防渗体下部嵌入相对不透水层或基岩、上部与堰体防渗体可靠连接[5]。

山区溪流河床多为砂卵石覆盖层和全、强风化岩层，透水性好，若处理不当容易造成管涌、流土和大渗漏。本工程围堰堰基按“上堵下排、堵排结合”原则进行处理，对于覆盖层较浅处，开挖清除至基岩后回填黏土或做混凝土齿墙；对于覆盖层较厚处，采用黏土斜墙（心墙）、土工膜结合混凝土防渗墙或注浆等形成垂直防渗，使防渗体下部嵌入相对不透水层、上部与堰体防渗体可靠连接；基坑内设排水沟、集水井抽排渗水，降低浸润线。导流明渠主要对渠底、渠坡进行衬砌护砌和排水，防止渗漏、冲刷破坏。

3 截流与度汛关键技术

3.1 截流施工

截流是分期导流转换的节点，截流前要做好水文预报、备料、道路及设备的准备，合理确定截流时间、龙口位置及宽度、截流流量和抛投材料；常用的截流方法有立堵、平堵和混合堵，应根据分流条件好、抛填强度大来组织施工。本工程截流在枯水期、河道来水少的时候进行，利用导流明渠（二期为底孔结合明渠）分流，使龙口落差和流速都较小；龙口段先抛投块石、石串等抗冲材料，自岸坡进占合龙，合龙后及时抛填黏土和防渗料闭气、加高围堰，随即转入相应岸坡坝段施工。由于截流流量小、准备充分，截流难度较小，但仍然要防止突发小洪水和龙口冲刷。

3.2 施工度汛与防汛措施

山区小流域洪水汇流快、突发性强，围堰及未完建坝体的度汛是施工期安全控制的主要内容。本工程导流标准以枯水期为准，强度大的基础及坝体施工安排在枯水期完成，汛期以已建、未完建坝体及导流明渠、底孔泄流为主，并采取一系列度汛措施，即汛前编制并落实施工度汛方案，使坝体和围堰在汛前达到规定的度汛高程，对明渠、底孔进行清淤疏通，保证泄流畅通；汛前建立水文气象预报和汛期值班制度，与上游雨情、水情预警联动，提前撤离基坑设备和人员；汛前备足块石、土石料和抢险物资，落实抢险队伍，对薄弱堰段及时加高培厚；汛期加强围堰沉降、位移、渗流、明渠冲刷监测，及时发现险情，及时处置，汛后及时修复水毁，恢复施工[5]。实践证明，合理的导流标准、可靠的围堰断面、主动的防汛管理三者结合在一起，才是安全度汛的根本保证。

4 结语

施工导流及围堰技术是水利水电工程顺利进行的基础和保证，其方案的选择要与工程水文、地形地质、枢纽布置、施工总进度相适应。政和县杨梅林水库实践证明，山区小流域、小（1）型埋石混凝土重力坝采用分期导流、一期明渠导流、二期坝体底孔结合明渠导流、枯水期土石围堰、严格截流、度汛等措施技术可行、安全可靠、经济合理，可以保证干地施工和安全度汛。其导流标准确定、分期施工程序、围堰填筑闭气、堰基防渗、截流度汛等做法，对类似山区中小型水库工程有一定的参考和借鉴意义。

参考文献：

[1] 刘小琪.水利水电工程施工导流分析——以阿坝县塔拉沟小流域水生态修复综合治理项目为例[J].中国防汛抗旱,2026,36(S1):84-87.

[2] 俞超琪.水利工程施工导流围堰渗漏风险识别与全过程管控[J].水上安全,2026,(9):146-148.

[3] 刘永庆,高鹏.水利工程施工导流风险管控与方案优选研究[J].水上安全,2026,(8):109-111.

[4] 严姗姗.水利水电工程施工中导流及围堰技术研究[J].现代工程科技,2026,5(1):153-156.

[5] 靳乐.浅谈水利工程施工导流控制技术[J].河北水利,2025,(10):42-43.