|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 第55卷第10期 | 甘肃水利水电技术 | Vol.55，No.10 |
|  | 2019 年 10 月 | GANSU WATER RESOURCES AND HYDROPOWER TECHNOLOGY | Oct.，2019 |
|  |  |  |  |

DOI：10.19645/j.issn2095-0144.2019.10.014

大渡河多业主梯级水电站联合调度机制初探

陈在妮1，吴双江2

（1. 国家能源集团大渡河流域生产指挥中心，四川成都 610041；

1. 国家能源集团大渡河水电开发有限公司，四川成都 610041）

摘要：针对大渡河流域多业主开发独立运营特性，剖析在严峻电力市场及防汛形势复杂环境下梯级水电站多业主调度面临的形势与困难，提出了建立多业主联合调度机制的必要性，从防洪调度、优化调度、生态调度、信息共享等机制建设方面开展了设计研究，并总结了在探索实施过程中取得的初步成效。关键词：大渡河；多业主；调度机制

中图分类号：TV737 文献标志码：B 文章编号：2095-0144（2019）10-0055-03

* 前言

大渡河是长江二级支流，同时也是四川主要河

流之一，年来水量丰沛，相当于中国的黄河[1]。自2002年国家电力体制改革以来水电事业迅速发展，截至2018 年大渡河流域干流投产水电站14 座，装

机1 742 万kW。电站属于国家能源、大唐、华电等总共6 家集团企业分别开发建设与调度管理，是目前我国多业主开发投产水电站数目最多的河流，装机容量占四川主网水电40%，在保障四川省电力供应、社会经济发展以及防洪调度安全中具有举足轻重的地位。

大渡河属于多开发主体的典型河流，上下游电站归属不同业主，实现梯级统一调度面临诸多问题。随着投产电站越来越多，在流域调度实施过程中，各利益主体在防洪、生态、发电及信息互通等方面，协调统筹矛盾越来越突出。在未实现梯级统调之前，有必要在防洪、生态、发电等联合调度机制建设方面开展研究，不断尝试探索，逐步落地实施，保

障流域生态效益，提升流域防洪能力，保障四川电

网供电能力，增加流域发电收益[2]。

2 流域梯级水电站调度现状

2.1 流域电站及网架特性复杂

（1）流域调节水库少，库容系数偏低。大渡河流域干流已投产14座电站中，仅3座水库调节性能相对较好，瀑布沟库容系数10%，猴子岩库容系数



1.56%，长河坝库容系数1.69%，其余电站以日调节能力为主。流域干流总调节库容50.7 亿m3，总调节系数仅10.78%。相比乌江、澜沧江流域梯级电站，大渡河流域调节性能整体偏弱，导致下游水电站对上游调节性电站运行方式依赖度更大，枯水期需同步检修同步发电，汛期同步联合防洪调度，方可避免枯期弃水汛期人造洪峰[3-4]。

（2）电网架构复杂，送出断面受限各异。四川电网架构中，按照物理通道大区域划分，大渡河流域干流电站主要通过“甘康、九石雅、天坡”三个大断面送出供电。在水电蓬勃发展期，电源点投产与送出工程未能实现同步实施同步投产，当前各个断

面均存在不同程度的送出受限，受限率分别达到61%、38%、15%，受限程度呈现“下游向上游逐级递增”的态势。受限程度不均衡，在初汛来水期，上游电站因电力送出通道受限低负荷运行水库被迫蓄水，下游电站出现有电力送出却无水发电的情况，对电网电力供应及水资源利用均来带不利影响。

2.2 生产信息独立，未实现信息共享

目前大渡河流域各电站在水情测报、水调自动化系统建设方面各自独立建设独立运行，未能实现水情、雨情等实时信息及气象预报信息共享，下游电站对上游电站的实时变化的出库流量信息无法掌控，对实时电力调度发电负荷申请带来严重困扰。另外，水情测报系统建设方面，各单位重复投

收稿日期：2019-09-13

作者简介：陈在妮（1984-），女，重庆人，工程师，硕士，主要从事梯级水电管理工作，E-mail：6940386@qq.com。

·55·



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2019 年第10 期 | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 甘肃水利水电技术 | | | 第55卷 |  |  |
| 资建设，造成不必要的资源浪费。 | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | （1）定期会议会商制。每月定期召开月度协调 | | |  |
| 2.3 多业主调度，未形成统筹调度机制 | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  | 会，对月度的防洪、发电、生态及信息共享等部署安 | | |  |
|  |  | 随着流域水电站的陆续投产发电，各梯级电站 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 排，并协调解决联合调度问题。 | | |  |
| 之间水力联系变得更加紧密，因电站开发主体不同， | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | （2）特殊事项汇报制。各专业版块需要协调事 | | |  |
| 未能建立统筹协调机制，仅从自身角度出发制定防 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 项，先向专业副委员汇报协调，如协调困难，由专业 | | |  |
| 洪、生态、发电调度计划，未全局统筹。一方面增加 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 副委员汇报委员长，召集参会单位协商定夺。 | | |  |
| 了水库防洪调度安全风险，甚至形成洪峰叠加造成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | （3）专业版块差异制。在民生重于一切的前提 | | |  |
| 防汛不安全事件，另一方面削减了厂内经济运行增 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 下，流域管理委员会应以“发电调度服从生态调度， | | |  |
| 发电量的优化空间，出现因上下游电站负荷不匹配、 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 生态调度服从防洪调度”的基本原则开展工作。 | | |  |
| 机组检修计划不匹配，造成不合理弃水电量损失。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.1 | 信息共享机制 | |  |
| 2.4 缺乏效益分配及补偿机制，梯级优化调度方 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | （1）一家牵头，各家负责 | | |  |
|  |  | 案难以落地实施 | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | 由流域装机占比最大的主体开发单位，牵头负 | | |  |
|  |  | 从全局最优开展梯级水电站联合调度，可以充分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 责流域水情遥测站点的统一规划、建设与维护，统 | | |  |
| 发挥梯级水文补偿、库容补偿、电力补偿作用，提高全 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 一与气象等部门签订有偿服务合同，具备条件开展 | | |  |
| 流域电站的发电能力及发电收益，但同时存在部分电 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 全流域预报模型开发、预报发布等工作；负责整个 | | |  |
| 站不受益、甚至还存在牺牲个别电站利益的情况。在 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 流域信息共享平台建设、运行与维护，平台内容应 | | |  |
| 多业主运营模式下，从个体利益角度出发，全局最优 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 至少包括流域水雨情实测信息、各电站生产实时信 | | |  |
| 的调度方案很难落地实施。为此，有必要建立最优方 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 息、中长期径流预报、洪水实时预报、检修计划、发 | | |  |
| 案执行下效益分配及补偿机制，激发合作动力。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 电计划、冲沙计划及信息通告等内容。 | | |  |
| 3 多业主调度机制方案研究 | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | （2）费用根据业务需求协商分摊 | | |  |
|  |  | 针对梯级水电站多开发主体协调困难问题，成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 分摊费用包括平台建设维护、水情遥测站建设 | | |  |
| 立流域管理委员会，协调梯级发电、防洪、供水等各 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 维护、气象预报服务、径流预报服务等费用。平台 | | |  |
| 项矛盾[5]。流域管理委员会人员应由政府相关部 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 维护费用由各业主按装机容量或协议分摊，其他增 | | |  |
| 门、水利部门、电网调度部门、梯级各电站相关人员 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 值服务费用根据各业主信息业务需求量化分摊。 | | |  |
| 等组成。委员长由政府部门担任，下设5位副委员， | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | （3）建立信息保证率考核机制 | | |  |
| 4位负责分管防洪调度、发电调度、生态调度及信息 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 为保证各业主报送数据质量，应建立信息保证 | | |  |
| 共享建设，1位负责办公管理（图1），负责会议组织、 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 率考核机制，设定指标考核体系，平台定期通报迟 | | |  |
| 协议签订、纪要发文等。 | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | 报、漏报、错报等信息，考核结果与年度计划电量下 | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 达指标挂钩。 | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 流域管理委员会 | | | | | | |  |  |  |  |  |  | 3.2 | 防洪调度机制 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 由防汛部门牵头担任副委员。每年汛前，各业 | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 委员长 | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | 主编制单站防汛方案及度汛计划，牵头单位编制流 | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 域梯级电站联合防洪调度方案、联合排沙方案，由 | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 防汛主管部门审批，明确各站全年的运行水位计 | | |  |
|  | 副 | |  |  | 副 | | |  |  | 副 | |  | |  | 副 | |  | 副 | |  | 划、防汛目标及防汛任务，并建立各站分期分流量 | | |  |
|  | 委 | |  |  | 委 | | |  |  | 委 | |  | |  | 委 | |  | 委 | |  | 级防汛信息及联合排沙机制[6-9]。实时调度过程中， | | |  |
|  | 员 | |  |  | 员 | | |  |  | 员 | |  |  |  | 员 | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  | 员 | |  |  |
|  | 长 | |  |  | 长 | | |  |  | 长 | |  | |  | 长 | |  | 长 | |  |  |  |  |  |
|  | （ | |  |  | （ | | |  |  | （ | |  | |  | （ | |  |  | 由省级防汛办统一指挥统一调度，需要电力调度部 | | |  |
|  | 防 | |  |  | 发 | | |  |  | 生 | |  | |  | 信 | |  | （ | |  |  |
|  | 洪 | |  |  | 电 | | |  |  | 态 | |  |  |  | 息 | |  | 办 | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  | 公 | |  | 门配合时，由电力调度副委员负责协调。 | | |  |
|  | 调 | |  |  | 调 | | |  |  | 调 | |  |  |  | 建 | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  | 室 | |  |  |
|  | 度 | |  |  | 度 | | |  |  | 度 | |  |  |  | 设 | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  | ） | |  | 3.3 | 发电调度机制 | |  |
|  | ） | |  |  | ） | | |  |  | ） | |  |  |  | ） | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 图1 | | 流域分专业管理委员会组织模式结构图 | | | | | | | | | | | | | | | | | 由电网调度管理部门牵头担任副委员。统筹 | | |  |

·56·



第10 期 陈在妮，等：大渡河多业主梯级水电站联合调度机制初探 第55 卷



协调机组检修、发电计划、水库消落及回蓄工作，融合发电企业和电网安全约束信息，开发基于电网与发电企业联动发电调度及检修计划运行平台，实现全流域发电计划及检修计划的网源协同、网源互通[10-12]，并牵头建立流域梯级电站效益分配及补偿机制，提高流域整体供电能力与发电效益[13-15]。

3.4 生态调度机制

由水利部门牵头担任副委员，每年全面摸查流域沿线城镇的生活、生态、生产各取水点取水量情况，审批流域梯级电站水量调度计划，明确各站生态流量及保障措施，发文至各业主及电网调度中心。生态调度由电网调度负责电厂配合，生态调度目标考核主体为电力调度和电厂。

* 探索与实施

4.1 大渡河公司开发信息共享平台，信息互通成效显著

主动牵头与各开发业主签署协议，自主开发建设了流域信息共享平台，打通了各电站的数据壁垒，实现对全流域水情数据的在线采集与数据共享功能，有效整合流域不同开发业主电站的信息资源。通过这种在线信息互通机制，为各业主提供及时、可靠的调度信息，为防洪实时调度和发电优化调度策略提供数据支撑。该平台实现了四大功能，实现了流域各级水电站水情、水位、发电、流量等生产运行实时数据接入与在线共享；实现了流域数值降雨预报及重要断面径流预报结果的共享；实现电站水位、流量等重大汛情报警预警；实现了实时在线信息可视化全景展示。

4.2 探索性的开展调节性水库汛前联合消落研究与实施

在四川“丰裕枯余”电力市场环境下，充分发挥“长河坝、猴子岩、瀑布沟”三座调节性水库的调蓄作用，开展大渡河流域梯级电站联合优化调度研究，优化“汛前消落、汛后回蓄”时序，为流域统一优化调度提供科学决策依据。2018 年，通过联合电网调度、各家业主召开协调会达成调度共识，确保调度方案成功落地实施。一方面，在严峻电力市场及送出通道受限情况下，水库汛前成功消落，实现了四川限电以来消落最好水平；另一方面，通过联合调度高效利用5.6 亿m3 调节库容，增

加梯级发电量近10 亿kW·h。联合调度机制的初步探索与实施，流域水资源综合利用、水电综合效益成绩显著。

* 结语

（1）大渡河流域调蓄能力弱、市场环境复杂、多业主分别管理，在未实现统一调度之前，非常有必要分专业板块建立联合调度机制，保证梯级电站安全高效运行，实现防洪、生态、发电、信息共享有机协同。

（2）考虑由政府部门牵头设置流域管理机构，建章立制，形成强制性长效机制，促进联合调度高效、有效、能落地。

参考文献：

［1］周建平，钱钢粮. 十三大水电基地的规划及其开发现状

[J]. 水利水电施工，2011，30（01）:1-7.

［2］王昱倩.我国流域梯级水电站水库群联合优化运行模式

探讨[J]. 科技创新与应用，2015，5（34）：229.

［3］何小聪. 乌江流域防洪调度问题及其对策研究[J]. 人民

长江，2018，49（13）：24-30.

［4］金泽华.乌江流域集控管理模式的探索与实践[R].北京:

中国水力发电学会，2009.

［5］赵庆绪. 多开发主体梯级水电站统一调度模式研究[J].

水电能源科学，2012，30（04）：26-28.

［6］陶春华.大渡河瀑布沟以下梯级水库水沙联合调度研究

[J]. 水力发电，2012，38（10）：73-75.

［7］谭小平.水库优化调度在大渡河流域洪灾中的实践与思

考[J]. 中国防汛抗旱，2011，21（02）：38-40.

［8］纪进旭.流域梯级水电站防汛及大坝安全管理的探索[J].

大坝与安全，2016，30（06）：14-18.

［9］刘阳.流域调度机构安全管理的探索与实践[C]//中国水力发电工程学会.梯级调度控制研究论丛——2012年学术交流论文集（下册）.北京：中国水力发电工程学会，2014.

［10］朱艳军. 中小流域梯级水电站联合调度管理模式研究

[J]. 华东电力，2010，38（04）：577-579.

［11］马光文，刘金焕，李菊根. 流域梯级水电站群联合优化

运行[M]. 北京:中国电力出版社，2008.

［12］杨琼.三峡梯级水库联合调度经济效益分析[J].湖北水

力发电，2007，21（06）:3-5.

［13］刘悦. 多业主梯级水电站协作统一竞价及效益分配机

制初探[J]. 水力发电，2018，44（03）：77-80.

［14］李星锐.金沙江-雅砻江梯级多业主水电站群联合调度

补偿效益研究[J]. 水电能源科学，2016，34（01）：61-65.［15］莫莉.流域梯级多业主电站共生机制及其稳定性[J].水

电能源科学，2013，31（08）：230-234.

·57·

