



© 冷向阳 编著
汤国忠

云龙水电站 施工技术研究与实践

YUNLONGHE SHUIDIANZHAN
SHIGONGJISHU YANJIU
YU SHIJIAN



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



云 龙 河 水 电 站 施 工 技 术 与 研 究 实 践

◎ 冷向阳 编著
汤国忠



1541267



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

1196407

内 容 提 要

本书主要针对云龙河水电站施工过程中的重点和难点,在科学求证和勇于实践的基础上,大胆引进或自行设计新技术、新工艺、新设备和新材料,优化施工方案,按照碾压混凝土高拱坝的工艺要求,结合该工程山坡陡峭、场地狭窄的特点,制定了科学的施工方案,在技术上进行了大胆创新,走出了一条具有云龙河特色的创新之路。

本书全面阐述了云龙河水电站工程的施工组织设计、施工管理及工程的施工方案等,内容丰富翔实、科学严谨,可供从事水利水电工程施工和项目管理的科技人员及相关专业的大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

云龙河水电站施工技术研究与实践 / 冷向阳, 汤国忠编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010. 11
ISBN 978-7-5084-6360-5

I. ①云… II. ①冷… ②汤… III. ①水力发电站—工程施工—研究—恩施市 IV. ①TV7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第246333号

书 名	云龙河水电站施工技术研究与实践
作 者	冷向阳 汤国忠 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 14.5印张 344千字
版 次	2010年11月第1版 2010年11月第1次印刷
印 数	0001—1300册
定 价	42.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

云龙河发源于鄂、渝边界，地处巫山山脉南麓，是清江上游支流，自北向南流经板桥、沐抚，在两河口汇入清江。云龙河三级水电站枢纽工程位于湖北省恩施市沐抚乡境内，坝址距恩施市 60km。坝址以上流域面积 313.1km²，流域内山体雄伟高耸，河谷深切，为构造侵蚀地形。云龙河三级水电站由碾压混凝土双曲拱坝、左岸发电引水系统和地面发电厂房等组成。云龙河三级水电站枢纽工程是云龙河梯级开发中的骨干工程，是以发电为主要任务的年调节水电站，电站装机容量 40MW，碾压混凝土双曲拱坝坝顶高程 974.00m，最大坝高 129m，坝顶布置 3 个泄洪表孔，下游天然水垫塘消能，发电引水系统由进水口、引水隧洞、调压井等组成。

在该电站施工期间，中国葛洲坝集团第五工程有限公司针对工程施工的重点和难点，制定科学合理的施工程序，不断优化施工方案，加强现场组织协调，精心组织，精心施工，高度重视技术开发和工程质量，在科学求证和勇于实践的基础上，大胆引进或自行设计新技术、新工艺、新设备和新材料，优化施工方案，针对碾压混凝土高拱坝的工艺要求，结合该工程山坡陡峭、场地狭窄的特点，制定了科学的施工方案，在技术上大胆创新，走出了一条具有云龙河特色的创新之路。

本书包括工程概述，施工难点、特点及对策，施工材料及设备，混凝土原材料配合比，施工技术，大坝基础缺陷处理，大坝防渗材料水泥基结晶研究，工程安全质量控制等 8 部分。以工程实践为基础，运用理论与实践相结合的方法，全面展现了工程施工全过程的技术创新和管理创新。

在本书编著过程中，承蒙建设、设计、监理等单位的大力协助，特此表示衷心的感谢。

限于作者水平和经验，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

作者

2010 年 10 月

目 录

前言

1	工程概述	1
1.1	工程地理位置	1
1.2	水文	2
1.3	工程地质	6
1.4	对外交通及施工交通	9
1.5	水电供应和施工通信	10
1.6	工程选址及主要建筑物	12
2	施工难点、特点及对策	28
2.1	工程施工难点及特点	28
2.2	工程施工对策	36
2.3	工程创新点	39
3	施工材料及设备	40
3.1	砂石骨料料源	40
3.2	砂石骨料生产	43
3.3	砂石骨料试验	46
3.4	原材料质量情况	47
4	混凝土原材料配合比	68
4.1	原材料试验	68
4.2	混凝土配合比设计	90
4.3	现场混凝土质量检测	93
5	施工技术	95
5.1	大坝混凝土施工	95
5.2	大坝混凝土仓面工艺	127
5.3	测量技术及编程	128
5.4	混凝土施工温控、防裂实施技术	130

5.5	土石方及地下工程	134
5.6	厂房混凝土及装修工程施工	141
5.7	机电设备安装	151
5.8	金属结构制作与安装	163
5.9	预应力锚索工程	169
6	大坝基础缺陷处理	180
6.1	混凝土平整度控制	180
6.2	混凝土缺陷检查处理	181
6.3	灌浆与排水施工	183
7	大坝防渗材料水泥基结晶研究	196
7.1	概述	196
7.2	水泥基结晶防渗原理及试验	196
7.3	水泥基结晶抗压及劈裂抗拉性能	200
7.4	水泥基结晶材料抗冻机理及试验	202
7.5	施工工艺及实施实例	206
8	工程安全质量控制	213
8.1	安全生产措施	213
8.2	质量保证措施	215
8.3	环境保护措施	220
	参考文献	224

1

工程概述

1.1 工程地理位置

1.1.1 工程地理位置

云龙河地处巫山山脉南麓，是清江上游一级支流，发源于鄂、渝边界，流经恩施市西北部边远山区的板桥、沐抚两区，东经 $109^{\circ}10' \sim 109^{\circ}22'$ ，北纬 $30^{\circ}25' \sim 30^{\circ}38'$ 。流域内山体雄伟高耸，河流沟谷深切，总体地形西高东低，为构造侵蚀地形。流域内一般高程在 1100.00m 以上，山峰高程在 1700.00 ~ 1800.00m 之间，最高峰（五里坡）高程 2078.00m。河长 26.9km，河道落差 740m，水能蕴藏量约 40MW，云龙河三级水电站坝址控制流域面积 313.1km^2 。云龙河三级水电站所在流域如图 1.1 所示。

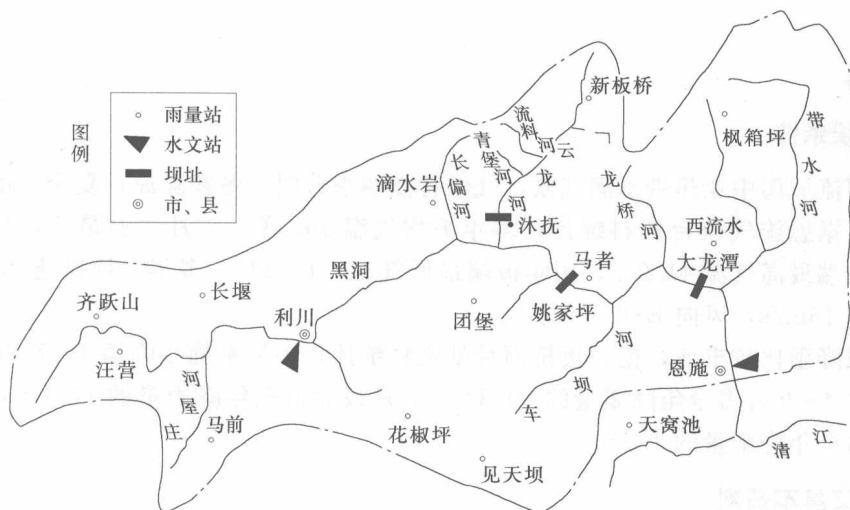


图 1.1 云龙河三级水电站流域示意图

1.1.2 云龙河水电开发规划

1996 年，恩施市政府根据地方国民经济和社会发展对电力的需求，提出了对条件较好的云龙河进行开发的设想，并委托恩施自治州水利电力勘测设计院对云龙河流域进行全面规划。1996 年 12 月，设计院编制完成了《恩施自治州云龙河水电规划报告》（以下简称《规划报告》）。

根据云龙河流域水文、地形、地质条件及河流所处位置和河道特征,《规划报告》提出了三级开发和二级开发两种组合开发方案,推荐三级开发方案。

云龙河一级电站为引水式电站,装机容量 $2 \times 3.2\text{MW}$,年发电量 $3181.8 \text{ 万 kW} \cdot \text{h}$ 。云龙河二级电站保证出力 606kW ,装机容量 $2 \times 1.25\text{MW}$,多年平均年发电量 $1382.4 \text{ 万 kW} \cdot \text{h}$ 。云龙河三级电站为引水式日调节电站,装机容量 $2 \times 20\text{MW}$,保证出力 5.8MW ,后期多年平均年发电量 $1.30 \text{ 亿 kW} \cdot \text{h}$ 。

1.1.3 云龙河三级水电站规划布置方案的调整

云龙河三级水电站由于规划时间较早,且规划时考虑投资省、建设期短等因素,所以推荐为引水式电站,接二级尾水,电站为日调节。近几年来,随着地区社会经济的发展,工农业生产及人民生活用电对电力需求的提高,要求系统具有较好调节性能的调峰电源,以提高系统的供电质量和供电可靠性。云龙河三级水电站具备建设有调节能力的调峰水电站的条件,工程区地质地形条件较好,处于深山峡谷之中,淹没损失小,适合修建高坝大库,以提高变电站的保证出力,改善电能质量。因此,项目建议书对三级电站原规划布置方案进行调整,具体方案为:将拦河坝下移 5.5km ,正常蓄水位经比较采用 970m ,最大坝高 129m ,库容 4043 万 m^3 ,调节库容 2895 万 m^3 ,死库容 1148 万 m^3 ,水库具有年调节功能;引水隧洞长 4103.8m ,引用流量 $24.74\text{m}^3/\text{s}$;电站装机容量 40MW ,年发电量 $1.30 \text{ 亿 kW} \cdot \text{h}$ 。调整后装机容量和年发电量比原计划分别增加了 19.4MW 和 $0.43 \text{ 亿 kW} \cdot \text{h}$ 。

1.2 水文

1.2.1 气候条件

云龙河流域属中亚热带湿润气候,气候特点四季分明、冬寒夏凉、夏季多雷暴雨、冬季多降雪。据恩施气象台资料统计,多年平均气温 16.3°C ,7月气温最高,1月气温最低,历年极端最高气温 41.2°C ,历年极端最低气温 -12.3°C ;多年平均风速 0.5m/s ,历年最大风速 16m/s ,风向 ESE。

本流域降雨比较丰沛,据新板桥雨量站资料统计,多年平均年降雨 1437.7mm ,降雨主要集中在 4~9 月占全年降雨量的 80.3% ,7 月最大占全年降雨量的 17.1% ,1 月降雨量最少约占全年降雨量的 1.2% 。

1.2.2 水文基本资料

云龙河三级水电站坝址以上流域内无水文站,只有一个雨量站,即位于板桥镇附近的新板桥雨量站,距本流域较近的水文站有清江干流的利川水文站、恩施水文站,这些水文站、雨量站是本次设计的主要依据站和重要参证站。

新板桥雨量站位于本流域上游的板桥镇,测站高程 1380.00m ,该站设立于 1957 年,观测降雨至今。

利川水文站位于清江干流利川市西城雾子迁,控制流域面积 513km^2 ,该站于 1958 年设立,测验项目有水位、流量、降雨量等。

恩施水文站位于清江干流恩施市小渡船,控制流域面积 2928km^2 ,该站于 1939 年设立为水位站,1949 年停测,1950 年恢复为水位站,1957 年 10 月改为水文站观测至今,测验项目有水位、流量、降雨量、含沙量等。云龙河三级电站坝址年月平均流量见表 1.1。

表 1.1 云龙河三级电站坝址年月平均流量表

月份	流量 (m^3/s)	占全年流量百分比 (%)	年均流量 (m^3/s)	年径流量 (亿 m^3)
1	1.52	1.4	9.13	2.88
2	2.21	1.9		
3	3.77	3.5		
4	9.50	8.6		
5	16.0	14.9		
6	16.9	15.2		
7	20.3	18.9		
8	10.2	9.5		
9	12.8	11.5		
10	9.07	8.4		
11	4.58	4.1		
12	2.27	2.1		

1.2.3 径流

(1) 径流系列计算。本枢纽坝址以上流域无实测径流资料,径流系列采用利川水文站实测流量资料计算,按面积比缩放,并用降雨量资料进行修正。

(2) 径流成果合理性及系列代表性分析。根据径流系列成果,计算得到多年平均径流深度为 894.8mm ,平均径流系数为 0.62。坝址径流成果的合理性表现为:①径流系数与恩施站接近,且系列中 1974 年径流量最大,为 3.964亿 m^3 ,径流系数也最大,达 0.777,1978 年径流量最小,为 1.618亿 m^3 ,径流系数也最小,仅 0.373,符合一般规律;②径流系列 C_v 值与相邻流域利川站相同,均为 0.24;③径流年内分配与新板桥站降雨量年内分配基本一致。

对径流系列作 n 年滑动平均分析可知,当系列达 35 年以上,系列均值变化极小,年径流量均值为 $2.80\text{亿} \sim 2.82\text{亿 m}^3$,认为本径流系列具有较好的代表性。

1.2.4 洪水

(1) 洪水特性。本流域暴雨一般发生在 4~9 月,以 7 月最多。据新板桥站实测暴雨资料统计,历年最大 1h 雨量系列均值为 39.4mm ,最大为 74mm ;历年最大 6h 雨量系列均值为 65.5mm ,最大为 156.4mm ;历年最大 24h 雨量系列均值为 101.9mm ,最大为 185.1mm ;多年平均最大 3d 雨量为 136.7mm ,历年最大 3d 雨量为 255.2mm 。

云龙河洪水由暴雨产生,洪水季节性变化与暴雨一致。洪水陡涨陡落。据相邻流域利

川站实测洪水资料统计,年最大洪峰流量出现在4~9月,其中7月出现最多,6月次之,4月、9月出现次数相对较少,洪水历时最多3d。

(2) 设计暴雨。坝址以上流域仅有一个新板桥雨量站,根据1964~2002年实测降雨量资料,选择年最大1h、6h、24h、3d雨量分别组成系列,对各种降雨量系列采用P—Ⅲ型曲线进行频率分析计算,并与《湖北省暴雨径流查算图表》(以下简称《查算图表》)查算成果进行对比分析确定,见表1.2。

表 1.2 新板桥站设计暴雨成果表

站名	时段	各 频 率 设 计 值 (mm)						
		0.1	0.2	0.5	1	2	3.33	5
新板桥 (初步设计)	1h	111.5	104.0	93.9	86.2	78.3	72.3	67.5
	6h	222.8	205.5	182.5	164.9	147.2	133.9	123.3
	24h	309.6	287.5	257.9	235.2	212.2	194.9	180.9
	3d	415.3	385.7	346.0	315.6	284.7	261.4	242.7
新板桥 (本次)	1h	109.0	101.6	91.8	84.2	76.5	70.6	65.9
	6h	241.3	222.0	196.4	176.8	157.1	142.5	130.7
	24h	290.5	271.3	245.5	225.7	205.4	190.1	177.7
	3d	395.5	368.2	331.8	303.8	275.3	253.8	236.4
查算图表 参数计算	1h	113.2	105.6	95.4	87.5	79.4	73.4	68.5
	6h	222.7	206.2	184.2	167.4	150.3	137.6	127.3
	24h	309.1	285.9	254.9	231.1	207.1	189.2	174.7

(3) 设计洪水。云龙河三级水电站坝址设计洪水采用两种方法计算:①采用水文比拟法计算,用相邻流域利川站实测水文资料推算利川站设计洪水,再用面积比缩放计算本坝址设计洪水;②采用流域设计暴雨,分别采用最大24h暴雨和最大3d暴雨,用《查算图表》中的方法计算设计洪水。新板桥年最大降雨量如图1.2~图1.5所示。

通过对上述各方法计算的设计洪水成果进行分析比较,本次设计洪水采用3d设计暴雨计算成果。

同时,根据《查算图表》,查算出水库流域各时段暴雨设计参数值,根据该参数计算出设计值(表1.2),将其结果与实测成果比较,与各时段设计值相差不大,考虑到实测资料系列较长,本次仍选用实测系列计算的暴雨设计成果。

根据查算图表查得本流域点面折算系数,将表1.2中设计点雨量乘以点面折算系数即得到各时段设计面雨量。

1.2.5 泥沙

云龙河三级水电站坝址年输沙量采用本地区多年平均输沙量模数计算。根据清江干流恩施站多年实测泥沙资料计算,本地区多年平均悬移质输沙模数为 $524\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,采用这一输沙模数,计算得到本水库坝址以上多年平均悬移质年输沙量16.4万t。推移质输沙量按悬移质输沙量的10%计算,年输沙量为1.64万t。

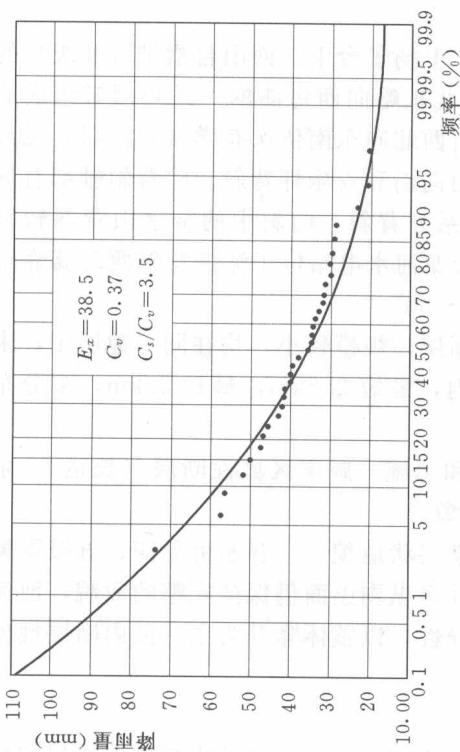


图 1.2 新板桥年最大 1h 降雨量频率曲线 (1975~2007 年)

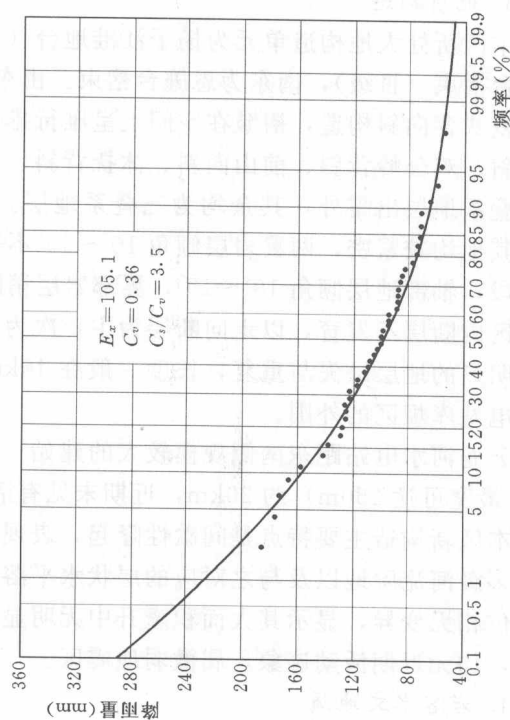


图 1.4 新板桥年最大 24h 降雨量频率曲线 (1964~2007 年)

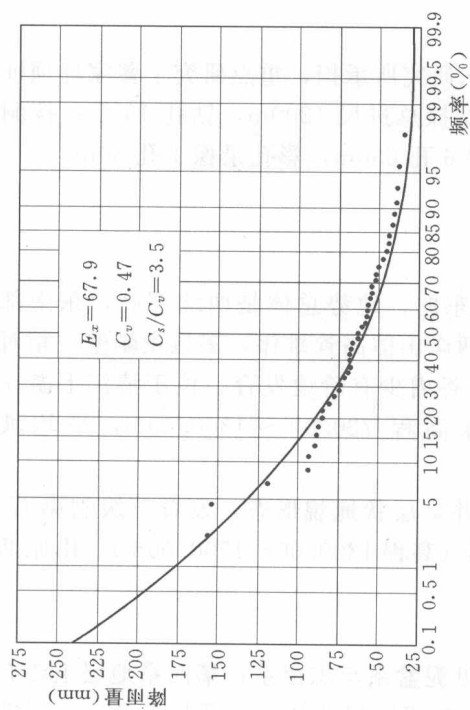


图 1.3 新板桥年最大 6h 降雨量频率曲线 (1964~2007 年)

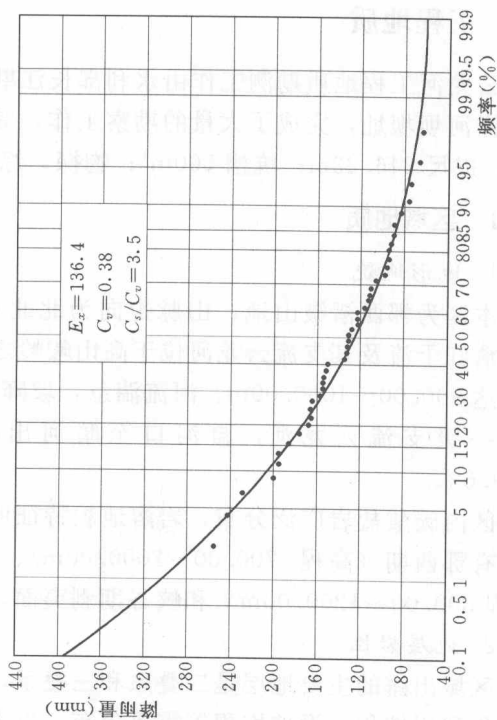


图 1.5 新板桥年最大 3d 降雨量频率曲线 (1964~2007 年)

1.3 工程地质

云龙河工程地质勘测工作由水利部长江勘测技术研究所承担,重点研究了曾家坪坝址和上洋河坝址,完成了大量的勘察工作,其中:钻探总进尺 1200m,钻孔 15 个;探洞 5 个,进尺 246.23m;坑槽 500m³;物探,综合测井 6 孔 650m,彩孔录像 1 孔 60m。

1.3.1 区域地质

1. 地形地貌

本区为鄂西褶皱山地,山脉走向为北北东—北东向,地势总体是西北部高,东南部低;清江干流及其支流云龙河位于高山峻岭之中,两岸山体高耸雄伟,多悬崖峭壁,相对高差达 900.00~1000.00m。河流湍急,坡降大,河谷内少有阶地发育。位于清江上游左岸的一级支流云龙河,自河口至暗河出口河床高程 720.00~1300.00m,平均坡降 29.6‰。

区内碳酸盐岩广泛分布,岩溶地貌特征明显,并呈层状地貌形态,发育五级剥夷面,主要有鄂西期(高程 1700.00~2000.00m)、台原期(高程 1300.00~1500.00m)、山原期(高程 800.00~1200.00m)和峡谷期剥夷面。

2. 地层岩性

区域出露的主要地层是二叠系和三叠系,局部见泥盆系与志留系;第四系地层主要有冲洪积和崩坡积、滑坡堆积等零星分布,见表 1.3。工程区仅涉及二叠系与三叠系,岩性为碳酸盐岩、碎屑岩夹碳酸盐岩。

3. 地质构造

本区所处大地构造单元为扬子江淮地台(I级)上扬子台中八面山台褶带(II级)的利川台褶束(III级),南东为恩施台褶束。由东向北北东略向西弯曲的一系列褶皱组成的宽缓复式背向斜构造,褶皱在空间上呈雁行排列。自西北向东南依次有学常岭背斜、见天坝向斜、鸡公岭背斜、前山向斜、沐抚背斜、金字山向斜和安乐坪背斜。除背斜轴部有局部二叠系地层出露外,其余均为三叠系地层。这一系列背斜、向斜中的金字山背斜较宽缓,其他均较紧密,两翼岩层倾角 10°~15°不等。云龙河水电站位于沐抚背斜西北翼靠轴部地段,轴部地层倾角 10°~15°,翼部岩层稍陡 30°~50°。

区内断层不发育,以走向断层为主,次为横向断层,规模较小,均在同一地层中,未造成明显的地层缺失与重复,长度一般在 10km 以内,最短 2.5km,最长 23km,多分布在水电站库坝区的外围。

云龙河水电站距东南侧规模较大的建始—屯堡和恩施—咸丰区域性断层(长达 50 余 km、最宽可达 250m)约 20km,近期未见有活动迹象。

本区新构造主要特点是间歇性隆起,表现为多期层状地貌——普遍可见四、五级剥夷面、多级河流阶地以及与之对应的层状水平溶洞。并多纵剥夷面仍保持完整的面貌,河流阶地相位无变异,显示其大面积隆升中无明显的差异性,以整体隆升为主。区内断层规模甚小,均无近期活动迹象,属微弱地震区。

4. 岩溶水文地质

区内属湿润多雨的气候区,碳酸盐岩广泛分布,岩溶发育,主要的岩溶形态有岩溶槽

谷、槽地、溶蚀落水洞、溶洞、暗河等。

表 1.3 工程区地层岩性简表

界	系	统	组 (段)		地层 代号	厚度 (m)	主要岩性描述	备注
新生界	第四系				Q^{al+pl}	2~20	冲洪积砂与卵石, 上覆砂土	库坝区
					Q^{del} Q^{col}	10~80 以上	滑坡碎块石土与崩塌碎块石	
中生界	三叠系	下统	嘉陵江组	二段	T_{1j}^2	396~570	上部深灰、浅肉红色中—厚层微晶灰岩夹生物碎屑微晶灰岩及少量砾屑微晶灰岩, 下部浅灰色中厚层微晶白云岩, 溶塌角砾岩与灰色厚层微晶灰岩互层	外围
				一段	T_{1j}	96	灰色中厚层微晶灰岩夹 1~3 层细粒微晶灰岩, 下部夹细晶白云岩、溶塌角砾岩	
			大冶组		T_{1d}	850	灰色厚层微晶灰岩夹泥灰岩, 下部夹黄绿页岩, 底部为黄绿色页岩、泥灰质页岩夹泥灰岩, 顶部为深灰色中—厚层微晶灰岩夹砂页岩	库区
古生界	二叠系	上统	长兴组		P_{2c}	15	深灰色中—厚层状微晶灰岩夹薄层灰色页岩, 含燧石条带与团块	坝区
			吴家坪组		P_{2w}	30~36	上部碳质岩夹泥灰岩, 下部灰黑色薄层硅质岩夹碳质岩	
		下统	茅口组		P_{1m}	60~88	深灰色厚层、巨厚层微晶生物碎屑灰岩, 局部含燧石团块与燧石条带	坝区
			栖霞组		P_{1q}	139	深灰色中—厚层微晶生物碎屑灰岩夹碳泥质生物碎屑灰岩	
	泥盆系	中上统			D_3	15~80	灰色微晶灰岩及灰绿色钙质页岩夹细粒石英砂岩, 含面状赤铁矿	外围
					D_2	5~15	灰、灰白色厚层石英砂岩夹紫红色粉砂质页岩	
	志留系	中统	纱帽组		S_{2s}	>200	灰黄、灰绿色石英细砂岩夹页岩, 顶部夹生物屑微晶灰岩石	

区内岩溶发育的强度主要受岩性的控制。三叠系嘉陵江组、大冶组上部和二叠系下统茅口组岩溶强烈发育, 地下水以大型岩溶管道为主, 地下水径流模数为 $8 \sim 14 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ 。三叠系大冶组下部、二叠系上统长兴组和吴家坪组, 属碎屑岩夹碳酸盐岩, 岩溶不发育, 地下水多以岩溶裂隙泉溢出地表, 地下水径流模数为 $1 \sim 4 (\text{L}/\text{s} \cdot \text{km}^2)$ 。

地下水的水质受岩性与循环条件制约, 多属硫酸钙镁型, 一般没有腐蚀性。

1.3.2 地震

据《中国地震动参数区划图》(1:400万, GB 18306—2001), 工程区地震动峰值加速度为 $0.05g$, 地震动反应谱特征周期为 $0.35s$, 相应地震基本烈度为Ⅵ度。

云龙河三级水电站混凝土大坝最大坝高 $129m$, 水库总库容约 4382 万 m^3 , 电站装机容量约 $40MW$, 属中型Ⅲ等工程。

库区出露地层主要为碎屑岩夹少量碳酸盐岩, 岩溶不甚发育, 未见大型岩溶系统; 库区无大型断裂发育, 距区域性大断裂 $20km$ 以远, 因此水库诱发构造型地震或岩溶塌陷气暴型地震的可能性不大。即使发生水库诱发岩溶塌陷产生水库地震, 由于岩溶规模小, 系统相对独立, 根据已建成电站进行类比分析, 其震级也比较轻微、危险性小, 危害性不大; 预测其最大震级不大于 4 级, 在大坝的抗震设计中无需单独考虑水库诱发地震的作用。

1.3.3 水库地质

库区地处鄂西中高山区, 山顶高程 $1500.00 \sim 1800.00m$ 。库区位于沐抚部对称背斜西北翼陡倾侧, 河谷与地层总体走向 $NE45^\circ$ 一致, 呈走向谷特征, 左岸为顺向坡, 右岸为逆向坡。库区两岸分水岭高程 $1500.00 \sim 1600.00m$, 总体上对应于区域层状地貌单元风化侵蚀面, 具层状地貌特征。河谷为不对称的 V 形, 右陡左缓, 河谷高程 $840.00 \sim 1040.00m$, 相应高差 $600 \sim 700m$ 。水库蓄水位 $970.00m$ 时, 库盆长约 $5.75km$, 库面宽 $100 \sim 300m$, 为峡谷型水库。库区地层分布三叠系下统大冶组第一段 ($T1d1$), 以及二叠系上统长兴组 ($P2c$), 大隆组 ($P2d$) 以及下统茅口组 ($P1m$), 栖霞组 ($P1d$), 第四系零星分布。

库区地质构造较简单, 以褶皱为主, 断层不甚发育。

1. 水库渗漏

组成水库库盆的地层均为三叠系下统大冶组 ($T1d$) 和二叠系上部 ($P2d$) 地层, 碎屑岩为主夹碳酸盐岩, 岩溶不发育, 可视为相对不透水岩层。大隆组以及大冶组底部地层均为碎屑岩为主夹碳酸盐岩, 岩体连续完整, 两岸地表分水岭宽 $4000 \sim 6000m$ 。

区内地下水埋藏条件受地形地貌控制明显, 地下水位由河谷向分水岭迅速抬高。水库两岸泉点出露高程多在 $1100.00m$ 以上, 表明两岸地下水均高于库水位, 水库没有回水支流, 因此在地形地质上具有良好的封闭条件。

云龙河两岸山体雄厚, 与邻谷距离均在 $5km$ 以上, 且无低邻谷存在。水库邻谷距离远, 据调查均为地下水补给河水, 按 $3\% \sim 5\%$ 岩溶裂隙型水力坡降推至分水岭, 地下水位已远高于库水位, 因此水库不存在渗漏问题。

2. 库岸稳定

在长约 $11.5km$ 库段中, 大部分库段为中倾的纵向谷, 小部分横向谷及斜向谷, 有利于岸坡稳定, 库岸稳定条件好, 未发现大规模的变形破坏; 占库岸总长 12.6% 的纵向谷段, 分布几处崩滑体, 主要破坏类型为崩塌及滑坡, 见表 1.4。

崩塌: 仅见库首跳登河上峡口一处, 体积 50 万 m^3 , 规模小。

滑坡: 在全库段中发现 3 处, 其中 100 万 m^3 的 1 处分布于库尾, 库水对其没有影响。滑坡目前处于稳定状态。

表 1.4

崩滑体、危岩体一览表

序号	名称	高 程		规 模		距离坝址 (km)	备注
		前缘	后缘	面积 (万 m ²)	体积 (万 m ³)		
1	罗圈岩 滑坡体	上段 1160~1180	上段 1410	上段 120.5	上段 1800~2400	5.7	左岸
		下段 940~960	下段 1130	下段 29.0	下段 580~850		
2	邹家河 滑坡体	910	1000	7.3	150~200	3.2	左岸
3	曾家坪 滑坡体	885	1020	6.4	40~60	1.8	左岸
4	跳蹬河上峡 口崩坡积体	870	990	2.55	25~40	0.9	右岸
5	I 号危岩体	—	900	—	0.5	0.4	右岸
6	II 号危岩体	—	1040	—	15	0.4	左岸

危岩：库首一带分布 2 处危岩体，坝址上游侧较小，且全淹于水下；坝址下游侧体积约 15 万 m³，受大坝泄洪水雾影响，对消力塘形成威胁，已经清除。

水库蓄水后，1 处崩塌体及 3 处滑坡体已全部被库水淹没，对工程没有影响，最大 1 处位于库尾，稳定性不受库水影响。

3. 矿产淹没与库水浸没

根据《恩施市越峰云龙河三级水电站水库区矿产资源淹没调查报告》，水库区正常蓄水位 970.00m 高程以下没有可具开采价值的任何矿产资源。

该水库为峡谷型水库，两岸基本为陡峻的基岩岸坡。据库区实地调查，水库正常蓄水位 970.00m 高程以上不存在溶蚀洼地，因此不存在水库浸没问题。

1.4 对外交通及施工交通

1.4.1 对外交通运输

(1) 施工期运输任务。云龙河三级水电站工程对外运输量大，外来物资（水泥、钢材、木材、永久设备等）主要由公路运输。由本地区供应当地施工生活物资材料。

(2) 对外交通运输方案。云龙河三级水电站对外交通采用公路的运输方案。公路：武汉→宜昌→恩施→沐抚；重庆→奉节→沐抚。其中粉煤灰的运输为：湖南（公路）→恩施→沐抚。

1.4.2 场内交通运输

根据场内条件及枢纽布置，结合过境交通采用左岸以沐抚进场公路为主干道，在上洋河坝处连接长 3.63km，在板桥至沐抚公路运输的水井碛处，修建一进厂公路至电站厂房，长 2.91km，途经调压井；在三铁寺附近，修建一条长 1.18km 施工道路至 2 号支洞

进口,结合原有道路,在上洋河坝处修建长1.7km的施工道路至1号支洞进口。在距沙子坝110m处从进厂房公路引施工道路至大坝右岸,该施工道路全长5.3km。根据以上的施工道路布置,施工道路全长14.72km。

1.5 水电供应和施工通信

由于云龙河没有受到较大污染,施工期用水可在云龙河直接取水,供生产和生活使用。本工程施工用电高峰期用电负荷约1630kW,施工用电电源接入方式:从沐抚变电站接入一回架空线进工区,线路等级10kV;从云龙河一级电站引入施工用电电源的方案待下阶段研究。工程对外通信结合电站调度运行要求,由附近已架设通信电缆至施工场区,场区内部通信以无线通信为主。

1.5.1 生产供风设施

施工用风主要是石方开挖机械用风和大坝混凝土拌和系统用风。石方开挖量主要分布在坝肩、坝基、引水隧洞、厂房和石料开采场等区域,因此供风站采取移动式分散式布置。

1号供风站:布置于左岸坝肩的空地上,主要供应左坝肩、引水隧洞进洞口、坝基、二道坝坝基开挖及大坝混凝土拌和系统用风。配置3台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 电动空压机,由管道向各施工部位供风,供风能力 $60\text{m}^3/\text{min}$ 。

2号供风站:布置于右坝肩的空地上,主要供应右坝肩和导流洞的开挖用风。配置2台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 电动空压机,供风能力 $40\text{m}^3/\text{min}$ 。

3号供风站:布置于石料场,主要供应石料场石料开采用风。配置1台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 电动空压机,由管道向施工部位供风,供风能力 $20\text{m}^3/\text{min}$ 。

4号供风站:布置在引水洞1号施工支洞出口附近,配置2台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 的电动空压机,主要用于引水洞开挖和支护供风。

5号供风站:布置引水洞2号施工支洞出口附近,配置2台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 的电动空压机,为调压井和引水洞施工供风。

6号供风站:布置引水洞3号施工支洞出口附近,配置2台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 的电动空压机,主要用于引水洞开挖和支护供风。

7号供风站:布置在厂房施工区内,配置2台 $20\text{m}^3/\text{min}$ 的电动空压机,为厂房工程和引水工程施工供风。

1.5.2 施工供水设施

施工用水主要是骨料筛分、混凝土拌和、混凝土养护及生活用水,分3处集中布置。

(1)大坝施工区供水系统。用水直接从云龙河抽取。在大坝拌和系统和砂石骨料加工系统间的1000.00m高程处修建一座 300m^3 水池(1号水池),用 $\phi 100$ 的钢管通水到砂石骨料加工系统 60m^3 的水池(2号水池),从1号水池用 $\phi 100$ 的钢管通水到大坝混凝土拌和系统。

引水工程用水从大坝供水系统用沿引水洞铺设通水胶管,方便取用。

(2) 采用 $\phi 60$ 的塑料水管引山泉水至生活区的 3 号水池 (60m^3)，然后分叉接水管至邻近预制场的 4 号水池 (20m^3)。

(3) 厂房区供水系统。用水直接从云龙河抽取。在厂房区 860.00m 高程处修建一座 60m^3 水池，供厂房区施工生活用水。

(4) 其他临时供水。调压井等其他部位可以考虑根据地形，修建蓄水池，采用水泵从附近溪河抽水。

1.5.3 施工供电设施

(1) 配电所布置方式。根据系统负荷的分布情况，整个系统共设 6 座配电所。

1 号配电所：布置在大坝左坝肩，承担缆机、大坝拌和系统、大坝和二道坝施工、预制厂、生活区和大坝区内的其他用电设施的供电。

2 号配电所：砂石骨料加工场内，承担砂石骨料加工、采石场石料开采的供电。

3 号配电所：布置在引水洞 1 号支洞洞口，负责洞口电动空压机和其他临建设施和加工厂的供电。

4 号配电所：布置在引水洞 2 号支洞洞口，负责洞口电动空压机和其他临建设施和加工厂的供电。

5 号配电所：布置在引水洞 3 号支洞洞口，负责洞口电动空压机和其他临建设施和加工厂的供电。

6 号配电所：布置在厂房区，承担厂房和引水洞出口段施工的供电。

另配备 1 台 200kW 和 1 台 30kW 的柴油发电机作为备用电源，供施工高峰期和紧急情况下用电，布置在大坝左坝肩。

(2) 供电网布置方式。根据施工期的负荷相对持久且集中的特征，在负荷集中的大坝混凝土拌和系统、砂石骨料加工系统附近各设 1 个配电所，以满足整个施工期正常生产的供电需要。

1 号配电所：设 S9—1200—10/0.4 和 S9—315—10/0.4 变压器各 1 台，GGD2 型低压配电柜 5 台，GGJ 型电容补偿柜 1 台，供缆机、拌和楼和大坝施工用电，总装机容量 1515kW ，无功补偿为 320kVar 。

2 号配电所：设 S9—1600—10/0.4 变压器 1 台，GGD2 型低压配电柜 5 台，GGJ 型电容补偿柜 1 台，供砂石骨料加工系统和采石场用电，总装机容量 1600kW ，无功补偿为 200kVar 。

3 号配电所：设 S9—200—10/0.4 1 台，GGD2 型低压配电柜 2 台，总装机容量 200kW 。

4 号配电所：设 S9—200—10/0.4 1 台，GGD2 型低压配电柜 2 台，总装机容量 200kW 。

5 号配电所：设 S9—200—10/0.4 1 台，GGD2 型低压配电柜 2 台，总装机容量 200kW 。

6 号配电所：设 S9—630—10/0.4 1 台，GGD2 型低压配电柜 5 台，总装机容量 630kW 。