

革什扎流域降水时空分布特征研究

邓方雄, 刘文灶, 陈辰

(国能大渡河革什扎水电开发有限公司, 四川 甘孜 626300)

摘要: 革什扎流域位于青藏高原东南部川西北强烈隆起区的南端, 地形复杂, 气候多变, 水灾害风险点多面广。根据流域地形地貌、降水历史资料等信息, 研究流域复杂地形环境下气候稳定性、变化趋势、序列周期和分布形态, 总结时间、空间维度上的变化规律, 锁定暴雨易发风险区域, 对提升流域水灾害防控能力, 打造川内中小水电站安全管控试点流域具有重大意义。

关键词: 革什扎流域; 水灾害防控; 降水; 时空分布

中图分类号: TV212.4; TV125; P424.4+1

文献标识码: A

文章编号: 1001-2184(2023)02-0018-04

Research on Spatio-temporal Distribution of Precipitation in Geshizha Basin

DENG Fangxiong, LIU Wenzao, CHEN Chen

(CHN ENERGY Dadu River Geshizha Hydropower Development Co., Ltd., Ganzi Sichuan, 626300)

Abstract: Geshizha Basin is located at the southern end of the strong uplift area in the northwest of Sichuan, the southeast of the Tibetan Plateau where the terrain is complex, the climate is changeable, and filled with the risk points of water disaster. Based on the geomorphology and precipitation historical data of the Geshizha Basin, it is of great significance to study the climate stability, change trend, sequence period and distribution pattern in the complex topographical environment of Geshizha Basin, summarize the law of change in time and space dimension, and identify rainstorm risk areas for improving the capacity of water disaster prevention and control in Geshizha Basin and building a control pilot basin of small and medium-sized hydropower in Sichuan.

Key words: Geshizha basin; water disaster prevention and control; precipitation; spatio-temporal distribution

1 概述

革什扎流域位于青藏高原东南部川西北强烈隆起区的南端, 是大渡河上游右岸一级支流, 干流全长 94.4 km, 流域面积 2 533 km², 流域内群山高耸, 河谷深切, 区域构造稳定性相对较差^[1], 根据 2017 年丹巴县国土资源局地质灾害隐患排查结果, 流域内存在 101 处地质灾害隐患点, 其中泥石流隐患 54 处^[2]。总体来说, 流域水灾害防控形势十分严峻。吉牛水电站位于革什扎干流, 由国能大渡河革什扎水电开发有限公司(以下简称“革什扎公司”)开发运营, 引水隧洞长达 22.377 km, 涉及水灾害风险点多面广。开展流域降水时空分布特征研究工作, 明确年内流域各时期水灾害防控重点区域, 对提升革什扎公

司水灾害的防控能力, 打造川内中小水电站安全管控试点具有重大意义。

本文拟根据流域数值高程模型 (DEM)、ERA5 再分析资料、企业自建站网监测信息等数据资料, 采用小波分析等方法, 研究流域在复杂地形环境下气候的稳定性、变化趋势、序列周期和分布形态, 总结在时间、空间维度上的变化规律, 锁定暴雨易发风险区域。

2 流域地理特征分析

基于流域数字高程模型 (DEM), 对流域海拔、坡度、坡向、地形起伏度进行量化分析。

流域地理特征分布 (图 1), 大体呈南北走向绵延, 以高山和河谷地形为主。气象站点分布见图 1a。流域内最高海拔 5 432.00 m, 最低海拔 1 864.00 m, 平均海拔 4 117.00 m 左右。河谷地带海拔 2 000.00 m 以下, 高山区域海拔在

收稿日期: 2022-12-01
依托科技项目: “革什扎流域气象水文预报技术研究及应用”, 项目编号: GJN-KJ-2022-004

3 000.00 m 以上。

坡度描述的是地表高程变化,即坡面的微分倾斜程度。一般将坡面的垂直高度与水平距离称为坡度。其公式表达如下:

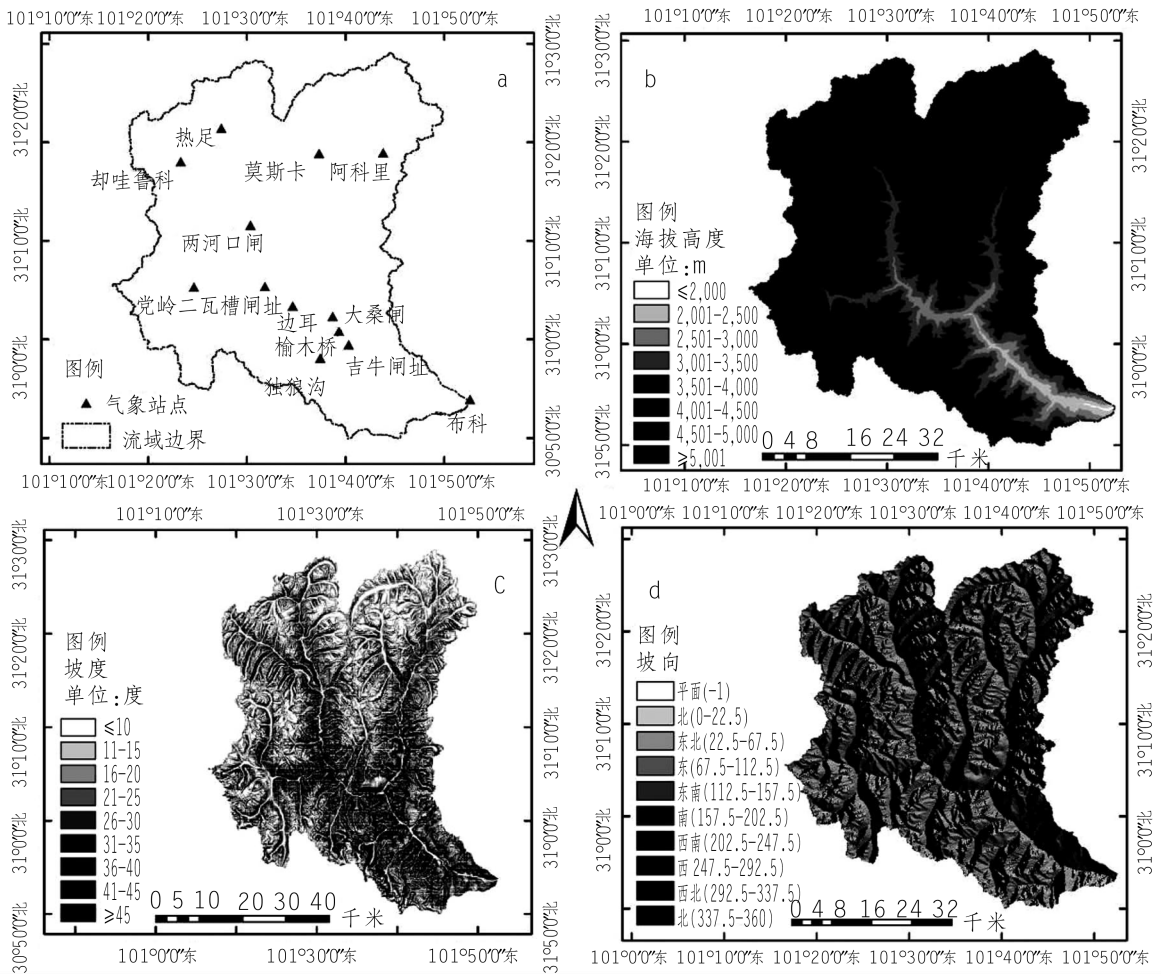
$$\text{Slope} = \arctan \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (1)$$

式中 x 为南北方向高程变化率, y 为东南方向变化率。

流域内坡度最大值 71° ,平均值 22° 左右,标准差 9.9° 。海拔高度见图 1b。坡度 $10^\circ \sim 25^\circ$ 主要为缓坡和斜坡,耕地面积较少,是水土流失的主要地区。坡度大于 25° 的地区主要分布在高山,

坡度越大的地区水土流失、地质灾害风险也相对比较严重。

坡向表示的是高度变化比例最大值的方向,并决定地表径流流向。坡向 $0^\circ \sim 45^\circ$ 为阴坡, $45^\circ \sim 135^\circ$ 为半阴坡, $135^\circ \sim 225^\circ$ 为阳坡, $225^\circ \sim 315^\circ$ 为半阳坡, $315^\circ \sim 360^\circ$ 为阴坡;在自然状态下,阴坡水热条件变化比阳坡小,导致岩石风化崩解速度缓慢,地表径流对坡面物质冲刷侵蚀作用较弱,地质灾害风险相对较低。根据统计的坡度结果(图 1c),流域阴坡、阳坡各区域分布较为均衡,河流流向与地形构造一致。



(a)气象站点分布;(b)海拔高度;(c)坡度;(d)坡向

图 1 流域地理特征分布

3 流域降水空间分布特征

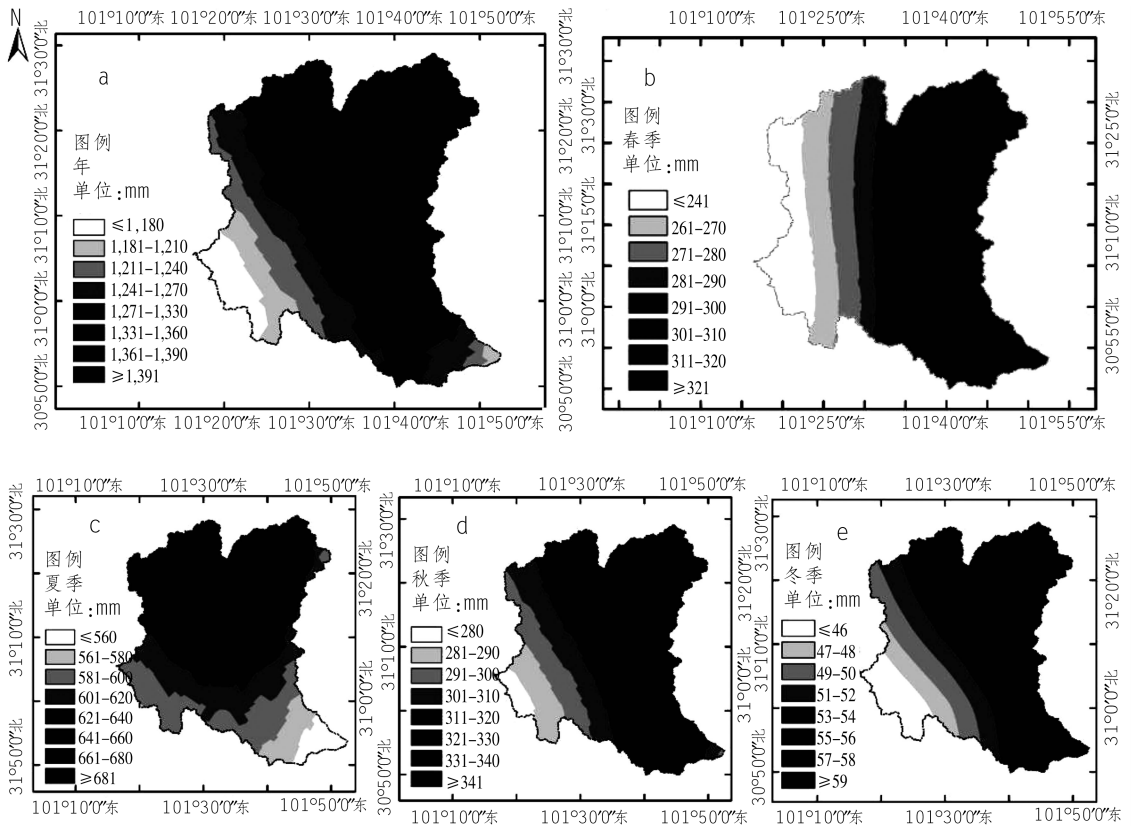
根据流域 1959~2020 年的总降水量资料(图 2a),流域降水量从西至东逐渐增加,从南至北逐渐增加,高值区位于偏北地区,降水量在 1 360

mm 以上;低值区位于西南部区域,降水量在 1 180 mm 以下。

根据流域各季节降水数据,流域春季降水量从西至东逐渐增加(图 2b),高值区位于东部区域,降水量在 320 mm 以上,低值区位于西部区

域,降水量在 240 mm 以下;夏季降水量从南至北逐渐增加(图 2c),高值区位于北部区域,降水量在 680 mm 以上,低值区位于东南部区域,降水量在 560 mm 以下;秋季降水量从西南至东北逐渐增加(图 2d),高值区位于东北区域,降水量在 340

mm 以上,低值区位于西南部区域,降水量在 280 mm 以下;冬季降水量从西南至东北逐渐增加(图 2e),高值区位于东北区域,降水量在 58 mm 以上,低值区位于西南部区域,降水量在 42 mm 以下。



(a)年降水;(b)春季;(c)夏季;(d)秋季;(e)冬季

图 2 流域 1959~2020 年降水量空间分布

4 流域降水时间分布特征

4.1 年总降水时间变化

采用功率谱和小波分析对 1959~2020 年流域降水资料进行分析,结果表明:流域年总降水量无显著的变化周期。

4.2 季节降水时间变化

从流域季节降水序列的小波分析(图 3)结果可以看出,流域春季降水无显著的变化周期,夏季降水 2000 年左右存在 2~4 年的弱变化周期。秋季降水在 90 年代之前存在 8~16 年的显著周期,之后该周期不明显。冬季降水在 80 年代左右存在 4~8 年的弱周期变化,之后该周期不明显,2010~2020 年存在 2~4 年的弱周期变化。

4.3 月降水时间变化

从 1959~2020 年流域月降水序列的小波分

析(图 4)结果可以看出,历史上 1~12 月大部分存一定程度的周期特征。其中,汛期 6 月份在 70 年代以前降水表现为 4~8 年左右的弱周期变化,70 年代以后周期性不明显;7 月份在 1990~2010 年期间表现为 8 年左右的周期变化;8 月在 1995~2020 年期间表现为 4~8 年左右的周期变化;9 月在 90 年代以前表现为 16 年左右的周期变化,在 1975~1985 年期间,存在 8 年左右的周期变化;10 月份流域在整个时间段内,降水未表现出显著周期。

5 结语

(1)地形,流域中下游河谷区域存在大量陡坡,坡向的阴阳分布较为均衡。

(2)降水空间分布,流域 1959~2020 年的总降水量从西至东逐渐增加,从南至北逐渐增加,偏

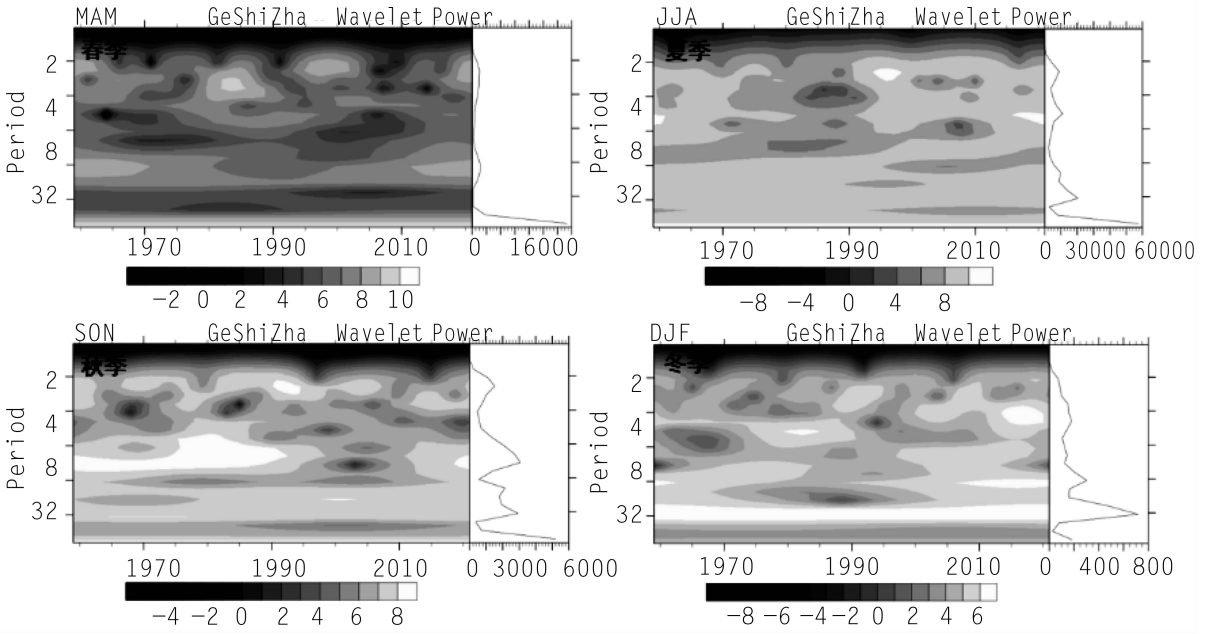


图3 流域季节降水序列的小波分析

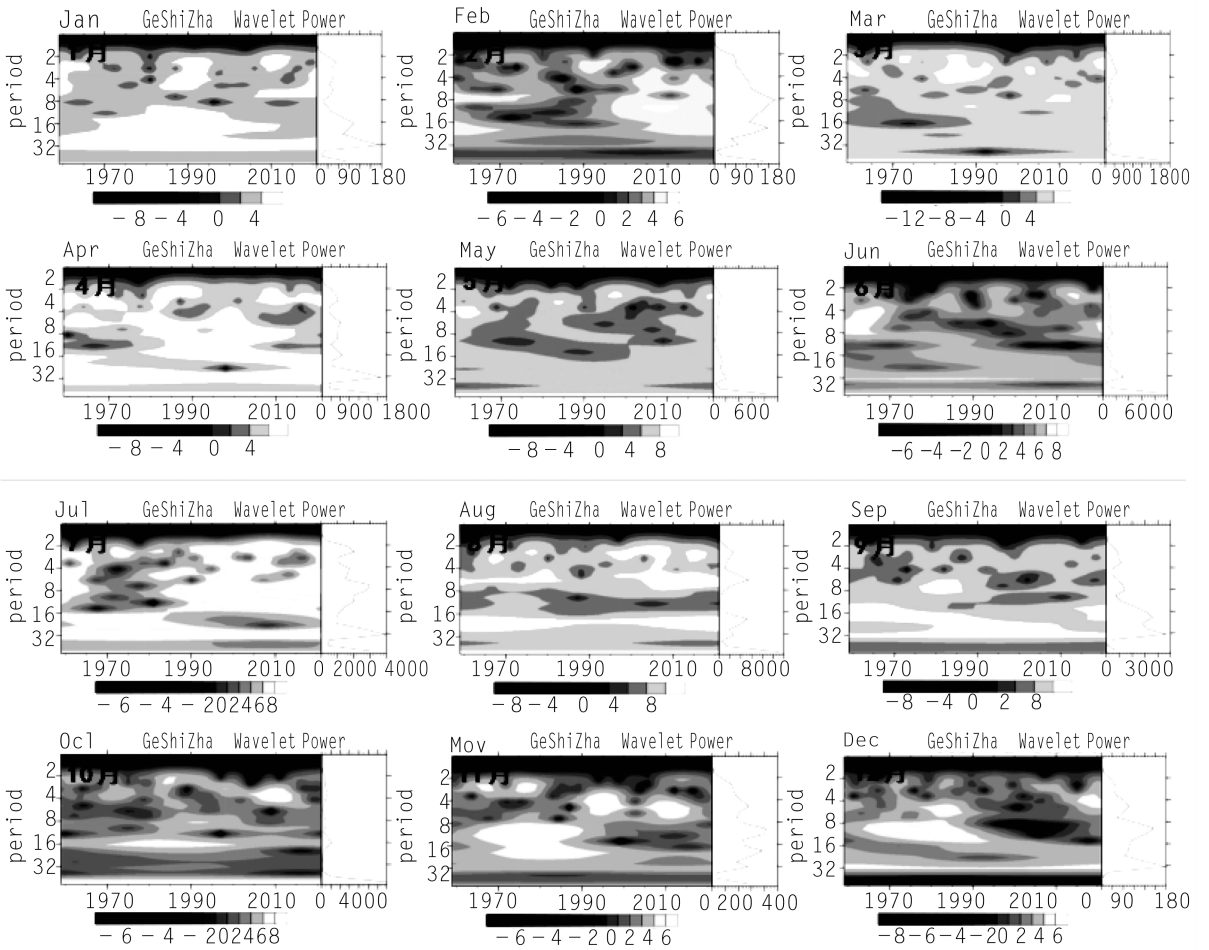


图4 流域月降水序列的小波分析

北地区为降水高值区,西南部区域为低值区。汛

(下转第 103 页)

大,大流量工况下,圆弧底板上的负压相对较小,这是由于小流量工况是局开,上游库水位相对较高,大流量是全闸敞泄,库水位相对较低,底板连接圆弧出现负压,表明该连接圆弧的半径偏小。在所模拟计算的工况条件下,闸墩鱼背型尾墩圆弧两侧存在振荡波动型负压,数模计算相关区域的负压已经通过模型试验得到验证,这些负压临近区域流道,包括边壁、尾墩确实也出现了破坏,这些区域属于空蚀破坏的结果,因此,建议明显增大泄洪闸底板连接圆弧和鱼背墩尾圆弧半径,以消除负压可能引起的空化空蚀破坏风险,确保压力特性良好。消力池内水流消能率不高、出池流速偏大,且底部出池水流有明显向上折冲趋势,在消力池尾坎下游侧前端底部立面形成顺时针旋滚,消力池尾坎下游侧有负压出现,临近区域也出现了破坏,需要进一步提高消力池的消能率,采取措施消除相关区域的负压,以确保工程安全运行。

参考文献:

- [1] 水力学[M]. 四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室编,第五版,上册,347.
[2] 郭军,周胜,孙双科,等. 高坝大流量底流消能工程设计运行

(上接第21页)

期降水量从南至北逐渐增加,高值区位于北部区域,降水量在680 mm以上,低值区位于东南部区域,降水量在560 mm以下。

(3)降水时间分布,夏季降水量最多,冬季最少。1~6月降水量逐渐增多,6月和7月为降水量最丰富的月份,随后逐渐减少,1月和12月降水量最少;不论是季节、月尺度的降水,其周期性总体不明显,仅存在一定的阶段性周期,对未来一段时期不具备参考价值。

(4)总体而言,流域降水空间分布相对均衡,汛期高值区与低值区相差21%;流域中下游存在一定的陡坡叠加阳坡区域,岩石风化程度较高,发生地质灾害风险相对较高,汛期应重点关注。

参考文献:

- [1] 孙泽高,肖培伟,余俊良. 草什扎流域水电开发管理的探索与实践[J]. 四川水力发电,2014,33(1):1-3+7.
[2] 李怡飞. 草什扎河流域地质灾害易发性评价[D]. 成都理工

实践经验总结分析[C]. 第二届全国水力学与水利信息学术大会,2005.10.

- [3] 王才欢,肖兴斌. 底流消能设计研究与应用现状述评[J]. 四川水力发电,2000,1(1),79-85.
[4] 任昱,刁明军,蒋雷,等. 基于响应面法的跌坎消力池优化设计研究[J]. 西南民族大学学报(自然科学版),2020,46(2),202-208.
[5] Lannier B E, Spalding D B. Mathematical Models of Turbulence [M]. Academic Press, London and New York, 1972:90-110.

作者简介:

- 梁金松(1990-),男,四川射洪人,本科,工程师,从事水电站水工建筑检修维护工作;
宋志诚(1988-),男,江西新余人,硕士,工程师,主要从事水工建筑物维护管理工作;
刁奕(1999-),女,四川成都人,硕士研究生,主要从事工程水力学研究;
金靖林(1998-),男,重庆酉阳人,硕士研究生,主要从事工程水力学研究;
郭川靖(1999-),女,山西忻州人,硕士研究生,主要从事工程水力学研究;
刁明军(1968-),男,四川简阳人,教授,主要从事工程水力学研究与教学工作。

(责任编辑:卓政昌)

大学,2021.

- [3] 衡彤. 小波分析及其应用研究[D]. 四川大学,2003.
[4] 俞亚勋,王劲松,李青燕. 西北地区空中水汽时空分布及变化趋势分析[J]. 冰川冻土,2003,(2):149-156.
[5] 殷跃平,李廷强,唐军. 四川省丹巴县城滑坡失稳及应急加固研究[J]. 岩石力学与工程学报,2008,(5):971-978.
[6] 余俊良,梁贵占,杨军. 草什扎河流域水情自动测报系统建设[J]. 四川水力发电,2014,33(1):46-48+54.
[7] 于峰. 丹巴县泥石流地质灾害发育特征、成因分析及防治研究[D]. 西南交通大学,2018.
[8] 杨桂花,邓国仕,郑万模,等. 浅谈丹巴县地质灾害的危害及防治建议[J]. 沉积与特提斯地质,2006(3):85-88.

作者简介:

- 邓方雄(1972-),男,重庆荣昌人,本科,高级工程师,从事水电站运行技术管理工作;
刘文灶(1996-),男,山东菏泽人,本科,助理工程师,从事水电站运行维护工作;
陈辰(1997-),女,四川丹巴人,本科,助理政工师,从事电力市场营销研究工作。

(责任编辑:卓政昌)