

泄水建筑物进水口设计

罗义生 林秀山 等编著

XIESHUI JIANZHUWU JINSHUIKOU SHEJI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

泄水建筑物进水口设计

罗义生 林秀山 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书全面、系统地论述了黄河干流小浪底水利枢纽工程泄洪、排沙、发电、灌溉进水口设计研究与实践。内容涉及进水口泥沙问题及进水口布置的基本模式；高大进水塔动力特性、抗地震稳定及稳定判别准则；大型进水塔混凝土温度场、温度应力变化规律、温控措施及实施效果；高水头高含沙水流条件下的闸门设计；岩质高边坡稳定问题等。本书内容新颖，具有开拓性，可供从事泥沙专业和水工、施工、闸门设计人员以及大专院校师生阅读、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

泄水建筑物进水口设计/罗义生等编著. — 北京：中国水利水电出版社，2003

ISBN 7-5084-1863-8

I. 泄... II. 罗... III. 黄河 水利枢纽—进水口—建筑设计 IV. TV671

中国版本图书馆CIP数据核字 (2003) 第111604号

书 名	泄水建筑物进水口设计
作 者	罗义生 林秀山 等编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
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	787mm×1092mm 16开本 18.25印张 115千字 4插图
版 次	2004年3月第1版 2004年3月第1次印刷
印 数	0001~2600册
定 价	58.00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



小浪底水利枢纽全景



小浪底水利枢纽进水口



小浪底水利枢纽进水口高边坡施工



小浪底水利枢纽进水塔群

本书撰稿人与工作人员名单

章 序	题 目	撰 稿 人
第1章	绪论	罗义生
第2章	工程概况	罗义生
第3章	进水口工程地质条件	周益民
第4章	进水口工程布置	罗义生 严永璞
第5章	进水口泥沙问题研究及处理	涂启华 罗义生 安催花
第6章	进水塔抗震研究	刘存禄 罗义生
第7章	进水塔地基稳定分析研究	严永璞 罗义生
第8章	进水塔温度控制研究及工程实践	闫士勤
第9章	闸门及启闭机设计研究	金树训 行少阜 李纪新
第10章	进水塔后高边坡设计	严永璞 罗义生
第11章	主要结论与经验	罗义生
制 图		薛秋芳 孟祥芳
全 书 统 稿		罗义生 林秀山
工 作 人 员		李兰阁 刘爱玉

序

在水利水电枢纽工程中，一般有泄洪、排沙、发电、供水和灌溉等建筑物或其中的某几项。进水口则是这类建筑物的重要组成部分。随着科学技术的发展，进水口设计也在不断改进。在多泥沙河流上兴建高土石坝枢纽时，为了长期保持满足工程开发目标的有效库容，使得泄洪排沙建筑物建造在较低位置，因此带来进水口泥沙淤堵和安全泄流问题；在强地震区若采用塔式或岸塔式进水口，则存在高进水塔动力特性、抗地震稳定和强度安全问题；这类进水塔为了满足布置和稳定的需要，塔基尺度往往比较大，为了防止混凝土产生危害性裂缝，还带来混凝土温控问题。此外，还有在高水头高含沙水流条件下的闸门设计中一系列诸如闸门滚轮轮压、闸门滑道线压以及闸门与淤沙的摩阻力问题；岩质高边坡稳定及山体对进水塔影响问题等。以上这些问题在小浪底水利枢纽设计中都无法避开，客观条件促使我们不得不去研究解决。经与有关科研单位和大学进行长期研究，取得了突破性进展。其研究成果虽是针对小浪底水利枢纽，但它具有普遍意义。现将研究成果加以总结、概括、提炼写成此书，献给广大水利水电工程技术人员。如能对我国水利水电建设和科技进步有所裨益，作者将不胜欣慰！

小浪底进水塔采用集中布置的最初构想是原黄委会主任、小浪底中美联合轮廓设计项目经理龚时旻专家提出来的，他在方案论证过程中一直很关心，并给予具体的指导；小浪底进水口工程的成功建成还融会了参与进水口工程研究的有关科研单位的专家、工程设计者和建设者的智慧和心血；本书在写作过程中，黄委会勘测规划设计研究院有关专业设计处的同志给予了大力支持和帮助。在此向他们表示由衷的感谢！

本书的编写和出版还得到了黄委会勘测规划设计研究院近两届领导的大力支持和副总工程师王庆明同志的具体帮助，使本书臻于完善，在此对他们谨表衷心谢意！同时热忱欢迎读者对本书存在的缺点、甚至错误之处予以批评指正。

编 者

2003年10月

目 录

序

第1章 绪论	1
第2章 工程概况	4
第3章 进水口工程地质条件	10
3.1 地形地貌特征	10
3.2 区域地质背景	10
3.3 一般工程地质条件	12
3.4 岩体的物理力学性质	20
3.5 具体工程部位地质条件分析	30
第4章 进水口工程布置	38
4.1 黄河水沙特性与进水口集中布置	38
4.2 进水口位置	39
4.3 与进水口布置有关问题的研究	39
4.4 进水口总体布置	43
第5章 进水口泥沙问题研究及处理	47
5.1 小浪底进水口泥沙问题研究任务	47
5.2 黄河水沙特点及小浪底水库设计水平年入库水沙系列	48
5.3 小浪底水利枢纽泄洪排沙流量的确定	49
5.4 小浪底水利枢纽进水口泥沙问题模型试验研究	51
5.5 利用三门峡水库做日调节模拟试验研究	99
5.6 小浪底进水口防沙效果分析	101
5.7 小浪底水利枢纽进水口泥沙问题研究总结	104
第6章 进水塔抗震研究	106
6.1 概况	106
6.2 设计标准及基本资料	108
6.3 进水塔结构的基本抗震措施	111
6.4 进水塔整体抗震稳定分析	111
6.5 进水塔振型分解反应谱法三维有限元动力分析	122
6.6 孔板洞进水塔抗震动力模型试验研究	137
6.7 进水塔抗震研究设计结论	142
第7章 进水塔地基稳定分析研究	144
7.1 进水塔地基稳定及应力分析	145
7.2 进水塔地基加固设计	161
7.3 进水塔塔基监测	164

7.4 进水塔塔基的整体稳定性评价	169
第8章 进水塔温度控制研究及工程实践	170
8.1 进水塔温控研究主要内容、方法及主要结论	170
8.2 基本资料和计算条件	171
8.3 三维有限元分析进水塔温度场及温度应力场	174
8.4 平面有限元分析进水塔温度场及温度应力场	178
8.5 进水塔温控实施情况及温度实测资料分析	184
8.6 进水塔温控标准研究	187
8.7 进水塔温控总结	190
第9章 闸门及启闭机设计研究	192
9.1 闸门滚轮与轨道的试验研究	192
9.2 闸门止水试验研究	203
9.3 闸门滑道试验研究	204
9.4 闸门流激振动研究	207
9.5 闸门泥沙问题研究	207
9.6 进水塔门式启闭机门架结构研究	209
第10章 进水塔后高边坡设计	214
10.1 概述	214
10.2 进水塔后高边坡轮廓设计及开挖坡度研究	214
10.3 高边坡稳定分析	222
10.4 进水塔后高边坡加固设计	235
10.5 高边坡变形对进水塔的影响分析及处理措施	242
10.6 原型观测成果分析	244
第11章 主要结论与经验	253
附录1 水利水电工程进水口设计规范 (SL 285—2003)	256
附录2 水利水电工程进水口设计规范 (SL 285—2003) 条文说明	271

第1章 绪 论

在多泥沙河流上修建水利枢纽，不论是低水头引水枢纽，或高坝大库枢纽，对泄水和输水建筑物的进水口，不论是开敞式或浅孔式进水口，或深孔式进水口，都应认真处理好进水口防沙问题。若处理不当就会给工程带来危害。黄河干流上已建的刘家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡、天桥、三门峡等水利水电枢纽工程，工程泥沙问题直接影响枢纽的正常运用。小浪底水利枢纽地处多沙河流黄河中游最后一处峡谷的出口段，几乎控制了黄河全部泥沙，泥沙问题更加严重。根据1919年7月~1997年6月实测资料（1955年前为插补资料），并考虑三门峡水库1960年9月15日投入运用，1973年12月实行蓄清排浑运用，1968年10月刘家峡水库投入运用，1986年10月龙羊峡水库下闸蓄水，20世纪60年代以来黄河中游水土保持和上、中游工农业用水发展等人类活动影响分时期统计小浪底水文站的来水来沙量见表1-1。

表1-1 小浪底水文站不同时期的水沙量表

项目 系列	水量 (亿 m ³)			输沙量 (亿 t)			平均含沙量 (kg/m ³)		
	汛期	非汛期	年平均	汛期	非汛期	年平均	汛期	非汛期	年平均
1919.7~1960.6	262.5	168.8	431.3	13.49	2.44	15.98	51.4	14.5	36.9
1950.7~1960.6	262.7	166.9	429.6	15.15	2.42	17.57	57.7	14.5	40.9
1960.7~1974.6	228.4	191.3	419.7	9.71	2.60	12.31	42.5	13.6	29.3
1974.7~1997.6	183.7	146.6	330.3	9.14	0.36	9.50	49.8	2.5	28.8
1919.7~1997.6	233.1	166.3	399.4	11.53	1.86	13.39	49.5	11.2	33.5

可以看出，黄河水少沙多、含沙量高。在1919年7月~1997年6月的78年，平均年水量399.4亿m³，输沙量13.39亿t，含沙量33.5kg/m³。汛期平均水量233.1亿m³，沙量11.53亿t，含沙量49.5kg/m³。小浪底实测最高含沙量达941kg/m³，水流含沙量之高，在大江大河中名列第一。枢纽建成后，大量泥沙势必要在水库内淤积，为了满足水库排沙以长期保持51亿m³有效库容和实现调水调沙对下游减淤的效果，要求泄洪排沙建筑物的泄流能力在非常死水位220m为7000m³/s，这意味着只有采用深式进水口隧洞才能适应。经过多种方案比较，最终采用3条排沙排污洞进口底板高程为175m；3条明流泄洪洞进口底板高程分别为195m、209m、225m；3条由导流洞改建的孔板泄洪洞进口底板高程均为175m。此外，为了满足遇特大洪水水库防洪需要，还有一座进口高程为258m的正常溢洪道和一座泄流能力为3000m³/s的非常溢洪道（缓建）。

发电引水洞及灌溉引水洞进口高程根据各自的技术要求，确定1号~4号发电洞进口底板高程为195m，5号、6号发电洞为满足初期发电需要，进口底板高程为190m，灌溉引水

洞进口底板高程为 223m。

进水口前滩面泥沙淤积高程最终将达到 254m, 高出隧洞进口底板高程 29m~79m。此外, 根据坝址地形地质条件, 进水口只能布置在大坝上游左岸风雨沟内, 风雨沟与黄河几乎垂直, 水流至坝前折转进入风雨沟, 然后流入进水口, 在进水口前形成大回流, 这种流态更增加了处理进水口泥沙问题的难度, 在已建水利水电枢纽中未曾遇到过如此严重的特殊泥沙问题。此外, 由于各进水口高程较低, 而水库最高蓄水位达 275m, 根据进水塔的布置, 进水塔高度达 113m。由于 10 座进水塔集中布置和其他种种原因, 进水口无法做成井式或半井半塔式结构, 也无法做成斜躺在山坡上的倾斜式结构, 只能做成塔体下部紧贴山坡的直立式进水塔。如此之高而复杂的进水塔在地震荷载作用下的动态反应、结构应力、抗震稳定性的计算分析及设计经验都大大地超出常规水平。还有塔体混凝土温度场、温度应力以及温控措施问题, 虽然在混凝土坝建设中积累了丰富的经验, 但小浪底进水塔的结构特点与混凝土坝大不一样, 因此混凝土坝的温控经验不能生搬硬套到小浪底枢纽进水塔。还有高水头高含沙水流条件下的闸门设计也遇到了一些新的技术问题等等。在进水口设计过程中, 针对上述问题, 进行了大量的科研工作, 主要成果有:

- (1) 泄水、引水建筑物整体水工模型试验研究报告。
- (2) 枢纽泥沙模型试验研究报告。
- (3) 3 条明流泄洪洞、2 条孔板泄洪洞、1 条排沙排污洞及 1 条发电洞单体水工模型试验研究报告。
- (4) 发电排沙排污洞进水口水力学试验及排泄从拦污栅压下来的污物效果试验研究报告。
- (5) 小浪底坝址场地的地震基本烈度、地震危险性分析确定地震设计参数的研究报告。
- (6) 小浪底水库诱发地震专题研究报告。
- (7) 1 号孔板洞进水塔、2 号发电排沙排污进水塔及 1 号明流洞进水塔结构安全静动态分析研究报告。
- (8) 孔板洞进水塔及发电排沙排污洞进水塔在加速度为 $0.313g$ 地震力作用下结构安全静动态补充分析研究报告。
- (9) 孔板洞进水塔抗振动力模型试验研究报告。
- (10) 2 号及 3 号明流洞进水塔结构静动力分析研究报告。
- (11) 应用三维有限元对灌溉洞进水塔在强地震作用下的稳定分析研究报告。
- (12) 进口高边坡稳定性研究报告。
- (13) 进口高边坡稳定性优势面分析和评价。
- (14) 进水塔群地基稳定分析研究报告。
- (15) 孔板泄洪洞进水塔地基稳定分析研究报告。
- (16) 1 号明流洞进水塔弧形闸门室三维光弹应力试验研究报告。
- (17) 发电排沙排污洞进水塔高程 195m 以下排沙洞叉管层三维有限元分析研究报告。
- (18) 2 号明流洞进水塔三维光弹试验研究报告。
- (19) 进水塔地基 (含 F_{28} 断层) 处理研究报告。
- (20) 3 号发电排沙排污进水塔高程 210m 以下多层叉管和交叉孔口三维有限元分析研

究报告。

- (21) 孔板洞进水塔地基增设通往导流洞的施工竖井三维有限元分析研究报告。
 - (22) 孔板洞进水塔和发电排沙排污洞进水塔平面有限元分析研究报告。
 - (23) 进水塔混凝土温控及温度应力分析研究报告。
 - (24) 大型定轮闸门轨道、滚轮及基础混凝土结构应力模型试验及有限元计算研究报告。
 - (25) 高水头闸门止水试验研究报告。
 - (26) 大型滑动闸门的闸门滑道试验研究报告。
 - (27) 大型弧形闸门流激振动研究报告。
 - (28) 闸门泥沙问题研究报告(包括闸门埋件的磨蚀问题、闸门的淤堵问题、闸门淤沙摩阻力问题)。
 - (29) 孔板泄洪洞进口事故闸门动态特性试验研究报告。
 - (30) 泄洪洞工作闸门模态分析报告。
 - (31) 闸门门框防磨蚀措施试验研究报告。
 - (32) 闸门淤沙摩阻力试验研究报告。
 - (33) 不同淤土形态对闸门启门力影响试验研究报告。
 - (34) 进水口导流墙后山体三维有限元稳定分析研究报告。
 - (35) 进水口导流墙三维有限元稳定分析研究报告。
- 以上研究成果都已应用于小浪底进水口设计中,同时也为水利工程进水口设计增添了新的经验,对这些研究成果进行概括、提炼,编写成此书,介绍给从事本专业的水利工作者,希望能对今后大型进水口设计有所帮助,这就是编写本书的目的。

第2章 工程概况

小浪底水利枢纽工程位于黄河中游最后一处峡谷的出口段、洛阳以北40km,上距三门峡水库大坝130km,坝址控制黄河流域面积694155km²,占全河流域面积的92.3%。设计水平年入库年均径流量277.1亿m³、年均沙量为13.23亿t,几乎控制全河总输沙量,小浪底工程是控制黄河下游洪水和泥沙的关键工程,与龙羊峡、刘家峡、大柳树、碛口、古贤和三门峡等水利枢纽组成治理和开发黄河总体规划中的七大骨干工程。小浪底工程开发目标为:以黄河下游防洪(包括防凌)、减淤为主,兼顾供水、灌溉和发电,除害兴利,综合利用。

枢纽正常蓄水位275m,总库容126.5亿m³,长期有效库容51亿m³。万年一遇校核洪水位275m,千年一遇设计洪水位274m,正常死水位230m,非常死水位220m,汛期水库调水调沙最高限制水位254m,初期运用起调水位205m。设计初期最大拦沙库容约80.0亿m³,形成高滩深槽后拦沙总量为72.5亿m³,防洪滩库容40.5亿m³,调水调沙槽库容10.5亿m³,兴利库容可重复利用防洪库容和调水调沙库容,平均兴利调节库容46.5亿m³。在防凌期,限制兴利调节水位,预留防凌库容20亿m³。

坝址处河道流向自西向东,水面宽约200m,河谷宽度约400m,河床最低高程约130m,河滩分布在南岸(右岸)。坝址左岸岸坡较陡,由紫红色砂岩夹薄层粘土岩组成,基岩出露高程为290m~300m,其上为黄土覆盖,厚10m~20m。坝址右岸岸坡较缓,离河岸较远处基岩出露高程为380m~400m,由青灰色砂岩和紫红色粘土岩组成,其上为黄土覆盖,厚度10m~40m。河床砂卵石覆盖层厚度一般为30m~40m,最厚约80m,两岸岩层倾向北东,倾角10°左右。坝址左岸有走向近于东西向的F₂₃₆、F₂₃₈和F₂₄₀大断层以及走向北东的F₂₈大断层。右岸有顺河向的F₁大断层和F₂₃₀、F₂₃₁、F₂₃₃断层。河床也有几条断层,走向近于东西。断层破碎带一般宽度为2m~3m,F₁、F₂₈、F₂₃₆、F₂₃₈断层破碎带宽达10m~40m。坝址区基岩节理倾角一般为70°~85°,节理间距一般为50cm左右。基岩中存在多层泥化夹层。

最终选定的枢纽总布置方案由下列主要建筑物组成:拦河大坝、左岸垭口副坝、10座进水塔、进水口引渠导墙、3条孔板泄洪洞(由3条导流洞改建而成)、3条明流泄洪洞、3条排沙排污洞、1条灌溉洞、1条正常溢洪道、1条非常溢洪道(缓建)、消力塘、泄水渠及控导工程、6条发电洞、地下主厂房、地下主变室、地下尾水闸门室、尾水洞、尾水明渠、尾水防淤闸、尾水导墙、开关站及地面副厂房。枢纽总布置见图2-1,各建筑物特性见表2-1及表2-2。

表 2-1

建 筑 物 特 性

建筑物	项 目	指 标	说 明
主 坝	坝型	壤土斜心墙堆石坝	
	坝顶高程、最大坝高 (m)	281、160	
	坝体方量 (10^4m^3)	5073	
	坝顶长度、宽度 (m)	1667、15	
	最大坝底宽度 (m)	864	
	坝基防渗体	混凝土防渗墙, 厚 1.2m、 最大造孔深度 82m	
副 坝	坝型	土石坝	
	坝顶高程、坝高 (m)	281、45	
	坝顶长度、宽度 (m)	170、15	
	坝基防渗体	灌浆帷幕	
进 水 塔	型式	岸塔式	
	布置	10 座进水塔呈一字形排列	
	塔群尺寸 (m)	$285.5 \times (52.8 \sim 70.0) \times 113$	前缘宽度 $\times$ 长度 $\times$ 高度
导 流 洞	条数	3	
	断面尺寸	$D14.5$	
	1 号、2 号、3 号导流洞洞长 (m)	1220、1183、1149	
	1 号、2 号、3 号导流洞进口底板高程 (m)	132、141.5、141.5	
	封堵闸门型式, 闸门孔尺寸 (m)	滑动平面闸门, 12×14.5	宽 $\times$ 高
	1 号、2 号、3 号导流洞最大泄量 (m^3/s)	2960、3250、3250	
孔 板 泄 洪 洞	型式	有压段设三级孔板消能	
	条数	3	
	断面尺寸 (m)	$D14.5$	
	1 号、2 号、3 号孔板泄洪洞洞长 (m)	1138、1125、1125	
	进口底板高程 (m)	175	
	工作闸门	偏心铰弧门	
	闸门孔尺寸 (m)	2 孔 4.8×5.4 (1 号) 2 孔 4.8×4.8 (2 号) 2 孔 4.8×4.8 (3 号)	宽 $\times$ 高
	设计水头 (m)	139.35、129.85、129.85	
	最大泄量 (m^3/s)	1727、1654、1654	
明 流 泄 洪 洞	条数	3	
	断面尺寸 (m)	10.5×13 、 10×12 、 10×11.5	宽 $\times$ 高
	洞长 (m)	1093、1079、1078	含明埋管及明槽段
	进口底板高程 (m)	195、209、225	
	工作闸门型式	弧形闸门	
	闸门孔尺寸 (m)	8×10 、 8×9 、 8×9	宽 $\times$ 高
	设计水头	80、66、50	
	单洞最大泄量 (m^3/s)	2680、1973、1796	

续表

建筑物	项 目	指 标	说 明
排 沙 洞	型式 条数 断面尺寸 (m) 1号、2号、3号排沙洞洞长 (m) 进口底板高程 (m) 工作闸门型式 闸门孔尺寸 (m) 设计水头 (m) 单洞最大泄量 (m ³ /s)	后张预应力钢筋混凝土衬砌压力洞 3 D6.5 1111、1111、1111 175 偏心铰弧形门 4.4×4.5 122.0 675 (500)	宽×高 括号内数字为控制有压段洞内流速不超过15m/s的流量
灌 溉 洞	型式 条数 断面尺寸 进口底坎高程 (m) 事故闸门型式, 孔尺寸 (m) 引用流量 (m ³ /s)	压力洞 1 D3.5 223.0 定轮平面闸门, 3×3.5 30	宽×高
消 能	型式 消力塘尺寸 (m) 二级消力池尺寸 (m) 护坦尺寸 (m)	挑流消能 140~160×319 35×334.4 98×354.4	底长×平均宽 长×宽 长×宽
正 常 溢 洪 道	型式 堰顶高程、净宽 (m) 最大泄量 (m ³ /s) 工作闸门型式, 闸门孔尺寸 (m) 泄槽宽度 (m)	陡槽式 258、34.5 4050 弧门, 3—11.5×17.5 28	宽×高
非 常 溢 洪 道	型式 堰顶、底高程 (m) 泄槽宽度 (m) 最大泄量 (m ³ /s)	自溃或爆破式溢流 280、268 100 3000	缓建
发 电 引 水 洞	条数 断面尺寸 (m) 1号~6号发电洞长度 (m) 进口底板高程 (m) 事故工作闸门型式, 闸门孔尺寸 (m) 引用流量 (m ³ /s)	6 D7.8 423.79、408.01、385.37、 369.41、340.24、324.27 1号~4号为195 5号、6号为190 定轮平面闸门, 5×9 6×296	宽×高
厂 房	型式 厂房尺寸 (m) 装机容量 (MW) 保证出力 (MW) 年利用小时 (h) 最大水头 (m) 最小水头 (m) 设计水头 (m) 水轮机型式 安装高程 (m) 主变压器	地下式厂房 251.5×26.2×61.44 6台300 283.9/353.8 2560/3250 128.92/138.92 65.79/90.79 112 立轴混流式 129 6台360MVA	长×宽×高 前10年/10年后 前10年/10年后 前10年/10年后 前10年/10年后

续表

建筑物	项 目	指 标	说 明
尾 水 洞	型式	明流	宽×高
	条数	3	
	断面尺寸 (m)	12×19	
	1号、2号、3号尾水洞洞长 (m)	805、856、906	
防 淤 闸	孔数	6	宽×高
	弧门尺寸 (m)	14×11.3	
	底板高程 (m)	130	
开 关 站	型式	地面式	长×宽
	尺寸 (m)	228.5×153 (平均值)	
	高程 (m)	230	

* 前缘宽度285.5含右端8号桥(门机轨道延伸)长度10.1m。

表2-2

小浪底水利枢纽闸门、启闭机特性

工程部位	设 备 名 称	孔口尺寸 (m×m)	设计 水头 (m)	闸门型式	数 量		运行条件	启闭机型式及容量	台数
					孔口	闸门			
进 水 塔	1号、2号、3号孔板洞 事故门	3.5×12	100	定轮平面闸门	6	6	动水闭门, 静水启门	5000kN 固定卷扬机	6
	1号、2号、3号孔板洞 检修门	4.5×15.5	85	滑动平面闸门	6	2	静水启闭	4000kN 门式启闭机	1
	1号明流洞工作门	8×10	80	弧形闸门	1	1	动水启闭	4500kN 液压启闭机	1
	1号明流洞事故门	4×14	80	定轮平面闸门	2	2	动水闭门, 静水启门	5000kN 固定卷扬机	2
	1号明流洞检修门	5.6×18	65	滑动平面闸门	2	2	静水启闭	4000kN 门式启闭机	1
	2号明流洞工作门	8×9	66	弧形闸门	1	1	动水启闭	4500kN 液压启闭机	1
	2号明流洞事故门	8×11	66	定轮平面闸门	1	1	动水闭门, 静水启门	5000kN 固定卷扬机	1
	2号明流洞检修门	9×17.5	51	滑动平面闸门	1	1	静水启闭	4000kN 门式启闭机	1
	3号明流洞工作门	8×9	50	弧形闸门	1	1	动水启闭	4500kN 液压启闭机	1
	3号明流洞事故门	8×11	50	定轮平面闸门	1	1	动水闭门, 静水启门	5000kN 固定卷扬机	1
	3号明流洞检修门	9×14.5	35	滑动平面闸门	1	1	静水启闭	4000kN 门式启闭机	1
	1号、2号、3号排沙洞 事故门	3.7×5	100	定轮平面闸门	6	6	动水闭门, 静水启门	2500kN 固定卷扬机	6
	1号、2号、3号排沙洞 检修门	3.5×6.3	85	滑动平面闸门	18	6	静水启闭	4000kN 门式启闭机	1
	发电洞主拦污栅	4×35	10	直立滑动式	18	18		4000kN 门式启闭机	1
	发电洞副拦污栅	4×35	10	直立滑动式	18	6		4000kN 门式启闭机	1
	发电洞事故门	5×9	85	定轮平面闸门	6	6	动水闭门, 静水启门	4000kN 液压启闭机	6
导 流 洞	1号导流洞封堵门	12×14.5	28.0*18.7*	滑动平面闸门	1	1	动水关闭	2×4000kN 固定卷扬机 支承架	1 4
	2号、3号导流洞封堵门	12×14.5	72.5*14.5*	滑动平面闸门	2	2	动水关闭	2×3200kN 固定卷扬机	2