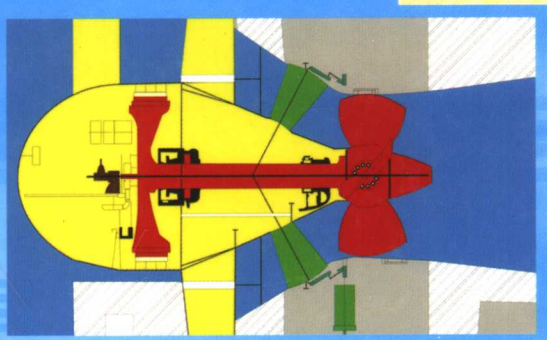


飞来峡水利枢纽

广东省飞来峡水利枢纽管理局 编著



The Mechanical & Electric
Technology in the Feilaixia
Water Conservancy

水利
电
技
术



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

飞来峡

水利枢纽机电技术

The Mechanical & Electric Technology
in the Feilaixia Water Conservancy

© 广东省飞来峡水利枢纽管理局 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书总结了飞来峡水利枢纽机电技术运行管理的经验,并对主要的机电技术改造项目进行了阐述。本书共分四章:飞来峡灯泡贯流式机组技术,泄水闸机电技术,船闸机电技术,其他机电技术。所有内容均由飞来峡水利枢纽机电技术人员撰写。

本书可为水利枢纽机电设备的运行管理、维护检修、技术改造提供指导,也可与其他水利水电工程的机电运行和管理提供参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

飞来峡水利枢纽机电技术/广东省飞来峡水利枢纽管理局编著. —北京:中国水利水电出版社, 2006

ISBN 7-5084-3989-9

I. 飞... II. 广... III. ①水利枢纽—机电设备—运行—广东省②水利枢纽—机电设备—管理—广东省
IV. TV632.65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 095821 号

书 名	飞来峡水利枢纽机电技术
作 者	广东省飞来峡水利枢纽管理局 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)
经 售	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	850mm×1168mm 32 开本 7 印张 137 千字 4 插图
版 次	2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
定 价	58.00 元(精装)

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

飞来峡水利枢纽机电技术

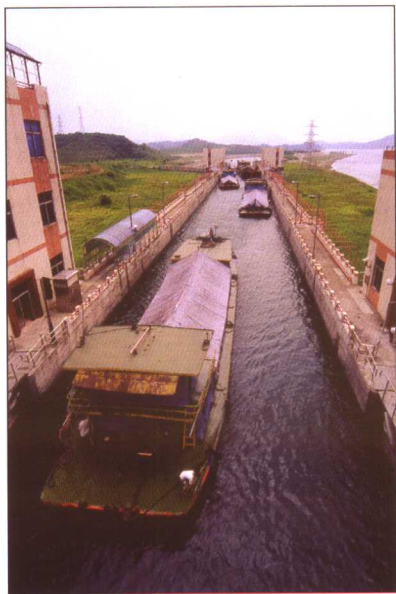


飞来峡水利枢纽

飞来峡水利枢纽机电技术

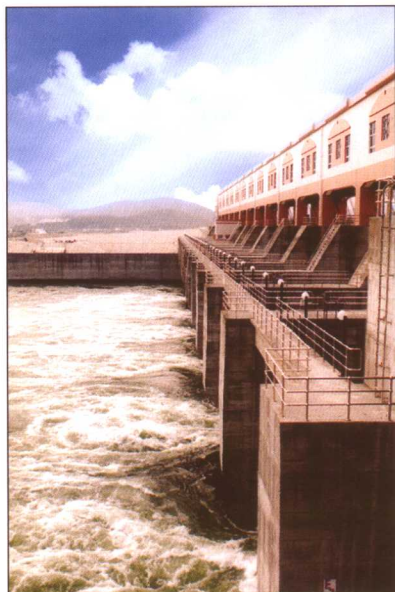


枢纽总控中心



枢纽船闸

飞来峡水利枢纽机电技术



泄水闸



水情遥测系统

飞来峡水利枢纽机电技术



电站机组发电机检修



电站机组转轮维修

《飞来峡水利枢纽机电技术》

编 委 会

顾 问：何承伟、邝明勇、夏开阳、吴尚宽

编委会主任：黄 尧

编委会副主任：郑锦明、黄善和、邓莉影

编委会成员：邓 东、黄焕坤、吕洪涛、刘 平、
赵 刚、李继军、林汉伟、彭海波、
钟贤香、龙三文、黄 荣、李 芸、
汪东宝、张国富、陈苏榕、曾 涛

编撰组组长：邓莉影

编撰组副组长：邓 东、黄 蔚、林汉伟、李继军

编撰人员：刘 平、莫伟明、蒋光兵、潘建忠、
黎月祥、冯作标、赖新书、黄俊锋、
杨志杰、赵 刚、胡洪波、阴新华、
杨 林、罗 新、张潮涌、刘 杰、
刘文辉、杨娟娟、张毅波、曹三顺、
段利晖、许德荣、章迎春、邱逸雄、
汪早燕、何熠峰、朱孔德

序

亲历了飞来峡水利枢纽总体设计，见证了从满目荒芜到欣欣向荣的骄人历程，甚感欣慰。最近，飞来峡的管理者们整理了近 10 年的运行管理经验，并提炼了机电技术的精华结集成册，拟在建局 10 周年之际付梓出版，邀我作序，提笔履约，感慨有三：

第一，枢纽从 1999 年 10 月正式建成投入运行以来，在防洪方面特别是在抗击“05. 6”特大洪水中发挥了重大作用；在调水压咸保障供水安全方面起到了重要作用；同时为保障北江航运畅通方面亦贡献突出；电站 4 台 35MW 的灯泡贯流式机组为广东省电网输送了 30 多亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的清洁能源，充分发挥了社会效益和经济效益，各项目标均达到或超过了设计要求。

第二，未来，中国的经济增长方式将以提高质量、提高效率、节约资源、实现环境友好为主基调。“十一五”开年是一个重要里程碑，又适逢飞来峡水利枢纽管理局建局 10 周年之际，可谓锦上添花，可喜可贺。管理局的同志们思想先进、观念创新、管理到位，为提高枢纽的整体运作效率作出了卓越贡献，难能可贵的是他们集一己之所长，勇于实践，精于总结，将机电技术领域里的宝贵实践心得尝试写就这本专集，并且毫不保留地贡献给全国五湖四海的水电同行们。这样的举措，让

我钦佩之至。

第三，本专集集实用性和针对性于一身，具有鲜明的一线工作的特色，许多技术措施值得借鉴和参考。特别是最近20年来，灯泡贯流式机组水电站在全国广泛建成投运，其中有不少水电站引进了国外灯泡贯流式机组设备，因其应用时间短，运行、维护和故障处理尚无较多的实践经验可供借鉴。而集大型灯泡贯流式机组、泄水闸和船闸于一体的飞来峡水利枢纽，其机电技术专集的出版，必将对我们做好灯泡贯流式机组水电站的建设、运行管理等工作，甚有借鉴之处。

言犹未尽，谨向飞来峡水利枢纽管理局的同志们致敬，并祝贺《飞来峡水利枢纽机电技术》一书如期出版！

李天增

2006.7.13

前 言

飞来峡水利枢纽（以下简称“枢纽”）位于广东省北江干流中游清远市境内，坝址距上游英德市 50km，距下游清远市 33km，控制流域面积 34097km²，占北江流域面积的 73%，水库总库容 19.04 亿 m³。

枢纽是北江流域综合治理和开发利用的关键性工程，枢纽以防洪为主，兼有航运、发电等综合效益。防洪方面，枢纽与北江大堤联合运用组成北江防洪体系，堤库联合运用可防御北江下游 300 年一遇洪水。航运方面，设有 500t 级单线一级船闸，单向年通过能力达 475 万 t。发电方面，发电装机容量 140MW，设计年发电量为 5.55 亿 kW·h。

枢纽由溢流坝、土坝、船闸、电站厂房、副坝等建筑物组成，坝顶高程 34.8m，主河床坝顶长 2358m。

枢纽为 I 等工程，挡水建筑物为一级，按 500 年一遇洪水标准设计。溢流坝最大坝高 52.3m，共设 16 个溢流孔，采用弧型钢闸门，其中 15 个带胸墙的泄洪孔，孔口尺寸 14m×12m，堰顶高程 9m，另一孔为排漂孔，堰顶高程 16m。设计泄洪量为 21800m³/s，校核洪水量为 28700m³/s。船闸位于左岸，采用单线一级布置，按 500t 设计，闸室有效尺寸为 190m×16m×3m，为当前广东省最大的船闸。厂房位于溢流坝和船闸之间，为河

床式布置，厂内安装4台单机容量35MW的灯泡贯流式机组，转轮直径为7m，系奥地利生产。变电站布置在尾水平台上，分别由一台OSFPS9—160000/220kV及一台SFP9—80000/110kV变压器接入系统。本工程还包括大坝安全监测工程、枢纽水情自动测报系统工程、输电线路工程、防洪及电力通信工程等。

枢纽于1994年10月正式开工兴建，1998年8月大江截流，1999年3月水库蓄水，4月船闸正式通航，7月首台机组并网发电，9月4台机组全部并网发电，10月枢纽建成试运行。

枢纽投入运行6年多来，水电站累计发电近30亿kW·h，船闸累计通航4503万t，抗击了“05.6”珠江流域超100年一遇特大洪水，为珠三角压咸补淡放水总量2.59亿m³，支持下游抗旱、解决塞船等问题进行了多次非常调度，为保障北江中下游人民群众生命财产安全及饮用水安全作出了积极的贡献，社会效益显著。

枢纽投入运行以来，处理了4号水轮机转轮接力器拉缸、发电机转子磁极阻尼条过热熔断等问题，完成了船闸液压系统和计算机监控系统、机组导水机构控制环抗磨板、泄水闸启闭机动定滑轮组轴承等机电设备的技术改造，以及1号机组的A级检修。为了总结枢纽机电设备的运行、维护检修和技术改造的有关经验，更好地为今后枢纽的运行管理提供指导，我们组织编撰了本书，同时也期望能对丰富我国水利水电工程机电运行和管理实践经验起到积极的作用。

本书分飞来峡灯泡贯流式机组技术、泄水闸机电技

术、船闸机电技术及其他机电技术共四章。总结了枢纽机电技术运行管理的经验，并对主要的机电技术改造项目进行了阐述，内容均由枢纽机电技术人员撰写，全书由邓莉影、夏开阳、吴尚宽、黄蔚等同志统稿。

本书的出版得到了广东省水利厅领导，尤其是何承伟总工程师和邝明勇副总工程师的大力支持和指导。本书在编写过程中，参考了中水珠江规划勘测设计有限公司（原水利部珠江水利委员会勘测设计研究院）、奥地利 VA-TECH 公司（原 ELIN 和 MCE 公司）等单位的资料、文献，并承蒙全国水利水电勘测设计协会副理事长、中水珠江规划勘测设计有限公司游贻培董事长为本书作序，在此一并感谢。

由于编写内容涉及面广，加之专业水平有限，难免存在错漏和不足，敬请批评指正。

本书编委会

2006 年 6 月



目 录



序

前言

第一章 飞来峡灯泡贯流式机组技术	1
------------------------	---

第一节 概 述	1
---------------	---

第二节 运行情况	4
----------------	---

1 电站运行情况	4
----------------	---

2 机组性能	8
--------------	---

3 调速器运行情况	11
-----------------	----

4 机组辅助设备	16
----------------	----

5 保护系统	22
--------------	----

6 励磁系统运行情况	25
------------------	----

7 电厂监控系统	27
----------------	----

第三节 机组若干技术问题	29
--------------------	----

1 机组轴向位移过大问题处理	29
----------------------	----

2 4号机组转轮接力器拉缸	33
---------------------	----

3 导水机构控制环抗磨环磨损	37
----------------------	----

4 磁极阻尼条熔断	42
-----------------	----

5 转子磁极拆装及定子调圆工艺	50
-----------------------	----

6 机组冷却系统改造	55
------------------	----

7 定子接地故障	58
----------------	----

8 发电机碳刷国产化	62
------------------	----

9 直流系统改造	67
----------------	----

10 机组高压气系统完善	73
--------------------	----

11 1号水轮机转轮异常磨损修复处理	78
--------------------------	----

12 电厂监控系统特色及功能完善	82
------------------------	----

第二章 泄水闸机电技术	91
第一节 概述	91
第二节 启闭机弧形闸门的运行	93
1 泄水闸启闭机的运行方式	93
2 泄水闸启闭机的控制	95
3 主要设备问题的完善和处理	97
第三节 泄水闸若干技术问题	98
1 排漂孔液压启闭机的改造	98
2 卷扬启闭机动定滑轮组轴承技术改造	102
3 2号坝顶门机左侧主梁损伤修复处理	111
4 泄水闸监控系统	117
第三章 船闸机电技术	125
第一节 概述	125
第二节 船运情况	126
1 船舶过闸数据统计分析	126
2 船闸运行效率分析	132
3 航运与枢纽其他功能的关系	140
4 机电设备运行趋势分析	140
第三节 船闸各系统的运行	142
1 船闸计算机监控系统	142
2 液压系统	145
3 收费调度系统	146
第四节 船闸若干技术问题	149
1 液压系统改造	149
2 船闸监控系统完善	157
3 人字门低位顶门工艺	167
4 收费调度系统的完善	176
5 广播系统改造	181
第四章 其他机电技术	188
第一节 水情遥测预报调度系统	188
1 系统的基本情况	188

2	系统功能	188
3	水情遥测系统运行情况	190
第二节	大坝安全自动化监测系统	191
1	系统监测项目	191
2	系统结构	193
3	系统软件	195
4	系统特点	196
5	运行情况	197
第三节	水厂自动控制系统	197
1	系统组成	197
2	系统硬件部分	197
3	系统软件设计	200
第四节	管理信息系统	204
1	网络结构	204
2	数据库系统	205
3	体系结构及功能	205
4	系统应用	208
第五节	枢纽通信系统	209
1	系统组成	209
2	各系统主要功能	210
3	通信系统故障处理	212
第六节	工业电视系统	214
1	系统组成	214
2	运行情况	215

第一章 飞来峡灯泡贯流式机组技术

第一节 概 述

飞来峡发电厂为低水头径流式电站，厂房为河床式，装有4台灯泡贯流水轮发电机组，总装机容量为14万kW，设计年发电量为5.55亿kW·h。电厂主接线为扩大单元接线，一组扩大单元两台机组接一台220kV、160MVA自耦变压器，另一组扩大单元两台机组接一台110kV、80MVA双卷升压变压器，以220kV一回出线至清远百嘉变电站接入省电网，110kV一回出线至清远源潭变电站接入清远电网。

水轮发电机组是通过国际竞争性招标采购的进口设备，水轮机、调速器由奥地利奥钢联（VA-MCE）公司供货，发电机、励磁系统、保护系统、监控部分由奥地利伊林（ELIN）公司供货。

机组采用卧轴水平布置（见图1-1），水轮机、发电机共用一根大轴为两支点双悬臂的支承方式，水轮机侧为一导轴承，发电机为一组合推力轴承。管形座为机组主支承，传递机组在各种工况下的径向力、推力、扭矩及机组的自重。发电机灯泡头设有一垂直支撑、两水平侧支撑，作为机组的辅助支撑。管形座上下、发电机灯泡头上部各设一进入竖井，用于运行维护人员出入