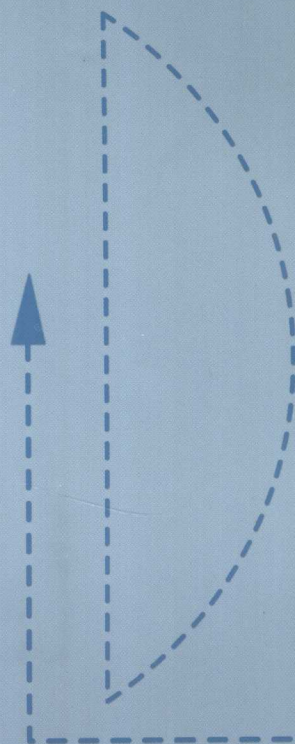


水机磨蚀

研究与实践50年

主 编 顾四行 杨天生

副主编 黄 明 吴培豪 闵京声 侯保俊 王晓全



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水机磨蚀

研究与实践50年

主 编 顾四行 杨天生

副主编 黄 明 吴培豪 闵京声 侯保俊 王晓全

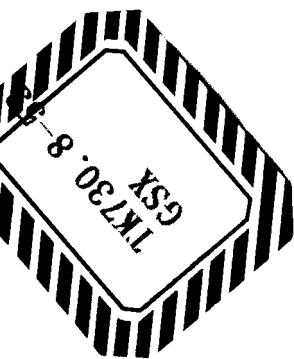


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书收集了 20 世纪 80 年代以来我国在水轮机、水泵泥沙磨损试验研究和工程实践方面的部分论文、部分论文摘要及论文目录。内容涉及河流泥沙概况、我国水轮机泥沙磨损研究 50 年历史回顾、磨损破坏机理、模拟试验装置与方法、水电设备制造与材质、金属与非金属防护材料(涂层),以及其他综合治理措施,如枢纽布置、排沙设施、优化运行、水力设计、结构改进和合理检修等方面所取得的丰硕技术成果和基本经验。

本书专业性、实用性强,可供从事水利水电工程科研、设计、制造、运行、检修和管理等部门的工程技术人员、管理人员参考,尤其适宜水利水电、水动、水机及相关专业的大中专院校师生和研究生阅读。



图书在版编目(CIP)数据

水机磨蚀研究与实践 50 年/顾四行,杨天生主编.
北京:中国水利水电出版社,2005
ISBN 7-5084-3011-5

I. 水... II. ①顾...②杨... III. 水轮机—磨蚀—文集 IV. TK730-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 055271 号

书 名	水机磨蚀研究与实践 50 年
作 者	主 编 顾四行 杨天生 副主编 黄 明 吴培豪 闵京声 侯保俊 王晓全
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	787mm×1092mm 16 开本 43.75 印张 1038 千字
版 次	2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	110.00 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

《水机磨蚀研究与实践 50 年》

编辑委员会

主 任 程回洲

副主任 田 申 王景福 杜雷功 张保平 杨启祥 张俊杰
罗兴琦 兰福军 陈 涛 陈 波 黄犀砚 蒲 钰

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 翔	王正伟	王立言	王建忠	由彩堂	白正裕
刘 军	刘 健	许洪元	何成连	吴 艾	张世伟
张 军	李德天	陆 力	陈秉二	陈梁年	姚 光
姚启鹏	柳双成	段生孝	胡伟明	胡瑞林	袁清阁
梁武科	曾镇铃	薛敬平			

主 编 顾四行 杨天生

副主编 黄 明 吴培豪 闵京声 侯保俊 王晓全

序

水力机械（水轮机、水泵）的泥沙磨损是我国水利水电建设中的一个突出问题。从 20 世纪 50 年代提出泥沙对水力机械的危害，至今已有 50 年的历史。人们对磨损有一个认识和学习的过程。20 世纪 50~60 年代，由于国内水电站数量比较少，装机容量也小，有磨损的机组不多，因此，认识比较肤浅。真正对泥沙磨损有具体而深刻的认识，还是近 20 余年的事。这是由于有严重泥沙磨损的水电站，如三门峡、青铜峡、天桥、渔子溪、南桠河等大多数是在 70 年代中期以后陆续发电的。一些有水库的水电站，运行初期泥沙少，运行一段时间后，水库逐渐淤满或泥沙推移到坝前时磨损才明显起来，如刘家峡、龚嘴等。大量泥沙磨损水电站的出现，使我们对我国水轮机泥沙磨损危害的普遍性与严重性有了较深刻的体会。不仅像黄河中下游年平均含沙量达 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 以上的多泥沙河流的水电站水轮机会发生严重的磨损，而且年平均含沙量在 $1\text{kg}/\text{m}^3$ 左右的河流，水轮机也同样会发生磨损，例如以礼河、渔子溪这样的高水头电站，年平均含沙量仅 $0.1\sim 0.2\text{kg}/\text{m}^3$ ，也造成了水轮机过流部件的严重破坏，更不要说像新疆喀什、西大桥、红山嘴等有大量推移质泥沙的水电站了。

为了较全面地反映我国 50 年来在水力机械磨蚀试验研究方面所取得的成果，总结含沙水流中水力机械设计、制造、运行和检修防护诸方面的经验，全国水机磨蚀试验研究中心编撰了《水机磨蚀研究与实践 50 年》一书，供从事水利水电事业的同行和有关领导，以及大中专院校相关专业的师生阅读。

本书包括三部分：论文全文，共 81 篇；论文摘要，共 215 篇；论文目录，869 条。其中 63 篇论文选自 1983~2003 年内部出版的《水机磨蚀》，另 18 篇为 2003 年后的新作。全书约 100 万字，有近 80 个单位的 200 余位作者写作，体现了面广、量大、年代长的特点。内容包括我国河流泥沙概况、小水电发展、水电设备制造等综述性论文；我国水轮机泥沙磨损研究的历史回顾、水

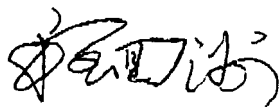
轮机水泵磨蚀破坏与技术改造等综述性论文；磨蚀规律与机理、试验研究装置与方法、金属和非金属材料与防护，以及其他防护措施，如水工枢纽布置、排沙设施、运行方式、流道设计、结构改进等。

一些地区的部分水电站和抽水泵站，已经取得了减缓磨蚀破坏的某些成果和经验，可供借鉴。但综观全局，我国含沙水流中水力机械磨蚀问题还很严重，尚未取得突破性进展。由于磨蚀破坏机理十分复杂，对磨蚀破坏现象存在不同观点和看法是很正常的。影响磨蚀破坏的因素很多，如泥沙含量、粒径、形状、水流速度、水头（扬程）、材质、加工精度、运行水平、检修质量等，是一项多学科的系统工程，因而单一的措施很难从根本上得到解决。必须从水工建筑物的布置和水力机械的水力设计参数、结构、材料、工艺、运行、检修以及防护等诸多方面，并结合电站和泵站的实际进行研究、通盘考虑，联合科研、设计、制造、运行、检修、教学等多方面专业人员共同攻关，采取综合措施，加以治理。

目前我国正在实施退耕还林、退牧还草大规模生态建设、三江源自然保护区建设和小水电代燃料生态保护建设等具有深远意义的环保工程。可以预计，在下一个 50 年间，中西部地区青山绿水的目标终将实现。到那时，多泥沙河流将变成清水河流，加上水利水电科技水平的提高和水机磨蚀研究工作者的努力，我国水轮机、水泵磨蚀问题一定能得到彻底解决。

为了活跃学术民主，尊重作者，书中包括了不同观点的文章（文摘），一些常用的术语也未作统一规定。对于学术性文章，读者引用时，需要分析比较作者的观点，以解决生产中实际问题为准绳。对不同条件的水电站或泵站，应作具体分析。

由于编者水平所限，加上时间仓促，论文新作征集也不够广泛，检索的各类杂志也不全，因此，论文摘要及论文目录不可能全面，敬请谅解，恳盼指正。



2005. 4. 19 于北京

目 录

序

第一部分 部分论文全文

3	中国河流泥沙概况	唐友一
9	重视水机磨蚀研究 充分挖掘水电潜力	邓秉礼
13	关于农村水电发展的几个问题	程回洲
17	中国小水电现状与展望	田 申
22	发展中的中国水力发电设备制造业	陆楚勳 李 晃 袁淑玲等
43	国外水轮机泥沙磨损综述	吴培豪
50	中国水轮机泥沙磨损与研究历史的回顾	吴培豪 顾四行
64	我国水机磨蚀研究与实践 50 年大事记	顾四行 吴培豪 王立言
72	全国水机磨蚀试验研究中心工作回顾	黄 明 闵京声 顾四行
77	全国水力机械抗泥沙磨蚀科研协作组回顾	张禄勳
80	水力机械气蚀磨损和防护	于开泉
89	我国水力机械抗泥沙磨损的试验研究	郭中兴 张禄勳 王志高
105	水轮机磨蚀的综合治理	刘光宁 吴伟章
117	水轮机泥沙磨损防护的技术进展	李国梁
126	我国水轮机空蚀磨损破坏状况与对策	段生孝
134	中小水轮机磨损空蚀处理方法综述	许国光
143	我国大中型水电站水轮机磨蚀现状及对今后工作的建议	余卫国 杨金栋
148	水电站泵站磨蚀概况	顾四行
151	三门峡水电站水轮机转轮叶片损坏情况的演变	张润芳 许国光
158	刘家峡水电厂 2 号机转轮磨蚀失重测定	段生孝 党云平 闵占奎等
168	盐锅峡水轮机气蚀磨损的预防与修复	石松强
176	八盘峡瑞典水轮机的运行和气蚀磨损	张裕三
181	六郎洞水电厂转轮快速损坏的症结和解决方法	郭冬安
187	绿水河电站水轮机导叶与底环快速损坏情况及其改造措施	谢炽耀
190	渔子溪一级水电站过机泥沙和水轮机磨蚀问题	刘显耀

197	青铜峡水电站水轮机磨蚀及对策	刘 恒 罗小勇
204	万家寨水轮机抗磨蚀措施及评价	支余庆 杨启祥 刘 健等
211	葛洲坝电厂水轮机过流部件磨蚀与防护回顾	王建忠 王茂海 涂阳文
218	三门峡水电站 1 号机组技术改造	黄犀砚 王青贤 李建明
228	小浪底高含沙水流水轮机抗磨蚀研究	陈怡勇 李明安 马新红等
236	高水头轴流转桨式水轮机的磨蚀	闫 磊
243	黄河沿岸高扬程水泵磨蚀现状及技术改造	陈希文
248	磨损、磨蚀机理、影响因素等综述	吴培豪
253	泥沙粒径对水轮机磨损影响的试验研究	许国光
258	局部磨损的防治是减轻水力机械破坏的重要途径	吴培豪
267	从边界层理论看水轮机磨损某些形态和规律	姚启鹏
274	NiTi 合金的多相流损伤行为研究	柳 伟 郑玉贵 饶光斌等
281	表面特征及对绕流磨损的影响	姚启鹏 余江成 吴 剑
289	虹膜——气蚀过程中一个值得注意的现象	苏 虹
292	含沙水流对磨蚀破坏影响的试验研究	陈秉二 古兴桥 叶 健
303	含沙空化流场中材料的损坏特性	何筱奎
313	叶轮流道中两相流流动规律的研究	赵敬亭 蒋道振
321	轴流式水轮机转轮内固液两相流流场研究	张 利 徐方军
329	试验研究装置与方法综述	姚启鹏
334	用高速摄影技术研究挟沙水中的空泡溃灭问题	陆 力
340	混流式水轮机止漏装置进口形式与磨损关系的试验研究	吴培豪 姚启鹏
349	天津院水力机械浑水通用试验台	由彩堂 何成连 姚 光等
358	射流磨损装置的特性与试验方法	赵 琨 陆 力
362	水力机械用材抗泥沙磨损的试验方法	姚启鹏 余江成 吴 剑
370	含沙水流中水轮机材料耐磨试验方法的探讨	吴培豪 姚启鹏 余卫国
377	全国水轮机抗磨抗气蚀绥德县水电站中间试验技术总结	谢笃祐 陈 元
394	水轮机(水泵)母材及金属防护材料	顾四行
396	0Cr13Ni5Mo 高强不锈钢抗磨性能研究及应用	林师焱 杨志勇 孙卫红
403	水轮机抗磨蚀用喷焊粉末及其工艺研究	门志慧 陈学定
410	GB1 系列抗磨蚀堆焊焊条的研制和应用	王者昌 薛敬平
420	金属陶瓷与磨损、气蚀述评	杨勳烈
428	绿水河电厂水轮机耐磨材料试验总结	张振卿 李国梁 刘孝贵等
435	水轮机抗磨抗气蚀堆焊材料的研究	金恒昀 杭承钊
446	HVOF 涂层材料的抗磨蚀特性与应用分析	余江成 吴 剑
452	表面技术和日本喷涂技术的发展动向	梁武科 罗兴琦 袁清阁

463	非金属涂层进展和展望	王志高
465	非金属抗磨蚀保护层磨蚀规律、应用和效益	王志高 张可立 张剑新等
480	改性超高分子量聚乙烯抗磨蚀性能及应用	姚启鹏 韩本正 赵 琨
486	聚氨酯橡胶耐磨抗气蚀水轮机叶片的试验研究	谢笃祐
494	53—A 抗磨蚀涂料及其应用	金淑兰
499	黄河牌离心泵应用非金属抗磨蚀涂层的试验研究	张世伟 闵跃进
508	减轻泥沙磨损的其他措施	吴培豪
512	渔子溪水轮机水质与过流部件损坏的关系	郭孝宽 陈 慷
517	多泥沙河流水轮机参数选择优化方法	田树棠
522	万家寨水电站水轮机抗磨措施	严秉丁 J. P. Sungauer
530	万家寨水轮机选型计算中的防磨蚀原则	高道扬 雷建芳 J. P. Sungauer
538	大峡水电厂水轮机设计特点和防磨蚀措施	陈梁年
545	中小型水轮机间隙气蚀与泥沙磨损及防护	彭国义 陈秉二 张禄勤
550	黄鹿坝电厂水轮机主轴密封的改进及应用	柴宝贵
553	满天星水电站抗空蚀转轮的设计与制造	陈 波 王正伟
558	泥沙对水泵参数影响的探讨	黄兴南
564	黄河用水泵的磨蚀与对策	程恩林 程 刚
574	高扬程大流量水泵的磨损试验与抗磨改进	陆 力 周先进 王海安
579	转轮修型是减轻气蚀与磨损的有效途径	王焕栋
585	P ₂ —170 型转轮型线改进	黄邦武 杨双林
591	山西省万家寨引黄工程水泵抗磨蚀探讨	侯保俊

第二部分 部分论文摘要

597	水轮机沙粒磨损	段昌国
597	含沙水中气蚀和磨损规律的研究	杜 同
597	水轮机转轮叶片搪瓷涂层的实践	杨志琦
597	挟沙水流对反击式水轮机的作用	李学中
598	离心泵两相流理论及其设计原理	蔡保元
598	喀斯特地区水轮机损坏原因分析	王盛义
598	新疆水电站水轮机损坏分析及改进措施	邹宪恩 吕维春
599	悬浮泥沙对水流空化状态的影响	刘一心
599	黄河小浪底水电站水轮机参数选择	李金铤
599	导流板对气蚀破坏影响的试验研究	程则久 朱耀泉 吴培豪
600	水轮机磨蚀破坏的微观分析	顾四行
600	天桥电厂水轮机磨蚀原因分析及抗磨蚀措施	刘守忠 王建荣
600	水泵的泥沙磨蚀与效率	谢笃祐

600	大中型水轮机抗磨蚀金属陶瓷的研究	杨勳烈
601	金属材料空蚀试验与研究	徐 辉 王忠义
601	用声学法探测气蚀的试验研究	由彩堂 吴宣民
601	水槽子水库的淤积对以礼河三、四级电站发电可靠性危害的分析	胡经伦 周百王
601	小粒径低含沙量高速浑水的空蚀和磨损	王志高 姚 光 孙成斌等
602	低比速混流式水轮机合理导叶型式的研究	单 鹰
602	转盘式空蚀及磨损装置的调试和应用	姚启鹏
602	运行于挟沙水流的水轮机参数选择	刘燕生
603	水电站水轮机磨损的几个问题	陈上群 张振秋
603	刘家峡水轮机转轮近下环区叶栅翼型的研究与改进	谭月灿 李凌湘 唐穗平等
603	渔子溪二级水电站高水头混流式水轮机的技术改进	李国梁
604	青铜峡电站水轮机气蚀磨损情况探讨	初宝怀
604	以气蚀指数 K 值评价泥沙对水轮机危害时值得注意的几个问题	
	——兼论葛洲坝电站泥沙对水轮机危害及防护措施	刘家麟
604	我国有关水机磨蚀研究和防护措施	顾四行
605	合理选择多泥沙电站水轮机的探讨	祝荣甫
605	多泥沙河流水轮机参数选择优化方法	田树棠
605	小浪底水电站水轮机设计参数初探	刘继澄
606	提高水轮机转轮耐磨蚀性能的新型控蚀叶片	王盛义
606	减轻绿水河水轮机导水机构损坏措施的建议	张振卿
606	振荡空化与泥沙磨损模拟试验研究	韩 东 黄继汤
607	含沙河流上水电站安装高程的研究	程则久
607	水轮机导水机构抗水力泥沙磨损研究	吴伟章 郭春林
607	抗磨蚀焊条研制、应用及今后工作设想	王者昌 郑凤珍 白良谋
607	空蚀研究的回顾和展望	计志也
608	液流中固体颗粒绕流轨迹和冲击作用的计算	邵长城 许协庆
608	离心泵叶轮中固体颗粒的运动研究	许洪元 陈雪梅 王 琳等
609	对含沙水流中、高扬程离心泵转轮出口流速及流速角 β_2 的计算方法探讨	张士杰
609	电渣熔铸技术在水轮机制造中的应用	胡学军 姜云飞 耿承伟
609	激光涂覆工艺及在水轮机抗磨板上应用的初步研究	李 勇 陈晓平
609	增压式水机磨蚀试验台材料磨蚀试验研究	党云平 薛 伟 石松强
610	水力机械在含沙水流中破坏性质的讨论	吴培豪
610	关于水力机械磨蚀的研究	袁清阁
610	水轮机泥沙磨蚀的原因及减轻措施	覃大清 崔世范 王兆才
611	减轻水轮机导水部件泥沙磨损的水力研究	唐 澍 单 鹰 邓 杰等
611	改善葛洲坝水轮机叶片间隙气蚀的模型试验研究	罗南逸
611	三门峡水电站水轮机气蚀磨损防护试验情况与进展	刘家麟 陈晓平

612	葛洲坝电站水轮机泥沙磨损与三峡电站水轮机汛期安全运行问题	刘家麟 王海安 赵 琨等
612	碧口水电厂3号水轮机转轮测绘修型	顾四行 段生孝 张蒲转
612	含沙河流水电站水轮机目标参数选择	佟文敏
613	关于小浪底水电站水轮机的选择问题	刘燕生
613	多泥沙水电站水轮机参数选择设计中的有关问题	梁建国
613	对待含沙水流中水轮机快速破坏的措施	杜 同
613	刘家峡增容改造水轮机抗磨性能的研究与改善措施	胡金荣
613	葛洲坝大江电厂水轮机磨蚀探讨	饶道群 郑满军
614	葛洲坝电站过机泥沙及对水轮机磨蚀的影响	彭君山
614	渔子溪二级电站水轮机改造措施及运行	严秉丁
614	三门峡水电站抗磨蚀试验综述	高 义 王金平
614	空蚀试件的微观形貌分析	薛 伟 王永前 赵永春等
615	多沙河流高扬程大流量泵的设计制造	程恩林 程 刚
615	合金粉末喷焊在水力机械磨蚀方面的应用	顾四行
615	GB1 焊条研制及在水轮机上试用	王者昌 郑凤珍 白良谋等
615	浑水卧式水泵试验台	张维聚 雷三省 张铁华
615	环氧砂浆抗磨蚀性能影响因素及定量评价方法	张剑新 张可立
616	水电机组气蚀调查结果及分析	程则久
616	平面绕流泥沙磨损试验及水轮机磨损预估	姚启鹏
616	不锈钢转轮的磨蚀观测与分析	刘廷玉
616	HL220—50 水轮机抗磨实践	王盛义 顾四行
616	乌江渡发电厂水轮机主轴封水盖气蚀振动处理探讨	康 健
617	钢基体上激光涂覆金属陶瓷粉末的磨蚀特性研究	赵 康 谷臣清 元 颖等
617	抗磨蚀新工艺——激光表面强化技术综述	李 勇
617	现场环境因素对水机抗磨蚀材料试验结果的影响	陈晓平
617	叶片式水力机械转轮中空化流动分析的新进展	任 静 常近时
618	多沙河流灯泡机组防磨蚀设计优化	田树棠
618	吸出高度对水机磨蚀影响的研究	袁清阁 李学军 邢述彦
618	模型沙选择及对水轮机特性影响的试验研究	由彩堂 姚 光 何成连
618	小浪底水电站水轮发电机组研究综述	霍 兵
619	三门峡水轮机抗磨蚀材料优选试验研究	何筱奎
619	GB1 焊条堆焊在三门峡水轮机过流部件试验研究	王者昌 郑凤珍 白良谋等
619	小河底水电站水轮机的改造	顾四行 王盛义
619	GB1 等几种堆焊金属的磨蚀行为	王者昌 梁亚南 李 斌等
619	浑水电站水轮机底环的抗磨问题	陈梁年
620	黄河上水泵保护研究及应用	王志高

620	环氧涂层和美国涂层在葛洲坝应用比较	张庆霞
620	水轮机机械中高浓度固液两相湍流和颗粒磨损的数值研究	刘小兵 梁柱 程良骏
620	青铜峡水电厂转轮叶片加裙边进行空蚀防护模型试验研究	徐洪泉 周威方 王丽等
621	三峡水电站运行条件的特点与水轮机优选问题	吴培豪
621	三峡水轮机参数选择与运行问题	刘家麟
621	泥沙粒径级配对材料磨蚀影响的试验研究	姚启鹏
621	论提高含沙水流高扬程离心泵过流部件设计加工质量的必要性和迫切性	张士杰
622	不同含沙量不同速度时材料的磨蚀失效特性	何筱奎
622	含沙河流水电站吸出高度新的研究方法	程则久
622	水轮机模型空化及能量试验中若干问题的探讨	徐洪泉 沈祝平
622	万家寨引黄工程用泵泥沙磨蚀评估	陆力 周先进 张世雄等
623	水轮机抗磨防护技术进展	陈晓平
623	新型泥浆泵水力与抗磨蚀研究	唐澍 陈晓平 蒋文萍等
623	黄河多相流泵设计方法	陈希文
623	东雷抽黄加西站超高分子量聚乙烯复合密封环现场试验	张世伟 闵跃进 李丰纪
624	水泵用复合抗磨密封环	姚启鹏 韩本正 赵琨等
624	东雷抽黄泵站两相流泵叶轮运行测试总结	张世伟 闵跃进 张贯成
624	大藤峡泥沙及对水轮机磨蚀初探	李前惠
624	高水头水轮机选择与抗磨蚀措施	田树棠
624	水力机械过流部件金属保护层材料的研究	姚光 闵京声 夏鸿钧
625	GB1堆焊金属微观结构及稀土合金的作用	王者昌 李斌 崔岩
625	潘家口水电站混流式水轮机改善空化性能的转轮修型	常近时 耿延芳 刘四清
625	灯泡式水轮机气蚀特性的分析与评判	田树棠
625	抗磨蚀胶粘涂层的电热膜升温固化研究	郭源君 李文斌 庞佑霞
625	高性能抗磨材料试验研究	李翠林 任红旗等
626	减轻泥沙对水泵水轮机磨损的措施	李扶汉
626	混流式水轮机磨痕观测和流迹试验研究	姚启鹏
626	非金属抗磨蚀保护层应用和效益	王志高
626	水轮机转轮气蚀及电弧喷涂技术在其修复中的应用	陈炎光
627	中小混流式水轮机的磨蚀与治理	梁武科 罗兴琦 廖伟丽
627	Ni3Al基合金抗空蚀和水沙磨蚀性能研究及其在水力机械上的应用	冯涂 叶武俊
627	渔子溪一级电站水轮机的磨蚀情况及损坏原因分析	刘显耀
627	潘家口水电站1号水轮机转轮叶片修型	党晶明 果瑞金
627	新安江水电厂5号机组应用JF2001型转轮获得成功	唐群一
628	NiTi合金耐磨性研究	金嘉陵 王宏亮
628	中国多泥沙河流水力机械的磨蚀和防治	王志高 顾四行
628	南水北调东线工程大型低扬程水泵机组的研究	卜淑和 钱涵欣

628	引黄水泵口环防护材料对比试验研究	闵京声 姚 光 董 盛等
628	混流泵(泵段及装置)水力模型试验	何成连 董 盛 由彩堂等
629	刘家峡排沙洞电站水轮机选择与优化	田树棠
629	对含沙水流水轮机破坏的看法与对策	吴培豪
629	新型抗磨蚀用钢的研制	王者昌
629	0Cr13Ni5MoRe 抗磨蚀堆焊焊条在三门峡电站的试验及应用	魏建军 潘 健 许 健等
630	轴流式水轮机叶片再生修复的经济效益分析	童喜民
630	非金属抗磨蚀材料在东雷抽黄泵站的应用及其经济效益	张世伟 王志高
630	黄河上游青海境内水电站水轮机空蚀情况综述	韦 强 窦运波
630	黄鹿坝水电厂 1 号机增容改造	柴宝贵 赵万成 孙建成
630	闲话鱼鳞坑	王立言
631	一种抗空蚀磨损堆焊焊条的研制和应用	王者昌 郑凤珍 李 强等
631	中小型轴流式水轮机易磨蚀部件的修复与抗磨蚀措施	廖伟丽 梁武科 罗兴琦
631	水轮机转轮内部的三维固液两相紊流计算	吴玉林 何燕雨 曹树良
631	混流式水轮机转轮内三元空化流场的预测	任 静 常近时
631	固液两相流离心泵磨损机理和叶轮的设计	陈红生 朱祖超 王乐勤
632	河流泥沙颗粒特性对磨损影响的研究	余江成 姚启鹏 吴 剑
632	波纹、鱼鳞状破坏的性质与成因探讨	吴培豪
632	空蚀过程中的热效应	王者昌 张 毅 张晓强
632	刘家峡 5 号水轮机浑水模型试验	何成连 董 盛 姚 光等
633	三门峡电站扩机水轮机设计回顾与探讨	陈梁年
633	ZZk—7 转轮的水力性能和抗磨蚀措施	郭晚荣 张 欢
633	三门峡电站抗磨研究与技术改造	H. Buchmaier Ch. Schneider M. Stummer 等
633	多泥沙河流上水电站水轮机的选择	赵学平
633	水轮机优化设计与技术改造	罗兴琦
634	刘家峡水电厂 2 号机转轮磨蚀破坏状况及启示	段生孝 朱国海
634	盐锅峡 10 号水轮机水力设计分析	雷建芳 J. P. Sungauer
634	从吾库沙克水电站前池改造谈水轮机运行与磨损	赵学平
634	HL220—LJ—550 型水轮机引水盖板断裂及尾水管空蚀分析	李成家 单福平 李幼木等
635	转轮室中、下环堆焊复合层材料的应用	潘 波
635	中小型水电站水轮机喷焊工艺及经济效益分析	门志慧 陈学定 申保记等
635	大型轴流式水轮机叶片大面积喷焊	门志慧 陈学定 申保记等
635	刘家浪水电厂 2 号水轮发电机组增容改造	李晓斌 高志远
635	水轮机过流部件表面的磨蚀与防护	卢进玉 符建平
636	新型抗磨蚀磨损用钢的磨蚀行为	王者昌 张晓强
636	控制水轮机空蚀破坏程度提高机组经济效益	王学琦
636	紫荆关梯级水电站水轮机磨蚀现状及对策	胡 江

636	引黄水泵抗磨蚀方面的一些具体做法	马林 李生玉 薛晓光
636	黄河2号泵运行状况及其改进	张世伟 高和平
637	我国水轮机泥沙磨损问题回顾	顾四行
637	金属的耐腐蚀性在抗空蚀、磨损中的作用	吴培豪 姚启鹏
637	含沙河流中水轮机转轮优化设计及其软件包的开发	刘小兵 王邦礼 施浩然
637	三门峡水电站3号水轮机磨蚀情况分析	张保平 薛敬平 石永伟等
637	三门峡水电站3号机叶片防护效果及完善措施	王者昌 薛敬平 石永伟
638	万家寨1号、2号水轮机防磨蚀措施及涂层应用现状	高云峰 支余庆
638	龚嘴水电站水轮机过流部件抗空蚀磨损措施	米勇 侯远航
638	青铜峡水轮机增容改造方案	田树棠 苑连军 陶汉明等
638	六郎洞水轮机快速破坏原因的探讨	吴培豪 姚启鹏
639	石门坎水电站水轮机泥沙磨蚀分析及处理	史大伟
639	夹马口泵站水泵磨蚀调查	陈星 张荣梅
639	提灌工程沉沙池设置标准的研究	陈星 张荣梅
639	从近年发表的论文看日本空化研究的动态	袁清阁 罗兴铸 刘恩锡
639	清水和含沙水流中20SiMn和0Cr13Ni5Mo钢的空蚀行为	柳伟 郑玉贵 饶光斌等
640	CrMnN不锈钢的抗空蚀和磨蚀性能	柳伟 郑玉贵 姚治铭等
640	Ni基等离子堆焊合金的空蚀行为	国旭明 郑玉贵 姚治铭
640	CrMnB堆焊合金抗空蚀和冲刷磨损性能的研究	国旭明 郑玉贵 姚治铭
640	用两相流模型模拟混流式水轮机内空化流动	徐宇 吴玉林 刘文俊等
641	水轮机转轮固液两相三维紊流计算及磨损预估	高忠信 周先进 张世雄等
641	Fe-25Mn-6Si-7Cr形状记忆合金空蚀研究	王再友 朱金华
641	预测水机材料空蚀速率的计算模型研究	王颢 王宇栋 张自华等
641	我国水机磨蚀的现状和防护措施的进展	王志高
642	浑水中运行的混流式水轮机通道结构问题	姚启鹏
642	关于水力机械过流部件表面磨蚀防护涂层	顾四行
642	泥沙对水轮机磨损成因与防止分析	侯辉昌
642	Cr-Mn-N奥氏体-铁素体不锈钢的空蚀	柳伟 郑玉贵 刘常升等
642	刘家峡排沙洞用钢ZG0Cr13Ni5Mo强韧化研究	黄绍民 薛伟
643	黄河万家寨水轮机抗磨涂层	刘健
643	黄河中游水电厂抗磨蚀防护的一些问题及对策	王者昌 张保平 薛敬平
643	三门峡水电站1号机组技术改造	张保平 黄厚砚 王青贤
643	两项经济高效的抗磨蚀措施在龚嘴水轮机上的应用	傅培德
643	万家寨引黄工程水泵磨蚀的防护探讨	闵京声 李文芳 王先锋等
644	万家寨引黄工程大型高扬程离心泵过流部件抗泥沙磨蚀保护措施	张泽太 张士杰 崔颖玉
644	亚稳奥氏体金属抗空蚀性能及其主要控制因素	王再友 朱金华
644	轴流转桨式水轮机过流部件表面磨蚀与防护	王光其

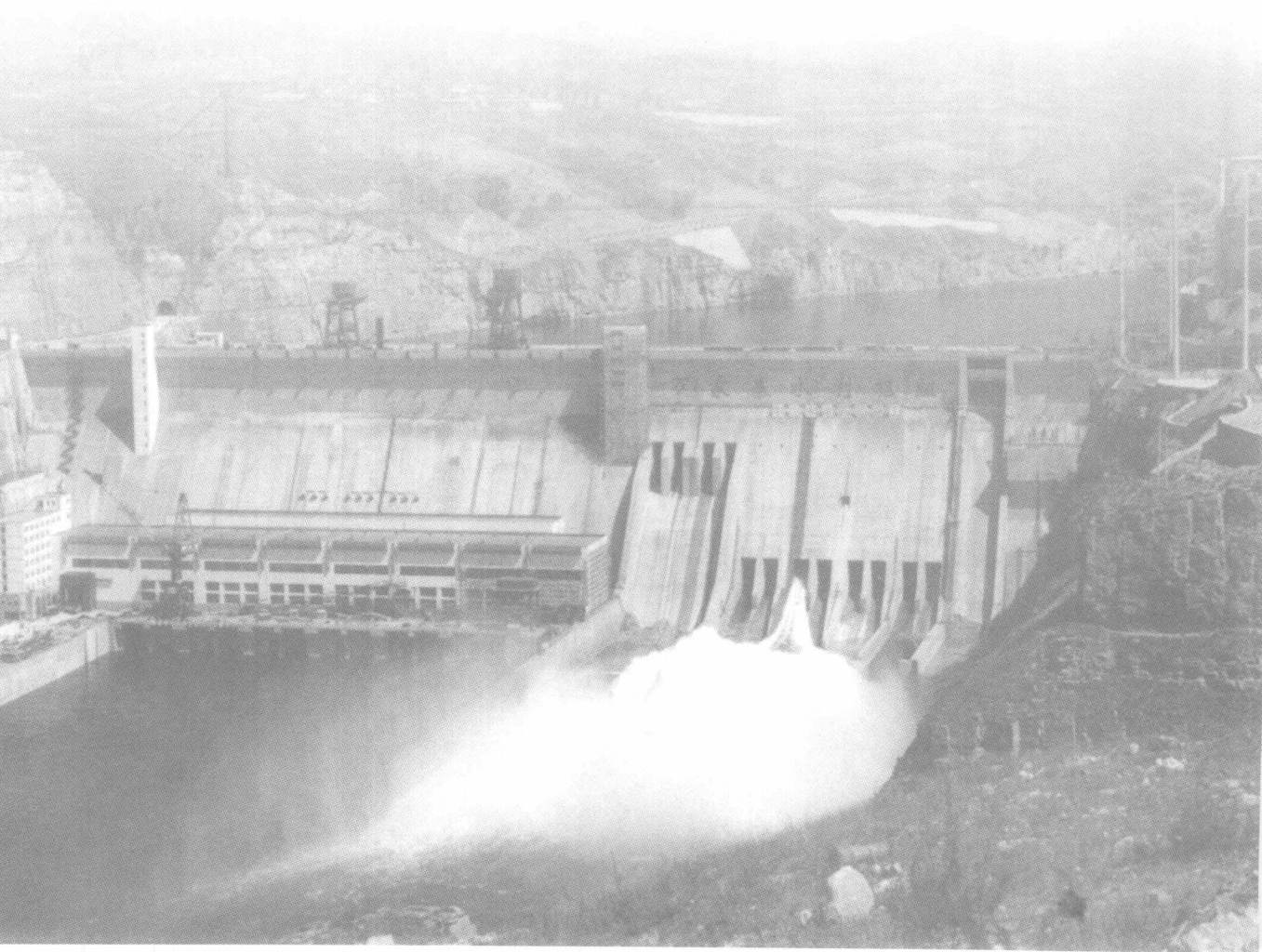
644	电镀涂层技术的试验研究	叶献国	王 飏
645	水轮机转轮、底环抗磨措施研究与实践	牛玉法	朱顺强 段惠敏
645	三盛公水电站3号机转轮修复	王继军	许 广 李建果
645	东雷抽黄大泵抗磨密封环的研制	姚启鹏	张世伟
645	多泥沙河流大型泵站轴流泵技术改造试验	张世伟	高和平 张允达
645	渣浆泵使用寿命估算方法研究	何希杰	段志荣 李金生
646	漏斗式全沙排沙技术及其应用	周 著	侯 杰
646	20SiMn 低合金钢在不同砂粒粒径的多相流中的损伤行为	姜胜利	郑玉贵 姚治铭
646	新型铬锰氮抗磨蚀用钢的研制和应用	王者昌	陈怀宁
646	CrMnB 抗磨蚀堆焊焊条的研制	郑玉贵	国旭明 姚治铭
647	水轮机聚烯烃塑料合金与金属复合抗磨板	王民富	姚传贤
647	万家寨水电厂水轮机抗磨蚀情况综述	陈伟江	孙秀华
647	青铜峡水轮机叶片合金涂层剥落原因剖析	门志慧	苏义祥 童喜明等
647	提高非金属涂层耐磨性能途径的探讨	寇建章	
648	红山嘴水轮机过流部件的抗磨蚀研究与实践	顾永福	
648	水轮机过流金属表面泥沙磨蚀机理及其保护性措施	汤毅强	
648	改性聚氨酯涂层在电站中的应用	朱顺强	单以明 段惠敏
648	水轮机过流部件抗磨蚀新技术推广	胡 江	
649	叶片泵空蚀破坏的研究	何希杰	李金生

第三部分 国内学者关于水机磨蚀研究的论文目录

《水机磨蚀》	653
《水力机械技术》	663
《水力发电》	668
《水利水电技术》	669
《水利学报》	670
《中国水利》	672
《水电站机电技术》	673
《大电机技术》	673
《水泵技术》	675
《人民黄河》	679
《中国学位论文通报》	679
《全国水力机械(水电设备)学术讨论会论文集》	679
《中日水力机械国际学术讨论会论文集》	681
《全国水电中青年科技干部报告会论文选集》	682
其他杂志与论文集	682

第一部分

部分论文全文



七 禧 一 部

七 禧 一 部