

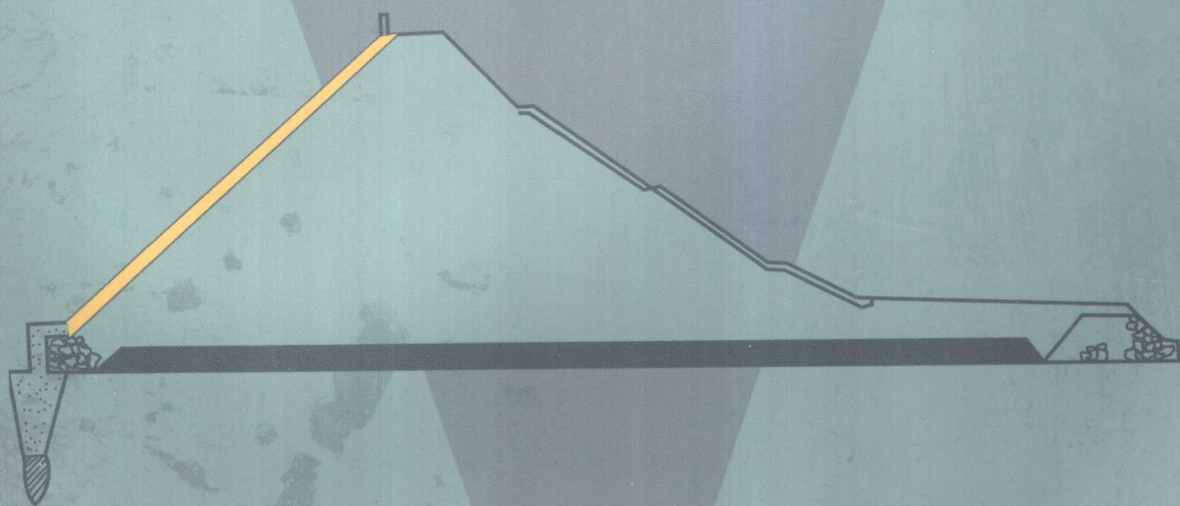
(1985~2005)

中国混凝土面板堆石坝20年

—— 综合 · 设计 · 施工 · 运行 · 科研

主 编 蒋国澄

副主编 赵增凯 孙 役 陈 谦 芮淮丰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国混凝土面板堆石坝20年

—— 综合 · 设计 · 施工 · 运行 · 科研

主 编 蒋国澄

副主编 赵增凯 孙 役 陈 谦 芮淮丰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

混凝土面板堆石坝由于安全性、适应性及经济性良好而受到坝工界的重视,已成为一种富有竞争力的新坝型。中国从1985年开始用现代技术修建混凝土面板堆石坝以来,已经历了20年历程,发展极为迅速,按2004年底的不完全统计,已建和在建的已有150座以上,其中坝高在100m以上的有37座,不论在工程的数量、规模和技术水平上都居世界前列。值此用现代技术修建混凝土面板堆石坝20周年之际,召开这次学术研讨会,国内同行积极响应,提供了119篇论文,涵盖了综合、设计、施工、运行、科研等方面的最新成果和经验,如坝面溢洪道、GPS填筑质量控制技术、挤压边墙固坡技术、趾板建于覆盖层上的混凝土面板堆石坝、数学模拟和物理模拟新技术、大坝原型观测等,还介绍了一些已建在建工程实践经验,包括世界最高的水布垭坝等。有许多论文是第一次发表的。对从事坝工建设的勘测设计、施工、运行、科研、教学等方面的科技人员,及大专院校相关专业的师生,都是必不可少的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

中国混凝土面板堆石坝20年:综合、设计、施工、运行、科研/蒋国澄主编. —北京:中国水利水电出版社, 2005

ISBN 7-5084-3217-7

I. 中... II. 蒋... III. 混凝土面板堆石坝—学术会议—文集 IV. TV641.4-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第098830号

书 名	中国混凝土面板堆石坝 20 年
作 者	蒋国澄 主编
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
印 刷	北京市登峰印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 50.25印张 1147千字
版 次	2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷
印 数	0001—1800册
定 价	120.00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

中国混凝土面板堆石坝 20 周年学术研讨会

主 办 单 位

中国水力发电工程学会混凝土面板堆石坝专业委员会
湖北清江水电开发有限责任公司
葛洲坝股份公司清江建设承包公司

协 办 单 位

宜昌市科协
长江水利委员会设计院
华东勘测设计研究院
湖北省水利水电勘测设计研究院
葛洲坝股份有限公司施工科研所
中国人民武装警察部队水电第一总队
中国水利水电第十二工程局六分局
瑞士 CARPI TECH
湖北芭蕉河水电开发有限责任公司
中国水电第十一工程局那兰电站项目部
湖北宜昌环宇水利水电技术咨询公司
贵州云马飞机制造厂
湖北省水力发电学会
深圳市海川实业股份有限公司
新加坡世益国际技术公司

中国 宜昌

2005. 9. 19~26

中国混凝土面板堆石坝 20 周年学术研讨会

顾 问 委 员 会

主 席 潘家铮

副主席 邴凤山 Bayardo Materón (巴西)

委 员 纪云生 (中国)

董育坚 (中国)

He Qi (澳大利亚)

Alberto Scuero (瑞士)

Pål Mellquist (挪威)

Richard Herweynen (澳大利亚)

J. M. Klebba (美国)

François DELORME (法国)

Markus Aufleger (德国)

Siba Prasad Sen (印度)

Peter Brenner (瑞士)

S. C Mittal, (印度)

Lutz Schewe (德国)

Martin Wieland (瑞士)

Tan Chuan Ngan (马来西亚)

中国混凝土面板堆石坝 20 周年学术研讨会

组 织 委 员 会

主 任 童显武

副 主 任 卢立生 李昌彩 邓银启

Er. John S. Y. Tan (新加坡)

委 员 李春敏 孙永娟 胡 颖 王亚文

钮新强 杨金春 张春生 蒋 涛

马 红 魏光雯 杨和明 葛寿春

常晓林 李虎章 周平记 倪永锋

吴海平

秘 书 长 陈 谦

副秘书长 芮淮丰

中国混凝土面板堆石坝 20 周年学术研讨会

技 术 委 员 会

主 任 蒋国澄

副主任 赵增凯 曹克明 李义昌 毛亚杰
李 新

委 员 凤家骥 傅志安 杨世源 孙 役
杨启贵 黄锦波 徐泽平 鲁一辉
杨晓明 杨泽艳 蒋效忠 孙玉琳
吴宏毅 吴关叶 王庆华

序

中国用现代技术修建混凝土面板堆石坝始于1985年，已经过了20年历程。由于这种坝型在实践中体现出来的安全性、经济性和适应性良好的特点，深受坝工界的青睐，经常成为首选的比较坝型，在坝工建设中得到了广泛应用。经过不断的研究和开发，在技术上也有了长足的进步。根据不完全统计，到2004年底中国已建成和在建的混凝土面板堆石坝已超过150座，其中坝高超过100m的有37座，已建成最高的混凝土面板堆石坝是天生桥一级大坝，高178m，在建的最高的混凝土面板堆石坝是水布垭大坝，高233m。中国的混凝土面板堆石坝在数量、坝高、工程规模、技术难度等方面都居世界前列。这些混凝土面板堆石坝遍布全国，覆盖了各种不利的气候、地形、地质条件，包括强地震、深覆盖层和深厚强风化层、高陡边坡和不良地形、岩溶、严寒地区、软岩或特硬岩材料等条件，由此积累了应对各种困难情况的经验和教训，在科学技术方面也有所发展。这次中国混凝土面板堆石坝20年学术研讨会在水布垭召开，得到了各界同仁的热烈响应，充分交流了建设经验和科研成果，必将促进中国混凝土面板堆石坝建设的健康发展。

中国建设混凝土面板堆石坝的成就也得到了国外同行的广泛认同，1993年和2000年在北京先后召开过两次国际学术研讨会，2003年在三峡坝区召开的第三次国际水电会议上，混凝土面板堆石坝也是议题之一。这次中国混凝土面板堆石坝20年学术研讨会也邀请了国外专家参加，提交了论文。国际交流和合作丰富了混凝土面板堆石坝的知识宝库，有利于国际混凝土面板堆石坝的共同发展。

尽管我们在混凝土面板堆石坝的各项领域中都取得了不俗的成

绩，但没有可以自满的理由。不仅少数工程在投产后出现过面板变形、开裂、渗漏，甚至溃决的事故而造成损失，而且混凝土面板堆石坝的设计和建设，在相当大的程度上仍有赖于经验。对于没有经验可供借鉴的做法，我们还缺少把握。一些理论分析成果还不能很好地符合实际，许多问题仍有待探讨研究。特别是在深厚软弱的覆盖层上或在非常不利的地形条件下修建高混凝土面板堆石坝，以及高烈度地震区混凝土面板堆石坝的抗震防震问题等，可以说都还没有进入“自由王国”。这次会议的组织者将收到的 119 篇中文论文和 30 篇英文论文，分别结集刊印。论文集内容丰富，基本上反映了混凝土面板堆石坝的近期进展情况，可供参阅。我希望读者从中不仅能得到有益的经验，也能启发对某些复杂问题的深入研究，故乐之为序。

潘家铮

2005 年 5 月 15 日

前 言

中国从 1985 年开始用现代技术修建混凝土面板堆石坝，弹指间已经 20 年了。通过引进、实践、研究、再开发，其安全性、经济性和适应性良好的优越性已在坝工界取得共识，在坝型比较中常处于有利地位，在水利水电建设中得到广泛应用。1995 年中国修建混凝土面板堆石坝 10 年之际，曾在北京十三陵抽水蓄能电站现场召开过一次学术研讨会，总结了前 10 年的经验和教训。提交会议交流的综合报告、工程实录、科研成果方面的论文 53 篇。此后 10 年中，随着国民经济的快速发展，混凝土面板堆石坝的建设也有了前所未有的发展，而且发展到应用于大江大河上的骨干工程。据 2004 年底的不完全统计，已建成和在建的混凝土面板堆石坝已在 150 座以上，其中坝高超过 100m 的有 37 座。已建成的最高混凝土面板堆石坝是天生桥一级，坝高 178m，仅次于墨西哥的阿瓜米尔巴坝，居世界第二，但其水库库容、坝体体积、面板面积等都居世界前列。在建的水布垭坝，高 233m，为目前世界第一高度。由于中国在建设实践中重视科研和开发，在筑坝技术方面也有所发展，并形成和颁发了设计和施工的行业规范，进一步指导工程实践。

值此中国用现代技术建设混凝土面板堆石坝 20 年之际，中国水力发电学会混凝土面板堆石坝专业委员会倡议召开一次学术研讨会，得到了各界同仁的热烈响应。在清江水电开发有限责任公司和中国葛州坝股份有限公司等单位的大力支持下，确定结合正在紧张施工的水布垭水电站召开。这次会议共收到综合、设计、施工、运行、科研等方面的论文 121 篇。特结集交由中国水利水电出版社刊印发行，以资交流。

国外同行专家一贯关心中国混凝土面板堆石坝建设，并给予不少帮助。1993 年和 2000 年曾两次在北京召开国际混凝土面板堆石坝学术研讨会。这次也有不少国外专家应邀参加会议，并提交论文，将另行刊印英文论文集。

希望这次会议能为混凝土面板堆石坝的进一步发展有所贡献。

编 者

2005 年 9 月

目 录

序 前言

综 合

中国混凝土面板堆石坝 20 年回顾	蒋国澄 赵增凯 (3)
世界高混凝土面板堆石坝的发展	B. 马铁龙 (19)
面板堆石坝建设 20 周年纪念献辞 (兼谈面板收缩裂缝问题)	董育坚 (28)
中国面板坝运行情况及监测资料分析	郇能惠 张建宁 熊国文 马贵昌 (31)
面板堆石坝地震反应分析的若干研究现状和进展及工作展望	赵剑明 常亚屏 陈 宁 黄丽清 (48)
湖北清江水布垭水电站建设管理	汪金元 (58)
水布垭高面板堆石坝施工中的宏观决策与组织管理	张金泉 (63)
华东勘测设计研究院 20 年面板坝设计回顾	蒋效忠 张春生 (68)
福建省混凝土面板堆石坝建设与发展	陈玉暖 (76)
天荒坪抽水蓄能电站上水库沥青混凝土面板土石坝	姜忠见 (82)

设 计

水布垭面板堆石坝设计与新技术应用	杨启贵 熊译斌 (91)
水布垭大坝围堰设计及坝面度汛保护优化研究	李昌彩 杨占宇 吴晓铭 (100)
江坪河水电站面板堆石坝筑坝材料与坝体分区设计	欧红光 殷彦高 (105)
那兰面板坝工程设计与施工	杨和明 李 娟 徐更晓 冯叶林 (110)
美姑河牛牛坝水电站面板堆石坝设计	牟高翔 陈 岗 (127)
鱼跳水电站混凝土面板堆石坝设计	马 耀 陈钰鑫 (133)
宜兴抽水蓄能电站上水库钢筋混凝土面板堆石混合坝的设计研究与施工规划	江松笙 陈洪来 (142)
察汗乌苏水电站工程趾板建在深覆盖层上混凝土面板堆石坝设计综述	安盛勋 (151)
桐柏抽水蓄能电站过流面板堆石坝	姜忠见 郑齐峰 郎玲芳 (160)
榆树沟溢流混凝土面板堆石坝设计与运行	凤 炜 唐新军 凤家骥 (167)
蟠龙抽水蓄能电站下水库混凝土面板堆石坝设计	宁永升 段绍辉 易 伟 (176)
陡岭子混凝土面板堆石坝设计与施工	胡美川 姚晓敏 吴红光 (182)
强风化地基上的小溪口混凝土面板堆石坝趾板设计与地基处理	杨晓明 姚晓敏 郑 曦 (189)

红珠河砌石坝加高续建工程设计	刘家明	郑曦	杨晓明	(195)
高趾板在面板堆石坝枢纽布置中的作用	姚晓敏	梁谦	杨晓明	(198)
混凝土面板堆石坝岸边式溢洪道布置与水工水力学问题浅析	张雄	郝鹏		(203)
潘口水电站混凝土面板堆石坝设计与有限元动力分析	张雄	管志保		(209)
沟后混凝土面板砂砾石坝修复设计	袁辉	张彩莲		(218)
混凝土面板堆(砂砾)石坝的设计理念(黑泉坝的设计回顾)	张江甫	袁辉	李海宁	曹雪委 (222)

施 工

新技术在水布垭面板堆石坝中的应用	孙役	徐艳杰	杨占宇	(237)
水布垭大坝趾板灌浆施工特点		黄志东	王祯凯	(246)
水布垭面板堆石坝趾板与防渗板混凝土施工			马江权	(253)
水布垭水利枢纽放空洞工程混凝土衬砌施工方法			杨新贵	(258)
水布垭面板堆石坝面板混凝土防裂措施	王云清	李昌彩	李亮	(262)
水布垭面板坝堆石填筑施工质量控制	朱永国	任林军	辛剑军	(269)
水布垭面板堆石坝垫层料的制备		叶昆吉	刘俊峰	(276)
水布垭面板堆石坝施工期排水系统的施工与监理		任林军	邢新富	(281)
水布垭面板堆石坝填筑碾压参数的合理选择	付军	孙役	蒋涛	张安平 (285)
水布垭工程一期面板混凝土施工配合比研究	项继来	胡颖	陈聪	(292)
水布垭面板堆石坝一期面板混凝土施工与质量控制	秦进忠	黎开润	马江权	(297)
水布垭面板堆石坝大坝填筑质量控制	徐红兰	陈新跃	彭道	(304)
水布垭大坝河床砂卵石深覆盖层中强夯技术的运用	黎开润	桂云峰	邢新元	(311)
水布垭面板堆石坝坝料开采爆破施工	万红彬	梁存绍	彭道	(318)
水布垭面板堆石坝趾板帷幕灌浆施工技术分析	辜永国	周兵	冯晓桂	(324)
水布垭面板堆石坝填筑施工技术	曹茂林	周俊方	彭道	(329)
水布垭面板堆石坝挤压边墙表面变形观测及分析	王亚文	陈永芳	冯昌幸	(337)
水布垭面板堆石坝面板混凝土配合比试验及优化探讨	聂卫平	高娟	张振宇	(346)
水布垭面板堆石坝监测技术		闫生存	胡颖	(354)
GPS在水布垭工程大坝填筑质量控制中的应用	杨占宇	黄云龙	辛剑军	吴晓铭 (359)
面板堆石坝施工技术在洪家渡水电站的改进与提高		何真祥	王德军	(364)
天生桥一级水电站大坝面板主要缺陷处理			余宗翔	(369)
天生桥一级水电站混凝土面板堆石坝施工技术		吴桂耀	黄宗营	(374)
公伯峡水电站面板堆石坝施工新技术应用			武选正	(383)
公伯峡水电站大坝面板混凝土裂缝处理技术			武选正	(387)
芭蕉河一级水电站工程关键技术措施		周平记	李义昌	(390)
芭蕉河一级水电站面板堆石坝古滑坡体地基处理研究			吕新建	(393)
混凝土挤压边墙在那兰面板堆石坝中的应用	徐更晓	杨和明	于景波	(397)
爆破技术在盘石头水库溢洪道开挖施工中的应用		陈效华	李虎章	(403)

硐室爆破在面板堆石坝坝料开采中的应用	秦长林	郭新涛	(411)
花山水电站面板堆石坝的填筑质量	陈伟群	张永涛	(414)
陡岭子水电站混凝土面板坝填筑施工		张永春	(418)
浅析混凝土面板堆石坝密实度的检测技术	赵秀民	马长顺	(425)
鱼背山水电站混凝土面板堆石坝工程施工与管理		高印章	(430)
溧阳电站面板堆石坝填筑强度分析	冯海波	苏军安	朱永峰 (435)
鱼跳水电站面板堆石坝趾板地基处理		李廷友	(440)
高塘堆石坝面板混凝土配合比优化		谢世坚	(444)
聚丙烯纤维和氧化镁双掺技术在洪家渡水电站面板混凝土中的应用		朱自先	(449)
三板溪水电站混凝土面板堆石坝坝基开挖及处理设计	宁永升	潘江洋	钟谷良 (454)
高面板坝与铜止水片整体接头成型技术		裴华林	葛寿春 (459)
滚压式铜止水成型机在盘石头水库的设计与应用		李文瑛	宋希宁 (464)
挤压边墙混凝土配合比模拟研究	顾志刚	陈素红	应东良 杨术玉 (468)
公伯峡水电站面板堆石坝周边缝止水的确定			王洪训 (473)
公伯峡水电站面板堆石坝止水设计与机械化施工		石四存	武选正 (477)
公伯峡水电站混凝土面板浇筑技术探讨		洪 楠	武选正 (481)

运 行

天生桥一级水电站大坝面板裂缝特点、成因及处理技术			刘泽钧 (489)
天生桥一级水电站大坝沉降变形特征			刘 春 (497)
乌鲁瓦提大坝变形及应力应变观测资料分析	王昭升	王仁钟	盛金保 (504)
堆石坝混凝土面板裂缝成因与防治			鲁 电 (509)
浅谈寒冷地区混凝土面板堆石坝的运行维护	郭 燕	袁 江	车传东 (515)

科 研

水布垭面板堆石坝填筑方式研究	孙 役	李昌彩	高莲士 (521)
面板堆石坝面板开裂机理探讨与防止措施研究	孙 役	燕 乔	王云清 (528)
深覆盖层地基上混凝土面板堆石坝关键技术研究成果简述			孙永娟 (532)
水布垭面板堆石坝流变影响的研究与控制		胡 颖	闫生存 (542)
水布垭面板土石方规划与施工调度研究	曾祥虎	吕仕龙	燕 乔 (547)
挤压式混凝土边墙技术在水布垭高面板堆石坝中的试验研究与成功应用	桂云峰	黎开润	梁存绍 (553)
水布垭高面板堆石坝混凝土面板防裂技术的研究与应用		邓银启	廖光荣 (560)
面板堆石坝断面分区研究			徐泽平 (564)
水电工程施工梯段爆破试验计算机模拟系统研究			
——运用计算机高新技术取代传统土建试验技术的尝试			傅志安 (574)
深覆盖层上面板堆石坝应力变形特性研究	徐泽平	邵 宇	梁建辉 (582)
软岩堆石料的工程性质	柏树田	周晓光	晁华怡 (589)

面板堆石坝安全性评价的若干研究进展	张建民	张 嘎	(596)
超硬岩筑坝面板接缝止水型式与应用研究	夏建平	曾雪艳	(608)
覆盖层土体本构模型参数反演分析	刘小生 刘启旺 陈 宁	王钟宁	侯淑媛 (615)
大型离心模型试验在面板堆石坝工程中的应用研究	徐泽平 梁建辉 侯喻京 韩连兵	茹履安	(622)
覆盖层地基及坝体材料的静、动力工程特性研究	汪小刚 刘小生 陈 宁 刘启旺	阮元成	(629)
面板堆石坝软岩料爆破开采技术研究		傅海峰	(633)
减少硐室爆破开采面板坝堆石料超径率问题研究		傅海峰	(639)
混凝土面板堆石坝含泥灰岩堆石坝料试验研究		马长顺	赵秀民 (644)
深厚覆盖层与上部坝体联合渗流控制的研究	魏迎奇 蔡 红	温彦锋	(648)
小溪口混凝土面板堆石坝面板防裂性能浅析	万志刚 姚晓敏	杨晓明	(653)
盘石头水库混凝土面板堆石坝面板防裂技术研究		马长顺	(661)
那兰水电站面板堆石坝坝体填筑料压实规律研究	罗 伟 于景波 徐更晓	杨和明	(666)
窄趾板设计给施工带来的影响及对策	王德军	黄锦波	(672)
浅谈高面板堆石坝裂缝	吴桂耀	黄宗营	(675)
察汗乌苏覆盖层现场旁压试验研究	刘启旺 刘小生 王钟宁 陈宁	侯淑媛	(679)
三板溪面板坝“一枯抢拦洪”度汛方案研究	蔡昌光	江新强	(685)
面板堆石坝应力变形数值分析研究综述		徐泽平	(690)
面板堆石坝新型放空洞爆炸开启技术研究	傅海峰 梁向前 周平记	李义昌	(699)
覆盖层上面板坝面板的抗震安全性分析	赵剑明 陈 宁 常亚屏	黄丽清	(704)
关于防渗面板混凝土耐久性问题的商榷		凤家骥	凤 炜 (711)
土体非线性解耦 K—G 模型的建模理论与试验基础		高莲士	(720)
减小面板拉应力的折线型面板新设想	郇能惠 孙大伟	陈铁林	(736)
减小防渗墙拉应力的圆弧型防渗墙新设想	郇能惠 孙大伟	米占宽	(746)
高混凝土面板堆石坝面板裂缝成因及防治讨论	丁玉全	林建蓬	(753)
水泥基渗透结晶型材料与面板堆石坝的裂缝问题	王鸿鹏	吴兆勇	(759)
遥测遥控水平垂直位移计研制及其在水布垭工程应用	郇能惠 李泽崇 张志武	徐竹青	(763)
瞬态面波测试技术在察汗乌苏工程中的应用	陈 宁 刘小生 邵 宇 赵剑明	刘启旺	(768)
混凝土面板堆石坝接缝止水技术的新进展	郝巨涛 鲁一晖 贾金生 窦铁生 杜振坤	邓正刚	(775)
水布垭面板堆石坝面板纤维混凝土性能研究	李家正 杨华作 何唯平	刘凤茹	(781)

综 合

中国混凝土面板堆石坝 20 年回顾

蒋国澄¹ 赵增凯²

(1 中国水利水电科学研究院 2 水利水电规划设计总院)

中国自 1985 年开始用现代技术修建混凝土面板堆石坝, 已经过 20 年历程。从引进、吸收到自主研究开发, 积极推广, 至 2004 年在建和已建的已有 150 座左右, 在数量、规模和技术进步方面, 都处于世界前列。本文对 20 年来中国混凝土面板堆石坝的工程实践和技术进步作一简要回顾。

1 回顾

中国自 1985 年开始用现代技术修建混凝土面板堆石坝, 已经过 20 年历程。起步虽晚, 但起点高, 发展快。到 2004 年的不完全统计, 已建成和在建的坝高大于 30m 的有 150 座左右, 其中坝高大于等于 100m 的有 37 座, 见表 1。已建成最高的是天生桥一级, 高 178m, 居世界第二, 而其库容、坝体体积、面板面积等指标均居世界同类工程之首。在建最高的是水布垭, 高 233m, 为目前世界第一高度。中国的混凝土面板堆石坝的数量、规模、技术难度都已居于世界前列。

表 1 中国混凝土面板堆石坝 (坝高大于等于 100m, 2004 年)

序号	坝 名	地 点	河 流	坝高 (m)	坝体体积 (万 m ³)	面板面积 (m ²)	库容 (亿 m ³)	装机容量 (MW)	完成 年份
1	水布垭	湖北巴东	清江	233	1526	137000	45.8	1600	在建
2	三板溪	贵州锦屏	清水江	185.5	828	84000	40.95	1000	在建
3	洪家渡	贵州黔西	六冲河	179.5	920	75100	49.47	600	在建
4	天生桥一级	贵州、广西	红水河	178	1800	177000	102.6	1200	2000
5	滩坑	浙江青田	小溪	162	980	95000	41.9	600	在建
6	紫坪铺	四川都江堰	岷江	158	1117	108800	11.12	760	在建
7	吉林台	新疆尼勒克	喀什河	157	836	74000	24.4	460	在建
8	马鹿塘	云南麻栗坡	盘龙江	154	800			300	在建
9	龙首二级	甘肃张掖	黑河	146.5	253	26400	0.86	157	2004
10	瓦屋山	四川洪雅	周公河	140	350	20000	5.5	240	在建
11	九甸峡	甘肃	洮河	136.5	385	41300	9.72	300	在建
12	珊溪	浙江文成	飞云江	132.5	580	70000	18.24	200	2001
13	公伯峡	青海循化	黄河	132.2	476	57500	6.2	1500	2004