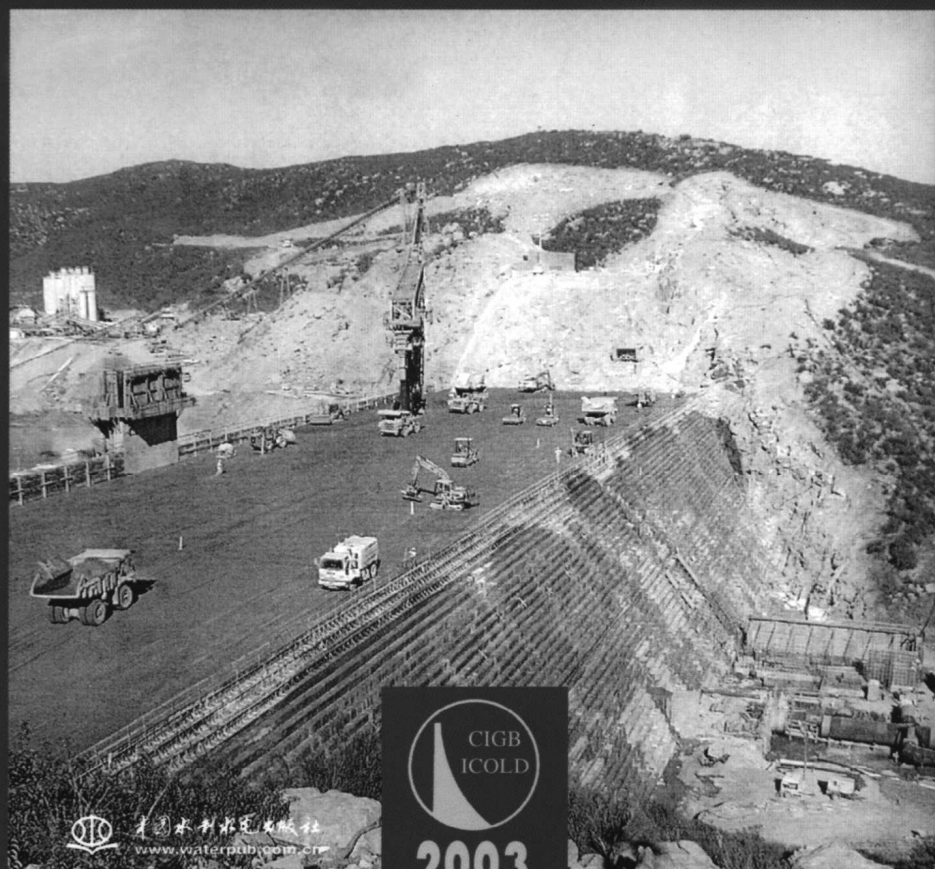


中国大坝委员会系列译丛

碾压混凝土坝发展水平 和工程实例

© 贾金生 陈改新 马锋玲 李新宇 译

国际大坝委员会技术公报126



中国大坝委员会系列译丛

碾压混凝土坝发展水平 和工程实例

© 贾金生 陈改新 马锋玲 李新宇 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

碾压混凝土坝发展水平和工程实例 / 贾金生等译.

北京: 中国水利水电出版社, 2006

(中国大坝委员会系列译丛)

ISBN 7-5084-3663-6

I. 碾... II. 贾... III. 碾压混凝土坝: 混凝土坝
—研究 IV. TV642.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 021627 号

书 名	中国大坝委员会系列译丛 碾压混凝土坝发展水平和工程实例
作 者	贾金生 陈改新 马锋玲 李新宇 译
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	北京密云红光印刷厂
规 格	850mm×1168mm 32 开本 7.75 印张 209 千字
版 次	2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	22.00 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

国际大坝委员会简介

国际大坝委员会（ICOLD）是一个享有很高声誉的民间学术组织，是国际大坝技术方面公认的最高级别的权威机构，成立于 1928 年，中心办公室设在法国巴黎。该委员会宗旨是通过相互交流信息，促进大坝及其有关工程的规划、设计、施工、运行和维护的技术进步。

国际大坝委员会每三年召开一次大会，各会员国同行均可参加，每次讨论 4 个专题，并出版论文集。每年召开一次年会，由东道国选择一个技术问题进行讨论。此外，国际大坝委员会还不定期出版公报，每年出一次年报，每 6 年出版一次世界大坝登记，每 8 年出版一次辞典。

国际大坝委员会现任主席为 C. B. Viotti（巴西）；副主席为 C. B. Abadjiev（保加利亚）、贾金生（中国）、Andy Hughes（英国）、Yang-Nam Yoon（韩国）、Arthur Walz（美国）和 Adama Nombre（布基纳法索）；秘书长为 Andre Bergeret（法国）。

目前国际大坝委员会有 80 个成员国。

中国大坝委员会简介

中国于 1973 年第 1 次派代表参加第 11 届国际大坝会议。1973 年 12 月中国申请加入该组织，1974 年 4 月在希腊雅典举行的第 42 届 ICOLD 执行会上正式成为会员国。中国大坝委员会是中国水利学会和中国水力发电工程学会的分支机构，是一个学术性的非营利组织，作为中国坝工技术领域的国际活动窗口，代表中国参加国际大坝委员会的各项活动。它的宗旨在于通过组织中国专家参与国际大坝委员会的学术交流，促进坝工及有关土木工程技术等方面的发展。

中国大坝委员会名誉主席是中国工程院、中国科学院院士潘家铮，主席是中国工程院院士陆佑楣。

声 明

本公报中的信息、分析以及结论没有法律效力，不能替代有法律效力的规程。公报是为那些已经积累了丰富经验的从业者编写的，认为他们能够独自判定公报的适宜性和可用性。

虽然公报的编写非常仔细，但考虑到科学技术进步很快，不能保证涵盖了所需讨论的所有方面。

无论公报内容怎样被解释和使用，作者都不承担相关责任，对此引起的任何损失和损坏，也不负责。

阅读本公报的条件是接受本声明。

国际大坝委员会大坝混凝土专委会

(1991~2000 年)

主 席

美国 J. R. Graham (1992—1997)
加拿大 R. G. Charlwood (1997—)

副主席

法国 J. Launay (1997—)

委 员

澳大利亚 M. Pegg (到 1996)
B. Forbes (1997—)
奥地利 H. Ludescher (到 1995)
H. Huber (1996—)
巴西 W. P. de Andrade (到 1995)
F. R. Andriolo (1996—)
加拿大 J. Houde (到 1994)
R. Charlwood (1995—1997)
中国 沈崇刚 (到 1998)
贾金生 (1999—)
克罗地亚 V. Ukrainczyk

法国	J. Launay (到 1996) M. Guerinete (2000—)
英国	M. R. H. Dunstan
印度	B. J. Parmar
伊朗	M. E. Omran (到 1997) A. A. Ramazanianpour (1998—)
意大利	M. Berra
日本	S. Nagataki (到 1997) O. Arai (1998—)
挪威	O. J. Berthelsen (1996—)
葡萄牙	A. Camelo
俄罗斯	A. D. Osipov
南非	J. Kroon H. Elges (候补委员)
西班牙	J. M. Gaztanaga (到 1999) J. Buil S. (2000—)
瑞典	J. Alemo
瑞士	H. Kreuzer (1999—)
美国	V. Zipparro (1999—)

中 译 本 说 明

降低大坝造价、缩短工期是国际大坝委员会最近多年经常探讨的问题，未来也是热点，因此围绕大坝的研究与实践的技术总结都是阶段性的，有一个不断发展完善的过程。碾压混凝土公报的翻译是希望国内工程技术人员更好地了解国际当前的发展方向、发展中存在的主要问题，它不是规程规范，仅是一份参考资料，如果在我们的工作中能起到一点启发作用，译者将无比欣慰。

笔者参加了这份公报的编写、讨论过程，美国在技术总结的全面性及用碾压混凝土修补土石坝、日本在发展胶凝砂砾石坝和筑坝设备、英国在整理国际碾压混凝土筑坝数据库等方面给人留下了深刻的印象，当然中国在发展碾压混凝土拱坝方面的成就也是举世公认的。

胶凝砂砾石坝作为碾压混凝土坝技术的一部分最近得到了快速的发展，日本的经验是可以比面板坝或常规碾压混凝土坝节省造价 15%、缩短工期 15%，目前土耳其在建的高 107m 的 CIN-DERE 坝，采用了此项技术。福建街面水电站下游胶凝砂砾石围堰坝高 16.4m，2004 年 12 月建成，与原设计的常态混凝土重力坝比，工期缩短一半、造价降低 25%。这种坝比面板坝节省一半当地材料，对环境有利，值得深入研究和推广应用。

中国有 8 万多座水库，其中大部分挡水坝是土坝，有的防洪标准低，有的位于强地震区，美国采用碾压混凝土修补土坝的技

术有一定的借鉴价值，在国内尚未见类似做法的报道。

碾压混凝土坝在发展过程中也有不少惨痛教训，如巴西有一座碾压混凝土重力坝蓄水后溃决，有不少国家修建的碾压混凝土坝成为病险坝不得不修补处理等，由于种种原因，公报未能深刻总结这一部分内容，略感缺憾。

中国是世界上最大的发展中国家，国家的水问题、能源问题在未来的一个相当长时期都会是比较突出的问题，已取得的成绩与国家发展面临的需求远不相适应，因此推动技术创新、实现技术上的重点跨越将是长期的任务。基于这一认识，笔者一直希望组织翻译国际大坝委员会技术公报，多为国内的技术发展做些工作，因此很高兴翻译技术资料的计划已得到不少单位的响应和支持，特别是水利部国际合作与科技司的指导和帮助。

沈崇刚先生生前为国际大坝委员会和中国大坝委员会做了大量工作，他参加了公报的编写和讨论，出版此书，也是对他的纪念和感谢。

本书虽经 4 位译者反复校对，但限于时间、精力和能力，难免有错误和不准确的地方，希望读者批评指正！

贾金生

2006 年 1 月

序

《碾压混凝土坝的发展水平》公报总结了 20 多年来技术的突出进展，这些进展的主要目的是降低混凝土坝建设费用和缩短施工时间。术语“碾压混凝土 (RCC)”描述了混凝土的施工过程，这一过程结合了土坝的经济、快速施工技术，使材料具有混凝土的强度和耐久性。碾压混凝土的主要特征是采用振动碾压实材料且材料性质允许采用这样的施工程序。今天 (2000 年)，全世界已建或在建的碾压混凝土坝超过 225 座，分布在 30 多个国家。

公报的目的是为了在坝工建设中更好地采用碾压混凝土筑坝技术，并取代国际大坝委员会 1989 年出版的第 75 号公报——《重力坝中的碾压混凝土》。

1991 年，国际大坝委员会指定下属的大坝混凝土专委会，在当时的主席 J. R. Graham 领导下，负责编写大坝碾压混凝土技术发展的综述性报告。为此，国际大坝委员会混凝土专委会的一个编写小组，由 M. R. H. Dunstan [英] 领导，完成了公报。

公报总结了大坝中碾压混凝土规划、设计、施工以及性能的各个方面，讨论了配合比设计和质量控制，列出了详细的参考文献，讨论了各种方法，包括日本的 RCD 方法、巴西的“高细料含量”碾压混凝土、中国发展的碾压混凝土拱坝以及法国提出的“硬填料坝”方法。公报给出了一些碾压混凝土坝的实例，以使读者了解特殊应用和专门经验。碾压混凝土坝的设计与施工技术

一直在发展着，碾压混凝土坝设计方法和施工方法的简化将对造价和施工速度产生显著影响。公报介绍了当前碾压混凝土坝的水平，但不限制任何进一步的发展。

R. G. Charlwood

国际大坝委员会大坝混凝土专委会主席

致 谢

本公报是在国际大坝委员会混凝土专委会领导下完成的,在专委会主席 J. R. Graham (美国)领导下开始,在 R. G. Charlwood 主席(加拿大)领导下完成。

本公报编写的首席作者是 M. R. H. Dunstan(英国),起草分委会开始由 M. R. H. Dunstan、J. M. Gaztanaga(西班牙)、J. Kroon(南非)、S. Nagataki(日本)和 V. Zipparo(美国)组成。1996 年在圣地亚哥年会上对分委会进行了调整,M. R. H. Dunstan 为主席,另增加了 F. R. Andriolo(巴西)和 O. J. Berthelsen(挪威)。公报的第 1 稿由 M. R. H. Dunstan 汇总,采用了 S. Nagataki、J. M. Gaztanaga 的初稿以及 V. Zipparo 编写的第 2 章、F. R. Andriolo 和 O. J. Berthelsen 编写的第 1 章和第 3 章、K. Hansen(美国)编写的第 8 章,1997 年在佛罗伦萨的年会上提交讨论。工程实例由 O. J. Berthelsen 协调。对于美国的经验,公报重点采用了美国混凝土协会 207 报告(碾压混凝土)的初稿[该报告终审委员会成员是 K. Hansen(主席)、T. Arnold、T. Dolen、G. Mass 和 S. Tatro]。此外,Malcolm Dunstan(合伙人公司)提供了所有已完工大坝的详细资料库。以往各国混凝土专委会委员为公司提供了所需的数据。

1998 年新德里年会期间, 编写小组又增加了 O. Arai (日本)、B. Forbes (澳大利亚)、H. Kreuzer (瑞士)、J. Kroon/H. Elges (南非) 和 J. Launay (法国)。H. Kreuzer 重写了第 6 章 质量控制。

1999 年安塔利亚年会后, 增加了两章, 沈崇刚教授级高级工程师和贾金生博士编写了第 9 章 中国碾压混凝土拱坝、J. Launay 编写了第 10 章 硬填料坝。F. R. Andriolo、O. Arai、M. Berra、O. J. Berthesen、H. Elges、B. Forbes、H. Kreuzer 和 V. Zipparro 也为公报的出版做出了不少贡献。

2000 年 12 月向国际大坝委员会提交了最终稿以供各国委员会审查, 2001 年收到了澳大利亚国家委员会和名誉主席 Lombardi 的评论, M. R. H. Dunstan 和 F. Ortega Santos 对此稿进行了最后修订。公报于 2001 年德累斯顿年会上获得国际大坝委员会执行委员会的批准。

目 录

中译本说明

序

致谢

1 引言	1
1.1 目的	1
1.2 碾压混凝土坝的发展历史	3
1.3 碾压混凝土坝施工的优缺点	7
1.4 当前的设计理念	9
1.5 碾压混凝土坝设计的发展趋势	13
1.6 参考文献	15
2 碾压混凝土坝设计	23
2.1 前言	23
2.2 设计要点	24
2.2.1 重力坝	24
2.2.2 拱坝	26
2.2.3 地震	28
2.3 温控设计	29
2.3.1 裂缝成因	29
2.3.2 温度控制	29
2.3.3 收缩缝	32
2.4 其他	33
2.4.1 廊道	33
2.4.2 溢洪道	34
2.4.3 附属建筑物和内埋构件	35
2.4.4 监测仪器	35

2.5 参考文献	36
3 材料	41
3.1 概述	41
3.2 胶凝材料	41
3.2.1 概述	41
3.2.2 水泥	43
3.2.3 掺合料	43
3.3 骨料	46
3.3.1 概述	46
3.3.2 粗骨料	47
3.3.3 细骨料	49
3.3.4 骨料级配	49
3.4 外加剂	51
3.5 参考文献	52
4 混凝土配合比选择	55
4.1 概述	55
4.1.1 渗透性	56
4.1.2 密度	57
4.1.3 强度	58
4.1.4 抗分离性	59
4.1.5 工作性	60
4.1.6 耐久性	61
4.1.7 施工条件	61
4.2 配合比设计方法	61
4.3 “混凝土法”	62
4.3.1 设计理念	62
4.3.2 空隙率最小的粗、细骨料级配	63
4.3.3 浆体配比	63
4.3.4 灰浆砂浆比的确定	64
4.3.5 粗骨料用量	64
4.3.6 RCD 方法	65

4.4	“土工法”	66
4.4.1	最大密度法	66
4.4.2	试配法	67
4.5	配合比调整	67
4.5.1	试验室试验	67
4.5.2	现场试验室试验配合比	68
4.5.3	现场工艺试验	68
4.6	典型混凝土配合比	69
4.7	参考文献	70
5	施工	74
5.1	概述	74
5.2	骨料生产	75
5.3	碾压混凝土生产	75
5.4	运输与摊铺	76
5.4.1	卡车直接入仓	77
5.4.2	皮带机与卡车联合运输	78
5.4.3	其他运输方式	79
5.4.4	开始浇筑	79
5.4.5	摊铺	80
5.4.6	层厚	81
5.5	碾压	82
5.6	碾压混凝土层面	84
5.7	收缩缝	87
5.7.1	收缩缝的形式	87
5.7.2	收缩缝灌浆	88
5.8	碾压混凝土坝上、下游面施工	89
5.8.1	模板浇筑常态混凝土坝面	89
5.8.2	模板浇筑碾压混凝土坝面	91
5.8.3	预制混凝土面板	91
5.8.4	滑模浇筑混凝土坝面	91
5.8.5	表面贴薄膜防渗	92