

Dam Construction in China—A Sixty-year Review

★ 中国大坝协会丛书

中国大坝建设

主编◎贾金生

60 年



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

★中国大坝协会丛书

中国大坝建设

60 年

主编◎贾金生



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书紧密结合我国近 10 年来水库大坝,特别是高坝工程的实践,系统总结了中国大坝建设 60 年来的巨大成就和成功经验。全书分为 3 篇,共 26 章,内容包括我国水库大坝和水利水电工程建设的战略思考,大坝在规划、勘测、设计、施工、运行管理和科研等方面的主要技术进展,以及国内外高坝大库和各类坝型的代表性工程。本书编写的宗旨是:面向国际、展示成就、突出重点工程、突出新的理念以及最近十年的进展。

本书兼具专业性和资料性,是一本相对系统、完整的科技著作,可供水利水电工程建设者们参考借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

中国大坝建设60年 / 贾金生主编. — 北京: 中国
水利水电出版社, 2013. 1
(中国大坝协会丛书)
ISBN 978-7-5170-0539-1

I. ①中… II. ①贾… III. ①大坝—水利建设—成就
—中国 IV. ①TV64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第004964号

书 名	中国大坝协会丛书 中国大坝建设 60 年
作 者	主编 贾金生
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京佳信达欣艺术印刷有限公司
规 格	210mm×285mm 16 开本 55.75 印张 1688 千字
版 次	2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2500 册
定 价	230.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《中国大坝建设 60 年》

编委会成员名单

主 任：陈 雷

副 主 任：矫 勇 匡尚富 晏志勇 曹广晶

委 员：（按姓氏笔画排序）

马洪琪	王 浩	田中兴	史立山	孙洪水	孙继昌
冯峻林	朱伯芳	刘金焕	曲 波	陈厚群	张超然
陈祖煜	张 野	张建云	张丽英	张晓鲁	杨 淳
周大兵	岳 曦	郑守仁	林初学	武国堂	钮新强
高安泽	高 波	寇 伟	程念高	廖义伟	

荣誉主编：汪恕诚

顾 问：陆佑楣 潘家铮

主 编：贾金生

副 主 编：周建平 刘志明

主 审：高季章 蒋国澄

编 辑：郑瑾莹 徐 耀 袁玉兰 叶炜民



我国人多水少，水资源时空分布不均，洪涝干旱等自然灾害频发多发，是世界上水情最为复杂、治水任务最为繁重的国家。建设水库大坝等水利工程，对自然界的水进行合理调蓄，是开发利用水资源和防治水患的必然选择。

新中国成立以来，党和国家领导全国人民开展了规模宏大的水利建设，建成了一大批具有防洪、供水、灌溉、发电、航运、生态等功能的水库大坝工程。截至目前，全国建成各类水库 8.78 万座、总库容 7162 亿 m^3 ，已建、在建坝高超过 30m 的大坝有 5564 座，水电装机容量达 2.3 亿 kW，成为世界上拥有水库大坝数量最多和水电装机容量最大的国家。同时，针对部分水库年久失修、病险严重的状况，近年来开展了大规模病险水库除险加固，用 3 年时间完成了全国 7356 座大中型和重点小型病险水库除险加固任务，全面实施 5400 座小（1）型、4.09 万座小（2）型病险水库除险加固，这是世界筑坝史上前所未有的壮举。通过这些水库大坝的建设和科学调度，我们战胜了多次严重水旱灾害，以占全球约 6% 的淡水资源、9% 的耕地，保障了占全球 21% 人口的供水安全、粮食安全和经济社会发展，并向全面建设小康社会迈进，这是一项十分了不起的成就。

60 多年来，伴随着大规模水库大坝建设的实践，我国筑坝技术快速发展，新技术、新工艺、新材料、新装备在大坝施工中被广泛应用，防渗墙施工、基础处理、高边坡处理、导截流、高坝泄洪消能等关键技术取得重大突破，实现了 100m 级高坝、200m 级高坝和 300m 级高坝建设的多级跨越，世界最高拱坝、最高混凝土面板堆石坝、最高碾压混凝土坝都在中国，特别是三峡、小浪底、二滩、水布垭、龙滩等一批技术复杂、规模宏大的世界级水利水电工程先后建成并投入运行，标志着我国筑坝技术已经跻身国际先进行列。

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、加快推进现代化建设的关键时期，经济社会发展对防洪安全、供水安全、粮食安全、能源安全、生态安全保障提出了新的更高要求，加之受全球气候变化影响，我国水资源分布不均更加突出，水资源短缺状况不断加剧，水旱灾害发生几率明显上升，加快水库大坝等水利基础设施建设，全面提高水资源调控和配置能力，仍然是我国水利发展面临的一项重大而紧迫的任务。这就要求我们深入贯彻中央关于加快水利改革发展的决策部署，在科学论证和保护生态的前提下，加快实施大中型水库和西南重点水源工程建设规划，尽快建设一批流域防洪控制性水利枢纽、骨干水源工程和河湖水系连通工程，因地制宜兴建小型蓄水、引水、提水工程和雨水集蓄利用工程，全面消除水库大坝安全隐患，科学有序地开发水能资源，以水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展。

《中国大坝建设 60 年》一书用权威观点、专业视角和翔实资料，全面总结了我国大坝建设发展历程、巨大成就和宝贵经验，深入介绍了新时期我国筑坝理念、战略规划和

发展前景，充分反映了国内外大坝规划、设计、施工、运行、管理等领域的最新成果，系统介绍了现代坝工领域的新技术、新工艺、新材料、新方法。本书凝聚了我国水利水电领域资深院士、知名专家和技术骨干的智慧和心血，既是新中国水库大坝建设辉煌成果的集中展示，也是新时期我国坝工设计理念创新和技术进步的重要见证，具有珍贵的史料价值和重要的实用价值。它的出版问世，必将对我国大坝事业可持续发展起到重要的促进作用，也将对世界大坝发展产生积极的影响。

是为序。

水利部部长

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Yun, the Minister of Water Resources.

2012年5月29日

序 二

60多年来,我国水利水电事业发展日新月异,水库大坝建设取得重大进展。目前,已建成各类水库8.7万余座,其中坝高15m以上的大坝2.5万余座,总库容7162亿 m^3 ,位居世界第四位,排在美国、巴西、俄罗斯之后;水电装机容量达到2.3亿kW,位居世界第一,其中5万kW以下的小水电装机容量达到6200万kW。我国水库大坝的建设,在保障防洪安全、供水安全、粮食安全、能源安全、生态安全等方面发挥了重要作用,为人民安居乐业、经济社会发展提供了强有力的基础支撑。

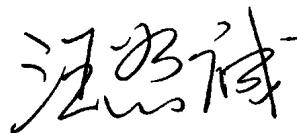
1949年以前,我国高于15m以上的水库大坝只有21座(含台湾省),洪灾、旱灾是心腹大患,虽然有大力建设水库大坝的需要,但由于国力衰微,事事艰辛,极难推进。新中国成立后,水利水电事业迎来了快速发展时期,水库大坝建设经历了三个阶段的大发展。第一阶段可从新中国成立算至改革开放开始,即1949年至1978年,这一时期我国修建了大量的水库大坝,是国际上修建水库大坝最活跃的国家,15m以上的大坝由21座增加到11760座(含台湾省),水电装机容量由540MW增到18670MW(含台湾省),水库大坝建设的主要目的是防洪、灌溉等。由于受技术、投资等因素制约,虽然取得了很大的成就,但总体上与发达国家比还比较落后。第二阶段可从改革开放算至21世纪初,三峡、小浪底、二滩等特大型水库大坝建成,我国大坝建设在这一阶段实现了质的突破,由追赶世界水平到很多方面居于国际先进和领先,不少水库大坝经过了1998大洪水、汶川大地震等的严峻考验。这一阶段水库大坝为世界所称道的突出特点是设计质量高、施工速度快、大坝安全性好、普遍实现了预期效益。以小湾拱坝、龙滩碾压混凝土重力坝、水布垭面板堆石坝的相继建成以及以锦屏一级等300m级高坝相继建设为标志,我国进入了第三阶段。这一阶段我国安全建设了拱坝、面板堆石坝、碾压混凝土坝三种主要坝型的最高坝,更加注重环境保护和发挥大坝生态功能,在很多领域居于引领地位,同时也全面参与国际大坝建设与咨询市场。

2011年中央政府出台了关于加快水利改革发展的决定的中央一号文件,召开了中央水利工作会议,将水安全提高到国家安全的战略高度,把水利列为国家基础设施建设的优先领域予以高度重视。我国的大坝数量和规模虽居世界第一位,但由于人口众多,水资源时空分布不均,人均水资源占有量、人均库容等多个指标还比较低,要保障经济社会的可持续发展,未来一个时期还需要继续建设水库大坝。另一方面,从应对气候变化看,中国政府承诺到2020年单位GDP二氧化碳排放比2005年下降40%~45%,非化石能源占一次能源消费的比重达15%左右。这也要求我们大力调整能源结构,大力发展水电等可再生能源。水电是我国资源最丰富、技术最成熟、成本最经济、电力调度最灵活的非化石能源。我国的大坝建设迎来了新的发展机遇。据测算,到2020年,中国的水电装机容量将从2010年的2亿kW发展到3.5亿~4亿kW,意味着“十二五”时期

(2011—2015 年) 至少要核准开工 1 亿 kW 以上。

中国未来的大坝工程大多集中在西南的高山峡谷地区，工程规模大，地质复杂，技术难度大，施工困难，面临诸多挑战。与大坝建设相关的技术和环境保护问题，需要不断地科学研究和实践探索。出版《中国大坝建设 60 年》，总结 60 多年来特别是近 10 年来我国筑坝的成果和经验，重要目的是以科学发展观为指导，坚持人水和谐的理念，鼓励从业者再接再厉，不断攀登新的高峰，谱写大坝事业新的篇章。同时也期望以此为基础，进一步加强与世界各国同行的合作和交流，共同促进国际大坝建设健康发展，使水库大坝更好地造福于人类社会。

中国大坝协会理事长

A handwritten signature in black ink, appearing to read '汪忠生' (Wang Zhongsheng), written in a cursive style.

2012 年 5 月 28 日

前言

为了系统总结 60 年来特别是近 10 年来我国大坝建设的主要进展和成功经验，中国大坝协会依靠相关单位的支持，本着面向国际、展示成就、突出重点工程、突出新的理念和重要进展等原则，邀请院士、知名专家和一线技术骨干编写了《中国大坝建设 60 年》一书，介绍我国大坝在规划、设计、施工、运行管理以及科研等方面的突出成就，目的在于为今后国内外大坝建设提供有益的借鉴，保障水库大坝更加安全、更加环境友好，为经济社会可持续发展提供更加有力的支撑。

本书紧密结合我国近 10 年来水库大坝特别是高坝工程，以理念创新为先导，以技术创新为主线，着重阐述技术进展和工程实例，确保前瞻性、科学性以及实用性有效结合。全书分为 3 篇，共 26 章，对水库大坝战略重要性及发展规划进行了阐述，对大坝建设技术，包括水文分析计算、地质与勘测、坝型选择与研究、枢纽布置、施工、大坝混凝土温控、大坝高边坡工程、高坝抗震技术、高坝泄洪消能、水工地下结构、水力发电设备等的技术进展，进行了重点介绍，对抽水蓄能电站、胶凝砂砾石筑坝技术、300m 级高坝关键技术、我国承建的国际大坝工程、大坝运行管理等广为关注的议题，进行了重点分析，同时附上了世界库容前 100 名、坝高前 100 名以及各类坝型的代表性工程，便于参阅。

为了确保书中各章节大坝参数的一致性，中国大坝协会秘书处对书中大坝的坝高、坝长、总库容等参数按照中国大坝协会大坝统计数据库进行了校核和修改，同时参照了水利部、国家安全生产监督管理总局、国家电力监管委员会和国家能源局四部委联合开展的全国大型水库大坝安全调研的部分成果。

本书兼具专业性和资料性，是一本相对系统、完整的技术文献和参考书目，可供从事水利水电工程规划、勘测、设计、施工、运行、管理和科研的技术人员参考借鉴。在编写和出版过程中，得到了水利部、国家能源局等主管单位的指导与帮助，得到了中国水利水电科学研究院、中国长江三峡集团公司、中国水电工程顾问集团公司、国电大渡河流域水电开发有限公司、长江水利委员会长江勘测规划设计研究院、中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院等单位的大力支持；中国大坝协会的各位领导和水利水电领域众多的院士、知名专家、技术骨干为本书的编著也付出了辛勤劳动，在此一并表示衷心的感谢。

由于本书涉及专业众多，限于时间和水平，难免有错误和不当之处，敬请各位读者批评指正。

作者

2012 年 4 月

目 录

序一
序二
前言

第 1 篇 水库大坝规划与可持续发展

第 1 章 水库大坝战略思考	2
时代新跨越——中国大坝建设若干问题思考	汪恕诚 3
水坝工程的社会责任	陆佑楣 6
中国水利建设的成就、问题和展望	潘家铮 11
神女应无恙，当惊世界殊	张国宝 21
水库大坝与和谐发展——中国的探索与实践	矫 勇 28
对建设人与自然和谐水工程的认识	刘 宁 31
基于水库群联合调度和人工扰动的黄河调水调沙	李国英 37
三峡工程与长江防洪	蔡其华 45
充分发挥三峡工程的民生保障作用	曹广晶 49
改革开放 30 年中国水力发电事业成就与展望	周大兵 51
水坝工程建设争议的哲学思辩	林初学 59
水电中长期（2030 年、2050 年）发展战略研究	晏志勇 钱钢粮 65
第 2 章 中国大坝建设及与国际比较	贾金生 袁玉兰 汪 洋 马忠丽 70
2.1 1900 年以前我国水库大坝简述及与国际比较	70
2.2 1900—1949 年我国水库大坝发展	72
2.3 1949—1978 年我国水库大坝发展	73
2.4 1978—2011 年我国水库大坝发展	75
2.5 我国水库大坝与世界的比较	76
第 3 章 水库大坝与环境保护	解新芳 孙志禹 陈 敏 85
3.1 大坝工程环境保护概述	85
3.2 水库大坝的环境管理	86
3.3 水库大坝生态环境保护	89
3.4 水库大坝水环境保护	94
3.5 水库大坝施工环境保护	100
3.6 水库大坝环境保护效益	103
3.7 环境保护工作存在的问题及展望	105
第 4 章 水库大坝与水资源配置	刘志明 郇建强 李爱花 107
4.1 中国水资源特点	107
4.2 中国水资源开发利用现状	108
4.3 中国水库大坝的探索与实践	109

4.4	中国水资源配置总体情况	111
4.5	中国水库大坝建设前景和布局	112
第5章	水库大坝与水能开发	钱钢粮 115
5.1	水力资源	115
5.2	河流水电开发规划	120
5.3	研究课题	127

第2篇 水库大坝建设技术

第6章	大坝建设的水文分析计算	杨百银 王正发 143
6.1	概述	143
6.2	设计径流	144
6.3	设计洪水	155
6.4	水文预报	171
6.5	工程泥沙	176
第7章	大坝建设中的工程地质与勘测技术	蔡耀军 袁建新 陈德基 185
7.1	工程勘察新形势、新问题	185
7.2	复杂条件下工程勘察技术的发展	193
7.3	重大地质问题研究与评价	201
第8章	大坝坝型和枢纽布置	石瑞芳 225
8.1	坝型和枢纽布置概述	225
8.2	混凝土重力坝坝型和枢纽布置	232
8.3	拱坝坝型和枢纽布置	247
8.4	土石坝坝型和枢纽布置	261
第9章	重力坝筑坝技术的新发展	郑守仁 周建平 277
9.1	重力坝的发展历程及现状	277
9.2	重力坝工程地质条件的研究	278
9.3	枢纽布置和泄洪消能型式	280
9.4	重力坝的体型及结构设计	282
9.5	坝基处理设计与施工技术	286
9.6	重力坝应力与变形分析技术	288
9.7	动力分析和抗震设计研究	290
9.8	混凝土设计和温度控制	295
9.9	导流及截流施工技术	298
9.10	大坝混凝土施工技术	299
9.11	重力坝的安全监测	301
9.12	重力坝建设规划及重点研究课题	302
第10章	拱坝筑坝技术	朱伯芳 307
10.1	引言	307
10.2	拱坝体形设计与优化	309
10.3	拱坝应力分析	315

10.4	拱坝抗滑稳定	319
10.5	拱坝三维有限元弹塑性分析	321
10.6	拱坝建基面选择和基础处理	322
10.7	拱坝体形的经验性评估	323
10.8	砌石拱坝	325
10.9	结束语	326
第 11 章	碾压混凝土筑坝技术	张国新 陈改新 327
11.1	概述	327
11.2	碾压混凝土重力坝	329
11.3	碾压混凝土拱坝	332
11.4	碾压混凝土坝的坝身防渗与排水	335
11.5	碾压混凝土的温度应力与温度控制	337
11.6	碾压混凝土材料与配合比	340
11.7	碾压混凝土的施工	345
11.8	结束语	348
第 12 章	21 世纪中国的高堆石坝建设	蒋国澄 徐泽平 351
12.1	概述	351
12.2	土质心墙堆石坝	353
12.3	混凝土面板堆石坝	370
12.4	结束语	382
第 13 章	胶凝砂砾石坝的成就与进展	贾金生 马锋玲 郑瑾莹 徐 耀 杨会臣 384
13.1	国内外发展状况	384
13.2	胶凝砂砾石坝筑坝材料特性	385
13.3	胶凝砂砾石坝设计	391
13.4	胶凝砂砾石坝施工及质量控制	396
13.5	工程实例	400
第 14 章	大坝混凝土的温控	朱伯芳 406
14.1	概述	406
14.2	混凝土温度徐变应力基本理论和分析方法	406
14.3	混凝土坝块温度应力	408
14.4	重力坝的温度应力	410
14.5	拱坝温度应力	414
14.6	水闸温度应力	417
14.7	基础梁的温度应力	419
14.8	混凝土的水管冷却	420
14.9	综合温控防裂措施	426
14.10	全面温控, 长期保温, 结束无坝不裂历史	428
14.11	抗裂安全系数	429
14.12	结束语	430
第 15 章	大坝高边坡工程	陈祖煜 王玉杰 432
15.1	概述	432

15.2	工程地质	432
15.3	边坡稳定分析和安全评价	434
15.4	边坡加固的工程方法	438
15.5	水利水电工程边坡工程实例	441
第 16 章	高混凝土坝抗震技术	陈厚群 453
16.1	中国国情和大坝抗震	453
16.2	大坝抗震研究的主要进展	454
16.3	结语	489
第 17 章	高坝泄洪消能及高速水流	高季章 刘之平 郭 军 494
17.1	高水头大流量泄洪消能技术发展概况	494
17.2	高水头大流量泄洪消能技术和设施	494
17.3	高坝新型消能技术	505
17.4	高速水流问题	511
17.5	结语	514
第 18 章	水工地下结构	王仁坤 陈重华 陈 平 崔 炜 廖成刚 邢万波 付英茹 516
18.1	引言	516
18.2	中国水工地下工程发展概况	517
18.3	中国水电站地下厂房建设新进展	525
18.4	中国水工隧洞建设新进展	535
18.5	中国水工地下工程建设展望	542
第 19 章	中国的高坝施工	545
19.1	高土石坝施工	苗树英 楚跃先 545
19.2	高混凝土重力坝施工	戴志清 孙昌忠 黄家权 558
19.3	高混凝土拱坝施工	程志华 570
第 20 章	水力发电设备	朱耀泉 朱云枫 刘 洁 张良颖 584
20.1	水轮发电机组	584
20.2	水轮机调速器先进技术	595
20.3	水轮发电机励磁先进技术	598
20.4	水电站计算机监控系统	600
20.5	水轮机运行关键技术	604
20.6	三峡电站运行实践	609
第 21 章	抽水蓄能电站	邱彬如 吕明治 姜忠见 618
21.1	中国抽水蓄能电站的发展	618
21.2	抽水蓄能电站枢纽布置	620
21.3	上(下)水库的防渗衬砌	627
21.4	压力管道和发电厂房	644
第 22 章	高坝典型工程	651
22.1	三峡大坝工程	孙志禹 陈先明 651
22.2	二滩水电站工程	朱忠华 王 刚 670
22.3	小浪底大坝工程	殷保合 678

22.4	小湾水电站工程	喻建清	686
22.5	龙滩水电站工程	程纲为	695
22.6	水布垭水电站工程	孙 役 陈润发 蔡金燕	701
第 23 章	300m 级高坝的典型问题		710
23.1	300m 级面板堆石坝典型工程及突出问题	马洪琪	710
23.2	300m 级心墙堆石坝典型工程及突出问题	张建华 姚福海 肖培伟 马芳平	715
23.3	300m 级高拱坝突出问题	段绍辉	726
第 24 章	中国承建的国际大坝工程	王瑞华 梁 铨	738
24.1	中国水电大坝建设的国际品牌		738
24.2	土石坝及面板堆石坝		739
24.3	混凝土坝		749
24.4	前景展望		758

第 3 篇 水库大坝运行管理

第 25 章	水库大坝的运行管理	蔡跃波 盛金保 杨正华 王士军	761
25.1	概述		761
25.2	水库大坝运行管理技术		768
25.3	水库大坝管理信息化		796
第 26 章	水电站大坝的运行管理	张秀丽 谢霄易 杜德进 赵花城 黄世强 许传桂	804
26.1	水电站大坝安全监督管理机构		804
26.2	水电站大坝安全法规		807
26.3	水电站大坝安全技术监督管理		813
26.4	水电站大坝安全监测检测评价技术		822
26.5	水电站大坝补强加固技术		841
附录	中国与世界水库大坝统计	贾金生 袁玉兰 赵 春 马忠丽	848
附表 1	中国库容前 100 位大坝统计		849
附表 2	中国坝高前 100 位大坝统计		852
附表 3	中国装机容量前 100 位大坝统计		855
附表 4	中国坝高前 30 位土石坝统计		858
附表 5	中国坝高前 30 位拱坝统计		859
附表 6	中国坝高前 30 位重力坝统计		860
附表 7	中国坝高前 30 位面板堆石坝统计		861
附表 8	中国坝高前 30 位碾压混凝土坝统计		862
附表 9	世界库容前 100 位大坝统计		863
附表 10	世界坝高前 100 位大坝统计		868
附表 11	世界坝高前 30 位土石坝统计		873
附表 12	世界坝高前 30 位拱坝统计		874
附表 13	世界坝高前 30 位重力坝统计		875

第 1 篇

水库大坝规划与可持续发展



第 1 章 水库大坝战略思考

时代新跨越——中国大坝建设若干问题思考*

汪恕诚^①

1992年，我写过一篇文章，题目叫《世纪大跨越》，文章的最后一段是这样写的：“到2012年，经过从石龙坝开始的一个世纪的努力，使全国的水电装机容量突破1亿kW，实现世纪大跨越。我们不仅要建成世界最大水电站——三峡水电站，夺取‘单项’冠军，还要成为世界上水电装机容量（常规机组）最多的国家，夺取‘团体’冠军。”2010年8月，我们召开了中国水电百年纪念大会，同时庆贺全国水电装机容量突破2亿kW。与我在“世纪大跨越”中所设想的1亿kW目标相比，实际完成的水电装机超过一倍，这样的结果是谁都没有想到的。在深入贯彻落实科学发展观的今天，中国水电的发展前景如何，怎样进一步推进中国大坝建设健康快速发展，下面我讲四个观点。

1. 水电是应对气候变化的首选清洁能源

为了应对气候变化，中国政府向世界承诺了三个指标，其中与水电有关的是两个指标：一是到2020年，单位GDP的CO₂排放量比2005年降低40%~45%；二是2020年之前，非化石能源占一次能源消费比重达15%左右。根据这一要求，中国的核电、水电、太阳能、风力发电等清洁能源都会有大跨步的发展。但恰恰在这个时候，日本发生了“3·11”大地震，出现福岛核电站核污染事故，使全世界核电的发展受到重大影响。我相信，中国的核电发展规划，同样也会受到很大的影响。目前，国务院已经决定对核电的发展和规划进行检查、整顿。核污染、核安全问题必然受到全社会的关注。在这种情况下，为实现温室气体减排目标，水电的担子更重了。最近一段时间，我在各种会议上反复强调这么一段话：“目前，水电是我国资源最丰富、技术最成熟、成本最经济、电力调度最灵活的非化石能源、可再生能源，是最现实的、具有大规模发展能力的首选能源，是可持续利用的低碳能源。”我用了很多的定语、形容词，这是针对现在社会上以及某些政府部门的一些不恰当观点，是有针对性的。当前发表的某些重要文章，谈清洁能源时居然不讲水电！于是我反复强调：水电是清洁能源、可再生能源、低碳能源，是首选能源。

根据2000—2003年间进行的全国水能资源复查成果，大陆的水力资源理论蕴藏量为6.94亿kW，技术可开发量为5.42亿kW，经济可开发量为4.02亿kW。当我还在水利部任职的时候，考虑到生态问题，考虑到一条河流的全面规划问题，曾提出：一条河流水能资源的开发上限可以设定为60%，保留一定河段的原生态。这次日本福岛核事故发生以后，经过反复思考，我建议水电开发的上限要提高，提高到80%~85%。这次日本核污染事故对全球能源的影响，让我觉得水电的担子更重了，在这种情况下，水电开发的程度要提高，不然中国的能源问题很难解决。大体上可以这样来设想我国的水电开发进程：在2010年水电装机容量达到2亿kW、开发程度为37%；到2020年，水电装机容量达到3亿kW，开发程度为56%；到2030年，装机容量达到4亿kW，开发程度为74%；到2040年，装机容量为4.6亿kW，开发程度达到85%，也就是说，在2050年前水能资源开发完。按上述的设想计算，每年要新增水电装机容量1000万kW，持续保持40年。我们说水电的春天来了，但是我不希望人为地搞成夏天，不要过热，步子要稳当。在今后的二三十年里，我认为每年保持新增装机容量1000万kW是比较稳妥的，实际上实现这一目标也是需要付出艰辛努力的。

* 此文是作者于2011年6月16日在中国大坝协会2011学术年会大会开幕式上的主旨报告。

① 汪恕诚，中国大坝协会理事长，水利部前部长。