

第一章

大坝安全管理

第一节 大坝安全管理的现状

大坝是一种重要和特殊的建筑物。它的特殊性主要体现在它所承受的水压力和渗透压力荷载数值和变幅巨大，且长期反复作用；在渗流、溶蚀、冲刷、冻融、风化等有害因素的不断作用下，其材料不断地被损坏；在设计中对大坝和坝体材料的许多性能很难全面准确地查明，不得不依据设计理论和实践经验作出某些假定和简化；大坝失事后将给下游人民生命财产造成重大灾难。由于这些原因，世界各国政府不得不对大坝的规划、设计、施工、运行，以及监测都进行严格的控制和管理。而控制和管理严格程度及具体做法各国各有不同，一般均由政府颁布严厉的条例和法规，有的国家由政府或由政府授权的部门进行严格的控制和管理，有的国家则交由业主依法负全责。

大坝是水电站最主要的水工建筑物。它的安全与否不但直接影响水电站发挥经济效益，而且具有一定库容水库的大坝还关系到下游人民的生命财产安全。为此，加强大坝的安全管理和监测引起了各界的高度重视。

根据国外有关资料统计，20世纪30年代以后，国内外相继发生了法国马尔帕赛、美国圣佛兰西斯、意大利瓦依昂和我国的石漫滩、板桥等水库垮坝事件。意大利瓦依昂拱坝失事，仅7min就毁灭一座城市和几个小镇，死亡人数达3000人，造成惨重的损失，因而引起了人们的高度重视。

在国外，特别是一些发达国家，如美国、日本等国都把大坝的安全作为公共安全事业来处理，相继颁布了有关法律、法令和建立了一整套管理机构。为了推进大坝运行特性的永久性网络和信息库的发展，部分国家如加拿大大坝工程师共同努力，建立了国家大坝运行特性计划项目（NPDP），报告大坝运行特性并将这些资料存档，作为坝工和大坝安全工作的一部分。斯坦福大学大坝运行特性中心（Center）、联邦急救管理机构（FE—MA）和州大坝安全官员协会（ASDSO），为NPDP的合作者的合作奠定了基础。NPDP启动后，美国大坝委员会（USCOLD）、加拿大大坝安全协会（CDSH）和加拿大大坝委员会（CANCOLD）紧接着参加了该组织。印度政府在水

利部中央水资源委员会内组建了一个大坝安全机构，印度的大坝安全工作于 1980 年正式启动，该安全机构的目的是协助各政府部门确定影响大坝及其附属设施安全的潜在事故原因，并提出合适的补救措施和建议及指导原则。印度各政府部门负责评价及维护大坝安全。

1958~1991 年间 共召开过 12 次国际大坝会议，其中就有 10 次讨论了与大坝安全管理及安全监测有关的议题。由此足以证明 闸、坝安全之重要性。

我国对大坝安全管理工作十分重视，有关大坝安全的法律、条例相继颁布实施。从 20 世纪 50 年代开始就着手抓大坝管理工作，并于 1991 年 3 月国务院颁发了《水库大坝安全管理条例》，1995 年 12 月颁发了《中华人民共和国电力法》，1997 年 8 月颁发了《中华人民共和国防洪法》，1998 年 12 月颁发了《大中型水电站水库调度规范》。这些法规的颁布对进一步搞好我国大坝安全工作发挥着指导和规范作用，标志着我国大坝安全进入了有章可循，有法可依和“依法管理、依法治坝”的轨道。原能源部水电站大坝安全监察中心，针对我国大坝安全管理相对落后的状况，依据国家有关法律、条例，建立和完善了具有中国特色的大坝安全法规体系，1987 年 9 月颁发了《水电站大坝安全管理暂行办法》，随后又制定了《水电站大坝安全检查施行细则》，于 1997 年 1 月经

修订后正式颁发了《水电站大坝安全管理办法》，同年先后制定了《水电站大坝安全注册规定》、《水电站大坝安全监测工作管理规定》等。四川省电力工业局1994年制定了《四川省电力局大坝监测管理办法》，1996年制定了《四川省水电站大坝技术监督管理条例》，从而使大坝安全法规趋于配套和完善。

根据《水电站大坝安全注册规定》，1997年开展了水电站大坝安全注册工作，截止1998年底大坝安全监察中心已办理注册登记的大坝110座，其中甲级安全注册大坝100座。在大坝安全监察中心的指导下，全面开展了水电站首轮大坝安全定期检查，截止1997年底已有96座大坝完成首轮定检，1998年已开始进行第二轮水电站大坝安全定期检查。四川省电力工业局已完成第一轮大坝定检的有：苦蒿坪、渔子溪、耿达、映秀湾、龚嘴、铜街子、南桠河三级、太平驿、磨房沟二级，均属正常坝。通过首轮定期安全检查掌握了大坝的安全状况，摸清了大坝安全缺陷和隐患，促进了大坝补强加固，健全了大坝安全管理、技术管理技术档案，提高了大坝安全管理人员的整体素质，大坝安全管理水平上了一个台阶。

1998年国务院机构改革和政府职能调整，国家经贸委履行电力工业的政府职能，成立了国家电力公司。为了加强水电站大坝安全管理工作，国家经贸委请国家电力公司承担电力系统水电站大坝安全管理工

作。

在加强水电站大坝安全管理组织建设方面，原能源部于 1986 年设立了水电站大坝安全监察中心，水利部设立了大坝安全监测中心。各省的水电管理部门也相继成立了大坝安全监控中心。四川省电力工业局的大坝安全监控中心成立于 1987 年，为确保大坝安全，省局直管的水电厂建立了以总工程师为首的水电站大坝安全技术监督网，并明确水电站大坝安全的第一责任人为厂长。

第二节 大坝安全管理的目的

水电站大坝是水电厂保安全、出效益的重要建筑物。在其建设过程中，由于诸多主、客观因素的影响，难免有对自然条件认识不足、施工措施与管理不当，经长期运行后各种缺陷逐渐暴露；若发现不及时，处理不恰当，轻则电厂被迫停运检修，重则坝溃厂毁，殃及下游城乡人民的生命财产安全，造成重大灾害。所以，在国外许多国家对水电厂闸、坝运行安全极为重视，不少国家都把大坝安全管理纳入政府重要议程和国家立法管理的范畴。

水电站建设要坚持先勘察、后设计、再施工的原则，严禁边勘察、边设计、边施工的三边工程。实行设计、施工、质量终身制。设计单位要严格依据批准

的可行性研究报告，国家规定的设计规范、规程和技术标准进行工程设计；施工单位根据其设计和规范进行施工。因此，设计和施工单位应与业主加强联系和协作，各尽其责，共同搞好大坝安全管理工作。

设计单位大坝安全管理工作，应从大坝规划开始抓起。严格按照科学规律，合理规划、精心设计，把好设计审查关；对大坝安全监测设施，应尽量考虑周全，优先采用国内外先进可行的新技术和新方法；达到设计合理，精简适用，监测有效，力求实现大坝安全监控系统自动化的目的，并确保设计、施工一步到位，避免在工程竣工移交后，被迫再改造而造成不必要的浪费。

施工单位各级管理干部和施工人员，要树立“大坝安全，质量第一”的思想。严格按设计图纸精心施工，把好工程施工质量关，彻底杜绝工程隐患；对大坝安全监测设施应精心施工，保证仪器埋设质量，做好埋设记录，抓好施工期间大坝安全监测管理工作；尤其是初次蓄水前，应按设计要求测定各项初始值，要求监测资料搜集及时、准确、完整。

加强运行期间大坝安全管理，确保大坝安全运行。首先要抓好大坝安全监测工作，大坝安全监测是运行管理的耳目，是掌握大坝运行工况的重要手段；观测数据是判断大坝安全与否的重要依据，因此对观测资料要及时分析、处理。其次是认真开展大坝安全

监察工作，运行管理单位要抓好日常巡查和年度检查工作，主管单位要抓好定期检查和特种检查工作；及时发现危及大坝安全运行的各种病害情况，尽早采取补强加固措施。再次是充实大坝安全管理队伍，提高管理人员素质；按科学规律和现代化管理要求，结合实际情况，适当的调整管理模式，促进大坝安全管理工作向前发展。

四川省电力工业局所辖水电站大坝（含代管）现有 11 座：白龙江上的宝珠寺大坝，大渡河上的龚嘴和铜街子大坝，岷江干流上的太平驿闸坝和映秀湾闸坝，岷江支流上的渔子溪闸坝、耿达闸坝和龙潭闸坝，南桠河上的姚河坝、南桠河三级闸坝，茅杆河上的苦蒿坪大坝。这些水电站各有其特点，都正常地发挥着各自的功能和作用。四川省电力工业局对大坝安全管理工作十分重视，加强水电站大坝的安全管理工作，设立了四川省坝工技术监督网络；对大坝观测设施逐步进行改造，实现大坝观测系统自动化；认真开展汛前汛后大坝设施检查和年度详查；加强职工大坝安全的教育，提高全民安全意识。所以，我们搞好大坝安全管理工作，其根本目的在于安全发供电，防洪渡汛，保障下游人民的生命安全和国家财产不受损失，为祖国的繁荣昌盛，为社会主义现代化事业创造最大的社会和经济效益；对水电厂防灾减灾、安全渡汛、创一流水电厂等方面都具有积极和推动作用。

第三节 大坝安全管理的职责和内容

根据原电力工业部《水电站大坝安全管理办法》，各级水电站大坝安全管理机构的主要职责和内容如下。

一、国家电力公司大坝安全监察中心是水电站大坝安全的监察机构

(1) 贯彻国家有关大坝安全的方针、政策，拟定有关水电站大坝安全管理的规章，经电力公司批准颁发后监督其实施；

(2) 负责编制水电站大坝安全的近期工作计划和远景规划，经电力公司批准后监督主管单位实施；

(3) 对水电站大坝安全实行监察，进行大坝安全巡查，配合并指导主管单位组织的重要大坝安全检查，对报电力公司的安全检查报告和专题技术报告提出评价意见后，报电力公司审定，监督主管单位对认定的险、病坝进行除险加固和对正常坝进行消除缺陷处理；

(4) 受电力公司委托主持或参加水电站大坝加固和履行设计的审查及竣工验收；

(5) 参加水电站初期蓄水和工程竣工验收工作；

(6) 负责组织建立大中型水电站大坝的安全监察数据库和档案库

(7) 负责国内外大坝安全管理技术的交流、新技术的推广应用；

(8) 编制水电站大坝安全管理人员的培训计划，并组织实施；

(9) 负责受理水电站大坝安全注册工作；

(10) 指导各地区水电站大坝安全监察机构的工作。

二、主管单位对水电站大坝安全管理的主要职责和内容

(1) 认真贯彻执行国家有关大坝安全的方针、政策及大坝安全法规；

(2) 设置地区性水电站大坝安全监察机构，配备专职的大坝安全监察人员，在部大坝安全监察中心的指导下，负责本地区水电站大坝安全监察工作；

(3) 编制所辖水电站大坝安全工作年度计划和长远规划并组织实施；

(4) 审查所辖水电站的年度水库调度方案，按有关规定审批或报批；

(5) 组织所辖水电站大坝的定期检查，特种检查和专项技术鉴定，提出大坝安全检查报告和鉴定报告；

(6) 负责加固和改造工程（包括监测系统更新改造）的设计委托、审查、施工招标、进度检查和竣工验收对已确认的险、病坝应限期组织除险加固；

(7) 担任工程建设业主时，组织设计、施工、运行单位之间的协作配合，确保施工项目工程质量，并将施工期和首次蓄水观测成果分析报告、大坝主要竣工图纸和文件报部大坝安全监察中心；

(8) 大坝发生险情时，应立即组织分析，采取应急处理措施；

(9) 审查所辖水电站安全注册申请并按规定报部大坝安全监察中心；

(10) 对所辖水电站安全管理人员培训和业绩考核。

三、水电厂对大坝安全管理的主要职责和内容

(1) 编制本厂大坝安全管理工作年度计划和预算，报主管单位批准实施；

(2) 按照批准的设计防洪标准和水库调度原则，编制年度水库调洪方案，上报审批；

(3) 编制本厂大坝安全各项规程，严格按规程要求进行日常运行、观测、巡查、维护和年度详查，使大坝经常处于良好工作状态，并将年度详查资料上报主管单位，抄报部大坝安全监察中心；

(4) 在观测检查中，发现异常现象和险情，及时处理并报告主管单位，同时抄报部大坝安全监察中心；

(5) 对大坝加固改造工程的实施，并将竣工资料报部大坝安全监察中心；

(6) 建立健全大坝安全管理的技术档案和规章制度；

(7) 按规定向主管单位进行大坝安全注册申报工作；

(8) 建立健全大坝防汛制度，每年汛前，对泄洪设施进行全面详细的检查，对泄洪闸门、启闭设备、备用电源进行试运转，发现问题及时处理，保证通信畅通、照明可靠，并及时做好防洪器材及交通运输设施的准备。每年汛前、汛后，对水库上、下游进行巡视与现场检查，对影响大坝安全的事件及时处理；

(9) 定期开展大坝日常巡查、年度检查、定期检查和特种检查；

(10) 大坝的安全保卫工作，禁止任何单位和个人干扰水电站大坝的正常管理工作。

四、设计单位对大坝安全管理的主要职责和内容

(1) 必须按照国家有关部门颁发的法规及技术标准进行水电站大坝设计；

(2) 大坝施工前，应向施工单位解释设计意图，施工期间应向工地派驻设计代表，解决施工中有关设计问题；

(3) 根据《水电站基本建设工程验收规程》规定的职权和义务，参加水电站初期蓄水和竣工验收工作；

(4) 在工程竣工验收移交后，应定期回访，了解

大坝运行性态，提出改进建议，当大坝出现异常情况时，应主动提供有关设计资料，参加研究；

(5) 参加或协助大坝安全检查、大坝工作性态评价等工作；

(6) 建立和妥善保存大坝设计的完整档案，按规定向建设单位提供完整的设计文件和大坝安全管理所需的资料。

五、施工单位对大坝安全管理的主要职责和内容

(1) 必须按照设计图纸和合同文件的要求及国家和有关部门颁发的施工、验收规程、规范进行施工，确保水电站大坝施工质量；

(2) 必须设置专职的施工质量管理机构，负责大坝施工的质量检查和记录；

(3) 对大坝建筑材料进行严格的质量检查和控制，必须设立试验机构，确保建筑材料符合设计要求；

(4) 根据设计单位提出的观测项目和要求做好施工期和首次蓄水的原型观测及检查，并将观测成果分析报告报送业主（或建设单位）；

(5) 竣工验收时，应按《水电站基本建设工程验收规程》要求，将所有文件资料完整地移交业主（或建设单位）

第二章

水 工 建 筑 物

第 一 节 概 述

水利工程的根本任务是：除水害和兴水利，即防洪、灌溉、发电、供水、航运、养殖、旅游。除水害主要就是防止洪水泛滥和沥涝成灾。它的特点是：工程量大、投资多、工期长、施工条件复杂、影响面大、需要考虑的因素多，有些技术问题至今仍处于发展阶段。

水工建筑物的类别可区分为以下几类：①挡水建筑物；②泄水建筑物；③输水建筑物；④取水建筑物；⑤整治建筑物。有些水工建筑物在枢纽中所起的作用并不是单一的，如各种溢流坝，既是挡水建筑物，又是泄水建筑物；水闸既可挡水，又能泄水，还能作为灌溉、发电及供水用的取水建筑物等。

第二节 重力坝

利用筑坝材料的自重挡水是坝工设计中最早形成的一个概念，重力坝是最早出现的一种坝型。重力坝是大体积混凝土建筑物，其剖面形状大致呈三角形。

一、重力坝的特点

重力坝一般建筑在岩基上，常沿坝轴线用横缝分成若干个坝段，结构形式类似悬臂梁。重力坝依靠自身的重量在地基上产生摩擦力，以及坝与地基面间的粘结力来抵抗坝前的水推力。重力坝利用上游坝面上的水重来维持坝的抗滑稳定。混凝土的抗拉强度很低，所以在重力坝坝体内不允许出现拉应力。总之，抗滑稳定及无拉应力是保证重力坝安全运行的两个主要原则。

重力坝之所以如此长久地被全世界广泛采用，主要具有以下几方面特点：

(1) 在枢纽布置中，重力坝的泄水问题比较容易解决，在重力坝坝体内便于布置泄水孔或水电站的引水管道。

(2) 重力坝对地基和地质条件的适应性较好。较拱坝来说，重力坝对地基质量的要求不太高，具有一般强度的岩基都可以适用，几乎在任何形状的峡谷中均能建造，且能较好地适应岩石物理情况的变化和各

种非均质地基。

(3) 重力坝易于通过较低的坝块或底孔（永久的或临时的）导流，比土石坝的施工导流更为简单安全。

(4) 在严寒地区，实体重力坝与拱坝或支墩坝相比，受冻害的影响较小。

(5) 重力坝在满足抗滑稳定及无拉应力两个主要条件下，坝体内的压应力通常是不大的。

二、重力坝的荷载及其组合

作用在重力坝上的荷载分为基本荷载和特殊荷载两种。

1. 基本荷载

(1) 坝体及其上永久设备的自重；

(2) 正常蓄水位或设计洪水位时的静水压力（选取一种控制情况）；

(3) 相应于正常蓄水位或设计洪水位时的扬压力（包括渗透压力和浮托力，选取一种控制情况）；

(4) 泥沙压力；

(5) 相应于正常蓄水位或设计洪水位时的浪压力；

(6) 冰压力；

(7) 土压力；

(8) 相应于设计洪水位时的动水压力；

(9) 其他出现机会较多的荷载。

2. 特殊荷载

(1) 校核洪水位时的静水压力；

- (2) 相应于校核洪水位时的扬压力；
- (3) 相应于校核洪水位时的浪压力；
- (4) 相应于校核洪水位时的动水压力；
- (5) 地震荷载；
- (6) 其他出现机会很少的荷载。

3. 荷载组合

设计混凝土重力坝时，荷载组合可分为基本组合和特殊组合两类。基本组合由基本荷载所组成；特殊组合除相应的基本荷载外，尚包括一种或几种特殊荷载。

基本荷载组合见图 2-1。

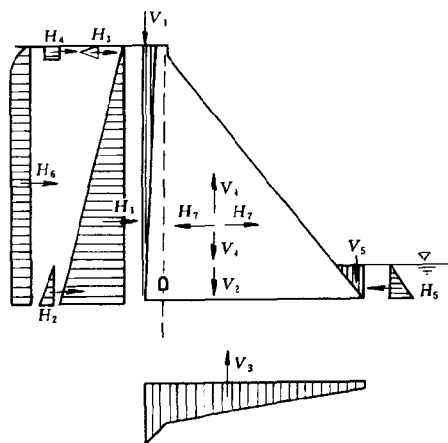


图 2-1 重力坝上的基本荷载

H_1 、 H_2 —上、下游水平水压力； V_1 、 V_5 —上、下游垂直水压力； V_2 —坝自重； V_3 —扬压力； V_4 —垂直地震力； H_2 —泥沙压力； H_3 —浪压力； H_4 —冰压力； H_6 —地震动水压力； H_7 —水平地震力

三、重力坝的稳定分析

在任何荷载组合情况下，重力坝都要保持稳定。

1. 静力失稳现象

混凝土坝的失稳包括静力失稳和地震失稳。重力坝主要是静力失稳。重力坝的失稳现象一般包括：由于沿某截面上的抗剪能力不足而滑动；由于绕下游坝趾的倾复力矩而倾倒；由于扬压力超过自重而浮起。对于混凝土重力坝，浮起一般不会发生，倾倒除特殊情况外，通常也可不进行审查。因此，一般只需进行抗滑稳定校核。

除此之外，混凝土的老化和损坏会降低大坝的抗滑稳定和抗倾性能。

2. 工程资料的复查和评价

重力坝的潜在不稳定性可以从它的开裂、渗漏、位移或其他一些缺陷上看出。但是，除进行现场检查外，还应进行设计、施工、运行、安全监测资料的复查和评价。

3. 稳定分析的依据

为了进行稳定分析，所收集的各类资料要有：大坝的设计形体及竣工形体、混凝土的物理性质、坝趾地质特征、地震荷载作用下的材料强度、坝体及坝基的实际扬压力、大坝运行期间可能会遇到的各种荷载等。

4. 稳定分析的方法