

大力加强水电站大坝安全管理工作

李鹤鼎

(一)

人类筑坝，有长远的历史，有的古坝至今存在，我国四川的都江堰（200B.C ~ 256B.C）和广西的灵渠分水堰（219B.C）就是很好的例证。但是古代筑坝的数量终究是很少的。近代早期，为农田水利、生活用水等需要，筑坝开始有所增多。进入二十世纪，欧洲开始建造水力发电站以后，为了开发水电或综合利用而筑坝，日益增多而且增长很快，达到十分可观的规模和数量，筑坝的技术也日益进步，创建了各类坝型，达到了巨大的高度。建造水电站必然要拦河筑坝，因此水电建设的发展，大大促进了近代筑坝工程，特别是高坝大坝的发展，这种情况在世界上，先在西欧一些国家如法、意、瑞士、西班牙等国，很快继之在美国、苏联、加拿大、日本等国，近期在我国、巴西等国以及亚、澳、非、南美许多国家，蓬勃发展起来。

我国1949年建国以前，筑坝数量很少，但自建国以后，筑坝发展很快，我国幅员广大，河流众多，水电资源居世界首位，到目前为止，我国为各种需要而建筑的坝总计有八万多座，其中高15米以上的一万八千多座，高30米以上的三千多座，高100米以上的二十多座，筑坝数量已居世界首位。无论大小坝的发展都与水电站的发展有关，其中数量很大的小坝大多属于小型水电站，较高的大坝大多属于大中型水电站，特别是百米以上的高坝，绝大多数是水电站或综合利用的大坝，目前接近或超过150米的大坝五座（龙羊峡、乌江渡、东江、白山、刘家峡）都是大型水电站的大坝，其中龙羊峡坝高178米，库容247亿立方米，是当前国内最高的坝，最大的水库。目前已开始动工在建的大型水电站，坝高在100米以上的还有紧水滩、安康、鲁布格、宝珠寺、岩滩、漫湾、隔河岩、水口、东风、李家峡、天生桥一级、二滩等十多座，其中二滩大坝为高245米的双曲薄拱坝。这些情况充分说明我国自1949年建国以来，水电站的筑坝工程，随着水电建设的开发，有了迅速的、大规模的发展，而且继续在日新月异，蓬勃发展的形势下，向数量愈来愈多，规模愈来愈大，坝高愈来愈高，技术愈来愈先进的方向，迅速发展着，但是这也充分说明我国水电站大坝安全管理工作的任务、责任的重大的严峻客观形势。

筑坝给人类带来很大的经济效益和社会福利，但一旦失事，则会造成极大的灾害和生命财产的损失，因此大坝的安全自然是十分重大的问题。近代以来，特别是近四、五十年，世界上筑坝的数量愈来愈多，规模高度愈来愈大，而且时间愈久，大坝的老化不可避免，加以有的大坝建造的自然条件十分复杂，有的大坝在设

本文于1992年发表

1998

计、施工中不免遗留某些缺陷隐患，有的大坝在运行中有某些失误或缺乏严格的监测检查未能预见险情，因此大坝失事仍时有发生，大坝的安全问题也愈来愈突出。特别是近些年来，一些重大的大坝失事，造成生命财产的重大损失，更给筑坝者提出严厉的警告。据国际大坝委员会统计本世纪开始至1965年，世界上重大的大坝失事约160多次，1950~1965年间占55次，近20~30年来（1980年以后尚未统计在内）一些著名的重大大坝失事，都造成很大的生命财产损失，如法国的Malpasset（1959年，死421人），西班牙的Vega de Tera（1959年死144人），巴西的Qros（1960年，可能死1000人），印度的Panshet-Khadakwasla（1961年，不详），马来亚的Kuala Lumpur（1961年，死600人），南朝鲜的Hyokiri（1961年，死250人），苏联的Babü Yar（1961年，死145人），意大利的Vaiont（1963年，死2600人，坝未垮，滑坡水库涌浪翻坝），哥伦比亚的Quebrada La Chapa（1963年，死250人），美国Baldwin Hill（1963年，死5人），印尼的Sempor（1967年，死200人），印度的Nanaksagar（1967年，死100人），保加利亚的Zgorigrad（Veratza）（1966年，死96人），阿根廷的Frais（1970年，死42人），美国的Buffalo Creek（1972年，死125人），美国的Teton（1976年，死11人），印度的Machhu II（1979年，死2000人）等。

以上这些原因和事实促使世界上筑坝发达的一些国家，近年来对大坝安全的管理工作，特别加强了重视，建立健全了组织机构，制定完善了严格的管理制度和法则规定。从设计、施工到运行、监护，在大坝安全管理方面，都加强了全面严格的管理。在大坝安全监测的仪器制造，记录传送分析的自动化方面的科研工作，也做出新的努力并有较大的提高。国际大坝委员会为适应当前形势，也成立了“大坝安全专业委员会”，组织各会员国编制了“大坝安全导则”供各国参考采用，以期为防止或减少大坝失事做出贡献。

我国自1949年建国以来，筑坝的发展很突出，而且仍在以更大的步伐向前发展，数目不断增加，规模高度日益增长，同时大坝的年龄愈来愈大，已建大坝有些年龄已达30年以上，老化现象也日渐显露，加以建坝当时由于经验不足或管理不善或受到当时某些“左”的干扰，以致有些大坝在设计中，水文标准偏低，有些地质或结构问题处理不够完善，在施工中有的质量控制不严，致使有些大坝建成之后，留有缺陷以致隐患，影响大坝的寿命与安全。特别是在大坝建成之后，对大坝的监测、维护、检查、维修、补强方面，多年来重视不够，管理的制度法则不严，致成为当前大坝安全管理突出的薄弱环节，也是与国外先进国家相比落后较多的一个方面。大中型水电站的大坝虽然还没有发生过垮坝事故，但局部的破损和某些不安全现象还是时有发生（如柘林、陈村、天桥、柘溪、丰满、龚嘴等等），在世界上我国的大坝数量最多，设计施工的水平也不比国外高，而大坝的安全管理则较差，这

种严峻形势和以上的这些事实和问题都说明必须迅速大力加强大坝安全管理工作的
重要性和迫切性。

(二)

大坝安全管理工作从对象范围来说应包括各大坝(包括主坝、副坝)的挡水建筑物(坝本体),泄洪建筑物和各建筑物相连的基础及有关的附属设施以及水库周边可能影响大坝安全的滑坡坍岸体和水库诱发地震的监测预报等。从阶段范围来说应包括设计(包括勘测)、施工、运行(包括运行、监测、检查、维修以及补强加固等),各阶段的全过程,从开始一直到终了。

1、我国大坝安全管理在设计方面,一向是很重视的,自50年代开始制定各项设计规程、规范,并经过多次的修改补充,可以说已经有了一套基本完整的,可以保证大坝安全的设计规程、规范,在具体设计中也一向是较严格的按规程、规范办事。在设计的基本资料方面一向也是很重视的,在水文资料方面,较早的在全国范围内各主要河流建立了水文测验站网,目前可以说在建设较大水电站的河流上都能取得较长的可靠的水文系列资料,在地质资料方面对每个坝址的地质勘探试验工作也都做得比较充分。但就大坝安全管理工作来说,在大坝设计方面,也存在一些需要加强改进的地方:

(1)设计的依据标准以及规程、规范有时会受到某些干扰,如洪水设计标准就曾时升时降,具体的设计和设计的具体执行经常受不科学的行政命令的干扰,以致影响大坝的安全质量。这种情况今后自应排除(当然合理的修改是应当的)。

(2)科学不断的在进步,人类实践的经验不断丰富,设计规程规范也应随时做必要的修改补充以更好的保证安全,同时取得更大的经济效益。目前在这方面的
工作还有些赶不上形势的发展。

(3)以往由于思想认识和管理体制方面的问题,设计者参与施工管理很不够,特别是参与运行安全管理更不够,设计者与所设计的大坝不是始终保持密切的联系,大坝一经设计完成,付诸施工以后,特别是建成交付运行以后,设计者与大坝的关系愈来愈疏远,直到完全断绝联系。这样设计者在施工中不能充分发挥技术监督检查,质量控制,技术指导帮助的作用,也不能跟着施工中客观条件的进一步暴露和变化,随时主动的对设计加以修改或补充。设计者在大坝建成后,也不能密切了解到自己设计的大坝的运行表现,随时对大坝的运行维护做出指导,也不能即时得到信息反馈,对自己设计中的缺点,甚至错误即时做出改正或补充并用以不断提高设计水平。大坝设计者与所设计的大坝应在各个阶段都保持密切的关系,在这方面从大坝安全管理的需要出发,仍有不少需要加强改进的地方。今后水电建设采用招标承包制,将会以设计单位承担业主的“工程师”职务,在这方面当会有所改进。

(4)大坝设计中安全问题和经济问题是辩证统一的，应当做到在确保安全的条件下，求得最经济的设计，既不要在能确保安全的条件下，做出过于保守的设计，增加不必要的投资，更不能为了不适当的节约“优化”影响大坝的安全，如何做到这一点？在我国的大坝设计中还有不足之处，这就需要设计者有更全面深入的认识，做更精细深入的研究、论证，这也是当前大坝设计中一个重要的课题，也是在加强大坝安全管理的工作中，在设计方面应进一步全面考虑加以改进提高的问题。

2、大坝安全管理在施工方面，中心是大坝施工质量的保证，一方面在于施工者的工艺作风和技术水平，一方面在于严格的科学的监督检查。我国在建国初期五十年代，情况很好，有不少施工质量优良的水电站大坝在此期间建成，如流溪河、狮子滩等。“大跃进”期间这种优良作风遭到破坏，不少是由于“左”的影响表现在一些领导的“瞎指挥”，六十年代恢复时期的几年有所好转，但进入“文化大革命”以后，又遭到进一步的破坏，施工质量问题日趋严重，不但保证质量的责任制度和监督检查制度遭到破坏，职工对质量的重视和用以保证质量的良好工艺作风和技术水平方面都有很大的削弱，其影响直到现在仍未能完全扭转，这也是当前有不少已建成的水电站大坝还存在某些缺陷隐患的重要原因。大坝的施工质量与设计质量同是大坝长久安全的根本保证。目前在施工质量管理方面存在的问题还较多，必须进一步大力加强改进，一方面要积极开展技术培训，提高施工技术水平，大力提倡优良的工艺作风，另一方面要进一步加强质量责任制度和质量监督检查制度并完善各项施工技术规程、规范，大力加强严格执行，今后施行甲乙方招标承包制，在施工质量管理方面需要做更大的努力。施工期间的施工记录，特别是隐蔽工程记录，观测仪器埋设记录，质量事故记录等对运行期间大坝安全管理有重要的价值也必须要求施工单位认真做好，在竣工报告中清楚交代给运行单位。

大坝初次蓄水的检查观测工作，施工单位必须与设计和运行单位密切配合，保证蓄水安全并取得重要的观测记录。

3、在运行期间的水电站大坝安全管理工作，以往由于思想认识不够全面，有“重建轻管”，管理中又有“重机电、轻土建”的情况，使对建成后运行中的大坝的监测检查维护成为当前大坝安全管理中一个薄弱环节。似乎认为大坝一经建成，巍然屹立，基本可以不问不管也不会发生问题，不知任何大坝都有老化衰损问题，何况不少大坝还存在某些缺陷或隐患，而且大坝的失事大多早有预兆，不加检查及时维修，任其逐步发展，以致导致最后造成失事的惨剧。急起直追抓紧大力加强运行期间大坝的监测、检查、维护工作，应是大坝安全管理工作中的迫切任务。

运行期间大坝安全的管理工作，一方面是要保证正确的安全运行，按照设计制定的或设计与运行共同制定的水库运行安全守则以及每年的安全渡汛运行方案等，严格执行不发生错误。另一方面就是对大坝的日常的监测、维护、检查、加固

补强以及险情的特殊处理，其范围包括大坝本体及其基础，泄洪建筑物以及所有附属设施，也包括水库岸坡的安全，下游冲刷和泄洪的安全以及地震的监测、水文的预报等。

当前加强运行期间大坝安全的管理工作，应进一步提高对大坝安全管理的认识，加强这方面的组织领导、机构建设，制定完善的责任制度和管理制度，加强大坝安全管理运行方面与设计者和施工者之间的联系，并与设计者建立长远固定的关系。在大坝防汛方面还必须与地方政府取得联系，防汛抢险还必须得到各方面的支援。

目前急需进行的工作，首先把已建成的大中型水电站大坝的基本资料，设计施工资料，建成后运行期间已有的观测资料，各次检查、维修情况，各种非正常情况和险情处理情况，以及历年渡汛情况等的资料，收集齐全，建立起完备的大坝安全资料库，这是目前应抓紧补上的第一课。

对担任大坝安全管理工作的人员进行必要的培训，使之能正确的负起日常的监护工作，对所负责的大坝能掌握全面的正确的科学的了解，并把每个大坝的工作人员固定下来，持久工作下去，成为所管大坝的最亲切的知情人。国外大坝不少日常观测检查人员，从大坝建成一开始，甚至在施工期间，就担任这个职务，一做几十年，对大坝的安全健康情况了如指掌，我们也应当抓好培训工作，为每个大坝培养这样的人。

在检查方面应先将已建成的大中型水电站进行一次普遍的检查，做出详细记录，做为今后大坝安全管理的一个新起点，对有观测设施的，将已有的资料做一次全面整理、分析、鉴定，将已有观测设施进行一次精选提高，逐渐向自动化发展，对缺少观测设施的大坝要根据少而精、重实效的原则，研究补充必要的观测设施。

在进行建立机构，培训人员，制定制度和以上一些基本工作的同时，可以对已知有问题的大坝做一次清理，分先后缓急，组织特殊检查，需进行特殊维修加固处理的，应尽快决定方案，安排计划，加以解决，希望能在较短的时间内（3~5年）将已知有问题的大坝，做出必要的补强加固，使其安全健康情况得到进一步提高。

在大坝监测方面，仪器制造、埋设、观测、记录、信息传送、整理、分析等在当今世界上进步很快，能快速正确的取得成果，为研究分析可能发生的问题和险情，做出正确的判断，确实有效的为大坝的安全服务，如瑞士的苏济尔坝，为高156米的双曲拱坝，1957年10月开始蓄水，一直安全运行20年，至1977年11月开始观测到发生变位，至1978年10月变位异常，及时停止运行，放空水库，避免了垮坝失事，经过加固补强又投入了运行（变位原因为附近打隧洞，排出大量地下水，影响到大坝基础发生沉陷）。在这方面，目前我国还比较落后，我国利用埋设仪器监测大坝安全已有较长时间（五十年代起即已采用），但往往是埋设的数量很多，由

于仪器质量或埋设质量不良或管理不善，实际生效的数量很少，即使这些有效的仪器的观测记录，由于管理不善，也未能及时加以分析整理，在大坝安全管理上实际产生的作用很少。因此在大坝安全监测工作方面，不但技术水平要很好提高，管理工作也需大力加强。监测仪器的埋设应当做到少而精，确实能取得实效，埋设的部位要关键确切，埋设的质量要严格，埋设一个起到一个的作用。以往各坝所设的监测设施，无论外部的，内部的，应做一次普查，并重新审定一下仪器埋设的原设计和埋设规范。无用的、失效的可以废弃，关键部位确实短缺的，设法补充，以往的记录做一次清理选择并补充做出分析，逐步向信息的记录、传达、集中、储存、分析的自动化改进，达到近代的水平。

大坝是水电站固定资产中的一项，每年为维护大坝的长久健康安全所提取的更新改造资金，有可观的数额，但以往由于对大坝安全管理不重视，这笔款项大多被移做他用，这是不合经济管理法则的，一旦大坝因年久失修，造成失事，这种不按经济管理法则使用大坝更改资金的办法，应负很大责任。今后应坚决改正，取之于大坝必须用之于大坝，使大坝有资金得到完善的养护，及时的补强加固，确保长久的安全健康。这也是大力加强水电站大坝安全管理工作的一个重要问题。

(三)

对大中型水电站大坝的安全管理工作，在我国近二年来，有了较全面的认识，对加强运行期间大坝安全管理工作，已开始起步。在组织机构方面，1986年成立了全国性的“水电站大坝安全监察中心”，并开始逐步建立各地区、各省的大坝安全监察机构，加强并完善各水电站的大坝安全监察人员和组织。大坝安全监察中心成立后，二年来对部管的136座大中型水电站大坝进行了一次书面普查，对全国各地共32座重要的水电站进行了考察，对一些安全问题较大的大坝，已开展了资料分析工作，取得了一批工程应用成果，编制了“水电站大坝原观数据库软件”为实现计算机管理进行准备。在制定管理制度、规程、规范方面，1987年9月部颁发了“水电站大坝安全管理暂行办法”，为全国开展加强水电站大坝安全管理工作做出基本规定，并已进一步拟出“水电站大坝安全检查施行细则”以及“混凝土大坝安全监测技术规范”等准备颁发。大坝安全监测有关的科学技术研究工作也在积极开展。部科技司设立大坝安全监测技术组，水科院有指导研究分析大坝监测技术的专业组，南京自动化所开展了对先进监测仪器的研制，水力发电工程学会也成立了大坝管理与监测专业分会，水工建筑物观测情报网也加强了这方面的工作，同时还数次派人到国外考察学习收集资料，并邀请外国专家到国内讲学指导，这些都大大活跃并促进了大坝安全管理方面的科技交流以及认识上和技术水平的提高。

近二年由于各方面的努力，在大坝安全管理方面有所进步，但要使这项工作走上正规，达到必要的水平，无论在组织机构、人员配备、规章制度、科研技术各方面，都还需要做更大的努力。

大坝的安全是水电站安全可靠运行的根本，并关系到人民的生命财产，我国有世界上最丰富的水电资源，现在已有规模和数量很大的水电站大坝，今后必将有世界上最多、最大的水电站和大坝，大力加强水电站大坝的安全管理工作，是客观形势的迫切要求，这次“水力发电”杂志出刊“水电站大坝安全”专号，对水电站大坝安全管理工作，是一个很好的促进。

李 鶚 鼎 总 工 程 师

谈景洪及糯扎渡电站有关设计问题

原电力部副部长、总工程师李鶚鼎应昆明院之邀于1993年7月8日~13日分别考察了正在进行设计的澜沧江景洪电站和糯扎渡电站。事前请李总审阅了这两座电站的有关设计文件和图纸,听取了昆明院就两个工程勘测设计工作进展情况的汇报,随后进行了实地考察,看了钻孔岩心,考察期间李总就这两座电站的勘测设计工作谈了如下意见:

一、 景洪电站

(一)关于坝段坝址问题,从地形地质条件看,现在设计拟选的这个坝址恐怕是唯一的,洪量这么大,从导流和泄洪,还有这么大的厂房(地下厂房不现实)又有通航问题,河床太窄了不行摆不开。坝线也调整不了多少,这个地方比较明朗,挡路的问题不太多,地质条件虽不算很好(两岸风化较深),但与葛洲坝相比还是较好的。

由于枢纽周边有三条断层,尤其是 F_1 尚需详细查明沿断层向下游渗水的可能性,必要时考虑相应的处理措施。

(二)关于枢纽布置

这里的地形对枢纽布置是有利的,搞地下厂房不现实。葛洲坝、岩滩、水口都是这种布置方式,问题是怎么个摆法,这里的枢纽布置实际上就是泄洪和厂房布置问题,你们项目建议书提供的布置图,溢流坝布置在左侧河床,而厂房布置在右侧台地。若换个位

置将厂房布置在河床,溢流坝布置在右侧台地,工程量可能少些,造价可能低些,导流要简单些(可免去三期导流工程),值得做些工作比较一下。

(三)关于坝线、坝型问题

坝线调整不了多少,但现坝线左岸风化较深,应再查一查是什么原因,根据你们现在的这张地质剖面图,在现坝线上,做砼重力坝左岸接头处理将比较复杂,需要仔细研究,能否做些小的调整,使左岸接头好处理些,不过这个问题是可以解决的,如三门峡及刘家峡副坝就是软接头,总之要再做些工作。

这里采用砼重力坝比较合适,而且可考虑采用碾压砼筑坝。应当调查一下附近还有没有可用的掺合料。砂石料源要进一步勘查落实解决好。

现地质划分的弱风化岩层可以考虑利用做为大坝基础,可进一步研究以减少一些开挖和大坝砼工程量。

(四)关于施工导流问题

这里只能用明渠导流。若厂房布置在左侧河床,而右侧建坝预留底孔,待坝筑到一定高度,再拦断河床,这样二期导流就可以解决问题了。鉴于右侧台地长达800余米,多深挖一米工程量是不小的,请你们考虑能否少挖些,而采取加高围堰的办法来解决,当然这要做一些工作研究比较。

(五)关于通航问题

航运问题,需要地方政府协调解决,设计院也要做些调查研究,做到心中有数,有多大运量,陆运和水运的比较。航运500t,若再加上承船厢和水将达1000t以上,升船机的技术难度也是世界上冒尖的。美国陆军工程师团的总工程师(他是这方面很有经验的

专家)认为航运 500t 级的升船机技术是很艰难的。岩滩是 250t, 这里比岩滩货运量多多少? 我看 250t~300t 还是可以的, 当然多大合适, 你们找些资料进行论证, 实事求是地、科学地决策解决。要考虑在 30~50 年内到底有多大的经济效益, 如船闸建好长期不能充分利用, 将是个浪费。

现选升船机位置还是不错的。若考虑施工期不断航, 恐怕要花很大的代价。是否可以考虑在施工期 2~3 年内将水运改为陆运(目前运量还很小)。

升船机要与大坝同时建成。

(六)关于水库淹没、移民、库岸稳定、对生态环境的影响等, 均得认真研究, 还有旅游问题。

(七)关于前期工作和建设周期问题

若资金有保证, 这个电站无论是设计、还是建设, 都可以加快。可以考虑将可行性研究和初步设计合并成一个阶段设计。这里的地质条件虽然不算很好, 但没有什么卡壳的问题, 虽然也还有些难题, 但比小湾、糯扎渡电站要好解决得多。这种规模和形式的水电枢纽, 我国已建过不少, 有较多的实际经验。

二、糯扎渡电站

(一)关于坝址选择: 根据已做的工作看, 选坝条件已经较清楚了, 作为选坝阶段的地质资料差不多了, 我看是可以选了。看了朱建业等同志写的“云南澜沧江糯扎渡水电站咨询报告”, 不仅写了地质, 还写了枢纽布置, 论述较全面, 我基本同意他们的结论。

根据已经做的工作, 分析所有来过现场的专家提供的咨询意

见,均认为下坝址的地形地质条件比上坝址好。上坝址左岸沉积岩层较厚,河床岩层风化深,坝基处理和地下厂房布置均较困难。泄洪建筑物的布置条件也显然不如下坝址,我看下阶段可集中在下坝址做进一步的工作。

厂房布置是枢纽布置的一个关键问题,从已有地质资料看,右岸地下厂房地质条件较差,布置跨度 31m 的地下厂房,规模大,处理困难,左岸地质条件好,同意考虑将厂房布置在左岸,但要妥善解决利用勘界河大沟建筑地下厂房进水口与大平台溢洪道进口在布置上的矛盾。

下坝址可充分利用左岸平台布置溢洪道,重力坝、土石坝的泄洪都可利用这个平台。

(二)关于枢纽布置及坝型选择:下坝址左岸平台布置溢洪道,砂岩、砾岩基础还好,进口可以利用勘界河,但要查清勘界河的地质问题,边坡稳定、风化深度、层面结构,建溢洪道及电站进口的地质条件等。现在看,坝型可有土石坝和砼坝两种,枢纽布置方式可有三种(砼坝二种及土石坝一种)作为代表方案,即:

1. 土石坝方案:左岸平台设溢洪道,渲泄全部洪量,但要注意进口边坡稳定及溢洪道基础、底板处理,要进一步查明溢洪道底部的地质条件,考虑好基础锚固,防水排水等措施。鉴于现有地质资料揭示右岸地下厂房地质条件不如左岸,可以以左岸地下厂房为代表,但对左右岸地下厂房位置还均需做进一步的地质勘探工作。有关的水力学条件问题需通过水工模型试验研究解决。对土石坝讲最主要的两大问题,一是泄洪,二是土料,土料性质一定要通过试验认真研究,取样要注意代表性,使其与将来实际开采的土料一致,试验方法也要注意使其符合具体的施工。待初设阶段还应

进行现场碾压试验。

2. 砼重力坝方案：

(1)坝后式厂房双排机组(李家峡已决定采用,可请俄罗斯专家咨询),亦在左岸平台设溢洪道渲泄全部洪量。

(2)左岸放地下厂房,充分利用坝身泄洪,如有不足部分仍可在左岸平台设溢洪道或其他方式渲泄剩余洪量。

砼重力坝可考虑部分采用碾压砼,到糯扎渡建设时已有龙滩的筑坝经验可以借鉴。

对于以上两个坝型、三种布置方案在可行性研究阶段均须作深入的技术经济方面的分析比较,做好客观的科学分析。

此外,还有许多问题需要在下阶段工作中进一步研究,如,机组容量及转轮直径问题;设排砂洞和放空洞的问题;土料场的开采方式及施工工艺问题;地下厂房轴线布置问题;考虑就近利用思茅水泥问题(现思茅水泥厂已动工兴建,计划1996年初期20万t/年投产,全部建成为60万t/年);溢洪道设掺气槽及出口冲刷问题等。总之,对于肯定的问题,一定要将所有问题研究透,对否定的问题也一定要客观的说清。

(三)关于航运:布置上预留航运建筑物位置,以后采用升船机,分级提升是可行的,但超过250~300t技术上困难也很大,这个问题要研究落实。另航道的地质条件也要落实可行。

注： 此件根据记录整理,已经李总审阅。

关于积极扶持建设中型水电站的建议

李 鹤 鼎

(中国水力发电工程学会)

中国水力发电工程学会从 1986 年起两年来组织全国水电计划、规划、勘测设计、科研、大专院校、施工建设、运行管理等几十个单位的专家、技术人员,做了大量调查研究工作,举行了多次学术讨论会,研讨了“全国中型水电资源开发技术经济政策”,认为加速中型水电的开发,对振兴地方经济,缓解当前能源电力的紧张局势,有重要的战略意义和现实意义。为此,建议国家尽快制订合理政策,采取有效措施,在以大型水电站为骨干和开发小水电的同时,积极扶持、加快中型水电站的开发建设。

一、基本情况

1987 年底,全国水电装机容量 3010 万千瓦,其中 2.5 万千瓦以下小型水电站 1126 万千瓦,占 37.4%,2.5 万千瓦到 25 万千瓦中型水电站 640 万千瓦,占 21.1%,25 万千瓦以上大型水电站 1244 万千瓦,占 41.3%,中型水电站所占比例低。

从 60 到 80 年代已建的 69 座中型水电站和 25 座大型水电站的实际资料和在建的 6 座中型水电站及 15 座大型水电站统计资料分析,中型水电站单位千瓦投资 1300~1800 元,发电工期 3.8 年,大型水电站单位千瓦投资 1100~1500 元,发电工期 7.9 年,中型水电站单位千瓦投资比大型高约 20%,投产工期比大型短 50%。目前大、中型水电站单位千瓦投资均有上升趋势,但其比例不致有太大改变,如采取适当措施,中型水电站的建设工期还可以缩短。

根据目前初步调查,我国可能开发的中型水电站共 900 多座,规划总装机容量 6700 万千瓦,年发电量 3200 亿度(详见表1“各省(区)中型水电资源分级统计表”)。至 1987 年底已开发的仅 100 多座,约 640 万千瓦,不到 10%,潜力很大,有待开发。在经济发达、能源紧缺的华东、东北、中南等地区都有不少优越的中型水电可供开发,总之,中型水电的资源是丰富的,开发的技术经济条件是优越的。

中型水电站规模适中,具有工期短、见效快的显著优点,征地移民易于由地方自主就地分散解决,输变电配套工程较近便,既可成为地区电网的骨干电源,改善其运行调度的安全稳定,也可以成为大电网内的补充电源,有的还有治理中小流域、实行梯级开发、或兼有防洪、发电、航运、灌溉、供水、改善生态环境之利。50 到 80 年代龙溪河、古

本文于 1988 年 8 月收到。

田溪、以礼河、猫跳河、永定河、浑江、西洱河等中型河流的梯级开发，都发挥了很大的经济效益。中型河流的梯级开发和中型水电站建设可成为地区脱贫致富、振兴经济的重要措施。

中型水电站建设的另一特点，是适宜于开拓多模式、多层次、多渠道集资办电，有利于充分调动各地区、各部门、各企业和个人合股集资办电的积极性，补充国家水电建设资金的不足。近几年来，全国城乡储蓄额速增，地方乡镇企业、城乡居民的收入增加，社会游散资金为数不小，水电站建设是投资风险较小的事业，通过融资机构及其它多种方式从社会储蓄及游散资金中吸引和筹集一部分中型水电建设资金是完全可能的。

当前已经出现了采用多种集资形式兴建中型水电站的好势头。1987年底，不完全统计，全国有14个省（区）要求兴建117座中型水电站，其中资料比较齐全的有107座，总装机容量451万千瓦，年发电量197亿度，总投资88亿元。前两年国家计划内已批准兴建22座中型水电站，总装机容量103万千瓦（平均单站容量4.68万千瓦），总投资20亿元，国家贷款5.6亿元，约占总投资的1/4。如四川省铜梁县安居水电站，装机3万千瓦，投资7500万元，县自筹2600万元，通过县工商银行发行集资储蓄，向城乡居民集资700万元，重庆市补助2000万元，中央贷款1500万元。又如福建省兴建范厝、龙门滩、良浅三座中型水电站，主要资金全由省、市、县电力企业和施工企业投资，集资单位成立董事会和开发公司，进行水电站建设和管理。

二、意见 和 建议

（一）为了加速中型水电站的开发，我们认为除了要执行贯彻国家对鼓励集资办电的各项政策之外，还建议国家把对加速小型电站建设行之有效的政策，扩大运用到中型水电建设。具体意见如下：

（1）中型水电建设实行“自建、自管、自用”及“谁投资，谁用电，谁得利”的政策，贯彻“政企分开，省为实体，联合电网，统一调度，集资办电”的电力体制改革二十字方针，放权给地方开发，由集资地区或单位成立管理委员会或董事会，或开发公司进行管理，所发电量以合同方式分配用电权，尽先满足当地需要。

（2）税收政策。在电站投产后的，一定时间内，仿照小水电待遇，产品税降为5%。实行税前还贷，在还贷期间免交能源、交通、城市建设以及土地占用税。

（3）执行“以电养电”方针。发电利润除偿还投资外，全部结余用于中型水电建设，逐步扩大中型水电办电基金。

（4）电价政策，执行国发（1985）72号文，“关于鼓励集资办电实行多种电价的暂行规定”，按照偿还本息的原则及地区承受能力，制定自销和上网电价。

（5）投资政策。中型水电主要强调地方集资兴建，但国家能给予一定的扶持，起激发和凝聚作用，可以大大调动地方的积极性，则开发更能加快。建议恢复“七五”期间对中型水电一度实行过的专款扶持政策。

对有条件利用外资的，建议国家或地方政府规定征收出口产品用电的外汇额度，或

由政策给予外资结算的方便，或准予先兑换内资使用，而后将收入兑换外资偿还。

(6) 信贷政策。希望在信贷利率上给予优惠，可先考虑 10 万千瓦以下的中型水电。

(7) 投资分摊政策。对有综合利用效益的中型水电，实行受益部门投资和运行费用分摊。

(二) 为了加速中型电站的开发，要进一步加强前期工作，以便择优开发，避免投资失误，建议地方计划财务部门，从中型水电的电力建设资金中安排必须的前期工作费用。

(三) 在加强组织领导方面。建议能源部、水利部指定专门部门管理中型水电的开发工作，制定政策，统一筹划，由国家能源投资公司组织中型水电站开发公司，管理国家扶持资金，推动建设。地方政府、银行、事业主管部门可组织中型水电开发基金会，统筹建设与管理之责，中型水电资源较多的省份，可以建立中型水电开发公司，组成经济实体，

我们认为，当前大电站大电网在时间上、空间上不能解决各地区，特别是乡镇农村经济蓬勃发展的用电需要，仅依靠小水电也已不能满足要求时，抓紧修建一大批中型水电站已是势在必行，也是最经济可靠的出路，不但对于改善地区的能源结构、振兴地区经济、提高人民物质文化生活水平具有重要的战略意义，对缓解当前能源、电力的紧张局势，完成 2000 年电力翻两番的任务，也有重要的现实意义。

我们估计如按以上所建议的政策执行，能大大促进地方办电的积积性，会很快地掀起中型水电建设的高潮，今后每年全国中型水电投产装机容量 100 万千瓦，到 2000 年，中型水电增加装机 1000 万千瓦，2000 年~2015 再增加 1500~2000 万千瓦，是完全可能的。

表 1 各省(区)中型水电资源分级统计

全国地区省(区)	中 型 水 电 资 源										中 型 水 电 资 源 分 级 范 围 统 计									
	可开发装机容量					2.5 ~ 5 万千瓦					5 ~ 10 万千瓦					10 ~ 20 万千瓦				
	数	量	比	重	座	数	量	比	重	座	数	量	比	重	座	数	量	比	重	座
	(万千瓦)	(%)	亿千瓦时	(%)	(座)	(万千瓦)	(%)	亿千瓦时	(%)	(座)	(万千瓦)	(%)	亿千瓦时	(%)	(座)	(万千瓦)	(%)	亿千瓦时	(%)	(座)
全国合计	6712.765169	3237.61100	29.5141432	21.52377.85	415	1956	29.14966.21	294.53312.443	49.31933.54	220										
华北地区	278.2	4.14	78.96	2.4	43	42.56	23.67	23.79	24	62.35	22.41	14.19	10	133.3	47.93	40.97	9			
北京天津河北	121.3	1.81	24.48	0.76	23	4.695	33.11	11.56	15	39.55	32.44	6.59	6	35.0	28.63	0.33	2			
山西	38.6	0.58	15.49	0.46	6.5	16.5	42.75	5.42	5	0	0	0	0	22.1	57.25	9.86	1.5			
内蒙	118.3	1.76	39.07	1.21	13.5	13.1	16.55	6.31	4	23.0	19.44	7.6	4	70.2	64.44	24.86	5.5			
东北地区	351.08	5.23	104.7	3.23	48	90.69	25.85	29.5	26	75.69	21.56	23.42	12.5	184.7	52.61	48.76	9.5			
辽宁	55.92	1.25	24.17	0.75	8	10.92	12.11	2.25	3	20.7	24.09	6.6	3	54.3	63.2	15.32	3			
吉林	105.63	1.57	35.28	1.09	19.5	10.09	47.42	19.46	14	24.04	22.76	6.34	3.5	31.5	29.82	8.45	2			
黑龙江	119.53	2.38	45.25	1.40	19.5	23.86	18.6	8.79	9	30.95	19.4	11.48	6	98.9	61.99	24.98	4.5			
华东地区	661.94	9.86	255.23	8.19	104	203.91	31.56	83.81	59	119.45	24.09	11.32	25	293.53	44.35	110.15	20			
上海、江苏	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浙江	126.37	1.88	37.76	1.17	18	39.62	24.33	9.56	9	28.25	22.55	8.64	5	67.5	52.41	19.56	4			
安徽	45.05	0.67	11.92	0.37	9	24.5	34.38	7.66	7	5.55	13.22	1.12	1	115	33.2	3.15	1			
福建	256.03	3.81	127.54	3.94	43	85.56	33.42	39.93	24	73.45	26.69	41.06	11	97.02	37.69	46.5	8			
江西	234.49	3.49	88.05	2.72	34	66.23	29.1	26.61	19	52.2	22.25	20.5	8	114.06	48.64	40.94	7			

山	东	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中	南地区	1097.52	16.35	503.16	15.54	182	239.09	26.34	125.06	82	319.75	29.18	143.97	46	483.68	44.13	234.13	34
河	南	52.25	0.78	18.97	0.59	7	3.6	6.88	1.05	1	18.25	34.93	5.12	3	30.4	55.18	12.8	3
湖	北	169.51	2.53	86.97	2.69	25	46.05	27.17	20.93	14	38.7	22.83	19.58	5	84.76	50.0	46.4	6
湖	南	384.43	5.43	178.3	5.54	54	99.13	27.20	47.44	27	11.7	32.11	56.46	17	146.3	40.69	75.1	10
广东	海南	249.93	3.72	89.55	2.77	43	93.75	39.51	35.42	28	63.5	25.41	22.97	9	87.68	35.08	31.16	6
广	西	261.4	3.89	128.37	3.96	33	41.56	15.9	20.16	12	82.3	31.46	39.94	12	137.54	52.62	68.37	9
西南	地区	2803.635	42.51	1531.18	47.29	371	495.4	16.32	273.3	144	859	29.06	494.2	126	1499.239	54.12	793.69	101
四	川	1454.536	21.67	817.08	25.24	193	290.6	19.96	164.8	82	422.9	29.08	239.3	80	741.035	56.14	412.96	51
贵	州	394.1	5.87	198.72	6.14	54.4	75.6	16.69	40.02	23	139.9	35.26	67.1	20.5	178.7	45.32	91.6	11
云	南	765.1	11.4	386.4	12.24	103	114.7	14.98	61.8	35	237.5	31.04	129.7	39.0	412.9	53.97	204.9	29
西	藏	239.8	3.57	118.98	37.6	20.5	14.5	6.05	6.63	4	56.7	24.48	28.1	6.5	166.6	694.7	84.2	10
西北	地区	1470.39	21.9	754.34	23.3	202.5	277.69	18.88	142.4	80	479.76	32.63	246.11	75	712.95	48.49	365.83	47.5
陕	西	172.4	2.57	72.52	2.24	27.0	41.83	24.26	17.22	12	50.37	29.22	20.85	9	80.2	46.52	34.45	6
甘	肃	262.56	3.91	138.17	4.27	31	32.15	12.24	17.98	9	100.31	38.2	34.64	14.5	130.1	49.55	65.55	7.5
青	海	300.86	4.48	145.11	4.49	37.5	50.51	16.79	26.22	15	80.54	26.77	40.15	12.5	169.81	56.44	78.74	10
宁	夏	5.5	0.08	3	0.09	1	0	0	0	0	5.5	100	3	1	0	0	0	0
新	疆	729.07	10.86	395.14	12.21	106	153.19	21.01	50.98	44	243.04	33.34	127.47	38	332.84	55.65	187.09	24