中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

黄河上游水电开发有限责任公司坝群安全管理模式及经验

张毅，李季，李长和

2014年10月16日

中电投集团公司

CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

摘 要

黄河公司所管黄河上游流域梯级水电站坝群安全管理模式最大特点是专业化。专业化管理有效保证了集中专业人员开展坝群安全监测、信息统一管理和对水电站大坝安全进行远程控制管理，节约了人力资源，提高了工效。本文主要介绍黄河公司坝群安全管理模式和机构设置与职责划分、大坝运行情况、主要特点和具体做法、实践中积累的坝群管理经验等4个方面内容。可为流域性水电开发公司大坝安全管理提供借鉴和参考。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

1 引言

黄河上游水电开发有限责任公司（简称黄河公司）是为适应国家西部大开发的需要，利用当时已建成的黄河龙羊峡和李家峡水电站为母体，以流域滚动开发为机制，加快黄河上游水电资源开发，建设黄河上游水电基地，推进“西电东送”和全国联网，于1999年10月在陕西省西安市挂牌成立，2000年正式运作。

1 引言

2002年电力体制改革后，黄河公司原属国家电力公司系统的股权全部划入中国电力投资集团公司（简称集团公司），现集团公司拥有黄河公司94.17%的股权。黄河上游干流梯级水电站布置示意图见图1。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

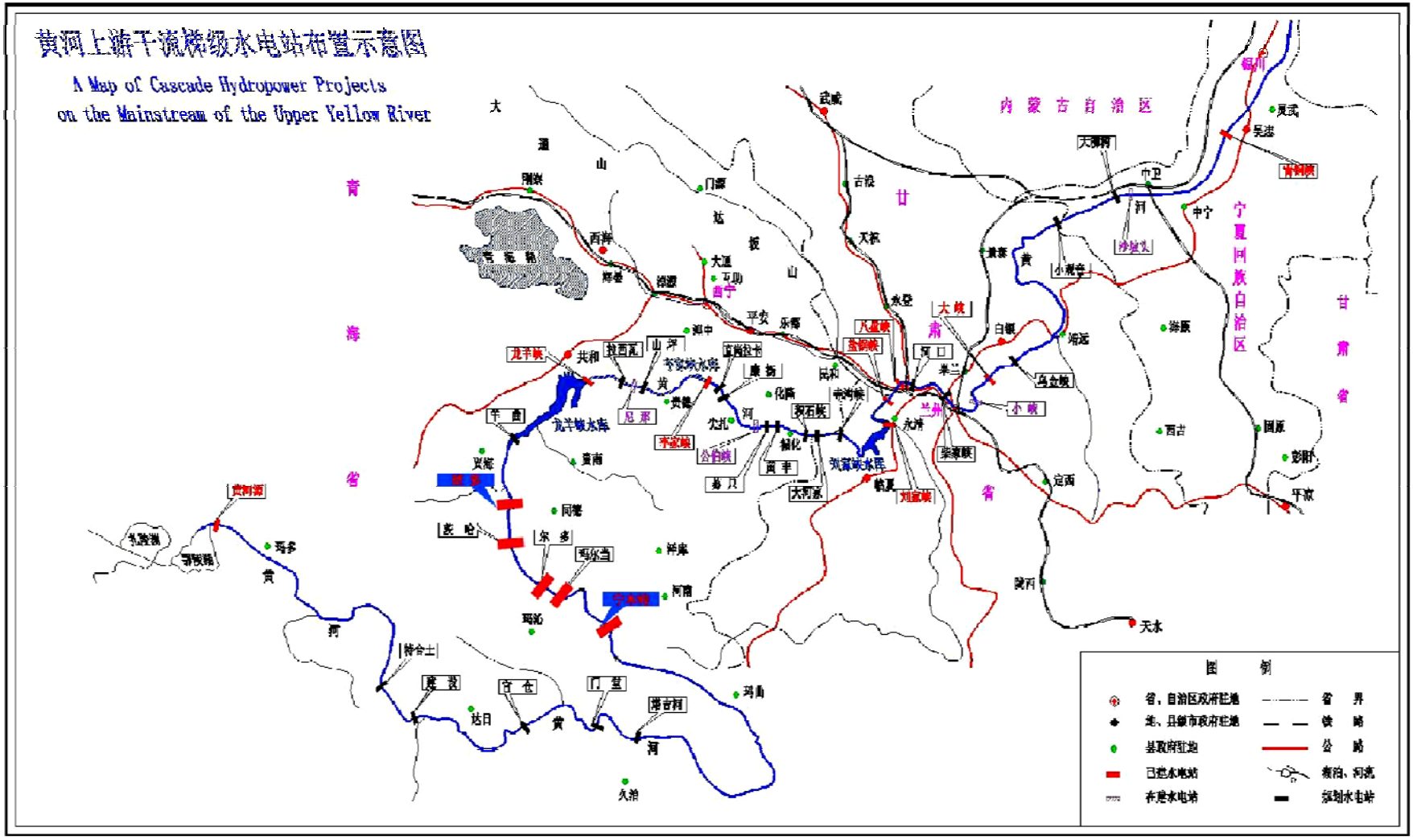

图1 黄河上游干流梯级水电站布置示意图

1 引言

黄河公司成立15年来，遵循“流域、梯级、滚动、综合”的开发原则，加快黄河上游水电资源开发。目前公司拥有运行水电站16座，在建水电站4座。龙羊峡水电站水库总库容274.19亿立方米，是黄河上最大的水库；拉西瓦水电站装机容量350万千瓦，是黄河流域大坝最高、总装机容量和单机容量最大的水电站；公伯峡水电站是公司成立后投资兴建的首座百万千瓦水电站，装机容量150万千瓦，工程被树为中国水电建设的样板工程

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

1 引言

在工程建设中成功探索出的基本建设“八条经验”得到中国水电行业的普遍认可和推广，先后荣获“国家优秀设计金奖”、“中国电力优质工程奖”、中国建筑最高奖“鲁班奖”、“中国土木詹天佑奖”、“国家环境友好工程奖”、“新中国成立60年百项经典建设工程”等诸多荣誉，铸就了黄河上游水电建设史上的一座丰碑。截至2013年12月底，公司电力总装机容量1188.39万千瓦，其中水电装机容量1072.84万千瓦。黄河干流10座运行水电站技术参数见表1。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

表1　黄河干流10座运行水电站技术参数表

电站名称	装机容量	设计水头	多年平均径流量	设计年发电量	水库总库容	调节库容	调节性能	正常蓄水位	大坝坝型
	万 kW	m	亿 m^3	亿 kWh	亿 m^3	亿 m^3		m	
班多	36	37.5	178	14.12	1.18	0.02	日	2760	混凝土重力坝
龙羊峡	128	122	203	59.42	274.19	193.60	多年	2600	混凝土重力拱坝
拉西瓦	350	205	208	102.23	10.79	1.50	日	2452	混凝土双曲拱坝
李家峡	160	122	209	59.00	17.44	0.60	日、周	2180	混凝土三心圆双曲拱坝
公伯峡	150	99.3	221	51.40	6.31	0.59	日	2005	混凝土面板堆石坝
苏只	22.5	16	222	8.79	0.455	0.14	日	1900	闸坝+堆石坝
积石峡	102	66	221	33.63	2.94	0.45	日	1856	混凝土面板堆石坝
盐锅峡	49.28	38	259	22.80	2.2	0.07	日	1619	混凝土宽缝重力坝
八盘峡	22	18	315	11.00	0.22	0.08	日	1578	混凝土重力坝
青铜峡	30.9	18	324	13.50	1.97	0.30	日、周	1156	混凝土重力坝

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

2 管理模式、机构设置与职责划分

黄河公司作为流域性水电开发公司，一贯高度重视水电站防汛和大坝安全管理工作，将此作为安全生产工作的重中之重，常抓不懈。公司大坝安全管理按照专业化管理模式运作，具体业务由大坝管理中心负责。按照公司《事权界定手册》、《水电站大坝安全管理制度》规定，公司水电站大坝安全管理工作由公司总经理全面领导，分管水电与新能源安全生产的副总经理分口负责运行水电站大坝安全；分管水电与新能源基建工程的副总经理分口负责水电在建工程大坝安全。

CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

2 管理模式、机构设置与职责划分

公司水电与新能源生产部归口管理公司大坝安全工作，部门设置分管水工专业副主任1人，大坝安全高级主管1人，具体负责运行水电站大坝安全管理；水电与新能源工程部分口负责在建水电站大坝安全管理，部门设置分管水电建设工程大坝安全的主任、副主任各1人，主管和专责各1人。运行水电站管理单位和在建水电站管理单位分别是所管水电站大坝安全的责任主体单位，均配备了分管大坝安全的副总经理、职能部门主任（副主任）和水工专责工程师1-2人，按公司授权负责做好所管水电站大坝安全管理工作。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

2 管理模式、机构设置与职责划分

大坝管理中心主要任务是为公司大坝安全管理提供技术支持。大坝管理中心内设综合部和生产调度室（生产指挥）2个管理部门，设置大坝信息部、监测系统维护部、大坝观测部、工程质量检测室4个专业部室，配备了符合岗位要求的大坝安全工作人员，目前定员160人，大专以上学历135人，中级及以上职称人员30人。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

2 管理模式、机构设置与职责划分

大坝管理中心主要负责青海境内黄河干流水电站大坝安全监测工作，大坝监测自动化系统的维护工作，公司所属电站大坝监测信息分析和上报，负责数字地震台网管理及地震监测资料的分析和上报，开展建设工程的质量检测工作。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

2 管理模式、机构设置与职责划分

公司及各水电站管理单位依据国家有关法律法规、集团公司管理制度要求，建立了完善的防汛与大坝安全管理制度体系。公司大坝安全管理机构健全，职责明确，岗位责任制落实。黄河公司大坝安全管理机构图见图2。黄河公司大坝管理中心大坝安全管理体系图见图3。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

图2 黄河公司大坝安全管理机构图

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

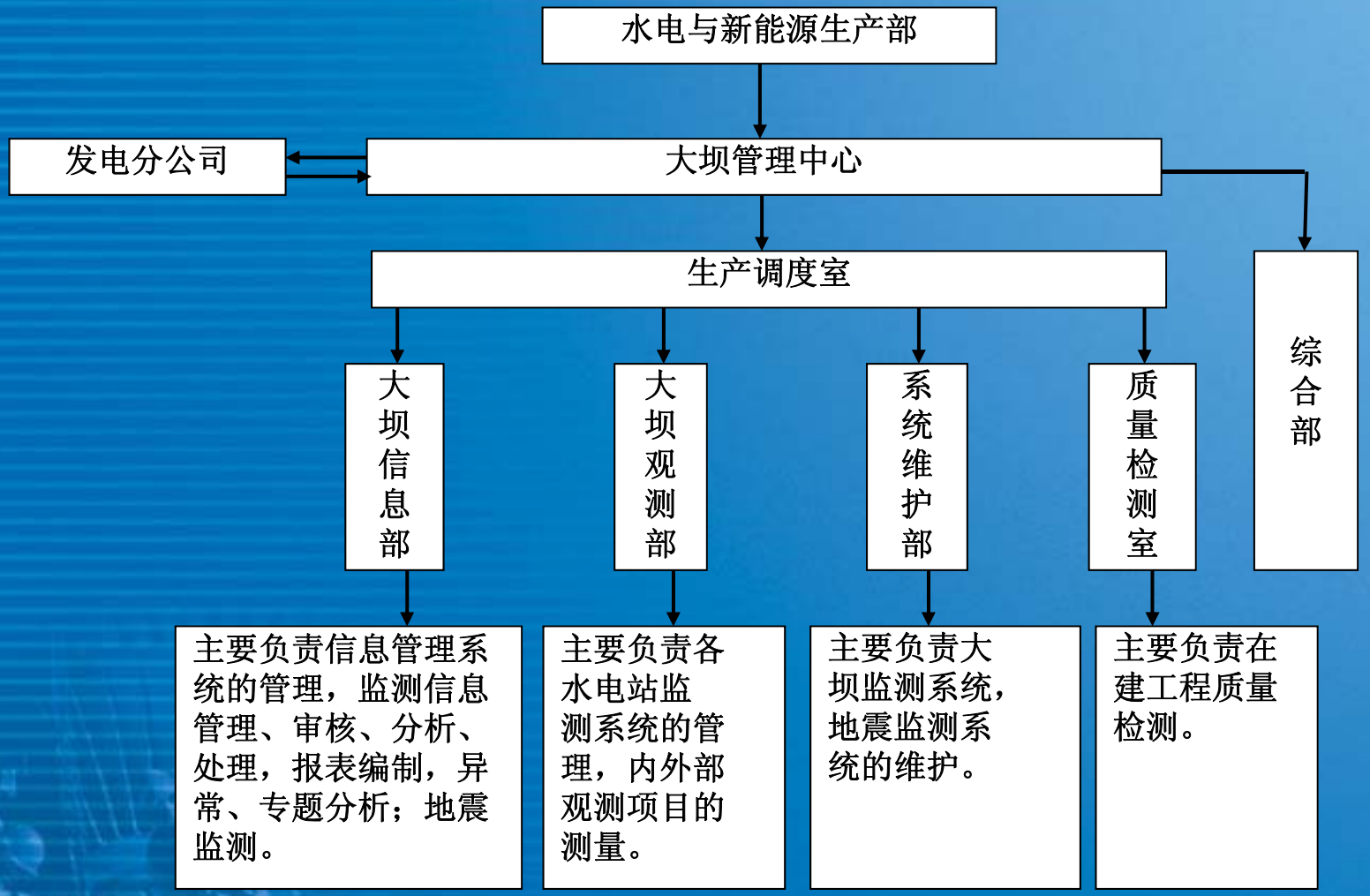

图3　黄河公司大坝管理中心大坝安全管理体系

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

图

3 水电站大坝运行情况

公司大中型运行水电站设置的大坝安全监测设施、监测项目符合现行《混凝土坝安全监测技术规范》、《土石坝安全监测技术规范》规定，监测系统布置和测量精度总体满足大坝安全监控要求，监测系统运行良好。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

3 水电站大坝运行情况

◇混凝土坝主要监测项目有坝体变形、渗流、应力应变、温度、环境量、滑坡等项目；

◇当地材料坝主要监测项目有渗流，压力（应力），坝的表面变形、内部变形、裂缝、接缝、混凝土面板变形及岸坡位移等项目。

◇黄河干流**10**座运行水电站监测项目测点总数**17484**个，完好测点总数**16542**个。监测资料分析成果表明，各水电站大坝运行性态正常。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

3 水电站大坝运行情况

公司典型水电站大坝监测资料分析简要结论如下。

3.1 龙羊峡水电站大坝

大坝变形符合相应水位、气温等条件下的变化规律，坝基稳定，大坝整体性良好；坝基扬压、渗漏无异常，坝基断裂部位渗流无异常；坝体各部位基本无渗漏；坝肩岩体实测性态稳定，重要构造带变形监测无异常。大坝运行正常。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

龙羊峡水电站
监测项目33项，测点总数2640个，监测系统设施完好率为98.6%

3 水电站大坝运行情况

3.1 龙羊峡水电站大坝

库区地质巡视和滑坡变形、裂缝监测表明近坝库岸目前仍处于稳定或基本稳定状态。但农场、龙西滑坡体地下水位测值存在趋势性小幅抬升现象，应加强监测和分析。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

3 水电站大坝运行情况

3.2 拉西瓦水电站大坝

大坝坝体水平位移监测资料反映拱坝拱冠、左右1/4拱部位径向位移的变化主要受温度变化的影响，呈明显的年周期变化，即温度升高，各测点向上游位移；温度降低，各测点向下游位移，符合温度作用下的一般规律。与库水位具有明显的相关性，水位升高，坝体向下游位移，水位降低，坝体向上游位移。大坝及基础变形规律正常。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

拉西瓦水电站
监测项目18项，测点总数8057个，监测系统设施完好率为90.7%

3 水电站大坝运行情况

3.2 拉西瓦水电站大坝

基础扬压力及渗透压力总体分布规律良好，两岸地下水位分布规律符合一般规律，大坝及基础渗流量小于理论计算值；大坝接缝在完成接缝灌浆后，变化稳定；大坝及基础应力应变分布规律较好，量值满足设计指标及相应的规程规范；大坝及基础温度场分布规律正常。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

3 水电站大坝运行情况

3.2 拉西瓦水电站大坝

左右岸高边坡大部分测点测值趋于稳定或呈稳定的年周期性变化，水库蓄水及库水位抬升未对坝址区边坡变形产生显著影响，两岸边坡目前处于整体稳定状态。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

3 水电站大坝运行情况

3.3 李家峡水电站大坝

混凝土拱坝变形规律符合正常规律，即径向位移的变化主要受气温变化的影响，呈明显的年周期变化，即温度升高，各测点向上游和河床位移；温度降低，各测点向下游和两岸位移。受水压力影响水位升高向下游位移，反之向上游位移。坝基变形总体平稳；坝体、坝基渗漏量较小，渗流监测未见明显异常；巡回检查未发现明显异常现象。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

李家峡水电站
李家峡水电站
监测项目18项，测点总数1815个，监测系统设施完好率为96.8%

3 水电站大坝运行情况

3.4 公伯峡水电站大坝

混凝土面板堆石坝累计沉降量为888mm，与国内同类坝相比，沉降量较小。2012年年内沉降14mm，相对历年年沉降量较小。主坝渗漏量一般在7L/s，堆石坝浸润线较低，渗压水位稳定，无明显绕坝渗流现象。面板裂缝、垂直缝、周边缝监测中部分测点测值仍趋势性变化，变化趋势与历年基本一致。进水口、溢洪道坝段变形规律与历年基本一致，渗流未发现明显异常，库区古什群倾倒体有向左岸上游变化趋势。坝前左岸滑坡体巡视未发现异常变化情况。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

监测项目18项，测点总数1881个，监测系统设施完好率为99%。

3 水电站大坝运行情况

3.5 积石峡水电站大坝

混凝土面板堆石坝坝体累计沉降量最大值为702mm。堆石坝、进水口坝段、溢洪道堰闸坝段位移变化符合坝体受水位、温度影响下的变化规律，大坝整体性良好，坝体变形未发现异常。两岸边坡稳定。两岸山体高陡，地下水位较高，需要注意跟踪监测和分析。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

监测项目18项，测点总数1386个，监测系统设施完好率为96.1%。

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

- ❖专业化
- ❖信息集中化
- ❖例行工作规范化
- ❖异常诊断程序化

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（1） 管理专业化

公司所管水电站按照坝型可分为重力坝、拱坝、当地材料坝（堆石坝、土石坝）三种类型。水电站主要分布在青海、甘肃和宁夏三省境内，大部分水电站地处少数民族地区，距离城市较远，工作和生活条件相对艰苦。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（1） 管理专业化

近年来公司加快水电建设速度，对大坝安全监测和管理人员数量和素质要求不断提高。观测人员分散在各水电站，人员数量日益紧张，迫切需要改变常规的大坝安全分散管理模式，集中专业人员开展大坝安全监测、信息统一管理和对水电站大坝安全进行远程控制管理。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（1） 管理专业化

大坝安全专业化管理优势主要体现在三方面：一是有效节约了人力资源和观测仪器设备。专业化管理后，根据各电站现场实际工作量和大型测量工作需求，可以合理调配观测人员和仪器设备，提高了工作效率和设备利用率。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（1） 管理专业化

二是优化观测方法，安全监测和信息处理迅速。如：近年来，通过采用GPS观测方法，替代传统的龙羊峡库区及坝址区岩体地表变形50公里水准网水准测量作业方式，在满足规范要求的测量精度前提下，由原来观测1次耗时30天减少到5-6天，工作人员由15人减至6人，大大提高了工作效率，测量计算成果快，判别迅速。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（1） 管理专业化

三是监测管理趋于精细，体现不同坝型结构差异化的特点。观测人员工作范围由单站转向多站，增进了相互间技术交流，对于不同坝型监测工作关注重点认识加深，使得监测管理差异化更加精细。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（2） 信息集中化

黄河干流10座运行水电站除苏只电站外均建立了安全监测自动化系统。按照原国家电监会2006年9月颁布的《水电站大坝运行安全信息报送办法》要求，在各站大坝安全监测自动化系统基础上，黄河公司于2007年9月正式启动大坝安全信息管理分系统建设，2010年11月顺利完成，实现了公司大坝安全信息化建设初期规划目标。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（2） 信息集中化

龙羊峡、李家峡、公伯峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡6座大坝安全信息通过互联网向原国家电监会大坝安全监察中心大坝安全信息管理主系统直接报送，苏只实行电子邮件报送。2011年后又逐步将班多、拉西瓦、积石峡3座水电站大坝安全信息纳入了集中管理。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（2） 信息集中化

公司建立大坝安全信息管理分系统，为坝群安全信息集中处理与分析提供了专业化工作平台，目前公司所管黄河干流10座运行的大中型水电站大坝安全信息在西宁中心站实现了监测数据统一管理、统一处理、资料集中分析，初步形成了大坝安全远程管理与现场巡视检查相结合、信息实时监测分析与例行工作相结合的大坝运行安全监控和管理新模式。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（2） 信息集中化

信息集中化优势主要体现在三个方面：一是能够及时发现大坝监测异常信息和运行中出现的问题；二是能够迅速判断洪水、地震等非常时期大坝运行状态；三是在确保大坝监测资料质量的前提下，最大限度地减轻现场观测人员劳动强度，提高工效。黄河公司大坝安全信息管理分系统网络架构、信息传输流程见图4、图5。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

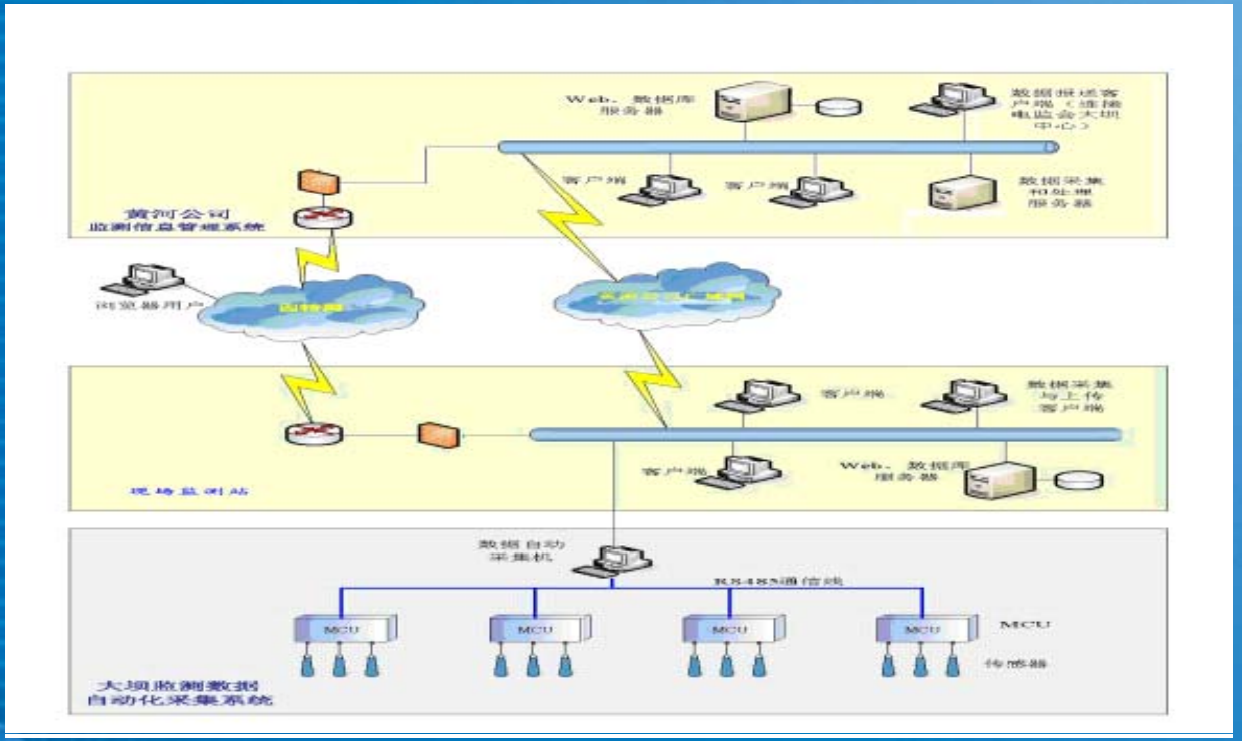

图4 黄河公司大坝安全信息管理分系统网络架构图

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

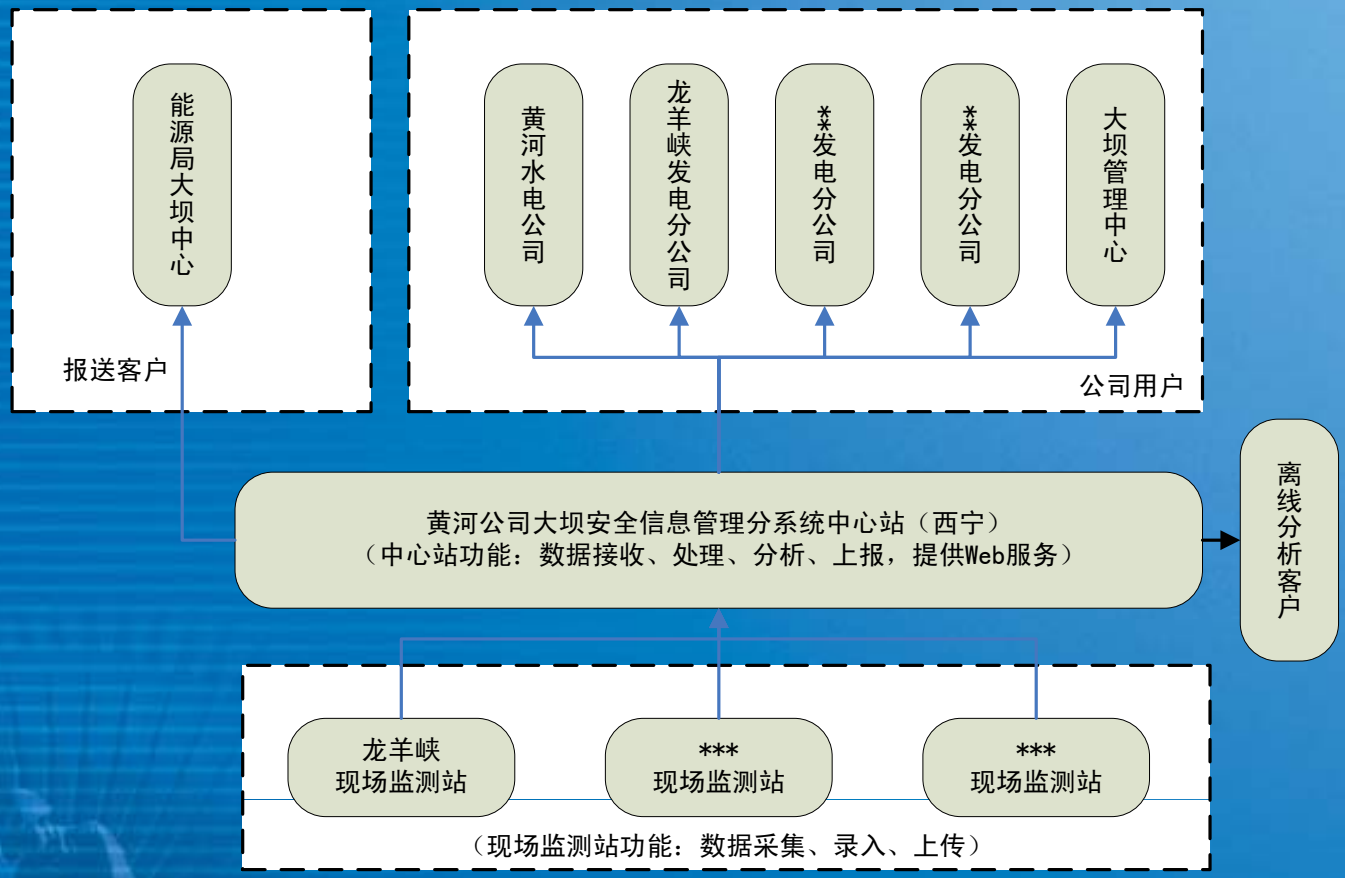

图5 黄河公司大坝安全信息管理分系统信息传输流程图

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

公司严格贯彻落实国家有关法律法规和集团公司相关规定，建立健全大坝安全管理制度体系，以管理标准和制度为基础，规范大坝安全例行工作。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

目前公司已发布实施的相关管理制度与应急预案共8部，分别是：《大坝安全管理制度》、《防汛管理制度》、《水电站防汛应急预案》、《水电站垮坝应急预案》、《水电站水库地震事件信息通报规定》、《地震灾害专项应急预案》、《地质灾害专项应急预案》、《气象灾害专项应急预案》。对指导水电站（水库）大坝安全管理与防汛工作发挥了重要作用。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

水电站管理单位均按照公司要求建立了完善的制度体系，“五规五制”齐全。公司大坝管理中心和陇电分公司、宁电分公司等单位依据大坝安全监测规范规程和公司大坝安全管理制度，严格开展大坝安全监测工作。依据《水电站大坝安全监测工作管理办法》相关要求，公司建立完善了大坝安全信息月报、水工监测月报、年度监测资料整编分析和大坝运行特殊工况专题分析报告制度。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

①大坝管理中心每月5日前汇总上报梯级电站“大坝安全信息月报”，每月 10日前编制上报各水电站“水工监测月报”，及时进行监测资料简要分析，提出各水电站重点关注问题和监测意见，指导现场监测工作，发现异常及时报告。

②为服务公司生产经营活动，大坝管理中心每月编制2期“公司大坝安全运行情况报告”，在每月2次的公司生产经营协调会上通报有关情况。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

③每年3月10日前，大坝管理中心和陇电分公司、宁电分公司等单位按照监测规范、规程和公司制度规定，对上一年度监测资料进行整理、审核、入库，完成上年度大坝安全年度监测资料整编，对所管大坝运行性态进行定性分析评价，编制刊印“水工监测年报”。运行水电站年度大坝安全监测资料整理整编分析工作每年3月中旬按时完成。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（3） 例行工作规范化

④结合水电站大坝安全监测资料整编和年报编制情况，大坝管理中心编制“黄河公司梯级水电站大坝安全管理工作年报”，每年3月20日前报送公司水电与新能源生产部，分送有关领导和各发电分公司。公司大坝安全例行工作做到了规范化管理，最大限度保证了水电站运行安全。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（4） 异常诊断程序化

大坝异常情况是指大坝运行过程中偏离于正常变化趋势的现象。异常识别诊断是大坝安全管理的首要任务。为做好监测数据异常管理工作，大坝管理中心设置了资料审核人员和资料分析人员，每天监视检查大坝安全监测数据库资料，以及时发现各水电站大坝异常信息。发现异常信息后，立即按规定的流程开展异常诊断分析，逐级过滤大坝观测数据异常排查。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（4） 异常诊断程序化

异常信息经诊断分析确认为异常情况后，立即启动异常跟踪监测和巡视手段，并编制异常报告报告公司生产部和电站管理单位，对异常采取进一步的处理措施。目前，结合所管各水电站大坝实际情况，通过对设定时间段内数据库所有测值数据进行扫描，形成了异常逐级过滤的模式。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.1 主要特点

（4） 异常诊断程序化

通过积累和提炼经验，制定了异常管理制度和诊断流程，极大地提高了异常排查的速度。每年资料审核查出的异常在100条左右，被分析人员确认的异常10条以内，大坝中心组织内部人员对被确认的异常进行分析，每年认定的异常0～3个。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

公司大坝安全管理目标是体现流域梯级电站群管理特点，管理水平达到国内领先水平。具体措施是用3-5年时间，逐步建立起资料分析、自动化监测系统维护、现场监测与测量“三支队伍”，努力建设一支技能水平高、动手能力强的技能人才队伍，打造一支专业素质高、善于解决问题的专业技术人才队伍，培养一支具有广阔视野、能够驾驭复杂局面的管理人才队伍

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

充分发挥公司大坝安全信息管理系统西宁中心站资料分析中心的核心作用，借助公司大坝安全信息管理分系统和网站的技术共享平台，重心转向监测资料分析和自动化监测系统维护，指导水电站现场监测工作有效开展，大坝监测实现现场少人值守，实现公司大坝安全管理模式由现场作业型向分析监测型转变。为实现既定目标，培养和建立“三支队伍”尤为迫切。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

①为培养现场监测与测量人才队伍，大坝管理中心定期组织观测人员开展技能培训和交流学习，立足“干中学”，提高观测人员技能水平。公司每年举办一次技术比武活动，对优胜者进行表彰奖励，激发观测人员学习和提高业务技能的热情与积极性，促进了人才培养。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

②为培养资料分析人才队伍，公司通过组织专业技术人员参与大坝安全定期检查，承担监测资料专题分析报告编写，参与开展科技项目研究等形式，培养和锻炼了一批资料分析人员，为大坝安全评判和管理提供了技术保障。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

近年来，公司陆续组织开展了“大坝安全信息管理系统建设及应用研究”、“李家峡大坝原型观测试验和提高水库非汛期运行水位研究”、“拱坝超深强透水贯穿性断层渗流特性及影响研究”等课题，使专业人员拓展和深化了大坝安全管理内容和对大坝运行性态的认识，提升了管理水平。同时，公司开展李家峡大坝原型观测试验科技项目研究，对于提前分析评价设计洪水情况下李家峡大坝安全性态具有重要意义，

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

同时为提高水库水能利用效率，做好公司径流式水电站水库群经济运行工作，提供了技术支持。“李家峡大坝原型观测试验和提高水库非汛期运行水位研究”成果获得集团公司2012年度科学技术进步二等奖和黄河公司2012年度科学技术进步一等奖；“大坝安全信息管理系统建设及应用研究”成果获得黄河公司2012年度科学技术进步二等奖。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

③为培养自动化监测系统维护人才队伍，公司重点安排大坝管理中心于2009-2012年承担了八盘峡、盐锅峡、李家峡、龙羊峡4座水电站大坝监测系统改造工程土建施工和设备安装任务，负责在设备厂家技术人员指导下完成系统调试。公司为现场观测人员提供了难得的锻炼和学习提高的机会，搭建了培训平台。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（1）重视大坝安全管理“三支队伍”建设，保障公司大坝安全

在4座大坝监测自动化系统改造工程完工后，公司水电与新能源生产部分别组织龙羊峡、李家峡、盐锅峡水电站相关人员召开了大坝安全监测自动化系统改造工程经验交流会，参与工程改造的主要人员均准备了书面专题发言材料并进行交流，共有50人次参加了交流会，通过交流，检验了培训效果，达到了提炼经验，总结提高的目的，收到了良好效果。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（2）开展大坝安全年度详查、注册、定检工作，保障充分发挥工程效益

公司积极主动配合国家能源局大坝安全监察中心，规范开展大坝安全注册、大坝安全定期检查等工作，及时发现大坝缺陷和隐患。每年汛前与汛后，依据《水电站大坝运行安全管理规定》和《黄河水电公司大坝安全管理制度》相关要求，公司及时组织开展大坝安全年度详查，对大坝及附属建筑物进行全面的现场检查。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（2）开展大坝安全年度详查、注册、定检工作，保障充分发挥工程效益

对大坝及附属建筑物进行全面的现场检查。对检查发现的问题及时进行分析、提出处理措施并安排专项资金进行处理。

公司坚持水库经济运行必须遵循确保大坝安全和防汛安全的原则，开展龙羊峡水库按设计汛期防洪限制水位运行分析论证，实现了2012年以来龙羊峡水库汛期限制水位按照2588-2594米之间动态控制。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（2）开展大坝安全年度详查、注册、定检工作，保障充分发挥工程效益

近十年来，按照国家能源局大坝安全监察中心统一部署，公司配合大坝安全监察中心组织完成了龙羊峡、李家峡、公伯峡、金沙峡4座大坝安全首次定期检查；完成了盐锅峡、八盘峡、青铜峡3座大坝第3次安全定期检查；正在开展苏只大坝第1次、龙羊峡大坝第2次、青铜峡大坝第4次安全定期检查。目前已完成定期检查的大坝，定检结论均为正常坝。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（2）开展大坝安全年度详查、注册、定检工作，保障充分发挥工程效益

2014年后，公司每年将有4-5座水电站开展每5年一次的大坝安全定期检查。通过大坝安全定期检查，掌握了各水电站大坝安全运行性态，建立和完善了大坝安全技术档案。与此同时，公司积极配合国家能源局大坝安全监察中心，开展公司水电站大坝安全注册和换证工作，目前具备注册条件并已完成注册的龙羊峡等7座水电站大坝注册等级均为甲级坝。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（3）构建“四库一网”水库地震监测系统，实施老坝安全监测系统更新改造，保障大坝安全应急管理需求

2005年以来，公司与青海省地震局合作研发，采用“四库一网”的地震监测模式，建立了龙羊峡、拉西瓦、李家峡、公伯峡水电站数字地震监测台网，在西宁建立了统一的梯级水电站数字地震监测台网中心，实现了地震信息远程监测。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（3）构建“四库一网”水库地震监测系统，实施老坝安全监测系统更新改造，保障大坝安全应急管理需求

同时实现了与青海省地震局地震台网中心的数据和信息共享，提升了公司黄河干流梯级水电站地震监测能力和水平，为大坝安全应急管理提供了技术支持。公司设立专业负责水库微震监测管理的职能机构，负责水库微震实时监测和系统运行维护管理。建立了梯级水电站地震监测信息月报制度和年度地震监测资料汇编制度。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（3）构建“四库一网”水库地震监测系统，实施老坝安全监测系统更新改造，保障大坝安全应急管理需求

近年来，公司投资1800余万元，重点安排对龙羊峡、李家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡5座水电站大坝安全监测自动化系统进行更新改造并已按期完成竣工验收。通过构建“四库一网”水库地震监测系统和提升大坝安全监测自动化水平，能够实时掌握大坝运行性态，提高了公司应对流域大洪水、地震等非常情况时的大坝安全监测应急管理水平，提升了公司大坝安全应急保障能力。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（4）认真开展大坝隐患排查，及时消除工程缺陷

近年来，结合大坝安全年度详查结果，依据《水电站大坝除险加固管理办法》和公司相关制度规定，完成了龙羊峡、李家峡、公伯峡等电站水工建筑物消缺与补强加固。主要项目有龙羊峡主坝2585米以上部位防渗补强处理，李家峡水电站右中孔泄水道底板抗冲耐磨层处理、大坝2087层左右岸扬压力异常补充帷幕灌浆，公伯峡面板坝周边缝水下检查与缺陷处理等30余项缺陷得以消除。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（4）认真开展大坝隐患排查，及时消除工程缺陷

公司高度重视当地材料坝运行中出现的异常变化迹象。2011年针对公伯峡水电站运行中出现的混凝土面板堆石坝周边缝局部变形偏大超过设计控制值、进水口坝段向下游位移偏大、面板水面附近裂缝逐年增多等一些异常情况，委托设计单位分析大坝运行性态，及时组织设计、科研、水下工程等单位专家进行咨询和会诊，确定公伯峡水电站水工建筑物水下检查的主要内容、范围检查及技术要求。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（4）认真开展大坝隐患排查，及时消除工程缺陷

委托青岛太平洋海洋工程有限公司对公伯峡水电站混凝土面板堆石坝周边缝、面板压性缝、面板裂缝、进水口坝段伸缩缝、左溢洪道孤岛裂缝、右岸两块典型防渗面板等部位进行了水下检查，对发现的3＃面板周边缝两处混凝土破损缺陷及时进行了处理。处理后，主坝渗漏量明显减小，由原来的19升每秒下降为7升每秒。目前坝体渗漏量基本稳定在7升每秒左右。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（4）认真开展大坝隐患排查，及时消除工程缺陷

近3年的运行实践证明，这次水下检查方法得当，缺陷处理方案合理，施工工艺、程序满足方案要求，处理效果显著，达到了预期的目的。大坝定检专家组认为公伯峡大坝出现的异常情况属局部问题，不影响公伯峡大坝整体安全运行，一致同意公伯峡大坝评为正常坝。大坝管理中心现按规定继续跟踪监视大坝异常变化情况，及时分析监测数据，确保大坝安全运行。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（5）及时完成汛期水毁工程修复

2012年7-8月黄河上游来水特丰，唐乃亥断面7月25日出现最大洪峰流量3430立方米每秒，为1989年以来最大洪水。期间梯级水电站群持续泄洪。其中龙羊峡水库7月23日至8月29日泄洪38天。泄洪造成各水电站普遍出现水工建筑物、进厂公路、河岸护坡水毁破坏等问题，其中李家峡水电站左底孔泄水道两侧边墙局部气蚀淘空破坏尤为严重。部分水电站泄洪闸门启闭操作频繁，闸门水封损坏。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（5）及时完成汛期水毁工程修复

依据检查结果，公司召开专题会议安排部署对各电站水毁工程修复施工和部分水电站消能防冲设施水下检查，安排专项资金限期修复。水电与新能源生产部责成专人组织协调、督办落实修复项目方案制定、审查，招投文件编制、审查、评标，现场施工、管理、验收等各环节工作，在2013年汛前按期完成了班多水电站右孔泄洪闸闸室段底板局部冲坑修复、龙羊峡水电站左中孔泄水道侧墙局部气蚀破坏修复、

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（5）及时完成汛期水毁工程修复

李家峡左底孔泄水道两侧边墙局部冲蚀破坏修复、盐锅峡水电站第6孔非常溢洪道底板补强处理等9座水电站17项水下检查和水毁工程修复项目，确保了电站安全度汛。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（6）高度重视小水电大坝安全管理

大通河流域5座运行水电站分别为东旭二级、卡索峡、青岗峡、加定和金沙峡水电站。工程建设期间，青岗峡和金沙峡水电站设计有大坝安全监测项目，青岗峡水电站未按监测设计进行施工，金沙峡水电站实施的部分监测项目已全部失效，其它3座电站没有大坝安全监测设计，大坝安全只有巡视检查手段。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（6）高度重视小水电大坝安全管理

根据黄河公司要求，业主单位青海黄河中型水电开发有限公司委托西北勘测设计研究院进行5座大坝补充监测设计，经审查后实施，项目投入资金190万元，补设的监测项目分为环境量监测、变形监测、渗流监测三大类。现5座大坝安全监测工作正常开展，监测数据实行统一管理，监测资料由黄河公司大坝管理中心负责分析，大坝运行状态得到有效监控。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

4 大坝安全管理主要特点和具体做法

4.2 具体做法

（6）高度重视小水电大坝安全管理

公司重视小电站大坝除险加固工作，近年来完成了大通河青岗峡电站引水隧洞补强加固，金沙峡水电站右岸副坝渗漏通道封堵和坝前防渗缺陷处理、土坝坝顶恢复防浪墙，东旭二级水电站左岸浆砌石挡墙加固修复等10项除险加固工程，及时消除了大坝安全隐患。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

黄河公司成立以来，注重规范开展水电站大坝安全监测、资料整理整编与分析、大坝安全年度详查等例行工作，积极主动配合国家能源局大坝安全监察中心开展大坝安全注册和大坝安全定期检查，及时发现和消除大坝缺陷与隐患，保证了梯级水电站坝群安全健康运行。同时，积累了一些坝群技术管理经验。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

（1）投入运行时间较长且已进入稳定运行期的大坝，应对大坝安全监测项目进行全面评价，在评价的基础上对监测项目进行优化调整。公司结合大坝定检，采用先进成熟的监测技术和设备，对龙羊峡、李家峡、盐锅峡等大坝安全监测项目进行了优化调整，保证大坝安全监测设施满足大坝安全监控要求，也在一定程度上减轻了观测人员劳动强度。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

（2）公司近年来新投运的拉西瓦等工程实践经验证明，新投运工程要特别重视初期蓄水过程和首次蓄水至高水位的巡视检查、监测、分析工作，以确保大坝和两岸高边坡安全。

（3）要重视当地材料坝渗流控制效果的分析评价工作。一是注意总渗漏量的大小和变化趋势，当渗漏量发生突变时（无论减少还是增加），应立即对大坝进行全面巡视检查，并利用监测资料进行分析排查。检查坝体浸润线变化情况，检查坝坡稳定情况，检查渗漏水水质变化情况。二是对于建在深覆盖层上的大坝，要注重分析检查深覆盖层防渗工程工作状况。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

三是对于面板坝，一要检查周边缝变形情况，二要检查面板间是否有挤压破坏情况，三要检查分析渗透压力变化情况，必要时要进行水下检查。四是注意检查当地材料坝与其它坝连接部位的变形稳定和渗漏情况。五是注意观察库区水面是否有旋涡等异常情况。

（4）对于混凝土高坝，垂线监测直观性强，应保证设施完好可靠，观测环境满足要求，自动化、人工观测相互间可以对比印证。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

（5）要重视各类坝型防渗帷幕防渗效果的分析评价工作，定期对水质、析出物进行分析；对排水孔应定期检查扫孔。

（6）对于老坝，在重视巡视检查、监测的同时，也要重视大坝材料性能检测工作，如裂缝、碳化检测等。

（7）大坝观测环境对观测精度影响较大，许多测值异常与观测环境有关，对不符合要求的要尽快改善。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

（8）根据黄河上游洪水特点，发生大洪水时会连续长时间泄洪，泄水建筑物安全泄洪也是保证大坝安全的关键。一要及时消除缺陷，泄水建筑物体型平整度不符要求的一定要进行处理。二要加强巡视检查和流态观察观测，尽可能安排轮换泄洪进行检查。三要在泄洪结束后进行全面检查，有冲蚀破坏的要及时修复。四要重视泄洪雨雾对电站运行包括出线设备的影响，编制预案明确防范措施。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

5 坝群技术管理经验

（9）水电站大多处于深山峡谷，应重视高陡边坡坍塌、落石问题，汛前集中清理危石；规定风、雨天气通行路线和不得开展观测作业的区域、时段等。

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

6 结语

黄河公司为适应水电开发快速发展需要，保证流域梯级水电站群大坝运行安全，成立了大坝管理中心，集中专业人员从事大坝安全监测、系统维护、资料分析等工作，实行了大坝专业化管理，同时注重大坝安全信息化建设，建立了大坝安全信息管理分系统，在黄河干流9座运行水电站建立了安全监测自动化系统，实现了大坝安全监测数据统一管理、统一处理、资料集中分析，初步形成了大坝安全远程管理与现场巡视检查相结合、信息实时监测分析与例行工作相结合的大坝运行安全监控和管理新模式，

中电投集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

6 结语

在保证大坝安全监测质量的前提下，极大地提高了工作效率和设备利用率，实现了新型、高效的管理模式在流域性梯级水电站群大坝安全管理中的应用，对其他流域性水电开发公司有一定借鉴和推广应用价值。大坝安全专业化管理、信息集中管控应是流域性水电开发公司坝群安全管理的主导方向。积极主动配合大坝安全监察部门的工作是水电企业应尽的责任。

以上汇报介绍，不妥之处，敬请各位领导和专家批评指正。

汇 报 完 毕

谢 谢！