

中国水利工程安全与管理

孙继昌

(中国水利工程协会, 北京 100055)

【摘要】 本文系统总结了中国水利工程建设和水利工程建设管理的成就,以及水利工程运行管理工作采取的措施,并紧紧围绕工程安全,分析了存在的问题和挑战,从管理的角度探讨了保障工程安全的举措和对策。

【关键词】 水利工程;安全;管理;对策

中图分类号: TV51

文献标识码: A

文章编号: 1005-4774(2017)012-0001-05

Water conservancy project security and management in China

SUN Jichang

(China Water Engineering Association, Beijing 100055, China)

Abstract: In the paper, the achievements of water conservancy engineering construction, achievements in water conservancy engineering construction management and measures adopted in operation management work in China are summarized systematically. Existing problems and challenges are analyzed aiming at engineering safety, the measures and countermeasures of guaranteeing engineering safety are discussed from the perspective of management.

Keywords: water conservancy project; safety; management; countermeasures

水利工程是中国经济社会发展重要的基础设施和支撑,在保障防洪安全、供水安全、生态安全和粮食安全等方面发挥着极其重要的作用。保证水利工程的质量、安全和效益,是水利工程建设和运行管理永恒的主题。

1 水利工程建设成就

中国是一个治水历史悠久的国家,历史上曾修建了安丰塘、都江堰、郑国渠等举世闻名的水利工程。新中国成立 60 多年来,兴建了一大批关系国计民生的防洪、供水、发电、灌溉工程,中国水利工程规模和数量跃居世界前列。

1.1 工程体系

据第一次水利普查数据,全国共有水库 98002 座

(其中已建 97246 座、在建 756 座,大型 756 座、中型 3938 座、小型 93308 座),总库容达 9323 亿 m^3 。建成江河堤防 41 万 km,水电站 46758 座,装机容量 3.33 亿 kW。已建各类水闸 26.80 万座、泵站 42.40 万座。灌溉面积达到 6680 万 hm^2 (其中耕地灌溉面积 6147 万 hm^2),初步形成了防洪、排涝、供水、灌溉、发电等水利工程体系。

1.2 工程技术

60 多年来,中国水利工程建设技术水平不断发展,已建成坝高 100m 以上大坝 169 座,库容 1 亿 m^3 以上大型水库 662 座。以三峡、小浪底为代表的高坝大库和以南水北调为代表的跨流域调水工程的成功建设,标志着中国水利工程建设的技术水平已跻身世界先进行列。



筑坝技术取得突破。三峡混凝土重力坝坝高185m,混凝土浇筑量近2800万 m^3 ,是世界上单体建筑规模最大的工程;贵州大花水大坝坝高134.50m,是世界最高的碾压混凝土拱坝;广西龙滩大坝坝高192m,是世界最高的碾压混凝土重力坝;锦屏一级水电站坝高305m,是世界最高的双曲拱坝;小浪底斜心墙堆石坝坝高160m,土石方填筑量5307万 m^3 ,大坝体积列世界前茅;云南糯扎渡水电站心墙堆石坝,坝高261.50m,是同类坝型世界第三高坝;水布垭大坝坝高233m,是世界最高的混凝土面板堆石坝。

调水工程技术取得进步。先后成功建设了引滦入津、引黄济青、引黄入晋、引额济乌、东深供水以及南水北调等一系列调水工程,在深埋长隧洞、大型渡槽、大型倒虹吸、大流量高扬程泵站、长距离输水调度运用、TBM施工等关键技术问题上取得创新成果。

新技术、新工艺、新材料、新设备在水利工程建设中被普遍应用,基础处理、高边坡处理、洞室爆破、导截流等技术达到国际先进水平。

1.3 工程效益

1.3.1 防洪效益

目前,全国七大江河干流主要河段均可防御中华人民共和国成立以来最大洪水。三峡水利枢纽已拦蓄洪水40余次。2010年和2012年,上游来水洪峰分别为70000 m^3/s 和71200 m^3/s ,远大于1998年最大洪峰63400 m^3/s ,三峡枢纽拦洪削峰,大大缓解了长江中下游的防洪压力,有效保障了长江中下游地区的防洪安全。据统计,1949年以来至2012年底,全国防洪减灾直接经济效益达4.39万亿元,每年因洪涝灾害死亡人数大幅减少。

1.3.2 供水效益

2015年,已建成水库总库容8581亿 m^3 ,约为年径流的三分之一,为生产生活供水提供了可靠的水源。2015年水利工程供水量为6103亿 m^3 ,有效保障了供水安全。南水北调东、中线工程已分别于2013年和2014年相继通水,已累计向北方调水100多亿 m^3 ,惠及1亿多人口。不仅提高了受水区供水保证率,而且改善了我国水资源配置格局。对我国经济社会发展影

响重大。

1.3.3 灌溉效益

截至2011年底,中国建成灌区200多万处(其中2万 hm^2 以上灌区456处),耕地灌溉面积达6147万 hm^2 ,全国粮食生产能力由建国初期的1.1亿t增加到5亿多t。有效保障了粮食安全,解决了13亿人口的吃饭问题。

1.3.4 生态效益

依托现有工程体系,科学调度水利工程,黄河实现近20年不断流;开展了对塔里木河、黑河、石羊河等流域综合治理和太湖流域水环境综合整治,组织实施珠江压咸补淡、引江济太、引黄济淀等工程,有效改善了水生态环境。南水北调通水以来,北京、天津等受水区6省市地下水位均不同程度上升。地下水生态恶化状况得到有效缓解。

1.3.5 发电效益

截至2016年底,中国水电装机容量3.32亿kW,居世界第一,年发电量10518亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,三峡工程已累计发电超过1万 $\text{kW}\cdot\text{h}$,相当于代替3亿多t标准煤,减少二氧化碳排放量约9亿t,发电效益显著。

1.4 水利工程建设方兴未艾

2014年国务院确定建设172项重大水利工程,包括西江大藤峡水利枢纽、滇中调水、引江济淮工程等。目前,已开工建设107项,在建规模超过8000亿元。“十二五”全国水利建设投资超过2万亿元,年均4000亿元。2016年达到6781亿元。水利工程体系将日趋完善。

2 水利工程建设管理的成就

保障水利工程质量和安全是水利工程建设管理的核心。经过多年实践,水利工程建设管理从程序、监管、验收等方面建立了一套完整的制度体系。

2.1 完善的水利建设制度和程序

目前已形成一套系统全面、特色鲜明的法规制度和技术标准体系,包括项目法人、招标投标、建设监理、勘察设计、质量安全、建设市场、项目管理、造价管理、工程验收、监督检查等。为保障重大工程的质量安全,

实施了严格的基本建设程序,分为项目建议书、可行性研究报告、初步设计、施工准备(包括招标设计)、建设实施、生产准备、竣工验收、后评价8个阶段。

2.2 有效的建设管理体制

水利工程建设实行以项目法人责任制、招标投标制、建设监理制“三项制度”为核心的建设管理体制。其中项目法人是项目的投资主体和责任主体,实现全过程、全面的系统管理,对工程质量进度、投资资金、安全生产总负责。为促进水利工程建设的专业化管理,对中小工程推行集中建设管理,对大型工程推行代建制、施工设计总承包等新型建管模式。

2.3 严格的水利工程质量安全监管体系

建立了项目法人负责、监理控制、企业保证、政府监督相结合的水利工程建设质量管理体系,形成了水利部(流域机构)、省市县自上而下、分工负责的政府质量监督网络,工程建设质量实行终身责任制,工程实施过程中将质量检验、质量评定、第三方质量检测作为控制工程实体质量的重要手段。大型水利工程由政府主管部门设立项目监督站进行现场跟踪监督。

2.4 规范的水利工程验收制度

水利工程建设实行规范的验收制度,法人对分部工程、单位工程、合同工程、整体工程进行严格验收。政府对工程进行阶段验收、部分工程投入使用验收、专项验收、竣工验收。通过规范、严格的验收,严把工程质量安全关,保障工程质量达到合格标准,满足正常运行。

3 水利工程运行管理采取的措施

保障水利工程安全是运行管理的首要任务。我国高度重视水利工程,特别是水库大坝的安全。多年来,采取一系列有效的对策措施,全面加强水利工程安全管理,工程安全状况和运行管理水平大幅度提高。

3.1 完善法规制度体系

以《水法》《防洪法》《水库大坝安全管理条例》为核心,以《水库大坝注册登记办法》《水库大坝安全鉴定办法》《水库降等与报废管理办法(试行)》《小型水库安全管理办法》等部门规章为代表,形成了一套符合

中国国情的水利工程管理法规制度体系;同时,制定了《水库调度规程编制导则》《土石坝安全监测技术规范》等一系列水利行业标准,形成了较为完整的技术标准体系;此外,针对水利工程管理中存在的突出问题,编印《小型水库安全管理实用手册》《小型水库土石坝主要安全隐患处置技术导则(试行)》等,指导行业加强水利工程安全管理工作。

3.2 建立安全责任体系

落实安全责任是确保工程安全的关键所在。针对大量涉及公共安全的水利工程,建立了重点水利工程安全行政首长负责制、主管部门及管理单位责任制。特别是水库工程,逐库落实水库大坝政府责任人、水库主管部门责任人和水库管理单位责任人,并实行责任追究。按分级负责的原则,每年年初水利部在中央媒体公告大型水库大坝安全责任人名单;省级和县级水行政主管部门落实中型和小型水库大坝安全责任人名单,在相关地方媒体公告。

3.3 加强日常运行管理

一是进行水利工程注册登记和水库大坝(水闸)安全鉴定工作,目前,全国已有9.55万座水库大坝完成了注册登记。二是组织开展河湖管理范围和水利工程管理保护范围划定。三是规范水库大坝降等报废。四是指导各地编制水库调度规程和水库大坝安全管理应急预案,实施科学调度,加强风险管理和应急管理。五是建立水利工程运行管理督查制度。六是推行水利工程管理考核制度,按照分级负责的原则,由各级水行政主管部门组织对辖区内水利工程管理单位进行年度自检与考核,不断提升工程管理水平。

3.4 实施病险水库(闸)除险加固

中国大部分水库、水闸建于20世纪50—70年代,由于历史原因,不少水库、水闸存在工程标准偏低、建设质量差、老化失修严重、工程管理粗放、配套设施不全等一系列问题,致使安全隐患严重,制约工程安全运行和效益发挥。为解决工程病险问题,中国先后规划实施了多批病险水库的除险加固,投巨资对累计6万余座病险水库进行了除险加固,超过了全部已建成水库的60%,总投资超过3000亿元,其中大中型水库



3051座,占全部大中型水库的70%;小型水库5.70万余座,超过全部小型水库的60%。经过除险加固的水库,安全隐患得以消除,水库原有功能和标准得以恢复。此外,对纳入《全国大中型病险水闸除险加固规划总体方案》的2622座大中型病险水闸,已实施除险加固671座。

3.5 开展水管体制改革

为从根本上解决中国水利工程管理中存在的体制机制问题,保证水利工程安全运行,充分发挥水利工程效益,2002年,国务院办公厅印发《水利工程管理体制改革实施意见》,部署在全国范围内开展水利工程管理体制改革。经过多年不懈努力,通过分类定性、定岗定编、落实人员基本支出和工程维修养护经费、推行管养分离、人员分流等措施,国有水管单位改革取得重大进展,理顺了管理体制,“两定”和“两费”基本落实,增强了单位活力,稳定了职工队伍,提高了管理水平。此外,针对面广量大的小型水利工程,水利部、财政部2013年印发了《深化小型水利工程管理体制改革的指导意见》,实现水利工程管理体制改革全覆盖。据统计,截至2016年底,全国国有水管单位当年落实两项经费244.20亿元,较改革前增加了150%;纳入改革的小型水利工程1500万处,明晰工程产权的占85.50%,明确管护主体的占69%,当年落实管护经费125.10亿元。

4 面临的挑战

由于对水利工程建设和运行实行了严格规范的管理,水利工程质量和安全总体上得到了保障。水利工程建设近年未发生重大质量安全事故,水利工程运行安全状况总体上也大为改善。水库年均溃坝率由20世纪50—80年代的1.23‰降至当前的0.06‰,已低于国际公认的0.10‰极低溃坝率。但水利工程安全形势依然严峻,仍面临严重挑战。

a. 气候变化和灾害性天气的影响。平均气温升高,导致强降雨和水资源时空分布的差异愈加明显,强降雨等极端性天气发生更加频繁,天有不测风云,台风、融雪等天气灾害,对水利工程,特别是水库大坝安全带来重大影响。历史上1975年8月淮河受台风尼

娜影响,发生暴雨洪水,造成了板桥、石漫滩等60座水库失事。近年来,四川、湖南、江西也因局部超强暴雨发生小型水库漫坝。

b. 地震的影响。2008年,四川5·12汶川8.0级地震造成3座大型、26座中型、1193座小型水库震损,由于及时采取震损隐患排查和应急处置,没有发生工程失事和次生灾害,但地震对水利工程特别是水库的影响值得高度警惕。

c. 高坝大库自身安全的风险。我国高坝大库愈建越多,目前世界高于200m的高坝有77座,其中我国有20座,在建19座,我国有12座,均排名第一,主要集中在云贵川黔等江河上游地区,不少是梯级开发,且上述地区也是地震多发地区,不论其工程自身安全风险,还是叠加风险均是客观存在的。

d. 病险工程的影响。我国大部分病险水库虽已实施了大规模除险加固,但仍有部分新发现的一定数量的大中型和万余座小型病险水库。1500余座大中型病险水闸未实施除险加固,水利工程安全隐患依然存在。

e. 工程日常管理不到位。根据对工程多年运行管理的分析,不难发现工程安全事故有些是由于缺少专业人员和运行管理经费,日常管理不到位,隐患和险情发现不及时,失去抢险的最佳时机而造成的,如青海沟后水库、山西曲亭水库、黑龙江星火水库等均属此类。

5 建议对策

为应对上述工程的安全挑战,建议采取以下对策:

a. 落实安全责任。工程安全责任制是个纲,不论工程建设管理还是运行管理,无论是审批、法人、设计、施工、监理,还是运行调度各个环节都要建立健全责任体系,将其落实到每个环节、每个阶段、每个相关岗位和具体人员,并实行责任追究。

b. 实行风险管理。工程都是有安全风险的,这是客观规律,务必强化风险意识,树立底线思维,从最不利的情况出发,实行风险管理,有效预防、降低和管控风险。有安全风险的水利工程特别是水库,要制定大坝安全管理应急预案,建立应急机制,编制调度规程,严格蓄水管理,对梯级水库和水库群实行统一调度,联

合防控风险,力争将安全风险控制在可接受的范围内。

c. 保障建设质量。对涉及公共安全的工程要严格审查、审批,大力推进新材料、新技术、新工艺的应用,推广施工质量实时智能控制技术,严格质量监督和验收管理,严把质量安全关。

d. 强化日常管理。加强工程安全监测,对大坝等重要工程要实施实时动态监测、智能化管控和预警,发展大坝隐患无损检测和深水监测技术,实行快速诊断和抢护;建立水雨情监测预报系统,实行滚动预报和实时调度乃至预报调度;强化运行管理督查和考核,不断提高管理水平;坚持常备不懈,加强日常巡视检查,实时掌控工程安全状况,维持良好运行工况;结合河长制实施,对河湖和水利工程进行划界确权,划定管理和保护范围,以便有效加强对工程的管理。

e. 实施除险加固。工程安全状况是动态的,要定期进行安全鉴定和评估,对新发现的有安全隐患的工

程及时实施除险加固、乃至降等报废,以消除安全隐患。

f. 深化水利工程管理体制变革。有效的管理体制是水利工程安全的重要保障,需继续推进水利工程管理体制变革。重点是明晰工程产权、落实管护责任,足额到位两项经费。实行现代化、规范化管理和集约化、专业化维修养护,确保工程安全运行和良性运行,建立符合我国国情、水情和社会主义市场经济要求的水利工程管理体制和运行机制。

6 结 语

水利工程安全事关重大,直接关乎经济社会发展和公共安全,要牢固树立安全风险意识,坚持底线思维,兴利服从安全,把安全放在首位,从建设和运行等方面强化各种措施,以保障工程安全运行,发挥其应有功能和效益。◆

(上接第8页)

5.3.5 地面钻孔冷冻措施

如果泥石流地层范围较大,含水也大,可在地面打孔,安装制冷设备,对掌子面一定范围进行局部冷冻,从而固结卵石层,进行推进。该法投资费用较大,要防止TBM与卵石冻为一体,防止机上油路、水路冻结。

5.4 洞底基础为卵石土层的泥石流险情应对措施

险情发生后,如果TBM机头基础及周边完全是卵石土层,而且属富含水层,操作手必须果断停机,防止机头下沉。商定专门的处理措施。

5.4.1 洞顶覆盖层较浅泥石流险情的应对措施

洞顶覆盖层较浅时,同样可采用地面高压旋喷、化学灌浆,排水井降水的措施,但钻孔必须深入洞底高程5m以下,同时须在洞内连接桥部位,把刀盘及护盾区域进行灌浆固结,待洞底基础强度达到后,慢速往前推进。

5.4.2 洞顶覆盖层较厚泥石流险情的应对措施

洞顶覆盖层较厚时,地面作业不太可能,只能在洞内做文章。可在掌子面区域、连接桥、侧壁观测孔处打

孔,进行水泥或化学灌浆,固结洞底基础、掌子面卵石土层;严重时,可通过在TBM护盾两侧开导洞直到掌子面的一定范围,并加强对导洞的支护,利用平行导洞对掌子面泥石流土层及洞底基础进行固结灌浆;如果灌浆效果不大,可直接利用旁侧导洞,超前管棚技术,进行人工开挖、钢拱架支护,洞底换填混凝土,TBM步进通过。该方法人工开挖、支护工程量大,工期长,安全性差,成本大,实属下策。

6 结 语

TBM掘进机隧洞施工对泥石流地段的适应性较差,但施工中遭遇泥石流地段的可能性很大。施工前必须掌握详实的水文地质资料,做到施工前预知、预防,施工中有方案、对策,临危不乱,果断处置。要结合地形地貌,采用超前地质预报和TBM信息化管理技术,利用现有设备、技术条件,比选方案,多措并举,在最安全的前提下,在最短的时间内,在投入最小、效果最好的前提下,使TBM快速穿越不良地质洞段,发挥TBM优势,安全、快速、高效完成工程建设任务。◆