

⑧

31-37

台湾水利概况

牛占

(黄河水利委员会水文局 郑州 450004)

TV211

摘要 根据对台湾水利的初步考察,介绍台湾河川雨洪的自然特点,以水资源开发调配和防洪为重点的工程建设概况,河流泥沙处理的措施,水利规划整体思想和环境保育理念等。可以看出,随着经济发展和需求的提高,台湾水利事业在取得成就的基础上仍保持良好的建设势头和深化管理的努力。

关键词 水利建设;水利工程;水资源;防洪;泥沙;环境水利;台湾

1 台湾水利的自然背景

我国的台湾岛,南北长约 380 km,东西宽约 20 ~ 150 km,面积约 3.6 万 km²。其地势格架由偏东部的中央系列山脉控制,西部为倾斜台地与平原,使全岛分为不对称的两半。山脉主峰玉山高达 3 997 m,而临海处高程仅 0 m。高程 1 000 m 以上的山区面积占全岛 32%;100 ~ 1 000 m 的丘陵与台地约占 31%;100 m 以下的冲积平原约占 37%。概括之,山地、丘台、平原约各占 1/3。台湾的 2 100 万人口主要居住在台地和平原区。

台湾的河川源于山地流入海洋,在全岛呈放射状分布。台湾地区共有河川 129 条,依流域形势及对经济发展的影响等因素将其区分为主要河川 21 条,次要河川 29 条,普通河川 79 条。主要河川分布示意图 1。较大的河流有浊水溪(河长 187 km,流域面积 3 157 km²)、高屏溪(河长 171 km,流域面积 3 257 km²)、淡水河(河长 159 km,流域面积 2 726 km²)、曾文溪(河长 138 km,流域面积 1 176 km²)、花莲溪(河长 58 km,流域面积 1 508 km²)等。

台湾总地势高差悬殊,总地域狭小有限,各河川长度均甚短,超过 100 km 者仅 6 条;流域面积小,超过 1 000 km² 者仅 9 条;坡陡流急,坡度在上游大多超过 1/100,下游大多在 1/200 ~ 1/500,缓于 1/1 000 者仅 5 条。台湾山脉多属沉积岩及变质岩,河川集水区多砂岩、页岩与板岩,岩层脆弱易断裂且高度风化。加之多台风暴雨,雨强大,坡沟汇流速度快,常造成严重冲蚀及引起泥石流,洪水携带大量沙石冲击而下,到下游平原地区后使河床严重淤积,主流常

形成极不稳定的游荡(辫状)河道。

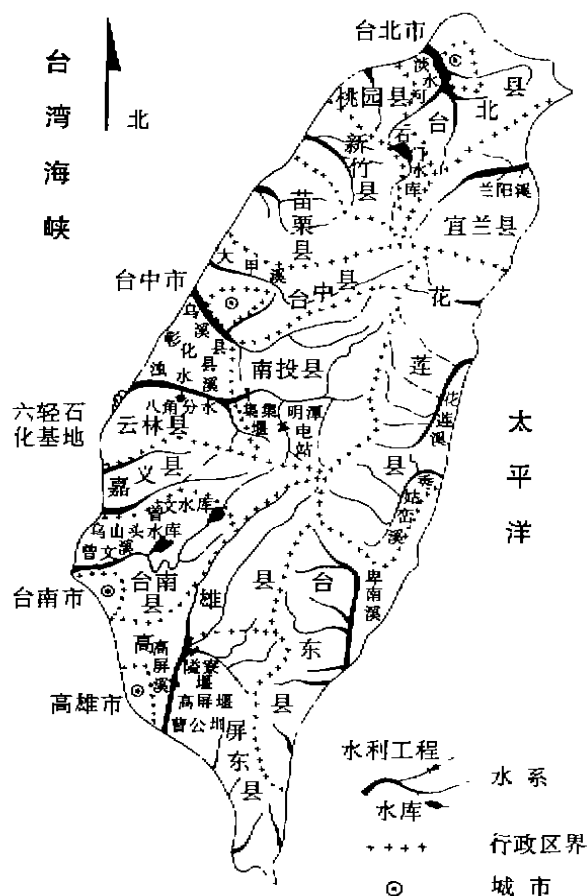


图 1 台湾主要河川分布示意图

台湾全境 1949 ~ 1996 年多年平均降雨量 2 500 mm,但干旱年只有 1 600 mm,丰水年达 3 100 mm;地区上山区高达 7 500 ~ 8 500 mm,而西海岸部分地区不及 1 200 mm。每年 5 ~ 10 月的雨量约

占年雨量的 3/4 强,且主要集中在 7~9 月的台风期。这种时空分布不均,造成河川流量洪枯差异明显且随降雨强弱迅速涨落、河川径流产用异地,洪水威胁和用水缺水交替出现。

台湾的暴雨堪称猛烈,一小时最大雨量达 300 mm(台中)、一日最大雨量达 1 870 mm(屏东山区),达世界最大雨量记录的 93%。强烈暴雨造成河川流域的超大比流量(单位面积产生的流量,常用单位为 $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})/\text{km}^2$),如浊水溪、淡水河最大比流量达 7.7 和 8.5,约分别为长江的 450 和 500 倍,黄河的 320 和 350 倍。

台湾多台风暴雨,1897~1998 年的 101 年间,共经受 350 次台风的侵袭,每年都造成极大的损失。1985 年 7 月 24 日关岛东北约 800 km 海面生成的贺伯台风,在宜兰登陆后,于 7 月 31 日至 8 月 1 日侵袭台湾。台风期间,基隆地区最大阵风达 17 级(风速 59.5 m/s),阿里山日最大降雨量 1095 mm,连续 24 小时最大降雨量 1 749 mm。台风暴雨造成南投、嘉义山区山体崩塌,产生大量泥石流,洪水浊流横冲直撞,仅落在下游城区的洪积物就有 22 万 t,交通、通信、房屋等建筑物直接损失 200 亿元新台币,伤亡 50 余人。与台风暴雨洪水的斗争一直是台湾水利界重要的业务内容之一。

台湾的台北盆地、宜兰盆地、台中到高雄沿海平原总约 1 747 km^2 (占平原总面积的 16%)的地面下陷地区常有严重的雨洪积水,一些地区的海岸也遭受海水侵蚀,排水和防止海侵也是台湾水利的重要问题。

在这样的自然背景下,水资源开发调配、江河治理、抗台风暴雨、抗海侵积水就成为台湾水利的基本任务。经过多年努力,台湾人民克服了许多困难,建起了 50 余座水库及水电站,修筑了大量拦河堰及供水系统,整治了许多行洪河道及海侵堤岸。改造山河兴利除弊,取得了令人瞩目的成就。

2 台湾的水利体制和水利活动

1997 年 5 月,台湾行政当局整合原有关部门成立水利处,统筹决策整个台湾岛的水利事业。水利处的业务职责是,执行水事法则,监管水权事务,开发利用水资源、治理保育河川流域,进行区域整体规划,协调水土资源及水库的综合管理利用,兴建河川排水与海堤工程,监管辅导县市水利事业、水利团体及自来水事业。工作目标是,消除洪患安定成长,涵养水源永续用水,灌溉排水厚植农本,落实执行提高效率,研究发展培训人才。

1998 年 1 月,水利处统合原石门、鲤鱼潭、曾文三个水库管理局等业务机构部门成立北、中、南三个

分区水资源局,专事各区水资源工程的兴建与管理。各水资源局辖区大致以新竹—宜兰和嘉义—花莲中部为分界。另将原在各地的工程处编为第一至第九河川局,分驻宜兰、新竹、台中、彰化、嘉义、高雄、屏东、台东和花莲,主要负责各河系或河系区段的河川治理工程业务。水利处还在南投设置一个从事水利规划和试验研究事宜的水利规划试验所。

台湾农业灌溉的具体操作由民众组织的农田水利会承担,基本上每县一个水利会,并在此基础上成立了全台湾的农田水利会联合会。农田水利会受水利处督导,代行某些行政职能,以半官半民的方式服务于农业水利。

水利处与自来水公司有较密切的业务关系,自来水公司三级设置的 12 个区管理处、25 个给水厂、40 个服务所、99 个营运所也纳入水利系统的管理范围。水利处和大型工业基地及用水企业也有服务管理和需求依赖的业务关系。

由此可见,台湾的水利体制是以水利处为主导,民众组织和产业部门相协助的构型。台湾水利界和高层行政当局认为,水利是非常重要的事情,也是最易引起纠纷的事情,必须由高层官员统帅,组建专门的强有力的规划研究和建设管理专业队伍,现行体制还是适应情势的。一位地方行政首脑叹曰,在他任内,台湾连着几年不是缺水就是洪水,他一直“为水辛苦为水忙”,稍不经心损失就惨。没有水利专业队伍的全力支持,他就任职维艰了。

水利是台湾行政当局全额投资的主要事业之一。水利处和所属水资源局、河川局编制 1 510 人,人头费全额由行政当局拨款。农田水利会也有不小的班底,早先由收集受益户(会员)的水费维持运转,90 年代以后由行政当局出资而免收水费,人头费比照水利处员工也从行政当局领取。

台湾的水利工程费皆由行政当局出资兴办,以当地新台币计,1996 年水利工程总费为 229 亿元,1995 年为 256 亿元,而 1994 年因有超大型专项工程任务高达 628 亿元。在 1992 年开始的“六年建设计划”中,列入 12 项大型水利工程,总经费达 3 000 亿元,在全部建设计划预算中所占比例很大。交通大学的择业指导书中列入了“六年计划”的水利项目,供水利专业毕业生选择。

水利作为行政当局的事业部门,人员的录用采取普考遴选制,职员都是竞争上来的,看重稳定的业务岗位,敬业精神很强。台湾水利界人员素质较高,大多受过良好的高等教育,特别在基层也遇到不少博士,包括留学归来的博士。另外,也很注重在职培训,每年都举办多期多类讲习班,内容从水利理念、

水利法规、水利规划到工程技术。也选派人员出境考察学习,许多人都有出境的经历,交谈中不时谈到在外域的感受和见识。

台湾好几所大学都有水利科系,除普通高等教育外还培养研究生。成功大学、交通大学、台湾大学的水利科系,分别以水利工程、水利环境和水的综合研究见长,学校和工程产业界协作,承担许多水利专题研究开发任务,双方关系和谐。

台湾水利部门和外界同行的交流很活跃,每年都举办学术会议,邀请祖国大陆和外籍专家讲学、参加水利工程论证评审等活动。近几年,海峡两岸及全球华人之间的水利互访交流也很频繁,且交替举办学术会议。1998年7月,由台湾交通大学及台湾水利处与黄河研究会及黄河水利委员会等联合,在新竹举行的“海峡两岸河川整治与管理学术研讨会”,就是一次成功的活动。本次会议学术交流的内容涉及水利政策、流域规划、水土保持、水文测报、水利工程、防洪与河川治理、泥沙与冲积河流、信息与资讯系统等,范围比较广泛。会议还出版了论文集。

3 台湾的水利工程

台湾的水利工程包括收集资料的水文气象观测站体系,水资源开发与调配的水库、拦河堰、灌溉渠系和城市工业供水体系,河川整治与海岸防护及洪涝排水体系,水土保持与环境治理改善体系等。由于70年代以来,经济飞速发展,都市化水平提高,水利建设速度加快,目前各体系或建成正常运转,或已有规划正在开展,表现出良好的状态和势头。

3.1 水资源开发与调配工程

据计算,台湾全岛多年平均降雨量905亿 m^3 ,除去220亿 m^3 的蒸发与40亿 m^3 的下渗,年径流量645亿 m^3 ,径流系数为0.71;年利用水量195亿 m^3 (生活用水24亿 m^3 、工业用水17亿 m^3 、农业用水154亿 m^3)、利用率22%,其中直接引用河水88亿 m^3 、水库调节47亿 m^3 、地下抽水60亿 m^3 ;可见地下水有20亿 m^3 的用亏,另外入海510亿 m^3 。水利界人士认为,台湾的水利用率不高,而随着都市化的高度发展,用水量的需求还会增大,因此在水资源的开发上还要继续努力。

台湾已兴修水库50余座,总蓄水量约22亿 m^3 。蓄量较大的水库有曾文水库(约6亿 m^3)、翡翠水库(约3.6亿 m^3)、石门水库(约2.5亿 m^3)等,其余大多为蓄水量较小的水库。

台湾小水库多的基本原因,是台湾河流坡陡流短、河谷狭长,缺少建设大型蓄水水库的地形条件,另外也与当时的规划设计目标有关。现在,随着水

资源不敷应用与防洪的要求,在符合安全性与技术可行性的范围内,水库大坝加高已提上议事日程。基隆新山水库大坝加高已经实施,蓄水量比原来增加了1倍。南化水库和石门水库等大坝加高事宜也在推动之中。

台湾水利界把水库比作民生的聚宝盆,十分重视,不懈的调研查勘,反复论证对比、规划设计,充分利用可能的条件争取兴建和扩建水库。在最新的“六年经济计划”中列入了新竹宝山二库等一批拟建水库工程。

台湾的离槽水库也是充分利用地形和开发水资源的有效方式。如乌山头水库并不在曾文溪流上,但穿山凿洞从曾文水库把水引来贮存,等于扩大了前库的蓄水量,两库联合运用,效益更佳。石门水库下游桃园县兴建大量的贮水池(平原水库),两者盈亏互补,对确保当地农业用水作用甚大。

台湾在平原地区的河流河段多筑有拦河堰。比较大型的堰有正在建设的浊水溪集集拦河堰(蓄水1000万 m^3 ,年供水28亿 m^3)、高屏溪向高雄市供水的高屏堰,高屏溪出山口的隘寮堰等。至于一般蓄水较少,仅起抬高水位导水入渠作用的小型河堰几乎每条河都有数座。在筑堰的选材和构型方面,除像集集堰(长350余m,高约15m,布置18孔15m $\times$ 10m闸门)这种接近库坝的蓄水堰外,大多采用造价低廉、施工容易、运行方便的橡胶充气堰。

另一种从河中取水的方式是扬水站。如高屏溪高雄县境的曹公圳就是一处历史悠久的扬水站,只不过已由现在的电力泵水替代了早先的木轮水车。

台湾已实行地下水管制,管制区主要在城市化的平原地区,总面积达5373 km^2 。管制区的地下水只允许在极枯水期抽取使用。已作出了补充地下水用亏的规划并部分实施。

与库、堰配套的输水工程,农田灌溉主要是衬砌明渠,城市和工业用水大多是暗埋管路,都相当完善,管理维护很好。需要的地方装有计量器具或量水设施。乌山头水库从曾文水库引水的穿山洞、隘寮堰的穿山输水洞等,都是数千米长的输水工程。

台湾17个农田水利会管理着1901个灌溉系统,渠道总长度44533km,灌溉面积383827 hm^2 。

随着工业化的发展和都市化的繁荣,城市和产业用水的比例在增大,台湾水利界感受到这些问题,积极予以解决。如近些年来他们和自来水公司合作,使全省人口的自来水率超过了86%(1996年)。高屏溪拦河堰为高雄市自来水公司供水(35 m^3/s)。等工程运用后,这一比例还要提高;集集拦河堰工程建专线42km(其中埋设管线约10km)、向六轻石化

基地(台湾在建的大型石油化工基地,位于浊水溪入海口左岸的云林县麦寮镇。在填海造陆的地基上兴建,工程总费用达3 000亿元新台币之多。)日供水86万t(流量约 $10\text{m}^3/\text{s}$)等,都是解决此类问题的举措。

台湾水资源的政策导向是,以小型拦河堰、中小水库、大型堰库的次序加速水资源的开发建设;以先地表水,后地下水,再海水淡化水为水资源的使用次序,同时要注重联合调配并进行地下水补充;保证生活优质水,提高用水效益为水资源的供给次序。

初步观察思考,台湾的水资源开发与调配有如下的特征:

a. 水资源的开发利用向集约化发展。浊水溪下游原来有许多小型拦河堰和取水口,现正在建设集集拦河堰和两条沿河输水干渠(南岸设计流量 $90\text{m}^3/\text{s}$,北岸设计流量 $70\text{m}^3/\text{s}$)取代原来较多的堰和取水口,以克服原堰规模小供水保证率低,结构差易冲毁,口门多影响河道整治的问题。以此为代表可见水资源的开发利用向提高效率的集约化发展的势头。

b. 注重水资源的联合调配。曾文水库向离槽的乌山头水库供水,石门水库是桃园灌区蓄水池的水源,都是联合调配增大效益的实例。他们认为,各水库就像分驻各地的“水银行”,完全可以进行“水资金”的联合调动。用数百公里的主干管线将各水库连起来,实现“北水中引”、“中水南引”、“中水北引”等余缺互济的支援调配。在治水规划中,有将台湾水库分区连通起来统一调度的方案(已开始实施),可见台湾水利界很注重水资源的联合调配。

另外云林水利会在浊水溪引水口门附近建成一八角形缓冲蓄水池,各池壁面为不同方向和灌区的引水口,据介绍缓冲蓄水池属统一公平调配水资源的设施,对平等合理分水很有用。

c. 研究水资源的利用效益。台湾水利界认为,水利是农业的命脉,水利是从农业发展起来的,但在农业发达到保证有吃有穿的前提下,就应研究水资源的利用效益,使其向高效益发展。由于工业用水效益较高,工业用水的保证率就要提高。如集集堰的供水规划中,一般情况下六氢石化的用水属优先确保。同时因粮食过剩在一些灌区倡导休种或限制耕种,损失由行政当局补贴。

所有用水中生活用水是最优先考虑的,在注重满足量的基础上,也特别关心水质的提高。例如,屏东县很多人饮用水质不好的地下水,水利部门准备建设数十公里专用洞管,从环境好的隘寮堰把好水引来解决屏东人民喝水问题。

3.2 河川治理与防洪工程

台湾河川的防洪标准,按主要河川、次要河川、普通河川,分别定为防100年一遇、50年一遇、25年一遇洪水。台北地区防200年一遇洪水,其它城市大多为防100年一遇洪水。

台湾的河流在台风暴雨期的洪峰流量很大,如以100年一遇重现期计,淡水河洪峰流量 $25\,000\text{m}^3/\text{s}$,浊水溪 $24\,000\text{m}^3/\text{s}$,高屏溪 $22\,000\text{m}^3/\text{s}$,乌溪 $21\,000\text{m}^3/\text{s}$ 。过去河流一到平原就产生洪泛,加之暴雨内涝,常受重灾;现在在经济实力的支持下,加强和加速了河川治理。以前对洪涝被动防御的局面已大为改善,防洪抗洪的主动性大大提高。

台湾河川治理的方略是统一规划分步实施,现已完成95条河川的治理规划(其余正在规划中)。根据规划,修建堤防2545 km,护岸646 km,目前已分别建成1791 km和266 km,达预定保护目标的74%,近期的“六年计划”中,再拟建443 km的堤防和护岸。重要河川及河段的堤防和护岸均用石料混凝土砌筑成,坚固、整齐、美观,弯道与险工地段筑有列排墩群等加固设施以防强冲。有些河段采取裁弯取直或开辟新河等措施扩大疏洪能力。

台湾的城市化水平较高,城市防洪倍受重视,为了束水排洪,城区堤防护岸工程的建设管理更是经心,并且和城市总体规划相结合,常成为城市的一道风景线。笔者曾考察过乌溪支流猫罗溪和大里溪流经台中市和南投县的堤防护岸工程,它呈反凸形二级河床,下部中间是宽80~100 m深3 m的深槽河道,上部两边是与主槽等宽深约5 m的河床。即将河床宽约1/3的下部作常水期过流用,全部河床供洪水过流用。上部河床(高滩)修整为草坪,无洪水过流时是民众亲水休闲地。在岸坡边险工处设有用于防护的列排墩群。这段堤防的建设纳入城市发展规划,堤顶是滨河公路,有多处跨河桥梁,空闲地植树栽花成公园。据介绍,原来大里溪经常泛滥,致台中市西南部脏乱不堪,河川经治理后,该地已成为新的都市开发区,初具规模,变化甚大。

有些城区主河道两侧已发展定型,在现河道无法拓宽通过设计洪水的情况下,则新辟辅助疏洪道扩大泄流规模。淡水河流经台北市的一处弯道侧就建了这样的辅助疏洪道,装有控制闸门,特大洪水时开闸助泄,避免主河道旁的街区淹水。

有些城区拓扩河流断面和新辟辅助疏洪道都受限制,一味加高堤岸以防设计洪水又与城市总体规划不协调,且一般洪水也用不着,台湾南区水资源局曾建议参照欧洲发明的浮动性自动堤防技术予以解决。浮动性自动堤防是有相当强度的玻璃纤维板,

平常嵌于混凝土堤坝的竖槽中和坝顶持平,竖槽临河侧壁的上、下部留有充水、排水管孔。当水位升到上充水管孔时槽中充水,将玻璃纤维板浮动性自动堤防抬起,成为阻挡超过混凝土堤坝水位的加高堤墙;当高水退下时,槽中充水可从下排水管孔排出,或用机械加速抽排,则玻璃纤维浮板下沉入槽。实际营建中还要进行板体结构、浮力、水路、止水等设计,也需要很好维护管理。水利部门正在推动这项实验。

台湾 11 座水库具有防洪功能。贺伯台风期间这些水库共拦蓄约 9 亿 m^3 的水量,为缓解下游的压力作出了贡献。现在推动一些水库大坝加高增大蓄水量的一个重要的原因,就是增强防洪能力。

台湾的积水外排也是一项繁重的水利业务。台北、高雄等大城市及部分重要区域,排水设施建设标准为 5 年一遇暴雨瞬时排水,其余地区则低些。

台湾地区现有渍涝排水系统 1 108 条,干、支线总长度 9 490 km,总排水面积 140 余万 hm^2 。70 年代中期起开展渍涝区排水线路改善工程,由水利处规划,各县市实施建设。规划总长度 7 500 km,现已完成改善 3 351 km,占规划长度的 45%。

台湾四面临海,有防护大海陆蚀灾害的任务。按规划,需整治海堤 552 km,目前已完成 492 km,达预期目标的 96%。海堤建筑过去大多用刚性抗冲墙体,现在则推广块材杂糙堆积消能坡或柔材护面消能坡。刚性抗冲墙体为一次碰撞消能,效率低;后两种坡体为摩阻过程消能,效率高。

总之,台湾水灾害防护工程是浩大的系统工程。统一规划,不懈建设,善于保护是台湾水灾害防护工程建设的一大特点。

3.3 河流泥沙问题与泥沙处理措施

台湾许多河流都有泥沙问题。浊水溪是产沙输沙最多的,汛期平均含沙量达 $40 \text{ kg}/\text{m}^3$,台湾水利界人士称其为“台湾的黄河”。在浊水溪平原河段的云林一带,可以看到宽浅游荡的河势,遍布沙石的河床,以及采沙坑场显露的深厚堆积层。特别是这段河床高出地面数米,不仅提示了“悬河”的危念,也会勾出从古到今河流产沙输沙与沉积的严重性思考。在高屏溪等河床也可看到遍布的砾石,表明台湾河流泥沙问题的普遍性。

水库泥沙淤积也相当严重,据不完全测量统计,有 23 座中小型水库都出现较大的淤积量。如白河、乌山头、大埔、阿公店水库分别淤积 913,7 040,447,1 459 万 m^3 泥沙,各占其总库容的 36%,46%,50%,71%。

针对台湾的泥沙问题,已采取了一些工程措施

予以处理,主要有以下几种:

a. 大力开展流域的水土保育。这作为环境理念贯彻在各河流的总体规划中,而且不懈地努力宣传和实施。

b. 在水库上游及严重产沙河流陡峭易坍河段建设拦沙坝。如石门水库上游修建了 50 多座拦沙坝,防淤效果直接而明显。荣华坝是石门水库上游较大的拦沙坝,不仅拦沙且安装机组发电,获取综合效益。

c. 机械清淤。如石门水库近坝区的泥土沉积物,由水库出资开挖运出以恢复库容。而在石门水库回水末端,鼓励企业在库中采取建筑工程用沙,按采沙额向石门水库合理交费,双方有利,各取所需。

台湾主要的引水工程都有沉沙池,过去池中沉沙或由水冲回到下游河床,或建设数个沉沙池交替清淤,费用全由水利部门负担。现在看到有些沉沙可做建筑材料,拟设计可使建筑用沙和淤泥分开的沉沙设施,两种泥沙分别清出。云林水利会在这方面已有所实践,他们将沉沙池的有用沙石捞挖后出售,取得良好效益。

在河川治理时清出的河道淤积泥沙,大多作为筑堤的基础材料垫底使用。治理后的河川仍需清淤,这也是各河川局的重要业务之一。

一个时期以来,河川采沙无序,有些地方因此而危及堤防护岸或严重影响到河床的稳定。如旗山溪汇入高屏溪河段,1976~1994 年间,由于河床超量采沙引起冲刷,致使以断面平均河床高程为指标对比看,最大刷深达 8 m。为了克服诸此弊端,台湾水利部门除及时肃整外,已作出开采沙石和河川治理相结合的规划方案并正付诸实施。

台湾水利同行对泥沙问题相当重视,在学术交流中不时谈到他们对河流泥沙观测研究的认识成果,也询问黄河泥沙的情况。大型或泥沙问题严重的水利工程在设计期都要进行泥沙模型试验,在水工规划试验所的试验场,我们看到了两个正在进行试验的水工泥沙模型。台湾水利界尽管在工程泥沙处理上做了许多努力,取得一定成绩,同时也认为解决泥沙问题相当困难。

3.4 明潭抽水蓄能电站及台湾的水电工程

明潭抽水蓄能电站是目前亚洲建成运行的最大抽水蓄能电站,装有 6 台抽蓄发电机组,总装机容量 160 万 kW。该电站运行的一般安排是,白天发电调峰,夜间抽水蓄能,对台湾电网的调峰调荷和提高系统效率作用甚大。

明潭抽水蓄能电站是台湾称道的水电工程之一,它的上池是风景秀丽的日月潭,下池在南头县水

里乡,两池高差约 380 m,之间由穿山跨沟的直径约 8 m 的高压输水管线连通。除此之外,山巅中两孔直径数十米、深度百多米的调压井,长 156 m 高 46 m 宽 21 m 的岩洞厂房,坝顶长 314 m 坝高 62 m 的大坝、以及坝肩高边坡风化岩层的深锚索防护等工程,都给工程艰巨宏伟的印象。

台湾有 40 余座水电站,石门、曾文等许多水库都装有发电机组,都是电网的重要成员。各水电站自动监控设施良好,运行维护人员很少,环境幽雅。

台湾地区水能理论蕴藏约 1 173 万 kW,可开发水能资源约 505 万 kW,已开发 400 余万 kW,这在包括火电和核电的台湾整个电力系统中所占比例并不大。

4 台湾的水文监测与水利资讯

台湾水利界认为,水利事业的兴办及水利行政的措施皆需依赖长期水文观测资料的分析,早年建立的水文监测网发挥了无可替代的作用,今后仍要持续下去,并在此基础上增加和发展。台湾的水文监测网包括 8 个气象站,139 个雨量站,61 个基本水位流量站,17 个辅助水位流量站,7 个洪水站,7 个潮位站,285 口地下水监测井。此水文监测网长期搜集地表、地下基本水文资料与气象、海潮资料,监测地面下陷。各库、堰在运用期也观测水位、流量、泥沙等有关的水文要素,它们也是水文监测网的组成部分。根据情况和需要有些水库还进行淤积测量。

台湾部分水文站也开展河流泥沙测验或进行专门的河床演变测量,如在浊水溪河口 18 km 河段,从 1982 年到 1987 年进行了 5 年的河流输沙和河床演变观测。他们用 USP-46 和 USP-50 等悬沙采样器测取悬沙,同时测量了河床沙坡的运动过程,并且分析泥沙的颗粒级配,建立了本河段的悬移质与推移质的输沙公式。

随着经济发展,水利事业需要的资料范围越来越广,太空天文海洋、自然地理地质、经济产业环境、社会人文科技等资料信息都应搜集。水利处以以前积累的大量水文资料为基础,吸收其它行业、产业的相关资料,采用计算机信息的数据库、网络等现代技术,于 1997 年建立了自己的水利资讯系统——台湾地区水文情报中心资讯服务网。这个系统以丰富的内容,灵活的检索,图表式描述,直观的表达进行水利资讯服务。

为提高台北地区防洪的安全保证率,台湾水利部门于 1997 年设立了淡水河流域防洪指挥系统,该系统以有线网路,单工、多工无线网路,联通各雨量、水位测站与石门、翡翠水库等遥测仪器到防洪指挥中心。该系统还拟应用桃园机场、李崇山、五分山

的雷达信号实施雷达测雨。台湾大学的学者结合该系统的雷达回波及雨量观测资料,初步率定出雷达信号与降雨间的关系,建立了降雨预报模式。认为雷达有三维空间的解析能力,在降雨强度的观测、预报上的作用远非地面雨量计系统所能比拟,雷达测雨和降雨预报应是台湾未来测雨和降雨预报的发展重点。

水情情报对防汛的重要作用众所周知的,为提高台湾工业发达地区防洪的安全保证率,浊水溪与高屏流域防洪指挥系统也在规划和推动建设中。

流域防洪指挥系统也是用经验和成因分析相结合的方法作降雨径流预报。由于都市化的发展,都市汇流已引起重视。台湾南区水资源局的研究指出,流域都市化以后,地表不透水率增加,集流时间缩短,入渗量减少,超渗系数、河川径流量、洪峰流量均增加,洪峰流量与超渗系数大致有等倍增加的关系。

5 水利规划思想与水利环境理念

台湾水利处人士指出,台湾早年的河川治理主要是防止突发性洪灾,水资源开发主要是应付缺水用水。现在他们认为,以河川为主题的水资源水利应扮演多元化角色,水利规划也应树立环境保护、生态保育、河川美的意识。要贯彻全面规划合理安排的思想,扬弃以往“水土分治”、“各河分治”的做法,以达水土资源永续利用之目的。

一般说来,这是环境水利的规划思想。结合台湾的具体情况,其着眼点主要在以下几方面:

a. 全面进行水资源的供需调查与分析。调查与分析的内容包括数量、质量、现在和远景,生活、工业、农业和环境等。

b. 特别重视流域水源涵养与水土保持。认为植被养生可降低洪水比流量,增大入渗,改变流量丰枯期差异,减弱地表侵蚀,既涵养水源,也保护土壤。

c. 防洪治河绿化主次兼顾,泄洪排涝清淤一并考虑。认为防洪最重要,必须确保,但也要稳定低水流路,腾出高滩地进行小环境育植,供市人在无洪水毁及的长时期内享受绿化的美;事实上,排水路线大多是大河下游的支流,淤积大多出现在河口段河床,从作用看上游来洪、本域积水、河床雍水都会浸地淹城,一并处理效果最佳。

d. 加强环境保护。在集水区要划出水质水源、野生动物、自然景观、水鸟观赏等保护区。在都市区要治理三废,监测防治污染源。

e. 不能轻视非工程措施。基本资料信息库与河川资讯系统、淹水预警与防灾抗灾指挥系统、防灾教育等都应纳入水利规划的范畴。

f. 不可缺少经费预算,也要拟订执行程序。

目前台湾河川治理规划是水利业务的重点之一,因此也开展了有关专题研究。如成功大学的研究人员研究了冲积河流复式断面及洪水漫堤后主槽的流量问题,指出主槽水流和边流有强的动量交换,用断面平均流速推得的主槽流量偏小,临近主槽的工程规划设计应考虑这些问题。

台湾一著名人士认为,中国人讲“风水”,所谓“风水”就是山林与自然环境生态;认为台湾的水和自然生态现在不做好的话,将来要花的代价会更大。这代表了台湾水利环境的理念,在此理念的驱导下,台湾水利环境建设取得了很好的成绩。自然环境与人文景观建设结合,使台湾处于浅山口的许多水利工程都成为度假旅游区。如日月潭风景区,曾文、乌山头水库休闲地,隘寮堰民族文化风景线,石门水库综合风景旅游地等都给人以“亲水美”的享受。在水利建设中,充分考虑了道路、植物种群、人工建筑物的和谐搭配。水利旅游区的卫生设施较齐全,游人的卫生观念较强、环保意识较好,环境均十分美好。特别在曾文水库还向游人编发库区主要鸟类图册,提醒和提高保护动物生态种群的意识。

6 科学家关心水利事业

台湾水利界对自己的事业乐此不疲,其它学科的科学家也关心水和水利研究。1998年7月在新竹交通大学举行的“海峡两岸河川整治与管理学术研

讨会”上,交通大学校长邓启福教授讲到,中华民族治水有悠久的历史,他从小就听到许多治水的传说,早年在南京读书时就遇到过水灾,就有了水患意识,知道水利的重要;作为大禹的传人,加强海峡两岸水利交流,共创美好未来。台湾科技界著名学者吴京教授讲到,不能认为水与空气的交界面是“自由表面”,因为风作用于表面后,水的一定层次要顺风流动,其下低层因连续性而要反方向流动,由此对岸壁的作用是形成河弯的原因之一;由水面振动波、各种波场与水面作用产生的物理效应可监测水的“自由表面”,但水面的“水汽珠”会影响物理效应,影响波的传播;水量不平衡与大量水珠的存在有关,激光可测量水珠的大小和多少,进而可测量降雨量,台湾和大陆都有力量做激光测雨这件事;水科学不仅是理工科的事,水资源要管理、要规划、要宣导,也是管理科学、人文科学的事,这些学科要参加,科学家要善于管理,为争取中华民族之21世纪作贡献。

总结说来,台湾的水利事业取得了可观的成就,而且发展势头不减。台湾的水利工作者对艰难的建设岁月常有沧桑之忆,对水利的辉煌成就也有荣耀之感,但对目前水利用地赔偿费太高,有的要价高达预算的50%以上,以致有些工程很难营建也不无忧虑。

参考文献

- 1 新竹交通大学,海峡两岸河川整治与管理学术研讨会论文集,中国台湾,1998

(收稿日期:1998-10-07 编辑:马敏峰)

·小资料·

巴西的大型水电站多

巴西是世界上水电大国之一,其水电装机容量仅次于美国、加拿大和中国,居世界的第4位,其水电年发电量占全国总年发电量97%左右,处于绝对优势地位。

巴西水电建设有一重大特征,即大型水电站特别多,当前世界上运行中最大的水电站——伊泰普水电站,就是巴西和巴拉圭共同拥有的。据1996年《国际水电和大坝建设手册》统计,全球装机100万kW以上运行中的常规水电站共有105座,而其中巴西就有20.5座(伊泰普按0.5座计入),占全球的19.5%。又全球装机200万kW以上运行中的常规水电站共32座,而其中巴西就有6.5座,占全球的20.3%。1997年巴西的钦古水电站一期工程装机300万kW建成投产,使巴西装机200万kW以上的常规水电站增加到7.5座,居世界首位,这8座超200万kW的大型常规水电站如表1所列。

表1 巴西大型常规水电站

序号	电站名称	河 流	坝 型	坝高/m	库容/亿 m ³	装机容量/万 kW	开始发电年份
1	伊泰普	巴拉那河	双支墩重力坝	196	290	1260	1983
2	图库鲁伊	托坎廷斯河	斜心墙堆石坝	98	458	400	1983
3	伊拉索耳台拉	巴拉那河	重力坝	74	211	320	1973
4	钦古	圣弗兰西斯科河	面板堆石坝	150	38	300	1994
5	伊塔帕里卡	圣弗兰西斯科河	土石坝	105	108	250	1988
6	普罗阿丰苏4	圣弗兰西斯科河	重力坝	33	1.3	246	1979
7	伊土比亚纳	帕腊奈巴河	重力坝	106	170	210	1980
8	萨尔托圣地亚哥	伊瓜苏河	土石坝	39	67	200	1980

(吴冀高供稿)