

农田水利建筑物新技术



湖北省水利学会
湖北省水利厅

编

农田水利建筑物新技术

湖北省农田水利建筑物学术讨论会

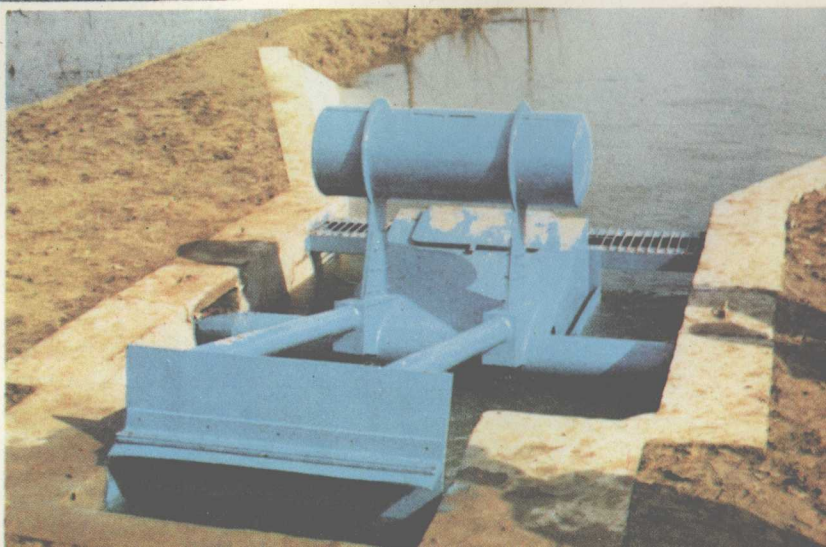


八五年元月在湖北省嘉鱼县召开农田水利建筑物学术讨论会

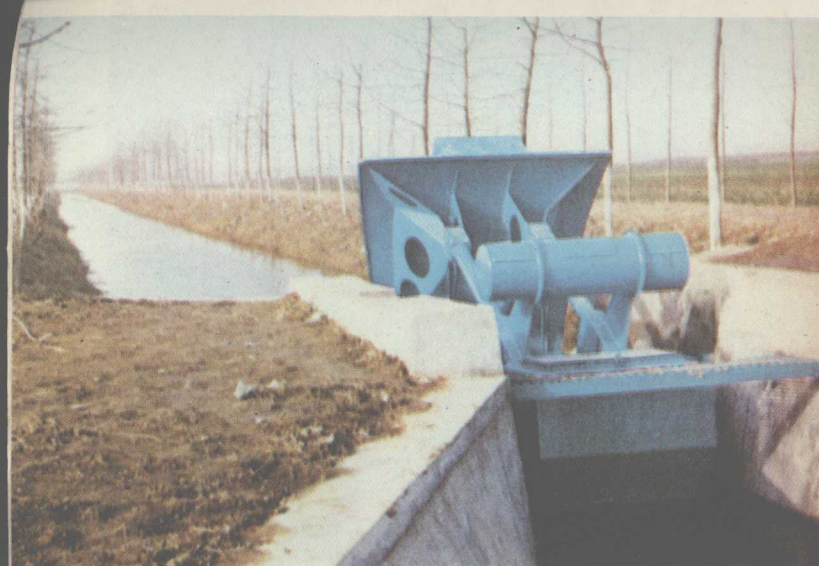


会议代表参观上游常水位控制水力自动闸门

安装在湖北省嘉鱼县三湖连江灌区三合支渠渠首，设有胸墙挡水的下游常水位控制阿维欧门。



三合支渠上
的下游常水位控
制阿维斯门



湖北省大悟县界
牌水库渠道上的后水
箱水力自动泄水闸。



三湖连江
灌区渠道上的
配水器



目 录

国内外农田水利建筑物发展综述	 (武汉水利电力学院)	江仪贞 黄绮华等 (1)
灌溉渠道水力自动化	 (武汉水利电力学院)	李宗健 王长德 (11)
前浮箱水力自动闸门	 (武汉水利电力学院)	李宗健 江仪贞等 (19)
附录 前浮箱水力自动闸门设计实例	 (武汉水利电力学院) (湖北省嘉鱼县水利局)	卢玉春 邓克烈 骆文杰 (27)
后浮箱和混合式水力自动闸门	 (武汉水利电力学院)	李宗健 卢玉春等 (31)
双浮箱水力自动弧形闸门	 (武汉水利电力学院)	李宗健 江仪贞等 (44)
后水箱水力自动弧形闸门	 (武汉水利电力学院)	李宗健 江仪贞等 (52)
附录 后水箱水力自动弧形闸门稳定平衡计算实例	 (湖北省孝感地区水利局)	劳占球 (59)
水力自动弧形闸门支点轴承设计中的几个问题	 (武汉水利电力学院)	卢玉春 (62)
配水器	 (武汉水利电力学院)	王长德 李宗健 (67)
灌溉渠道上的虹吸泄水道	 (武汉水利电力学院)	李宗健 王长德 (74)
灌溉渠道水力自动控制闸门的运行稳定问题	 (武汉水利电力学院)	王长德 (79)
水力启闭弧形闸门的设计与施工	 (湖北省大冶县水利局)	曹祥瑞 (87)
底栏栅取水工程的设计	 (武汉水利电力学院)	周素真 钱尧华等 (95)
底栏栅坝设计与施工探讨	 (湖北省郧西县水电局)	武荣生 (122)
水库分层取水简论	 (武汉水利电力学院)	赵文华 陈德亮等 (126)

小型混凝土球形闸门定型设计	 (湖北省京山县水利局)	林 珊	(139)
湖北省装配式渡槽的事故调查	 (湖北省水利厅)	谢勘武	(148)
渡槽侧向稳定计算中有关风荷载的探讨	 (武汉水利电力学院)	竺慧珠	(158)
斜拉结构综述	 (武汉水利电力学院)	凌均忆执笔	(167)
柔度法计算斜拉结构	 (武汉水利电力学院)	凌均忆 陈慕才等	(201)
有限元法计算斜拉结构	 (武汉水利电力学院)	陈慕才 秦学优等	(238)
斜拉结构在湖北省水电建设中的应用前景	 (湖北省水利科学研究所)	黄慕芳	(262)
环氧树脂灌浆修补混凝土裂缝	 (湖北省水利厅工程二团)	张光真	(267)
车坝一级水库溢洪道全自动控制混凝土生产系统	 (湖北省水利厅工程二团)	韩勳咏	(273)
闸门拉(压)杆运行中的问题与改进	 (湖北省黄冈地区水利局)	陶思取	(279)
塑料薄膜防渗在塘堰堤坝上的应用	 (湖北省鄂西自治州水电局)	刘 辉	(284)
编者后记			(290)

国内外农田水利建筑物发展综述

江仪贞 黄绮华 王长德

(武汉水利电力学院)

我国的农田水利事业历史悠久,解放后兴建了许多农田水利工程,在水工建筑物的设计、施工与造型等方面积累了比较丰富的经验。我国工程数量和灌溉面积居世界前列,许多水工建筑物都具有自己的特点和相当的水平。但与国外发达国家相比,在很多方面还有较大的差距。许多发达国家已把极大的注意力转到灌溉的节水技术,节能技术,优化配水和自动化配水的灌水技术,灌排水质监测及污水利用技术方面,因此建筑物的型式和构造也发生较大的变化。而我国从整体来看,渠系配套还不健全,灌排技术水平仍相当低,与新的灌溉技术相适应的建筑物研究应用较少,尤其是上述问题尚未引起我国水利科技人员的足够重视。因此,需积极推动引进国外的先进技术,结合我国的实际情况和特点,大力开展科学技术研究,用与先进灌溉技术相适应的新型水工建筑物来武装我国水利工程,使其逐步达到高水平。

本文着重综述当前国内外农田水利水工建筑物发展特点,展望世界农田水利事业的发展趋势,从而提出我国农田水利水工建筑物的研究方向。

(一) 当前农田水利水工建筑物发展的特点

1. 渠系配套工程的建设促进了装配式建筑物和新型结构新工艺的发展

国外发达国家中,渠系配套工程包括土方工程都采用定型设计,工厂化生产(包括建筑物及防渗设施),一条龙施工装配。如在使用渠道开挖机械后,接着是夯实机械,衬砌及防渗面板的铺砌或浇筑机械,因此施工速度相当快。在渠系中尽量用建筑物,很少用填方渠,用渠槽、管道等建筑物沿地面高程铺设或在低洼地区架空的形式,加快施工进度,同时也解决防渗问题,使灌区早受益,也提高了灌溉效率。

我国从六十年代开始,结合灌区配套工程进行了大量的装配式建筑物的研究试点工作。广东省湛江地区在1965年就有二十余种装配式水工建筑物在推广使用,其中包括闸坝、渡槽、涵洞、隧道、桥梁、水管、闸门、船闸、跌水、陡坡、倒虹吸、挡土墙等。目前湛江地区在装配式建筑物的设计定型化、预制工厂化、运输安装机械化方面已有较成功的经验,建立了预制构件厂,组织了施工专业队伍,该地区每年的水工建筑物施工项目中使用预制构件的达90%以上。根据水电部水利水电科学研究院的研究试点初步统计,即使在没有工厂化、机械化的条件下,采用装配式建筑物比老式建筑物可节省投资62%,显示了装配式水工建筑物的巨大经济意义。此外,装配式建筑物还具有节省大量三材和劳力,加快施工进度,便于施工管理,装拆容易,移动不损,

提高工程质量等优点。

目前,我国农田水利装配式建筑物发展有如下几个特点:

1) 促进新的结构型式的发展。为了满足吊装的要求,必须使结构尽可能做到轻、巧、薄、强,迫使建筑物的结构型式要改革。如江苏省的钢筋混凝土三铰桁架拱桥,它吸取了两铰桁架拱桥和三铰板拱桥的优点,成为施工吊装方便,造型美观,受力合理的新型式,与二铰拱桁架相比,可节省钢材12%。一般装配式构件的设计,要尽量提高构件的抗弯能力,降低钢筋的用量,也就是尽量利用混凝土材料的抗压性能,减少结构的拉应力,因此逐渐地出现了拱管、斜拉倒虹吸管、斜拉渡槽、双曲薄壳、微弯板结构以及各种拱形的新型结构;

2) 改进施工工艺。施工工艺上已普遍应用予应力,构件成型也普遍采用震动模具,滑行模板和干硬性混凝土,条件好的地区已初步形成工厂自动化流水作业生产线,工效大为提高;

3) 研究新材料。在国外,为了满足装配式构件的要求,正在大力发展高强度轻质混凝土,予应力混凝土,在发展很快的同时,注意研究拌制混凝土时掺入少量减水剂,达到提高混凝土强度的目的。据苏联预计,到2000年,700号以下的混凝土将成为普通混凝土,800—1000号混凝土将在许多情况下使用,1500—2000号混凝土将用来制做工厂制品。我国在这方面也开始重视,如采用高强钢丝、低合金钢、高强砂浆和高标号混凝土等,予应力结构有较大的发展,玻璃纤维、钢纤维混凝土也在研究中;

4) 装配式建筑物逐步发展到田间。除了一般的地面灌溉所要求的田间分水、量水建筑物外,与地下排灌工程的发展相应的一套建筑物,如分水井、控制井、用水井、放水斗门、排沟井、节制井、引水井等大量小型建筑的预制构件的定型生产已提到日程。

2. 节水、节能的建筑物型式的研究日益受到重视

围绕着节水、节能技术的新课题越来越引起重视,因此建筑物的型式与研究的内容也与此相适应。如自动化灌溉及其建筑物型式问题;地下排灌工程及其建筑物型式问题;新型量水建筑物及优化配水的设施等。

灌溉自动化是农业自动化的重要方面,目前国外流行的技术革命学说已明确地将农业自动化列为这次技术革命所要实现的目标之一。据有关资料报导,预计2000年的灌区,特别在发达国家的灌溉系统,将大部分应用计算机对灌溉系统的运行实现自动控制,并实现地下管道输水自动化。

灌溉系统管理自动化有明显的节水效益。一些先进国家的全自动化灌溉系统,包括喷灌、滴灌、地面灌溉等各种灌溉方式的自动化系统发展较快。据报导,有泄水回收再利用的自动化地面灌溉系统,水的有效利用率可达90%以上。以色列气候干旱,85%的农田采用喷灌,并建立了用电子计算机控制的自动灌水系统,可以自动进行防霜冻或降高温喷灌。以色列通过自动化节约用水10%。

一个先进的自动化灌溉系统,能够对整个系统的输水和用户需水信息进行全面迅速的采集和传送,并能迅速地传导和执行控制指令,通过实际运用最佳化计算所提供的成果,从而可实行对水资源的最佳控制。

自动化灌溉系统的控制方式主要有三种:

1) 水力自动控制系统,它是根据建筑物附近水位的变化来控制运行的,主要是靠水力自动闸门来控制;

2) 电力自动控制系统,它是借助于电力传导或无线电传导来传达水位的变化信息,并用电气设备元件来控制各类闸门的自动运行;

3) 用电子计算机进行遥控遥测系统。

不同的控制方式对建筑物提出的功能要求不同,因此要使某种控制方式达到自动化的程度高,且经济合理,也需要研究与之相适应的建筑物。

从整体来看,灌溉系统管理的自动化在国外也还处于研究发展阶段。利用水力自动闸门的水力自动化系统使用的历史比较长,技术上也比较成熟,目前在世界上使用的国家也比较多。电控系统由于其造价高,技术比较复杂,因此兴建的还比较少。现代的利用电子计算机的集中控制系统在技术上尚不十分成熟,无论在控制方式和技术装备上都还处在研究发展之中。

在我国,自动化灌溉方面起步较晚,七十年代后期,由于援外工程的要求,才开始研究水力自动化灌溉,目前正在突尼斯由我国援助兴建一用混合式闸门控制的自动化运行渠道。国内,在广西和湖北正在兴建水力自动灌溉的试验工程。至于利用机电设备控制的自动化灌区,在我国研究的还要早一些,但至今比较成功、完善的例子并不多。因此,我们必须深入地了解国外自动化的系统控制理论和方法,注意结合我国国情,引进一些经济适用的技术,以促进这方面工作的顺利开展。

地下排灌工程由于排灌系统地下化,不仅解决节水、节能问题,而且也具有省地、增产、提高排灌质量,便于农机作业和交通,减少灌溉引起的病虫害等优点,在世界上已成为当前农田水利技术发展的一种趋向。有人预料,随着世界各国灌溉面积的增长,灌溉系统有转入地下管道的趋势。

在荷兰须德海地区的地下灌溉,是以排水系统与灌溉结合的形式,并以排水为主。在美国的五大湖区,年降雨量大,一般不需要灌溉,则在排水系统上建有控制建筑物,控制排水达到合适的地下水位,也可达到地下灌溉的目的。在日本稻麦两熟地区,利用暗管进行地下灌溉。意大利在用地下毛细灌溉。在西德,采用尼德韦默地下灌溉法,它有整套的施工机械用于铺设管路和反滤层,灌溉水经过予制的混凝土槽供给,无压流入,还可以施加肥料。在苏联,对地下灌溉做了大量的试验研究工作,并试图装上土壤湿度传感器来实现灌水技术自动化。在日本,排水暗管技术相当发达,国家已将暗管排水作为增产措施列入国家奖励政策范围。在欧洲,捷克、波兰的暗管排水面积均占总排水面积的70%以上。目前,世界上暗管排水技术正向着低造价的塑料制品和裹滤料、高效的施工机械、提高管井的出水量和延长使用寿命的方向发展。

近年来,我国农田地下排灌的科研工作正在兴起。在地下排水治理旱作渍害,改善稻田土壤通气性,改良盐碱土和有利于山区水土保持方面;在地下灌溉工程的布局和效益,灰土和水泥砂土输水管道的力学性能,机械化制管工艺及其应用方面;在绳索牵引、悬挂式和双弹头鼠道犁的研制,各种型式的瓦管、灰土管的制造和埋设,线沟、鼠道、暗管相结合的多层排水,以及排、灌、控、调综合运用的排灌系统等方面,都取得了较好的成果,推动了地下排灌事业的发展,对农业的增产作出了贡献。目前,江苏省

地下排水和管道输水面积已超过五百万亩,无锡市运用灌水暗渠、排水暗沟、降水暗管相互配合的地下灌排工程(称之为“三暗”工程),形成了灌、降、排、调的综合型式的立体系统。江苏省昆山县水稻田暗管排水自动化装置已初步调试成功。广东、上海、浙江、安徽、黑龙江、天津等省市在暗管、鼠道、浅沟排水方面也有一定的发展。山东、内蒙的暗管排水改良盐碱土。河南温县、四川川西平原都在较大面积上建设管道输水工程,都取得了良好的效果。

与国外相比,我国的地下排灌技术还有很大差距,我国地下排灌的面积占的比重还很小,对地下排灌的科研工作也较落后,就建筑物而言,各级建筑物的造型,制管工艺和施工机械化等问题值得进一步研究。

量水建筑物的研究方面,目前在国内外受到普遍的重视。随着工农业的发展,对有限的水资源的需求在日益增大,而水的开发成本又在日益增高,在此情况下,对用水进行有效的控制和量测已越来越迫切,要求精度也越来越高。

就世界范围而言,许多国家,尤其是发展中国家的许多灌溉系统中的量水设施是很粗糙的,甚至不进行量水。国际灌溉排水委员会于1977年5月在德黑兰举行了灌溉效率的会议,在这次会议中提出把“水量量测和调节”这一课题纳入委员会的工作计划中,认为要确定任何一项用水的效率,其根本在于精确地掌握在用水系统内流动的水量,而流量的量测和调节是有效的用水管理的最重要的基础。

量水建筑物及设备按其功能可分为两大类:一类是单纯用来量水的结构物,另一类是既能调节流量又能量水的结构物。

单纯用于量水的建筑物用得最多的是各种各样的量水堰、槽和流量测量仪表。在特设的量水设备中,采用最多的是量水堰,一般有三角堰、梯形堰和矩形堰三种。这些堰可以就地施工,也可以预制装配,随时可以装卸,但当渠水含砂量大时,易在堰前造成淤积。量水槽中最常用的是巴歇尔量水槽和水跃量水槽两种,其特点是壅水低,淤积少,观测简便,适宜在比降小、含沙量大的渠道上采用,但建造费用高,施工要求高,而且不能靠近取水口来设置。在比降小、含砂量大的小型渠道上,还常常使用量水喷咀,它也具有水头损失小、淤积少的特点。而各种量水仪表大多用于管道水量的计量,一般这些水表的价格较高,当水的含砂量比较大时水管中容易发生故障。

各级渠道上的闸、涵洞也可以起量水作用。用作量水的建筑物,要求修建得比较规整,且管理养护好,一般不应有损坏、漏水、冲淤和阻塞等现象。在大中型工程中或重要的干渠上这些要求不难达到,但在小型水利工程中,由于设备简单以及施工管理水平的影响,利用闸或涵洞量水,很难达到满意的精度。

可将量水和配水相结合的这类建筑物中,有的在上游水位变化时,能自动地进行调整,保证引用一定大小的流量。例如坎那型取水口和用浮子带动的园筒型取水口,都能在上游水位变化时引取不变的流量。还有一种是,在自动化灌溉的取水口上设置的配水器,以法国人创造的一种为最典型,其优点是配水器由几个不同宽度的孔口组成,每个孔口设有弧形闸板,根据引用流量的大小,可开启一个或几个孔口的闸板,这样在使用上就比较灵活。为了保证配水器前干渠的水位恒定(配水器每孔进流量不变),应在配水器前(或后)装设下游(或上游)常水位闸门来维持引水口前水位的恒定。另外,还有一些完

全人工操纵的配水量水结构也能达到配水量水的目的，不再赘述。

总的来说，目前世界上使用和研制出的取水口上的量测和控制建筑物的种类和型式是非常多的，但其中还很少能满足结构简单、坚固耐用、精度合理、水头损失小、基建和维护费用低、操作简便等要求。这就提供了一个可发展的广阔领域，特别是在田间进水口的小型建筑物方面，就是由于它们小，所以这些量水点的结构和水力学问题很少受到注意。然而，它们却构成整个灌溉系统的一个关键问题，因为灌溉用水量就是在这些点上确定的，所以它确定了整个系统的用水效率。

但是，由于小支渠和田间进水口的数量很大，不能采用昂贵复杂的量水设施，因此发展简单的、经济的、具有合理精度、既能量水又能调节的建筑物是当务之急。为了避免增加建筑物的费用，研究或改造灌区建筑物（闸门、跌水、引水建筑物等）用于量水也是有现实意义的。在我国，这方面的工作量非常大，对这项工作的试验研究和实施要求又十分迫切，但目前国内还仅有很少数的单位开始这方面的试验研究。

由于量水的建筑物或设备，还存在一个数据的采集、记录、处理分析问题，虽然也研究出了许多自动和遥测设备，但对于大量的、分散的三级支渠和田间分水口上的设施来讲，又还存在经济实用问题，也还有研究和发展的余地。

作为发展的远景，量水亦应作到完全自动化，这可以通过对现存的量水设备施行自动化改造（主要是自动测量、记载、遥测、遥记）或研制新型的自动化量水设备来实现。

3. 随着现代科学技术的发展，水工闸门的自动化控制已成为实现水利工程现代化管理的一个重要方面

自动化控制的闸门大致分两大类：一类是电力自动控制闸门，先进的可达到遥控遥测；另一类是水力自动控制闸门。前者，国外发达国家已比较普遍，我国只用于少数大型水电骨干工程，近年来，少数的大型灌区也开始用电力自动控制各级闸门，达到自动控制流量和实现自动配水。后者，由于它具有不需要引进能源，不需要启闭闸门用的机电设备和启闭台，不需要专门的管理人员，而且结构简单、工程造价低等特点，因此国内外采用较普遍。在国外，各种类型的水力自动闸门主要用于实现水力自动化灌溉系统。在法国，NEYRPI C水利研究机构已于第二次世界大战前夕研制出一系列水力自动闸门，包括上游常水位闸门（AMIL 门），下游常水位闸门（AVIO、AVIS 门）及上、下游水位联合控制的混合式闸门（MIX TE 门）等，这类闸门现已在各国推广。苏联所研究的水力自动闸门的型式之多在世界上处于首位，有用于灌溉渠道的各种节制闸，泄洪闸上的平面闸门、弧形闸门、露顶闸门、深孔闸门、屋顶闸门、扇形闸门、鼓形闸门等等达400余种之多，但由于这些闸门在结构上不甚理想，运用中也不够灵活，有一定的限制条件等，在苏联国内普及、推广的并不多。在英国也有比较成功的、用于拦河闸上或溢洪道上的水力自动闸门，如双浮箱水力自动闸门和水力自动的泄洪闸等。目前日本、美国、罗马尼亚、匈牙利以及北非的一些国家都在灌溉工程上积极推广和运用水力自动闸门。

国外的水力自动闸门以弧形闸门为最多，它一般都是利用闸门上加设的浮筒（或浮箱）和均重装置，来达到使闸门自动启闭调节水位和流量的目的。

在我国,应用简易的水力自动闸门也有悠久的历史。由于平面旋转水力自动闸门除具有一般水力自动闸门的特点外,还具有可不设中墩和闸门开启后可在闸门上、下同时泄水的特点,因此在河流上修建时,可不缩窄河床,渲泄能力大,造价也最低。近三十年来,我国水利、水运界坚持研究和实践,目前,我国的水力自动平面旋转闸门有了较大的发展。除古老的单铰横轴和立轴门外,已先后出现了双铰门(或双铰加油压缓冲门)、多铰门、曲线铰门、渐开型闸门以及类似渐开型的门型等数种新门型。这些门型的发展趋势是构造越来越简单,用曲线形的连续铰支座加上一定的约束缓冲装置,使闸门能达到逐渐开启或关闭,从而提高了闸门的灵敏度(调节性能)。在研究的这类闸门中,对动水压力的影响,过流能力的计算,分析“拍打”原因及解决“拍打”问题的措施等方面的理论课题也有了新的发展。对平面旋转闸门的研究,在世界上我国以独特的风格出现,把这类闸门发展到一个新水平,83年5月在长沙召开的《水力自动翻板闸门技术研讨会》已进一步总结和交换了成果,推动了我国水力自动闸门的发展。

其他型式的水力自动闸门在我国也开始了运用和发展,除引进和研究了法国水力自动灌溉用的一套水力自动闸门外,也开始研制了一些新门型。如武汉水利电力学院的后水箱式水力自动闸门、甘肃省静宁县研制的反弧自动深水闸门、江苏省东台县研制的空箱旋转自动闸门(需用人操作阀门来辅助)等,都已在中小型工程中发挥了作用。

从闸门的材料来看,在我国农田水利的中小型工程中,主要采用钢筋混凝土和钢丝网水泥闸门,这也是我国闸门的特点之一。根据二十余年的实践和研究改进,与钢闸门比较可节约钢材40—60%,其中整板式的、双曲扁壳式的平面闸门和孔口较大的薄壳弧形闸门节省钢材的幅度较大。但钢筋混凝土闸门自重大,启门设备和启闭台投资大,因此,在我国有可能用水力自动启闭钢筋混凝土、钢丝网闸门的趋势。实际上,前面提到我国的各类水力自动闸门(平面旋转闸门和其它新型闸门),已基本上是采用钢筋混凝土或钢丝网水泥结构的闸门。可以想象,钢筋混凝土或钢丝网水泥结构的闸门用水力自动启闭,可能是解决中小型水工闸门节约钢材,节省启闭机、机架桥等投资的一种途径,是值得研究的问题。

4. 我国在建闸技术及灌区建筑物的造型及设计理论等方面有较大的发展

近三十年来,我国在建闸技术上有如下几个方面的革新:

1) 井柱基础水闸,在软基上建造,井柱不仅起到桩基的作用,而且往上延伸的整体柱可代替墩或边墩,底板和井柱间用沉陷缝分开,使软基上也可以用分离式底板,底板可以做得很薄。井柱承受全部上部荷载和全部水平推力;

2) 反拱底板式水闸,在江苏、山东、河南等省采用拱形底板,使底板主要承受轴向压力,弯矩变小,充分发挥混凝土的抗压性能,底板可以做得较薄,节省了钢材;

3) 框架式水闸,在山东、内蒙等地采用较多。其特点是闸墩不采用一般的实体墩,只在靠近上游2—3米长设实体墩柱布置门槽和支承启闭室,下游则设一般方立柱以支承盖梁及交通板,在满足闸室稳定的前提下减轻了闸室重量,相应地减少了地基反力,整个闸室造型也轻巧;

4) 结构轻型化和施工予制装配化方面有一定进展,闸下消能出现了新的效果好

的型式。水电部水利水电科学研究院通过试验,选择了合理的结构型式和预制构件的型式,在安徽进行了成批节制闸、分水闸的设计施工试点,初步取得成功,目前正在推广中,其中各种消能型式效果较好。广东省从60年代开始,对装配式建筑物探索实践的同时,在轻型装配式水闸或浮运闸等方面都有成功的经验;

5) 水闸的其它方面,如改革两岸连接建筑物的结构型式、基础处理和防冻胀等仍在不断地进行试验研究中。像在软土地基上建闸,改革了沙垫层和空腹闸壁,提高了打桩基础的传统处理方法,有些工程还修建了闸、桥、渡槽、涵洞等各种建筑物结合在一起联合建筑物,使工程结构更加合理。

随着电子计算机的普及和应用,水闸设计计算精度也有所提高,如可用电算程序计算弹性地基上的板、梁结构物和联拱框架,并把有限元法和优化设计理论用于水闸的设计中,也提高了设计的速度和精度。

七十年代开始,我国的渡槽结构型式有了较大的突破,除了梁式、板拱、腹拱的型式外,出现了双曲拱、肋拱、桁架拱(或梁)、箱形拱、管拱(拱式渡管)、折线拱以及悬臂桁架式渡槽等,槽身的断面型式除了矩形槽身外,比较普遍地采用了“U”形,有些地方还采用半园形、园形、抛物线形以及用微弯板组合成的槽身断面等。井柱基础也得到较普遍的采用。

在渡槽的计算理论方面,随着电子计算机的应用,近年来对于中长壳槽身,尤其是U形薄壳渡槽的槽身,开始应用壳体理论按空间结构计算。目前计算的方法有:有限单元法、折板分析法、有限条法。在这方面西北农学院、武汉水利电力学院做了较多的工作。为了解决目前电算在基层水利工程单位中尚不普及的问题,武汉水利电力学院通过大量的电算工作制出一套U形槽身的内力和应力计算表,使壳槽的计算工作可用查表代替,槽壳的尺寸也比较定型了。

由于渡槽的计算方法通常是由公路桥梁或工民建中移植过来的,因此有些荷载或计算方法还不能完全反映渡槽的特点,这方面的工作目前正在研究中。同时,小流量、大跨度渡槽的纵向稳定问题,渡槽的侧向风荷计算问题及温度影响问题的研究,已从一些渡槽的失事原因中提到日程。

我国渡槽的施工已比较普遍地采用了预制装配的施工方法,预应力施工工艺也广泛采用。在构件的成型方面,逐渐做到使用震动模具、滑行模具和干硬性混凝土生产,由于吊装技术和设备的改进,吊装的能力也在提高,与逐渐发展的大跨度渡槽的施工要求相适应。

近年来,在广西梧州地区采用的斜拉结构倒虹吸管型式已试点成功。它是利用高强度钢筋束或钢丝绳通过塔支承,自索塔上引出若干斜向拉索将倒虹吸管就位固定的一种悬吊结构,由于跨内增加了若干个弹性支点,从而大大地减少了断面尺寸,具有较大的跨越能力,创造了大跨度、大流量架空倒虹吸管的新型式。目前,有将斜拉结构应用到渡槽和其它渠系建筑物的可能。武汉水利电力学院正与湖北省水科所等有关单位合作进行这方面的试验研究工作。

我国的农桥在结构型式上也有较大的发展。河南等省修建了双曲扁壳桥,江西、浙江、江苏、山东等省成功地建造了结构轻巧、造型美观的桁架拱桥。此外,还有预应力空

心板式上部结构，下部采用管柱、水力冲桩等省工省材的支承结构，减轻了桥身自重，简化了施工，降低了造价。桥台结构也在不断改进。

随着农业现代化与乡镇办工业、个体专业户的发展，对交通运输量的要求日益增大，农桥的定型设计，工厂化预制生产装配式结构将是必然的发展趋势。

涵洞工程，近年来在一些地方采用了顶管法和盾构法施工。在隧洞工程上，采用了预制块衬砌，加快了衬砌进度，防止了塌方、冒顶事故。在跌水、陡坡工程的消能结构上，采用了消力箱、消力井、分流对冲消力池和栅网消能等多种新形式，提高了消能效果。

灌区配套建筑物中，在我国还有一个很重要的渠道防渗问题一度未引起足够的重视。在国外，已把渠道防渗作为控制水量、节约用水、提高灌水效率的重要措施，是配套建筑物的重要组成部分，因此渠系的渗漏损失少，渠系有效利用系数，在美国达70%、日本达61%、苏联达50%。而我国，除部分井灌和少数提水灌溉及地面灌溉的灌区外，渠系衬砌或其它防渗措施的比例很小，田间工程的设施差，渠系的有效利用系数都在50%以下。近年来，由于水电部一再强调这一问题，已初步引起各省区的重视，许多地区正结合当地条件，如材料、施工技术、灌水要求以及地理气候的特点，开展了多种型式渠道防渗措施的研究和试点，取得了初步的成效。今后仍需结合改进田间灌水方法，采用管道输水、自动化灌溉等方面进行综合研究，以更快提高我国渠系有效利用系数，达到节水的目的。

总的来说，我国灌区配套建筑物的发展趋势仍是轻、巧、薄、省的装配式新型结构。估计在新材料的研究和应用，新型结构和新技术，施工工艺以及工程管理现代化等方面会越来越引起我国水利工作者的重视。

5. 水利枢纽及其建筑物的研究课题有了新发展

从六十年代开始，人们逐步地发现水库建成后，由于河水在库内长期停滞，引起水质的变化，给自然环境带来了种种影响，这种影响，涉及到农业、工业、渔业、旅游业、生态、以及人民生活与健康等广阔的领域。因此，国外对这个方面的问题开展了广泛的研究，发现水库内的水温、溶解氧、浑浊度、养分等均有分层分布的特点，故水库取水位置 and 方式不同，水质有所不同，对下游环境和农作物的影响非常显著。因此人们开始研究采用合理取水结构型式进行选择取水的问题，这方面的研究以日、美成效显著，也引起了苏联的重视。日本采用分层取水结构服务于农业这一课题已基本解决，目前采用的水库表层取水建筑物有塔式、浮子式和伸缩套筒式三大类，并研究了服务于其它目的的分层取水结构，在水库水温变化规律的研究（包括水温观测，数学模型分析，水库水温分布类型的理论判别以及水温预报等）、模型实验等方面处于世界领先地位。美国修建的水库主要是多层选择取水，其目的主要不是从灌溉对水温的要求来考虑的，而是着眼于火电厂的冷却、渔业、生态、旅游及周围环境影响等方面，主要的型式有垂直塔式、倾斜式和坝面式，目前正在讨论研究以各种模式（如矩阵模式）来建立建筑物与环境影响之间的关系，已提出在水库注入空气以使库水在某种程度上不分层的设想，该设想正在进一步研究探索中。

在我国，除一部分小型水库采用卧管式分层取水建筑物外，从六十年代中期开始，

有少数水库采用了表层取水结构型式。近几年来, 这个方面的问题已引起国内各方面的重视, 在广西、江西、吉林等省已改建或兴建了少数表层取水建筑物。实践证明, 水温的改善对农业增产的效果是显著的, 仅以水稻为例, 可增产10—15%, 这对我国在本世纪末实现农业总产值翻两番是有重大现实意义的, 因此现在比较重视这个方面的研究。但我国与发达国家相比, 差距也比较大, 在水库水温的理论研究上尚处于空白, 试验研究的模拟理论和实践以及取水结构的系统研究也基本处于空白, 到目前为止尚无较理想的取水结构型式。

此外, 随着各国农田灌溉和水利电力工程的发展, 低水头的取水枢纽工程也蓬勃发展, 特别是多沙河流上取水枢纽的防沙问题在世界各国引起了普遍的重视。在1975年召开的第九届国际灌排会议上, 将“灌溉取水建筑物的泥沙控制”问题列入了专题讨论, 中国水利学会于82年在新疆乌鲁木齐召开了低水头泥沙问题学术讨论会, 引起了我国水利界的重视。但从目前国内外的防沙设施来看, 一般只能解决防止推移质及较粗颗粒悬移质入渠的问题, 而且, 对于悬移质只能用设置在渠首或渠系内部尺寸较大的沉沙池解决。国外常用的几种防沙原理和方法在我国均有采用, 有些方面在我国还有所改进和发展, 如应水, 底层排用弯道环流原理防止泥沙入渠, 根据河流含沙量分布规律表层引沙, 壅水沉沙, 并改进了古老的印度式取水枢纽。七十年代末期, 随着我国山区小水电事业的发展, 底栏栅式防沙枢纽型式发展较快, 设计理论也逐渐完善。同时, 我国还利用各地特点, 创造了许多小型的综合利用的渠首工程, 不仅布置紧凑, 而且做到了一闸多用, 一机多能, 综合解决排水、灌溉、航运及渔业等问题。

6. 注意新材料的研究和应用

一种新材料的研制成功, 往往对生产力的发展起着推动作用, 决定了某种新技术的生命力。如地下暗管排水技术的发展, 完全是由于新材料的不断发展所推动。第二次世界大战以后, 由于新的排水材料的突破, 促进了世界上排水技术的蓬勃发展。

国外的建筑材料发展有如下几个方面:

- 1) 节约水泥的措施;
- 2) 纤维混凝土和树脂浸渍混凝土。纤维混凝土有石棉纤维、钢纤维、玻璃纤维等与水泥结合。实践证明, 钢纤维是成功的新材料, 美国、日本、苏联、英国、德国、瑞典、加拿大等国都在广泛应用;
- 3) 美、加很重视用硫做建筑材料的研究。美国有一种新材料, 含80%的硫, 外观很象沥青, 作用比沥青还好。乌克兰的科学家研制一种新型混凝土, 掺入液化硫, 该混凝土不受冻结与高温的影响;
- 4) 水泥土的应用, 特别是用于修建平原水库的围坝;
- 5) 日本试制出抗震混凝土。

国内也研究和应用了不少新材料, 如塑性混凝土, 掺入不同外加剂的各种混凝土, 正在研究的低热微膨胀水泥是控制大坝裂缝的新技术, 湖北省水泥厂已试生产, 这方面的研究成果比国外前进了一步。浙江温州地区用钢纤维混凝土修补隧洞的蜂窝孔洞也比较成功。

(二) 我国农田水利建筑物的研究方向

从上述的发展特点可以看到,农田水利建筑物的发展趋势是如何高效地、综合地利用水资源。至于世界农田水利事业的远景又如何呢?可以引用一段美国科学家们的预言,即“预计到2000年,世界的灌溉技术将日趋先进,计算机控制将更为普及,由于卫星可以用来进行灌溉排水等水管理的监测和信息反馈,灌排技术的发展将进入一种‘立体空间’的时代。”要使中国的农田水利事业赶上这个时代,我们将面临着艰巨的任务。从研究的方向来看,要适应当前的发展特点,并满足长远发展的需要,因此,当前抓住如下几个课题的研究是必要的

1. 开展综合性课题,多种服务方向的研究

水利的服务对象不仅仅是农业,而且也可以服务于工业、水产、旅游、环境保护等。从当前发展中的新课题来看,都需要多学科的合作研究。如水库分层取水问题,不仅要研究合理的建筑物型式,而且要用化学分析、温度场、异重流等理论来分析研究水库水质、水温的变化规律,在此基础上才能研究出合理的建筑物型式。再如自动化灌溉问题,又需要用自动控制理论、流体力学、系统工程等学科的合作来研究闸门的运行稳定和灌溉系统的运行稳定问题。

2. 用新技术来武装和改造已建灌区,是当前的紧迫任务

我国已建大量灌区,新建灌区毕竟是少量的,要使我国的灌溉技术更新,重点仍在已建灌区。如何使装配式建筑物配套到田间,增加服务项目;如何把已建灌溉系统改造成为水力自动化或电力自动化的系统;系统如何实现优化配水以及量水建筑物等节水节能设施的研究都是当前急需解决的问题。

3. 电子计算机、微机技术的应用与普及

世界技术革命的第三次浪潮也将冲击农田水利事业,目前,我国用微机进行水利工程的设计、水文与测量观测数据的处理和分析已比较普及,但在农田水利工程中应用微机进行自动控制管理方面还很薄弱,从发展的趋势看,这个课题是必不可少的。

需要研究的问题很多,应抓住主要的、带方向性的核心问题,通过主要问题的解决带动其它。同时,也要与我国的国情和各地的具体情况及条件相结合。只有这样,才能闯出一条中国式的农田水利建设的道路,更快地提高我国农田水利建设水平。

(上接第43页)

起到了缓冲的作用,保证闸门稳定地进行工作。

2. 设置具有一定长度的进、出水管,一般不宜短于25米。采用较长的管道,可以起到消波的作用,减缓浮室内的水面波动,使浮箱平稳地工作。

主 要 参 考 文 献

- [1] “Irrigation Canal Equipment”, NEYRPIC,
- [2] 《“AVIO” and “AVIS” Constant Downstream Level Gates》, NEYRPIC.

灌溉渠道水力自动化

李宗健 王长德

(武汉水利电力学院)

一、引言

自动化灌溉是农业现代化的内容之一，目前已在世界上许多国家广泛实行。它不仅大量节省管理人员，把人们从繁重的体力劳动中解放出来，而且能够合理地利用水资源，适时适量进行灌溉，达到节约用水，节省成本和费用的目的。

自动化灌溉包括的内容很广泛，从田间需水量的测定，直到各级渠系、管网、泵站及渠道取水建筑物的自动化运行。对于明渠灌溉系统，则主要是灌溉渠道上各类闸门及设备的自动化运行，诸如进水闸、分水闸和节制闸上的闸门，以及泄水、量水建筑物和设备的自动化运行等。

在灌溉渠道上设置一系列专门的水力自动闸门和其它附属设备，即可实现灌溉渠道自动调节和输泄水。这样的自动化系统不需要引进外来能源，仅只依靠水力作用，就能根据需要，自动调节渠道水位和流量，满足灌溉用水要求。因而具有结构简单，运行可靠，维修方便和成本低等特点。所以，自从法国在二次世界大战前夕首次在阿尔及利亚应用了这种水力自动灌溉方式之后，它便迅速地传到了北非、西南欧、东欧、美国、日本、苏联、大洋洲等国家和地区，时至今日，经久不衰。

灌溉渠道实行水力自动化涉及两个方面的问题：一为自动化灌溉的灌溉方式及相应的控制方法，一为研制适合它的灌溉方式和控制方法的专门设备—水力自动控制闸门和其它的调节设备。

这些方面的研究，法国居于领先地位，他们所提出的上游常水位控制，下游常水位控制和混合控制的方法已为世界各国所采用。他们所研制的一整套用于灌溉渠道的水力自动闸门和其它设备在目前也仍处于先进地位，在世界上广泛推广采用。

本文主要介绍自动化灌溉的灌溉方式，渠道水力自动化的控制方法以及由此而涉及的规划布置，设计，供水稳定性等问题。至于水力自动化的专门设备—水力自动闸门和其它设备则由另文论述。

二、自动化灌溉的灌溉方式

灌溉一个地块首先出现两个问题，一是灌水量，一是灌水时间。在这两个问题确定之后，以什么样的方式来自动地满足这两个方面的要求，这便是自动化灌溉方式问题。