

## 我国水利史上的奇迹——记唐代著名它山堰工程

The Miracle of Chinese Ancient Water Conservancy  
——The Famous Tashan Weir Constructed in Tang Dynasty

沈之良

(清华大学,教授)

它山堰位于浙江省鄞县鄞县镇西南,距宁波市约25公里。该堰始建于唐太和七年(公元833年),迄今已有1 159年的悠久历史。它是我国四大古堰之一,与四川都江堰等齐名,并被列为国家一级重点文物保护单位。它是阻咸引淡的渠首工程,也是当地水运的枢纽。整个工程由唐代建的它山堰和三座排涝进水堰、南宋淳祐二年(公元1242年)建的回沙闸和鄞西通航灌溉河网所组成。堰体全长约115米,高出河床约3米(封二彩图1)。堰的上游侧布置小水时供人行走的条石(封二彩图2)。它山堰建成后,平时,可抬高堰上游章溪的水位,引章溪淡水到南塘河河网,灌溉鄞西16 000多公顷农田,并供应鄞县城镇用水。汛期,江河暴涨,洪水经它山堰下泄。这时,洪水“下历石级,状如喷雪,声若震雷”(见《四明它山水利备览》,南宋魏岷著),蔚为奇观。此外,建堰后可阻挡鄞江咸潮上溯,从而保证了引水水质。由于它山堰增加了堰上游章溪和南塘河的水深,进一步改善了航运条件。

据史料记载,唐代县令王元弼为了兴修水利,对章溪和鄞江进入平原以前的河段进行了详细的勘测,最终将石堰布置在北岸它山和南岸的小山之间。该处江宽仅百余米,两岸岩石裸露,是筑堰的好地方。堰体在平面上略呈拱形。这样,当溢流时,水流向河心集中,减轻了对两岸的冲刷,完全符合现代科学原理。由此可见古人用心之巧妙。堰体用大块条石砌筑,条石长2~3米,宽0.5~1.4米,厚0.2~0.35米。每块条石重量可达2~4吨,并用铁榫相连,从而增强了堰体的整体性。它是我国建坝史上首次出现的以大石块叠砌而成的拦河滚水坝。关于堰体高度和底部结构,究竟堰体修在圆木樁基上,还是造在基岩上,迄今依旧是个谜。据史料介绍,石堰由36层条石砌成,下部为圆木结构。按堰体顶部外露条石厚度推算,石堰高度应为7.8米。如果,石堰建在基岩上,那么,据近来钻孔资料可知,最大堰高将不超过12米。总之,堰的高度和底部构造,有待应用当代科技,如物探等探测手段进行探索。在南宋魏岷的著作中,他对唐代王元弼筑堰和堰的作用,作了如下描述:“相地之宜,规而作堰,叠石为堰,冶铁而固之,截断咸汐,导大溪之流,灌溉七乡,田事仰之。民食之所资,官赋之所出,家饮清泉,舟通物货,为利无穷”。他对它山堰的作用和所带来的社会效益,作了高度的评估和赞扬。

在它山堰上游约130米处,尚有一处回沙闸的遗迹。这座回沙闸,实际是南宋所增建的具有拦沙、进水和

航运作用的水闸。当时,南宋郡守陈恺鉴于上游水土流失,来沙淤积河渠,每年清淤任务繁重,因而在他主持下建造了三孔水闸。中孔宽3.45米,两侧边孔各宽约3米。据记载,当时每孔还设有叠梁式插板7块,用人力操作启闭。经历年变迁,该闸目前仅存4根墩柱和部分底板(封二彩图3)。为了解决泥沙淤积,陈恺曾指出“与其浚于既积,不若遏于未至”。完全符合现代治沙的原则。他还指出“水轻清居上,沙重浊居下,宜闸以止之,沙拒于外,则去之易为力”。可见,他对水沙运动的规律,早在749年前就有了基本的认识。他还说过:“水平则启,通道如故”。所以,这座回沙闸当时也是一座通航闸。在回沙闸西面第二根墩柱上,还刻有当时留下的水尺,用来量测水位,操作闸门启闭。据笔者实测,一水尺合25厘米,跟1英尺(相当于25.4厘米)相当接近,可以说是一种巧合了。令人更感兴趣的是在上述墩柱上,还留有通航拉纤时所遗留的许多道刻痕(封二彩图4)。因此,可以推断当时水运交通的繁忙景象。这种情景,在某种程度上,可以想象类似于北宋张择端所绘的名卷——《清明上河图》中所展示的汴京(开封)水运景色。另外,从刻痕上,也可以想见古代劳苦大众为通航所付出的辛勤劳动。

唐代修筑它山堰时,在南塘河河首处未建水闸来控制水流和泥沙。所以,当时王元弼考虑到为了加强泄洪排涝能力,除了它山堰泄洪外,又在南塘河上距它山堰7.5公里、9公里和22.5公里处,分别修建了三座排涝进水堰。当汛期鄞西平原将产生内涝时,“则疏(疏导)导暴流以出江”,天旱,“则取淡潮以入河”,平时,可为河网蓄水。经历代增修不少建筑物后,已“形成了一个以它山堰为骨干、引泄完整、滞蓄可靠的水利系统”。

但是,古人由于历史条件的局限,不可能透彻地掌握堰体下游的消能和冲刷防止问题。所以,由于洪水长期冲刷,使堰体下游清代所增筑的大块石护坦已遭到不同程度的损坏(封二彩图5);同时,堰下游100至300米范围内的河床冲刷也日益加深。目前,最深处已较堰下游护坦高程低下约4米左右。另外,古代因无水泥等水硬性胶结材料,所以,堰体和堰下沙砾地基的渗漏,也会使淡水大量流失。这对于保护水资源和满足当前城乡供水的迫切需要,是一个有待解决的课题。目前,在国家文物局的关心下,当地文物管理委员会和浙江省考古研究所会同有关专家,正在从事它山堰的消能、防冲等科学研究和工程设计。同时,还计划重建纪念它山堰倡始人王

(下转第51页)

### 三、主要的实验装备与仪器

本实验室拥有开发多相流流动和传质过程研究的必要设备与仪器,其中包括高压蒸汽—水试验台,油气水三相流试验台,有机工质试验台,湿蒸汽两相流风洞,湿蒸汽透平试验台,凝结换热试验台,沸腾换热试验台和气固两相流试验台。主要仪器有:三维激光多普勒测速仪,热线热膜风速仪,高速大容量微机工作站,高速动态分析仪,高速、高精度数据采集系统,粒子动态分析仪,双通道频谱分析仪,磁带记录仪,96通道压力扫描仪,以及各类常规仪器,实验室面积为3 500平方米。

### 四、研究成果

近年来,在科学研究过程中,我校逐步形成了多相流研究的重点,开发了许多科研项目,取得了一批重要成果,受到国内外同行专家的重视,已初步形成具有特色的国内多相流研究中心,对促进我国动力工业和石油、化工等工业的发展作出了贡献。近几年来在这一领域的重要获奖项目有:管内气液两相流与沸腾传热特性的研究获1988年国家自然科学三等奖、1987年获国家教委科技进步一等奖,U型管内两相流与传热特性的研究获1985年国家教委科技进步二等奖,两相流体脉动及受热面对传热的影响获1985年国家教委科技进步二等奖,用孔板测量气液两相流的流量与干度获1986年国家教委科技进步二等奖,大型电站锅炉两相流沸腾传热与阻力特性的研究获1988年国家教委科技进步二等奖,夹心风燃烧器的研制获1987年国家发明三等奖、国家教委科技进步二等奖,链条炉拱结构与二次风技术研究获1987年国家教委科技进步二等奖、机械委科技进步一等奖,火电厂热力系统节能理论及其应用获1988年陕西省科技进步一等奖、1989年国家科技进步三等奖,螺旋管内气液两相流动与传热特性研究获1991年国家教委科技进步二等奖。

本实验室承担国家自然科学基金委、国家高技术项目、“七·五”攻关项目、机电部、化工部、石油天然气总公司以及厂矿企业合同项目,进行相关学科的基础理论和应用基础研究,生产应用研究。为促进我国能源与动力工业的发展作出了重要贡献。

### 五、学术交流

加强学术交流,是把实验室建设成世界第一

流水平的现代化实验室的重要途径。我们历来重视和国内外同行专家的交流、科研合作。对于科研水平的提高,人才培养有着重要的作用。

1. 积极参加国内外有关的学术活动。重视将优秀论文在国内外有影响的学术刊物及学术会议上交流,据初步统计,近年来在国内、国际学术会议上发表论文200多篇。

2. 举办多相流动和传热国际学术会议,已先后于1984年和1989年举行二次。促进了科研成果向外交流和对国际上最新成果的了解。

3. 进行国际间科研合作,自1985年以来同美国迈阿密大学建立了流动不稳定性研究的科研合作,使我们对两相流不稳定性研究达到了国际先进水平,也促进了人才培养。同时与英国哈威尔原子能中心,意大利原子能所,莫斯科高温研究所,比利时罗尔大学,德国柏林工业大学、斯图加特工业大学、慕尼黑工业大学等建立了密切的学术联系。

4. 有计划地选派有关人员出国进修或从事合作研究,近年来先后派出10余人在国外有关实验室从事研究工作,对于提高本室的科研水平起到了良好的作用。

5. 重视国外科学家的短期来访,认真组织来访科学家的学术报告活动,几乎世界上最著名的多相流专家和传热专家都来校进行过访问,如美国柏克莱加州大学校长田长霖教授,美国俄亥俄大学伯格莱斯(Bergles)教授,美国圣塔巴巴拉加州大学赫芝罗尼(Hetsroni)教授及法国、比利时、英国、前苏联等国的学者均来访过,并进行了学术报告。对及时了解国际相关领域的动态,活跃研究人员的学术思想,掌握研究新方向起了很大的促进作用。

(责任编辑 刘先曙)

(上接第48页)

元伟的庙宇和建立水利博物馆,以便对浙江省的历代水利建设进行系统、全面的介绍,供后人学习和浏览。

它山堰自建造迄今,已经历了千年以上的岁月。星移斗换,沧海桑田,但堰体本身至今基本完好,依然能发挥灌溉、供水、通航和泄洪等作用。这是世界水利史上的一个奇迹。它充分显示了中国劳动人民的勤劳与智慧。

(责任编辑 特约编辑时学黄)