

## 第二篇

# 水 利 建 设

四川水利建设最早可追溯到传说中的大禹时代。相传禹生于岷江上游,曾治理梁州水患,“岷山导江,东别为沱”。古蜀王杜宇、开明都有治理成都平原洪水的传说。距今 2200 多年的战国晚期,秦国蜀守李冰,“凿离堆,辟沫水之害,开二江成都之中”,建成都江堰系统工程,开始从单纯防止水患,进而以除害兴利相结合;同时完成沱江上源石亭江河道及乐山、宜宾的岷江航道整治,并发展了引水工程。西汉文帝时蜀守文翁继李冰之后,“穿湔江口,溉灌繁田千七百顷”。西汉末年在今天津县“藉江为大堰,开六水门,用灌郡下”,成为后世灌溉彭眉一带的通济堰雏型。

从考古发掘资料看,成都平原早在东汉以前就有小型蓄水塘堰。在今成都西南“有望川原,凿石二十里,引

取郫江水,灌广都(今双流县)田”;“凿山崖度水,结诸陂池”。东汉时望川原,即今双流县牧马山一带,可见当时都江堰水已进一步开渠引入丘陵灌区。《华阳国志》多处记载今四川各地稻田:涪县(今绵阳)“有宕田,平稻田”,广汉县(今射洪、盐亭一带)“有山原田”,南安县(今乐山)“多陂池”,江州县(今重庆市)“江北有稻田,出御米:陂池出蒲蒻蔺席”等。

四川盆地田高水低,提水工具中龙骨水车、水力筒车等发展很早。《水经注·江水》记晋安帝时,益州刺史鲍陋镇守奉节,为敌所围,“城里无泉,乃南开水门,凿石为函道,上施木天公,直下江中,有似猿臂相牵引汲,然后得水”,对提水工具有很大改进和创造。至迟在南北朝以前,四川水利工程中引、蓄、提三种手段都已因地制宜、全

面采用,并创造出有很多成功典型。

隋唐以后,全国经济重心南移,四川经济进一步发展,除都江堰、通济堰灌区进一步扩大和完善外,岷江东岸眉山暮颐堰、西岸青神鸿化堰也在此时开凿。除平原灌区外,《新唐书·地理志》所载丘陵地区亦有如绵阳魏城洛水堰、巴西广济陂、德阳罗江茫江堰、江油梓潼江利人(民)渠,奉节青苗陂等工程。资中县城“北七十里白枝池,周六十里,贞观六年(公元632年)将军薛万彻决东使流”,疏干泽陂广开田地。改池为田的还有阆中县南彭道将池、彭道鱼池、南充是鱼池、宜宾西昆明池等。

城镇供水工程有《新唐书·地理志》所记:“绵州巴西郡罗江(今德阳市罗江镇)北五里有茫江堰,引射水入城”。光启年间(公元885~887年)涪陵刺史张浚因“郡故乏井,浚寻山谷之源,以竹导其流。民赖其利”。

两宋时期,除继续兴修塘堰水利外,为适应四川盆地气候冬干秋雨特点,梯田、冬水田有所发展,龙骨水车等提水工具以及水碾、水磨、水碓等水力加工工具使用日渐普遍。为防御江河洪水,防洪堤亦有大量建设,见于记载的有宋仁宗时(公元1063年前),阆州通判李孝基修阆中城防洪堤;治平四年(公元1067年),廖子孟修中江县城防洪堤长一百三十七丈,治平四年(公元1067年),单煦在今合川嘉陵江

岸修东堤,“斜遏江流,水患以息”。庆元六年(公元1200年)王勋修三台防洪堤三百六十丈,“江获安行”。四川江河位居山谷上源,坡陡流急,泥沙冲淤,常导致堰堤毁坏。宋代还确立了渠堰岁修制度,保证工程更新。

元代治水官吏着重于工程结构改进。至元初年,吉当普为了一劳永逸,用铁石结构改造都江堰鱼嘴,以代替竹笼卵石结构。明代维修时,施千祥还冶铸铁牛鱼嘴。由于胶结材料强度不够,基础处理未能彻底,砌石结构耗资巨大,寿命约40年。直至民国时期,采用水泥材料,应用现代科技,都江堰枢纽工程才获得一劳永逸之效。

明清时期,四川水利建设更有较大发展,明正德十三年(公元1518年)《四川总志》即记有四川28县渠堰956处,清嘉庆《四川通志》所记49县有堰渠1149处,工程类型相应增多。明天顺年间(公元1457~1464年)中江县令胡叔宝教民在凯江上修建48道蓑衣坝筒车堰,至今仍在使使用。明弘治时(公元1488~1505年)嘉定知州魏瀚引青衣江水筑永丰堰(今乐山江公堰),穿隧洞为渠,灌溉岷江右岸竹公坝田一万余亩。清嘉庆二十三年(1818年)合江县锁口乡民刘士朝制做长266米石质倒虹管跨沙溪沟引水灌田。都是水利工程结构上的创新。

明清两代大江河上的主要引水渠堰,有青衣江上的雅安鱼龙堰、夹江金

斧堰、乐山牛头堰；大渡河上的乐山泊滩堰、红猫堰；府河上的仁寿古佛堰，以及涪江上的江油涪西堰，绵阳惠泽堰、三台永成堰等。拦截溪流成堰的则有射洪苏家堰、广寒堰；遂宁永济堰；宜宾烟溪半边寺堰等。清康熙《成都府志》记明天启年间（公元 1621~1627 年）都江堰灌区 12 县共有引水渠堰 584 处，经清代初年建设，又有所发展。如顺治十七年（1660 年）始建双流县大朗堰；乾隆十九年（1754 年）始建灌县长同堰等。至清末，都江堰灌区已遍布成都平原中部 16 州县，灌溉面积近 300 万亩。

抗战时期，四川成为抗日后方基地，全国水利机构迁川，人才云集，促进了四川水利建设向现代化方向发展。各江河水文测站的布设，现代测绘技术的应用，为工程规划设计提供了科学依据。抗战胜利后，新建水利工程除涪江几项引水渠堰及雅安青衣渠、洪雅花溪渠规模略大外，仍以塘堰小型水利为主，水库建设虽已发端，但建成的只有富顺回龙乡漏孔滩、巴县兴隆乡新桥等屈指可数的几座，其坝高 8~16 米，库容 30~75 万立方米。在水工结构上，仅以民国 20 年在北碚澄江镇西壁北河上建造的高 13.7 米、弧长 80 米浆砌条石溢流单拱坝，为利用当地材料和现代技术建筑的第一座现代石砌拱坝。

中华人民共和国建立之前，四川

境内 1 亿多亩耕地中水田、旱地各半；水田中冬水田约 4000 万亩，有水利工程（包括塘、堰及囤水田）保证灌溉的水田约 860 余万亩，其余则多望天田，有雨则种稻，缺水则改种旱粮。

建国后，人民政府重视水利建设，1950 年 12 月至次年 1 月建成川东梁平县张星桥水库，坝高 17.4 米，总库容 365 万立方米，是四川建国后兴修的第一座小型水库，有效灌溉面积 1.4 万余亩。50 年代川西充分发挥岷江水资源潜力，发展都江堰灌区。从 1952 年 10 月开始，兴修人民渠 1~4 期工程，大致每年一期，逐级扩灌至成都平原北部彭县、什邡、广汉、绵竹、德阳五县农田 156 万亩。1954 年 10 月，按规划兴建三合堰，引西河及都江堰水扩大并补充灌溉成都平原西部崇庆、大邑、邛崃、新津 4 县农田 60.3 万亩。1956 年春加引岷江、南河水源，新建通济堰西山山麓西干渠 54.5 公里，使灌区由原 23.2 万亩，增加到 43.9 万亩。至 50 年代末，都江堰引岷江水源的灌溉渠系已遍布整个成都平原，保灌面积由建国前的近 300 万亩，扩大到近 600 万亩，增加了近一倍。

50 年代后期起，都江堰灌区继续向川中丘陵区发展，穿过龙泉山脉，在非灌溉期引都江堰水注入新建的大中型水库囤蓄；从 1956 年 3 月开始，兴建东风渠 1~6 期工程，灌溉龙泉山以东简阳、仁寿等县；并延伸人民渠 5~

7 期渠系,进入绵阳、中江、三台、蓬溪等县境。至 80 年代初,都江堰灌区由建国前 16 州县扩大到 27 个县市,保灌面积由 600 万亩再扩大到 900 万亩。同时,盆地中部丘陵山区广泛兴修水库,发展机电提水。至 1985 年,共修建水库 9500 余座。其中总库容 10~100 万立方米的水库 8113 座,100~1000 万立方米的水库 1280 座,余为大中型水库。大型水库有仁寿黑龙滩、简阳三岔、三台鲁班为都江堰灌区囤蓄水库;位于嘉陵江一级支流西河上的南部升中水库,拦蓄当地径流,其石渣坝高 79 米,总库容 13.4 亿立方米,其库容居四川之冠。中型水库计有 105 座,以全民、葫芦口、麻子滩、继光等最为著称。海底沟地下水库类型较为特殊。马湖、小南海等天然湖泊也改造为可以控制输水的特殊水库。

此外,1969 年 11 月至 1978 年 11 月建成跨流域引水的玉溪河引水工程,其水源为青衣江,主干渠长 51.5 公里,控灌邛崃、名山、蒲江三市县高台地 86.4 万亩。另有长沙坝、葫芦口水库联合灌区,干渠长 110 公里,灌溉威远及自贡市郊农田 31.9 万亩。其中长沙坝水库砌石溢流拱坝高 52.8 米,

葫芦口水库砌石重力坝高 71 米,两库总库容合计 1.2 亿立方米。又自葫芦口坝后铺设内径 1.2 米的钢筋混凝土管道 31.4 公里,至自贡市水厂,供自贡市区工业及人民生活用水,年供水量 3600 万吨,1985 年 1 月始建,1986 年 9 月建成,是四川第一条长距离输水的供水工程。提水工程规模较大的有隆昌石盘滩水轮泵站,在内江新中乡沱江上筑低坝,布设水轮泵群,提水扬程一级 73 米、二级 43 米,年提水量 1 亿立方米,1976 年建成受益。金堂县淮口九龙滩电力提灌站,自沱江取水,一级提水扬程 34.5 米,提水流量 5.9 立方米/秒,装机 3340 千瓦,一级提水干渠长 17.6 公里,控灌金堂县沱东淮口、高板、竹篙、土桥等区农田 23 万亩。

1950 年全省耕地为 10537 万亩,因城乡建设占地,至 1985 年减为 9614 万亩;水利建设所保证的有效灌溉面积,由 1949 年的 868 万亩(占总耕地 8.3%),增加到 1985 年的 4173 万亩(占总耕地 43.7%)。冬水田则由建国初的 4000 万亩,减少到 1985 年的 2045 万亩。

# 第一章 建设环节

水利建设环节,有勘测、规划、设计、施工等程序。古代水利勘测、仪表工具比较简陋,多凭经验估测。古代工程也有规划、设计、概算等工作的萌芽,但没有一定规范,常因人因地因时而异。进入20世纪后,现代工程技术逐步传入四川,引进现代科学仪表工具进行勘探测量,采用现代地形图和水文、气象等观测数据,使水利建设规划,设计精度大为提高,设计施工规范亦逐步建立。建国初期,对建设前期工

作要求较严、均按国家有关规范执行,对不符规范要求的勘测设计进行过严肃处理。但在50年代末“大跃进”时期,一些工程建设程序受到破坏,有些工程未经设计即投入施工,或边施工、边设计,施工中发现地质问题,再补作勘测,致使一些工程中途报废,或者建成为病险工程,不能发挥正常效益。经过60年代初的调整,70年代末期的整顿,80年代以来,基本建设程序逐步恢复,并有所发展。

## 第一节 勘测规划

### 一、水文测验

四川水利工程建设之前,自古即有查明水情的传统。战国晚期,李冰任蜀郡守,注意“识察水脉”,在建成湔堰及石犀溪后,还在河渠中设立石人及

镇水石犀,作为观察水位消长的标志。渠首三石人与岷江水位的关系是“竭不至足,盛不没肩”。后世根据这一传统,亦在郫县、新都的一些干渠上,仿制了“誓水碑”,起监测水情的作用,开

水文测验之先河,不但“旱则藉以为溉,雨则不遏其流”,及时作出调度反应;而且水情资料和经验的积累,也为后来兴修工程提供了基础依据。

宋代以前刻在都江堰宝瓶口处的“水则”,是四川最早测量水位的固定标尺。宋代水则,每尺刻一分划,共刻有十划。“水及六则,流始足用”。每年岁修时控制侍郎堰修复高度,均“以竹为绳,自北引而南,准水则第四,以为高下之度”。元代水则增刻为十一划,“水及其九,则民喜;过,则忧;没其则,则困。”。明万历年间,增刻为二十划,最枯在第五划,春耕用水时要求达到第十三划,第十六划则为汛期警戒水位。清代曾镌刻多次,乾隆时滕兆桢、汪松承在古水则旁另刻十划,后增为十五划,清末又增至十九划;民国时期增为二十二划;今为二十四划。至今,水则仍在应用。都江堰水位习惯上皆称划数。

清乾隆三十三年(1768年),四川总督阿尔泰通令成都水利同知府,早晚各报宝瓶口水位一次,并行牌通知各用水州县,是为四川官方要求报告水文测验成果之始。光绪十三年(1887年)档案中成都水利府文件规定:“水则划数向于每年清明节起,至处暑日止,按五日具报一次,走马飞递;”“节逾处暑,自应照常按旬具报一次,仍由便马投递”。

清乾隆时扩修通济堰,在南河右

岸进水口余波桥处也刻有“水则”,每划一尺,共有六划,进水口前导流堰高度以四划为准。进口渠底红色砂岩上刻有石鱼,作为每年淘淤标志,均属水文测验手段。

涪陵北面川江中有一石梁,长约1600米,宽10~15米,名为“白鹤梁”,自古即刻有“石鱼”标志,位于最高水位以下30余米处,只有在枯水期才能出露,故可作为川江枯水量测的准则。现存白鹤梁最早枯水题刻记录,始于唐广德二年(公元764年):“二月,江水退,石鱼见。”至今已有163条题记,记载了72个枯水年份的水位,起着“民间水位站”的作用。光绪三年姚觐元、钱保塘曾编有《涪州石鱼文字所见录》,光绪三十年缪荃孙编《古学汇刊》亦曾收集宋开宝四年至元至顺年间(公元971~1333年)的石鱼题刻。重庆朝天门川江枯水题刻“义熙碑”,相传始于晋义熙三年(公元407年),但唐人张孟曾见到东汉光武年间的题记,也是川江枯水位宝贵记录和标志。关于洪水水位的题刻,民间更为重视,散见于四川各江河沿线由群众自发镌刻的水位线和题记,为数甚多,现存川江洪水最早的题刻,位于忠县迭溪沟岩壁上,文为南宋“绍兴二十三年六月二十七日,水此。”省内长江支流上的最早洪水题刻,位于资阳县插花乡麻柳村沱江边岩壁,文为“丙寅,绍兴十六年五月,大水到此。”建国后

的 70 年代前后,长江流域规划办公室(以下简称“长办”)与重庆市博物馆等曾进行水文考古工作,将古代四川洪枯水题刻作了系统的调查整理。

长江干流上四川省境内的最早水尺,为清光绪十七年(1891)重庆海关所建,自次年 5 月开始有水位观测资料,以后持续未断。万县海关水尺水位观测始于民国 6 年(1917)2 月;宜宾长江海关水尺设于民国 11 年(1922),水位观测资料始于当年 4 月;泸县海关水尺则设于民国 24 年(1935)1 月。

省内正式设立现代水文测站,始于民国 25 年(1936)8 月四川省建设厅所建都江堰宝瓶口水位站。同时由省水利局又建立一批测站,省水利局成立直属水文总站管理,至民国 30 年(1941)已有水文站 31 处、水位站 35 处。四川省水文总站至民国 38 年(1949)4 月继续作水文观测的有水文站 27 处、水位站 75 处。此外,民国 27 年(1938)内迁四川的江汉工程局金沙江、嘉陵江工程处均曾在各江上布站。民国 29(1940)年 1 月,扬子江水利委员会在重庆设立水文总站。民国 31(1942)年接管嘉陵江工程处水文站 4 处、水位站 7 处。民国 33(1944)年接管金沙江工程处水文站 5 处、水位站 8 处。民国 37(1948)年 7 月,各江工程处合并为长江上游工程处,工程处下

设长江上游水文总站。

1950 年 5 月将原川康两省的水文总站合并,由西南军政委员会水利部统辖;当年 10 月,恢复两省水文总站。同时,成立长江水利委员会上游工程局,直辖省内原长江上游水文总站、水位站各 10 处。1951 年 7 月,原四川省水文总站改组为西南军政委员会水利部水文总站;西康省水文总站为直属一等水文站。1952 年 8 月成立四川省人民政府,四川省水利厅成立水文分站。此后西康省亦设水文分站。1953 年 3 月,西南军政委员会水利部撤消,改建为西南行政委员会水利局。1954 年 11 月,西南水利局又奉令撤消,西南水文总站亦同时撤销,省境内除长江干流及嘉陵江、乌江水文站仍由长江上游工程局在重庆设水文站管理外,其余站点分由川、康两省水文分站管辖。川康合省后,1956 年四川省水文分站改称总站,一等水文站则改称中心水文站。1962 年,将省内原由各专区管理的水文站 183 处、水位站 18 处,收归省管。1964 年 1 月,四川省水文总站改由水利电力部领导;1964 年 4 月恢复由省领导。建国前,省内水文测站观测项目甚少,一般为水位、流量、泥沙及简单气象观测。建国后逐步增加新的项目,如水化学、水质、冰情、卵石推移等。

1949年四川省水文总站所辖水文测站

表 2—1—1

水 系	水 文 站 名	水 位 站 名
岷沱江区	紫坪铺、二王庙、外江河口、平羌峡、乌尤寺、高场、望江楼、内江河口、南桥、新东门、新南门、铜街子、三皇庙、沱江口	猴子坡、彭山、龙王渡、宝瓶口、柏条河口、望江楼、夏家沱、锁龙桥、新南门、黄丹、清水溪、泸定、富林、千佛岩、资阳、李家湾、太平桥、邓井关、董河、天全
嘉陵江区	南部、北碚、三汇、蒲溪场、宣汉、江油、绵阳、黑龙嘴、昭化、武胜	广元、昭化、南充、青居街、烈面溪、武胜、临江场、合川、渠县、三台、射洪
金沙江区	张八街、西昌刘家堡	屏山、安边、雅江、道孚
长江干流区	李庄、重庆海关、大严闸、大民闸、大勇闸	筲箕背、古家河、渠坝驿、大严闸、大信闸、大中闸、大华闸、大常闸、大胜闸、大利闸、大民闸、大勇闸、大仁闸、大智闸、但渡场、万县、要坝子
乌江区		龚滩

1950年长江上游工程局所辖水文测站

表 2—1—2

水文站名	寸滩、清溪场、龚滩、武胜、昭化、李庄、屏山、高场、北碚、巧家
水位站名	乐山、平羌峡、安边、茂麓、石鼓、筲箕背、广元、南部、烈面溪、南充、白沙沱

省内水位观测记录均记至厘米，各测站一般每日观测 2~3 次，汛期增为 4~8 次。1955 年以后，规定每天上

午 8 时作定时观测。流量测验原为沿用测船投放浮标或用流速仪测定流速。1954 年省内创用高架浮标投放

器,投放圆盘浮标及积深浮标,投放器有刀刮式、抽丝式、火烧式、卡拉式、拨齿式、倒提高架式等。夜间测流中夜明浮标的投放,渠江苟渡口站创用氯酸钾加白糖发火,取得成功。至50年代后期,四川首先摆脱了人力划船或泅水放标的传统作法。测船的锚定及定位,原用长缆吊船法,1954年青衣江多营坪站用此法测到每秒5米的流速。1956年重庆水文总站提出抛锚法(发支锚法)、固定浮船法、长缆扎船法,并以吊船过河缆定位,嘉陵江亭子口站、北碚站用以测出每秒5米以上的流速。

1955年起,四川首先采用缆道测流,将多年来的船测作业改进为室内操纵缆道测速,保证了人身安全,且能全天候运行,是为测流方法上一大突破。南垭河、岷江等站首先采用架空索道。1956年大渡河石棉站冯思林创用索道上挂钩取样,漳腊站提出游轮式缆道的设想,当时夹江、多营坪等站试用副索拉偏游轮式缆道。1965年初,胡家坝站等多次试验游轮式电动缆道,并使用游轮平衡锤。此后,水文缆道迅速推广,铅鱼一般达到300公斤重量。70年代中又研制了可控硅调速缆道,电磁离合器绞车等。至1985年,省水文部门已建成人力缆道102处,机动或电动缆道74处,走在全国前列。

在泥沙测验上,采砂取样是一重

要环节。1958年北碚站研制了电磁开关横式采样器,1976年“长办”重庆水文总站又研制了长江JL—I型采样器。利用水文缆道测定输沙率多用积点法,测定取样点数较多,四川省水文总站首先创制连续采样器,后与长办水文局研制四通阀门适用于全断面混合法取样的JC—3型采样器,以及适用于积点分舱取样的积时采样器。沱江分站提出DS型,涪江分站提出FS型,均可在水文缆道上作断面输沙、单沙及颗粒分析的取样检验。70年代中,省水文总站又研制成功NBS—84型临底层悬沙采样器,可在硬质河床大流速条件下作业。1980年,总站又研制了MB—2型软底网式缆道卵石推移质采样器,可在每秒5米的流速中取样。1985年通过省级鉴定,并在国际上交流。

省内水化学测验分两类:第一类为天然水的理化性质;第二类为污染水的成分测验。至1985年,全省有23个水文站进行第一类测验;22个水文站进行水质监测。有水温测验项目的站点25处。省水文总站所属的水情观测站有8处。

四川省内的水文实验工作,抗战期间即已萌芽,建国后得到较大发展。1956年省水利厅开展平原区水利规划时,即在成都近郊茶店子至营门口一段建立水文实验场。1957年茶店子水文实验站正式开展工作,主要观测

水位、流量、蒸发及附属气象因子,至1958年9月撤销。1960年省水文总站又在井研县茫溪河流域设立水文实验站,1961年开始观测,主要研究小区降雨与径流的关系,至1964年撤销。在这一时期,水文总站先后建立的径流实验站有龙泉驿、中滩、小青龙、邱家店、火花、海南、萧家沟、茫溪、井研等10处。

1953年长江上游工程局在大宁河流域设立了大昌径流实验站,共设有雨量站23处。1959年长办又建立凯江径流实验站,由凯江水利化观测队主持观测,主要研究人类活动对水文情势的影响。当年汛期前即已设立了5个径流场、23处测流堰槽、46处水尺,68处地下水位观测点、12处测流断面、60处雨量观测站,2处气象观测场、2处作物需水量试验场,1处水面漂浮蒸发场,1处土壤蒸发场。1960年2月凯江水利化观测队撤销,改为睢水、秀水、石庙子、罗江4个径流实验站,由长办重庆水文总站领导。共有站点26处,其中量水建筑物22处、流量测段12处、悬移输沙率测段4处;含沙量测段15处,坡地径流测段4处,森林径流场1处、枝叶截留测场1处,土壤含水量测段12处,土壤蒸发量测段1处,水面蒸发量测段2处。1963年进行测站调整,设有单项典型沟、综合措施观测点、灌溉回归水实验区、坡面汇流场、梯田沟、高山雨量实

验区等,以研究农林水利工程对径流的影响,小流域雨洪的形成过程等。1964年曾刊布资料3卷,实验站于1970年撤销。

1957年铁道部曾在重庆北碚建立径流实验站,研究暴雨产流汇流问题,后因当地暴雨次数较少,于1959年迁往峨眉,由铁道科学研究院与铁道部第二勘察设计院共建径流实验站,1961年交由铁道部西南研究所管理。站区包括峨眉山东麓流域8.44平方公里,共分伏虎山岳实验区,保宁深丘实验区,十里山浅丘实验区3个大区,径流实验点采取大中小套设,共建有2处坡地径流实验场。1965年建成梯田径流场,1966年设立长12.5米、宽1米、深1.6米的活动坡流试验槽,1975年又建成大型人工降雨汇流的自动调节试验装置,面积170平方米。站区原设有自记雨量站11处,现仍保留6处。自1959年开展观测以来,到1989年已收集了30年的汛期降雨洪水资料,对研究洪水形成机制及土壤入渗过程,有着十分重要的价值。实验站已陆续公布了许多实测资料和科研成果。

此外,省林业研究所亦曾在理县米亚罗建立实验站,面积8平方公里,专门研究森林砍伐对径流的影响。

1956年7月,“长办”曾在重庆长江右岸盘龙山建立大型水面蒸发实验站,是为国内首次设立的大型站。内有

100 及 20 平方米蒸发池,以及各类小型蒸发器,1957 年底起作热量平衡法及扩散法观测。1962 年曾整编刊布观测资料,1969 年停测。在万县、巫山也设立了漂浮蒸发实验站。

1973 年四川省水文总站在灌县(现都江堰市)都江堰水文站的基础上,建立都江堰水文试验站,研制 M-1、M-2 型软底框架式水文缆道推移质采样器,进行卵石推移质观测研究。1976 年结合长征渠的前期工作,又在雅安青衣江上设立梯子岩水文站,进行青衣江推移质的观测研究。1978 年省水文总站又在峨眉建立青龙雨量实验站,布设地面、屋顶、独杆 3 类观测场,研究雨量器安装高度对雨量测值的影响,同时还研制了一些新的测雨装置。

1965 年龚嘴电站设计阶段中,水利电力部成都勘测设计院曾在龚嘴设立水库实验站,1966 年设立入库水文站,观测水位、流量、泥沙、水温、降水等,并对推移质作取样分析。1967 年起设置淤积断面,每年汛后进行测量。1972 年电站建成后,实验站由龚嘴水电厂管理。1979 年起进行悬沙测验,开展溯源冲刷、泥沙运动等项分析研究。1982 年,四川省水利学会曾对龚嘴、狮子滩等水库环境进行了全面的调查评价。大洪河电站库区观测始于 1963 年,此后由长寿电厂布设 17 个淤积断面加以观测,1969 年并对淤积箱取样作容重、颗粒分析等。

1960 年省水文总站及 5 个分站、15 个水文站曾对水质进行监测,1963 年整编刊布了水质资料。1965 年全省有水质站 18 处。至 1985 年,全省共有水质监测站 36 处。

大渡河上龚嘴水库是在多沙河流上建成的第一座大坝水库。水库进库有沙坪水文站,下游有铜街子及福禄镇水文站,其实测悬砂及各年汛期(6~9 月)所测坝前水位及泥沙出库率,有一定规律性,详见表 2-1-3 所示。

## 二、勘察测量

四川水利勘测,始源于传说中的大禹治水“随山刊木,奠高山大川”。其勘测工具有准、绳、规、矩。战国晚期李冰曾查勘岷江上游,见“氏道县有天彭山,两山相对,其形如阙,谓之天彭门,亦曰天彭阙。江水自此以上至微弱,所谓发源滥觞也”。李冰在治水实践中,“因高卑之宜,驱自行之势,以尽水利而富国饶人”。一直重视水利勘测。

古代水利测绘的实例,可追溯至宋代。成都府官席益在 12 世纪中期修治成都城中水道时,曾经“绘为图以行事”。水道建成后又绘图作为建设资料。席益曾问下属“图可据乎?”大家回答:“图如不可据,则时雨既降,必有受弊之处,今积雨每霖,循路如汛扫,是图之功也。”于是席益作出结论:“按图而治之,则纤毫无敢郁滞者矣。”明代四川巡抚谭纶,在 16 世纪中期疏治成

四川省大渡河龚嘴电站水库进出泥沙统计表

表 2—1—3

年 代	项 目	入库沙坪水文站		出库铜街子, 福禄镇水文站		坝前水位和泥沙出库率		备 注
		年均流量 (立方米/秒)	输沙量 (百万吨)	年均流量 (立方米/秒)	年输砂量 (百万吨)	6~9月平均 水位(米)	泥沙出库率 (%)	
1957				1480	21.3			
1958				1420	31.6			
1959				1350	31.3			
1960				1630	50.9			
1961				1460	47.0			
1962				1500	32.5			
1963				1460	24.8			
1964				1510	28.3			
1965				1720	35.8			
1967		1310	22.7	1320	23.4			
1968		1560	31.2	1570	34.9			
1969		1210	19.1					
1970		1200	21.8					
1971		1310	21.2	1410				
1972		1130	14.2	1210				
1973		1160	18.8	1170				
1974		1520	24.6	1550	8.10			
1975		1380	25.4	1440	7.57			
1976		1400	31.1	1540	6.53	520.99	21.7	
1977		1330	21.2	1430	5.69	521.50	22.9	
1978		1360	34.3	1410	8.20	522.03	22.2	
1979		1420	36.3	1480	10.2	522.37	26.0	
1980		1460	36.3	1530	12.3	522.21	27.4	
1981		1500	54.9	1590	24.1	522.52	39.5	
1982		1440	33.1	1500	17.2	522.20	47.8	
1983		1410	40.1	1430	22.2	522.37	53.4	
1984		1320	45.3	1370	29.5	522.72	67.0	
1985		1620	45.5	1680	32.2	522.68	80.6	
1986		1250	32.7	1280	22.0	522.36	94.5	
1987		1370	45.8	1410	30.1	522.67	95.9	

龚嘴电站坝高 85.5 米, 1966 年 3 月动工, 1971 年 12 月第一台机建成发电 1979 年 1 月全部建成

都金水河时,也继承查勘传统,认为“酬其流也,孰与溯其源,命驾西循少城,步观于江之上游”。所谓“步观”,不是骑马坐轿,而是步行踏勘,随处测度地势情况。明隆庆年间,峨眉知县熊兆祥修复博济堰时曾经强调:“非相度无以顺地宜。”嘉靖时绵竹知县左延瑞修建绵江堰时,“询民省方,具得水道高下之详。相度既周”,“核实计工,以成算令役”。清康熙时遂宁知县施士岳修复官堰,曾“单骑就视,相其基址,度其高下”。乾隆年间,遂宁知县田朝鼎公余巡行郊外,发现射洪嘴水源可供灌溉,于是访问当地群众,得知水源甚为丰富,“经冬不涸”;但群众对于地形高低不够清楚,如果盲目修渠引水,可能导致失败,因为“地势未可悬揣”,于是等到次年夏季洪水期中,用测竿量测各处的淹没水深,近似利用洪水面作为基面,测出沿渠的地形高低资料,有把握地完成了建渠引水任务。这些实例,表明四川早期水利勘测已为许多治水人士所重视。

治水离不开河流地理资料,自古以来,江河地志多作为政府档案,备受重视。早在《汉书·地理志》中即记有重要江河参数,四川最早的地志《华阳国志》中,也记述了不少江河与重要城市间的关系,如文井江“去(蜀)郡一百二十里”,“文井江上有常氏堤三十里”,犍为郡“去成都百五十里,渡大江”。这些资料都是古代查勘成果的积

累。至唐宋时期,各地均编有“图志”,至今图已不存,书多亡佚,但从现存的明清州府县志的河流水系图上,仍可知其大概。这些地图虽缺乏准确的比例,但仍不失为直观的材料,地物相对位置仍比较可靠,在治水实践中有着一定作用。18世纪测绘技术发展后,全国和全省开始有了较为精详的地图,清嘉庆本《四川通志》上的水系图,就达到了一定精度。光绪三十二年(1906年)巴县人童芷泉作为劝业局教习,编有《成都都江堰水利十六县图说》。宣统二年(1910年)出版的《成都通览》书中,刊有彭县人吕兰(字友芝)在1907年测绘的《灌县岷江分水图》,是现存最早合乎比例的水利地图。科学的水利测绘工作,清末民初在四川已有零星成果。民国5年(1916),刘声元任修浚宜渝滩险事务处处长,开始组织力量测绘川江滩险局部地形图,民国7年(1918)编成《峡江滩险志》一书出版。此后专业性的勘测队伍逐步建立。民国21年(1932)组织了三峡勘测队。同年,徐松涛曾测绘《都江堰内外江各河分流详图》。民国25年(1936)2月,建立都江堰流域测量队,丹麦人守而慈(Shulz)任总队长,吴福林任总队副,下设三个分队,开始在成都平原区设立水准基点,基面由气压计推算。次年,完成1:5000地形图118幅,以及其它图纸。民国28年度(1939)《四川省水利局施政纲要》要

求：“凡百工程，均以测量为先务，而水利工程之测量，关系尤重。倘使观测之点不精，一切计划施工，殊难收妥治之效。”“至水准测量、地形测量与其它工程测量，亦须具精确准度，始能作设计资料。本局 26 年度(1937)施政纲要，已特别注重于此，惟以经费所限，未能达到预期目的。现值抗战期间，四川位居后方”，“倘全部测量，按一定规律施行后始行设计，未免缓不济急，故拟变通办法”，“岷、沱、嘉、涪、渠、黔及长江上游，实施水准测量”，“对于灌溉、航道、水力所关最切者，施行局部测量”，“其它可以提前开办水力发电厂之处，随时派员查勘测量，制成计划”。在水利局附属机构中，即有测量队、查勘队、水文总站的建制。此后又成立测量总队和勘测总队，具体开展水利测绘业务。

中华人民共和国成立后，水利勘测工作受到一定重视。50 年代初期四川的 4 个行署水利局，均配有一定测量力量。1951 年初，川南行署水利局查勘队即提出乐山江公堰勘测报告书，川西行署水利局查勘组提出东山引水工程方案，测量队亦完成梓潼开化堰等工程勘测工作。1952 年省水利厅成立时，已设有勘测科，由金述贤、巩坚璧负责，配有测量队 8 个，开展东山引水、官渠堰、三合堰、通济堰、石面堰等工程和各流域的测量工作。对于地质勘探工作，也提出明确要求。1956

年 5 月，省水利厅发出《关于水库工程地质钻探的通知》，要求各地修建水库时，坝高 15 米以下者可用手摇钻钻探或用坑探，15 米以上者则须以钻机打孔钻探。同年，省水利厅又设置勘测处，下设 9 个测量队，2 个查勘队，一个钻探队；河流规划办公室还有一个地质组。水文总站亦组成勘测大队，对各测站进行勘察测量。

1963 年，成立四川省水利勘测设计院，并组成 3 个测量队，有人员 120 人，配有经纬仪、水准仪、平板仪等；1 个地质勘探队，有人员 183 人，配有老式钻机 8 台。至 80 年代，调整合并为 2 个测量队，179 人，配有经纬仪 93 台、光电测距仪 4 台、水准仪 70 台，平板仪 46 台，并有摄影经纬仪 1 台。地质人员已增为 517 人，分属地质勘探队及物探组，拥有各型钻机 35 台，地震、电测、声波等物探仪器 19 台。自建院以来，勘测队伍共完成 1:1000 地形图 2400 平方公里，地质测绘 3386 平方公里，钻探总进尺 12 万米，不但为水利建设进行了大量前期工作，还对已成工程进行了监测、检验。近 10 年中，勘测工作大量应用新技术，如电子计算机、光电测距法、聚酯薄膜测图、大坝变形观测、各种新型物理勘探、钻孔电视等。

省内各专区、州、市 1964 年前后陆续组建了勘测设计队。各地水利勘测设计队初期以设计力量为主，一般

配有测量、地质人员各1~4人。至70年代,水利工程建设战线扩大,各地区、市又逐步成立测量队及地质勘察队,配有各种测量仪器及钻机。至80年代,各地区、市、州一般均有100型钻机数台,300、600型钻机亦有设置,测量、地质技术力量一般在10人以上。至今,省、地、市、州勘测设计人数已达2300人以上,勘测人员约占一半左右。

### 三、规划工作

古代修建水利工程,多有规划,但均为局部工作。唐代潼川府(今三台县)治理涪江,就曾作出“凿江东堰地,别开新江”,使江流远离城区的规划。明代许宗鑑寻找奉节城市供水水源,曾多方规划过:“一自江家坪会马蝗溪下流,引以瓦筒;其山溪不可瓦埋之地,以木槽续之;凡泉行所经,为溪者十有一,为岭者十有二;地以里计者,如之。一自翟家坪会马蝗溪上流,引以石枳,迤岭而下,尤为径直。来自山后正北,至城,始与……自西北来者异股合流。”嘉靖时峨眉县令熊兆祥创建熊公堰时,曾“率众拂莽棘,经危险,察形势,并委析易难、期程,胥面授,始事事”。清康熙时张能鳞修复苏稽、牛特等堰之前,曾通过查勘,编制规划资料。乾隆时黄廷桂修复通济堰前,也曾“旷览洪波,夷考古制”,研究“引西河之水,合南河而入堰”。道光年间乐至

知县裴显忠,分析了“乐至地有三则,田中下错”的自然条件,然后“微服周览,引田父老而朴者就询真确:乡之广壤若干?乡之狭壤若干?沟洫之所达,涵窞之所通,以乡计堰,以堰计亩”,“引溪以入于沟,引沟以入于塘,务深务广,蓄水自多。有事春作,相其缓急,分亩而溉,彼此咸得其利”。这些作法,实际上是开一县规划之先河。

民国时期四川水利规划,已按现代水利技术要求进行工作,主要为河流规划或工程规划,结合勘测,多带有局部性质。如民国21年恽震、曹瑞芝等提出的《扬子江上游水力发电勘测报告》,规划川江水力低坝梯级开发;民国23年(1934)中国工程师学会25人组成考察团(团长胡庶华、秘书恽震),来川考察水利,提出书面考察报告;民国26年(1937)水利专家李仪祉来川考察,提出开发四川水利的10条建议;民国27年(1938)王庭钧提出《越溪河水电开发意见》,民国30年(1941)提出《川西水力发电工程计划概要》;民国33年(1944)美国垦务局设计总工程师萨凡奇(J. L. Savage)应邀访华查勘三峡,提出川江水力高坝一级开发建议。

建国后,灌区规划和流域规划受到一定重视。1956年,省水利厅成立河流规划办公室,由巩坚璧、任以永负责,下设规划队6个。曾提出《川西平原规划报告》与《四川腹地轮廓规划报

告》。1963年扩充组建成9个河流规划队,分驻各专区,隶属于省水利勘测设计院(后合并为4个规划队),主要研究各大江河及中小河流开发利用方案,为重点工程选址并确定规模。

1958年,规划工作取得较多成果。成都平原区规划内容主要是改造都江堰枢纽,建闸调节;改造旧渠系,合理灌排;提出兴建岷江紫坪铺等调节水库,蓄水3亿立方米;整治岷江堤防,确保安全渡汛;扩建东山灌溉工程,修建一些调蓄水库,长藤结瓜;利用落差发电,开展渠道通航。同时提出兴建安昌河晓坝水库;沱江九龙滩引水工程;涪江武都水库;西河升钟水库;嘉陵江亭子口水库、东河麻溪濠、罐子坝水库等。渠江流域也提出一批中型水库库址。

1964年规划队工作主要为中小河流域规划,结合梯级开发,选定水电站站址。当年完成35条河流的查勘,提出安居河、濑溪河、黄沙河、流江河、筲溪河、龙川江、大清流等流域规划报告。此后又陆续完成了一些江河及工程项目的规划任务。

70年代中,集中进行了西水东调规划工作。由于四川地势西高东低,西部河流量稳定丰沛,因此,将西部水源调往东部盆地旱区灌溉,符合客观自然地理条件。早在民国33年(1944),四川省水利局张季春即提出川西大渠设想,并派测量队进行灌区

测量。1953年,提出引用青衣江水源东灌的《开发青衣江水利工程计划任务书》。1959年,四川省水利厅第6规划队再次提出《岷青地区罗坝引水工程规划意见》。1969年,乐山地区水利电力局又提出《罗坝引水工程意见书》。1970年,省内组织第2、7、9规划队进行详细规划,提出《罗坝引水灌溉工程规划报告》。1975年,四川省水利厅副厅长吴应琪,规划处处长巩坚壁赴京汇报后,调集技术力量,再次进行规划工作,后将青衣江引水工程更名为“长征渠”,于1976年提出《长征渠总体规划报告》。

规划中的长征渠进水口位于洪雅县罗坝场上游3公里处槽鱼滩,引用青衣江水源,设计引水流量250立方米/秒、水位516.4米。总干渠于平羌峡跨越岷江,向东引至登瀛岩再跨沱江,灌溉盆地丘陵区37县市耕地1262万亩。干支渠总长2932公里,并新建、扩建一批囤蓄水库,以引蓄结合,调节水量,总计工程量5.9亿立方米,需劳力11亿工日,总投资25.4亿元。经水利部审查后,认为开发程序应从小到大,并应考虑多水源配合。于是1978年又组织技术人员200余人,进行西水东调总体规划,同年提出《四川省(岷涪长地区)西水东调总体规划要点报告》。1979年,再次在土地规划、当地径流利用及地质勘探、测量、经济分析等方面,进行补充工作。同年冬,

省水利学会在洪雅召开西水东调学术讨论会,会上提出许多新的规划设想。1980年,第2、4规划队进行了针对性的论证。1981年,省水利勘测设计院正式提交《长征渠引水工程规划报告》及水文水利计算、工程地质报告等附件,经厅审查通过。由于工程规模宏大,为现时财力所难承受,故尚无投入建设的计划。

涪江流域武都引水工程规划工作亦历时较长。自1958年长办提出《涪江武都枢纽初步设计要点报告》后,1966年以来,省水利勘测设计院规划队与绵阳地区水电局曾多次进行规划论证,于1969年提出《武都引水工程规划报告》。1972年第1、3、4、6规划队在嘉陵江地区规划中再次研究,提出低坝引水,无坝引水及上、中、下三

个引水位置方案,进行比较论证,并推荐上游引水方案。1973年水利部第五工程局进行了“引白(龙江)济涪(江)规划”及涪江流域规划工作,最后提出在涪江灯笼桥筑坝,作为引水枢纽,当时曾进行钻探,作出初步设计。1974年,省内组成涪江流域规划办公室,重新进行勘测规划工作,于1976年提出《涪江综合利用规划报告》,论证了武都引水的必要性及“先引水后筑坝”,坝下引水方案的合理性。同年,又提出《绵阳地区武都引水工程规划报告》。1977年,水利电力部对这一报告作出批复同意,后因国民经济调整而停顿,1980年10月停工缓建。1983年对工程规划进行了补充,次年提出补充规划报告。

## 第二节 设计施工

### 一、工程设计

古代引水工程建设中,亦曾进行一些简单设计和预算。明代张彦杲对都江堰渠首改建砌石工程方案所作预算,左延瑞兴修绵江堰时“核实计工以成算”,均指这一工序。

元初李秉彝改建都江堰鱼嘴堤为砌石结构时,由于同僚顾虑砌为石堤后会“壅遏涨势”,于是李秉彝在水沟里投放石块,加以垒砌,作粗略的模型

试验,结果,“水从石上过”,并无“壅遏之患”。这种溢流模型,也是较为原始的试验手段。元代吉当普改造都江堰渠首结构时,因建筑物变革较大,兴建规划亦超越前代,于是与张宏商定设计方案,当时张宏“请出私钱,试以小堰”,在小河上建造模型试验堤,结果“水暴涨,堰不动”。在水利科学尚未昌明的古代,用直观的模型试验方法论证设计可靠性,是相当合理的。

明嘉靖时水利金事张彦杲,为都江堰砌石结构作出设计和预算,留下《议处修堰新规》这份报告。其中列出鱼嘴砌石堤身具体尺寸,所需石料规格、数量,以及用以锚接的铁件规格、数量、对于每块石料,铁件的加工工资等,都作出了详细预算。渠首结构若以铁石为主要材料来改建,共需生铁 58.71 万斤,合银 4697.2 两。制作钉扒、鹰嘴锄、锹、千斤杠、钩、铲、斧等工具需熟铁 648 斤。此外,尚需白炭 21 万斤,石炭 6000 担,石灰 7500 担,桐油 2000 斤,麻 6900 斤,竹 10.89 万根,以及各种木材和龙骨车等。对于技工,则需石匠、泥水匠共计 110 人,分别用工 10~60 日。此次设计的预算工料银总计为 6742.2 两。当时虽因工费较高,未能实现,无法考验其预算精度;但却成为留传至今的唯一都江堰古代设计文件。

明代洪雅人陕嗣宗写了一篇《筑堤御水议》,认为修建堤防,要点在于“编夫”,即作好劳力组合计划;“稽田”,根据被保护的田地出劳;“按田粮之实数,而次第程之”。这些见解,均符合现代工程设计要求。

清康熙初年上川南道参议张能鳞修复嘉州牛特三堰时,曾“单骑相厥川原,审度形势;某处疏旧渠;某处开新堰;石者垒之;沙者堤之;砌石如壁,植以柳树,所以捍卫经久者。计工若干日,夫役若干人,日费若干粟,计定,乃

下令”,“不两月告成”。乾隆时上川南道张钧应当地群众要求,准备大修通济堰,当时曾发出《饬查水利檄》,要求彭山县“确勘”后回答以下一些具体问题:“自土堰至眉(山)境,共长若干里?中间有无山岗、庐墓?需用夫料约计若干?相度机宜,悉心议复,以便亲勘。”这些内容,实际上是工程设计工作。乾隆中叶射洪县兴修广寒堰引水隧洞时,知县何辰曾“亲临勘视”,“擘画料估,筹费计工”,也作出一定的设计工作。

清道光初年(1821 年)安岳知县龚联祥修复石河堰三元堤时,因前任修坝“方落成即圯于水”,就与进士周朴亭、文学陶鸿甄等人实地查勘,探讨石坝不能持久的原因。周朴亭认为:“前堤之毁,以其横梗于水中也。”但拦河坝非横向挡水不可,因此这一看法不切实际。陶鸿甄认为:“水之有所阻也,不能顺流于上,必冲激于下。”“前此之毁,底不坚耳;今欲永久,非凿泥见石,未可以云固也。”这一看法获得了龚联祥的赞同,“即以陶生董其事,顺水之性而浚深其底,直至石骨,始架石于其上,没入于泥者三层。其层高二尺,共六层;底广三丈,面广一丈、长十一丈”,最后取得成功。

辛亥革命以后,水利建设中引进现代建筑设计方法,但仍多采用当地建筑材料。如护岸采用干砌卵石,或以石灰、粘土、砂混合而为三合土制作。

竹笼卵石工程仍广泛在河工方面采用。

民国 19 年(1930)6 月,四川省实业厅改组为建设厅,厅内第五科主管河工、航路、农田水利、土木工程事项。民国 25 年(1936)建立的四川省水利局,共有设计、测绘、工务、总务四科;30 年代扩大改组后,其第三科专管工程设计。据四川省水利局民国 32 年(1943)的统计,全局取得国内外大学学历者共 49 人,第三科就有 24 人;取得国内专科学校学历者共 53 人,第三科就有 26 人,约占一半,可见对工程设计方面的重视。民国 32 年(1943)实施的《水利法》中规定:兴办水利事业,“应由兴办水利事业人员备具详细计划、图样及说明书,呈请主管机关核准”。亦即在工程建设中要求先经过设计程序。民国 34 年(1945)省水利局提出《工程队组织规程草案》,其“职掌”为工程养护、保管、勘测设计、督导施工、考查验收,处理水利纠纷等。当时的勘测总队,实际分管设计事务。省水利局一度建立 7 个小型工程勘设区队,分别驻乐山、泸州、重庆、万县、南充、绵阳、成都等地负责各专区的水利勘测设计任务。

建国后,各县人民政府均设有建设科,科内有水利股,负责工程建设管理等事务。1957 年 10 月,四川省水利厅曾提出有关专县基本建设工作的几点意见,在水利建设投资方面,贯彻

“民办公助”原则。水库坝高在 25 米以上的工程,由省厅负责设计;25 米以下的工程,则由专县设计。1963 年,四川省水利电力厅提出建立专区、市、县水利电力局的编制意见。此后,各级人民政府先后组建水利电力局,负责各该辖区的水利水电工程规划、设计以及建设、管理事务。

自 1963 年起,要求专县工程建设均按基本建设程序进行设计。设计任务书未经批准,就不能正式列入年度建设计划。设计文件未经批准,则一律不能动工。

1963 年 5 月,四川省水利勘测设计院成立。此后,省一级设计力量逐步加强,设计水平不断提高。至 1985 年,共承担全省工程选点、资源普查、勘测设计项目 130 余项,已建成的水电工程 65 项,共提交各类设计图纸 4.27 万张,报告近 2000 份。其中有 6 项被评为全国、全省优秀设计。各专区、州、市等勘测设计队亦陆续建立,许多基层兴办的水利工程,均由地区一级或本县设计人员自行设计。

省内大中型工程设计,较为正规。一般先进行初步设计,选定方案及主要工程参数,作出概算,然后进行技施,提出工程各部分设计图纸及施工预算。有些工程技术设计与施工图还分为两个阶段。但在“大跃进”时期,基本建设程序往往打乱,普遍出现“边设计、边施工”的情况,造成很大被动。专

县工程个别有未经设计即进行施工者。

1964年,在全国提出“设计革命化”口号的影响下,提倡现场设计,要求设计人员“下楼出院”,进驻工地,以求进一步联系实际。有些设计组还搬进施工工棚,并参加施工劳动,曾使设计工作受到一定影响。至80年代,重新强调按基本建设程序办事,设计工作才恢复了正常秩序。

## 二、工程施工

施工前的截水导流工作,四川自古有传统方法。都江堰古代岁修施工,均以杗槎结构截水断流。杗槎亦常用于抢险堵口或导引水流。古代引水工程施工中,竹笼工程应用最广,施工所需技术工种有石工、绳工、筏工、木工、泥水工等。

古代所用建筑材料,大都取自当地,如粘土、河沙、块石、卵石、条石、竹、木等,以石灰为主要胶结材料。重要工程在拌合时常掺桐油、麻丝、糯米汁等,以提高胶结牢度。施工所用工具,以锄、钎、鑿、锤、刀、木夯、绳索、扁担、箩箕、背兜、独轮车等为主。广汉县文化馆藏有一幅施工古画,推察为明代作品,施工场面有放火烧山、修筑便桥、整平道路,用龙门架撬石及铁钎撬石,锄挖锤打及牛力拉曳以开石方等。古代因无炸药,石方开挖多采取积薪烧石法,李冰在今宜宾整治河道,曾用

此法。古代施工中挖、填、抬、运等工作皆以人力为主,辅以畜力。直至民国时期,情况无大改变。

明代万历年间,疏通兴文县通航河道的滩险,所用方法是“巨石巉崖直凿”或“架飞梯以截石梁”;坚石“锤凿难施,以火焚,以水激,寸寸而刻”;堵口则用“长堤以小石塞中,外用大石灰砌,屹若城堞状”。

明嘉靖时水利金事阮朝东认为“凡昔人以为水利者,无不可损益以利今也。乃画一为策,凡十三条”。所提出的十三条,主要是择人,禁扰,相宜,便俗,“丁夫之役,牌甲之专,补助之仁;严稽考,归游民,绘图责效”等。在水利施工方面提出了精辟的见解。

清光绪年间,龙安府知府潘炳年补修江油涪江堤时,曾“先在两旁用石灰浆砌鹅石,中用三合泥、鹅石,层层密筑。久之,灰泥与石融成一片”。这种施工方法,在当时最称坚固耐久。

民国时期,工程建设由省建设厅主管。省水利局成立后,较大水利工程的施工均由临时组建的工程处负责,民国27年(1938)开工的三台郑泽堰、绵阳天星堰、乐山楠木堰、眉山醴泉渠均设有工程处,多由技正或技士任处长,作为省水利局派出机关。省水利局先设有工务科,以后称为第四科,主管施工事务,以后又专门成立工程队,负责督导施工。队长由技正兼任,队中配备荐任技士2人,委任技士4人,技佐

6人,工务员及办事员各10人,书记2人,会计员1人,测工20人。

民国时期较大工程的施工任务,多交由建筑厂商承包。如天星堰由源进和群力营造厂承包;龙西渠由新蜀营造厂承包;涪翁堰由协兴公司承包;南北堰由精美公司承包;北泽堰由慎立公司承包等。

建国初期,较大水利工程建设,由省水利厅负责。1957年10月四川省水利会议召开后,省水利厅提出《关于专县基本建设工作几点意见》,凡水利工程施工均由专县负责组织,省水利厅视其情况酌予指导。

60年代以来,各专县陆续建立水利电力局,工程建设均按工程规模进行分工。凡跨专县的大型水利工程(灌区在30万亩以上,蓄水库容1亿立方米以上)列为省属,由省主办,专区组织施工。未跨专区的大型及中型工程则列为专属,由专县组织施工,纳入省内计划。小型工程列为县属,由当地组织施工。

建国初期,工程施工机构沿用民国时期旧例,大者成立工程处,小者成立工务所,如遂宁四联堰工程处、营山堵水坝工务所等,其处长、主任均由工程技术人员担任。1952年后,兴建较大工程由受益专县成立修建委员会,下设工程处、指挥部或工务所,主任委员由省水利厅或专署领导担任,副主任委员及工程处长则由省厅委派工程

师承担。指挥部负责人由县或业务局委派。官渠堰、东山引水工程均属此种形式。凡动员群众、组织力量、后勤工作、移民安置、纠纷处理等,均由行政领导负责完成。施工计划、质量安全、工作效率、技术指导、质量检查等,则由工程师或技术人员负责。在工程处或工务所内,一般设总务、会计、文书、测量、设计、施工等组。较大工程处分设工段,每段有段长一人,施工技术人员及事务人员6~9人。1954年各地兴建山湾塘时,也都成立兴建委员会,从上而下指定专人层层负责。在技术指导方面,除省水利厅派有驻各专区的工作组外,专署均派有副科长及一定数量的干部进行工作。

60年代后期,施工指挥组织不称“修建委员会”,而称“革命领导小组”,下设指挥部,领导干部由省厅及地方行政领导担任。指挥部下设办公室、政工、保卫、工程、后勤等处,设计代表组亦驻工地,有些工程并成立移民安置委员会。其中工程处辖有施工队、地质队、测量队、试验室、质量检查组、验收组、建材组等;后勤处辖有财会组,生活组、采购组、保管组、运输组、材料组、修建组、加工组、接待组等。

建国初期工程施工采取包工制,由包头招募当地民工加以组织,与工程处签订合同,预付部分招工开办费,待工程完成后再验收结算。1952年后,施工劳力均由受益区负责组织,按

“谁受益、谁负担”的原则,一般依受益农田面积摊工,按区乡行政单位编为大队,队下分组,队组长由区、乡、村干部担任。工地采取评工记分,按方给价,工完结帐的方法管理。“大跃进”时期,当地社队不分受益与否,均按区乡行政单位编成队组,甚至不分昼夜,轮番突击施工。此后纠正了这种“平调”作法,凡地方兴办的工程,均按“民办公助”、“谁受益”,谁负担”的原则,由地方投劳。“文化大革命”时期较大工程,又复采取“大兵团作战”方法,由地方全面动员群众投工,民工组织形式则按军队编制,称团、营、连、排、班。一班约 15~20 人。农忙时期暂时遣散,待农闲再行组合。

省属工程,以专业施工队为主进行施工。1963 年,省水利电力厅成立水利工程处于资中,下属有两个工程队。1964 年末,经招募训练,职工人数近 3500 人,其中技术人员近 150 人,发展为 6 个工程队,并陆续组建了钻孔灌浆队、安装队、送变电工程队、汽车队等。专业工人来源主要是省劳动人事部门拨给指标后,在指定地区招募并加以训练。此后,专县水利电力局为满足当地建设需要,亦以技术工人为骨干,采取“以老带新”的方法,逐渐组建施工专业队、钻孔灌浆队等。

1980 年后,省水利工程处改组为水利建设工程公司,职工总数 4000 余人,拥有土石方工程机具 557 台、碾压

设备 45 台、起重设备 103 台、混凝土浇筑设备 101 台、基础处理设备 57 台、电气设备 285 台,以及运输汽车 366 辆。公司基地位于资阳,辖有修配厂、仓库、职工医院等,并负责工地供应、后勤、整修、培训等工作。

省内各专区、自治州、市的施工专业队,至 80 年代以来亦陆续完备,有些已改组为工程公司,实行经理负责制。

关于施工中的占地、移民问题,50 年代初期在土地改革政策中,已要求预留一部分公田,作为占地补偿之用。1953 年 11 月,省水利厅对官渠堰干渠所占农民土地,规定“由当地政府在公田内调济。已种作物及坟墓、竹木等,经群众评议,适当补偿,在工程费内开支”。1954 年在长寿县试点兴修小型水库,曾成立安置评议委员会,协商移民搬迁的处理方案。凡田地、房屋全占者,以公田、公房补偿,原则上如数补足;仅占部分土地者,原则上用公田补足,如公田不足以补偿,则按租用方式处理。损失肥料,一律折价补偿。仅占房屋时则根据房主要求,向高地迁移,适当补助拆迁人工,有条件时可以换房。所占坟墓一律迁葬,每坟补助迁葬费 5 元。工程建成后,复进行慰问、复查、处理遗留问题。这一方法,1954 年 7 月在遂宁召开的全省水利会议上曾加以推广,此后各地兴修水利,均按此原则办理。但“大跃进”时期

表 2—1—4

四川省 1985 年地区、市、州施工专业队情况

(单位:人、台)

名 称	现有 人数	其中: 助理工 程师以上	土石方 工程	机电 工程	设 备						
					土石方 工程机械	碾压设备	运输车辆	起重设备	混凝土浇 筑设备	基础处理 设备	电气设备
重庆市机械化工队	120	14	38	48	59	4	8	4	1	22	28
自贡市水利电力工程公司	250	9	74	4	629	10	22	22	27	16	13
绵阳市水利电力工程公司	550	14	16	115	198		11	49	97	30	169
南充地区水利电力工程公司	228	8	84	12	198		55	35	28	17	28
万县水利施工队	43		17	8	76		17	3		15	1
涪陵水电工程队	150	6	15		30		22	1	70	17	10
永川水电局工程队	170		45	36	24		16		10	9	
内江水利电力工程队	130	12	33	69	26	8	11	7	9	13	12
宜宾水利电力工程队	105	7	40	40	54		19	1	9	14	11
乐山水利电力工程队	112			30	60	8	25		10	4	4
雅安线路施工队		14		110	15	1	5		7	4	10
凉山州水电工程队	339	7		18	128	1	23	6	31	10	11
甘孜州水电工程队	75				6		12		11	1	

表 2—1—5

四川省典型工程占地移民补偿情况

类 型	名 称	占 地 (万亩)	经 济 补 偿 情 况 (万元)								
			移 民		土 地	房 屋	附 属 建 筑	林 木	其 它	合 计	其 中: 支 付 私 人 部 分
坝地库 区均在 受益区	仁寿黑龙滩水库	1.67	2349	9976	6 *	84.68	0.32	16	6	97	77
	三台鲁班水库	0.90	2700	1200	42 *	156	49	32.3	295	163	
	中江继光水库	0.52	1255	6658	18 *	48	6	16	105	72	
	蓬溪大石滩水库	0.32	848	3842		23	0.7		23.7	18.7	
受益区	达县沙滩水库	0.08	52	244		4	0.5			4.5	4.5
	平昌友谊水库	0.06	71	365		5.2				5.2	5.2
枢纽在 受益区	简阳三岔水库	2.72	4918	24028		483	104	62	42	691	396
	简阳石盘水库	0.52	937	3883		68	21	18	30	207	70
枢纽不在 受益区	南部升钟水库	3.05	4118	23032		293	84	130	159	154	507
	威远葫芦口水库	0.18	265	1159		7.16			5.19	78.24	12.35
受益区	东风渠四期扩建	0.17	120	540		7.93		24.35	17.26	156.66	156.66 * *

\* 为青苗补偿

\*\* 东风渠四期扩建 10 年,其临时占地补偿费为 58.71 万元

“共产风”盛行,房屋田地任意占用,未作妥当安置,调整时期又作了复查、退赔。广安县全民水库所占岳池县大片土地,1959~1965年共退赔岳池县安置费58.9万元。1964年,省水利厅重申全省水库移民安置工作,一定要妥善处理。1972年,省内对占地移民等问题重新作了规定:大中型工程占地按征用土地原则给予补助,但本区本县土地可自行调济,不作补偿。房屋则按“原拆原建”原则处理,树林、竹林、菜地、青苗等赔偿则经协商订立协议,适当补偿。

1975年修建简阳县三岔水库时,曾建立移民安置委员会,集中了200余名有群众工作经验的干部,分设移民安置动员组、经济补偿组、场镇迁建组、集体财产清理组、后勤组、办公室进行工作。灌区乡、村干部亦均参加。首先作好宣传动员,利用电影、戏剧、广播、墙报、街头宣传等多种形式开展宣传,号召“为国为民搬家,为子孙后代造福”。安置原则为适当集中,对口安置,统一安排与自愿挂钩相结合。灌区内除土地甚少的生产队外,均须承担安置任务,平均每10户社员须安排1户搬迁者,要求安置后,人平耕地不

少于1亩,烈军属可以自行联系挂钩。区社职工家属,则在本区社范围内安排,地方干部、教师等公职人员,原则上仍安排原有职务。1975年12月5日召开搬迁动员大会,灌区社队干部带领群众进入库区,热情迎接安置对象,包干负责拆房及运输等任务。参加拆迁人员最多时达2万人以上,动用机动车300余辆,采取边动员、边拆迁、边建房的办法。历时三个月,完成了3600余户的移民安置任务。1976年秋,再次组织第二次突击搬迁,保证水库及时蓄水。在每次大搬迁之后,均及时作好善后处理,对于搬迁户的生活问题,组织检查团深入各地,发现问题及时解决。少数建房质量不合要求的,予以重建。在移民安置中,亦按“民办公助”原则,尽可能作到“方法可行,标准合理,工作做细”。山林、竹木、菜地、青苗等均按株数、产值以国家中等价格,按2~3年产值赔偿。此次移民安置,共补偿现金691万元,拆建房屋用工429万工日。户平补偿现金982元,其中包括房屋补偿费632元,林木补偿费140元,迁建生活补助费110元,运费100元。

## 第二章 引水工程

四川古代水利工程,绝大多数属于引水工程。由于有都江堰成功经验可作借鉴,在查勘、规划、施工等方面,多模仿都江堰作法,在截流、护岸、基础处理等方面,多采用传统的杗槎、竹笼、砌石、羊圈等工程技术,因而不但在引水工程的形式上带有地方特色,而且还能因地制宜,因势利导,就地取材,获得工程建设费省效宏的要求。建国后,在采用现代工程技术的同时,继续继承古代优良传统。建国初期在地方财政较为困难的条件下,采用传统工程作法,用最省的投资,最短的工期先后完成三合堰、人民渠 1~4 期、东

风渠 1~3 期等大型引水工程,使古老的都江堰灌区达到空前的发展。随后对都江堰各个渠首,对各江河干支流以及盆周山区古老渠堰进行技术改造,增大渠堰灌溉能力。70 年代射洪县结合兴建安装低水头贯流式机组的东风电站,引涪江水建成的前锋渠,主干渠长 37.4 公里,设计灌溉面积 11.7 万亩,以及邛崃县跨流域引水玉溪河工程,穿镇西山分水岭隧洞长 4.8 公里,主干渠长 51.8 公里,灌溉邛崃、名山、蒲江三县农田 50.4 万亩,使四川引水工程建设跨上了一个新的台阶。

### 第一节 都 江 堰

#### 一、工程演进

四川引水工程以都江堰为最早,

规模也最大。这一工程带动了平原与丘陵区大小引水渠堰的兴建,近代四

川大型引水工程的发展,亦以其为基础、为榜样。

都江堰为秦昭王三十年(公元前277年)以后任命的蜀郡守李冰所主持创建。故都江堰的兴建,当在公元前276~256年之间。始建时称为湔壩,晋左思《蜀都赋》刘逵注中有:“李冰于湔山下,造大壩以壅江水,分散其流,灌溉平地。”壩,就是堰的意思,当时也有称湔堰的。

李冰是一个卓越的工程人才,晋常璩《华阳国志》称他“能知天文地理”,“又识察水脉”。在蜀郡不但兴修湔堰,而且还开挖石犀溪,治文井江、洛水(今石亭江)、绵水(今绵远河);开盐井、修陂池、开稻田;整治南安(今乐山)、犍道(今宜宾)航道,修建成都七桥;并且还修建了栈道,在振兴巴蜀经济方面作出巨大贡献。后世治水者,莫不以李冰为楷模。

湔堰的枢纽建筑物,《水经·江水注》记为“壅江作壩,壩有左右口”,古又称金堤。《蜀都赋》刘逵注也说“堤有左右口”,功能是“旱则引水浸润,雨则杜塞水门”。建堰位置,可从《华阳国志》记载中得到线索:“乃自湔堰上,分穿羊摩江灌江西。于玉女房下白沙邮,作三石人,立三水中。”白沙邮即今白沙河入汇岷江处白沙,在今渠首上游两公里许。三石人有量水作用,所立石人的“三水”,应是渠首处的岷江和左右岸引水渠;同时《水经注》中又有“邮

在堰上”之文,因此知湔堰渠首即在白沙附近。

渠首工程除大壩外,据《史记·河渠书》、《汉书·沟洫志》,还有“凿离堆”和“穿成都二江”两项主要工程。离堆即宝瓶口东侧被切断的崖嘴,开凿出的口门实为“成都二江”的固定式进水口。古代岷江河道尚在今河道西边,左岸引水渠古称北江,即沿今玉垒山虎头崖山麓而行,至宝瓶口以下,北江分为二支,通往成都。据《益州记》,“二江”即郫江与流江,“郫江,大江之支也亦曰湔水,在蜀与洛水合”,可见郫江大致沿上古“江沱”的故道,线路趋向正东;流江在《华阳国志》中又称检江。《益州记》有言:“江至都安(即今都江堰市),堰其右,检其左,其正流遂东。郫江之右也。”根据这段文义索解,当指北江沿玉垒山虎头崖行进,与岷江之间的滩地有渠堤相隔,这就是“堰其右”;北江是在崖脚部分开挖而成,这就是“检其左”;穿过宝瓶口后航运干道偏东行进,将岷江航运功能移至成都二江,这就是“正流遂东”。故知流江或检江,当是被视为岷江正流,位于郫江之右。这两条引水干渠,最后向东南辐辏于政治经济中心成都。岷江右岸的引水干渠则为羊摩江,一般认为即今外江石牛堰的前身。

自三国蜀汉在今都江堰市南设立都安县后,湔堰即改称都安大堰。引水主干的成都二江,在唐李泰《括地志》

中有明确记述;流江时称大江或汶江,仍被视为岷江正流,同时又称外江,相对于成都而言,“西南自温江县界流来”;郫江又称成都江或内江,“西北自新繁县界流来”。据唐李吉甫《元和郡县图志》所记二江距各县的里程可知:流江线路在青城县(今都江堰市东南徐渡)北一里;县东南四十里的“弩机水”或是渠道底坡较陡的一段;其下又经温江县南一里,然后流经成都县南七里。郫江则经唐昌县(今郫县西北唐昌镇)西北四里、新繁县(今新都县西新繁镇)西十一里、郫县北三十一里、犀浦县(今郫县东犀浦镇)北四里,然后与流江汇合。根据这些地理位置,可以绘出当时干渠线路,得知流江相当于今走马河前段接江安河后段,在温江折东流向成都。郫江则相当于今柏条河接柏木河,及今石堤堰以下的府河。都江堰市、郫县、成都三点连线是岷江冲积扇脊线,地稍高,而二江则分别在此脊线两侧对称布置。这种格局,自秦汉以至唐宋,基本上保持无大改变。

汉晋引水渠系重点是在岷江左岸,即二江控制区,分支渠道繁多。至于引水干线的扩延,则首推汉景帝末年(公元前143年左右)蜀郡守文翁主持的“穿湔”工程。《华阳国志》记其“穿湔江口(《水经注》作湔湔)溉灌繁田千七百顷”。这“湔江”不是沱江上源湔水,而是湔堰分出的郫江。汉代繁县治

所位于今彭县人和乡,从水源引自郫江又主要控灌繁田可知,此渠实为今蒲阳河前身,其进口或在今蒲阳河进口不远处。

见于记载的后汉时期扩灌工程,还有广都县望川原“凿石二十里,引取郫江水灌广都田”。《华阳国志》记为广都县“江西有安稻田,穿山崖过水二十里”。望川原一般认为即今双流牧马山,郫江渠系受其阻隔,不能向西扩展,此时终以艰巨的石方工程,打通了渠线。此外,《益州记》又记有郫县唐昌镇的都田江、成都始昌堰“有两叉”,可见汉晋扩建的渠堰为数不少。

唐代都安堰首有“侍郎堰,其东百丈堰,引江水溉彭、益田”,是唐高宗龙朔年间(公元662年左右)所重建。侍郎堰至宋代仍有其名,《宋史·河渠志》明确指为“减水河”,即今飞沙堰溢洪道的前身。百丈堰位于渠首之东,当在其下游,为宝瓶口以下渠道之一,引水控灌益州(下属有成都、华阳等九县)、彭州(下属有导江等三县)农田。唐代注重水利,干支渠系扩延较多,唐太宗贞观年间(公元628年左右),益州大都督府长史高俭就在主干渠的基础上,“别更疏决”,“厮引旁出,以广溉道”,“蜀中大获其利”。唐代的重要扩灌工程,有武则天时(公元690年左右)彭州长史刘易从“决唐昌沱江,凿川派流,合壩口琅岐水,溉九陇、唐昌田”。所谓沱江即指郫江,唐昌即今郫

县唐昌镇,九陇在今彭县,这条扩灌干渠,即后来的官渠堰前身。此渠除引郫江水源外,还接纳山溪径流,并结合工程调整了天然河道的流路。

唐宪宗元和年间(公元806年左右)李吉甫所修《元和郡县图志》中,记有导江县(今都江堰市南聚源场)西南二十五里的犍尾堰,通常认为这就是唐代都江堰的新称,亦即渠首。但从地理位置而言,渠首枢纽是在导江县的西北而非西南;且其作用是“李冰作之以防江决”,并不是分流引水;再从堰名“犍尾”的含义,此堰当指离堆以南、从岷江原河道取水的渠堰及其江岸护堤。

唐代灌区内干支渠系新建、扩建较多,同时还发展到城市以内。宣宗大中七年(公元853年)剑南节度使白敏中曾疏浚成都城内环街大渠。僖宗乾符年间(公元878年左右)剑南节度使高骈又结合扩建罗城,将原来并列在成都城南的“二江”线路作了调整,改为一北一南环绕城垣,并在西北郊兴修麋枣堰,同时调整了城内渠系,此后继任者亦经常维修。在治水原则上,唐代还注意到引蓄引合。武则天垂拱四年(公元688年)绵州长史樊思孝、巴西(今绵阳)县令夏侯爽利用引水源,修建广济陂水库以蓄水。玄宗开元年间(公元737年左右)益州长史章仇兼琼还加固了成都原有的万岁池堤坝,“积水溉田”。

五代前蜀王建时期,都安大堰渠首枢纽有过一次较大改变。据杜光庭《录异记》:“蜀朝庚午夏大雨,岷江泛涨”,“灌江堰上夜闻呼噪之声”,“及明,大堰移数百丈,堰水入新津江”。确切时间是王建武成三年六月二十六日(公元910年8月5日),岷江大洪水将渠首建筑冲向下游近一公里,却仍保持了分流引水功能。作为道教领袖的杜光庭,当即写了一篇《贺江神移江笺》,认为这是神力所助。这次渠首位置的改变,天然适应了河道变迁条件,给此后渠首布局带来一定影响。五代时期政局虽然动荡,但维修与扩建工程仍不断进行,公元930年左右,导江县令黄璟还引柏条河水源修建支渠,人称“黄璟堰”。

从宋代开始,才正式采用都江堰之名。当时岷江主流习称皂江;渠首以下干流称为南江;而左岸引水干渠则称北江或都江,都江堰即由此得名。

宋代渠首工程情况,任慥《堤堰志》中有详细记载:“江中设象鼻七十余丈(约230米),首阔一丈(3.07米),中阔一十五丈(46米),后一十三丈(40米)。”象鼻相当于现代的鱼嘴分水堤,其后又有“大小钓鱼护岸一百八十丈(约570米),相当于后世飞砂堰”。又设“指水一十二座”,指水即后世的“支水”,亦即突出于堤上的消能结构物。沿河道和渠道还有笼石护岸与几十处指水。《堤堰志》所记左岸引

水干渠,与《宋史·河渠志》三流三派、十四支、九堰基本一致。《堤堰志》还详细记述了各支渠进口的断面尺寸。当时宝瓶口以下有三条主干渠进口:位于东北的干渠称三石洞水口,相当于今蒲阳河及其下段清白江,分出将军桥、灌田、雒源三条支渠,控灌导江、九陇、崇宁、蒙阳、雒县。中间的干渠称外应水口,相当于今柏条河及其下段毗河,分出保堂、仓门两条支渠,控灌导江、新繁、金堂。东南的干渠称马骑水口,相当于走马河及其下段府河,分出石址、鼓兜、道溪、东穴、投龙、北、樽下、五陡八条支渠,控灌导江、崇宁、郫县、温江、新都、新繁、成都、华阳。此外还有一条干渠称石渠水口,相当于穿过灌县城区的三泊洞干渠,“自离堆别而东,与上下马骑、乾溪合”。这一干渠下分九堰:李光、膺村、百丈、石门、广济、颜上、弱水、济、导。“皆以提摄北流注之东,而防其决”,“离堆之南实支流故道,以竹笼石为大堤,凡七垒,如象鼻状以捍之”,即今正南江。宋代渠系格局,已与近代相当接近。

宋代十分注重水利,都江堰的发展达到并超过唐代规模。宋初即有刘熙古修复成都麋枣堰;仁宗天圣年间(公元1030年左右)益州刺史韩亿修建郫县、温江间的九升口,“下溉民田数千顷”;哲宗绍圣年间(公元1094年左右)成都知府王觐疏治成都城内外渠道,人称“王公渠”;崇宁司理张唐英

捐款修堰,灌田数千亩,人称“司理堰”;徽宗崇宁初年(1102年左右)华阳县令赵申锡修复成都沙坝堰,灌田三万多亩;孝宗乾道三年(公元1167年)彭州太守梁介修复永昌、九陇、蒙阳三县十多道渠堰,大收灌溉之利。《宋史》记有孝宗乾道年间(公元1165年左右)都江堰渠首大修中,成都路转运判官赵不炘,虽是皇亲,却“亲操版筑”,注意工程质量,十分难得。

元代都江堰渠首状况,揭傒斯《蜀堰碑》记述甚详:堰首象鼻以下是大小钓鱼矶;再下是跨内外二江的石门,其功能为“节北江之水”;再下就是“利民台,台之东南,为侍郎、杨柳二堰,其水自离堆分流,入于南江”。一般认为这两堰即相当于后来的平水槽和飞沙堰(或飞沙堰和人字堤)。北江(即今内江)进口以下,依次为虎头山、斗鸡台和离堆。南江(即今外江)“自利民台有支流东南出万工堰;又东为骆驼;又东为碓口;绕青城而东”。“南江东至鹿角;又东至金马口;又东过大安桥入于成都;俗称大皂江”。这就是金马河。北江在宝瓶口以下,有凌云、步云二桥;再下就是三石洞,干渠分为两支:一支自上马骑东流过郫县至成都,称为内江,当时又称府江;另一支从三石洞北流过将军桥,再北过四石洞,折而东流,过新繁至成都,称为外江。“鹿角之北涯,有渠曰马坝,东流至成都,入于南江”。这就是元代主要渠系布局。

元代都江堰渠首的大修,见于记载的有三次:世祖至元三年(公元1266年)陕西按察副使李秉彝巡行灌州,因渠道经常被冲坏,“督有司坚筑之,三月堰成。”武宗至大元年(公元1308年)肃政廉访使赵世延又曾大修。顺帝至元元年(公元1335年)肃政廉访使吉当普大修,对渠首结构进行重大改革,变笼石为砌石辅铁结构,同时对主干渠系作了调整改造:在鹿角北涯开两渠与杨柳渠汇合,东行数十里又与马坝渠汇合,在南江金马口西边开两渠与金马渠汇合,东南入新津;封闭了蓝淀、黄水、千金、白水、新兴至三利等十二堰。北江三泊洞之东,保留外应、颜上、五陡诸堰,前两渠东北流入外江;五陡渠则南入马坝渠,成为内江的一支。外江东至崇宁为万工堰,其支流自北而东有三十六堰,再过清白堰,进入彭州、汉州之间。元代大修,平均35年左右一次。

明代都江堰情况,《明史·地理志》记灌县岷江“正流引向南,支流分三道,绕成都境。”又记有石渠水口;郫江上源则称为沱江。在崇庆州西北记有郝江,即金马河。”又北有味江,东北有白马江,皆岷江南出之别名。”

明代都江堰渠首大修,见于记载的有六次,平均45年有一次大修。

明末清初四川长期战乱,都江堰遭受严重破坏。顺治十六年(1659年)巡抚御史高民瞻、监军道程翊凤,联合

司、道、府远近文武官员,捐银二千余两,雇请藏、羌族技工,“修筑疏浚,暂资灌溉”。顺治十八年巡抚佟凤彩恢复了岁修制度,当年又作修整,渠首枢纽尚未全部恢复原有功能。康熙二十年(1681年)巡抚杭爱用库银四百两淘修,会同通判刘用瑞、游击钟声,探求离堆古迹,在榛莽中发现了离堆旧渠,这才疏淘壅淤,使渠首大体恢复过去规模。康熙四十五年(1706年)五月岷江洪水,冲毁渠首,巡抚能泰带头捐俸,藩臬两司和用水各府县官员响应,当年即进行修复,并新筑人字堤长三十八丈(121.6米),高八尺(2.56米)。雍正九年(1731年)巡抚宪德又作大修。乾隆三十一年(1766年)总督阿尔泰大修时,还在堰底坚筑石坝。此后大修还有嘉庆二十五年(1820年)、道光七年(1827年),同治六年(1867年)等次。截至此时,渠首均为笼石结构。至光绪三年(1877年)总督丁宝桢主持大修,才改为砌石结构,为现代渠首工程打下基础。清代渠首大修,平均25年一次。

清代分支渠系新建、扩建颇多,值得一提的是顺治十七年,有双流三圣寺僧人大朗(俗名杨今玺),托钵行乞,求财主乐施、献地,兴建引金马河水源、灌田6.8万亩的大朗堰。乾隆二十九年灌县二王庙道士王来通,与当地士绅等五人,“仿李王劈离堆意”,在横山寺凿岩引沙沟河水,修成灌田一万

余亩的长同堰。其余地方官办、民办的引水支渠,更不胜枚举。

## 二、前代修治

湔堰渠首结构,秦汉无考。唐《元和郡县图志》记导江县建犍尾堰时,明确指为笼古结构,“破竹为笼,圆径三尺(约 0.9 米),长十丈(约 31 米),以石实中,累而壅水”。渠首工程当亦如此。宋范成大《吴船录》记其亲见在崇德庙前“近离堆,累石子作长汀以遏水,号象鼻”。《宋史·宗室不忠传》亦言“都江堰笼石蛇,绝江遏水”。宋陆游《视筑堤》诗更指出施工情况:“西山大竹织万笼,船舸载石来无穷,横陈屹立相迭重,置力尤在冰庙东。”可见古代渠首一直以笼石结构为主。

结构变革的尝试,始于唐代益州长史章仇兼琼。当时在蜀州江(指岷江及其分支)试用“巨木大石”构成硬堰;而在汉州江(指石亭江及其分支)则采用“粗茭细石”的软堰。其根据是“蜀州江来远,水势缓,故为硬堰”;“汉州江来近,水势湍悍,猛暴难制,故为软堰”。由于竹笼装石易于损坏,维修频繁,木桩结合干砌料石较为耐久;但这种硬堰在渠首枢纽中,并未占主导地位。

元初李秉彝大修时,提出笼石结构“岁调民夫修之”,劳费甚大,“宜笼之坚”。当时即有人反对坚筑,认为会“壅遏涨势,恐为成都害”。于是李秉彝

命人投许多石块在水流中,结果流下的水仍能在堆石顶部溢流,并没有“壅遏之患”,才说服了对方。这次“坚筑”的渠首结构,详情已无可考,可视为章仇兼琼硬堰主张的发展。

元末吉当普大修,是都江堰渠首正式进行结构变革之始。这是前人未做过的事,吉当普与灌州判官张宏研究砌石辅铁结构方案后,由张宏自己出钱,修了一道浆砌石小堰,作为试验,结果在涨水时小堰没有冲毁。于是决定在至元元年(公元 1335 年)冬季动工,采用新方案改建砌石鱼嘴和一系列堤坝工程。方法是砌体料石之间,用铁锭互相锚结,砌缝用桐油麻丝拌合石灰来填实。鱼嘴前端立铁柱贯至江底,以御漂木冲击。鱼嘴顶端,又铸了一只 8 吨重的铁龟来“镇水”。此外,还“用石包砌诸堰,为石门以时启闭。”这次施工,场点有 10 多处,历时 5 个月,调用石工、金工各 700 人,木工 253 人,杂工 3900 人,其中来自军队的有 2000 人。工程共耗用料石 100 万条以上,用石灰 6 万斤,桐油 3 万斤,麻 5000 斤,铁料 6.5 万斤。总费用钱 4.9 万贯。

吉当普砌石渠首运行约 40 年,因清基不够彻底,于明初被水冲毁。明惠帝建文年间,胡光继用这一方案,“伐石冶金,即旧址整砌为防”,采用三根各长一丈二尺(约 3.7 米)的铁锭柱,安在鱼嘴堤上顶冲之处,铁柱与石堤

结合处,填塞油灰。鱼嘴分水堤长十五丈(46.65米),高一丈三尺(4.04米),端部顶宽五尺(1.56米),底宽一丈二尺(3.73米)。这次布置,除未铸铁龟,施工场点较集中外,其余措施皆与吉当普大修工程大体一致。共调用“各色工役”25.32万个,耗铁3.2万斤,桐油5000斤,麻线2000斤,木材2500根。

胡光砌石工程亦约运行40余年,景泰五年(公元1454年)岷江大洪水对其有所毁损。从成化九年(公元1473年)巡抚夏坝因“远人赴役不便”而要求近县专供工料可知,当时久已恢复岁修制度,仍旧采用笼石结构。此后一段时期内,笼石与砌石两种主张各成一派,互有争论。笼石派以正德时(公元1510年左右)水利金事卢翊、嘉靖时(公元1530年左右)水利金事阮朝东为代表。卢翊认为“铁龟铁柱,糜费几千万缗”,“曾未几何,辄震荡湮没,茫无可赖”,而“笼石廉省,古今称便”。阮朝东主张“基以巨石,其上及旁簏石而联砌之。石取诸滩,岁一修治,民不告劳而自获其利。后世乃有好事者,谓岁一修治之烦,始废竹簏,更砌巨石以为防,所费不赀。春夏波涛冲击,浮木震撼,不二三年辄隳焉,财费而患不免”。至于竹笼工:“簏石,其相连多则力重,且能泄水,不与水敌”,反而能够持久。“以石易簏者,可谓智乎?”可是后来砌石派却仍旧坚持其主

张。嘉靖十一年,水利金事张彦杲,为大修都江堰渠首写了一部设计说明书,名为《议处修堰新规》。鱼嘴设计成砌石四层,“共厚二丈,入底八尺,出底高一丈二尺;品字贯铁桩三根”。料石“前尖后方”,块体很大,“厚三尺三,俱阔一丈二尺,长一丈五尺”。堤身、内外金刚堤、利民台,都是这种砌石贯铁结构。共用条石3962块,“每块阔五尺,长八尺,厚三尺三寸,重五百斤”。在条石之间锚以铁锭,共用铁锭2307个,“每个长一尺五寸,阔七寸,厚七寸,重二十斤”。此外,减水沟(即飞沙堰)也照这种结构修筑。张彦杲的设计工程预算,计银6742两。材料则耗用生铁58.71万斤,熟铁648斤,竹料10.89万根,以及桐油、石灰、麻、木料等。砌石嵌铁需要一批技工,如生铁匠就要安排1800工日,绳匠180工日,簏匠150工日等。这个设计虽然工费浩大,但按察司副使周相,却准备再次投入新建,后因调任而未能实现。

嘉靖二十九年(1550年),水利金事施千祥提出,制铁牛以护石嘴,既省费用又经久。这一主张得到巡抚副都御史李香、四川监察御史鄢懋卿的支持,于是施千祥即会同崇宁县知县刘守德和灌县知县王来聘,开始设计新的“铁牛鱼嘴”,并随即安排动工。那时已是农历二月,春水将发,有人劝其延至下半年动工,但施千祥毫不动摇,坚持上马。“乃于堰口上三丈许(约10米

处)制竹兜竹笆以拦江流”,树立杓槎截流,然后清基开挖至底,密植柏木桩三百多根,再填土夯实,与桩顶齐平,上面再铺柏木;再上则铺砌近一丈长、二尺厚的石板(约厚 0.63 米,长 2~3 米)一层,砌缝处开锁孔,浇铸铁水,联结成整体。在这一层上面,再铸铁板作为基底,立铁牛铸模,四周并筑有土台以便浇铸。农历 2 月 24 日,开始浇铸铁牛,铸模附近,设有 11 座熔铁炉,另有大锅 50 余口,陆续熔铁供料。炉中铁汁连续顺土槽泻入模内,施工秩序井然。经过一昼夜的奋战,铁牛顺利铸成,其造型是两条牛首合尾分,形如人字,尖端迎水,牛高与鱼嘴堤高度相等,其后立有铁桩三根,下接砌石堤坝。铁牛鱼嘴总重 33.5 吨。其周围仍用“竹笼竹卷护持之”。铁牛上并刻有铭文表述其运用功能:“问堰口,准牛首;问堰底,寻牛趾;堰堤广狭顺牛尾;水没角端诸堰丰,须称高低修减水。”这次工程共用铸工 120 人,炉工 1200 人,耗铁 7.2 万多斤,木炭 13 万斤,柴木折银 10 两,柏木折银 25 两,总工料费用为白银 721 两。

铁牛鱼嘴的兴建,得到砌石派的赞同,水利金事陈鏐认为:“堰莫急于冲,莫要于铁”,“物与水激,其重必克。数十万之石,可致而不可合;数十万之铁,可治而合也。合则其重并无尚矣”。陈文燭认为:“水遇重则力分,安流则堰固。”同时批判笼石派“假令人皆师

古,则(大禹)随山刊木之勋,至今存耳,宁独一堰哉”!但中间派的高韶却持怀疑态度:“循吉公旧筑,规石以固土木,铁以固石,加意益深,而为谋益远”。但是另一方面,“虽天造地设之隘固,然且有时迁变;矧石可转而泐,金可蚀而镵;诟知数百载之下,牛能巍然中流而不移乎?”高韶的话不幸而言中。铁牛鱼嘴运行 25 年后,于万历三年(公元 1575 年)毁于洪水。当年农历 11 月,成都知府徐元气、灌县知县萧奇熊要求立即修复,得到巡按御史郭庄的支持,并主张“增以铁柱,令寻牛趾而浚之”。这次修复工程,由水利金事杜诗规划筹办,在渠首鱼嘴、虎头岩、宝瓶口、仙女洞、三泊洞、五陡口等处,共植 30 根一丈多长(近 4 米)的铁柱,外用砌石保护,并增修护岸多处。共用铁 3 万斤,耗银三百两。此次大修工程,约在崇祯初年被水所毁。

到了清代,笼石派抬出“李冰成法”来否定砌石派,取得绝对优势,何焕然论述岁修六字诀,“违之则水不治,遵之则水无不治”。“顾自南宋以来,历元迄明,或瓦石,或铸铁,纷更多事”。“治水之费愈增,而水患愈炽”。王昌麟认为:“所淘之石,即以贮之笼,笼每岁不能不坏,则滩每岁不能不淘。”“元明以来,治者未达斯旨,遂以铁石代笼,为一劳永逸计”。“其幸冲决溃坏,荡然无存也”。著名水利同知强望泰也表示:“夫天下事,好奇者矜新法,

耽逸者隳先型。堰工不遵六字修理,历有年所矣。余不敢自作聪明,无事不师于古。”直到光绪三年总督丁宝桢才重新提出砌石派的主张,先在各州县寄存省库银中,筹措九万余两,会同成绵龙茂道丁士彬,水利同知徐传善、灌县知县陆葆德,计划在重点工程部位均用砌石代替笼石,为一劳永逸之计。当年冬十二月开工,采用糯米汁、桐油拌和石灰浆砌料石,并用铁锭锚固,正式修建鱼嘴堤坝,称为新工鱼嘴,全长16丈(51.2米),高出河底2丈(6.4米),基础深1丈(3.2米)。其余各重要的工区,均一一以砌石结合笼石加以修缮。整个工期历时仅3个多月,耗银12.9万两。然而次年农历5月的洪水,却冲坏金刚堤和人字堤,11月虽由丁士彬、陆葆德采用笼石与砌石相结合的办法再次修复,但由于这次结构变革耗资较大,损坏较快,使笼石派有机会大张挞伐。继任成绵龙茂道承厚,于光绪十二年就要求恢复笼石结构为主的方案。不过此时新工鱼嘴一直存在,而且正常运行。直到光绪十六年前后,才重新采用笼石为主的结构。辛亥革命以后,有了以现代工程技术为基础的新砌石工程设计,于是才正式以水泥砂浆砌石替代笼石,结束了几百年来结构上的争论。

都江堰始建时工程效益,《史记》、《汉书》均归纳为防洪、航运、灌溉3项,而以航运为主。《华阳国志》记成都

二江作用:一是“双过郡下,以行舟船”;二是漂送“梓柏大竹”;三是“溉灌三郡(指蜀、广汉、犍为)”,结果产生了“沃野千里,号为陆海”,“水旱从人,不知饥馑,时无荒年,天下谓之天府”的效果。

汉代灌溉面积,《风俗通》记为“溉田万顷”,当时一顷约合70亩,所记虽为成数,但不会少于50万亩。最早的灌区包括郫县、成都和新都的一部分。文翁扩灌后增加新繁县田1700顷(约12万亩)。后汉又扩至望川原以下,使灌区范围南入犍为郡境,东入广汉郡境。

两晋南北朝时工程效益,文献无征,但二江航运效能则史不绝书。隋唐有“扬一益二”之说,益州经济繁荣仅次于江南的扬州。唐初渠道附近稻田即“顷值千金”,每亩达10贯钱,大大贵于其它地区。据《唐书》及《元和郡县图志》,当时灌区包括成都府10县、彭州3县、蜀州2县、汉州1县,控制灌溉面积约200万亩,而唐末前、后蜀政权时,四川曾达到“赋役俱省,斗米三钱”的境地。

宋代灌区包括5州府12县;即永康军的导江,成都府的新繁、郫、温江、新都、成都、华阳、怀安军的金堂;彭州的九陇、崇宁、蒙阳;汉州的雒县。据王安石《东京提点刑狱陆君墓志铭》“灌田为顷,万有七千”之文可知,当时中心灌区农田即有17000顷,约合170

万亩,而韩亿疏导九升口后,成都附近亦可灌田“数千顷”,约合数十万亩。元代灌区也包括6州12县,与宋相当。

明代灌区主要为12县,后连同新津则为13县,高韶《铁牛记》称“灌溉川西南十数州邑之田”。但明末时灌区显著缩小,崇祯时陈演《大修都江堰碑》仅言“流输七州县”,几乎减少了一半。清初,灌区逐渐恢复发展,雍正八年巡抚宪德统计,当时官管灌区9县:灌、郫、崇宁、温江、新繁、新都、金堂、成都、华阳,计有田76.05万亩。乾隆年间王来通编《灌江备考》时,已称“灌溉十四州县”。道光时强望泰《纪略》亦称“溉十四州县之田”。故在乾隆时灌区已达到或超过原有规模,控灌面积已在200万亩以上。

辛亥革命以后,现代勘测、设计与建筑材料,进入都江堰工程中,古堰的整治维修,开始采用较先进的手段,注意基础处理,达到古代难以取得的效果。

民国初年,都江堰已有36年未作全面大修,各处堰口堤埂都有一定损坏。在地方士绅要求下,四川巡按使陈廷杰于民国3年(1914年)12月26日向大总统致电,要求拨款大修。委任工业讲习所所长张沅,前往灌县勘测堰况,筹备彻底大修的事务。《委任令》中提到:清代“学术未明,又不知利用水势”,“现在土木科学逐渐昌明,无论任何险工,皆能设法修筑。该堰工程当谋

彻底重修,以为一劳永逸之计。不应因噎废食,不思改良”。在这种指导思想下,省水利署知事王章祐,实业科副科长赵宗香,与张沅等前往渠首及干渠重点地段,勘查了8天,“巡回数百里”并询问各处熟悉堰工各士绅,拟定计划。经一番工作后,提出大修分3年进行,三期工程约需款30万元。同时,又成立都江堰水利工程局,王章祐任局长,聘请张沅、刘均为技师,委任吴季昌为督工长,尹昌治为会计主任。

这次大修计划,经财政部核准,拨款开修。民国3年冬季试办,“因动工已迟,加以技师粗疏,未遑计究,仿医家急则治标之法,仅于下游支河受灾较重之区,为之淘去河心砂石,促使作堤防护”。渠首并未动工。当时又传有缓修之议。为此,灌县人王昌龄曾上条陈,认为“水灾不可长,堰水不可乏,天幸不可常,前功不可弃”,要求及早兴工。于是民国4年继续修治,但实施办理时上游工程多,下游工程少,亦未按全部计划执行,此次大修至民国7年草草结束。当时背景是“民国6年以来,变乱频仍,防区形成,各自为政,省库如洗”,难以达到彻底大修的目的。

大修后至民国11、12年,连受洪水冲刷,渠首又受到很大损害。民国14年官兴文任水利知事,认为“新工鱼嘴为岷沱分水第一关键”,元代吉当普直至清代丁宝楨对于渠首改建的努力,均因“基址不固”,未能取得理想效

果,于是在勘测的基础上,认识到“昔日上游水经,由南而北,今则更变,由北而南”,为此需将渠首位置下移 200 尺(约 67 米),“以杀水势”。官兴文主持大修的工程计划,是将基础深挖 17 尺(5.7 米),“密布地扶,以坚其底,上用条石层级钐之”,总共 33 尺(11 米),分内外两层,鱼嘴修成椭圆微锐的形状。外层低 9 尺(3 米),用以分常年倒冲的洪水;内层高 9 尺(3 米),用以分急骤的大洪水。分水堤共长 110 尺(36.3 米),后宽 70 尺(23.3 米),高出江面 18 尺(6 米)。“后身左侧 18 级,每级缩 2 寸,取微斜式,使泄力减轻,任其畅流无阻;右侧 18 级,每级缩 5 寸,取半斜式,使倒水远射,免于撒底。”鱼嘴前面抽槽,安设竹笼,长 90 尺(30 米)、宽 40 尺(13.3 米),仍作椭圆形。距笼 5 寸(0.16 米)打梅花桩,以免漂木冲击。鱼嘴堤的两侧,又加护笼,后部则“坚作卵石翅埂 250 尺(83.3 米),高与堤同”。索桥跨越鱼嘴堤处,为防擦伤鱼嘴,在上层又加砌石墩,各高 4 尺(1.3 米),作为防护。在鱼嘴中心又修石级甬道,以防万一索桥箴绳折断,便于往来救护。预计经费 1.76 万元。经过官兴文的努力,大修工程历时 4 年得以完成。

民国 19 年(1930)洪水,渠首新修工程受到毁损,条石堤所余无几,一时舆论颇有非难。灌县人何治平曾绘图立说,论证官兴文设计的正确性。当

年,水利知事王楠提出意见书,要求整顿水利行政。

官兴文除修治鱼嘴堤外,还在凤栖窝埋卧铁一根作淘滩标志,又将过去一直采用竹笼卵石结构的太平鱼嘴,改为砌石结构,周围用木桩捷护,外面围以竹笼。又改造三泊洞将军堰,“皆出自新意,坚固异常。”并且在江安河的土桥、林巷子,走马河的杨家湾,正南江的张家湾等处,修堤防护,还先后修复了柏条河的马鞍堰、青竹堰、黄璟堰、万寿桥,以及一些河堤护岸等。

民国 22 年(1933 年)8 月 25 日叠溪地震,岷江上游形成多处堰塞湖。同年 10 月 9 日叠溪海子壅塞坝体突然溃决,溃水到达鱼嘴处,流量高达 10200 立方米/秒,渠首建筑物全部冲毁,仅留下索桥的一个砌石桥墩,人称“神仙墩”。民国 23 年(1934 年),水利知事周郁如主持修复,始用混凝土浇筑鱼嘴堤底座,堤身则用水泥砂浆砌条石结构。由于基础不深,次年 8 月遭到洪水冲刷,露出基底。

民国 24 年(1935 年)川政统一,经省主席刘湘核准,拨款 15 万元大修都江堰,分 3 年进行,由省水利局局长张沅主持其事,次年春季兴工。当时经过勘测设计,将鱼嘴位置向西移动约 8 米,向上游移动约 30 米。总结前代改建鱼嘴堤的经验教训,以“固底防冲,层层设防”为指导思想。基础深挖 3 米,其底纵横平铺断面为 25 厘米见

方的枕木 2 层,枕木之间相距 50 厘米,中间夯填石灰拌粘土,基坑周围埋设关门桩,直径均 20 厘米,长 2.5 米,间距 1 米。在枕木基础上再以水泥浆砌条石 16 层,总高 6.2 米,长 30 米,顶宽 14 米,作为堤身。为防淘刷,鱼嘴堤周围又用“羊圈”、竹笼,砌成与鱼嘴外围形状相同的副鱼嘴,以作保护。其前端超出砌石鱼嘴尖端 35 米,两侧各延伸 12.5 米。副鱼嘴上游的 15 米范围内,又埋设直径 80 厘米、长 4 米的木桩群,埋深 2.5 米,间距 1.5 米。鱼嘴本身为流线型,前端椭圆,曲率半径 9 米,上窄下宽,前小后大。这次兴建的鱼嘴分水堤,一直运行到 1974 年因建外江节制闸而改建时,尚无大的损坏,取得了成功。张沅主持的大修,除改建鱼嘴堤外,还加固了百丈堤、金刚堤、飞沙堰,以及培修护岸等。全部工程耗用劳力共 20 余万工日,资金 13 万元。民国 26 年(1937)洪水,淘空鱼嘴堤左侧基础,于是采用“羊圈”、竹笼等工程填平冲坑,加以防护。民国 28、29 年(1939、1940)洪水中皆有一些冲刷,均及时修复。

民国 32 年(1943 年)7 月 3~9 日连降暴雨,7 月 7 日岷江洪峰流量 4910 立方米/秒,(宝瓶口水位 18.4 划),飞沙堰冲决 176 米,人字堤冲决 40 米。省建设厅厅长兼水利局长何北衡主持抢修渡汛。民国 36 年(1947)6 月 30 日至 7 月 4 日暴雨,7 月 2 日岷

江洪峰流量 2400 立方米/秒,(宝瓶口水位 18.5 划),飞沙堰冲决 170 米。在抢修中,8 月 14 日岷江洪峰流量又达 3790 立方米/秒,(宝瓶口水位 19.5 划),抢修工程顺水竹笼亦被冲去 70 余条。9 月 14 日,又发生第三次洪水,外江黑石河上下游决堤多处。由于几次洪水冲坏飞沙堰等工程,成都市区低洼处亦遭水淹,都江堰流域堰务处处长张沅因而被调离,由周郁如充任。灾后,省参议会、建设厅组成导河委员会,以省内外捐助的川西水灾赠款修复水毁工程。

民国时期,都江堰渠首枢纽以现代材料改建,提高了工程的耐久性。但以下干支渠系面貌仍旧,在逐年洪水冲淤下均付出较大的维修努力。40 年代后期通货膨胀,物价腾贵,水利经费拮据,维修亦难圆满,只能应付一时。

### 三、当代新工

1949 年冬,中国人民解放军进军川西,途中闻知都江堰每年例行的岁修工作尚未开展。同时因几年来疏于修治,工程已有一定损坏,急待抢修。当年 12 月,解放军到达广元县时,开会研究各项工作,其一就是决定在进入灌县后首先抢修都江堰,把已经延误的岁修时间抢回来,并指定王希甫负责此项工作,先从军费中拨给专款银洋 5 万元,以作支付。

1949 年 12 月 23 日灌县解放,29

日在解放军代表主持下,成立都江堰岁修工程临时督修处,黄用诚任处长。12月30日成都解放,原省水利局副局长邵众燊亦向军代表提出抢修意见。王希甫于1950年1月3日率工作组赴灌县会同督修处人员,首先进行测量安工,分为四个工段,每工段设原水利局技正一人,技士一人,技佐及工务员若干人。1950年1月16日正式开工,组织专人在外江设杓槎截流。由于岁修时间较旧例已延迟了两个月,决定调中国人民解放军184师的3个团参加抢修。当时因渠首工程工作面窄,技术要求高,故仍按旧例雇请包工。

1月18日,贺龙司令员曾致函慰问550团全体指战员:“你们毫不计较个人的疲劳,刚长途行军以后,自觉地以高度热情荷担起抢修都江堰工程的光荣任务。”中国人民解放军“所创造的奇迹,中国历史上是没有的”。“遥望你们奋不顾身地抢修,争取按期完成任务!”

正当抢修工作进入紧张阶段,不料2月5日,川西匪特兴起叛乱,企图砍断索桥,阻挠抢修进行。外江西岸为叛匪所据,东岸的解放军部队与之交火,黄家河心一带砌埂民工夹在火力网中间,但仍未间断工作。第三工段施工员王广训,砌匠张青云,因此被评为劳动模范,赴京出席劳模代表会议。

3月底,抢修工程按计划顺利完

成。老水利知事官兴文对这次抢修工作评价说:“活了80多岁,本届岁修这样快的进度,还是第一次看见。”此次工程共有工点45处,开挖河方6.05万立方米(其中解放军部队完成约1.8万立方米)。1950年4月1日召开了1950年春季堰工检讨会议,灌区各县代表全部参加,对工程管理方面的6项提案作出了决议。4月2日上午,按照传统习惯,举行了隆重的开水典礼,在群众大会上,川西行署秘书长杜桴生,川西军区副司令员张祖谅讲了话,对工程抢修在艰苦条件下取得成功,表示热烈的祝贺和慰问。杓槎砍倒放水之际,四野欢声雷动。

接着,临时督修处撤销,由成都市军事管制委员会军代表王希甫接管原都江堰流域堰务管理处,正式成立川西都江堰管理处。徐松涛代理副处长,负责全面工作,隶属川西行署水利局,下设工务科,总务科,进行都江堰工程岁修、灌溉管理及防洪等工作。从此,古老的都江堰工程,进入了新的发展阶段。

都江堰渠首枢纽主要是鱼嘴分水坝,其下依次有内外金刚堤、平水槽、飞沙堰、人字堤与离堆连接,离堆左侧为宝瓶口。中华人民共和国成立以来,十分重视都江堰枢纽工程建设,作了大量改造工作。

1952年以前,每年都要在鱼嘴四周以500~600条竹笼填装卵石,修成

上下长 40 米、左右各宽 5 米的副鱼嘴,以防冲刷。1953 年冬,始以埋设木桩中砌卵石的“羊圈”工程代替笼石,一直沿用至 1960 年。1961 年冬,副鱼嘴改用混凝土基础、浆砌大卵石护面,并向上游延伸 50 米,与主鱼嘴结为一体。从此省下每年岁修中鱼嘴堤坝修复的工程量。

与鱼嘴相接的飞沙堰,1954 年以前均以 2500 条竹笼装石垒成,每年更换。1954 年冬,改用格子木桩内砌卵石结构。1964 年岷江大洪水,飞沙堰被冲毁,当年冬即加以重建,堰身每 20 米设一高 2.5 米的混凝土隔墙,以卵石混凝土作基础,浆砌大卵石护面,护面厚 0.5 米。堰面边坡上游坡为 1:5,下游坡为 1:50。堰身上宽 220 米,下宽 100 米,顺水流方向长 120 米。

飞沙堰下游的人字堤溢流堰,原亦为笼石工程,1956 年冬改造为干砌卵石结构。1964 年改建飞沙堰时,同时将人字堤改建为混凝土砌卵石。其上口宽 60 米,下口宽 12 米,并将堰顶高程由 728.7 米(吴淞系统,下同)降为 728.1 米,使原来宝瓶口水位至 15.8 划时开始溢洪,变为 14 划时即可溢流,有效地减少了内江的汛期洪水量。

鱼嘴上游岷江左岸的引水辅助工程百丈堤,原为糯米汁拌和石灰砌筑卵石而成。1956 年以后,因流送木材

使江中逐渐形成小濠。1961 年冬,于岷江河心筑成 140 米长的浆砌卵石顺坝,将河床分为两个部分:外江一侧为主槽,宽 120 米;内江一侧为漂木小槽,宽 45 米。1962 年以后,因逐年均需维修,于是外加铅丝笼装石护面,以增加耐久性。

二王庙前内江左岸顺水堤,原为笼石结构,1955 年冬改为木桩夹干砌卵石堤岸。1961 年冬,又改为浆砌卵石结构。1964 年冬,将堤身加高加大,复将内金刚堤后退 20 米,用浆砌卵石将内江段作成复式河床,并封闭了逐渐失效的平水槽。

1965 年冬,对内江各干渠总进口宝瓶口的死水位以上部分,采取混凝土护面保护。1970 年冬,对宝瓶口进行加固处理。11 月前调集 7 个县民工 2800 人,先用杓槎对内江截流成功。11 月 9 日至 12 日,以 22 台水泵抽干离堆宝瓶口前深潭中积水,始知水深达 8.7~11 米。于是从河底最低点 715.2 米高程起,用混凝土加固离堆迎水面及宝瓶口两岸,至 733.1 米高程。加固后宝瓶口进口处底宽为 14.3 米,出口处底宽为 20 米,总长 36 米,砌护平均高度为 18.8 米。离堆迎水面宽 45 米,背水面宽 28 米,长 76 米,高约 16~19 米。加固工程于 12 月 18 日完工,共浇注混凝土 8100 立方米。这次修治不但加固了宝瓶口边坡,同时因断面规则,又有减小糙率、增大流量

的效果。宝瓶口水位 19.5 划时的进水量,从 760 立方米/秒增为 800 立方米/秒以上。

1957 年以前,宝瓶口以下原有 3 条干渠:仰天窝鱼嘴将内江一分为二,左支为蒲阳河,右支为走马河。至下游 290 米的丁公鱼嘴处又将蒲阳河一分为二,左支仍名蒲阳河,右支为柏条河。

都江堰各干渠进口以往均属开敞式,有口无闸,依靠天然分水,不能进行人工控制。1952 年 2 月 11 日,由川西行署水利局设计,修建横跨蒲阳河与柏条河的桥闸。两河各 3 孔,孔宽 6 米,净高 4.7 米,闸身总长 43 米,设计过水深度 3.5 米,过水流量 460 立方米/秒。闸室为钢筋混凝土结构,6 扇钢质平板闸门各高 3.6 米,以 2 台电动卷扬机启闭,工程至当年 4 月完成。1963 年 12 月,都江堰管理处又将太平鱼嘴西移,对蒲柏闸进行改建,扩为 7 孔,蒲阳河增为 4 孔,以扩大进水量,同时又将桥面宽由 7 米扩为 13 米。

1953 年 2 月,由省水利厅设计修建走马河闸,共 5 孔,中间 3 孔宽各 5.2 米,左右 2 孔宽各 6 米,设计过水深度 3.2 米,过水流量 260 立方米/秒,亦为钢筋混凝土结构,钢质平板闸门高 3.6 米,以电动卷扬机一台启闭,工程于当年 4 月完工。又在蒲柏闸与走马闸之间,开一底宽 10 米的连通渠

道,以调节水量。

1957 年 11 月,将原在外江左岸张家湾进水的江安河口,改至内江天乙街与走马河并列引水,新开渠道 6 公里,至灌县新城乡安顺桥李子沱与原江安河衔接。同时由都江堰管理处设计,修建江安河闸,共 3 孔,孔宽 5.2 米,设计过水深度 2.3 米,过水流量 100 立方米/秒,亦以钢质平板闸门及电动卷扬机一台启闭,至 1958 年 2 月 26 日完工。从此,内江四大干渠均有闸门,人工控制水量。

鉴于工农业用水增加,而柏条河还有漂木任务。为满足内江四大干渠配水、调水要求,于 1963 年 12 月由都江堰管理处技术室设计,修建了四大干渠上游 200 余米处的仰天窝节制闸。以原仰天窝鱼嘴顶端为中墩,各建闸 3 孔,孔宽 9 米,墩高 8 米、长 2.7 米、厚 1.2 米,闸上有 4.2 米宽的工作台与闸室,安装高 3.5 米的钢质弧形闸门,利用电动行车 2 台启闭。设计水深 5.5 米,过水流量 800 立方米/秒,工程于 1964 年 3 月完成。

1952 年 12 月 18 日,由川西行署水利局设计,修建了石堤堰枢纽闸坝。工程包括府河进水闸、毗河滚水坝、船闸及冲沙闸等。石堤堰位于府河、毗河两条分干渠的分水点,又是柏条河、徐堰河(走马河支流)的汇流处。经石堤堰枢纽调节后,使府河引水及毗河排洪有了可靠保证。工程于 1953 年 4 月

4日完成。至1960年,始将府河进水闸上移河口重建,仍为钢筋混凝土结构,5孔各宽5米。

外江沙沟河、黑石河、羊马河3条干渠的进口,历史上曾多次发生变动。1949年以前,外江正流经小罗堰、黄家河心至马家渡(青城桥)南流而下。沙黑河在小罗堰进水,至下游300米处分左右支,左支为黑石河,经永康桥至鹅项颈;右支为沙沟河,经漏沙堰下行。羊马河则于外江右岸渠首以下11.9公里的梁家船进水。1949年7月17日,岷江洪水冲断金刚堤,使外江直接与平水槽、飞沙堰出口相通。1950年春,利用外江废河道将沙黑河向上延伸,在外江河口以下240米处用木桩夹埂及竹笼装石配合建分水鱼嘴,俗称“小鱼嘴”。其外江一侧则埋木桩干砌卵石护底,以防冲刷。从小鱼嘴斜向外金刚堤,作竹笼黄泥临时拦水埂,洪水时任其冲毁,以利外江排洪。沙沟河与黑石河则在小罗堰以下300米处作分水鱼嘴以分流。1952年冬,将黑石河改在漏沙堰进水,扩大徐堰河(旋河)为黑石河干渠;同时将在梁家船引水的羊马河,改在黑石河布袋口处进水,并扩大穆江河为羊马河干渠。从此,小鱼嘴处即称沙黑羊总河口。

1961年11月,由都江堰管理处设计,修建漏沙堰节制闸,共7孔,孔宽5.2米,净高6.5米,设计水深2.5米,进水流量沙沟河120立方米/秒,

黑石河80立方米/秒,采用钢质闸门及手动葫芦启闭。同年12月建成,当时并将沙黑总河的小鱼嘴位置复原,河口宽度恢复为24米,将木桩竹笼结构改为钢筋混凝土结构,外江一侧则建混凝土隔墙,浆砌卵石护底。

沙沟河至二江桥分为二支,左支为沙沟河,供灌溉,右支为泊江河,供排洪。1965年冬,在二江桥建沙沟河进洪。1965年冬,在二江桥建沙沟河进水闸2孔,泊江河设冲沙闸一孔,并建拦河坝一座,高1米,长36米,以保证沙沟河进水。同时又在布袋口建节制闸,以分黑石河与羊马河之流。1970年渠系改造时,废除沙沟河进水闸,仅留一孔作支渠进水口,以泊江河为沙沟河干渠。同时废羊马河干渠,原羊马河口则作为支渠进水口。

从50年代起,又陆续在内江渠系重点地段建闸。1959年建徐堰河分水闸8孔,其中走马河5孔,徐堰河3孔。因蒲阳河至石坝子分为2支,左支青白江为蒲阳河干渠,右支锦水河为分干渠,分水处原为鱼嘴分水,湃水坝排洪。1962年在湃水坝以下建锦水河进水闸5处,湃水坝尾端建冲沙闸2孔。1964年又建走马河的两河口分水闸6孔,其中清水河(走马河干渠)4孔,沱江河2孔。1971年渠系改造时,将柏木河进口下移1.5公里,与五斗口支渠相对引水。左岸新开柏木河分干渠,建进水闸一孔,右岸建五斗口支

渠进水闸一孔,另在走马河干渠新建5孔拦河闸。

为了保证都江堰内江岁修断流期间,仍能不间断地供应成都地区工业及生活用水,1962年冬,由省农田水利局设计,修建临时工业引水渠,其进口位于外金刚堤尾部。1962年又建成永久性的工业引水渠,全长1733米,设计引水流量50立方米/秒。1964年7月22日岷江洪水冲毁外金刚堤进水闸,次年即重新修复。

在灌区不断发展、城市工业及生活用水不断增长的情况下,枯水季节内江水源渐感不足,仅靠在外江河口临时以杗槎调节水量,工作既繁,效果亦差。1973年3月四川省水利局抽调农田水利管理局、都江堰管理处技术人员组成设计小组进行临时枢纽工程设计,决定先行修建外江河口临时节制闸。5月设计组会同省水利勘测设计院派员去天津海河节制闸参观学习,带回并利用海河节制闸升卧式平板闸设计图纸完成设计。当年11月成立都江堰枢纽工程指挥部,调集省水利工程处第2、5、7工程队、汽车队、并集中27个市县区民工3000人,进行外江闸施工。

1973年11月11日拆除外江闸线上二王庙前索桥时,国家文物局闻讯来电要求停工,以求保护古迹。14日省水利局通过电报请示水电部,经与国家文物局磋商后,认为索桥并非

国家重点文物,可以拆除,按原样迁建。1974年3月3日,在原索桥下游120米迁建索桥新址开挖桥墩时,在河床以下4.5米处发现东汉建宁元年(168)李冰石像一尊,形制及题记均完好无损,成为极为珍贵的都江堰历史文物。

外江节制闸位于鱼嘴以西,施工时曾使鱼嘴位置略向西偏。鱼嘴顺坝坝身采用卵石混凝土结构,宽39.1米,长80米,前低后高,呈流线型,下游置钢筋混凝土护坦。外江节制闸为不带胸墙的开敞式拦河闸,全长104.4米,共分8孔,孔净宽12米。闸底板高程729米,设钢质升卧式闸门、门高4米,总高11.5米,上有启闭台及工作桥等。桥墩厚1.2米,从基础至顶总高16米。岷江百年一遇洪水流量7700立方米/秒时,闸前水位736.4米,泄洪流量4130立方米/秒;千年一遇洪水流量11000立方米/秒时,闸前水位738.15米,泄洪流量5700立方米/秒。外江闸工程于1974年4月26日建成。

外江闸建成后,沙黑河借用其第7、8两孔引水,但与外江排洪时有所干扰。1979年都江堰管理局在修建沙黑河电站时,将沙沟黑石河分水闸改建为3孔,孔宽5.2米,其中沙沟河2孔,设计流量100立方米/秒;黑石河一孔,设计流量50立方米/秒,采用钢质弧形闸门。1981年冬,经都江堰管

理局设计,于1982年5月在外江闸西侧新建沙黑河口进水闸,从外江右侧与外江闸轴线成 $19^{\circ}14'$ 夹角引水,分为2孔,孔宽12米,墩厚1.4米,闸高11.5米,门高4米,闸型与外江闸相同。闸前设拦沙坎2道,闸下设引水渠长700米,与原沙黑河连接。渠底宽20米,比降4‰,浆砌卵石衬砌,设计流量为120立方米/秒,最大分洪流量600立方米/秒。沙黑总干渠全长为2.15公里,除650米为干砌卵石堤埂外,其余各段均为浆砌卵石衬砌。

1977年冬,又由都江堰管理局设计,修建了沙黑河口以下1.1公里处的小罗堰枢纽闸,其中灌溉进水闸3孔,设计流量120立方米/秒。沙黑河水电站进水闸3孔,设计流量72立方米/秒,其闸前设计3米高的拦沙坎,并有拦污栅。两闸皆有混凝土胸墙控制洪水,另有排洪冲沙闸4孔,设计流量600立方米/秒,这一工程于1978年建成。

80年代以来,又整治和改建了一些节制闸。1982年12月,由都江堰管理局东风渠管理处设计,修建走马河聚源闸的配套工程,次年1月完工。1984年6月28日,仍由东风渠管理处设计,改建了走马河两河口闸枢纽,次年1月完工。

#### 四、工程新貌

都江堰平原灌区原有8条干渠,

以下共有376条支渠(俗称民堰)。受历史条件限制,渠系紊乱,工程简陋,一系列分水口都没有控制建筑物,影响计划用水。从本世纪50年代起对支渠逐步进行了调整、合并,并陆续修建进水闸与冲沙闸。至60年代,支渠分水口已减为262个。70年代以来,更将干渠调整为6条,支渠减为174条,分水枢纽位置都修建了节制闸。由于能合理调配水量,因而在岷江同样的来水条件下,不但完全满足平原灌区200余万亩农田春灌需要,还能调出200立方米/秒的流量,满足新灌区用水及工业、城市用水。

1950年冬,由灌县水利会设计,将上官堰石定江拦河坝改为石倒虹管,解决了常有洪水毁坝的问题。1962年冬,复由灌县水利局设计,将倒虹管加以改建,扩大了过水断面,并建成马家渡槽。

1955年冬至1956年春,由都江堰管理局设计,护建郭泗堰,延长了渠道。1956年春,又开挖偏岩子隧洞,延长了导江堰,后因倒虹管强度不够,受内压毁损而未受益。1957年春,经灌县水利会设计,在隧洞以下开挖渠道1公里,使灌区有所扩大。1956年冬,灌县还将石羊乡内普陀堰下段渠系进行试点改造。1962年冬,由灌县农林水利局设计,对蒲草堰渠系建筑物加以改造,实行灌排分家。1968年冬,经省水利学校勘测,灌县农林水利局设

计,将导江堰延伸至蒲阳乡兴隆、南溪。1965年起灌县又进行全县渠系整治,至1968年,渠堰总数由民国时期的167条合并为105条。

1970年6月,在都江堰管理处渠系规划改造试点的基础上,温江地区革命委员会提出《关于改造渠系治理河道的规划报告》,认为平原灌区“渠长且乱,占地多,地下水位高,下湿潮田多,钉螺分布广,串灌串排严重,水能利用少,机耕条件差”,要求彻底改革渠系长、弯、多、浅、乱的落后状况,做到“灌区划分明确,布局合理,支渠短,灌溉效益高,管理方便,彻底消灭钉螺”。8月9日,温江地区改渠治河灭螺会战指挥部成立。9月3日,省革命委员会核心领导小组决定将平原区渠系改造工作列入重点项目,组织灌区各县民工200万人,以群众运动方式进行施工。当时改造渠系的布置原则是:干渠利用原有渠道裁弯取直,使之基本垂直地面等高线,并充分利用底坡陡的特点,修建电站发电。考虑县界、乡界,每4~6公里布置一处支渠分水口,并结合水电开发,置于电站上游。支渠横开,基本沿等高线布置,间距4~6公里,控灌面积约25~35平方公里,将原来狭长的灌区,划分为比较方正的灌区。同时,以支渠作为渠系改造的主要环节。斗渠则垂直等高线布置,控灌一侧(间距300~500米)或两侧(斗渠间设排水沟)。在斗渠上每

400~600米布置一处农渠分水口。农渠则沿等高线布设,其下毛渠又垂直于等高线。在施工阶段中,都江堰、人民渠、东风渠、西河四大堰管理处,均抽调工程技术人员进行协助。

灌县从1970年4月起,以农林水利局为主,组成渠系改造规划队,进行勘测规划。同年7月,提出了渠系改造方案,确定以两个冬春基本完成四级渠系改造工作。9月秋收后,即采取群众性突击办法,由规划队放线,各公社则包干施工,开挖渠道,渠系建筑物另由专业队进行施工。当年投入的施工力量,有21个公社的5万余民工和2100人的专业队,年内完成了第一期工程。共开挖土石方312万立方米,修支渠20条、92.3公里,斗渠136条、350公里,控灌农田25.42万亩。共建成水闸183处,跌水467处,渡槽909处,涵洞71处,各种桥梁185处。新建动力站154处,其中水电站为66处。将全县105条支渠,再次改造为44条。1972年秋,又进行了一些扫尾加固整治工作。

郫县渠系改造工作,以走马河、沱江河、清水河为主干,向南布置向阳、友爱、红旗、团结诸支渠,向北布置新胜、永兴诸支渠。同时又布置柏条河支渠先锋渠,府河支渠友谊渠、茅草堰等。共有大支渠15条,渠长72公里,又改直小支渠50条,斗渠109条。完成节制闸、泄洪闸120余处,桥梁、渡

槽 300 余处,跌水 20 余处,暗交工程 20 余处。此项工作延至 1974 年才全部完成。

彭县渠系改造中,在蒲阳河渠系新开沿山渠以代替原獐子堰(长 11 公里),改造同心堰以代替原老古堰、五中堰、三尺堰,并新开流水堰。柏条河渠系则废去穆家、鲜家、戴家三堰,改造灵寿堰。改造后计有大支渠 13 条,渠长 52 公里,共建渡槽、倒虹管各 2 处,跌水 15 处,桥梁 65 处,新建动力站 115 处。改造后斗渠 87 条,总长 107.9 公里。全部工作至 1972 年结束。

双流县渠系改造,自 1970 年至 1972 年分三期进行。第一期新开支渠为大朗堰及其一支、二支、草头堰、埠海堰、义和堰、喇叭堰、鲢鱼洞、三更堰、金花堰、蚂蝗堰、大湖堰、洗瓦堰、栏杆堰、龙爪堰、苏坡渠等 16 条,总长 86.6 公里;新开斗渠 77 条,总长 258 公里;建水闸 461 处,跌水 109 处,渡槽 127 处,涵洞 45 处,倒虹管 2 处,桥梁 686 处。第二期工程以配套为主,建成斗渠 50 条,总长 133.4 公里,建水闸 49 处,跌水 22 处,渡槽 76 处,涵洞 53 处,桥梁 128 处。第三期则以整治加固为主,新建一批泄洪闸。

新都县渠系改造分两期进行。1970 年新开支渠 9 条,斗渠 83 条。1971 年完成锦水河分干渠 15.8 公里,以及北二至四支渠、南一支渠等,

又建成斗渠 21 处。此项工程延至 1979 年才最后结束,共废弃旧支渠 17 条(长 87.4 公里),新开分干渠 1 条,支渠 16 条(92.2 公里),斗渠 72 条(344 公里)。

崇庆县渠系改造工作主要在 1970 年进行,整治完善了黑石河一至十支渠,总长 48 公里;并改造斗渠 51 条,总长 250.3 公里,完成渠系建筑物 221 处。

温江县渠系改造分为二期。1970 年改造杨柳河(战备渠)进水口及南岳、游家磨、柳林支渠、黑羊河三、五支渠,清水河红旗、团结支渠、江安河丰收、天师、上天生堰等支堰。1971 年则改造江安河龙泉、李村、文家、上天生堰、郭家等支渠。改造后共有支渠 25 条,总长 113.9 公里;斗渠 133 条,总长 389.9 公里;建成渠系建筑物 720 处。

新津县渠系改造,主要是新建扩建羊马河十一、十二支渠,其下布置斗渠 10 条,并重新布置杨柳河赵筏子支渠的 5 条斗渠。金马河水系则新建石马堰暗渠接纳地下水,以补水源之不足。

经过 1970、1971 年两个冬春的努力,仅温江地区即新开支、斗渠 2884 条,农、毛渠 15720 条,总长 25668 公里,其中衬砌渠道 626 公里。新建水闸、渡槽、涵洞、桥梁等渠系建筑物 27259 处。计投工 6930 万工日,完成

土石方 6620 万立方米。基本解决了原有支渠长、多、弯、宽、浅、乱的问题、作到“沟端路直树成行”，缩短了输水时间，减少了输水损失，降低了地下水位，增大了耕地面积，提高了综合效益。

通过渠系改造，初步将干渠灌区加以合理划分。平原灌区以外江金马河为界，分为左岸内江灌区及右岸沙黑河灌区两部。内江灌区又分为蒲阳、柏条、走马、江安 4 个灌区。沙黑河灌区又分为沙沟、黑石两个灌区。

蒲阳河灌区以蒲阳河、青白江为干渠、灌溉农田 65.2 万亩，并为人民渠灌区和青白江地区工业供水。其中锦水河利用杨柳堰裁弯取直作为分干渠，灌溉农田 15.1 万亩；锦水河、长流河、青白江、马棚堰作为青白江地区工业用水轮换输水渠道；青白江下游的兴隆、青茅等堰、仍保留旧渠接纳回归水、地下水；锦水河旧渠则废除。

柏条河灌区以柏条河为干渠，主要为东风渠灌区和成都地区工业与城市生活供水，并负担流送木材任务，故尽量少开支渠分水口。其右岸则划入柏木河分干渠灌区，左岸除一支渠、灵寿堰、鲜家堰外，均划归蒲阳河灌区。柏条河灌溉面积 33.7 万亩，其中府河左岸农田 12.13 万亩，毗河两岸农田 10.26 万亩。

走马河灌区以走马河、清水河为干渠，灌溉面积 64.45 万亩。其中柏木

河下移 1.5 公里至五斗口引水，新开分干渠灌溉农田 5.7 万亩。沱江河分干渠灌溉农田 11.47 万亩。柏条河岁修期间，走马河，沱江河是成都工业供水的轮换输水渠道。徐堰河则为区间排洪河道，并为东风渠灌区供水。

江安河灌区以江安河为干渠，灌溉面积 63.92 万亩。其中杨柳河分干渠原在外江左岸温江县玉石堤尾部引水，1957 年 11 月改在江安河右岸骆家滩引水，新开渠道长 2.5 公里，1970 年复改至江安河青龙嘴引水。灌溉农田 17.68 万亩。牧马山分干渠在江安河金花桥引水，灌溉高台地农田 14.1 万亩。

沙沟河灌区以沙沟河、泊江河为干渠（二江桥以下原沙沟河废除），右侧以上官堰、郭泗堰为界，左侧以黑石河及其右二支渠为界，灌溉面积 17.58 万亩，并为三合堰、通济堰供水。

黑石河灌区以黑石河（崇庆县三江乡以下为羊马河）为干渠，灌溉金马河右岸与西河左岸之间农田 41.24 万亩。羊马河上中段及龙安河、石鱼河、青羊河等废除。

在外江金马河引水的大朗堰、石马堰等，灌溉农田 6.4 万亩，主要引用回归水与地下水。

渠系改造工作虽已取得明显效果，但仍未尽完善。主要是支渠排洪标准偏低，大部分区间洪水排入干渠，致

使有些干渠负担过重;而且灌区中越级渠道较多,部分田块有串灌串排现象。1972年7月8~9日,郫、彭、温江、崇庆、双流、新津等县普降暴雨170~200毫米,因渠系改造封闭了原来垂直等高线的灌排兼用旧支渠,而横开的新支渠跨越旧支渠处的交叉工程又有堵水现象,致使新支渠被冲溃多处,上下发生连锁反应,造成内涝。此次暴雨共使支渠溃决364处,工程损毁592处,农田内涝成灾60万亩。此后汲取教训,重新整治,方获改善。

现在的都江堰渠首枢纽,以分水鱼嘴为主体,将岷江分为左侧的内江与右侧的外江灌区。

在今鱼嘴以下1020米为宝瓶口,是内江四大干渠的总进水口。1974年和1982年相继建成的外江闸和沙黑河节制闸,是古老枢纽工程中的现代建筑物。

都江堰现有渠系,主要有内江、外江两大系统。

内江系统始于鱼嘴分水堤左侧,进入宝瓶口后,在仰天窝闸前左分兴文堰(渠长14.8公里),复分毛农堰(入于蒲阳河)。仰天窝闸将内江分为左右二支,左支通过蒲阳、柏条闸分为蒲阳河、柏条河;右支通过走马、江安闸分为走马河、江安河。

蒲阳河干渠长24.94公里,现在实际过水能力为190立方米/秒(青白江为800立方米)。干渠在2.05公里

处右分太白堰(渠长7.6公里,复入蒲阳河);在8.5公里处左分马坡堰(渠长9.6公里,复入蒲阳河);在彭县庆兴乡左出人民渠;以下称青白江,干渠长80.85公里。于2.65公里处左分半边堰;6.79公里处右分驷水河(渠长14.7公里);在君平水电站以下右分锦水河(尾入毗河);然后自右纳入北一支渠尾水,在21.32公里处右分杨柳堰后,自右纳入锦水河北二、三支尾水;在26.22公里处左分同心堰(渠长8.5公里);在34.58公里处左分流水堰(渠长21.1公里),37.1公里处右分北四支渠(渠长6.6公里),42.61公里处左分粟米堰(渠长13.3公里);又于46.76公里处右分工业渠,包括下马棚堰、碧山渠、上马棚堰;在50.72公里处右分团结堰(渠长7.8公里),60.46公里处右分兴隆堰,在60.14、66.17公里处又左分青白堰、青茅堰。最后于金堂县赵镇与毗河汇合。

柏条河干渠长44.76公里,现有过水能力为每秒120立方米(毗河为380立方米)。干渠在0.35公里处右分右干渠(渠长7.8公里),在0.4公里处左分左干渠(渠长7.8公里,尾入柏条河);在4.43公里处左分马鞍堰(渠长4.2公里);复于9.68公里处左分灵寿堰(渠长7.7公里,尾入柏条河);于16.18公里处右分先锋渠(渠长18.8公里,尾入柏木河);其下又左

分洞洞堰,右分汀沙堰等。下至石堤堰闸处与徐堰河相汇。闸以下称为毗河,干渠长 65.55 公里。在 3.74 公里处右分牟珠堰(渠长 10 公里),继又右分龙桥堰(渠长 16 公里);于 25.2 公里处右分龙门堰(渠长 18.5 公里),左分幸福支渠(渠长 5.4 公里)、粉后堰(渠长 3.4 公里);继于金堂县姚渡以上右纳西江河,再右分石龙堰(渠长 17.6 公里),左纳秀水河、长流河、再左分普利堰,至赵镇与青白江汇合。

走马河干渠长 26.69 公里,现有过水能力 237 立方米/秒。在 3.2 公里处右分五斗口渠(渠长 6.9 公里),左分柏木河(渠长 13.1 公里);于聚源闸处左分徐堰河,渠长 36.55 公里,过水能力 65 立方米/秒,尾至石堤堰闸处与柏条河汇;其下为府河。徐堰河 9.9 公里处右分品乐堰(渠长 3 公里),11.8 公里处左分堆草堰;19.3 公里处右分白洋林渠;20.9 公里处分出牛王堰(渠长 7.3 公里);32.79 公里处右分联合渠。走马河 11.8 公里处右分红塔堰(渠长 3.9 公里);12.9 公里处左分丰收堰;16.8 公里处左分新胜堰,又于 16.9 公里处右分向阳渠(渠长 6.5 公里,尾入江安河);18.9 公里处左分乌龙堰;25.2 公里左分永兴堰;25.7 公里处右分友爱渠(渠长 4.7 公里);至郫县两河口左分沱江河(渠长 26.63 公里,现有过水能力 20 立方米/秒;在 0.8 公里处右分和尚堰,7.5

公里处右分晨光堰;10.6 公里处左分马光堰;15.3 公里处左右分出红光左右支渠;尾入府河)。走马河以下称清水河,里程 26.9 公里处左分皮家堰;33.6 公里处右分红旗渠(渠长 5.8 公里,尾入江安河);于 38.8 公里处左分合作沟,右分团结渠(渠长 9.5 公里);于 46.86 公里处左分金牛渠(渠长 6.5 公里),47.1 公里处右分苏坡渠(渠长 6.5 公里)、梁家堰(渠长 4.5 公里);于 52 公里处左分双江堰(渠长 4 公里);于 57.2 公里处右分栏杆堰(渠长 21.5 公里,尾入江安河);于 64.1 公里处右分龙爪堰(渠长 18 公里,尾入府河);清水河渠长 37.4 公里,至华阳镇鹤林汇入府河。

府河起自石堤堰闸,河长 100.2 公里,过水能力 68 立方米/秒。府河于 1.9 公里处左分半边堰、九道堰;3.5 公里处左分友谊堰;7.1 公里处左分干堰子;13.4 公里处左分茅草堰;于郫县安靖左出东风渠;然后府河又依次左分杨泗堰、沙河(沙河右分砖头堰,左分洗瓦堰);于双流县中兴场二江桥右纳江安河,至彭山县江口汇入岷江。

江安河干渠长 95.76 公里,现有过水能力为 68 立方米/秒。干渠于 9.5 公里处右分江安堰;13.7 公里处左分双枳槽渠;14.2 公里处右分丰收堰;20.9 公里处右分一支渠;21.2 公里处右分龙泉堰;27 及 32.5 公里处

右分二、三支渠;32.6公里处左分上天生堰;37.2公里处右分四支渠;于温江县青龙嘴右分杨柳河(渠长45.4公里,过水能力20立方米/秒。以下左分战备一支渠,右分战备二支渠,又左分唐家堰,右分张其堰,再左分三支渠,右分白头堰、伍所堰、然后汇入岷江)。江安河于48.2公里处右分下天生堰(渠长5.2公里);55公里处右分喇叭堰(渠长6.4公里,尾入杨柳河);58.6公里处右分鲢鱼洞支渠(渠长5.6公里);60.9公里处左分三吏堰(渠长23.2公里);71.4公里处左分金花堰(渠长7.5公里);在70.5公里处双流县金花右分牧马山渠(渠长63公里,左分桑家堰、四、五支渠;右分二支渠,尾入岷江)。江安河83.9公里处又右分大湖堰(渠长27.5公里),最后汇入府河。

外江系统以沙黑总河为干渠,以

下分为沙沟、黑石二河。左为黑石河,干渠长76.46公里,现有过水能力为45立方米/秒。干渠于3.3公里处右分团结堰;4公里处左分止水堰;9.6公里处左分临江堰;15公里处左分拥军堰;19.3公里处左分爱民堰;25.6公里处右分二支渠;26.8公里处左分一支渠;32.8公里处左、右分三、四支渠;40.1公里处左、右分五、六支渠;50.4公里处左、右分七、八支渠;57.5公里处左、右分九、十支渠;63.5公里处左、右分十一、十二支渠;69公里处左分花红堰;右分岷江堰;最后于新津县汇入西河。沙沟河干渠长31.72公里,现有过水能力为75立方米/秒。干渠于3.4公里处右分环山渠;13公里处左分前进渠(又分红旗堰);20公里处右分青龙堰;21公里处又左分友谊渠;于崇庆县元通镇汇入西河。

1984年都江堰渠系闸站统计

表 2—2—1

闸 名	型 式	闸底高程 (米)	设计流量 (立方米/秒)	闸门型式	闸门尺寸(米)	闸孔数	启闭机型	启闭机 台数
					高×宽			
外江闸	开敞式	729.00	3980	平板钢闸	4×12	8	电动卷扬	8
仰天窝闸	开敞式	721.88	800	弧形钢闸	3.5×9	6	电动卷扬	6
蒲阳河闸	开敞式	720.74	245	平板钢闸	3×6.4	4	电动卷扬	4
柏条河闸	开敞式	720.74	120	平板钢闸	3×6.4	3	电动卷扬	4
走马河闸	开敞式	720.50	280	平板钢闸	中 3×5.4	5	电动卷扬	5
					边 3×6.4			

闸 名	型 式	闸底高程 (米)	设计流量 (立方米/秒)	闸门型式	闸门尺寸(米)	闸孔数	启闭机型	启闭机 台数
					高×宽			
江安河闸	胸墙式	720.61	100	平板钢闸	3×5.6	3	电动卷扬	3
沙黑总闸	开敞式	729.00	995	平板钢闸	1×12	2	电动卷扬	2
小罗堰灌溉闸	胸墙式	724.00	100	平板钢闸	2.66×5	3	电动卷扬	3
小罗堰排洪闸	开敞式	724.00	600	平板钢闸	上 3×5 下 3.2×5	4	电动卷扬	4
小罗堰电站闸	胸墙式	726.00	70	平板钢闸	3.55×5	3	电动卷扬	3
漏沙堰闸	开敞式	714.60	100	平板钢闸	3.2×5.2	3	电动卷扬	3
徐堰河闸	开敞式	671.50	80	平板钢闸	2.5×5.6	3	QE2×5	3
聚源走马闸	开敞式	671.50	220	平板钢闸	2.5×5.6	5	QE2×5	3
两河口沱江河闸	开敞式	593.30	20	平板钢闸	2×6.3	2	QE2×5	2
清水河闸	开敞式	593.30	120	平板钢闸	2×6.3	4	QE2×5	5
石堤堰毗河闸	开敞式	535.50	883	平板钢闸	3×12	5	固定卷扬	
府河闸	胸墙式	535.15	65	平板钢闸	2.6×5.4	5	电动卷扬	5
牧马山渠进水闸	胸墙式	492.59	18	平板钢闸	2.1×6.8	1	QPQ2×5	1
人民渠进水闸	开敞式	621.52	135	弧形钢闸	2×5.2	5	电动卷扬	5
人民渠节制闸	开敞式	621.32	1300	弧形钢闸	3.5×10	7	电动卷扬	7
东风渠进水闸	胸墙式	514.50	80	平板钢闸	1.8×5.4 2.3×5.4	6	QPQ2×5	6
新南干渠进水闸	开敞式	501.92	50	弧形钢闸	2.7×4.5	3	QPQ2×5	3

## 第二节 传统工程

### 一、通济堰

通济堰之名,始见于《新唐书·地理志》。所记为唐玄宗开元二十八年

(公元740年)益州长史章仇兼琼所开。同书又记新津县西南二里有远济堰,“分四筒穿渠,溉眉州通义(今眉

山)、彭山田。”后世方志皆认为此远济堰亦即通济堰。灌溉面积折合今亩接近 14 万亩。此外,章仇兼琼还在眉州蟆颐山下岷江左岸开引水渠,灌溉眉山、青神一带,灌溉面积“逾万亩”,名为蟆颐堰。稍后,在大和年间(公元 830 年左右)“荣夷人张武百余家请田于青神,凿山酳渠”,在岷江右岸引水灌溉青神县农田二百余顷(约合今 1.4 万亩),后世称为鸿化堰。唐代在岷江中游所进行的这些引水开发,促进了眉州一带的农业经济发展,使这一地区成为都江堰灌区以下的又一富庶之区。

事实上,这一地区的水利开发,时代应当更早。晋常璩《华阳国志》在犍为郡治武阳县(今彭山)记有“藉江为大堰灌郡下,六门”。北魏酈道元《水经·江水注》亦言:“此县藉江为堰,开六水门,用灌郡下。”《元和郡县图志》于彭山县记为馨堰:“在县西南二十五里,拥江水为大堰,开六水门,用灌郡下。”这一设有 6 道水门的大堰,后世文献引宋人记载,认为即“眉州通济堰,自建安年间(公元 196~219 年)创始,溉蜀州之新津、眉州之眉、彭山田三十四万余亩”。但公孙述称帝是在汉光武元年(公元 25 年),既然此时已有六水门,则当在西汉时已有此堰。六水门故址,在今新津县邓公场。

唐代通济堰重建后,至唐末已经淤废。约在公元 900 年左右,前蜀眉州

刺史张琳曾主持修复。“自新津之修觉山,浚通济堰故址,至眉州西南合于松江(即岷江汉道),溉田万五千顷。”通济堰的修复一事,深得人心,群众中有歌谣赞美张琳:“前有章仇后张公,疏决水利秔稻丰,南阳杜诗不可同,何不用之代天工?”这次修复,对此后农业发展关系至切,宋代“蜀饷为粟百五十万石,仰西州者居多。岁恃以稔,惟都江、通济二堰”。

至北宋末年,通济堰“久废弗修,田莱以荒”。绍兴四年(公元 1134 年),四川安抚制置使李繆“率都刺史合力修复”,“下灌眉田百万顷”。“眉人感之,绘像祠于堰所”,但不久又废,陇亩弥望,尽为荒野”。眉州知州句龙庭于绍兴十五年(1145 年),“贷诸司钱六万”加以修复,“更从江中创造,横截大江二百八十余丈”(约合今 860 米),下设筒堰 119 处。在嘉定五年(公元 1212 年),眉州知州魏了翁对通济堰进行维修,同时与张麟之、杨子谟“节缩财用”,修复了蟆颐堰,“畚武阳之石以为堤,下邛笮之竹以为犍,使植根既固,虽有涨潦,不能侵噬”。其后,元天历元年(公元 1328 年),彭山知县雍熙重修通济堰。明永乐初年(公元 1405 年左右)眉州知州胡彦祥修复蟆颐堰。宣德七年(公元 1432 年),修眉州新津通济堰。“堰水出彭山,分十六渠,溉田二万五千余亩”。正统七年(公元 1442 年)冬,又修彭山通济堰。这次大修,

“命州县正官率军民修之,仍戒其毋过费以困人”。崇祯年间,巡上南道官员曾派人再次修缮。

明末清初,通济堰又复荒废。雍正十一年(1733年),在总督黄廷桂主持下重新修复,“仿都江堰例,以竹筊垒石为堤”,堰长80丈(约合250米)。引水渠自修觉寺余波桥至彭山回龙寺智远渠止,共灌田3.65万亩,仅恢复原灌区1/10。此后导水堤皆用竹笼工程。乾隆十八年(1753),眉州知州张兑,彭山知县张凤翥,开始扩建通济堰,“于上端增筑二十八丈,又引长旧堤而增广之,共长一百五十六丈(约500米),便引小海子水绕入旧堰”,又疏浚“智远渠下石沟八十余里,凿翻水口,分支入眉”,修复彭山古渠28条,眉山古渠14条,使总灌溉面积达到13.1万亩。此次工程于乾隆二十年(1755年)建成。

为了增加水源,提高灌溉保证率,嘉庆七年(1802),眉州知州赵来震、新津知县丁葵籀、彭山知县倪鼎铨,买沙地158亩,于通济堰渠道上游白溪嘴开河154.5丈,引羊马河水源入西河,并封堵西河与岷江相通的汉道。工程名为白溪堰。干渠至余波桥进口长11里,其中堤防与挡水坝段长约820米。光绪三年(1877年),眉州通判程元昌曾丈量通济堰渠长,并新建石堤18丈3尺。光绪二十四年(1898)眉州知州尹寿衡复修。

通济堰所用竹笼,当地称为竹筊,道光时宋灏所定《通济堰埂规》规定:水下部分“横筊不拘层数,以出水为度,出水之后,最下一层须排四直筊,每筊高一尺,次排三筊,次排二筊,次排一筊,然后上用横筊盖搭。若预防水势,尚须加高,则最下一层须排五筊、六筊、以次加高。务期工归结实。其南河、西河顶冲处所及,堰头裹镶处亦如之。”

清代通济堰进口在南河右岸余波桥处,宽约1丈8尺,深亦1丈8尺,此处曾刻石为水则,共有六划,每划高一尺。乾隆以来,堰顶平四划为度。同治十二年(1873)修改堰规,改为以“五划六字”为度,并在进口渠底砂岩上刻石鱼(称海底石),以作淘淤标志。每年岁修淘挖范围是自余波桥至三道车,长约3里,下段挖深以瑞麟寺沟底过江石为准。通济堰干渠长约110里,按所经地段称为新津筒、彭山筒、眉山筒。在山溪汇入处或大的支渠分水处,设有溢洪用的湃缺。干渠上共有重要湃缺4处,将渠段分为4段:第一段自进口至柏木湃,长约11里,分有支渠4筒;第二段自柏木湃(又称小礼湃,宽5.5丈)至智远堤,长约15里,分有支渠12筒;第三段起自智远堤(又称大礼湃,宽5.3丈),以下干渠分为2支,右支南行23里,尾水注入毛河,分出支渠40筒,其中有白鹤湃,左支称眉州筒,自西向东,再折向南,下行27

里纳毛河水,以下约3里至江余堤;第四段起自江余堤,有侧向溢流堰口长18丈3尺(约60米),宽2丈(约7米),砌石形成梯级3级。此段分出支渠14筒;干渠尾水汇入松江(即岷江汉道)。

支渠级的筒堰一般为东南向,尾水多归入东侧相邻渠道,构成灌排兼用的网状渠系。筒口多为石制涵洞,或用铁管。较大支渠分水口则为砌石开敞式进口,设石制“平梁”以分水。

在余波桥以上,尚有4段拦河堰埂。第一段为白溪堰,长约210米,主要拦截西河(建于1752年);第二段为新开堰,长约140米。第三段为火烧堰,长约180米;第四段为南河堰,长960米,拦截南河(建于1733年)。4段堰埂总长1470米,延伸的渠长约3公里。

民国初年,河渠淤高,堰堤年遭冲溃。民国4年(1915),彭山堰首徐元烈曾向省署递交条陈,要求大修。当时由西川道勘定,批准拨款3万元,因护法战争发生,仅拨500元作淘治费用。两年后,西川道在都江堰大修余款中拨1000元助修。再过两年,西川道聂正端会同技正张沅等,勘定渠首工程,解决纠纷,将堰堤高包包凸出之处退扎1.5丈,长30余丈,将新津县横扎支水丁坝改为顺扎鱼嘴。

建国前夕,通济堰进口窄,引水量不丰裕,而且干渠前段又因田高水低,

多设筒车以提水灌溉。因筒车需要水力,故渠道比降采用较大,致干渠后段不但高程更低,且水量更少,天旱往往无水可供。进口及渠系工程简陋,虽年年坚持岁修,但因包工常有偷工减料,敷衍塞责情事,渠道淤塌较严重。这一古老工程,未能充分发挥保灌作用。

建国后,1951年冬,在新津县许筏子修建闸坝拦截金马河水,开渠1.3公里引至西河白溪堰以上,进口处建浆砌条石闸2孔,孔宽1.5米,以木质迭梁闸启闭,引水流量每秒6立方米,使引水量较前代有所增加。1953年8月26日岷江发生洪水,许筏子闸前基础沉陷,经抢救后恢复。此后在1961年6月28日至7月8日岷江洪水中,许筏子闸墙初有小孔渗水,随后水闸即被冲毁,河堤亦溃决300余米,从此通济堰即未引用金马河水源。

1954年冬通济堰岁修断流时,省水利厅勘测科巩坚璧等沿渠查勘,发现引用南河水源的竹笼堵水坝过高,洪期将导致泛滥,而且干渠前段安设筒车过多,阻水过大。于是提出降低南河竹笼坝、深挖渠道、集中提灌、取消筒车的建议。随后,省水利厅派出测量队牟学政等重新定线,扩建干渠,初步确定引水流量按40立方米/秒设计,干渠分为两段:前段自新津县南河进水口起,经彭山县,至眉山醴泉渠止,原则上按旧有渠线适当裁直,调整比降,加宽断面;后段自醴泉至思蒙河,

则为新选渠线,绕台地边缘行进。两段均长 30 公里左右,当时已按定线结果进行设计。

1955 年夏,省水利厅勘测科巩坚璧等会同地方人士进行渠线复查,发现后段渠线线路纡曲,同时沿山坡开挖渠道不够稳定,且高程偏低,于是重新选线,自白马铺穿眉洪公路附近垭口,穿铁炉沟而至思蒙河,基本上穿台地中部,渠线相对稳定,且长度亦可缩短。当年 10 月,省水利厅派测量队周光烈等按修改方案再次定线,随后由工程师汤学云等按定测结果进行设计。金马河许筏子闸坝进口则开一连通道引水补充水源,南河进口在原闸底基础上修建竹笼低坝,并将进口底板高程降低 1.8 米。前段取消筒车,高地用水另建喻槽、伍沟二水库加以解决。扩建干渠前段 33 公里,新开干渠 31.5 公里。改线后的设计,工程量有所节省,控灌范围有所扩大,当年冬季开始进行第一期工程施工。渠道工程共进行五期延伸与扩建,至 60 年代,灌溉面积由 40 年代末的 16 万亩,扩大为 43.92 万亩。1985 年查定有效灌溉面积为 52 万亩,其中提灌面积 11.8 万亩。

由于进口处竹笼结构易于冲毁,1959 年将拦河坝改建为埋桩干砌卵石坝。1973 年又作浆砌卵石与混凝土护面,其坝底高程 453.65 米,坝高 2.65 米,长 365 米,进水闸设为 5 孔,

孔宽 2.5 米,高 10 米,置钢质平板闸门上接胸墙。闸门宽 2.3 米,高 3.08 米。底高程 451 米,设计流量 40 立方米/秒。1977 年又进行渠系改造,现有总干渠长 13.51 公里,实际过水能力 48 立方米/秒。另有干渠 2 条:西干渠长 40.63 公里,实际过水能力 27 立方米/秒;东干渠长 34.03 公里,过水能力 10 立方米/秒。灌区在千亩以上的支渠有 65 条,总长 368.9 公里。总干渠、干渠上有分水闸 60 处,分水口 73 处,泄洪闸 16 处,节制闸 23 处,跌水 5 处,渡槽 6 处、长 147.5 米,横穿干渠涵洞 17 处,公路桥 47 处,人行桥 105 处。干支渠总长达 517 公里。干渠通航里程为 45 公里,已衬砌 24 公里。

1966 年曾将工程改名为解放渠,80 年代重新恢复通济堰原名。

据四川省水利工程“三查三定”结果,通济堰总干渠下有支渠 9 条,长 40.5 公里,另有斗渠 24 条,农渠 214 条,有效灌溉面积 5.44 万亩。西干渠长 40.6 公里,下有支渠 35 条,长 237.29 公里,另有斗渠 200 条,农渠 926 条,有效灌溉面积 34.64 万亩。东干渠下有支渠 21 条,长 91.06 公里,另有斗渠 80 条,农渠 404 条,有效灌溉面积 11.91 万亩。通济堰设计引水流量为 46 立方米/秒,设计引水年总量 8.71 亿立方米。

## 二、湔江堰

湔江堰是古代引用沱江上源湔江水源形成的水道网的总称。湔江出山区进入平原后,即呈扇形散流,历代利用自然条件分散引水,形成众多水道,与天然河道交叉相错。清嘉庆《彭县志》始记有湔江堰之名;民国时期沿用。湔江堰不是独立的一条主干及许多分支,而是以湔江为核心,左右分水,在各个历史时期又有分有合,直至现代才基本定型。

《华阳国志》载西汉(景帝武帝间)蜀守文翁曾“穿湔江口,溉灌繁田千七百顷”。汉繁县基本包括今彭县境,因此一般认为这是湔江建堰引水之始。《新唐书·地理志》载,武后时(公元7世纪)长史刘易从决唐昌沱江,凿川派流,合壩口琅岐水,溉九陇、唐昌田。壩口即今湔江出山口处,琅岐水即湔江上源支流白鹿河,其下即湔江。唐代唐昌即今郫县唐昌镇,九陇在今彭县境。一般认为刘易从所决沱江,大致即今清白江,当时并与湔江分支渠系交叉结合。

最早的湔江堰干渠,主要有两支。北宋嘉祐五年(公元1060年)《彭州镇国寺新修塔记》“江析二派”可证。其中的一支东流入什邡县境慈母山;一支东南流入汉州(今广汉)界;分水处清代称为东西两河口。据嘉庆《彭县志》所记:东河口宽十四丈(约合46.7米),“经里余分为四河”,西河口宽七

丈(约合23.3米),“经半里分为三河”。这左右两支即鸭子河和蒙水河。清道光十一年(1831年),彭县知县毛辉凤为解决东西两河灌区水利纠纷,在旧堰分水口以下30丈处(约100米),修建鱼嘴及分水平梁,改两河分流的格局为五河并列引水。其分支水口自东向西为:鸭子河口宽五丈四尺(合18米);马牧河口宽四丈八尺(合16米);蒙阳河口宽三丈八尺(合12.7米);新润河口宽三丈五尺(合11.7米);新开河口宽三丈五尺(合11.7米)。同治年间,鸭子河口以下又分出小石河,新开河口以下又分出清白江,湔江堰五河分为七河。至光绪四年,在马牧河右岸又分出小蒙阳河,蒙阳河右岸又分出白土河,七河又演变为九河,九河分水口都采用鱼嘴及平梁形式,以宽度尺寸控制分水量。清代彭县西三河(新润、新开、清白)共灌田3.07万亩;蒙阳、白土河灌田5.76万亩;鸭子、小石、马牧、小蒙阳四河共灌田9.47万亩。湔江堰彭县灌区共灌田18.3万亩。

民国25年湔江发生洪水,当年秋,彭县县长罗远猷成立了治湔委员会,呈请四川省水利局派技正雷彬、施建臣、刘锦堂等到彭县勘测设计,对原鸡公石旧平梁进行改建,重新布置溢流坝、泄洪槽、引水渠等枢纽建筑,在陡石梯处建拦沙坝,以控制泥沙。民国26年(1937)2月由县府技士陈泌负责

施工,历时3个月,按设计完成。由于此次工程采用传统的木石简易结构,经不起洪水考验,当年秋季洪水中,除拦沙坝外,所有工程均遭冲毁。当年冬,罗远猷又改组治湔委员会为彭县湔堰工程协会,再次呈请省水利局派员设计改建。水利局技术主任曹瑞芝率技正施建臣、燕翊治等到彭县查勘,认为旧堰枢纽处过水断面太窄,于是将总进水口下移至距鸡心石280米处,仍按前次设计图重新施工,仍由陈泌负责。此后在洪水中即冲毁较少。

民国27年(1938),罗远猷要求水利局商请导淮委员会派员勘测流域地形。次年7月,测量队长陈扬率队到达彭县,对湔江流域进行详测,至民国29年(1940)5月按计划完成,准备作为湔江堰技术改造的设计依据。但因次年川康农田水利贷款委员会结束,建设资金无法用贷款解决,只有依靠省水利局拨款。民国34年(1945)县长冯均逸、刘度先后要求省水利局主办此项工程,经四川省政府派技正周郁如,省水利局派测量队总队长赵勤畦,以及第一区专署科员陈士君前来指导设计,当时通货恶性膨胀,所拟预算虽三次变更,仍不能克服货币贬值影响,以致湔江堰改造工程始终无法实施。民国36年(1947)夏秋山洪涨发7次,原堰首工程基本冲毁,灌区内受灾面积约10余万亩。省水利局又派技正魏振华、詹国华、徐桐云等复勘,拟

定临时防洪工程计划。次年1月,省建设厅长何北衡集合灌区6县县长、参议长商讨湔江堰整理问题,复经省政府作出决议:“准在繁、彭、广三县三十四年度欠谷项下借拨二万市石,用资办理,于三十七年度秋收后照数归还,以资兼顾。”于是重新进行测量设计。民国37年(1948)4月整治工程全面开工,7月28日完成,由周郁如代表省府进行工程验收。在近100天的施工中,彭县建设科及水利会的技术人员全部投入工作,虽河水暴涨3次,小涨10次,屡出险情,但工程仍完好,建成后起到了较好的防洪、引水作用。

民国38年(1949)再经农复会美籍工程师泰德等来彭县查勘3次,对湔江堰进行防洪工程处理。同年6月由省水利局又作出预算,拨中熟米5.93万市石,其余资金在第二期美援项目下解决1/2,省府及地方政府各筹1/4。但在测量阶段中,农复会即宣告中止工作,前期工作遂全面停顿。

民国时期堰首平梁采用干砌或石灰浆砌条石构成,分水鱼嘴采用杉木捆扎。内填卵石;护岸及丁坝等皆为竹笼或木桩等简易工程,耐久性甚差。每年岁修时期需反复维修,但洪水中则屡修屡毁。直到1949年,情况一直未能得到改善。

建国初期,湔江堰仍沿用旧有简易结构,年年维修。1950年将堰首下移60米,以增长侧堰溢洪道的泄水断

面,各分支河口宽度按旧制未变,总过水断面宽 21 丈(合 700 米)。1951 年 7 月 26 日,湔江发生大洪水,洪峰流量约 5000 立方米/秒。工程基本冲毁。当年冬,川西行署水利局派工程师汤学云常驻湔江堰工程管理处,进行勘测设计。将拦河泄流坝及分水平梁等枢纽延伸至牛心山七佛岩,此处河床总宽 228 米,将原九河合并为五河,自西向东,原西三河并为二河,清白江及新开河并为新清河,进口平梁,净宽 12 米,新润河进口仍宽 12 米,东六河合并为三河,白土河、濛阳河、小濛阳河并为濛白河,进水平梁净宽 12 米,马牧河进口平梁净宽 16 米,小石河灌区并入鸭子河,改称鸭石河,进水口净宽 18 米。在各分水平梁之间建有石灰砂浆砌卵石构成的鱼嘴 5 座,其中东西河分水平梁处为大鱼嘴,宽 20 米,其余 4 座均宽 10 米。以上五河进水口净宽总计 70 米,分水鱼嘴宽 60 米,合计 130 米。在堰首东至岩岸长 98 米修竹笼溢流坝,长 98 米,断面前后纵坡均为 1:8,总宽 75 米,溢流下入小石河,灌溉鸭石河渠水则接暗涵穿过小石河排洪河道。设计分洪比例为:新清、新润河各占 7%,濛白河 7.6%,马牧河 9.6%;鸭石河下接暗涵,不分洪;主要排洪河道小石河分洪 68.8%。

1959 年 8 月 18 日湔江出现 3170 立方米/秒的洪峰流量,堰首工程基本冲毁。当年冬,对湔江堰枢纽重新进行

设计,传统的平梁分水方式改为闸坝型式;又将原溢流坝延长至 176 米,下接小石河,湔江全部洪水流量均经由小石河下泄入石亭江,再入沱江。

1963、1964 两年湔江排洪工程均有一定损坏。于是将溢洪坝逐年用混凝土加固。1971 年都江堰系统进行大规模的渠系改造,彭县湔江堰也同时重新进行布局。将传统的九河分水改为 10 条支渠、2 条副渠,下设斗渠 309 条,总长 170 公里。据“三查三定”结果,湔江堰进口位于彭县隆丰乡湔江上,进水流量 64 立方米/秒。枢纽坝型为硬壳坝,坝高 5 米。进水闸 6 孔,闸孔宽 2.2~2.8 米,高 3 米。有效灌溉面积 17.77 万亩。

### 三、官宋礪堰

官宋礪堰是自古引用沱江上源绵远河水源形成的引水渠系总称,实际上有官堰、宋家堰、礪砂堰三条分支。左为礪堰引水渠,右岸为官宋堰引水渠。绵远河至绵竹汉旺场出山区后进入平原,古人即利用地形条件建堰引水。据《绵竹县志》所记:“相传古法扎木、编苴、壅土、引水以溉农田。然官摄懈弛,纷争不辍。至明嘉靖九年(1530)左邑幕延瑞始于索桥下用土石建堰,上植榆杨,东西立水关,视水大小而启闭之,人称其利。是殆为官礪宋三堰之始。”可见,官宋礪堰实为明代左延瑞所始建。清代名为军屯堰,原进

水口在索桥下游约 150 米处。

古代渠堰结构简陋,引水效能不强,分水鱼嘴结构不能充分保证枯期进水,一遇干旱,争水纠纷时有发生。据民国 31 年设计报告所记:“三堰往昔放水无定时,亦无定制,天旱水缺,用水农民细则讼争,大则械斗,伤亡相继弗顾也。”清代在维修管理上下了一定功夫。乾隆二十三年(1758)绵竹知县徐镇、二十五年(1760)知县陈天德,先后制定了燃香轮灌的方法,按照三堰田亩面积,分配放水时刻,争水纠纷有所减少。但因土堰洪水中屡遭冲毁,修复后又多有变迁,加之沙石淤积,淘挖艰难,多年供水未能正常,延至民国时期并无多大改善。

民国 30 年(1941)发生严重旱灾,绵竹县长周宪民要求省府整治官宋堰。于是建设厅派技正贾书河前往查勘,认为原分水处河身狭窄,仅 60 米,不利于排洪,进水口应下移 300 米,河宽即有 90 米,而且两岸均为岩基,修建第一道平梁较为合适。设计在此处建拦河溢流坝,两端各设闸室,按原平梁宽度尺寸制作进水口,官河宽 9.17 米,宋堰宽 5 米,进口处用木板闸控制启闭。宋堰进口以下 380 米处建第二道平梁,下分官宋二渠;堰干渠仍沿左岸旧道而下。这项工程预算 120 万元,计划向四川省银行贷款 60 万元,三堰自筹 60 万元。民国 31 年(1942)1 月,按设计进行施工,同年 5 月底完

成。因贷款 60 万元迟到当年 3 月底始行拨付,订购的水泥因无款未能提货,于是仅在坝基及三堰进口闸墩处使用水泥,其余则仍用竹笼卵石等简易工程修建。工程完工不久,同年 8 月绵远河发生洪水,竹笼工程基本冲毁。当年冬,省水利局又派员查勘,认为须继续贷款 60 万元按设计要求修建,以求一劳永逸。当时因意见分歧,未作定论。此后仍维持用竹笼工程,辅以岁修,故农田灌溉亦未能保证。民国 34 年(1945)洪水冲毁堰首全部工程,次年灌区农业产量锐减,群众强烈要求改造此堰,于是绵竹县府再次要求省府主办。省水利局派工程师李元亮查勘,认为须水泥建坝,于是设计混凝土坝及闸墩等工程,并作拦沙导水埂等设施。民国 36 年(1947)冬贷款 50 万元,于次年春开工,6 月建成。此堰虽按设计施建,但工程质量低劣,基础不固。1951 年洪水,官宋两堰进口即被全部冲毁,渠道淤塞。

1951 年冬,川西行署水利局派工程师洪文玉、彭鼎明查勘设计,在官宋二堰分水口处建条石鱼嘴,并重修分水闸。在拦河坝下游绵远河道河滩上,开挖长 2 公里、宽 50 米的排洪道,按“深淘滩,低作堰”经验确定岁修内容。以建坝与淘河相结合,使渠首工程基本稳定下来。在拦河溢流坝两端又各建一条导水埂。这一工程于 1951 年冬施工,1952 年 3 月完成,所用水泥

42 桶,石灰 2 吨,条石 50 立方米,竹笼 550 条,计挖河方 4 万余方,投劳 5 万工日,耗用大米 20 万斤。

1952 年重点安设了干支渠进水节制闸,并逐步改造旧有渠道。在官河上共设支渠闸 16 道,斗渠闸 154 道,改造了原有的不合理分水口。砌堰干渠 40 道进口合并为 18 道。1952 年冬至 1953 年春,又改造了宋堰前的干渠 6 公里。

1958 年后,绵远河上源山区大量采伐林木,挖煤修路破坏了天然植被,水土流失日益严重,堰首河床泥沙淤积,致使原进口处的溢流坝失去调节作用,洪期沙石入渠,堵塞进水口。1962 年经绵阳地区及绵竹县勘测设计,重建灌排结合的进水枢纽。在省煤炭厅何家山建井公司的支援下,当年冬即投入施工,1963 年 5 月主体工程基本建成。1964 年洪水中损坏消力池,当年冬又加以修复。这次改建,使官宋砌堰这一古堰获得新生,重新发挥效益。

官宋砌堰灌区分布于绵远河两岸,略呈扇形,建国前灌溉面积约 5 万余亩,建国后对工程进行更新改造,效益有所增长,有效灌溉面积已发展到 9.3 万亩。左岸砌堰灌区包括绵竹县汉旺、拱星、绵远等乡及安县睢水乡农田 4.28 万亩;右岸官宋堰灌区包括绵竹县汉旺、马尾、兴隆、东北、五福、富新等乡农田 5.1 万亩。旧有渠道多呈

宽、浅、弯状态,斗农渠密如蛛网,建国后经逐步改造,面貌大有改观。三堰共同引水的总干渠长 0.4 公里,砌堰干渠 1.4 公里(不包括涵洞),官河干渠 1.3 公里,均已衬砌防渗。下有支渠 6 条,总长 57.3 公里。其中除宋堰支渠 7 公里外,其余砌堰一、二、三支渠及官河李桐堰、黄保堰、黄丝堰皆已裁弯取直,并加以衬砌。斗渠 189 条已经过适当改造。

1958 年冬,利用官宋砌堰余水,在右岸官河支渠徐家堰节制闸处分水新建汉九渠,扩大原徐家堰斗渠作为汉九渠上段引水渠道,至柏林水库,长 3 公里。中段从柏林水库至白水河,长 5.2 公里,于 1959 年春完成。1978 年冬又完成下段,跨白水河至绵竹遵道乡付家河,长 4.3 公里。汉九渠干渠总长 12.5 公里,有斗农渠 28 条、总长 37 公里。沿线充蓄小水库 8 处,山塘 7 处,以解决沿山缺水地带的农田灌溉问题。

建国以来,官河经过三次改造。1955 年 10 月,新开延伸官河的下段支渠 3.53 公里;新开斗渠 11 条,总长 8.5 公里;农渠 9 条,总长 13.5 公里。1973 年冬适当将干渠裁弯取直,以粘土铺底,干砌卵石护面,边坡用石灰水泥四合土衬砌。1978~1979 年又将旧渠裁弯取直,缩短原渠长 3.2 公里,重新布置斗渠,宋堰经过两次改造:1964 年固定干渠渠道,以干砌卵石衬砌;

1976年裁弯取直,缩短原渠长0.3公里。砌堰则从1971年起,通过勘测设计,重新调整渠系,布置了三条支渠,彻底改造了原有灌溉系统。一支渠长10.72公里,下设斗渠47条,总长25.3公里,二支渠长9.23公里,下设斗渠35条,总长11.65公里;三支渠长5.06公里,下设斗渠21条,总长7.1公里。

据“三查三定”资料,官宋砌堰枢纽位于绵竹县汉旺乡,闸坝高1.8米,进水流量65立方米/秒,有效灌溉面积9.36万亩。

#### 四、朱李火堰

朱李火堰是自古引用沱江上源石亭江水源形成的引水渠系总称,实际上有朱家堰、李家堰、火烧堰三条分支。

石亭江至什邡高景关出山区进入平原,古人即利用地形条件建堰引水。据民国《什邡县志》,石亭江关口以下数里,右分一支朱家堰,古称洛口堰;以下又左分一支火烧堰;再下,在石亭江拦河建闸,右分一支李家堰,古称杨村堰;又名檬子堰。清《四川通志》载,宋治平四年(1067年)什邡主簿王默在不到一月的工期内,修成洛口堰,此两堰即演变为朱李二堰。明万历年间(1600左右)始建火烧堰,因放火烧山开石,疏通河道,开挖进水口而得名。由于洪期泥沙淤塞进口,枯期水量不

足供需失调,加之三堰灌区分属什邡、绵竹二县,自清初即发生严重的水利纠纷,此后愈演愈烈,至民国年间纷争达200年之久,成为四川引水灌区著名的水事讼案。

清康熙五十四年(1715),因绵竹“横江作堰”,与什邡李堰引水发生矛盾,打了4年官司。经“上官劝谕:李堰士民悯念邻封,与之分水”。至康熙五十九年(1720),李堰向成都府控告火堰“横江筑堤,阻塞什邡檬子堰”。经委派新繁知县会同绵竹知县会勘,决定将火堰进水口上移三丈,“开堰引水,两无损伤”。至乾隆十九年(1754年),李堰又告朱堰“深淘宽挖”,以致影响李堰引水。于是两县知县又作会勘,决议按“四六分水”,李火堰引水各三成,朱堰引水四成;但因缺乏科学的分水方法,讼争仍不平息。乾隆二十七年(1762),李堰告朱堰“深淘”,绵竹知县将朱堰堰长押赴堰口“照旧填复。取具永不深淘”。乾隆四十六年(1781),朱堰控告李火二堰“深淘白鹤潭”。乾隆五十年(1785)经两县会勘,“责令照旧填复”。但次年李火二堰仍然“深淘”,于是朱堰再次告状。最后由崇庆知州会同两县议决,在引水枢纽位置安设砌石平梁,并砌置海漫,不使深淘,以息争端。嘉庆元年(1796)由两县会同丈量,确定三堰进水宽度尺寸,作为控制分水的依据。按以往四六分水原则,朱堰进口宽7.25丈;李火二堰进口总

宽 10.87 丈；余河（即泄洪道）宽 4.97 丈。次年条石平梁建成，余河被条石填塞牢固。此次工程措施，使纠纷平息了数年。至嘉庆九年（1804）朱堰控告火堰“纠匪霸闸”，次年又向官府要求“委汛兵防守”；而李堰又告朱火二堰“雇匪截闸”，最后由绵竹县“查禁”。嘉庆十二、十三、十五年（1807~1810），朱堰又先后告李火二堰“雇匪截闸，粮户不敢上堰”；后李堰又告火堰“截闸”，声称“朱堰多人俱被打伤”。这时什邡放水人张怀青戳毙绵竹放水人李怀宗，于是绵竹赵国韩等控告朱堰“违规”。事态扩大后，崇庆知州又会同两县处理，在进口立“制石一块”，“以杜挪移之弊。同余河一并坚筑，每年每堰堰首二人，协同轮流看守”。嘉庆十六年（1811）一场洪水在三堰堰口中间冲开中河一道，自然形成三堰并列引水。朱堰告李火二堰“改宽制口，不肯协守”，李堰要求以此中河作为堰口及引水河道，经两县会勘，在进口镶埋大石桩一块，并议定维修制度。道光元年（1821），火堰何狗儿截闸朱李二堰平梁，并打死朱堰堰首杨金柱，事态扩大，于是秀才甘怀泗等到四川总督衙门告状。后由官府议定章程，每年用水季节由“绵什汛厅至堰监放，以杜截闸”。“自四月初一日起，七月初二日止，督同两县汛弁、典史、各堰长人等轮期弹压。”“如有截闸窃放，不论黑夜白日，按其所灌田禾亩数，照侵占他人

田一亩以下，笞五十；每五亩加一等罪，杖八十，徒二年。如有拒捕杀伤，依律以罪人拒捕科断。”由于运用法治手段，纠纷暂息。道光二十六年（1846），李堰告火堰“支砌鱼嘴”，后由两县会勘，飭将鱼嘴拆去”；后火堰又告李堰“毁灭石桩”，经二县会勘，认定“古无石桩，从何毁灭”而结案。道光三十年（1850）李火二堰互控对方“挖毁鱼嘴，堵塞河口”，经调解平息。咸丰元年（1851）绵什两县堰民两次互控对方“挖毁鱼嘴，另开新河”，“强立石桩，估闸分水”，一直告到总督衙门和步军统领衙门。次年，省督专派音德布、郑安仁会同两县知县，重新勘定三堰进口。当时在石亭江高景关以下白鹤潭处，有分水平梁，水分东西二支，东为什邡李家堰、绵竹火烧堰；西为什邡朱家堰；其中在平梁以下一华里余处（马鞍山下）有块石垒砌的人字形鱼嘴，为李火二堰分水点。鱼嘴之左为李堰，右为火堰。进水口各宽八弓。于是确定进口尺寸“各照旧章”，立“志石”一块，上刻“两造不得截闸堰水”字样。总督部堂、布政使司，按察使司都专出布告，劝谕息讼：“出名具控者田产因而荡尽，皆不能幸逃法网；而唆讼之徒借端苛敛，饱其私囊，转得逍遥事外。言念及此，实堪痛恨。”争端平息 20 余年后，同治十三年（1874）风波又起，火堰潘瀛洲等纠众截闸李堰河口，并把头堰堰口的 3 个“志石”凿毁，使“水势畅

流”。什邡士绅到县府、道台、臬台、藩台和总督衙门都告了状。经会勘属实，因“既凿不能复原”，准许李堰“加宽河口三尺，以赔偿水分”。次年，潘瀛洲“横移鱼嘴，多占水分”，什邡又层层上告，后勘明立“杜害”碑文结案。此次争讼之后，双方认识到打官司两败俱伤，有所觉悟，每年淘堰时先期约请，互订合约，争端才平静了几十年。

民国3年(1914)，火堰告李堰“违约凶挖”，李堰又反告火堰“捏禀朦淘”。经两县知事会勘，决定按旧规办事，“此后两堰均不得擅挖春堰”。但后来火堰纠众200余人“违规复挖，李堰再次控告，两县知事再作调解。次年，火堰告朱李二堰各纠数百人“深淘”，堵塞了火堰堰口。民国7年(1918)李堰又告火堰“仅淘私河，不挖大堰”；火堰反告李堰“纠众私挖”。民国8年(1919)李堰又告火堰“挖堰时抗不挖至平梁”。民国9年(1920)朱堰又告火堰“将上年修复之平梁挖毁”。民国12年(1923)李堰告火堰“不依约淘堰”。民国13年(1924)李堰再告火堰“违禁淘挖”。民国14年(1925年)火堰告李堰“违约炸石”。民国15年(1926)，李堰抓去火堰放水人王老么；火堰于是抓去李堰“堰夫子”3人，互相控告。民国16年(1927)李堰告火堰“恃横不理”，当时29军联合办事处曾会同两县制定了一些调处条件。次年，什邡监修告火堰“抗命”，争讼一直不断。民国

21年(1932)两县知事调处纠纷时，曾发生枪击事件，李堰堰棍开枪打坏了绵竹县官的轿子。

民国25年(1936)李火二堰缺水，绵竹堰民将右岸余河河堤损毁，以致李堰水多，火堰水少，纠纷又起。当时省水利局业已成立，于是派工程师冯雄前往查勘，决定重开中河，将李堰进口提往上游至老平梁处，进口宽占30.5%，24.4米；与右面的朱堰并列，朱堰进口宽占40%，32米；火堰居左，进口宽占29.5%，23.6米。当年冬，由工程师吴绶章负责施工，修建浆砌条石大平梁，二堰进口之间皆有砌石分水鱼嘴，工程于次年5月完成。但当年7月一次洪水冲毁所建工程，省建设厅长卢作孚特令水利局委派监修工程师吴绶章，会同绵什二县县长，组成石亭江灌溉整理委员会，重新整修，使三堰进口并列于一处。当年冬，在大平梁以下120米处设三堰同一高程的小平梁，使大小平梁间河道比降一致，使分水量趋于准确，并规定每年岁修，各堰选派监工，以免纷争。至此水利纠纷才告终止。

朱李火堰渠首枢纽经过多次演变，明代朱堰进口位于石亭江右岸，属什邡；李火二堰位于左岸，属绵竹。清初石亭江左岸李火二堰引水渠之左，冲出汉道，时称余河，袭夺李火二堰进口及干渠前段，于是即以余河为引水渠，李火二堰进水口下移至象鼻山嘴

处。乾隆六十年(1795)填塞余河进口,建大平梁恢复李火二堰与朱堰左右并列引水的古代格局。但嘉庆十六年(1811)一次洪水又冲出汉道,时称中河,天然形成李堰单独进口,于是火堰居左,李堰居中,朱堰居右,三堰进口并列分水。咸丰二年(1852)又改为乾隆前格局,填塞中河。至民国26年(1937)又重开中河,形成三堰并列。

1950年,什邡县朱李二堰合流,实现分县治堰,朱李堰居右,火堰居左,中河作为排洪道,筑临时低闸,引入清水,汛期溢洪。因火堰进口偏左,易于淤塞,进水流量4.87立方米/秒,流经烂河坝后至四村官垵即减为4.13立方米/秒。1956年朱李火堰管理处改朱李二堰总进口为三堰总进口,总干渠向南至金相寺前分水。施工未竟,1958年火堰干渠严重淤塞,又皆用中河引水,至金相寺下穿排洪河而入四村官堰。1959年这一临时措施又被冲毁,1960年火堰自中河的财神庙腰堰建涵洞引水入中河,再入四村官堰而进干渠。1961年排洪河右侧冲成深槽,进水困难,1962年再次改为大平梁处三堰并列引水,总干渠沿右岸行进,在象鼻山嘴处修火堰分水倒虹管渡过石亭江河床,接左岸火堰干渠,以下有分水闸分为4条支渠入绵竹境。

朱堰以下分有白腊、官渠、麻柳、水碾、两河口5条支渠,其下在民国时

有斗渠109条。民国26年(1937)成立五河水利委员会,进行工程管理。李堰以下分有白鱼、小石、王营、皂角、马沿、黄泥等12条支渠,其下有斗渠181条,早在民国13年(1924)已成立十二河堰务公所,民国26年(1937)改称十二河水利协会。朱李二堰属什邡县管理。火堰以下有辛村、赵村、王村、陈村4条支渠,组建有四河堰务公所。此后省水利局又组织朱李火堰工程管理处,处址设于什邡洛水乡朱家桥新开寺内。

1951年岁修中,什邡首先合并朱李堰干渠。李堰干渠前段原与朱堰为同一总干渠长4公里,至青嘴山下二堰始分,至此新开李堰干渠长1630米,至丁丁猫鱼嘴与原干渠衔接,并改革不合理的分水口60余处。绵竹县亦调整改造了支渠以下渠系,陈村及辛村支渠改造后虽有所改善,但因地形复杂,未尽合理。60年代又多次调整改造。

1971年改建朱堰沿山干渠9.7公里,改名为大寨渠;李堰改名为先锋渠;绵竹火堰则改称前进渠,其灌区均纳入人民渠系统。结合渠系改造,什邡县完成了6条支渠、167条斗渠、125条农渠的配套工程。绵竹县火堰(前进渠)规划为4条支渠,陈村为一支渠,在倒虹管端分水闸后引水,二、三支渠在四村闸后引水;至卧云庵处设三、四支渠分水闸,分出四支渠。绵竹县4条

支渠总长 33.4 公里,下有斗渠 98 条,总长 54.6 公里。

什邡县朱堰(大寨渠)现有控灌面积 3.08 万亩,李堰(先锋渠)现有控灌面积 1.76 万亩,什邡二堰灌区 4.34

万亩,1985 年实灌 4.91 万亩。绵竹县火堰(前进渠)现有控灌面积 3.45 万亩,其中一支渠 0.94 万亩,二支渠 0.68 万亩,三支渠 0.76 万亩,四支渠 1.07 万亩。

### 第三节 新建工程

#### 一、人民渠

人民渠原称官渠堰引水灌溉工程,始建于 1953 年春,1966 年始改称人民渠。是自都江堰内江系统蒲阳河引水的大型灌溉工程,又是建国后都江堰灌区扩向平原区东部、东北部,并跨越沱涪江分水岭进入丘陵区的新建引水渠系。工程共分七期建设:第一至四期干渠沿成都平原东北缘行进,跨越小石河后左出红岩分干渠;跨越绵远河后分左右两股;右为第五期工程干渠,左为第六期工程干渠;第七期干渠则在第五期的基础上向南延伸。至 1985 年尚在完善阶段。

古代的官渠堰,起自彭县庆兴乡青白江会元桥,至彭县城西顾复桥为一段;其上自原崇宁县庆兴乡金龙桥至会元桥的一段渠道,则称万工堰。《明史·河渠志》记天顺二年(1458)“修彭县万工堰,灌田千余顷”,即此。据民间传说,明代有一京官黄英奉旨修官渠,后因设计失误,渠水倒流,黄英自刎。至今当地犹有“官渠水倒流,

黄英自斩头”的传说。但黄英一名不见于史志,未能考实。明嘉靖十九年(1540)“湔水决而南注,绝官渠,会沱水”;清康熙四十三年(1704)崇宁万工堰又被洪水冲毁,邑人钱继唐开凿石匣子渠。雍正八年(1730)彭县知县王焕再次修复官渠。民国 5~9 年(1916~1920),在彭县县知事宾凤阳的支持下,县人解宗禄出资重修官渠,虽引水至顾复桥,但沿渠塌方严重,仅丽春场附近农田可以受益,约灌田千余亩。

民国 26 年(1937),鉴于倡修官渠的呼声甚高,省水利局亦拟重建,于是指派工程师施建臣、副工程师燕翊治等组成彭县官渠堰测量队,当年 10 月完成测量工作。11 月 16 日,成立彭县官渠堰工程处,由省农田水利贷款委员会指派工程师林启庸任处长,副工程师朱坦庄、周家龙,助理工程师陈福根、曾欣沐参与测量及设计。因当地沿渠业主思想不通,横加阻挠,当年 12 月 21 日,省建设厅厅长何北衡、省水利局局长邵从燊曾“驰赴彭县,与各方

代表会商”，结果因“民众意见与兴办水利之旨相背”，“虽经何厅长亲为解说开导，仍坚决不移”。不得已，于12月24日由农贷会呈请省府“拟将该工程处暂时撤回”。此后，在民国31年（1942）9月，彭县县长皮松云据人和、丽春等乡士绅意见，呈文省府要求贷款修复官渠堰，省水利局又派第三测量队前往施测；次年4月14日彭县再次呈文要求兴工，但仍无结果。民国33年（1944）7月19日，彭县县长冯均逸又据县临时参议会“速予着手修筑官渠堰”的决议，呈请修建。民国36年（1947）6月，彭县参议员罗泽涵提出“为修官渠堰用重水利”的提议，由县长刘度转报省府。当年8月6日省府训令省水利局：“现在国家财力困难，对新兴大型水利工程，曾奉行政院明令缓贷。”“如地方自行筹措，恐现在亦难负担。”为此，在民国时期，官渠堰工程一直未能着手重建。

中华人民共和国成立后的1951年6月，川西行署水利局应彭县要求，派工程师陈永栋实地查勘官渠堰工程，提出对渠线作精确测量建议。同年7月3日至8月31日，水利局组成测量队，黎昌远、汪泽涵、张光中、覃世俊、陈永栋等参加测量，拟定干渠上段利用原万工堰、新修下段的方案。在西南水利部第三测量队的协助下，当年11月完成定线测量及局部地形图，并进行初步设计。1952年12月5日，由

四川省人民政府水利厅提出设计报告，西南军政委员会审核后指示：“因整体规划未定，其计划设计资料不足。为照顾长远，并当时灌溉需要，同意举办临时性工程。”于是在都江堰水利粮项下拨款兴建，由省及有关县组织官渠堰工程委员会，金鉴任主任委员，刘少白及工程师汤学云等任副主任委员，下设三个指挥部。当时称为“官渠堰临时灌溉工程”，是为第一期工程。

1953年1月25日，第一期工程正式开工。干渠自崇宁县庆兴乡（1958年划归彭县）原万工堰渠首起，大致沿620米等高线向东延伸，至彭县城东北蒙阳河止，设计引水流量每秒37.7立方米，干渠长19.51公里。当时调集彭、崇宁两县民工9747人参加修建，于同年4月17日试行通水，5月25日第一期工程全部完成。共投工43.36万工日，工程费用30.49万元。完成土石方工程79.4万立方米。建有进水口临时拦河坝、进水闸，石匣子节制闸及大碑堰、青白江、新开河、白土河交叉工程，新润河卵石拱渡槽等。控灌农田23.5万亩。

第一期工程建成后，收到良好的灌溉效益。如果续建扩修，则费省效宏，于是金鉴与工程师吴际春、詹国华两次查勘后，即抽调第2、3、8测量队进行测量，1953年冬，经省财政经济委员会批准，开展第二期工程设计，当时称为“扩修官渠堰临时灌溉工程”。

新定干渠大致沿 610 米等高线延伸,自蒙阳河经军屯场向西北穿过马牧河,于济生桥注入小石河。

第二期工程分为三个工段:自渠首庆兴乡至新润河干渠 13.3 公里为岁修段;新润河至蒙阳河干渠 6.12 公里为扩建段;蒙阳河至小石河干渠 5.11 公里为新建段,设计引水流量增为 38.4 立方米/秒。1954 年 1 月 12 日第二期工程开工,调集彭县民工 5395 人参加兴建,2 月 23 日试行通水,3 月 31 日全部竣工。共投工 15.93 万工日,工程费用 17.15 万元,完成土石方工程 29.71 立方米。主要建筑物有蒙阳河、马牧河临时性交叉工程,支渠分水口 3 处,分水洞 13 处。增加灌溉面积 18.6 万亩。

为进一步完善这一工程,1954 年 3 月,在官渠堰工程处处长郭耀观、副处长谢惠临、工程师王世森等主持下,进行了官渠堰整体规划。随后于 8 月 14 日又完成了设计,干渠设计流量增为 44.1 立方米/秒,当时称为“扩修官渠堰扩灌工程”,是为第三期工程。

1954 年 11 月 6 日,第三期工程开工,调集彭县、什邡、广汉等县民工 1.38 万人参加修建。工程共分三段:渠首至蒙阳河为岁修段;蒙阳河至马牧河为扩建段,长 5.82 公里;马牧河至石亭江为新建段,长 31.51 公里。新建渠段上有小石河涵洞、官仓跌水、慈母山进水闸等重点建筑物;并布置支

渠 11 条,总长 280 余公里。1955 年 3 月 27 日工程建成,共投工 74 万余工日,干渠费用 82.8 万元。增加灌溉面积 51 万亩。

1955 年 4~8 月,四川省水利厅对官渠堰进行整体规划,渠线继续向平原东北延伸至绵远河,当时即称“官渠堰灌溉工程”,是为第四期工程。由官渠堰工程处郭耀观、谢惠临、王世森等完成设计,并于 9 月报经四川省人民委员会批准列入国家基本建设计划投资。随即由省水利厅与温江、绵阳专署组成官渠堰工程委员会,主持施工。1955 年 10 月 15 日开工,参与施工的有民工 2.3 万人,城市居民 0.4 万人。工程包括扩建前三期干渠 49.15 公里(不包括利用鸭子河河床段),使引水流量达到 60.2 立方米/秒。新建干渠自绵竹县新市镇石亭江至德阳县柏隆乡红岩寺,尾水入绵远河,渠长 31.98 公里。1956 年 3 月 13 日全线告成。自渠首至绵远河干渠总长 87 公里,总控灌面积达到 130 万亩。第四期工程共投工 1135 万工日,完成土石方 184 万立方米,新建各类建筑物 289 处,国家投资 125 万元。

第四期工程建成后,官渠堰整体规划即已全面实施。1956 年 7 月 17~20 日,以省水利厅副厅长吴应琪主任委员的验收委员会,对工程进行了验收。认为“本工程在就地取材、费省效宏的原则下,贯彻了多快好省的方

针,发挥了都江堰及地下水的潜力”。全部工程“效果良好”,“经济适用”。当年9月,撤销官渠堰工程处,成立官渠堰管理处。

由于这一工程多临时性建筑物,耐久性差,且灌排矛盾较大,于是官渠堰管理处利用部分水费收入,逐年将临时性建筑物加以改建,渠道工程亦不断整治。同时绵阳专区亦进行了扩灌规划,准备兴建第五期工程。1958年2月3日,由省水利厅勘测设计处设计,德阳、罗江二县组织施工,开始兴修第五期工程。本期干渠于绵远河利用竹笼工程拦水入渠,沿龙泉山西侧向南延伸,渠长56.3公里,控灌绵远河左岸农田11万亩。同年5月1日,第五期工程完成。对前五期干渠亦加以整治完善,共建有渠首及慈母山引水枢纽共2处,横跨16条河流的平交连锁闸10处,暗涵5处,排洪涵洞2处,跌水2处,节制闸6处,另建有支渠分水闸33处,分水洞205处,铁路、公路桥梁34处,人行桥74处。控灌面积达到180万亩。

鉴于龙泉山以东丘陵区干旱严重,绵阳地区水利勘测设计队又进行扩灌设计,当时称为“百里渠”,是为第六期工程。1959年10月,由绵阳地区组织施工;但因受自然灾害影响,1960年春季工程停建。此后于1966年复工,至1967年建成。新建干渠自第五、六期分水闸起,向东北延伸,经安县永

兴、塔水跨越秀水河,折向东南,沿涪江与凯江分水岭行进,至德阳县金山、谭家坝,以渡槽跨越宝成铁路,又经绵阳县金星、中江县黄鹿等乡,至三台县梨曙乡张家大堰口止,干渠全长98公里,其中利用野坝堰进水闸至彭家坝水库的渠道19公里。有支渠52条,总长763公里。干渠上有建筑物690余处。干渠前段设计流量16立方米/秒,控灌涪江与凯江之间农田67.8万亩。

1966年9月9日,由什邡、绵竹二县组织施工,在官仓跌水前引水,修建红岩分干渠长55.7公里,经绵竹县城西至绵远河止。1968年2月完工,控灌农田23.67万亩。

1966年10月,官渠堰引水灌溉工程更名为人民渠。

1970年,由省水利勘测设计院规划一队、绵阳地区水利勘测设计队设计,拟将第五期工程分干渠改至天河闸引水,并将分干渠扩建为第七期工程干渠,沿龙泉山东侧经德阳县通江、中江县隆兴、合兴、舒家坝,折而东行入丘陵区,至龙台充水入继光水库;继续沿凯江与鄯江分水岭东向经柏树乡入三台县鲁班水库。干渠全长183公里,设计引水流量30立方米/秒。

1970年10月,第七期工程兴建。至1974年底,完成主干渠上段117公里;1975~1976年完成下段66公里,同时扩建石亭江、绵远河涵洞工程。1977~1979年兴建继光水库和鲁班

水库,同时扩建第四期干渠。1980~1985年扩建主干渠上段77公里,并进行支渠全面配套。第七期工程干渠下有南山、冯店2条分干渠;继光水库以下有永安、稻子垭2条分干渠;鲁班水库以下有鲁西、鲁香、鲁联3条分干渠。总计有分干渠7条,长302公里。主干渠上有暗涵5.7公里,隧洞53处,长13.9公里,渡槽41处,长4.84公里。分干渠上有隧洞130处、长24.8公里,渡槽38处,长6.64公里。此外,尚有灌区在万亩以上的支渠29条,长684公里。在这些支渠上,又有隧洞194处,长34.3公里,渡槽49处,长5.27公里。第七期工程灌区内,

还有大、中型水库4处,小型水库37处。工程控灌面积为138.2万亩。

官渠堰、人民渠工程自1953年开始兴建,至1980年一至七期工程基本建成,总共投资2亿余元,投劳2.1亿余工日,完成工程量1.01亿立方米。灌区面积达390万亩以上。1986年9月进行全面扩建,由人民渠第一管理处设计,将引水流量扩大为135立方米/秒,在原有土渠基础上削坡衬砌,减糙防渗,分3期施工,于1989年1月完成。

“三查三定”结果中所统计的人民渠渠系参数见表2—2—2:

人 民 渠 渠 系 统 计

表 2—2—2

工程期数	渠 名	长度 (公里)	流 量 (立方米/秒)	支 渠		斗渠 条数	农渠 条数	有效灌 溉面积 (万亩)
				条数	长度(公里)			
第 1—4 期	干渠	89.56	100	35	550.75	1199	5613	135.28
	红岩渠	56.31	12	45	211.73	771	2421	21.21
	前进渠	3.00	50	10	57.56	276	921	8.29
第 6 期	干渠	95.6	20	22	407.13	159	403	42.05
第 5、7 期	干渠	173.5	32	36	709.29	49	45	39.67
	鲁联干渠	63.70	11	17	288.22	18		12.42
	鲁香干渠	34.90	6.1	8	189.81			6.11
	鲁西干渠	30.60	4.5	2	52.50			4.09
	鲁迁支渠	35.4	2.5	2	48.68			0.85

## 二、东风渠

东风渠原名东山引水灌溉工程,始建于1956年春,1966年始改称东风渠。是自都江堰内江系统府河引水的大型灌溉工程,为建国后向平原区南部延伸、进入丘陵区的新建引水渠系。工程共分六期建设。第一至四期干渠沿成都平原西南缘行进;第五期干渠在仁寿穿越龙泉山,引蓄结合;第六期干渠则在简阳穿越龙泉山,引蓄结合。

1951年3~4月,川西行署水利局工程队队长巩坚璧,与王广训、马时梁等最早对东山引水工程进行查勘测量,提出在郫县两路口(今安靖乡)附近利用并改造凤凰河,引水灌溉东山丘陵区的方案。随后,即派出第一和第二测量队作渠线地形测量,抢在次年5月成渝铁路通车之前,将干渠自进水口至石板滩段作了定线测量。1951年12月水利局编制的《五年计划轮廓》中,并将东山工程列入拟建项目。1952年省水利厅成立后,又组成8个测量队,施测东山灌区1/5000地形图,当年冬季即开展设计。由于当时集中力量修建官渠堰,东山工程未能很快开工,但省人民政府水利组1952年9月9日大中型工程排队会议上,已将东山工程列为1953~1957年建设项目。

东山灌溉工程初始设计,1956年由省水利厅完成。总干渠进口位于郫

县安靖乡府河上,进水闸设计引水流量100立方米/秒。渠线向东南延伸,利用一段原凤凰河河道,并加以扩建,穿越宝成铁路后在成都市郊凤凰山北侧绕行,再穿成渝铁路及川陕公路,于成都市青龙乡、龙潭寺又穿成昆铁路,至龙泉驿区界牌乡复穿成渝公路,然后沿岷江沱江分水岭至麻石桥,又沿龙泉山麓折而南行,至双流县罗家河坝而止。

1956年3月4日,第一期工程开工,由省水利厅刘昌久工程师负责组织施工,温江专区受益各县组织劳力3.37万人参加修建。当时进水闸采用临时性工程,穿越铁路则利用预留涵洞。土石运输均依靠鸡公车,每天自黎明起,工地吱嘎之声即响彻四野。施工后期,春雨连绵,泥泞遍地,民工连夜加班,体力消耗很大。温江专署建设科副科长吴兰岩曾以电话向省水利厅请示延缓进度,答复是:“请考虑:农民春耕用水是否可以推迟?”于是指挥部在风雨交加中,连夜召开民工干部会,采取积极措施保证施工进度。其中北干渠16公里处雷打店大填方,长760米,填高7米,工程艰巨,在一致努力下仍然顺利完成。1956年3月31日,第一期工程终于完工,仅用28天就建成总干渠13.6公里至南北闸(设计引水流量42.8立方米/秒),并自南北闸延伸(设计引水流量8立方米/秒)北干渠长35.6公里,一支渠长13.4公

里。共投工 80 万工日,完成土石方 160 万立方米,工程费用 67.8 万元,控灌面积 10 万亩。第一期工程进度快,造价低,在当时已称奇迹。同年 4 月 8 日,温江专区与成都市组织了验收。

1956 年 10 月 28 日,第二期工程开工。扩建了第一期工程总干渠,并新建总干渠 22.4 公里,自南北闸延长至麻石桥(后建为团结闸。此段总干渠当时称东山东南干渠),同时自麻石桥起修建东干渠(设计引水流量 10 立方米/秒)向东北沿龙泉山西麓至金堂县龙威乡,尾水入沱江。干渠长 53.4 公里,其下有支渠 5 条,总长 87.8 公里。又自麻石桥修建南干渠 10 公里,至双流县新店子。1957 年 4 月 28 日,第二期工程建成。共投工 272 万工日,完成土石方 635 万立方米,工程费用 498 万元。灌溉面积总干渠为 15.53 万亩,东干渠为 20.52 万亩,南干渠为 3.06 万亩。

1958 年 2 月,第三期工程开工。主要延长南干渠 49.7 公里,其下有支渠 3 条,总长 68.2 公里。工程于 1958 年 5 月建成,共投工 52 万工日,完成土石方 120 万立方米,工程费用 65 万元。控灌面积 14.2 万亩。

1959 年 11 月,又兴建第四期工程,但次年 2 月因经济困难而停工。1966 年 2 月复工,将南干渠自麻石桥至团结闸段 2.7 公里进行扩建,改为

总干渠,并继续向南新开总干渠 12.8 公里至罗家河坝,使总干渠全长达 54.8 公里。又自罗家河坝修建新南干渠(设计引水流量 50 立方米/秒),沿龙泉山西麓行进,至眉山县土地场倒虹管而止。渠长 77.6 公里,下有支渠 9 条,总长 375.8 公里。工程于 1970 年 12 月完成,控灌面积 40.75 万亩,共投工 1075 万工日,完成土石方 1088 万立方米,工程费用 2184 万元。

东山灌溉工程第一至四期,计有总干渠 1 条,长 54.8 公里;干渠 4 条,总长 226.3 公里;支渠 20 条,总长 580.7 公里。在总干渠和干渠上,有渡槽 20 处、长 1735 米,隧洞 9 处、长 2821 米,暗涵 15 处、长 3017 米,倒虹管 1 处、长 1974 米,进水闸、分水闸 27 处,节制闸 13 处,泄洪闸 11 处,横穿干渠涵洞 220 处。总灌溉面积 102 万亩,其中提灌站 112 处,装机 122 台 1196 马力,提灌面积为 33.94 万亩。灌区内共有小型水库 81 处。

龙泉山东南丘陵区,是盆地中部干旱区之一。在第四期工程建设期间,由省水利电力学校、乐山地区和仁寿县水利电力局联合设计,拟定第五期工程以黑龙滩固蓄水库为主体,主要引蓄洪期余水,灌溉仁寿县龙泉山以东丘陵区农田。黑龙滩水库大坝为浆砌条石弧形重力坝,坝高 53 米(坝顶高程 486 米),总库容 3.17 亿立方米,其中兴利库容 2.36 亿立方米。另有浆

砌条石副坝 8 座,土质副坝 4 座。自新南干渠 60 公里处引水,在充库引水渠进口设进水闸及节制闸,设计引水流量 40 立方米/秒,渠长 3.6 公里。为防止泥沙进入黑龙滩水库,在库区板厂沟建拦沙坝高 14 米,有效拦沙库容 160 万立方米。

黑龙滩水库穿龙泉山输水隧洞长 1108 米,过水流量 30 立方米/秒。出口以下,分置东、南干渠:东干渠(设计流量 13 立方米/秒)长 121 公里,沿龙泉山东坡北行至黄连嘴渡槽,折向东行,至甘泉乡而止;南干渠(设计流量 17 立方米/秒)长 119 公里,沿龙泉山东侧台地至王家庙隧洞,折向东北入丘陵区,至忠农支渠进口为止。以下有分干渠 3 条,总长 84.8 公里,支渠 8 条,总长 136.1 公里。控灌面积 102 万亩。

1970 年 10 月 1 日,第五期工程开工,至 1972 年 1 月,黑龙滩水库大坝建成。1978 年配套基本完成。总计投工 8984 万工日,完成土石方 3170 万立方米,工程费用 9190 万元。第五期工程干支渠全长 464.5 公里,有渡槽 177 处,长 18 公里,隧洞 138 处,长 25 公里,倒虹管 4 处,长 1.2 公里,暗涵 160 处,长 12 公里,跌水 27 处,山溪渡槽 79 处,排洪涵洞 124 处,分水闸、节制闸、泄洪闸 132 处,分水洞 900 余处,桥梁 891 处。灌区内尚有李家沟中型水库 1 处。

同期,在规划的基础上,根据四川省水利电力厅主管查勘后提出的建议,由省水利水电勘测设计院、内江地区水利电力勘测设计队、简阳县水利电力局联合设计,拟定第六期工程以三岔、石盘、张家岩囤蓄水库为主体,引洪囤蓄,解决丘陵区灌溉用水问题。三水库坝型均为粘土斜墙石渣坝,三岔、石盘、张家岩坝高分别为 35.5、43.0、52.0 米,总库容分别为 2.25、0.71、0.14 亿立方米。充库引水渠自罗家河坝设进水闸,穿过龙泉山有隧洞长 6472 米,至张家岩水库而止。干渠全长 7.42 公里,隧洞设计过水能力为 30 立方米/秒。张家岩水库以下有北干渠(设计流量 7.4 立方米/秒)长 22.37 公里,绕库行至杨家沟与石盘水库相连。南干渠(设计流量 28 立方米/秒)长 45.94 公里,沿龙泉山麓南行,在里程 13.5 公里处设官河堰,充水入三岔水库,再绕库南行至石佛沟,与三岔水库相连,再向东南至邬家坪而止。北干渠下有养马分干渠 14.81 公里;南干渠下有江源分干渠 22.14 公里,简资分干渠 40 公里。总控灌面积 121 万亩。

1970 年 2 月 20 日,第六期工程开工,开始修建龙泉山隧洞,至 1972 年 4 月隧洞贯通,1973 年 8 月衬砌完成。1970 年 11 月至 1973 年 2 月,建成张家岩水库。1975 年 3 月至 1977 年 3 月建成三岔水库。1977 年 2 月至

1980年10月建成石盘水库。1980年工程基本建成。总计投工8428万工日,完成土石方2360万立方米,工程费用9867万元。

第六期工程干渠总长118.34公里,支渠17条,总长215.77公里。有渡槽49处、长5.3公里,隧洞51处、

长14.7公里,暗涵82处、4.3公里。倒虹管5处、长0.9公里。分水闸、泄洪闸42处。灌区内尚有老鹰、黄板桥两座中型水库。

“三查三定”结果中渠系统计情况见表2—2—3。

东风渠渠系统计

表2—2—3

期数	渠名	长度 (公里)	流量 (立方米/秒)	支渠		斗渠 条数	农渠 条数	有效灌 溉面积 (万亩)
				条数	长度(公里)			
第1—4期	总干渠	54.30	65	12	81.72	20		19.40
	北干渠	35.97	8.5	2	15.36	8		9.62
	东干渠	53.60	10.5	12	108.23	17		23.20
	老南干渠	59.76	10	7	70.60	33		18.92
	新南干渠	76.96	38	8	278.95	62		36.25
第5期	南干渠	49.50	15.8					
	满井分干渠	32.80	5.1					
	富加分干渠	35.90	10.0					
	禾加分干渠	69.50	7.0					
	东干渠	71.90	10.5					
	方加分干渠	15.90	3.0					
	北斗分干渠	49.30	5.0					

期数	渠名	长度 (公里)	流量 (立方米/秒)	支渠		斗渠 条数	农渠 条数	有效灌 溉面积 (万亩)
				条数	长度(公里)			
第6期	引水总干渠	7.42	31.8					
	北干渠	17.40	7.1					
	养马分干渠	21.60	4.5					
	充水南干渠	13.90	21.1					
	高南干渠	15.70	8.6					
	低南干渠	6.10	12.8					
	南干渠	10.15	14.9					
	江源分干渠	21.10	9.1					
	简资分干渠	5.70	5.1					

### 三、三合堰

三合堰原称西河扩灌工程,始建于1954年冬,次年建成后命名为三合堰。是引用都江堰外江系统沙沟河水源的大型灌溉工程。

西河右岸原有千功、铁溪、五龙、新堰、石头、真武、羊头、十里、小水等10条民堰,主要引文井江、味江、西河水源,并利用都江堰外江沙沟河、泊江河余水灌田。由于水量不足,历史上经常发生用水纠纷。1951年冬成立西河管理处后,统一管理西河灌区用水。鉴于灌区内水源不足,缺水严重,1953年10月,省水利厅在查勘、规划的基础上,为调整外江引水渠系,调剂西河灌区水量提出修建西河工程的查勘报

告。随后派第五、第六两个测量队进行定线测量,由工程师汤学云等进行设计,次年10月提出初步设计方案。随后成立西河工程总指挥部,组织施工。

引水工程进水口位于崇庆县元通区公议乡泉水村马家磨西河右岸原和平堰口的上游,以接沙沟河来水。设进水闸7孔,孔宽2.2米,高1.8米;设木质平板闸门,以手动螺杆启闭。闸前设导水埂总长113.3米,前部53.3米为竹笼卵石构成。设计引水流量36立方米/秒。干渠长37公里,大致沿等高线向西南延伸,经崇庆县道明乡跨越桤木河、干溪河后,绕大邑城北跨越斜江、粗石河,经王泗场,于邛崃县桑园乡金灰窑注入岷江。渠长37.06公

里。控灌农田 60.3 万亩。

西河工程于 1954 年 12 月 1 日开工,调集崇庆、大邑、邛崃三县民工 1.2 万人,编为 93 个中队进行施工,至 1955 年 3 月 10 日建成。共投工 91.27 万工日,完成土石方 123 万立方米,工程费用 83.32 万元(国家投资 62.8 万元)。新建干渠上有山溪渡槽 4 处,分水闸 8 处,泄洪闸 6 处,排水涵洞 24 处,陡坡 9 处,接水沟 34 处,桥梁 27 处,小型渡槽 56 处,尾水闸 1 处。跨越桫木河、干溪河、粗石河皆为砖墩木质渡槽,跨越斜江为钢筋混凝土渡槽。

三合堰修建时,因当地缺乏石料,盛产石灰,故多用水泥石灰砂浆作胶结材料,并用木盒盛卵石和石灰砂浆成块,时称“人造条石”,以代料石。

1955 年洪期,新建工程有部分毁损,此后陆续进行了改建、加固。1955 年冬,将三处木质渡槽改为钢筋混凝土结构。1964 年将干砌卵石护岸和导水埂,改为混凝土砌卵石,进水木质闸门也改为钢质闸门。1972 年渠首新建冲沙闸 2 孔,孔宽 6 米。1976 年又延长导水埂,全长 330 米,冲沙闸加设卷扬机启闭。此前 1972 年沙沟河二江桥以下改为支渠,改由泊江河输水在元通镇以上入西河。1981 年将进口枢纽上移 3.5 公里至元通索桥下 400 米处新建以混凝土砌卵石拦河坝,坝顶高于进水闸底 2.3 米(高程 568.9 米),

坝长 443.7 米。进水闸为混凝土结构,共 3 孔,孔宽 6 米,钢质平板闸门高 2.2 米;另设冲沙闸 3 孔,孔宽亦为 6 米。三合堰新开引渠 3.2 公里至原干渠 0+210 处衔接,获净水头 8.0 米,建成装机 3200 千瓦三合堰渠首电站一座。

1955~1981 年改建、加固工程,共投工 21.73 万工日,完成土方 37.4 万立方米。干渠上共有分水闸 14 处,泄洪闸 6 处,渡槽 4 处,涵洞、倒虹管 31 处,分水洞 75 处,其它桥梁、小渡槽、接水等 71 处。并有支渠 13 条,总长 108.2 公里。

据 80 年代“三查三定”成果,三合堰干渠长 38.14 公里,实际过水能力 41 立方米/秒,有支渠 16 条,总长 131.04 公里。斗渠共 108 条,农渠共 660 条。有效灌溉面积 27.5 万亩。进水闸为三孔胸墙式,设平板钢闸门,每孔闸宽 6.6 米,高 2.3 米,设计流量 56 立方米/秒,包括加引流量 15 立方米/秒于电站尾水下游还西河。冲沙闸为三孔开敞式,每孔平板钢闸门宽 6 米,高 3 米,设计冲沙流量 60 立方米/秒。

#### 四、牧马山干渠

成都市南部府河与杨柳河之间,有一牧马山浅丘台地,地面高程多在 500 米上下,历史上均靠冬囤水田及池塘蓄水灌溉,经常受旱。民国时期,

即有不少有识之士为牧马山地区灌溉奔走筹划。民国 29 年(1940)《双流三年计划纲要》中曾列入此项计划,民国 30 年(1941)5 月,省水利局曾派测量队至牧马山测量,并成立灌区水利委员会,后因筹款困难,计划未能实施。

建国后,牧马山灌溉工程纳入成都平原总体规划。1956 年由省水利厅勘测设计,经省计委审批,由温江专区主办。

牧马山干渠进水口位于双流县金花桥下游约 150 米,于江安河右岸引水。当时按照“先受益,后改善”的方针,采用埋设木桩、干砌卵石结合粘土心墙防渗,修建拦河低坝,坝的内坡为 1:3,外坡为 1:12,坝顶高程为 493.2 米。下游用竹笼卵石护坡、护底,坝顶再平铺竹笼 2 条。坝的右端设冲沙闸 2 孔,孔宽 2.2 米;进水闸 2 孔,孔宽 2.5 米,以木质弧形闸门控制。闸墩及边墙采用四合土预制块安砌。干渠南行 7 公里至牧马山脚,沿牧马山西侧山腰,经应天寺、陶家渡至新津县黄泥渡,进入浅丘区,于普兴乡跨越龙溪河,经徐家埂至彭山县复兴乡而止,全长 63.4 公里。有支渠 6 条,总长 59.3 公里。进水口设计流量为 6.4 立方米/秒。控灌面积 9.46 万亩。

1957 年冬,温江、乐山专区成立工程委员会,于当年 11 月 5 日开工,时称牧马山灌溉工程。当时调集双流、华阳、新津、彭山四县民工 1.39 万人,

历时 80 日,至 1958 年 2 月 10 日完工。共投工 63.59 万工日,完成土石方 155 万立方米,建成渠系建筑物 245 处(均就地取材)以及全部干支渠。国家投资 65.78 万元,实际干渠造价 67.47 万元。由于当时钢材、水泥缺乏,整个工程以就地取材为主,仅用钢材 7 吨制作钢钎,水泥只用了 71 吨。

干渠修建因陋就简,故建成后垮塌严重,1960 年将拦河坝改建为浆砌卵石滚水坝,同时对渠首进行整治。至 1965 年,龙王堰、应天寺、白云寺、胡祠堂等大滑坡均已治理完毕,并对干渠前段 8 公里加以衬砌,逐步扩大过水断面。1964 年起,又在灌区内建提灌站 20 处,电力提灌装机 23 台、2116 千瓦,柴油机提灌装机 7 台、114 马力,提灌面积 6.68 万亩。另从江安河提水 4 处,府河提水 1 处、杨柳河提水 2 处,共装机 12 台,869 千瓦,提灌面积 3.35 万亩。

1975 年进口处拦河坝为洪水所毁,于是由省水利勘测设计院设计,修建氯丁橡胶坝。坝袋拦水高 2 米,坝袋长 36 米,锚固于坝底及两岸。坝袋底板高出河底 1 米,底板下设检修排水孔,下游设消力池。进水闸改为 1 孔,孔宽 6 米,设钢质平板闸门,以油压自动启闭,设计流量为 10 立方米/秒。橡胶坝于 1976 年建成,总造价 24.66 万元。70 年代以后,又在干渠上垮塌严重地段,修建暗拱 7 处,总长 545 米。

经逐年扩建,至1982年进水口最大流量可达12立方米/秒,控灌面积已达14万亩。

据“三查三定”结果,牧马山干渠长63公里,正常运行流量10立方米/秒;有支渠7条,长68.52公里;斗渠共31条。有效灌溉面积13.8万亩。

### 五、玉溪河引水工程

为解决蒲江及青衣江北岸高地农田灌溉问题,民国35年(1946),省水利局工程师李元亮曾率队查勘青衣江上游支流玉溪河(时称玉玺河),提出引此河水源跨流域灌溉的方案。民国37年(1948),省建设厅即将玉溪河水电开发列入议事日程,计划在玉溪河壅水,通过长6~7公里的隧洞穿越青衣江与岷江的分水岭,引水至大邑县邛江支流花石溪,可获水头375米用于发电。当时,省建设厅调集地质、探矿、水利、公路等部门技术人员组成综合勘测队,工程师熊达成任队长,进行查勘。随即提出报告,认为隧洞工程量太大,非施工能力所及,建议先开发大邑县大飞水电站。不久,中国资源委员会工程师蒋贵元与美国人卡门斯基前来成都,与熊达成、李镇南等进行复勘,仍以开凿长隧洞困难甚多,提出在下游飞仙关建高坝壅水发电。

建国后的1952~1957年,省水利厅第一查勘队针对名山、蒲江、邛崃一带高地灌溉进行了勘测,提出分别以

中型蓄水工程控灌的方案,于临江河选定百丈水库;蒲江河选定霖雨水库;小南河选定夹关水库。百丈水库于1958年建成,霖雨水库方案后经设计坝址上移分别于1980年在支流上建成朝阳水库(1985年更名朝阳湖,发展旅游)及1984年在干流上建成长滩水库;夹关水库于1958年施工,进行定向大爆破筑坝试点,爆破后堆石坝被当年洪水冲毁,水库作废。

1966年初,在四川省水利电力厅的布置下,勘测设计院规划五队王永祺率查勘组,对难度较大的镇西山隧洞进行勘测,于1967年8月提出玉溪河引水工程规划意见。引水枢纽位于芦山县宝盛乡长征村,总干渠引水流量为32.5立方米/秒,向东南延至名山县百丈水库,渠长51.8公里,下设支渠14条,控灌面积50.4万亩。据此,温江及雅安专区计委、水电局报送了筹建任务书与设计任务书。随后,由省革命委员会生产组下属的水利组、省水电厅勘测设计院规划室组成玉溪河引水工程规划组,1968年7月提出《玉溪河引水灌溉工程规划报告》。当时规划灌区范围较大,南抵青衣江,北至南河,包括温江、乐山、雅安三地区8县农田130.6万亩;拟定干渠总长123公里,引水流量35立方米/秒。上报水电部后,同年12月部复文指出:“玉溪河流域小,水源不多,又缺少调蓄”,灌区范围及规模应进一步研究。

规划原则应为依靠群众,自力更生,以小型为主,蓄水为主,引蓄结合,综合利用,在充分利用当地径流和现有水利设施的前提下,引玉溪河水为辅,实行引蓄结合,长藤结瓜”。

先是,由省水电厅勘测设计院于1969年11月开始作初步设计,同年即进行施工准备。11月10日成立玉溪河工程指挥部,12月即破土动工,进行部分主体工程的兴建。1970年,在边勘测、边设计、边施工的情况下,开展建设工作。1971年4月,省革命委员会有关业务领导来工地,对原规划控灌范围进行审查,决定削减规模,灌区限于邛崃、蒲江、名山、芦山4县,控灌面积50.4万亩,设计引水流量减为30立方米/秒。1971年10月25日,将工程划段包干,由温江及雅安地区负责组织施工,成立3个独立的工程指挥部,由省水利电力厅进行协调。鉴于渠首泥沙淤积严重,上游缺乏调节工程,于是由设计院规划五队进行补充规划,11月提出补充规划报告,提出兴建金鸡峡大型水库方案,引水流量增为60立方米/秒,并拟修建镇西山二号隧洞,使控灌面积增为133.7万亩。在边勘测、边规划、边修改的情况下,1973年6月设计组提交了初步设计成果。随之开展技施设计。1975年春,枢纽布置方案研究确定,同年5月,完成了施工图设计。但设计文件一直未正式审批。

在施工测量阶段,测量人员付出了艰辛劳动。由于干渠前段环绕镇西山、天台山山坡行进,多数地段为雅安砾石层,山高坡陡、荆棘丛生,人烟稀少,测量人员需翻越相对高数百米的羊肠小道,加之阵雨频繁,行步泥泞。最后测量成果达到了设计所要求的精度,圆满完成了设计前期工作。

1969年2月,省革命委员会生产组确定以民办公助的原则兴建玉溪河引水工程。3月15日成立工程筹备组,配合设计院第三测量队、钻探队、水文组、设计组进行测绘及施工计划工作。5月16日,成立工程革命委员会(后改称“领导小组”)。10月7日,工程领导小组成立,设置办事机构。10月10日,灌区各县调集民工进入工地,开始修建自邛崃县高何公社竹片厂至长征大队翻越镇西山的施工公路15公里;11月中旬,镇西山隧洞正式动工。

1970年8月,成都军区副司令员王东保到工地了解情况,研究决定由雅安、温江两个军分区派干部领导施工。11月26日,王东保再到工地了解,对领导关系进行了调整。1971年4月,调温江军分区副参谋长周三旺任领导小组组长。10月下旬,召开工程会议,决定由温江、雅安两地区分段包干施工。12月,撤销工程领导小组,由省水电厅统一领导施工。

玉溪河引水工程引水枢纽位于芦

山县宝胜乡长征村青衣江金鸡峡出口弯道凸岸下游,设拦河闸坝一座,坝型为浆砌条石溢流重力坝,坝高 20 米,坝顶长 165 米,在右段 65 米主河槽上设有泄洪闸门 5 孔,配弧形闸门宽 10 米,高 7 米,设计单宽流量 70 立方米/秒。左段为溢流坝段,长 43.6 米。另有潜埋式冲沙闸 2 孔,设平板闸门宽 6 米、高 2 米。进水闸位于左岸镇西山隧洞进口处,为开敞式,设平板闸门宽 7 米、高 3 米。拦河坝以上蓄水库容为 64 万立方米。

主干渠经过长 4.8 公里的镇西山隧洞后,沿邛崃山麓环绕,高程在 800 米以上,外临陡坡,内倚峭壁,经邛崃县高何、天台、太和及名山县建山、中峰等乡,于赵沟入百丈水库。穿越溪沟 140 余条,地形地质复杂,交通不便,滑坡、崩塌频繁,泥石流亦时有出现。干渠总长 51.8 公里,在里程 35 公里处的横山庙集中落差 44 米,尾部赵沟集中落差 61 米。主要建筑物有镇西山、天台山(长 2.35 公里)、癞巴石(长 2.32 公里)等隧洞 14 处,总长 11.52 公里;渡槽 13 处,总长 960 米;暗拱渠段 53 处,总长 2.98 公里;各种类型的渠道加强段 52 处,总长 3.26 公里。隧洞、渡槽、暗拱的渠段即占全长的 37%。此外,尚有分水闸、节制闸、泄洪闸、涵洞、接水、人行桥、放水洞等 437 处。明渠部分均以浆砌条石或卵石、混凝土衬砌,达到“三面光”。

闸坝所在是一条流域面积 1080 平方公里的山区河流,洪枯水量变化甚大。1~3 月最枯流量 9~13 立方米/秒;6~10 月最大流量可达 2790 立方米/秒。截流分两步进行,首先在砂砾石地基上建浆砌条石纵向围堰及溢流重力坝,使水流导向右边河槽;然后再作左岸导流洞。在闸坝施工时,因石料开采量大,而当地又缺乏石工,于是动员各公社青年向老石工学习开料。后因条石开采费工,建筑物改为外包条石,内填块石。

几处较长隧洞,均由省水利工程处专业队施工,一般采用全面开挖,双面掘进,先墙后拱,边挖边衬的方法。镇西山隧洞进口处设两个支洞,一个斜井。天台山隧洞因斜井不够经济,仅有进出口两个工作面,通风散烟皆有困难,在两座隧洞中段还曾出现瓦斯,工人进洞常致昏晕,后来改用湿钻法。癞巴石隧洞有 3 个支洞,在掘第一支洞时,因掘进 30 米未加护衬,以致冒顶垮塌而报废,以后将轴线内移另作。在穿越断层处又垮塌严重,几乎将十多个施工人员封堵在内,当时曾停工一月,再行抢工浇筑。由于民工对隧洞施工经验不足,又缺设备,掘进进度甚慢。在雅安砾石层中开挖隧洞,一般均用人工掘进,禁用爆破,边掘边衬。邛崃五面山支渠大山岗隧洞(长 1 公里)即因爆破造成进口段 300 米中垮塌“开窗”7 处,最高的一处达 30 米。后

采用以木料扎排投入塌孔,待稳定后再加条石衬砌,并用钢筋混凝土加固。

干渠上的建山渡槽,全长 299 米,为双排架等弯矩双悬臂支承,最大跨度 27.7 米,U 形槽身内半径 1.8 米,竖直段 0.8 米,设计流量 20 立方米/秒。萧家湾及横山庙渡槽,均为钢筋混凝土排架 U 形薄壳渡槽,施工采用满堂式脚手架现场浇筑。有些渡槽墩采用竖井施工法,肋拱渡槽曾用独脚扒杆与电动卷扬机吊装焊接。

干渠土石方开挖均用人工。当地雨日特多,经常满地泥泞,施工十分艰苦。所有水泥、河沙、钢材等材料以及给养物品,均由汽车运至山下公路,再以人工沿陡坡小径背运上山。

1974 年 6 月 17 日,天台山隧洞贯通。8 月 31 日,镇西山隧洞贯通。1976 年 2 月,獭巴石隧洞贯通。干渠其余工程亦均有进展,但进度缓慢。加之“文革”期间,管理混乱,各种事故常有发生。1972、1973、1975 年洪水也都会造成一些损失。其中 1975 年 7 月 25 日洪水冲走木材、水泥、机具、损失达 11.5 万元。1972~1976 年工地共发生火灾 9 次,其中 1973 年工程 4 队与 6 队库房起火,损失 27.9 万元;1974 年 6 月,蒲江指挥部火灾,损失 64.2 万元。1976 年 6 月,邛崃指挥部因炒中药大黄造成火灾,使房屋付之一炬,损失 29 万元。在隧洞施工中,亦曾发生重大伤亡事故。

1977 年 1 月下旬,在温江召开工程座谈会,进一步采用大包干办法,停支保干(停止支渠施工,集中人、财、物,加强和加快干渠施工),使建设进程有了良好转折。省水利局组成工作组,局长苗逢澍兼任组长,巩坚璧任副组长,加强施工领导。3 月上旬,再次召开会议,包干投资、器材、工程量。12 月 30 日,干渠建成,1978 年 1 月 20 日正式通水至百丈水库。据 1981 年统计,全部工程完成土石方 1134 万立方米(其中石方 558 万立方米),砌石工程 76.4 万立方米,混凝土工程 20 万立方米。耗用钢材 0.34 万吨,水泥 9.8 万吨,木材 2.2 万立方米,投入劳力 0.4 亿工日,总投资 1.26 亿元(其中国家投资 0.92 亿元)。

灌区内共有中型水库 1 处(百丈水库、土坝高 28 米),总库容 2000 万立方米,小型水库 45 处,总库容 2284 万立方米,山平塘 1740 处,总蓄水能力 1156 万立方米。总灌溉面积 86.6 万亩。并利用干支渠跌水建水电站 15 处,装机 1.75 万千瓦。

据“三查三定”,玉溪河引水工程渠首砌石重力坝高 20 米、长 164.8 米,坝顶高程 830.2 米。设有胸墙式进水闸 1 孔,平板钢闸门宽 7 米、高 3 米,闸底高程 828 米,设计进水流量 32.5 立方米/秒。另有胸墙式冲砂闸 2 孔,平板钢闸门宽 6 米、高 3 米,闸底高程 823.4 米,设计冲沙流量 309 立

方米/秒。开敞式泄洪闸 5 孔,弧形钢闸门宽 10 米、高 7 米,闸底高程 824 米,设计泄洪流量 3730 立方米/秒。干渠长 51.46 公里,实际过水能力 24 立方米/秒。干渠上共有隧洞 15 处,总长 12.31 公里;渡槽 18 处,总长 1.16 公

里;倒虹管 55 处,总长 3.55 公里;另有涵洞 56 处,跌水 2 处,分水闸 7 处,节制闸 6 处,泄水闸 12 处。以下有支渠 12 条,总长 285 公里。有效灌溉面积 50.36 万亩。

玉溪河引水渠系统计

表 2—2—4

渠 名	长 度 (公里)	实际流量 (立方米/秒)	分水洞 处数	有效灌溉面积(万亩)			管 理 站 名
				田	土	合计	
干渠	51.46	51	53	3.99	0.72	4.71	进口、太和、建山
芦山左支渠	15.05	2.5		0.64		0.64	进口
芦山右支渠	23.12	1.5		0.47		0.47	进口
天沙支渠	43.30	7.0		1.07		1.07	进口
百丈左支渠	15.00	2.5		3.28	0.22	3.50	大塘
百丈右支渠	23.00	7.0		7.64	1.65	9.29	大塘
团结堰	54.93	5.0		11.76	1.34	3.10	大塘
临溪河	23.80			3.35	0.03	3.38	大塘
万星支渠	29.40	2.3		6.48		6.48	大塘
建西支渠	7.10	0.5		0.65		0.65	建山
名左支渠	25.70	2.5		3.77		3.77	建山
中廖支渠	7.60	0.5		1.60		1.60	建山
临南支渠	17.00	1.0		1.14	0.56	1.70	建山

### 第三章 蓄水工程

四川盆丘地区,农田分散,加以季风气候,冬春稀雨。至迟在 1000 余年前的唐宋时期,随着水稻的大量种植,逐步发展为秋冬蓄水、来春一季插秧的冬囤水田。50 年代初四川 5000 万亩水田中,冬囤水田占 4000 万亩。民国时期 40 年代,在巴县、富顺等地已有蓄水水库建设,但库容小,数量少。建国后,1952 年春,梁平县建成土坝高 13.3 米、库容 615 万立方米的张星桥水库,是四川建成的第一座库容百万立方米以上的蓄水灌溉水库。1958 年,四川全省在已建库容 1000 万立方米以上的 5 座中型水库和库容 100 万立方米以上的 105 座小(一)型水库的基础上,各地广泛发动群众,当年动工 31 座中型水库和 238 座小型水库。由于施工面广、技术要求跟不上,更主要的是丘陵地区地形复杂,输水渠系工

程艰巨,许多水库建成淹地,而不能发挥效益,导致 60 年代初有多处水库扒坝退水还耕,改行机电提灌。因机电设备供应困难,提水成本高,到 60 年代末至 70 年代初期,又兴起修建蓄水库、改造冬囤水田热潮。这一时期兴建的不仅有大量的中小型水库,同时有都江堰扩灌的黑龙滩、三岔、鲁班及嘉涪地区升钟等 4 座库容 1 亿立方米以上大型水库。截至 1985 年除上述 4 座大型水库外,已建成并发挥效益的有中型水库 106 座,小(一)型水库(库容 100~1000 万立方米)1271 座,小(二)型水库(库容 10~100 万立方米)12342 座,总库容 85.0 亿立方米,连同塘、堰蓄水,保证农田有效灌溉面积 2200 万亩以上。在水源有保证条件下,全省冬囤水田面积由 50 年代初 4000 万亩下降到 1985 年的 2045 万

亩。

## 第一节 大型水库

### 一、升钟水库

升钟水库坝址位于南部县升钟区碑垭庙,拦蓄嘉陵江右岸支流西河流域内当地径流,总库容 13.39 亿立方米,是省内调蓄径流、以灌溉为主的大型水库。

1952 年查勘嘉涪地区时,即曾提出升钟水库修建方案。1956 年省水利厅规划队进行嘉涪地区灌溉规划,又一次提出。至 1957 年,在农业合作化推动水利建设的形势下,南部县农林水利科提出修建升钟水库的建议。1958 年 3 月,四川省水利厅派规划队再作规划,并进行测量、钻探,其坝址位置曾提出了碑垭庙、李家坝、庙岩头三个方案,最终选定碑垭庙,并在图上进行了工程布置。1959 年根据规划、勘测,进行设计,不久成立工程指挥部,修建了施工公路,后因经济困难而停顿。

1972 年 3 月,决定由省水利水电勘测设计院正式进行初步设计。当年 5 月至 1975 年 11 月,两次进行中间方案设计,并补充修改材料,初步设计修改 6 次后,方提出报告。1975 年 12 月经水电部规划设计院审查,国家计委于 1976 年 3 月批准修建。由于考虑

因素较多,技施设计阶段很多建筑物均重新作方案比较,至 1976 年 4 月南充地区组成升钟水利工程指挥部开始施工时,技施设计仍在进行。又由于施工方案与原批准的初步设计方案不同,为了满足施工需要,1977~1978 年复进行扩大初步设计,实际上技施设计在 1979 年方告完成。此后,在溢洪道施工中揭露出的地质情况,与设计所依据的资料,又有新的变化,1981 年 3 月水电部工作组现场检查中提出补作地质勘探,并修改设计;同时,为提高供水质量,考虑加设表层取水工程。1981~1982 年补作可行性研究及单项初步设计,1983 年完成表层取水部分技施设计。全部设计工作,至 1984 年结束。

1976 年 4 月,工程指挥部组织南充、南部、蓬安、西充、阆中等县市民工 2 万余人,按民兵建制,进入工地,修建工棚、道路,进行“三通一平”及条石备料,并开挖临时导流隧洞。开工后因参加单位较多,又成立升钟水库会战指挥部。1977 年 7 月,省水利工程处参加施工,承担主体工程大坝的修建,当年 12 月 8 日大坝破土动工。1978 年 5 月,组成升钟水库工程领导小组,

明确为省属工程,由地区负责施工。11月成立由省政府领导,省水电厅及南充地委参加的现场指挥部。同年9月临时导流隧洞建成;按群众性施工方法修建围堰,当时有专业施工队伍2000多人。1979年5月,建成截流围堰,6月,建成放空隧洞。当时决定枢纽部分由省水利建设工程公司按机械化方法施工,渠道工程则由地县施工力量完成。至1982年8月,大坝建至设计高度,中经4个汛期的拦洪及泄洪考验,其间,在1979年还组织了冶金部第五、第二十、第二十七冶金建筑工程公司、核工业部二十三、二十四公司等单位参加修建。1984年7月在现场召开阶段验收会。主体工程于1986年底结束。

在右总干渠修建中,1979年因财政困难一度停建,1982年复工。

升钟水库以灌溉为主,兼有防洪、发电、渔业、旅游等经营目标。主体工程由大坝、溢洪道、放空隧洞、放水隧洞、左右总干渠及左分干渠进口、电站等组成。

坝址处出露基岩为白垩系城墙岩群剑门关砾岩组,河床35~43米以下为侏罗系重庆群蓬莱岩组,属内陆湖相沉积,相变甚大。岩层以砂岩为主,间夹有粘土岩、泥质砂岩、砂质粘土岩,岩层近于水平,无大的构造断裂。左右岸各有一由岸边卸荷裂隙切割砂岩造成的滑坡体,但规模不大。地下水

以砂岩裂隙潜水与松散地层孔隙潜水为主。坝址处河谷略呈U形,谷底宽80~100米,纵坡平缓。水库流域位于鹿头山暴雨区与大巴山暴雨区之间,多年平均降水量1040毫米。坝址控制流域面积1756平方公里,多年平均径流量5.69亿立方米,多年平均流量177立方米/秒。设计洪水流量(千年一遇)为9350立方米/秒,校核洪水按最大可能降水推算,其流量为14400立方米/秒。流域内植被较好,多年平均年输沙量为275.8万吨。

水库正常高水位为427.4米,最低工作水位410.2米,设计洪水位429.6米,校核洪水位432.1米,汛后超蓄水位428.1米。总库容13.39亿立方米,有效库容6.72亿立方米。

大坝为粘土心墙石渣坝,坝顶高程433米,坝底高程354米,最大坝高79米,坝长420米,顶宽9.8米。上游坝坡为1:3,在404.5米高程以下结合斜墙围堰,坝坡分为三级,其边坡系数分别为3、3.5、4;下游坝坡为1:2.7;最大坝底宽度为528.15米。

心墙以粘土及亚粘土填筑,顶部高程432米,顶部厚度为3米,下部最大厚度为37米。底部设有混凝土底板及钢筋混凝土齿墙。河床部分设有三排水泥帷幕灌浆孔,孔深为16、40、24米,排距为2.5、1.8米;其后又在浅、深帷幕之间加设一排丙凝化学灌浆孔,孔深16米;同时又作固结灌浆。心

墙基础均设锚筋。

坝壳利用开挖渣料填筑,与心墙交错处设有砂卵石过渡带,其间又有反滤层,上游反滤层自 390 米高程开始。为防深层滑动,坝体下游部分设压重体,其平台上设有三个排水竖井,以排水沟通出下游。

施工初期所建上游最大围堰高 47 米,以石渣料填筑,粘土斜墙防渗,并作为坝的一部分。共分两期修建;第一个冬春先作长 260 米、高 6.7 米的围堰,由左岸开临时性明渠排水;围堰末端作成浆砌条石溢流体,正中留一泄洪槽。同时掘进的临时导流隧洞,断面为上圆下方,宽 5.5 米,高 10.5 米,长 543 米,最大导流量 886 立方米/秒,以条石衬砌。第一期围堰完成于 1977 年 4 月。次年导流隧洞通水,1979 年 4 月第二期围堰填筑至 405 米高程,保证抗御百年一遇洪水,使大坝得以全面施工。

1977 年 12 月,进行坝基开挖。劳力以民工为主,工具以锄、钎、锤及架车为主,将地基覆盖层全部清除,密实砾卵石夹砂层则保留作为坝基。心墙基础则挖至弱风化基岩。在基岩开挖中,采取浅孔分层爆破,至接近基础面 0.5 米时,改用人工凿打。

心墙底板混凝土分三层浇筑,厚度分别为 1、1.5 及 0.8 米。齿墙高 2.5 米。在与岸坡连接处,底板厚度变为 1.5~1 米,齿墙高度变为 2.5~

1.5 米。第一、二层混凝土曾用轻轨斗车运送,第三层及岸边部分,采用容量 1 立方米的混凝土罐,以简易缆索起重机送入溜槽,再入仓振捣。

基坑开挖过程中,河床段基岩风化破碎带多处渗出地下水,曾以棉纱与水玻璃封堵,未获成功。致在混凝土浇筑时,接触面不够密实,后来采取灌浆处理。右岸卸荷裂隙因被浇筑木模所封盖,未能用齿槽加以切断,此后又增加锚筋加固,并作灌浆处理。左岸浇筑中亦曾出现质量问题,经检查发现,加以纠正。底板浇筑后,曾普遍出现 0.4~2.5 毫米宽裂缝,深 1.5~2.5 米,其中较大裂缝 69 条,均凿槽灌注环氧砂浆,后又钻骑缝孔及斜孔,灌注环氧浆液封堵。

基础灌浆次序,为先固结、后帷幕;先周边、后中间,逐渐加密;先浅、后深;先上下游;后中排。

心墙施工全为机械化,采料场由推土机剥离表土,挖土机上料,翻斗汽车运输,上坝土料以推土机推平,以牵引式羊足碾压实。碾压方式采取进退错距法,铺土厚度 20~25 厘米,粘土碾压 18 遍,亚粘土碾压 24 遍,周边则用电动蛙式夯夯实。为控制填土含水量,取土前测试天然容重及含水量,不合标准者均进行处理,不予上坝。工地各处,均设有专人把关,反滤砂料先取自西河,因储量不足,且质量较差,于是改在坝区砾卵石夹砂层中筛取粒径

小于5毫米的纯砂。填筑反滤砂时,采用两面加档板,逐层填筑,每层厚20~25厘米,宽70厘米,注水饱和,并以平板振动器振捣6遍。过渡带铺料厚度为70~80厘米,充分洒水后,以13.5吨牵引式振动碾碾压6遍。

坝壳石渣料取自右岸土地坝、新庙子料场,以及左岸开挖废渣,运距较短。上坝渣料以砂岩为主,亦有少量砂质粘土岩。料场开采方法,为风钻打眼,小型松动爆破与洞室中型爆破相结合。运料以自卸汽车上坝,控制渣料粒径小于6厘米,适当洒水,铺料厚度70~80厘米,要求含水量为6~12%。以13.5吨水冷牵引式振动碾碾压8遍,行车速度每小时1.7~2.2公里。周边50厘米宽以电动蛙式夯夯实。

大坝上游迎水面,按不同水位分别以砂砾料、干砌块石、浆砌块石或条石、混凝土等进行衬护。下游坝面压重体以外,铺双层砂砾料,以干砌条石衬护,坝壳外铺土厚15~30厘米,种植爬地草。

大坝工程中,土石方开挖量共51.42万立方米,总填筑量355.47万立方米。其中土料45.37万立方米,反滤沙3.02万立方米,砂卵石56.71万立方米,石渣240.33万立方米,浆砌条块石5.03万立方米;混凝土与钢筋混凝土5.01万立方米。帷幕灌浆总进尺23.93千米,固结灌浆4.44千米,化学灌浆2.89千米。

大坝溢洪道位于左岸垭口,按河岸式正堰布置,顺流向全长254米。闸室前进口设有喇叭段及渐变段,底面高程415米。溢洪道宽119米,设9孔弧形闸门,门宽11米,高12米,分别以2台45吨启门机控制。启门平台高程439米,共用检修平板门一扇。溢流堰顶高程418米,为真空驼峰低堰。闸室长32米,内设灌浆、排水、交通廊道。室后接渐变段32米,底坡为0.06,下为底坡0.16的陡槽,其水平长度190米。有两道隔墙将陡槽分为3股,用以加大单宽流量,避免贴墙冲刷。水流自反弧半径35米、挑射角30度鼻坎射出,鼻坎下端嵌入砂岩20米。溢洪道最大下泄流量为10020立方米/秒,最大流速为27米/秒。

溢洪道段于1977年冬开工,土石方开挖以爆破为主,采用挖掘机装渣,自卸汽车运输。其混凝土浇筑利用筛分楼、拌和楼、输送管、溜槽等设备。闸墩浇筑,是由翻斗汽车在拌和楼下接料,运入罐内,再以台吊起吊入仓,以全围式钢模连续上升。

由于闸室地基404.5米高程处有软弱夹层,摩擦系数仅0.22,为加强稳定性,除采取结构分缝外,并设锚筋抗剪桩,这一措施当时在国内是比较先进的。

溢洪道段土石方开挖量为152.77万立方米,混凝土及钢筋混凝土浇筑量14万立方米。耗用钢筋

2633 吨,金属结构 993 吨。帷幕灌浆进尺 18.4 千米,固结灌浆 9.2 千米。

放空隧洞位于大坝上游西河左岸,全长 408.5 米,纵坡 1/500。为钢筋混凝土圆形有压隧洞,内径 8 米,进口喇叭段长 13 米,为整体式钢筋混凝土结构,断面为矩形,进口底板高程 372 米,后接渐变段,由宽高皆为 8 米的方形断面渐变为圆。在距进口 104.5~110 米处为竖井段,内设宽高均为 8 米的堵水平板闸门一扇。隧洞出口设宽高均为 6 米的弧形工作闸门,闸室长 40 米。隧洞最大下泄流量 910 立方米/秒,最大流速 19 米/秒,5 年一遇洪水放空时间为 19.5 天。为减少泄流时产生立轴漩涡,隧洞进口顶板上设有 A 型排架与面板构成的截流墙。由于出口段地基软弱夹层摩擦系数为 0.24,计算水推力有 1020 吨,故弧门牛腿及闸室设计成整体式结构,平面及立面皆形成框架。

隧洞穿过的主要岩层为白垩系砂岩与粘土岩互层,产状近于水平,多剪切裂隙及卸荷裂隙,较为破碎,裂隙水渗出对粘土岩有软化及膨胀作用。洞身开挖采取全断面正台阶掘进法。弧形导坑高 3 米,导前 3 米,周围用光面爆破;台阶则水平与重直炮眼并用;导坑与台阶一次爆破成型。以两台耙渣机配合人力斗车,以及 1 立方米柴油挖掘机配合自卸汽车两种方式出渣。月进尺 30~50 米,最高达 65 米。开挖

后,洞壁采用锚杆支护及喷混凝土支护两种方式。锚杆为 $\varnothing 16$ 毫米的楔缝式砂浆锚杆,其长为洞径的 1/3,每平方米设置一根,每米进尺共设 13 根,径向均匀布置,危岩处则予以加密。易于泥化剥落的粘土岩顶棚,则以 $\varnothing 16$ 毫米钢筋编网,网上再以 8 号铁丝编成 10~20 厘米网格,喷射 10 厘米厚混凝土衬护。

竖井施工,采取中部直径 2.2 米溜渣井导渣法,自上而下一次钻孔,再自下而上分层爆破贯通,然后又将井圈自上而下分层扩大开挖。井壁以锚杆支护。

隧洞洞身开挖分两次进行,底拱浇筑段占圆心角  $91^\circ$ ,弧长 6~11.5 米,顶、边拱与底拱间设纵向施工缝,中有止水。施工段分缝设环向止水,根据地质情况加设伸缩缝,中设沥青油毡与橡胶止水。底拱混凝土浇筑,采用牵引式钢滑模,滑模长 4.65 米、宽 5.74 米、高 1.16 米。成型部分被滑轨分成三块,中块呈 V 形,两边为长方形。模板前大后小,锥度为 1/4,滑模面板以 3 毫米钢板焊制。混凝土由斗车送入滑模工作平台直接入仓,振捣后一小时脱模,随即进行人工抹面。顶、边拱采用自行车式钢模台车,钢模由 3 块拱形模板铰接,单宽 3 米,每块重 9 吨,台车重 7.5 吨,由两台 3.5 千瓦电动机带动。台车上设 4 台电动螺旋千斤顶,两侧设 4 台手动螺旋千斤

顶。边拱混凝土由皮带机送至溜槽入仓,顶拱则由混凝土泵压送入仓。竖向运输由多台皮带机串联实现,为便于移动,皮带机及压浆泵皆安在特制的活动台车上,由钢模台车带动。

竖井衬砌先以人工丝杆提升滑模施工,后改用卷扬机提升,滑模安在设有桁架、平台、吊架的提升架上,以滑轮、钢轨上下运行。

隧洞出口闸室边墙混凝土,采用垂直提升滑模施工,以 25 号工字钢制成导轨,其下端固定,上端用风缆固定。

隧洞灌浆,按先拱部后回填固结方式。均按次序加密,对称进行。回填、固结均用张压式灌注法,浆液由稀逐级加浓。灌浆孔以注浆器封堵,借助压缩空气将砂浆高速射流入孔。

隧洞工程自 1977 年 8 月底开始动工,至 1981 年 1 月全部告成。完成工程量为:进出口开挖 1.05 万立方米,洞挖石方 3.87 万立方米,混凝土及钢筋混凝土 2.64 万立方米;耗用钢筋 1294 吨,金属结构 264 吨,固结灌浆进尺 3.42 千米。

右总干渠进口位于大坝上游约 20 公里处右岸的铁边乡广佛寺,进口底板高程 405.5 米,原为深式进水口,后改为表层取水结构。进口前有明渠 1 公里,底宽 9 米,接 350 米长暗渠。进口设计流量为 45 立方米/秒,加大流量为 50 立方米/秒。水位在 414 米

以上以表层取水结构取水,经水电站后再由灌溉输水隧洞进入总干渠。

表层取水闸长 13.4 米,高程 429.5 米以下为闸墩,墩厚 3.5 米;以上为空间双层排架。取水闸门为顶溢流下降式,表水由门顶泄出,结构型式独特。设有双层平板定轮闸门,闸室净宽 8 米,门高 5.65 米。在高程 410.2~405 米部分设有 5.5 米高的上升定轮闸门,作为低位取水及安全门。电站前池后的进水闸底高程为 405.5 米,设宽、高均为 3.5 米的工作闸门。为便于调节流量,在高程 413.3 米处设锥形阀,其直径 2 米。工作闸门前又设有宽 4.5 米、高 3.5 米的检修闸门。

灌溉输水隧洞名为铁边隧洞,全长 2689 米,底坡 1/2000,为无压隧洞。采用三心拱直墙断面,底宽 5.8 米,直墙高 4 米。进口段开挖宽度 7.2 米,高 7.94 米,上部三心拱半径分别为 2.94 及 4.6 米。进口段 300 米采用封闭式框架钢筋混凝土衬砌,厚 80 厘米;除与支洞交叉处出口段外,均为浆砌条石衬砌。隧洞通过地层以白垩系砂岩为主,较为完整。开挖采用上下导坑,先拱后墙方式施工。1978 年 7 月隧洞开始开挖,初期以人工风钻打眼,电引爆破,机械装渣,人力斗车配合卷扬机斜坡提升,为半机械化施工法。1979 年 1 月,改用正台阶全断面开挖,将断面分为两层,顶部用光面爆破,以下用普通爆破。钻孔最多时全断

面有 93 个,炮眼总深达 173 米。爆破后利用洞内外温差通风散烟,顶拱采用喷锚支护,实行两掘一锚循环作业,白班为锚工,中班为喷工,最高月进尺达 80 米。顶拱混凝土采用钢模台车、拌合机拌料、人力斗车运料,混凝土泵压入。边墙条石衬砌采取先墙后拱,再砌底板,均为人工操作。

左分干渠进口位于大坝上游约 5 公里左岸的皂角乡蒙垭庙,进口底板高程 407.3 米,下接圆形有压隧洞,长 657 米,直径 2.3 米,设计流量 6 立方米/秒,加大流量 7.2 立方米/秒;中设竖井。进口采用圆筒伸缩闸门表层取水结构。自高程 429.5 米的检修平台至门门槛高差 16.5 米,采用双跨 4 层框架钢筋混凝土结构,闸墩高程 413.5 米,上立 8 根立柱,上端进水喇叭段固定在检修平台上,有交通桥与岸边相通。启门平台为双层排架,其高程为 437.7 米。圆筒闸门自上而下由直径 3.4 米、长 0.8 米的喇叭段及 4 节单筒构成。单筒直径分别为 2.4、2.2、2.0、1.8 米;长度分别为 3.3、3.3、3.6、4.0 米。圆筒闸门全收缩后最小高度为 5.12 米,全伸长后最大高度为 9.68 米。在隧洞进口、圆筒门前,设有宽、高均为 2.3 米平板闸门,除作低水位取水外,并可在圆筒门发生故障时启门放水。高程 413.5 米以下闸室,结构为钢筋混凝土方形三通,与隧洞方形进口及底孔门相连。在隧洞出

口处又设有水电站引水支洞,其直径为 1.8 米,长度为 33.1 米。

升钟水库建设正值“文化大革命”时期,施工与设计交叉进行,造成一些被动局面。放空隧洞工作闸门设在出口处,是在开挖基础完成后不得已而采用的,既不够合理,又增加投资。大坝基础防渗,采用低压厚帷幕方式,是因未设灌浆廊道所致。此后,施工中亦曾发生两次重大事故。1980 年 6 月 15 日晨 6 时,因暴雨产生洪水,进库流量达 2400 立方米/秒,于是立即提升临时导流隧洞闸门,至 13 时洪水继续上升,在检查闸门时,忽然闸门失控下落,关闭了泄洪隧洞。此时大坝尚未完建,如翻坝出险,后果不堪设想。幸当日 20 时水位升至 23.28 米后逐渐消退,未酿成大祸。最后由重庆市交通局、长航水下作业组以缆索将船固定在洞口处,沉下几块大钢板在闸前形成静水区,再由潜水员下水探测,将闸门吊出水面切割。同年 11 月 24 日浇筑放空隧洞出口弧形闸门钢筋混凝土大梁时,三个溜筒仅用了两个,造成浇筑面未能同时上升,当二期混凝土入仓时,溜筒下面形成堆积体,既未及时处理,又误用振动器平仓,使大面积混凝土漏振,大梁出现空洞。此事发现后曾对空洞加以清理,浇注掺入铝粉的 250 号低塑性混凝土,并埋管进行环氧浆液灌浆补强。此次质量事故造成损失约 11 万元。

## 二、黑龙滩水库

黑龙滩水库是东风渠第五期工程的大型围蓄水库,也是省内最大的围蓄水库,总库容 3.6 亿立方米,主要控灌仁寿、井研 106 万亩耕地。

早在 50 年代初期,黑龙滩水库选点即已开始,当时名为倒石桥水库。1953 年,省水利厅第三查勘队最早提出在岷江上建库,以控灌丘陵区方案。1958 年 6 月,省水电厅第二河流规划队在《岷沱长地区灌溉工程规划报告》中,又提出延长东山东南干渠,并建倒石桥水库。1960 年 4 月,省水利勘测设计院在《东山东南干倒石桥水库初级阶段勘测设计任务书》中,规划上坝段坝高约 68 米,下坝段坝高约 76 米,库容 6.8 亿立方米。当时曾在坝址河谷左岸开挖勘探平洞,沿坝线钻探 3 孔。

1969 年秋,仁寿县进行全县水利规划。次年 4 月,在原规划方案的基础上,上报《关于修建黑龙滩水库工程的规划报告》,经乐山地区及省计划委员会核准同意,纳入 1970 年度地方基本建设计划。6 月,委托省水利电力学校承担建库的勘测设计任务,由张传榜任勘测组长,周天佑任设计组长,组织教职员工 132 人奔赴仁寿。其中 63 人率先组成 3 个测量队,开展库区 1:5000 地形测量,在暑中爬山涉水,历尽艰辛,连续作业 57 日,完成地形测量 55 平方公里。设计组身住草棚,

以桩架代桌,开展水库枢纽、总干渠及分干渠的设计工作。同期,仁寿县组成工程指挥部,崔二奎任指挥长。7 月,开始修建高店至水库坝址的施工公路,研究移民安置政策及财务管理问题,并出刊《工地战报》。同期,省水电厅业务组、东风渠管理处研究决定:黑龙滩水库地区径流不足,应纳入东风渠供水,引水流量 22 立方米/秒。9 月,仁寿报送《东风渠五期工程仁寿县黑龙滩水库工作设计任务书》。10 月 1 日,水库大坝破土动工。当时省革命委员会负责人要求工程“一年建成,两年扫尾;明年蓄水,后年受益”。于是在边勘测、边设计、边施工的条件下,投工 2.18 万人兴建。

黑龙滩水库大坝位于岷江上游段、长滩河与阴溪沟汇合处下游 200 米。坝址河谷略呈 U 形,底宽约 50 米,顶宽约 350 米,两岸不对称,右岸坡角约 22°,左岸较陡,坡角约 46°。出露地层为白垩系嘉定统下部砖红色泥质砂岩,强度较低。岩层走向近于南北,倾向西 20°~25°东,坝址处属单斜构造,节理不甚发育。坝基风化深度一般为 6 米,最大达 11 米;右岸风化深度最大为 8~17 米;左岸 3~5 米。风化带内裂隙较发育,张开可至 2~8 厘米,充填粘土。地基夹泥面近于水平,微倾下游,对坝体抗滑不利。两岸软弱层严重透水,又不利于防渗。地基砂岩湿抗压强度 90~130 公斤/平方厘米,

软化系数 0.3~0.5,弹性模量平均 1.15 万公斤/平方厘米,且易风化,石料场砂岩强度亦低。由于当地缺乏土料,故采取砌石坝型。考虑到建拱坝虽需料石较少,但地质条件不够理想,且河谷不对称,难以采用。经研究,按砌石重力坝设计,将坝轴线作成弧形,以利用其成拱作用。

大坝坝顶高程 487.2 米。坝址河谷最低高程 437 米,基础开挖深度 3~5 米,最大坝高 55 米,坝顶宽 6.6 米,坝顶长 271 米,坝底宽 52 米,迎水面坝坡为 1:0.1,背水面坝坡分三级,自上而下分别为 1:0.63,1:0.68 及 1:0.8。在变坡点高程 468 及 454 米处,各设一宽 1.4 米的马道。坝轴线弧形曲率半径为 500 米。在坝体高程 440 米处设纵向廊道,其断面为半圆拱直墙式,净宽 2.5 米,净高 3.5 米,侧墙高 2.25 米,其上游侧距迎水面 6 米。在左岸高程 450 米、右岸高程 468 米处,分别连接宽 1.5 米、高 2.1 米的横向交通廊道。沿坝轴线设有 5 道横向沉陷缝,近迎水面设置三道塑料止水带,相邻止水带间设置一条沥青柱,近背水面以低标号水泥砂浆充填。坝体内设有观测用的单向应变计 2 支,渗压计 4 支,测压管 10 支。基础设置两排防渗帷幕。第一排距迎水面 6 米,孔距 1.5 米,孔深 40 米,第二排与第一排相距 1.5 米,孔距 1.5 米,孔深 30 米。其后 4 米有排水孔 1

排,孔径 10 厘米,孔距 3 米,孔深 9~10 米,坝体内设有微带斜向的排水孔一排,孔径 10 厘米,孔距 3 米。通向纵向廊道,由宽 0.6 米、高 1.2 米的横向排水廊道,排出渗水。

黑龙滩水库控制集雨面积 180 平方公里,多年平均来水量仅占总库容的一部分,主要由东风渠引洪期余水囤蓄。考虑临近汛期时水库水位较低,频率为 1% 的洪水可以滞纳,故设计时未作溢洪道。在距坝址 1 公里的库区右岸分水岭处,开挖圆形有压隧洞,作为库水放空洞兼作施工导流洞。进口洞底高程 450 米,洞径 2 米,长 105 米。因放空机会较少,故不用深水闸门控制,仅以大型铸铁锅嵌口封固,锅厚约 2 厘米,在需要开启时以爆破方法使铁锅破碎放水。

库区右侧有一系列低矮垭口,分别修建副坝 12 座,其中条石重力坝 8 座,土坝 4 座,以倒骑龙副坝为最高,其浆砌条石重力坝高 19.5 米,其余坝高为 3~7 米。

水库坝址上游 10 公里左支阴溪沟跳蹬河(接近仁寿县城)处,设有输水隧洞,长 1108 米。设计流量 30 立方米/秒。隧洞断面为三心拱直墙式,顶拱半径分别为 1.2 及 2.83 米,直墙高 2.8 米,净宽 3.8 米、净高 4.7 米。隧洞以浆砌条石衬砌,顶拱厚度 0.3 米,直墙厚 0.4 米。隧洞底坡为 1/600。由于输水隧洞位于库区支沟端部,为保

证取水,在进口处以高 14 米的土坝拦截支沟,其上游设高 19 米的塔式放水设施,以钢质平板闸门控制,闸下连接长 98.7 米的涵洞,出坝后经 110 米长的明渠进入输水隧洞。又因跳蹬河以上 200 米处的板厂沟流域面积为 22.7 平方公里,年来沙量约 5 万立方米,于是修建高 18 米的浆砌条石拦沙坝,以拦截泥沙。其上游坝坡 1:0.2,下游坝坡 1:0.8~1,坝顶高程 484 米。

水库渠系,共有总干渠 2 条,长 121.4 公里;分干渠 5 条,长 203.4 公里;支渠 8 条,长 143.2 公里。渠系建筑物共有渡槽 644 处,总长 52.2 公里;隧洞 805 处,总长 72.1 公里,倒虹管 126 处,总长 15.1 公里;暗渠 1144 处,总长 94 公里。渠系中连结中型囤蓄水库 1 处,即李家沟水库,库容 1150 万立方米。

大坝施工,是由仁寿县组织民工完成的,先开挖导流隧洞建上下游围堰。1970 年 10 月至 11 月底,河床清基工作结束;12 月 2 日开始填平基坑,做好坝前粘土铺盖,再分层安砌大坝。建至高程 440 米以上,即安砌廊道。同时将右岸导流改为坝体导流,将坝体分为两段修建,以导流沟为界,两边分别上升,至高程 447 米时封闭导流沟。为了抢在次年汛期前达到一定高度,坝体背水坡暂按 1:0.6 修建,基础开挖较设计减少深度 1.5 米,亦

未浇筑混凝土垫层,仅铺一层较薄的水泥砂浆。1971 年 9 月进行第二期安砌。大坝迎水部分原有 300 号混凝土防渗墙,高程 437 米以下平均厚 1.2 米;以上厚 0.8~1 米。至 469 米以上因水泥、碎石供应不上,遂改用 0.8 米厚的 500 号水泥砂浆砌条石防渗。在防渗墙施工中,因水灰比未严格掌握,质量不高。砌坝至高程 440~454 米处,因受帷幕灌浆干扰,质量亦受一定影响。此后,左坝肩与坝体间在高程 472 处出现裂缝,深约 10 米。由于上坝人数较多,施工面窄,存在抢工现象,砌筑质量难以保证。至 1972 年 3 月,大坝建成,共完成砌体工程量 18 万立方米,平均月进度为 1.3 万立方米,最高上坝民工人数近 3 万人。

1972 年 8 月,随着蓄水位的上升,坝体和廊道出现裂缝,至 1973 年 12 月已发展为 13 条,背水坝坡有 6 处渗漏,坝体排水孔每日排水约 200 余立方米,且带出大量含钙物质。省水利局、防汛办公室、省水利设计院、成都工学院等单位及时派人实地检查,建议增设溢洪道,并加固大坝。后决定仍由省水利电力学校进行加固设计,并补作地质工作。1974 年 2 月开始进行加固施工,并将基础开挖至高程 432 米。清基工作于 6 月结束,随之浇筑 1 米厚 100 号混凝土垫层,再安砌条石。加固中共增加坝体方量 8.5 万立方米,背水坝坡自第一级马道以下,

分别达到 1 : 1.46、1 : 1.65、1 : 1.75。同时由省水利局灌浆队进行帷幕补强灌浆及基础固结灌浆。整个加固工程于 1975 年 5 月结束,共加宽坝底 13.1 米,加高 35 米。随后即在放空隧洞上部石牛滚垭口,增建溢洪道,进口堰顶高程为 480 米,最大泄洪流量为 764 立方米/秒,设钢质弧形闸门 4 扇控制,门宽 8 米,高 5 米。放空洞亦加作钢筋混凝土衬砌,洞口改用闸门启闭。加固后,经 14 年运行观测,坝体最大沉陷为 3 毫米,随水位升降过程,坝顶中部有向下游位移 3~9 毫米的现象,坝体裂缝经处理后未再发展。整个工程共作土石方填挖 0.42 亿立方米,砌体 315 万立方米,混凝土 3.6 万立方米,先后投工 1.37 亿工日,国家投资 1.02 亿元。

黑龙滩水库施工中,广大民工发扬了艰苦奋斗的精神。金鸡公社党委副书记王九和生病吐血,仍顶风霜、踏泥水,与大家一起拣卵石,曾一天取石 230 余公斤,还常为民工送饭、洗衣。老农杨绍荣患中耳炎,脓血自口中流出,仍坚持劳动,不肯休息。民工王子良主动演习石工,手负重伤仍不气馁,后不幸在 1971 年 4 月施工事故中遇难;其兄王光普、其妹王述先,均争相到工地继其遗志而劳动。60 岁的民工胡少云,处理隧洞塌坑,连续工作 3 昼夜未休息。衬砌隧洞拱石时,木工任维祥自制绞车,以细钢丝绳起吊,大大提

高了工效。在水库修建中,还得到了广大群众的大力支持。1971 年,双目失明农民吴兴国将 0.75 公斤干海椒与一头架子猪送给工地。石佛公社敬老院 7 位老人将共同喂养的一头肥猪,也赠给工地,使民工十分感动。

工程建设中最大的一次伤亡事故,是 1972 年 4 月 3 日修建东干渠桥儿河渡槽时,因排架基础开挖不彻底,加上雨后形成软基,发生沉陷,槽壳下塌,使边柱折断,槽下浇筑的民工 26 人被压致死,槽壳上民工 4 人被抛出轨外重伤,其中 1 人抢救无效身亡。

经“三查三定”核定,黑龙滩水库大坝坝顶高程为 486 米,最大坝高 53 米,坝顶宽 6.6 米。有效灌溉面积 77 万亩。

### 三、三岔水库

三岔水库是东风渠第六期工程大型囤蓄水库,总库容 2.29 亿立方米,正常库容 2.24 亿立方米,设计灌溉面积 59.5 万亩。

1959 年,省水电厅规划处《东山第四期工程灌区规划意见》中就已设想东山灌溉工程的最终规模,应控灌成都、新都、金堂、简阳、华阳、仁寿、眉山、井研、资阳、资中等地。1967 年,内江专区水利电力勘测设计队开始研究开挖龙泉山隧洞,引东风渠水源的方案。1969 年 6 月,内江地区与省水利勘测设计院第七规划队,结合龙泉山

东侧简阳地段规划了老河堰、张家岩、王家岩、学堂湾、回龙寺等5处骨干囤蓄水库,以接纳洪期东风渠富余水源。同年8月,第七规划队与内江地区组织30余人,分为规划、设计、测量、隧洞4组,全面开展规划工作,经4个月的努力,提出《规划要点说明》。东风渠第六期工程规划灌区面积为127万亩,选出简阳的张家岩、学堂湾、燃灯寺、芭蕉林、白虎岩、雷通堰、资阳的铁匠埡、石堰桥等8处骨干囤蓄水库,龙泉山隧洞引水流量为30立方米/秒,全年引水量4亿立方米,囤蓄水库总库容合计1.5亿立方米。

1971年7月,内江地区水电局与省第七规划队组成东风渠第六期工程规划组,进行补充规划,同年10月提出《东风渠六期工程规划报告》,规划灌区面积125.4万亩,骨干囤蓄水库7处:为简阳的学堂湾、张家岩、燃灯寺、白虎岩、雷通堰、资阳的大河堰、铁匠埡。总库容合计1.39亿立方米。随后,张家岩水库动工兴建,雷通堰、燃灯寺水库并完成初步设计。

1973年3月,金鉴主持省水利局工作,对1971年规划的7个囤蓄水库提出意见,认为囤蓄库容宜于集中,力求以一两个较大水库代替7个中型水库,以达到省工省时,提前受益的目的。于是由省水利局规划处组织力量,反复查勘选点,终于选定三岔水库以取代白虎岩、燃灯寺、雷通堰、大河堰、

铁匠埡等水库。随之,省水利局下达三岔水库规划勘测设计任务书。省水利勘测设计院第七规划队负责三岔水库规划,第一、二、三测量队承担测量任务。1973年8月底提出《东风渠六期扩灌工程简阳三岔骨干囤蓄水库初步规划报告》。1974年3月,初步设计亦由设计院开展。1975年1月,完成初步设计。

经规划后,三岔水库方案较原囤蓄水库群方案经济指标优越,工期较短,便于管理,工程布局合理,但淹没占地集中,移民工作量较大。权衡利弊,仍以三岔水库方案为优。1975年2月报请水利电力部批复同意兴建后,1975年3月开始兴工,1976年完成主体工程,1977年2月竣工,投入运行。

三岔水库坝址位于简阳县三岔区建国乡沱江支流绛溪河上游;坝址以上流域面积161.2平方公里,多年平均径流总量5374万立方米。76%的库容均须由东风渠水源充蓄。大坝为粘土斜墙石渣坝,最大坝高35.5米,坝顶宽8米、长1030米,最大坝底宽282米,上游坝坡平均为1:3.77,下游坝坡平均为1:3.24。坝顶高程465米(防浪墙顶),正常蓄水位462.5米,相应库容为2.24亿立方米。坝基为上侏罗系、白垩系砂岩与砂质粘土岩。坝址河谷略呈不对称的U形,右岸谷坡较陡,约为25°,大部基岩裸露。枯水期河床水面宽40米,在高程429米以

上为现代河流冲积的砂砾卵石层,级配不均,结构松散,近于饱和状态。河床左岸一级阶地阶面高出河床 80 米,下复 5.5 米厚的河流冲积物。左岸条形山脊走向与坝轴线基本一致,岩层为砂岩、砂质粘土岩互层,间夹砾岩,透水性弱。主坝址以上东南方向为绛溪河右岸分水岭,为一系列低矮山丘所构成,形成多个垭口,需作副坝挡水。

大坝粘土斜墙顶宽为 2.5 米,厚度为坝高的  $1/6$ ,上游边坡  $1:3$ ,下游边坡  $1:2 \sim 1:2.5$ 。下设 1.5~2 米的过渡层。从高程 439 米起,以下设有护坡。上游坝面砌石护层厚 50 厘米。以下设两层垫层,每层厚 20 厘米。下游坝面填筑耕植土厚 20~50 厘米,铺设草皮泥层厚 5~10 厘米。

坝体内外分设堆石体排水、盲沟排水、岸边排水、坡面纵向排水、贴坡排水及水平排水垫层等,以排泄渗水。

堆石体排水位于下游坝脚,顶宽 2.5 米;内坡  $1:1.5$ ,外坡  $1:1.2$ 。内坡设 3 层反滤层,底部设 2 层反滤层。盲沟采用六角形断面。水平排水垫层伸入坝体内 22 米,设有 3 层反滤层。

斜墙底部,沿斜墙中心线设有混凝土截水齿墙,高 1.5 米,厚 0.7 米,底宽 6~4 米。沿齿墙上下各距 1.5 米,布置帷幕灌浆孔,排距 3 米,孔距 3 米。

坝体设有变形观测设施。沿坝轴

线两侧共布置 12 个视准线断面,41 个水准点;并沿坝面位移观测断面附近设有浸润线测压管 17 根,绕坝渗流测管左 7 根、右 6 根、基础 6 根。又在坝基下游河床段设置三角量水堰,以测量坝下渗流。

溢洪道位于大坝右岸垭口处,采用闸门正堰式,堰顶宽 18 米,设钢质平板闸门 3 孔,门宽 6 米,高 3.5 米。最大泄洪流量 152 立方米/秒。导流兼放空隧洞断面为圆形,直径 3 米,底坎高程 440 米,以钢筋混凝土衬砌,洞长 249.1 米,最大出流量 89 立方米/秒。单独运行 22 天,可将正常蓄水放至死水位。进口检修闸门为钢质平板门,宽 2.4 米,高 3 米。出口工作闸门为钢质弧形闸门,宽高均为 2.7 米。

库周有副坝 27 处,其中坝高 5~25 米者 10 处,其余坝高皆小于 5 米,分别采用砌石重力坝、粘土心墙石渣坝及均质土坝等坝型。

在高程 452 米及 448 米处,设有涵管式高放水洞及隧洞式低放水洞,分别放水入下游高、低南干渠,直径均为 2 米,最大设计流量 12 立方米/秒,钢筋混凝土衬砌。高洞管道埋入副坝基岩内,洞长 74.5 米,低洞洞长 84.5 米,工作闸门宽 1.6 米、高 2 米,检修闸门宽高皆为 2 米,均采用钢质平板门。水库蓄水自上游南干渠高程 459.7 米处,设有充水洞,断面为半圆拱直墙式,宽 4 米、高 4.8 米,以浆砌

条石衬砌,设计最大流量为 28 立方米/秒,洞长 403.5 米,工作闸门为钢质平板门,宽高皆为 4 米。

自 1975 年 3 月起,即进行施工准备,进一步查明建筑材料储量并作材料试验,进行坝区地质勘探的补充,完成交通道路、供水、供电等设施,同时开展大坝左侧地基开挖及导流放空隧洞开挖等。8 月,导流隧洞贯通,于是自 10 月至次年 4 月开始进行截流,清挖坝基及回填,并浇筑放空隧洞及高低放水洞等。5 个月内共回填土石 91 万立方米,同时全面开展库区移民搬迁。整个库区共淹没耕地 2.73 万亩,搬迁 5150 户、2.34 万人,拆迁房屋 2.78 万间。1976 年 5 月,充水渠改造完成。10 月,大坝已建至蓄水高度。

导流工程主要利用原有河槽,加以束窄,留出泄洪断面。其表面粘土以蔑席护面,并作竹笼卵石护脚,以防冲刷;然后以 500 条麻袋装粘土作临时围堰,再利用清基石渣堆筑上下游围堰,迎水面填以粘土,截断水流。导流放空隧洞在无压条件下出流量为 6.76 立方米/秒,按 50 年一遇洪水设计,泄流量为 13 立方米/秒。因此在冬季将围堰修至高程 436 米,并抓紧进行大坝清基回填。

清基工作以人工为主,岩石边坡部分用小炮作松动爆破,然后进行人工清理。粘土斜墙底部作部分混凝土齿槽,并进行双排帷幕灌浆。经 46 孔

压水试验(130 段)查明有 17 孔 30 段尚未达到设计要求,于是进行加密孔处理。

建坝材料主要为分层开挖的粘土及立面洞室松动爆破,再以小炮结合人工碾细的石渣料。粒径级配较好,开采效率较高,平均每立方米耗药量 0.7~0.8 公斤。运料上坝以双轮人力车为主,道路设计保持重车下坡,平均运距 1.5 公里,人均运料工效 0.62 立方米。

河谷坝段回填,沿坝轴线分为前、中、后三个作业条带,按铺料、平整、洒水、碾压、检查、验收工序循环进行。在作业条带中又将粘土斜墙、排水棱体各划为一个作业段,每作业段由一个工区施工,工种基本固定,以便管理,并可提高工艺水平。铺土厚度为 25~30 厘米,以 75 型拖拉机牵引 2×2 米混凝土平碾及自制 SD-80-13.5 吨振动碾,按进退错距法碾压,空拖 2 遍,带碾 6~8 遍,配合石夯压边。石渣一次铺填厚度 45 厘米,先以振动碾碾压 2 遍,再拖碾 4~6 遍。平均月上坝填筑强度为 14.96 万立方米。

大坝于 1975 年 3 月动工,1976 年 12 月填筑至设计高程,1977 年春全面完工。共投工 1591 万工日,总填挖土石方 183.6 万立方米;其中粘土斜墙填筑量 48.3 万立方米,曾取样 5665 个测定含水量,干容重;以 73 组作物理力学性质分析等;混合石渣料

填筑量 81.7 万立方米,曾取样 2582 个、56 组;砂岩渣料填筑量 6.9 万立方米,取样 408 个、5 组,其合格率为 91~97%。

坝体内设有垂直、水平位移观测设备及测压管等。1981 年 1 月实测最大断面总沉陷值为 102 毫米,最大水平位移 20 毫米,核算总沉陷量 198 毫米,仅占设计值的 52%。一般渗流量变幅为 1.2~2.5 升/秒。

三岔水库施工总造价 2744.4 万元,投劳 2103.6 万工日,总工程量 308.4 万立方米,其中土石方开挖 115.8 万立方米,土石方回填 172.7 万立方米,混凝土 1.5 万立方米,浆砌石 17.3 万立方米。耗用钢材 505 吨,木材 0.95 万立方米,水泥 1.34 万吨。

#### 四、鲁班水库

鲁班水库是人民渠第七期大型囤蓄水库,总库容 2.73 亿立方米,控制灌溉面积 62.7 万亩。

1972 年秋,根据人民渠第七期工程总体规划,对鲁班水库进行规划,并作了铜锣堰、麻雀湾、吴家干湾三处坝址的测量和地质勘察,同时开始采石备料。1975 年由省水利勘测设计院进行枢纽工程设计。1976 年 11 月,设计文件经过批准,由绵阳地区负责承建,三台县具体组织施工。1977 年 1 月正式动工兴建,组织民工 2.5 万人,按团、营、连建制,组成施工专业队,以民

工建勤、民办公助方式,进行施工。1980 年 10 月基本建成,1983 年灌田 12.8 万亩。此后又进行配套、完善。

鲁班水库初步设计由省水利勘测设计院承担后,又作了查勘规划工作,原规划坝址方案选定吴家干湾,1975 年 3 月在初步设计中查勘,发现原坝址地形、地质条件均差,特别是左岸坡岩层破碎,切割较深,坝基软弱夹层较多,于是选定两岸对称平直,坝轴线短,基岩较完整,软弱夹层少的今坝址铁线沟。同年夏秋,组织 800 余人从事地质勘察和测量,入冬又进行主坝址的详勘工作,在设计中进行多种坝型方案比较后,决定采用钢筋混凝土斜墙干砌石坝。初步设计于 1976 年 3 月完成。

库区及坝址处出露地层为白垩系城墙统剑门关组下段砂岩、间夹粘土岩及钙质砾岩,倾角平缓。区域构造稳定性良好,无大的坍滑体与永久性的渗漏通道。坝基以下 8 米左右有粘土岩软弱带,局部有泥化现象,抗剪强度低,构成大坝的控制滑移面。地下水以裂隙潜水及层间裂隙水为主,埋藏较深,水力梯度平缓。区内天然石料丰富,为修建当地材料坝提供了条件。

大坝位于三台县新生区大安乡凯江支流绿豆河上游,上距鲁班场约 6 公里,距三台县城约 40 公里。最大坝高 68 米,坝顶高程 462 米,坝顶宽 8 米、长 315 米。正常高水位 460 米,相

应库容 2.78 亿立方米;死水位 439 米,相应库容 0.68 亿立方米。最大坝底宽 122.4 米。下游坝址利用开挖石渣自然堆积作为压重,以满足抗滑稳定要求。

上游防渗钢筋混凝土斜墙最大高度 44.5 米,表面为 200 号钢筋混凝土面板,厚 0.3~0.5 米,下设厚 0.5 米的素混凝土主垫层和厚 0.8 米的浆砌条石副垫层。坝面设水平沉陷缝 4 条,底部设周边缝 1 条,间距 10 米。垂直温度缝间距一般为 15 米。河床段斜墙底部设有浆砌条石底座,最大高度 23 米。底座上游边坡为 1:0.7。斜墙底部砌石底座中设有钢筋混凝土灌浆廊道,宽 2.5 米,高 3.5 米。底座底部设有双层防渗帷幕。面板厚度原设计为顶部 0.7 米,底部 1 米,施工阶段在作混凝土抗渗标号试验中,掺入糖蜜塑化剂后,使抗渗强度提高 15%以上。因而修改设计,将面板厚度减为顶部 0.3 米,底部 0.5 米,并由原设计面板全部为双层钢筋,改为仅底部高程 425 米以下部分面板为双筋,以上均为单筋,使混凝土用量减少 0.5 万立方米,钢材减少 60 吨。

斜墙背后的坝体为干砌条石构成,下游坝坡在高程 445、430、415 设有三级马道,各宽 3 米。坝底基础为 100 号混凝土及 80 号水泥砂浆砌条石,其中每间隔 5 米设一斜向排水井,井内填以碎石,由 3 条排水沟将渗水

引出坝体。

沿水库周边尚有副坝 6 处,其中 4 处为粘土斜墙石渣坝,坝高 12.5~20 米。其上游坝坡均为 1:2.75,下游坝坡为 1:2。两处为浆砌条石重力坝,坝高分别为 18.5 及 21 米。

在水库取水的 3 条干渠渠首,分别设有圆形压力隧洞输水。其中鲁联隧洞内径为 2.8 米,设计流量 18 立方米/秒,洞长 97 米,以单层钢筋混凝土衬砌;鲁西、鲁香隧洞内径为 2 米,设计流量分别为 7.5 及 17.5 立方米/秒,洞长分别为 266 及 120 米,除进出口段为钢筋混凝土衬砌外,洞身衬砌为素混凝土结构。进口设检修平板钢闸门,出口设锥形阀。大坝左岸底部高程 408 米处,有一放空用的钢筋混凝土压力管道,管壁厚 0.5 米,内径 2 米,最大放水流量 57 立方米/秒,兼供排洪。大坝左侧坝口设非常溢洪道,以备输水隧洞及放空管道因事故不能正常运行时启用。其底部高程为 460 米,底宽 50 米,当千年一遇(库水位 461.2 米)最大泄洪流量为 90 立方米/秒。水库正常运行时,溢洪道顶填筑 2 米高的土堤挡水,在非常情况下再炸开溢流。水库周边的 11 处单薄分水岭,3 处采用水泥帷幕灌浆防渗,8 处以粘土石渣料作斜墙护岸,加以处理。

为进行大坝观测,面板内部埋设应变计 50 支,在周边缝及纵缝中埋设测缝计,坝体下部还埋设了简易联通

水管,以测定沉陷值。隧洞出口处钢筋混凝土岔管内亦设有测缝计。

1977年1月,水库开始施工。按施工阶段设计,在坝址上下游筑成5~15米高的围堰,其主要材料为坝基开挖的石渣。在抢修上游围堰的同时,开挖放空底孔,以作临时导流之用。利用原勘探竖井作为集水井,以水泵抽出渍水。基坑开挖分两期进行,第一期开挖高程426米以下部分,均以人工为主,先打超前探井,逐步下挖,尽量少用爆破,以保持基岩完整。必须爆破处,先分块在四周凿槽,再作松动爆破,由专业爆破组作业。浆砌石体坝基面开挖至高程393~394米基岩面以下,干砌石体坝基面开挖至高程396~398米,较原设计分别超挖6~7及2~4米。共开挖土方2.96万立方米,石方13万立方米,平均月开挖强度为2.14万立方米。

浆砌石体基础混凝土,先以条石分厢,逐厢浇筑,并在混凝土中加入30%的坚硬块石,以节约水泥用量。垫层厚度0.65~1.9米。坝肩开挖后,均以50号水泥砂浆封闭。裂隙或软弱夹层在掏挖后填以混凝土或浆砌块石。

坝基曾作帷幕灌浆和固结灌浆。帷幕线长368.25米,孔距1.5~3米,排距1.3米,孔深30~52米,共钻430孔,总进尺15.7千米,总注入浆量893吨。固结灌浆位于浆砌石体坝基,上游布孔2排,下游3排,排距

2.5米,孔距3米,孔径110毫米,孔深6~16米,以浆砌条石底座作为盖重层。采取循环灌浆法。共钻200孔,总进尺3.07千米,总注入量188吨。两种灌浆经检查孔压水试验及声波测井等法分析,尚有27%的段数未达到吸水量要求,遂采用廊道内进行丙凝化学灌浆补强。单排帷幕线长220米,孔距0.75~1.5米,孔深不大于20米,采取逐渐加密方式作业,共钻221孔,总进尺3.69千米,配浆12.3万升,耗用丙凝材料18.4吨,使合格率达到90.5%。

砌坝条石以钙质砾岩及含砾石英砂岩为主,抗压强度在600~800公斤/平方厘米。条石断面规格有宽乘高为40×40、35×40、30×40、25×40厘米4种,长60~120厘米。按加工程度分为毛石、粗清、细清3种,全以人力开采加工,原则上高采高运;在高石不能满足要求时,以架空索道或船上吊运。安砌时坚持分段划线,层层验收,同步上升。施工每10人一组,人平安砌上升工效达0.92米,月安砌强度最高为3.85万立方米。每上升5.0米左右,选择代表坝段进行容重、孔隙率测试。下游坝体按1:1边坡砌置,并以37厘米厚规格的料石砌面。

防渗板主垫层,采用拆移式活动钢模板浇筑,浇筑前先在砌石副垫层上凿孔,预埋直径16毫米、长90厘米的螺杆,埋深20厘米,横向间距2米,

纵向间距 1.36 米,钢模板的背条木即固定于螺杆上,背条木底面至副垫层平均间距为 50 厘米,每 4 米安装一根直径 20 毫米、长 20 厘米的横向拉杆,并自下而上在背条木上安装三角钢架,铺上脚手板,再安装第一层钢模板,以螺帽固定在螺杆上,即可进行混凝土浇筑。如此完成 5 层,再向上翻板,循环利用钢模。用这一施工方法,每台班浇筑强度可达 50 立方米。钢筋混凝土面板浇筑,采用卷扬式钢模进行。

鲁班水库枢纽工程于 1980 年 6 月全部完成。工程总造价 0.49 亿元,其中国家投资 0.296 亿元。投入劳力 0.3 亿工日。总填挖工程量约 200 万立方米,干砌石体 44.8 万立方米,浆砌石体 9.2 万立方米,混凝土 4.4 万立方米。耗用水泥 2.56 万吨,钢材 728 吨,木材 2248 立方米。

1983 年 12 月,由省水利电力厅主持验收,一致认为施工质量优良,面板与坝基总渗漏量甚小,一般为每秒 7 升。

## 第二节 中型水库

### 一、全民水库

全民水库坝址位于广安县东北 15 公里处全民乡新桥渠江水系的西溪河上,坝址以上控制集水面积 425.5 平方公里,水库总库容 8871.8 万立方米,正常蓄水位 371.85 米,相应的库容为 5787.5 万立方米,有效库容 4007.5 万立方米,设计灌溉面积 13 万亩,实际有效灌溉面积 11.62 万亩(其中自流灌田 6.09 万亩),是广安县主持兴建的中型径流水库,也是省内较早建成的规模较大的中型水库。

1958 年 7 月,省水利厅第一规划队对嘉陵、渠江流域进行规划时,即认为西溪河上游可以兴建一处以灌溉为主的水库,以解决下游灌区农田用水

问题。同年 12 月,第一规划队对全民水库坝址及库区又进行了复查、勘测、确定工程位置及规模,并提出修建方案。1959 年 1 月,省水利厅与专区、县共同复勘定点,经研究后将原拟坝址由弯塘河移至新桥。随后由省水利厅周光烈等在坝区进行测绘,提供设计基础资料。同期,广安县成立全民水库工程指挥部,组织县内民工 3000 人,以民工建勤方式兴建大坝。大坝于 1959 年 2 月动工,1960 年 3 月完成。随后又成立渠道工程指挥部,开展修渠配套工作,当时将施工任务分配到区,由各区组织劳力突击施工,修渠人数最多时曾达 2 万人。1962 年因经济困难压缩建设战线而暂停,工地仅保

留 30 人进行管理。1963 年重新组织指挥部复工,抽调民工 3800 人,分为 9 个工区、30 个中队,仍以民工建勤方式续修配套。1964 年春,时值“四清”运动,施工人数又由 3800 人减为 1500 人,将渠道工程再次停缓,集中加固大坝、整治河床及扩建溢洪道;1965 年再次复修渠道。1967 年因“文化大革命”,工程建设陷于瘫痪。1970 年复工,重新在浓溪乡成立工程指挥部,下设 3 个工区,左右干渠工区分别由协兴区、广福区负责,同时进行溢洪道及三级放水洞的修建与完善,由广安县水电局技术员刘茂淑进行指导。直至 1975 年,工程全部竣工。

全民水库枢纽工程包括大坝、溢洪道、放水洞等。坝区河谷地层以页岩为主,坝址处左侧山体较右侧单薄。

大坝为均质土坝,最大坝高 30 米,防浪墙高 1.52 米,坝顶长 179 米,坝顶宽 3.4 米,坝顶高程 375.83 米,最大坝底宽 152.4 米。坝坡分为三级,上游坝坡自上而下分别为 1:2、1:3、1:4;下游坝坡分别为 1:1、1:2.0。坝趾反滤层外坡为 1:1.5。

溢洪道位于大坝右侧 150 米处,为开敞式,其底板高程 368.03 米,溢洪净宽 54.6 米,上设 7 孔平板钢闸门,门高 4 米、宽 8.7 米,设计泄洪流量 692 立方米/秒,溢洪水深 5.82 米,最大泄洪流量 1700 立方米/秒。溢洪道于 1959 年动工,1966 年完成。1967

年 6 月降雨 146 毫米,水位上涨,溢流水深 3.23 米,冲毁下游消力池。1968 年、1974 年均曾作过修复工作。

放水设备设有三级:一级放水洞位于大坝底部,进口底坎高程 356.25 米,洞径 1.6 米,洞长 69 米,主要功能为放空死库容,设计流量 7.4 立方米/秒;二级竖井式放水洞位于大坝左端,输水入左干渠进行发电、灌溉。底坎高程 363.45 米,洞径 2 米,最大放水流量 3.7 立方米/秒;三级竖井式放水洞位于溢洪道右侧垭口下部,输水入右干渠供农田灌溉,底坎高程 366.85 米,洞径 2.4 米,最大放水流量 8 立方米/秒。

左右放水洞连接左右二干渠。左干渠设计长度 66 公里,设计流量 3.3 立方米/秒,实际长度 60 公里,过水能力 2.3 立方米/秒;右干渠设计长度 42 公里,设计流量 7.2 立方米/秒,实际长度 33 公里,过水能力 4.3 立方米/秒。以下有支渠 6 条,总长 109 公里。干、支、斗、农、毛渠总长度为 371.7 公里,其中自流渠 258.2 公里。渠系建筑物有渡槽 68 处、总长 6.26 公里。隧洞 58 处、总长 5.07 公里;倒虹管 10 处、总长 3.28 公里。此外有节制闸 4 处、泄洪闸 13 处、分水闸 57 处,放水洞 1323 处,接沙槽 309 处、人行桥 2263 处,提灌渠系中共有电力提灌站 15 处。灌区内结瓜水库 4 处,库容均在 100 万立方米以下,总蓄水量 63 万

立方米。控灌广安县广福、协兴、悦来三区及浓回镇等 19 乡农田 13 万亩,并为下游 6 处小水电站(共装机 13 台、4080 千瓦)提供水量。

全民水库渠系几经停建,但大坝完成较早。前后建设总共投资 3229 万元,其中国家投资 1905 万元;投劳共 1230 万工日,用于枢纽部分为 339 万工日。

工程完成后取得了抗旱、防洪、发电、航运、养鱼等综合效益。由于大坝右端护坡不够牢固,有少量渗水;右侧岸坡岩层风化,左侧岩体单薄,尚有待于衬护;大坝观测设备亦未完善。目前,三级放水洞设施老化,亦须改造更新。108 公里长的干渠,多为土渠或穿过页岩,滑坡与淤积较多,造成通水困难,更需进一步加以改造。

## 二、葫芦口水库

葫芦口水库坝址位于威远县城西北 14 公里威远河中游山区,坝址以上流域面积 228 平方公里,总库容 7580 万立方米,有效库容 5730 万立方米,联合上游 20 公里处的长沙坝水库联控灌农田 31.7 万亩。是自贡市、威远县联合兴建的中型囤蓄径流水库。

为解决自贡市工业及生活供水问题,从本世纪 50 年代末期起,自贡市即委托省水文工程地质大队在威远河进行水文地质勘察。1963 年,自贡市组成水源规划组,由苑心斋负责;次

年,提出在威远河葫芦口地段建 80 余米高坝水库的规划方案。此后,省计划委员会组织省水利勘测设计院、西南化工设计院、西南给排水设计院、省交通厅设计院等对水源作出规划,提出方案。1971 年 10 月,长沙坝水库建成后,1972 年 5 月由省水利局下达葫芦口水库设计任务。1975 年初,省水利勘测设计院进行现场设计,着重作出坝型比较及地基处理方案。同年 4 月,省水利局对初步设计进行审批。1975 年至 1978 年,按审批意见修改初步设计,并进行施工图设计,同时委托成都科技大学作水工模型试验。长江水利科学院作结构模型试验,武汉水利电力学院作有限元法计算。1978 年 7 月,省水利局批准了修正概算。

葫芦口水库地质条件复杂,坝区为侏罗系香溪统砂页岩互层,坝底基岩有软弱夹层厚 22.3 米,主要由粉砂岩、页岩、砂质粘土岩组成,裂隙发育,砂岩中泥化夹层有泥化界面摩擦系数仅 0.16~0.2,且岩层倾向下游  $1^{\circ}$  左右,对坝体稳定不利。

大坝坝型采用浆砌条石重力坝,最大坝高 71 米,坝顶高程 411 米,坝顶全长 206 米。其中左侧非溢流坝长 107.1 米,右侧非溢流坝长 55.9 米,中部溢流坝长 43 米,溢流坝顶高程 401 米,用奥菲采罗夫非真空断面堰,以设计流量控制坝面曲线。溢流段后为长 74 米、宽 43 米的三角形加重段,

下接长 80 米的消力池。

左侧非溢流坝段布置放水管,为直径 1.6 米、壁厚 10 毫米的钢管,外衬 0.6 米厚的钢筋混凝土,作为放空库水之用,管道进口高程 363.3 米,最大泄洪流量 34~38 立方米/秒。

溢流坝顶设宽 7 米、高 5.3 米的弧形钢闸门 5 扇,由 5 台  $2 \times 10$  吨卷扬机启闭。最大泄洪流量 2100 立方米/秒。面板为厚 1 米的 250 号钢筋混凝土,采取底流消能方式,结合稳定条件,保护基岩不受冲刷。

为满足坝体稳定要求,需在坝后加重,于是按刚体滑移计算确定加重体尺寸。加重段首高 22.5 米,段末高 2.5 米,以浆砌条石构筑,使下游坝面形成缓坡。坝基设有双排水泥防渗帷幕,并设置一排丙凝化学灌浆帷幕。坝基处还设有 2.5 米的混凝土垫座。

水库施工自 1972 年初即已开始,上民工 2200 人,采取边准备、边施工方式。导流方法,采取围堰衔接钢管、坝体廊道导流、坝体临时蓄水与底孔导流结合等多种形式,分三期实施。第一期导流工程,1972 年 9 月至 1973 年 2 月,清挖河床部分基础,清基范围宽 37 米,长 64.4 米,基面高程 343.5 米,略呈倾向上游  $5^\circ$  的反坡。1973 年 5 月,集中力量浇筑混凝土坝基 8850 立方米。后因补作地质勘探而停工。

1975 年 9 月恢复全面施工,上民工 4000 余人,继续备料、开挖两岸坝

肩基础及坝体下游加重段,并作上游护坦及基础处理。同时进行第二期导流,即利用坝体底层交通廊道过水。加重段清基范围,宽 47 米,长 74 米。清挖两岸坡略呈 1:1,在高程 390 米以上留有 3 个平台。由于工程投资未能保证,1975 年 11 月再次停工缓建,仅留 1/3 民工,为下步施工创造条件。

1977 年 10 月,第三次恢复施工,上民工 4500 余人,分 5 阶段进行施工安排。第三期导流利用坝体 3 个放水孔结合蓄水,开挖消力池基础,宽 47 米,长 80 米。二坝清基范围宽 30 米,长 19.5 米。

1975 年 4~6 月坝基底板浇筑混凝土盖后,即集中力量作基础全面固结灌浆,孔距、排距一般为 3 米,孔位呈梅花形布置,孔深 5 米。1976 年 5 月又进行第二期固结灌浆,孔排距改为 5 米,两期共钻 646 孔,总深度 15.82 千米。设基础帷幕 3 排;第 1、2 排为垂直孔,排距 1.5 米,孔距 3 米,孔位双排交叉;第 1 排深入石灰岩层高程 293.5 米,第 2 排深入高程 308.5 米。开口孔径 90~110 毫米,末端孔径不小于 75 毫米。第 3 排位于廊道内,钻孔倾向上游  $10^\circ$ ,距第 2 排帷幕 4.5 米,孔距 2 米,孔深 15 米,第 1、2 排灌水泥浆,共钻 147 孔,总深 5.77 千米,采用抗硫酸盐腐蚀水泥。第 3 排为丙凝化学灌浆,共钻 30 孔、97 段,总深 0.65 千米,注入浆液 1.03

吨。坝基帷幕后作排水孔3排。第1排位于高程349米的廊道内,倾向下游 $10^{\circ}$ ,深入基岩16.5米至隔水层;第2排位于坝轴线以下7.5米,孔向垂直;第3排位于高程346米的排水廊道内,孔向垂直,深入基岩10米。排水孔开孔直径110毫米,终孔直径91毫米,完孔后冲洗再埋入长0.3~0.5米的套管,以砂浆固结于排水沟底板以上20厘米,以免淤填,但前2排由于灌浆影响,大多堵塞。第3排排水孔运行效果较好。渗水进入集水井后,再以水泵抽出坝外。

基础处理工程,自上游围堰至坝踵间,浇筑掺入粘土的二级配加气混凝土,作为铺盖,平均厚0.6米。溢流坝踵齿墙,坝趾、消力池底板及大坝坝底,均设锚筋锚固于基岩。

坝体砌筑日平均上坝石料在1000吨左右,主要采用手动绞车、平轨斗车与水运结合的水平运输方式。垂直运输,则以自制5台轻型塔吊,2台垂直提升井架,3台独脚摇头爬杆与3台少先式吊车提升。大坝前沿设有一道厚1.2~3米的混凝土防渗墙,浇筑时利用坝体部分浆砌条石作为外模。溢流坝段面板厚0.8~1.2米,溢流曲线长140米,采用250号抗冲混凝土,分24个浇筑块施工。施工时采用特制钢滑模,总重3.5吨,其断面为三角形,宽1米,分为4节,以螺栓连接,两端两滚轮及丝杆以调节升降。滑

模后面挂有抹面钢架平台车,以便在脱模后压实抹光。滑行轨道铺设于预先浇筑成型的混凝土条带上,同时可作侧模使用。滑升动力采用3吨慢速电动卷扬机配合3门10吨滑车牵引。下部缓坡段以1台卷扬机单点牵引,上部陡坡段则以2台卷扬机双点同步牵引。面板下段为半径30米的反弧段。其浇筑线型偏差,要求不大于20毫米,表面不平整度小于5毫米。溢流坝面上的钢筋混凝土闸墩施工,采用钢围领预制模板。模板有直线、曲线、折线三种类型。

为监视大坝安全,施工中在坝内外设置较为齐全的观测设备。坝区布置二等三角网及精密水准点,坝体设有交会测点8个,沉降测点19个,并设视准线9条,引张线7条,正垂1处,倒垂3处,坝体内设扬压力孔19个,埋设应变计56支、温度计31支、无应力计8支。

葫芦口水库大坝,是省内最高的砌石重力坝。在设计上曾以线性、非线性有限元法进行电算分析,并作整体结构和水工模型试验、现场大剪等试验,在基础处理上较为全面、稳妥,施工中并曾自制吊装机具及滑升模板,砌、筑质量优良。1979年12月建成后,1981年秋即评为省内优秀设计及优质工程。1982年10月,复评为水电部优秀设计及优质工程。1983年8月,评为全国优质工程,荣获国家银质

奖。

葫芦口水库土石方开挖量为 18.65 万立方米,土方回填量为 1.17 万立方米,浆砌条石量 19.76 万立方米,混凝土、钢筋混凝土 7.05 万立方米。总计投工 612.3 万工日。总投资 2161.6 万元,其中国家投资 1734.8 万元,回收金额 43 万元。耗用水泥 3.92 万吨,钢材 0.12 万吨,木材 0.19 万立方米。

### 三、麻子滩水库

麻子滩水库位于遂宁县西北 66 公里解放乡安居河支流中兴河与白马河汇合处的双河嘴,控制流域面积 231.8 平方公里,总库容 7690 万立方米,设计灌溉面积 19.87 万亩,是一座拦蓄当地径流的中型蓄水工程。

麻子滩河段原有 6 跨连拱式石河堰,1958 年计划修建 20 米高的土坝,后因劳力不足而停建。1970 年遂宁县水电局又进行规划,拟在其上游修建坝高 19 米的砌石单拱坝,旋即作出初步设计,拟定拱坝坝顶高程为 325 米,顶拱中心角为  $116^{\circ}40'$ ,上游坝面直立,坝顶宽 2 米,坝底宽 9 米(基础宽 10 米),溢洪道设于左岸。1971 年 2 月由遂宁县组织施工,至 1972 年 12 月工程由绵阳地区审批,当时坝高已建至 14.1 米(蓄水 520 万立方米)。由于岸坡基岩破碎,坝体端部岩体有裂缝渗漏等问题,于是地区在审批时建议

将坝型改为重力拱坝,以策安全,并将坝高增为 23 米。1973 年遂宁县水电局重新进行规划设计。当年 6 月,提出修改设计,将溢洪道堰顶降低,设闸门控制蓄水,以减少淹没损失,并增设放空设施。1974 年 2 月,省水利局及地区进一步审批修改设计,同时提出补作地质工作。同年 4 月,省水利局批准兴建。1975 年 1 月,开始在坝基钻探 4 孔,以查明基岩情况。当年 7 月,砌石拱坝已修至 17 米高时,发现基岩底部纵横裂隙较为发育,泥岩中强风化层已与坝基联通,地表以下 6~8 米处又出现石膏薄层,在 1.12 米厚度内多达 25 条,为此,不宜修筑刚性坝。后经省、地、县技术人员多方研究,认为坝址地形条件不可多得,可修改坝型以适应地质条件。于是将拱坝改为塑性斜墙土石混合坝,坝基设混凝土板桩截流防渗,坝肩基础则作灌浆处理;已建的拱坝坝体即作为土石坝下游坝体的一部分。随后遂宁县成立工程指挥部,并按新坝型进行设计,根据灌区需水情况,将坝高定为 30 米,坝顶高程 336 米,总库容 6737 万立方米(有效库容 5112 万立方米),溢洪道设 7 孔弧形钢闸门。1976 年 5 月,省水利局批准初步设计,随即进行技施设计,并按新坝型开工兴建。1978 年 10 月,枢纽工程全部建成;左干渠通至席家堰,右干渠通至王家坝渡槽,渠首电站亦建成发电,右岸放空隧洞竖井及左

右放水洞均告完成,但存在一定渗漏。1979年4月,建成配套的电力提灌站5站7级与相应的电灌渠。1985年,又新建提灌站3处。

渠道线路早在1974年已开挖成型,但底坡仅有 $1/8000\sim 1/12000$ ,至1981年5月试水时,左干渠输水三天两夜才流至席家堰(长23.8公里),因此省、地又决定,将渠道工程重新予以勘测设计,暂缓施工。1984年经省同意,对左干渠上段23公里先行改造,至1987年底完成任务。

水库坝址河谷略呈U形,出露地层为侏罗系蓬莱镇组长石石英砂岩与砂质泥岩互层,岩层倾向南西,产状平缓,倾角 $3^{\circ}$ 左右。砂岩裂隙发育,泥岩风化强烈。

麻子滩水库枢纽型式经几度变更,最终工程包括土石坝、溢洪道、放空隧洞、放水设施、渠首电站等。

大坝属塑性斜墙土石混合坝,现有断面其前后均为堆石体,中为粘土斜墙,实测坝顶高程为334.54米,清基后河底高程为302.54米,因此实际最大坝高为32米。坝顶宽7米,坝顶长261米。由于利用原有拱坝体作为坝后堆石体的一部分,而原上游坝脚外伸至河心,不便施工,须在上游建一高8米的砌石墙,顶宽1米,以堆弃土,兼作施工围堰。砌石墙顶以上为大坝上游堆石体,自高程310.46米至320.46米按 $1:3.5$ 边坡修建,其上

部边坡则为 $13:1$ 直至坝顶。在砌石墙下游12米处开始填筑粘土斜墙,18米处则开挖齿槽深3米,其底宽2米;槽内挖深至高程298米,浇筑混凝土板桩,穿过基岩破碎带插入完整的泥岩中。粘土斜墙上游边坡为 $1:3$ ,至高程328.46处变为 $1:1$ ,直至坝顶。斜墙顶宽5米,下游边坡为 $1:1$ ,下接坝后堆石体。堆石体上游面为阶梯形的干砌条石,在斜墙与堆石体之间设有反滤层,其厚度自上而下分为0.8、0.7、0.6、0.5、0.4米共5级,每级含砂50%、砾石25%、碎石25%;反滤层地下设有第二齿墙。下游堆石体将原砌拱坝坝体包围在内。

大坝施工,自1976年9月围堰导流,10~12月正式清基,并开挖齿槽,建砌石墙及坝后堆石体,1977年3月砌石墙建成,6月截流板桩完成;左右岸坝肩进行帷幕灌浆,至1979年7月完成钻孔69孔、总深1856米。1977年底开始填筑粘土斜墙,至1978年5月完成。同年10月,上游堆石体亦达到设计高度。大坝建成后,在坝顶设立了13个观测点,测得1978年5~12月坝体总沉陷量为153毫米。此后沉陷量日趋减小,达到稳定。

溢洪道位于大坝左下侧长坡垭口,防洪标准按百年一遇洪水设计,千年一遇洪水校核。设计溢流水深5.92米,最大泄流量1190立方米/秒。为避免汛期淹没上游拦江镇,采用闸式溢

洪,闸底高程 327.46 米,共设 7 孔,孔宽 8 米,设钢质弧形门高 4 米,溢流前沿净宽为 56 米。闸后因地形所限,采用鼻坎挑流消能。溢洪道工程于 1977 年 3 月动工,1979 年 5 月完成。1981 年 8 月 16 日暴雨洪水中水库启闸溢洪,至 18 日共泄流 50 个小时,溢洪总量达 5530 万立方米,最大下泄流量达 602 立方米/秒、建筑物及设备均无损坏。

放空隧洞进口位于大坝上游右侧黑沟鸽子岩下,进口底部高程 310 米,隧洞宽 2 米、高 2.3 米,全长 369 米,底坡为 1/100,设计最大放水流量为 12 立方米/秒。进口以下 70 米处设有竖井,竖井后隧洞共长 294 米,其底板原为干砌条石结构,1979 年放水时部分冲毁,后乃改为厚 0.6 米的混凝土底板。出口处设有消力池长 8 米,池底高程 302.1 米。放空设施于 1976 年 4 月动工,1977 年 12 月完成。

水库分左右干渠放水,渠首放水设施亦设左右放水闸。右闸为双孔放水洞,底坎高程 319.46 米,位于库内苏家垭口,引用流量 7 立方米/秒,闸孔分上下两层,下层为灌溉放水 2 孔,孔宽 1.2 米,孔高 2.1 米;上层为发电进水 2 孔,孔宽 1.6 米,孔高 1.8 米。每一闸孔均设有检修及工作闸门。左闸台后接渠首电站,利用水头 4~9.5 米,设计水头 7 米,单机引用流量 3.02 立方米/秒,厂房内装设立式水

轮发电机组 2 台,总容量 320 千瓦。电站尾水直接进入左干渠 1 号隧洞。

右闸为单孔放水洞,位于库内后沟湾,引用流量 2 立方米/秒,进口段为砌石暗渠,渠底高程 320.46 米,底宽 2 米,侧墙高 1.5 米。闸孔宽 1.2 米,高 1.7 米,设有检修及工作闸门加以控制运用。

左右放水闸原设计水深为 8.7 米,后因规模增大,水深达到 12.1 米。1979 年秋蓄水后,即发现严重漏水,渗漏量达 0.15~0.24 立方米/秒。1981 年 5 月,由绵阳地区水电工程公司钻灌队与县钻灌队共同作固结灌浆整治。至当年 8 月,共钻 49 孔,注入水泥 126 吨;后因暴雨洪水而停灌,但渗漏已有明显减少。

左干渠由苏家垭进水闸进水后,大致由西向东至大安乡朱家湾,共长 64.84 公里。下有支渠 61 条,共长 458 公里,设计自流灌溉面积 8.4 万亩。右干渠由后沟湾进水闸进水后,先自西向东,继而折向南、东北,至琼江乡阮家湾水库,共长 32.5 公里。下有支渠 36 条,共长 180 公里,设计自流灌溉面积 2.03 万亩。至 1982 年进行“三查三定”时,左干渠已建成 23 公里,右干渠已建成 15 公里;隧洞动工 118 处,完成 37 处;渡槽动工 9 处,完成 7 处。1984 年 1 月,地、县技术人员重新进行渠道设计,因左干渠 1 号隧洞断面不够,决定拆除重建;其余建筑物采用

调整底坡等措施;其下段自老鹰湾隧洞出口起,至朱家湾止,共长 41.74 公里,采取裁弯取直的改线措施,减少隧洞 5 处,缩减渠长 3.03 公里,增加渡槽 1 处。右干渠亦作相应调整。改建设计于 1985 年底完成,1987 年 8 月,获得省水电厅批准。

电灌渠道设计长 18.4 公里,已建成 16.4 公里。其中隧洞 26 处,已建 17 处;渡槽等工程全部完成。

麻子滩水库总库容 7690 万立方米,正常蓄水位 333 米时相应库容 5730 万立方米,放空最低水位 310 米时相应库容 27 万立方米。现有农田受益面积为 4.46 万亩。

工程总投资(现金)为 454.18 万元,投劳 453.35 万工日。完成土石方工程量 65.78 万立方米,砌石工程量 25 万立方米,浇筑混凝土 0.24 万立方米。共耗用钢材 159 吨,水泥 3474 吨,木材 266 立方米。水库占地 6910 亩,移民 1338 户、6659 人。

#### 四、书房坝水库

书房坝水库位于安岳县西北约 40 公里八庙乡书房村,坐落在涪江水系安居河支流八庙河书房沟上,总库容 6960 万立方米,设计灌溉面积 11.85 万亩,是一座以拦蓄当地径流为主,兼顾防洪的灌溉水库,属多年调节性质。

书房坝水库于 1970 年初开始规

划,1972 年完成初步设计。1973 年 9 月正式动工,1975 年 7 月完成主体工程,同年 10 月开始作渠系配套,至 1985 年尚未全部配套完毕。

书房坝水库控制安岳河流域面积 135.74 平方公里,多年平均年径流量为 3598.5 万立方米,总库容 6960 万立方米,有效库容 3882 万立方米。修建水库共移民 4322 人,迁房 3154 间,占地 6065 亩。工程总投资 3209.71 万元,其中国家投资 1519 万元。

水库库区地质构造简单,属低倾角对称穹窿背斜,无大的断裂构造,基岩比较完整,岩层倾角约  $4^{\circ}$ ,库区无周边渗漏,蓄水条件较好。坝址地层属中生界侏罗系中统遂宁组上段,岩性为紫灰色钙质、泥质片状细砂岩,紫红色泥岩,组成不等厚的互层。左岸层理裂隙较为发育,结构比较松散,岸坡尚属稳定。

库区天然建筑材料丰富,石、土料储量与质量都能满足建坝要求,但砂和砾石料较缺,需从遂宁采运。

因下游尚有遂宁跑马滩中型水库,为了防止失事造成连锁反应,故书房坝水库枢纽建筑物按二级建筑物设计。洪水标准按百年一遇设计,千年一遇校核。设计洪峰流量为 823 立方米/秒,一日洪水总量为 3994 万立方米,校核洪峰流量为 1240 立方米/秒,一日洪水总量为 5654 万立方米。

水库枢纽由大坝、溢洪道、放空涵

洞、灌溉放水洞、水电站等所组成。

大坝坝型采用粘土心墙土石混合坝,最大坝高 35 米,坝顶长 235 米,坝顶宽 5 米,最大坝底宽 172 米,坝顶高程 334.93 米,正常蓄水位 333 米时相应库容为 5440 万立方米,最低放空水位 311.95 米时相应库容为 150 万立方米。大坝上游坝坡平均为 1:2.9,下游坝坡平均为 1:1.8。上游坝体,以含石土作为坝壳材料,并用干砌块石护面。下游坝体为堆砌块石,并以干砌毛条石护坡。

大坝自 1973 年 9 月开始施工以来,指挥有方,组织有序,将开挖溢洪道的石料用于大坝填筑,符合统筹学原则,仅仅以近两年的时间,就完成了坝体工程。

溢洪道设于大坝上游左岸约 60 米的垭口处,为开敞式正堰溢洪道,堰顶高程 330.99 米,设有闸孔 8 孔,孔宽 7 米,高 2 米,以平板钢闸门控制溢流。整个溢洪道由宽顶曲线堰、缓坡段、陡槽、消力池、泄水渠等所组成,末端采用底流消能,与跑马滩水库库尾水面相连,全长 307.25 米。设计最大溢流水深 3.9 米,设计下泄流量 823 立方米/秒,校核下泄流量 1240 立方米/秒。

放空隧洞在施工期间用作导流洞,设在右岸坝体内。进口底部高程 311.95 米,出口高程 310.32 米,断面为无压城门洞式,高 3.2 米,洞长 162

米,比降为 1:100,通过消力池和消力坎混合消能。放空涵洞以圆筒形竖井以丝杆启闭机控制宽、高各为 1 米的闸门放水,最大放水流量 11 立方米/秒,泄空库水约需 50 天。

灌溉放水洞位于大坝上游右岸约 1.5 公里阴司湾处,引水进口底部高程 324 米,设矩形竖井式取水塔,下连无压隧洞,与灌溉干渠相接。取水口设计流量 8 立方米/秒。引水隧洞长 228 米,比降为 1:1000。取水口由丝杆启闭机控制宽 2.5 米、高 2 米的平板闸门取水。为充分发挥水资源效益,在取水口右面建有水电站,设计装机 2 台,总容量 320 千瓦,引用水头 7 米,引用流量 6 立方米/秒,年发电量 80 万千瓦小时。

设计灌溉面积在千亩以上的干支渠,共计 32 条,总长 253.6 公里。其中总干渠长 6 公里,过水能力 7.8 立方米/秒;左干渠设计长 27 公里,过水能力 2.2 立方米/秒;右干渠设计长 32 公里,过水能力 5 立方米/秒。1985 年左右干渠各完成 17 公里。设计万亩支渠共 3 条,总长 38.6 公里;千亩支渠 25 条,总长 119.7 公里。库内电力提灌干渠 1 条,总长 31.8 公里。有效灌溉面积现已达到 6 万亩。

总干渠自取水口起,止于石鼓乡牛家沟。共有渡槽 4 处,总长 362 米;隧洞 7 处,总长 3229 米;暗涵 3 处,总长 506 米。

左干渠自牛家沟至仁和乡大青山,共有渡槽4处,总长672米;隧洞24处,总长8129米;倒虹管1处,长361米。右干渠自牛家沟至长河埡女儿碑,共有渡槽16处,总长2945米;隧洞29处,总长9588米;倒虹管1处,长690米;暗涵5处,总长813米。库内尚有电灌站11处,共装机13台,总容量528千瓦,提灌面积0.74万亩。

书房坝水库有可养鱼水面7350亩,库区可利用土地550亩,已建鱼池面积44.6亩,并已种植各类果树1.38万株。1976年筹建书房坝水库管理所,1977年开始独立核算,1978年正式成立。先后开展了水产养殖、林果种植、混凝土预制吊装等经营项目。1987年水库综合经营总收入110万元,水果产量达420吨,是省内中型水库中产果最多的一处。

### 五、宝石桥水库

宝石桥水库位于开江县先锋乡州河支流明月江白岩河上,控制流域面积162平方公里,总库容6800万立方米,设计灌溉面积10.26万亩,是一座拦蓄当地径流的灌溉水库。

宝石桥水库在50年代由省水利厅勘测设计处设计,均质土坝高31.6米,总库容9420万立方米,有效库容4840万立方米,于1958年8月动工兴建,但未按设计建成。1970年省、

地、县再次进行配套规划及设计。1971年3月,大坝建至坝高26.8米,总库容6430万立方米,有效库容1980万立方米,控灌开江县后厢10.2万亩农田。此后在1972年进行渠系设计布置,建成后厢左干渠及拔妙、靖安2条支干渠前段共66公里,另有17条支渠基本通水。1976年6月,开江县进行了宝石桥水库扩建工程建设,最大坝高增为35米,坝顶高程714米,正常高水位709.15米,总库容1.23亿立方米,有效库容5342万立方米。但现尚未按扩建方案建成。

水库枢纽工程包括大坝、溢洪道、放水洞等。

据1985年“三查三定”结果,大坝为均质土坝,坝顶高程705.86米,最大坝高28.6米,坝顶宽2.5米,坝顶长200米。上游坝坡共分3级,坡度自上而下为1:2.5、1:3.0、1:4.0;下游坝坡共分5级,坡度自上而下为1:2、1:2.8、1:2.0,以下为平台,平台下游坝坡为1:1.5、1:2.0及1:4.8。最大坝底宽为192.5米。

正常蓄水位700.3米时相应库容为3925万立方米;死水位695米时相应库容为1960万立方米。

溢洪道位于大坝左岸,为宽顶堰式,堰顶高程700.3米,堰顶宽40米。设计溢洪水深为4.89米,最大泄流量627立方米/秒。

放水拱涵宽2.2米,高2米,进口

底部高程为 695 米,最大放水流量 7 立方米/秒。

大坝上游左岸有低矮垭口,建有副坝高 23.8 米,亦为均质土坝,其坝顶宽 3.2 米,坝顶长 130 米。

左干渠长 53 公里,设计流量 5 立方米/秒。原设计有右干渠长 10 公里,尚未配套修建。实际灌溉面积为 7 万亩,其中提灌面积 2.5 万亩。

## 六、继光水库

继光水库是人民渠第七期工程中的中型囤蓄水库。总库容 9820 万立方米,有效库容 7180 万立方米,控灌面积 28.5 万亩。

1975 年冬绵阳地区人民渠七期工程指挥部在总体规划报告中指出,中江县龙台高地及其东南农田灌溉水量不足,尚缺水 3000 万立方米,需兴建中型囤蓄水库,蓄积人民渠所引 6~9 月期富余水量及当地径流,提出兴建中江继光水库的工程规划,选择吕家沟、刘家沟两处坝址。其中吕家沟坝址集雨面积 56.2 平方公里,正常高水位 473 米,拟建重力坝高 39 米,总库容 1 亿立方米;刘家沟坝址集雨面积 59.1 平方公里,正常高水位仍为 473 米,拟建坝高 42.5 米,总库容 1.15 亿立方米。最后推荐刘家沟坝址方案,随即于 1976 年 12 月,由绵阳地区水利勘测设计队完成初步设计。

库区地质构造简单,地层平缓完

整,无大中型构造形迹。坝址处地基为白垩系城墙岩群剑门关观音桥段地层,岩性为砾岩、泥岩及致密坚硬的钙质砂岩(呈透镜体状)。构造裂隙不甚发育。岩相变化大,岩体强度及均一性较差。坝基有泥岩软弱夹层,坝肩卸荷裂隙发育。

大坝位于中江县兴发乡(今继光乡)涪江支流蓼江龙台河上游观音桥刘家沟,坝址以上集雨面积 59.1 平方公里。大坝坝型为钢筋混凝土面板干砌石坝,最大坝高 43.1 米,坝顶高程 478.51 米,坝顶宽 5.1 米,长 262 米,最大坝底宽 87.5 米。上游坝面坡度为 1:0.7,下游坡度干砌块石坝体 1:1.2,干砌条石坝体 1:1。正常蓄水位 476 米,相应库容 8180 万立方米;最低放空水位 445 米,相应库容 20 万立方米。

大坝上游钢筋混凝土面板顶厚 0.3 米,底厚 0.5 米,下有混凝土垫层,厚 0.3 米。布置较密的伸缩缝,纵缝间距不超过 20 米,横缝间距不超过 25~30 米,面板底部有钢筋混凝土衬砌的灌浆廊道一条,高 2.5 米,宽 3.5 米,长 238 米。

溢洪道设在大坝右侧 80 米垭口处,为开敞式溢流正堰,堰顶高程 476 米,净宽 20 米,以 3 扇弧形钢闸门控制,闸后陡槽长 45 米,末端以鼻坎挑流,溢洪道设计下泄流量 81 立方米/秒,保坝下泄流量 150 立方米/秒。

大坝左岸设有导流放空隧洞,为圆形有压隧洞,内径 1.7 米,洞长 246.5 米,进口底板高程 445 米,设计流量 25.7 立方米/秒,最大泄流量 35 立方米/秒,出口段 195 米处设有闸门井,内设宽高均 1.5 米的弧形闸门,闸后设长 12.5 米、深 3.5 米的消力池。

灌溉输水隧洞 3 处,右岸驷马垭高洞,洞底高程 465.1 米,洞长 237.5 米,设计流量 12 立方米/秒。取水口紧接闸门井,井内径 5 米,设宽 3.4 米、高 3 米平板工作闸门及检修闸门各一扇,闸后接长 20 米、深 0.6 米的消力池,池后接长 156.5 米的无压隧洞,断面为半圆拱直墙式,底宽 3.4 米,拱高 1.13 米,墙高 3 米。右岸驷马垭低洞,洞底高程 458 米,设计流量 4 立方米/秒。洞身分为 3 段,闸门井以前为有压隧洞段,长 145 米;闸门井消力池段,井内径 3.8 米,内设宽高均为 1 米的平板工作闸门及检修闸门,下接长 10 米、宽 1.8 米、深 0.8 米的消力池,池后为无压隧洞段,断面为半圆拱直墙式,宽 1.8 米、高 2.5 米,洞长 270 米。左岸鸡公山隧洞有压段长 40 米,无压段长 244 米,其设计尺寸均与驷马垭低洞相同。

水库以下布置左右两干渠。右干渠自驷马垭高洞出水,设计流量 12 立方米/秒,经跨响滩子、元兴等水库至骑龙,已建渠长 94 公里,计有渡槽 20 处,总长 2.19 公里;隧洞 29 处,总长

3.62 公里。左干渠自鸡公山低洞出水,设计流量 3 立方米/秒,实际过水能力 1 立方米/秒,已建渠长 29.6 公里,计有隧洞 7 处,总长 1.34 公里。

继光水库于 1976 年 6 月开始兴建,1978 年 12 月大坝建成。水库淹没耕地 4317 亩,其中田 2139 亩,迁移人口 5652 人,搬迁房屋 3054 间。施工由中江县组织受益区民工承担。

由于地基岩性岩相变化较大,多软弱夹层,且风化层较深,对大坝稳定及防渗不利。清基时全部挖除泥岩夹层及砂岩强风化层,直至可灌浆的岩层为止。基面开挖成略向上游倾斜,有些地段挖成台阶,泥岩开挖至新鲜面后立即用混凝土或条石砌体封闭基础面,先浇筑一层混凝土垫层,最薄处不少于 10 厘米。为防止大坝沿水平层面滑动,在坝基中部平行坝轴线设混凝土齿墙一道,深入岩基 1.5 米,其上端与砌石坝体接合处不少于 1 米。在泥化夹层处或有地下水渗出处,将齿墙厚度扩大 2 倍。坝基防渗采用截流墙及帷幕灌浆双重措施。截流由人工开凿齿槽,深约 11 米,穿过岩基的较大裂隙。

## 七、石盘水库

石盘水库是东风渠第六期工程中的中型固蓄水库,总库容 7426 万立方米,有效库容 5238 万立方米,控灌面积 13.1 万亩。

大坝左岸设有导流放空隧洞,为圆形有压隧洞,内径 1.7 米,洞长 246.5 米,进口底板高程 445 米,设计流量 25.7 立方米/秒,最大泄流量 35 立方米/秒,出口段 195 米处设有闸门井,内设宽高均 1.5 米的弧形闸门,闸后设长 12.5 米、深 3.5 米的消力池。

灌溉输水隧洞 3 处,右岸驷马垭高洞,洞底高程 465.1 米,洞长 237.5 米,设计流量 12 立方米/秒。取水口紧接闸门井,井内径 5 米,设宽 3.4 米、高 3 米平板工作闸门及检修闸门各一扇,闸后接长 20 米、深 0.6 米的消力池,池后接长 156.5 米的无压隧洞,断面为半圆拱直墙式,底宽 3.4 米,拱高 1.13 米,墙高 3 米。右岸驷马垭低洞,洞底高程 458 米,设计流量 4 立方米/秒。洞身分为 3 段,闸门井以前为有压隧洞段,长 145 米;闸门井消力池段,井内径 3.8 米,内设宽高均为 1 米的平板工作闸门及检修闸门,下接长 10 米、宽 1.8 米、深 0.8 米的消力池,池后为无压隧洞段,断面为半圆拱直墙式,宽 1.8 米、高 2.5 米,洞长 270 米。左岸鸡公山隧洞有压段长 40 米,无压段长 244 米,其设计尺寸均与驷马垭低洞相同。

水库以下布置左右两干渠。右干渠自驷马垭高洞出水,设计流量 12 立方米/秒,经跨响滩子、元兴等水库至骑龙,已建渠长 94 公里,计有渡槽 20 处,总长 2.19 公里;隧洞 29 处,总长

3.62 公里。左干渠自鸡公山低洞出水,设计流量 3 立方米/秒,实际过水能力 1 立方米/秒,已建渠长 29.6 公里,计有隧洞 7 处,总长 1.34 公里。

继光水库于 1976 年 6 月开始兴建,1978 年 12 月大坝建成。水库淹没耕地 4317 亩,其中田 2139 亩,迁移人口 5652 人,搬迁房屋 3054 间。施工由中江县组织受益区民工承担。

由于地基岩性岩相变化较大,多软弱夹层,且风化层较深,对大坝稳定及防渗不利。清基时全部挖除泥岩夹层及砂岩强风化层,直至可灌浆的岩层为止。基面开挖成略向上游倾斜,有些地段挖成台阶,泥岩开挖至新鲜面后立即用混凝土或条石砌体封闭基础面,先浇筑一层混凝土垫层,最薄处不少于 10 厘米。为防止大坝沿水平层面滑动,在坝基中部平行坝轴线设混凝土齿墙一道,深入岩基 1.5 米,其上端与砌石坝体接合处不少于 1 米。在泥化夹层处或有地下水渗出处,将齿墙厚度扩大 2 倍。坝基防渗采用截流墙及帷幕灌浆双重措施。截流由人工开凿齿槽,深约 11 米,穿过岩基的较大裂隙。

## 七、石盘水库

石盘水库是东风渠第六期工程中的中型固蓄水库,总库容 7426 万立方米,有效库容 5238 万立方米,控灌面积 13.1 万亩。

化基岩。基础灌浆布置,左岸坡1排,右岸坡主河谷底部2排,断层部位3排。帷幕孔最深29米,排距2米,孔距1.6~3.0米。

大坝左岸约230米垭口处设5孔弧形闸门正堰式溢洪道,每孔净宽5米,溢洪堰总宽32.2米,堰顶高程455.8米,设计洪水(500年一遇)下泄流量213立方米/秒。在上游300米的蒙子坳垭口处设开敞式非常溢洪道,堰顶高程460.4米,堰宽28米。大坝左侧约100米处设圆形压力式导流放空隧洞,直径2米,以钢筋混凝土衬砌,厚0.3米。进口检修闸门宽高均为1.8米,其后1.2米处设孔径0.3米的旁通阀。出口工作闸门宽1.8米,高1.6米。隧洞进口底板高程436米,高出50年淤沙顶部2米。出口底板高程422.8米,洞长216米,最大下泄流量44立方米/秒。

库区右岸设有副坝6处,坝高8~18米,分别采用砌石重力坝、斜墙石渣坝、土坝等。在库区东南部副坝底部布置高、中、低放水隧洞。高洞为内径0.7米的钢筋混凝土圆管,壁厚0.15米,长43米,进口底部高程452.9米,设计流量0.7立方米/秒。中洞为直径1.5米的现浇钢筋混凝土圆形压力隧洞,衬砌厚度0.2米,洞长14.1米,进口底部高程448.35米,设计流量4.5立方米/秒。低洞为直径1.3米钢筋混凝土圆形压力隧洞,衬

砌厚度0.2米,洞长163.2米,进口底部高程445.46米,设计流量2.4立方米/秒。

水库南侧充引水北干渠长22.5米的柏杨沟隧洞出口,渠水位454.7米,因低于水库正常水位,设电力提水站提水入库。提水站为圆筒竖井式,井壁厚0.8米,净空18米,装机3台,水泵为282LB-70型轴流泵,以JSL-128-8型电动机带动,功率为155千瓦。水泵安装高程453.18米,设计提水扬程7.1米,流量4立方米/秒。出口设宽9米的出水前池,池底高程457.1米,后接明渠入库。

1977年8月采用河槽导流方案,两侧坝基全面开挖。10月改用隧洞导流,填筑粘土围堰,堰顶宽3米,顶长69米,最大堰高6.2米,上游边坡1:2,下游边坡1:1.3。1978年5月以后坝体建至高程446米,采取坝体拦洪,隧洞导流。为突击填筑,曾采取三班作业,并将基础灌浆暂停,以免干扰。自1977年10月至1978年5月底,大坝回填工程量达61.6万立方米,建至高程450米,保证安全渡汛。

坝基开挖全用人工,在右岸高程434米处有泉水出露,施工时在岩基上凿盲沟将水导出坝外,沟内按反滤原则铺填3层反滤料。断层处齿槽中5股地下水,则以砂卵石作成导流沟,引水入集水井(宽1米、长1.5米),然后抽出。

大坝灌浆自 1977 年 5 月开始, 1980 年 4 月结束, 共钻 311 孔, 总深 16.17 千米, 耗用水泥 2338 吨。

粘土料以人工分层采挖, 石渣料则以爆破取料。先以平洞或竖井开挖药室, 再装药引爆, 然后用小炮改细。共放大炮 77 次, 其中装药量 0.1~1 吨者 43 次, 1~5 吨者 17 次, 5~10 吨者 9 次, 10~20 吨者 7 次, 20 吨以上 1 次。为获取细料, 采用延迟雷管分级起爆方法。坝体填筑工序为铺料、平料、洒水、碾压、质量检查 5 项。将坝面分为上游坝体、心墙、下游坝体、排水棱体 4 个工区, 每区内又分 2~4 个流水作业段。铺料采取退铺法, 一次铺至设计厚度 40 厘米, 个别块粒超大则以锤击改小, 以东方红 75 型履带拖拉机带径 2 米, 长 2 米的混凝土平碾及以红旗 100 型履带拖拉机带 SD-80-13.5 吨振动碾碾压。边角以 60~70

公斤石夯人工夯或电动蛙式夯夯实, 碾压采取平行坝轴方向进退错距法。取样检查, 粘土检查, 粘土心墙以环取样, 石渣体则以灌水法取样。共取粘土样 1935 组, 石渣样 2171 组, 均达到设计要求, 大坝于 1978 年 9 月建成。

溢洪道工程于 1978 年 10 月开始, 1980 年 5 月结束。导流放空隧洞于 1976 年 11 月开始, 1977 年 4 月贯通, 1978 年 5 月完成。高放水洞 1978 年 9 月开始, 1979 年 4 月结束; 中放水洞 1978 年 6 月开始, 1979 年 12 月结束; 低放水洞 1977 年 10 月开始, 1979 年 11 月结束。电力提水站 1979 年春开始, 1980 年 10 月完成。

石盘水库总造价 972.5 万元, 投劳 800 万工日, 总工程量 119 万立方米, 其中挖填土石 111 万立方米, 砌石 6 万立方米; 耗用钢材 190 吨, 木材 1335 立方米, 水泥 4280 吨。

### 第三节 异型水库

#### 一、海底沟地下水库

海底沟水库位于江北县龙王乡嘉陵江支流黑水滩河左岸, 是一座利用地下溶洞蓄水的中型水库, 也是四川第一座储蓄潜水的特殊水库。

库区坐落于华蓥山脉南端。在龙王乡的龙王沟山腰, 原有一股泉水, 终年不竭, 自古乡民即开渠引用, 灌溉农

田 2000 余亩, 称为丰收堰, 南距海底沟约 3 公里。海底沟为一山沟, 沟口高程 364 米, 沟端山顶高出山麓沟底 400~500 米, 此处地层为侏罗系嘉陵江组石灰岩, 富含煤脉。60 年代江北煤矿曾沿海底沟开凿上、中、下 3 个平洞, 进行采煤。1966 年 8 月 24 日, 下平洞掘进至山体内 1056 米时, 发现一

条斜贯全断面的裂隙,裂隙以上石灰岩呈黄灰色,裂隙以下则呈深灰色。当时炮眼钻入 0.5~1.2 米深处,忽然喷射泥水,射程 7~8 米。由于炮眼孔径较小,不久即为石渣堵塞,但掌子面内流水声清晰可闻,为防止意外,在掌子面后 100 米处以浆砌条石修了一道厚 4 米的挡墙,撤出井内人员,再行爆破。8 月 27 日凌晨放炮,仅数秒钟后,洞内忽然吹出强力冷风,将停留在洞深 483 米处的长 2 米、重 600 余公斤的 9 部翻斗车全部吹出洞口,4 分钟后压力水柱从洞口全断面涌出,水花涌高 10 余米,洞口处的工业广场即遭冲毁。据当时省地质局 208 队估算,初期涌水量约每小时 9 万立方米,水中挟带有大量石灰岩、砂岩碎块,一直冲到 500 余米以外黑水滩河岸,使该处沉积了一层黄砂状碳酸钙沉淀物。37 小时后,洞内水色转清,流量减小。技术人员涉水入洞探视,在原掌子面右上角发现有一直径约 1 米的孔洞,水流即由此冲出。钻入此洞向深处探查,获悉其中为长约 250 米、最宽处可达 10 米的巨大溶洞,洞的边缘有 3 个大水潭,其水面高程约 390 米,较洞口高程 369 米尚高出 21 米。1966 年 10 月,经 208 队实测,洞口出水量每小时仍有 3400 立方米。自 10 月 14 日至 11 月 7 日,水潭水面下降了 1.2 米,由此推算,自射水的 1966 年 8 月 27 日起至 11 月 6 日,72 天泄水约 1680

万立方米,其中静储量 1340 万立方米。

平洞射水后的第三天,龙王洞泉水枯竭,丰收堰无水灌溉,农民要求堵洞还水。1971 年 12 月,江北县向江津地区申报,要求修建海底沟地下水库。经江津地区设计,于 1972 年 1 月动工,同年 10 月建成。

下平洞自进口向内长 551 米为砂岩段,中间有 25 米的页岩段,再进至掌子面长 480 米为石灰岩段。设计在距进洞口 740 米深处石灰岩段内,砌置总厚 12.7 米、高 3.6 米的壅塞坝体加以封堵。此处断面较窄,平均宽 2.6 米,高 3.6 米,按 20 个大气压压力荷载设计,修建厚 1 米的浆砌条石拱圈 4 道,中间用钢筋混凝土填满,其总厚为 10 米。壅塞坝体中预埋铸铁管 3 根,其中 1 根为矿山生活用水管,内径 10 厘米,最大流量 0.08 立方米/秒;其余为高低灌溉放水管,内径 40 厘米,最大流量 2 立方米/秒,均设闸阀以启闭。铸铁管总长 32 米。洞内坝体上游 4 米处,建有高 1.5 米的浆砌条石挡墙,以防石屑堵塞放水管。

海底沟地下水库核定正常蓄水位为 430.53 米,水位 442 米时库容为 1340 万立方米。建设投资 2.85 万元,投劳 6885 工日,砌条石 102 立方米,耗用钢材 2.4 吨,水泥 64 吨。

1974 年 1 月开始修建配套渠系,引水出洞即沿山麓分左右而行,左干

渠长 13.8 公里,设计流量 1.1 立方米/秒;右干渠长 8.3 公里,流量 0.3 立方米/秒。支渠 6 条,总长 26.4 公里。干支渠上建有渡槽 113 处,总长 925 米;隧洞 7 处,总长 1166 米;倒虹管 5 处,总长 2295 米。有效灌溉面积 2.06 万亩。配套工程于 1976 年基本建成,国家投资 130 万元。

据水库建成以来历年观测,地下水水库集水面积约 60 平方公里,多年平均来水 442 万立方米,调节性能良好。经 1978~1983 年实测,按逐日水压与放水量资料分析的水位容积关系如表 2—3—1。运行以来,年放水量最多为 640 万立方米,最少 124 万立方米。

海底沟地下水水库水位容积关系

表 2—3—1

水位(米)	容积(万立方米)	水位(米)	容积(万立方米)
368.53	0	418.53	321
378.53	10	428.53	425
388.53	27	433.53	469
398.53	59	438.53	512
408.53	181		

## 二、马湖水库

马湖位于四川省雷波县黄琅乡西 1 公里,地属金沙江流域。原为古代地震堰塞湖,《水经注》一书已有记载。马湖集水面积为 102 平方公里,多年平均年径流量 6623 万立方米,洪枯水位最大变幅度在 3 米左右。现有天然堆石坝长 600 米,宽 250~300 米,坝顶高出平均水位线 15~20 米,从未闻有洪水翻坝情况。湖面东西最宽处宽 2 公里,南北长 5.4 公里。水位 1101 米时的水面面积为 7.38 平方公里,实测

最大水深为 134 米,总蓄水容量 4.8 亿立方米。

为了充分利用马湖水资源,当地群众在 1959 年时即曾在坝上试开引水渠,引水灌溉。动工后因技术上没有把握,旋即停工。1972 年西昌地区主管部门曾派技术人员至马湖进行勘测,并针对引水灌溉进行初步设计,经省批准列入当年基本建设计划,由地方组织施工。

马湖引水灌溉工程,主要是在天然堆石坝单薄处开挖缺口,深 17 米,

再填筑 12.5 米高的粘土斜墙堆石坝。坝顶厚 16.5 米,坝底厚度 62 米,坝顶长 29 米。在坝底埋设内径 1.4 米的钢管输水,并供排洪。管底高程 983 米,最大放水流量 12.1 立方米/秒。管端出口处设有消力池及南、北干渠分水闸。

北干渠长 8 公里,过水能力为 0.5 立方米/秒;南干渠长 46 公里,过水能力为 4.5 立方米/秒,设计灌溉金沙江沿岸农田 2.2 万亩。建成后实际有效灌溉面积为 0.43 万亩,效益尚未全部发挥。同时利用坝后落差兴建水电站,安装 55、100、200 千瓦机组各一台,1985 年发电 103 万千瓦小时。

这一工程于 1972 年 11 月动工,1978 年 4 月建成,总工程量 101 万立方米,共投劳 200 万工日,总投资 707 万元,其中国家投资 487 万元。

据 80 年代“三查三定”资料,在蓄水位 988.5 米时,容积可达 4.87 亿立方米。水位 983 米时,容积为 4.55 亿立方米,实际利用的有效容积为 3200 万立方米。

### 三、小南海水库

小南海水库位于黔江县南海乡,地处乌江支流阿蓬江流域,库址处流域面积 98.8 平方公里,是 1856 年地

震山崩形成的堰塞湖。水面面积 2.74 平方公里,其天然坝最大高度 50 米,坝顶宽 80 米,长 980 米,坝顶高程 672.2 米。在水位 670.5 米时,蓄水容积 7020 立方米;水位 658.5 米时,容积 4100 立方米。实际利用库容为 3000 万立方米。

1972 年当地曾设左岸竖井取水,其底坎高程 658.5 米,放水建筑物断面尺寸为宽 1.2 米、高 1.4 米,最大放水流量 7 立方米/秒。其总干渠长 26 公里,有效灌溉面积 0.53 万亩,1980 年 12 月配套受益。

### 四、落水湖水库

落水湖位于雷波县海湾乡,为金沙江左岸的一个高山湖泊,水面面积 750 亩,水深 10 米。水位 1238.7 米的蓄水容积为 486 万立方米,水位 1237.75 米的容积为 426 万立方米,水位 1234.5 米的容积为 253 万立方米。

1970 年 11 月,建副坝二座,进行干支渠配套,并开借水渠引用集雨面积 8.6 平方公里的水量约 200 万立方米。开干渠 2 公里,支渠 15 公里,灌溉农田,有效灌溉面积 0.32 万亩。1972 年 5 月开始受益。

## 第四章 提水工程

四川丘陵山区,田高水低,且多成片梯田坡土。为了发展农业生产,提水工具如水力筒车、人力龙骨车在唐宋时期已得到广泛应用。提水高度:水力筒车一般为3至4米,最高不超过10米;龙骨车则仅1.0至1.5米,遇天大旱,常见有几架甚至几十架龙骨车上下联串、分级提水上高田灌溉。40年代初,四川省水利局设高地灌溉试验场于灌县,研制水轮泵,以主持研究人命名为刘卧式抽水机,并在涪江沿岸及华阳沙河堡建成水轮泵站,提水灌溉成片高台地,是为四川利用现代机械提水灌溉之始。建国后1963年,中共四川省委提出“以机电提灌为主、提蓄结合、综合利用”的水利方针,促进了省境大江小河引水发电、兴建电力

提灌站建设。同时,在已建的石河堰及在水源丰沛大江上拦河筑坝,修建水轮泵站群,提水灌田。根据四川省水利工程“三查三定”统计资料,至1985年四川全省有提水工程34733处,其中水轮泵站502处,固定机电提灌站28058处,年提水量在10亿立方米以上,保证有效灌溉面积376万余亩,占全省有效灌溉面积的9.2%。但电力提水灌溉电费高昂,特别是60年代前期在大江大河上利用国家大电网电力兴建高扬程(扬程100米以上)提水站,电力费用更高,建成运行不久即废弃。再水轮泵耗水量大,机械不耐磨损,60年代各小河兴建水轮泵站也多废置。

## 第一节 电力提灌

### 一、九龙滩电力提灌站

九龙滩电力提灌站位于金堂县淮口镇沱江北岸,提取沱江水源,控制灌溉农田 29 万亩,是四川大江上最大的多级固定提灌站。总净扬程 76 米,提水流量 5.88 立方米/秒,分 4 级 5 处建站,共装机 23 台,总装机容量 4781 千瓦,实际灌溉金堂沱江以东、资水河以西高台地农田 17.96 万亩。

1963 年四川省委提出“以机电提灌为主,提蓄结合,综合利用”的水利方针后,电力提灌工程纷纷兴起。1964 年,温江地区水利勘测设计队到现场进行勘测规划,省水利勘测设计院亦派员协助,在沱江进行多方案比较,选定九龙滩提灌站址。随后,即由省水利勘测设计院进行初步设计,并于 1965 年完成。地区随即组成电灌工程指挥部,1966 年经省水电厅批准分两期实施。

第一期工程于 1966 年 1 月开工,1967 年 7 月完成。共建设一、二、三级提灌站,其中九龙滩一级站装机 2 台容量共 760 千瓦,白庙子二级站装机 3 台共 268 千瓦,观音堂二级站装机 2 台共 110 千瓦,黑皇寺三级站装机 2 台共 28 千瓦。并建 35 千伏变电站 1 处,装 1850 及 2400 千伏安变压器各

1 台,青白江至淮口 35 千伏线路 39 公里,至二、三级站的 10 千伏线路 13 公里。提灌总干渠 17.3 公里,二级站干渠 6 公里,淮口支渠 9 公里。第一期投资 250.1 万元,投劳 141.2 万工日。可灌农田 9 万亩。

第一期工程完成后,1969 年秋始进行渠系配套,至 1970 年 5 月,完成二级干渠及支渠 13 条,全长 100 余公里,渠系建筑物共有 135 处。除第一期工程中建有高 28 米、长 420 米、过水流量 4.5 立方米/秒的乌木沱薄壳渡槽外,又完成薄壳渡槽 5 处,总长 710 米;另有暗拱 121 米,配套工程计投资 33 万元,投劳 138 万工日,完成土方工程 27 万立方米,石方工程 41.4 万立方米。

1973 年冬又进行第二期工程建设,至 1975 年底竣工。内容包括扩建和改造机泵:一级站新增装机 3 台,容量共 930 千瓦;二级站新增装机 1 台、215 千瓦,并延长二级干渠 30 公里。第二期工程投资 200 万元,建成后实灌农田 20.6 万亩。

此后又作配套和改造的扫尾工程。1976 年完成白庙子、观音堂二级站的改造工程,1978 年最后竣工。

整个工程包括三级:一级为九龙

滩站;二级有两处,观音堂站及白庙子站;三级为黑皇寺站。干渠总长 60.1 公里,其中九龙滩至观音堂一级干渠长 13.7 公里,观音堂至白庙子一级干渠长 3.9 公里,白庙子至牌坊沟二级干渠长 42.5 公里。设计流量自上而下依次为 4.8、4.5、3.5、3.0、2.5、2.0、1.5、1.0 立方米/秒。支渠共 11 条,总长 113 公里。干渠上共有各类建筑物 463 处。渡槽 12 处,总长 1877 米。其中乌木沱薄壳渡槽规模最大,单跨 10 米,全长 420 米,比降 1:500,最高支墩高 22.5 米,过水能力 4.5 立方米/秒。此外,有隧洞 36 处,总长 3.8 公里;有暗涵 49 处,总长 3.9 公里;倒虹管 1 处;节制闸 11 处;分闸 25 处;泄水闸 14 处;分水洞 40 处;涵洞 123 处;公路桥 9 处。

在设计乌木沱薄壳渡槽时,曾与倒虹管方案作过比较,在技术经济及运行管理上,参考了广东湛江修建薄壳渡槽的方案。当时缺乏吊架机具,就自制杉木高架配合手动葫芦,进行起吊。整个工程施工中,日出工人数最高达到 5000 人,施工员在群众中挑选 200 人,经短期就地培训,然后上阵。由于缺乏石工,指挥部就发动党团员学习石工技术,为他们配备石工工具,经一段时间互教互学,合格石工已增至 300 多人,为工程的顺利进行创造了条件。

九龙滩一级站净提水扬程 34.5

米,安装电动 20H NCA 水泵 8 台(其中备用 2 台),由 JSQ-158 型电动机带动,总容量 3340 千瓦。总扬水流量 5.79 立方米/秒,单机扬水量 0.75 立方米/秒,通过 17.6 公里干渠至白庙子。1965 年动工,1968 年建成。

白庙子二级站在一级站的干渠左岸取水,距一级站 17.6 公里。净扬程 15.8 米,设有 24Sh-28A 水泵一台,20H HB 水泵 2 台,10Sh-9 水泵一台,此后又设 3 台。电动机 6 台,总容量 873 千瓦。总扬水流量 3.54 立方米/秒。

观音堂二级站亦在一级站干渠左岸取水,距一级站 13.8 公里。净扬程 15.8 米,装电动机及 10Sh-9 水泵 4 台,总容量 253 千瓦。总扬水流量 1.17 立方米/秒。

黑皇寺三级站在二级站干渠中取水,净扬程 15 米,设 SBA-25 水泵 3 台,电动机 3 台,总容量 225 千瓦。总扬水流量 0.96 立方米/秒。此后又设四级站。

金龙四级站在三级站干渠中取水,净扬程 11 米,装水泵及电动机 2 台,总容量 90 千瓦,总扬水流量 0.4 立方米/秒。

整个工程自 1966 年起,至 1967 年完成第一期,此后在 1969~1973 年对这一期工程进行扩建,累计投资 347.4 万元,投劳 172.3 万工日。1973~1977 年完成第二期工程后,1979~

1981年又进行渠道防渗,此期累计投资359万元,投劳320万工日。1981~1982年又进行35千伏变电站建设及其它配套工程,再次投资72.3万元,投劳11万工日,付出了一定代价。本工程自投产以来,年利用小时最高达5000小时。自1969年正式提水运行,至1986年的18年内共提水3.69亿立方米,平均年提水2052万立方米。其中提水最多的1978年为4462万立方米。

## 二、牧马山五大电力提灌站

牧马山台地位于双流县境西南,形似葫芦,南北长30公里,东西宽7~12公里。台地西北高程平均为520米,地势渐向东南倾斜,高程逐渐降至490米以下。台地上共有耕地22万亩,历来依靠冬囤水田及塘堰灌溉,经常受旱。民国29年(1940)双流县政府曾在《三年计划纲要》中列出筹办牧马山高地灌溉项目;次年,四川省水利局曾派出两个测量队测绘台地地形,至民国38年始作出高地灌溉初步计划,但未能付之实施。

建国后,1958年建成牧马山干渠,解决了高程490米以下的农田灌溉问题,但其余耕地仍无灌溉保证。1961年1月,省农田水利局派出第二查勘队进行提灌规划,提出分期建设方案。1962年11月,温江地区邀请省水利设计院、成都供电局等技术人员

30余人,赴牧马山台地实地查勘,同年12月提出修建5个电力提灌站的规划,计划装机28台,总容量4136千瓦,控灌农田12.2万亩。从1962年起,双流县即按照规划布置,逐步建设文星、刘家碾、毛家湾、雷家坡、燕子窝5处电灌站,实际装机29台,总容量3260千瓦,至1967年全部建成,控灌农田8.61万亩,年均灌田5万余亩。

文星提灌站提取江安河水,净扬程27.48米,提水流量0.8立方米/秒,控灌农田2.61万亩。早在1958年1月,华阳县水利委员会技术员蒲富全设计了白燕堰坝,自王家碾引江安河水至此取得3米水头,驱动水轮机带动8K-12型水泵2台提水,配铸铁管160米,新开引水渠1.8公里,输水渠22公里,于1959年春建成投产。后因江安河水量不足,多数时间每日开车仅3小时左右,无法满足灌溉需要。于是在1962年委托省水利勘测设计院设计文星电灌站,工程分三期实施:第一期工程于1963年3月开工,5月完成;第二期工程于1962年1月开工,4月底完成;第三期工程于1963年12月开工,1964年4月完成。总投资42.57万元,投劳20余万工日。

文星电力提灌站于江安河蚂蝗堰设6孔平板钢闸门节制,孔宽4米,壅水高2米,引水1.9立方米/秒至王家碾,再以流量0.9立方米/秒引至泵站。泵站为砖木结构,建筑面积307.7

平方米,设 12Sh—13 型水泵 4 台,以 J—Y2—4 型电动机 4 台带动,4 排管道各长 70.4 米,内径 350 毫米,设计最大水头 34.4 米,共开挖提灌渠道 28 公里。全部工程计土方工程量 7.42 万立方米,砌体工程量 0.21 万立方米;耗用水泥 288 吨,钢材 48 吨,木材 111.8 立方米,设计年耗电量 77 万千瓦小时。

刘家碾电力提灌站提取牧马山干渠水源,共有 2 级:一级站净扬程 25.7 米;二级站净扬程 17.7 米,控灌农田 2.17 万亩。刘家碾站原为煤气机提灌站,1964 年改为电力提灌,由省水利设计院、温江地区水利勘测设计队设计,双流县水电局组织施工。一级站进口处建双孔进水闸,孔宽 2.5 米,设 14Sh—13A 水泵 4 台,容量 640 千瓦,口径 500 毫米钢管 2 根;二级站设 10Sh—13 水泵 2 台,容量 80 千瓦,口径 412 毫米钢管一根。计开引水渠 393 米,干渠 1 条及支渠 6 条,总长 37.2 公里。1980 年二级站又增设一台 75 千瓦的 12Sh 型机组。

毛家湾电力提灌站提取府河水源,共有 2 级:一级站净扬程 49 米,提水流量 0.75 立方米/秒;二级站净扬程 11 米,提水流量 0.5 立方米/秒。控灌农田 1.67 万亩。1963 年华阳县农水局配合温江地区水利勘测设计队进行设计,1964 年底由原华阳县组织施工,1966 年 3 月建成。一级站设 180

千瓦的 12Sh—9 型水泵 3 台,配口径 350 及 418 毫米钢管各一根。二级站设 55 千瓦的 12Sh—19 型水泵 2 台,口径 500 毫米钢管 1 根。共开干渠 10.5 公里;支渠 10 条,总长 19 公里。工程总投资 36.55 万元。

雷家坡电力提灌站提取牧马山干渠水源,共有 2 级:一级站净扬程 33 米,提水流量 0.38 立方米/秒;二级站净扬程 23 米,提水流量 0.18 立方米/秒,控灌农田 0.96 万亩。1962 年冬先由温江地区作出规划,1965 年复由双流县水电局反复勘定。1966 年完成设计,1967 年由双流、新津二县联合施工。一级站设 115 千瓦的 12Sh—9B 型水泵 2 台,口径 450 毫米钢管 1 根,长 280 米,横穿成昆铁路后升至压力水池;二级站距压力水池 275 米,设 40 千瓦的 8K—12 型水泵 2 台,口径 200 毫米铸铁管 2 根,共长 228 米。计开渠 13.1 公里。工程总投资 17.61 万元,投劳 7.18 万工日。

燕子窝电力提灌站提取牧马山干渠水源,共有 2 级 3 站:一级站净扬程 50 米;二级站净扬程 18 米,控灌农田 2.2 万亩。1962 年底由温江地区规划建站方案,1965 年进行设计,1966 年春双流县水电局组织施工。共分两期实施:当年 6 月,完成燕子窝一级站及徐家塘二级站;1966 年冬至 1967 年 5 月,进行一期工程配套,并建成长板坡二级站。一级站设 155 千瓦的 12Sh—

9 型及 8HB 型水泵各 1 台,铸铁管 3 根;徐家塘二级站设 40 千瓦的 8K—12 型水泵 2 台,口径 412 毫米钢管 1 根。长板坡二级站设 75 千瓦的 12Sh—13A 及 55 千瓦的 8Sh—13A 型水泵各 1 台,口径 300 毫米铸铁管及 200 毫米钢管各 1 根。计开干渠 10.26 公里,支渠 10.81 公里。工程总投资 26.84 万元,投劳 15 万工日。1969 年双流县又对燕子窝一级站进行改造,扩建泵房 33 平方米。更换 2 台 155 千瓦电动机为 200 千瓦电动机,并增设 200 千瓦的 8HB 水泵 1 台;同时将长板坡二级站的 8Sh—13 型机组更换为 75 千瓦的 12Sh—13A 机组。口径 200 毫米管道更换为 300 毫米管道。1979—1980 年,又相继将 2 台 8H B 型水泵及 12Sh—9 型水泵更换为上海制造的 12Sh—9 型水泵,155 千瓦电动机更换为 180 千瓦电动机,并在长板坡二级站增设 75 千瓦的 12Sh—13A 水泵 1 台,使设备更臻完善。现在燕子窝一级站共装机 4 台,容量 800 千瓦,徐家塘二级站共装机 2 台,容量 80 千瓦;长板坡二级站共装机 3 台,容量 225 千瓦。

### 三、江油松林桥电力提灌站

江油松林桥电力提灌站位于江油县三合乡松林桥,提取涪江引水渠六合堰的水源,设有三级 4 站,装机 17 台,总容量 1364 千瓦,总计净扬程

157 米,全站每小时提水量 2040 立方米,控灌农田 1.62 万亩。

工程始建于 1963 年冬。第一期工程建有 3 级 3 站,装机 8 台,总容量 700 千瓦,净扬程共达 157 米,设备小时最大出水量 1040 立方米。当年委托江油钢铁厂动力科设计一级站工程,旋由江油县农业机械管理站组织施工;二、三级站则全为县农机站设计施工。至 1964 年,全站按设计要求建成投产,控灌彰明、东兴、新民 3 乡农田 1.62 万亩。1965 年春,因 6 千伏电源伸至大堰乡,乡内建成在狮儿河水库提水的龙凤及严家湾电力提灌站;但因狮儿河水库水量不足,需由松林桥电灌站补充水源,于是江油县水电局作出决定,将龙凤、严家湾二站并入松林桥电灌站,作为四级的一、二站。同期又在龙洞坡新建二级二站,使全站装机达到 11 台,总容量 829 千瓦,控灌农田 2.26 万亩。1966 年江油大旱,提灌供水难以满足需要,当年冬又对松林桥一、二、三级站进行了扩建,新增装机 8 台,容量 650 千瓦,设备小时最大提水量增为 2040 立方米。1982 年,复将狮儿河水库提水的四级一、二站仍然改回为水库提水站,松林桥电灌站仍为三级 4 站。

这一工程配有 6 千伏配电线路 21 公里,配电变压器共 13 台,容量为 2080 千伏安。输水干支渠总长 111.3 公里,年有效供水量 510 万立方米。建

站总投资 40.3 万元。

松林桥一级站净扬程 80 米,装机 8 台、750 千瓦,小时总出水量 2040 立方米,控灌农田 0.5 万亩。莲花寺二级一站净扬程 38 米,装机 4 台、300 千瓦,小时总出水量 1920 立方米;龙洞坡二级二站净扬程 16 米,装机 1 台、14 千瓦,小时出水量 160 立方米,二级两站共控灌农田 0.17 万亩;莲花寺三级站净扬程 39 米,装机 4 台、300 千瓦,小时总出水量 1920 立方米,控灌农田 0.95 万亩。

由于提灌扬程高、渠道长,水头损失大,导致提水成本高,本工程管理站自 1982 年以来即入不敷出。1982 年全站仅提水 187 立方米,灌田不足百亩。现每年经营亏损无法补贴,设备老化亦难更新,均有待解决。

#### 四、宜宾金坪电力提灌网

金坪电力提灌网工程位于长江左岸支流黄沙河流域中游的宜宾县金坪区,以黄沙河干支流为水源,以吊黄楼、黄沙河变电站为电源,自 1960 年至 1980 年,共建成电灌站 61 处 83 级,装机 108 台、2566 千瓦,控灌农田 4.35 万亩。工程累计投资 156.73 万元。

1963 年 9 月,宜宾县农水局即提出金坪电灌网的规划设想。当年年底,由宜宾地区水电局编制了设计任务书,次年春经省水电厅批准,进行设

计,随即动工。1964 年 5 月,第一期工程基本完成,共建有电灌站 5 站 6 级、装机 10 台、323 千瓦;修建固定泵站 1 处,取水趸船 1 支,控灌农田 0.72 万亩。

第一期工程完成后,区乡即要求兴建第二期工程,于是会同宜宾地区水利勘测设计队共同设计。至 1965 年 10 月,第二期工程完工,共建有电灌站 12 站 19 级,装机 37 台、687 千瓦,开挖渠道 44 公里,其中有渡槽 2 处,共长 80 米;倒虹管 3 处,共长 686 米。控灌农田 1.26 万亩,共投资 71.76 万元。

在第一、二期工程已有的水源电源基础上,1965 年冬开始兴办第三期工程。由宜宾县水电局进行设计,并组织施工。1966 年 4 月,第三期工程完成,共建有电灌站 7 站 15 级,装机 16 台、358 千瓦,开挖渠道 21.6 公里,控灌农田 0.75 万亩。共投资 23.22 万元,投劳 6.66 万工日。

1966 年春夏旱严重,区乡迫切要求兴建第四期工程,仍由宜宾县水电局设计,至 1967 年动工,1968 年第四期工程完成。共建有电灌站 9 站 13 级,装机 13 台,512 千瓦,控灌农田 0.88 万亩。共投资 33.28 万元。

此后至 1980 年,区乡又依靠自身力量,利用已建的 10 千伏线路,逐年修建电灌站 27 站 31 级,装机 31 台、812 千瓦,控灌农田共 2.13 万亩。

## 第二节 水 轮 泵 站

### 一、沱江石盘滩水轮泵站

石盘滩水轮泵站位于内江市中山乡沱江左岸石盘滩,是省内第一座大江河上的河床式水轮泵群。总装水轮泵 25 台,扬程 73 米,提水灌溉隆昌县农田 35.23 万亩。

1965 年,省水利勘测设计院规划七队进行了沱江梯级规划,石盘滩已为开发梯级之一。1971 年 12 月,隆昌县当即进行初步设计,并送交了报告,由省水利局组织审查,并于当年 8 月批准。此后,由宜宾地区水利勘测设计院完成拦河坝、冲沙闸、非溢流坝的技施设计,省水利勘测设计院规划二队完成水轮泵室的技施设计。

1972 年秋,隆昌县成立沱灌工程指挥部,开始组织受益区劳力进行施工。1974 年完成枢纽工程,共投资 1013.65 万元,其中国家投资 693 万元。

1980 年利用水轮泵设备开发水电,由规划二队设计“戴帽电站”,安装 200 千瓦发电机组 6 台。1981 年安装投产 3 台,此后在 1985、1986、1987 年各投产 1 台。

石盘滩水轮泵站位于沱江中游,流域面积 1.92 万平方公里。枢纽工程主要有拦河坝、船闸、冲沙闸、进水口、

前池、泵房等。

拦河坝溢流段为浆砌条石重力坝,最大坝高 9.2 米,壅高水位 5.5 米。溢流坝顶长 265 米,坝顶宽 4 米,坝顶高程 287.64 米。溢流后采用底流式消能,坝脚反弧半径为 3.6 米,消力池长 25 米,混凝土池底板厚 0.4 米,消力坎顶宽 1.5 米,采用浆砌条石结构。上游坝坡直立,下游坝坡坡度为 1 : 0.8。

右岸非溢流坝段采用均质砂壤土坝,与溢流重力式坝连接。最大坝高 9 米,坝顶长 125 米,坝顶宽 3 米,坝顶高程 301.76 米。上游坝坡 1 : 1.5,下游坝坡 1 : 1。与溢流坝段衔接的翼墙为浆砌条石重力结构,顶宽 2 米,底宽 10.58 米,高 12.25 米,迎水面直立,背水面坡度为 1 : 0.7。非溢流坝与右岸岸坡连接,下游采用浆砌条石护坡,其顶部高程为 290 米,坡面呈 1 : 1 坡度,护岸顶宽 0.3 米,最大底宽 1.5 米,长 255 米。

船闸位于溢流坝左端,闸室为浆砌条石结构,闸室长 70 米,宽 12 米,闸门孔口宽 6 米,设钢质平板闸门控制,闸门宽均为 6.48 米。进口闸门高 5.95 米,出口闸门高 10.05 米,上引船道的右侧设有浆砌条石导墙。

前池进水口位于拦河坝左岸,其右端为冲沙闸,总宽 42.5 米,设有中墩 6 个,进口净宽为 32.9 米,下接前池。前池高 6.9 米,其边墙顶部高程为 290.04 米,设计取水流量为 160 立方米/秒,但运行以来因淤积问题,从未达到设计值。

冲沙闸紧靠前池,设有宽高均为 2 米的定轮钢闸门 2 扇,闸底高程 281.74 米。

前池以下设有泵房,1974 年建成时安装川 100—15 型水轮泵 25 台,每 5 台并联为一组,通过 5 根直径 80 厘米的钢管进入干渠,单根最大长度为 437.76 米,总长 2150 米。每台水轮泵进水宽度为 2 米,泵房总宽 98.5 米,沿水流方向总长 19.15 米,为开敞式框架结构。

水轮泵提水扬程 73 米,提水流量 6.5 立方米/秒,年提水能力为 1 亿立方米。总干渠长 14.2 公里,以下分为左右干渠。左干渠首部双凤驿处,1979 年 6 月建有双凤驿电力提灌站,在总干渠内提水,装机 2 台,总容量 1100 千瓦。左干渠与 5 座小型水库串联后,尾水充入柏林寺水库;右干渠长 22 公里,沿线亦与 5 座小型水库串联,尾水充入古宇庙水库。干支渠均以浆砌条石衬砌。

1980 年在 23~25 号机坑 3 台水轮泵上戴帽安装发电机发电,每台配置 200 千瓦发电机 1 台,1981 年 2 月

建成投产。

由于水轮泵耗水量大,枯期水源紧张,且因电力缺乏,故于 1984 年上报经四川省水利电力厅批准增装 2 台戴帽电站,并将 23~25 号机坑水轮泵拆除,改建为装机 2 台、总容量 3000 千瓦的河床式电站,利用“以电养水”资金,作为石盘滩水轮泵站的附属电站。5 台戴帽电站位置移到第 17~21 号水轮泵机组上,1985 年完成 4 台,总容量 800 千瓦,年发电量 460 万千瓦时,附属电站由内江地区水电勘察设计队进行初步设计,四川省水利电力厅规划二队 1984 年 10 月进行技施设计,隆昌县石盘滩电站工程指挥部组织施工。电站设计水头 5.4 米,总引用流量 71.0 立方米/秒,装机 2 台,总容量 3000 千瓦。1984 年 12 月开工,1987 年底建成发电,并入国家电网,只发不供,并网点为太平变电站。

石盘滩水轮泵站总灌溉面积 35.23 万亩,其中水田为 27.3 万亩。1979 年 5 月,成立隆昌县沱灌工程管理处,下设石盘滩水轮泵管理站。自 1976 年开始提水以来,以 1979 年提水量为最大,达到 5123 万立方米。1985 年发电 461 万千瓦小时。

运行以来,曾在 1981 年整治右岸护岸长 255 米。但 1982 年洪水期中,中段部分垮塌,现非溢流坝脚部分并遭洪水淘刷。附属电站投产后,因引水量大,致使船闸运行有一定困难。同时

前池及进水口淤积十分严重,使进水断面减小,影响进水。

渠系中主要囤蓄水库为柏林寺、古宇庙两座中型水库。

柏林寺水库位于隆昌县石碾乡沱江三级支流隆昌河上,集水面积 29.3 平方公里。1958 年 8 月始建均质土坝高 17.4 米,坝顶长 210 米,总库容 1020 万立方米(大检查资料为 1400 万立方米),于 1958 年 12 月建成。

古宇庙水库位于隆昌县楼丰乡隆昌河支沟上,集水面积 13.8 平方公里。1976 年 1 月动工修建石渣坝高 34.5 米,坝顶长 307 米,总库容 5889 万立方米,1979 年 6 月建成。

## 二、涪江洋溪水轮泵站

洋溪水轮泵站位于射洪县南 15 公里涪江左岸青岗河(洋溪河)与涪江汇合处的洋溪镇街口。于新溪乡盐码头设进水口,引取涪江水源,整理利用干濠子原有砂卵石濠沟 3.1 公里,并利用青岗河河床 1.92 公里,至洋溪区公所处拦渠建堰以抬高水位,修建水轮泵站,然后再整理利用青岗河河床 0.52 公里作为尾水渠,汇入涪江斯郎湾。泵站引用毛水头 5.1 米,实际利用水头 4.1 米,引用流量 60 立方米/秒,设水轮泵 11 台,设计提水流量 2.1 立方米/秒,控灌农田计 5.03 万亩。同时结合建站兴修防洪堤,封堵干濠子,增加耕地 874 亩,后又利用水能条件,作

水力发电开发。

1970 年 9 月,泵站由射洪县水电局进行规划,同年 10 月经绵阳地区批准后,随即由射洪县洋溪区组织施工。次年 4 月上报初步设计,10 月完成技术施工设计。1973 年 7 月四川省水利基本建设工程会议在射洪召开期间,省计委、省水利局有关人员在现场对工程进行审查,同意安装水轮泵 11 台,兴建灌渠 43 公里,并要求工程在 1974 年建成受益。泵站实际施工历时 4 年,常年施工专业队人数最多时达 3000 人,农闲突击劳力最多时达 1.5 万人。1975 年 5 月,泵站按设计要求建成投产。1976 年 10 月,又利用已有水能条件建成附属水电站厂房,装机容量 600 千瓦,于 1978 年 4 月投产发电。

泵站主体工程计有进水闸、导流堤、防洪堤、引水渠、溢流坝、泵房、公路桥、尾水渠、水电站等。进水闸设 5 孔平板钢闸门。导流堤为条石砌体,堤顶高程 316.45 米。防洪堤共有两处,总长 1830 米。引水渠总长 5.02 公里,底宽 26 米,设计水深 3 米,底坡为 1/10000。溢流坝为浆砌条石重力坝,最大坝高 8.6 米,坝顶长 54 米,坝前铺盖长 7 米,坝后消力池长 31.8 米。溢流坝右端设水轮泵 1 台,其进口设上提式闸门 1 孔,提水总扬程 40.8 米(净扬程 36 米)联接口径 350 毫米的管道,设备小时出水量 970 立方米,控

灌农田 0.33 万亩。溢流坝左端进口设 5 孔平板钢闸门,水轮泵 10 台,在节制闸门呈一字形排列,其中双机串联并管出水者 8 台。提水总扬程 73 米(净扬程 65 米),管径为 500 毫米,小时出水量 4600 立方米,控灌农田 3.88 万亩;单机并管出水者 2 台,提水总扬程 48 米(净扬程 40 米),管径为 600 毫米,小时出水量 1740 立方米,控灌农田 0.81 万亩。11 台水轮泵均为 100—12 型,由峨眉建南机械厂制造。尾水渠底宽 40 米,设计水深 2 米,底坡为 1/5000。

水电站位于枢纽左右岸,左岸紧接水轮泵室装设水轮发电机组 4 台,总容量 475 千瓦;右岸装设发电机组 1 台,容量 125 千瓦。1984 年 9 月,又利用左岸 10 台水轮泵蜗壳改建电站,单机容量 125 千瓦,计划装设 10 台机组。至 1986 年 3 月,已有 4 台投产发电。

输水干渠计有 3 条,总长 58.5 公里。渠系建筑物有渡槽 10 处,共长 923 米;倒虹管 6 处,共长 1730 米;隧洞 42 处,共长 3558 米。其中左岸泵站分高低二渠,高渠长 41.7 公里,过水能力 0.96 立方米/秒,于张家堰前后分出 4 条支渠,低渠长 12.2 公里,过水能力 0.36 立方米/秒;右岸泵站干渠长 4.6 公里,过水能力 0.3 立方米/秒,下有支渠 36 条,共长 117 公里。

洋溪水轮泵站总造价 808.8 万

元,总投劳 577.9 万工日,完成土石方工程量 310.9 万立方米,耗用水泥 3479 吨,钢材 544 吨,木材 743 立方米。

1981 年 7 月 14 日涪江发生大洪水,洪峰水位达 324.65 米,致使左岸进水闸岸墙被冲坏,闸门失去控制能力;溢洪坝右端亦冲开缺口,宽 90 米,深 11 米,泵站尾水渠则垮塌淤塞严重,完全不能运行。当年 9 月,经查勘拟定修复方案,以资金 60 万元,组织石工 1250 人、民工 650 人进行修复,至次年 2 月修复工程完成。修复中,将溢流坝延长 47 米,增修坝肩,并扩大行洪断面,进水闸防洪墙加高 1.62 米,此外又修建防洪堤 146 米。修复工程共投劳 76 万工日,完成土石方工程量 46.9 万立方米。

泵站建成后逐年配套受益,各年中以 1979 年效益为最高,实灌农田 3.77 万亩(其中田 1.35 万亩)。此后又在渠道上兴建电力提灌站 6 处,装机 6 台,扩大灌溉面积。

### 三、渠江南阳滩水轮泵站

南阳滩水轮泵站位于渠县境内的渠江干流上,左岸现有装机 6 台;原设计右岸装机 28~42 台,因泵型未定,且耗水量大,后改建为水电站,是省内大江河上水轮泵群改建为水电站的典型工程之一。

早在 1961 年,四川省交通局即根

据渠江渠化规划,建成了坝高 8 米、坝顶全长 471 米的浆砌条石溢流闸坝,回水长 30 公里,其左岸设有船闸,中间设有 3 孔泄水闸,坝顶高程为 242.99 米,坝址处距河口 272 公里。坝址以上渠江流域面积为 31229 平方公里,多年平均流量 539 立方米/秒。

由于已建闸坝存在 6 米以上水头,长期未加利用,达县地区及渠县水电局在 1972 年提出兴修水轮泵站的设想。1973 年 10 月,省水利勘测设计院规划三队完成了《渠县南阳滩水轮泵提灌工程规划报告》,初步计划装设水轮泵 49 台,提水总流量 7.48 立方米/秒,扬程 88~143 米,用以解决渠江两岸 35.3 万亩农田灌溉问题。1974 年底,由渠县水电局完成第一期南阳滩河段左岸(河东灌区)水轮泵群的初步设计,在船闸外侧安设 100—15 型水轮泵 6 台,总扬程 92 米(净扬程 83.2 米),出水高程 326.2 米。次年,工程列为省内基本建设项目。达县地区与渠县随即建立南阳滩水轮泵提灌工程指挥部,于 1975 年 11 月开始进行第一期工程施工。至 1976 年 7 月,左岸枢纽及输水干渠 10 公里建成;8 月,2 台水轮泵安装完毕,试机提水。与此同时,第二期右岸工程亦由工程指挥部进行补充规划,拟在右岸顺河床布置 100—25 型水轮泵 25 台,总扬程 90 米(净扬程 82 米),出水高程 325 米。右岸水轮泵引水渠尾部布置

厂顶溢流式电站,装设 1600 千瓦贯流式水轮发电机组 5 台。整个泵站控灌农田 33.3 万亩,其中由水轮泵站提灌 12 万亩,由电站发电带动水泵提灌 5.4 万亩,由分散建立的电力提灌站提灌 15.1 万亩。灌区万亩以上的干支渠 5 条,总长 61.7 公里。

1976 年 6 月,工程指挥部委托省水利勘测设计院进行水轮泵机组选型工作,当时对于第一期左岸工程中安装的 100—15 型水轮泵,在扬程 90 米时设计出水量 0.18 立方米/秒,考虑到右岸提水扬程高、流量大,若仍采用此种泵型,台数过多,因此建议改用 200 型水轮泵系列。后因省农机部门无法解决 200 型水轮泵的制造,为了使工程能够快上,省水利局及有关单位决定,仍考虑采用 100—15 型泵,于是工程指挥部在 1977 年 1 月提出了第二期工程初步设计。设计在右岸修建开敞式泵室,长 26 米。考虑以高、低两干渠提水,以高干渠代原规划电站;低干渠配 100—15 型水轮泵 20 台,单机提水,总扬程 90 米,总提水流量 3.5 立方米/秒。高干渠采用双机串联提水,设 100—15 型水轮泵 11 组共 22 台,总扬程 140 米,总提水流量 1.9 立方米/秒,单机出水量 0.176 立方米/秒,计划共装水轮泵 42 台。

1977 年 9 月经对已装的 100—15 型水轮泵出水量进行测试,发现单机出水量仅为 0.11 立方米/秒,与设计

值 0.18 立方米/秒存在着较大差距。右岸继续修建如仍安装水轮泵,存在问题较多。同时水轮泵提水耗水量大,不如利用水能生产电力,改用电力提水解决农田灌溉,更为合理。因此在左岸按原设计于 1976 年 8 月安装 100—15 型水轮泵 6 台完毕后,右岸即不再安装水轮泵群,而改建为南阳滩水电站。

1978 年 5 月,由省水利勘测设计院完成电站初步设计,1980 年 2 月经省审定,随即由工程指挥部组织施工。

左岸泵站与右岸电站枢纽所在河谷呈 U 型。左岸为冲积阶地,由粉砂土及壤土组成,右岸为出露泥岩的缓坡台地。地层以侏罗系重庆统钙质泥岩为主,间夹长石石英砂岩、粉砂岩,产状平缓。

渠江拦河坝为浆砌条石溢流式闸坝,全长 485 米,最大坝高 8 米,左坝端船闸引航道上游长 116 米,下游长 278 米,闸厢宽 14 米,长 147.5 米,设

计航运流量为 8 立方米/秒。其外侧为开敞式水轮泵室,共装机 6 台,控灌农田 3.5 万亩。

右岸电站进水口处拆除已建坝体 53 米,拆到高程 288.5 米,保留坝体高 2 米作为拦沙埂。进口处设浮式迭梁闸门,以供检修。闸门宽 5.5 米,高 6.8 米;进水堰长 53 米,堰顶高程 238.5 米。下游尾水处设工作闸门 4 孔,宽 6 米,高 5.3 米。电站主厂房为顶部溢流式钢筋混凝土排架结构,溢流面高程为 247.01 米,位于拦河坝下游 47.3 米处。其左侧设有长 28 米的侧堰,堰顶高 243 米,以浆砌条石砌筑。厂房进水前缘设有冲沙道,总长 83.2 米,进沙口共 6 孔,底板高程为 237 米。厂房净跨为 12 米,长 64 米,机组安装高程 229.5 米。装设 2500 千瓦水轮发电机组 4 台,总容量 1 万千瓦,保证出力 2000 千瓦,多年平均年发电量 6359 万千瓦小时。

