

# 第一篇

## 水利环境

四川省水利事业兴起较早,主要与地理环境条件有关。

省境内东西两部地貌迥然不同。东部是四川盆地,周围群山环抱,中间丘陵起伏垦殖发达,干旱频繁。长江干流在省境南缘穿过,大支流岷江、沱江、嘉陵江及其支流涪江、渠江皆在长江左岸,流向均基本上是自北向南通过盆地;盆地总地势则自西北向东南倾斜。西部水源又很丰富,这就为西水东调提供了有利条件。成都平原位于盆地西北隅,岷、沱二江左右分流,地势平衍,土壤肥沃,水系发育,水利开发历史久远,同时带动了社会经济发展。省境西部是大幅度隆起的山地和高原,山脉多呈南北走向;长江上源金沙江及大支流雅砻江以及次级支流大渡河、青衣江均水量丰沛,水流湍急,蕴藏着丰富的水能资源,但尚未能充

分开发。

省境内计有流域面积在100平方公里以上的河流1419条,其中500平方公里以上的河流有345条。流域面积在1万平方公里以上的河流,主干有黄河及长江上源金沙江和川江;一级大支流依次有松麦河、水落河、雅砻江、横江(流域多在省外)、岷江、赤水河、沱江、嘉陵江、乌江(流域多在省外)9条;二级大支流依次有鲜水河、理塘河、安宁河(以上属雅砻江)、大渡河(属岷江)、白龙江、涪江、渠江(以上属嘉陵江)7条;三级大支流依次有绰斯甲河、青衣江(以上属大渡河)、州河(属渠江)3条;大支流合计19条。成都平原内河网密度最大,每平方公里有1.2条。

省内河网结构,以树枝状水系为主。因受地质构造、基岩性质与地表形

态的影响,存在着区域性差异。川西北高原上的雅砻江、大渡河上源、主要受山脉走向控制,多呈西北——东南方向并列,类似乔木树枝;金沙江、雅砻江干流沿构造线发育,其支流平行排列,且较短小,形成羽毛状水系;因支流分布均匀,水势变化较为和缓。岷江、沱江上源自盆地边缘山区进入盆地内部,形成由一点向外辐散的扇状河网,入成都平原后水网或呈纺锤状;因水系相互沟通,易生涝渍。嘉陵江水系位于盆地中部,形成典型的向心状河网,因洪峰易于集中,涨水较快,易于引起洪灾。盆地东南平行岭谷区和北缘大巴山区,因受东北——西南和西北——东南两组构造线影响,河流近于垂直交汇,水系多呈格状。

在众多的河流中,绝大部分属于长江水系,属黄河水系的仅有黑河、白河等寥寥数支。全省多年平均年水资源总量达 4508 亿立方米,其中省外入境水量 1377 亿立方米,地下水补给量 798.8 亿立方米。全省多年平均,每平方公里平均产水 52.4 万立方米。

省内河川径流,主要受降水量控

制。东部盆地区气候温和,冬暖春早,雨量较丰,但年内分配不均,年降水量大部地区在 1000 毫米以上,多集中于夏季 7~8 月,冬春少雨,因此常有洪旱灾害发生。西部高原山地则冬长夏短,霜雪频繁,日照丰富,降水偏少。

四川既有丰富的水资源,又常受洪旱威胁。自古以来,治水事业即为历代朝廷所重视。盆地区农业垦殖充分,生产上常受春旱、夏旱、伏旱影响。洪灾多由暴雨洪水所形成,常发生在 6~9 月;秋涝情况少见。西部山区与东部盆地边缘,因地震堵塞江河,延期溃决而产生的地震洪水,以及因融冰化雪形成的桃汛,有时也产生一定灾害,但较稀遇。山区内山地灾害频繁,尤以雨季因暴雨而诱发山崩、滑坡、泥石流,较为多见。长期以来,抗旱防洪是水利事业的一项基本内容,为此掌握雨情水情,又是治水的基础工作之一。

古代虽已重视水文观测,但仅限于都江堰首。现代水文工作,始于清末,建国后大为昌明。全省各河水文测站,至今已积累了大量实测资料,为防洪抗旱和水利建设提供了科学依据。

## 第一章 河川地理

四川水利界历来重视河川地理。清乾隆时刻印的《蜀水经》、《蜀水考》，皆载有都江堰渠系。同期编纂的《灌江备考》、不但搜集了都江堰建设经验，还汇集了岷江河源和流路的考察资料。清嘉庆《四川通志·舆地》中，载有各州府地域中的水系图。宣统二年（1910）出版的《成都通览》所载《灌县岷江分水图》，是现存最早按比例测绘的水利地图。20世纪30年代，四川省水利局曾对岷、沱、嘉、涪、渠、黔（今乌江）等江及长江上游进行过水准测量，为各江河治理准备了地理基础资料。

50年代起，四川省水利厅即组建8个测量队、2个地勘队，进行流域和水利工程勘测工作。同时组建6个

规划队，至1963年扩充改建为9个河流规划队，分区对全省中小河流开发搜集资料，进行全面规划。建国前四川省水利局水文总站及长江水利委员会在四川各江河上开始设立水文测站，建国后经过全面规划调整和新建，至1955年已具规模，四川全省有水文站102处，水位站160处，雨量站220处，蒸发站91处，泥沙站31处，观测各河川水文气象系列资料。此后水文气象站网又有发展，至80年代中期，大多数水文站点都已有30~40年系列观测资料，“长委”寸滩水文站有近百年资料，通过分析计算，对全省水资源进行分区定量，为水利建设和管理，提供了可靠的科学数据。

## 第一节 河流水系

### 一、长江干流

#### (一)金沙江

金沙江为长江上源一段,自青海玉树直门达至四川宜宾市。东流至石渠真达入四川省境,分别为青海、西藏、云南与四川的界河,其中得荣翁水河以下至华坪新庄河口及会理县南一段在云南境内,攀枝花市及宜宾县、市一段全在四川省境内。

金沙江干流自青海巴塘河口至宜宾,长 2308 公里,其中四川境内(包括界河)长度为 1584 公里,区间流域面积约 36.0 万平方公里,其中四川境内为 18.7 万平方公里(包括雅砻江)。

金沙江在汉代以前称为黑水、绳水。三国时雅砻江以上称为淹水;当时以雅砻江为金沙江正源,其江口以下亦称泸水、泸江水、至夔道(今宜宾)入江。晋代,雷波以下一段因有马湖,故称马湖江,此名一直至清代仍然沿用。元代金沙江名始定,其上游称哲曲,川滇南界一带称不鲁思河,蒙语称“穆乌苏”,藏语称“乌鲁木苏”。明代地理学家徐霞客,经过实地考察,始确认金沙江为长江正源,改变了以岷江为长江上源的传统认识。

金沙江进入省境,即沿川青省界向东南、继沿川藏省(自治区)界折南

行进,其右岸支流均在青海、西藏境内,左岸支流依次主要有陇曲、俄河(一名俄曲)、仁卡河、夕河(一名色曲,流经德格县)、白曲、麦宿河(一名麦曲)、赠曲(一名赠昌河,长 178 公里)、欧曲(流经白玉县,长 120 公里)、降曲、巴塘河(一名巴楚河、曲戈河,流经巴塘县,长 144 公里)、郎达曲、尼曲、罗绒西沟、仁波河。干流继沿川滇省界向南行进,其右岸支流在云南省境,左岸支流依次主要有松麦河(一名索美河,上游称定曲,流经得荣县,长 241 公里,有马衣河与硕曲二大支流汇入),以及自云南中甸县向西流入的翁水河。干流复于得荣县南之奔子栏附近进入云南省境,在云南石鼓折向东北,绕一大弯,经虎跳峡后,左纳(流经稻城县的)水落河(长 280 公里),又折向西南,至云南金江街复折向东偏南行进,于云南华坪临江村、四川渡口(今攀枝花市)半边街附近再次进入四川境内,左纳大庄河,过渡口市,又右纳大河,随之左纳自北而来的最大支流雅砻江(省境内长 1370 公里)。干流在三堆子折而向南,至会理县西南罗莫底再出省境,进入云南,然后于会理县南之河门口第三次进入省境为川滇两省界河向东折北行进,直抵屏山县。

其右岸支流在云南省境,左岸支流依次主要有普隆河(一名城河,流经会理县,上游称会川河,长 156 公里)、鲢鱼河(流经会东县,长 94 公里)、大桥河、黑水河(流经普格、宁南县,长 174 公里)、西溪河(流经昭觉县,长 178 公里)、金阳河(流经金阳县,长 46 公里)、美姑河(流经美姑县,长 162 公里)、西苏角河,于屏山县新市镇左纳西宁河、中都河,再折向东,过屏山县城,左纳富荣河,又东于宜宾县安边乡右纳川滇省界上自南向北流来的横江(省内称关河,全长 307 公里,省境内 52 公里。干流进入四川省境于宜宾市左纳岷江(长 711 公里)后,以下即称川江,金沙江一名即止于此。

金沙江地跨川西高原、横断山脉、川西南山地与滇北高原,干流上峡谷甚多,峡谷与峡谷之间,断续有宽谷出现,但谷坡仍十分陡峻,滑坡、崩塌与泥石流较为普遍。上游真达寺至邓柯段长 112 公里,流向东南,江面高程 3550~3200 米,岭谷高差为 500~1000 米,宽谷较多,水流较缓,河叉发育,河床中多心滩与沙州。邓柯至云南金江街段长 1174 公里,江面高程由 3200 米降至 1180 米;白玉以下流向转为向南,进入横断山区,河流下切加剧,岭谷高差达 1000~1500 米,峡谷绵延 100 公里以上,河床狭窄,谷坡峻峭。中游金江街至新市镇段长 890 公里,河谷仍以峡谷为主,但较开展,相

对高差多在 1000 米以下,河道上多急弯、险滩。下游新市镇至宜宾段,已进入盆地边缘,河谷宽窄相间,相对高差减为 200~350 米。金沙江干流纵向比降较大,如下游攀枝花至屏山一段,即达 1.0%。水流中含沙量高,屏山站多年平均年输沙量达 2.4 亿吨。

金沙江流域呈条带形,省境内流域面积约 19 万平方公里,支流共 473 条。其中较大支流,在四川省境者多在左岸,而在云南境内者多在右岸,如普渡河、牛栏江、横江等。支流的地貌特征。亦多与干流相似。

金沙江流域地跨几个不同的构造单元,地质构造十分复杂。渡口以上地区大体上属于青藏川滇“歹”字型构造范围;渡口至新市镇,穿过整个川滇南北向的构造带,断裂发育,许多南北的断裂规模巨大,活动性强,故地震频繁,局部地段地震烈度可高达 10 度。沿河谷出露一套自前泥盆系到三叠系以浅变质为主的各类片岩、砂岩、石灰岩和火山岩等,伴有多期基性、酸性和碱性的侵入岩。除页岩较软弱外,一般岩石强度较高。第三系、第四系地层也有零星出露。因谷岸岩体裂隙甚为发育,边坡不够稳定,历史上曾多次发生岩崩壅塞江流的现象。

金沙江水量丰沛。上游巴塘水文站(流域面积 18.8 万平方公里)实测多年平均流量为 910 立方米/秒;宜宾岷江汇口处多年平均流量为 4660 立

方米/秒。自青海直门达至四川宜宾,干流总落差在 3200 米以上,河道平均比降为 1.4%。据水力资源普查测算,金沙江(除雅砻江)干支流水能理论蕴藏量为 3009 万千瓦,可开发容量 2306 万千瓦。

## (二)川江

长江干流自宜宾至巫峡一段,位于四川境内,称为川江。干流长度 892 公里,省内流域面积(不包括左岸大支流岷江、沱江、嘉陵江及右岸赤水河、乌江流域面积)7.46 万平方公里。

川江在古代称江、江水或大江。唐代以来,或称蜀江;因传统以岷江为长江正源,又有岷江、汶江之称。干流在江津河曲较多,绕城三折,宛如“几”字,故此段江流古来又有“几江”之名。

金沙江在宜宾汇纳岷江后,改称川江。干流基本上向东行进,右纳南广河(流经高县,长 213 公里),左纳金沙河。过南溪县后,右纳长宁河(流经兴文、长宁县,长 121 公里);过江安县后,右纳青溪河;过纳溪县右纳永宁河(流经叙永县,上游为东门河,全长 156 公里);过泸县左纳沱江(长 634 公里),继又左纳龙溪河;过合江县城,右纳赤水河(省内长 54 公里)。干流向东北行进,右纳盐井河,左纳仙渡河、临江河,又右纳塘河(上游为曹河),左纳壁南河(流经壁山县)。干流过江津县城右纳綦江(流经綦江县,长 225 公里,其支流笋溪河长 115 公里);于巴

县右纳箭滩河;于重庆市左纳嘉陵江(省内长 806 公里),继又左纳朝阳河,右纳木洞河,又左纳大洪河(一名御临河,长 220 公里);于长寿县左纳桃花溪、龙溪河(长 184 公里),右纳蔺市河(一名黎香溪),又左纳茅角溪;于涪陵县右纳乌江(省内长 285 公里),继又左纳珍溪河、渠溪河、碧溪河。干流过丰都县后,右纳龙河(流经石柱县,长 155 公里),左纳池溪河;于忠县左纳黄金河(一名干井河)、汝溪河、灏渡河;过万县后,干流再折东流,左纳小江(流经开县,长 183 公里,其右支普里河长 118 公里);于云阳县左纳汤溪河(长 100 公里),右纳磨刀溪(长 190 公里),长滩河(一名梅子溪,长 80 公里)。于奉节县左纳梅溪河、草堂河后,干流即进入三峡之首瞿唐峡。过峡后右纳大溪河,于巫山县左纳大宁河(流经巫溪县,长 162 公里);干流随即进入巫峡,于峡中右纳官渡河、抱龙河,左纳三溪河。三溪河口以下即入湖北省境。

川江主要穿行于盆地及其边缘山地中,按地貌特征,可将干流分为 4 段:宜宾至江津油溪段长 250 公里,流域内丘陵起伏,河谷开阔,曲流发育,一般谷宽 2~5 公里,有阶地 4~5 级,江面宽 500~800 米。油溪场至涪陵段穿流平行岭谷地区,长 250 公里,江流切岭成峡,入谷成沱,江面宽窄相间,最宽处在 1500 米以上,最窄处仅 250

米(黄草峡南口),主要峡谷有猫儿峡、铜锣峡、明月峡、黄草峡等,岸坡陡峭,基岩裸露,宽谷地带,则曲流发育,漫滩广布,江心常有石岛。涪陵至奉节白帝城段长 332 公里,江流行于典型的向斜谷中,谷坡平缓、宽坦,两岸丘陵起伏,江面宽一般为 700~1000 米,涪陵珍溪场一带江宽达 2 公里,但其间亦有窄段,忠县以上、丰都附近多碛坝和石滩。白帝城以下至省境巫山县碛石与湖北巴东县分界一段长 60 公里,江段横切七曜山、巫山山脉,形成峡谷景观。奉节境内的瞿唐峡又称夔峡,长 8.3 公里,位于七曜山背斜上,峭壁雄峻。巫峡西起巫山,东至巴东,绵延 46 公里略无间断,是三峡中最雄伟的一段,大部分在四川境内,谷宽 250~350 米,最窄处仅 100 米,水深最深可达 60 米。

川江上 100 平方公里以上支流共有 170 条。在平行岭谷地区,干流两侧接纳的短小支流为横顺向河,汇入处多有跌水,构成典型的格状水系。

川江穿过盆地南缘,地层主要为侏罗系红色粘土岩与砂岩。江津以西多短轴背斜及穹窿构造,无较大区域性断裂,构造较为简单。奉节以下三峡地段,河谷深切,沿程分布有二叠系至三叠系石灰岩。地震烈度除宜宾、南溪、江安等为 7 度区,泸州为 6 度区外,其余地段均小于 6 度。

川江水量丰沛,据重庆寸滩水文

站(流域面积 86.66 万平方公里)实测,多年平均流量为 11300 立方米/秒。据普查结果,巫山水文站实测多年平均流量为 13900 立方米/秒。干流总落差 198 米,总水能理论蕴藏量为 2258 万千瓦。

## 二、金沙江水系

### (一)雅砻江

雅砻江是金沙江左岸最大支流,发源于青海巴颜喀喇山系尼彦纳玛克山与冬拉冈岭之间,上源称为扎曲,于石渠县尼达坎多(呷衣寺以上)进入四川省境,始称雅砻江。干流总长 1535 公里,省境内呷衣寺至渡口保果长度为 1370 公里,总流域面积 12.8 万平方公里,其中四川境内为 12.0 万平方公里。

雅砻江汉代称为若水,后又称泸水,唐时一名诺江,下游称东泸水。明代上游称聂曲,下游称打冲河,亦有纳夷江、黑惠江、小金沙江、金河等名。清代始名雅砻江,文献中或写为夹龙江、鸦龙江、雅龙江等。蒙语称“七察尔哈拉”,藏语称“查楚必拉”,或称咱曲。

雅砻江进入省境后,干流折东南流左纳牙河(一名牙格用沟),麻摩柯河(一名麻母河,长 123 公里),右纳鄂曲(一名俄曲)、石渠沟(一名文耿柯沟,流经石渠县城)、拉马河(一名通把河)、翁曲(上游称芒曲),左纳各雍河(一名俄柯河)、文柯共马河(一名汪布



河)、长须沟(一名俄木其);继右纳三岔河,左纳舍卡河(一名定曲),又右纳玉隆河(一名曲洛河,长104公里),左纳麦玉曲,再右纳达火沟。干流又于新龙县左纳仁达沟(一名卓基沟),右纳阿色沟;过新龙右纳霍曲(一名唐俄河、瓦日沟)、通霄河、热衣曲(一名那曲,长109公里)、君坝河,左纳如曲(一名亮村隆巴),又右纳日西河,于两河口左纳自北而来最大支流鲜水河(一名科曲,流经炉霍、道孚县,长541公里,其上源为达曲、泥曲、阿拉沟等)。干流复折而向南,左纳庆达河(一名那南河,长110公里);左纳莫果坝沟,右纳吉珠沟(一名霍曲,长137公里,其支流为德差河)、俄古河,又左纳康定县力丘河(一名木雅河,长199公里),右纳雅江县马岩沟,又左纳九龙县孟底沟、三岩龙沟,右纳木里县鸭嘴河(一名野基沟),然后右纳理塘河(一名无量河、木里河,小金河流经理塘县、木里县、盐源县,长516公里,其左支为卧落河,一名卧龙河,长190公里)。干流于盐源县洼里折向东北,左纳九龙县子耳河(一名子尔河)、九龙河(长124公里)。受地质构造影响,干流沿锦屏山绕一长约150公里的大弯,左纳仰天河、三垭河后,折向南流,右纳盐源县黑水河、平川河、树瓦河、藤桥河、鳅鱼河;继又于二滩以下左纳安宁河(流经冕宁、德昌、米易县,长326公里),旋于渡口市保果汇入金沙

江。

雅砻江流域形状略呈条带形,流域面积大于500平方公里的支流有51条。流域北部属石渠、色达、若尔盖丘状高原,地势向东南倾斜,高程在4000米以上,但起伏不大,山顶浑圆,河谷多宽浅。流域南部则为山原与横断山地,江面高程由3370米降为2700米,岭谷高差超过1300米,谷坡陡峻。雅江以下河流切割益烈,雅江至洼里280公里流程,江面高程下降1000米,平均比降为3.5‰,陡崖峭壁屡见不鲜,崩塌较剧,坡麓常有倒石堆,河床中多乱石。在大弯处,江流深切于锦屏山与牦牛山之间,谷坡陡达 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,个别地段甚至直立,江宽亦大为减少。九龙河口以下江宽仅50~80米,多急流跌水。盐源金河以南至汇入金沙江一段长154公里,仍以峡谷为主,但较开阔,岸坡亦较平缓。雅砻江多年平均年输沙量2770万吨,平均含沙量每立方米0.57公斤,推移质年输移量67万吨。

雅砻江流域,上中游属甘孜阿坝褶皱带,分布巨厚的中上三叠系浅变质岩系,主要为砂岩、板岩。褶皱轴部及断裂带,有少量二叠系石灰岩分布,并有零星燕山期花岗岩出露。流域下游部分属雅砻江折断带,为一系列北东向断层分割的断块,出露下古生界至上古生界碳酸盐岩类,浅变质岩类及玄武岩、砂页岩、砾岩等,内有海西

期与燕山期酸性岩浆与基性岩脉侵入。支流安宁河流域位于康滇台背斜北段,主要由前震旦系花冈片麻岩及变质岩类构成基底,周围有部分志留、泥盆系砂页岩、石灰岩与侏罗系砂页岩。流域内有两个强震区,一在上游道孚、炉霍、甘孜、新龙一带,一在下游安宁河谷一带,地震烈度高达10度,其余大部地区烈度为6~7度。

沿江峡谷段谷坡不够稳定。1967年6月8日雅江县孜河区唐古栋一带雅砻江右岸发生大型岩崩滑坡,在江中堆积成高达170余米天然坝,壅塞江流,回水长达50余公里,蓄水约6亿立方米。至6月17日溃决,在下游10公里处水头仍高48米,溃水流量达62100立方米/秒,河口实测最大流量19900立方米/秒,其后江中残留岩堆坝体尚高87米。

雅砻江水量丰足,干流设有甘孜、雅江、白碉、洼里、泸宁、小得石等6个水文站。据小得石站(流域面积11.7万平方公里)实测,多年平均流量为1550立方米/秒。干流天然落差达3192米,河道平均比降2.3‰。雅砻江大弯处的理塘河口与东面的磨房沟口,东西相距20公里,落差达300米以上。据水力资源普查,干流水能理论蕴藏量2200万千瓦,连同支流合计达3344万千瓦,占全省水能理论蕴藏的1/5以上。可供开发的水力资源2492万千瓦,主要位于两河口以下。

## (二)松麦河、水落河

松麦河是金沙江一级支流。上源名为定曲,发源于理塘县西沙鲁里山南段哈日拉山口。南流至得荣县境,以下始称松麦河。继而南流10公里左纳玛衣河,再南25公里,左纳硕曲,再南流9公里汇入金沙江。河长230公里,流域面积1.2万平方公里,河口多年平均流量187立方米/秒,干流水能理论蕴藏量71万千瓦。支流玛衣河、硕曲河长、流域面积、流量和水能蕴藏量分别为142、256公里,2330、5650平方公里,36、75立方米/秒及34、55万千瓦。干支流水能理论蕴藏量共为170万千瓦。

水落河也是金沙江一级支流,发源于稻城县北兴伊错等湖区,东南流经稻城(稻坝),再东经理塘县境至木里,折南至川滇交界处三江口汇入金沙江。河长240公里,流域面积1.38万平方公里,河口多年平均流量193立方米/秒,干流水能理论蕴藏量160万千瓦。支流有拉波河(理塘县,左岸),巨龙沟、赤土河(稻城县,右岸),东义河(经稻城县、木里县,右岸)等,干支流水能理论蕴藏量共为225万千瓦。全河尚无水文测站。

## (三)鲜水河、理塘河

鲜水河是雅砻江一级支流,发源于色达西北泥错一带,上源名为泥曲,与另源达曲并行东南流,至炉霍汇合,以下称鲜水河,东南流至道孚,折南流

于两河口汇入雅砻江。鲜水河在道孚以上流经高原,道孚以下进入峡谷。尼曲炉霍上游3公里、鲜水河道孚上游10公里,分别建有朱巴、道孚两个水文站。鲜水河河长541公里,流域面积1.94万平方公里,河口流量194立方米/秒,干流水能理论蕴藏量117万千瓦,连同支流合计168万千瓦。

理塘河,一名无量河,一名勒曲,是雅砻江一级支流,发源于理塘县西沙鲁里山中段雪山垭口,东南流经理塘县濯桑(雄坝),曲折东流至木拉,再折南流至尊登,入木里县境,南折东复折东北,至大河弯前汇入雅砻江。理塘河在木里境内河段,又称木里河、小金河。在理塘濯桑及木里呷姑设有水文站。理塘河河长516公里,流域面积1.91万平方公里,河口流量287立方米/秒,干流水能理论蕴藏量225万千瓦。其最大支流卧落河,一名盐井河,发源于盐源县东白林山,由东向西穿过盐源盆地,折北流至木里县麦地,入理塘河。卧落河长190公里,流域面积0.84万平方公里,河口流量135立方米/秒,干流水能理论蕴藏量42万千瓦。理塘河干流水能理论蕴藏量共290万千瓦。

#### (四)安宁河

安宁河是雅砻江下游左岸最大支流,发源于冕宁拖乌北部羊洛雪山牦牛山的菩萨冈。河长326公里,流域面积1.12万平方公里。

安宁河汉代称为孙水,晋代称白沙江,唐代称长江水,其北源称长河。因元代有泸沽治所,故又名泸沽水。明代称宁远河,清代始名安宁河。

安宁河有东西两源,东源为柯别河(一名苗冲河),西源为中江河(一名北基河),汇合于拖乌大桥后称安宁河。继向南行,于冕宁县右纳南河(一名回龙沟);于泸沽右纳河边河,左纳孙水河,又右纳沙坝河(一名沙坝沟)、托郎河(一名琅环沟),左纳热水河、西河(一名海河,流经西昌市)、西溪河;南过德昌县,右纳茨达河,左纳锦川河、摩沙河;再过米易县,左纳热水河,右纳楠木河;至渡口市小得石以下大坪地附近,汇入雅砻江。

安宁河流域形状略如条带,有主要支流14条,多呈直角交汇,形成典型的羽状水系。大桥以上为上游段,河谷以宽谷为主,或间有盆地。大桥至安宁桥段长11公里、为峡谷区,谷宽50~100米,河面宽仅30~60米。冕宁安宁桥至德昌黄水塘为中游段,长135公里,河谷全为宽谷,谷宽达2~5公里,西昌附近最宽,可达8~12公里,河床多有浅滩、心滩、沙洲。黄水塘至河口为下游段,河谷宽窄相间,水流曲折。

安宁河河谷主要沿南北向深大断裂发育,是一典型的地堑谷。流域东部有小相岭、螺髻山、龙帚山、西部有磨盘山、牦牛山,走向大致平行,经长期

侵蚀堆积,形成宽阔的阶地与河滩。流域内泥石流时有发生,地震虽频度不大,但烈度较高,西昌邛海就是在一次大地震中地壳断陷造成的。

安宁河水源丰富,据河源冕宁安宁桥水文站实测,多年平均流量为41.1立方米/秒,河口湾滩水文站实测为231立方米/秒。自大桥至河口总落差870米。水能理论蕴藏量干流136万千瓦,干支流合计173万千瓦。

### 三、川江水系

#### (一)岷江

岷江是川江起点处的大支流,习惯上以源于岷山西南麓的东西二支为正源。东源出自分水岭高程3727米的弓杠岭(或作贡嘎岭);西源出自分水岭高程4610米的郎架岭(或作浪架岭,古称羊膊岭)。东源源低流短,西源源高流长,故本志以西源为主源而计其里程。岷江干流全长711公里,流域面积13.6万平方公里。

岷江是开发利用最早的河流,自古即见于记载,古来多视为长江上源,称江或大江,或称汶水、汶江。因都江堰引水曾使主流改道,故自晋至宋,岷江亦有郫江、都江、导江、皂江、蜀江等名。宋时或称沫江。今都江堰鱼嘴以下称外江,至新津段长78公里,则名金马河或正南江。

岷江东源为流经漳腊的漳金河(一名章金沟),长39公里,西源为流

经黄胜关的潘州河(上源羊洞河),长55公里,两源于松潘县元坝乡虹桥关汇合。向南行进,于松潘县安宏右纳牟尼沟(一名牦牛沟),于岷江乡左纳云昌沟,于镇江关右纳大姓沟(一名小姓沟,长126公里),继又右纳松坪沟;于茂县沙坝右纳黑水河(流经黑水县,长207公里);过茂县后,于汶川县右纳杂谷脑河(流经理县,长156公里);继向南行,右纳草坡河,渔子溪(左支为龙塘河)、寿溪;于漩口折向东流,左纳白沙河后,折向东南,通过灌县都江堰分出内江与外江两大人工水系。内江水系的主干,自北向南西依次有蒲阳河(下游青白江)、柏条河(下分毗河)、走马河(下为锦江)、江安河。外江水系的主干,自西向东依次为沙沟河、黑石河、金马河。金马河上段称正南江,是为岷江分水以后的干流所在。干流复于新津县右纳西河(长119公里)、大南河(流经邛崃市,长135公里);继向南流于彭山县左纳府河,复又左纳粤江河;过眉山、青神县后,右纳思濛河,又左纳泥溪;于乐山市右纳大渡河(省内长852公里);于五通桥左纳茫溪河(一名四望溪,流经井研县,长91公里),又右纳沫溪河、石板溪。干流折向东南,过犍为县城,右纳马边河(流经马边县,长197公里),左纳百支溪,又右纳沐川河(流经沐川县)、龙溪河(一名箭板河),左纳文星河、越溪河(一名拥斯茫河,长232公

里);至宜宾市汇入川江。

岷江流域一级支流有 27 条。上游都江堰市以上水系呈树枝状,干流段长 341 公里,平均比降 8.2%,水流湍急,穿行于川西高原与盆地边缘山地,高程 3000~4000 米。其中松潘西宁关以下为峡谷区,茂县至汶川间河谷稍为开阔,汶川以下河谷又属深切,江宽仅 50~100 米,滩多流急,江床中多岩块、卵石。民国 22(1933)年 8 月 25 日因强烈地震,诱发大型岩崩,茂县迭溪乡前后及支流松坪沟等处,江岸岩崩多处堵断江流,干流上形成海子 3 处;10 月 9 日其下游溃决一处,溃水到达灌县都江堰水头尚高 14 米。干流上现尚存有大小海子两处:上游大海子天然坝高约 100 米(顶部不规则,最高处有 160 米),最大水深 98 米,蓄水约 0.75 亿立方米;与其连接的小海子天然坝高约 96 米(最高处有 110 米),最大水深 80 米,蓄水约 0.5 亿立方米。

岷江干流在都江堰分水后,水系呈典型的扇状水网,干流分水点下游正南江——金马河段长 100 公里,较为顺直,平均比降 3.1%,内外江水系在彭山县江口镇汇合后,干流即进入丘陵区。江口至乐山段长 115 公里,平均比降 0.59%,水流平缓,漫滩发育,个别河谷段可宽达数公里,江面宽 155~500 米,河心多洲,具有辫状特征,其间仅青神至乐山有一段长 8 公里的平羌峡峡谷。乐山至宜宾段长

155 公里,平均比降 0.61%,地势起伏和缓,河谷宽 1~5 公里,略呈箱形,江面宽 200 米以上,甚至达 1 公里,沿江阶地、河漫滩、心滩较为发育,江床基本由砂卵石所组成。岷江多年平均年输沙量 5090 万吨,平均含沙量每立方米 0.57 公斤。上游推移质每年约 230~270 万吨,具有粒径大、年内分配集中、年际变化大等特点。

岷江流域内东西差别较大,西部构造复杂,茂汶以上岩层全经动力变质,新构造运动表现强烈,出露地层以寒武系至泥盆系砂岩,千枚岩为主,岩石破碎,沿江有较大崩塌体。茂汶以下处于北东向的龙门山褶皱带,断层发育,出露岩层以古生界变质岩为主。大索桥至映秀湾主要分布前震旦系花岗岩、花岗闪长岩侵入岩体,是上游沿江出露的唯一块状岩体。西部地震活动亦较频繁,地震 7~5 度。东部及下游地区构造简单,地层较为平缓,出露岩层多为侏罗系、白垩系砂岩、页岩、粘土岩等,多软弱夹层。成都平原区第四系冲积层平均深 120 米,最深达 250 米。

岷江河口多年平均流量为 2850 立方米/秒,干流都江堰以上上游段水能理论蕴藏量 428 万千瓦,连同各支流共为 768 万千瓦。

## (二)沱江

沱江是川江左岸一级支流,发源于九顶山(茶坪山)南麓,原有东、中、

西三源:东源绵远河,出自绵竹县老鹰窝梁子大盐井沟(河长 134 公里);中源石亭江(河长 122 公里);西源湔江(河长 112 公里)。以绵远河为沱江正源,干流全长 634 公里。由于都江堰内江水系的青白江(蒲阳河下段)、毗河(柏条河下段)与沱江连通,岷江水实已注入沱江,故沱江流域属于非封闭型,流域面积为 2.79 万平方公里。

沱江在汉代以西源湔江为正源,故干流亦称湔水;因汉代中源称为雒水,东源称为绵水,干流又有雒水、绵水之名;因在岷涪二江之中,晋代又称中水或中江,进入盆地又称金堂江、牛鞞江;唐宋则称雁江、资江、郫江、内江等。因产沙金,还有金川、珠江之称。

绵远河自绵竹大盐井流经清平,于汉旺镇出低山区进入平原,至赵镇与毗河汇合,河长 134 公里。干流穿越龙泉山,形成金堂峡,于淮口镇左纳清溪河,于简阳县右纳绛溪河,又左纳阳化河(一名资水河,长 139 公里);于资阳县右纳天台寺河,又左纳清水河;继又右纳球溪河(长 142 公里);于资中县左纳濛溪河(长 116 公里);于内江市先左纳小青龙河,后纳大清流河(长 122 公里);过富顺县城,右纳釜溪河(一名盐井河,流经威远县、自贡市、长 190 公里,其右支荣溪河流经荣县)、安溪河、左纳大城河,继又左纳濛溪河(一名胡市河,流经大足、荣昌县,长 195 公里);于泸州市汇入川江。

沱江流域形状为长条形,主要一级支流有 12 条。因上源的青白江、毗河亦属岷江水系,为岷沱二江的连通车。上游段绵远河平均比降 2.5%,在德阳市汉旺镇以上处于中低山区,河谷狭窄,谷坡陡峻,局部地段河宽仅 10~15 米,水流湍急,多跌水、深潭。汉旺镇以下进入成都平原,河谷宽坦,谷宽有 1~2 公里,河床由砂砾石组成;赵镇至泸州段长 502 公里,平均比降 0.42%,主要在盆地丘陵区中,高程 250~450 米,河谷宽浅,岸高 10~20 米,江面宽 200~450 米,水道曲折多滩,仅在切割坚硬岩体地段形成 V 形峡谷,水道稍窄。资中以下,江流深切基岩,形成“嵌入深切曲流”。其中赵镇至内江为中游,河长 300 公里,平均比降 0.49%;内江至泸州为下游,河长 202 公里,平均比降 0.31%。接近汇口一带,谷宽 300~500 米,水道几乎与川江平行,然后汇合。沱江上亦有三峡,金堂三皇庙处为金堂峡,全长 13 公里(洪水江宽 260 米);资中登瀛岩至归德乡为月亮峡,长 21 公里(洪水江宽 130~200 米);富顺安溪场附近为石灰峡(枯水时宽 70~180 米)。

流域内地层除河源区有部分古生代岩层外,其余地段均为三叠系、侏罗系、白垩系粘土岩、砂质粘土岩与砂岩互层,岩层近于水平,构造裂隙不甚发育。由于岩层软硬相间,软岩风化剥蚀形成凹腔,使上部硬岩失去支承而崩

坠,故江岸常堆积岩块。河道基底亦因软硬相间出露,常形成滩沱相间现象。地震基本烈度除河源区龙门山、龙泉山及下游富顺一带为7度外,其余地段均在6度以内。

沱江上源绵远河、石亭江、湔江出山口处,流域面积分别为410、629、626平方公里,各河实测多年平均流量为15~24立方米/秒。干流河口多年平均流量为455立方米/秒。据普查结果,沱江干支流水能理论蕴藏量为152万千瓦,其中金堂以下干流55万千瓦。

### (三)嘉陵江

嘉陵江是川江左岸最大支流,发源于陕甘秦岭南麓。有东西两源:自古以出自陕西凤县的东源为正流;西源今称西汉水,出自甘肃天水县南。二源于略阳县白水江镇南汇合,南经阳平关至广元大滩乡进入四川省境。干流总长1100公里,在省境内的长度为806公里,总流域面积15.8万平方公里,省境内流域面积为11.1万平方公里。

嘉陵江上源古称漾水或养水,亦称潜水,汉代则称汉水、西汉水,唐代始名嘉陵水,经阆中一段则称阆水,合川附近亦称渝水。明清时昭化至合川段又称保宁河,合川以下称为州河、巴江。

嘉陵江自入省境后,即左纳清边河,右纳自甘、陕两省境流来的安乐河

(长106公里)、广坪河(一名羊模河、石门河,长110公里),又左纳浅溪河、鱼洞河;继于广元县左纳南河;于昭化镇右纳自甘肃流来的大支流白龙江(发源于川、甘边境上的岷山北麓,长550公里,流域面积3.21万平方公里,其右支白水江长287公里),继又右纳闻溪河(流经剑阁县)。干流南过苍溪县后,于阆中县右纳白溪河,左纳东河(流经旺苍县,长293公里)、苟溪河;过南部县后右纳西河(长302公里);过蓬安县后,左纳河舒河、利溪河,右纳芦溪河、濠溪河,又左纳东观河;于南充市右纳西充河(一名桓子河,流经西充县),又右纳曲水河,左纳青溪,又右纳吉安河,左纳西溪河。干流过武胜县后,左纳长滩寺河(一名街子河,流经岳池县),右纳南溪口河(一名七间桥河),继又左纳渠江(长666公里);又于合川县城右纳涪江(长661公里);于北碚镇右纳梁滩河,左纳黑水滩河、后河;于重庆市汇入川江。

嘉陵江流域形状近似矩形。流域面积在100平方公里以上的支流有289条。干流以昭化以上为上游,长393公里,行进于秦岭、摩天岭、米仓山山地中,平均比降3.8%,河谷深切,谷坡陡峻,水流湍急,两岸支流常有泥石流发生,江床中多礁石、岩滩;昭化附近河谷较宽,水流迂曲,江岸有断续延伸的阶地。昭化至合川为中游

段,长 611 公里,平均比降 0.3‰,河曲发育,刻蚀于红色地层之中,常呈环形、菌形,江面开阔,宽 70~400 米;其中昭化至苍溪干流段长 149 公里,流经深丘,横切高程 900~1100 米的剑门山形成峡谷,其余地段河谷可宽达 300~800 米,江床中常为卵石、砂砾,有河漫滩,沙洲、心滩分布,沿岸共有 5 级阶地。其下苍溪至南充段长 247 公里,山势展宽,旁蚀作用强烈,呈壮年河谷形态。南充至合川段长 215 公里,河曲特多,两岸阶地延伸成带。合川至重庆为下游段,长 96 公里,平均比降 0.2~0.3‰,在穿越平行岭谷区处形成峡谷,沥瀛峡、温塘峡、观音峡号称小三峡,江面宽 100~400 米,峡、碛、沱、滩相间成串。嘉陵江干流含沙量较大,亭子口水文站实测多年平均含沙量为每立方米 3.15 公斤,汛期平均为每立方米 4.66 公斤,实测最大值达每立方米 154 公斤。悬移质年输沙量 6850 万吨。北碚水文站实测多年平均年输沙量达 1.61 亿吨。

嘉陵江流域上游部分,地跨龙门山、秦岭地槽折断带与大巴山过渡带,中游地区属四川台向斜,下游地区为川东褶皱带。流域内地层出露较全,从老到新均有分布。上游区地层以志留系千枚岩、板岩、石英砂岩为主,次为泥盆、石炭系的石英砂岩、灰岩。中游区则出露侏罗系、白垩系砂页岩互层。下游区以侏罗系砂岩为主,次为三叠

系灰岩。地震活动多在河源及上游地带,地震烈度 7~8 度左右,中下游区大都在 6 度以下。

嘉陵江上游新店子水文站(流域面积 2.54 万平方公里)实测多年平均流量为 211 立方米/秒,中游亭子口水文站(流域面积 6.11 万平方公里)实测为 664 立方米/秒,下游北碚水文站(流域面积 15.61 万平方公里)实测为 2190 立方米/秒。省境内干支流水能理论蕴藏量(不包括涪江、渠江及其支流)为 499 万千瓦,其中干流为 321 万千瓦。嘉陵江干流多环状曲流,南充至重庆干流段长 310 公里,弯曲系数在 2 以上;南充下游 18 公里青居街,江道绕行 15 公里,环颈处裁直仅 400 米左右。武胜县西北李子溪河口与西溪河口之间,江流呈两个环形河曲穿过东西关寨,河道长 45 公里,直线距离仅 5 公里。

#### (四)赤水河

赤水河是川江右岸一级支流,发源于云南镇雄县北雨河区西雨河,区以河命名,雨河东偏北流称龙洞河,至威信县石坎乡南左纳威信河后始称赤水河。赤水河干流总长 445 公里,流域面积 2.04 万平方公里;其中在云南省境河长 77 公里,贵州省境 128 公里。四川省境的干流长包括三段川黔界河总长 188 公里,共为 240 公里,流域面积 0.6 万平方公里。

赤水河汉代称大涉水,晋代称安



乐水、安乐溪、仁水、赤虺河等。

赤水河沿威信、镇雄县界北东流、再折东南流,左纳倒流河(发源于四川叙永县),至四川叙永县西南角的岔河,为川、滇、黔三省交界,赤水河折东流为川黔两省界河,在四川省境,左岸支流依次有马蹄河、白沙河、鱼塘河、段江河,流 144 公里至古蔺县水口乡东南入贵州仁怀县茅台镇,干流折北及西北流,复于古蔺县土城乡天井村入四川为川黔界河,至二郎滩(古二郎镇)折西流,左纳大村河(一名盐井河),界河流长 30 公里至太平镇(太平渡),又左纳自古蔺县东来的古蔺河,干流再北折入贵州习水县境,再北入赤水县地,赤水河干流再折西左纳来自叙永县境的大同河后,于合江县盘龙乡东南第三次进入四川,为川黔界河,长 14 公里,右岸靠贵州赤水县城,左岸经合江县九支镇再北流全入四川省境,于合江城南三角嘴右纳自东流来的习水河(长 116 公里),于合江县城东汇入川江。

赤水河流域形状近似扇形,其主要支流有 14 条。干流自川、滇、黔三省交界岔河至二郎滩为上游段,长 200 公里,平均比降 2.2‰,穿行云贵高原之上,河谷深切,岩溶发育。二郎滩至复兴场为中游段,长 90 公里,平均比降 0.89‰。至此已进入四川盆地南缘,河谷较宽,两岸间有台地分布。复兴场至河口为下游段,长 78 公里,平

均比降 0.4‰,河面宽达 200 米,水流平缓。据赤水水文站实测,赤水河含沙量最高值为每立方米 14.5 公斤。

赤水河流域内出露地层较全。太平镇、二郎滩以上河段,以古生界地层为主,其中震旦系至三叠系是一套海相地台型盖层沉积,以灰岩为主,间夹页岩或煤系;中生代则为内陆湖相沉积的砂岩、泥岩、砾岩与煤系。二郎滩以下河段,主要出露二叠系、三叠系、白垩系地层。全流域穿越川东南古蔺地区“山”字型构造,断裂少见,稳定条件良好。地震烈度均在 7 度以下。

赤水河自岔河至河口段长 368 公里,落差 525 米,平均比降 1.5‰,四川省境水能理论蕴藏量干流 22 万千瓦;支流古蔺河、习水河等水能理论蕴藏量共 7 万千瓦。

#### (五) 乌江

乌江是川江右岸最大支流,发源于贵州省威宁县乌蒙山东麓的香炉山,有南北两源:古来以南源三岔河为正流,北源为六冲河,两源汇合后始称乌江。先由南西流折向北东,过贵州省沿河县后折向北西,进入四川省境。干流总长 1037 公里,流域面积 8.79 万平方公里,其中在四川省境的干流长为 235 公里(包括川黔界河长 72 公里),流域面积 1.65 万平方公里。

乌江在汉代名为延水,上源三岔河则称汉水,下流亦有黔水之名。晋代以来又称涪陵水、延江水。宋代称巴

江、黔江、涪陵江。明代上游又称水德江。

乌江自贵州沿河县右纳小河(发源于四川酉阳县花园乡)后,即沿川黔省界行进,先向北流入境折而向西,在沿河县思渠乡又折而向北,其左岸支流在贵州省境。干流右纳阿蓬江(一名唐岩河、濯河,流经黔江县,河长 237 公里)、诸佛江(一名诸佛溪、长 56 公里)后,即在省境内行进,继又左纳长溪河。干流于彭水县右纳郁江(源于湖北,长 170 公里)后,干流即折而向西,右纳木棕河后,又折而向南;于江口左纳芙蓉江(源于贵州,长 165 公里)后,又折向西北;于武隆县左纳长头河,右纳清水溪(一名土坎河),又左纳石梁河(一名白马河),于是偏北行进,又右纳角邦溪,左纳鸭江(一名大溪河,河长 117 公里),又右纳后溪沟、麻溪;继于涪陵县汇入川江。

乌江流域略呈曲尺形,其流域面积 100 平方公里以上的支流有 42 条,构成羽状水系。上游段从河源至乌江渡,长 448 公里,平均比降 3.65‰,河谷深切,坡陡流急。中游段从乌江渡至沿河,长 346 公里,平均比降 0.97‰,自贵州余庆县构皮滩出峡谷区后江面扩宽,水势平缓;惟江床内礁石、险滩密布。下游段从沿河以下,均在四川境内,水道顺直,河谷较宽,宽谷地段江面宽 80~200 米,但其间仍断续存在峡谷,江床中礁石、岩块甚多,水急流

乱,其中以龚滩与羊角碛为最。泥沙来量主要集中于上游段,武隆站实测河口多年平均含沙量为每立方米 0.65 公斤,平均年输沙量 3240 万吨。

乌江流域构皮滩至武隆段,地质构造属新华夏体系,构造线方向为北东;武隆至河口段,属川黔经向体系,构造线为南北向。流域内广泛出露碳酸盐类岩石,岩溶发育,由于夹有软弱岩层,河谷岸坡常有巨石崩塌。地震活动除彭水一带历史上曾有过记载外,其余地段地震烈度均小于 6 度。清咸丰六年五月八日(1856 年 6 月 10 日)黔江后坝乡地震山崩,阻塞阿蓬江右支流上源河道成湖,后名小南海,天然坝高达 50 米,湖水面积 2.8 平方公里,最大水深 52.7 米,库容 7600 万立方米。乌江多年平均流量 1640 立方米/秒,省内干流水能蕴藏量 156 万千瓦,连同支流合计 245 万千瓦。

#### 四、长江次级支流

##### (一)大渡河

大渡河是岷江右岸一级支流,川江的二级支流,发源于青海省班玛县西北阿尼玛卿山系东段果洛山东南麓。上源称麻尔柯河,东南流 192 公里入四川省境,折东流 60 公里,左纳东源阿柯河后折南流称足木足河,左纳梭磨河,右纳绰斯甲河,以下称大金川,继续南流至丹巴县城下游左纳小金川,以下始称大渡河。大渡河干流全

长 1048 公里,其中在省境内的长度为 856 公里,总流域面积 7.74 万平方公里(不包括青衣江),省境内的流域面积为 6.82 万平方公里(不包括青衣江)。

大渡河汉代称为沫水、澌水(或戩水),唐代上游称金川,一称弱水,宋代又称阳山江、阳江,清代称大渡水、铜河。

大渡河上源麻尔柯河全长 252 公里,在阿坝县西积尕与东源阿柯河(流经阿坝县,长 190 公里)汇合南流称足木足河(河段长 146 公里),至马尔康县西左纳梭磨河(流经马尔康县,长 172 公里),南西流至可尔因与西源绰斯甲河(一名杜柯河,流经壤塘县,长 400 公里,右支有色曲,流经色达县)汇合,干流折南流称大金川(河段长 139 公里),于金川县北右纳脚木河(一名洒瓦足沟),又于金川县城东左纳西里寨沟,右纳独松沟,又左纳炭厂沟,入丹巴县境右纳甲斯沟(一名骆驼沟);于丹巴县城西右纳革什扎河(一名格斯渣河,河长 94 公里)、东谷河(一名东沟河),继又左纳小金川(流经小金县,长 152 公里;上源为抚边河)。小金川河口以下干流即称大渡河,南流左纳潘安河,右纳麻桑沟(一名龙衣河)、座棚沟;又左纳野牛沟、金汤河(一名上鱼沟),于冷竹关右纳瓦斯沟(其上源雅拉河、折多河,汇于康定县城东流,河长 72 公里)。干流南流过泸

定县后,右纳雅家埂河(一名磨西沟)、田湾沟、松林河(一名安顺河)、小水;干流折东流于石棉县右纳南垭河(河长 109 公里),又右纳宰罗河(一名小堡沟),左纳大冲河(一名安乐河),流沙河(流经汉源县,河长 69 公里)、白岩河,又右纳牛日河(流经甘洛县,长 136 公里)、西溪河(一名官庙河);于峨边县右纳白沙河(一名峨边河),左纳龙池河,又右纳黑水河。干流于铜街子折而向北,绕一大弯,于大楠又折而向西,至轸溪又折而向北,继又折向东北,左纳峨眉河(流经峨眉县);复于乐山市草鞋渡左纳青衣江(长 279 公里),旋于乐山市城南汇入岷江。

大渡河流域形状呈长条形,主要一级支流有 35 条。小金川河口以上为河源段,高山峡谷与高原宽谷各半,且多有曲流、漫滩。丹巴至泸定为上游段,长 121 公里,平均比降 4.6‰。谷坡陡峻,谷宽 100~800 米,险滩密布,水流湍急。泸定至铜街子为中游段,全在高山峡谷区,江流左傍夹金山、二郎山、大相岭,右倚大雪山、小相岭,山高谷深,水流汹涌。泸定至石棉段,有贡嘎山拔地而起,地势格外险峻,其中长河坝至大沙坝段长 90 公里,平均比降 4.5‰,江面宽 60~150 米,水深 5~10 米;大沙坝至石棉段长 66 公里,平均比降 3.2‰,江面宽 60~200 米;石棉至汉源段河谷逐渐开阔,宽至 1~2 公里,江面宽 200 左右,阶地发育;轸

溪至范店段直线距离仅 7 公里,而形成 63 公里的大河湾。犛溪北至河口为下游段,已进入盆地区,河谷开阔,谷宽在 2 公里以上,水流平缓,多叉道、河漫滩、沙洲、阶地。大渡河含沙量较少,石棉以上各水文站多年平均含沙量每立方米 0.2~0.4 公斤,年输沙量 360~1500 万吨;铜街子水文站多年平均含沙量每立方米 0.68 公斤,年输沙量 3300 万吨。大渡河流域穿越甘孜阿坝褶皱带、康滇地轴与峨眉断块三个构造单元。丹巴以上地段,岩层以中上三叠系砂岩、板岩、花岗岩侵入体为主。丹巴至富林段主要分布前震旦系花冈岩、花冈片麻岩,区域构造复杂,南北向断裂发育。富林以下地段,主要分布前震旦系花冈岩与古生界石灰岩、砂页岩、玄武岩、断裂、褶皱均较发育。地震烈度在中游段可达 8~10 度,下游段 6~8 度。

大渡河河口多年平均流量 1570 立方米/秒,自阿坝热尔卡河口至乐山,干流长 856 公里,天然落差 2788 米。总水能理论蕴藏量 3102 万千瓦。

大渡河各支流水能资源亦甚丰富。发源于贡嘎山北麓的瓦斯沟,河长 69 公里,流域面积 1530 平方公里,河口多年平均流量 45 立方米/秒,水能理论蕴藏量 58 万千瓦。

## (二)青衣江

青衣江是大渡河左岸一级支流,岷江的二级支流,川江的三级支流,上

源宝兴河发源于夹金山东段巴郎山南麓蜀西营蚂蝗沟。宝兴河与天全河、荥经河汇合后,始称青衣江。干流长 279 公里,流域面积 1.33 万平方公里,全在四川境内。

青衣江古称青衣水,汉时称大渡水,上游荥经河古名为邛水,又称荥河,上游天全河古名和川水或河水;上游正流宝兴河,古称浮图水。

青衣江上源蚂蝗沟流向西南,至碛碛右纳城墙岩沟,以下称为东河;东南流至盐井,再折西南至宝兴县北,右纳西河,以下称宝兴河(流经宝兴县,长 140 公里)。南偏东流过灵关,至石佛寺左纳芦山河(一名玉玺河、玉溪河、大川河、流经芦山县、长 101 公里);南流 9 公里至飞仙关多功峡首,右纳天全河(经天全县,河长 102 公里)与荥经河(经荥经县,河长 101 公里)合流的始阳河,以下始称青衣江。干流向东至雅安县左纳陇西河,右纳周公河(一名雅安河,长 82 公里);又东行左纳名山河(流经名山县),右纳花溪河;过洪雅县后,转向东南,右纳雅川河,左纳安溪河;过夹江县后,左纳马村河;复于乐山市草鞋渡汇入大渡河。

青衣江流域形状略呈扇形。飞仙关以上为上游段,深切于高山深谷之中;飞仙关多功峡长 5 公里,谷宽 100~150 米,江面宽 50 米,水深 8 米。飞仙关至千佛岩为中游段,长 105 公里,

平均比降 2‰,河谷逐渐开阔,河床组成物质以砾石为主。千佛岩至河口为下游段,长 34 公里,平均比降 1.8‰,已进入盆地丘陵区;河谷宽坦,水流平缓,江面宽 150~200 米,水深 3~6 米,河床多叉道、河漫滩、阶地。青衣江含沙量不高,夹江水文站实测多年平均含沙量为每立方米 0.62 公斤,年输沙量为 1030 万吨。

青衣江流域东部低山丘陵区,出露地层多属侏罗系、白垩系石英云母砂岩、粘土质砂岩、页岩、粘土岩、砾岩。地质构造较为简单,以褶皱变动为主。地震烈度为 6~7 度。流域西部、北部山地,多分布古生界硅质灰岩、火山结晶片岩、花岗岩、闪长岩、辉长岩等。地质构造复杂,褶皱强烈,断层发育。地震烈度可达 7~8 度。

青衣江流域雨量丰沛,河口千佛岩水文站实测多年平均流量 528 立方米/秒,年径流量 167 亿立方米,约占岷江河口水量的 20%。青衣江干流水能理论蕴藏量 244 万千瓦,干支流水能理论蕴藏量共 424 万千瓦。

青衣江水量丰裕,上下游均有跨流域引水条件。上源芦山河中游玉溪河段(流域面积 1050 平方公里,多年平均流量 38.6 立方米/秒)已凿 4 公里隧洞,穿过镇西山分水岭,引水灌溉邛崃、名山、蒲江等县 56 万亩农田,是为玉溪河引水工程,第一期引水流量 30 立方米/秒,已于 1969~1978 年建

成。干流洪雅罗坝河段,流域面积 1.08 万平方公里,多年平均流量 479 立方米/秒,民国时期即曾规划向东引水,调往岷江以东地区灌溉。建国以来,又曾多次规划,并命名为长征渠引水工程,规划引水流量 250 立方米/秒左右,主干渠向东跨越岷、沱江、灌溉面积超过 1400 万亩。

### (三)涪江

涪江是嘉陵江右岸一级支流,川江的二级支流。发源于松潘县岷山雪宝顶北坡三岔子(三舍驿)黄龙西沟。干流长 660 公里,流域面积 3.64 万平方公里,全在四川境内。

涪江自古以来均称涪水、涪江水。晋代以来又称内江水,唐代或有巴涪水、绵水、遂河等名。

涪江上源西沟位于松潘黄龙乡西,过黄龙即名涪江。干流于小河乡右纳虎牙河(一名虎牙沟),东至水晶乡右纳土城河(一名黑水河)、曹家沟(一名唐家沟);又左纳火溪河(长 119 公里)。干流过平武县后折向东南,左纳高村河,又于南坝乡折而向南;过江油县后右纳平通河(长 121 公里)、通口河(一名盘江,长 173 公里);于绵阳市右纳安昌河(流经安县,河长 96 公里),左纳杜家河;于三台县右纳凯江(流经中江县,长 204 公里),又左纳梓江(一名梓潼江,流经梓潼、盐亭县、长 315 公里,其右支为魏城河,河长 127 公里);过射洪县后,左纳洋溪河(一名

浒溪),入蓬溪县右纳鄯江(长 147 公里),又左纳芝溪(流经蓬溪县);于遂宁县左纳荷叶溪,潼南县右纳琼江(一名安居河,关溅河,长 233 公里),继右纳小安溪(长 166 公里);旋于合川县汇入嘉陵江。

涪江流域形状近似条带形,上游支流属树枝状水系。江油中坝以上为上游段,长 245 公里,平均比降 3.3‰,水道曲折,深切于龙门山、茶坪山地,谷宽 100~300 米,江面宽仅 30~80 米,滩多水急。中坝至遂宁为中游段,长 237 公里,平均比降 1‰,处于盆地丘陵区。遂宁至河口为下游段,长 178 公里,平均比降 0.5‰,水流迂曲,河谷宽阔,一般宽 2~8 公里,鄯口一带最宽,可达 10 公里,江床多滩,局部有叉流。

涪江河口小河坝水文站,实测多年平均流量为 490 立方米/秒,计算河口流量为 550 立方米/秒。干流水能理论蕴藏量 245 万千瓦,连同 15 条一、二级支流合计为 372 万千瓦。

建国后,曾引都江堰水源兴建人民渠,控灌涪江中游右岸农田,并建成大型囤蓄工程三台鲁班水库。50 年代起,又规划有江油武都引水工程,拟结合发电建坝高 120 米,总库容 5.5 亿立方米,结合梓潼江谭家坝水库囤蓄,可控灌农田 205 万亩。

#### (四)渠江

渠江是嘉陵江左岸一级支流,川

江的二级支流。发源于米仓山、大巴山南麓,有巴河,州河两源,传统以巴河为正流,汇合后始称渠江。干流全长 666 公里,流域面积 3.92 万平方公里,其中省境内流域面积为 3.65 万平方公里。

西源巴河(长 373 公里)上亦有数源,东支南江(流经南江、巴中县,长 161 公里),其左支有神潭河(长 93 公里);右支恩阳河(长 137 公里),其西又有三汇溪、鳌溪河,两支汇于三江镇后,始称巴河。左纳驷马河(一名明水、坦溪河),于平昌县左纳大通江(长 264 公里,其右支小通江长 149 公里,其左支有澌滩河),右纳蒙溪河,又左纳长滩河、固家河,向南至三汇镇与州河合流。东源州河(长 302 公里)上源有后河(长 148 公里),中河,合流后左纳清溪河,于宣汉县又左纳前河(长 193 公里),以下始称州河;于达县左纳明月江(长 121 公里)、铜钵河、东柳河、向西南至三汇镇与巴河合流。渠江干流南行,于渠县右纳流江河(一名流江溪,长 218 公里,其左支有消水河)、中滩河、肖溪河;于广安县右纳西溪河,左纳驴溪河、清溪河;又左纳华云河,又右纳大峨溪,于合川县三界乡渠河嘴汇入嘉陵江。

渠江流域形状略呈折扇形,有大小支流 34 条,形成典型的扇状水系。巴河在巴中、通江以北河段,平均比降 2.5‰,山高谷深,坡陡流急。巴中,通

江以南河段,平均比降 0.42%,水流曲折,深切于台状低山、方山之间,河谷宽浅,河床局部有石滩。州河宣汉以下河段长 112 公里,纵贯平行岭谷区,河谷尤为开阔,但滩沱相间。渠江干流三汇镇以下河段长 293 公里,平均比降 0.17%,河曲发育,滩险甚多;其中广安以下滩多沱长,有如阶梯,两岸有阶地 1~3 级,高出枯水面 18~80 米。

渠江水能理论蕴藏量 174 万千瓦,其中巴河 70 万千瓦,州河 38 万千瓦,干流 66 万千瓦。

#### (五) 酉水

酉水是长江洞庭湖水系沅江支流,发源于湖北省宣恩县东西源山。南偏西流经来凤,至酉阳县东北老寨进入省境。继而南流经酉阳县东大溪、酉酬、后溪,入秀山县境,至石堤右纳向东北流的梅江,再向东至滥泥湾入湖南省境,至沅陵汇入沅江。酉水全长 477 公里,流域面积 1.85 万平方公里,四川境内干流长度为 110 公里,有天然落差 125 米。干支流水能理论蕴藏量为 26 万千瓦,其中干流为 15 万千瓦。

酉水流域位于川湘凹陷八面山弧东南,地层从震旦系到三叠系均有出路,震旦系分布较广,岩层以灰岩及页岩为主,灰岩区岩溶发育。省境干流段流经丘陵山区,河道比降 1.1%,多箱形峡谷,谷深 80~100 米以上。自省境老寨以下,终年可通木船。

支流梅江(一称平茶水),源于川黔界山高桐梁子,东偏北流 20 公里入梅江小盆地,折北流经秀山县城,至庙泉左纳北来的龙潭河,折东北流经宋农,至石堤汇入酉水。

#### (六) 任河

任河是长江水系汉江支流,发源于城口县东大燕山。西偏北流经高观、修齐、城口、巴山,至万源县大竹,折北流出省境,东北流至陕西省紫阳县汇入汉江。干流全长 220 公里,在四川境内的长度为 163 公里。总流域面积 0.49 万平方公里,四川境内流域面积为 0.28 万平方公里。

任河在宋代称为壬水,明代改称北江,至清代上游仍有北江之名。

任河在省内流经山区,河道平均比降 3.5%,省境内水能理论蕴藏量为 27 万千瓦。

### 五、黄河水系支流

黄河上游河段作为川甘二省界河,有董庆沟口至齐哈玛、贾曲河口至黑河口两段。河段共长 250 公里左右。黑河河口以上流域面积 8.6 万平方公里,多年平均流量 474 立方米/秒,省界上河道落差有 68 米,水能理论蕴藏量 22.8 万千瓦,川甘二省各半。

省境内汇入黄河的右岸支流,有董庆沟、贾曲河、白河、黑河 4 条,流域面积在阿坝、红原、若尔盖县境内约 1.6 万平方公里。这些支流,水能理论

蕴藏量为 21.6 万千瓦。

白、黑河流域内,丘峦起伏和缓,

中下游地势低洼,排水不良,沼泽发育。

## 第二节 气象水文

### 一、气候特点

四川省位于亚热带区域,因东西两部地形差异,又居于中国青藏高寒区、东部季风区交接地带,气候区域差异很大,天气复杂多变。大体可分为东部盆地、川西南山地亚热带湿润季风气候区与西部高原冬干夏雨气候区。亚热带气候区面积比重为 60%,暖温带气候区为 28.5%,寒温带气候区为 11.5%。

东部地区,纬度地带性起主导作用,气候特点是冬暖、夏热、春早、风小,湿度大,云雾多,日照少,无霜期长,雨量丰沛;而夏雨集中,秋多绵雨。西部高山高原区,因地形作用,气候垂直分异大于水平变化,从低到高出现暖温带、温带、寒温带、亚寒带、永久冰雪带,具有垂直谱结构的多样性;气候特点是冬季漫长,夏温甚低,干季雨季分明,日照充足,气温年较差小、日较差大。其中川西南金沙江安宁河谷纬度较低,并有北部群山阻隔,热资源十分丰富,受印度洋季风影响而多雨,故气候具有冬暖夏凉,四季如春特点。

东南季风、西南季风、西藏冷高压与西风带、副热带高压在不同季节的

配合、进退,造成省内各种气候条件。夏秋半年,西风带北移,太平洋高压移至北纬 30°附近,西入高原,强度大减,使高原山地上空受西来低压或低压槽控制,因而多雨和雷雹。太平洋高压东移长江中下游,盆地东部则出现连晴高温天气;盆地西部则因地处太平洋高压、高原低压接触地带,故而少晴多雨;若有青藏高压影响盆地时,则连晴少雨。盛夏时台风登陆后,太平洋副热带高压减弱或东退,北方冷空气进入盆地,则造成降雨天气过程。冬半年,在高空西风急流、低层季风的综合作用下,东部盆地主要受北方冷空气影响,西部高原山地为西风急流南支和青藏高原高压控制,形成东西气候迥异。东部云量多、日照少、湿度大,而西部则正好相反。由于省内夏半年主要为副热带高压控制,冬半年为西风环流控制,因而大气环流的季节性变化明显,正由于热量资源东西有异,东部盆地较少严寒,宜发展种植业;而西部高原高山则相反,只能重点发展林牧业。光照资源与水热资源恰好相反,东少西多,区域差异亦大。东部盆地是全国云量最多、日照最少的地区。这种



气候特点,自古即有“蜀犬吠日”之说:盆地西缘山地,正当暖湿气流的迎风面,降水特多,自古亦有“西蜀天漏”之喻。盆地不仅多秋雨,且多夜雨,故唐诗有“巴山夜雨涨秋池”之句。名山县“无三日不雨,即不雨亦十日九阴,以见太阳为仅事;然四序平和,无大寒大暑”。清溪县(今汉源县北清溪镇)“三冬无雨,四季惟风”,都指出了地区气候特色。

地多于高原,盆地四周又多于中部,山地多于低地,迎风坡又多于背风带。盆地西缘山地是全省降水最多的地区,降水中心的年降水量可达 2400 毫米。盆地底部相对少雨,多年平均降水量为 800~1000 毫米。西部高原西南得荣、乡城一带,是全省降水最少的地区,年降水量小于 500 毫米,得荣多年平均降水量仅 325 毫米。

## 二、大气降水

四川年降水量地域差异较大,盆

### 四川省降水量分布

表 1-1-1

| 降水量(毫米)  | 分布面积(万平方公里) | 占全省面积比重(%) |
|----------|-------------|------------|
| >1000    | 22.4        | 39.5       |
| 800~1000 | 10.3        | 18.2       |
| 600~800  | 19.9        | 35.1       |
| <600     | 4.1         | 7.2        |

降水量的季节变化,具有明显的季风气候特点。冬季副热带高压中心位于北纬 15°附近,受青藏高原阻挡,西风带常分南北两支,在川江下游汇合,盆地处于风力微弱区;而南支经干热地区,与东部变性的极地大陆气团相遇,川南一带处于锋面之下,常有连绵阴雨。入春后,蒙古高压减弱西撤,

副热带高压日益增强,向西北延伸,在进退过程中常形成切变线,给川东南带来阴雨。夏季印度洋低压随西南季风盛行,使四川西部产生降水;当太平洋高压脊线在北纬 20°~24°时,大雨、暴雨多出现于川东南;脊线在北纬 23°~28°时,如西风带有冷空气不断南下,切变线在盆地准静止,则暴雨旋

即发生；脊线在北纬 $28^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 时，若副热带高压西伸，则久晴少雨。青藏高压中心东移至东经 $100^{\circ}$ 以东时，常引起副热带高压西伸北跳，形成盆地东部少雨，西部多雨；而在青藏高压中心偏于东经 $100^{\circ}$ 以西时，川东受低压或低压槽控制，则造成盆地东部多雨，西部少雨。此外，西南低涡在东迁中经过省境，也会引起大雨、暴雨。秋季渐受印度洋高压与蒙古高压控制，因盆地周围有山地屏障，极锋南撤缓慢，故常有绵雨。当西风急流南支重新建立，西南季风完全撤离，则盆地雨季随之结束。

省内降水的年内分配很不均匀。春季降水量占全年的比重，由盆地东南部的30%向西递减为10%。夏季是各地降水最多的季节，盆地西缘夏季降水量可达500~900毫米，而东缘为500毫米左右，省境西部则为400~500毫米。夏季降水量占全年的比重，盆地东部为40%左右，自东向西有规律地递增，至西部高原则大于60%。秋季降水量仅次于夏季，盆地和川西南山地可达250~500毫米，省境西部一般为100~200毫米。秋季降水量占全年的比重，大部地区为25~30%。冬季是各地降水量少的季节，愈西愈少。冬季降水量占全年的比重，盆地略多于5%，其余地区多不足5%。

全年雨日，盆地一般小雨日数在110天以上，中雨日数大部为15~20天，大雨日一般为5~10天，暴雨日数

可达3~4天。盆地区雨日自南向北渐减。川西南山地区的雷波、西昌，为省内雨日最多之处，达244天；得荣、渡口等地则不足70天。年平均降水强度，盆地区一般为6~8毫米/日，盆东缘、西南缘和川西南河谷最高，可达8~9毫米/日，川西高原仅为4~5毫米/日。一日最大降水量，盆地区除南部不足150毫米外，一般在150毫米以上；雅安、名山及江油、北川附近可达300毫米以上；川西南山地多为75~150毫米；省境西部小于75毫米，高原西北部尚不足50毫米。一日最大降水量多出现于6~9月。

四川降水量不但季节变化大，而且年际变化也大，多年平均降水量变差系数(Cv值)，全省一般变动在0.1~0.2之间。东部盆地大于川西高原，盆地内大致自东南向西北递增，为0.15~0.25。盆地中部偏西及北缘山地区，是全省变率最高之处，九顶山、米仓山、大巴山东南坡在0.25以上。

全省雪日数，自西北向东南递减。盆地年内雪日不足5天，东南部罕见冰雪，北部多年平均雪日为1~2天。川西高原雪日一般在30天以上，红原、石渠可达70~80天。川西高原大部地区降雪期为10月至次年5月，红原、色达、石渠以北，几乎全年均有降雪。高山积雪始期较降雪始期约迟半月，结束期则早半月。积雪封山最早始于10月，解冻最迟不超过6月。

省内霜日,西部多于东部。盆地南部、川西南河谷地区,全年无霜期在300天以上;渡口一带为省内霜冻最少之处,盆地北部无霜期在250天以上。川西高山高原无霜期,自南部的200天向北减为100天,松潘、色达、石渠一线以北尚不足50天。省内霜期变化趋势是自东向西、自南向北逐渐加长,一般霜冻仅见于冬季。盆地北部初霜始于11月,终霜至次年4月。川西北高原8月即可见初霜,5月末才终霜。

冻雹地区分布,西部多于东部,山地多于丘陵、平原。全年雹日,盆地一般不超过2天;川西山地高程3000米以上地区可达10~15天。冕宁雹日最多,20年降雹次数达364次。盆地冰雹一般始于3月,终于9月;川西南山地雹期为3~10月,以4、5月居多;川西北高原为4~10月,多集中于5、6、9月,呈双峰型。

### 三、热量光照

因受地形条件影响,省内热量分布东多于西。年平均气温,大致自东南向西北逐渐降低。东部盆地为 $16^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{C}$ ,南缘川江河谷可达 $18^{\circ}\text{C}$ 以上,冬无严寒。川西南米易、渡口一带,年平均气温达 $20^{\circ}\text{C}$ ,是全省最高值区。川西北高原年平均气温随高程增加而急剧下降,一般在 $8^{\circ}\text{C}$ 以下;北部高原尚不足 $4^{\circ}\text{C}$ ,石渠、色达、若尔盖等地

则在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下,全年无夏。大致高程每上升1000米,气温可下降 $6^{\circ}\text{C}$ 。省内极端高温大部地区为 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ ,但彭水曾有 $44.1^{\circ}\text{C}$ 的纪录;极端低温则有石渠 $-37.7^{\circ}\text{C}$ 的纪录。

四川盆地虽地处内陆,但日气温变化较小,年平均日气温较差在 $8^{\circ}\text{C}$ 左右。川西南山地及川西高原则为 $10^{\circ}\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。年气温较差盆地区一般为 $19^{\circ}\sim 22^{\circ}\text{C}$ ,川西南山地区为 $14^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。

盆地月平均气温最低在1月,为 $4^{\circ}\sim 8^{\circ}\text{C}$ ,较长江下游同纬度地区高出 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。日气温稳定高于 $10^{\circ}\text{C}$ 的开始期,出现于2月下旬至3月中旬,较同纬度地区约早1~2旬。月平均气温最高在7月,为 $25^{\circ}\sim 29^{\circ}\text{C}$ 。川西南河谷气温最低为1月,月平均气温 $12^{\circ}\text{C}$ 左右;气温最高月为7月,月平均气温 $24^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{C}$ 。川西高程1000米以下地区1月平均气温一般为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,7月约为 $25^{\circ}\text{C}$ ;1000~2000米处1月为 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,7月约为 $20^{\circ}\text{C}$ ;2000~3000米处1月为 $0^{\circ}\sim -5^{\circ}\text{C}$ ,7月约为 $15^{\circ}\text{C}$ ;4000米以上处1月为 $-6^{\circ}\sim -10^{\circ}\text{C}$ 以下,7月亦不足 $10^{\circ}\text{C}$ 。

四川光照资源,西部多于东部。年日照数,东部盆地为1000~1600小时,盆地东北在1400小时以上,西南尚不足1200小时,宝兴、天全一带最少,仅900小时左右。川西南山地为1600~2400小时,其中攀枝花市全年

日照时数达 2709 小时,为全省之冠。川西高原山地一般为 1500~2600 小时。年日照百分率,东部盆地在 25~35% 之间,川西地区大部在 40% 以上;渡口、甘孜高达 60%。

西部晴天多于东部。盆地西部全年阴天(总云量 8~10)可达 250 天,盆地其余地区阴天亦有 200 天以上,晴天(总云量<2.9)日数不足 30 天。川西南山地全年晴天有 60~80 天,盐源、木里、攀枝花市可达 90~100 天。川西高原全年晴天有 40~60 天,得荣、乡城一带可达 80 天以上。

盆地西缘雾日最少、宝兴、汉源全年雾日尚不足 1 天,盆地其余地区雾日多在 30 天以上,尤以遂宁、剑阁、重庆为著。川西高原地区很少有雾,全年雾日在 5 天左右。全年雷暴日数,盆地西、北部仅 30~40 天,川西高原可达 80~95 天。

四川年总辐射量,一般在 3100~6800 兆焦耳/平方米。盆地为 3100~4200 兆焦耳/平方米,最低如宝兴、天全、北川、仅约 3000 兆焦耳/平方米。川西南山地及川西高原年总辐射量为 4200~5800 兆焦耳/平方米。总辐射量的季节分配,盆地区以夏季为最大,川西高原地区则以春季为最大,全省均以冬季为最小。

#### 四、蒸发风力

四川年水面蒸发量(蒸发能力),

各地差异较大,变动在 500~1600 毫米之间,西部高于东部,盆地边缘高于底部。东部盆地年蒸发量为 700~900 毫米,其中以南川金佛山为最低,仅 465 毫米,而盆地西缘汶川则达 1356 毫米。川西南盐源盆地,年蒸发量 1554 毫米。西部高原地区的丹巴,年蒸发量达 1626 毫米。陆面实际蒸发量年值,盆地底部为 600~700 毫米,盆地边缘山地为 400~500 毫米,川西南攀枝花一带为 500~600 毫米,川西高原为 300~400 毫米。

四川东部盆地年蒸发量小于降水量;西部高原地区年蒸发量则远大于降水量,金沙江河谷年蒸发量较降水量高出甚多,是全省最干燥的地区。蒸发量的季节变化,与降水量大体一致。

相对湿度的地区分布,总的是东部高于西部;盆地内部则南大于北。年平均相对湿度,盆地区为 75~85%,川西高原一般为 55~70%。盆地区全年相对湿度以秋季为最大,可达 85~90%;以春季为最小,在 75% 左右。相对湿度在 80% 以上的潮湿日,成都平原全年有 250 天以上,相对湿度小于 30% 的干燥日,除西部全年 5 天外,其余地区尚不足 1 天。

盆地区气压为 900~1000 百帕,平原、低丘及河谷地带高于边缘山地。川西南山地气压为 800~900 百帕。川西高山高原区,一般高程上升 100 米,气压降低 8~10 百帕。石渠气压仅为

611百帕,是全省气压最低之地。

盆地地区因周围有山地阻隔,风日较少,风速较小;风向以北及东北为主,与河谷走向一致,瞬间风速在17米/秒或以上的大风日数一般在5天以下,年平均风速一般1~2米/秒,春季寒潮南下或夏季雷雨时,山口河谷风速可达15~20米/秒,盆地北缘山地最大风速可达25~30米/秒。川西南山地区风向与河谷走向一致,多偏南风,年平均风速1.5~2.5米/秒。川西高原全年大风日数平均在20天左右,年平均风速2~3米/秒。甘孜全年风日多达105天,最大风速达41米/秒,为全省之冠。全省各地平均风速以春季为最大,冬季为最小。

在盆地南部与川西南山地区干热河谷,因气流下沉增温,可形成焚风。

### 五、主要水文特征

建国后重视水文测验工作,1985年全省共有水文测站251处,其中大江河控制站有70处,平均每1万平方公里有水文站4.4处。其中重庆寸滩水文站历史最长,至1992年已有100年水文观测系列资料。据此站资料分析,川江重庆段多年平均流量为11300立方米/秒。各个年代的平均值均较稳定,但盆地内部有些水文站各年代实测平均流量则存在变化。如位于盆地西部的岷江紫坪铺水文站(建于1936年),实测多年平均流量在40

年代初为500立方米/秒,80年代减为460立方米/秒。而盆地东部的渠江罗渡溪水文站(建于1953年),实测多年平均流量在50年代为630立方米/秒,80年代却增为730立方米/秒。又据各站实测多年平均流量资料计算年均单位产水流量,除金沙江、嘉陵江上游流经稀雨地区,金沙江口屏山和嘉陵江武胜水文站分别为0.010及0.011立方米/秒/平方公里外,青衣江流域多雨,千佛岩水文站单位流量高达0.042;盆周西、北龙门山、米仓山、大巴山暴雨区小河水文站达0.030左右;盆地中部丘陵区多水田蓄水,故单位径流量特小,为0.010上下。其余大、中、小河流均为0.020立方米/秒/平方公里上下(0.017~0.023),其中较特殊沱江干流首段三皇庙水文站为0.037立方米/秒/平方公里,是因接纳岷江分流之故。

四川江河洪水主要来源于暴雨,由于暴雨分布面大小不同,大小江河单位洪峰流量值随之有较大差别。流域面积愈小,单位洪峰流量值相对愈大。据实测资料统计,大江河中除金沙江屏山站、长江寸滩站流域面积特大,单位多年平均洪峰流量分别为0.035及0.060立方米/秒/平方公里外,其余一般均在0.1~0.3之间;青衣江千佛岩站特大,为0.73立方米/秒/平方公里;中小河流则多在1.0~10立方米/秒/平方公里或更大。

各水文站实测悬移质泥沙数据,最早始于 40 年代初。据统计,长江出川年输沙量约 5.0 亿吨,长江寸滩站实测年均含沙量 1.31 公斤/立方米,年输沙量 4.67 亿吨,其主要来源为金沙江及嘉陵江。金沙江屏山站年均含沙量 1.73 公斤/立方米,年输沙量 2.44 亿吨,占寸滩站年输沙量一半以上。其次嘉陵江北碛站年均含沙量 2.37 公斤/立方米,年输沙量 1.61 亿吨,占寸滩站的 34.5%。岷江高场站,年均含沙量仅 0.53 公斤/立方米,年输沙量 0.51 亿吨,年水量为寸滩站的 1/4,年沙量则仅为寸滩站的 1/9。

长江寸滩及岷江姜射坝水文站,

推移质卵石(粒径大于 20 毫米)施测始于 60 年代初。至 70 年代,长江卵石推移质测验增加了朱沱、万县、奉节等站。1973 年岷江都江(内江)水文试验站在岷江 13 号断面(都江堰鱼嘴上游 200 米原二王庙水文站处)、沙黑河口、内江河口三个断面上加测卵石推移质数据,宝瓶口水文站亦于同时加测。此后又在青衣江梯子岩建立专门卵石推移试验站,但资料尚未刊布。据都江堰首几个测站 1975~1977 年实测成果知,内江分流占岷江总来水量 50~60%,而卵石推移质分砂却仅占岷江总量的 30~40%,说明大部分卵石推移质排向外江金马河。

### 第三节 水资源

#### 一、地表径流

四川地表径流分布,与大气降水分布一致,东部盆地径流多于西部高原,盆地边缘又多于中部。全省多年平均河川年径流深为 524.1 毫米。盆地区年径流深为 300~600 毫米,其西缘鹿头山青衣江暴雨区,年径流深可达 1000~1600 毫米,荥经站高达 1966.2 毫米,是全省年径流深最高的地区。盆地东、南、北缘山地则为 600~1200 毫米,盆地中部 300 毫米以下,沱、涪、嘉陵江中游,是省内径流低值区,中江附近年径流深仅 200 毫米。西部高原

区年径流深大体自东南向西北递减,雅砻江上游低到 100 毫米,是全省径流最低值带。高原在北纬 30°线以北,年径流深约 200~500 毫米,此线以南,山谷之间迎风面与背风面差异很大。

省内地表径流的年内分配,既受大气降水影响,又受下垫面因素再分配的影响,与降水分配有一定相似性,但又不完全相同。受东南季风影响的东部地区,汛期径流占年总量的比重为 60~80%,最大月径流比重为 20~40%,春季(3~5 月)径流比重为 10~

30%。盆地内地区变化也很显著,中部少水区(特别是沱、涪江中下游),汛期为6~9月,汛期短而径流相对集中,可达全年的75~85%,最大月径流比重在30%以上,而春季径流比重尚不足10%。盆地西部汛期出现在6~10月,汛期径流占全年的比重为60~80%,最大月径流比重为20~35%,春季径流比重为10~20%。盆地东部渠江上游东支、川江东段、乌江下游地区,汛期在4~10月,汛期径流比重为60~80%,最大月径流比重在25%左

右,春季径流比重为25~35%。连续4个月出现最大径流的月份,以东南部的乌江、沅江流域为最早,为4~7月,逐渐向西北推迟。在渠江、嘉陵江、涪江上游,青衣江、雅砻江下游,则为7~10月。既有春汛又有秋汛的通江、南江、巴中、万源一带,东南季风退出最晚,11月份还会有洪水发生。受东南季风影响的西部地区,汛期为6~10月,汛期径流比重为70~80%左右,最大月径流比重为20~25%,春季径流比重小于10%。

四川省径流深分区数值表

表 1-1-2

| 分区名称   | 年径流深<br>(毫米) | 范 围                  | 相应等雨线<br>(毫米) |
|--------|--------------|----------------------|---------------|
| 青衣江区   | 1200~1600    | 青衣江流域                | 1600~2000     |
| 大巴山区   | 1000~1200    | 大巴山一带                | 1600~1800     |
| 安宁河区   | 1000~1400    | 安宁河上游一带              | 1200~1500     |
| 盆地南缘区  | 600~1000     | 盆地南缘山地               | 1200~1400     |
| 乌江区    | 600~800      | 酉阳、秀山、黔江、彭水一带        | 1200~1400     |
| 盆地中部区  | 300~600      | 简阳、阆中、蓬安、潼南、内江       | 900~1000      |
| 川西北地区  | 300~600      | 平武、理县、泸定、汉源、石棉、九龙、盐边 | 500~800       |
| 沱涪嘉区   | <300         | 沱、涪、嘉陵江中游            | 900           |
| 雅砻江上游区 | <300         | 雅砻江上游色达、德格、石渠        | 600           |

四川省各流域多年平均径流量

表 1—1—3

| 分区名称  | 年径流深<br>(毫米) | 河川径流量推算值<br>(亿立方米) | 占全省总量比重<br>(%) |
|-------|--------------|--------------------|----------------|
| 金沙江流域 | 451.9        | 847                | 27.1           |
| 川江流域  | 668.7        | 499                | 16.0           |
| 岷沱江流域 | 646.6        | 1003               | 32.0           |
| 嘉陵江流域 | 493.5        | 546                | 17.4           |
| 乌江流域  | 794.5        | 123                | 3.9            |
| 沅江流域  | 934.1        | 42.4               | 1.4            |
| 汉江流域  | 793.3        | 22.8               | 0.7            |
| 黄河流域  | 281.8        | 47.6               | 1.5            |

省内各地年径流过程线可概括为尖瘦单峰型、和缓单峰型、多峰型 3 种。

尖瘦单峰型的特点,是汛期集中于 7~9 月,最大月径流占全年的比重在 20% 以上;枯期较长,最小月径流比重仅 1~2.5%。成都平原、岷江下游左岸、沱江上中游都属此型。

和缓单峰型汛期多为 6~9 月,最大月径流比重为 15~20%,4~5 月径流最低。盆地西缘、南缘及嘉陵江、涪江下游,雅砻江中下游、金沙江上段等地都属此型。

多峰型的峰月,一般为 7 月与 9 月,6 月与 9 月,或 5 月、7 月、9 月。汛期可达 5 个月,枯期则较短。乌、沅江流域,渠江上中游、岷江上游、大渡河

上中游、雅砻江上游,安宁河一带都属此型。

多年平均最大、最小月径流之比,小河高于大河。变幅最大的地区有涪江支流梓潼江流域等,比值高达 30 以上;沱江、涪江、嘉陵江下游,渠江上游可达 20~30;成都平原,沱江下游,川江重庆以下地区,乌江、安宁河、大渡河上游、雅砻江上游一带可达 10~20;盆地南缘和大渡河、雅砻江中下游一带则小于 10。

## 二、地下径流

四川境内地下水以成都平原、盆地边缘山区、川西南山地、川西高山高原区等处为最丰富,四川盆地腹部丘陵区则相对贫乏。



省内地下水类型主要有孔隙水、裂隙水、溶洞水三类,地下总水量 799 亿立方米。

孔隙水主要赋存于成都平原及沿河平坝的松散堆积层及盆地边缘碎屑岩中,年径流量 348 亿立方米。裂隙水主要赋存于川西山区变质岩、碎屑岩、岩浆岩类的裂隙中,年径流量 280 亿立方米。溶洞水主要赋存于盆地边缘及川西南山地的碳酸盐岩类溶洞中,年径流量 88 亿立方米。

各类地下水在适宜条件下,以不同形式出露,形成上升泉、下降泉、泉群、溢出带、暗河、温泉等。据 1983 年 10 月统计的全省 2895 个大泉点总流量推算,平均日涌水量 3143 万立方米,折算出露的年地下径流量为 114.7 亿立方米。

成都平原上层为粘质砂土、粉沙土、砂砾卵石层,形成含水层;底层为冰碛泥砾层,形成相对不透水层。含水层由四周向中心增厚,一般 10~20 米,最大厚度 39 米。地下水埋深自西北向东南逐渐变小,深 1~10 米不等。地下水力坡度西北大于东南,变化范围为 1~7‰,故地下水流向多呈西北东南向,而且孔隙水量丰富。

安宁河谷平原及其余山间盆地、河谷阶地孔隙水仅次于成都平原,其特征相似。省境内黄河流域若尔盖、红原一带草地,沼泽面积近 4000 平方公里,其下游地带为含泥较少的砂砾石

含水层,地下水埋深 1~3 米,渗透系数 1~3 米/日;上游地带埋深较大,个别地方可达 7 米,因含水层中含泥量较多,渗透系数减为 0.7~1.6 米/日。

省内地下径流,以降雨补给为主,冰川融水补给次之,平原区地表水体入渗补给量亦较大。盆地边缘岩溶区地下水排水区与补给区相对高差甚大,多在 100~200 米,个别达 500~600 米,水力坡度一般 10~35‰,渗透系数个别可达 1 米/秒,故地下径流十分活跃。

浅层地下水水质,属低矿化淡水。东部盆地区存在着明显的淡水带,其厚度由边缘山区的 100~200 米,渐变至盆地腹部的 20~50 米。在盆地中部内江、乐至、安岳一带仅 5~20 米。

### 三、水资源量

由全省各地实测同步系列资料推算,全省河川多年平均年径流量为 3131 亿立方米,多年平均径流系数为 0.53。保证率为 20% 的丰水年径流量为 3413 亿立方米,保证率为 95% 的枯水年径流量为 2599 亿立方米,计入省境外来水量 1377 亿立方米,全省地表径流水资源总量为 4508 亿立方米,折算多年平均径流深为 551.6 毫米,多年平均径流模数为 17.5 升/秒·平方公里。

地表水资源包括各种水体,河川、湖泊、塘库及冰川等。省内江河众多,

是地表水资源的主体,水利工程所蓄水量主要是起调节作用。

四川湖泊主要分布于西部高原,水面大于 400 平方米的湖泊计有 1043 个,其中水面在 1 平方公里以上的有 49 个。最大的盐源县(云南、四川界湖)泸沽湖面积 48.45 平方公里,最大水深 93.5 米,湖水总容积 19.5 亿立方米。雷波县马湖面积 7.32 平方公里,最大水深 134 米,总容积 4.8 亿立方米。西昌市邛海面积 31 平方公里,最大水深 34 米,总容积 3.2 亿立

方米。此外还有茂县大小海子、雷波县落水湖、黔江县小南海、华莹市天池湖等。

四川冰川主要分布于西部高山高原,约有 200 余条,以贡嘎山冰川、雀儿山冰川为最著。全省冰川总覆盖面积约 510 平方公里,总储水量约 210 亿立方米。据海螺沟冰川平均日消融深度 7~10 厘米(6~7 月)资料推算,全省冰川夏季月融水量约为 0.36~0.51 亿立方米。

#### 四川省地表径流

表 1—1—4

单位:亿立方米

| 流域名称 | 多年平均河川年径流量 | 还原水量   | 地表径流年总量 |
|------|------------|--------|---------|
| 金沙江  | 833.5      | 2.58   | 847     |
| 川江   | 411.4      | 18.34  | 499     |
| 岷沱江  | 972.3      | 34.32  | 1003    |
| 嘉陵江  | 533.3      | 23.44  | 546     |
| 乌江   | 119.8      | 1.41   | 123     |
| 沅江   | 39.1       | 0.69   | 42.4    |
| 汉江   | 21.9       | 0.0077 | 22.8    |
| 黄河   | 44.2       | 0      | 47.6    |

四川地下水量较为丰富,但由于水文地质条件复杂,地区分布很不均衡。成都平原、盆地边缘和川西南山地

地下水最富,盆地中部与川西高原相对贫乏,盆地内部则西多于东。成都平原是全省地下水最富集的地区,地下

水静储量达 150 亿立方米,水位埋深多在 1~7 米;含水层厚度大,涌水量超过 50 升/秒,流量稳定。盆地东部平行岭谷区地下水亦较丰富,背斜山地石灰岩裂隙岩溶水涌泉流量一般可达 3~5 升/秒。盆地边缘山地构造断裂复杂,地下水储量亦丰。盆地中部以红层裂隙水为主,地下水较贫,涌泉流量一般为 1 升/秒左右。

以每平方公里面积每年产水万立方米为单位的地下径流模数,省内分布是西高于东,盆地边缘高于中心。成都平原模数达 60 以上,马边河、西宁河一带为 40~50;盆地西缘山地为 30~40;大渡河及岷江、沱江、涪江诸江

上游为 20~30,金沙江、嘉陵江、渠江上游及川江南岸为 10~20,而盆地丘陵区则小于 5。

省内地下径流占年径流总量的比值,也是盆地边缘高于中部。盆地西缘山地可达 25~40%,盆地南缘的南广河、长宁河、永宁河流域约为 20~30%,其余边缘山地约为 10~20%,盆地中部则不到 10%。

采用分割基流法计算地下水排泄量,并以水文地质学方法校核,求出全省地下水年补给量为 798.8 亿立方米。其中平原地区在 80 亿立方米以上,成都平原地下水可开采量为 33.8 亿立方米。

#### 四川省地下径流

表 1-1-5

| 流 域 | 地下径流年补给量<br>(亿立方米) | 占水资源总量比重<br>(%) | 折算地下径流深<br>(毫米) |
|-----|--------------------|-----------------|-----------------|
| 金沙江 | 270.7              | 32              | 118             |
| 川江  | 83.7               | 17              | 102             |
| 岷沱江 | 299.4              | 30              | 124             |
| 嘉陵江 | 90.7               | 17              | 92              |
| 乌江  | 20.1               | 16              | 167             |
| 沅江  | 7.0                | 16              | 100             |
| 汉江  | 5.7                | 25              | 160             |
| 黄河  | 21.5               | 45              | 77              |

四川省地表、地下水主要来源均为大气降水。枯水期地下水可补给河川,丰水期则反之。在地域上,盆地西缘及川西地区河川径流丰富,变化稳定,地下径流约占年径流总量的20~30%。盆地北缘山地岩溶发育,地下径流占年总量的比重为10~20%。盆地东南缘山地,地下径流南多北少,其南部占年径流总量的比重为10~14%,而北部则仅占5%左右。盆地中部丘

陵区地下径流相对贫乏,除平行岭谷区外,其占年径流总量的比重在10%以下。川西高山高原区地表径流少,冰冻期长,其中雅砻江、大渡河上中游地下水较富,地下径流占年径流总量的比重可在60%以上。川西南纵谷地带,地表径流垂直方向差异大于水平方向,金沙江、雅砻江中游地下水丰富,春季有融雪水补给,径流稳定。

#### 四川省三水资源总量

表1-1-6

| 分区名称  | 大气降水总量<br>(亿立方米) | 河川地表径流<br>总量<br>(亿立方米) | 其中地下径流<br>补给量<br>(亿立方米) | 省外入境水<br>总量<br>(亿立方米) | 折算深度(毫米) |     |
|-------|------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|-----|
|       |                  |                        |                         |                       | 降水       | 径流  |
| 金沙江流域 | 1690             | 847                    | 271                     | 663                   | 902      | 452 |
| 川江流域  | 882              | 499                    | 84                      | 96                    | 1182     | 669 |
| 岷沱江流域 | 1721             | 1003                   | 299                     | 33                    | 1110     | 647 |
| 嘉陵江流域 | 1178             | 546                    | 91                      | 150                   | 1065     | 494 |
| 乌江流域  | 197              | 123                    | 20                      | 393                   | 1271     | 795 |
| 沅江流域  | 63               | 42                     | 7                       | 42                    | 1398     | 934 |
| 汉江流域  | 37               | 23                     | 6                       | 0                     | 1276     | 793 |
| 黄河流域  | 121              | 48                     | 21                      | 0                     | 719      | 282 |
| 全省    | 5889             | 3130                   | 799                     | 1377                  | 1038     | 552 |

四川省主要江河特征参数表

表 1—1—7

| 江河名称 | 省境流域<br>面 积<br>(平方公里) | 省境<br>干流<br>长度<br>(公里) | 干流<br>平均<br>比降<br>(‰) | 河口多年平均流量<br>(立方米/秒) |             | 落差(米)    |          | 水能理论<br>蕴藏量<br>(万千瓦) | 可开发水<br>能资源量<br>(万千瓦) |
|------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|----------|----------|----------------------|-----------------------|
|      |                       |                        |                       | 水利规划<br>资 料         | 电力规划<br>资 料 | 天然<br>落差 | 利用<br>落差 |                      |                       |
| 金沙江  | 187443                | 1584                   | 1.17                  | 4660                | 4920        | 2234     | 2180     | 3009                 | 2306                  |
| 川 江  | 74621                 | 892                    | 0.22                  | 13900               | 14100       | 198      | 73       | 2258                 | 500                   |
| 雅砻江  | 120400                | 1370                   | 2.32                  | 1860                | 1810        | 3192     | 2827     | 3344                 | 2492                  |
| 安宁河  | 11163                 | 326                    | 5.15                  | 234                 |             | 870      |          | 136                  |                       |
| 岷 江  | 135841                | 711                    | 0.60                  | 2850                | 2850        | 3560     | 1702     | 1332                 | 542                   |
| 大渡河  | 68200                 | 852                    | 3.27                  | 1490                | 1570        | 2788     | 2636     | 3102                 | 2336                  |
| 青衣江  | 12900                 | 279                    | 1.83                  | 530                 | 565         | 2840     | 1534     | 424                  | 167                   |
| 沱 江  | 27851                 | 634                    | 0.42                  | 455                 | 519         | 2354     | 384      | 152                  | 26                    |
| 嘉陵江  | 111108                | 806                    | 0.44                  | 2200                | 2120        | 350      | 277      | 499                  | 341                   |
| 涪 江  | 36400                 | 660                    | 0.93                  | 550                 | 572         | 2810     | 551      | 372                  | 133                   |
| 渠 江  | 36356                 | 666                    | 0.16                  | 735                 | 663         | 1410     | 149      | 180                  | 76                    |
| 乌 江  | 15474                 | 235                    | 0.61                  | 1640                | 1650        | 144      | 85       | 245                  | 204                   |
| 赤水河  | 5963                  | 245                    | 1.17                  | 309                 |             |          |          | 77                   |                       |
| 酉 水  |                       | 110                    |                       |                     | 227         | 125      | 80       | 26                   | 12                    |
| 任 河  | 2800                  | 163                    |                       |                     | 65          | 1371     | 491      | 26                   | 16                    |
| 黑、白河 |                       |                        |                       |                     | 474         | 68       |          | 33                   |                       |

四川省水利区划分区水资源统计表

表 1—1—8

| 区 划 名 称      | 幅员面积<br>(平方公里) | 年 径 流 量 (亿立方米) |         |         |         | 可 利 用 水 量 (亿 立 方 米) |        |            |        |            |        |
|--------------|----------------|----------------|---------|---------|---------|---------------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|              |                | 多年平均           | 50%     | 75%     | 95%     | 50%                 |        | 75%        |        | 95%        |        |
|              |                |                |         |         |         | 径流利<br>用系数          | 水 量    | 径流利<br>用系数 | 水 量    | 径流利<br>用系数 | 水 量    |
| 全 省          | 567600         | 567600         | 3013.28 | 2632.57 | 2164.78 | 0.29                | 864.24 | 0.31       | 820.62 | 0.35       | 763.95 |
| 一、四川盆地       | 147831         | 759.85         | 742.58  | 612.15  | 466.25  | 0.36                | 265.75 | 0.42       | 259.04 | 0.53       | 246.36 |
| 1. 成都平原区     | 16461          | 97.26          | 94.34   | 76.84   | 56.41   | 0.18                | 16.98  | 0.20       | 15.37  | 0.23       | 12.97  |
| 2. 盆中丘陵区     | 69560          | 312.47         | 306.32  | 249.98  | 190.61  | 0.38                | 116.36 | 0.16       | 114.99 | 0.58       | 110.55 |
| 3. 盆北深丘低山区   | 22601          | 109.69         | 106.40  | 86.66   | 64.72   | 0.53                | 56.39  | 0.63       | 54.60  | 0.80       | 51.78  |
| 4. 盆东平行岭谷区   | 27369          | 164.42         | 161.13  | 134.82  | 103.58  | 0.31                | 49.95  | 0.36       | 48.54  | 0.45       | 46.61  |
| 5. 长江南岸深丘低山区 | 11840          | 76.01          | 74.49   | 63.85   | 50.93   | 0.35                | 26.07  | 0.40       | 25.54  | 0.48       | 24.45  |
| 二、盆地外围山区     | 132018         | 950.47         | 934.87  | 816.22  | 669.03  | 0.47                | 443.53 | 0.51       | 416.60 | 0.57       | 381.50 |
| 1. 盆西边缘山区    | 56311          | 462.74         | 458.11  | 416.47  | 360.94  | 0.65                | 297.77 | 0.68       | 283.20 | 0.73       | 263.49 |
| 2. 米仓、大巴低中山区 | 25392          | 146.06         | 141.68  | 113.93  | 81.79   | 0.37                | 52.42  | 0.43       | 48.99  | 0.49       | 40.08  |

| 区划名称            | 幅员面积<br>(平方公里) | 年径流量(亿立方米) |        |        |        | 可利用水量(亿立方米) |       |      |       |      |       |
|-----------------|----------------|------------|--------|--------|--------|-------------|-------|------|-------|------|-------|
|                 |                | 多年平均       | 50%    | 75%    | 95%    | 50%         |       | 75%  |       | 95%  |       |
|                 |                |            |        |        |        | 径流系数        | 水量    | 径流系数 | 水量    | 径流系数 | 水量    |
| 3. 川东低中山区       | 33519          | 231.82     | 227.18 | 194.73 | 155.32 | 0.29        | 65.88 | 0.31 | 60.37 | 0.36 | 55.92 |
| 4. 川南低中山区       | 11613          | 67.63      | 66.95  | 58.16  | 47.34  | 0.30        | 20.09 | 0.30 | 17.45 | 0.35 | 16.57 |
| 5. 秀山、龙潭低山平原区   | 5183           | 42.22      | 40.95  | 32.93  | 23.64  | 0.18        | 7.37  | 0.20 | 6.59  | 0.23 | 5.44  |
| 三、川西南山地区        | 59173          | 364.92     | 361.20 | 322.6  | 273.1  | 0.22        | 80.86 | 0.24 | 75.97 | 0.26 | 72.21 |
| 1. 凉山山原区        | 26269          | 176.63     | 174.80 | 160.7  | 141.3  | 0.10        | 17.48 | 0.10 | 16.07 | 0.11 | 15.54 |
| 2. 西昌、渡口高山宽谷区   | 32904          | 188.29     | 186.40 | 161.9  | 131.8  | 0.34        | 63.38 | 0.37 | 59.90 | 0.43 | 56.67 |
| 四、川西高山高原区       | 228578         | 981.50     | 974.63 | 881.6  | 756.4  | 0.08        | 74.10 | 0.08 | 69.01 | 0.08 | 63.88 |
| 1. 若尔盖、石渠高原区    | 83337          | 298.83     | 298.83 | 274.9  | 242.0  | 0.05        | 14.94 | 0.05 | 13.75 | 0.05 | 12.10 |
| 2. 白玉、理塘山原山     | 65001          | 257.43     | 257.83 | 224.0  | 182.8  | 0.10        | 25.48 | 0.11 | 24.64 | 0.12 | 21.94 |
| 3. 金沙江、大渡河高山峡谷区 | 80240          | 425.24     | 421.00 | 382.7  | 331.6  | 0.08        | 33.68 | 0.08 | 30.62 | 0.09 | 29.84 |

表 1—1—9

四川大江河水文站实测单位流量统计表

单位:立方米/秒/平方公里

| 河名  | 站名  | 所在县乡  | 集水面积<br>(平方公里) | 设站时间<br>年、月       | 年均流量         |        |              | 最大洪峰流量 |                |
|-----|-----|-------|----------------|-------------------|--------------|--------|--------------|--------|----------------|
|     |     |       |                |                   | 多年平均<br>(年数) | 单位流量   | 多年平均<br>(年数) | 单位流量   | 最大实测(年、月、日)    |
| 金沙江 | 屏山  | 屏山高石梯 | 485099         | 1939.8            | 4400(42)     | 0.0091 | 16900(42)    | 0.0348 | 29000(66.9.2)  |
| 岷江  | 紫坪铺 | 灌县白沙  | 22664          | 1936.8            | 462(44)      | 0.0204 | 2340(45)     | 0.103  | 5480(64.7.22)  |
| 大渡河 | 福祿岩 | 乐山福祿镇 | 76452          | 1960.1            | 1510(25)     | 0.0198 | 6210(47)     | 0.081  | 9630(39.7.19)  |
| 青衣江 | 千佛场 | 夹江鄢江  | 12588          | 1936.6            | 528(41)      | 0.0419 | 9180(41)     | 0.729  | 16000(55.7.14) |
| 岷江  | 高庙湾 | 宜宾高家镇 | 135378         | 1939.4            | 2840(46)     | 0.0210 | 19800(47)    | 0.146  | 34100(61.6.29) |
| 沱江  | 三家店 | 金堂悦来  | 6590           | 1939.7            | 245(45)      | 0.0372 | 4040(45)     | 0.613  | 8110(81.7.14)  |
| 嘉陵江 | 新子坝 | 广元石龙  | 23283          | 1940.11           | 412(34)      | 0.0177 | 6490(35)     | 0.279  | 16200(48.7.18) |
| 嘉陵江 | 三家店 | 广元石龙  | 25367          | 1941.5            | 211(23)      | 0.0083 | 4560(23)     | 0.180  | 10200(81.8.22) |
| 嘉陵江 | 武胜  | 广元石龙  | 29247          | 1953.7            | 337(32)      | 0.0115 | 4590(32)     | 0.157  | 8960(81.7.13)  |
| 嘉陵江 | 巴中  | 巴中平梁  | 78850          | 1940.5            | 894(42)      | 0.0113 | 13300(42)    | 0.169  | 28900(81.7.15) |
| 嘉陵江 | 杜家河 | 通江三溪  | 2732           | 1958.6            | 62(27)       | 0.0227 | 4890(27)     | 1.79   | 10700(74.9.13) |
| 涪江  | 罗渡  | 宣汉东林  | 6742           | 1958.6            | 152(27)      | 0.0225 | 6710(28)     | 1.00   | 15000(65.7.13) |
| 涪江  | 平武  | 岳池罗渡  | 6462           | 1954.4            | 170(31)      | 0.0263 | 5560(32)     | 0.86   | 11800(82.7.16) |
| 嘉陵江 | 小河  | 平武龙安  | 38071          | 1953.6            | 730(32)      | 0.0192 | 15300(33)    | 0.402  | 24000(75.10.3) |
| 嘉陵江 | 武坪  | 合川太和  | 4310           | 1951.7            | 126(25)      | 0.0292 | 1810(26)     | 0.420  | 5300(81.8.20)  |
| 嘉陵江 | 北碚  | 合川太和  | 29488          | 1951.4            | 490(34)      | 0.0166 | 9500(35)     | 0.322  | 28700(81.7.15) |
| 嘉陵江 | 北碚  | 重庆北温泉 | 156142         | 1939.4            | 2190(45)     | 0.0141 | 23800(47)    | 0.151  | 44800(81.7.16) |
| 长江  | 寸滩  | 重庆寸滩镇 | 866559         | 1892.5~<br>1939.2 | 11300(94)    | 0.0130 | 51900(94)    | 0.060  | 85700(81.7.16) |



四川小河水文站实测单位流量统计表

表 1-1-10

单位:立方米/秒/平方公里

| 河名  | 站名  | 所在县乡 | 集水面积<br>(平方公里) | 设站时间<br>年、月 | 年均流量         |        | 最大洪峰流量       |      |               |
|-----|-----|------|----------------|-------------|--------------|--------|--------------|------|---------------|
|     |     |      |                |             | 多年平均<br>(年数) | 单位流量   | 多年平均<br>(年数) | 单位流量 | 最大流量(年、月、日)   |
| 麻龙河 | 横山  | 会理横山 | 96.0           | 1980.12     | 2.04(5)      | 0.0213 | 131(5)       | 1.36 | 192(85.6.25)  |
| 千里河 | 和平  | 崇庆三郎 | 78.7           | 1981.1      | 3.11(5)      | 0.0395 | 314(5)       | 3.99 | 413(81.7.19)  |
| 双福河 | 双福  | 峨眉双福 | 55.6           | 1981.1      | 1.84(5)      | 0.0331 | 439(5)       | 7.90 | 683(85.8.25)  |
| 任家沟 | 任家沟 | 天全大坪 | 6.83           | 1981.1      | 0.20(2)      | 0.0293 | 35.4(2)      | 5.18 | 36.6(83.8.17) |
| 乔庄河 | 青川  | 青川乔庄 | 79.8           | 1981.1      | 1.67(5)      | 0.0209 | 128(5)       | 1.60 | 263(81.7.13)  |
| 曹家河 | 大巴口 | 苍溪亭子 | 4.07           |             | 0.087(5)     | 0.0213 | 17.9(5)      | 4.40 | 31.9(83.5.24) |
| 宋家河 | 宋家河 | 阆中河楼 | 10.3           |             | 0.14(3)      | 0.0135 | 23.9(3)      | 2.32 | 34.7(84.7.6)  |
| 后河  | 中洞  | 江北永丰 | 55.0           | 1960.5      | 1.07(17)     | 0.0194 | 123(18)      | 2.33 | 260(84.8.6)   |
| 南江  | 关坝  | 南江关坝 | 98.1           | 1981.1      | 3.80(4)      | 0.0387 | 231(4)       | 2.35 | 377(81.8.17)  |
| 清江  | 蔡家河 | 巴中凌云 | 15.1           | 1964.4      | 0.303(20)    | 0.0200 | 75.7(20)     | 5.01 | 142(80.7.3)   |

| 河名  | 站名   | 所在县乡 | 集水面积<br>(平方公里) | 设站时间<br>年、月 | 年均流量         |        | 最大洪峰流量       |      |               |
|-----|------|------|----------------|-------------|--------------|--------|--------------|------|---------------|
|     |      |      |                |             | 多年平均<br>(年数) | 单位流量   | 多年平均<br>(年数) | 单位流量 | 最大流量(年、月、日)   |
| 清江  | 化成水库 |      | 91.9           |             | 1.81(7)      | 0.0197 | 136(5)       | 1.48 | 283(81.8.24)  |
| 油房沟 | 油房沟  | 普山太蓬 | 1.69           |             | 0.023(5)     | 0.0136 | 7.57(5)      | 4.48 | 11.4(83.7.13) |
| 华云河 | 华云   | 华市溪口 | 85.6           | 1981.6      | 2.79(3)      | 0.0326 | 217(3)       | 2.54 | 230(84.7.23)  |
| 苏家河 | 大马口  | 遂宁兴隆 | 45.1           | 1965.5      | 0.31(19)     | 0.0069 | 39.0(19)     | 0.81 | 173(84.6.6)   |
| 高升河 | 油房坝  | 安岳高升 | 40.2           | 1965.5      | 0.47(20)     | 0.0117 | 70.0(20)     | 1.74 | 197(81.7.13)  |
| 河边河 | 河边   | 璧山河边 | 7.19           | 1984.1      | 0.12(2)      | 0.0167 | 10.2(2)      | 1.42 | 10.5(85.6.21) |
| 栅山河 | 黔江   | 黔江联合 | 93.8           | 1980.12     | 2.48(4)      | 0.0264 | 457(4)       | 4.87 | 1150(82.7.28) |
| 威远河 | 兴隆   | 威远兴隆 | 92.0           | 1967.4      | 1.57(15)     | 0.0171 | 186(16)      | 2.02 | 540(74.8.8)   |

四川省大江河实测年输砂量统计表

表 1—1—11

| 江 名 | 站 名 | 集水面积<br>(平方公里) | 多年平均流量<br>(立方米/秒) | 实 测 量 移 质 泥 沙 |                   |               |
|-----|-----|----------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
|     |     |                |                   | 统计年代<br>(年数)  | 年均含沙量<br>(公斤/立方米) | 年输砂量<br>(百万吨) |
| 金沙江 | 屏山  | 485099         | 4400              | 1954~1985(32) | 1.73              | 244           |
| 岷江  | 紫坪铺 | 22664          | 462               | 1955~1985(21) | 0.53              | 7.72          |
|     | 高场  | 135378         | 2840              | 1965~1985(32) | 0.57              | 28.8          |
| 沱江  | 三皇庙 | 6590           | 245               | 1956~1985(31) | 0.80              | 6.03          |
|     | 李家湾 | 23283          | 412               | 1952~1985(29) | 0.98              | 12.8          |
| 嘉陵江 | 新店子 | 25367          | 211               | 1966~1985(18) | 5.85              | 38.0          |
| 白龙江 | 三磊坝 | 29247          | 337               | 1957~1985(27) | 1.63              | 17.3          |
| 嘉陵江 | 武胜  | 78850          | 894               | 1957~1985(27) | 2.70              | 76.2          |
| 渠江  | 巴中  | 2732           | 62.0              | 1963~1985(26) | 1.36              | 2.67          |
|     | 罗渡溪 | 38071          | 730               | 1957~1985(29) | 1.29              | 29.3          |
| 涪江  | 平武  | 4310           | 126               | 1964~1985(22) | 1.42              | 5.66          |
|     | 小河坝 | 29488          | 490               | 1952~1985(31) | 1.96              | 22.7          |
| 嘉陵江 | 北碚  | 156142         | 2190              | 1944~1985(36) | 2.37              | 161           |
| 长江  | 寸滩  | 866559         | 11300             | 1953~1985(33) | 1.31              | 467           |
| 乌江  | 武隆  | 58346          | 1150              | 1943~1985(32) | 0.50              | 18.3          |
| 长江  | 宜昌  | 1005500        | 14300             | 1950~1979(30) | 1.18              | 514           |

四川各水文站实测卵石年输移量(部分)统计表

表 1—1—12

流量单位:立方米/秒;砂量单位:万吨

| 江 名  | 岷 江  |      |      |      |      | 青衣江  | 长 江 |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 站 名  | 岷 江  |      | 沙黑河口 | 内江河口 |      | 宝瓶口  | 梯子岩 | 朱沱   | 寸滩   | 万县   | 奉节   |
| 设站年份 | 1974 |      | 1974 | 1973 |      | 1974 |     | 1973 | 1960 | 1971 | 1973 |
| 项 目  | 流量   | 砂量   | 砂量   | 流量   | 砂量   | 砂量   |     | 砂量   | 砂量   | 砂量   | 砂量   |
| 年 份  |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| 1966 |      |      |      |      |      |      |     |      | 3.68 |      |      |
| 1967 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| 1968 |      |      |      |      |      |      |     |      | 3.64 |      |      |
| 1969 |      |      |      |      |      |      |     |      | 1.32 |      |      |
| 1970 |      |      |      |      |      |      |     |      | 2.35 |      |      |
| 1971 |      |      |      |      |      |      |     |      | 1.73 |      |      |
| 1972 |      |      |      |      |      |      |     |      | 1.53 | 0.31 |      |
| 1973 |      |      |      |      |      |      |     |      | 2.31 | 2.01 |      |
| 1974 | 442  |      |      | 239  | 1.11 |      |     | 2.04 | 5.08 | 5.12 | 1.88 |
| 1975 | 541  | 11.4 | 1.82 | 268  | 4.30 |      |     | 1.91 | 2.67 | 1.60 | 2.51 |
| 1976 | 507  | 6.62 | 1.05 | 272  | 1.11 | 2.52 |     |      |      |      |      |
| 1977 | 482  | 7.00 | 1.21 | 261  | 1.83 |      |     |      |      |      |      |
| 1978 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| 1979 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| 1980 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |

注:1、岷江站为都江堰首13号断面,位于鱼嘴上游200米。

2、卵石推移质砂量单位万吨,系采样器采集实重,按过程线法整编,未乘采样器修正系数。

## 第二章 水旱灾害

四川省境内地貌类型多样,大气降水年内分布不均,造成频繁的水旱灾害。随着各河川流域地理条件的不同,水旱灾害出现的规律也有所不同。为了研究灾害规律,自古即重视雨情、旱情、灾情的纪录:各州、府、县志中有灾异专章;各沿江河岩壁上,常留有历代民间文人洪旱题刻,保留至今。建国后查得川江最早洪水题刻,是忠县东云乡红星村汪家院子后岩壁,刻有宋绍兴二十三年(公元 1153 年)六月二十六日洪水题记;资阳沱江王二溪牛背石上,则有宋代干旱题刻。四川洪旱情况,在历代文士诗文和民歌民谣中

也有反映。古代记载往往过于简略,难于定量比较。清末民初,地方开始出刊报纸,在各地新闻报道中,通过实地采访,水旱灾害的记述较为及时,提供了不少可贵的翔实资料,但仍有部分道听途说,不足为凭。建国前后,水文气象站从疏到密,专门仪表测验,使雨情、水情、旱情都有可靠科学数据,可以进行定量比较,提高了灾害纪录的精确程度。80 年代中,水文、气象、水利各部门对四川水旱灾异发生的一些规律进行了初步探讨,取得一些共识,用于指导水利建设和管理工作。

### 第一节 干 旱

#### 一、干旱分布

四川地处海洋性与大陆性气候交

接地带,受大气环流季节转换的支配,当单一气团长期控制时,往往会发生

干旱。东部盆地区,是省内主要农业区,受干旱威胁最大。冬季因受北方干冷气流控制,降水偏少,常有冬干发生;春、夏降水次序常为自东及西;如遇季风进入较迟,退出较早,则盆地中部和西部多有春旱或夏旱;盛夏在太平洋副热带高压控制下,盆地东部多连晴高温天气,致有伏旱产生,严重时自7月持续到9月。川西高原气候区,一年中有干季、雨季之分,如雨季推迟来临,则有旱象发生,不利于牧草萌发、返青。川西南山区的金沙江河谷、安宁河河谷、盐源盆地等处,干旱类型以冬干春旱为主;春旱几乎年年皆有,持续时间的长短,决定于雨季到来的迟早;其次为夏旱,伏旱也时有出现。

省内各类干旱的分布规律是:盆地东部多伏旱,春旱少见;盆地西部则多春旱、夏旱,伏旱少见;盆地中部则为春、夏、伏旱交错地带。其中春旱常见区位于岷江以东、嘉陵江以西、川江以北,中心在绵阳至威远一带。夏旱常见区除包括春旱区外,更向东延至渠县、达县、万源一带,中心仍在绵阳。伏旱常见区则位于涪陵、达县、万县地区及重庆市、遂宁市、内江市东部、泸州市北部,中心在忠县至江津一带。夏伏旱交错区位于南充地区、遂宁市、内江市南部、宜宾地区东部。盆地旱情,往往在春季开始显露。春夏旱频率自东向西增高,伏旱频率则自东向西减低。

川江河谷地区,春夏旱频率在30%以下。盆地西部春夏旱频率在60%以上,伏旱频率低于30%。盆地中部春夏旱,伏旱频率均在50%左右,干旱最为频繁。盆地东部伏旱频率在50%以上。

据四川省气象局1951~1980年30年系列资料分析,全省除1954、1956两年无旱外,其余占93%的年份均有不同程度的干旱发生,基本上是十年九旱。其中干旱严重的有17年次,频率为60.7%。各类旱灾中,伏旱频率最高,为72%(其中严重伏旱50%);夏旱频率为68%(其中严重夏旱32%);春旱频率为57%(其中严重春旱38%);冬干频率为39%。在这30年中,一年内单独出现一种干旱类型者只有2年(频率7%);一年两旱者11年(频率39%);一年三旱者10年(频率36%);一年四旱者3年(频率11%)。年际间连续发生严重旱灾的有:1959、1961、1971、1972年连年伏旱;1967~1969年夏伏连旱;1975~1976年伏秋连旱。1978年盐亭县年降水量仅506毫米,比多年平均值833毫米偏少40%,是有资料以来的最低值。盆地中部1977年是典型的少雨年份,乐至、梓潼、中江、三台、盐亭、阆中等地年降水量仅500~700毫米。在干旱中,地表河溪断流,地下水位下降,每造成严重灾害。

## 二、干旱成因

四川干旱的主要成因,在于大气环流出现异常,导致自然降水量减少。产生严重夏旱的年份,北纬 $45^{\circ}$ 以南的副热带地区东亚槽与伊朗槽常甚明显。当东亚大槽加深,促进高压脊加强,受其东移的影响,盆地区多晴少雨,于是干旱成灾。造成严重伏旱的根源,主要是西太平洋副热带高压的影响,其次是西藏高压的影响。盛夏时期太平洋高压脊可达北纬 $28^{\circ}$ 或以北,并且西伸特别强烈;有时西藏高压稳定于青藏高原,高原的下沉气流造成盆地中部、东部高温少雨,于是伏旱即可形成。

四川盆地干旱的又一成因是地形条件,特别是青藏高原的大地形作用。大致每年5月,在陕、甘南部至四川盆地西北,常有一中等尺度的反气旋;其南侧自川东至川西南有一切变线存在;约至6月,陕甘反气旋与切变线稍向南时,促使气流在盆地下沉,于是使盆地中部少雨多旱。因盆地周围山岭环绕,夏季季风盛行时,低层气流常沿山地滑到盆地中部和东部,每产生焚风效应;此时又迭置副热带高压的下沉,更使干旱有所加剧。

省内干旱的再一个成因,是生态平衡受到人为破坏。特别是盆地区森林几经破坏,树少林稀,森林覆盖率已不到7%,大大削弱了森林涵养水源、保持水土、调节气候、减少蒸发的效

应,以致近年干旱日趋频繁,其量级也有上升趋势。

## 三、历史记载

根据史籍及方志记载,四川旱灾记录可追溯至汉惠帝五年(公元前190年),但因文献所记甚简,详情未悉。唐宋史志中始有具体的旱型与地域记载。据现有资料可知,在7世纪的唐代,盆地中部与东部旱灾较频,其中以公元638年及669年干旱范围为最大。在11~12世纪的宋代,仍以东部、中部干旱为主,最严重的年份有1039、1136、1168、1182、1192、1193、1197、1201、1211等年。在15~16世纪的明代,严重旱年则有1440、1488、1528、1589等年,而盆地东部受灾最重。17~19世纪的清代,严重旱年又有1649、1778、1838、1856、1864、1871、1884、1902等年。民国时期严重旱年则有1924、1937、1946等年。

四川省气象研究所曾据1470~1977年共508年史料记载加以分析,得知发生区域性干旱共有278年,占54.7%。其中连旱年共有30组,最长可持续8年之久。从整个系列来看,16、17世纪与本世纪是干旱最频繁的时期,盆地东部以17世纪为最甚。盆地区大旱年平均3年左右一遇。本世纪20年代起,进入干旱期的新高峰,严重干旱出现的周期大致是270年左右。

值得注意的是:有水利保证的成都平原,10~16世纪就有11个早年(992、1074、1136、1173、1306、1479、1488、1497、1523、1547、1570);灌县15世纪有4个早年(1443、1459、1470、1494),16、17世纪各有2个早年(1522、1523、1647、1648);彭山县19世纪有7个早年(1865~1866、1870、1886、1890~1891、1897)。据《重庆府志》记载:12世纪有8个早年(1132、1135、1167、1182~1183、1190~1191、1193、1195、1197);15~17世纪有19个早年(1434、1440、1446、1459、1488、1494、1522、1528、1529、

1555、1568、1588~1589、1609、1629、1643、1646、1648、1684)。早年的出现,往往连年持续,尤以盆地东部为著;同时还常有先旱后洪,洪后又旱的现象,加剧了灾害程度。由此可知,旱灾对于四川社会经济影响最为明显,是各种自然灾害中威胁最大的一种。

据四川省气象局《四川省五百年旱涝史料》记载,省内干旱年最多的各县,均位于盆地中部与东部,其中以井研(40早年)、綦江(35早年)、内江(32早年)、安岳(30早年)、遂宁(27早年)、广安(26早年)、乐山(26早年)、中江(25早年)为最著。

## 第二节 洪 涝

### 一、洪涝分布

四川洪水主要由暴雨所造成;涝灾则由绵雨及排水不良的地形条件所造成。只要大气层具备较高能量而又不稳定,有地面冷锋与高空低压槽(涡)或横切变线移来,加上西部地形条件影响,产生西南低涡发展移出,形成较强的上升气流,将低空暖湿空气带到高处,于是就会迅速冷凝,产生暴雨。由于省境广阔,各地发生暴雨的时间有一定差异。夏初太平洋副热带高压西伸北进,首先影响川东一带,因此5~6月暴雨多在盆地东部发生。6月以后,副热带高压再次西伸,并停滞一

段时间,故盆地中部7~8月晴热少雨,而盆地西部处于西北锋带范围以内,于是多发生暴雨。9月以后,副热带高压减弱,并从盆地东部移出,因此9月末、10月初盆地东部亦常有暴雨。总的来说,各地暴雨发生的大致时间是:盆地东部为5~10月;川西高原与盆地西部为7~9月;川西南与盆地中部为6~9月。盆地日降水量大于50毫米的暴雨日数,多年平均值普遍在3天以上,西部边缘及大巴山、米仓山南麓可达4天;雅安、北川附近多至6~7天,是省内暴雨最多的地方;川西南山地则为1~2天。日降水量大于



100毫米的大暴雨,主要出现于盆地西部边缘地区,北川附近在1天以上;峨眉、雅安一带可达1.6天;盆地其余地区普遍在0.5天左右。川西仅凉山州南部偶有出现。日降水量在250毫米以上的特大暴雨,局部亦时有出现。

根据1952~1979年28年洪涝资料分析,盆地出现区域性洪灾以7月份为最多,占洪灾总次数的52%;其次为6月,占25%。其中盆地西部洪灾多于东部。洪涝类型主要有山溪型、江河型、内涝型等。从成灾面积来看,山溪型洪灾较为严重,约占总成灾面积的74%。青衣江流域、成都平原及盆地北部边缘一带,28年中出现洪灾18~22次;东北部边缘一带为10~13次。省内历年洪灾波及面高达162个县市,其中山溪型洪灾波及111个县市,占县市总数的68%。1955年受灾县数最多,达143个。1981年7月暴雨洪水,沱江、涪江、嘉陵江同时泛涨,使受灾县市达119个。

四川秋季绵雨较多,主要出现在高原山地与盆地交界处,以及盆地中部,时间多在9~10月。盆地区连续7天以上绵雨出现的频率,9月份以盆地西南部为最高,达50~75%,中部及偏北地区为30~40%;10月份仍以西南部为高,达50~70%,东部为40~50%,西部为30~40%,中部及偏北地区为20~30%。绵雨主要导致内涝型洪灾,对农业生产带来不利影响。

## 二、洪水规律

根据《四川省近五百年旱涝史料》记载,省内各县洪涝年份最多者为乐山(49年),其次为灌县(45年)、汉源(43年)、綦江(42年)、遂宁(42年)、潼南(35年)等;四川气象局对近500年洪涝趋势的分析结果表明,从18世纪至本世纪前期为偏涝期,以后逐渐进入偏早期,盆地洪涝大致有10年左右与270年左右的周期规律存在。盆地西部常有数年连续洪涝的情况,连涝年在500年中发生35次。

四川江河洪水,主要由暴雨形成,由于省境跨越纬度 $8^{\circ}$ 、经度 $13^{\circ}$ ,暴雨在广大地域上分布不同,各地洪水出现规律亦有差异。总的来说,盆地江河洪水一般涨落较快,峰高量大,过程集中;川西高原江河则反之,涨落较慢,峰低量小,过程平缓。大洪水出现时间各地有先有后,一般多在7、8两月发生。根据近200年史料及调查结果,全省性的暴雨洪水还没有出现过,跨流域的特大洪水也比较稀少;1840年洪水地跨沱江、涪江、嘉陵江、渠江,1870年洪水地跨涪江、嘉陵江、渠江及川江,1904年洪水则地跨雅砻江、大渡河、白龙江及黄河水系。非常稀遇的特大洪水,往往在局部地区发生,如湔江1923年,绵远河1934年,固家河1895年,苏包河1856年,桓子河1853年,西河1842年发生的洪水。

从几条大江大河来看,渠江洪水

在全省最为突出。根据全省最大洪峰模数统计,流域面积在 0.1~10 万平方公里范围内的洪峰模数,渠江均占首位。其原因是渠江流域地处大巴山暴雨区,暴雨中心又常出现在上游巴河一带,加之水系发育呈扇形,各支流比降大,流向又大致相同,洪峰易于遭遇,因而过程较为集中。嘉陵江合川以

下的大洪水,即以渠江为主要来源。与青衣江相比,虽青衣江也在暴雨区中,水系亦呈扇形发育,其千佛岩段洪峰模数为 1.48,仅次于渠江风滩段的 1.95;但因青衣江暴雨中心常偏于下游一带,未充分发挥扇形水网的汇流作用,因此洪水量级多小于渠江。

四川江河最大洪峰模数

表 1—2—1

(立方米/秒/立方公里)

| 流域面积<br>(平方公里) | 金沙江<br>川江 | 雅砻江   | 岷江   | 沱江   | 嘉陵江  | 大渡河  | 涪江   | 渠江   | 青衣江  |
|----------------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| <50            |           |       | 11.9 | 38.7 |      | 33.1 | 31.6 | 17.3 | 21.4 |
| 50~100         |           |       | 11.6 | 12.6 | 19.9 |      |      | 15.6 | 18.1 |
| 100~300        |           |       | 6.82 | 10.1 | 19.4 | 3.40 | 15.0 | 12.5 | 6.60 |
| 300~500        | 8.67      |       | 7.98 | 9.37 | 12.3 | 3.26 |      | 5.86 | 6.63 |
| 500~1000       | 8.27      | 1.31  | 6.95 | 8.08 | 6.74 | 1.54 | 5.39 | 7.05 | 5.32 |
| 1000~5000      | 5.21      | 1.19  | 2.80 | 2.10 | 5.57 | 1.19 | 4.84 | 5.58 |      |
| 5000~10000     | 3.91      | 0.712 |      | 1.45 | 2.77 |      | 1.59 | 3.12 |      |
| 10000~100000   |           | 0.415 | 0.77 | 1.09 | 0.52 | 0.19 | 1.24 | 1.95 | 1.49 |
| >100000        |           | 0.142 | 0.42 |      | 0.39 |      |      |      |      |

雅砻江、岷江、大渡河上游为雨量较小的山地或高原,很少发生大洪水。1904 年雅砻江、大渡河上游产生历时长、大面积的降雨过程,致使出现特大洪水,这种情况是十分罕见的。岷江上游汶川至灌县段位于暴雨区中,局部

暴雨是灌县一带大洪水的主要来源,并对成都平原产生一定威胁;但由于平原区水网交错,削峰作用显著,成灾情况亦较少。如平原区发生暴雨,则彭山段将出现大洪水。岷江下游有大渡河、青衣江加入,此两河洪水每占五通

桥段洪水的 60~70%，青衣江洪峰往往易与岷江干流洪峰相遭遇。

沱江流域也是暴雨经常笼罩的地区，暴雨中心有时在上游，有时在中下游，因而造成两种不同类型的洪水。因上游支流呈扇形分布，金堂峡又有束水作用，若上游发生暴雨，则金堂赵镇一带必然成灾；但因有金堂峡的滞洪削峰，反可减少下游洪水威胁。

### 三、历史记载

四川洪水传说始于上古，相传公元前 21 世纪，大禹已从西南开始治理洪水。可见长江上游地带，自古洪灾就已影响社会生活。见于正史的四川洪水记载，以《后汉书·任文公传》中关于广汉“湔水涌起十余丈”的一段为早，但确切年代不详。《晋书》则已确切记明：咸宁三年（公元 277 年）农历六月益梁二州水灾，死 300 多人；十月益梁等州又遭水灾。从唐代起，洪水记载中才落实年月和州县，有时也记有灾情。由于时代愈早，记录愈简，且洪水记载缺失愈多，因此很难反映长系列的洪水出现规律；但就不完全的记载，亦可发现四川洪灾范围特大的年份，有公元 277、284、644、648、653、972、984、989、1000、1148、1153、1191、1227、1496、1542、1560、1613、1634、1692、1736、1738、1740、1744、1763、1776、1780、1781、1782、1788、1796、1803、1840、1852、1860、1864、1870、

1871、1873、1874、1876、1878、1884、1885、1889、1898、1899、1900、1902、1903、1905、1907、1912、1914、1917、1918、1920、1921、1926、1930、1931、1934、1936、1937、1938、1946、1947 等年。

明清以来地方志数量日多，洪灾记录亦较丰富。根据这些记载可知，由于四川幅员广阔，江河众多，实际上几乎年年都有不同程度的洪水发生。山溪型洪水范围一般较小，但成灾常较严重。当暴雨笼罩面积相当广大，导致几条江河同时涨水时，则成灾区域即相对广阔，影响也更深远。现有碑记可考的特大洪水，以宋高宗绍兴二十三年（公元 1153 年）六月的一次洪水为最早，当年首先由涪江、沱江涨水，波及川江沿岸。据长江流域规划办公室《长江历史洪水论证资料》，推出此年 7 月 31 日川江忠州洪水水位为 155.6 米，宜昌水位为 57.7 米，推算洪峰流量为 9.4 万立方米/秒，三日洪量为 236.8 亿立方米。这一资料曾论证川江特大洪水，平均每世纪可出现 1~2 次。

四川江河型洪水，以岷江发生最为频繁，自公元 630 年至 1949 年的 1300 多年中，所记洪水约有 72 次；其次为涪江。虽然记载可能缺失，但仍可看出盆地区江河近数世纪出现洪涝较多。

宋代以来川江历次大洪水

表 1—2—2

| 时 间                       | 宜昌水位<br>(米) | 洪峰流量<br>(万立方米/秒) | 三日洪量<br>亿立方米 | 上 游 水 位<br>(米)   |
|---------------------------|-------------|------------------|--------------|--|
| 宋高宗绍兴二十三年<br>(1153年7月31日) | 57.70       | 9.40             | 236.8        | 忠州 155.6   |
| 宋理宗宝庆三年<br>(1227年5月1日)    | 58.11       | 9.81             | 247.2        |  |
| 明世宗嘉靖三十九年<br>(1560年8月25日) | 58.09       | 9.80             | 246.9        |  |
| 明神宗万历四十一年<br>(1613年)      | 56.31       | 8.10             | 203.7        |  |
| 清高宗乾隆五十三年<br>(1788年7月23日) | 57.14       | 8.60             | 216.4        | 寸滩 193.45  |
| 清仁宗嘉庆元年<br>(1796年7月18日)   | 56.45       | 8.40             | 211.4        |  |
| 清文宗咸丰十年<br>(1860年7月18日)   | 57.96       | 9.25             | 233.0        |  |
| 清穆宗同治九年<br>(1870年7月20日)   | 59.14       | 11.0             | 282.4        | 寸滩 196.25<br>丰都 165.50<br>忠县 161.68<br>万县 156.04<br>云阳 150.35<br>奉节 146.90 |
| 清德宗光绪三十一年<br>(1905年8月14日) | 54.28       | 6.44             |              | 寸滩 191.54(流量<br>8.31)(8月11日)   |
| 民国六年<br>(1917年7月25日)      |             |                  |              | 重庆 187.63(流量<br>6.66)  |
| 民国九年<br>(1920年7月25日)      |             | 6.15             |              | 重庆 189.16(流量<br>7.15)(7月22日)   |

### 第三节 山地灾害

#### 一、泥石流

四川泥石流分布广泛,西自巴塘,东达巫山,北起若尔盖,南抵会理,皆有泥石流沟存在,其影响范围可达100余县,面积约占全省总面积的1/5。其中川西山区与盆地边缘山区较为集中,泥石流沟密集成群,呈条带状排列。岷江上游、大渡河与安宁河两岸山地,由于地表侵蚀严重,固体物质较为丰富,一遇暴雨发生山洪,往往导致泥石流灾害。泥石流沟群常集中分布在深大断裂及其邻近,如西昌安宁河大断裂,从公元前2世纪起至今曾发生破坏性地震10次,促使泥石流沟形成;安宁河与孙水河中段泥石流沟十分发育,尤以泸沽至锅盖梁为著。阿坝、甘孜、凉山州与雅安地区、渡口市(今攀枝花市),是省内泥石流活动最频繁的地区,几乎所属各县都有泥石流分布。

四川暴雨形成的泥石流,主要分布在深切割的高中山与盆地边缘山地中地质构造复杂、断裂发育、褶皱强烈、新构造运动活跃、地震烈度较高之处。同时,暴雨中心地带又是泥石流常发区域。1983年直接受泥石流危害的县市有:南坪、金川、黑水、马尔康、茂汶、渡口、西昌、喜德、普格、汉源、石

棉、宝兴、雅安、康定、丹巴、宁南、炉霍等20余个。

泥石流在古代常称为出蛟、见龙,传说古蜀国鳖灵时,“巫山龙斗,壅江不流,”当是泥石流最早的留传。《隋书》载梁武帝太清元年(公元547年):“黎州(今广元)水中有龙斗,波浪涌起,云雾四合,而见白龙南走,黑龙随之。”这应是一次泥石流现象。据四川省防汛办公室统计,1950至1985年300余次泥石流所造成的损失大致是:死亡数万人,房屋被毁十万间,土地淤埋百万亩。

根据省水电厅历年统计,建国以来,重大泥石流灾害,50年代为13处,60年代为16处,70年代增至36处,80年代即为72处。1979年11月2日暴雨,雅安陆王沟、干溪沟几乎同时突发稀性泥石流,流速近10米/秒,容重约1.6~2吨/立方米,遇弯冲起爬高达5~10米,历时半小时,冲出固体物质总量约27万立方米,冲毁房屋361间,淤埋耕地840亩,死亡100余人,川藏公路被阻断一天。陆王沟冲出的物质汇入青衣江,曾一度壅塞江流,对雅安城市安全构成很大威胁。泥石流物质中,有一块37立方米的大石,是从1.9公里处运来的,可见搬运能

力之强。

1981年7月9日凌晨1时许,暴雨诱发了甘洛县利子依达沟大型泥石流,当时流速达10米/秒,流量在2000立方米/秒以上,容重约2.35吨/立方米,内含8米直径的巨石甚多,冲击力特大,弯道处波峰爬高达5~17米,流出物质约70~80万立方米,途遇成昆铁路大桥桥头急弯,竟爬高12米超越轨面2.5米,摧毁桥梁,使正在驶越大桥的422次客车颠覆遇难,伤亡300余人,铁路中断行车370多小时。泥石流将宽100米的大渡河河道阻断,使水位上涨10米以上,回水长达8~10公里。当年暴雨期中,有50余县产生泥石流,处数在1000处以上。

南坪县城后山东坡水泉沟,有10条泥石流沟,固体物质储量甚大,历史以来就相当活跃,建国后曾暴发过7次规模不等的泥石流,平均5年一次,其中以1956年5月、1967年4月、1973年7月13日、1978年6月30日为最严重。后两次在半小时降雨30毫米的激发下,共冲毁房屋63间,淤埋房屋627间,死伤十余人,估计固体物质总量在5万立方米左右。泥石流对县城的安全造成巨大威胁。

1985年4月25日及5月4日,理县杂谷脑河支沟日底寨沟先后发生两次粘性泥石流,容重约每立方米1.8~2.3吨,固体物质总量约3万立

方米,冲入杂谷脑河后使河水壅塞,回水至打色尔沟口,形成临时性的海子,蓄水约11万立方米,淹没成都至阿坝公路长约300米,水深0.7~1.4米,致使交通中断。

## 二、滑坡崩塌

滑坡是与泥石流成因相类似的一种山地灾害,在暴雨阶段亦可转化为泥石流。汉源县流沙河流域42条泥石流沟中,有70%发生滑坡崩塌,引起泥石流活动。川西山地滑坡主要类型有岩石滑坡、破碎岩石滑坡、松散堆积层滑坡等。1967年6月8日,雅砻江右岸唐古栋即在三叠系西康群灰黑色泥质板岩与中厚层砂岩中,发生切层大滑坡。其滑坡体后缘高程为3500米,出口高程为2500米,高差达1000米,滑动面积约1.7平方公里,滑坡体约0.68亿立方米,滑动过程十分迅速,总共约5分钟。由于滑床甚陡,大部物质均滑入江底,堆成左岸高355米、右岸高175米的天然坝,壅塞江流9日后溃决,40余米高的水头向下游急泻,因预报及时未发生大的伤亡事故。川西南山地滑坡多发生在风化强烈的玄武岩、红色砂页岩与变质岩中,第四系早期堆积的昔格达组地层中亦常发生。大渡河、牛日河、安宁河、青衣江河谷,天然滑坡分布广泛。

盆地边缘龙门山区,滑坡多分布于山麓地带及主要河流峡谷段中的宽

谷中,主要沿断层破碎带、泥页岩与堆积层中发育。岷江、沱江、嘉陵江上游河谷,常有破碎岩石滑坡。岷江在公元前10年以及公元1437、1449、1773等年,多次为地震诱发的山崩滑坡所阻断。1933年叠溪大地震造成的大型崩滑,至今仍壅阻成大小两个海子。平武县叶塘上河谷地段,沿江有滑坡旧迹多处。大巴山区是省内主要滑坡分布地带,其类型多为碎石土滑坡,次为岩石顺层滑坡,有些单面山常在暴雨或地下水触发下而滑动。1974年9月,南江白梅垭在白云质灰岩、燧石层、硅质泥灰岩组成山坡上,因雨而产生滑坡。滑坡后缘高程为1650米,出口高程为1360米,滑坡体纵长达1公里,下滑物质总量约700万立方米,平均滑动速度每秒约20米,在前进过程中转化为泥石流,5分钟内流动3.5公里,堆积于齐坪寺以下宽谷中,堵断板桥构成一天然水库,蓄水约13万立方米。此次灾害致死160人。

盆地丘陵区中生代红色地层中,也普遍有轻度滑坡存在。成都平原滑坡则发育于粘土层中。1981年7月暴雨期中,滑坡处数总计达6万余处,其中广元县有2万处,人民渠渠线经过地段即有3200余处,平均每公里渠道上有2.5处滑坡;成都市龙泉驿区滑坡5处,一般长300米,宽100米,厚10余米,曾造成8人死亡,189间房屋倒塌,3200亩农田被毁。

川江峡谷段大滑坡也很严重。清光绪二十二年(1896年)七、八月绵雨,诱使云阳黄官漕山产生大滑坡,壅阻川江航道。1982年7月暴雨,云阳鸡扒子古滑坡又大规模活动,滑坡体体积有1300余万立方米,其前缘100余万立方米滑入川江,使水下形成32~35米高的暗堤,造成700米长的一段险滩。

陡坡峭崖常发生与滑坡成因相同的崩塌现象,其历时较为短暂,川西山地小型崩塌则屡见不鲜。1985年3月31日,兴文县丁心乡新胜村在高差255米、坡度 $45^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的陡崖上发生崩塌,约有20万立方米物质瞬时从高处翻滚而下,并形成600米的崩塌泥石流,造成严重灾害。

### 三、地震堰塞

川西地区地震频繁,地震堰塞常造成类似洪水的严重灾害。地震洪水可分前后两期:前期因地震诱发滑坡或岩崩,使江河水道产生部分或全部壅塞,以致行洪不畅或不能宣泄,洪水泛滥,造成上游地区较长时间的涝渍;后期则因经过一段时间以后,河道中的壅塞物突被冲决,滞水集中泄出,又造成下游地区冲刷灾害。河道中壅塞物质越多,阻水时间越长,则灾害越大。

四川地震导致崩山壅江的记录,最早有汉成帝河平三年(公元前26

年)犍为柏江、捐江山崩壅江,回水淹死 13 人并冲毁城墙之事;汉犍为郡治在今宜宾附近,但此两江指今何水,则难考实。此后晋、唐、清都有岷江山崩壅江的记载。此外金沙江、雅砻江、大渡河等川西高原江河,都有地震洪水记录。近代最严重的两次地震洪水,都发生在岷江干支流上。一次是清乾隆五十一年五月初六日(1786 年 6 月 1 日)康定至汉源地震,泸定县南磨西面山嘴崩塌,堵塞大渡河 9 日之久,回水

至泸定桥头。积水于十五日漫决,坝溃大水涌至乐山,浪头还有数丈之高,好像一座小山在行走。沿江的乐山、宜宾、泸州、重庆等地淹死者不下十万众,水势一直到宜昌,才逐渐平复。另一次是民国 22 年(1933 年)8 月,叠溪大地震使岷江干流壅塞 3 处,形成堰塞湖。40 天后,最下游一湖突然溃决,涌水浪高数十米,都江堰堰首建筑物冲毁无存,并波及下游乐山、宜宾等地,带来巨大洪灾。