

822208

第二节 蒸发

51

8030

SHUIWEN

陕西水文

余汉章 编著

降水与蒸发
地表径流资源

第八章 陕西省地下水资源

洪水与枯水

第三章 陕西省的

的河流的泥沙

第九章 陕西省主要河流水文地理特征

第六节 地下水的开发利用

水量平衡

河流的水化学特征

评价



第一章 陕西省地表径流资源

第二章 陕西省的降水与蒸发

第一节 降水

洪水与枯水

河流的力

第四章 陕西省水量平衡

第五章 河流的泥沙
水温与冰情

正

水



陕 西 水 文

余 汉 章 编 著

陕 西 科 学 技 术 出 版 社

陕 西 水 文

余汉章 编著

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

陕建总公司印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 11.5印张 2插页 240千字

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数：1—1,000

统一书号：13202·74 定价：3.50元

序 言

西北地区的水文情况及其变化规律，在全国来说比较特殊，尤其陕北地区更是如此。主要是变化复杂、干旱严重，对当地工农业用水及人民生活影响很大。因此，加强对这一地区水文的研究对于社会主义建设和人民生活有重要意义。

余汉章同志从事水文教学和水文研究多年，除搜集大量资料外，还广泛参阅了其他部门和前人的论著，加以系统概括，完成了《陕西水文》这一专著，在我国区域水文研究上作出了宝贵贡献。

本书对陕西不同水体论述全面，包括地表水、地下水、大气降水、水量平衡、水资源利用、水土保持等方面，还叙述了陕西主要河流水文及水文分区。内容翔实，论述正确，为我国区域水文研究树立了良好的榜样。

本书以自然地理条件为背景，论证和分析了陕西河流的水文特征及其形成因素，以及水资源的利用、改造和发展方向，可供广大科技人员进行科研教学之用，也可为地区或流域规划、水工建设和农业发展提供科学依据。

如果各省区的地理工作者，都能和本书一样，对本地区的水文研究有一本科学专著问世，则将对全国各地的地理研究和水利事业的发展起很好的作用。

郭 敬 辉

一九八四年七月十五日

81-00 27

目 录

绪 论	(1)
第一章 陕西省的降水与蒸发	(13)
第一节 降 水	(13)
一、降水的形成	(13)
二、降水的地理分布规律	(16)
三、降水的变化规律	(19)
四、降雪	(27)
第二节 蒸 发	(29)
一、水面蒸发	(29)
二、陆面蒸发	(33)
三、干旱指数	(35)
第二章 陕西省地表径流资源	(38)
第一节 地表径流量	(38)
第二节 河川径流的补给	(40)
一、雨水补给	(40)
二、地下水补给	(41)
三、融水补给	(43)
第三节 地表径流的分布规律	(44)

一、地表径流的分布·····	(44)
二、影响地表径流分布的因素·····	(48)
第四节 地表径流的变化特征·····	(52)
一、径流的年际变化·····	(52)
二、径流的年内变化·····	(57)
第五节 陕西省水力资源·····	(62)
第六节 径流资源的控制与利用·····	(64)
第三章 陕西省的洪水与枯水·····	(67)
第一节 暴雨·····	(67)
一、暴雨的形成·····	(67)
二、暴雨的地区分布·····	(68)
三、特大暴雨的分布·····	(71)
第二节 洪水·····	(75)
一、洪水及其危害·····	(75)
二、洪水的成因及特性·····	(77)
三、洪水的地区分布·····	(80)
四、最大流量及其变化·····	(81)
五、最大流量的估算·····	(86)
第三节 枯水·····	(90)
一、枯水及其形成·····	(90)
二、枯水径流出现的时间·····	(92)
三、枯水径流特征·····	(92)
第四章 陕西省水量平衡·····	(95)
第一节 水量平衡要素的分析·····	(95)
第二节 流域水量平衡·····	(98)
一、流域水量平衡计算·····	(99)

二、流域蒸发系数与地下水补给系数·····	(103)
第三节 水量平衡分区概述·····	(105)
第四节 人类活动对水量平衡的影响·····	(108)
一、水土保持的影响·····	(108)
二、水利化的影响·····	(110)
第五章 陕西省河流的泥沙 ·····	(116)
第一节 河流泥沙的来源与危害·····	(116)
一、影响河流泥沙的因素·····	(116)
二、河流泥沙的来源·····	(118)
三、河流泥沙的危害·····	(121)
第二节 河流的含沙量·····	(124)
一、河流含沙量的地区分布·····	(124)
二、河流含沙量的变化特点·····	(129)
第三节 河流的输沙量·····	(136)
一、河流输沙量的地区分布·····	(136)
二、河流输沙量的变化特征·····	(141)
第四节 河流泥沙粒径的分布规律·····	(152)
一、泥沙粒径的时间变化视律·····	(152)
二、泥沙粒径的地区分布视律·····	(155)
第五节 合理利用泥沙资源·····	(156)
一、引洪淤灌、改土造田、提高地力，促进农 业生产·····	(160)
二、引洪淤灌是流域治理措施之一·····	(165)
第六章 陕西省河流的水温与冰情 ·····	(167)
第一节 河流的水温·····	(167)
一、河水温度的变化·····	(167)

二、河水温度的地区分布·····	(171)
第二节 河流的冰情·····	(174)
一、概述·····	(174)
二、河流的冻结·····	(175)
三、河流的封冻·····	(178)
四、河流的解冻·····	(181)
五、河流冰情的变幅·····	(183)
第七章 陕西省河流的水化学特征 ·····	(185)
第一节 河水的矿化度与水化学类型·····	(185)
一、河水的矿化度·····	(185)
二、河流水化学类型·····	(186)
第二节 河水的硬度与碱度·····	(191)
一、河水的硬度·····	(193)
二、河水的碱度·····	(193)
第三节 河水的离子径流·····	(193)
第四节 水源污染与水源保护·····	(195)
一、有机污染·····	(195)
二、五项毒物污染·····	(196)
三、水源污染的危害及其保护·····	(197)
第八章 陕西省地下水资源 ·····	(199)
第一节 地下水的形成与分布·····	(199)
一、地下水的形成·····	(199)
二、地下水的分布·····	(204)
第二节 地下水特征·····	(207)
一、陕南山地的地下水特征·····	(207)
二、关中盆地的地下水特征·····	(208)

三、陕北黄土高原的地下水特征·····	(211)
第三节 几种特殊的地下水·····	(219)
一、肥水·····	(219)
二、地下热水·····	(223)
三、矿水·····	(231)
第四节 地下水的动态·····	(234)
一、影响潜水的动态因素·····	(234)
二、潜水动态的成因类型·····	(236)
三、关中地区地下水变化·····	(237)
第五节 地下水资源评价·····	(243)
一、地下水资源的估算·····	(244)
二、地下水的开采资源·····	(245)
三、地下水资源的评价·····	(246)
第六节 地下水的开发利用·····	(249)
一、地下水开发利用现状·····	(249)
二、地下水利用存在的问题·····	(251)
三、地下水的合理利用·····	(252)
第九章 陕西省主要河流水文地理特征·····	(255)
第一节 黄 河·····	(255)
第二节 窟野河·····	(258)
一、河道特征·····	(258)
二、水文特征·····	(260)
第三节 无定河·····	(263)
一、流域概况·····	(263)
二、水文特征·····	(265)
第四节 延 河·····	(271)

一、流域概况·····	(271)
二、水文特征·····	(273)
第五节 北洛河·····	(276)
一、河道特征·····	(277)
二、水文特征·····	(278)
第六节 泾 河·····	(282)
一、河道特征·····	(283)
二、水文特征·····	(284)
第七节 渭 河·····	(287)
一、河道特征·····	(288)
二、水文特征·····	(292)
第八节 汉 江·····	(299)
一、河道特征·····	(300)
二、水文特征·····	(304)
第十章 陕西省水文区划·····	(316)
一、水文区划的原则与指标·····	(316)
二、水文区划的成果·····	(317)
三、分区概述·····	(323)
第十一章 陕西省水利发展·····	(331)
第一节 陕西省水利发展简史·····	(331)
第二节 解放以来水利建设的主要成绩·····	(334)
第三节 水资源的供需平衡·····	(339)
第四节 水资源的合理利用·····	(344)
一、水资源利用的特点·····	(344)
二、水资源利用中的问题·····	(345)
三、水资源的合理利用·····	(346)

绪 论

水是人类赖以生存和发展生产的物质基础，是宝贵的自然资源。随着生产的发展，国民经济各部门对水的需要量剧增，水的供需矛盾将日益突出。因此要求对水进行深入的研究，以便按客观的规律，最充分最合理地利用水资源。水文学就是研究水的发生、运动、变化、分布规律以及合理利用的科学。陕西水文则主要研究陕西省这个特定的地域内的水文形成原因、分布规律、变化特点，并密切结合当地的自然条件和生产实际，正确地评价、合理地开发利用水资源，达到兴利除害的目的。

水文是自然地理因素综合作用的产物，只有用地理综合观点、成因分析方法，深入揭露事物的本质，并对影响陕西水文的自然地理因素，进行较充分的研究，才能认识陕西这个区域的水文规律。

一、地理位置

陕西省位于我国大陆中部，地跨黄河中游与长江支流汉江、嘉陵江上游。北接内蒙古自治区，南连四川省，东南与湖北、河南省相依，西与宁夏回族自治区、甘肃省毗邻，东隔黄河与山西相望。它是一块南北长、东西窄的狭长地带，南北跨

纬度8度(北纬 $31^{\circ}41'$ — $39^{\circ}35'$)，长达870公里，东西跨经度仅 $5^{\circ}46'$ (东经 $105^{\circ}29'$ — $111^{\circ}15'$)，最宽处约430公里。高大的秦岭山脉东西横亘于陕西中部，把全省分为南北两个部分，对陕西省的气候、水文等自然地理条件及物产方面影响极大，形成南北截然不同的景象。陕西省总土地面积为20.56万平方公里^①，其中农耕地占19.05%，林地占18.24%，宜林、宜牧、宜农地占19.5%，其他土地占43.21%。总人口2,807.07万人，其中绝大部分(占85%)为农业人口。全省人口密度平均每平方公里约137人，其中以关中、汉中盆地密度最大，平均每平方公里在300人以上，陕北风沙区、白于山、子午岭、黄龙山、秦巴山地等林区的人口密度最小，平均每平方公里在30人以下。

二、地质地貌

地质地貌通过对降水和入渗的影响而影响径流，不同地区的影响不同，水文规律差异较大。陕西境内的地质地貌复杂多样，存在着地台与地槽两种性质不同、相互对立的构造，即陕北鄂尔多斯地台，陕南秦岭褶皱带及四川地台以北的大巴山过渡带，关中渭河地堑。因此形成了三个截然不同的自然地理单元，即陕北黄土高原、关中盆地和陕南山地。

陕北鄂尔多斯地台基底属前震旦系，其上主要为古生代和中生代陆相碎屑岩沉积。长城以北覆盖着自第四系以来的沙丘和沙地，构成的毛乌素沙漠，风蚀强烈，水蚀轻微，地表径流缺乏，地下径流丰富。长城以南覆盖着深厚的第四系风成黄土，形成了世界有名的黄土高原。地台区新构造运动的特点是

^①陕西省水文图集，陕西省水文总站，1975年。

大面积垂直升降运动，以上升为主，从而加剧了流水的侵蚀与割切，致使黄土高原成为支离破碎、千沟万壑、梁峁交织的黄土地形。河水暴涨暴落、水土流失严重，河流含沙量很大，形成世界有名的多泥沙河流。

秦岭褶皱带，最古老的是震旦系变质岩系上覆巨厚的古生界海相沉积，中生代和新生代的地层分布很少。构造走向基本是东西方向，强烈的褶皱、断裂和大幅度的抬升运动、造成今日山势雄伟的高山。土壤、植被、水文、气象等要素，随地形高度增加，垂直地带性分布规律很显著。

关中盆地是第三系以来形成的一个大型断陷盆地，南侧以秦岭华山北坡大断裂为界，北界大致位于凤翔、乾县、韩城一线以南，成为一个阶梯状盆地。基本形态是西窄东宽，最宽处80余公里；西浅东深，最深处超过5,200米。盆地内有巨厚的松散沉积物堆积。构成河漫滩、河流阶地、黄土台原、山前洪积扇等多级阶状地貌特征。地面平坦、土壤肥沃，地下水丰富，水利条件优越。

陕西境内的主要山岭，自北而南有长城南面的白于山，主峰海拔1,805米，大致呈东西走向，是无定河与洛河的分水岭。延安以南的梁山，是西北东南走向，甘泉以北的崂山，海拔1,413米，是洛河与延河的分水岭。向东南延伸至黄龙山、海拔1,743米，是黄河与洛河的分水岭。陕甘交界的子午岭，当地称为桥山，主峰1,845米，走向由北而南，是洛河与泾河的分水岭。子午岭至焦坪附近分为二支，一支向东南为宜君梁，海拔1,400米以上；一支向西南，最高点为石门山，海拔1,855米。黄龙山与桥山的南面，是一系列西南向东北延展而断续出露的低山丘陵，突出于渭北台原之上，自西而东有岐山、五峰

山、嵯峨山、药王山、将军山、莲花山、凤凰山、五龙山、尧山等，统称为北山，海拔一般都不超过1,500米。陇县西南的关山，主峰海拔2,241米，它是六盘山的余脉。秦岭主峰太白山，海拔最高为3,767米，是黄河、长江两大流域的分水岭，华山是秦岭的北支，海拔2,083米。川陕边界上的大巴山是汉江与嘉陵江水系的分水岭。任河以西名米仓山，主峰有石马山（2,312米）和光头山（2,464米）；任河以东名大巴山，主峰有九龙山（2,603米）和化龙山（2,917米）。这些山岭的降水、径流丰富，往往成为河流的发源地。

三、气候

气候是影响水文的主要因素，陕西省属于大陆性季风气候，冬季受内蒙古高压的控制，形成强烈的西北风，寒冷干燥，气温低而雨雪少；夏季受太平洋副热带高压和河西走廊、四川盆地热低压的影响，形成夏热多雨间有伏旱的气候；春季暖而干燥，秋季凉爽湿润。由于地形、纬度、海陆分布和大气环流等因素的综合影响，自南而北形成多种气候类型。陕南具有亚热带气候的特色，关中及陕北南部为暖温带半湿润气候，陕北长城沿线则属温带半干旱气候。这种南北气候差异，在很大程度上决定全省径流分布与变化的特点。

在气候因素中，降水和蒸发是最主要的因素，将在后面的章节中论述，下面简要地分析气温、风和干旱等要素。

1. 气温 气温影响河流的水温与冰情，也影响降水和蒸发。陕西省多年平均气温 $5.9-15.7^{\circ}\text{C}$ ，从南到北、自东而西逐渐减少。陕南的多年平均气温为 $14-15.7^{\circ}\text{C}$ ，关中为 $12-13^{\circ}\text{C}$ ，陕北为 $8-9.3^{\circ}\text{C}$ 。关中东部的太白山为 13.4°C ，西部的

宝鸡为 12.8°C ，陕南东部的安康为 15.7°C ，西部的汉中为 14°C 。秦岭山脊的华山站及太白站，虽其纬度偏南，但因海拔高，除冬季气温外，其他各季和年平均气温均低于陕北，比之同纬度的西安，更显出高山气候低温的特性。汉江谷地及关中东部分出两个暖区，年平均温度为 13°C 及 15.7°C ，是全省热量资源最丰富的地方。陕北长城沿线的风沙区、子午岭、秦岭中高山区为三个冷区，年平均气温为 $6-8^{\circ}\text{C}$ ，是全省热量资源最差的地方。全省极端最高气温出现在西安，温度高达 45.2°C （1934年7月14日），全省极端最低气温出现在榆林，温度低到 -32.7°C （1954年12月28日）。日温差以陕北最大，长城沿线为 30°C ，关中为 $22-26^{\circ}\text{C}$ ，陕南在 26°C 以下。年温差也以陕北最大，榆林为 33.4°C ，西安为 28°C ，汉中为 23.9°C 。气温四季变化的特点是：冬季寒冷、夏季炎热、春温回升很快，秋温下降迅速。

2. 风与沙暴 由于大气环流、地形和测站位置的影响，盛行风向具有明显的季节变化，同时也反映出地方性的特点。陕西各地冬季盛行偏北风，渭河谷地咸阳以东多东北风，千河多东南风，宝鸡多东风，汉中盆地多东北风，这与河流走向有关。春秋季节两者交替出现，但以偏北风为主，关中、陕南以东北、东南风为主，陕北以西北风为主，长城沿线有偏南风。华山全年以西风及西南风为主，商县风向顺着丹江谷地方向，全年以东南风为主。秦岭高山和镇坪、平利一带山区，是全省风速较大的区域，华山最大风速超过40米/秒。陕北西部林区，关中西部的宝鸡和汉阴以西的汉江流域，是全省风速较小的区域，年平均风速在1.5米/秒以下，以宁强最小，只有1.0米/秒。历年大风（ ≥ 8 级）日数，以秦岭高山区最多，年平均

在48天以上，华山长达225天，长城沿线为20—25天，最多年份达70天，关中东部、陕南东部也在20天以上。风速的季节变化亦很明显，全年以春季最大，秋季最小，山区则以冬季最大、夏季最小。

沙暴即刮大风沙，在多风和土质松散地区易于发生，其危害性很大。长城沿线地面平坦，组成物质疏松易动，而且风多风大，所以风蚀强烈。沙暴日数以风沙区最多，年平均10—21天，最多年达33天，黄土丘陵沟壑区不到3天，关中地区在2天以下，陕南很少出现。

3. 干旱 干旱是多种因素综合作用形成的，大范围干旱往往是气候异常、降水失调所致。陕西省自然条件复杂，每年各地区都有不同程度的干旱发生，许多地方有十年九旱之说。据统计小旱年年有，中旱2—3年一次，大旱约12年一次。从1700年至1949年的250年记录，有旱灾的年份为49年，平均5年一遇。解放以来发生较严重的干旱有十次，干旱持续时间最长的1977年是历史上罕见的，全省降水量比常年降水量少3—5成，是建国以来降水量最少的一年。灾害影响的面积，在40—70个县之间。旱灾年的地区分布，以陕北和关中为主，陕南的汉江谷地和丹江谷地也容易发生。旱灾可分为春旱、春夏连旱、夏旱、夏秋连旱等类型。由于冬春和初夏降水稀少，春季及夏初气温上升迅速，多风，蒸发强盛，故以春旱及春夏连旱为主，其出现频率占旱灾总频率的51%。就旱灾分布地区来看，春旱、夏秋连旱和秋旱，以陕北和关中较重，夏旱以关中东部最严重，其次是汉江谷地的丘陵区；春夏连旱在全省比较普遍，但陕北和关中的频率比陕南大，而且关中平原和陕西南部比陕北北部严重，汉江谷地比其南北山地严重。

四、河流

陕西河流众多，流域面积在1,000平方公里以上的河流有583条，其中黄河流域有358条，长江流域有221条，内陆流域4条；流域面积大于5,000平方公里的大河13条，其中黄河流域有8条，长江流域有5条；以地区而论，陕北、陕南各5条，关中有3条。陕西省各大河流的特征，(见表1)。按流域面积大小统计见表2。

表1 陕西省主要大河特征表

河 流	河道长度 (公里)		平均比降 (‰)		流 域 面 积 (平方公里)		多年平均径流量 (亿 立 米)	
	全河长	省内长	全河	省内	全 流 域	省 内	全流域	省内
窟野河	192.6	142.7	3.44		8,691.6	4,069.0	7.73	4.58
无定河	475.1	274.7	1.97	1.89	34,409.4	21,804.0	15.30	11.70
榆溪河	97.8		3.57		5,082.9	3,843.0	2.53	2.05
延 河	286.9	286.9	3.62	3.62	7,742.6	7,742.6	2.94	2.94
葫芦河	235.3	144.5	2.37		5,449.6	3,164.0	1.80	1.18
北洛河	680.3	656.5	1.53		28,905.0	24,552.0	9.43	8.73
泾 河	455.1	275.3	2.47		45,421.0	9,236.0	21.4	6.02
渭 河	818.0	502.2	1.30		134,934.0	33,784.0	75.7	53.80
嘉陵江		244.0		7.01	28,877.1	9,930.0	106.0	56.60
汉 江		652.0			58,047.9	54,783.0	246.3	216.00
旬 河	218.9	218.9	2.9	2.9	6,308.0	6,308.0	23.06	23.06
金钱河	245.7	199.0	3.14		5,650.0	4,689.0	27.52	19.98
丹 江		249.6		4.75		7,519.0		18.90