

豫西山区盆地 地下水研究

YUXI SHANQU PENDI DIXIASHUI YANJIU

梁龙豹 张林霞 张宏哲 梁爱英 王勉 李艺 编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

豫西山区盆地地下水研究

YUXI SHANQU PENDI DIXIASHUI YANJIU

梁龙豹 张林霞 张宏哲
梁爱英 王 勉 李 艺

编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

内 容 提 要

豫西山区盆地众多,这些盆地在成因、地层结构、地下水的赋存规律及开采等方面有许多相似之处:形成原因是河流沿断裂冲刷而成;大多规模比较小,没有形成大的冲积平原;松散层沉积厚度小,含水量少;临河但大多地下水贫乏,又易遭受地表水的污染。因此如何解决这些城镇供水的问题显得十分突出。

栾川盆地是豫西盆地的典型代表,本书通过对栾川盆地地下水的形成条件、水文地质条件、地下水的水量水质分析评价、地下水的开采分析等研究,试图找出其规律,抛砖引玉,给同行以启发和帮助,同时可供从事水文地质教学和实践工作的人参考。

图书在版编目(CIP)数据

豫西山区盆地地下水研究/梁龙豹等编著. —武汉:中国地质大学出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-5625-3656-7

I. ①豫…

II. ①梁…

III. ①盆地-地下水资源-研究-河南省

IV. ①P641. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 111325 号

豫西山区盆地地下水研究

梁龙豹 张林霞 张宏哲 编著
梁爱英 王 勉 李 艺

责任编辑:阎 娟 陈 琪

责任校对:代 莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511 传真:67883580

E-mail: cbb @ cug. edu. cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×960 毫米 1/16

字数:125 千字 印张:6.375

版次:2015 年 7 月第 1 版

印次:2015 年 7 月第 1 次印刷

印刷:武汉市籍缘印刷厂

ISBN 978-7-5625-3656-7

定价:50.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

豫西山区盆地众多,比较大的盆地就有 20 余个,这些盆地多为县城所在地;中型的盆地上百个,这些盆地多为乡镇政府所在地。这些盆地的共同特点是:形成原因是河流沿断裂冲刷而成;大多呈长条状,没有形成大的冲积平原,规模比较小;松散层沉积厚度小,含水量少;临河但大多地下水贫乏,又易遭受地表水的污染。因此如何解决这些城镇供水的问题十分突出,既要利用浅层潜水,又要考虑附近地段的基岩岩溶水。近些年,由于城镇供水的需要,我们在多个盆地开展了水文地质勘察工作,发现由于地形构造的相近,这些盆地内的地下水赋存及运移特征有许多相似的地方。本书以栾川盆地为代表,对盆地内的地下水赋存、运移规律以及盆地内的城镇供水途径及形式进行初步的研究。

目 录

1 栾川县地下水形成的自然条件	(1)
1.1 栾川县自然地理条件	(1)
1.1.1 栾川县地理位置及交通	(1)
1.1.2 栾川县社会及经济条件	(1)
1.2 栾川县气象水文条件	(3)
1.2.1 栾川县气象	(3)
1.2.2 栾川县水文	(6)
1.3 栾川县地形地貌	(8)
1.3.1 栾川县地形	(8)
1.3.2 栾川县地貌	(8)
1.4 栾川县城地层及岩浆岩	(10)
1.4.1 栾川县城地层	(10)
1.4.2 栾川县城岩浆岩	(13)
1.5 栾川县城地质构造	(15)
1.5.1 栾川县城纬向构造	(15)
1.5.2 栾川县城新华夏构造	(17)
2 栾川县城水文地质条件	(18)
2.1 含水岩组的埋藏条件	(18)
2.2 地下水类型及含水岩组的富水性	(18)

2.2.1	松散岩类孔隙水	(20)
2.2.2	碳酸盐岩类裂隙岩溶水	(21)
2.2.3	基岩裂隙水	(25)
2.3	地下水的补给、径流、排泄条件	(26)
2.3.1	松散岩类孔隙水的补给、径流、排泄条件	(26)
2.3.2	基岩裂隙水的补给、径流、排泄条件	(28)
2.3.3	碳酸盐岩类裂隙岩溶水的补给、径流、排泄条件	(30)
2.4	地表(包气带)岩性及对地下水入渗补给的影响	(31)
2.4.1	盆地内地表(包气带)岩性及对地下水入渗补给的影响	(31)
2.4.2	盆地两侧地表(包气带)岩性及对地下水入渗补给的影响	(31)
2.5	伊河与地下水的补排关系	(31)
2.5.1	自然状态下,地下水与河水的补排关系	(31)
2.5.2	栾川县城水面工程蓄水时的地下水与河水的补排关系	(32)
2.6	孔隙水的埋深及动态	(32)
2.6.1	地下水位埋深	(32)
2.6.2	地下水的动态类型及特征	(33)
2.6.3	地下水位历年变化	(35)
2.7	地下水的开采利用现状	(35)
2.7.1	栾川县城供水规划及供水现状	(35)
2.7.2	松散岩类孔隙水的开采利用现状	(36)
2.7.3	碳酸盐岩类裂隙岩溶水的开采利用现状	(39)
2.8	人类活动对地下水环境的影响	(39)
3	栾川县城地下水资源量计算	(42)
3.1	地下水资源的概念	(42)
3.2	地下水的运动特征及资源计算模型	(42)
3.3	地下水资源计算分区	(43)
3.4	计算方法的选择	(46)

3.5	计算参数的确定	(46)
3.5.1	利用本次研究工作资料计算的参数	(46)
3.5.2	参数确定	(49)
3.6	地下水资源计算	(51)
3.6.1	松散岩类孔隙水水均衡计算	(51)
3.6.2	碳酸盐岩类裂隙岩溶水资源计算	(57)
3.6.3	基岩裂隙水资源计算	(58)
3.7	区内各项地下水资源量计算	(59)
3.7.1	储存量	(59)
3.7.2	地下水天然补给量	(59)
3.7.3	调节储存量	(59)
3.7.4	地下水允许开采量	(60)
4	栾川县城地下水水质分析及评价	(62)
4.1	松散岩类孔隙水水质分析及评价	(62)
4.1.1	地下水水质类型	(62)
4.1.2	地下水主要指标含量特征	(62)
4.1.3	地下水质量评价及生活饮用水、工业用水水质评价	(65)
4.1.4	地下水水质污染	(72)
4.2	碳酸盐岩类裂隙岩溶水水质分析及评价	(74)
4.2.1	地下水水质分析	(74)
4.2.2	地下水水质评价	(75)
4.3	基岩裂隙水水质分析及评价	(79)
4.3.1	地下水水质分析	(79)
4.3.2	地下水水质评价	(81)
5	栾川县城地下水资源的开发利用	(87)
5.1	地下水资源的分布与开发现状	(87)

5.2	县城供水方案	(87)
5.3	地下水供水规划	(88)
5.3.1	供水水源地选择	(88)
5.3.2	开采井布置	(89)
5.4	地下水开采管理建议	(92)
	主要参考文献	(93)



1 栾川县地下水形成的自然条件

1.1 栾川县自然地理条件

1.1.1 栾川县地理位置及交通

栾川县位于河南省西部,洛阳市的西南部,行政区划上属于洛阳市,素有洛阳市南大门之美誉。其东与嵩县毗邻,西与卢氏接壤,南与西峡抵足,北与洛宁摩肩。地理坐标:北纬 $33^{\circ}39'$ — $34^{\circ}12'$,东经 $111^{\circ}11'$ — $112^{\circ}01'$ 。总面积 2478km^2 ,人口约 34.28 万。

栾川县境内没有铁路,公路交通四通八达。主要公路干线有省道 S328、S249 和郑(州)栾(川)高速公路及洛(阳)栾(川)快速通道。正在规划实施的栾川到鲁山、栾川到西峡高速公路将使栾川与外界的联系更加方便。此外山区乡(镇)、村及主要林场都有公路相通,交通十分便利。

栾川盆地位于栾川县域的中南部,栾川县城即坐落于盆地内,东距郑州市 320km 、洛阳市 120km 。栾川盆地行政范围包括城关镇、栾川乡的大部分地区及石庙乡的东部地段,面积 15km^2 ,涉及行政村 16 个,总人口约 9 万(图 1-1)。

本研究区域包括栾川盆地及附近的地段,东起栾川乡方村,西至石庙村,北抵赤土店镇梁庄,南达老君山尚家岭。地理坐标:北纬 $33^{\circ}45'12''$ — $33^{\circ}49'29''$,东经 $111^{\circ}31'44''$ — $111^{\circ}40'11''$ 。总计面积近百平方千米。

1.1.2 栾川县社会及经济条件

栾川县旅游资源十分丰富。境内拥有老君山、鸡冠洞、龙峪湾、重渡沟、养子沟、伏牛山滑雪场、抱犊寨 2 个国家 5A 级旅游景区、5 个国家 4A 级旅游景区及 10 余个国家 A 级以上旅游景区,初步形成了老君山山水游、龙峪湾森林游、鸡冠洞溶洞游、重渡沟农家游、养子沟休闲游、九龙山温泉游、伏牛山滑雪

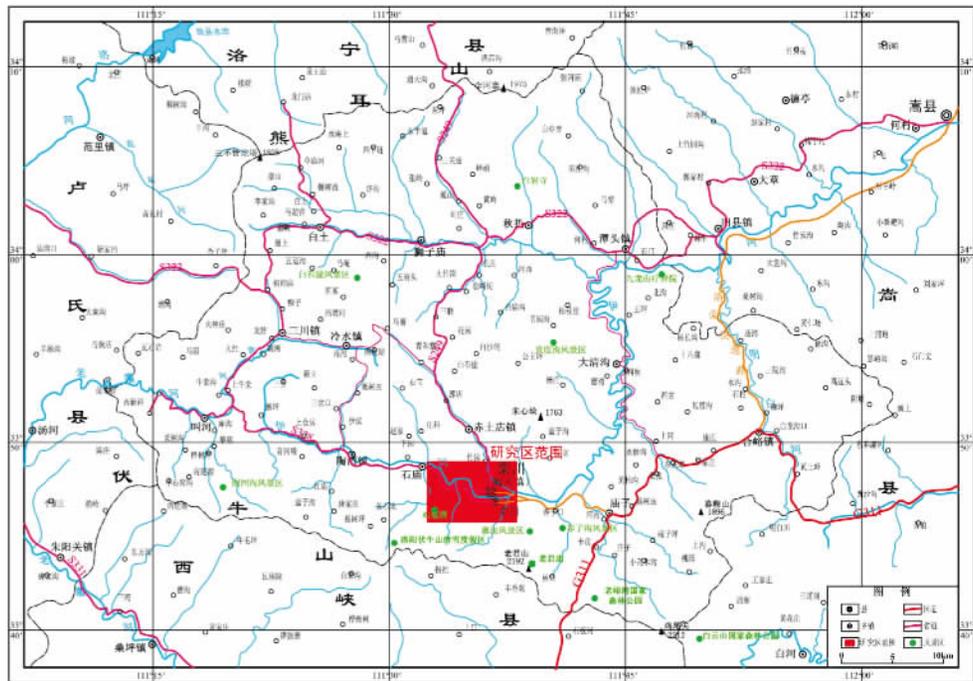


图 1-1 栾川县交通位置图

游、抱犊寨红色游组成的旅游景区群。境内旅游设施齐全：县城和旅游景区周边建有旅游集散中心，旅游商品交易中心，有 2 家五星级旅游休闲酒店（还有 2 家正在兴建），3 家四星级酒店和众多星级旅游服务酒店。全国旅游资源分为八大类 31 个亚类 155 种基本类型，栾川有八大类 26 个亚类 84 种基本类型，分别占全国的 100%、83.9% 和 54.2%。

栾川县自然资源丰富，全县林地面积 310 万亩（1 亩 = 666.6m²），飞播造林 125 万亩，人工造林 101 万亩，原始森林 104 万亩，立木总蓄积量 889 万 m³，森林覆盖率 83.3%，名列河南省第一，有“中原肺叶”之称。主要树种有栎类、油松、刺槐、核桃和漆树等，国家重点保护树种有连香树、领春木、水曲柳。栾川平凉地区盛产的木耳、猴头，是河南省的山珍、名贵特产，还盛产核桃、白果、生漆及线麻、药材等。

全县境内有伊河、小河、明白河、涓河四大河流，其中涓河属长江水系，其余 3 河属黄河水系。大小支流 604 条，河网密度 0.59km/km²。地表水年均径



流量 $6.8 \times 10^8 \text{ m}^3$, 水能蕴藏量 $11.78 \times 10^4 \text{ kW}$, 可开发量 $8.5 \times 10^4 \text{ kW}$, 是国务院确定的全国农村小水电电气化建设试点县。

栾川矿藏资源十分丰富。栾川已探明的矿藏达 40 多种, 如钼、钨、铅、锌、金、铁、锰、铜、硫、萤石、石棉、水晶、重晶、冰洲石、油页岩等, 其中, 钼的储量 $206 \times 10^4 \text{ t}$, 居世界第三, 亚洲第一, 价值在 1200 亿元以上; 钨的储量 $68 \times 10^4 \text{ t}$, 居全国第二; 黄金的储量 60.3t, 是全国 30 个重点产金县之一; 铅锌储量 $30 \times 10^4 \text{ t}$; 铁储量 $6117 \times 10^4 \text{ t}$ 。

栾川县县域经济发展很快, 现有工业企业 120 家, 规模以上工业企业达到 66 家, 全县钼钨、铅锌、铁、黄金综合采矿能力达到 $12 \times 10^4 \text{ t/d}$ 、选矿能力达到 $21 \times 10^4 \text{ t/d}$; 钼精矿、钨精矿、铁矿石成品矿、金精矿年产量分别达到 $8.8 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $1.9 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $101.7 \times 10^4 \text{ t}$ 、1755kg, 规模以上工业企业实现销售收入 218 亿元、利润 25 亿元。

栾川县先后荣获全国卫生县城、全国文明县城、全国生态建设示范县、全国科技先进县等 56 项国家和省级荣誉称号, 栾川还是全国低碳旅游实验区和首批中国旅游强县, 是洛阳市下辖的经济强县之一, 也是洛阳市重点规划建设的卫星城市。栾川县城规划布局合理, 环境优美, 是人们休闲度假的绝佳去处, 素有“北国小江南”之美誉。

1.2 栾川县气象水文条件

1.2.1 栾川县气象

栾川县属暖温带大陆性季风气候, 四季分明, 冬季多受西伯利亚冷高压控制, 多西北风, 气候干燥寒冷; 夏季多由太平洋副热带高压控制, 多东南风而炎热多雨, 气象要素年际、年内变化明显。据栾川县气象站多年气象资料: 多年平均气温 12.3°C , 元月最冷, 平均 -0.9°C , 7 月最热, 平均 24.4°C 。历年极端高温 40.2°C (1966 年 6 月 20 日), 极端低温 -16.7°C (1991 年 12 月 28 日)。多年平均降水量 838.2mm, 年最大降水量 1386.2mm(1964 年), 最小降水量 435.1mm(2013 年), 年内降水量多集中在 7—9 月, 占全年降水量的 52.3%, 12 月至次年 3 月, 降水量仅占 8.5%(表 1-1)。历年最大一天(24h)降水量 128.8mm(1961 年 9 月 28 日), 最大一次降水量为 240.1mm(2010 年 7 月 23



日—7月24日)。多年平均蒸发量为 1504.1mm。多年平均绝对湿度为 11.1mg/L,相对湿度为 67%(图 1-2、图 1-3、表 1-1)。

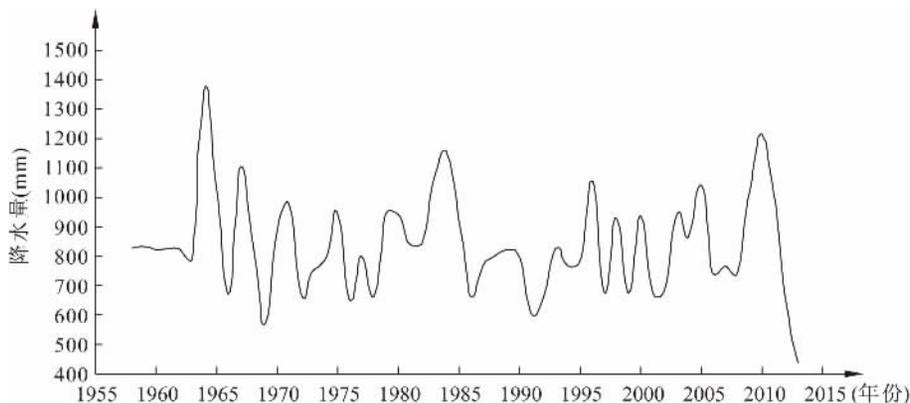


图 1-2 栾川县历年降水量统计曲线图

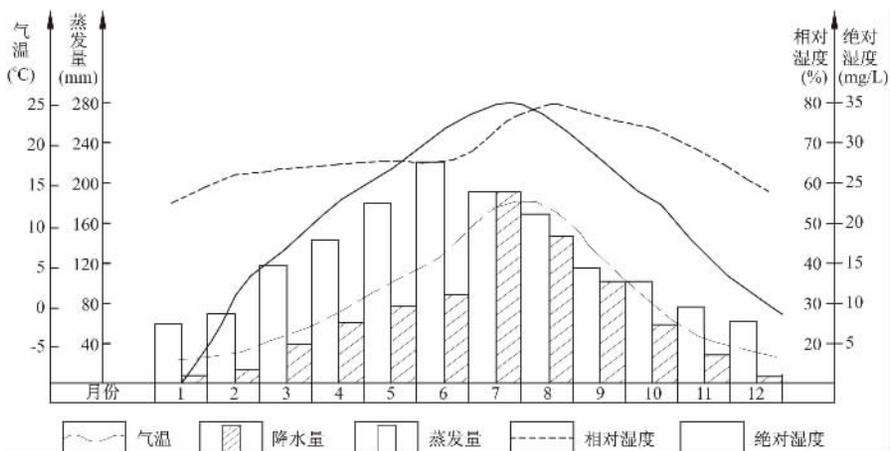


图 1-3 栾川县历年平均气象要素特征图

栾川县境内因各地高差而降水量不同,其特点是山地降水量大于河谷区。如老君山等地,历年平均降水量达 900~950mm,伊河谷地降水量则明显减小,为 800~850mm。年内各时期降水亦不均匀,每年 7—9 月为集中降水期,3 个月总量占全年降水量的 50%~52%,这期间降水的形式多暴雨,全年最大的日降水量多集中于此;4—6 月及 10—11 月的平均降水量中等,其降水形式:4—6



月多阵雨,10—11月多连绵细雨;12月及翌年1—3月降水量最小,占全年总量的5%~10%,其降水形式多为雪(表1-2)。

由上所述,每年枯水期为12月及翌年1—3月,每年7—9月为丰水期,其余月份为平水期(表1-1)。

表 1-1 栾川县历年平均降水时期特征表

检测站	枯水期(月)		平水期(月)		丰水期(月)		多年平均 (mm)
	12、1、2、3		4、5、6、10、11		7、8、9		
	降水量 (mm)	占全年 百分量(%)	降水量 (mm)	占全年 百分量(%)	降水量 (mm)	占全年 百分量(%)	
栾川县	71.3	8.5	330	39.2	439.4	52.3	838.2

表 1-2 栾川县历年平均气象特征表

项目 月份	气象要素				
	气温(°C)	降水量(mm)	蒸发量(mm)	相对湿度(%)	绝对湿度(mg/L)
1	-0.9	7.8	605	57	3.1
2	1.2	13.7	692	62	3.8
3	7.1	40.3	117.5	64	6.1
4	12.7	72.1	143.6	65	9.4
5	17.3	78.6	170.3	66	12.8
6	22.1	88.9	222.5	64	16.4
7	24.4	192.6	192	77	22.7
8	23	146.5	169.4	80	22.2
9	17.6	104.1	115.5	75	15.6
10	12.6	59.5	103.7	74	10.3
11	6.6	30.8	76.4	68	6.4
12	1.1	7.5	63	60	3.9
历年平均或总量	12.3	838.2	1504.1	67	11.1



1.2.2 栾川县水文

栾川县水系发育,地表水资源总量 $6.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。多年水资源可利用量为 $2.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,按 $P=0.75$ 保证率的资源量为 $1.53 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均可利用量为 493.55 m^3 。

研究区内最大的地表河流为伊河。

伊河是洛河的支流,发源于栾川县陶湾镇三合村闷顿岭,自西向东经陶湾、石庙,流经勘察区后(县城),自范营折向北,经大清沟、潭头镇,于中营村流入境外。栾川县境内长 120 km ,自然落差 1038 m ,流域面积 1273.97 km^2 。

根据伊河栾川县水文站历年资料统计,其水文要素特征值:历年平均流量 $4.03 \text{ m}^3/\text{s}$,极端最大流量 $1280 \text{ m}^3/\text{s}$,最小流量 $0.018 \text{ m}^3/\text{s}$ 。枯水期平均流量 $1.09 \text{ m}^3/\text{s}$ 。历年平均年径流量 $1.07 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,最大年径流量 $2.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1983年),最小年径流量 $0.45 \times 10^8 \text{ m}^3$ (2013年)。

伊河历年逐月平均流量过程线呈明显的3个峰(图1-4),其峰值分布时期分别为4—5月、7月及9月,4—5月峰低,7月峰高,9月峰次之。与其相应的低值分布在12月至翌年1—3月、6月、8月,前者持续时间长,且低值最小,后两者持续时间短,低值依次增大。

伊河中心河道于2006年建成了多级水面工程(表1-3),蓄水期间在河道上形成宽 $70 \sim 90 \text{ m}$ 、长约 800 m 、平均水深 2 m 的水域。自伊河水面工程建成后,改变了栾川城市中心区的伊河自然径流的状况,同时对县城核心区内的地下水有较大的补给。

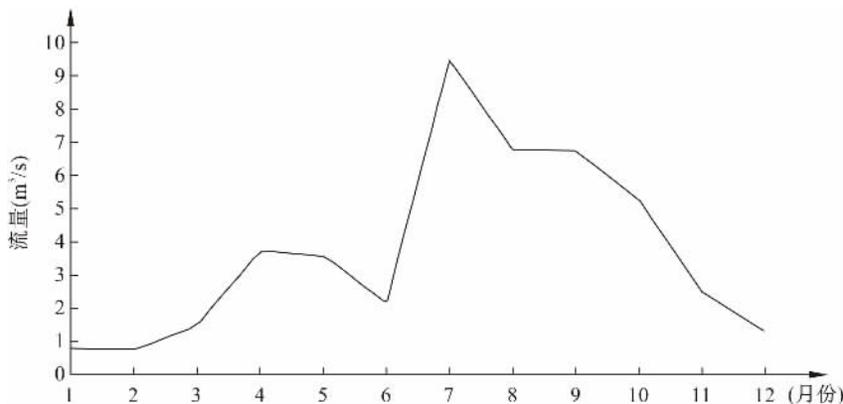


图 1-4 伊河历年逐月平均流量过程线



表 1-3 栾川县城伊河橡胶坝资料统计表

级别		一级	二级	三级	四级(洛钼)
坐标	L	111°36'52.4"	111°37'17"	111°37'44.4"	111°38'44.1"
	B	33°47'1.4"	33°46'58"	33°47'8.4"	33°47'13.2"
高程(m)		733.55	730.95	727.25	721.55
坝高(m)		2.2	3.3	4.0	4.2
坝长(m)		77.24	100.34	102.34	105.34
建成日期		2006年7月	2006年7月	2006年7月	2010年6月

研究区内伊河南北支流甚多。北岸除东大河外,还有石宝沟、篙丰沟、煤窑沟及炉院沟等自北向南流入伊河。南岸除较大的七姑沟外,有大小双台沟,东、西城寺沟,大、小南沟,十方院沟及寨沟等自南向北汇入伊河。东大河平均流量 $1.65\text{m}^3/\text{s}$,年总流量 $0.52 \times 10^8\text{m}^3$;东城寺沟平均流量 $0.06\text{m}^3/\text{s}$,年总流量 $200 \times 10^4\text{m}^3$ 。这些支流中,北岸的东大河、炉院沟、石宝沟,南岸的七姑沟、双台沟、城寺沟、大南沟常年有水,其他则多为季节性溪流(图 1-5)。

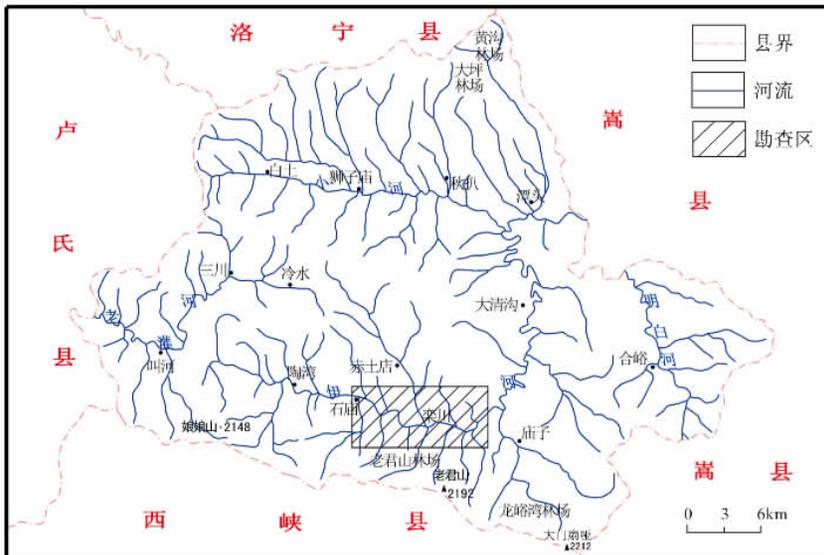


图 1-5 栾川县水系图



根据对研究区内伊河及东大河、大南沟支流做的地表水动态观测及测量工作,实测伊河流量为 $0.61\text{m}^3/\text{s}$,东大河流量为 $0.11\text{m}^3/\text{s}$,大南沟流量为 $0.22\text{m}^3/\text{s}$ 。

1.3 栾川县地形地貌

1.3.1 栾川县地形

研究区内南、北高,为基岩山地;中部低,为伊河谷地。

南部老君山,东西向展布,自南向北依次下迭,自主脊到伊河谷地,呈现 4 个台地:老君山主脊为 I 级台地,标高 2000m 左右,最高峰四间房标高 2212.5m;II 级台地标高 1400m 左右;III 级台地标高 1100m 左右;IV 级台地 740~780m。由老君山主脊向北至县城,地形由中山—低山—河谷盆地下迭 1472m,自然比降 67%。

中部伊河谷,宽 200m 到千余米,地形较为平坦,高程 745~800m,自然坡降 4‰。

北部山区,被河谷切割成几大块,高程变化较大,西段最高山峰 1000 余米,中部最高山峰 1100 余米,东部最高山峰 1300 余米,整体特征是西段平缓,东段陡峻。自北向南,东段坡降 12.5%,西段坡降 3.3%。

1.3.2 栾川县地貌

栾川县城处于豫西伏牛山区,受构造作用、水系的强烈切割影响,区内地貌呈现东西向排列的升降差异台地景观,主要的地貌形态有侵蚀构造山地和侵蚀堆积河谷两大类型(图 1-6)。

1) 侵蚀构造地貌(I)

侵蚀构造地貌分布于研究区内伊河谷地南部山地。根据形态可分为侵蚀构造中山地貌和侵蚀构造低山地貌。

(1) 侵蚀构造中山地形(I₁)。

深切尖峭中山陡坡地形(I₁'):位于区内鸡冠山—马家寨一线以南的老君山北坡,图面上呈楔状展布,西宽东窄,面积约 23km^2 。主要由燕山晚期斑状

