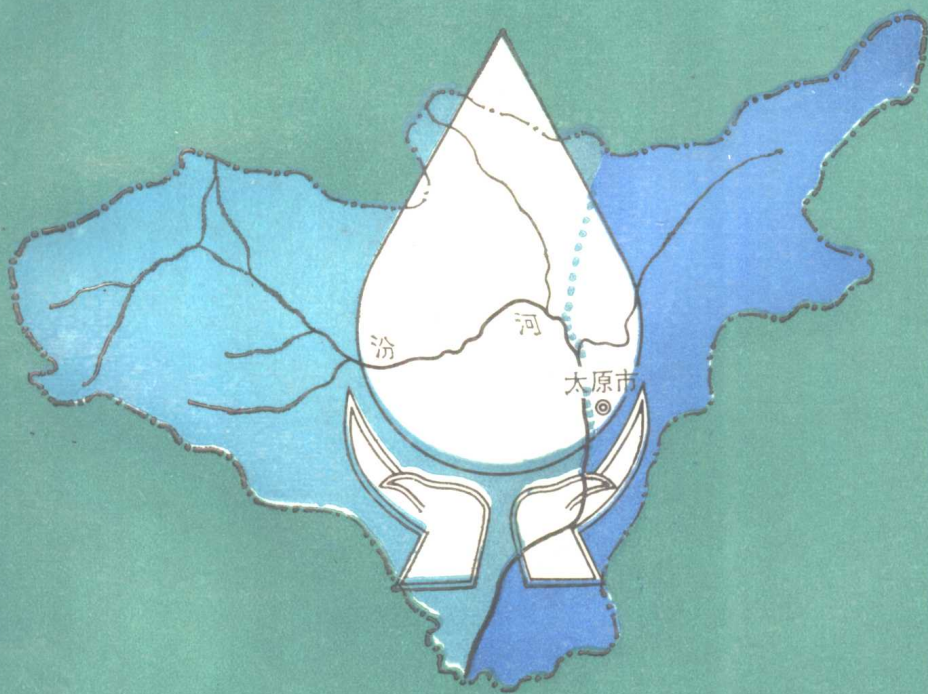


城市水源保护

— 太原西山水源保护研究

《太原西山水源保护研究》编写组 编



中国环境科学出版社

内 容 简 介

本书针对城市大型水源地开发利用和保护问题,从“三水”转化规律;植树造林、涵养水源;水土保持;地下水人工回灌;煤炭资源开发与水源保护;水质管理与保护;水资源合理开发利用;管理对策及保护总体设计等方面进行了系统性、综合性、多学科的研究,该项研究经国家环境保护局主持评审,达到国内先进水平。并用一定的篇幅介绍了国内外部分城市(地区)水源保护情况。对指导我国城市水源保护工作有一定的学术价值和指导意义。

本书可供从事环保、水利、林业、城市建设等部门的领导、管理和科研人员阅读,也可供有关高等院校师生参考。

城 市 水 源 保 护

——太原西山水源保护研究

《太原西山水源保护研究》编写组 编
责任编辑 张维平

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京朝阳三环印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1990年4月第一版 开本 850×1168 1/32

1990年4月第一次印刷 印张 7 3/8 插页: 3

印数 1—4 000 字数 212千字

ISBN 7-80010-561-X/X·310

定价: 3.50元

東平之海

如松平題

主	编	窦怀章			
副	主	蔡继臣	王起增	陈培忠	马存信
编	委	(以姓氏笔划为序)			
		王发锷	王 铭	王 忠	李贵山
		张尔茂	张云峰	武胜忠	徐 爽
		高振华	蔡秀珍		
审	稿	杨守法	臧玉祥		

序

水资源是人类赖以生存的最基本的自然资源，也是生态环境的重要组成部分。随着世界人口的迅速增加和社会经济的不断发展，人类对水资源的开发强度越来越大，以致使世界许多地区发生了水资源危机。

严重缺水是当前水资源危机的一个重要表现。缺水原因虽然很多，但长期以来，由于人类总是无节制地用水，错误地认为水是取之不尽用之不竭的，因此，对水资源只重视开发而忽视保护，使大量水资源遭受破坏是一个重要原因。如许多水源地由于植被的破坏，蓄水能力大大降低，大量水土流失以造成的淤积现象，使许多调蓄工程也降低了调蓄的能力。水资源危机的另一表现是水质日益恶化，水资源的质量不断下降。这主要是由于人类的生活和生产活动向水体越来越多地排泄污染物质，而大大超过了水体的自净能力所致。。

水资源危机对人类社会持续稳定的发展是一严重威胁，因此，保护水资源，解决人类生活和经济建设中的水资源危机问题，已成为近十几年来人们普遍关注的一个重要问题。

水资源危机在我国不少地区已相当严重。我国是一个水资源相对不足的国家。人均水资源占有量仅相当于世界平均水平的1/4。我国水资源在时间、地域上分布的不平衡，使得一些地区缺水更加严重。近十几年来，很多城市由于缺水，严重制约了经济的发展，不少城市由于过量开采地下水，带来一系列水文地质问题。伴随着生产的发展和城市人口的增加，我国水体污染也日益严重，据对522条河流的调查表明，污染水体已达82.3%，27座城市地下水源的调查表明，水质差的城市也超过了77%。水体的污染更加重了我国水资源的紧缺，在缺水城市，问题显得尤为严重。

解决水资源危机问题，关键是做好水资源保护规划，并采取

有效措施加以实施。我国的《水污染防治法》和《水法》对此都作了若干规定。但是，由于长期以来我国对水资源保护的研究工作做得很不够，因此，总的看来，我国的水资源保护规划不论在技术措施还是在监督手段上，却还很不完善，很不配套，与城市的发展规划也不同步。

《城市水源保护——太原西山水源保护研究》是近些年来在城市水源保护方面研究得比较深入、比较系统、比较全面的一个成果。该项研究针对太原市最重要的水源地——西山水源地多年来开采中所产生的问题，如地下水采补失调、开采量逐年下降、地下水降落漏斗不断扩大、地面下沉、水体污染、汾河水库严重淤积、生态趋于失调等问题，从如何增加水源地的补给量和改善水质两个方面，进行了深入地、系统地、综合地、多学科的研究。该研究把西山水源地作为一个整体，深入分析其水环境状况，降水、地表水和地下水三水之间的转化关系，生态环境特点和人类活动的影响等，提出了使西山水源避免枯竭和污染，并不断使其水量有所增加、水质有所改善的水源保护总体规划方案。这个方案包括行政措施、生态建设措施和工程措施，也包括建立民办公助的太原西山水资源保护委员会的管理形式。该成果有一定的研究深度，具有很好的实践性。不仅可为太原西山水源保护提供可靠的科学依据，而且对做好我国城市水源保护工作亦将有所裨益。该书除了以主要的篇幅介绍太原西山水源保护的研究成果外，还用了一定的篇幅介绍了国内外几个城市的水源保护问题，因此，本书就具有了更广泛的参考价值。

臧玉祥

1989年10月

前 言

当前我国许多城市面临水源短缺、水质污染，保护城市水源已成为一项十分重要的工作。太原市是我国最缺水的城市之一，城市生活及工业用水主要靠地下水，80%的地下水来源于本市西山；农业用水大部分靠地面水，地面水的80%亦是靠西山地区内汾河水库供给，因而太原西山地区就成了全市最重要的水源地。从60年代以来，随着工农业生产的日益发展，城市人口迅速增长，对西山水源地的大量开采，产生了一系列水文地质及环境问题。如地下水采补失调、开采量下降、地下水降落漏斗不断扩大、地面下沉、著名的晋祠泉水严重衰减、汾河水体污染、汾河水库淤积严重、生态失调等等。现在这个水源地水量减少了，水质变坏了，水位下降了。对太原市的经济和社会持续发展构成了潜在的危机。

为做好该水源地的保护工作，在太原市科学技术委员会、太原市环境保护局、太原市水资源管理委员会的共同主持下，由太原市水利科学研究所牵头，组织太原地区省、市高等院校，科研单位的教授、专家、科技人员，组成课题组，进行了太原西山水源保护研究。此课题列为太原市“七·五”期间软科研重点项目，国家环保局列为1988年自筹资金的科研项目，给予了指导，课题完成后由国家环保局主持进行了专家评审，成果达到国内先进水平。

为促进我国城市水源保护工作，交流水源保护经验，愿将太原西山水源保护研究主要内容及国内外一些大城市水源保护有关资料，汇编成册，供有关人员参阅，不妥之处，敬请指正。

国家环境保护局局长曲格平教授为本书提词：“生命之源”。国家环境保护局臧玉祥高级工程师撰写了序，水利部杨守

法和臧玉祥两位高级工程师为本书审稿。在编辑过程中许多同志提供了有关文献资料，给予了支持和帮助，在此一并致谢。

编者

目 录

序	(i)
前 言	(iii)
第一章 水环境概况	(1)
第一节 自然经济地理	(1)
第二节 地形地貌	(1)
第三节 气象	(3)
第四节 水文	(5)
第五节 区域水文地质	(5)
第二章 水资源开发利用和保护状况	(12)
第一节 西山水源概况	(12)
第二节 水资源的开发利用	(14)
第三节 水资源保护	(18)
第四节 西山水源开发和保护中亟待解决的问题	(20)
第三章 “三水”转化规律分析	(24)
第一节 “三水”转化规律与水量平衡分析	(24)
第二节 “三水”资源关系的讨论	(31)
第四章 造林绿化、涵养水源	(34)
第一节 西山植被现状	(34)
第二节 森林植被涵养水源作用的分析	(34)
第三节 西山植被建设方案的规划	(38)

第四节	植被建设方案效益分析·····	(39)
第五章	加强水土保持, 保护西山水源 ·····	(42)
第一节	西山水土保持状况·····	(42)
第二节	保护水源的水保规划·····	(43)
第三节	水土保持工程措施对水土资源保护作用及效益分析·····	(48)
第四节	强化上游水土保持是保护汾河水库的根本措施·····	(51)
第六章	人工回灌地下水 ·····	(55)
第一节	人工回灌条件的分析·····	(55)
第二节	回灌工程的规划与布局·····	(64)
第三节	古交区地下水回灌工程·····	(66)
第四节	三给地垒至兰村地下水回灌工程·····	(73)
第五节	三给地垒至小店地下水回灌工程·····	(77)
第六节	回灌工程对环境影响的分析·····	(77)
第七章	煤炭资源开发与水源保护 ·····	(80)
第一节	西山煤炭资源概况·····	(80)
第二节	煤矿开采对水资源影响的分析·····	(85)
第三节	煤炭资源开发中保护水资源的措施和建议·····	(95)
第八章	水质现状、趋势、保护对策 ·····	(99)
第一节	水质现状·····	(99)
第二节	水质影响因素的分析·····	(117)
第三节	水质变化趋势分析·····	(126)
第四节	水质保护对策·····	(131)
第九章	水资源合理开发利用 ·····	(138)

第一节	水资源的合理开发·····	(138)
第二节	水资源的合理利用·····	(140)
第十章	管 理 ·····	(144)
第一节	管理现状·····	(144)
第二节	管理对策(西山水源保护总体设计)·····	(147)
第三节	建立完整的监测系统·····	(154)
第十一章	研究结论 ·····	(156)
附篇	·····	(166)
一、	国内外部分城市(地区)水源保护情况简介·····	(166)
(一)	北京市·····	(166)
(二)	上海市·····	(184)
(三)	天津市·····	(189)
(四)	广州市·····	(190)
(五)	深圳市·····	(197)
(六)	日本东京都·····	(202)
(七)	英国泰晤士河流域·····	(207)
(八)	美国加利福尼亚州·····	(209)
二、	国内外部分水源保护好的地点一览表·····	(214)
三、	国内外 100 篇水源保护文献题录表·····	(217)

第一章 水环境概况

第一节 自然经济地理

太原西山系指市境内棋子山、兰村至清徐县汾河干流以西广大地区，位于太原市西部，汾河中上游，总面积为4650km²，地理座标为东经111°30′~112°36′、北纬37°27′~38°16′之间。隶属太原市行政区，包括娄烦、古交全部及清徐、阳曲、南、北郊部分地区。全区共有55个乡镇，288个村民委员会。区内农业耕地多为山地及丘陵旱地，产量低而不稳，但适宜发展林草牧果。古交、阳曲县西山林地占全市林地面积的60%，北郊、南郊、清徐西山坡地果园发展很快，已成为全市的果品基地。

本区有丰富的煤炭、铁矿石、石膏、石灰石等大宗能源化工和建筑材料资源。古交工矿区正在迅速建成全国最大的炼焦煤基地，西山矿务局前山四大矿区原煤、洗煤，市煤气化公司洗煤、炼焦，太原水泥厂，娄烦县铁矿等近年发展迅速。乡镇采煤、石料加工等建筑材料业亦相当发达。

西山地区是太原市的主要岩溶水补给和水源开采区。晋祠泉、兰村、西张、南寒、三给、开化等水源地，地面水最大的水源工程“汾河水库”（及拟建的汾河二库）均在此区内。总之，本区既是太原市赖以生存的水源补给开采区。又是重要的煤炭化工区。

第二节 地形地貌

一、地形

太原西山地处吕梁山脉中段的东翼，全区总趋势是北高南低、西高东低。区内山峦起伏，沟谷纵横，最高点为娄烦境内的北云

顶山，海拔高程为2660m，其次是皇始山，海拔高程2305m。娄烦西南部和古交西部由古老变质岩和花岗岩所形成的山系，海拔高程多在2000m上下，相对高差800~1500m。古交南部和南郊西部由二迭系三迭系砂页岩形成的山系，海拔高程在1300~1800m，相对高差500~800m，最高峰为庙前山、石千峰，其高程分别为1865m和1775m。区内北部为棋子山，海拔高程1418m。全区最低点为清徐县界盆地处，海拔高程只有760m。

二、地 貌

西山地区地貌形态较为复杂，成因各不相同。自燕山运动末期形成本区地貌雏形以来，在漫长的地质历史时期里又经历了多次的构造运动，地层被切割成不同的断块，同时也继承和发展了燕山运动所形成的地貌形态，而成为当今的地貌景观。按其成因类型、形态特征，将全区分为三大类分述如下：

1. 构造剥蚀地貌

构造剥蚀地貌是指原始的构造地形受到流水的侵蚀、表流的洗刷、风的吹蚀、地下水的溶蚀等综合作用后，原始地貌已遭到破坏，但其构造形态仍基本保留。娄烦县、古交区的大部，清徐县、南北郊区的西部均属此类，即本区大部分地区为构造剥蚀地形。

汾河河谷两侧以及孤偃山以东，石千峰以西的石炭二迭系砂岩区，及部分三迭系砂岩区是以剥蚀为主的砂页岩中低山区。其地貌特征为大部分山体基岩裸露，仅局部山头残留少量黄土与红土。沟谷密布，地形切割较破碎，坡角 $15\sim 35^\circ$ ，山顶平缓多成猪背形，山脊呈线状起伏，山脚多为灰岩，常成陡壁。水系呈树枝状，常为“V”形或“U”形谷。

娄烦县、古交区西部是以剥蚀为主的火成岩、变质岩中山区，整个山区由太古代、元古代的变质岩，花岗岩和混合岩组成。山脊多呈锯齿状，山顶呈尖状或圆顶状。水系呈树枝发育，河谷现代堆积物很薄，一般不超过10m，两岸可见二级侵蚀堆积阶地和

相当于三级阶地的黄土堆积物。

古交区汾河以北，上兰村西部，是以侵蚀、溶蚀为主的石灰岩中低山区，出露地层主要为奥陶系和寒武系灰岩。山顶窄小呈尖棱角状，山脊呈锯齿状，沟谷多呈“V”形或峡谷。

2. 侵蚀堆积地貌

分布于娄烦县四家坪、古交区的局部地区。

3. 流水堆积地貌

主要分布在区内东部西边山至汾河干流以西、兰村以上的汾河干流，有洪积扇、冲积平原、山间河谷。

第三节 气 象

西山地区属大陆性暖温带季风性气候，受季风强弱、大气环流制约及地形的影响，区内气温、降水等主要气候要素时空变化大。其基本特征是：四季分明，冬季漫长。自11月到次年3月，历时4个多月，盛行凛冽的西北风；春季温度回升快，昼夜温差大，干旱少雨；夏季较热，湿润多雨；秋季为过渡阶段。全区多年平均气温 8.1°C ，7月份最热，月平均气温 22.8°C ，极端最高气温达 39.4°C ；一月份最冷，月平均气温 -6.3°C ，极端最低气温达 -25.5°C ；最大冻土层厚度 1.06m ，无霜期约170天。多年平均降水量为 507mm ， 20cm 蒸发皿所测的多年平均蒸发量为 1871.8mm 。

本区降水强度与雨量变率大，季节分配与地区分布很不均匀，年际变化大（详见图1-1、表1-1、表1-2）。且随时间的推移，年降水量有比较明显的下降趋势，50年代平均降水 549mm ，60年代平均降水 512mm ，70年代仅为 465mm 。

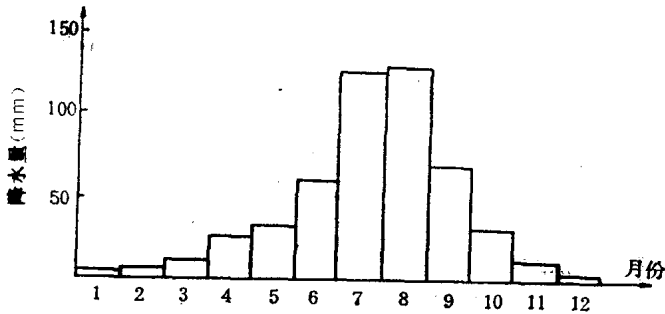


图 1-1 太原西山地区多年月平均降水量过程线图

表 1-1 西山地区多年月平均降水特征表

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	全年
降水量 (mm)	2.7	6.2	10.9	25.5	31.6	59.9	127.5	129.9	69.1	29.8	11.3	2.8	507
占全年比例 (%)	0.5	1.2	2.2	5	6.2	11.8	25.2	25.6	13.6	5.9	2.2	0.6	100
备注	资料年限为1956~1979年												

表 1-2 太原西山地区各区 (1956~1979) 降水量特征值表

项目 区间名称	面积 (km ²)	年降水量(mm)							
		均值	Cv	Cs	不同保证率的年降水量				
					20%	50%	75%	95%	
汾水库以上 (太原部分)	961	467	0.28	0.56	572	455	373	274	
汾水库一寨上	1589	514	0.32	0.64	645	496	395	276	
寨上一兰村	629	519	0.30	0.60	644	504	408	292	
兰村一清徐出界 (西山部分)	1471	523	0.32	0.64	656	505	402	281	
西山地区	4650	507	0.30	0.60	628	492	398	285	

第四节 水 文

一、河流及水文测站分布

区内河流均属黄河水系，最大河流为汾河，发源于管涔山南麓雷鸣寺，经静乐县流入汾河水库，过古交于兰村峡谷出口折向南流，注入太原盆地。汾河是纵贯全区的主要干流，在本区先后汇入的较大支流有：岚河、涧河、狮子河、天池河、屯兰河、原平河、大川河、柳林河、凌井河、泥屯河等。这些支流中，流域面积大于 100km^2 的有9条， $10\sim 100\text{km}^2$ 之间的有10条，它们大多是季节性河流，冬春干涸断流，雨季有短暂洪流。

全区共有33个雨量站，其中汛期站6个，汾河干流有汾河水库（坝下）、寨上、兰村、汾河二坝4个水文站，支流上有上静游、董茹、店头3个水文站。主要河流及水文测站分布见图1-2。

二、河川径流特征

河川径流量受大气降水、地形、地质条件及人为活动制约，呈现出季节分配和地区分布不均匀，年际变率大，丰、平、枯年相差悬殊的特点（见表1-3、表1-4）。同降水一样，西山地区径流量随时间的推移不断减少：50年代年均径流量为 4.79亿m^3 ，60年代为 3.49亿m^3 ，70年代仅为 2.22亿m^3 。

第五节 区域水文地质

一、地质特征

从整体上看，西山为一由北向南倾斜的复向斜构造（古生代构造盆地），向斜轴为北北东向，断层走向为北东东或北北东，局部地段呈北北西向。北、西、南边界地势均较高，由弱透水的古老变质岩及花岗岩侵入体组成，地表水系分水岭界线与复向斜轴

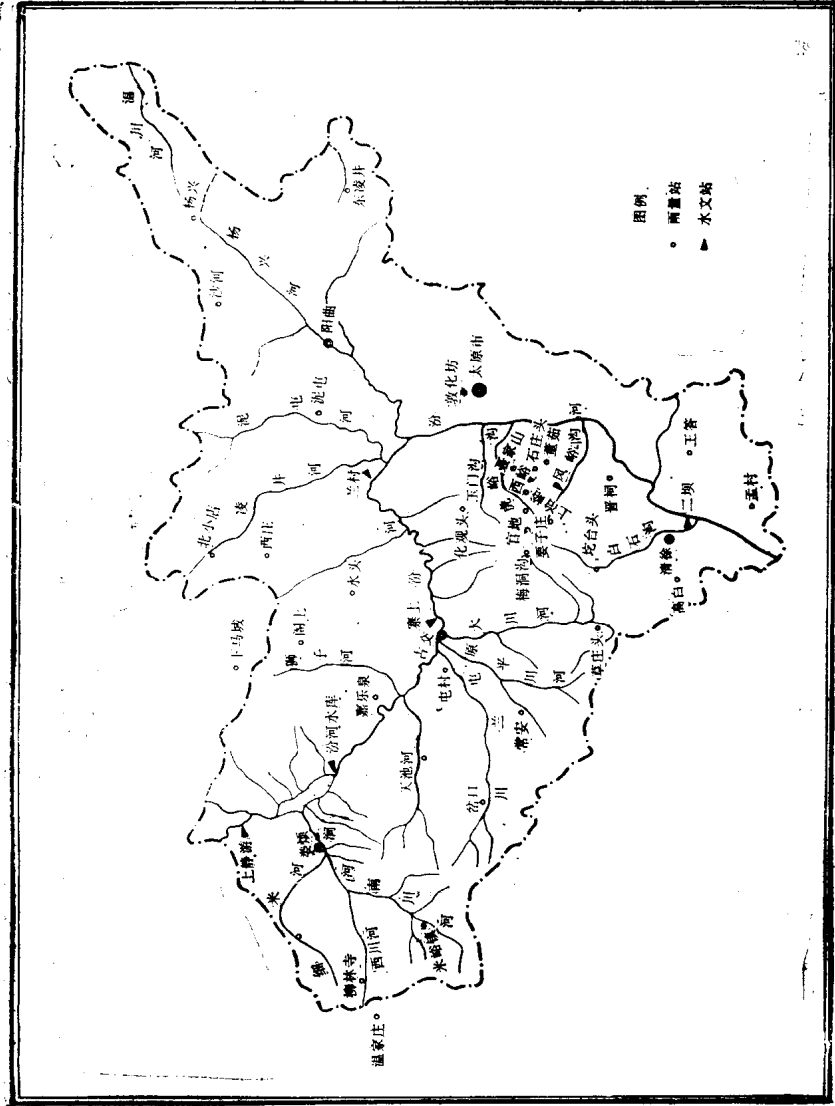


图 1-2 太原西山水系、水文测站分布图