

龙口市水资源管理中下垫面类型的划分*

李相明¹, 王秀苗¹, 王树功²

(1. 枣庄师范专科学校地理系, 山东 枣庄 277160;

2. 中山大学环境科学研究所, 广东 广州 510275)

摘要:以 Horton 地貌律、Rodriguez-Iturbe 和 Valdes 地貌瞬时单位线(G 理论)为理论依据,以水利实验、观测数据为基础,分析下垫面各因子的基本特征,确定了高程、坡度、基岩地质、河网密度、植被覆盖度 5 个因素为下垫面类型划分的主要指标,并采用统计分析方法确定了下垫面类型划分的类型界限值。

关键词:水资源;下垫面;龙口市

中图分类号:TV213.9 **文献标识码:**A **文章编号:**0529-6579(2003)02-0111-04

水是自然环境中最活跃的因素,是人类生存和发展的重要生态环境因子,是生态系统实现并能完成能量转换、维持其动态平衡最活跃、最基本的物质。从某种意义上讲,只有人类将水赋予一定价值时,它才成为水资源,也就是说,水资源与水环境应是一个有机的整体。水环境系统是构成人类依存的环境系统的重要子系统之一,是人类实现可持续发展的重要制约系统,水环境主要由地表水环境(包括河流、湖泊、水库、海洋、池塘、沼泽、冰川等)和地下水环境(包括泉水、浅层地下水、深层地下水)两部分组成。

正因为水环境系统的重要性,而许多水资源与水环境问题又是由于人类活动导致的,因此加强水资源管理十分重要。随着工农业的发展和人们生活水平的提高,对水的需求将会日益增加,特别是我国北方水资源供需矛盾日趋尖锐。龙口市是山东省经济最发达的地区之一,也是我国对外开放的重要地区之一,人口密集,工农业分布集中,集约化程度高,水资源危机更为严重,制约了国民经济和社会的发展已成为不争的事实,缺水问题已成为该区经济可持续发展的失衡条件和关键的制约因素。水资源分布的地区性差异及不合理的用水又进一步加剧了用水紧张。据调查,每年 4、5 月份枯水期和枯水年份约有 15%~20% 的企业被迫停产,损失产值近 2.3~2.8 亿元。因此,如何结合当地水资源的时空分布特点,调整工农业布局,合理地搞好水资源的规划与管理已成为迫切需要解决的问题。

在水资源规划与管理中,如何依据不同的下垫面类型建立不同的降水-径流模型是一个重要的环

节。降水径流模型的建立,取决于组成下垫面诸多因子的特征值,不同的下垫面具有不同的降水径流模型,因此,下垫面类型的划分又是降水径流模型建立的关键。流域水文下垫面是由影响、制约水资源形成、运移、储存的地形、地貌、水文地质、水系、植被、土壤及人工建筑等各个因子所构成的综合体,在这个体系内,各个条件因子之间的相互作用、相互联系,决定了该体系的基本特征,而其基本特征并不是各个条件因子所具功能或特性的简单的线性累加,而是各个因子之间协调作用之后呈现出的综合结果。

本文的研究区内有 23 个气象、雨量观测站和 1 个水文观测站,这些观测站位于不同的区域,代表着不同的下垫面,有较长系列的观测实验数据。此外, Horton 地貌律、Rodriguez-Iturbe 和 Valdes 地貌瞬时单位线(G 理论),也从理论上导出了汇流模型与下垫面诸多因子特征值之间的因果关系,这些均为下垫面类型划分及模型的建立提供了理论依据。

1 运用 Horton 地貌律和 G 理论分析各因子基本特征

在 ARC/INFO、MAPINFO、XMGIS 等地理信息系统内,对各个因子的下列内容进行分析:

(1) 降水:降水与高程、坡度、坡向、经纬度的模拟分析;

(2) 地表水:地表径流与降水、坡度、植被密度、地层及河流水系、人工建筑的系统分析;

(3) 地下水:地下水与降水、地层、地质构造

* 收稿日期:2002-06-04

作者简介:李相明(1973年生),男,讲师;通讯联系人:王树功;E-mail:zsuwang@163.com

的系统分析;

(4) 蒸发: 蒸发量与降水、气温、风力、高程、坡度、坡向、地理位置、植被类型的模拟分析;

(5) 河流水系 (见图 1): 流域面积、形状、流域地貌形态与水文状况的关系、水道级别与流域级别、水道分枝比与河网的发展系数和不对称系数、水道平均长度及总长度与级别的相关关系、水道数量模型;

(6) 地形地貌 (见图 2): 地貌类型、坡度等级划分、高程等级划分、坡向等级划分;

(7) 水文地质 (见图 3): 松散岩类孔隙水富水性 (单井涌水量) 等级划分、碳酸盐岩类裂隙岩溶水富水性等级划分、基岩裂隙水富水性等级划分、

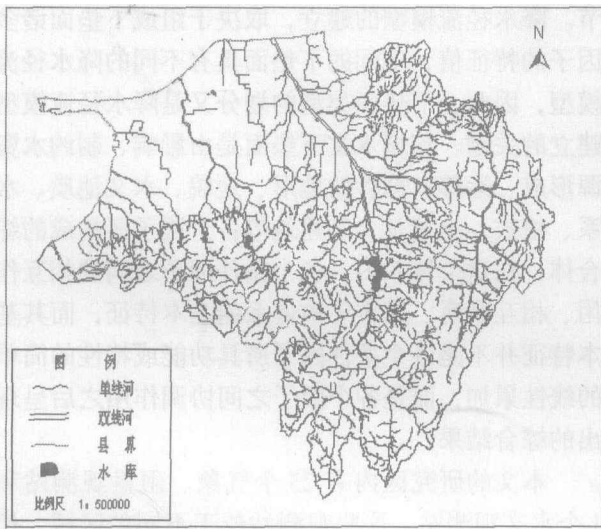


图 1 龙口市及黄水河流域水系图

Fig.1 The water system map of Longkou city and the Huangshui River valley

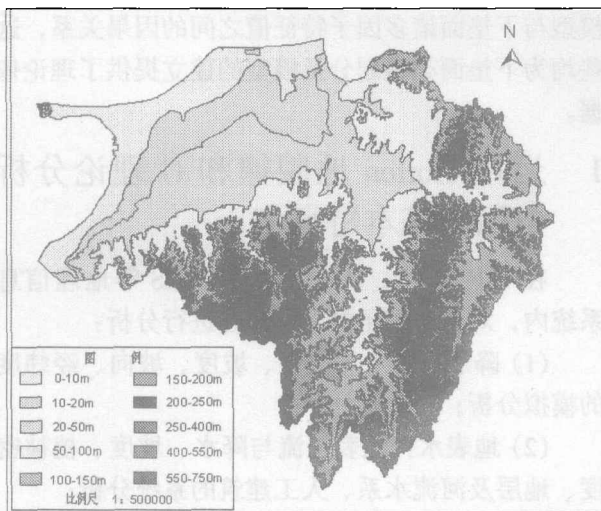


图 2 龙口市及黄水河流域高程图

Fig.2 The altitude map of Longkou City and the Huangshui River valley

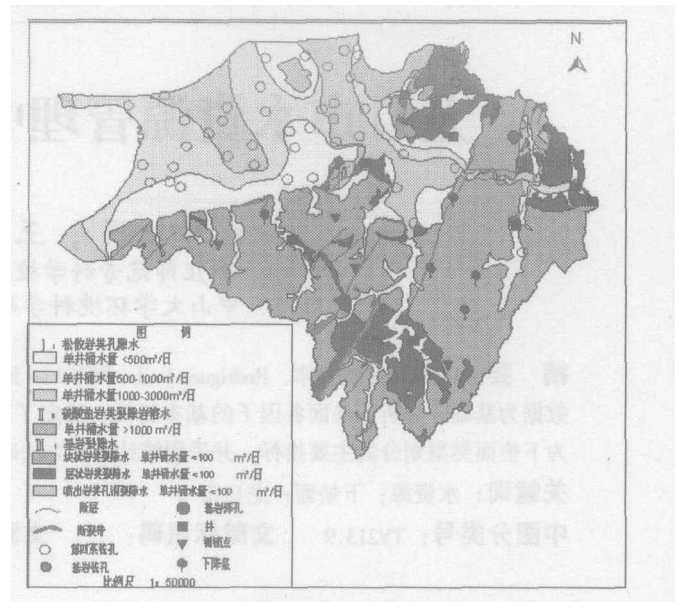


图 3 龙口市及黄水河流域水文地质图

Fig.3 The hydrogeological map of Longkou City and the Huangshui River valley

控制性水点 (涌水量、降深、水位埋深、含水层埋深与厚度、岩性、水化学性质)、地下水流向、地下水与河流的补排关系、断层性质;

(8) 植被: 植被类型、覆盖密度等级划分。

2 下垫面类型划分依据的确定

基于上述理论分析和龙口市降水径流特征, 本文确定了高程、坡度、基岩地质、河网密度、植被覆盖度 5 个因素为下垫面类型划分的主要指标, 并分别对 5 个指标进行了分析, 以确定下垫面划分的类型界限值。

如多年平均降水量与流域平均高程的关系 (见图 4), 经 Statistic 模拟分析得知, 50、100、150、250 m 分别是临界点, 每两个临界点之间为直线相关, 而超过临界点后则为曲线相关。其它要素的划分指标也用此方法确定。

通过以上分析, 确定划分一级类型区的各指标的类型界限值分别为:

高程/m: 50, 100, 150, 250;

坡度/(°): 2, 5, 10, 20;

基岩地质: 第四系松散堆积层, 碎屑岩, 岩浆岩, 变质岩;

河网密度/($\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$): 0.6, 1.2, 1.4, 2.0, 2.8;

植被覆盖率/%: > 95, 85 ~ 95, 75 ~ 85, < 75。

3 下垫面类型划分

在上述分析模拟的基础上, 运用 GIS 确定流域下垫面类型划分的分析指标。指标确定后, 主要用

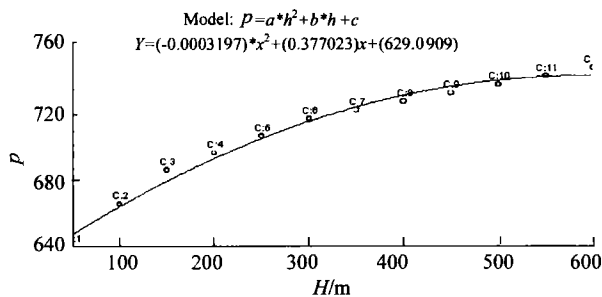


图4 龙口市莱山北坡年降水量与流域平均高程的关系图

Fig.4 The relationship between the precipitation at the north slope of Laishan mountain and the average elevation of the valley

MAPINFO 软件设计和划分下垫面类型。在 MAPINFO 中先将空间数据库内的地形、地貌、地层构造、河流水系、植被以及坡向等有关图件与各气象站、雨量站、水文观测站的观测与实验数据进行编码匹配,生成空间属性一体化数据,在 MAPINFO 功能支持下,进行空间定位制图。将研究区划分为6种下垫面一级类型区,之后重复上述过程,将空间数据库内的其它要素(主要是地下富水性、行政区界、流域分水岭、气候等)与一级类型区匹配,将六个一级类型区划分为若干个亚类。这样,全区共分成880个下垫面基本计算单元(区块)。见流程图(图5)。

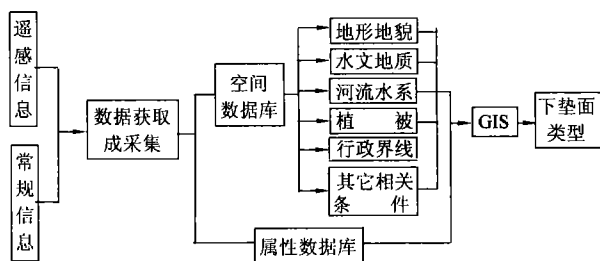


图5 流域下垫面类型划分工艺流程示意图

Fig.5 The technique flow chart of classifying underlying surface type of the valley

4 下垫面一级类型区划分及主要特征

水文下垫面类型区的划分结果见图6,其主要特征为:

I类区:沿海平原,高程<50m,坡度<2°,第四系松散堆积层厚度>1m,河网密度0.723 km/km²,农作物种植区,植被覆盖度>95%。总面积505.6 km²。丰水年降水总量38 191.5万 m³,平均降雨深755.4 mm;平水年降水总量30 372.7万 m³,平均降雨深600.7 mm;枯水年降水总量24 891.5万 m³,平均降雨深492.3 mm;特枯年降水

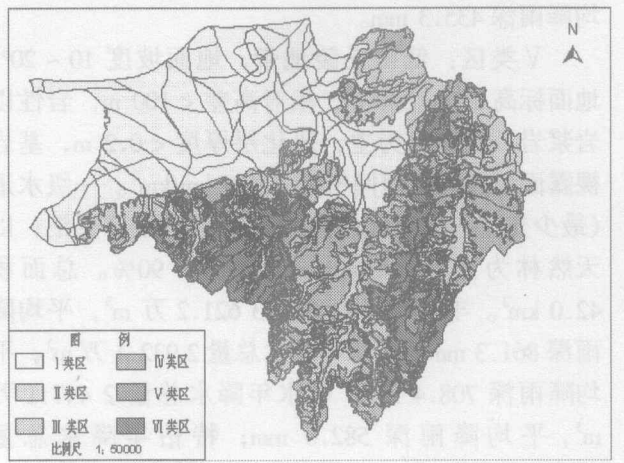


图6 龙口市及黄水河流域水文下垫面类型图

Fig.6 The hydrological underlying surface type map of the Huangshui river valley and Longkou city

总量18 477.9万 m³,平均降雨深365.5 mm。

II类区:主要为山间谷地,地面标高20~100m,坡度<2°,第四系松散堆积层厚度>0.5m,河网密度2.891 km/km²,河谷两侧均为农田。总面积13.4 km²。丰水年降水总量1 148.0万 m³,平均降雨深854.0 mm;平水年降水总量927.6万 m³,平均降雨深690.0 mm;枯水年降水总量772.5万 m³,平均降雨深574.6 mm;特枯年降水总量588.1万 m³,平均降雨深437.5 mm。

III类区:平原向丘陵的过渡地带(台地、山前坡地),地面标高50~150m,坡度2~5°,相对高差较小,一般不超过50m,岩性以碎屑类、岩浆岩类、变质岩类为主,风化壳较厚,一般大于0.5m,且厚度随坡度增大而减少,水系密度1.275 km/km²,经济林与农田(梯田)分布区,植被覆盖度80%~90%。总面积119.6 km²。丰水年降水总量9 666.3万 m³,平均降雨深808.5 mm;平水年降水总量7 754.4万 m³,平均降雨深648.5 mm;枯水年降水总量6 411.1万 m³,平均降雨深536.2 mm;特枯年降水总量4 827.0万 m³,平均降雨深403.7 mm。

IV类区:缓丘地带,地面坡度5~10°,地面标高100~250m,相对高差<100m,岩性以岩浆岩、变质岩为主,风化层较薄,一般不超过0.5m,水系密度最大,一般为1.986 km/km²,大、中、小型水库大都建在该类型区内,植被覆盖度75%~85%,以经济林(果园)为主。总面积120.9 km²。丰水年降水总量10 279.7万 m³,平均降雨深850.2 mm;平水年降水总量8305.3万 m³,平均降雨深686.9 mm;枯水年降水总量6 915.9万 m³,平均降雨深572.0 mm;特枯年降水总量5 263.5万 m³,平

均降雨深 435.3 mm。

V 类区: 低山丘陵地带, 地面坡度 $10 \sim 20^\circ$, 地面标高 200 ~ 350 m, 相对高差 < 100 m, 岩性以岩浆岩、变质岩为主, 风化层厚度 < 0.2 m, 基岩裸露面积较大, 河网密度 1.469 km/km^2 。一级水道(最少支流)与二级水道大都在该类型区交汇, 以天然林为主, 植被覆盖度 $75\% \sim 90\%$ 。总面积 42.0 km^2 。丰水年降水总量 $3\,621.2 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 861.3 mm; 平水年降水总量 $2\,932.1 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 708.4 mm; 枯水年降水总量 $2\,447.1 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 582.0 mm; 特枯年降水总量 $1\,868.1 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 444.3 mm。

VI 类区: 主要为中、低山区, 地面坡度 $> 20^\circ$, 地面标高 > 250 m, 相对高度 > 100 m, 岩性为岩浆岩和变质岩, 风化层厚度一般 0.2 m, 基岩裸露面积更大, 河网密度 0.664 km/km^2 , 基本为一级水道分布区, 植被以天然林和草地为主, 覆盖度 $75\% \sim 90\%$ 。总面积 82.1 km^2 。丰水年降水总量 $7\,165.1 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 872.9 mm; 平水年降水总量 $5\,814.6 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 708.4 mm; 枯水年降水总量 $4\,863.6 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 592.5 mm; 特

枯年降水总量 $3\,724.5 \text{ 万 m}^3$, 平均降雨深 453.8 mm。

参考文献:

- [1] 曾思育, 傅国伟. 中国水资源管理问题分析与集成化水资源管理模式的推行[J]. 水科学进展, 2001, 12(1): 81 - 86.
- [2] 谢平, 梁瑞驹. 扩散模拟型流域地貌汇流模型[J]. 地理学报, 1997, 52(4): 316 - 323.
- [3] 王菱. 华北山区年降水量的推算和分布特征[J]. 地理学报, 1996, 61(2): 164 - 170.
- [4] 傅抱璞. 地形和海拔高度对降水的影响[J]. 地理学报, 1992, 47(4): 302 - 304.
- [5] 赵士鹏. 基于 GIS 的山洪灾情评估方法研究[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 471 - 478.
- [6] HORTON R E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology[J]. Bull Geol Soc Am, 1945, 56: 275 - 370.
- [7] RODRIGUES-ITURBE I, VALDES J B. The geomorphologic structure of hydrologic response[J]. Water Resources Res, 1979, 15(6): 1409 - 1420.

The Classification of Underlying Surface Types of Water Resources in Longkou City

LI Xiang-ming¹, WANG Xiu-miao², WANG Shu-gong³

(1. Department of Geography, Normal School of Zaozhuang, Zaozhuang 277160, China;

2. Institute of Environmental Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Based on Rodriguez-Iturbe and Valdes geomorphic immediate unit hydrograph (G theory) associated with Horton geomorphology, the characteristics of the major factors influencing underlying surfaces are analyzed with data from experiments and observations. The elevation, declivity, basic-rock geology, drainage density, and the degree of vegetation coverage are the major factors used to classify the underlying surfaces. The demarcation value is also given in the present study for classifying underlying surfaces.

Key words: water resources; underlying surface; Longkou City