

湖北省水土保持监测站点空间优化布局研究

杨伟^{1,3}, 王剑², 李璐^{1,3}, 周颖²

(1. 湖北省水利水电科学研究院, 湖北 武汉 430070; 2. 华中农业大学, 湖北 武汉 430070; 3. 湖北省水土保持工程技术研究中心, 湖北 武汉 430070)

摘要: [目的] 对湖北省水土保持监测站点空间优化布局进行探究, 为该省水土保持监测系统的完善、水土保持科学管理与决策提供重要支撑。[方法] 收集湖北省土壤侵蚀相关资料, 利用 GIS 空间分析功能开展湖北省土壤侵蚀强度分级评价, 在此基础上应用尺度理论对监测站点进行空间优化布局, 并对优化结果进行分析验证。[结果] 经过优化研究, 湖北省共需布设 86 个监测点, 其中一级尺度 12 个监测点, 二级尺度 26 个监测点, 三级尺度布设 48 个监测点。经泰森多边形验证, 优化后的站点布设合理, 控制突出, 层次分明。[结论] 湖北省丹江口水库周边山地丘陵水质维护保护区、南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区和鄂渝山地水源涵养保护区水土流失严重, 需要在现有基础上进一步增加水土保持监测站点密度, 江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区等地区水土流失轻微, 可适当减少水土流失监测站点数量。

关键词: 水土保持监测站点; 优化布局; 泰森多边形; 湖北省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)06-0000-00

中图分类号: S157

Spatial Localization Optimization of Soil and Water Conservation Monitoring Sites in Hubei Province

YANG Wei^{1,3}, WANG Jian², LI Lu^{1,3}, ZHOU Ying²

(1. Hubei Water Resources Research Institute, Wuhan, Hubei 430070, China;

2. Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China; 3 Hubei Engineering and Technology Research Center of Soil and Water Conservation, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: [Objective] Monitoring sites are the bases of soil and water conservation monitoring. Scientific and reasonable sites layout would directly impact on the accuracy of monitoring data as well as authority. Hence, the spatial localization optimization of monitoring sites was researched in this paper, and we expect to provide some supports for effective operation of conservation system and reasonable decision of associated policy. [Methods] Through data collection of soil erosion, combined with GIS spatial analysis, soil erosion intensity classification in Hubei Province was accessed. The theory of scale space was used to optimize the location of soil and water conservation monitoring sites, after that the results were verified using the Thiessen polygon method. [Results] 86 monitoring sites were arranged in the whole province, including 12 monitoring sites at grade 1st scale, 26 monitoring sites at level 2nd scale, 48 monitoring sites at level 3rd. Thiessen polygon verification results showed that the optimized sites were reasonable. [Conclusion] The surrounding hills of Danjiangkou Reservoir, the farmland Zone of Dahong Mountain and Nanyang basin, the water conservation districts of Hubei and Chongqing mountainous area were serious in soil erosion. More monitoring sites need to be settled in this area. The surrounding farmland area of Jiangnan plain had less soil erosion, and where the amount of soil erosion monitoring sites can appropriately be reduced.

Keywords: monitoring stations; optimized distribution; Thiessen polygon; Hubei Province

水土监测站点是水土保持监测的基础, 监测站点布局的科学性、合理性对监测成果的应用价值、权威

性具有重要决定作用^[1-2]。汪水前等^[3]通过分析福建省的自然概况、土壤侵蚀类型区、水土流失重点防治

区分布特点及水土保持试验站现状,研究了福建省各级水土保持监测站点布设原则和监测内容。周晓乐等^[4]研究了辽宁省水土保持监测站点规划和布局情况。卢刚^[5]探讨了新疆水土保持监测站点布设的原则和布设结果。但是,在各地水土保持监测站点规划和布局中,存在监测站点布局覆盖程度不全、重复布设、监测尺度把握不够等问题^[1],造成监测成果不能全面反映各区域水土流失状况,使监测结果的应用受到限制。因此,对现有水土保持监测站点布局进行优化研究,对科学进行水土保持监测,合理分析区域水土流失状况具有重要意义。

尺度是自然过程或观测研究在空间、时间或时空上的特征度量,尺度理论目前被广泛运用于地学相关科学中^[6-9],水土保持监测站点的布局,会影响不同区域尺度的地学相关指标,如土壤、气象、水文等因子^[10],因此,在水土保持监测站点布设过程中应考虑尺度问题。本文以湖北省为例,在现有水土保持监测站点基础上,结合 GIS 空间分析功能,运用尺度理论对水土保持监测站点进行空间优化布局,研究结果可为湖北省水土保持监测系统的完善、水土保持科学管理与决策提供重要支撑。

1 研究区概况

湖北省位于我国中部,北纬 $29^{\circ}05'$ — $33^{\circ}20'$,东经 $108^{\circ}21'$ — $116^{\circ}07'$ 之间,国土总面积 $1.86 \times 10^5 \text{ km}^2$,是三峡工程和南水北调中线水源地(丹江口水库)所在地,生态地位极为重要。根据第一次全国水利普查结果,全省湖北省共有水土流失面积 $3.69 \times 10^4 \text{ km}^2$,占全省总面积的 19.85%,是全国水土流失严重的省份之一。

根据《全国水土保持区划(试行)》,湖北涉及南方红壤区和西南紫色土区两个一级区,大别山—桐柏山山地丘陵区、长江中游丘陵平原区、江南山地丘陵区、秦巴山山地、武陵山山地丘陵区五个二级分区,桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区、南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区、江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区、洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区、幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区、丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区、大巴山山地保土生态维护区和鄂渝山地水源涵养保土区 8 个三级区。

2 研究方法

2.1 优化布局原则

监测点布局要有利于更好地体现监测成果与对应

尺度的适宜性,结合尺度理论的基本要求,提出湖北省三个尺度上的水土保持监测站点优化布局原则^[10]:

一级尺度:从面上对水土流失状况的监测。监测分区要紧紧密结合水土保持综合防治分区,并按土壤侵蚀类型分布状况进行布设进行一级尺度监测点布局,做到从面上对监测区域的控制。

二级尺度:从各水土流失类型面上对水土流失状况的监测。要根据各分区的水土流失特点、危害程度,充分考虑各种侵蚀因子的影响,确定监测站点的疏密程度。二级尺度的水土保持监测多边形具体点位确定时,各个三角形的具体位置的确定要照顾地形、地貌、植被、土壤类型等方面的要求。

三级尺度:从各类水土流失类型局部水土流失状况的监测。三级尺度是二级尺度的辐射,具体位置的确定需要考虑监测的典型性和有效性,对局部有较好的代表性。因此在二级尺度分区的基础上,依据湖北省行政区划,在二级尺度布设的监测站点的基础上继续优化,尽量利用现有站点避免重复建设。

2.2 优化布局方法

根据水土保持监测站点优化布局原则,在掌握湖北省地形地貌、土地利用、植被、气候、土壤、水土流失状况等基本情况的基础上,分析湖北省行政区划及现有水土保持监测站点的布局,基于分区和尺度的基础上对其进行布局优化。

一级尺度布局方法:湖北省土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,与径流和地形地貌关系最为直接,通过分析湖北省水系分布及地形特征,在南方红壤区和西南紫色土区两个一级区建立水土保持监测站点,以确保从宏观上获取整个湖北省的水土流失监测基本资料。

二级尺度布局方法:在一级尺度上将南方红壤区和西南紫色土区进行细分。对湖北省土壤侵蚀进行分级,根据各分区区域的水土流失特点、危害程度,充分考虑各种侵蚀因子的影响,确定监测站点的疏密程度。

三级尺度布局方法:在二级尺度分区的基础上,依据湖北省行政区划在二级尺度布设的监测站点的基础上继续优化,尽量利用现有站点避免重复建设。

2.3 数据收集与处理

收集湖北省水系分布、行政区划资料和地形、植被、土地利用、降雨、土壤等侵蚀因子资料,并完成地形坡度因子(S)、植被覆盖度因子(L)、土地利用因子(V)、降雨侵蚀力因子(R)的提取,所使用的数据为 2006 年采集。参考相关标准(SL190—2 007),结合湖北省实际情况,将地形坡度、植被覆盖、土地利用、降雨侵蚀力和土壤质地几种侵蚀因子划分成若干等

级,并按照计算机符号集的串行码位编码进行统一编码(表1),从而对每一个评价指标因子要素进行分等定级。然后利用 ArcGIS 中按公式(1)对5个图层进行基于栅格图层的空间叠置分析,生成湖北省土壤侵

蚀等级图^[11]。

$$ID = S \times 10^5 + L \times 10^4 + V \times 10^3 + R \times 10^2 + D \quad (1)$$

其中 ID 为新图层的图斑属性值,可对每个小图斑进行土壤侵蚀强度评价。

表1 土壤侵蚀指标编码

编码	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
	地形坡度 $S/(\circ)$	土地利用(V)	植被覆盖度 $L/\%$	降雨侵蚀力 R	土壤质地 D
1	<5	水域	>75	<400	砂土
2	5~8	城镇	60~75	400~500	壤土
3	8~15	水田	45~60	500~600	黏土
4	15~25	林地	30~45	>600	
5	25~35	灌草地	<30		
6	>35	旱地			

将湖北省现有水土保持监测站点生成泰森多边形^[12-13],确定每个监测站点多边形的面积,并根据水土流失等级,调整不同监测站点的疏密。在侵蚀强度和潜在侵蚀强度最高的区域,优先考虑加密监测站点布设;侵蚀强度和潜在侵蚀强度次强的区域,同样应该考虑布设相对较多的监测点;侵蚀强度、潜在侵蚀强度相对较弱的区域,可以考虑适当减少监测站点的布设;侵蚀强度、潜在侵蚀强度最弱的区域,一般可以考虑在已有监测站点和控制点范围内适当增加少数监测点。同时,需要兼顾行政区划的因素,例如每个县市的监测点不宜过多,通常一级监测点每市一个。

为了验证布设方法的合理性,将优化后的站点布局生成泰森多边形,与侵蚀强度的结果对比,判断是否侵蚀越严重的地方泰森多边形越小越密,从而进一步调整站点数量和布局,直到最终由已有监测站点及重新布设站点共同生成的泰森多边形符合侵蚀越严重监测站点越密原则。

3 结果与分析

3.1 现有监测站点布局分析

湖北省水土保持监测网络从2003年开始建设,按三级设置机构、配备人员,即省监测中心、监测分站、监测站三级,由1个总站(中心)数据网络中心、10个分站的10个数据分中心以及77个监测站组成^[16]。该网络一次规划,分二期实施,一期工程已完成了省监测中心和武汉、恩施、宜昌、黄冈、襄樊、荆门、十堰、孝感、咸宁、鄂州10个监测分站的建设投入使用,目前二期工程,全省4个综合监测点、2个示范监测点、38个重点监测点及33个普通监测点共77个监测站点也已基本建成(图1)。

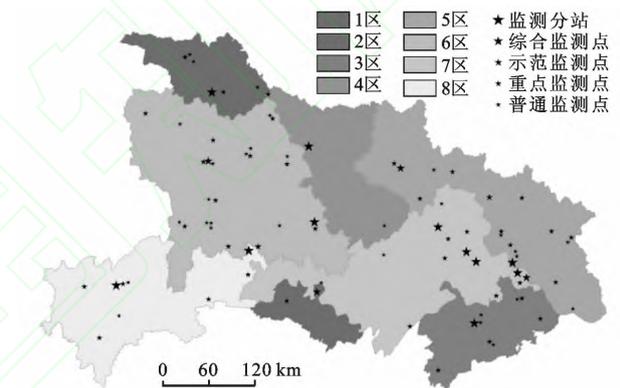


图1 湖北省水土保持监测站点布局现状

注:1区为丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区;2区为洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区;3区为幕阜山九岭山地丘陵保土生态维护区;4区为南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区;5区为桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区;6区为大巴山山地保土生态维护区保土生态维护区;7区为江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区;8区为鄂渝山地水源涵养保土区。下同。

湖北省水土保持监测点覆盖了湖北省八大水土保持区划和省内的主要江河流域,全省高山、丘陵、浅丘和岗地4种地貌都布设了典型的水土保持监测点。从监测点在全省八大水土保持区划的分布看,丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区有监测点7个,平均1671 km²有1个监测点;大巴山山地保土生态维护区保土生态维护区有监测点24个,平均1867 km²有1个监测点,南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区有监测点1个,平均18000 km²有1个监测点;桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区有监测点17个,平均1876 km²有1个监测点。幕阜山九岭山地丘陵保土生态维护区有监测点8个,江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区有监测点12个,洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区有监测点2个,鄂渝

山地水源涵养保土区有 6 个,平均 1 763~4 500 km² 有 1 个监测点。大巴山山地保土生态维护区保土生态维护区、桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区、江

汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区、幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区是湖北省水土保持监测的重点,监测点分布较密。

表 2 湖北省水土保持现有监测站点分布

分区	分区面积/ 10 ⁴ km ²	现有站点 数量	平均每站控制监测 面积/10 ⁴ km ²
丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区	1.17	7	0.17
大巴山山地保土生态维护区保土生态维护区	4.48	24	0.19
南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区	1.80	1	1.80
桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区	3.19	17	0.19
江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区	3.26	12	0.27
鄂渝山地水源涵养保土区	2.70	6	0.45
洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区	0.59	2	0.30
幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区	1.41	8	0.18
总计	18.59	77	0.24

从监测点在湖北省主要江河流域的分布情况看,长江干流有 46 个监测点,汉江流域有 27 个监测点。

73 个监测点代表了黄棕壤、红壤、黄坡、潮土、黄褐土、石灰土及紫色土等 7 种土壤,7 种土壤的分布面积占全省总耕地面积的 48.65%。由于占全省总耕地面积 50.35% 的水稻土,主要分布于江汉平原,暂未设立水稻土典型监测点。

3.2 监测站点优化布局结果

以湖北省水土保持监测现有站点布局为基础,根据湖北省土壤侵蚀特点和水土保持监测的特点,对湖北省水土保持监测站点空进布局进行人工优化、调整之后,全省共布设 86 个监测点,其中一级尺度 12 个监测点,二级尺度 26 个监测点,三级尺度布设 48 个监测点。

(1) 一级尺度水土保持监测站点布局。为做到从面上对监测区域的控制,在湖北南方红壤区和西南紫色土区内,根据湖北省行政区划,选择在各区域市级地域建立 1~2 个水土保持监测站点,确保在宏观面上实现水土保持监测。可参考湖北省一二期工程现已建成的水土保持监测站点^[14],不必重复建设。因此,湖北省共布设一级尺度监测站点 12 个,分别位于丹江口市,神农架林区,宜昌市,恩施市,利川市,荆门市,枣阳市,随州市,宜城市,钟祥市,广水市,麻城市。

(2) 二级尺度水土保持监测站点布局。根据生成的湖北省土壤侵蚀分级图(图 2),按照水土流失程度,优化二级尺度水土保持监测站点的密度。根据优化结果,湖北省一共布设 26 个二级尺度监测点。土

壤侵蚀较为严重的区域,如秦巴山山区,可布设较多二级监测站点。另外,为避免重复建设,可在分区尺度的基础上,充分利用湖北省现有的水土保持监测点、水文站、滑坡泥石流预警站、墒情站等已有的历史监测资料,更好地为水土保持监测网络服务。

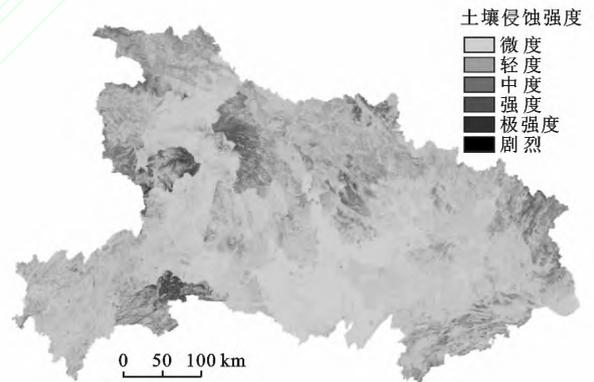


图 2 湖北省土壤侵蚀等级图

(3) 三级尺度水土保持监测站点布局。三级尺度水土保持监测站点布设不仅需要反映各县市水土流失情况的典型特征,而且需要考虑三级尺度站点布设与一、二级尺度站点布设的补充关系,以确保湖北省水土保持监测网络的层次结构。依据湖北省行政区划,在二级尺度的监测站点布局上继续优化。三峡库区和丹江口库区是湖北省水土保持监测的重点,三级监测点分布应较密。长江中游丘陵平原区及幕阜山区水土流失较轻,属全省预防保护区,监测站点分布应较少。

优化后的湖北省监测站点布局情况如图 3 所示。

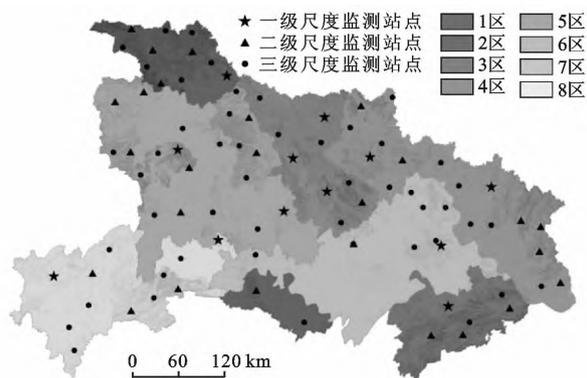


图 3 湖北省水土保持监测站点优化布局

3.3 优化布局结果分析

从湖北省水土保持监测站点优化结果看,丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区有监测点 11 个,平均 1 061 km² 有 1 个监测点;大巴山山地保土生态维护区保土生态维护区有监测点 21 个,平均 2 134 km² 有 1 个监测点,南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区有监测点 9 个,平均 2 004 km² 有 1 个监测点;

桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区有监测点 17 个,平均 1 875 km² 有 1 个监测点。鄂渝山地水源涵养保土区有 12 个,幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区有监测点 6 个,洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区有监测点 2 个,江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区有监测点 8 个,平均 2 253~4 071 km² 有 1 个监测点。

丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区、南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区、鄂渝山地水源涵养保土区的优化后平均每个站点的控制面积减少,主要因为这些地区水土流失严重,侵蚀强度高,较小的控制面积有利于监测站点获取更为详细、可靠的水土保持监测指标。而水土流失轻微、侵蚀强度低的地区,如江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区、幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区,优化后平均每个站点的控制面积增加,既满足侵蚀监测指标的获取,同时可以减少监测站点的重复,避免不必要的浪费。

表 3 湖北省水土保持监测站点优化结果

分区	优化后 站点数量	优化后平均每站控制 监测面积(万 km ²)	站点数 量变化	平均每站控制监测 面积变化(万 km ²)
丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区	11	0.11	+4	-0.06
大巴山山地保土生态维护区	21	0.21	-3	+0.02
南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区	9	0.20	+8	-1.60
桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区	17	0.19	0	0
江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区	8	0.41	-4	+0.14
鄂渝山地水源涵养保土区	12	0.23	+6	-0.22
洞庭湖丘陵平原农田防护水质维护区	2	0.29	0	0
幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区	6	0.24	-2	+0.06
总计	86	0.22	+9	-1.66

3.4 布局结果验证

将优化后的全省监测站点布局生成泰森多边形(图 4),并与侵蚀分级后的结果多边形进行对比分析,检验监测站点的控制范围及合理性。由图 4 可以看出,侵蚀强度最高的分区泰森多边形面积较小,单个多边形控制范围较小,如鄂西北秦巴山区、鄂西南武陵山区、鄂东北大别山区以及鄂东南幕府山区,这些地区侵蚀强度高,侵蚀类型复杂,监测站点控制的面积越小,有利于获取更详细的监测资料。侵蚀强度相对较弱的地区,泰森多边形控制范围相对较大,如湖北省中部和南部江汉平原地区和洞庭湖丘陵平原区地势平坦,土壤侵蚀等级较低,土壤侵蚀的风险较小,因此相应布置的站点较少。在一些特殊区域需要加强观测,如鄂西北和鄂西南分别是南水北调中线水源地丹江口水库和三峡水库所在地,生态地位极为重

要,是湖北省水土保持监测的重点区域^[15],这些区域单个站点控制的面积更小。总体上看,站点的布设比较合理,控制突出,层次分明,有据可依,从宏观上和微观上基本能够控制、反映湖北省全省的水土流失状况。

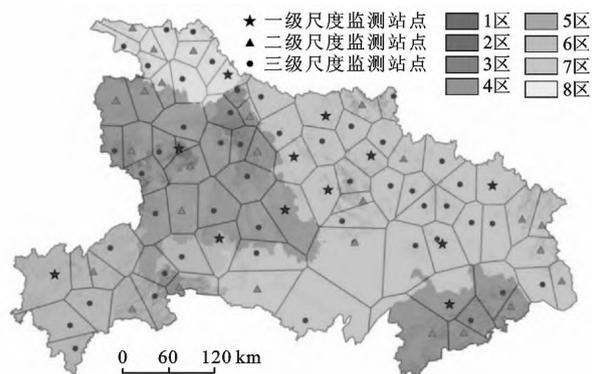


图 4 水土流失监测网络布设的泰森多边形验证

4 结论与讨论

以湖北省水土保持监测站点布局为例,结合 GIS 空间分析功能,运用尺度理论对水土保持监测站点进行空间优化布局。从监测站点数量看,经过优化之后,湖北省共布设 86 个监测点,其中一级尺度 12 个监测点,二级尺度 26 个监测点,三级尺度布设 48 个监测点。每个监测站点的控制面积平均减少平 1 660 km²,较之前增加 9 个监测站点。从监测区域看,在水土流失严重的丹江口水库周边山地丘陵水质维护保土区、南阳盆地及大洪山丘陵保土农田防护区、鄂渝山地水源涵养保土区的优化后平均每个站点的控制面积减少;在侵蚀强度弱的地区如江汉平原及周边丘陵农田防护人居环境维护区、幕阜山九岭山山地丘陵保土生态维护区,优化后平均每个站点的控制面积增加,既满足侵蚀监测指标的获取,同时可以减少监测站点的重复避免了不必要的浪费。经过泰森多边形检验,经过优化后的监测站点布设合理,控制突出,层次分明,有据可依,基本能够控制、反映湖北省全省的水土流失状况,提高了监测点布设的针对性、科学性。

本研究通过尺度理论,从一级尺度到三级尺度逐级布设监测站点,将监测点同监测区域紧密结合起来,使得监测点布设更加简便。只要监测站点控制的面积合理,能够客观反映监测区域的水土流失情况即可,大大减低了监测点布设的难度,提高了监测点布设的针对性、科学性^[10]。但是,从水土保持区划出发进行尺度分析有一定的主观性,虽然水土保持区划带有尺度的概念,但是将区划结果等同于尺度等级存在着不适宜。水土保持监测站点的布设需要充分考虑。水土保持监测站点的布局一方面要考虑区域代表性,包括自然环境条件和社会经济状况;另一方面考虑不同观测目的和观测内容情况下的设施配置^[16],根据不同的水土保持功能、生态功能有侧重的进行水土保持监测。对于更为复杂的开发建设项目水土保持监测,需要按照“项目区—监测分区—监测点”逐层细化的方法,有针对性的进行布设监测站点,将相对复杂的项目区的整体监测拆分到相对简单的监测点的局部监测^[17]。水土保持监测为我国生态环境建设规划、生态环境保护提供重要依据,随着监测法规制度和技术标准日益健全,全国水土保持监测网络不断完

善^[18],合理的监测站点布局将会极大促进水土保持科学的发展。

[参 考 文 献]

- [1] 姜德文. 中国水土保持监测站点布局研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(5): 1-5.
- [2] 覃莉, 赵军, 刘建忠. 浅谈水土保持监测点规范化建设[J]. 水土保持应用技术, 2009(2): 46-47.
- [3] 汪水前, 王维明. 福建省水土保持监测站点布设探讨[J]. 水土保持通报, 2009(2).
- [4] 周晓乐, 曹忠杰, 何建明, 等. 辽宁省水土保持监测站点建设总体规划与布局[J]. 水土保持通报, 2009(2).
- [5] 卢刚. 新疆水土保持监测站点建设总体规划与布局[J]. 现代农业科技, 2011(19): 319-320.
- [6] 汪自军, 陈圣波, 韩念龙, 等. 地学尺度转换理论及方法研究[J]. 地理空间信息, 2007, 5(4): 60-63.
- [7] Bergström S, Graham L. On the scale problem in hydrological modelling[J]. Journal of Hydrology, 1998, 211(1): 253-265.
- [8] Stein A, Riley J, Halberg N. Issues of scale for environmental indicators[J]. Agriculture, ecosystems & environment, 2001, 87(2): 215-232.
- [9] Halvorson J J, Smith J L, Papendick R I. Issues of scale for evaluating soil quality[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1997, 52(1): 26-30.
- [10] 陈本兵. 基于尺度理论的水土保持监测站点布局探讨[D]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [11] 马嵩乃. 地理科学与地理信息科学论[M]. 湖北 武汉: 武汉出版社, 2000.
- [12] 朱求安, 张万昌. 流域水文模型中面雨量的空间插值[J]. 水土保持通报, 2005, 12(2): 11-14.
- [13] 李翠平, 李仲学, 余东明. 基于泰森多边形法的空间品位插值[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2007, 26(4): 488-491.
- [14] 赵爱军, 马力刚. 湖北省水土保持监测点建设实践[J]. 水土保持通报, 2009, 29(2): 117-121.
- [15] 邹长新, 燕守广, 方芳. 湖北省生态功能区划研究[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(6): 139-143.
- [16] 喻权刚, 王富贵. 黄河水土保持监测站点标准化建设研究: 以黄委天水, 西峰, 绥德监测站点建设为例[J]. 水土保持通报, 2009, 29(3): 220-224.
- [17] 曾红娟, 李智广, 杨胜天. 开发建设项目水土保持监测点布局[J]. 中国水土保持科学, 2009, 7(3): 42-45.
- [18] 郭索彦, 李智广. 我国水土保持监测的发展历程与成就[J]. 中国水土保持科学, 2009, 7(5): 19-24.

中国知网