

文章编号: 1000-0690(2003)01-0001-06

中国陆地表层系统分区

对黄秉维先生陆地表层系统理论的学习与实践

葛全胜, 赵名茶, 郑景云, 狄小春

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 陆地表层系统科学是黄秉维先生在钱学森院士倡导建立地球表层学的基础上创建的。黄秉维先生精辟地论述了陆地表层系统的研究意义、范围、内容、方法与途径, 并亲自撰写了研究计划, 同时十分关心科研队伍的组建。黄先生明确指出要开展陆地表层系统分区研究。在黄先生的学术思想指导下, 作者对中国陆地表层进行了分区实践。采用地理学的综合与专家评判相结合的方法将中国陆地表层系统划分为9个一级区, 然后利用压力-状态-响应(PSR)评价模型和模糊聚类方法, 对全国344个地区的46个指标进行模糊聚类, 建立了二级分区, 并对各区的综合状况作了定量评价。结果表明: 地貌与气候区域分异是控制我国陆地表层系统综合状况的主导因素, 而由人类活动所主导的社会经济因素是控制我国陆地表层系统综合状况的第二位因素。对9个一级区的陆地表层系统状况定量评价表明: 华北区、东南区与华南区的陆地表层系统状况最好, 东北区居中, 内蒙古、陇陕晋区与西南区较差, 西北区与青藏区最差。

关键词: 黄秉维; 陆地表层系统; 分区

中图分类号: P902 文献标识码: A

1 陆地表层系统理论

1994年黄秉维先生开始倡导研究陆地表层系统科学。陆地表层系统科学脱颖于钱学森院士于1983年提出的地球表层学。黄先生赞成钱学森院士地球表层学的创举, 此后的十多年中, 黄先生几乎将主要精力全放在这一领域的研究上。当时国际上正在开展全球变化研究, 1988年, NASA提出了地球系统科学理论, 认为它是开展全球变化研究的方法论基础。黄先生在参阅了地球表层学与地球系统科学的大量文献后认为: 钱学森所倡导的地球表层学与地球系统科学目的基本相同, 方向上大体相似而略有出入; 地球表层学与地球系统科学, 都处于萌发时期, 各有独到之处, 也可能冶为一炉^[1]; 地球表层学与地球系统科学形影相随, 在实质上并无明显差别。我相信, 经过一定时间后, 二者必殊途同归^[2]。

由于地球表层学是一个对象十分庞大又极其

复杂的系统, 需要综合地研究地球表面的层次。与自然地理不同之处, 它是研究以人为中心的自然与社会开放的复杂巨系统, 属基础理论科学^[2]; 地球表层系统科学是将地球的大气圈、水圈、岩石圈、生物圈视作一个相互作用的大系统, 研究其中的物理、化学、生物过程, 借以了解现状和过去, 预见将来。人与自然的相互作用以及所应采取的对策是全部工作的重心^[1]。如此繁复、庞大的综合巨系统, 如何开展工作, 地理学在其中如何发挥作用, 曾使黄先生踌躇, 也曾禅精竭思, 独步百回, 而不能豁然贯通, 疑难尽释^[2]。在经过缜密思考后, 黄先生突破原有框框, 决心结合中国实际情况, 开创性地提出自己的看法: 我想提出以陆地为中心的研究, 名为陆地表层系统科学, 陆地表层学应是地球表层系统学的一部分。他提出由于陆地问题最多, 全球变化的研究需要等待在地面做工作。比起大气与海洋来, 陆地是很小的一块, 但陆地又特别重要, 如放弃陆地的研究, 将有很多问题都会

收稿日期: 2002-09-04; 修订日期: 2002-12-19

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-01-09); 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新工程(CXI0G-E01-05-01)。

作者简介: 葛全胜(1963-), 男, 研究员, 主要从事全球变化与地理学研究。E-mail: geqs@igsrr.ac.cn

关于陆地系统科学, 黄秉维先生1994年11月8日在中国科技大学研究生院现代自然地理课上的讲话。

中国陆地地球系统科学与区域持续发展前期研究, 黄秉维先生1994年为陆地表层系统与区域持续发展课题撰写的论文。

看不清楚。陆地上的问题包括粮食、污染问题、水的问题、土地的问题。关于为何从地球表面的三大组成成分中突出研究陆地,黄先生解释说:地球系统科学中大气基本是气体、海洋基本是液体,陆地由固体、液体、气体组成,生物界亦最复杂,受到人类活动的影响最深,陆地虽小,却是绝大多数人类生息繁衍场所;与人类生存和发展关系最为密切。但陆地的研究处于落后的地位,仅具雏形,应及早发韧,及早赶上^[3]。他号召地理学家,摒弃学科的羁绊,参与陆地表层系统科学的发展。

黄先生提出陆地表层学的研究范围:上限是对流层的顶部,下限为岩石圈的上部,包括非生物、生物和人,这是人类活动的场所^[1]。并准确的界定了研究工作的时间尺度,时间尺度我觉得应定在50年^[4]。他指出:现在在我国进行中的综合研究可以包括于陆地表层研究之内的至少有以下6个领域:地理学与自然地理学:地理学的研究对象是作为人类居住场所的地表(earth's surface as the home of mankind),或作为人类生境的环境(environment as the habitat of man)。自然地理学既参与陆地表层的研究,就不应该是纯自然主义的,更不能不包括人对自然界的作用。生态系统的结构与功能,生态区划应当也属于地球表层研究的范围。应包括自然资源学。广义的环境研究包括与人类生活和活动有关的环境,当然都在陆地表层之内。国土整治研究,其对象也在陆地表层中。地圈、气圈相互作用研究,其基本对象仍在陆地表层中^[5]。黄先生认为:陆地表层系统科学是真正的综合性学科,它集自然、社会、经济、生产潜力、生态学、信息科学、系统科学等的相关研究于一体^[1,5]。

2 黄秉维先生关于陆地表层系统分区的论述

黄先生强调陆地表层目前研究的重点是进行区域划分,他说:我们的工作拟研究中国全部或大多数区域的可持续发展,而研究中国区域的可持续发展当然需要有一个比较适当的区域划分^[1]。他说:我把区域划开,就是把客体划开,就要研究物质、能量的迁移转化。在自然区划的基础之上来研究物质、能量在各个客体之间的迁移转化。当时这个过程和现在所提出的所谓的陆地表层系统科学的看法是一致的^[4]。

在科学研究上,黄先生是一位统帅,有着战略家的高瞻远瞩,而在实际工作上,他又极重视每一步的战术安排。早在1994年,黄先生就告诫我们:

要把自然区划重新研究、修订,将全国进行研究,然后再按区划分,每个区都提出问题,重点考虑土地问题,城市问题,用较少的工作产生新的概念;区划的工作可分为三个步骤,首先是每一个区域的综合研究,其次是个区域之间关系的研究,最后是个区域之间的比较研究。

在研究方法上,黄先生认为:在区划中,当然要采用地理相关法。但为了便于国内和国际对比,应该先进行类型区划然后转变为区域区划^[6]。1996年,他又再次详细地对区划作了说明:中国区域划分拟包括的内容略述如下:在自然方面,首先一项是以自然地带周期律为依据的划分,借此可以较好了解由一个自然地带向另一个自然地带递变的规律,重现已为人类活动所改变的天然状态,辨识谐协(Harmonic)现象,进而辨识残存现象与进展性现象,了解人地关系,协调人地关系。目前国际上在全球环境变化研究中,实际上反映的是自然地带周期律。现在的自然地带周期律还停留在很粗浅的阶段,还有不少问题没有解决,尚须经过艰难的探索。中国区域的划分当然要充分考虑社会经济因素。在这一方面,国内外经验都比较少,界线如何确定,存在着一系列理论与技术问题。20世纪80年代曾进行过中国经济区划工作,拟从重新研究这一尝试开始。而在区域研究中拟重点解决的问题有:土地资源的合理利用问题(在保持土地资源的前提下,最充分地发挥自然生产潜力。为此要建立计算自然生产潜力的方法,先按技术上可能性进行自然生产潜力因素分类,然后加以综合,藉此对全国区域比较衡量);水资源问题;能源问题;环境污染;陆地与大气相互关系与陆地与近海相互关系;系统科学、信息科学在陆地系统与可持续发展研究中的应用。^[4]这反映出黄先生在关注自然地带变化的同时,还考虑了社会经济因素与经济区域问题;同时提出要使用新技术与新方法。

关于陆地表层系统分区研究的层次,黄先生向来提倡使用自上而下与自下而上相结合的方法,自上而下使整体工作有清楚一致的纲要与体系、原则与方法;而自下而上则是对不同地域详细调查资料的汇总与整理、加工与提炼,突出其区

域特征使之特性化, 由最低层向上, 逐层合并。这种自上而下与自下而上相配合的方法, 使分区工作有较高的质量。在进行陆地表层系统分区的尝试性研究时, 黄先生反复提醒我们: 一个全国性的较高级的区划, 从上而下进行是完全正确的, 没有自上而下的区划, 各地分别进行的区划工作就不可能采取大体一致的原则和方法, 很难纳入一个统一的体系中。而不能纳入统一的系统中的区划, 是无法发挥作用的^[7]; 但必须同时于不同地域, 根据区域性的调查资料, 于汇总后加以整理, 由下而上, 由低级单位到高级单位来进行补充以进行详细的区划工作。由下而上的区划和由上而下的区划可以相互补充^[7]。

在进行陆地表层系统分区时, 黄先生还特别提出要将自然生产潜力的研究纳进去。黄先生认为^[1, 8]: 农业生产潜力研究植物群体及其环境, 其结果应当确定一地应当得到多少产物, 及如何得到这么多产物。所确定的生产力应当是持久性的 (sustainable), 有生态的持续性和经济的持续性, 要推用于广大的面积。研究工作需要按一定的秩序, 对有关因素一一分析, 然后加以综合, 即在综合的指导下分析, 在分析的基础上综合。因素的划分, 要区别空间尺度和时间尺度, 还要随着科学认识、技术发展、社会条件与经济条件的变化而更改; 综合最简单的方法是以限制因素率为基础, 这是以养分供给为对象的研究得出的法则。后来被援用于包括各种因素的研究。限制因素率是很有用的概念, 可赖以将自然因素综合起来。; 研究生产潜力, 无论根据已有资料或通过试验, 都可以得到有意义的结果^[8]。

根据黄先生的研究陆地表层系统分区的理论与思想, 在 1996~ 2001 年间, 我们对中国陆地表层系统分区进行了探索性研究。现简要介绍其中的思路、方法与结果。

3 中国陆地表层分区工作的探索

陆地表层分区研究的内容主要包括区域等级系统划分和区域特征评价描述等两方面, 借鉴了黄秉维先生所倡导的陆地表层系统科学研究要地理

相关法与交叉运用 自上而下 (top-down) 和自下而上 (bottom-up) 相结合的研究思路与方法^[2], 我们在进行陆地表层分区研究时, 首先综合采用全国自然区划、生态区划、生产潜力分区、经济区划及温室气体倍增对未来自然地域分异界线及农业生产潜力分区的影响等研究结果, 然后通过对自然和人文区划的集成划分出中国陆地表层系统区域; 再以中国行政区划中的地区为最小单元 (全国共 344 个地区, 含直辖市、省辖市和地区), 利用压力- 状态- 响应 (PSR) 模型和模糊聚类方法对全国 344 个地区进行聚类分区, 并对各单元的陆地表层综合状况进行定量评价, 最后对评价结果按区域进行归纳。在此基础上, 将二次分区结果结合起来, 对区域特征和不同区域之间的差别进行描述。

3.1 中国陆地表层系统大区的划分

基于陆地表层是一个完整巨系统的观点, 我们首先将中国陆地表层系统划分为自然地域系统控制层和人文系统控制层两大控制层; 其次, 按照黄先生提到的陆地表层的几个方面, 将自然地域系统控制层划分为自然区划亚层、生态地理区划亚层与生产潜力分区亚层; 将人文系统控制层分为全球变化影响与响应亚层^[4]及经济区划亚层。第三, 以上述各个亚层的全国性区划 (综合自然区划^[7, 9]、生态地理区划^[10, 11]、生产潜力区划^[12, 13]、经济区划^[14, 15, 7]) 及温室气体对未来自然地域分异界线及农业生产潜力分区变化的影响^[16]为基础, 采用地理相关法与专家评判法将中国陆地表层系统划分成 9 个大区: 东北区、华北区、东南区、华南区、内蒙古区、陇陕晋区、西南区、西北区、青藏区 (表 1), 作为本区划的一级区^[17]。其中区域边界位置的确定以专家评判的最佳位置为主要依据。由于本区划考虑了自然、生态、经济及全球变化影响与响应等各方面, 因此本区划的一级区实质上反映了中国陆地表层系统的综合状况。

3.2 二级区的划分与区域状况评价

在划定陆地表层系统的一级区后, 在进行二级分区和区域状况评价时, 我们采用了 压力- 状态- 响应 (PSR) 模型^[18]和模糊聚类方法 自下而上 进行。即以 344 个地区 (含直辖市、省辖市和地

表 1 中国陆地表层系统一级区系列表 (各区界线见图 1)
Table 1 Division of the regions of the terrestrial system in China

大区编号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
大区名称	东北区	华北区	东南区	华南区	内蒙古区	陇陕晋区	西南区	西北区	青藏区

区)为本区划的最小单元,先根据 压力- 状态- 响应(PSR) 模型 确定用于表征各个地区陆地表层系统状况的 46 个评价指标,然后对 344 个地区进行模糊聚类分区。在此基础上,将两次分区结果结合起来。聚类结果分为 7 个评价等级,在确定每个地区分属的等级后,将其嵌入中国陆地表层系统的一级区中,用一级区的序号、各地区所属的陆地表层综合状况等级及地区编号对其命名。最后对 9 个一级区所属地区的陆地表层综合状况等级进行统计分析,以各级所占的百分率为主要指标对中国陆地表层系统 9 个一级区的陆地表层系统综合状况进行定量评价^[17]。

3.3 分区结果

图 1 给出中国陆地表层系统分区结果与全国 344 个地区的陆地表层系统状况综合等级。表 2 为中国陆地表层系统 9 个一级区所含地区的陆地表层综合状况等级统计结果。对它们进一步分析可以看出:

(1) 地貌与气候分异是控制我国陆地表层系统综合状况的主导因素。按连续出现 1~ 3 级、4~ 6 级和 7 级为标准进行统计,其结果与我国三大阶梯的分布格局基本吻合。其中 1~ 3 级的地区比较集中在我国的东部平原与丘陵地区,其气候均属湿润与半湿润气候;4~ 6 级的地区则比较集中分布在二级阶梯(中部与西北地区)上,其气候除西南地区东部和陕南外,均属半干旱和干旱气候;7 级则主要集中在青藏高原,为高寒气候。而这与黄先生指出的陆地表层系统分区在自然方面要重现已为人类活动所改变的天然状态,辨识谐协(Harmonic) 现象的预期是一致的。

(2) 由人类活动所主导的社会经济因素是控制我国陆地表层系统综合状况的第二位因素。图 1、表 2 清楚地显示: 陆地表层系统综合状况最好(1 级) 的地区基本上为全国(或区域) 经济中心及沿海开放城市。较好的 2 级地区也主要分布在沿海地区、京广线两侧和中西部的部分省会所在地区。这

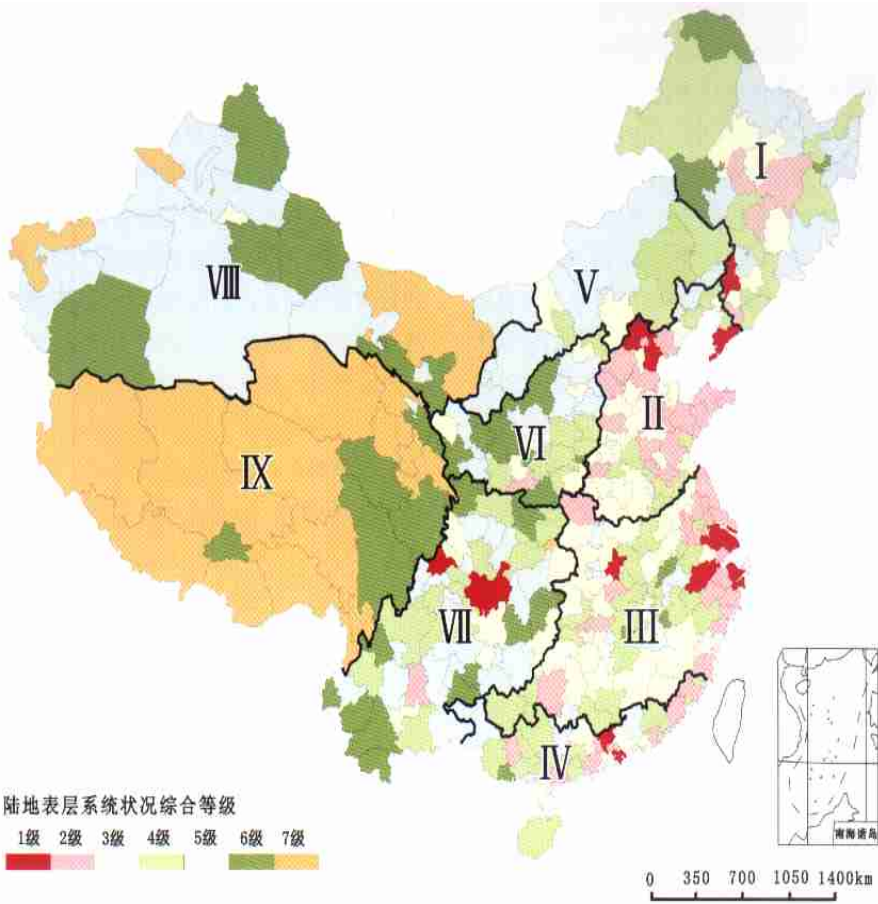


图 1 中国陆地表层系统分区与区域综合状况评价

Fig. 1 Regionalization of the terrestrial system and assessment on regional PSR in China

表 2 中国陆地表层系统 9 个一级区所含地区的陆地表层综合状况等级统计
Table 2 Statistics of the grades of the regional terrestrial system for each region in China

陆地表层系统 综合状况等级	东北区	华北区	东南区	华南区	内蒙区	陇陕晋区	西南区	西北区	青藏区	全国总计
1	1	3	6	2			2			14
2	4	16	13	8		1	1			43
3	4	23	28	7	1	3	8	1		75
4	9	13	19	9	3	9	13	1		76
5	9	5	12	6	5	7	16	10	1	71
6	4	1	3	2	3	7	11	7	7	45
7							2	5	13	20
总计	31	61	81	34	12	27	53	24	21	344

既说明人类活动对自然条件的适应,也在一定程度上说明它能够克服自然环境条件限制这一特点。当然,它也与黄先生提倡的陆地表层系统分区要充分考虑社会经济因素的作用相吻合。

(3)在中国陆地表层系统 9 个一级区中,东南区的 1 级地区最多,占该区总地区数的 7.4%;其次为华南和华北,分别占 5.9% 和 4.9%。华北地区的 2 级最多,占该区总地区数的 26.2%;其次为华南和东南区,分别占 23.5% 和 16.0%。3 级也以华北地区最多,占该区地区总数的 37.7%;其次为东南区和华南区,分别占 34.5% 和 20.5%。4 级以陇陕晋区最多,占该区地区总数的 33.3%;其次为东北和华南区,分别占 29.0% 和 26.5%;不过内蒙、西南、东南和华北等区所含的 4 级也较多。内蒙和西北区的 5 级最多,占该区地区总数的 41.7%;其次为西南和东北,分别占 30.2% 和 29.3%。6、7 级均以青藏区最多,西北与陇陕晋区的 6 级居次,分别占 29.1% 和 25.3%;西北区的 7 级也占了 20.8% 的比例。这反映出从总体看,华北区、东南区与华南区的陆地表层系统状况最好;东北区居中;内蒙区、陇陕晋区与西南区大体相当,均较差;西北区与青藏区最差。

4 结 语

陆地表层系统分区研究不但是制定区域可持续发展战略的基础,而且也是陆地系统科学的一个基础科学问题。尽管在黄先生的指导下,我们一致要求我们自己将这一工作做好,也曾投入大量精力对陆地表层系统分区研究的目的、原则与方法进行了探讨和论述,并参阅了大量的文献,收集处理了大量的资料,但由于陆地表层系统是开放的复杂巨系统,对陆地表层系统进行分区研究也极为复杂;

因此我们的这一工作至今还带有探索性,其结果也是初步的,还需要大量更深入和细致的研究对其进行补充、修订和完善。然而尽管如此,我们仍感到:在研究方法上,本文借鉴了黄秉维所提倡的 自上而下 和 自下而上 相结合的研究思路和方法,同时考虑了自然区划、生态地理区划、生产潜力分区、经济区划及温室气体倍增对未来自然地域分异界线及农业生产潜力分区的影响等因素,及人口发展、资源数量、环境质量、社会经济发展水平、单位土地面积产值、生态治理程度、社会进步、知识经济基础与经济发展的关系等 46 个指标,并采用 (PSR) 评价模型将这些因素联系起来,从而实现了 对陆地表层各子系统与各要素分析的集成 。另外,本文还实践了陆地表层系统研究的定性分析与定量评价相结合的研究方法,采用了模糊聚类方法,对全国 344 个地区的 46 个指标进行模糊聚类分区,从而实现了对各区陆地表层系统综合状况的定量评价。从这两点上看,本文不但是对陆地表层系统分区研究的一个有益尝试,而且也是对各种部门区划的一种提高。因而,其结果对于宏观指导我国的可持续发展具有参考价值。

值此纪念黄秉维先生诞辰 90 周年之际,谨以此初步成果告慰黄先生。虽然,黄先生已不能再亲自指导我们继续开展这一工作了,但我们相信,随着大家的不断努力,中国的陆地表层系统分区会不断得到完善,黄先生的学术思想也会不断发扬光大。

参考文献:

[1] 黄秉维. 加强可持续发展战略科学基础建立地球系统科学 [J]. 云南地理环境研究, 1996, 8(1): 9~ 15.
[2] 黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础(I) [J]. 地理学报, 1996, 51(4): 350~ 357.

- [3] 黄秉维. 区域持续发展的理论基础 陆地系统科学[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 445~ 447.
- [4] 黄秉维. 地理学综合工作与跨学科研究[A]. 见: 本书编辑组编. 陆地系统科学与地理学综合研究 黄秉维院士学术思想研讨会文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1999. 1~ 16.
- [5] 黄秉维. 关于陆地表层研究的一些看法[A]. 见 黄秉维文集编辑小组 (编). 自然地理综合工作六十年 黄秉维文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1993, 25~ 30.
- [6] 黄秉维. 自然地理综合工作概述[A]. 见: 左大康(主编). 地理学研究进展[C]. 北京: 科学出版社, 1990. 10~ 15.
- [7] 中国科学院自然区划工作委员会. 中国综合自然区划(初稿) [M]. 北京: 科学出版社, 1959. 1~ 38, 35, 49~ 290.
- [8] 黄秉维. 关于农业生产潜力研究[A]. 见: 赵名茶(主编). 生产潜力与土地承载力网络试验研究[C]. 北京: 北京工业大学出版社, 1991. 1~ 3.
- [9] 黄秉维. 中国综合自然区划纲要[J]. 地理集刊, 1990, (21): 10~ 20.
- [10] 刘国华. 生态区划的原则及其特征[J]. 环境科学进展, 1998, 6(6): 67~ 72.
- [11] 傅伯杰. 中国生态区划方案[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 1~ 6.
- [12] 孙惠南. 自然地理学中的农业生产潜力研究及我国农业生产潜力的分布特征[J]. 地理集刊, 1985, (17): 27~ 33.
- [13] 冷疏影. 地理信息系统支持下的中国农业生产潜力研究[J]. 自然资源学报, 1992, 7(1): 74~ 78.
- [14] 吴传钧. 中国经济地理[M]. 北京: 科学出版社, 1998, 253~ 255.
- [15] 杨树珍. 中国经济区划研究[M]. 北京: 中国展望出版社, 1990, 1~ 42.
- [16] 赵名茶. 全球 CO₂ 倍增对我国自然地域分异及农业生产潜力的影响预测[J]. 自然资源学报, 1995, 10(2): 148~ 157.
- [17] 葛全胜, 赵名茶, 郑景云, 等. 中国陆地表层系统分区初探[J]. 地理学报, 2002, 57(5): 515~ 522.
- [18] Pinter, L, Cressman, D R, Zahedi, K. Capacity Building for Integrated Environmental Assessment and Reporting: Training Manual [R] . Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP), Canada, Manitoba, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD) & Ecologistics International Ltd. 1999, 1~ 144.

Division of the Terrestrial System in China: A case study from Huang s theory on terrestrial system science

GE Quan-Sheng, ZHAO Ming-Cha, ZHENG Jing-Yun, DI Xiao-Chun

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract: In this paper, a brief review are introduced on the development of Terrestrial System Science and the significance for the study on division of the terrestrial system in China, and the objective, principle and methodology for the study on division of the terrestrial system are discussed. Based on the idea of Top-down and Bottom-up advocated by Huang Bingwei, 5 integrated divisions in China, including the Physico-geographical division, the ecological division, the potential agro-productivity division, the economic division, and the response to global warming of China, are integrated to divide the terrestrial system of China into 9 regions at the first level. Then by evaluating the Pressure, State and Response on 46 components for 344 prefectures in China with the PSR Models, the criteria in seven grades for terrestrial system status in every prefecture are established, and terrestrial system status for 9 regions are assessed. The result shows: (1) The regional differences in landforms and climate are the dominant priority to the regional terrestrial system status. (2) The socio-economical development dominated by human dimension is the secondary priority to the regional terrestrial system status. (3) For terrestrial system status in 9 regions, North China, Southeast China and South China are in better level; the Northeast China is in middle level; the Southwest China and Shanxi- Inner Mongolia- Gansu- Shanxi are in poor level; the Northwest China and Qinghai-Xizang are in the worst level.

Key words: Huang Bingwei; Terrestrial system; Division