

自然地理学综合研究理论与实践之继承与创新

吴绍洪,赵东升,尹云鹤,杨勤业,张雪芹

(中国科学院地理科学与资源研究所 中国科学院陆地表层格局与模拟重点实验室,北京 100101)

摘要: 自然地理综合研究是指将陆地表层地貌、气候、水文、植被、土壤等基本要素融为一体,研究各要素之间总的联系,研究单个要素及其周围现象之间的联系,从而揭示出陆地表层要素相互作用的过程及其形成的格局。这是认识自然地理环境形成和发展的根本途径。地理学家郑度先生,在自然地理综合研究的理论与实践的长期探索中取得开拓性成果,是当代自然地理综合研究的引领者之一。他在青藏高原自然环境的地域分异与格局研究中,构建了高原山地垂直带谱系统,阐明了高海拔区域三维地带性规律,揭示出高原独特的地生态现象及其空间格局,证实并确认高原寒冷干旱的核心区域,提出了青藏高原自然地域系统方案;在自然地域系统综合研究中,建立了适用于山地与高原的自然区划原则和方法,提出中国生态地理区域系统的新方案;在生态建设领域,强调要重视地域分异和尊重自然规律,指出干旱区土地和水资源的开发利用要重视区域发展和环境的协调;基于人类与自然界和谐的理念,他积极推动区域发展中环境伦理的研究和应用。本文回顾分析郑度先生半个多世纪以来,在自然地理学综合研究的理论与实践成果,力图从中参悟郑度先生自然地理综合研究的系统性思想以及开拓进取、探索创新的科研方法。

关键词: 郑度;自然地理综合研究;青藏高原;生态地理区域系统;环境伦理

DOI: 10.11821/dlxb201609002

1 引言

自然地理学具有综合性和区域性特点。综合研究将陆地表层地貌、气候、水文、植被、土壤等基本要素融为一体,研究各要素之间的总的联系,研究单个要素及其周围现象之间的联系,是发展自然地理学的主要方向,同时将推动部门自然地理学的发展^[1]。而从地域角度开展自然综合体的区域综合研究,亦将揭示陆地表层要素相互作用过程及其形成的格局。自然地理学综合研究的理论探索,从区域尺度进行研究,其成果将广泛应用与指导区域资源环境开发利用,生态系统保护,国土整治等方面。地理学的先驱们都倡导综合研究的思维。其中,黄秉维先生一直强调自然地理学的综合研究,指出要研究一个对象与其周围现象之间的联系,研究各对象之间的联系;既要发展综合自然地理学,也要发展部门地理学,更要将其联系起来,并照顾到地域与地域之间的关系。在1950s提出“水分热量平衡、地球化学景观、生物地理群落”的发展方向,将不同尺度的研究结合在一个统一的体系之中^[1]。林超先生在地理研究实践中,坚持这种“自然环境与人生活活动之相互关系”的综合地理学思想,认为中国曾经的“重人文轻自然、重自然轻经济甚至取消人文”现象都背离了地理学综合研究的宗旨,不利于学科发展^[2, 3]。赵松乔

收稿日期: 2016-08-15; 修订日期: 2016-08-31

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41530749) [Foundation: Key Project of National Natural Science Foundation of China, No.41530749]

作者简介: 吴绍洪(1961-), 研究员, 主要从事自然地理综合研究。E-mail: wush@igsrr.ac.cn

1484-1493 页

先生亦强调地理学的综合研究,认为地域分异规律、土地类型、自然区划、自然地理过程、生产潜力等五个方面可共同构建成综合自然地理研究的完整体系^[4]。郑度先生秉承先辈们的综合研究思想,在其长期从事自然地理学综合研究中,始终贯穿综合性和区域性特点,形成了独特的理论并应用于其研究实践之中。他系统总结了青藏高原自然环境地域分异特征,引入“三维地带性”理论,构建了高原山地垂直自然带结构类型系统及其分布模式;总结自然地域系统领域的成果,建立山地与高原的自然区划原则和方法,构建了中国生态地理区域系统的新方案;他关注土地退化整治与生态建设及其与区域发展的关系;他还积极推动开展区域可持续发展的环境伦理研究。

2 青藏高原自然地理综合研究

在青藏高原自然地理综合研究中,郑度先生创造性地构建了高原山地垂直自然带结构类型系统及其分布模式,揭示高海拔地域分异的三维地带性规律、高原植物区系地理的地域分异,阐明高原独特的地生态现象及其空间格局,制订青藏高原自然地域系统方案等,极大地推动了青藏高原自然地理综合研究理论和方法的进展。

2.1 构建青藏高原山地垂直带谱系统

在珠穆朗玛峰地区进行系统科学考察的基础上,郑度先生详细阐述了珠峰地区自然分带的形成条件、主要特征、分布规律及地壳上升对它们的影响,在研究气候、植被、土壤与土地利用空间分带特征的基础上,他对复杂的自然分带现象进行综合,建立珠峰地区垂直带主要类型的分布图式^[5-6]。根据对青藏高原各山系垂直自然带的比较研究,他认为青藏高原的垂直自然带谱结构类型的划分应当遵循统一性原则,垂直自然带谱的基带能反映出所处的温度、水分条件组合,又能体现高原自然地带的特点,应作为带谱结构类型划分的重要依据^[7]。根据青藏高原各山系垂直自然带谱的基带、类型组合、优势垂直带以及温度水分条件等特点,将它们划分为大陆性和季风性两种带谱类型系统,按温度水分状况及带谱特征进一步划分出了9种不同的结构类型组,构建了青藏高原完整的垂直自然带谱系统及其分布模式,并揭示垂直带谱的空间分异规律。垂直带界线自边缘向内部腹地递升,形成全球最高的森林上限和北半球最高的雪线,显示出与青藏高原热源作用相联系的巨大山体效应。

2.2 确立青藏高原三维地带性

郑度先生将山地垂直带变化和水平地带分异相结合,引入三维地带性学说^[5-14],揭示了高海拔区域的自然地域分异规律。对青藏高原自然界的在地域分异,学术界一直存在着不同的观点,认为高原仅存在垂直地带性,或认为垂直地带性掩盖了水平地带性,也有人认为高原非地带性明显。他认为在高原内部,垂直自然带的基带在高原面上联结、展布,既反映出自然地带的水平分异,又制约着其上垂直带的特点,是三维地带性原则在高原上的具体体现。受大气环流和高原地势格局影响,高原温度、水分状况地域组合规律明显不同,呈现出从东南温暖湿润向西北寒冷干旱的变化。在自然景观上表现为山地森林—高山草甸—高山/山地草原—高山/山地荒漠的带状更迭,形成了独特的“高原地带性”。高原内部以高寒草甸、草原和荒漠为主体的垂直自然带呈现水平地带变化则具有强烈的大陆性高原的特色,在本质上异于低海拔相应的自然地带,是中国温带相应自然地带在巨大高程上的变异。地势和海拔引起的辐射、温度和水分状况的不同是变异的主导因素,而以温度偏低表现出高原的特色。

2.3 揭示西藏植物区系地理的地域分异

很多植物学家经常把西藏作为中亚植物区的一部分,把西藏东南部划为中国—日本

或中国—喜马拉雅植物地区的一部分。根据高原植物生态地理关系,郑度先生应用数量统计及分布区型谱图的方法,阐明青藏高原植物区系基本地理成分的三维变化规律及其分区界线,并制作了西藏植物区系分区图,从地域及定量角度确认高原主体属青藏高原植物亚区,东部及东南部为中国—喜马拉雅森林植物亚区,而中亚成分则在高原的西北部起重要的作用^[9]。该方法应用在喀喇昆仑山—昆仑山地区植物区系的分析中,揭示了青藏高原成分与中亚成分垂直变化的海拔高程与地域分异^[12-14]。

2.4 阐明青藏高原独特的地生态现象及其空间格局

郑度先生综合研究了干旱河谷、寒旱核心区域及高寒灌丛草甸地带等高原独特的地生态现象及其空间格局^[15-16]。高原周边众多深切谷地普遍出现干旱河谷景观,尤以横断山区最为明显。为了认识干旱河谷的自然特点,其在农业上的意义及环境改善的潜在可能,郑度先生建立干旱河谷的综合分类系统,将横断山区干旱河谷划分为干热、干暖 and 干温等类型及三个亚类型,反映出该区干旱河谷的区域分异特点^[17]。位于高原中东部的高寒灌丛草甸地带是由深切峡谷向高原腹地过渡中从垂直带转成水平地带,在全球占有独特的地位,在低海拔地区不存在相应的自然地带。他阐明了该地带自然环境与生态系统的特点,揭示其垂直与水平地带的分异规律,通过与苔原带的对比论证了其独特性,并对该类草地资源的利用与整治提出对策建议^[18]。Troll认为在全球有两个非常干旱的高海拔区域,一是位于南美安第斯山脉中段的普那高原,另一是位于帕米尔东部和青藏高原西部的亚洲高地。郑度先生考察证实并确认,中昆仑山腹地及其南翼羌塘高原北部是亚洲的高原寒冷干旱的核心区域。该区地处东西两条水汽输送路径之间,地势坦荡,干燥剥蚀及寒冻冰缘作用发达,湖泊干涸退缩,湖水矿化度大,高山荒漠植被占优势,植被盖度极为稀疏。这一认定与该区高寒极干旱结构类型的垂直带和极大陆性冰川类型相吻合,并互为佐证^[19]。

2.5 构建青藏高原自然地域系统方案

青藏高原是全球海拔最高的一个巨型地貌单元,具有独特的自然环境特征和空间分异规律。郑度先生根据高原自然环境特点建立的山地与高原地域划分的原则与方法体系,通过对高原山地的各种地貌类型组合与基面海拔高度的分析研究,确定不同区域代表基面及其海拔高度范围,以此为基础来比较各个区域的温度、水分条件组合以及地带性植被和土壤的异同,制订了青藏高原自然地域系统方案^[20-23]。该方案既充分反映了高原的水平地带性,又使垂直地带性得到了体现。方案着重考虑气候、生物、土壤的相互关系及其在农业生产上的意义,其突破性在于除东喜马拉雅南翼划归山地亚热带外,还将青藏高原划分为2个温度带、10个自然地带和28个自然区。这是青藏高原迄今最全面而系统的方案,被同行学者所广泛采纳应用,为全球环境变化与区域可持续发展研究提供科学依据。他针对高原不同自然地域单元的环境、资源和发展问题,阐明其自然特点和土地利用、自然资源现状及其开发前景、环境问题与自然保护等,并就不同区域的开发整治提出对策方略^[24-27]。

3 构建中国自然地域系统

自然地域系统的研究是从区域角度探讨区域单元的形成发展、分异组合、划分合并和相互联系,是地理学对过程和类型综合研究的概括与总结。郑度先生对自然地域系统研究方案和结果进行了全面的总结,根据对青藏高原和周边山地的系统研究,发展了山地与高原的自然区划方法体系,为适应全球环境变化及中国区域可持续发展研究的需

要,将宏观生态学理论和方法引入到地域系统的研究中,制定了科学的区域研究框架“中国生态地理区域系统”。

3.1 发展自然地域系统的综合研究

自然地域系统是自然地理学的基础研究领域,从区域角度观察和研究地表自然界,是地理学探讨和协调人地关系的基本途径,在学科发展上有重要意义。在实践应用上可为自然资源的利用与管理、自然环境的整治与保护、科研试验站网的部署、自然保护区的选择、自然区域规划的拟订等提供科学依据。郑度先生主持的国家自然科学基金项目“中国综合自然区划”,从理论与实践上对自然地域系统领域的研究成果进行全面的总结,包括:自然地域分异规律与三维地带性,垂直自然带结构类型划分;古地理环境的演变,自然地域对全球变化的响应,自然地域的空间排序;自然地域体系的划分与合并的基本原则与途径;自然地域界线的性质、类型,地域划分与界线拟订的依据和指标;自然地域单元综合研究的内涵,地域单元间的联系;区划中数量分析方法及遥感与地理信息系统的应用等^[28]。

3.2 建立山地与高原自然区划的原则与方法体系

针对中国自然界多山地与高原的特点,郑度先生从比较地理学角度出发建立了适用的山地与高原的自然区划原则和方法^[8-9, 12, 14, 20]。如运用三维地带性观点,按照地表自然界的实际异同,温度、水分条件的不同组合和地带性土壤、植被,对山地与高原进行分区划片;对于有明显垂直地带性的山地,要对比各山地垂直自然带谱,确定其基带及优势垂直带并予以科学分类;对于高原山地各种地貌类型组合与基面的海拔高度进行比较分析,确定代表基面及其海拔高度范围,根据所确定的代表基面来比较各个区域自然环境特征,进而划分为不同的区域单元,使水平地带性得到充分反映;关于山地区划界线,主张应比较分析其垂直自然带谱的结构类型,以确定归属等;在温度带和干湿状况地域类型的划分中,应拟定相关的温度和干燥度指标,但不应把气候等值线作为区划依据,应综合气候、植被、土壤相互关系,提出区划的指标或指标综合体。这些研究成果被国内同一领域的研究和教材所广泛采用。

3.3 构建中国生态地理区域系统方案

1980s以来,全球环境变化问题得到国际上的日益关注,为了评估全球环境变化对中国自然环境和社会经济的可能影响与作用,当时急需一个较为完善的中国生态地理区域系统方案^[29-30]。郑度先生通过主持的重点基金项目“中国生态地理区域系统及其在全球环境变化研究中的应用”,创新性地继承了中国自然区域系统研究理论,将宏观生态学理论和方法引入到地域系统的研究中,根据当时最新的观测数据和科研资料,对代表自然界宏观生态系统的生物和非生物要素地理相关性的比较研究和综合分析,按照温度、水分和地貌组合及宏观生态系统的地域特征与差异,构建了中国生态地理区域系统方案,深入地揭示了中国自然界的地域分异规律^[31]。使地域系统的成果得到更为广泛的应用,特别是为探讨全球变化对中国自然环境和经济社会发展的可能影响提供科学的区域框架,拓展了地域系统学科理论与方法。

4 推动研究成果指导实践

地理学是经世治用的学科。郑度先生十分重视地理学研究成果对应用的指导作用,并积极实践、努力探索。特别是在西北干旱区土地退化、水土资源利用方面,积极建言献策,并得到了政府部门的高度重视。为推动西北地区的环境整治,建设美丽中国贡献了自己的力量。

4.1 土地退化整治应遵循地域分异规律

土地退化是中国面临的严峻的生态与环境问题。郑度先生认为土地退化研究的目标是恢复与提高土地的生产力,土地退化整治应坚持对退化过程的控制和促进区域社会、经济的可持续发展。他指出中国面积广大,自然条件差异显著,不同区域水土保持和生态修复工作的重点也明显不同。从自然地域系统看,东部季风区、西北干旱区和青藏高原寒区3大自然区,不同温度带和干湿区域的自然环境以及生态系统差异都十分显著,各个区域存在的土地退化问题也截然不同。因此,要根据不同区域的具体自然条件来规划土地与水资源的合理开发利用,制订防治土地退化的综合对策与措施。他在长江上游山地的环境整治和水土保持工作中指出,长江上游地区面积大,地域差异显著,首先要对长江上游地区进行生态与环境区域划分和评价,为水土保持建设规划提供科学的区域框架,并根据不同区域的环境特点来规划土地与水资源的利用策略、制定土壤侵蚀整治对策,既要有宏观的战略决策又要有切实可行的措施和方法。要从整体角度出发,对流域的自然、社会和经济等方面综合考虑,统筹安排,根据地域分异规律进行全面规划、综合治理,对重大环境建设问题,进行宏观调控、决策和监督。在综合发展生产力的基础上,恢复和重建长江上游山地生态系统与环境^[32]。

1990s以来,他参与并促进了中国东部坡地过程及其改良利用和退化土地的恢复整治研究工作。指出中国东部季风区南部,温度水分条件较好,土地生产潜力较大,坡地多平地少是其重要特点。在不合理的人为活动影响下,强烈的流水侵蚀会使地形切割破碎,坡地表土流失,不仅丧失生产价值,还给下坡下游造成危害。坡地的改良和利用既指退化土地的整治与恢复,也指坡荒地资源的充分利用。在这一地区,应以生物措施为主、工程措施为辅,凭借速生植物采用复合农林业途径,并依据各地环境特点及土地类型和退化程度,相应地、分步骤地采用环境保护型、适度开发型和资源节约型的整治恢复体系,以提高其生产力。通过对比研究指出,采用植物篱、坡地形态改造、坡地农林复合系统等是东部退化坡地恢复整治可供选择的良好途径^[33]。

4.2 生态建设应尊重自然

针对中国西北干旱区土地沙漠化与盐渍化等环境问题,郑度先生强调生态建设中应当尊重自然^[34]。长期以来,由于缺乏对自然地带规律的了解,普遍存在着“绿化”和生态建设就是单纯植树造林的片面认识。亦曾有学者提出以森林覆盖率作为中国不同省区可持续发展的共同指标之一。他认为半干旱、干旱气候下各省区环境与发展的协调应当因地制宜,尊重自然规律,既不应背上森林覆被率低的包袱,也不应片面追求不切实际的造林指标,干旱区绿洲边缘虽然可以适当地营建小规模农田防护林,但是不宜大面积植树造林。对于沙漠化治理,他认为中国沙漠化有明显的地带性特点,荒漠植被对干旱区极端环境适应性强,所以沙漠化治理要充分发挥生态系统自我调节和自我修复的功能。可以通过对现有植被的封护管理,减少和避免人类扰动,使退化植被自然更新与恢复,促进沙漠草、灌自然植物发育,降低流沙活动,防止沙漠化土地的扩展。此外,建立自然保护区对于环境整治与生态建设有着重要且不可替代的作用^[35-36]。特别强调,关于沙漠化防治,中国西北干旱区曾开展了大量工作,有经验也有教训。20世纪50年代,石羊河下游的民勤绿洲就开展了大规模的沙漠化整治工作。通过在流动沙丘插置风墙,在沙荒地上封沙育草,在风沙沿线营造防护林带,在农田边缘土埋沙丘等,建成以沙枣林为主的防护林体系,成为当地有名的治沙县。但由于近年来上中游水资源过度开发利用,浅层地下水位大幅下降,人工营造的沙枣林几乎荡然无存。虽然种植梭梭对流动沙区固定沙丘有一定作用,但自然更新较差。一些湖区村庄发生饮水困难,如果不及时采

取有效措施,整个石羊河下游绿洲后果将不堪设想。总之,要因地制宜,合理利用自然条件和自然资源,重视自然环境的保育,才能做到人与自然和谐相处,以促进区域的可持续发展和人民生活水平的提高。

4.3 合理开发利用干旱区土地与水资源

中国西北干旱区天然降水少,农业需水主要依靠灌溉,“有收无收在于水”。但过度开垦导致水资源消耗过度,水土资源的地域格局发生改变,并由此引发一系列问题。郑度先生认为目前主要问题是水资源利用不充分,管理不善、效率低且浪费很大,并指出,西北干旱区虽然地域广阔,但适宜农耕的土地大多已经开垦利用。而且后备耕地资源中,盐渍化土地面积所占比例很高。今后应以提高现有农田的产出为主,而不应盲目开荒垦殖扩大耕地面积。特别是近年,中央西部大开发和“对口援疆”政策的出台,也加剧了地方发展的冲动,无序开发时有发生,加剧了西北地区水土资源的承载压力。他认为水是干旱区紧缺资源,在节约田间灌溉用水方面,需要结合当地条件做切实的科学试验,研制出适宜于干旱区应用的技术手段。研究建立内陆河的分水方案,解决上下游、不同部门、农村城市间的用水矛盾,确定西北地区水土资源的高效配置和利用。而对于有些人提出“东水西调或南水北调,彻底改造北方沙漠”的设想,他认为调水不能解决西北干旱地区的问题,要尊重客观存在的自然地带性规律。无论从自然条件,还是从社会经济发展角度出发,对西北干旱区进行大规模、远距离、跨流域调水,都存在可行性、市场需求、投资效益等诸多问题,需要慎重对待。跨流域引水工程需要科学决策,应当以服务城市和工矿用水为主要目标,而不宜调水用于垦殖发展农业,否则将破坏天然植被、加重土壤次生盐渍化^[37-38]。

5 探索地理学综合研究的发展前沿

自1990s起,郑度先生立足学科前沿,结合《中国21世纪议程》,指出地理学界要抓住机遇、迎接挑战,在全球环境变化、区域可持续发展、人地关系协调以及地理信息技术等优势领域开拓创新,促进地理学的发展^[39]。

5.1 拓展现代地理学未来发展方向

在总结中国现代地理学发展的特点、在国家决策和社会发展中发挥的重要作用、以及取得重要成果的基础上^[40-41],结合科学理论动态、新技术研发和社会发展对地理学的新要求,郑度先生指出了现代地理学发展的主要方向,即地理学和相邻学科的交叉和渗透更加广泛密切;地理学内部的综合研究加强;地理学的微观研究进一步深化,主要表现为由静态类型和结构研究转变为动态过程和机理研究以及进一步的动态监测、优势调控及预测预报的研究;紧密结合实践不断拓宽应用研究领域,研究范围和领域也更加多元化;技术现代化与理论思维模式的转变。这些都将有效提高地理学的研究水平,丰富地理学的科学内涵,强化地理学的技术手段。人类社会面临的全球变化和可持续发展问题,也要求中国地理学家要根据学科特点和优势领域,在陆地表层过程与格局、全球环境变化及其区域响应、自然资源保障与生态环境建设、区域可持续发展及人地系统的机理与调控、地球信息科学与数字地球战略研究等前沿领域开拓创新,为促进地球系统科学的发展,为人类家园的美好未来做出积极的贡献^[42-44]。

5.2 深化地理学的区域性和地域分异研究

全球性问题的认识水平取决于对地域分异了解的深度,而地理学的综合研究需要有全球的观念。根据综合地理学或统一地理学的观点,郑度先生认为区域研究是体现自然

和人文综合的重要层次和有效途径。探讨区域单元的形成发展、分异组合、划分合并与相互联系,是地理学对过程和类型综合研究的概括与总结。从地理学角度,进行典型区域研究,深化对地域分异规律的认识,是与国际接轨、连接全球的桥梁。可持续发展的概念包含地理学的区域属性,其研究与实施也有不同的空间尺度。在理论深化和方法创新的基础上,区域研究仍将是地理学的核心内容,也有着开展相关专题综合研究工作的广阔前景^[45]。

5.3 构建开放的环境伦理学,促进生态文明建设

20 世纪科学技术的巨大进步,带来了空前的经济繁荣,但同时也使得地球表层环境问题日益凸现,地球家园面临着严峻的人口、资源、环境与发展问题,人类社会面临一场新的文明转型^[46-47]。可持续发展思想体现人与自然关系的和谐协调及人类世代间的责任感。为此,从落实以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观,协调区域环境与发展关系出发,郑度先生认为地学工作者更有责任关注地球系统科学知识和自然规律的宣传普及,提高公民和决策者的环境保护与可持续发展的伦理意识,为协调人与自然的和谐发展,护育地球家园做出应有的贡献。从研究人类面临的环境危机到建立正确的人地关系之重要性,通过考察地理学中人地关系认识论的演化,解析环境伦理的核心内涵,探讨环境伦理与区域可持续发展的交互作用,揭示不同社会群体的环境伦理责任。提出应加强可持续发展环境伦理的研究、教育和宣传,制订区域规划中的环境伦理规范,研究制定绿色 GDP 核算体系,优化区域可持续发展考核指标,加快制订和实行区域生态补偿政策,开展可持续发展环境伦理的立法基础研究,明确不同社会群体在区域发展中应承担的环境伦理责任与义务等^[48-50]。这些研究是落实科学发展观与生态文明建设的科学基础。

6 结语

自然地理学的综合研究是指应研究各对象之间的总的联系,研究一个对象及其周围现象之间的联系,辩证地认识地理环境的形成和发展的根本途径是综合研究它的现代过程和历史形成^[1]。为了综合,需要分析。重要的是将研究的各个要素和对象联系起来,尤其是要照顾到地域与地域之间的联系^[1]。郑度先生是当代自然地理综合研究的开拓者之一。在他的研究中,始终贯穿着要素相互作用过程—区域特色—时空格局的研究主线,体现物理—化学—生物过程共同作用的自然综合体特征,努力将自然与人文要素综合一体,形成独特的理论成果,并应用到水土保持、土地整治、生态建设和自然保育的实践中。他倡导的环境伦理与生态文明建设,更是体现了地理学的综合特性,以及对社会经济建设和可持续发展的指导。郑度先生丰富和发展了自然地理综合研究的学术思想。自然地理学综合研究思想具有极为丰富的科学内涵,不断研究并实践自然地理学的综合研究将对新时期自然地理学的发展具有重要的启迪和指导意义。

参考文献(References)

- [1] Huang Bingwei. Some trends in physical geography//Editorial Committee of Huang Bingwei Collection. Sixty Years of Studies on Integrated Physical Geography. Beijing: Science Press, 1993: 9-14. [黄秉维. 自然地理学一些最主要的趋势//《黄秉维文集》编辑组. 自然地理综合工作六十年: 黄秉维文集. 北京: 科学出版社, 1993: 9-14.]
- [2] Lin Chao, Wang Deji, Zheng Xiangxi, et al. Guidebook of local geography. Geography, 1941, 1(2). [林超, 王德基, 郑象铤, 等. 乡土地理调查手册. 地理, 1941, 1(2).]
- [3] Lin Chao, Chen Siqiao. Salt geography of Sichuan Province. Geography, 1945, 5(1, 2). 1-14. [林超, 陈泗桥. 四川盐业地理. 地理, 1945, 5(1, 2). 1-14.]
- [4] Editorial Committee of Huang Bingwei Collection//Selected Works of Zhao Songqiao. Beijing: Science Press, 1998.

- [《赵松乔文集》编辑组. 赵松乔文集. 北京: 科学出版社, 1998.]
- [5] Zheng Du, Hu Chaobing, Zhang Rongzu. Altitudinal natural belts of the Mt. Qomolangma region//Monograph on the Scientific Expedition in the Mt. Qomolangma Region (1966-1968): Physical Geography. Beijing: Science Press, 1975. [郑度, 胡朝炳, 张荣祖. 珠穆朗玛峰地区的自然分带//珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966-1968): 自然地理. 北京: 科学出版社, 1975: 147-202.]
- [6] Zheng Du. Theclimat characteristics of the altitudinal belts in the Qomolangma area. In: Monograph on the scientific expedition in the Mt. Qomolangma region (1966-1968): Physical Geography. Beijing: Science Press, 1975: 1-15. [郑度. 珠穆朗玛峰地区自然带气候特征//珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966-1968): 自然地理. 北京: 科学出版社, 1975: 1-15.]
- [7] Zheng Du, Zhang Rongzu, Yang Qinye. On the natural zonation in the Qinghai-Xizang Plateau. Acta Geographica Sinica, 1979, 34(1): 1-11. [郑度, 张荣祖, 杨勤业. 试论青藏高原的自然地带. 地理学报, 1979, 34(1): 1-11.]
- [8] Zheng Du, Yang Qinye. Some problems on the altitudinal belts in southeastern Qinghai-Xizang Plateau. Acta Geographica Sinica, 1985, 40(1): 60-69. [郑度, 杨勤业. 青藏高原东南部山地垂直自然带的几个问题. 地理学报, 1985, 40(1): 60-69.]
- [9] Zheng Du. Study on the floristic phytogeographical differentiation of Xizang (Tibet). Acta Botanica Sinica, 1985, 27(1): 84-93. [郑度. 西藏植物区系地理区域分异的探讨. 植物学报, 1985, 27(1): 84-93.]
- [10] Zheng Du. Some problem on physicogeographic regionalization of the Hengduan Mountainous region. Mountain Research, 1987, 5(1): 7-12. [郑度, 杨勤业. 横断山区自然区划若干问题. 山地研究, 1987, 5(1): 7-13.]
- [11] Zheng Du. A comparative study on physicogeographic conditions between the Himalayas and Hengduan mountainous regions. Mountain Research, 1988, 6(3): 137-146. [郑度. 喜马拉雅山区与横断山区自然条件对比. 山地研究, 1988, 6(3): 137-146.]
- [12] Zheng Du. A study on the altitudinal belt of vegetation in western Kunlun Mountains. Chinese Journal of Arid Land Research, 1988, 1(3): 227-237.
- [13] Zheng Du. Regional differentiation and regionalization of the Hengduan Mountainous region. Mountain Research, 1989, 7(1): 1-2. [郑度. 横断山区自然地域分异和区划. 山地研究, 1989, 7(1): 1-2.]
- [14] Zheng Du, Zhang Baiping. A study on the altitudinal belts and environmental problems of the Karakoram and West Kunlun Mountains. Journal of Natural Resources, 1989, 4(3): 254-266. [郑度, 张百平. 喀喇昆仑山—西昆仑山地区垂直自然带, 环境和自然保护问题. 自然资源学报, 1989, 4(3): 254-266.]
- [15] Zheng Du, Li Bingyuan. Recent progress of geographical studies on the Qinghai-Xizang Plateau. Acta Geographica Sinica, 1990, 45(2): 235-244. [郑度, 李炳元. 青藏高原自然地理研究的进展. 地理学报, 1990, 45(2): 235-244.]
- [16] Zheng Du. Qinghai-Xizang Plateau and its effects on regional differentiation of physical environments in west China. Quaternary Sciences, 2001, 21(6): 484-489. [郑度. 青藏高原对中国西部自然环境地域分异的效应. 第四纪研究, 2001, 21(6): 484-489.]
- [17] Zheng Du, Yang Qinye. Types and formation mechanisms of arid valley//Arid Valley in Hengduan Mountains Region. Beijing: Science Press, 1992. [郑度, 杨勤业. 干旱河谷类型及形成原因的探讨//横断山区干旱河谷. 北京: 科学出版社, 1992.]
- [18] Zheng Du. A preliminary study on the zone of alpine scrub and meadow of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau. The Journal of Chinese Geography, 1996, 6(3): 28-38.
- [19] Zheng Du. A comparison of Qinghai-Xizang Plateau and high Andean Puna. Science, 1997, 49(6): 32-34. [郑度. 青藏高原与安第斯普那高原的比较. 科学, 1997, 49(6): 32-34.]
- [20] Zheng Du. The system of physio-geographical regions of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Science in China (Series D), 1996, 26(4): 336-341. [郑度. 青藏高原自然地域系统研究. 中国科学(D辑), 1996, 26(4): 336-341.]
- [21] Zheng Du, Li Bingyuan. Progress in studies on geographical environments of the Qinghai-Xizang Plateau. Scientia Geographica Sinica, 1999, 19(4): 295-302. [郑度, 李炳元. 青藏高原地理环境研究进展. 地理科学, 1999, 19(4): 295-302.]
- [22] Zheng Du. Three Dimensional Differentiation of Natural Zonation//Zheng Du, Zhang Qingsong, Wu Shaohong. Mountain Geocology and Sustainable Development of the Tibetan Plateau. Kluwer Academic Publishers, 2000: 47-69.
- [23] Zheng Du. Characteristics of natural environment on Tibetan Plateau. Scientist of China, 2015, 5(Comprehensive edition): 16-27. [郑度. 青藏高原自然环境探秘. 科学中国人, 2015, 5(综合): 16-27.]
- [24] Zheng Du, Yao Tandong. Uplifting of Tibetan Plateau with its environmental effects. Advances in Earth Science, 2006, 21(5): 451-458. [郑度, 姚檀栋. 青藏高原隆升及其环境效应. 地球科学进展, 2006, 21(5): 451-458.]
- [25] Zheng Du, Lin Zhenyao, Zhang Xueqin. Progress in studies of Tibetan Plateau and global environmental change. Earth

- Science Frontiers, 2002, 9(1): 95-102. [郑度, 林振耀, 张雪芹. 青藏高原与全球环境变化研究进展. 地学前缘, 2002, 9(1): 95-102.]
- [26] Zheng Du, Yan Tandong. Progress in research on formation and evolution of Tibetan Plateau with its environment and resource effects. China Basic Science, 2004, 6(2): 15-21. [郑度, 姚檀栋. 青藏高原形成演化及其环境资源效应研究进展. 中国基础科学, 2004, 6(2): 15-21.]
- [27] Zheng Du, Yao Tandong, et al. Uplifting of Qinghai-Xizang Plateau and Its Environmental Effects. Beijing: Science Press, 2004. [郑度, 姚檀栋, 等. 青藏高原隆升与环境效应. 北京: 科学出版社, 2004.]
- [28] Zheng Du, Yang Qinye, Zhao Mingcha, et al. A Study on System of Physio-geographical Regions. Beijing: China Environmental Science Press, 1997. [郑度, 杨勤业, 赵名茶, 等. 自然地域系统研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.]
- [29] Zheng Du, Fu Xiaofeng. A preliminary study on issues of integrated geographical regionalization. Scientia Geographica Sinica, 1999, 19(4): 193-197. [郑度, 傅小锋. 关于综合地理区划若干问题的探讨. 地理科学, 1999, 19(4): 193-197.]
- [30] Zheng Du, GeQuansheng, Zhang Xueqin, et al. Regionalization in China: Retrospect and prospect. Geographical Research, 2005, 24(3): 330-344. [郑度, 葛全胜, 张雪芹, 等. 中国区划工作的回顾与展望. 地理研究, 2005, 24(3): 330-344.]
- [31] Zheng Du, Yang Qinye, Wu Shaohong, et al. China's Ecogeographical Regionalization Research. Beijing: The Commercial Press, 2008. [郑度, 杨勤业, 吴绍洪, 等. 中国生态地理区域系统研究. 北京: 商务印书馆, 2008.]
- [32] Zheng Du. Issues of soil and water conservation in upper reaches of the Yangtze River. Resources Science, 2004, 26 (Supplement): 1-6. [郑度. 长江上游地区水土保持若干问题探讨. 资源科学. 2004, 26(增刊): 1-6.]
- [33] Zheng Du, Shen Yuancun. Studies on process, restoration and management of the degrading slopelands: A case study of purple soil slopelands in the Three Gorges areas. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(2): 116-122. [郑度, 申元村. 坡地过程及退化坡地恢复整治研究: 以三峡库区紫色土坡地为例. 地理学报, 1998, 53(2): 116-122.]
- [34] Zheng Du. Identify natural law, promote harmonious development between man and nature in the arid regions. Arid Zone Research, 2005, 22(3): 285-286. [郑度. 认识客观规律, 促进干旱区人与自然和谐相处. 干旱区研究, 2005, 22(3): 285-286.]
- [35] Zheng Du. Issues on land degradation and eco-reconstruction in northwest arid region of China. Chinese Journal of Nature, 2007, 29(1): 7-11. [郑度. 中国西北干旱区土地退化与生态建设问题. 自然杂志, 2007, 29(1): 7-11.]
- [36] Zheng Du. Desertification and its management in China. Chinese Journal of Arid Land Research, 1994, 7(2): 81-95.
- [37] Zheng Du, Yin Yunhe. Eco-reconstruction in Northwest China//Water and Sustainability in Arid Regions. Springer, 2010: 3-14.
- [38] Zheng Du, et al. Ecological dilemma in Alashan region of Inner Mongolia and its solution//Thinking Records of Scientist in China. 8th Vol. Beijing: Science Press, 2013. [郑度, 等. 内蒙古阿拉善地区生态困局与对策//中国科学家思想录. 第八辑. 北京: 科学出版社, 2013.]
- [39] Zheng Du. China's Agenda 21 and geography. Acta Geographica Sinica, 1994, 49(6): 481-489. [郑度. 中国21世纪议程与地理学. 地理学报, 1994, 49(6): 481-489.]
- [40] Zheng Du, Ou Yang, Zhou Chenghu. Understanding of and thinging over geographical regionalization methodology. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(6): 563-573. [郑度, 欧阳, 周成虎. 对自然地理区划方法的认识与思考. 地理学报, 2008, 63(6): 563-573.]
- [41] Zheng Du, Yang Qinye. China's geography in 20th century. Science, 2010, 62(1): 39-43. [郑度, 杨勤业. 20世纪的中国地理学. 科学, 2010, 62(1): 39-43.]
- [42] Zheng Du, Chen Shupeng. Progress and disciplinary frontiers of geographical research. Advance in Earth Sciences, 2001, 16(5): 599-606. [郑度, 陈述彭. 地理学研究进展与前沿领域. 地球科学进展, 2001, 16(5): 599-606.]
- [43] Zheng Du, Tan Jian'an, Wang Wuyi, et al. Introduction to Investmental Geoscience. Beijing: Higher Education Press, 2007: 1-441. [郑度, 谭见安, 王五一, 等. 环境地学导论. 北京: 高等教育出版社, 2007: 1-441.]
- [44] Zheng Du, Yang Qinye. Researches and prospects of China's modern geography. Science, 2015, 67(4): 29-33. [郑度, 杨勤业. 中国现代地理学研究与前瞻. 科学, 2015, 67(4): 29-33.]
- [45] Zheng Du. A study on the regionality and regional differentiation of geography. Geographical Research, 1998, 17(1): 4-9. [郑度. 关于地理学的区域性和地域分异研究. 地理研究, 1998, 17(1): 4-9.]
- [46] Zheng Du. Prospects of studies on man-land relationship in the 21st century. Geographical Research, 2002, 21(1): 9-13. [郑度. 21世纪人地关系研究前瞻. 地理研究, 2002, 21(1): 9-13.]
- [47] Zheng Du. Issues on environmental ethics in regional sustainable development. Geographical Research, 2005, 24(2): 161-168. [郑度. 区域可持续发展中的环境伦理问题. 地理研究. 2005, 24(2): 161-168.]

- [48] Zheng Du. Man-land relationship and environmental ethics. *Journal of Yunnan Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2005, 37(3): 1-6. [郑度. 人地关系与环境伦理. 云南师范大学学报(哲学社会科学版). 2005, 37(3): 1-6.]
- [49] Zheng Du, Dai Erfu. Environmental ethics and regional sustainable development. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(1): 86-92.
- [50] Zheng Du. Advices on promoting ecological civilization construction by enhancing awareness of environmental ethics// *Thinking Records of Scientist in China*. 7th Vol. Beijing: Science Press, 2013. [郑度. 关于提高环境伦理意识, 促进生态文明建设的建议. 见: 中国科学家思想录. 第七辑. 北京: 科学出版社, 2013.]

Continuation and innovation of integrated studies in physical geography

WU Shaohong, ZHAO Dongsheng, YIN Yunhe, YANG Qinye, ZHANG Xueqin

(Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and
Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: A key characteristic of physical geography is the integrated study, which regards key physical factors of land surface, such as geomorphology, climate, hydrology, vegetation and soil, as a whole to examine interaction mechanism of the factors and land surface pattern caused by the interaction. As an outstanding geographer and Academician of the Chinese Academy of Sciences, Professor Zheng Du has long been endeavoring to promote the studies of theory and practice on integrated physical geography and obtained initiative achievement. In the research on spatial pattern and differentiation of physio-geographical regions of the Qinghai-Tibet Plateau, he established a vertical zonality system on plateau's montane area, announced the law of three-dimensional zonality on the plateau, clarified the developing mechanism of unique geo-ecological landscapes of the plateau and their spatial pattern, identified altitudinal cold and dry core region on the earth and developed regionlizational scheme of physio-geographical of the Qinghai-Tibet Plateau. In the research on physical geographical regionalization, he constructed principle and methodology of physio-geographical regionalization on plateau and mountain, and proposed a novel scheme of China's eco-geographical regionalization. His theory and methods was widely applied to guide ecological construction. He placed emphasis on observing differential regulation of physio-geographical regions and respecting natural law in ecological construction, and further pointed out that harmonious relationship between economic development and environmental protection should be paid more attention in use of water and land resources in developing arid regions of northwest China. Based on ideal of harmony between man and nature, he strived to promote research and practice of environmental ethics in regional sustainable development. In this paper, the authors review Professor Zheng Du's studies and practices in integrated physical geography over the last 50 years or more in order to understand his systematic theories and innovative research methodology in this field.

Keywords: Professor Zheng Du; integrated studies in physical geography; Qinghai-Tibet Plateau; China's eco-geographical regionalization; environmental ethics