

57.12
146

自然地理综合研究

——黄秉维学术思想探讨

中国科学院地理研究所 编

主 编：郑 度

编 委：刘昌明 陈发祖 陈建绥 林振耀 张 翼
张丕远 张青松 张福春 凌美华 谭见安

气 象 出 版 社

1993

- 00900

序

在我国现代地理学的发展进程中，黄秉维先生按照学科本身的特点和规律，密切注视国际研究动向和趋势，提倡学科间的相互交叉和渗透，强调综合研究，积极引入新思想、新技术和新方法，为促进我国地理科学研究水平的提高，作出了重大贡献。他重视理论与实践相结合，根据我国国情，强调地理学为农业生产服务，并身体力行地体现在他所领导的研究工作中。

黄秉维先生一直强调自然地理学的综合研究，即要研究一个对象与其周围现象之间的联系，研究各对象之间总的联系。为了综合，需要分析，既要发展综合自然地理学，也要发展部门自然地理学，更要把它们联系起来，尤其要照顾到地域与地域之间的关系。

早在 1956 年黄秉维先生就提出自然地理学的三个发展方向，即(1)从水分热量平衡出发研究自然地理作用及自然地带的规律；(2)地球化学景观(研究不同景观中化学元素的迁移)；(3)生物地理群落，以生物为主导因素研究物质能量在自然综合体中的交换。他指出，从更广阔的视野看，三个方向存在着外延部分叠合的关系，可以将不同尺度的研究结合在一统一的体系之中，并将导致对地理环境中现代过程及其地域分异秩序的全面了解。他按照这三个方向拟订课题、落实组织、培养人才，极大地促进了我国自然地理学的发展和提高。

学科之间的交叉、相互渗透和综合论证，已成为当代科学发展的主流。黄秉维先生主张从有关科学中汲取营养，掌握物理学、化学和生物学中的成果和规律，通观在不同客体中的相应过程以研究其发生、发展和地域分异，从而健全自然地理学的理论基础。他积极倡导在地理研究中引入新技术和新方法，采用比较完善的仪器、比较精密的分析手段来认识自然现象的性质和动态。在 1960 年前后，他提出应用航空照片、 ^{14}C 测年、孢子花粉分析等新技术，建立人工河床和水分平衡试验场，设置风洞、人工气候室等来模拟自然界中的条件和过程，寻求测定某些自然现象的变化规律。这些都大大地推动了我国地理学的现代化进程。早在 1956 年他就提出要发展自然地理定位观测与实验，认为必须抓紧地理研究中最薄弱的试验研究这一环节。他积极倡导筹建了北京农业生态系统试验站，并已取得了一批有意义的成果。

自本世纪 50 年代以来，黄秉维先生长期担任中国科学院地理研究所所长。他不断开拓并指导了自然地理的许多综合研究工作，如中国综合自然区划，热量、水分平衡，农业自然生产潜力，黄河中游的土壤侵蚀与保持，华北水利与农业发展，坡地改良与利用，全球环境变化等，取得了显著的进展。在他的热情鼓励和精心指导下，我们作为他的学生分别从事自然地理学有关领域的研究工作，聆听了他的教诲，获得有益的启迪。1993 年是黄秉维先生八十华诞，他从事地理教学与科研工作也已逾六十年。本文集的作者从不同角度和侧面阐述对黄秉维先生地理学术思想的体会和应用，以期有助于自然地理综合研究的进一步发展，并借以表示我们对黄秉维先生的崇高敬意和良好祝愿。

郑 度

1992 年 11 月

目 录

序.....	郑 度
从地表热水平衡、自然地理学的三个方向到全球环境变化.....	陈发祖 (1)
黄秉维与中国综合自然区划研究.....	郑 度 (11)
自然地理界面过程及水文界面分析.....	刘昌明 (19)
全球变化研究的先驱者.....	张丕远 (29)
自然地理过程——自然地理机理与综合研究的核心.....	谭见安 (32)
北京农业生态系统试验站研究进展.....	项月琴等 (39)
中国科学院禹城综合试验站试验研究工作概述.....	胡朝炳 (51)
我国农业生产潜力研究进展	
——黄秉维先生的学术思想及贡献.....	赵名茶 (58)
黄秉维农业地理学思想研究.....	于沪宁、杨春虹 (65)
黄河中游土壤侵蚀与水土保持问题.....	陈永宗 (76)
黄河泥沙来源、输移与堆积研究.....	景 可 (83)
黄土高原地区土壤侵蚀制图研究的继承与发展.....	卢金发 (95)
坡地土壤侵蚀过程和改良利用研究	蔡强国、李 刚 (103)
优化开发坡地资源, 提高坡地持续生产力的初步研究	申元村 (114)
加强气候变化影响研究	张 翼、邓慧平等 (121)
黄秉维先生与《中国农业物候图集》	张福春 (129)

CONTENTS

Foreword	Zheng Du	
A view of the global environmental change from the study on heat and water balance of the earth surface and the three orientations of physical geography	Chen Fazu	(1)
Prof. Huang Bingwei and studies on physico-geographical regionalization of China	Zheng Du	(11)
Physical geographic processes and hydrological interface analysis	Liu Changming	(19)
The pioneer of the global change studies	Zhang Peiyuan	(29)
Physical geographical process—The kernel of physical geography and its comprehensive study	Tan Jian'an	(32)
A review of the study of Beijing Agro-Ecosystem Experimental Station	Xiang Yueqin et al.	(39)
A review of experiment and study in Yucheng Experimental Station	Hu Chaobing	(51)
Progress in research on agricultural potential productivity in China ——prof. Huang Bingwei's Academic idea and contribution	Zhao Mingcha	(58)
A study on Huang Bingwei's thought on agricultural geography	Yu Huning Yang chunhong	(65)
On the soil erosion and water and soil conservation in the Middle Yellow River Basin	Chen Yongzong	(76)
A study on sediment source, transport and deposition of the Yellow River	Jing Ke	(83)
Progress in soil erosion mapping of the Loess Plateau, China	Lu Jinfa	(95)
Soil erosion processes and slopeland utilization and amelioration	Cai Qiangguo Li Gang	(103)
A tentative study on developing hill-slope land resources and enhancing its sustainable productivity	Shen Yuancun	(114)
The basic method and issue of the study on impacts of climate change	Zhang Yi et al.	(121)
Prof. Huang Bingwei and «Agro-phenological Atlas of China»	Zhang Fuchun	(129)

从地表热水平衡、自然地理学的 三个方向到全球环境变化

陈 发 祖

提 要

本文评述了黄秉维倡导的地表热水平衡研究和他历来主张的自然地理学发展的三个方向,并概述了地理研究所和全国有关单位在辐射——热水平衡研究方面的成果和进展,同时还介绍了当前国际上正拟开展的全球能量和水分循环实验计划(GEWEX)。当今世界范围关注的全球环境变化研究的基本指导方针和途径,可说是同黄秉维的学术思想一脉相承的。

关键词: 地表热水平衡, 自然地理学, 全球环境变化。

一、黄秉维的自然地理学的三个方向

我国著名的自然地理学家和气候学家黄秉维,约在三十年前就竭力提倡开展地表热水平衡在自然地理环境中的特殊重要作用的研究。

正如黄秉维指出的,“自然地理学是一门很老的科学,自从十九世纪末期以来,为了研究的方便,自然地理学被划分为许多专业,逐渐地、自然地理学本身变成了事实资料以及基础不同的、局部的理论的混合体,总的趋势是日益衰颓”^[1]。长期以来,自然地理学基本上未走出经验性、描述性的范畴,不但理论基础薄弱,就是观察、认识自然的方法,一般也不十分精确,所能达到的视野十分有限,还不能提供充足的、为认识地理环境所必需的资料。黄秉维相信“老路肯定是走不通的绝路”。必须发展新的理论体系,真正能够揭示地理环境中能量与物质交换的过程和规律及其地域差异。黄秉维明确指出“热量平衡、及其在地理环境中的作用的理论就是自然地理学最重要的基本理论”。因为这一方向的理论基础是:(1)太阳辐射是地理环境中一切自然过程的主要能源;(2)在一定热量条件下,地理环境中自然过程的型式和强度取决于辐射平衡及其与降水量的比值^[2]。对开展这一基础研究,黄秉维给予了极高的评价,并寄予了满怀的期望,他说“抓新理论是自然地理学起死回生,成为有朝气、能为人类造福的科学的唯一康庄大道”。

值得我们注意的是,黄秉维从一开始就强调了这一基础研究的两个重要方面,即一方面包括热量平衡、水分平衡本身的研究,这大致多偏重于气候学和水文学研究;另一方面则包括地理环境中一切为热量平衡、水分平衡所制约的物质和能量交换过程的研究,特别是在地理环境中的作用的研究,这一点实际上已表明黄秉维在当时就已预见到了这一研究在全球变化中的深远意义。

黄秉维同时指出,“以热量平衡、水分平衡为基础,全面研究地理环境中物质、能量交换过程和规律,应该包括地理环境中化学元素的迁移,以及生物群落与其环境之间物质、能

量的交换”。这就是他当时认为的自然地理学发展的主要趋势，即“掌握在物理学、化学和生物学中所已经证明的规律，根据它们来观察自然地理学的对象，研究这些对象的发生、发展和地域分异、从而健全自然地理学的理论基础”。这也就是他归纳的地理环境中现代过程综合研究的三个方向，即：一、地表热量水分的分布、转化及其在地理环境中的作用的研究；二、化学元素在地理环境中迁移过程的研究（地球化学景观或化学地理）；三、生物群落与其环境间物质、能量交换的研究（生物地理群落学）。

黄秉维特别强调，三个方向的工作必须有统一的工作计划和步骤，必须进行联合分析，必须组织全面的研究。虽然三个方向的概念不完全相同，实际上并没有多大差别，而且存在着外延部分迭合的关系，肯定可以将它们结合起来，将物理的、化学的和生物的过程联系起来。这将引致对地理环境中现代过程及其地域分异的秩序的全面了解。

正是基于上述三个方向的指导思想，当时的中国科学院地理研究所的自然研究室分成三个研究组，即物理组或热水平衡组、化学地理组和生物组。而且，在 50、60 年代这三个组正是在黄秉维的直接领导下，围绕统一的任务和安排开展工作的。

二、当今国际地圈、生物圈计划，IGBP 的指导思想

黄秉维关于自然地理三个方向的思想的形成要追溯到 50 年代。当他在进行中国自然区划工作时，深感要把这项工作深入下去且再提高一步，还得加强自然地理的综合研究，同时还须与广义农业研究相结合。但是，当时的自然地理学“正处于支离破碎的高峰”，国内外情况均如此，“要重整旗鼓，不得不慎重考虑方向和途径”。黄秉维清楚地看到，虽然在洪堡以后，自然地理学曾经历一个蓬勃发展时期，但至第二次世界大战前夕，已处于停滞的状态。战后更是步履维艰。他同时也十分明确的认识到传统自然地理学有两个弱点，一是综合性的研究不强，相对于同时期其他科学领域来说，甚至可以认为在逐渐衰落；二是缺乏足够的自然科学基础，对所研究的对象了解不深，尤其对自然中的演变过程，缺少确切的认识。自然地理学的各分支克服这些弱点比较容易，进展也较快，但是综合研究工作则较为困难，而且困难愈来愈大。黄秉维认为自然界中的过程主要包括物理过程、化学过程和生物过程，奢望一个通才，全面掌握物理、化学和生物学的基础知识，显然是不现实的。但是从物理的、化学的、生物三类自然过程分别培养人才，分别进行综合研究，又再进一步结合起来，应该还是比较正确的和可行的。对某种现象的探索，必然会引出对了解有关现象的要求，也对综合提供所需要的知识。反过来，综合又有助于分门别类的研究，黄秉维经过如此反复推敲和考虑，于 1956 年的 10 年科学规划会议，正式地提出了自然地理学研究的三个方向问题^[3]。

再看事过 30 年后的 80 年代，国际上对自然、地理环境问题的研究也正是在这三个方向和途径上探索。1984 年美国国家研究理事会所属的国际地圈生物圈计划—IGBP 委员会，曾向国际科学家联合会提交了一份关于全球变化的报告，这份报告指出：在以往 30 年间，世界科学界曾通过国际科联组织进行过“国际地球物理年”、“国际生物圈计划”、“国际陆地圈计划”、“国际水文计划”、“国际大气研究计划”等等大规模的研究工作，每一计划均是以地球环境的一部分为对象，后来它们都得出一个共同的认识，即要了解全球变化中的主要问题，除了必须从地球环境的物理的、化学的与生物的过程分别进行深入的研究外，同

时还必须将相互联系的物理的、化学的与生物的过程综合起来研究^[4]。国际科联接受了这一意见，国际 IGBP 研究正是按这一指导思想设计它的研究计划和内容的。而这正是同 30 年前黄秉维所提出的自然地理学的三个方向问题一脉相承、不谋而合。回顾这段历史，我们不得不钦佩黄秉维的深思熟虑和高瞻远瞩，我们中国地理界能有黄秉维这样的前辈，真正感到无比幸运和骄傲。

1989 年，美国 IGBP 委员会主席 Mooney 先生来到北京，并访问了地理所。在他同黄秉维交谈之后，非常感慨地说中国在全球变化上的思想已先走了三十年！

三、我国辐射—水热平衡气候学的进展

在黄秉维倡导和直接领导下。自 50 年代以来，中国科学院地理所的自然地理室、水文室和气候室一直把辐射—水热平衡研究作为重点内容，我国其他一些研究单位、大专院校的地理、气候研究机构也都陆续广泛地开展了研究。

黄秉维本人亲自从事和直接参与了大量工作。他所提出的三个方向之一的物理过程，原拟定进行风力作用、水力作用、地表水热平衡三个方面的工作，本节所将概述的辐射—水热平衡，只是其中一个方面。

在 50 年代和 60 年代前半期，是起步阶段，重点在学习和借鉴苏联和国外的经验，工作多属辐射—水热平衡本身的研究，特别偏重在野外观测试验方法和辐射—水热平衡各分量的计算方法方面。当时地理所在这方面可说完全没有基础，一切都要从头开始，从仪器制作到方法理论准备（近地表物质能量输送计算方法，辐射传输理论，土壤水热传输理论等等），黄秉维当时自学俄语、已能直接娴熟阅读苏联原文，并且还自学了微积分等数学物理方法，亲自钻研土壤物理，近地层大气物理，农业物理、农业气象的专著和论文。这方面的几种国外期刊，几乎期期他都要过目，掌握国外动态发展状况和指导青年和研究生工作。我自己体会和记忆最深的就是每次同黄秉维见面交谈后，都会得到一张论文题目清单，我把它看的十分宝贵，因为从中你很容易发现有什么进展，有什么新的方法，有什么问题要注意。我从来都十分惊讶和迷惑不解为什么黄秉维能读这么多的书和文章，知道和理解这么多的问题，地理、农业、土壤、水文、气象他几乎无所不读。而且不停留在肤浅概念上，不但知其然，且追究其所以然。

黄秉维 1963 年发表的“从自然地理学、土壤水分平衡谈到 J. C. 威尔科克斯的四篇论文”^[5]，以及 70 年代后期所写的“土壤水分情况较具体的分析方法——以延安为例”^[6]。这两篇代表性文章是特别值得一提的，黄秉维不仅在总体计划布署和原则上指导我们的工作，而且可以看到，他自己是怎样亲自投入研究工作的，可以看到他是如何认真吸取前人和外国的经验，但又不是盲目照搬。凭他尖锐洞察和分析能力，他能识辨那些是值得学习，那些是不能用，那些问题值得进一步探讨（比如土壤可利用水储量、田间持水量的概念）。从这两篇文章还可以看到黄秉维的严谨学风，他从不放过每个细节，对每个问题因缘，以及如何取舍他都有交代。他在延安土壤水分状况分析时，他亲自收集历史气象资料，制表抄写，当时还没有计算机，他是用小的计算器一点一点计算的。我认为黄秉维这两篇文章是颇具匠心的，他不但从整体概念上透彻说明了自然地理学—水热平衡—土壤水分分析的关系和意义，同时不厌其烦地详细讨论和解释了每个具体试验和计算问题及方法，他是要给我

们留下一个如何进行工作的示范。

无论在石家庄定位观测期间和以后北京大屯农业生态站的工作,无论总的工作布署和具体试验安排,黄秉维都作详细交代,每次他总是习惯于用复写纸亲自抄写三份。

地理所的辐射—水热平衡研究,左大康^[7]、刘昌明^[8]、唐登银^[9]、周允华和项月琴^[10]曾作了较仔细评述。对全国的概况么枕生也作过综述^[11]。总体说来,地理所的水热平衡研究大都与农业生态结合进行,在60年代初最早在华北石家庄、德州、衡水等地和西北延安、武功、民勤等地的定位试验,都是结合解决农业灌溉任务进行的。70年代以后则基本上完全与农业生态系统研究融合成一体了。这也就是说研究基本限于均匀的较小的空间尺度的农作物的热量和水分平衡。

蒸发既是热量平衡又是水分平衡的重要分量,也是最难测定和计算的一个量,自50年代以来,蒸发一直是地理所主攻的课题,投入的人力物力最多。60年代在石家庄、德州的定位观测试验研究,就已经建立了比较完整的水文学、气象学、植物生理学和各种测定蒸发的方法,在其他单位配合协作下(比如北京大学地球物理系等),当时已经发展到相当水平,与国外的工作不能说齐头并进,差距亦很有限。10年动乱期间,工作几乎全部停顿。到1979年禹城试验站建立以后,又重振旗鼓,在左大康的全力支持下,经过10年努力,禹城站的仪器设备和研究力量仍不愧为国内蒸发研究的中心。80年代中安装了重十余吨,精度达0.02mm的称重式土壤蒸发器(Lysimeter),最近完成的更大型Lysimeter,重三十余吨,精度亦可达到0.02mm,且深5m,能模拟地下水位变化,可称得上世界之最了。另一个大的进展是在80年代后期,地理所已建立起测定蒸发的涡旋相关系统,实现了黄秉维在60年代初就梦寐以求的宿愿。这个系统由快速响应高灵敏度的超声风速计和红外(或紫外)水汽脉动测定仪,以及计算机数据采集系统组成。由于此方法理论基础最好,被认为是最准确的方法。

总体说来,地理所的蒸发研究侧重于实验研究和测定技术,蒸发的计算相形见绌,程天文和程维新、凌美华建立了计算农田蒸发和蒸发力的公式,洪嘉珪建立了水面蒸发的计算公式,利用常规气候观测资料和一些参数来计算蒸发和蒸发力,这些公式都是在实测资料基础上建立起来的,比较可靠。大尺度区域性蒸发计算方面、50年代曾用气温资料计算蒸发力,供中国气候区划之用。刘昌明曾利用土壤含水量资料估算实际蒸发,为南水北调研究之用。

从全国范围研究来看,则大多偏重蒸发计算研究,实验研究和测定技术十分薄弱,而蒸发计算大多限于蒸发力的计算,如何计算实际蒸发则工作甚少。唐登银曾将已有蒸发力的计算归为三类:对一些现有公式进行改善和简化,如黄润本、邓根云;计算全国蒸发力分布图、如朱岗昆和杨纫章、钱纪良和林之光、卢其尧、高国栋;再就是前面所述的农田蒸发力的计算。

地理所及全国在蒸发方面的研究,在实验和测定技术设备方面发展很快,目前已经十分接近或已赶上国际先进水平,但在蒸发问题研究上不少仍限于不同方法的比较,作物耗水量测定等方面,这实际上仍在国外六、七十年代的工作范围徘徊。蒸发过程机理,水分在土壤—植物—大气连续体中的传输过程,土壤和植物因子对蒸发的影响,虽有不少分散、零碎的实验和模型模拟研究,但还未形成系统的工作,还未概括出真正可以应用的形式。值得特别强调的是,区域蒸发的研究极为薄弱,点上测量或计算还没有很好延伸运用到面上

去（一个小流域，或更大尺度空间），它在地理环境中的作用，研究就更少。这一步不突破，就谈不上任何地理学意义。我们应该有意识地向这方面引导和转移，并进一步把区域性热量水分平衡研究带动起来，进而与化学地理、生物地理群落三个方面结合起来，在更高层次上开展综合研究，认识甚至预测地理环境变化（或今天更为流行的术语、全球变化）。

四、今后的全球能量与水分循环试验计划 GEWEX

前面所述黄秉维在 50 年代就倡导的地表热水平衡、地球化学景观、生物地理群落三个方面的研究，在此基础之上综合研究地理环境的现代过程和演变规律。这条路线到了九十年代今天，当研究和预测未来全球地圈、生物圈的变化成为环境科学中最重要、最被人们关注的问题时，这条路线就更显得它的正确性和必要性了。这实质上也正是全球变化研究的主要指导思想。

自工业化革命以来，大气中 CO_2 和其他对红外辐射有吸收作用的痕量气体浓度的渐渐上升，导致全球变暖。IPCC 在 1991 年的报告称近 100 年来，全球表面温度已增高了 $0.3-0.6^\circ\text{C}$ ，且到下一世纪，气温将以每 10 年 0.3 的速度增加，即到下世纪末，气温约增加 3°C ，全球变暖，海水上升将会导致整个地理环境和社会的一系列严重问题。

但是全球变化的趋势和速度的预测还有许多不确定的问题，黄秉维曾分析^[12]，在 19 世纪前期 CO_2 浓度增加并不大，（1958 年为 295ppm 比 1900 年仅高 15ppm），但全球温度自 1917 年到 1944 年竟上升了 0.7°C ，以后温度反倒有下降趋势，到 1976 年下降了 0.4°C 。而 19 世纪后期 CO_2 增长速度变的很快，1990 年 CO_2 浓度比 1958 年高 58ppm，但这并未同更大增温相配合。再从更长时间尺度分析，全球温度自四千年前的中全新世暖期以来，自然趋势是不断降温，在 450 年前至 150 年前有个小冰期，有人认为今天人类不致受寒冷之害，是由于温室气体作用抵消的结果，如果是这样，温室气体的增温作用一定会比每 100 年上升 $0.3-0.6^\circ\text{C}$ 大许多。

1991 年，世界气候研究计划主席 Pierre Morel 指出，1981 年世界气候计划 WCP，在物理直观基础上，根据少数数值模拟计算，得出结论。如二氧化碳浓度，从工业革命前的水平增加一倍后，全球表面平均温度将升高 $1.5-4.5\text{K}$ 。10 年后的今天已经发展了各种不同世界气候模式，在超大型计算机上消耗了成千上万计算小时，但是 1990 年 WMO/UNEP 的气候变化国际政府首脑会议的结论，认为目前的分析计算的误差或不确定性仍然同 10 年前一样。因此目前对温室气体浓度增加对气候变化的影响的估计，还很不确切，还不能说已取得什么突破性的进展。Morel 教授说，作为科学家我们欠自己一笔债，对那些关心气候变化威胁的人们我们欠一笔债。

认识气候变化的关键首要的是要知道地球上的能量是如何再分配的，以及它如何在空间中损失的。在调节整个能量收支方面，全球水分循环起着决定性作用。地气系统每年从太阳辐射获取大量热量，一部分被反射回宇宙空间，大气吸收一部分，大部分被陆地和海洋表面吸收。大气和地表吸收的这一些热量，又变成各种形式的热量交换、比如大气、云和地面的长波热辐射的交换，大气的长波热辐射与大气中云量、水汽含量，以及能强烈吸收长波辐射的所谓温室气体如 CO_2 ，甲烷等的含量有关。地面吸收的太阳辐射大部分消耗于水的蒸发过程，一部分用于地面和大气间的热对流。蒸发的水汽在大气中凝结成云时，又

把潜热释放出来。云既反射出去相当多的太阳辐射，也直接影响地表的辐射收支。云经过降水过程又把水送回地表，并形成径流构成了全球水分循环过程。目前我们对水分循环各个分量的地理分布和时间分布的认识还是很不清的，要很完善和定量地计算地球大气中的能量和水分的全球通量是地球科学的一个大挑战。1956年布德科发表的著名论著“地表热量平衡”，计算的地气系统对太阳辐射的反射占40%。事过30年后，1986年 Sellers 给的数值则是30%。两者相差甚多，热量平衡其他分量的估计也不一致，这仅是对整个天气系统而言，如论热量平衡不同纬度的地理分布和时间季节变化，不同作者和不同方法之间的计算差异就会更大。气候和气候变异的问题的主要困难在于如何把气候系统的各个组成部分，如整个大气圈，世界海洋，陆地和海—冰以及陆地表面的水文过程（包括雪和植被）等等，恰当的耦合起来。显然全球变化不是意味着简单气候模式问题，更不是意味着仅仅只是大气科学的问题。

现有的各种 GCM 模式，无不是以地球流体动力学方程为基础的，虽然风在大气和海洋循环耦合过程中起着主要作用，但气候问题的本质还是热力学性质的，要弄清气候系统的上述各部分之间的交互作用并不只是个动力学问题。也就是说不是只靠地球流体力学运动方程就能完全描述和解决的问题。我们必须更加精确地测定和预测控制能量交换的各种过程，比如辐射传输过程，显热交换过程，潜热交换过程以及降水、蒸发过程。

水的三相状态勾勒了整个地球面貌的主要轮廓，水强烈地控制着大气的动能，水几乎参与了地球系统所有方面的活动。作为气体时，它是地球最强的温室气体，它是大气能量的携带者，凝结水既起着增暖大气作用，又有冷却作用。要决定水的实际作用，必须要观测蒸发、云形成，降水的完整循环过程。

现有气候模式的一个主要薄弱环节是陆地—表面水文过程以及中尺度天气现象缺乏代表性。现在一个中心目标就是要发展和改进现有地表或近地表过程的模拟，以便将流域尺度上的地表水和地下水过程综合到一个完整的交互作用的全球陆地—大气模式中去。这里，对于蒸发、蒸腾过程的处理特别需要有根本性的改进，因为它既控制着陆地表面的水汽通量，又控制着热量通量。

改进对未来全球变化的预测的另一面，是如何改进和加强地面定位和卫星观测系统。比如正在计划中的国际地球空间观测平台，以及热带降水观测行动计划 TRMM，热带系统能量收支观测行动计划 BEST，这种系统将对各种模式的预测进行比较和检验。开展大尺度的水文循环野外试验，还可以用来标定上述观测系统所用的传感器，并对其观测结果及其计算进行评价和检验。

在 WCRP 的支持与激励下，全球海洋观测有了大的发展，而将出世的海洋卫星可以监测平均海平面的地形，风应力，海温等。在大气方面则表现在 GARP 全球大气研究计划下的全球天气试验 GWE。其观测系统目的在动力气象方面，主要监测大气压力，温度和风，以推进全球天气预报。辅之以经验的和其他特别的方法还可推论一些与气候有关的要素，比如云复盖量，辐射通量，降雨等。但这个系统远不能满足进一步认识气候系统的动力学和热力学过程。WCRP 有关气候研究的卫星观测系统的工作组 WGSOS 也意识到了推动未来在气象和气候研究的关键在于发展空间的地球观测系统。计划在 1995—2000 年美国、欧洲和日本空间中心将采用新的观测技术，并建立空间工作站和发射大型的极地轨道平台。这些技术发展的重点将放在如何更好的描述和定量的测定地球大气的全球能量通量和水汽通

量。**GEWEX**就是这样背景下提出的。**WGSOS**为了判断对**GEWEX**提议的科学反映和它在技术上的可行性,1987年1月19—23日在加拿大的**McGill**大学召开会议。会议报告成了第一份有关**GEWEX**构思。

20年以前开始的**GARP**为提高天气预报的能力和认识大气动力学和物理过程奠定了很好的基础。继**GARP**之后,**WCRP**把目标对准整个气候系统问题,这个系统将包含大气、海洋、陆地、水面,以及它们之间的相互作用。目的在于确定气候变化的原因和人类活动对气候的影响。**WCRP**计划了三个大方面的具体内容:第一、要把天气预报的能力从一周的时间尺度提高到1—2月,并且要了解大气—地球表面系统中的热力学过程;第二是考虑年际的时间尺度,以及热带海洋和全球大气的相互作用,即**TOGA**计划。第三是世界海洋环流实验**WOCE**,目的在从全球尺度上观测和认识海洋环流。第二、第三内容大部集中在海洋方面,**TOGA**和**WOCE**到90年代中将基本结束。这两个计划的完成将会大大增进我们对海洋以及它们与大气的相互作用的认识。剩下的问题将集中在大气中的能量和水的传输过程上。1995年以后在一个相当长的时间内,**WCRP**的主要内容就是全球能量与水分循环计划。

大气同地表面的能量交换主要是通过辐射通量和蒸发进行的,降水过程又以潜热的形式把能量又返回大气中。水汽凝结或结冰形成了云,而云则是大气中影响辐射能交换的主要因子。降水的分布控制着植被,控制着冰盖地面的范围,控制着进入海洋的淡水量。目前,全球尺度上降水、蒸发、和水的传输的观测是最为薄弱的,在大气环流模式中对它们的考虑也是最差的一部分。**GEWEX**的提出就是要解决这一问题。自从四年前**GEWEX**提出后,受到广泛的国际支持,**ICSU**国际科联执委会把**GEWEX**看作是**WCRP**的核心计划,是对全球气候变化研究的主要贡献。美国地球与环境科学委员会**CEES**把气候与水文循环作为全球变化研究的头等优先项目。从涉及范围看**GEWEX**并不是从传统观念上的一种“试验”,它其实是研究、观测和科学活动的综合计划,目的在于预测全球和区域水文体系的变化。**GEWEX**的活动在今后还会逐渐扩大。

GEWEX的具体目标是:借助于大气和地表特性的全球性观测,确定水文循环和能量通量;全球水文循环及其对大气和海洋的影响的模拟,提高对全球和区域水文过程变化的水资源,以及它们对环境变化的预测能力;扶持发展观测技术和数据资料管理。

GEWEX计划战略部署是:如何利用现有的各种计划的观测试验结果和数据;开展各种过程模拟研究,如大气—植被—水文相互作用,建立不同尺度的水文和能量循环各个方面的演变的模式,这些模式可以同大气—陆地—海洋充分耦合;向欧洲空间中心**ESA**,美国宇航局**NASA**,日本的国家空间发展中心**NASDA**推荐可在空间工作平台使用的有关仪器、传感器;开展国际性包括各种尺度的试验研究:小尺度过程研究(1×1到100×100km);大陆州尺度;全球尺度。

目前**GEWEX**正计划1992—1998的大陆州尺度的国际计划**GCIP**,它是以美国的密西西比河流域为试验研究对象。大陆州国际试验**GCIP**,是**GEWEX**建设准备阶段的核心任务,它将把已有的空间系统和现代的地面观测系统(如气象雷达网**HEXRAD**)结合起来,用以效仿今后从空间工作平台可能得到的信息,目的在发展和评价大尺度模式,把水文——大气模式耦合起来,利用地面定位站和空间遥感数据资料,获得对大面积大陆地域上的能量和水分循环的定量认识。

五、回顾，教训与展望

黄秉维自 50 年代提出了自然地理学的三个方向，从全球环境的物理过程，地球景观化学过程，生物群落地理过程（生态系统的同义语）着手深入研究，在此基础上进而综合认识全球环境的演变规律。实际上还未等我们在此道路上有何重大进展和突破，地球环境已经发生了巨大变化，并且已经构成了对人类和地球生态系统的威胁，今天摆在我们面前的任务和要求，已经不仅是要认识它，而且是要如何预测，如何对策的问题了。

回顾这三十多年的历程正如前文所述的，我们虽然很早就认识到面临问题，也看到如何探索的正确途径，我们本应在当今全球环境变化，我国生态系统网络研究等重大任务和课题中，充当前锋，发挥更大的作用。但是，不能不承认，我们的行动还是比较迟缓，我们的阵容比较混乱，以及由于客观方面的障碍，我们还未能在三个方向真正形成完整力量。

物理过程研究中，关于风力作用工作刚准备不久，就要在兰州建立沙漠所，连人员，试验风洞设计材料都转移了，同时野外风沙流测定和大气尘埃沉积测定的设备和人员也都迁走，另起炉灶后与地理所的关系也就甚少。农田土壤侵蚀工作刚刚有了头绪，也因“文化革命”中断。地表水热平衡研究，本已达到相当水平，十年动乱之后，不仅多数设备荡然无存，观测资料总结报告也一扫而空，原有队伍也各奔前程去了。此后的工作转向抑制蒸发、土面增温剂、农业生产潜力和农业生态系统的工作。物理过程本还有水力作用研究，它包括坡面径流的形成过程，坡面径流的侵蚀作用与河床过程，后来则与坡地利用和坡地持续生产力工作联系起来。至此研究工作转向与农业密切结合。偏重生产实际问题，当然是应该的，是形势的要求，也是自身赖以生存的保障，但学科方向本身的系统研究却难以坚持下去。

化学地理过程研究，开始时即以与农业相关的盐分平衡为开端，重点在德州布置了水盐动态观测试验，还参与了德州旱涝碱区划，正拟逐步深入时也因文化革命而中断，此后则转向地方病与环境污染的任务。正如黄秉维指出的地理所在这方面，由于能运用自然地带性、非地带性、坡面与流域体系、河流侵蚀、搬运、沉积过程等原理和概念于采样和说明所得的信息，化学地理研究是取得了显著成就的。形势不断发展和需要，化学地理已成为庞大的独立研究室，并逐渐形成了自己研究方向：以研究环境化学元素与人类生命和健康关系的“生态化学地理”，和以研究人类活动与化学污染、环境质量关系的“环境化学地理”。看来主要方向还是偏重环境化学了，与原来设想多少有所出入。

从原来热水平衡研究延伸的农田自然生产潜力、坡地持续生产力、节水农业和雨养农业有关的农业生态系统，所有这些其实都与生物过程结合在一起，但是回顾起来，地理所自然地理始终没有专门为生物过程安排系统性研究工作。

不言而喻，黄秉维的构思，是要把三个方向最后结合起来的，在三个方向结合的基础上的综合研究，才是黄秉维所说的自然地理学的“正文”。当然，这种结合不能等到最后，“到一定阶段，在相联系的部件就必然会脱颖而出”。事实上，三十年来，这个“正文”始终在孕育之中，我们不得不承认，虽然不少是坚持下来了，在健康成长，但有的已经夭折流产，有的则已经变形。

在今天我们回顾过去历程，重温黄秉维的自然地理学思想时，有必要总结历史的经验

和教训。

1. 点上观测试验、方法论研究和过程模拟我们已经作了不少，摸索了几十年，有些方面作的还相当深入，也已达到很高水平（比如蒸发）。当然，要继续深入下去，还有大量工作可做，这是不会有止境的，但是相形之下，如何由点到面，如何把点的结果延伸到在更宏观的区域尺度上，显得十分薄弱，不少方面几乎还未起步，这是我们主要的问题。能钻进去，但总跳不出来，作为地理学研究，这种方法肯定是不行的。

2. 就点的工作来看，对象偏小，工作内容过细，学科比较单一，这不像地理学意义上的试验研究。比如地理所的两个站，工作限于不过一、二十公顷土地农田生态环境研究，它们在比如光辐射，蒸腾蒸发方面的工作做的非常精细，两个站的研究人员大部分属农业气象专业，学农的都不多，自然地理的更少，而且从趋势看，工作将会愈搞愈细，离自然地理学愈走愈远。禹城站通过黄淮海任务向外发展了几个试验示范基地，但渐渐这些基地也盖上房子建实验室，成了固定永久性的站了，工作也大都限于那个点的问题。七十年代末，地理所曾经在北京延庆等县区到处选点，试图寻找一个有代表性的流域，建立试验观测基地，开展自然地理、农业地理、地貌、水文、气候、多学科的综合研究，我个人认为这条思路比较好，适于地理学研究。

3. 黄秉维提出了自然地理学的三个方向，要从物理的，化学的，和生物的角度去研究地理环境，这是问题的本质。但问题的核心还在于如何从物理的，化学的和生物的综合的层次上来认识地理环境及其演变规律。但是回顾过去的历程，我们在三个方向上分别作了不同程度的工作，但是他们各自在地理环境中的作用，作的比较少，如何把三个方向结合起来，从综合的角度来研究地理环境的过程和变化规律，作的就更少。有的方面的工作发展很快，但似乎有愈走愈远，身不由己的趋势。

4. 黄秉维倡导的自然地理学三个方向，研究现代自然过程及其演变规律，实际上与当今生态系统、全球变化研究是息息相关的。显然，这是一个长时间才能完成的历史性任务，不是一代人短时期就能突破，取得成效的。但这不等于说可等闲视之，漫无边际任其自然发展。回顾三十年来的工作，深感这也是我们要害所在，黄秉维虽然指明了方向和道路，但由于我们理解不深，致使我们划不清总的问题的阶段性，提不出每一阶段的目标，和要解决的明确的科学问题，加之近三、四十年来，政治干预科学，政策路线及任务多变等客观原因，工作常常是几起几落，前后迂回，三个方向不但未能很好结合，各自的研究也不成系统，支离破碎。要克服这一关键问题，把自然地理学研究真正按照黄秉维倡导的方向发展下去，今后研究既不能过分追求精细、微观，也不能漫无边际，应在至少有相当流域水平的空间尺度范围内，坚持在一个能看得见的、地理环境受人类活动影响而产生变化的时间尺度上，有意识地选择对象具体的、其科学问题明确的地理单元（地理系统），要强调在总的目标下，在统一组织下开展研究，只要坚持走一步，留一个脚印，解决一个问题，我们是能够最终完成这一历史使命的。

参 考 文 献

- [1] 黄秉维,“热水平衡及其在地理环境中的作用”前言,科学出版社,(1962)。
- [2] 黄秉维,自然地理学的一些最主要的趋势,地理学报,26 (3), 149—154 (1960)。
- [3] 黄秉维,地理学学科规划说明书,(一)自然地理学,1956—1967 年基础科学学科规划,科学规划委员会,409—410 (1956)。
- [4] 黄秉维,自然地理综合工作概述,“地理学研究进展”,科学出版社,10—16 (1990)。
- [5] 黄秉维,从自然地理学,土壤水分平衡谈到 J. C. 威尔科克斯的四篇论,地理学报,29 (4), 331—352 (1963)。
- [6] 黄秉维,土壤水分情况较具体的分析方法——以延安为例,(即将发表)。
- [7] 左大康,地理学的实验研究,“地理学研究进展”,科学出版社,25—34 (1990)。
- [8] 刘昌明,地理系统中的水—要求研究进展,“地理学研究进展”,科学出版社,45—53 (1990)。
- [9] 唐登银,我国蒸发研究的概况与展望,地理研究,3 (3), (1984)。
- [10] 周允华、项月琴,地表环境辐射研究回顾,“地理学研究进展”,76—85 (1990)。
- [11] 么枕生,我国气候科学四十年来的蓬勃发展,地理研究 9 (1), 59—77 (1990)。
- [12] 黄秉维,如何对待全球变暖问题,地理新论 6 (1), (1991)。

A VIEW OF THE GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE FROM THE STUDY ON HEAT AND WATER BALANCE OF THE EARTH SURFACE AND THE THREE ORIENTATIONS OF PHYSICAL GEOGRAPHY

Chen Fazu

Abstract

Studies on heat and water balance of the Earth surface advocated by Huang Pingwei, and his consistent stand of the three orientations for the physical geographical development, have been commented. The progress in the studies on radiation—heat and water balance has also reviewed. The principle of study on the global environmental change, at present, can be traced to the same origin of Huang Pingwei's ideology. In this paper, the GEWEX program, the Global Energy and Water Cycle Experiment, has been presented as well.

Key words The study on heat and water balance of the surfaces of the earth, Physical geography, The global environmental change.

黄秉维与中国综合自然区划研究

郑 度

提 要

自本纪 30 年代起黄秉维对中国自然环境及其地域分异进行了长期的综合研究。50 年代他主持编撰《中国综合自然区划（初稿）》专著，强调主要为利用土地与水的事业服务。他对比研究各项自然因素之间的相互关系，拟订了适合中国特点又便于与国外比较的区划原则与方法，揭示了中国自然地域分异规律，系统地说明全国自然区划的用途和意义，促进了全国自然区划工作的开展。80 年代以来，他对原有区划方案作了系统的修订，并以提高和维持自然生产潜力为目的进行综合论证。本文就中国自然地域分异的地带性，自然地域界线与指标、自然区划的方法论以及区域单元的综合研究等问题进行了讨论。

关键词：黄秉维，自然地域分异，综合自然区划。

中国幅员广阔，南北跨越热带、亚热带和温带，东临浩瀚的太平洋，西依雄伟的亚洲高地。她经历了长期而复杂的环境变迁和人类活动的深远影响，以其自然环境的特殊性和多样性为国际科学界所瞩目。

本世纪 30 年代后期，黄秉维在编撰《中国地理》（长篇）时，就对组成自然环境的各要素作了全国性的区划。40 年代发表的“中国之植物区域”和“中国之气候区域”是他在这一领域早期的研究成果。以气候区划而言，他依照综合观点将原来的云贵高原区分成两个区域，得到原作者的赏识。

1956 年起他协助竺可桢教授主持中国自然区划工作，完成了《中国综合自然区划（初稿）》^[1]专著，强调主要为利用土地与水的事业服务，他指出“地理学者都了解，不同规模的区划是认识‘地’的一种手段。按认识的秩序来说，应当先做农业自然区划。”他根据自然地理原理，比较研究各项自然要素之间相互依存的关系，拟订了适合中国特点又便于与国外相联系的区划原则与方法，揭示了中国自然地域分异的基本特点和规律，在理论方法上有很大的创新和突破，系统地说明全国自然区划在科学认识上的意义及在实践中的用途。这一成果内容详尽而系统，国内外迄今未见有类似的著作，一直为农林牧水、交通运输与国防等有关部门作为查询、应用和研究的重要依据，有力地促进了全国及地方自然区划工作的深入开展。

60 年代，黄秉维撰文对综合自然区划的原则和方法做了进一步的阐述^[3]，补充和修改了原有方案，并明确将原来的热量带改称为温度带^[4]。80 年代以来，他针对原有方案的问题，作了较系统的修订，简化了区划体系，再次重申温度与热量是不同的概念，纠正热量带的错误称谓，要求改正为温度带，并以提高和维持自然生产潜力为目的进行综合论证。

本文仅就中国综合自然区划研究的若干问题，阐述对黄秉维学术思想的学习体会和心

得。

自然地域分异的地带性

青藏高原和季风是中国自然界最突出的特点,三大地势阶梯的轮廓以及多山地和高原的格局在不同程度上引起我国自然环境的复杂变化,也给综合自然区划带来不少棘手问题。

长期以来,中国自然区划多以地形构造为基础,与地势格局相联系,划分成不同的自然区,如东北、华北、华南、蒙新、青藏等。它们虽然在一定程度上也反映出温度的南北差异和水分状况的东西变化,但并没有明确体现出温度和水分条件分异的地带性规律。

《中国综合自然区划(初稿)》按自然界各现象的联系予以贯通,依次表达温度,水分状况和地貌条件的差别,显著地衬托出自然地带性。自北而南按温度条件的差异依次划分出寒温带至赤道带等8个温度带(原称热量带)和亚带;又根据水分状况的不同区分出湿润,半湿润,半干旱和干旱等4类自然地区^{[1][2]}。这种按生物气候原则对较高级单位的划分突破了原来传统的区划框架,引入了自然界地域分异的基本理论,寻求对自然地带性的表达,即青藏高原以外自然地带的排列先由南而北,后转向自东而西递变。

地表自然界的区域分异是地带性因素和非地带性因素相互制约、共同作用的结果。黄秉维方案根据气候在土壤、植被上的反映,即生物气候原则来观察自然现象的水平地带性规律。^[3]这种广义理解的地带性和C. Troll 三维地带性的概念大体上是一致的,是阐明地球表面地理实体和景观生态类型的三度空间排列的比较地理学观点。

地势因素在自然地域分异中的作用通常被认为是第二位的,它所引起的垂直地带性从属于水平地带性。然而青藏高原的隆起明显地打破了温度条件分异的纬向地带性规律,出现变形、扭曲以致中断。由于海拔高亢、地域辽阔,青藏高原的自然景观类型、特征及自然历史均与低地有别,所以黄秉维一直主张将青藏高原作为高级区划单元独立列出^[6],充分反映出地势因素的重要作用。

在我国东部低海拔区域虽然也有若干山地错落分布,却比较容易按照温度条件的差异划分为不同的温度带。80年代黄秉维在原方案基础上根据温度及有关自然现象和农业生产状况的差异自北而南划分出寒温带、中温带、暖温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带、边缘热带、中热带和赤道热带9个温度带^[6]。这与原来体系相比,命名较恰当,而且详略适中,便于理解和应用,也有利于国际交流和比较。

我国多广阔的高原,其所处的海拔高程有别,对温度条件及自然特征的影响也不一。例如内蒙古高原大部分地面为海拔1000—1500米,按照我们对三维地带性的理解,应依地表自然界的实际状况,根据其温度条件和水分状况的不同组合来划分,而不需要订正到某一假定的海拔高度上来确定其水平地带的归属^[10]。再以云南高原为例,它在我国自然区划中的位置历来意见分歧。有的认为云南高原自然景观的形成和发展与热带有密切联系,主张称为“热带山原”。但按照其实际的温度条件来衡量,与热带的标准相差较大,大部分以亚热带的常绿阔叶林为优势的植被类型,发育着地带性的土壤——红壤,因而本质上仍应划归亚热带的范畴^[10]。

青藏高原的自然地域分异也很明显,东南部温暖湿润,西北部寒冷干旱,表现为山地森林—高山草甸—高山/山地草原—高山/山地荒漠的地带更迭。由于高原内部山脉盆地相

间,水平地带和垂直地带犬牙交错,其自然地带是三维地带性紧密结合的产物^[9]。按照温度条件可以划分为高原亚寒带和高原温带,其下可再依水分状况划分为不同的区域单元(自然地带),与我国温带相应的自然地带相比较,它们在水分状况特点上相似,而以温度偏低表现出高原自己的特色。

因此,作为自然地域分异基本规律的自然地带性,即广义的地带性得到普遍的应用。但它们之间并不是等同的,因为水平地带性主要受制于行星—宇宙因素,是较高级的规律,而垂直地带性主要制约于地势,是较低级的规律。这种广义地带性原则比机械地按南北分异、东西递变及垂直变化的分析更科学、更实际,从而得出从属关系明确的等级单位系统。

自然地域界线与指标

地表自然界及其各个组成要素是不断发展变动的,各项自然现象的地域变化大多是逐渐过渡的。因此,自然界的地域差异并不是绝对的,各个地域单元之间的界线并非都是泾渭分明,一线之隔判若天壤的情景很少见。自然地域界线还常代表具有一定宽度的带,其空间位置可能随时间发展而变化,具有发生学的意义。自然地域界线的这种变动性既包括年际的波动变化和多年的动态演变,也指人类活动引起的地域界线的历史变迁以及全球变化所产生的区域响应和自然地带的推移。

中国自然界的亚热带性特别发达。从温度条件看,温带温度变化大、季节分明;热带温度常高,季节变化不显著;而亚热带则夏季近似热带、冬季与温带类同,有季节分异但不明显。温暖时期遗存下来的植物和残留红色风化壳的广泛分布更大大加强了亚热带性突出的特点。因此,与世界各地相比较,中国亚热带所跨纬度较多,其内部温度条件的差异也较大。如果按照比较严格的亚热带标准,在我国只有亚热带中部大多数低地可以称为亚热带^[4]。50年代的黄秉维方案对确定亚热带的范围予以了特别的关注。一方面,他纠正了不少苏联学者将淮河以北,燕山以南划归亚热带的主张,认为这一地区冬季温度过低,中小河流和土壤均冰封冻结,应划归暖温带。另一方面他坚持将南亚热带划出,不同意苏联学者将广州一带划归热带的意见。

关于亚热带南界或热带北界位置南伸或北移的争论持续很久。80年代以来,黄秉维多次撰文阐述他的观点和主张^{[5][7]}。按照国际上流行较广的柯本的气候分类标准,以最冷月平均气温 18°C 为热带的界线,为较多人接受的特点还有绝对无霜、低温不成为植物生长的限制因素等。从经济上讲,多年生植物在热带的土地利用中起主要作用,类似于固定资产,万一发生冻害,其损失很大。根据几十年来的研究进展,对原有方案作了若干修正,将海南岛北部、台湾南部、广东、广西及云南南部称为边缘热带,按严格标准划分的典型的热带则称为中热带,而原来划分的赤道带改称为赤道热带^[7]。

有人主张热带北界应当北移,划在南岭或南岭以北,理由是其间还有许多热带性的自然现象。根据中国季风气候的研究,这一见解似乎是可行的,但如果考虑农业生产和温度的关系,则是不适宜的。因为这一界线大致与最冷月均温 12°C 甚至 10°C 等值线相当,远远偏离了国际上习用的标准。黄秉维早于30年代实地考察了南岭,得出它不是一条自然地理界线的科学结论。

一些植物学家从若干植物种的分布着眼,认为海南岛算作热带已很勉强,界线不能北