

气候变化对中国水资源的影响

宁金花, 申双和 (南京信息工程大学, 江苏南京 210044)

摘要 综述了气候变化对我国水资源的影响。气候变化会引起水循环的改变,而水循环的改变将可能影响各种灾害天气时间的长短、频率、损失以及水资源的可利用性;气候变暖可能使北方江河径流量减少,南方径流量增大,导致旱涝灾害出现频率增加,并加剧水资源的不稳定性与供需矛盾。
关键词 气候变化;水循环;径流;蒸发;供需水
中图分类号 S271 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2008)04 - 01580 - 04

Effect of the Climatic Change on Water Resource in China
NING Jin-hua et al (Nanjing Information Engineering University, Nanjing, Jangsu 210044)
Abstract The effects of climate change on water resources in China were reviewed, including water cycle, runoff, evaporation and water supply and demand. The climate change would cause the changes of water cycle. The climate shift could induce the changes of water cycle, while the change of water cycle may influence the time course, frequency and the damage of various weather disasters, and also affect the viability ratio of water source. The climatic warming would reduce the river runoff in the northern areas, while increase it in the southern areas. Meanwhile, the frequency of flooding and drought disasters would be enhanced and the instability and imbalance of the supply and demand of water would be more serious.
Key words Climate variety; Water cycle; Runoff; Evaporation; Water supply and demand

在全球因 CO₂ 增加而变暖的背景下,中国的气候将随之变化。气候变化对中国气候灾害发生的频率和强度、农业气候条件、沿岸地区基础设施、生态环境等造成重大影响。

中国水资源丰富,淡水资源总量居世界第六位,但人均占有量较低,只相当于世界人均占有量的 21 %。平均年河川径流量为 27 243 ×10⁸ m³,平均年地下水资源为 8 697 ×10⁸ m³,平均年水资源总量为 28 261 ×10⁸ m³。中国淡水资源分布不均,东南地区年降水量可高达 1 600 mm,西北地区平均约为 500 mm,有些地方甚至还不到 200 mm。中国又是一个干旱缺水严重的国家,由于缺水导致受旱成灾面积不断扩大。林源^[1]认为,目前中国水资源面临四大严峻挑战: 洪涝灾害频发; 水资源供需矛盾突出; 水土流失严重; 水污染尚未得到有效控制。

充足的可用水资源和良好的农业生产环境条件对中国的现代化建设起着至关重要的作用。因此研究和分析气候变化对中国水资源和农业的影响是非常必要和重要的。笔者通过气候变化对水资源和农业的影响分析,发现问题,提出可行性方案、适应对策、解决措施,以对未来的发展前景做出准确的判断。

1 气候变化对水循环的影响

气候变化对水循环影响研究有两方面意义。从科学上认识大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈及生物圈间的相互作用机理,以提高气候变异与气候变化的预测精度,从实践上回答它们对洪水、干旱的频次及强度的影响以及对水量和水质的可能影响,为领导决策和水资源管理提供科学依据。

水系统是地球物理系统的一个重要组成部分,它与气候变化相互影响、相互作用的。水循环是联系大气水、地表水、地下水和生态水的纽带,其变化深刻地影响着全球水资源系统和生态环境系统的结构和演变,影响着人类社会的发展和生产活动。20 世纪 60 年代以来,在世界面临资源与环境等全球问题的背景下,联合国教科文组织(UNESCO)和世界气

象组织(WMO)等国际机构,组织和实施了一系列重大国际科学计划。在这些科学计划中,水循环在全球气候和生态环境变化中所起的作用,受到极大重视,成为各项科学计划共同关注的科学问题^[2]。

气候变化会引起水循环的改变,而水循环的改变将可能影响各种灾害天气时间的长短、频率、损失以及水资源的可利用性。但气候变暖对水资源的重大影响具有极大的不确定性,这种不确定性表现在给水、需水、水质等方面。全球变暖对水循环的影响日益受到关注,许多专家在此方面做出努力并已取得一些成果,陆桂华等^[3]总结了这些成果,包括: 基本资料库的建立。水循环研究的前提条件是拥有资料数据,随着科学计划的开展,逐渐形成了水循环研究的资料库,这些数据库为全球和区域水循环研究提供主要数据支持。

水循环的大气过程模拟。主要包括水汽含量的确定和水汽输送与水汽收支方面的研究。水循环的陆面过程模拟。气象学家、生物学家以及水文学家结合各自研究的特长,从不同的侧面对此进行了较为深入的研究。陆-气相互作用的耦合。部分专门从事陆面过程研究的专家,为了实现与大气过程的耦合,一直在探索陆-气耦合的技术或方法。目前的研究状况是:水循环大气过程描述的多为大尺度的过程,以陆面过程为基础的水循环研究局限于小流域尺度的应用。因此,选取何种尺度研究完整意义上的陆气相互作用下的水循环过程成为水循环研究的难点。虽然国内外许多学者对此进行了大量的研究,但至今尚无完整的尺度选取及匹配的理论或方法用以指导陆-气耦合的水循环过程研究。同时,对于不同的尺度而言,有很多种变化的参量,不同尺度情景下影响水循环过程的主导因素各不相同,如何选择合适的尺度参量来研究陆-气耦合的水循环过程也是陆-气相互作用下水循环过程研究的重要方向之一。

目前,气候变化对陆地水循环影响研究基本是采用气候模型输出产品驱动陆地水文模型的方法。刘春葵^[4]指出,由气候情景驱动水文模型研究气候变化对陆地水循环影响的方法是一种单向连接方法,在这一单向连接中,气候模型输出的气候情景以及与其相连的水文模型是两个独立的研究

作者简介 宁金花(1979 -),女,江苏徐州人,硕士研究生,研究方向: 气候变率和变化及其影响。

收稿日期 2007-09-12

对象。随气候情景的发展,对水文水资源影响的研究从以前的由气候年均值变化对径流的影响发展至目前既有气候均值又有气候变异的变化对径流均值、极值频率分布变化的影响。水文模型由集总式的流域模型进展至分布式的大尺度水文模型,研究的空间尺度由流域尺度、大陆尺度到全球尺度。并指出,陆地水循环受气候与人类活动两个因素变化的影响。只有将这两种因素结合,才能正确地预测陆地水循环的变化;需要改进现有的大尺度水文模型对陆地水循环的描写,使其具有模拟气候与人类活动影响水文过程的能力,是实现分布式水文模型与大气环流模型中的陆面过程的耦合的基础;在陆面与大气相互反馈的闭合回路研究中,应用加密的降水、土壤水和径流的常规观测与卫星遥感、雷达探测信息验证和改进模型模拟精度,将会解决气候变化对陆地水循环研究中很多不确定性问题,最终提高洪水、干旱、水资源长期预测的精度。

2 气候变化对水资源的影响

水资源基础评价中定义的水资源量,是以河川径流量为主要组成部分,或就把河川径流量作为水资源量,其多年的平均值包括各年份的洪水径流和内涝水等^[5]。而水资源的可利用量是从资源的角度分析可能被消耗利用的水资源量。其定义是在可预见的时期内生态环境和其他用水的基础上,通过经济合理、技术可行的措施,可供河道外生活、生产、生态用水的一次性最大用量,不包括回归水的重复利用。

气候变暖对水文系统的直接影响主要表现在各种水文变量的变化,如降水、蒸发、径流、土壤含水量,以及这些水文

变量的极值在时间、地点、范围中的变化,这些变化会引起水资源在时空上的重新分配,对水资源管理和开发利用产生重大影响。水资源量及其空间分布的变化将影响地表水及地下水对工业、灌溉、水力发电、航运、河流生态系统以及家庭生活用水的供应。有关气候变化对水资源的影响,国内外许多专家做了大量研究,取得了很大的进步。研究表明,气候变化对降雨量、蒸散量和径流量都有显著的影响,并最终影响到水的供需。

2.1 气候变化对径流的影响 中国多年平均年降水总量 61 889亿 m³,其中有 45 %转化为地表和地下水资源,55 %耗于蒸发量,多年平均年径流总量 27 115 亿 m³,地下水资源量 8 288亿 m³。扣除重复计算量,多年平均年水资源总量为 28 124亿 m³,其中河川径流为主要部分,约占 94.4 %。气候变暖可能使北方江河径流量减少,南方径流量增大,其中黄河及内陆地区的蒸发量将可能增大 15 %左右,也就会导致旱涝灾害出现频率增加,并加剧水资源的不稳定性与供需矛盾。

王国庆等^[6]利用月水文模型,采取假定气候方案,以黄河流域为例,分析了径流对气候变化的敏感性。结果表明,径流对降水变化的响应较气温变化显著,一般情况下,半干旱地区径流较半湿润地区对气候变化敏感,人类活动的影响可在一定程度上削弱径流对气候变化的敏感性。分析径流对气候变化的敏感性时,假定气候变化不改变气候因子的时空分布,并且未来将重现降水、气温和蒸发缩放后的序列,利用所建模型计算不同气候情景下的径流量变化(表 1)。

表 1 黄河各子流域不同气候情景下径流量的变化率^[6] %

Table 1 Changing rate of each drainage basin's runoff of Yellow River under different climate condition												
降水变率 (P/ P) % Precipitation changing rate	大夏河温度变化(T) Temperature change in Daxia river			黄甫川温度变化(T) Temperature change in Huangfu river			红河温度变化(T) Temperature change in Hong river			东碾河温度变化(T) Temperature change in Dongnian river		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
- 20	- 32.8	- 36.1	- 38.9	- 34.4	- 37.9	- 40.2	- 36.6	- 39.8	- 42.6	- 31.9	- 34.3	- 36.5
- 10	- 17.0	- 21.8	- 25.6	- 18.0	- 22.0	- 24.8	- 19.4	- 23.6	- 27.4	- 16.5	- 19.3	- 21.9
0	0	- 6.3	- 11.4	0	- 4.5	- 7.7	0	- 5.5	- 10.1	0	- 3.3	- 6.3
10	18.8	11.2	4.8	19.6	15.1	10.8	23.1	15.5	9.2	17.6	13.8	10.3
20	38.2	29.5	22.2	40.8	35.2	30.9	49.1	39.6	31.5	36.1	31.8	27.9

由表 1 可见: 径流量随降水的增加而增大,随气温的升高而减小; 径流量对降水变化的响应较对气温变化的响应更为显著; 气温对径流的影响随降水的增加而更加显著,随降水减少而愈不明显; 4 个子流域中,较为干旱的黄甫川和红河对气候变化敏感,而相对湿润的大夏河和东碾河对气候变化的响应相对较弱; 在 15 种假定的气候情景中,最为不利的是气温升高 2 ,同时降水减少 20 %,在这种情况下,径流量将减少 35 % ~ 43 %。

游松财等^[7]应用改进的水分平衡模型研究了不同气候变化情景下中国未来地表径流的变化。他们所应用的改进的水分平衡模型,包括未来气候情景模型、潜在蒸发模型及土壤水分平衡模型。模拟估算过程包括降水、蒸发、积雪、融雪、土壤水补充及过饱和产生径流等。并在未来气候情景模型中应用现有的实测温度及降水数据与 GCM(单一的大气环流模型)预期的未来温度、降水的变化值来集成未来气候情

景。在计算潜在蒸发时利用了 Mintz 等^[8]修订的 Thornthwaite 方法。土壤水分平衡模型利用包括气候、植被、海拔高度及土壤特性模拟土壤水分变化、蒸发及径流。这些变量的特征取决于降水、蒸发及土壤含水量之间的相互作用。游松财等综合考虑了 AIM 及 Vrsnarty 等^[9]的工作,针对其存在的积雪及融雪过程和土壤水补充及过饱和过程的描述存在的缺陷,进一步做了修订,得到了相关的方程组。在地理信息系统(GIS)支持下,分别计算了各单元网格现在气候及未来气候情景下的地表径流。以各单元网格(0.5 ×0.5 经纬度)的径流累加求得各流域单元的各月平均径流量。其研究结果表明:基于不同的气候变化情景模拟所得的地表径流变化在空间上有差异,总体上,中国未来的地表径流将增加;长江上游地区的地表径流春季下降但在夏季增加,而下游地区则相反,夏季径流下降而春季径流剧增;气溶胶对地表径流变化方面有影响,但在各个气候变化情景下缺乏一致性。

苏凤阁等^[10]以参数化方案 VIC(variable infiltration capacity) 为基础,建立气候变化对中国径流影响评估模型。VIC 模型在全国 2 406 个网格上连续进行,独立输出每个网格上 1980~1990 年的日径流深,其结果显示,网格多年平均计算径流深与多年平均降水在空间分布上对应关系良好。用淮河流域蚌埠以上区域及渭河部分流域的模拟与实测月径流量进行对比分析,结果表明,所建立的模型具有一定合理性和适应性。VIC 模型中主要涉及两类参数,一类是和植被有关的参数;一类是和土壤有关的参数。曾涛等^[11]以山西省为例进行了不同情景下未来径流变化趋势的分析。建立了气候-陆面单向连接模型,通过降尺度模型处理 GCMs 的输出结果,连接到分布式水文模型计算径流。不仅使用了分布式的产汇流,且提出了在网格上使用回归分析的植被指数综合反映该单元与蒸发有关的下垫面状况。张光辉^[12]从干旱指数蒸发率函数出发,以 HadCM3 GCM 对降水和温度的模拟结果为基础,在 IPCC 不同发展情景下,分析了未来 100 年内黄河流域天然径流量的变化趋势。其研究表明,在不同气候变化情景下,多年平均年径流量的变化随区域的不同而有显著差异,其变化幅度在 -48.0%~203.0%。全球气候变化引起的多年平均天然径流量的变化从东向西逐渐减小。

2.2 气候变化对蒸发的影响 蒸发是水循环中重要组成部分,它和降水、径流一起决定着一个地区的水量平衡。降水量变化不大的情况下,气温升高将直接造成蒸发量加大。气温一般是通过蒸发间接影响区域水量平衡。当全球平均气温升高时,空气将变得干燥,而且陆面水体的蒸发量也会增加。目前的气候模型不能输出区域蒸发能力,而水文模型的输入除气温与降水量外,还需输入蒸发能力资料。所以在区域蒸发力方面还需要更加深入的研究。

郭军等^[13]利用 1956~2000 年 117 个气象台站的小型蒸发皿观测资料,分析了黄淮海流域蒸发量的变化趋势及其可能原因。研究结果表明,近 50 年来该区蒸发量减少十分显著,其变化速率一般在 -50 mm/10 a,平原地区最大变化速率达 -80 mm/10 a 以上。蒸发量下降最明显的季节是春季和夏季,其中春季减少最大区域主要在海河流域的东南部 and 黄河下游,而夏季减少的主要在淮河流域。造成蒸发量减少的主要气候原因是日照时数减少、太阳辐射减弱,其次是风速减小,而空气饱和差变化并不明显。

笔者利用全国 465 个气象站 1957~2001 年 20 cm 口径蒸发皿蒸发量及相应气象要素的实测资料,分析了中国蒸发皿蒸发量的时空分布特征、长期变化趋势以及引起其变化的原因,同时分析了彭曼公式中能量平衡项和空气动力学项对蒸发量及其变化的影响。并利用彭曼公式对气温、风速、实际水汽压、日照时数、海拔高度求导,从理论上分析了这些因子对蒸发量的影响。结果表明:中国年平均蒸发皿蒸发量约为 1 629 mm,四季均表现出显著下降趋势,其中夏季最为显著。蒸发量的变化趋势及变幅随季节及地区的不同而变化。

通过对各个气象因子的变化趋势及简单相关系数分析表明,造成蒸发量下降的主要原因是辐射、气温日较差、风速及饱和差的减小。通过对气温、风速、实际水汽压及日照时数的偏相关系数分析表明,气温的升高使蒸发量增加,风速、

实际水汽压及日照时数的减小使蒸发量下降,4 个因子共同作用使平均年总蒸发量以 34 mm/10 a 的速度下降。4 者对蒸发量的影响存在季节及地域差异。通过对彭曼公式中能量平衡项和空气动力学项的分析表明,东部地区蒸发皿蒸发量的下降主要是因为供蒸发的能量显著减少,而西部地区蒸发皿蒸发量的下降主要是供蒸发的动力下降所致。

2.3 气候变暖对供需水的影响 气候变暖所导致的流量的改变、暴雨的增加以及水温的升高都会最终给水的供需带来重大影响。在干旱和半干旱地区的西北部,即使是微弱的降水量变化也可能给供水带来巨大影响。在多山流域,高温将降低雨水转化为雪的比率,加快春雪融化的速度,缩短降雪的时间,使春季的径流来得更快、更早,径流量也更大。气候的变化同样对需水产生影响,它可影响大范围水系统的组成,包括水库的运作、水质、水力发电等。

袁汝华等^[14]通过研究指出,气候异常对水资源的影响虽然在时间、地点方面存在不确定因素,但总的趋势是存在的,并产生较大的影响,并就气候异常对供需水的影响进行了定量分析,提出了减少影响的相关对策,指出了气候因素对水资源的影响是通过气候因子的时空变化导致水循环的变化而产生的。虽然气候变暖对水资源的影响尚具有不确定性,但它可能导致洪涝的发生。同时,在水资源短缺的地区,气候变暖加大蒸发,就会导致严重的干旱和水资源的紧缺。在此意义上而言,气候变暖加大了水资源的时空分布变化和波动。研究中以浙江杭州、江苏南京两个城市为例,利用统计资料分析了气候异常对生产、生活需水的影响。结果表明,城市生活需水与用水人口、人均收入、供水价格指数相关性很好,与气候因素相关性较差,具有弱相关性;对生活需水影响,7 月平均气温不如年平均气温影响明显,年平均气温高,生活需水增加;而对生产需水,7 月平均气温影响较大;降水对城市生产生活需水影响均不明显。

刘春蓁^[15]以平衡的 GCM 模型输出作为大气中 CO₂ 浓度倍增时的气候情景,采用月水量平衡模型及水资源利用综合评价模型研究中国部分流域年、月径流、蒸发的可能变化及 2030 年水资源供需差额变化,对气候变化对中国水文水资源的可能影响进行分析和阐述,指出根据中国水资源供需的主要特点,对大部分流域将气候变化对供水系统的影响研究限于对地表径流、水库及水库群供水的影响,而对需水的影响则限于对用水大户——农业灌溉用水量的影响。为最终给出气候变化对水资源供需平衡的影响,需对每个流域作 6 方面的研究:用水、供水现状分析;2030 年需水量预测;2030 年可供水量预测;气候不变条件下 2030 年水资源供需分析;气候变化条件下 2030 年水资源供需分析;气候变化引起的缺水或多水。对部分流域模拟计算的气候变化对缺水量影响结果列于表 2。

由表 2 可见,至 2030 年人口增长及社会经济发展引起由平水年—特枯水年的缺水量:京津唐地区为 15.3 亿~36.1 亿 m³,淮河为 36.0 亿~159.2 亿 m³,黄河为 163.4 亿~271.7 亿 m³,东江不缺水。至 2030 年在人口增长,社会经济发展及 4 种 GCM 气候情景下由平水年—特枯水年的缺水量:京津唐地区为 13.7 亿~50.4 亿 m³,淮河为 28.4 亿~194.6 亿

m³,黄河为 61.5 亿~276.7 亿 m³。至 2030 年完全由气候变化产生的缺水量由平水年—特枯水年:京津唐地区为 - 1.6 亿~14.3 亿 m³,淮河为 - 4.4 亿~35.4 亿 m³,黄河为 - 1.9 亿~121.2 亿 m³,东江缺水量不明显,多水量为 12.2~19.9 亿 m³。气候变化产生的缺水量小于人口增长及经济发展引起的缺水量,然而在中等干旱年及特枯水年气候变化引起的缺水量将大大加剧海滦河流域、京津唐地区、黄河流域及淮河流域的缺水并对社会经济产生严重影响。

表 2 气候变化对部分流域缺水量的影响^[15]

Table 2 Effects of climate changes on water deficit in some drainage basin										
研究区域 Investigation area	保证率 % Guaranteed rate	缺水现状 (1 ×CO ₂) 亿 m ³ Water shortage status	缺水量(2 ×CO ₂) 亿 m ³ Water deficit				增加的缺水量(2 ×CO ₂ - 1 ×CO ₂) 亿 m ³ Increase of water deficit			
			GISS	LLNL	UKMOH	OSU	GISS	LLNL	UKMOH	OSU
京津唐 Jingjintang	50	15.3	20.5	25.9	13.7		5.2	10.6	- 1.6	
	75	29.7	39.2	42.7	30.0		9.5	13.0	0.3	
	95	36.1	46.2	50.4	37.6		10.1	14.3	1.5	
淮 河 Huaihe	50	36.0	37.3	42.4	28.4	35.1	1.3	6.4	2.4	- 0.9
	75	51.2	53.4	62.9	55.3	50.4	2.1	11.7	4.0	- 0.8
	95	159.2	164.7	194.6	171.1	154.8	5.5	35.4	11.9	- 4.4
黄 河 Yellow river	50	163.4	161.5	238.2	219.9	197.0	- 1.9	74.8	56.5	33.6
	75	218.4	242.2	312.6	295.9	275.3	23.8	94.2	77.6	56.9
	95	271.7	330.5	392.9	278.2	360.5	58.8	121.2	106.5	88.8
东 江 Dongjiang	50						6.7	1.6	1.7	- 12.2
	75						7.3	1.7	149.0	- 1.34
	95						10.9	2.6	2.8	- 19.9

注: GISS 为美国宇航局高达空间研究所模式(海气耦合模式), LLNL 为美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室模式, UKMOH 为英国气象局哈德莱气候预报和研究中心模式, OSU 为美国俄勒冈州立大学气候研究所模式。

Note: GISS is air-sea coupled model of NASA, LLNL is the model of Lawrence Livermore National Laboratory, UKMOH is the model of Hadley Centre for Climate Prediction and Research in England, OSU is the model of Climate Research Institute of Oregon State University in America.

宋先松等^[16]在分析中国水资源分布与人口、耕地、GDP 分布组合状况的基础上,提出中国水资源开发利用中存在的问题,并对解决中国水资源分布不均及水污染问题的途径等进行了探讨。梁瑞卿等^[17]根据中国 1949、1980、1993 年的工业、农业、城市生活用水和总用水量资料,分析了全国水资源供需现状,对不同地区供水量的增长、供水水源构成和用水结构的变化进行了剖析。此外还分析了影响水资源需求增长的人文、经济和社会因素,并对 21 世纪水资源总量、未来全国各流域的水资源配置方案做出预测,并在此基础上提出未来水资源的政策建议。

3 小结与展望

中国东部是季风气候,降水量的多少取决于夏季风的强弱。气候变暖后,夏季风强度增大,暖湿气团向内陆推进距离更远,影响范围更大,将会给中国中纬地区大面积耕地带来较多的降水,但随温度的升高,地表蒸发加大,统计资料表明,气温升高 1℃,蒸发增加 7%~10%,农业水资源普遍减少。气候变暖可能使中国北方江河径流量减少,南方径流量增大,其中黄河及内陆地区的蒸发量将会增大 15%左右。同时,气候变化会导致旱涝灾害出现频率增加,并加剧水资源的不稳定性与供需矛盾。在不同气候变化情景下,多年平均年径流量的变化随区域的不同而有显著差异,其变化幅度较大,多年平均天然径流量的变化幅度从东向西逐渐减小。

因此,今后要加强以下几方面的研究: 分析气候变化对中国陆地淡水资源的影响,提出中国水资源系统的脆弱

性,适应气候变化的对策等。 全球变化及人类活动对水循环影响及其反馈研究,尤其是生态环境与水资源利用之间的协调性研究,以及定量识别人类活动和气候变化对自然生态系统以及水循环系统的影响。随人类活动的加剧,对区域水循环过程的影响日益突出,加强全球变化及人类活动对水循环过程的影响及其反馈研究,揭示其响应规律是变化环境下水循环研究的主要方向之一。 气候变化对径流和蒸发的量化研究和分析方面的工作比较深入,但在供需水、土壤水分和水循环方面的研究不多。真正的可用水资源决定于水资源的质量、分布、工程设计与规划等各个方面,在此方面迄今为止没有得到专家和研究人员的一致认识,特别是在可用水资源的计算方法和技术标准方面。所以在水资源的研究方面需要加大人力、物力、财力的投入,进行更深入的研究。

参考文献

[1] 林源. 中国水资源面临四大严峻挑战[J]. 中国合作经济, 2005(3): 57.
[2] DARA ENTEKHABI, GHASSEM R ASRAR, ALAN KBETTS, et al. An agenda for land surface hydrology research on a call for the Second International Hydrological Decade[R]. Bulletin of the American Meteorological Society, Boston: Oct 1999, 80: 2043 - 2059.
[3] 陆桂华, 何海. 全球水循环研究进展[J]. 水科学进展, 2006, 17(3): 419 - 424.
[4] 刘春葵. 气候变化对陆地水循环影响研究的问题[J]. 地球科学进展, 2004, 19(1): 115 - 119.
[5] 金栋梁, 刘予伟. 水环境评价概述[J]. 水资源研究, 2006, 27(4): 7 - 13.
[6] 王国庆, 王云璋. 径流对气候变化的敏感性分析[J]. 山东气象, 2000, 20(3): 17 - 20.
[7] 游松财, KIYOSHI TAKAHASHI, YUZURU MATSUOKA. 全球气候变化对中国未来地表径流的影响[J]. 第四纪研究, 2002, 22(2): 148 - 157.

(下转第 1616 页)

自身资源优势,分别承担各自的责任与义务,结合农民实际需要,开展有特色的农民培训。比如农村远程教育体系就可利用卫星和互联网的传播优势,采用直接连接电视或显示器输出农业资源课件,农民用遥控器即可操作设备,在家中就可以得到各种时令季节的优质培训资源,还可以欣赏经典娱乐电影和生活保健常识。成人学校及职业技能培训机构可以在拥有完整、独立专业设置的基础上,开办一些与农民就业形势密切相关的中长期培训班。

另外,开展培训的种类也要归纳分类,不同的培训对象在不同的耕作季节里有不同的培训需求,这就要求各级培训机构要提供符合广大农民需求的各种培训。首先要了解培训对象的种类。大致有以下几种:农村主要劳动力。在农村4亿劳动力中,从事农业生产的有3.5亿(其中有1.5亿为富余劳动力)。根据调查,农村中妇女和60岁以上的老年劳动力占农村劳动力的56%,有的地区甚至达到70%以上,他们不仅文化水平低,科技素质也较低。根据这类农民的特点,培训应以种养业科学常识及简单技术、品种选择、生活保健等为主,由行业协会及农村经济组织协调培训工作,培训方式最好以示范为主。在生产关键环节,技术人员可以深入到田间地头,进行现场指导和咨询,以此来推动农业技术的普及,使受训农民生产技术及其相关知识以及生产经营能力得到明显提升。农民技术员及农业种养大户。他们具备一定的专业技术和丰富的实践经验,对其培训应以“关键技术和疾病预防”为主,通过小范围内的培训使更多人辐射受益。农村基层领导干部。农村干部具有决策力和号召力,对其培训应以“三农”政策解读、干部管理经验、农村项目策划及申报、相关法律常识等为主,保证农村干部带领本村农民快速走上致富之路。有意就业或创业的农民。包括进城务工和在农村创业的农民,对其培训应以致富项目、经营管理、礼仪文化等为主,还可着重培养一批农村经纪人。农业协会及组织。呈规模化、专业化,对其培训要有一定的技术深度难度,以有机种养、特色农业、土壤保护、品种选育、市场营销为主,在解决技术难题、改善农产品的质量、引领市场潮流、拓宽销售渠道等方面起到显著功效。

2.2.3 自主培训与联合培训相结合。自主培训应主攻1~2个优势专业,打出自身培训品牌。同时,更要加强校企间的合作培训,对教学设备及场地有较高要求的培训工种,最好

与相关企业联合办学,理论部分由学校组织进行,实践部分由企业帮助完成,既解决了培训设施的不足,又强化了现场实习指导,大大增强了培训的有效性和针对性。部门之间也可联合开展培训,农业、科技、教育、劳动、妇联、扶贫等部门要加强合作,充分利用各自优势,如资金、信息、专家,提高培训的组织力和影响力。

2.2.4 培养农民代言人和带头人。培训机构时常为“农村科技需求调查”感到棘手,一是工作量很大,需要深入到农村基层,直接与农民面对面交流;二是回收上来的调查问卷存在很多问题,由于农民知识有限,目光短浅,对自身的需求也是模棱两可,人云亦云。因此问卷的有效性和可分析性较差。事实上,培训机构只要从农村中培养挖掘一批农民的代言人或带头人,这个问题就迎刃而解了。代言人需要具备吃苦耐劳、信息捕捉能力强、热爱农村生活、熟悉农业政策及发展趋势的重要特点,也可由每村的大学生村官来担当。带头人可分为技能型人才和经营管理性人才两种,围绕当地的资源优势特色,以村为单位,开展以科技和管理为主的综合性培训,帮助培训机构培养一大批高素质的技能型人才和管理型人才,为农业结构调整和区域经济发展提供人才支撑。

2.2.5 拓宽就业领域。培训机构要研究开拓劳务市场,利用各种交易会、洽谈会和招商活动,推介和输出劳务,积极与各类劳务中介组织、农村合作组织、专业协会进行衔接,广泛收集各类用工信息,利用网络、广播、报纸等媒介进行广泛宣传,加快农村劳动力与市场的对接。同时,应积极与各种用工企业合作开展“订单培训”、“定向培训”,向培训合格的农民颁发国家承认的资格证书,直接与企业签订劳动合同,进一步拓宽劳务输出的领域。

参考文献

- [1] 许欣欣. 建设社会主义新农村进程中新型农民的培养[J]. 黑河学刊, 2007(1): 22 - 23.
- [2] 刘国瑜. 新农村建设背景下的农民教育研究[J]. 中国成人教育, 2007(1): 192 - 193.
- [3] 刘玉靖. 关于建设社会主义新农村的几点思考[J]. 社会科学家, 2006(3): 102 - 105.
- [4] 万学英, 郑良军. 培养造就新型农民问题的思考和对策[J]. 新疆农业科技, 2007(1): 15.
- [5] 马水红, 聂竹明, 张新明. 论农村远程教育学习型农村的建设[J]. 农业图书情报学刊, 2007, 19(2): 80 - 82.
- [6] 张萍. 关于深化农业技术推广体制改革的思考与对策[J]. 新疆农业科技, 2007(2): 4.
- [7] 张光辉. 全球气候变化对黄河流域天然径流量影响的情景分析[J]. 地理研究, 2006, 25(2): 268 - 275.
- [8] 郭军, 任国玉. 黄淮海流域蒸发量的变化及其原因分析[J]. 水科学进展, 2005, 16(5): 666 - 672.
- [9] 袁汝华, 黄涛珍, 胡炜. 气候异常对我国水资源的影响及对策[J]. 地理学报, 2000(55): 128 - 134.
- [10] 刘春霖. 气候变化对我国水文水资源的可能影响[J]. 水科学进展, 1997, 8(3): 220 - 225.
- [11] 宋先松, 石培基, 金蓉. 中国水资源空间分布不均引发的供需矛盾分析[J]. 干旱区研究, 2005, 22(2): 162 - 166.
- [12] 梁瑞驹, 杨小柳, 王浩. 中国水资源供需现状和展望[J]. 水利水电技术, 1998, 29(10): 2 - 5.
- [13] MINTZ Y, WALKER G K. Global field of soil moisture and land surface evapotranspiration derived from observed precipitation and surface air temperature[J]. Journal of Applied Meteorology, 1993, 32: 1305 - 1334.
- [14] V R SMARTY C J, FEDERER C A, SCHLOSS A L. Potential evaporation functions compared on US basins: Possible implications for global-scale water balance and terrestrial ecosystem modeling[J]. Journal of Hydrology, 1998, 207: 147 - 169.
- [15] 苏凤阁, 谢正辉. 气候变化对中国径流影响评估模型研究[J]. 自然科学进展, 2003, 13(5): 502 - 507.
- [16] 曾涛, 郝振纯, 王加虎. 气候变化对径流影响的模拟[J]. 冰川冻土, 2004, 26(3): 323 - 332.

(上接第1583页)