

试论西北地区的缺水问题及其对策^{*}

史康立¹, 刘愿英¹, 万亮婷¹, 张学真²

(¹ 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100; ² 长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 对西北地区缺水问题进行了分析, 认为西北地区的气候干旱主要是自然变迁造成的; 水资源先天性不足是造成该地区水资源供需矛盾加剧和生态环境严酷的主要原因; 并指出水资源短缺是开发和再造山川秀美的首要障碍, 实事求是, 深入实际调查研究是正确解决西北地区水问题的理论法宝, 并提出了对策和建议。

关键词: 西北地区; 缺水原因; 生态环境; 西部开发; 外域调水; 对策建议

中图分类号: F 323 213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006) 02-0178-06

西北地区包括陕、甘、宁、青、新五省区和内蒙古西部, 面积占全国面积的 1/3 就常年降水量而言, 大部分属干旱、半干旱地区。由于自然和人为原因, 西北地区生态环境十分脆弱和严酷。该地区气候干旱, 降雨稀少; 沙漠戈壁广布, 荒漠化面积不断扩大; 水土流失加剧, 河泊萎缩、干涸, 生态环境遭受破坏, 恢复困难。

人类活动和生态系统均依赖于径流性水资源, 有限的径流性水资源既要支撑经济社会发展, 还要支持生态环境的稳定。根据水利部有关部门评价成果, 西北地区年降水资源量为 6 934 亿 m³, 折合降雨

深 201 mm, 形成河川径流量 1 441 亿 m³, 地下水资源量 1 067 亿 m³, 见表 1。扣除地表水与地下水重复量 874 亿 m³ 后, 西北地区多年平均水资源总量为 1 635 亿 m³, 其中黄河西北片为 533 亿 m³, 西北内陆河流域为 1 102 亿 m³。西北内陆河流有 6 条出入国境, 集中在新疆, 多年平均出境水量 240 亿 m³, 入境水量 88 亿 m³。扣除出境水量, 加上入境水量, 现状条件下西北地区全区可被经济社会和生态环境系统所利用的总水资源量为 1 484 亿 m³, 其中黄河西北片为 533 亿 m³, 西北内陆河流域为 951 亿 m³。

表 1 西北地区水资源量统计表(1956~1995 年)

Table 1 Statistics of water resource in northwest regions of China(1956~1995)

分 区 Regions	面积 Area (km ²)	地表水 Surface water (10 ⁸ m ³)	地下水 Groundwater (10 ⁸ m ³)	重复水 Repeated water (10 ⁸ m ³)	总资源 Total resources (10 ⁸ m ³)	人均水资源 Water resource per unit area (m ³)	单位面积水资源 Water resource per unit area (m ³ /hm ²)
总计 Total	3447668	1441.1	1067.1	873.8	1635.3	1782	9060
黄河西北片 Northwest of Yellow River valley	629508	475.4	325.7	267.8	533.3	839	4560
内陆河流域 Landlocked river valley	2818160	965.7	741.4	606.0	1102.0	3906	17265
其中: Thereinto							
内蒙古 Inner Mongolia	701546	28.0	122.0	31.5	118.4	1060	3315
陕西 Shaanxi	142420	116.5	87.1	69.5	134.1	484	3210
甘肃 Gansu	368811	155.0	110.5	102.2	163.3	725	3735
青海 Qinghai	547869	337.6	176.1	166.0	348.7	7174	52200
宁夏 Ningxia	51800	9.7	30.2	28.2	11.7	216	930
新疆 Xinjiang	1635222	794.4	541.2	476.4	859.2	4281	21555

西北地区的社会、经济、文化等明显地落后于中部地区, 和东南部地区差距就更大, 而且这种趋势仍然在发展。因为干旱缺水, 已经出现了一系列社会

的、经济的、生态的、环境的问题。如何认识这一重大问题, 关系西北地区水资源的高效利用、有效保护和合理配置, 关系到西北地区经济发展、社会进步、民

* 收稿日期: 2005-10-08

作者简介: 史康立(1956—), 男, 陕西杨凌人, 副教授, 长期从事水利与建筑工程的教学与研究。

通讯作者: 万亮婷(1964—), 女, 副教授, 长期从事水利工程与节水灌溉方面的教学与研究。E-mail: wlt_25392003@yahoo.com.cn

族团结、边疆稳定的发展大局,关系到国土综合整治和“西部大开发”战略的实施、全面小康社会的建设、生态环境保护与修复等事业的成败。

一个时期以来,西北地区水资源问题成为关心西北地区发展的争论话题,也有许多观点引起了大家的深思。本文通过对西北地区干旱缺水原因、严重危害及认识论方面的问题在有限的范围内进行探讨,并提出对策与建议。

1 水资源先天性不足是该地区环境恶化的主要原因

中国的西北地区是一个典型的水文生态系统脆弱区,影响该地区的原因是复杂、多变的,尤其是各种影响因素的关系更是较难定位。李佩成^[1]从世界范围内对于干旱气候的形成进行了研究,认为干旱气候的形成主要在于自然的原因。那么中国的西北地区是否也一样是自然的原因呢?

西北地区自然环境演变过程中保存的黄土、湖积物、沙漠沉积、冰芯、海洋沉积、树木年轮以及地层中的生物遗存和有关历史记录等,是过去气候和环境不同时间尺度的变化记录。通过对其研究可以认识中国西北地区现今气候和生存环境在自然演变过程中所处的阶段和位置,也有利于正确认识西北地区气候干旱、水资源短缺的必然性和偶然性规律。

卢耀如在研究中国 300 万年来地质—生态环境演化区特征时发现,第三纪末至近代,中国地质—生态环境随着全球的演变而不断地演变,西北地区等属于不稳定演化类型分布区,基本上属于干旱、半干旱气候条件,主要发生着草原—荒漠的往复演化。青藏高原的强烈上升,特别是近 100 万年来急剧上升,造成青海、西藏等多数地区为高寒、干旱气候下形成的高原荒漠及草原。安芷生等对最近 250 万年不同时间尺度的中国气候、中国历史时期的气候变迁及仪器观测时期的气候变化进行了较为系统的研究,认为全球尺度的冰期—间冰期气候和区域尺度的亚洲季风气候过程控制了最近 250 万年中国长期气候的演变^[2]。

许多学者在西北地区做了大量的工作并取得了许多进展^[2~7]。黄土和古土壤磁化率可为衡量降水量,甚至土壤湿度乃至季风强度的一种敏感参数或代用指标,磁化率高表明历史时期降雨较多,蒸发稀少。库克拉、肖举乐和安芷生等用 MS₂ 型 Bartington 野外磁化仪对洛川剖面进行了间隔为 10 cm 的磁化率测量。吴征镒等对最近 110 万年黄土高原气候要素值的变化进行了研究^[3]。王苏民等对最近 2.5 万年

岱海水位变化做了研究^[4]。

综合分析诸多研究成果,从不同的时间尺度去考察西北地区的气候演变史,基本可得出一致的结论:西北地区的气候变化具有旋 规律,这种旋 不是简单的重复,而是各旋回之间干旱气候持续历时和强度差异并存的自然演变过程。总的来讲,西北地区气候的历史背景是干旱气候历时和强度明显大于湿润气候历时和强度。许多学者研究还发现,20 世纪以来,西北地区的气候自然演变趋于干旱化。但是,从长时间尺度去看现在的气候并不是研究范围内(即 250 万年以来)最干旱的历史时期。

我国平均年降水量约为 630 mm。较全球陆地平均值 800 mm 偏少约 21%,人均水资源仅为世界的 1/4 是一个水资源较为贫乏的国家。中国降水量自东南沿海向西北内陆地区递减,等雨量线大致呈东北—西南走向。降水量年际变率最大的地区位于干旱的西北地区,最大值位于吐鲁番、塔里木和柴达木盆地,达 40%~50%。华北平原降水量的年际变率为 30%,在长江以南和东南沿海小于 20%,西南地区约为 10%^[8]。而西北地区干旱的气候条件决定了其水资源的先天性不足。我国西北地区地域辽阔,地处欧亚大陆腹地,山脉阻隔,远离海洋,大部分地区降雨稀少,多年平均降水量多在 500 mm 以下,属于干旱半干旱气候地区,有的地方几乎终年无雨(见表 2)。与降水量稀少相对应的却是蒸发强烈异常,不同地区蒸发量在 800~2 400 mm 之间,使水环境容量形势更趋严峻。

西北地区分布着我国乃至世界的著名山脉秦岭、巴山、祁连山、阿尔金山、昆仑山、天山和阿尔泰山,属多山分布地区。这里地势高寒,降水基本集中在山区,大大高于西北地区的平均降水量,是相对富水区。这里现代冰川发育,是干旱、半干旱地区地表径流形成区和发源地,可为干旱、半干旱的山前地区输送一定量的地表径流。

由于降水稀少而蒸发强烈等原因,西北地区的地表水量约为 2 200 亿 m³,占全国总径流量的 8%。地下水动态储量约为 650 亿 m³。前两项合计 2 850 亿 m³,相当全国水资源总量 28 124 亿 m³ 的 10.13%。在占全国 31.7% 的土地面积上,只拥有全国约 10% 的水资源。在这些有限的水资源中,出山地表水资源总计 999.5 亿 m³,内陆河流域占 88.1%。西北干旱区的地表水资源量为 823.4 亿 m³。水资源时空分布严重不均,多数河流的含沙量大,河流下游地区,水土流失严重,植被退化,绿洲消失,生态环境恶化,水污染严重。

表 2 西北地区降水量统计表

Table 2 Statistics of precipitation in northwest regions of China

地 名 Name of regions		年降水量 Annual precipitation (mm)	各季占年降水量百分数 (%) Percentage of precipitation of each season			
			春	夏	秋	冬
			Spring	Summer	Autumn	Winter
新 疆 Xinjiang	伊宁 Yining	285 3	28	30	21	21
	塔城 Tacheng	333 6	28	29	19	23
	乌鲁木齐 Urumqi	290 8	31	33	23	12
	吐鲁番 Tuloufan	20 1	7	65	7	21
	库车 Kuche	75 6	23	59	10	8
	诺羌 Nuoqiang	10 9	26	41	2	28
青 海 Qinghai	茫崖 Mangya	15 0	7	71	10	10
	西宁 Xi'ning	372 4	13	58	21	7
	玉树 Yushu	462 4	14	61	22	3
甘 肃 Gansu	敦煌 Dunhuang	29 5	13	55	15	17
	酒泉 Jiuquan	81 4	18	62	12	8
	兰州 Lanzhou	332 3	17	58	22	2
	天水 Tianshui	525 7	21	50	26	3
宁 夏 Ningxia	银川 Yinchuan	205 7	18	57	22	2
	延安 Yan'an	572 3	18	57	22	2
陕 西 Shaanxi	西安 Xi'an	604 2	23	40	33	4
	汉中 Hanzhong	889 7	21	46	30	3

2 水资源不合理开发利用、使用浪费加剧了供需矛盾

在我国水利工程供水总量中,农业用水占 88%,城市用水和工业用水占 12%(其中生活用水和工业

用水之比为 1∶ 5。在现行的用水定额下,农业缺水 770 亿 m³,城市缺水 58 亿 m³,农业缺水占缺水总额的 90% 以上^[9]。而现在干旱缺水的西北地区,农业用水定额更大,见如表 3。

表 3 西北地区 2000 年水资源利用现状

Table 3 Current situation of water resources utilization in northwest regions of China in 2000

分 区 Regions	供水量 Water supply (10 ⁸ m ³)				用水量 Water utilization (10 ⁸ m ³)					人均用水量 Per capita water consumption (m ³)	耗水量 Water consumption (10 ⁸ m ³)	
	地表水 Surface water	地下水 Ground water	其他 Other	总计 Total	生活 Life	工业 Industry	农田 Farmland	林牧地 Forest and grassland	总计 Total		总计 Total	其中 农业 Farming
总计 Total	715.5	153.0	2.1	870.6	39.5	52.5	666.4	111.3	869.6	949	546.5	501.6
黄河西北片 Northwest of Yellow River valley	222.2	69.0	1.9	293.1	20.3	36.1	213.1	22.6	292.0	459	158.4	129.2
内陆河流域 Landlocked river valley	493.3	84.0	0.3	577.6	19.2	16.4	453.3	88.7	577.6	2047	348.1	372.4
其中:Thereinto												
内蒙古 Inner Mongolia	71.3	29.0	0.2	100.5	4.5	4.5	79.1	11.8	100.3	1456	57.4	31.0
陕西 Shaanxi	23.2	31.0	0.8	55.0	7.9	10.8	31.7	4.6	54.9	158	36.6	26.1
甘肃 Gansu	91.5	28.1	0.3	120.0	6.9	17.4	89.2	6.2	119.7	1922	71.1	58.3
青海 Qinghai	23.2	4.4	0.0	27.6	2.6	3.8	20.0	1.2	27.6	2024	16.7	14.3
宁夏 Ningxia	80.8	6.4	0.6	87.8	1.7	4.8	71.6	9.1	87.2	1606	38.6	36.5
新疆 Xinjiang	425.5	54.2	0.3	480.0	15.8	10.5	374.9	78.3	480.0	2351	325.6	501.6

成区和河流发源地,并在稀疏的各流域孕育着大片灌溉绿洲。但是和需要灌溉的土地面积相比(包括正在加速退化的草场、耕地等),这些来自于现代冰川发育地区的数量相对较少的水资源的超定额灌溉十分普遍。以新疆、甘肃等为例,平均毛灌水定额约 $1\,500\text{ m}^3/\text{hm}^2$,比全国平均毛灌水定额 $997.5\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 多 $0.5\sim 1.5$ 倍^[9]。农业用水浪费严重使本应扩大的灌溉面积难以实现,而且使受灌区因超定额灌溉引起农作物产量下降、土壤盐渍化土壤,土壤的生产力大大下降。

尽管人们已经注意到上述问题,但问题的解决需要国家从政策法规方面大力支持。几十年来该地区的旱农技术研究等并不落后,生态环境治理的理论和措施并不少,就是因为经济落后,政策滞后,使科学技术不能转化为生产力。客观地讲,要尽快改善这种农业浪费水的现象尚需时日。城市生活和工业用水方面也存在一些问题。由于经济的社会的原因,人们的节水观念淡薄,缺乏节水意识及节水能力有限,使西北地区重点城市的用水浪费也很严重。人均用水、工业万元产值用水值均大大高于其他地区,使西北地区重点城市供需水量定额最大(见表 3)。

上述数据仅代表有水供给的重点城市供水的对。而在许多中小城镇和乡村,供需差额更是大得惊人。据调查资料^[1],在水资源分布比较好的陕西省关中地区,1990年的人均用水量;在大城市最高为 $186\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,而在农村不超过 $50\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。这个数据应该比西北其他省份同类型用水定额要高得多。

西北地区水资源的供需矛盾使之无暇顾及生态环境方面的用水,或少有作为。因为环境缺水得不到保障,才有飞沙走石,才有土地弃耕、退化,才有沃野变荒漠。许多长期适应干旱地区生长的植物纷纷死亡。

通过以上分析,容易得出西北地区水资源供给面临的形势是:从宏观上讲,是个严重缺水的地区,水资源先天性不足是西北地区水资源短缺的根本原因;在面积和比例相对都较小的灌区,缺水和水浪费并存,人为不合理利用加剧了该地区水资源的严峻性。

3 水资源短缺是开发西北和再造山川秀美工程的首要障碍

水资源是人类和一切生物生存不可缺少的物质基础。西北地区水资源先天不足造成该地区旱灾频繁,有限的水资源分配不均和水质恶化等问题,使西北地区的社会进步、经济发展受到致命的约束,人类基本的生存空间受到威胁。除少数城镇和灌区有所改善外,大多数地区谈不上可持续发展,人类生存的

环境急剧单向恶化。

这里以甘肃为例^[9],全省约 41.7% 的土地面积为沙漠、戈壁和荒滩地,全省 375 万贫困人口中 90% 以上生活在水土流失和荒漠化严重地区, 60% 的草场已经退化,不少退化草场原有禾本科、沙草科等优良牧草比例由原来的 60% 下降到 $20\%\sim 30\%$,杂毒草比例反由原来的 10% 上升到 $50\%\sim 60\%$ 。因为缺水 95% 以上土地植被覆盖率不足 10% , 72% 的土地为干旱和半干旱地区,农作物全年缺水量按 976.8 mm 计算,缺水程度达到 69.1% 。

新疆的水资源在西北地区相对较高,但水问题面临的形势不容乐观。因为缺水,塔里木河下游绿色走廊面临生存危机,罗布泊、台特玛湖干涸,博斯腾湖水咸化,天然荒漠林衰败,土地沙化,风沙浮尘天气增加,草场退化,农村能源短缺等造成一系列生态环境危机。青海、宁夏、陕西均存在着类似的问题,参见表 1、3 有关数据。

西部大开发和再造山川秀美,在西北地区应从何处入手才是牵一发而动全身?

国内外的实践证明,开发西北地区,再造山川秀美,关键的问题是解决水问题,水是一切人类活动的生命线,是制约人类经济发展的瓶颈。在干旱的西北地区,没有安全的供水保障,万物丧失生机。开发大西北,必然要增加供水量,需要水资源支撑再造山川秀美,而且这个数量是非常巨大的。西北地区本身的水资源不能满足和维持此区的社会、经济发展和生态环境的良性循环,大开发和再造山川秀美对水资源更是雪上加霜。如果仅仅在西北内部通过挖掘潜力,无论如何是远远不够的。以占用水量 83% 以上的农用水为例,暂不考虑经济条件和中东部地区的差距,按照内地的水平,假使节约一半水量,扩大灌区 1 倍仍然无法满足广大的荒漠化、退化地区的需求。实施外域调水是解决供水问题的历史的必然选择。

4 科学认识西北缺水问题是解决问题的前提

西北地区的水资源问题研究近年来不断涌现出新的成果。就西北地区的水问题及解决的途径,几十年来,取得了巨大的成就,并形成了一系列的新理论、新技术和新方法,为开发大西北积累了深厚的科研力量,并在一定程度上形成共识。但是,由于问题本身的复杂性,在解决西北水问题的认识和方法上也有不同的声音,归纳起来有以下几点:

(1) 西北地区并不缺水,缺水是人为原因,即西北地区不是资源型缺水,而是工程管理型缺水,解决西北地区水问题的根本出路在于挖掘潜力。

(3 如果东部地区能供养起西部(这里指人, 当然也包括西北地区), 就可以放弃西部(指工农业发展), 水问题自然解决。

(3 实施西北地区找水计划(指地下水), 解决西北地区水问题。

(4 实施外域调水是解决西北地区供水问题的出路。

(5 考虑利用极地和高山冰川冰用于解决西北地区水资源问题。

对于此区的缺水问题, 我们不应凭一些有限的统计数据和资料, 武断地给整个西北地区下一个结论, 或缺水或不缺水! 必须充分认识西北地区水资源供需矛盾的特殊性和矛盾的各个方面, 正确地认识其自然环境恶化、水资源供需矛盾加剧等由量变到质变的积累过程, 要善于在开发西北和再造山川秀美的世纪伟业中抓主要矛盾, 下决心首先解决缺水问题, 充分认识到解决水问题的艰巨性和曲折性。那些脱离实践、源于本本的认识不符合马克思主义, 在言论是错误的, 经不起考验, 在实践上是有害的, 经不起实践的再认识, 也不可能真正找到一条具有西北特色, 解决西北地区水问题的出路。

通过对西北地区水问题的几十年的理论和实际的探索, 可以认为, 要实事求是地、客观地、正确地、科学地解决西北地区水问题, 胜利实施开发大西北和再造山川秀美的西北地区, 在立足于节约用水这一原则的基础上, 积极迅速地实施西北地区的外域调水工程, 是解决西北地区水问题的根本出路。

5 对策与建议

5.1 大力提倡建设节水型社会

水资源可持续利用是关系西北地区生存与发展的大事, 因此在此区率先建设节水型社会有其现实可行性和紧迫性。要牢固树立节约用水观念, 积极推动产业结构调整, 积极倡导和开发、应用节水方法、节水技术和工艺设施, 进一步加强节水的科学管理和教育宣传力度。

5.2 加强水资源统一管理

西北地区中小型流域综合治理已初见成效, 但水资源综合治理任务仍十分繁重。要实现西北水资源的可持续利用, 迫切 need 要加强以流域为基础的水资源统一管理。要通过水资源的统一管理, 增强江河、湖泊安全泄洪排涝能力, 改善流域水环境, 为流域内国民经济和社会发展提供有效保障。

5.3 加快骨干型水利工程建设, 合理配置水资源

西北地区近期应以大力调整产业结构、用水结

构和灌区节水改造为主, 同时加快黄河支流和内陆河出口控制性蓄水工程建设; 远期则在继续强化节水和提高用水效率, 在改善生态环境的基本前提下, 可重点建设包括西线南水北调工程 and 新疆的一些大河流域开发工程等一批重大水利工程。

5.4 优先保障重点地区的生态环境用水

生态环境状态不可逆性强, 一旦遭到破坏, 修复十分困难且投入巨大。据有关专家预测, 西北地区经济社会需水高峰约在 2030 年前后出现, 相应地增加耗水量约 40 亿 m³, 这意味着留给生态环境的水资源量还将减少。这就要求, 西北地区进行水资源配置时, 必须要统筹经济社会发展用水和生态环境用水, 对于生态环境问题严重的地区, 必须优先保障其生态环境用水。同时, 进行以满足生态环境需水要求为目的的生态环境修复工程建设, 包括实施生态调水工程建设。

5.5 优化水资源配置格局, 加快供水体系建设

为了解决西北地区水资源利用所面临的诸多问题, 保障未来该地区经济社会可持续发展的用水需求, 改善生态环境状况, 需要对西北地区水资源进行统一规划、合理配置, 优化水资源配置格局, 加快建设与西部大开发、全面小康社会建设相适应的供水体系建设。

参 考 文 献:

[1] 中国自然资源研究会. 中国干旱半干旱地区自然资源研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1988: 23- 25

[2] 安芷生. 最近 2 万年中国古环境变迁的初步研究 [A]. 刘东生. 黄土第四纪地质全球变化 [C]. 北京: 科学出版社, 1990: 45- 50

[3] Kukla G, Zhisheng An. Loess stratigraphy in central China [M]. Palaeogeology, Palaeoclimatol, 1989: 202- 225

[4] 刘东生. 黄土与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1- 14

[5] Prell W L, Imbrie J, Martinson D G, et al. Graphic correlation of oxygen isotope stratigraphy application to the Late Quaternary [J]. Paleoceanography, 1986: 137- 162

[6] Seiter W, Conrad R, Scharffe D. Field studies of CH₄ emission from termite nest into the atmosphere and measurements of CH₄ up take by tropical soil [J]. Atmos Chem, 1984: 171- 186

[7] 李兆元. 西安地区 (1980~ 1983 年) 旱涝气候变化 [J]. 地理研究, 1988: 64- 69

[8] 叶笃正. 中国的全球变化预研究 [M]. 北京: 地震出版社, 1992: 55- 56

[9] 任鸿遵. 我国缺水问题分析 [J]. 中国水问题研究. 1998: 23- 33

(英文摘要下转第 194 页)

时,产量开始下降,叶面积指数适合范围为 3~4 高产田 3.5 以上。在农业生产管理上,苗期要适时间苗、定苗,合理密植,增加叶面积指数;穗期要保证足够的水肥条件,使雄穗的小穗、小花和雄穗的花粉发育良好,并获得较大的叶面积指数;花粉期要最大限度保持绿叶面积和延长绿叶功能时间,以促进灌浆。

参 考 文 献:

[1] 国家气象局.《农业气象观测规范》(上卷) [M]. 北京:气象出版社, 1993 6: 29.

[2] 邓振镛. 高原干旱气候作物生态适应性研究[M]. 北京:气象出版社, 2005.

Effects of climate change on leaf area of
maize on Loess Plateau in east Gansu

WANG Ning zhen^{1, 2}, DENG Zhen yong¹, ZHANG Mou tao², LU Feng ping³, ZHAI Xiao qin³
(¹ Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster,
Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China;
² Xifeng Agro meteorological Experiment Station of Gansu Province, Xifeng, Gansu 745000, China;
³ Qingyang Meteorological Bureau, Xifeng, Gansu 745000, China)

Abstract: By analyzing the data of leaf area index of maize observed in Xifeng Agro meteorological Experiment Station, it is found that the changing trend of leaf area index in the growth period of maize is slow increase rapid increase slow decrease. The leaf area index of various growth periods is much different among years, which is mainly caused by the differences of environmental factors. There is a close correlation between the change of leaf area index and the precipitation, and the leaf area index is positively related to the accumulated temperature and sunlight hours in three leaves to seven leaves period, but not remarkably related to those in other periods. The yield of maize is remarkably related to the leaf area index in heading and milk mature period. When the leaf area index in heading period is less than 3 the output is low; when it is higher than 4 the output begins to decrease; the ideal range of leaf area index is 3~4.

Key words: east Gansu; climate change; leaf area index of maize

(上接第 182 页)

Discussion on water shortage and
countermeasures in northwest regions of China

SHI Kang ti¹, LIU Yuan ying¹, WAN Liang ting¹, ZHANG Xue zhen²
(¹ Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;
² Faculty Environment Science and Engineering, Cheng'an Univercity, Xi'an 710054, China)

Abstract: This paper analyzes the problem of water shortage in northwest regions of China, and proposes that natural change is the main reason that causes the meteorological drought; The connatural shortage of water resource is the most important factor that results in the severe inconsistency between water supply and demand and the fragility of ecological environment; It is necessary to conduct investigation and research so as to find the practical and realistic ways to solve the problem of water resource in northwest regions. Finally, it puts forward the countermeasures and suggestions.

Key words: northwest regions of China; water shortage; ecological environment; development of western regions; inter regional water transfer; countermeasure and suggestion