

干旱遥感监测方法研究应用进展^{*}

闫娜¹, 杜继稳^{2,1}, 李登科³, 延军平¹

(1. 陕西师范大学, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省气象局, 陕西 西安 710014;
3. 陕西省农业遥感信息中心, 陕西 西安 710014)

摘要: 严重、频繁的干旱已经成为世界范围内最为严重的气候灾害之一, 它直接阻碍了社会经济的可持续发展。开展干旱的监测、预测与评估研究, 具有重大现实意义。首先回顾了国内外的研究动态, 介绍了几种干旱遥感监测指数的原理、方法以及适用范围, 重点阐述了 EOS/MODIS 数据的计算模型的应用, 并对各种干旱监测指数存在的问题以及干旱监测的发展趋势进行了探讨。

关键词: 干旱; 遥感监测; 土壤水分; 方法模型

中图分类号: TP79; S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)04-0117-05

0 引言

近百年来全球变化最突出的特征就是气候的显著变暖, 这种气候变化会使有些地区极端天气与气候事件如干旱、洪涝、沙尘暴等的频率与强度加强增加。中国气候变暖最明显的地区在西北、华北和东北地区, 特别是西北变暖的强度高于全国平均值, 使得夏季干旱化和暖冬比较突出^[1]。

干旱是全球最为常见的自然灾害, 据测算每年因干旱造成的全球经济损失高达 60~80 亿美元, 远远超过了其它气象灾害。我国自然灾害中 70% 为气象灾害, 而干旱灾害又占气象灾害的 50% 左右^[2]。日益严重的全球化干旱问题已经成为各国科学家和政府部门共同关注的热点。而用遥感监测干旱, 一直是科学界公认的难题。对其进行综述, 寻找合适的模型方法对于各级政府和领导及时了解旱情程度和分布, 采取积极有效的防、抗旱措施, 科学指挥农业生产, 具有积极意义。

1 干旱的遥感监测

传统的干旱监测方法即为台站网络监测, 其主要任务是对干旱有关的参数进行观测。观测的台站包括气象站、农业生态站、水文气象站等。利用现有的观测台站网进行观测, 然后针对不同

类型的干旱统计分析, 确定出适合本地区或全国的干旱指标, 以确定干旱发生的时间、范围及严重程度等。由于测点少, 反映的是测点的土壤水分信息, 而不是面上土壤水分的总体状况, 难以满足抗旱决策对面上灾害情况快速了解的需求。

遥感监测的干旱通常是指农业干旱, 而农业干旱的本质是土壤水分含量太低, 无法满足植被对水分的需求, 所以干旱监测的本质是监测土壤水分含量, 通过土壤含水量的分布和多少来反映干旱的分布范围和干旱程度^[3~5]。随着遥感技术的迅速发展, 多时相、多光谱遥感数据从定性、定量等方面反映了大范围的地表信息, 为实时动态的干旱遥感监测提供了有效的数据来源, 为旱情监测开辟了全新的途径。

2 研究动态

国外利用遥感方法进行土壤水分监测的研究始于 20 世纪 60 年代末。用热红外遥感技术监测土壤含水量的研究始于 20 世纪 70 年代。1971 年, Waston 等首次提出了一个用地表温度日较差推算热惯量的简单模式。1978 年, 具有高分辨率图像的 TIROSS 等系列卫星的相继运行, 使得大规模地研究和应用热红外技术遥感监测土壤水分成为可能。进入 80 年代后, 遥感监测土壤水分与干旱的研究工作得到了全面而迅速的发展。监测手段多

^{*} 收稿日期: 2008-03-28

基金项目: 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(04JZD00010); 教育部人文科学重点研究基地重大项目(05jzd770013)

作者简介: 闫娜(1981-), 女, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事资源开发与环境治理研究. E-mail: yanna86@163.com

种多样, 监测波段有近、中、远等热红外和微波遥感。1990 年以来, 气象卫星遥感也日益受到重视。监测也从单一的使用遥感资料到与农作物生长模型相结合, 与 GIS 的结合, 模式不断完善。特别是自 1999 年以来, 美国对地观测系统计划 Terra 和 Aqua 卫星相继升空, 所搭载的 MODIS 传感器具有更高的空间分辨率、更多波段和更好的数据质量, 非常适合农业旱灾监测。

国内开展土壤水分遥感监测试验研究比国外晚大约 10 年以上, 大体上从 20 世纪 80 年代中期起步。许多学者对应用遥感技术监测土壤含水量的方法做了大量的研究^[6], 监测方法也很多。用 NOAA/AVHRR 资料监测干旱对裸地和稀疏植被覆盖区主要采用热惯量方法、通道 4 辐射温度法和能量温度比方法; 对有植被覆盖区主要采用距平植被指数法、条件植被指数法、条件植被温度指数、植被供水指数和作物缺水指数, 在部分植被覆盖条件下多采用双层模型。

3 监测方法和模型

3.1 热惯量法

热惯量是物质热特性的一种综合量度, 反映了物质与周围环境能量交换的能力。遥感土壤含水量的基本原理是: 土壤含水量低, 就出现干旱。当土壤干燥时, 昼夜温差大, 而土壤含水量高时, 昼夜温差小。只要用遥感方法获得一天内土壤的最高温度和最低温度, 通过模型就可以计算出土壤含水量, 这种方法称为热惯量法。

国外对干旱遥感监测的研究, 最早应用热模型的是 Watson, Pohn 等。Kahle 提出了地质体热惯量的概念。Price Pratt 等在能量平衡方程基础上, 系统地总结了热惯量方法及其遥感成像原理^[7]。隋洪智^[8]用数据计算热惯量, 得到植被覆盖度较低条件下土壤表面热惯量与土壤水分的一元线性关系。肖乾广^[9]等从土壤的热性质出发, 在求解热传导方程的基础上引入了“遥感土壤水分最大信息层”概念, 并以此理论建立了多时相的综合土壤湿度统计模型, 认为采用幂函数模型比线性模型好。陈怀亮^[10]等以热惯量为基础, 在 GIS 的支持下, 通过计算地形参数, 间接考虑了风速对用 NOAA/AVHRR 资料监测土壤水分的影响。该方法用数字高程模型 (DEM) 计算风速和地形参数 F 、 R , 计算结果表明: 考虑风速后, 遥感土壤水分的精度比单用热惯量方法有所提高, 风速对遥感土壤

水分的影响主要限于土壤浅层。赵玉金和张晓煜^[11]考虑了不同植被覆盖率和地理位置、土壤类型对地表温度日较差的影响, 对获得的白天和夜间通道 4 亮温的差值进行订正, 用订正后的亮温差与土壤水分建立线性模型, 在山东和宁夏浅层土壤相对湿度的监测中取得了较好的监测效果。

热惯量方法用于土壤温度监测较稳定, 只要能准确得到土壤昼夜温度差, 就可以得到相对干旱的程度, 估算含水量精度比较高, 而且易于实现^[12]。但该方法有其局限性, 主要有三方面: 一是原则上只适用于裸露或植被覆盖度很低的下垫面; 二是要求同时获得白天、晚上的晴空数据; 三是白天和夜间卫星过境被监测地区都要处于两条轨道基本重合的范围。

3.2 微波遥感法

由于微波遥感具备全天时、全天候并有一定穿透能力的优点, 突破了传统测量方法测点少、费时、费力和光学遥感精度低、受天气状况限制的缺点, 所以运用微波遥感进行土壤湿度监测就应运而生^[13], 用微波遥感监测土壤水分始于 20 世纪 70 年代。由于土壤含水量的多少直接影响土壤的介电特性, 使雷达回波对土壤湿度极为敏感。李杏朝^[14]根据微波后向散射系数法, 用微波遥感监测土壤水分的相对误差率仅 12%。

微波遥感监测干旱状况比较适用于裸地地表, 但存在空间分辨率低、影响因素多的缺点。若综合其他可见光与近红外图像, 将是监测土壤水分最有希望的方法。

3.3 植被遥感方法

从农业生产角度考虑, 干旱是在水分胁迫下, 作物及其生存环境相互作用构成的一种旱生生态环境, 所以我们可以用植被指数来表示作物受旱程度。以下是对几种常用方法的总结和归纳。

3.3.1 植被供水指数法

其原理是当植被供水充足时, 卫星遥感的植被指数在一定的生长期保持一定的范围, 而卫星遥感的作物冠层温度也保持在一定的范围, 如果遇到干旱, 作物供水不足, 一方面作物生长受到影响, 卫星遥感的植被指数将降低^[15]; 另一方面作物冠层温度将升高, 这是由于干旱造成的作物供水不足, 作物没有足够的水供给叶子表面蒸发, 被迫关闭一部分气孔, 致使植被冠层温度升高。刘丽^[16]等用植被供水指数法在贵州的干旱遥感监测中取得了较好的效果。

植被供水指数 (VSWI) 方法的优点是, 只需要

14 点左右的一次晴空卫星观测资料, 即可进行旱情监测, 物理意义明确。但下垫面差异较大时, 监测结果的误差较大, 给出的只是相对的干旱等级。国家卫星气象中心还提出这种方法适用于植被蒸腾较强的季节。

3.3.2 作物缺水指数法

作物缺水指数(*CWSI*)是土壤水分的一个度量指标, 它是由作物冠层温度值转换来的, 是利用热红外遥感温度和常规气象资料来间接地监测植被条件下的土壤水分, 是遥感监测土壤水分的一种很重要的方法。作物缺水指数最初由 Jackson 等(1981 年)以能量平衡为基础提出来的, 定义如下: $CWSI = 1 - ET/ETP$, 式中, *ET* 为实际蒸散, *ETP* 为潜在蒸散。田国良^[17]等在“七五”国家攻关项目中, 利用卫星一次过境观测的辐射温度值, 计算每 h 的地表辐射温度以及蒸散, 结合当地气象台站的气象数据计算出 *CWSI*。申广荣^[18]等和武晓波等在 GIS 支持下, 建立了黄淮海平原旱情监测系统。将进行作物缺水指数计算所需要的 8 个气象要素进行插值处理, 建立了融遥感图像、图形、数据为一体的 *CWSI* 模型。使旱情监测由点到面, 结果清晰明了。刘安麟^[19]等(2004)从能量平衡原理出发, 对作物缺水指数的计算过程进行了简化, 并利用简化的模型对陕西地区的干旱进行了监测, 取得满意的效果。

该方法物理意义明确、精度高、可靠性强, 但因涉及到许多农学和气象参数, 实现起来比较困难, 有些参数只能取参考值。遥感反演地表参数的精度目前还很难达到模型定量化计算的要求, 在一定程度上阻碍了该模型的推广应用^[20]。

3.3.3 植被指数法

植被指数(*VI*)是遥感监测地面植被生长状况的一个指数, 它是由卫星传感器可见光和近红外通道探测数据的线性或非线性组合形成的, 可以较好地反映地表绿色植被的生长和分布状况。一般来讲, 当作物缺水时, 作物的生长将受到影响, 植被指数将会降低。根据农作物的光谱特性, 研究人员提出了各种植被指数作为农作物生长状况和旱涝灾情的判断标准, 一般常用的组合方式有:

差值植被指数: $EVI = NIR - RED$,

比值植被指数: $RVI = NIR/RED$,

归一化植被指数 $NDVI = A \times (NIR - RED) / (NIR + RED)$ 。

上述式子中 *NIR* 为近红外通道的发射率, *RED* 为可见光通道的反射率, *A* 为扩大系数。

条件植被指数(*VCI*)的定义为:

$VCI = (NDVI_i - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \times 100$
式中: $NDVI_i$ 为某一特定年第 *i* 个时期的 *NDVI* 值, $NDVI_{max}$ 和 $NDVI_{min}$ 分别为所研究年限内第 *i* 个时期 *NDVI* 的最大值和最小值。

距平植被指数法使用干旱时段的植被指数减去其多年平均值, 根据差值的大小确定作物的受旱情况。海拔高的地区 *NDVI* 值相对较高, 因此, 考虑地形地貌因素以及联系气象因子变化会使监测结果更加准确。陈维英^[21]等用归一化植被指数(*NDVI*)距平对 1992 年华北平原、中原、西北地区旱情进行了监测。毛学森^[22]等通过对冬小麦 *NDVI* 变化与水分胁迫的关系研究结果表明, *NDVI* 对土壤水分变化并不敏感, 而土壤水分首先改变了小麦植株体形态, 进而影响到冬小麦的 *NDVI*, 说明 *NDVI* 对土壤水分的反应具有滞后性。有的学者指出归一化植被指数的方法简单易用, 也比较直观, 但要注意资料累积期在长系列中是处于平水期还是枯水期或丰水期。

3.4 温度条件指数(TCI)

1995 年 Kogan 提出了温度条件指数(*TCI*), 用于解决部分植被覆盖时的干旱监测。其原理是植物受到水分胁迫时, 植物关闭叶片气孔, 降低因蒸腾所造成的水分损失, 进而地表潜热通量降低, 感热通量增加, 造成植物冠层温度的升高。即用植物冠层温度可以作为干旱发生的指示器。王鹏新^[23]等利用陕西省关中平原地区 2000 年 3 月下旬干旱的监测结果表明, 条件植被温度指数能较好地监测该区域的相对干旱程度, 并可用于研究干旱程度的空间变化特征, 对干旱的监测结果与用土壤热惯量模型反演的土壤表层含水量的结果基本吻合。这种算法中地表温度的反演精度是关键, 但一直以来地表温度的反演也是难题, 所以这种算法推广仍有困难。

3.5 双层模型

部分植被覆盖是指作物的生长初期或是条播作物, 由于涉及到能量、湿度、蒸散等在土壤和植被中的分配问题, 情况比较复杂, 显然再用单层模型已经无法解决问题, 因此就诞生出将地表蒸散细化为土壤蒸发和植物蒸腾, 分别建立冠层、土壤表面的热量平衡方程, 即经典的双层模型。隋洪智等以作物和土壤表层的能量平衡为基础, 用简化的双层模型建立了一套部分植被覆盖条件下土壤水分和作物蒸散的监测方法。该模型把土壤和作物冠层作为两个层面, 分别考虑了两者不同的热特性对蒸散的不同贡献, 他们用双层模型对 1994 年 3 月黄淮海平原的干旱进行了监测, 结

果表明：双层模型具有较高的精度。

双层蒸散模型属于定量遥感的范畴，其计算过程比较复杂，涉及的需要量化的参数较多，为了推广应用必须作出简化，但是这必须以牺牲精度作为代价，所以在实际的推广应用中受到限制，还存在许多急需解决的问题。目前，国内的研究主要集中在对经典双层模型的简化上。

3.6 MODIS 数据的干旱监测综合模型

上述方法和模型大都是基于 NOAA/AVHRR 资料。而 MODIS 传感器现搭载于 Terra 和 Aqua 两颗太阳同步极轨卫星上，它的高时间分辨率、高光谱分辨率、适中的空间分辨率等特点使得其在干旱监测中具有更为突出的优势。

因北方地表类型变化不大的缘故，国内利用 MODIS 数据反演 LST 的研究区域大多是我国北方地带，比较常见的算法有：推广的分裂窗算法、白天/夜间 LST 算法、单窗算法。而基于植被指数和地表温度的二维特征空间 $NDVI - T_s$ 综合了两个参数特有的生理生态意义，不仅可以指示作物受旱时的水热胁迫环境，同时揭示了作物在这种胁迫环境下表现出的症状，可有效提高农业干旱监测的精度和效率^[4]。

齐述华^[24]受 $NDVI - T_s$ 空间在干旱监测中原理的启发，探讨利用 MODIS 数据将昼夜陆地表面温差和表观热惯量与植被指数相结合建立 $NDVI - \Delta T$ 空间和 $NDVI - ATI$ 空间，进行干旱监测的可行性，并与 $NDVI - T_s$ 空间方法进行对比，取得良好效果。也有的学者认为 MODIS 数据的 $NDVI$ 容易饱和，会影响高密度高生物量植被监测时的精度，因此需要探索其它植被指数，如叶面积指数 (LAI)、增强型植被指数 (EVI) 等在与地表温度结合监测干旱方面的适用性。卢远等^[25]利用 MODIS 合成数据 $MYD11A2$ 和 $MYD13A2$ 获取的增强型植被指数 (EVI) 和陆地表面温度 (T_s) 构建 $EVI - T_s$ 特征空间，并以该特征空间计算的温度植被干旱指数 ($TVDI$) 作为干旱监测指标，分析广西 2006 年秋旱分布，能较好地反映区域旱情分布和旱情发展过程。

谭德宝^[26]提出了基于 MODIS 数据的干旱监测综合模型。MODIS 干旱监测模型参数的确定纳入了与干旱有关的各种参数，包括昼夜温差、云指数、归一化植被指数、归一化积雪指数、降水距平、灌溉区分类、前期干旱情况。张文宗^[27]等根据土壤热力学理论，提出了利用 EOS/MODIS 资料遥感监测农业干旱的新方法——能量指数模式，实际监测应用结果良好。

4 结论

遥感干旱监测方法经过近 30 年的发展，取得了非常重要的研究成果^[28-35]，有些研究成果已经进入推广应用，获得了巨大的社会效益和经济效益。但由于干旱是一种非常复杂的渐进的灾害，它的发生具有随机性、地域性、隐蔽性和不易觉察等特点，给遥感干旱监测带来许多不确定性的问题，以后还应加强以下领域的研究。

(1) 许多学者对干旱和土壤水分的遥感监测给予了充分的重视，做了大量的相关研究工作，也发展了一些理论和模型。今后应重点比较分析各种不同的干旱指数，寻求在各种尺度上能明确反映干旱胁迫时序演变和空间分异的最佳干旱指标，以提高监测的精度。

(2) 没有一种单独的干旱指数是完美的，监测指标需要结合下垫面 (地形、植被、土壤性质) 作进一步完善，在应用中将 RS (遥感) 与 GIS (地理信息系统) 等高新技术和常规的灾害监测评估方法相结合将是解决旱情监测实用化和业务化的必由之路。

(3) 对大面积干旱宏观的监测研究比较成熟，为了满足各地方政府部门或者小区域范围的需要，了解更详细的干旱信息，今后研究应该重点从精细化上深入研究。而高精度和高分辨率的 EOS/MODIS 数据为干旱的精细研究提供了可能，并将得到更为广泛的使用。

(4) 许多学者都是根据一次遥感资料监测干旱的灾情的，通过建立数学模型取得了一些成果。但这些在实用方面还有一定距离，还不能完全满足农业生产的需要，今后可以尝试多次或多年遥感资料进行连续研究。

(5) 监测干旱的模型与气象资料以及地面信息的认证研究很欠缺，精确度存在不确定性，还有待进一步的映证研究。

参考文献：

- [1] 宋连春, 邓振镛, 董安祥, 等. 变化热门话题丛书——干旱 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [2] 刘颖秋. 干旱灾害对我国社会经济的影响研究 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [3] 王颖杰, 商彦蕊, 郭建谱, 等. 农业旱灾遥感监测方法综述 [J]. 灾害学, 2006, 21(4): 84-88.
- [4] 高磊, 覃志豪, 卢丽萍. 基于植被指数和地表温度特征空间的农业干旱监测模型研究综述 [J]. 国土资源遥感, 2007,

- (3): 1-7.
- [5] 李星敏, 郑有飞, 刘安麟. 我国用 NOAA/AVHRR 资料进行干旱遥感监测的方法综述[J]. 中国农业气象, 2003, 24(3): 38-41.
- [6] 邹旭恺, 张强, 王有民. 干旱指标研究进展及中美两国国家级干旱监测[J]. 气象, 2005, 31(7): 6-9.
- [7] 苏文荣, 张晓煜. 干旱遥感监测预警评估研究综述[J]. 宁夏农林科技, 2007, (1): 45-48.
- [8] 隋洪智, 田国良, 李建军, 等. 热惯量方法监测土壤水分[M]//黄河流域典型地区遥感动态研究. 北京: 科学出版社, 1990: 122-132.
- [9] 肖乾广, 陈维英, 盛永伟, 等. 用气象卫星监测土壤水分的实验研究[J]. 应用气象学报, 1994, 5(3): 312-318.
- [10] 陈怀亮, 冯定原, 邹春辉, 等. 土壤质地对遥感监测干旱的影响[J]. 河南气象, 1999, (3): 28-29.
- [11] 赵玉金. 气象卫星遥感技术为农业服务应用研讨会文集[C]//北京: 中国气象局, 1996: 30-35.
- [12] 孙丽, 陈焕伟, 赵立军, 等. 遥感监测旱情的研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(1): 202-206.
- [13] 张学艺, 张晓煜, 李剑萍, 等. 我国干旱遥感监测技术方法研究进展[J]. 气象科技, 2007, 35(4): 574-578.
- [14] 李杏朝. 微波遥感监测土壤水分的研究初探[J]. 遥感技术与应用, 1995, 10(4): 1-8.
- [15] 汪扩军. 气象灾害监测预警与减灾评估技术[M]. 北京: 气象出版社, 2005.
- [16] 刘丽, 刘清, 周颖, 等. 卫星遥感信息在贵州干旱监测中的应用[J]. 中国农业气象, 1999, 20(3): 43-47.
- [17] 田国良. 土壤水分的遥感监测方法[J]. 环境遥感, 1991, 6(2): 89-99.
- [18] 申广荣, 田国良. 基于 GIS 的黄淮海平原旱灾遥感监测研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 188-191.
- [19] 刘安麟, 李星敏, 何延波, 等. 作物缺水指数法的简化及在干旱遥感监测中的应用[J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 210-214.
- [20] 侯英雨, 何延波, 柳钦火, 等. 干旱监测指数研究[J]. 生态学杂志, 2007, 26(6): 892-897.
- [21] 陈维英, 萧乾广, 盛永伟. 距平植被指数在 1992 年特大干旱监测中的应用[J]. 环境遥感, 1994, 9(2): 106-112.
- [22] 毛学森, 张永强, 沈彦俊. 水分胁迫对冬小麦植被指数响应及其动态变化特征[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(1): 69-71.
- [23] 王鹏新, 龚健雅, 李小文, 等. 条件植被温度指数及其在干旱监测中的应用[J]. 武汉大学学报, 2001, 26(5): 412-418.
- [24] 齐述华, 李贵才, 王长耀. 利用 MODIS 数据产品进行全国干旱监测的研究[J]. 水科学进展, 2005, 15(1): 56-61.
- [25] 卢远, 华璠, 韦燕飞, 等. 利用 MODIS 数据进行旱情动态监测研究[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(3): 55-58.
- [26] 谭德宝, 刘良明, 鄢俊洁, 等. MODIS 数据的干旱监测模型研究[J]. 长江科学院院报, 2004, 21(3): 11-15.
- [27] 张文宗, 姚树然, 赵春雷. 利用 MODIS 资料监测和预警干旱新方法[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 501-504.
- [28] 齐述华, 牛铮, 王军邦, 等. 1982~2001 年间中国干旱发生时空特征的遥感分析[J]. 土壤学报, 2006, 43(3): 376-382.
- [29] Richard R. Hemi Jr. 周跃武, 冯建英, 译. 美国 20 世纪干旱指数评述[J]. 干旱气象, 2006, 24(1): 79-88.
- [30] 刘治国, 王遂缙, 林纾, 等. 西北干旱监测预测业务服务综合系统的开发与应用[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 485-489.
- [31] 王春乙, 王石立, 霍治国, 等. 近 10 年来中国主要农业气象灾害监测预警与评估技术研究进展[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 659-670.
- [32] 李亚春, 王志华. 我国干旱红外遥感监测方法的研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 98-102.
- [33] 张树誉, 李登科, 李星敏. MODIS 资料在 2005 年陕西春旱过程监测中的应用[J]. 中国农业气象, 2006, 27(3): 204-209.
- [34] 李星敏, 刘安麟, 王钊, 等. 植被指数差异在干旱遥感监测中的应用[J]. 陕西气象, 2004, (5): 17-19.
- [35] 张树誉. EOS/MODIS 资料在陕西自然灾害监测中的应用[J]. 陕西气象, 2003, (5): 33-35.

Progress in Research and Application of Drought Monitoring Method by Remote Sensing

Yan Na¹, Du Jiwen²¹, Li Dengke³ and Yan Junping¹

(1. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. Shaanxi Meteorological Bureau, Xi'an 710014, China;

3. Shaanxi Remote Sensing Information Center for Agriculture, Xi'an 710014, China)

Abstract: The serious and frequent drought has already become one of the most serious weather disasters worldwide, which directly hindered the social and economic development. The research on drought monitoring, forecast and evaluation is of great practical significance. In this paper, the domestic and international research trend is reviewed and the principles, methods and application scope of RS-based drought index monitoring are introduced in details. Especially, the application of EOS /MODIS data model is described. Finally, the problems in the monitoring index and the development trend of drought monitoring are studied.

Key words: drought; drought monitoring; soil humidity