

# 干旱指标在陕西省适用性研究

乔 丽<sup>1</sup>, 杜继稳<sup>1</sup>, 薛春芳<sup>1</sup>, 李 青<sup>1</sup>, 吴林荣<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象局, 陕西 西安 710014; 2. 陕西省气象台, 陕西 西安 710014)

**摘 要:** 选取陕西地区 1951~1999 年间发生的 442 个典型干旱个例作为代表, 根据全省 96 个气象台站的气象观测资料, 计算降水距平百分率等 6 个气象干旱指标的干旱等级, 并与实际干旱灾情进行对比分析, 判断干旱指标适用与否。另外, 在对每个干旱指标本地化适用性分析基础上, 又对所有指标在陕西适用性进行了对比分析, 统计每个指标在陕西不同区域、不同季节的适用频率, 选取适用频率最高的 1 个(或多个)指标作为该区域、该季节最佳指标, 从而建立一套适合陕西的分区域、分季节干旱指标体系; 最后选用 2000~2005 年发生在陕西的 48 个干旱独立样本对干旱指标体系进行检验。结果表明: 本研究所建立的干旱指标体系在陕西不同区域、不同季节具有较好的适用性, 该指标体系将为陕西干旱监测预警评估业务平台的建立提供可靠的技术支撑。

**关键词:** 陕西省; 干旱指标; 适用性

**中图分类号:** S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)02-0001-06

陕西省位于中国西北地区, 干旱现象十分突出, 素有“十年九旱”之称。随着国民经济的快速发展, 特别是西部大开发战略的实施, 对于干旱灾害的监测及防治提出了愈来愈高的要求。为保障干旱半干旱地区经济结构调整和可持续发展, 确保国家投资效益充分发挥, 减少西北水资源浪费和生态环境破坏, 组织实施好陕西省干旱监测预警评估业务系统建设, 迫切需要利用先进的技术手段加强干旱监测研究。

干旱指标是干旱研究和分析的基础。目前, 国内外关于干旱指标已有大量研究。尤其在干旱指标适用性方面, 很多学者也做了深入研究, 取得了很好的应用效果。樊高峰等<sup>[1]</sup>对浙江省气候业务中经常使用的降水距平百分率指标、Z 指数指标、干燥度指标三种干旱指标进行比较分析, 认为 Z 指数指标能较确切反映出干旱程度, 距平百分率指标反映干旱程度较轻, 干燥度指标反映干旱程度过于敏感; 卫捷等<sup>[2]</sup>利用中国 160 站降水、气温月平均资料, 计算了全国 160 站 50 年的修正的帕默尔指标, 认为帕默尔指标对我国的干旱指标有很好的指示意义。

以上研究均是通过对某种指标或几种指标的适用性进行分析, 进一步提出适合某省或某区域的干旱指标。研究表明: 同一个干旱指标, 在一个地区有较好的适用性, 但是在另外一个地区就未必会很适用。这是因为干旱指标大都是建立在特定的地

域和时间范围内, 有其相应的时空尺度, 任何一种干旱指标都很难具备时空上均普遍适用的条件; 陕西地形多样, 地势复杂, 南北横跨 3 个气候带, 任何一种干旱指标都很难在全省范围内达到良好的应用效果; 而且, 由于干旱自身的复杂特性以及不同地域、不同季节干旱发展演变规律不同, 不同的干旱指标对干旱的表述也有差异。为此, 要做好陕西干旱的精细化监测预警评估, 必须针对陕西不同季节、不同区域进行干旱指标适应性研究, 以期得到适合陕西分季节、分区域的最佳干旱指标。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

本文所用的气象资料均来自陕西气象档案馆, 包括了陕西 96 个气象台站 1951~2005 年期间的气温、降水、日照时数、水汽压、风等资料, 对于部分缺测资料采取邻近站替代法和线性插值法; 干旱灾情资料均选自《陕西省救灾年鉴》、《陕西省干旱灾害年鉴》和《中国气象灾害大典》。

### 1.2 方法

参照中国气象局 2005 年下发的《干旱监测和影响评价业务规定》中给出的降水量距平百分率指标(Pa)、标准化降水指标(SPI)、相对湿度指标(M)、综合气象干旱指标(Ci)、土壤相对湿度干旱指标(R)和 Palmer 干旱指标(Pamer)6 个干旱指标计

收稿日期: 2009-08-25

基金项目: 中国气象局气候变化专项“西北极端干旱事件个例库及干旱监测指标数据集(ccaf-09-14)”; 国家“十一五”科技支撑计划重点项目“农业重大气象灾害监测预警与调控技术研究”第一课题“北方农业干旱监测预警技术研究(2006BAD04B01)”; 中国气象局 2006 年业务建设项目“陕西省干旱监测预警平台建设项目”

作者简介: 乔 丽(1976—), 女, 陕西西安人, 工程师, 硕士, 主要从事气候变化及应用气象方面研究

算方法和等级划分标准进行陕西本地的适用性分析。具体方法为:首先计算全省各气象台站在发生干旱时段内的各种干旱指标,以及该指标值对应的干旱等级,然后统计每个典型干旱个例在不同区域出现各级程度干旱的台站数百分率  $Q$ ,即式(1)

$$Q = (n_k/n) \times 100\% \quad (1)$$

其中: $Q$ 为不同区域出现各级程度干旱的台站数百分率; $n$ 为该区域的台站总数; $n_k$ 为第  $k$  级别台站数。

将计算得到的陕西各区域、各季节  $Q$  值与收集到的干旱灾情进行对比分析,进而评估各种干旱指标对干旱程度反映的敏感度。

## 2 干旱指标适用性分析

### 2.1 各干旱指标在陕西的适用性分析

2.1.1 干旱区域划分 本文在区域划分上参照乔丽等<sup>[3]</sup>陕西省生态农业干旱区划研究结果,将陕西划分为 8 个生态农业气候生态干旱相似区,分别为:长城沿线干旱风沙区、黄土高原干旱丘陵沟壑区、黄土高原干旱丘陵梁塬区、渭北高原旱塬区、关中平原干旱区、汉中盆地干旱区、秦岭及巴山干旱区、商洛浅山丘陵干旱区(图 1)。

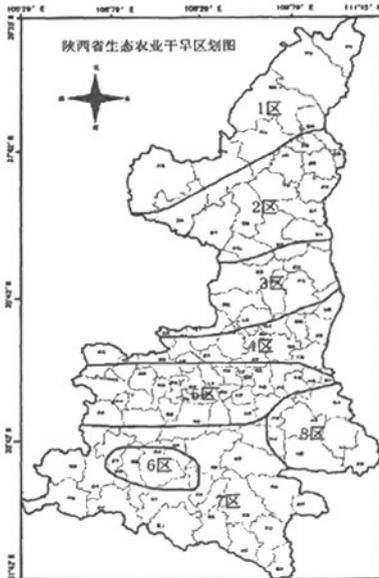


图 1 陕西省生态农业区划图

Fig.1 The classification of ecological agricultural drought in Shaanxi Province

2.1.2 陕西自然季节划分 本文在季节划分上,为了简化工作,并且便于业务化运行,参考关中地区季节更替时间,结合季节转换时大气环流和大型天气

过程相应改变的事实,以及在不同干旱气候区域随之出现的季节征象,对全省各个干旱气候区域季节划分做了统一规定,具体如下:

春季:3月上旬至5月上旬。

夏季:5月中旬至8月下旬。

秋季:9月上旬至11月上旬。

冬季:11月中旬至翌年2月底。

2.1.3 干旱指标适用性分析 各干旱指标的适用性分析方法基本相同,具体方法前面已交代清楚,这里仅以标准化降水指标为例来进行干旱指标适用性分析。这里首先选取 1951~1999 年发生在陕西各区域的 20 个较大范围的典型干旱个例作为代表(见表 1),分别计算各区域出现各级干旱指标的台站百分率  $Q$ ,并将计算结果与实际干旱灾情进行对比分析,统计标准化降水指标在不同区域、不同季节的适用性频率(见表 2)。

表 1 标准化降水指标典型干旱个例

Table 1 Standardized precipitation index of typical case of drought

| 典型干旱个例<br>Typical case of drought<br>(Y-m-d) | 季节 Season    |              |            |              |
|--|--------------|--------------|------------|--------------|
|  | 春季<br>Spring | 夏季<br>Summer | 秋季<br>Fall | 冬季<br>Winter |
| 1965-05-01-05-30                             | ✓            | ✓            |            |              |
| 1965-06-01-6-20                              |              | ✓            |            |              |
| 1976-07-01-07-31                             |              | ✓            |            |              |
| 1976-08-01-08-18                             |              | ✓            |            |              |
| 1976-08-18-08-31                             |              | ✓            |            |              |
| 1976-11-01-11-30                             |              |              | ✓          | ✓            |
| 1979-10-01-10-31                             |              |              | ✓          | ✓            |
| 1979-10-01-1980-02-27                        |              |              | ✓          | ✓            |
| 1979-10-04-1980-05-31                        | ✓            | ✓            | ✓          | ✓            |
| 1979-11-01-1980-01-31                        |              |              | ✓          | ✓            |
| 1979-06-10-06-20                             |              | ✓            |            |              |
| 1979-07-01-07-10                             |              | ✓            |            |              |
| 1979-08-03-08-26                             |              | ✓            |            |              |
| 1980-05-10-06-05                             |              | ✓            |            |              |
| 1994-04-21-05-31                             | ✓            | ✓            |            |              |
| 1995-08-26-08-31                             |              | ✓            |            |              |
| 1995-09-01-12-31                             |              |              | ✓          | ✓            |
| 1997-08-10-09-20                             |              | ✓            | ✓          |              |
| 1998-09-21-12-31                             |              |              | ✓          | ✓            |
| 1999-01-01-03-20                             | ✓            |              |            | ✓            |

表 2 列出了所选典型干旱个例中,春、夏、秋、冬旱出现的频次,将频率为 100% (即所选典型干旱事例个数与适用次数相同)的认定为该指标适用于该区域和该季节。因此,从表 3 可以初步得出标准化降水指标在陕西适用情况为:春旱时适用于 1,2,4 和 5 区,夏旱时适用于 1 区,秋旱时适用于 1,2,3,4, 5 和 6 区,冬旱时适用于 1,2,3 和 4 区。

表 2 标准化降水指标在不同区域适用频率  
Table 2 The application frequency of standardized indicators of precipitation in different regions

| 区域<br>Region | 春旱<br>Spring drought | 夏旱<br>Summer drought | 秋旱<br>Fall drought | 冬旱<br>Winer drought |
|--------------|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1            | 4/4                  | 13/13                | 8/8                | 7/7                 |
| 2            | 4/4                  | 12/13                | 8/8                | 7/7                 |
| 3            | 3/4                  | 9/13                 | 8/8                | 7/7                 |
| 4            | 4/4                  | 12/13                | 8/8                | 7/7                 |
| 5            | 4/4                  | 12/13                | 8/8                | 6/7                 |
| 6            | 3/4                  | 10/13                | 8/8                | 6/7                 |
| 7            | 3/4                  | 12/13                | 7/8                | 6/7                 |
| 8            | 3/4                  | 10/13                | 6/8                | 6/7                 |

注:表格中的分数表示标准化降水指标在不同区域适用频率,分母表示所选取的典型干旱事例个数,分子表示适用次数,即指标计算结果与实际情况吻合的次数。

Note: The fraction in the table means application frequency of standardized indicators of precipitation in different regions, in which the denominator represents the number of selected typical cases of drought and the numerator represents the times of application, namely the times of calculation result consistent with actual condition.

按照同样的方法,选取发生在陕西 1951~1999 年间的 442 个典型干旱个例作为代表,根据气象观测资料,逐个计算并分析各个干旱指标的干旱等级,并与实际干旱灾情进行对比,最终得出各指标在陕西的最佳适用区域和季节,见表 3~6。

2.2 各干旱指标在陕西的适用性对比分析及干旱指标体系的建立

从表 3~表 6 可以看出,在相同区域、相同季节经常出现几个指标都适用的情况,如何在这些指标中选取最优的指标是干旱指标适用性分析研究的一个核心问题,也是气象干旱监测预警评估业务的需求所在。为此,将各指标在相同区域、相同季节进行适用性对比分析,按照择优的思路,确定出最佳干旱指标。

为了使各指标适用性具有可比性,选用月时间尺度进行对比分析。首先,以月时间尺度为准,选择 1951~1999 年间的典型干旱个例,计算全省 96 个气象台站在所有干旱个例中的指标值和干旱等级;其次,统计每个典型个例在不同区域出现各级程度干旱的台站数百分率,将实际干旱灾情与出现各级干旱等级的台站百分率进行对比,结果作为评估本指标对干旱反映敏感程度的标准;再次,选择每个典型干旱个例中指标计算结果与实际旱情描述最为接近的一个(或多个)指标作为适用于该区域、该季节的指标;最后,统计不同干旱个例中各指标在不同区域的适用频率,并选择适用频率最高的指标作为本区域、本季节适用的指标,同时结合前面对各指标进行的逐个适用性分析结果,最终建立了适用于陕西不同区域、不同季节的干旱评价指标体系(见表 7)。

表 3 各干旱指标在不同区域的适用情况(春季)

Table 3 The application of indicators of drought in different regions (spring)

| 指标 Indicator  | 区域 Region |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 标准化降水指标 Standardized precipitation index            | ✓         | ✓ |   | ✓ | ✓ |   |   |   |
| 降水量距平百分率指标 Precipitation anomaly percentage index   | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |
| 相对湿度指标 Relative humidity index                      |           |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ |
| 综合气象干旱指标 Comprehensive meteorological drought index | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Palmer 干旱指标 Palmer drought index                    |           | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   |
| 土壤相对湿度干旱指标 Drought index for soil moisture          |           |   |   |   |   | ✓ |   |   |

表 4 各干旱指标在不同区域的适用情况(夏季)

Table 4 The application of indicators of drought in different regions (summer)

| 指标 Indicator  | 区域 Region |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 标准化降水指标 Standardized precipitation index            | ✓         |   |   |   |   |   |   |   |
| 降水量距平百分率指标 Precipitation anomaly percentage index   | ✓         | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |
| 相对湿度指标 Relative humidity index                      |           | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   |   |
| 综合气象干旱指标 Comprehensive meteorological drought index | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |
| Palmer 干旱指标 Palmer drought index                    |           |   |   | ✓ |   | ✓ |   |   |
| 土壤相对湿度干旱指标 Drought index for soil moisture          |           |   | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   |

表 5 各干旱指标在不同区域的适用情况(秋季)

Table 5 The application of the indicators of drought in different regions (autumn)

| 干旱指标 Indicator   | 区域 Region |   |   |   |   |   |   |   |
|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 标准化降水指标 Standardized precipitation index               | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |
| 降水量距平百分率指标 Precipitation anomaly percentage index      | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 相对湿度指标 Relative humidity index                         |           |   |   |   |   |   | ✓ |   |
| 综合气象干旱指标<br>Comprehensive meteorological drought index |           |   |   |   |   | ✓ |   |   |
| Palmer 干旱指标 Palmer drought index                       |           |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |
| 土壤相对湿度干旱指标 Drought index for soil moisture             |           | ✓ |   |   |   | ✓ | ✓ |   |

表 6 各干旱指标在不同区域的适用情况(冬季)

Table 6 The application of indicators of drought in different regions (winter)

| 干旱指标 Indicator   | 区域 Region |   |   |   |   |   |   |   |
|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 标准化降水指标 Standardized precipitation index               | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   |   |
| 降水量距平百分率指标 Precipitation anomaly percentage index      | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 相对湿度指标 Relative humidity index                         |           |   |   |   |   | ✓ |   |   |
| 综合气象干旱指标<br>Comprehensive meteorological drought index | ✓         | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |
| Palmer 干旱指标 Palmer drought index                       | ✓         |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   |
| 土壤相对湿度干旱指标 Drought index for soil moisture             |           | ✓ | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   |

表 7 陕西省不同区域、不同季节干旱评价分析的适应性指标

Table 7 Indicators of adaptability for assessment and analysis of drought in different regions and different seasons in Shaanxi Province

| 区域 Region | 春季 Spring   | 夏季 Summer   | 秋季 Fall  | 冬季 Winter   |
|-----------|---|---|--|---|
| 1         | 相对湿度指标<br>Relative humidity index   | Palmer 干旱指标<br>Palmer drought index   | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index  | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index           |
| 2         | 降水量距平百分率、<br>标准化降水指标<br>Precipitation anomaly percentage index、<br>standardized precipitation index | Palmer 干旱指标<br>Palmer drought index   | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index  | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index           |
| 3         | 土壤相对湿度干旱指标<br>Drought index for soil moisture   | 土壤相对湿度干旱指标<br>Drought index for soil moisture   | Palmer 干旱指标、<br>标准化降水指标<br>Palmer drought index、<br>standardized precipitation index                             | Palmer 干旱指标<br>Palmer drought index                   |
| 4         | Palmer 干旱指标、<br>土壤相对湿度干旱指标<br>Palmer drought index、<br>drought index for soil moisture              | 土壤相对湿度干旱指标<br>Drought index for soil moisture   | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index  | 标准化降水指标<br>Standardized precipitation index           |
| 5         | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly percentage index  | 相对湿度指标<br>Relative humidity index   | Palmer 干旱指标<br>Palmer drought index  | Palmer 干旱指标<br>Palmer drought index                   |
| 6         | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index   | 综合气象干旱指标、<br>Palmer 干旱指标<br>Comprehensive meteorological<br>drought index、palmer<br>drought index | 综合气象干旱指标、<br>降水量距平百分率<br>Comprehensive meteorological<br>drought index、precipitation<br>anomaly percentage index | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index |
| 7         | 降水量距平百分率、<br>Palmer 干旱指标<br>Precipitation anomaly percentage index、<br>palmer drought index         | 综合气象干旱指标<br>Comprehensive meteorological<br>drought index   | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index  | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index |
| 8         | 标准化降水指标、<br>相对湿度指标<br>Standardized precipitation index、<br>relative humidity index                  | 综合气象干旱指标<br>Comprehensive meteorological<br>drought index   | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index  | 降水量距平百分率<br>Precipitation anomaly<br>percentage index |

### 2.3 陕西省干旱指标体系合理性验证

以上是利用 1951 ~ 1999 年的资料建立的分区域、分季节的陕西干旱指标体系,该指标体系是否合理,是否能真正应用于干旱监测预警评估业务,还需要选用最新资料进行验证。其具体方法与指标适用性对比分析过程相反,即选用 2000 ~ 2005 年的 48 个干旱独立样本,分别计算各区域、各季节各干旱指标的指标值和干旱等级,然后与实际灾情进行对比,选取指标计算结果与实际灾情最为相符的一个(或多个)指标,再与陕西省干旱指标体系(表 7)中在相同季节、相同区域所选指标对比,来验证陕西干旱指标体系的合理性及科学性。

考虑到各干旱指标在设计时有时间尺度要求,这里以月时间尺度为计算标准,计算了标准化降水(SPI)、相对湿度(M)、帕默尔(Palmer)和降水量距平百分率(Pa)等 4 个指标在 2000 ~ 2005 年每月的指标值和干旱等级,再与实际灾情进行对比,来验证陕西省干旱指标的合理性。图 1 和图 2 分别为以上 4 个指标 2000 年和 2001 年 1 区计算的每月干旱情况(纵坐标“1”表示“无旱”;“2”表示“轻旱”;“3”表示“中旱”;“4”表示“重旱”;“5”表示“特旱”)。

从图 2 可以看出,在 2000 年夏季 Palmer 指标计算的结果显示夏旱严重;由图 3 可见,2001 年夏季为中度干旱,从 7 月底之后干旱有所缓解。通过查阅《陕西救灾年鉴(2000 ~ 2002 年)》中相关灾情资料:“2000 年陕北伏旱明显,特别是 7 月 15 日以后,陕北大部降水不足 15 mm,加上同期气温偏高,加重了夏旱的危害;2001 年从 5 月下旬到 7 月下旬,榆林地区平均降水量只有 15.6 mm,较常年偏少 7 ~ 9 成,气温平均偏高 2℃ ~ 3℃,出现了持续 60 d 的高温干旱天气,到 7 月 26 日旱情解除。”这与表 7 在 1 区夏季选择 Palmer 干旱指标的结果相一致。

图 4 为利用标准化降水(SPI)、相对湿度(M)、帕默尔(Palmer)和降水量距平百分率(Pa)指标计算的 2003 年 2 区各月干旱情况(干旱等级越大表示旱情越严重)。由图 4 可以看出,在 2003 年春季利用标准化降水和降水量距平百分率两个指标计算的结果为无旱(等级为 1 级)。通过查阅《陕西救灾年鉴(2003 年)》中相关灾情资料可知,2003 年春季没有发生干旱,这与表 7 在 2 区春季选择标准化降水和降水量距平百分率两个干旱指标的结果正好吻合。

依此方法,对土壤相对湿度干旱指标、综合气象干旱指标也进行了合理性验证,结果均能在表 7 所列的干旱指标体系中得到较好反映,因此本文建立

的陕西省干旱指标体系在不同区域、不同季节具有较好的适用性,能够在陕西干旱综合监测业务中应用。

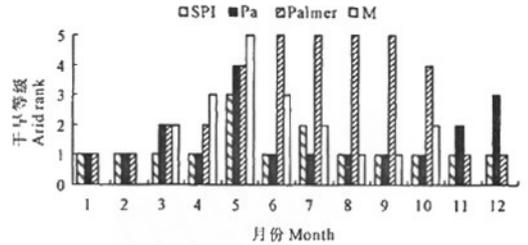


图 2 各指标计算的 2000 年 1 区干旱情况

Fig.2 The calculated targets in 2000 in zone 1 drought

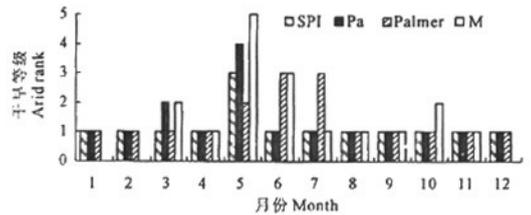


图 3 各指标计算的 2001 年 1 区每月干旱情况

Fig.3 The calculated targets in 2001 in zone 1 month drought

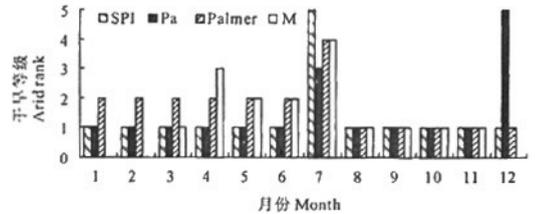


图 4 各指标计算的 2003 年 2 区每月干旱情况

Fig.4 The calculated targets in 2003 in zone 2 month drought

## 3 结论和讨论

### 3.1 主要结论

1) 经过对比分析后建立的陕西省干旱指标体系在陕西不同区域、不同季节有较好的适用性。

2) 该指标体系有较强的合理性、科学性,将为建立陕西省干旱监测预警评估业务平台提供技术支撑。

3) 该指标体系的建立对于提高气象部门的干旱灾害预警评估能力、减轻干旱灾害对生态环境、国民经济发展的影响,建立和谐社会、促进社会经济可持续发展具有重要的现实意义。

### 3.2 讨论

1) 由于受部分观测资料的限制,个别指标在选取的典型干旱年间无法参与对比分析,今后将利用

卫星遥感资料对地面观测中部分缺测资料进行反演,进一步用于指标适用性研究之中。

2) 在干旱指标适用性分析中,由于工作量较大,选取的干旱个例偏少,从而可能对分析结果造成一定影响,今后将进一步增加干旱个例进行对比分析,对结果进行修订。

3) 由于收集到的干旱灾情大多数为文字性描述,在指标适用性对比分析中需要先将其转换为特定区域、特定季节的定量干旱等级后才能进行对比,这里存在一定的主观性,今后还要进一步收集更加丰富的干旱灾情进行对比分析,尽可能避免主观性。

#### 参考文献:

- [1] 樊高峰,苗长明,毛裕定.干旱指标及其在浙江省干旱监测分析中的应用[J].气象,2006,32(2):70-74.
- [2] 卫捷,马柱国.Palmer 干旱指标、地表湿润指标与降水距平的比较[J].地理学报,2003,58(增刊):117-124.
- [3] 乔丽,杜继稳,姜志红,等.陕西省生态农业干旱区划研究[J].干旱区地理,2009,(1):112-118.
- [4] 李星敏,杨文峰,高蓓,等.气象与农业业务化干旱指标的研究与应用现状[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(7):111-116.
- [5] 杨小利.西北地区气象干旱监测指标的研究和应用[J].气象,2007,33(8):90-96.
- [6] 杨小利,刘庚山,杨兴国,等.甘肃黄土高原帕尔默旱度模式的修订[J].干旱气象,2005,23(2):8-12.
- [7] 陕西省抗旱办公室(陕西省农业气象中心).陕西省干旱灾害年鉴(1949-1995)[M].西安:地图出版社,1999.
- [8] 刘巍巍,安顺清,刘庚山.帕尔默旱度模式的进一步修正[J].应用气象学报,2004,15(2):207-216.
- [9] 王越,江志红,张强,等.基于 Palmer 湿润指标的旱涝指标研究[J].南京气象学院学报,2007,30(3):383-389.
- [10] 姚玉璧,董安祥,王毅荣,等.基于帕尔默干旱指标的我国春季区域干旱特征比较研究[J].干旱区地理,2007,30(1):22-29.
- [11] 宋连春,邓振镛,董安祥,等.干旱[M].北京:气象出版社,2003:54-55.
- [12] 温克刚,翟佑安.中国气象灾害大典(陕西卷)[M].北京:气象出版社,2005.
- [13] 邹旭恺,张强,王有民,等.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.
- [14] 姚玉璧,张存杰,邓振镛,等.气象、农业干旱指标综述[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):185-189.

## Applicability of drought indices in Shaanxi Province

QIAO Li<sup>1</sup>, DU Ji-wen<sup>1</sup>, XUE Chun-fang<sup>1</sup>, LI Qing<sup>1</sup>, WU Lin-rong<sup>2</sup>

(1. Shaanxi Provincial Bureau of Meteorology, Xi'an, Shaanxi 710014, China;

2. Shaanxi Provincial Weather Observatory, Xi'an, Shaanxi 710014, China)

**Abstract:** In this paper, selected areas in Shaanxi Province in 1951 ~ 1999 between the 442 cases as a typical representative of a drought, according to 96 meteorological stations data, by calculating the percentage anomaly precipitation six drought indexes, such as grading and drought disaster and the actual conduct comparative analysis, the results as an indicator whether or not the basis for the application. In the localization of each indicator on the basis of analysis of the applicability, but also all the indicators in Shaanxi applicability of a comparative analysis, statistical indicators in each of the different regions of Shaanxi, the frequency of application of different seasons, to select one of the highest frequency (or Many) as indicators of the region, the best indicator of the season, thus establishing a set of Shaanxi suitable for the actual sub-regional, sub-season drought index system; Through 2000 ~ 2005 occurred in the selection of Shaanxi's 48 independent samples of the drought index system can be tested, the results show that: the establishment of the drought index system in different regions of Shaanxi, in different seasons has good applicability, the index system for Shaanxi drought monitoring and early warning assessment of the business establishment of the platform provides a reliable technical support.

**Keywords:** Shaanxi Province; drought index; applicability