西藏地区旱涝等级划分与时空分布特征

普布卓玛　周顺武
（西藏自治区气象台　拉萨，850000）

摘　要　本文利用西藏22个站点1969～1998年逐日降水资料，采用 d 指数旱涝等级方法，对夏季（5～9月）、初夏（5～6月）、盛夏（7～8月）三个时段进行旱涝等级划分，并采用EOF分析方法对全区22个站点旱涝等级场展开分解，得出西藏地区的旱涝时空分布特征、主要旱涝类型和周期。

关键词　西藏　旱涝　特征

1　引　言

旱涝是西藏地区农牧业生产的主要气象灾害之一，尤其对雅鲁藏布江一线的农业区和西藏东部地区农业区以及东部的交通运输影响极大。因此开展西藏地区旱涝变化的研究，提高防灾减灾能力，促进西藏地区经济建设有着十分重要的意义，开展西藏地区旱涝气候研究是西藏经济发展所需要。

研究旱涝灾害最关建的问题是明确旱涝定义，确定旱涝指标。由于西藏地处高原气候复杂，下垫面性质与平原绝然不同的差异，所以确定旱涝指标有一定的局限性，必须要有一种既能反

需要全本请访问 www.ertongbook.com

映旱涝的空间分布，又尽可能反映西藏实际旱涝程度的旱涝指标。

目前全国采用的旱涝指数方法很多，有“降水距平百分率”（在西藏有关气候分析和区划中均用此方法）、“Z指数的旱涝等级”（个别文章也用此方法）、“干旱指数的旱涝等级”和“湿度指数的旱涝等级”，无论是那一种旱涝指标都有一定的局限性。在这里我们采用“d指数旱涝等级”划分法，确定和划分了旱涝等级，对西藏地区夏季降水量（5～9月）、初夏（5～6月）、盛夏（7～8月）分3个时段分别划分，采用EOF分析方法对全区22个站点展开分解，分析了全区旱涝等级分布状况，了解旱涝发生的规律。找出了西藏地区旱涝等级气候特征、类型、周期。

2 资料及方法

本文在确定旱涝指标时参考了西藏旱涝灾害资料（由自治区民政厅、自治区抗灾办提供），对国内外所采用的各种旱涝指标做了对比分析，最后确定采用d指数方法，将旱涝等级分为7类，并根据西藏旱涝灾害实际情况对常数x_1、x_2、x_3进行了调整。首先利用西藏地区22个站点的1969～1998年逐日降水资料，计算了不同时段(夏季、初夏、盛夏)旱涝等级，d指数公式为：

$$d=\frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1}(R_1-R) \qquad -d=\frac{1}{n_2}\sum_{i=1}^{n_2}(R_2-R)$$

式中R为时段降水量多年平均值，R_1为大于平均值的降水量，R_2为小于平均值的降水量，n_1和n_2分别为大于和小于平均降水量的次数。用历年降水量与平均距平值比值的大小来确定历年发生旱涝的轻重程度，根据西藏地区实际旱涝发生的情况，我

们规定 7个旱涝等级指标，并对各时段的旱涝等级进行了经验正交展开分解，分析西藏地区（除阿里地区外）旱涝时空特征和寻找旱涝周期。

3 旱涝指标的确定及划分等级

3.1 确定旱涝等级的指标及划分旱涝等级

旱涝等级划分为 7 个等级，具体指标规定如下：

等级	旱涝(f)	指标
1	大旱	$f \leqslant x_1(-d)$
2	中旱	$x_1(-d) f \leqslant x_2(-d)$
3	小旱	$x_2(-d) f \leqslant x_3(-d)$
4	正常	$x_3(-d) f \leqslant x_3(d)$
5	小涝	$x_3(d) f \leqslant x_2(d)$
6	中涝	$x_2(d) f \leqslant x_1(d)$
7	大涝	$x_1(d) < f$

其中 x_1、x_2、x_3 为常数。根据西藏地区旱涝发生的程度，通过与历史上旱涝事实反复对比验证后确定这三个常数，虽然地域差别较大，如西藏最西部的狮泉河年降水量不足 100mm，这里不予考虑。班戈、申扎年降水量也不足 300mm，而西藏东部的察隅、波密年降水量近达 800～900mm 之间，为了全面分析全区旱涝气候，只能统一确定 $x_1=1.5$，$x_2=1.0$，$x_3=0.7$，较符合当地的旱涝实际。

3.2 区域的划分

旱涝特征叙述时根据西藏气候区域进行分析，不能按站点叙述。西藏各地气候既有共同性，又有很大的地域性。“十里不同天”的说法就说明了西藏气候的复杂性，旱涝也同样存在明显的地域性，所以分析旱涝必须先进行气候区域划分，在此根据各

地气候差别大致分为 5个气候区域(见表 1)

表 1 西藏地区气候区域主要代表站

气候区域	主要代表站
沿江一线	拉萨、泽当、日喀则、江子、浪卡子
东北部	昌都、丁青、索县、嘉里
东南部	林芝、波密、察隅
南部边缘地区	聂拉木、定日、隆子、错那、帕里
那曲中西部	那曲、班戈、申扎、当雄、安多

4 旱涝等级分布特征向量及主要类型分析

为了对旱涝发生的规律和地理分布特点进一步了解，对不同的旱涝类型分别进行了适当的分型，研究其发生的特征和前期旱涝的变化特点，并对时间系数序列进行周期分析，预测未来旱涝趋势。

本文使用经验正交函数法(EOF)对西藏地区(除阿里地区外)22 个代表站(沿江一线 5个代表站、东南部 3 个代表站、东北部 4个代表站、那曲 5个代表站、南部边缘地区 5 个代表站)进行旱涝等级划分，然后对其划分的旱涝等级资料进行 EOF 分解，对分布特征向量再次分型。

对夏季(5～9 月)、初夏(5～6 月)、盛夏(7～8月)旱涝等级分布场分别进行上述经验正交展开，得到两组不同的空间向量场矩阵和时间系数矩阵。也就是各时段的旱涝变化主要反映在各个场时间系数的差异上，时间系数的绝对值最大者，其相应的特征向量场一般与其相应的实际旱涝分布趋势基本相近，以此作为该年的主要类型。

4.1 夏季(5～9月)特征向量空间分布特征及主要类型分析

4.1.1 特征向量空间分布特征

西藏由于地域辽阔，气候独特，全区旱涝分布是不均匀的，不宜笼统描述，而应分区和时间上分段讨论为好。下面对夏季(5～9月)旱涝等级划分后的资料进行EOF分解，这里以方差贡献大于10%为标准，则可以取前3个特征向量(表2中的百分比表示对应特征向量的权重)。

表2 夏季旱涝等级前3个特征向量场占累计方差贡献

特征向量	1	2	3	累计贡献
方差贡献	35.3%	17.6%	11.9%	64.8%

取前三个特征向量实际上反映了三种旱涝等级分布变化状况，下面分别予以分析。

(1)第一特征向量 图1(a)EOF_1是旱涝等级场第一特征向量的空间分布，主要特征是聂拉木和错那符号相反，其值(−0.047 和 −0.015)很小，其余地区符号基本一致，最大特征值在拉萨附近和昌都附近，反映了拉萨、昌都一带旱涝等级变化的相对显著。这一分布特征说明汛期(5～9月)西藏地区旱涝等级趋势总的基本一致，聂拉木、错那有所不同。第一特征向量的方差贡献为35.2%。

(2)第二特征向量 图1(b)是EOF_2的分布，特征是那曲中西部、东北部和聂拉木符号一致，与其他大部分地区相反，最大变化中心在东北部的索县附近，说明了夏季旱涝等级变化在第二特征向量中表现为南北型，即沿江一线、东南部、南部边缘地区出现旱(涝)，北部(那曲地区、昌都北部)出现涝(旱)。这里说明的一点是聂拉木符号与北部相同而和邻近的南部边缘相反，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

这是第二特征向量中较突出的一点。第二特征向量的方差贡献达 17.6%.

(3)第三特征向量：图 1(c)是 EOF_3的分布,主要反映了南部边缘地区和察隅、那曲西部、沿江西段其符号基本一致,最大中心在错那,说明错那旱涝等级变化最为突出,其次在帕里地区,方差贡献达 11.9%,较好地反映了西藏地区旱涝等级重要特征。

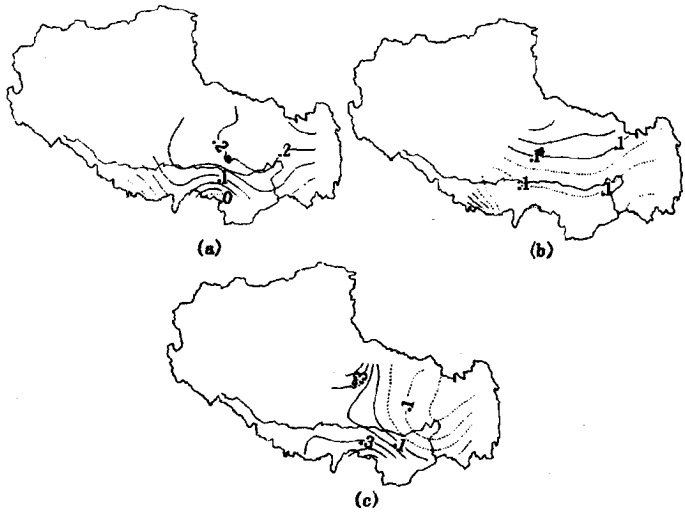


图 1　夏季(5～9月)旱涝等级场 EOF分解的第 1(a)、第 2(b)、第 3(c)特征向量分布

4.1.2　主要类型

通过以上对西藏地区夏季(5～9月)旱涝等级 EOF 分解,前三个特征向量能表征西藏地区的旱涝等级变化，$EOF_1+EOF_2+EOF_3$ 累计方差 64.8%。旱涝趋势基本上可分为全区

型、南北型、东西型三种类型(详见表 3)。

表 3 (5～9月)前 3个特征向量所对应的全区旱涝等级主要类型

年份	第一分量	第二分量	第三分量	类型
1969	1.746	5.059	−1.688	2a
1970	2.551	0.461	−2.439	1a
1971	−0.752	−0.341	5.761	3a
1972	−7.142	−2.710	−4.21	−1b
1973	−0.427	−3.833	4.011	3a
1974	6.734	2.064	−2.170	1a
1975	−4.668	0.845	2.689	−1b
1976	−3.607	2.431	−1.471	1b
1977	1.181	−2.581	0.737	−2b
1978	−0.389	−8.494	0.854	−2b
1979	−0.099	−2.082	−3.941	−3b
1980	7.072	4.468	1.502	1a
1981	−2.464	2.487	2.263	−1b
1982	−4.969	5.583	−3.949	−1a
1983	−9.142	5.264	−2.297	−1a
1984	−0.963	−1.606	1.818	3a
1985	4.390	1.954	0.764	1a
1986	−6.651	−1.676	0.220	−1a
1987	1.755	0.301	−2.838	−3b
1988	3.025	1.903	3.251	3a
1989	−1.440	3.891	4.111	3a
1990	6.846	−.0649	−0.871	1a
1991	7.369	−4.444	−0.428	1a
1992	−7.546	−0.436	0.542	−1a
1993	1.507	1.612	−4.036	2a
1994	−8.066	−4.913	−1.308	1a
1995	−0.481	−3.964	−3.785	−2a
1996	0.664	−2.535	1.163	−2a
1997	−1.346	−1.605	−0.170	−2b
1998	7.314	−2.575	−3.928	1a

(1)全区旱（涝）型：当第一特征向量的最大时间系数为负(1b型),这种类型出现概率较大,30年出现9次,概率为30%。全区除错那、聂拉木外大部分地区均呈旱型（1b型),旱涝等级变化一般在1～4级以内，此时的错那和聂拉木有可能是4级，但不会出现5～7级。如1983年为这种分布的典型年份。当第一特征向量的时间系数为正（1a型),这类型在过去的30年中出现6次,概率为20%。全区除错那、聂拉木相反以外,那曲西部正常，其他地区均呈涝型。如1991年为这类分布的典型年。

(2)北干(湿)南湿(干)型 当第二特征向量的时间系数为负时为北干南涝(2b型),这种类型在30年里出现过3次,概率3%,如1978年；反之为正时，则为北涝南旱(2a型),而南北界线的交界处出现正常（等级4),1974为典型年,这种类型出现机率较少。

(3)东干(涝)西涝(干)型 当第三特征向量的时间系数为负时(3b型),东经88度以西地区涝,以东地区为旱,这种类型30年出现过2次，一般情况下以日喀则南部以及那曲西部为界线；当第三特征向量的时间系数为正时（3a型),为东涝西干型。

4.2 初夏(5～6月）旱涝等级时空分布特征及主要类型

4.2.1 初夏(5～6月)空间分布特征

对初夏旱涝等级划分后的资料进行EOF分解,这里以方差贡献大于9%为标准,取前3个特征向量(表4)。

表4 初夏旱涝等级前3个特征向量场占累计方差贡献

特征向量	1	2	3	累计贡献
方差贡献	35.1%	17.9%	9.5%	62.5%

(1)第一特征向量(图 3(a)是 EOF_1),其主要分布特征全区符号基本一致，最大特征值位于沿江一线和察隅地区，反映了西藏地区初夏旱涝变化的一致性，变化幅度最大在沿江一线、察隅地区，这和实际旱涝情况基本吻合。

(2) 第二特征向量(图 3(b) EOF_2),那曲中西部(除当雄符号相反)、南部边缘地区(除定日符号相反)、东北部(除昌都符号相反)为正值,其余地区为负值。正值最大位于班戈、安多 沿江一线、东南部、当雄、昌都和定日为负值,这个特征向量的方差贡献为 17.9%，定日、帕里和隆子呈现出与全区不同的旱涝特征。最大权重在安多、当雄和隆子地区。第二特向量反映较乱，但总的分布基本上可以认为东北西南向型。

(3)第三特征向量(图 3(c) EOF_3) ,东南部(除察隅外)、南部边缘地区(除聂拉木、隆子外)、泽当、江子、安多、昌都为正值区,那曲地区、昌都北部、察隅、聂拉木、隆子为负值区。第三特征向量反映出东南部和南部边缘地区以旱涝等级在 1～3 级之间变化,同时其他地区在 4～7 级之间变化。最大变化在帕里、错那和索县，与实际降水变化突出地点基本相吻合，这类分布特征一般出现较少,方差贡献 9.5%。

$EOF_1+EOF_2+EOF_3$ 累计贡献 62.5%

4.2.2 西藏地区初夏 (5～6 月)旱涝等级主要类型

我们利用特征向量的时间系数和历年旱涝等级资料的配合，找出了西藏地区初夏旱涝主要类型，大致分为四类：

(1)全区涝(旱)型(图 2(a)) 当第一特征向量的时间系数为正，对应的主分量为正时，全区初夏旱涝分布呈涝型，全区各站旱涝等级处在 4～7 级之间。如 1991年除昌都、泽当、浪卡子等个别站为 4 级,其余大部地区均为 5～7 级,小涝或中涝,甚至

部分地区为大涝,此类为 1a 型

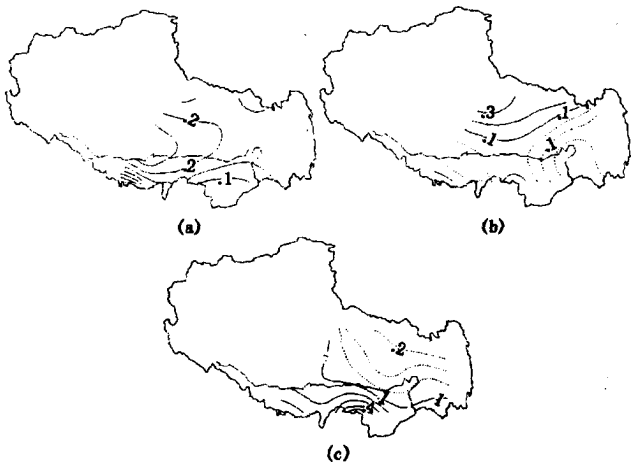


图 2　初夏(5～6 月)旱涝等级场 EOF 分解的第 1(a)、第 2(b)、第 3(c)特征向量分布

当第一时间系数为负,对应的主分量为负时,全区初夏旱涝等级处在 1～4 级。如 1979 年全区旱涝等级(除个别站为 4 级外),大部地区 1～3 级之间为旱型(1(b)型)

(2)那曲地区和南部边缘地区旱(涝),其他地区涝(旱)(图 2(b))当第二特征向量的时间系数为正,对应的主分量为正(2a 型),那曲地区和南部边缘地区涝(旱),沿江一线、东北部和东南部(除个别站外)为旱(涝),1982 年为北涝南旱典型例。

当第二特征向量的时间系数为负,对应的主分量为负时(2b 型),此时北旱南涝型 1995 年基本上是此类型。

4.3　EOF 分解盛夏(7～8 月)旱涝等级时空分布特征及主要类

型

4.3.1 盛夏(7～8月)旱涝等级时空分布特征

方差贡献大于9%为标准,取前3个特征向量的空间分布(表5):

(1)第一特征向量图3(a)分布特征,全区大部地区符号基本一致,最大中心在东北部、安多、泽当,旱涝变化最大也就是这几个地区,而与定日、帕里符号相反,其方差贡献39.5%。

(2)第二特征向量图3(b)分布特征,那曲中西部、丁青、索县和南部边缘地区符号基本一致,而沿江一线、昌都和当雄、东南部符号相反。最大特征值中心在浪卡子、波密、林芝和帕里附近,旱涝变化幅度最大也就是在这一带地区。这个特征向量的方差贡献为17.9%。

(3)第三特征向量图3(c)分布特征,那曲中西部和南部边缘地区、林芝、波密和昌都基本一致;沿江一线、东北部(除昌都)、察隅符号基本一致。最大中心在南部边缘地区。第三特征向量反映盛夏旱涝等级分布特征零线为东北西南向,旱涝变化幅度最大在定日和错那一带,与盛夏降水变化基本吻合。

表5 盛夏旱涝等级前3个特征向量场占累计方差贡献

特征向量	1	2	3	累计贡献
方差贡献	39.5%	14.6%	9.3%	62.5%

4.3.2 盛夏旱涝等级主要类型

(1)当第一时间系数为正且大于5以上时,高原上除局地(如错那、定日)以外,大部地区降水偏多以涝为主,如1987年。当第一时间系数为负,并且负值越大,西藏出现大范围干旱,如1983、1982年。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(2)当第二时间系数为正而且系数达 5 以上时基本上北旱南涝型（除南边的个别站不服从此类型规则），如 1996 年当第二时间系数为负而且负值为 4 以上者为北涝南旱型,如 1993 年为典型年。

(3)当第三时间系数为正值达 3 以上时全区东涝西旱型,以 1988 年为例 当第三时间系数为负值时,全区东旱西涝型,但有时除东部个别地区出现旱外,其他地区正常或偏涝,这类出现较零乱。

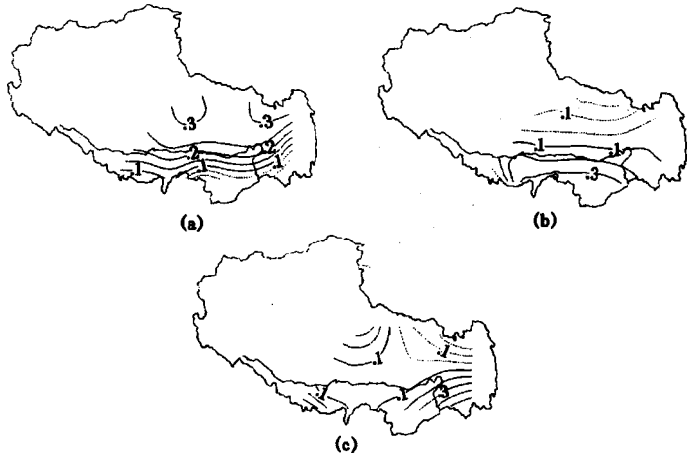


图 3　盛夏(7～8月)旱涝等级场 EOF 分解的第 1(a)、第 2(b)、第 3(c)特征向量分布

5　时间系数的年际变化

由于时间系数的演变反映了特征向量场的年际变化特征，也就是旱涝等级分布空间型的年际变化，而且其值的大小（包括正负）还反映这种空间型在不同年份所占权重的大小，所以时间

系数不仅反映一定区域旱涝变化特征，并且其极大值（正）或极小值（负）对应的年份也表示旱涝等级的极值年份。

因为第一特征向量场反映的旱涝等级空间分布特征明显，所以采用第一时间系数年际演变与旱涝等级对应关系，通过分析时间系数极值（极大和极小）为旱涝程度的大小，与西藏地区不同区域发生旱涝年份有很好的对应关系。根据不同年份所占权重大小,找出全区性旱涝年份。图 4 为旱涝第一特征向量所对应的夏季、初夏、盛夏 3 个时段的时间系数年际变化曲线。

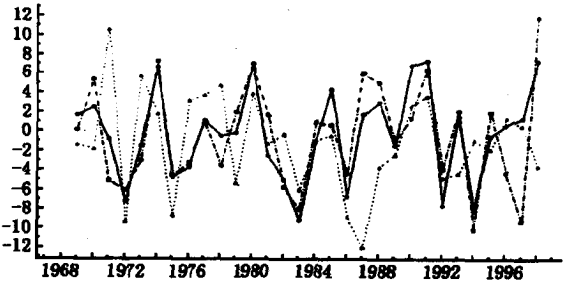


图 4　西藏 1969～1998 年旱涝时间系数年际变化

——夏季(5～9 月)旱涝等级场 EOF 展开第一时间系数年际变化

.... 初夏(5～6 月)旱涝等级场 EOF 展开第一时间系数年际变化

-.-.-.盛夏(7～8月)旱涝等级场 EOF 展开第一时间系数年际变化

(1)夏季(5～9 月) 旱涝等级第一特征向量时间系数年际变化曲线。1969～1989 年基本上是以负值变化为主，而 20 世纪 90 年代以后由负值为主转为基本为正值为主，其中 1992 和 1994 年还是为负值,其值也较大。其中 1972、1975、1982、1983、1986、1992 和 1994 年为明显的旱年； 1974、1980、1985、1990、1991 和 1998年为明显全区型涝年。

(2)初夏(5～6月)时间系数年际变化反映出1969～1980年基本以正值为主,而1981～1998年基本上以负值为主,反映出20世纪80年代以后初夏基本上年年都有不同程度的干旱。1972、1975、1979、1983、1986、1987、1992、1993年为明显的旱年;1971、1973、1978年为初夏偏涝年。

(3)盛夏(7～8月)第一时间系数年际变化反映出正值年多于负值年,表明盛夏出现伏旱现象少于初夏干旱年份,其中1970、1974、1980、1987、1988、1991、1998年为偏涝年(正值)而1971、1972、1974、1982、1983、1997年为偏旱年(负值),其他年份基本以正值为主。伏旱有连续出现2～3年的现象。

6 利用各种方法,选取显著性周期

尽管降水量的变化是非常复杂的,但自身随时间演变可呈现出准周期,我们在这里利用时间系数序列变化用功率谱、方差、最大熵谱、逐步周期等方法对三个时段内选取周期,为了更好地寻找准周期或更有效的周期,采用各种方法综合分析得出各时段内以下周期 夏季(5～9月)第一时间系数序列周期分析存在明显的准3年周期和9年、10年、15年周期 初夏(5～6月)第一时间系数序列存在着准2～3年周期和5年、9年、11年、13年、15年的周期 盛夏(7～8月)第一时间系数序列周期为准3年和4年、9年、10年、15年。总之准3年和9年、10年、15年周期是共性周期。

7 结 论

(1)通过时空分布特征分析得到主要分布有三个类型:①全区旱或涝型(不一定是所有站,这里指得是大部分地区)②东部涝(旱)西部旱(涝)型 ③南部和北部旱(涝)中部涝(旱)。

(2)利用1969～1998年按夏季、初夏、盛夏三个时段的旱涝等

级场资料进行 EOF 分析,得到了西藏地区 22 个站点的三个时段的旱涝等级场的空间分布特征,其相应的时间系数较好地反映了这些空间场的年际演变规律。找出全区夏季 1983 年为最大旱年、1994 年为次大旱年;1987 年为初夏最大旱年,1972 年为次大旱年;1994 年为盛夏大旱年,三个时段内均有持续 2～3 年的干旱现象与实际特征完全相同。而相应的时间系数则反映了这些典型场的年际演变规律,时间系数出现极大(小)的年份与西藏地区不同区域发生干旱或严重干旱的年份有着很好的对应关系。

(3)西藏夏季降水三个时段内均有明显的准三年周期。

参 考 文 献

[1] 戴加洗,青藏高原气候. 北京,气象出版社,1990

[2] 向毓意,许燕。拉萨近 5mm 以上降水日数与旱涝的关系. 气象,1998,**24**(5)

[3] 杜军,拉萨近 45 年旱涝变化初步探讨. 大气科学,1999,**23**(1). 119～125

[4] 旺杰,边巴扎西,边巴次仁,罗文红. 西藏地区旱涝分布特征. 西藏气象,1999,1,24～26

Classification with its distributions of drought and flood in Tibet

Pubuzhuoma Zhou Shunwu

(Meteorological Observatory of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000)

Abstract This paper performs the drought and flood classifi-

cation of daily precipitation in three periods (May to September, May to June, July to August) of summer from 1969 to 1998 at 22 stations by d-index formulation and EOF decomposition. The result shows that the temporal/spatial distribution features of drought /flood including its type and period.
Keywords drought and flood feature Tibet

西藏地区旱涝气候特征及成因研究

普布卓玛

（西藏自治区气象台　拉萨，850000）

摘　要　本文采用西藏地区 22 个代表站逐月降水资料来确定旱涝指标，划分旱涝等级，通过旱涝等级资料，对夏季（5～9 月）、初夏（5～6 月）、盛夏（7～8 月）三个时段进行气候分析，找出旱涝时间演变规律，提出本地区各时段旱涝特点及各年代旱涝趋势特征，并探讨了西藏地区旱涝与 ENSO 的相关，夏季厄尔尼诺当年和强拉尼诺当年西藏地区容易出现大范围干旱和洪涝灾害，与其他的 ENSO 事件无明显关系。太阳黑子与旱涝也有不同程度的相关，太阳黑子从谷点向高指数上升阶段为涝而峰指点向低指数下降阶段为旱年。

关键词　旱涝　气候特征　ENSO　太阳黑子

1　资料及指标

1.1　资　料

本文选取西藏地区 8 个站点（拉萨、日喀则、泽当、江子、浪卡子、昌都、林芝、波密）建站以来的逐月降水资料，各站资料长度有所不同。个别分析部分选用 22 代表站，时间统一选在 1969 至 1998 年，利用文献[1]中旱涝等级指标公式计算出 22 个代表站夏季（5～9 月）、初夏（5～6 月）和盛夏（7～8 月）三个时段的旱涝等级，作为西藏地区各时段旱涝等级资料。

需要全本请访问 www.ertongbook.com