西藏自治区科委“九五”重点攻关项目

西藏地区旱涝气候及预报研究

普布卓玛　杜　军　主编

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 简 介

本书是西藏自治区科委“九五”重点攻关项目——西藏主要农区夏季旱涝气候规律及预测研究的部分重要论文汇编，内容包括旱涝标准和旱涝气候分析、旱涝气候与农业生产的关系、旱涝成因与时空分布规律、旱涝天气模式或预报方法研究、西藏地区农业气象灾害史料等几方面的研究，共16篇论文，其中部分已经在国内外各种气象刊物上发表，为了完整起见，已发表论文和尚未发表的论文以及将要发表的有关西藏旱涝方面的重要论文均一并收集在本文集中，较为系统地总结了西藏地区旱涝气候研究的最新成果。

本书可作为气象科技人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

西藏地区旱涝气候及预报研究/普布卓玛，杜军主编. 北京：气象出版社，2001.5
ISBN 7-5029-3156-2

Ⅰ.西… Ⅱ.①普… ②杜… Ⅲ①干旱-气候变化-西藏-文集②水灾-气候变化-西藏-文集③干旱-天气预报-西藏-文集④水灾-天气预报-西藏-文集 Ⅳ.P468.275-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第028504号

责任编辑：宋 钢 终审：汪勤模
封面设计：彭小秋 责任技编：刘祥玉 责任校对：李 明

* * *

气象出版社出版
(北京市海淀区白石桥路46号 邮编 100081)
北京市白河印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销
开本：787×1092 1/32 印张：5.375 字数：121千字
2001年5月第一版 2001年5月第一次印刷
ISBN 7-5029-3156-2/P·1117
印数：1～1000
定价：10.00元

序

旱涝灾害给国民经济和人民生命财产造成重大损失，提前对这些灾害性气候进行预测对政府决策部门制定国民经济发展计划和趋利避害、防灾减灾具有极其重要的意义。西藏地区由于地形独特，也是灾害经常发生的地方之一。防御多雨造成的洪涝或少雨造成的干旱已经成为地方政府的重要任务。经济越发展，灾害造成的损失越大，随着西部大开发，西藏经济必将有更快速的发展。因此，对西藏旱涝气候规律的了解和成因的分析以及对它的有效预测是气象工作者一个值得重视的重大课题。

西藏自治区科委高瞻远瞩于 1999 年组织了“西藏主要农区夏季旱涝气候规律及预测研究”，由西藏自治区气象台承担，旨在充分了解和研究旱涝气候及其规律特征，提高对夏季旱涝的预报能力。

多年来，国内外气象学者对夏季旱涝的气候规律和影响因子以及短期气候预测方面有过不少的研究，建立了一些有效的预报方法，积累了较丰富的预报经验。但西藏高原地形复杂，多数气象站建站较晚以及受科学技术水平的限制，对地区的旱涝气候还很不了解，很多气候奥秘还没有揭示，国内外气象学者和水文学者都在关注这里的气候变化。研究这里的气候，不但是西藏气象科技人员的责任，也是全世界气象研究者重视的课题。

本书汇编的 16 篇论文，反映了该课题两年多来的研究成果，有些成果在国内外学术会议上做过交流，部分成果已经在其他公开学术刊物上发表和将要发表。这些研究成果已经陆续应

用于实际业务预报，如 1999 年在西藏大部分农区发生的洪涝灾害的预报和多次的强降水的过程预报的成功，初步显示了科技攻关研究的效益。

本书的出版，也表明西藏气象工作者是敢于也能够攀登现代化气象科学高峰的。科学探索是绝无止境的，旱涝预测是世界气象界的一个难题，“西藏主要农区夏季旱涝气候规律及预测研究”的完成仅仅是一个良好的开端，或者说仅仅是迈出了第一步。我们绝不能满足现已取得的成果，还有许多工作有待于我们去做。因此，我冀望于我国在西藏工作的气象工作者继续努力，再接再厉，争取进一步加大力度，攻关研究。

本书的出版是对西藏旱涝认识的一个重要贡献，相信它对西藏旱涝预测水平的提高和西藏各地区防汛抗旱气象服务都会起到积极的作用。

丑纪范

2000 年 12 月 30 日

前　言

“西藏主要农区夏季旱涝气候规律及预测研究”是西藏自治区科委“九五”重大攻关项目。

本项目由西藏自治区气象台主持，主要遵循科研与业务结合，研究与服务并重的原则，针对西藏高原干旱气候成因、预测和对策进行研究和服务。在服务上，面向改革开放，面向市场经济，不断开拓服务新领域，为西藏地方经济建设服务；在研究上，立足西藏高原，从实际出发，不断创新，注重当前世界干旱气候研究的前沿课题，重点培养青年科研人才。

本书是这一项目成果的集中反映，共收集了 16 篇论文。研究指出：

1．西藏地区旱涝分布主要有三个典型类型：(1) 全区旱(涝) 型(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)型。

2．西藏地区夏季大范围旱年有 1983、1994、1982、1967、1992 年；夏季大范围大涝年有 1960、1970、1974、1980、1988、1998 年。初夏、盛夏和夏季 3 个时段内均有 2～3 年的旱(涝) 持续现象。

3．高原夏季降水多雨年和少雨年前期和同期 500hPa 高度场进行了合成分析和相关分析指出，欧洲、鄂霍次克海和伊朗高原高度距平正(负)、新疆地区高度距平正(负) 与高原夏季降水偏多(偏少) 有比较密切的关系。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

欧洲、蒙古地区、贝湖以东地区三个关键区域高度距平特征指数与西藏夏季旱涝存在很好的正相关，对高原夏季旱涝预测有一定的前兆指示意义。

4．夏季干旱，前期冬季(12～翌年 2 月)北半球环流距平场上- + - 型。多雨年，前期冬季(12～翌年 2 月) 北半球距平场环流为+ - + 型。

5．厄尔尼诺事件发生当年夏季西藏除林芝和南部边缘地区的个别站外，其余大部地区为高温少雨(干旱)，特别是强厄尔尼诺当年夏季西藏中部的大部地区干旱严重，如 1983、1994 年为严重干旱年。拉尼娜事件当年西藏地区降水偏多或出现洪涝，如 1988～1989 年、1998～1999 年。

6．拉萨地区旱灾出现频率较涝灾高，而且以中旱居多，拉萨汛期≥5mm 降水日数和降水强度与同期降水总量有密切的联系，而且也决定了旱涝灾害的形成和缓解，相当日降水量≥5mm 日数则是汛期≥5mm 降水日数和降水强度的综合反映。与以往单纯的用汛期降水总量来分析整个时段内的旱涝相比，相当日降水量≥5mm 日数不仅表现出了降水的强度，而且在一定程度上也反映出了降水在时段内的时间分配。因此，在进行旱涝灾害的研究时，将降水量、相当日降水量≥5mm 日数进行综合考虑有助于提高旱、涝灾害的评估准确率。

7．西藏夏季降水三个时段内均有明显的准三年周期，并且西藏大部地区夏季旱涝存在 2～3 年、10～11 年的准周期。

8．太阳黑子数从高指数向低指数下降或从低指数向高指数上升的第一年对西藏汛期降水存在一定的前兆关系。太阳黑子指数从低转向高指数的第二个年份为高原降水偏多或出现洪涝灾害，如 1955、1966、1977、1987 和 1998 年。太阳黑子相对数

从高指数向低指数下降阶段的第一二年西藏大部分地区降水偏少，如 1961、1972、1982、1983 和 1994 年为大部分地区降水偏少或出现严重干旱。

9．青稞乳熟—成熟期间遇高温干旱、低温阴雨天气都将导致千粒重下降。高温干旱致使青稞旗叶提前变黄，籽粒灌浆时间缩短，粒重下降；低温阴雨致使农田土壤湿度偏大，青稞根系受渍，影响光合作用，促使植株早衰，影响籽粒充分灌浆。冬小麦开花—黄熟期间阴雨偏涝或高温干旱都使灌浆时间缩短，水热配合的好坏，直接影响到灌浆速度的快慢。

10．初夏降水的多少直接影响粮食产量的丰欠。初夏降水偏少，出现旱，气象产量偏欠；降水偏多，气象产量偏丰。就平均而言，5～6 月降水量每增加(减少) 10mm，气象产量每公顷增加(减少) 12.0kg。

11．根据西藏旱涝具体情况提出了防御对策，给政府决策部门提供有效的科学对策和依据，彻底摆脱靠天吃饭、靠天养畜的被动局面，提高防灾抗灾能力，促进西藏经济发展。

本书的所有研究论文技术上得到了中国科学院院士丑纪范先生、中国工程院院士陈联寿先生以及中国气象科学研究院徐祥德和朱福康等教授的关心和指导，在此表示衷心的谢意。本书由西藏自治区气象台普布卓玛、拉萨市气象局杜军主编。由于编者水平有限，再加时间仓促，存在一定不足，敬希读者指正。

西藏自治区气象台
《西藏主要农区旱涝气候规律及预测研究》课题组
2000 年 12 月

目　　录

序
前言
西藏地区旱涝等级划分与时空分布特征…… 普布卓玛　周顺武(1)
西藏地区旱涝气候特征及成因研究 …… 普布卓玛(17)
西藏地区旱涝与 500hPa 环流场及地温特征分析…… 普布卓玛(28)
西藏地区旱涝指标的初步研究 …… 何小红　普布卓玛(39)
西藏高原汛期降水类型的研究…… 周顺武　普布卓玛　假拉(46)
ENSO 事件与西藏夏季降水的初步探讨…… 普布卓玛　周顺武(56)
西藏高原夏季旱涝年际变化及其与北半球 500hPa
高度场的联系 …… 周顺武(68)
西藏地区干旱过程的气候及主要环流特征…… 普布卓玛　周振波　何小红　周顺武(78)
西藏地区洪涝分布特征及其演变趋势 …… 何小红(90)
西藏地区干旱分布特征及其演变趋势 …… 何小红(96)
拉萨大于 5mm 降水日数与旱涝的关系 … 向毓意　许燕(102)
旱涝对农牧业生产的影响…… 杜军(109)
西藏地区旱涝灾害对经济发展的影响及对策 … 普布卓玛(123)

西藏地区夏季旱灾的气候特征分析及其防御对策
研究…… 杜军　向毓意(128)
近20年西藏地区农业气象灾害史料 … 普布卓玛　杜军(140)
西藏地区旱涝民间谚语…… 普布卓玛(159)

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

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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	$f \leq x_1(-d)$
2	中旱	$x_1(-d) f \leq x_2(-d)$
3	小旱	$x_2(-d) f \leq x_3(-d)$
4	正常	$x_3(-d) f \leq x_3(d)$
5	小涝	$x_3(d) f \leq x_2(d)$
6	中涝	$x_2(d) f \leq x_1(d)$
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,

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%

需要全本请访问 www.ertongbook.com