

内蒙古自治区干旱灾害时空分布特征及区划

李 晶¹, 王耀强¹, 屈忠义¹, 马兰忠²

(1. 内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 内蒙古水利科学研究院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘 要: 内蒙古地区属于旱半干旱地区, 年降水量少, 且时空分布很不均匀, 干旱是本地区最主要的自然灾害。为了揭示自治区不同区域发生旱灾的时空分布特征, 调查分析了内蒙古自治区 101 个旗县 1990~2007 年间因旱造成的农业、牧业、城镇居民生活及工业方面的损害程度及相应降水资料。运用统计计算、频率分析等方法, 初步确定了内蒙古自治区的旱情时空分布特征, 确定了内蒙古自治区 3 个易旱季节(春旱、春夏旱、春夏秋旱)旱灾易发区的分布区划及 3 个级别的旱灾等级(严重旱灾、中度旱灾、轻度旱灾)发生频率和分布区划。该结果可为下一步旱灾预警预报及抗旱减灾、水资源规划配置提供参考依据。

关键词: 旱灾等级; 易旱季节; 时空分布; 旱情

中图分类号: S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0266-07

干旱已经成为影响面最广, 造成经济损失最大的自然灾害, 对农牧业生产、社会经济和人民生活均会造成严重影响, 中国干旱灾害发生频繁, 影响面积广, 是造成农业经济损失最严重的气象灾害^[1], 20 世纪 50—80 年代因旱灾损失的粮食占全国粮食损失总量的一半^[2]。近百年来, 特别是近 40 多年, 由于全球气候变化、人口膨胀和社会经济发展, 水资源短缺现象日趋严重, 有些学者^[3-9]从气候变化角度, 指出了全球变暖或干旱化等对旱灾的影响。还有些学者^[7-10]从气象记录或历史记录中, 提取干旱次数或划分干旱等级等, 恢复了不同时段中国旱灾的时空格局, 建立了历史重大旱灾年表和全国灾情系列图^[11-14]。本文主要从因旱造成的农业、牧业、城镇居民生活及工业方面的损害程度来评定内蒙古自治区的旱情时空分布特征, 为有效规划配置水资源、科学合理实施工程措施、人力物力调度, 将干旱灾害减少到最低程度奠定基础。

1 研究区概况

内蒙古自治区位于我国北部边疆, 东西直线距离 2 400 多 km, 南北距离 1 700 km, 全区总面积 118.3 万 km², 占全国土地面积的 12.3%。草原总面积达 8 600 万 hm², 占全国草原总面积 22%。全区水资源总量为 545.95 亿 m³, 人均水资源量为 2 281 m³, 每公顷耕地平均占有水资源量为 36.40 m³, 不足全国平均值 50%。水资源时空分布很不均匀, 东四

盟市水资源占到总量 81%, 中四盟市占 12%, 西四盟市只占到 7%。年降水量从东到西分布为 500~50 mm, 降水量在年内变化较大, 6~9 月份的降水量占全年降水量的 60%~80%, 春季降水量仅占年降水量的 12%左右^[15]。由于降水量年际变化大, 不少年份夏季、秋季旱灾也时有发生。干旱是本地区最主要的自然灾害。

2 旱情及旱灾损失特征

根据内蒙古自治区 1990~2007 年 18 年的旱情及旱灾损失数据(数据来源于内蒙古自治区抗旱规划基础数据), 按农业、城镇和牧业三个行业分别统计分析灾害特征。农业旱情及旱灾损失通过受旱及受灾面积、因旱造成临时饮水困难的人、牲畜数量、因旱粮食损失量及农业直接经济损失等指标反映; 城镇旱情及旱灾损失通过因旱减少供水量、因旱影响人口及影响工业增加值等指标反映, 其中因旱减少供水量指因干旱缺水导致城镇供水低于正常供水量的数值, 取受旱时期实际日供水量与正常年同期实际日供水量的差值。城镇影响人口指受旱时期内受定时、定量、减压等限水措施影响的人口总数。影响工业增加值指受旱时期城镇因干旱缺水造成的工业增加值减少量; 牧业旱情及旱灾损失通过草场受旱面积、受灾畜牧及牧业直接经济损失等指标反映。

2.1 农业旱情及旱灾损失调查

农业旱灾按受旱的程度不同分为受旱、受灾、成

收稿日期: 2010-03-12

基金项目: 2008 年全国抗旱规划—内蒙古自治区抗旱规划

作者简介: 李 晶(1981—), 女, 黑龙江绥化人, 硕士研究生, 研究方向为“3S”技术在农业水土工程中的应用。E-mail: lijing810918@126.com.

通讯作者: 王耀强(1953—), 男, 内蒙古巴彦淖尔人, 教授, 硕士生导师, 主要从事测量及“3S”技术在水利工程中的应用研究。E-mail: wyq1994-2018@china.cn
©2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

灾和绝收 4 个等级, 其划分标准参照《抗旱规划技术 月)划分标准(见表 1)。 大纲》(水利部水利水电规划设计总院, 2008 年 12

表 1 农业旱灾等级划分标准

Table 1 The classification standard of agricultural drought disaster

| 旱灾等级 Drought level | 受旱程度 Drought degree |
|--------------------------|---|
| 受旱 Drought | 因供水不足使作物正常生长受到明显抑制, 造成作物长势不良 Due to inadequate water supply the crop normal growth was inhibited causing a bad growing situation of the crops. |
| 受灾 Afflicted | 农作物产量因受旱而比正常年份减少 10% 以上 The crop yield reduces by above 10% compared to the normal year because of suffering drought. |
| 成灾 Severely afflicted | 农作物产量因受旱而比正常年份减少 30% 以上 The crop yield reduces by above 30% compared to the normal year because of suffering drought. |
| 绝收 Crop failure | 农作物产量因受旱而比正常年份减少 80% 以上 The crop yield reduces by above 80% compared to the normal year because of suffering drought. |

根据对内蒙古自治区 1990~2007 年播种面积、受旱面积、成灾面积和绝收面积统计资料的分析, 全区多年平均播种面积 550.996 万 hm^2 , 受旱面积 258.414 万 hm^2 , 达 46.90%; 受灾面积 167.849 万 hm^2 , 达 30.46%; 成灾面积 113.504 万 hm^2 , 达 20.60%; 绝收面积 40.769 万 hm^2 , 达 7.40%。具体数据见图 1。由图可见近年来全区的干旱灾害发展具有面积增大和频率加快的趋势, 损失率也在不断加大。1990~2007 年平均每年因旱造成临时饮水困难 170.46 万人和 2 071.52 万头大牲畜。18 年间全区因旱造成粮食损失 3 627 532.65 万 kg, 是粮食总产量 30 769 059.32 万 kg 的 11.79%, 造成农业直接经济损失达 5 794 926.32 万元。

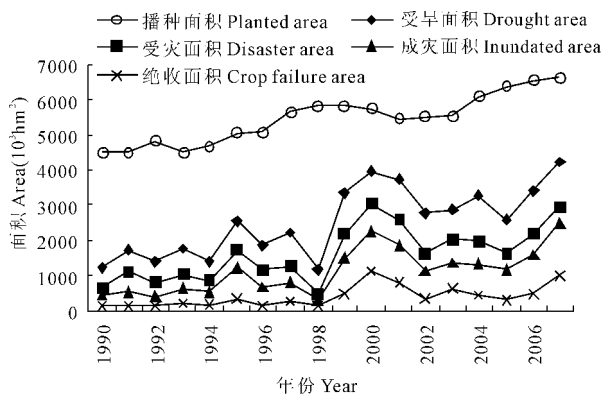


图 1 内蒙古自治区 1990~2007 年播种面积与受旱、受灾、成灾、绝收面积变化过程

Fig. 1 The polyline chart for planted area with drought area, disaster area, inundated area and crop failure area between 1990 and 2007 in Inner Mongolia Autonomous Region

2.2 城镇旱情及旱灾损失调查统计分析

城镇干旱指由于干旱造成城镇供水水源不足(河流、水库、湖泊来水、蓄水少, 地下水位下降等),

导致城镇实际供水量低于正常用水量, 城镇正常生活、生产和生态环境受到影响。内蒙古自治区 1990~2007 年城镇因旱减少总供水量 102 225.47 万 m^3 , 年平均减少供水量 5 679.2 万 m^3 , 占年实际供水量的 4.25%; 具体数据见图 2。影响总人口达 970.43 万人, 影响工业增加值达 2 946 330.06 万元。虽然实际供水量逐年递增, 但随着城镇的发展扩建、人口增加、工业发展和人们生活用水增多等, 水资源短缺导致城市供水不足日益明显。

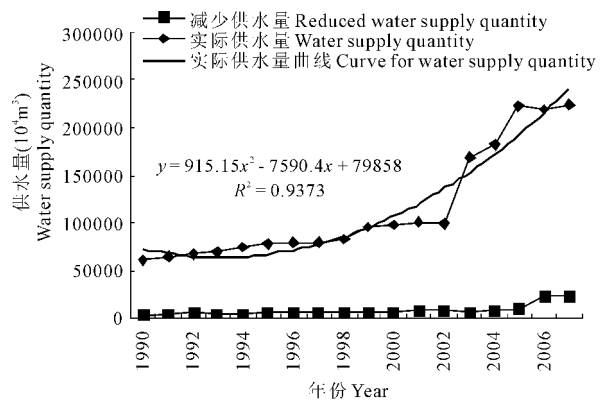


图 2 内蒙古自治区 1990~2007 年城镇实际供水量与因旱减少供水量对比

Fig. 2 The comparison chart for urban actual water supply and reduced water supply between 1990 and 2007 in Inner Mongolia Autonomous Region

2.3 牧业旱情及旱灾损失调查

牧业旱灾损失按照草场受旱面积、受灾畜牧头数和牧业直接经济损失来统计。“草地受旱面积”指因旱缺水的牧草面积, 按干枯和未返青面积分别列出; “受灾畜牧”是指因旱缺水的畜牧数量, 按照大牲畜折算, “牧业直接经济损失”包括所有牧业因旱缺水造成的直接经济损失值。

内蒙古自治区 1990~2007 年平均草场受旱面积 4 791.176 万 hm^2 , 其中未返青 2 551.423 万 hm^2 , 占草场受旱面积的 53.25%, 干枯 1 423.802 万 hm^2 , 占草场受旱面积的 29.72%。具体数据见图 3。平均每年受灾畜牧 836.98 万头, 其中死亡 273.33 万头, 18 年造成牧业直接经济损失 4 391 869.19 万元。由图 3 可见全区牧业受旱成灾程度呈逐年递增的趋势, 由于干旱限制了我区农牧业的发展及对农牧民生产生活造成了严重影响。

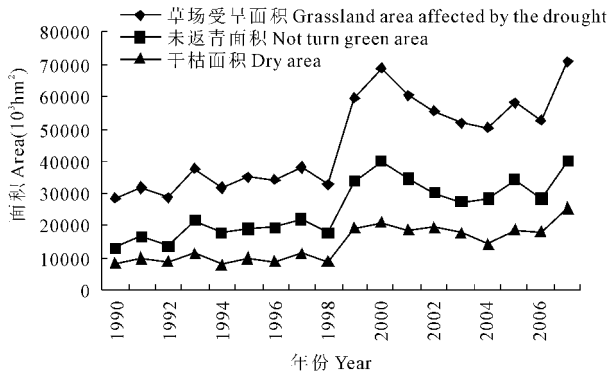


图 3 内蒙古自治区 1990~2007 年牧业草场受旱面积、未返青面积、干枯面积对比

Fig. 3 The comparison chart for grassland area affected by the drought, does not turn green area and dry area in Animal husbandry between 1990 and 2007 in Inner Mongolia Autonomous Region

3 干旱的时空变化

内蒙古横跨东北、华北、西北, 地形、地貌、自然情况复杂多样, 各地农业气候条件差异较大, 因而干旱及其灾害在时间上的分布和区域上的分布差异性也较大。

3.1 干旱时间分布特征

干旱季节性是指在农作物生长季节里因降水量、前期土壤含水量等不能满足农作物需水要求而造成农作物缺水, 出现季节性干旱的特性。春旱一般是指 3~5 月份所发生的干旱, 夏旱一般是指 6~8 月份所发生的干旱, 秋旱一般是指在 9~11 月份所发生的干旱, 冬旱是指 12 月至次年 2 月发生的干旱。

内蒙古地区降水量少且时空分布极不均匀, 农业生产季节一般都不能满足作物正常需水要求, 因而干旱普遍存在。通过统计分析各地不同季节雨量分布情况可以看出春季 (3~5 月份), 平均雨量为 41.5 mm, 占全年雨量的 12.9%, 只占作物正常需水的 30% 左右。夏季 (6~7 月份) 平均雨量 255.9 mm, 占全年雨量的 68.1%, 只占作物正常需水的 80% 左

右。秋季 (8~9 月份) 平均降水量 60.8 mm, 占全年降水量的 16.4%, 只占作物正常需水量的 35% 左右。由此可见, 内蒙古绝大部分地区农业生产处于干旱状态, 尤以春季干旱最为严重, 最普遍。夏季秋季干旱也十分频繁。

3.1.1 易旱季节频率计算 根据内蒙古自治区抗旱规划基础数据中各旗县 1990~2007 年农业旱情发生时间数据, 对旗县级行政区计算统计期内春旱、夏旱、秋旱及连季旱发生的频次, 并进行统计分析。

选择旗县级行政区内干旱发生频次最高的季节为该区的易旱季节。例如某旗县级行政区内旱情发生时间为 3~5 月的频次最高, 则该旗县级行政区内的易旱季节为春旱; 某旗县级行政区内旱情发生时间为 6~7 月的频次最高, 则该旗县级行政区内的易旱季节为夏旱; 某旗县级行政区内旱情发生时间为 3~7 月的频次最高, 则该旗县级行政区内的易旱季节为春夏连季旱。以此确定每个旗县的旱灾易发季节。

3.1.2 各地易旱季节验证 为了准确把握自治区易旱季节的分布, 应用各地同期降水量资料, 进行旱情发生时间内降水情况的分析。若旱情发生的时间内降水量偏少, 相互对应, 说明统计的干旱发生的时间 (季节) 是对的。否则需要进一步核实统计资料 (包括时间、范围、灾情、损失等), 必要时作适当的调整。对于跨半个季节的干旱情况, 视其干旱时间长短、旱情的严重程度等, 划归一个季节或两个季节。

3.2 干旱灾害空间分布特征分析

干旱灾害空间分布特征反映了干旱灾害在地域上的分布情况, 根据历年旱灾损失系列, 对旱灾损失率系列从大到小进行排频计算, 分析不同程度旱灾等级的发生频率。

3.2.1 历年旱灾损失率计算

a. 对于农业区: 由于农业旱灾损失统计资料不完整, 有些统计资料不能客观反映干旱情况, 因而采用因旱粮食损失率代替旱灾损失率。指因旱粮食损失量占正常年份粮食产量的百分数, 正常年份的粮食产量为前三年粮食产量的平均值, 因旱粮食损失率计算公式为:

$$\text{因旱粮食损失率}(L_i) = (\text{因旱粮食损失量} / \text{正常年份粮食产量}) \times 100\%$$

由此可得到各旗县历年农业旱灾损失率系列。旱灾损失程度划分按照《抗旱规划技术大纲》(水利部水利水电规划设计总院, 2008 年 12 月) 旱灾等级标准 (见表 2)。

表 2 旱灾等级划分标准

Table 2 The classification standard for state of agricultural drought

| 地区类别 Region type | 轻度 Mild | 中度 Moderate | 严重 Severe | 特大 Extreme |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 地(市) City | $3 \leq L_i < 8$ | $8 \leq L_i < 15$ | $15 \leq L_i < 30$ | $L_i \geq 30$ |
| 县级区 County | $5 \leq L_i < 10$ | $10 \leq L_i < 20$ | $20 \leq L_i < 40$ | $L_i \geq 40$ |

b. 对于牧业区: 旱灾损失率指干旱灾害的直接经济损失值占地区生产总值的百分数, 干旱灾害直接经济损失值包括因旱农业直接经济损失、影响工业增加值和牧业直接经济损失。旱灾损失率计算公式为:

$$\text{旱灾损失率}(L_i) = (\text{干旱灾害直接经济损失值} / \text{地区生产总值}) \times 100\%$$

由此可得到各牧业旗历年旱灾损失率系列。

3.2.2 不同旱灾等级发生频率分析计算 根据旱灾等级划分标准进行旱灾等级划分, 可得到历年旱灾等级系列, 将系列中各年旱灾损失率按由大到小的顺序排列, 按下式计算旱灾损失率经验频率。

$$P_i = \frac{m_i}{n+1} \times 100\%$$

式中, P_i 为旱灾损失率经验频率(%) ; i 为计算旱灾损失率经验频率的年序号; n 为统计年数; m_i 为按由大到小顺序排列的第 m 项, 即排列序号。

每一地区不同年份发生的旱灾损失不同, 根据旱灾损失率对应旱灾等级划分标准可得到这一地区当年的旱灾等级, 对应不同的年份可得到历年旱灾损失系列, 将系列中各年旱灾损失率按由大到小的顺序排列, 在频率格纸上点绘经验数据(纵坐标为旱灾损失率的取值, 横坐标为对应的经验频率), 拟合相关曲线分析, 曲线与数据点拟合相关性大于 90%

表 3 降水量距平百分比旱情等级划分

Table 3 The classification standard of drought level with precipitation anomaly percentage

| 时间尺度 Time scale | 轻度干旱 Mild drought | 中度干旱 Moderate drought | 严重干旱 Severe drought | 特大干旱 Extreme drought |
|--------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| 月尺度 Monthly scale | $-60 < D_p \leq -40$ | $-80 < D_p \leq -60$ | $-95 < D_p \leq -80$ | $D_p \leq -95$ |
| 季尺度 Seasonal scale | $-50 < D_p \leq -25$ | $-70 < D_p \leq -50$ | $-80 < D_p \leq -70$ | $D_p \leq -80$ |
| 年尺度 Year scale | $-30 < D_p \leq -15$ | $-40 < D_p \leq -30$ | $-45 < D_p \leq -40$ | $D_p \leq -45$ |

表中的 D_p 计算公式如下:

$$D_p = (P - P_{均}) / P_{均} \times 100\%$$

式中, D_p 为计算期内降水量距平百分比(%); P 为计算期内降水量(mm); $P_{均}$ 为计算期内多年平均降水量(mm)。

将各地区运用降水量距平法和运用旱灾损失率确定的旱灾易发等级及频率相对比, 必要时作适当

认定该曲线符合分析要求, 绘制旱灾损失率经验频率曲线, 旱灾损失率经验频率曲线举例见图 4。根据各年的旱灾损失率, 对照旱灾等级划分标准确定旱灾等级, 可以得到不同等级旱灾的发生频率(包括无旱灾的频率), 对比不同等级旱灾发生频率的大小, 选取发生频率最大的那个旱灾等级作为该地区易发旱灾等级。

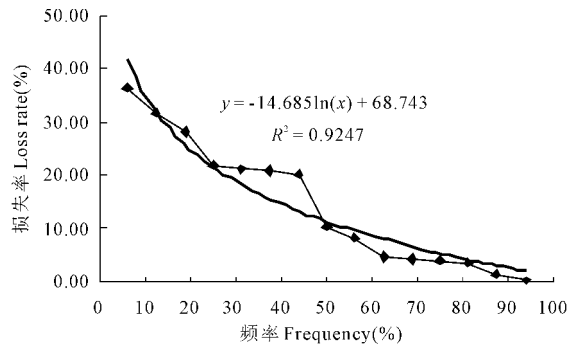


图 4 旱灾损失率频率曲线

Fig. 4 The frequency curve for loss rate of drought disaster

3.2.3 旱灾等级及发生频率验证 通过以上分析得到每个统计单元旗县的旱灾发生等级及频率。为了使分析计算结果更加符合实际, 运用降水量资料, 根据《旱情等级标准》^[16] 提供的降水量距平法, 对分析的旱灾等级结果进行验证。降水量距平法划分旱情等级见表 3。

的调整。最终确定各地区的旱灾易发等级及频率。

内蒙古自治区易旱季节、旱灾易发地区旱灾等级及发生频率计算结果见表 4。由表 4 可见内蒙古地区干旱灾害比较严重, 无论从时间上(易旱季节)还是空间上(旱灾等级)从东到西逐渐加重。近年来随着全球气候变暖的影响加深, 干旱灾害逐年加重, 旱灾发生频率呈上升趋势。

表 4 内蒙古自治区易旱季节、旱灾等级及发生频率汇总

Table 4 The summary of drought-prone season, drought disaster and occurrence frequency

| 盟市 City | 县级行政区 County | 易旱季节 Drought-prone season | 易旱等级 Drought-prone level | | 盟市 City | 县级行政区 County | 易旱季节 Drought-prone season | 易旱等级 Drought-prone level | |
|------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | 等级 Degree | 频率(%) Frequency | | | | 等级 Degree | 频率(%) Frequency |
| 阿拉善盟 | 阿左旗 | ● | | 52 | 乌兰察布市 | 察右前旗 | ○ | | 47 |
| | 阿右旗 | ● | | 54.8 | | 察右中旗 | ○ | | 54.2 |
| | 额济纳旗 | ● | | 50 | | 察右后旗 | ○ | | 46.7 |
| 包头市 | 土右旗 | ○ | ☆ | 33.1 | 四子王旗 | ● | | 46.5 | |
| | 达罕旗 | ● | | 49.9 | 兴和县 | ○ | | 54.3 | |
| | 固阳县 | ○ | | 32.3 | 卓资县 | ○ | | 41.2 | |
| | 包头市 | ○ | ☆ | 65.3 | 凉城县 | ○ | | 57.8 | |
| 巴彦淖尔市 | 临河区 | ● | ☆ | 35.8 | 商都县 | ○ | | 46.5 | |
| | 磴口县 | ● | | 39.6 | 化德县 | ○ | | 58.9 | |
| | 杭锦后旗 | ● | ☆ | 35.5 | 丰镇市 | ○ | | 53 | |
| | 五原县 | ● | ☆ | 34.1 | 集宁区 | ○ | | 50.6 | |
| | 乌前旗 | ○ | ☆ | 30.9 | 锡林浩特 | ○ | | 36.7 | |
| | 乌中旗 | ● | | 43 | 二连浩特 | ● | | 31.3 | |
| 兴安盟 | 乌后旗 | ● | | 44.9 | 阿巴嘎旗 | ○ | | 54 | |
| | 扎旗 | ○ | ☆ | 50.3 | 苏右旗 | ● | | 38.7 | |
| | 科右前旗 | ○ | ☆ | 40.1 | 苏左旗 | ● | | 41.5 | |
| | 乌市 | ○ | ☆ | 31 | 西乌旗 | ○ | | 25.8 | |
| | 突泉县 | ○ | ☆ | 46.5 | 东乌旗 | ○ | | 28.2 | |
| | 科右中旗 | ○ | ☆ | 37.3 | 镶黄旗 | ○ | | 33.3 | |
| 乌海市 | 阿尔山市 | ○ | ☆ | 20.9 | 正镶白旗 | ○ | | 31.1 | |
| | 海勃湾区 | ○ | | 30.5 | 太仆寺旗 | ○ | | 20.3 | |
| | 乌达区 | ○ | | 44.5 | 正蓝旗 | ○ | | 44.7 | |
| 赤峰市 | 海南区 | ○ | | 37 | 多伦县 | ○ | | 28 | |
| | 科尔沁旗 | ○ | | 24.5 | 武川县 | ○ | | 36.1 | |
| | 巴林左旗 | ○ | | 21.7 | 土左旗 | ○ | | 52.3 | |
| | 巴林右旗 | ○ | | 21.2 | 托克托县 | ○ | | 39.5 | |
| | 林西县 | ○ | | 21.1 | 清水河县 | ○ | | 35.3 | |
| | 克旗 | ○ | | 25.4 | 呼和浩特 | ○ | | 32.8 | |
| | 翁牛特旗 | ○ | | 23.1 | 和林县 | ○ | | 58.7 | |
| | 赤峰市 | ○ | | 25.1 | 科尔沁区 | ○ | | 22.4 | |
| | 喀喇沁旗 | ○ | | 28.1 | 开鲁县 | ○ | | 22.1 | |
| | 宁城县 | ○ | | 28.9 | 科左中旗 | ○ | | 20.1 | |
| 呼伦贝尔市 | 敖汉旗 | ○ | | 22.3 | 科左后旗 | ○ | | 21 | |
| | 扎兰屯市 | ○ | ☆ | 28 | 库伦旗 | ○ | | 24.6 | |
| | 阿荣旗 | ○ | ☆ | 28.3 | 奈曼旗 | ○ | | 25.5 | |
| | 莫旗 | ○ | ☆ | 23.6 | 扎鲁特旗 | ○ | | 21.9 | |
| | 鄂伦春旗 | ○ | ▽ | 55.4 | 霍林郭勒 | ○ | | 25.4 | |
| | 牙克石市 | ○ | ▽ | 27.7 | 准格尔旗 | ○ | | 46.1 | |
| | 海拉尔区 | ○ | ☆ | 30.1 | 达拉特旗 | ○ | | 43.5 | |
| | 额尔古纳 | ○ | ☆ | 31.8 | 东胜区 | ○ | | 30.1 | |
| | 鄂温克旗 | ○ | ☆ | 31.6 | 伊旗 | ○ | | 58.3 | |
| | 新左旗 | ○ | | 26.2 | 鄂旗 | ○ | | 59.1 | |
| 通辽市 | 新右旗 | ○ | | 22.7 | 鄂前旗 | ○ | | 46.4 | |
| | 陈巴旗 | ○ | ☆ | 35.1 | 乌审旗 | ○ | | 58.6 | |
| | 根河市 | ○ | ▽ | 22.2 | 杭锦旗 | ○ | | 48.3 | |
| | 满洲里市 | ○ | | 24.8 | | | | | |

注: ○—春旱 Spring drought, ◎—春夏旱 Spring and summer drought, ●—春夏秋旱 Spring, summer and autumn drought.

—严重旱灾 Severe drought, ☆—中度旱灾 Moderate drought, ▽—轻度旱灾 Mild drought.

4 干旱分布区划

根据统计分析及验证结果,选择旗县级行政区内干旱发生频次最高的季节(单季或连季)作为该地

区的易旱季节。由此确定内蒙古自治区的易旱季节分布。对比不同等级旱灾发生频率的大小,选取发生频率最大的那个旱灾等级作为该旗县易发旱灾等级,由此确定内蒙古自治区的旱灾易发地区分布。

采用 MapInfo 软件进行分布图绘制。

a. 选择内蒙古自治区地图为数字化底图, 进行配准, 地图投影采用正轴等角割圆锥投影, 在 MapInfo 中名字为 Conformal Projection (China);

b. 将省界线、地界线、县界线分层矢量化, 确定统计单元(旗县);

c. 给定各个统计单元属性信息, 分为 City、County、易旱季节、旱灾易发等级、旱灾发生频率五个字段, 将易旱季节、旱灾易发等级及旱灾发生频率属性信息录入;

d. 配准内蒙古自治区水利工程图, 将主要河流水系矢量化;

e. 绘制易旱季节分布图, 选择重新分区, 按照易旱季节属性字段重新分区, 根据《抗旱规划技术大纲》(水利部水利水电规划设计总院, 2008 年 12 月) 给定的着色要求进行着色, 添加装饰图层、图例等, 出图生成内蒙古自治区易旱季节分布图(见图 5);

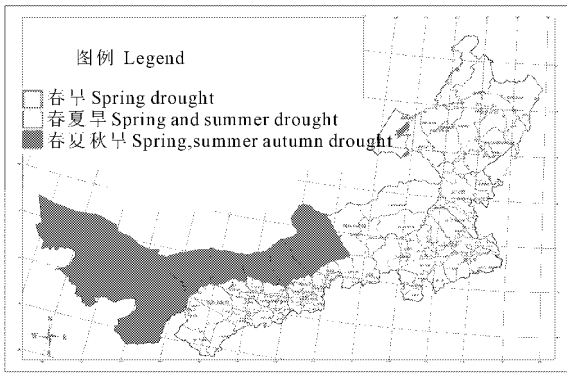


图 5 内蒙古自治区易旱季节分布图

Fig. 5 The distribution figure of drought-prone season in Inner Mongolia Autonomous Region

f. 绘制旱灾易发地区分布图, 通过 SQL 选择, 分别选择严重以上旱灾、中度旱灾、轻度旱灾, 给定公式, 发生频率大于等于 30% 或者小于 30%, 根据《抗旱规划技术大纲》(水利部水利水电规划设计总院, 2008 年 12 月) 给定的着色要求进行着色, 生成专题图, 添加装饰图层、图例等, 出图生成内蒙古自治区旱灾易发地区分布图(见图 6)。

4.1 易旱季节区划

根据统计分析与降水量分析得知, 内蒙古自治区易旱季节分为 3 种, 即春旱易发区、春夏旱易发区、春夏秋全年旱易发区。易旱季节分布多以连季旱发生, 从东到西连季旱发生频率逐渐加重。

春旱易发区: 分布在内蒙古自治区东北部呼伦贝尔市全部和兴安盟北部。

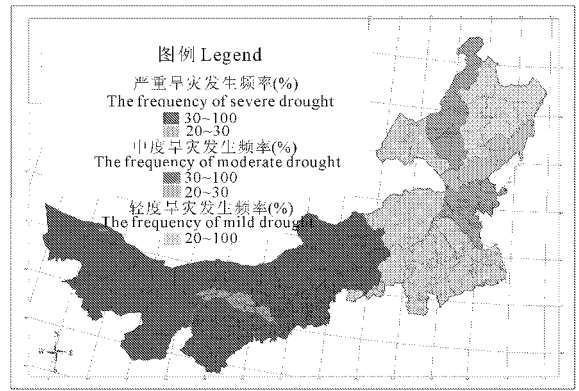


图 6 内蒙古自治区旱灾易发地区分布图

Fig. 6 The distribution figure of drought disaster area in Inner Mongolia Autonomous Region

春夏连季旱易发区: 分布在内蒙古自治区东部的兴安盟、通辽市、赤峰市以及中部地区的锡林郭勒盟东部、南部地区, 乌兰察布市南部地区、呼和浩特市、包头市南部地区, 西部地区的鄂尔多斯市、乌海市。

春夏秋全年旱易发区: 分布在内蒙古自治区西部的阿拉善盟、巴彦淖尔市、包头市北部、乌兰察布市北部、锡林郭勒盟西北部, 旱灾严重。

4.2 旱灾易发等级区划

根据旱灾损失率计算及频率分析与降水量距平百分比频率分析汇总, 内蒙古自治区易发旱灾严重程度分为 5 个级别: 即严重旱灾高发区(频率大于 30%)、严重旱灾低发区(频率小于 30%)、中度旱灾高发区(频率大于 30%)、中度旱灾低发区(频率小于 30%)、轻度旱灾区。易发旱灾严重程度分布从东向西呈逐渐加重规律。

严重旱灾高发区: 西起阿拉善盟额济纳旗, 东至锡林郭勒盟西部地区, 其中包括阿拉善盟、巴彦淖尔市、乌海市、鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市、锡林郭勒盟 8 个盟市。

严重旱灾低发区: 分布在锡林郭勒盟的东部地区, 赤峰市、通辽市以及呼伦贝尔市的西部地区。

中度旱灾高发区: 分布在兴安盟、呼伦贝尔市的中部地区以及河套灌区。

中度旱灾低发区: 分布在呼伦贝尔市的东南部(岭东南)。

轻度旱灾区: 分布在呼伦贝尔市的鄂伦春自治旗、根河市、牙克石市。

参考文献:

[1] 范宁俊. 中国自然灾害与灾害治理[M]. 黑龙江: 黑龙江教育出

- 版社, 1998.
- [2] 郑远长. 全球自然灾害概述[J]. 中国减灾, 2000, 10(1): 14—19.
- [3] 马柱国, 符淙斌. 中国北方干旱区地表湿润状况的趋势分析[J]. 气象学报, 2001, 59(6): 738—746.
- [4] 朱晓华, 蔡运龙, 王 建. 中国旱涝灾害的分形结构[J]. 地球科学进展, 2003, 18(4): 509—514.
- [5] 邓振镛, 张 强, 尹宪志 等. 干旱灾害对干旱气候变化的相应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(1): 114—118.
- [6] 马柱国, 符淙斌. 1951—2004 年中国北方干旱化的基本事实[J]. 科学通报, 2006, 51(20): 2429—2439.
- [7] 黄荣辉, 蔡榕硕, 陈际龙. 我国旱涝气候灾害的年代际变化及其与东亚气候系统变化的关系[J]. 大气科学, 2006, 30(5): 730—743.
- [8] 马柱国, 符淙斌. 20 世纪下半叶全球干旱化的事实及其与大尺度背景的联系[J]. 中国科学(D 辑: 地球科学), 2007, 37(2): 222—233.
- [9] 潘耀忠, 龚道溢, 王 平. 中国近 40 年旱灾时空格局分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1996, 32(1): 138—142.
- [10] 张养才, 何维勋, 李世全. 中国农业气象灾害概述[M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [11] 黄荣辉, 郭其蕴, 孙安健. 中国气候灾害分布图集[M]. 北京: 海洋出版社, 1997.
- [12] 冯佩芝, 李翠金, 李小泉, 等. 中国主要气象灾害分析[M]. 北京: 气象出版社, 1985.
- [13] 中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981.
- [14] 张德二, 刘传志.《中国近五百年旱涝分布图集》续补(1980—1992 年)[J]. 气象, 1993, 19(11): 41—45.
- [15] 内蒙古自治区水文总局. 内蒙古自治区水资源公报[R]. 2007.
- [16] SL424—2008. 旱情等级标准[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.

Characteristics of temporal and spatial distribution of drought occurrence in Inner Mongolia Autonomous Region

LI Jing¹, WANG Yao-qiang¹, QU Zhong-yi¹, MA Lan-zhong²

(1. College of Civil Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China;

2. Inner Mongolia Academy of Water Conservancy, Hohhot, Inner Mongolia 010020, China)

Abstract: Inner Mongolia belongs to arid and semiarid area, with little and unevenly-distributed precipitation, hence drought is the major natural disaster. In order to reveal the characteristics of temporal and spatial distribution of drought occurrence in different areas of Inner Mongolia, survey and analysis are conducted of the data of precipitation and damage caused by drought to agriculture and animal husbandry in 101 counties of the region during 1990~2007. By using the methods of statistic calculation and frequency analysis, the characteristics of temporal and spatial distribution of drought occurrence in the region are found out, including the frequency and distribution of areas and seasons (spring, spring~summer, spring~summer~autumn) prone to occurring drought and levels of drought (severe, moderate, mild). These results may serve as reference for the prediction and forewarning of drought, reduction of damage and planning and allocation of limited water resources.

Keywords: drought level; drought-prone season; temporal and spatial distribution; drought situation