

内蒙古地区与北半球云水资源分布

达布希拉图^{1,2} 苏立娟¹

(1. 内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古农业大学)

提 要

利用 ISCCP D2 云资料、内蒙古 116 个气象站地面降水资料、NCEP 同化资料, 分析研究了全球云水时空分布特征及内蒙古地区云水时空分布特征、降水分布特征。研究表明: 20 年年均变化来看, 可降水量在波动过程中有增多的趋势; 降水量从 1984 年到 1998 年有增多的趋势, 1998 年到 2001 年有明显的减少趋势; 从 24 年实际降水量空间变化趋势来看, 内蒙古东部地区有明显的减少趋势, 中西部地区有增多趋势, 尤其中部地区乌兰察布市、呼和浩特市、包头市等地区有明显的增多趋势。

关键词: 云水资源 时空分布 气候特征

引 言

内蒙古大部分地区为干旱、半干旱地区, 干旱缺雨直接影响和制约了我区的经济发展和人民赖以生存的生态环境。内蒙古地区生态环境恶化的根本原因就是水资源的严重匮乏, 充分开发利用空中水资源则成为当前又一项抗旱减灾的有效手段之一。因此科学地评估我区的空中水资源储量和分布状况, 以此来更科学地得出我区空中水资源的开发利用潜力, 通过对人工催化云系的合理选择、对作业区域的合理部署、对人工增雨作业时机的准确把握以及利用现有的科学技术手段更为有效地进行人工影响天气作业, 将能有效地提高云水资源转化率, 使我区天然降水量开发利用进一步得到提高, 这对改善我区的生态环境现状、促进地区经济建设和经济发展将起到重要的作用。

1 所用资料及技术方法

ISCCP D2 云资料(1982—2001 年)、内蒙古 116 个气象站地面降水资料(1980—2003 年), NCEP 同化资料(1961—1995 年)。

趋势分析的方法如下:

对资料序列 $T(t)$, $t = 1, 2, \dots, n$, 以

线性函数 $T = at + b$ 来拟合原序列, 按最小二乘法可求得常数项 a 和 b , 其中常数 a 就是趋势项:

$$a = \frac{n \sum tT - \sum t \sum T}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

a 值的正负, 表示该资料序列随时间变化的方向, 正值表示资料随时间有增加的趋势, 负值则表示趋于减小; a 的绝对值的大小, 表示变化的快慢程度。

2 全球云水资源分布情况

2.1 全球总云量的分布特征

统计 ISCCP-D2 资料集(1983 年 7 月—2001 年 9 月)中总云量资料, 得出全球平均总云量约占 67%。图 1 是总云量的纬向平均图, 从图 1 可以看到, 云量的纬向变化特征是非常明显: 全球云量分布呈现三个峰值带, 一个位于赤道附近, 另外两个分别位于南半球的 60°S 附近; 另外我们也可以看到, 虽然在热带辐合带(ITCZ)云量有一个高值区(图 1), 但实际上, 云量最多的地区并不在赤道附近, 而是在南、北半球中纬度地区, 特别是中纬度海洋地区, 很多地方的总云量都超过了 80%, 这与中纬度地区气旋活动频繁是一致

的。

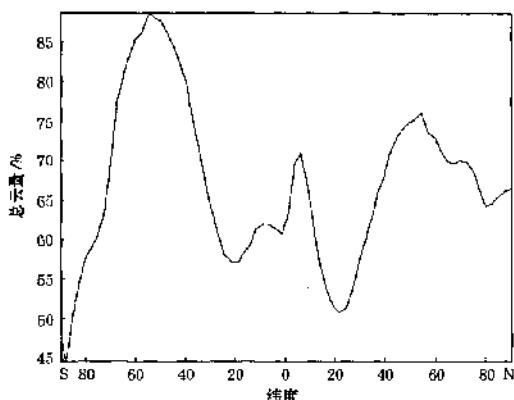


图1 总云量的纬向平均分布
(1983年7月—2001年9月)

2.2 全球总云量的变化趋势

图2是1984—2000年全球平均总云量的时间变化图,总的看来,近些年全球总云量在减少,但是在1984年到1987年间,全球平均总云量是呈增加的态势,增加大约2%;1987年以后,云量一直呈减少的趋势,到2000年,约减少4%,这与IPCC(2001)指出的全球月平均云量增加的趋势在上个世纪80年代末发生逆转的结论是一致的。

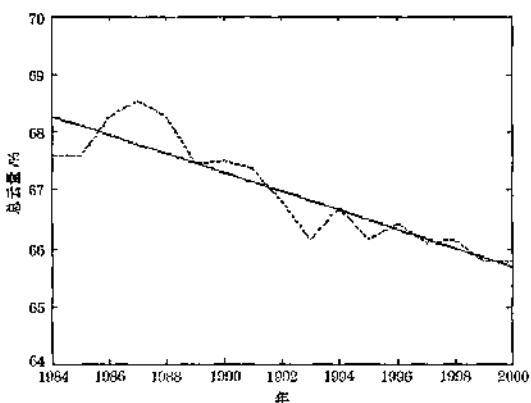


图2 1984—2000年全球平均总云量的变化

2.3 北半球水汽分布及输送

干旱气候与降水量密切相关,而降水量的多寡与大气环流有直接关系,大气环流对一个地区降水的影响还应取决于这个地区上空低层水汽输送状况,即空中水资源分布。对应上述多年平均时段,我们分别做了各个5年时段的水汽输送图。

先对全球大气的相对湿度逐年进行整层平均($1000\text{hPa} \sim 300\text{hPa}$),再进行5年平均,作为水汽的平均场,将5年平均水汽场与对应5年平均的 700hPa u, v 风场作乘积,绘出5年平均的水汽输送矢量图。

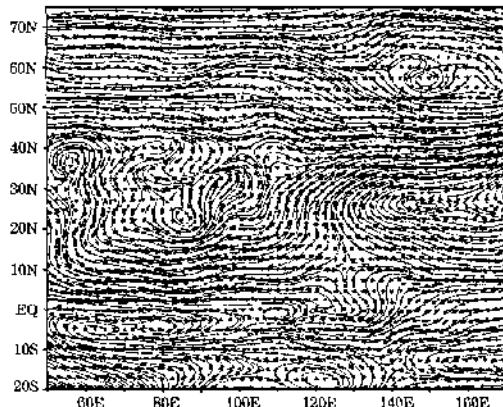


图3 1991—1995年平均水汽输送矢量图

由图3分析,夏季随着季风环流系统的调整,中低层 700hPa 在东亚地区形成三类风场。第一类是低纬地区东部海上的低压环流系统。这个低压环流系统带着南海和东部洋面上的水汽向东、向南影响东亚偏东地区的夏季降水。第二类风系是中纬度地区的西风环流系统。这个系统带着南部海域的水汽和低纬度地区的暖空气向北影响中国大部地区。另一支风系是由高纬度地区的西风环流组成,这个西风环流带着西伯利亚冷空气和高纬度地区的水汽向东影响东亚的中高纬度地区。第二、第三支风系受青藏高原大地形的强烈影响,在青藏高原形成爬坡和绕流。

这个物理过程,对中国新疆和内蒙古西部地区夏季降雨有重大意义。在夏季,三支风系相互独立,又相互配合,带着东、南、西北三路水汽和相应的冷、暖平流,决定了东亚地区的夏季流场、水汽输送和降水量。系统在夏季到达的位置、它们之间的相互配置决定了东亚地区夏季降水的分布特征,也决定了东亚地区夏季是否干旱。

由此看来,空中水资源的分布及输送对一个地区干旱与否有重要影响,空中水资源匮乏,夏季南支系统难以建立或未建立,孟加拉湾水汽不能及时向北输送,使内蒙古地区上空的水汽得不到及时补充,不能产生降水,是内蒙古干旱的一个重要原因。

另外,从水汽散度(源汇)分布来看,内蒙古地区属水汽汇,尤其植被情况好的地方更为明显,也就是说单从水汽收支来说,输入的比输出的多。影响较大的水汽源有:第一,孟加拉湾、四川盆地一带水汽源;第二,北面的西伯利亚、贝加尔湖一带的水汽源;第三,南海一带的水汽源。

3 内蒙古云水资源分布特征

3.1 可降水量分布特征

根据 ISCCP 可降水量 16 年(1984—2000 年)资料(图 4),内蒙古地区近 16 年平均可降水量分布,从西往东逐渐增多,从不到 8mm 到 23mm 多;从北往南逐渐增多。



图 4 1984—2000 年平均可降水量分布图

3.2 可降水量及降水量年际变化特征

从 20 多年年际变化来看(图 5),可降水量在波动过程中有增多的趋势;降水量(图 6)1984—1998 年有增多的趋势,1998—2001 年有明显的减少趋势,2001 年开始又有增多的趋势。

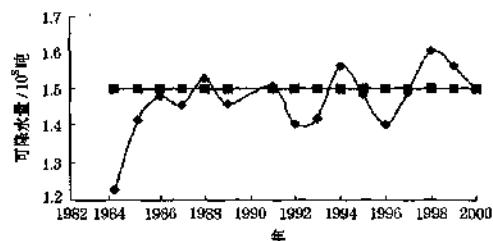


图 5 内蒙古地区日可降水量年际变化

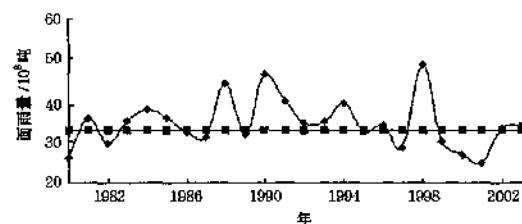


图 6 内蒙古地区实际年降水量的年际变化

3.3 降水量空间变化

从 24 年实际降水量空间变化来看(图 7),内蒙古东部地区降水明显减少;中西部地区降水偏多,尤其中部地区乌兰察布市、呼和浩特市、包头市等地区降水明显偏多。



图 7 内蒙古地区 24 年降水量的空间变化趋势分布

4 结 论

(1) 全球总云量随纬度分布,有较大的差异;由赤道向两极,云量的分布三个峰值带;虽然在热带辐合带(ITCZ)云量有一个高值区,但实际上,云量最多的地区并不在赤道附近,而是在南、北半球中纬度地区,特别是中纬度海洋地区,这与中纬度地区气旋活动频繁是一致的。

(2) 总的看来,近些年全球总云量在减少,但是在1984年到1987年间,全球平均总云量是呈增加的态势,增加大约2%;1987年以后,云量一直呈减少的趋势,到2000年,约减少4%。

(3) 夏季随着季风环流系统的调整,中低层700hPa在东亚地区形成三类风场。第一类是低纬地区东部海上的低压环流系统。第二类风系是中纬度地区的西风环流系统。另一支风系是由高纬度地区的西风环流组成。第二、第三支风系受青藏高原大地形的强烈影响,在青藏高原形成爬坡和绕流。这个物理过程,对中国新疆和内蒙古西部地区夏季降雨有重大意义。

(4) 内蒙古地区可降水量在波动过程中有增多的趋势;降水量从1984年到1998年有增多的趋势,1998年到2001年有明显的减少趋势。

(5) 从24年(1980—2003)实际降水量空间变化趋势来看,内蒙古东部地区有明显的减少趋势;中西部地区有增多趋势,尤其中部地区乌兰察布市、呼和浩特市、包头市等地区有明显的增多趋势。

参考文献

- [1] 钱正安,张世敏,单扶民. 1979年夏季高原地区对流云的分析[C]. 青藏高原气象科学试验文集(一). 北京:科学出版社,1984:243-257.
- [2] Angell, J. K.. Variation in United States cloudiness and sunshine duration between 1950 and the drought year of 1988[J]. *J. Climate*, 1990, 3: 296-308.
- [3] Henderson-Sellers A. Continental cloudiness changes this century[J]. *Geo. J.*, 1992, 27: 255-262.
- [4] Karl, T. R. and P. M. Steurer. Increased cloudiness in the United States during the first half of the twentieth century: fact or fiction? [J]. *Geophys. Res. Lett.*, 1990, 17: 1925-1928.
- [5] Sun, B. and P. Ya. Groisman. Cloudiness variations over the former Soviet Union[J]. *Int. J. Climate*, 2000, 20: 1097-1111.
- [6] Kaiser, D. P.. Analysis of total cloud amount over China[J]. *Geophys. Res. Lett.*, 1998, 25 (19): 3599-3602.
- [7] Kaiser, D. P.. Decreasing cloudiness over China! An updated analysis examining additional variables [J]. *Geophys. Res. Lett.*, 2000, 27: 2193-2196.
- [8] Neff, W. D. Decadal time scale trends and variability in the tropospheric circulation over the South Pole [J]. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 1999, 104: 27217-51.
- [9] Rossow, WB, and RA Schiffer. Advances in understanding clouds from ISCCP[J]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1999, 80: 2261-2287.
- [10] IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Houghton, J. T. et al., [eds.]]. Cambridge Univ. Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2001, NY, USA, 881pp.
- [11] Liou, K. N. and T. Sasamori. On the transfer of solar radiation in aerosol atmospheres[J]. *J. Atmos. Sci.*, 1975, 32: 2166-2177.
- [12] Fu, Q. and K. N. Liou. Parameterization of the radiative properties of cirrus clouds[J]. *J. Atmos. Sci.*, 1993, 50: 2008-2025.
- [13] 秦瑜,赵春生. 大气化学基础[M]. 北京:气象出版社,2003.