

# Characteristics of Precipitation and Cloud Distribution in the Mountain Area of Bayanbulak

Aimaiti-Dilibaier<sup>1</sup>, Tingting Xu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Xinjiang Meteorological Information Center, Urumqi Xinjiang

<sup>2</sup>Xinjiang meteorological Observatory, Urumqi Xinjiang

Email: 535738322@163.com

Received: Aug. 11<sup>th</sup>, 2017; accepted: Aug. 24<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 31<sup>st</sup>, 2017

---

## Abstract

Using meteorological elements such as cloud, precipitation and other related elements of Bayanbulak meteorological station conventional ground observation data from 2000 to 2013, the characteristics of cloud distribution in the mountain area of Bayanbulak were compared and analyzed. The results show that the occurrence of middle and low clouds in Bayanbulak was 17,160 times, accounting for 84% of the total number of cloud observations from 2000 to 2013; among them, the conversion days that middle and low clouds developed precipitation reached 40.3%. Occurrence phase of stratiform cloud and undulatus cloud were longer than convective cloud in Bayanbulak, but the number of convective cloud appeared more than stratiform cloud and undulatus cloud. The rainy days and precipitation were the most during occurrence phase of convective cloud, and the rainy days took second place during period of stratiform cloud and undulatus cloud appeared, but the amount of precipitation increased slightly with the increase of rainy days. The early cold season of alternate periods of different clouds was longer than that of early warm season, and the corresponding rainy days and precipitation were more than that of early warm season. Therefore, in the year, the potential of artificially inducing precipitation during the occurrence period of stratiform cloud and undulatus cloud is larger than that of the convective cloud, but the potential of artificial precipitation induce in the period of the convective cloud is the largest. Thus it's the best time to carry out artificially inducing precipitation operation between June and early August. The potential of artificially inducing precipitation during the alternate periods of stratiform cloud, undulatus cloud and convective cloud are secondary.

## Keywords

Bayanbulak, the Characteristics of Precipitation, Middle and Low Clouds

---

# 巴音布鲁克山区降水与云类分布特征

迪丽拜尔·艾买提<sup>1</sup>, 许婷婷<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新疆气象信息中心, 新疆 乌鲁木齐

<sup>2</sup>新疆气象台, 新疆 乌鲁木齐

Email: 535738322@163.com

收稿日期: 2017年8月11日; 录用日期: 2017年8月24日; 发布日期: 2017年8月31日

## 摘要

利用巴音布鲁克气象站2000~2013年常规地面观测资料的云、降水等相关气象要素, 对巴音布鲁克山区云类分布特征进行对比分析, 结果表明: 2000~2013年巴音布鲁克中、低云出现次数为17160, 占2000~2013年云类总观测次数的84%, 其中, 中、低云发展为降水的转化日数达到40.3%。巴音布鲁克地区层状云、波状云出现期比对流云出现期要长, 但对流云出现次数比层状云、波状云多, 相对应的降水日数与降水量最多, 层状云、波状云出现期的降水日数次之, 但降水量随降水日数的增多而增大的幅度极小, 各类云交替出现期的冷季初期比暖季初期长、相应的降水日数与降水量比暖季初期多。因此, 在年内层状云、波状云比对流云出现期的人工增水潜力要大, 对流云出现期的人工增水潜力在年内最大, 年内6月至8月上旬开展人工增水作业是最佳时机; 层状云、波状云与对流云交替出现期的人工增水潜力次之。

## 关键词

巴音布鲁克, 降水特征, 中低云类

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

巴音布鲁克山区位于天山山脉中部, 和静县西北部山区, 典型的高山高寒草甸草原, 是天山南麓重要的畜牧业生产基地。巴音布鲁克草原还是开都河、孔雀河、伊犁河、渭干河、库车河、库米什河的源头。巴音布鲁克山区全年无夏, 春秋相连, 冷期长, 严寒, 多冰雪; 暖期短, 多降水。巴音布鲁克年平均降水量为270.4 mm, 最大年降水量为406.6 mm, 出现在1999年; 最少年降水量为208.9 mm, 出现在1995年。巴音布鲁克山区降水年际差异极大, 造成山区草场阶段性干旱严重, 生态环境恶化。自上世纪90年代以来, 巴音郭楞蒙古自治州气象局人工影响天气办公室就开始在巴音布鲁克山区开展人工增雨(雪)作业。杨柳[1]等分析了天山山区水汽输送气候特征, 周雪英[2] [3] [4] [5] [6]等分析了巴音布鲁克山区降水特征。本文利用巴音布鲁克气象站2000~2013年地面常规观测资料的云、降水等资料进行统计计算, 综合分析巴音布鲁克地区的云类、降水分布特征, 以期更好地发挥人工增水作业的作用, 提高人工增水作业效果。文中所用资料均来自新疆气象信息中心, 均经过严格的质量控制。

## 2. 资料

利用巴音布鲁克国家基准气候站2000~2013年逐日常规地面观测资料, 选取每日4次常规观测时间的云、降水等资料进行统计对比分析, 分别对不同云类的出现频次以及降水时段云类出现特征进行统计分析。将巴音布鲁克山区实际季节特征, 把全年分为暖季和冷季, 其中5、6、7、8、9月定义为暖季,

10、11、12月及次年1、2、3、4月定义为冷季。降水时段分为：日降水(20时~20时), 分别统计降水量达到0.1 mm以上作为一个降水日, 1.0 mm以上为具有经济效益的人工增水作业日, 10.0 mm以上为大降水日, 24.0 mm以上为暴雨日。

### 3. 云分布特征

不同云类形成的降水性质、降水强度、降水持续时间均有差别, 所采取的人工影响天气作业模式也不同。

各种云类分布特征: 2000~2013年巴音布鲁克地区出现的降水性质分为一般性降水和阵性降水两大类。一般性降水产生于层状云、波状云, 大气层结是相对稳定的; 阵性降水产生于不稳定的云层即对流云; 由于高云云层薄且云底高度高, 降水概率小, 中低云降水概率大, 故本文只统计中云和低云(层状云、波状云、积状云), 见表1。

2000~2013年巴音布鲁克地区中云、低云共出现17160次, 中云、低云产生降水的转化日数达40.3%。其中, 对流云出现10,889次, 占总次数的63.5%, 比层状云与波状云出现次数多出1.7倍, 层状云、波状云出现6271次, 占总次数的36.5%。对流云在冷季出现1122次, 占总次数的10.3%; 暖季共出现9767次, 占总次数的89.7%; 层状云、波状云在冷季出现4920次, 占总次数的78.5%、暖季出现1351次, 占总次数的21.5%。

各种云类时段分布特征: 2000~2013年巴音布鲁克地区的层状云、波状云集中出现在冷季, 对流云集中出现在暖季, 冷季转入暖季(冷季末至暖季初)与暖季转入冷季(暖季末至冷季初)的过渡期层状云、波状云和对流云交替出现, 图1为巴音布鲁克地区云类起始终止日期分布图。由图可见, 巴音布鲁克地区稳定云层Sc<sub>tra</sub>平均出现起始日期和终止日期为当年的8月上旬后期至次年5月中旬末期, 在此期间, Sc<sub>tra</sub>在冷季集中出现, 冷季初与冷季末也会出现、暖季出现次数较少。故统计Sc<sub>tra</sub>初终日期时, 只统计它集中出现时段的初终日, 暖季期间偶尔出现的1~2次不做统计。不稳定气层的云类Cu<sub>hum</sub>、Sc<sub>cu</sub>最早出现的平均起始日期为3月下旬后期, 最晚出现的平均终止日期为10月下旬中期。其中, 3月下旬后期至5月中旬后期(冷季末至暖季初)层状云、波状云出现时段也会出现对流云、8月上旬后期至10月下旬中期(暖季末至冷季初)层状云、波状云出现时段也会出现对流云, 但层状云、波状云和对流云不会同时出现。因此, 根据巴音布鲁克地区出现的云类分布, 一年里的云类出现时段可分为: 层状云、波状云出现期; 对流云出现期; 层状云、波状云和对流云交替出现期。从图中可以看出, 对流云平均出现时段5月21日~8月7日之间, 出现在暖季中期, 共计77 d, 2010年对流云出现期最长, 共计148 d, 2005年最短共计38 d。

层状云、波状云平均出现时段是每年10月24日至次年3月28日, 多出现在年末至年初的冷季中期, 共计154 d, 最长出现时段为2001年共计186 d, 最短出现时段为2007年共计113 d。

冷季末至暖季初各类云交替平均出现时段为3月28日至5月21日之间, 共计53 d, 平均出现期最长为2005年计115 d, 最短为2010年计2 d。暖季末至冷季初各类云交替平均出现时段为8月7日至10月24日, 共计78 d, 平均最长出现期是2007年共计127 d, 最短出现期是2012年共计9 d。

**Table 1.** Statistics of cloud in Bayanbulak from 2000 to 2013

**表 1.** 2000~2013年巴音布鲁克云类统计

项目	冷季	暖季	合计
层状云波状云	4920	1351	6271
积状云	1122	9767	10889
合计	6042	11118	17160

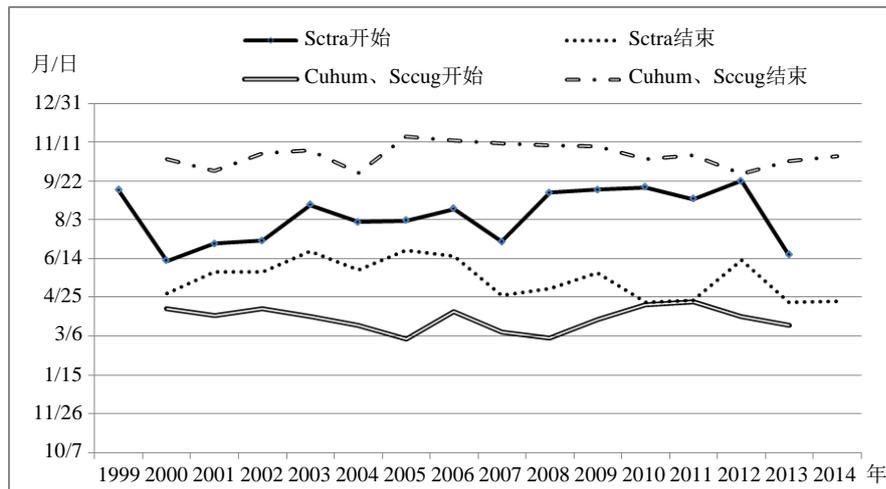


Figure 1. The distribution of cloud time in Bayanbulak from 2000 to 2013

图 1. 2000~2013 年巴音布鲁克云类时间分布

以上分析可知, 巴音布鲁克地区层状云、波状云出现期最长, 对流云出现期位居第二, 对流云平均出现期比各类云交替平均出现期长, 冷季会出现少量对流云, 暖季也会出现少量层状云、波状云, 冷季初的各类云平均出现期比暖季初的各类云平均出现期长。

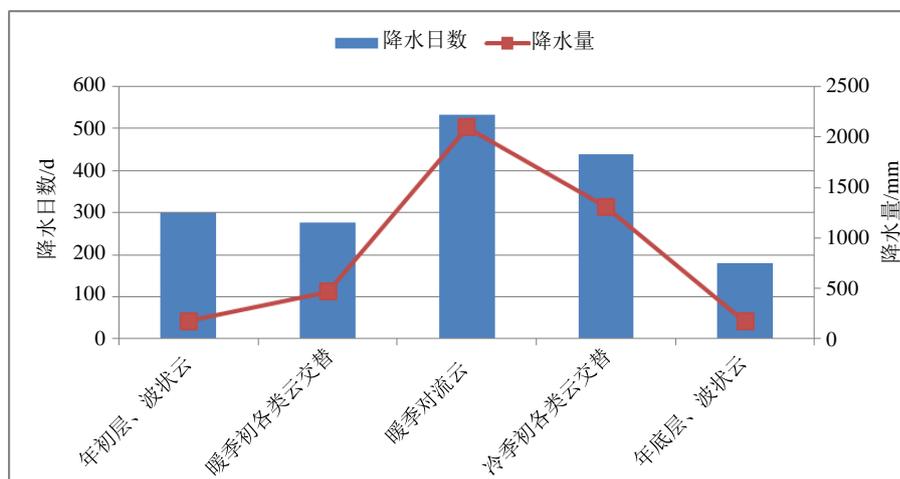
各种云类演变特征: 降水是云的产物, 云的发生、发展与天气系统尺度密切相关。按照降水性质(阵性降水、一般性降水)不同、不稳定气层与相对稳定气层形成的云状, 分别分类统计。无论是哪一类云, 均按云底高度不同分为高、中、低云。高云冰晶构成的云层薄, 云底高度高, 降水概率少; 中、低云由水滴与冰晶混合构成, 降水概率大, 云层越厚、水汽含量越多、云底高度越低, 降水概率和降水量就越大, 相应的人工增水潜力也越大。另外, 云的发生、发展受天气系统的影响, 在大尺度天气背景下, 云类的出现还受季节的影响。图 1 还可以看出, 在巴音布鲁克不同季节出现不同的云类, 在季节转换的过渡期, 各类云交替出现, 并相互演变, 冷季主要出现层状云、波状云, 暖季主要出现对流云, 暖季初与冷季初各类云交替出现并相互演变, 其中高、中、低云的不同云类与同一云类之间也可相互演变, 天气系统增强过程中, 高、中云演变成中、低云, 天气系统减弱时, 低、中云演变成中、高云, 或者高云趋于消散。

#### 4. 各种云类出现时段的降水特征

不同云类出现时段的降水分布特征: 有云并不一定产生降雨(雪), 有云时产生的降雨(雪)的量级也不同, 它和季节、时段有直接关系, 所以选择人工影响天气作业模式与作业时段非常重要。

从巴音布鲁克 14a 的降水资料统计结果可见: 高、中、低云形成的降水日 1739 次, 降水量 4228.2 mm; 中、低云形成的降水日 1727 次, 降水量 4222.9 mm, 高云产生的降水仅 12 次, 平均降水量 0.4 mm, 所以高云进行人工增水潜力几乎没有。

图 2 可以看出, 14a 中出现的各类云中对流云出现期的降水日数最多, 相对应的降水量随着降水日数的增多而增大, 相应的人工增水潜力大, 效果明显。层状云、波状云出现期的降水日数相对于对流云要少, 虽然降水日数不少, 但降水量很小, 相应的人工增水潜力差, 效果不明显。各类云交替出现期, 冷季初降水日和降水量比暖季初的降水日和降水量多、相应的人工增水潜力冷季初比暖季初要好。选择人工增水作业条件, 首先要有云、并且云能产生降水, 有了降水云层厚度很关键, 如果降水量较大、说明云层较厚, 人工增水才能见效益, 云层降水量很少、说明云层薄, 人工增水效果不好。



**Figure 2.** Distribution of rainy day and precipitation during periods of different cloud  
**图 2.** 各类云出现时段的降水日与降水量分布图

表 2 为巴音布鲁克 2000~2013 年的各类云出现时段的各月降水分布。由表 2 可见, 对流云平均出现期为 5 月中旬后期, 6 月、7 月、8 月上旬后期结束。对流云出现期的平均降水日每月达 18.8 d, 平均降水量为 3.9 mm, 其中, 每月平均人工增水作业日为 12.3 d, 每 2 d 出现 1 次降水, 每次平均降水量为 5.7 mm, 大降水日每月平均为 2.0 d, 每 15 d 出现 1 次大降水, 每次平均降水量 16.6 mm, 整个对流云出现期的暴雨日数达 12.6 d, 出现在 6、7、8 月上旬, 其中, 7 月暴雨日数比其它月多, 平均每两个半月出现 1 次暴雨天气, 虽然大降水日与暴雨日人工增水效果很明显, 但增水机率小, 故在巴音布鲁克地区对流云出现期的人工增水, 主要依靠的是降水量在 1 mm 以上的降水日。层状云、波状云出现在冷季中期, 平均出现期为 10 月下旬中期, 11 月、12 月, 次年 1 月、2 月、3 月下旬后期结束。在此期间的月平均降水日为 6.9 d, 平均降水量为 0.7 mm, 人工增水潜力不大, 但对山区形成稳定积雪有一定的贡献, 其中, 人工增水作业日每月平均为 1.5 d, 每 20 d 进行 1 次人工增水作业, 平均降水量为 2.3 mm, 整个层状云、波状云出现期的大降水日只有 1 d, 出现在 11 月, 无暴雨日。各类云交替出现期, 暖季初(冷季末至暖季初)的各类云交替平均出现期为 3 月下旬后期, 4 月至 5 月中旬后期结束, 在此期间的平均降水日为 9.9 d, 每次平均降水量为 1.7 mm, 其中人工增水作业日 4.9 d, 每 6 d 进行一次人工增水作业, 每次平均降水量 3.2 mm, 整个大降水日 4 月出现过 1 次, 5 月出现过 2 次, 未出现暴雨。

冷季初(暖季末至冷季初)各类云平均交替出现期为 8 月上旬后期到 10 月底结束, 在此期间每月平均降水日 10.5 d, 平均降水量为 3.1 mm, 人工增水作业日 5.9 d, 平均降水量为 8.6 mm, 每 5 d 进行 1 次人工增水作业, 大降水日集中出现在 8 月中、下旬到 9 月, 分别为 1.6 d、0.6 d, 其中 8 月份的大降水日较多, 每 18~19 d 进行 1 次人工增水作业, 整个冷季初没出现过暴雨。

从降水分布可见, 暖季末至冷季初(冷季初)的各类云交替出现期的人工增水作业日, 暖季末的 9 月份每 5 d 进行 1 次人工增水作业、冷季初的 10 月每 12~13 d 进行 1 次人工增水作业。冷季末的 4 月份人工增水作业日, 每 9 d 进行 1 次人工增水作业, 暖季初的 5 月份人工增水作业日每 4~5 d 进行 1 次人工增水作业, 暖季初的人工增水潜力大于冷季末。

综上分析, 2000~2013 年巴音布鲁克地区层状云、波状云出现期比对流云出现期长, 对流云出现期居第二, 但对流云出现次数比层状云、波状云出现次数多, 对流云出现期的降水日最多、降水量最大, 人工增水潜力大, 效果明显, 其中, 6、7、8 月上旬人工增水潜力最大, 7 月最佳。虽然层状云、波状云出现期最长, 但降水日数并不是最少的, 但降水量比对流云出现期以外的其他云类出现的降水量都少,

**Table 2.** Monthly precipitation distribution table of different cloud at the cold and warm season in Bayanbulak meteorological station from 2000 to 2013**表 2.** 2000~2013 年巴音布鲁克气象站冷、暖季不同云类出现期的各月降水分布表

项目		降水日数(d)				降水量(mm)				
		R ≥ (mm)	0.1	1.0	10.0	24.0	0.1	1.0	10.0	24.0
冷季	各类云交出现期	10月	1.4	2.7	0.0	0.0	5.7	2.4	0.0	0.0
		11月	1.4	3.2	18.1	0.0	5.4	2.1	0.1	0.0
	层状云、波状云出现期	12月	0.6	1.8	0.0	0.0	7.9	1.4	0.0	0.0
		1月	0.6	1.8	0.0	0.0	6.9	1.4	0.0	0.0
		2月	0.5	2.0	0.0	0.0	7.9	1.1	0.0	0.0
		3月	0.7	2.0	0.0	0.0	6.5	1.6	0.0	0.0
暖季	各类云交替出现期	4月	1.5	3.2	12.7	0.0	7.8	3.2	0.1	0.0
		5月	1.8	3.2	11.7	0.0	12.9	6.6	0.2	0.0
	对流云出现期	6月	3.6	5.5	17.5	31.2	18.0	11.3	1.6	0.2
		7月	4.1	5.8	16.0	27.2	19.5	13.2	2.3	0.4
		8月	3.9	6.2	16.9	27.1	15.4	9.4	1.6	0.3
		9月	2.9	4.9	15.8	0.0	10.4	5.8	0.6	0.0

降水量随着降水日数的增多而增大的可能极小, 相应的人工增水潜力也少、效果不佳。在各类云交替出现期的冷季初降水日与降水量比暖季初的大, 人工增水的潜力也大。

## 5. 小结

1) 2000~2013 年巴音布鲁克地区的中、低云出现了 17,160 次, 其中, 中、低云发展为降水的转化日数达到 40.3%。

2) 巴音布鲁克的对流云出现次数比层状云、波状云出现次数多 1.7 倍, 对流云除了集中出现在暖季以外, 冷季也会出现, 层状云、波状云主要出现在冷季, 暖季偶尔也会出现。

3) 对流云平均出现期为 5 月中旬后期至 8 月上旬后期; 层状云、波状云平均出现期为 10 月下旬中期至次年 3 月下旬后期; 3 月底至 5 月中旬后期为冷季转入暖季(暖季初)过渡期各类云交替平均出现期; 8 月上旬初期到 10 月中旬为暖季转入冷季(冷季初)过渡期各类云交替平均出现期。

4) 虽然巴音布鲁克层状云、波状云出现期比对流云出现期长, 但对流云出现次数比层状云、波状云出现次数多, 相应的降水日多、降水量大, 人工增水潜力大; 层状云、波状云出现期降水日数次之, 但降水量并未因降水日数的增多而增大、相应的人工增水潜力很小; 冷季初的各类云交替出现期比暖季初的各类云交替出现期长、相应的降水日多、降水量较大, 人工增水潜力比暖季初的要好一些。

5) 该地区在一年内各类云出现时段的人工增水潜力: 对流云出现期位居第一, 有利于人工增水作业日每 2 d 可进行 1 次; 冷季初(暖季末、冷季初)的各类云交替出现期位居第二, 有利人工增水作业日每 5 d 可进行 1 次; 暖季初(冷季末、暖季初)的各类云交替出现期位居第三, 有利于人工增水作业日每 6 天可进行 1 次; 层状云、波状云出现期位居第四, 有利于人工增水作业日每 19~20 d 可进行 1 次。

## 基金项目

中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(IDM2016001); 中国气象局预报员专项(CAMYBY2017-084)。

### 参考文献 (References)

- [1] 杨柳, 杨莲梅, 汤浩, 等. 天山山区水汽输送气候特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(3): 21-25.
- [2] 周雪英, 段均泽, 李晓川, 等. 1960-2011 年巴音布鲁克山区日降水变化趋势与突变特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(5): 19-24.
- [3] 杨青, 崔彩霞. 气候变化对巴音布鲁克高寒湿地地表水的影响[J]. 冰川冻土, 2005, 27(3): 397-403.
- [4] 陶辉, 王国亚, 等. 开都河源区气候变化及径流响应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(3): 413-417.
- [5] 王维霞, 王秀君, 姜逢清, 等. 开都河流域上下游过去 50a 气温降水变化特征分析[J]. 干旱区地理, 2012, 35(5): 746-753.
- [6] 陈豫英, 李艳春. 宁夏三类降水云的时空分布及环流特征分析[J]. 高原气象, 2006, 25(1): 143-150.

#### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ccrl@hanspub.org](mailto:ccrl@hanspub.org)