

青藏高原念青唐古拉峰地区气候特征初步分析

游庆龙¹, 康世昌^{1,2}, 田克明¹, 刘景时¹, 李潮流¹, 张强弓¹

(1 中国科学院 青藏高原研究所纳木错圈层相互作用综合观测研究站, 北京 100085

2 中国科学院 冰冻圈科学国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用青藏高原念青唐古拉峰地区扎当冰川垭口 (30°28'07"N, 90°39'03"E, 5 800 m a s l)、南坡 (30°22'28"N, 90°40'36"E, 5 100 m a s l)和北坡 (30°29'06"N, 90°37'46"E, 5 400 m a s l)三台自动气象站一年的近地层观测资料, 分析了该地区温度、湿度、风速风向和辐射等气象要素的季节变化特征, 探讨了南、北坡局地气候差异形成的原因。结果表明: 垭口、南坡、北坡年平均气温分别为 - 6.9℃、- 1.1℃和 - 3.4℃; 北坡(扎当冰川)消融期气温直减率大, 年平均值为 0.87℃/100m; 海拔越高, 气温日较差、气温直减率波动越大; 垭口相对湿度最大, 饱和水汽压最小; 该地区相对湿度与海拔呈正向关系, 而饱和水汽压与之呈反向关系; 该地区局地环流特征明显; 总辐射 5月出现最大值, 南坡辐射比北坡小, 与大气所含水汽、天空云量、下垫面性质差异等因素有关。

关键词: 青藏高原; 念青唐古拉峰; 立体气象观测; 局地气候特征

中图分类号: P90 X87

文献标识码: A

近数十年来, 山地与大气、大气运动和自然环境、人类活动之间的研究进展迅速^[1], 不少学者在不同地区开展了相关的工作^[2-5]。念青唐古拉山脉位于青藏高原的东南部, 西起 90°E 尼木县麻江以北海拔 7 048 m 的穷母岗峰, 往东呈向北突出的弧形展布到 97°E 然乌以北的安久拉, 长达 740 km 左右, 主峰海拔 7 162 m, 现代冰川十分发育, 是地球上中低纬地区最强大的冰川作用中心之一^[6]。念青唐古拉山脉现有冰川 7 080 条, 冰川面积 10 701 km², 冰储量 1 002 km³, 分别占全国冰川总数的 15.29%, 冰川总面积的 18.1%, 冰川总储量的 17.92%^[7]。念青唐古拉山脉受印度季风控制为主, 该地区的冰川在气候变化研究中具有重要的地位^[8]。近年来对念青唐古拉山脉的冰川与气候的研究取得一些进展。文军^[9]等利用可见光和微波卫星遥感资料分析该地区冰雪范围和厚度的季节变化, 发现冰川范围的季节变化非常明显, 西布冰川冰

雪厚度 5月数值最大, 7月最小。张堂堂^[10]对念青唐古拉峰地区拉弄冰川的研究表明: 拉弄冰川末端在 1970~1999年退缩了 285 m, 平均年退缩量 9.8 m, 1999~2003年退缩了 13 m, 平均年退缩量 3.25 m, 并将继续保持退缩状态。康世昌^[11]等通过此冰川垭口冰芯记录恢复了 1952~1998年间大气降水 δ 和净积累的时间变化序列, 结果表明: 中亚地区冬季气压的升高以及冬、夏季南亚和青藏高原位势高度的异常增强了印度夏季风, 导致了念青唐古拉峰地区 1980年以来降水量的增多和降水中 δ 值的降低。

念青唐古拉山脉独特的地理位置和地形因素, 同时大量的冰川发育使其对区域性气候变化反应敏感, 是研究冰川波动和气候变化的理想地点。由于该地区环境艰苦, 气候恶劣, 以前没有系统地进行过冰川与气候变化方面的观测与研究, 高海拔区域的常规气象资料更是空白。中国科学院纳木错圈层相

收稿日期 (Received date): 2007-01-14; 改回日期 (Accepted): 2007-05-13.

基金项目 (Foundation item): 中国科学院“百人计划”、国家自然科学基金项目 (40401054; 40121101)、国家科技部“973”项目 (2005CB422004)、中国科学院知识创新工程项目 (KZCX3-SW-339); 中国科学院院长基金。[President Foundation of CAS, National Natural Foundation of China (40401054; 40121101), Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (KZCX3-SW-339), Hundred Talent Program of CAS.]

作者简介 (Biography): 游庆龙 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事青藏高原现代气候环境变化研究。E-mail: yuqinglong@126.com。[You Qinglong

互作用综合观测研究站(简称纳木错站)在念青唐古拉峰地区架设了三台自动气象站(图1),为研究该地区冰川与气候变化相互关系提供基本依据和奠定基础。

1 数据来源

2005-08下旬,在念青唐古拉峰地区扎当冰川垭口(30°28'07"N, 90°39'03"E, 5800 m a s l,位于扎当冰川垭口,下垫面常年为积雪)架设了一台自动气象站(Automatic Weather Station, AWS),9月中旬又分别在念青唐古拉峰地区南坡(30°22'87"N, 90°40'36"E, 5100 m a s l)位于西布冰川末端,下垫面均为高山草甸)、北坡(30°29'06"N, 90°37'46"E, 5400 m a s l,靠冰川融化补给的扎当切在旁边流过)架设了两台自动气象站(图1),每30 min自动记录各种气象要素。自动气象站配有2个温湿传感器、1个风向风速传感器,分别距地面高度为1.6 m和2.4 m。

本文采用2005-10~2006-09架设在念青唐古拉峰地区的3台自动气象站距地面高度为1.6 m

的气温、湿度、辐射、风速风向等气象要素资料,初步分析念青唐古拉峰地区一年的气象要素变化特征以及它们之间的差异状况。

2 分析结果

2.1 气温

图2为2005-10~2006-09念青唐古拉峰地区气温季节变化。念青唐古拉峰地区12月为最冷月、7月为最暖月;月平均最高、最低气温与平均气温的季节变化一致,气温季节变化中升温幅度最大发生在5~6月,降温过程最大波动出现在9~10月,升温率大于降温率,秋温高于春温。

垭口、南坡、北坡年平均温度分别为 -6.9°C 、 -1.1°C 、 -3.4°C ,三者在季节变化上还表现细微差别。垭口全年只有夏季(6~8月)3个月月平均温度高于 0°C ,而南坡、北坡分别有5个和4个月;垭口年内极端最高与最低气温分别为 2.7°C 和 -22.1°C ,南坡为 14.3°C 和 -17.4°C ,北坡为 13.1°C 和 -25.3°C ;垭口全年日平均气温 $>0^{\circ}\text{C}$ 的天数为68 d,年 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温为 76.8°C ,而南坡分别为

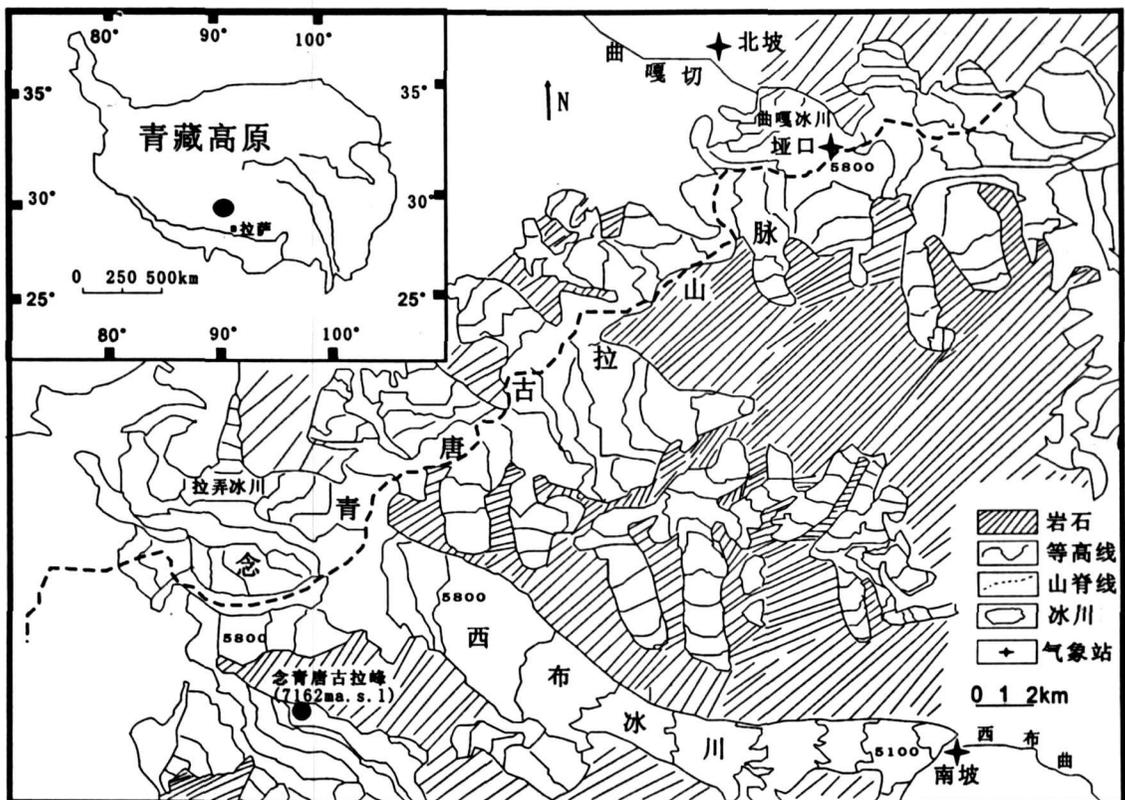


图1 青藏高原念青唐古拉峰地区自动气象站位置图

Fig. 1 Location map for automatic weather station at Mt. Nyaingtanglha Tibetan Plateau

154 d和 743.8 °C, 北坡为 129 d和 499.4 °C; 垭口月平均日较差最大值为 11.9 °C, 出现在 5 月, 最小值为 5.5 °C, 出现在 8 月, 变化幅度达 6.4 °C, 而南、北坡变化幅度较小, 为 1.7 °C 和 3.8 °C。影响山地气候的主要地形因子有: 山脉走向和长度、海拔、坡向和坡度、下垫面等。海拔和下垫面的不同是形成该地区气温差异的最主要因素。随着海拔升高, 年平均气温降低, 平均日较差季节变化更明显^[12]。

三台自动气象站的日最高气温 (t_{max}) 和日最低气温 (t_{min})、日平均气温 (t) 之间的线性相关性非常好。南坡为 $t = 0.95 t_{max} - 4.03 (R^2 = 0.96)$ 、 $t =$

$0.97 t_{min} + 3.59 (R^2 = 0.97)$, 北坡为 $t = 0.96 t_{max} - 4.42 (R^2 = 0.94)$ 、 $t = 0.92 t_{min} + 3.35 (R^2 = 0.96)$, 垭口为 $t = 0.88 t_{max} - 4.85 (R^2 = 0.85)$ 、 $t = 0.92 t_{min} + 2.49 (R^2 = 0.96)$ 。

南坡、北坡和垭口气温年较差分别为 15.1 °C、15.6 °C 和 15 °C, 平均日较差为 7.9 °C、8.4 °C 和 7.9 °C, 气温日较差与年较差的比值为 0.52、0.54 和 0.52 都 > 0.5 这表明该地区气候具有日较差大、年较差较小的气候特点^[13]。

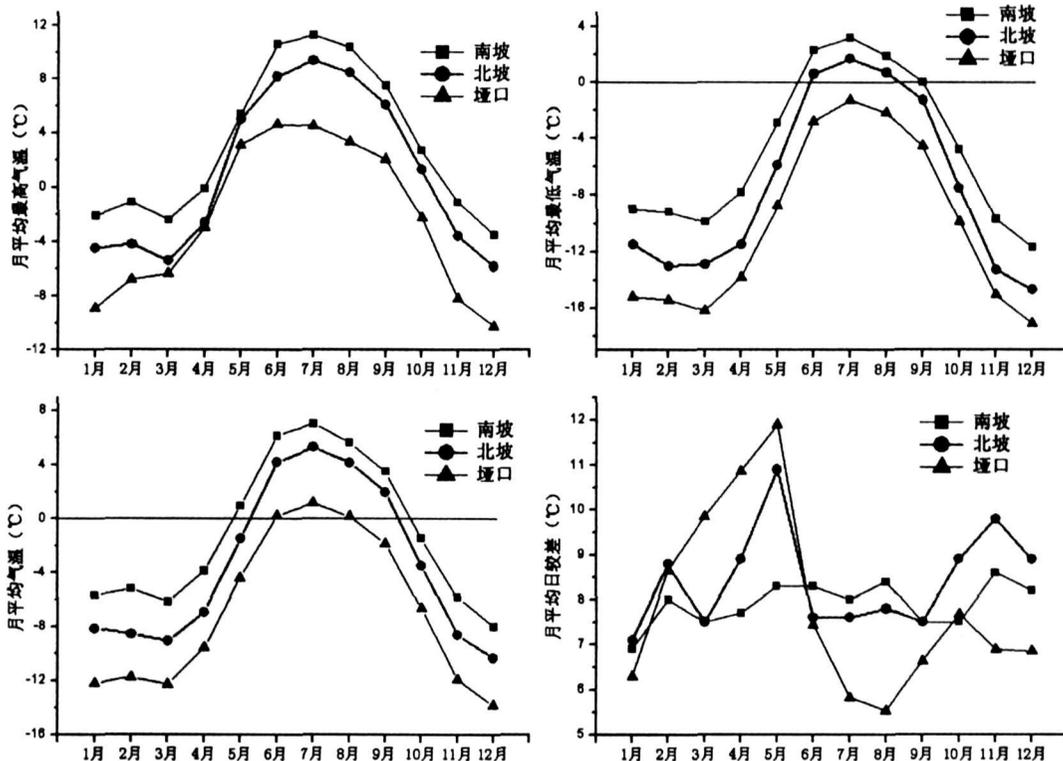


图 2 念青唐古拉峰地区月平均气温的变化

Fig 2 Variation of monthly air temperature at Mt. Nyainqentanglha

表 1 为南、北坡季节以及年的气温直减率, 其中北坡的气温直减率可以代表扎当冰川。南坡 10 月气温直减率达到最小值 (0.75 °C / 100 m), 1、2 月气温直减率达到最大值 (0.93 °C / 100 m), 冬季大夏季小, 年平均气温直减率为 0.83 °C / 100 m, 比福建黄冈山的 0.43 °C / 100 m 大, 但与福建黄冈山季节变化一致^[5]。北坡 (扎当冰川) 气温直减率变化趋势跟南坡不同, 冰川消融期最大, 冬季次之, 春季最小, 变动幅度较大, 气温直减率最大值为 1.04 °C / 100 m 出现在 7 月, 最小值为 0.66 °C / 100 m 出现在 4 月,

年平均值为 0.87 °C / 100 m, 高于自由大气平均气温直减率 (0.60 °C / 100 m) 及天山南坡科其卡尔巴契冰川的 0.60 °C / 100 m^[14], 小于希夏邦马抗物热冰川的 0.90 °C / 100 m、天山 1 号冰川的 1.2 °C / 100 m、古里雅冰冒的 1.06 °C / 100 m 以及西昆山崇侧冰川的 0.95 °C / 100 m^[15]。

2.2 相对湿度和饱和水汽压

图 3 为念青唐古拉峰地区月平均相对湿度与饱和水汽压变化。相对湿度冬季低而夏季高, 最低值出现在 1 月, 最高值在 8 月, 年变化呈单峰型, 这主

表 1 念青唐古拉峰地区南、北坡月平均气温直减率

Table 1 Monthly lapse rate of air temperature in the southern and northern slope of Mt. Nyaingqantangha

坡向	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
南坡	0.93	0.93	0.88	0.81	0.76	0.85	0.84	0.78	0.77	0.75	0.87	0.83	0.83
北坡	1.02	0.79	0.80	0.66	0.73	1.00	1.04	1.00	0.96	0.80	0.83	0.87	0.87

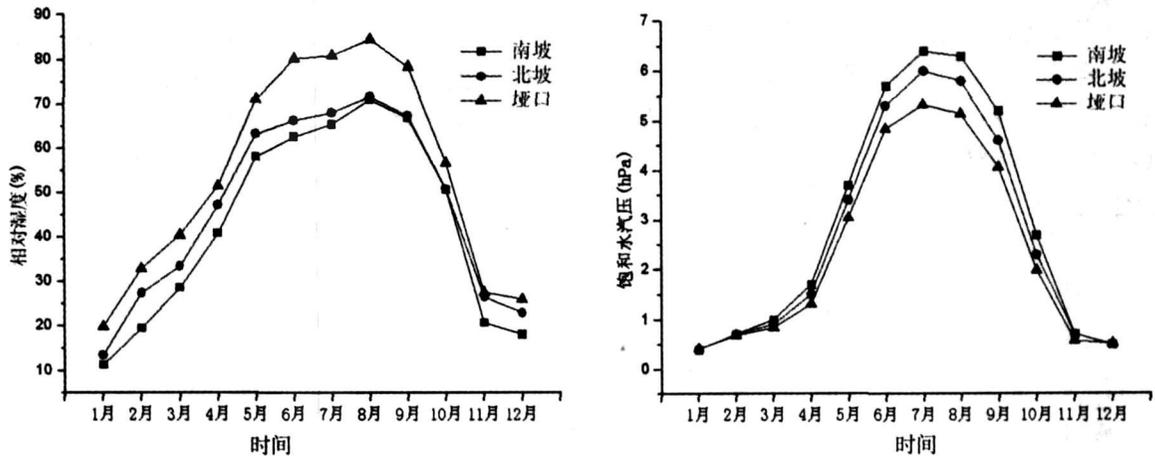


图 3 念青唐古拉峰地区相对湿度和饱和水汽压季节变化

Fig. 3 Changes in monthly relative humidity and saturated water pressure

要是因为当地降水主要集中在 8 月。垭口相对湿度最低值为 20%，最高值为 85%，年变幅达 65%，年平均相对湿度为 43%。南坡相对湿度最低值 11%，最高值为 71%，年变幅为 60%，年平均相对湿度为 43%。北坡相对湿度最低值为 14%，最高值为 72%，年变幅为 58%，年平均相对湿度为 47%。垭口相对湿度各月平均值、变化幅度等都比南、北坡大，夏季特别明显，与垭口下垫面全年为积雪覆盖有关，6~8 月月平均气温高于 0℃，月平均日较差较小（见图 2），积雪消融加剧，融水蒸发导致相对湿度较大。北坡相对湿度比南坡略大，变化幅度小，除了与海拔有关外，还可能是因为离纳木错湖面较近，受湖水蒸发水汽影响所致。

饱和水汽压是温度的函数，随着温度的上升呈指数规律迅速增大^[16]。南、北坡饱和水汽压冬季小夏季大，最大值出现在 7 月，最小值在 1 月，4~7 月和 8~11 月变化剧烈，这种在雨季开始和结束前后的变化反映了该地区水汽压还受降水季节变化的影响。南坡年平均饱和水汽压为 2.9 hPa，年变化幅度为 6 hPa，北坡分别为 2.7 hPa 和 5.6 hPa，比南坡略小。垭口饱和水汽压最小，年平均值为 2.4 hPa，年变化幅度为 4.9 hPa。

2.3 风速风向

高原地区存在行星尺度、区域性天气尺度、中尺

度和山谷风等四级尺度的环流，它们既相对独立又相互作用，因而使得高原地区的风场变得十分复杂^[13]。这里只讨论地面季风层的风向变化规律。表 2 为念青唐古拉峰地区 2005-10~2006-09 盛行风向及次盛行风向和相应的频率分布情况，图 4 为念青唐古拉峰地区冬、夏季风向变化。地面风场受高空环流形势影响，冬、夏盛行风向变化与夏季高原上空热低压（中心位于 31°N, 102°E 附近）、冬季高原冷高压（中心位于 32°N, 100°E 附近）有关^[17]。垭口冬、夏季盛行风向偏差不大，还与垭口两侧被不开阔的山体所挟持有关。在逐月的风向变化上，南坡 11 月到次年 4 月盛行、次盛行风向基本为 SW-NW 方向控制；北坡冬季主要盛行 NW 和 WNW 风，4~9 月盛行、次盛行风向在 S-SE 之间变化；垭口全年风向大多在 SSE-SSW 之间变化。南坡 5、7、10 月盛行风向和次盛行风向大致相反，为过渡季节，北坡 11、12 月盛行风向和次盛行风向相反，垭口 5、9 月盛行风向和次盛行风向也基本相反，这可能是不同下垫面热力性质差异引起的局地环流（如山谷风）所致。复杂的地形对地面风场影响很大，使得风速、风向时空差异明显，既带有显著的大气环流基本规律，又带有明显的局地区域特征。

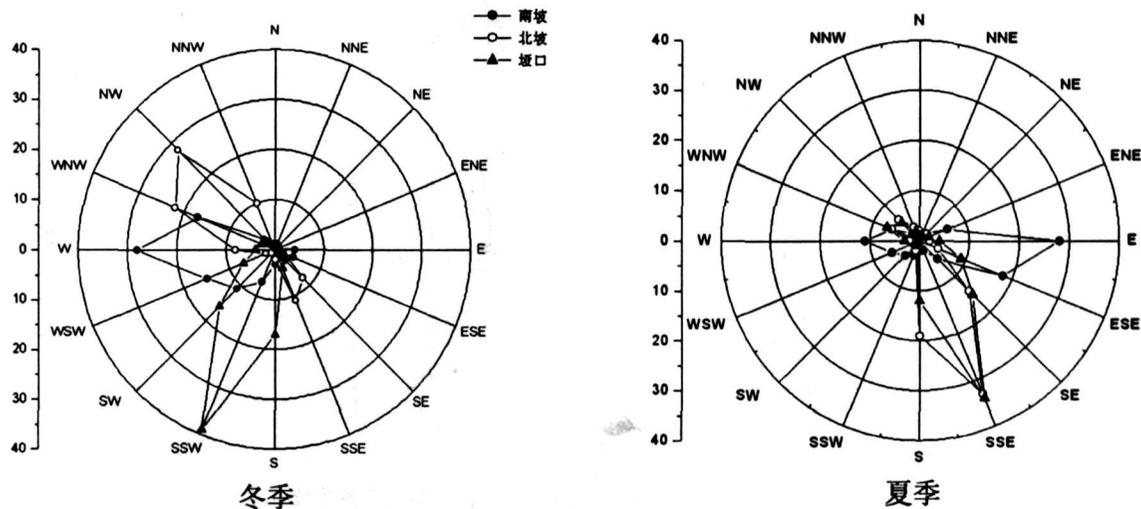


图 4 念青唐古拉峰地区冬、夏季风玫瑰图

Fig. 4 Wind directions in winter and summer at Mt. Nyainqentanglha

表 2 念青唐古拉峰地区各月盛行风向比较

Table 2 Prevail monthly wind directions and frequencies at Mt. Nyainqentanglha

年-月	盛行、次盛行风向			盛行、次盛行风频率(%)		
	南坡	北坡	垭口	南坡	北坡	垭口
2005-10	ESE, W		SE, SSE	15, 14		18, 13
2005-11	W, WSW	NW, SSE	SSW, SW	33, 18	28, 27	28, 20
2005-12	W, SW	NW, SSE	SSW, S	21, 17	26, 24	28, 15
2006-01	W, WNW	WNW, NW	SSW, S	26, 19	30, 29	47, 22
2006-02	W, WNW	NW, WNW	SSW, SW	39, 23	29, 18	43, 22
2006-03	W, WNW	NW, WNW	SSW, SW	30, 17	24, 13	20, 15
2006-04	W, WNW	SSE, SE	S, SSW	28, 15	16, 15	18, 12
2006-05	W, E	SE, SSE	S, NNW	24, 18	23, 19	23, 20
2006-06	E, ESE	SSE, SE	SSE, S	24, 16	33, 17	21, 17
2006-07	E, W	SSE, SE	SSE, SE	27, 18	29, 17	31, 17
2006-08	E, ESE	SSE, S	SSE, SE	31, 23	36, 23	50, 13
2006-09	E, ESE	SSE, S	SSE, WNW	25, 16	22, 17	34, 11
冬季(12至次年2月)	W, WNW	NW, WNW	SSW, S	28, 17	28, 22	39, 17
夏季(6~8月)	E, ESE	SSE, S	SSE, SE	28, 18	33, 19	34, 15
全年	W, E	SSE, NW	SSE, SSW	22, 14	20, 17	17, 15

注: 北坡 2005-10 因自动气象站记录数据不全, 故缺。

从图 5 月平均风速可以看出, 南、北坡冬季风速较强而夏季风力相对较弱, 与唐古拉口风速年变化一致, 属高山型^[18]。南坡年平均风速为 3.23 m/s, 日平均风速最大值为 4.18 m/s 出现在 1 月, 最小值为 2.59 m/s 出现于 7 月, 年变幅为 1.59 m/s, 北坡年平均风速为 4.1 m/s, 日平均风速最大值为 6.17 m/s 出现在 1 月, 最小值为 3.21 m/s 出现于

5 月, 年变幅为 2.96 m/s。北坡月、年平均风速比南坡大。垭口风速变化不同于南、北坡, 最大风速出现在 8 月, 为 5.82 m/s, 最小风速出现在 3 月, 为 2.29 m/s。夏季风速大而春季风速小。

2.4 总辐射

到达地面的太阳辐射有两部分: 一是太阳以平行光线的形式直接投射到地面上的, 称为太阳直接

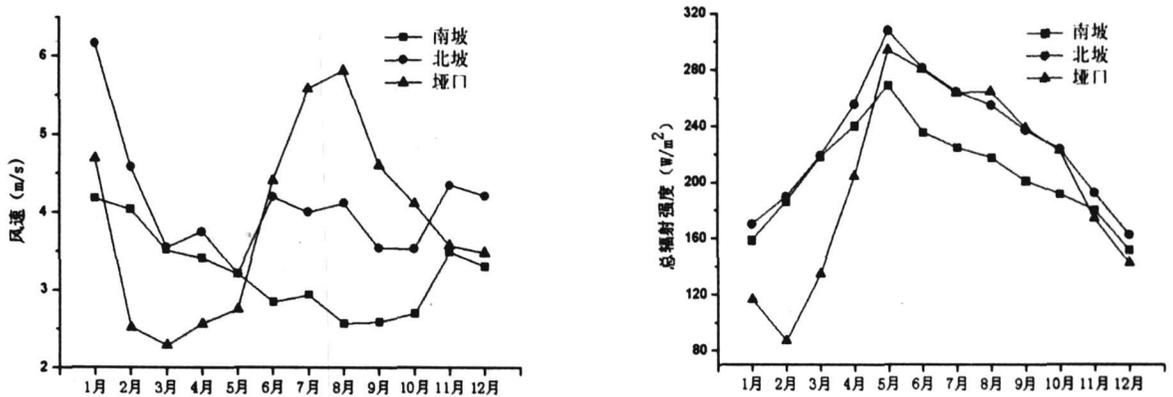


图 5 念青唐古拉峰地区月平均风速和总辐射强度变化

Fig 5 Monthly wind speed and total radiation at Mt. Nyainqentanglha

辐射; 一是经过散射后自天空投射到地面的, 称为散射辐射, 两者之和称为总辐射, 即到达地面的太阳辐射。太阳高度角和大气透明度(如云量等)是影响太阳辐射的两个最主要的因子^[16]。

从图 4 可以看出各月总辐射强度的变化具有明显的季节性, 夏季明显高于冬季, 5 月出现最大值, 主要是因为此时为季风前夕, 天气晴好; 最小值南、北坡出现在 12 月, 垭口在 2 月, 而唐古拉山口总辐射最大值出现在 5 月, 最小值出现在 1 月^[18]。南坡总辐射强度最小值为 151.2 W/m^2 , 最大值为 268.8 W/m^2 , 年辐射总量为 206 W/m^2 ; 北坡最小值为 161.9 W/m^2 , 最大值为 307.5 W/m^2 , 年辐射总量为 229.6 W/m^2 ; 垭口最小值为 86.6 W/m^2 , 最大值为 293.9 W/m^2 , 年辐射总量为 201.6 W/m^2 。北坡总辐射强度大于南坡, 垭口冬半年总辐射强度小于南、北坡。

3 讨论与结论

念青唐古拉峰地区气候特征, 一方面受青藏高原大地形热力差异形成的高原季风气候的影响, 表现出趋同性; 另一方面受高拔、坡向坡度、下垫面等所形成的局地气候的影响, 具有差异性。通过对念青唐古拉峰地区不同海拔架设的三台自动气象站一年资料, 可以得出以下结论:

1. 气温: 具有日较差大年较差较小的气候特点。12 月为最冷月, 最暖月为 7 月, 全年有 3~5 个月气温在 $> 0^\circ\text{C}$; 月平均最高、最低气温与平均气温的季节变化一致, 日最高气温和日最低气温与日平

均气温有很好的线性相关; 升温幅度最大发生在 5~6 月, 降温过程最大波动出现在 9~10 月, 1 月气温日波动幅度的最小, 夏季波动幅度大于冬季。南坡升温 and 降温幅度都比北坡小, 平均日较差冬季比北坡小, 夏季比北坡大, 年气温直减率比北坡小, 气温直减率季节变化趋势跟北坡不一致, 变幅较小。海拔是造成念青唐古拉峰地区气温季节变化差异的主要因素。

2. 相对湿度和饱和水汽压: 海拔越高, 相对湿度越越大, 饱和水汽压越小。垭口相对湿度最大, 北坡次之, 南坡最小; 而南坡饱和水汽压最大, 北坡次之, 垭口最小。南、北坡的平均相对湿度与饱和水汽压季节变化过程分布和年变化基本与气温的季节变化一致, 冬季低而夏季高。

3. 风速风向: 南、北坡冬季风速较大而夏季较小, 年变化属高山型。南坡月、年平均风速比北坡小, 变化平缓, 而垭口夏季风速大而春季风速小。垭口、南坡和北坡年平均风速分别为 3.87 m/s 、 3.23 m/s 和 4.1 m/s 。垭口、南坡、北坡夏季主导盛行风向为 SSE、E 和 SSE, 风向频率分别为 34%、33% 和 28%, 冬季主导盛行风向为 SSW、W 和 NW, 风向频率分别为 39%、28% 和 28%。有些月份盛行风和次盛行风相反, 说明该地区带有显著的大气环流基本规律, 又带有明显的局地区域特征。

4. 总辐射: 12 至次年 2 月出现最小值, 最大值出现在 5 月。垭口年辐射总量为 201.6 W/m^2 , 冬半年辐射强度小于南、北坡。南坡年辐射总量为 206 W/m^2 , 北坡为 229.6 W/m^2 , 与大气所含水汽、天空云量、下垫面性质等因素有关。

参考文献 (References)

- [1] Gao Dengyi, Zou Han, Zhou Liba, *et al*. Advances of China mountain environment meteorology [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2003, 27(4): 568~ 590 [高登义, 邹捍, 周立波, 等. 中国山地环境气象研究进展 [J]. 大气科学, 2003, 27(4): 568~ 590]
- [2] Zhang Yiping, Ge Zawei, Liu Yuhong, *et al*. A comparative study on difference of microclimate between south facing and north facing slope of the upper reaches of Minjiang River in rainy season [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, 29(6): 680~ 686 [张一平, 葛在伟, 刘玉洪, 等. 岷江上游雨季南北坡小气候特征比较 [J]. 山地学报, 2002, 20(6): 680~ 686]
- [3] Zhang Yiping, Zhang Zhaohui, He Yunling. Distribution of climatic elements in the upper reaches of Minjiang River [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(2): 179~ 183 [张一平, 张昭辉, 何云玲. 岷江上游气候立体分布特征 [J]. 山地学报, 2004, 22(2): 179~ 183]
- [4] Liu Yuhong, Zhang Keying, Ma Youxin, *et al*. Temporal and spatial distribution characteristics of air temperature on Ailao Mountains [J]. *Mountain Research*, 1996, 14(4): 230~ 234 [刘玉洪, 张克映, 马友鑫, 等. 哀牢山气温时空分布特征 [J]. 山地研究 (现山地学报), 1996, 14(4): 230~ 243]
- [5] Zheng Chengyang, Fang Jingyun. Changes in air temperature variables along altitudinal gradient in Mt Huanggang, China [J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 2004, 62(2): 251~ 255 [郑成洋, 方精云. 福建黄山东南坡气温的垂直变化 [J]. 气象学报, 2004, 62(2): 251~ 255]
- [6] Zhu Dagan, Meng Xiayang. On the Quaternary Environmental Evolution of the Nam Co Area, Tibet [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004: 172~ 175 [朱大岗, 孟宪刚. 西藏纳木错地区第四纪环境演变 [M]. 北京: 地质出版社, 2004: 172~ 175]
- [7] Liu Chaohai, Shi Yafeng, Wang Zongtai, *et al*. Glacier resources and their distribution characteristics in China: A review on Chinese glacier inventory [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2000, 22(2): 106~ 112 [刘潮海, 施雅风, 王宗太, 等. 中国冰川资源及其分布特征—中国冰川目录编制完成 [J]. 冰川冻土, 2000, 22(2): 106~ 112]
- [8] Zhang Zhonglin, He Yuanqing, Pang Hongxi, *et al*. Accumulation and moisture sources of the glaciers in China [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2004, 26(6): 729~ 735 [张忠林, 何元庆, 庞洪喜, 等. 中国冰川积累与水汽来源补给分析 [J]. 冰川冻土, 2004, 26(6): 729~ 735]
- [9] Wen Jun, Dai Mo, Deroin Jean-Paul, *et al*. Extent and depth of snow cover over the Nyainqentanghla range derived from ASAR and MODIS data [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2006, 28(1): 54~ 61 [文军, Dai Mo, Deroin Jean-Paul, 等. 利用 MODIS 和 ASAR 资料估算青藏高原念青唐古拉山脉地区冰雪范围及厚度 [J]. 冰川冻土, 2006, 28(1): 54~ 61]
- [10] Zhang Tangtang, Ren Jiaven, Kang Shichang. Lanong glacier retreat in Nyainqentanghla range of Tibetan Plateau during 1970~ 2003 [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2004, 26(6): 736~ 739 [张堂堂, 任贾文, 康世昌. 近期气候变暖念青唐古拉山弄弄冰川处于退缩状态 [J]. 冰川冻土, 2004, 26(6): 736~ 739]
- [11] Kang Shichang, Qin Dahe, Ren Jiaven, *et al*. Relationships between an ice core records from Southern Tibetan Plateau and atmospheric circulation over Asia [J]. *Quaternary Sciences*, 2006, 26(2): 153~ 164 [康世昌, 秦大河, 任贾文, 等. 青藏高原南部冰芯记录与大气环流的关系 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(2): 153~ 164]
- [12] Wang Shaoling, Ding Yongjian, Zhao Lin, *et al*. The influence of local factor on surface layer ground temperature in Qinghai-Xizang Plateau [J]. *Plateau Meteorology*, 2002, 21(1): 85~ 89 [王绍令, 丁永建, 赵林, 等. 青藏高原局地因素对近地表层地温的影响 [J]. 高原气象, 2002, 21(1): 85~ 89]
- [13] Dai Jixied. Climate of Tibetan Plateau [M]. Beijing: Meteorology Press, 1990: 140~ 141 [戴加洗主编. 青藏高原气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1990: 57~ 141]
- [14] Zhang Yong, Liu Shiyin, Han Hailong, *et al*. Characteristics of climate on the Keqiar Glacier on the south slopes of the Tianshan Mountains during ablation Period [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2004, 26(5): 245~ 255 [张勇, 刘时银, 韩海东, 等. 天山南坡科卡尔巴契冰川消融期气候特征分析 [J]. 冰川冻土, 1996, 18(3): 244~ 251]
- [15] Liu Shiyin, Xie Zichu, Ma Li. Characteristics of summer climate in area of Kangwure Glacier, Xixiabangna Mt. [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1996, 18(3): 244~ 251 [刘时银, 谢自楚, 马力. 希夏邦马抗物冰川区消融气候特征 [J]. 冰川冻土, 1996, 18(3): 244~ 251]
- [16] Zhou Shuzheng, ed. Meteorology and Climatology (3rd edit) [M]. Beijing: Higher Education Press, 1997: 64~ 65 [周淑贞主编. 气象学与气候学 (第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997: 28~ 65]
- [17] Yao Tandong, *et al*. Dynamic features of cryosphere in Middle Tibetan Plateau [M]. Beijing: Geological Press, 2002: 68~ 69 [姚檀栋等著. 青藏高原中部冰冻圈动态特征 [M]. 北京: 地质出版社, 2002: 68~ 69]
- [18] Zhang Yinsheng, Pu Jianchen, T. Ohate. The climatic feature at the Tanggula Mountain pass on the centre of Tibetan Plateau [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1994, 16(1): 41~ 48 [张寅生, 蒲健辰, 大田哲夫. 青藏高原中部唐古拉山口邻近地区气候特征 [J]. 冰川冻土, 1994, 16(1): 41~ 48]

Preliminary Analysis on Climatic Features at Mt Nyainqentangha Tibetan Plateau

YOU Qinglong¹, KANG Shichang^{1,2}, TIAN Keming¹,
LU Jingshi¹, LI Chaoliu¹, ZHANG Qianggong¹

(1. Nam Co Multisphere Interaction observation and Research Station, Institute of Tibetan Plateau, CAS, Beijing 10085 China;

2. State Key Laboratory of Cryospheric Science, CAS, Lanzhou 73000 China)

Abstract Using one year observational data from three automatic weather stations (AWS) set up in the col of the Zhadang Glacier (30°28.07'N, 90°39.03'E, 5800 m a s l), the southern slope (30°22.87'N, 90°40.36'E, 5100 m a s l), and the northern slope (30°29.06'N, 90°37.46'E, 5400 m a s l) of Mt Nyainqentangha in the Tibetan Plateau, the seasonal climatic features have been analyzed including air temperature, humidity, wind direction and wind speed, saturated water pressure and radiation. The differences between the southern and northern slope of Mt Nyainqentangha have been discussed. The annual air temperature at the col of Zhadang Glacier, the southern slope and the northern slope is -6.9°C, -1.1°C, and -3.4°C, respectively. During the ablation period, the lapse rate of the northern slope (Zhadang Glacier) is higher, and the annual value is 0.87°C/100 m. The monthly air temperature range and annual lapse rate fluctuate dramatically in the higher altitude. The altitude has a positive relationship with the relative humidity and a negative relationship with the saturated water pressure in the range, and the maximum saturated water pressure occurs in July. The atmospheric and local circulations are also apparent in the range. The highest monthly total radiation happens in May, and the radiation in the southern slope is lower than the northern slope due to difference of the water vapor in atmosphere, cloud and the surface thermal condition between two slopes.

Key words Tibetan Plateau, Mt Nyainqentangha, stereoscopic meteorology observation, local circulation