

近 20 年中国南极科学考察的气象业务进展^①

陆龙骅 卞林根 逯昌贵 何熙雯

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

近 20 年来,中国南极科学考察的气象业务取得了长足进展。1985 年在南极半岛建立了中国长城气象站;1989 年在南极大陆建成了中国中山气象台;2001 年与澳大利亚南极局合作在距中山站 160km 的南极冰盖上安置了 LGB-69 自动气象站(AWS)。在长城和中山两站开展了常规地面气象观测、站区天气预报服务、气象卫星高分辨率图像传输资料(HRPT)接收等业务;在中山站进行 Brewer 大气臭氧和紫外辐射(UV-B)等要素的观测;在赴南极考察的航渡期间进行气象观测和预报服务。南极常规气象业务已为研究南极在全球气候变化中的作用积累了丰富资料,为航渡和站区考察项目的实施提供的气象服务保障,为我国南极科学考察和研究事业作出了重要贡献。进一步提高南极气象业务水平,拓展气象业务和大气科学考察研究领域,是今后极地大气科学考察和研究的重要任务。

关键词: 南极考察 气象业务 长城站 中山站 自动气象站 进展

引 言

南极地区,包括南极大陆、亚南极岛屿和环绕南极大陆的南大洋,位于地球的最南端,大部分地区终年为冰雪所覆盖,自然环境恶劣、气候寒冷、暴风雪频繁,是与北极和青藏高原齐名的地球上三大敏感地区之一。从发现南极大陆到揭露南极奥秘,都深受各国政府、探险家和科学家关注。大气是人类不可缺少的生存环境,南极气象业务历来是各国南极科学考察站的重要工作内容。在南极地区开展气象业务工作,除了有科学上的重大意义外,又是政治和经济上的战略需要,是维护国家权益的国家行为。

我国的南极气象业务是近 20 年来伴随中国南极考察和南极考察站的建设发展起来

的。1981 年,国家南极考察委员会陆续派人赴国外的南极考察站进行气象考察。1984 年 6 月,国家气象局在中国气象科学研究院设立了“南极气象研究室”(后改名为极地气象研究室)。1985 年和 1989 年,中国气象科学研究院与国家海洋局海洋预报中心及南极考察办公室合作,完成了中国南极长城站气象站和中山站气象台业务筹备和业务建设任务。随着中国南极考察向南极冰盖内陆延伸,2002 年,我国与澳大利亚合作,在离南极中山站 160 km 的南极冰盖上设置了 LGB-69 自动气象站,资料直接通过卫星(DCP)传入 GTS。到 2004 年止,中国国家南极考察队已进行了 21 次南极考察,有 150 余人次的气象人员参加了这些考察。

^① 中国南极科学考察的气象业务先后受中国气象局气象科学基金、气象业务专项和国家海洋局极地考察办公室业务维持补助经费支持,也从中国气象科学研究院极地气象研究室承担的国家科技攻关、社会公益研究专项(85-905-02、98-927、2001DIA50040)、国家自然科学基金(4880208、49975006、40333032)等项目得到部分经费资助。

近20年来,中国南极大气科学考察研究和南极科学考察中的气象业务都有较大的进展,文献[1]介绍了近20年来我国极地大气科学研究的进展,本文则重点介绍近20年来在中国南极科学考察中开展的气象业务,以及与此相关的研究成果。

1 中国的南极气象业务

常规气象观测是气象工作和大气科学发展的基础,南极地区的气象台站也是世界天气监视网中不可缺少的重要组成部分。南极气象观测是从南极探险开始的,只有100余年的历史;而真正系统的南极气象业务观测则始于1957年的国际地球物理年,还不足50年。目前在南极地区已有20余个国家建立的52个有人气象站(地面观测站33个,地面及高空观测站19个)和120个自动气象站,列入了全球天气监视网(WWW)或全球自动观测中继系统(ARGOS)。2004年1月,通过全球电信系统(GTS)可获得南极地区66个地面站(包括自动站)的天气(SYN-OP)报告和13个探空站的高空压、温、湿、风(TEMP)报告^[2](WMO secretariat, 2004)。目前我国开展的南极气象业务主要有以下几项。

1.1 中国南极考察站常规气象观测

中国南极长城气象站(62°13'S、58°58'W、10m)建成于1985年2月,位于西南极的乔治王岛,站号为89058。中国南极中山气象台(69°22'S、76°22'E、14.9m)建成于1989年2月,位于东南极的拉斯曼丘陵,站号为89573。目前在长城气象站和中山气象台都按“中国气象局地面气象观测规范”的要求进行常规气象观测,白天守班,随时监测和记录天气变化。每天进行4次定时地面气象观测,编制气象电报,通过智利弗雷气象中心和澳大利亚戴维斯站将资料传入全球电信系统(GTS)和世界天气监视网(WWW)。观测项目有:云、能见度、天气现象、风向、风速、温度、湿度、气压、日照和总辐射等;长城站还观测地温、深层地温和降水等。目前,除进行常

规地面气象观测、地面辐射观测外,还进行极轨气象卫星高分辨资料(HRPT)接收及处理,并制作作为科考服务的站区天气预报。目前,这两个气象台站已初具规模,地面观测系统、发报、气象通讯系统基本实现了遥测和自动化,达到国外站同类水平,都已列入WMO南极基本天气站网(ABSN)和南极基本气候站网(ABCN),中山气象台还列入了全球气候观测系统地面站网(GSN)。

1.2 中国南极考察天气预报服务

中国南极考察的业务天气预报,由中国南极考察站(长城站及中山站)天气预报服务和中国南极考察船(“极地”和“雪龙”号)气象导航和随船气象保障工作等组成^[3]。

南极考察站的天气预报由参加南极考察的气象工作人员,根据在考察站现场用气象资料无线短波接收系统接收到的南极气象中心(诸如智利弗雷气象中心、澳大利亚凯西站等)及南半球气象中心(澳大利亚墨尔本气象局)绘制和发布的南半球地面、高空图、气象报、站区附近地区冰情图和数值预报等产品,本站接收的高分辨率极轨气象卫星图像,本站气象要素演变情况等对站区的天气形势进行分析,制作站区天气预报。我国有关南极考察天气预报的情况和经验已收入国际南极研究科学委员会(SCAR)和世界气象组织(WMO)等编制的“国际南极天气预报手册”^[4,5]。

中国南极考察的海上运输和海洋考察,先后由极地号和雪龙号科学考察船等实施。自1984年中国南极考察队首次赴南极地区考察以来,国家海洋局指挥中心组织国家气象中心、国家海洋预报中心等有关部门进行南极考察航行的气象导航及航行保障。其中,国家气象中心自80年代中期以来,就进行气象导航业务建设,逐步完善了全球海洋气象导航技术系统,为进行南极航行气象保障提供了技术支持。利用海洋气象导航业务系统,为南极考察船舶实施气象导航服务。随船气象保障则由国家海洋环境预报中心派

出的随船气象工作人员根据在船上获得的传真天气图、卫星云图、海洋和气象观测资料,对由北京传来的气象导航意见,进行修正后作出^[6]。

1.3 气象卫星高分辨图像传输(HRPT)接收

近年来在南极地区早期的低分辨率卫星云图(APT)接收系统已逐渐为气象卫星高分辨率图像传输(HRPT)接收系统所取代,目前在南极已有12个HRPT接收站,利用HRPT资料不但可以获得清晰的数值化卫星图像,还可以通过反演获得大气臭氧总量,海冰分布和各层大气温度分布等资料。

1993年,中国气象科学研究院、国家卫星气象中心和国家海洋环境预报中心与国家海洋局极地考察办公室及中国科学院川页公司合作,在长城站和中山站建立了高分辨极轨气象卫星资料接收处理系统,获取和记录了NOAA等极轨气象卫星的高分辨率图像传输(HRPT)资料^[7]。

2003年,国家卫星海洋应用中心与国家海洋局极地考察办公室合作在南极长城站建立了GOES静止气象卫星资料接收处理系统。该系统不但用于为大洋渔场环境研究收集资料,也为长城站地区的天气研究和预报提供了参考依据。

1.4 中山站大气臭氧观测

南极臭氧洞与全球变暖一样,是当前大气科学界、社会公众和政府广泛关注的热点问题。目前在南极大陆,已有10余个国家进行较长时间的大气臭氧监测。从1993年起,中国气象科学研究院在中山站开始用BREWERS臭氧探测仪(#074)进行了大气臭氧总量、二氧化硫、二氧化氮总量及紫外UV-B观测^[8]。中山站的BREWERS臭氧观测站已列入中国气象局的中国大气特种监测站网。目前在WMO南极臭氧公报中,已使用了南极中山站的BREWERS臭氧观测资料(WMO Antarctic Ozone Bulletin #7/2003)。

在中国南极中山气象台,按全国大气特

种监测网BREWERS仪器观测规范,每天进行大气臭氧、二氧化硫、二氧化氮总量及紫外UV-B观测。夏季把仪器对准太阳进行观测;在冬季极夜期,天气和月光条件许可时,对准月亮观测。在每日20:00(北京时)的天气报中,用加发第三段(333XX 80000 00ZZZ)的方法,通过GTS传送当日地方时中午的臭氧观测值。除极夜缺测外,全年都发送该组数据。在每年8~12月南极臭氧洞期间,还每隔3~4天将前几天地方时中午的臭氧观测值,通过临近中山站的澳大利亚DAVIS站,用Email发往WMO秘书处。每日的BREWERS观测资料按规定格式录入计算机,并对观测资料进行初审,编制资料月报表和年报表。在每月初,将上月逐日BREWERS观测资料探测简报发往极地办并转中国气象科学研究院极地气象研究室。该资料经进一步审核和整编后,由中国气象科学研究院按年向WMO世界臭氧资料中心报送。

1.5 深入南极内陆考察时的气象观测和冰盖自动气象站

随着中国南极考察向南极内陆的延伸,从1997年(13次队)起,我国多次组织了对南极内陆冰盖的科学考察,影响较大的有海拔高度超过4030m的Dome-A地区内陆冰雪考察和平均海拔高度在2000m以上的格罗夫山地区考察,在这些考察时,都进行了气象考察。

2002年2月,我国与澳大利亚南极局合作,在离我国南极中山站直线距离160km的南极冰盖上,设置了LGB-69自动气象站(70°50'S, 77°04'E, 1850m),使用澳大利亚南极局研制的2001型自动气象站,观测要素有:3层气温、风速(1m、2m、4m)、5层雪温(0.1m、1m、3m、5m和10m)、总辐射、风向、相对湿度、气压和冰面积累速率^[9]。直接通过卫星(DCP)将资料通过ARGOS传入GTS,可以通过互联网直接调用该自动气象站资料。

1.6 南极考察航渡时的海洋气象观测

在“向阳红十号”、“极地号”和“雪龙号”等三艘科学考察船执行南极考察任务赴南极考察航渡期间,考察船上都进行了常规的海洋气象观测。

1.7 南极资料数据库建设

在国家海洋局极地考察办公室的大力支持下,由中国气象科学研究院极地气象研究室整编的长城站和中山站 1992 年前的逐日常规气象资料及部分辐射和大气臭氧资料,已以“南极考察资料报告”(CHINARE DATA REPORT)的形式,分成 7 集由气象出版社出版,除提供国内有关单位使用外,也与国外极地研究机构进行交换。长城站和中山站的气象考察资料,已在南极“八五”、“九五”、“十五”国家级科研项目的气象、海洋、地理地貌、冰川、生物、医学、环境、建筑等学科研究中得到了广泛应用。由南极气象业务获得气象数据已收入我国“地球科学数据系统(WDC-D)-气象学科部分”、“中国极地科学数据库系统”和国际南极研究科学委员会(SCAR)整编的南极气候资料中,这些资料都可以通过国际互联网查到。

除上述各项外,在南极还进行过与“极地边界层物理”、“极地大气化学”和“气候代用资料获取”等有关的考察^[1,10,11],这些考察尚未列入气象业务范畴。

2 与南极气象业务直接有关的研究成果

2.1 南极长城站和中山站短期气候特征

南极长城站和中山站的常规气象观测业务为研究当地短期气候特征积累了资料。与长城站相比,中山站的温度低,干燥、云量和降水少,风大、大风天数也多。中山站的年平均温度、极端最高、极端最低温度大致分别比长城站低 7.9℃、2.1℃和 12.7℃;年平均相对湿度、总云量和降水天数大致分别比长城站少 29%、2.6 成和 104 天;年平均大风($\geq 17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)的天数要多 39 天,极端最大风速也要大 $12.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。这与中山站所处纬度比长城站偏南(7°),且中山站在南极大陆上、邻近南极大陆冰盖,长城站在海岛上,周围为

海洋包围,所处环境有很大差异有关^[12]。

南极地区的气候变化在时间、空间上都是多样的,以温度为代表的常规气候特征存在着罗斯湾、南极半岛、东南极和东南极西部等 5 个变化不同的区域^[13]。近 40 余年来南极和邻近地区温度与全球平均温度的变化并不一致,这种变化和差异很难简单地用全球温室效应来解释。同时,也难以说明南极是对全球温室效应响应最强烈的地区。我国南极长城站和中山站正好处于南极半岛和东南极两个不同的区域。图 1 给出了自建站以来长城站和中山站的温度变化,可以清楚地看出,近 10 余年来长城站和中山站有着不同的温度变化趋势,长城站增暖时,中山站恰为降温。对南极不同区域温度短期气候变化趋势的差异,以及近 10 余年来南极半岛以外的南极若干地区出现降温倾向的气候学意义应予以重视。

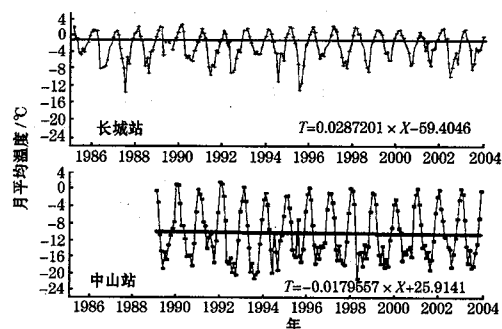


图 1 1985~2003 年南极长城站和中山站的温度变化

2.2 南极中山站大气臭氧变化

中山站 Brewer 大气臭氧总量观测结果与同期(1996~2003 年)气象卫星 TOMS 反演结果(V.7)的相关系数达 0.9897,两者的变化有很好的一致性,这说明中山站 Brewer 观测结果是可靠的,有国际可比性;此外,空基卫星 TOMS 反演结果(V.7)要较地基 Brewer 观测结果平均偏高 14.4 DU。该偏差在美国宇航局 2004 年推出的新版 TOMS 反演结果(V.8)中已得到修正。这再次说明了,在空间遥感技术高速发展的今天,地基观

测仍然是必要的。

9~10月是南极春季臭氧洞最强的时期,中山站9~10月的平均大气臭氧总量都低于220DU,经常低于200DU。中山站处在南极大陆的边缘地带,也常处于极地涡旋及南极“臭氧洞”的边缘,对“臭氧洞”的变化反应十分敏感,故春季臭氧总量日际变化幅度非常大,对研究南极臭氧洞及相关过程十分有利。除春季出现“臭氧洞”的臭氧低值外,在秋季也出现相对低值。图2给出了中山站1993~2003年大气臭氧总量逐月距平的变化,可以看出,与全球一样,近10年来中山站地区的大气臭氧也有减少趋势。

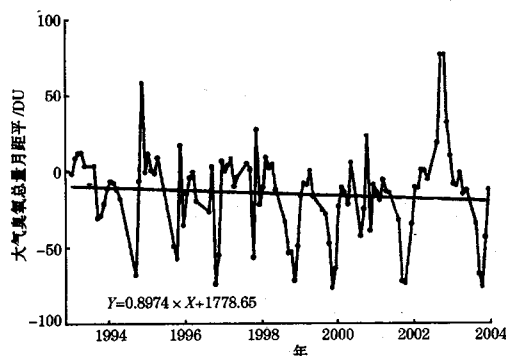


图2 1993~2003年南极中山站大气臭氧总量逐月距平变化

2.3 南极冰盖上的气象要素

LGB-69冰盖自动站的设立,为研究中山站附近冰盖上气象要素的变化提供了第一手资料。图3给出了由LGB-69获得的2003

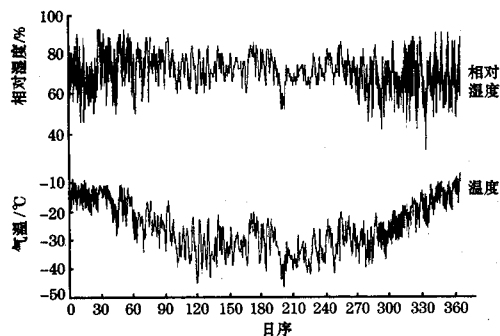


图3 2003年全年LGB-69离地4m处温度和相对湿度的逐时变化

日序从1月1日起排序为1,……

年全年LGB-69离地4m处温度和相对湿度的逐时变化。LGB-69位于70°50'S,纬度比南极长城站和中山站的都偏南,因而温度年变化“无心冬季”和“短暂夏季”的变化特点更清楚;在冰盖表面,2003年平均相对湿度(71%)低于长城站(85%),高于中山站(56%);在夏半年和冬半年,平均相对湿度变化不大。LGB-69全年温度大多在-10℃以下,是开展有关冰雪物理、化学研究,并由此建立气候代用序列的合适地点。

3 结语

近20年来,中国南极科学考察的气象业务取得了长足进展。为我国南极科学考察和研究事业作出了重要贡献。

南极是目前全球气象资料最贫乏的地区之一,气象台站的密度远小于人类居住的其它地区。在卫星遥感技术飞速发展的现代,虽然可以利用高分辨率的卫星遥感资料获得大气温度、湿度及臭氧总量,并由此建立南极地区长期气候序列,但必须用地面实测资料来进行对比和校正。目前,南极地区的地面气象观测仍是不可取代的。

常规气象观测是气象工作和大气科学发展的基础,极地气象台站也是世界天气监视网中不可缺少的重要组成部分。随着全球变化研究的不断深入,极地气象科学考察也从传统的压、温、湿观测,向包括大气物理、大气化学和大气环境在内的更广泛的大气科学考察领域发展。除南极外,我国已于1999年和2003年组织了两次北冰洋北极考察,在北极海冰上短期的大气边界层综合考察;2004年8月在北极斯瓦尔巴群岛的新奥尔松(78°55'N、11°56'E)建立了我国第一个北极陆地科学考察站。北极气象业务也正在建设中。进一步提高极地气象业务水平,拓展气象业务和大气科学考察研究领域,是今后极地大气科学考察和研究的重要任务。

参考文献

- 1 陆龙骅,卞林根,效存德等.近20年来中国极地大气科

- 学研究进展. 气象学报, 2004, 62(5): 672.
- 2 WMO Secretariat. Specific Monitoring of The Exchange of Antarctic Data, Monitoring Period: 1 to 15 January 2004. <http://www.wmo.ch/web/www/oic/monitor/sam/>.
- 3 陆龙骅, 卞林根, 贾朋群等. 中国南极考察的业务天气预报. 气象科技, 1998, (3): 32~40.
- 4 卞林根, 张雅斌. 南极天气预报业务进展. 极地研究, 2000, 12(3): 219~232.
- 5 Turner and Pendlebury (Eds). The International Antarctic Weather Forecasting Handbook. Published by British Antarctic Survey, Natural Environment Research Council, High Cross Madingley Road, Cambridge, CB3 0ET, UK, 2004, 1—663.
- 6 余鹤书, 刘有奇, 张德祥. 南极考察航行的气象导航保障技术. 见: 周秀骥, 陆龙骅主编. 南极与全球气候环境相互作用和影响的研究. 北京: 气象出版社, 1996: 355~361.
- 7 胡筱欣, 陆龙骅, 张凤英等. 南极春季臭氧的 Tows 反演及其与 Brewer 观测的比较. 应用气象学报, 1996, 7(4): 437~442.
- 8 郑向东, 周秀骥, 陆龙骅等. 1993 年中山站南极“臭氧洞”的观测研究. 科学通报, 1995, 40(6): 533~535.
- 9 效存德, 秦大河, 卞林根等. 东南极 Princess Elizabeth 地冰盖表面相对高程年内变化过场的精确监测. 中国科学(D辑), 2004, 34(7): 675~685.
- 10 陆龙骅, 卞林根, 程彦杰等. 南、北极考察航线地面臭氧的观测. 科学通报, 2001, 46(15): 1311~1316.
- 11 卞林根, 陆龙骅, 贾朋群. 南极冰盖极昼期间近地面湍流特征的实验观测. 中国科学(D辑), 1997, 27(5): 469~474.
- 12 Xiao Cunde, Paul Mayewski, Qin Dahe et al. Sea Level Pressure Change of the Southern Indian Ocean Inferred from Glaciochemical Records in Princess Elizabeth Land, Antarctica. Journal of Geophysical Research (Atmosphere), 2004, 109: D16101.
- 13 陆龙骅, 卞林根, 程彦杰. 中国南极气象考察与全球变化研究. 地学前缘, 2002, 9(2): 255~262.
- 14 陆龙骅, 卞林根, 贾朋群. 南极和邻近地区温度的时空变化特征. 中国科学(D辑), 1997, 27(3): 84~288.

Progress on Operational Meteorology in Chinese Antarctic Expedition for Recent Two Decades

Lu Longhua Bian Linggen Lu Changgui He Xiwen

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

The significant Progress of Chinese Antarctic operational meteorology has been made with the development Antarctic expeditions for the recent two decades. Two permanent stations in Antarctic area were established and named as the “Great Wall” and “Zhongshan”, respectively. The former has been operating since 1984 and the latter since 1989. The automatic weather station (LGB-69) was installed cooperated with Australian Antarctic Division in 2001, which is located on an ice sheet and far 160km from Zhongshan. A series of operational observations, including surface meteorology, real-time and site weather forecasting with high-resolution satellite data and atmospheric ozone and UV-B are carried out. Meteorology observations were made, and services of forecast were also conducted on the expedition vessel. Antarctic meteorology operation provided the original data for Antarctic study and meteorology service for Antarctic navigation and expedition. Therefore, it is a very important task for us to further improve operational meteorology of Antarctic expedition.

Key Words: Antarctic expedition operational meteorology progress