

北半球积雪监测诊断业务系统^①

郭艳君 李 威 陈乾金

(国家气候中心,北京 100081)

提 要

利用卫星遥感和常规观测的积雪资料,确定了适合业务使用的北半球及中国积雪监测诊断方法,并初步建立了北半球和中国积雪监测业务。其相关业务产品主要有:北半球月积雪日数、中国月积雪日数、积雪深度的分布,北半球、欧亚、中国等不同区域积雪面积距平指数。

关键词: 卫星遥感 常规观测 积雪日数 积雪深度 积雪面积

引 言

积雪作为冰雪圈的重要组成,在气候系统中扮演着重要的角色,同时也是我国汛期降水的重要影响因子之一。如何准确地监测北半球、欧亚及青藏高原等地区的积雪状况,对于提高我国短期气候预测水平具有重要意义。然而,相对于海洋和大气来说,目前积雪的监测仍然非常薄弱,这与准确地监测全球积雪量的变化具有相当难度有关。目前,对于全球尺度,NOAA/NESDIS 北半球积雪面积是唯一达到气象业务化和规范化的积雪监测业务,其缺点是仅限于积雪面积,无法提供雪深,同时分辨率较低,不适合单独用于区域积雪监测^[1]。国外的积雪监测业务产品中多以积雪日数(日本)^[2]和频率(美国)作为指标。中国常规观测积雪资料年代较长,可以提供积雪深度和日数,但其缺点是站点分布不均匀,且时效性较差。鉴于卫星遥感和常规观测各自的局限性,世界积雪监测会议多次倡导积雪监测业务和科研中需将卫星遥感和常规观测结合使用。对卫星遥感和常规观测的积雪资料进行的对比研究^[3]表明:两类资料对青藏高原积雪的反映存在一定差异。对中国部分区域的积雪监测已有过研究^[4,5]。而青藏高原积雪是对于东亚季风和

中国夏季降水的重要的预报因子之一^[6,7],因此对于洲际尺度,以卫星遥感资料为基础,建立了北半球积雪日数的监测,同时研制了北半球和欧亚的积雪面积距平指数;对于中国积雪,采用常规观测与卫星遥感相结合,建立了月积雪日数、积雪深度的监测,同时研制了中国及主要积雪区积雪深度、积雪日数和积雪面积距平指数,从而初步建立了从区域至洲际的积雪监测业务。

1 资料简介

积雪资料分为卫星遥感和常规观测两类。其中前者来自 NOAA/NESDIS 的北半球逐周积雪面积。该资料最早从 1966 年第 44 周开始,精度随时间有所改进和订正。为保证资料的准确性,选用 1973 年以后的部分,气候标准值取 1973~2002 年平均。常规观测资料来自国家气候资料中心,为全国约 700 站建站至 2003 年 3 月逐日积雪深度。

2 积雪监测诊断方法

2.1 卫星遥感

每周从 CPC/NOAA 网站获取北半球逐周积雪面积资料。将周积雪值转化为周积雪日数,如某周某网格为 1(或 0),则视为这一周该网格积雪日天数为 7(或 0),并将极射赤面投影的 89×89 网格分布转化为 2°×2°分

① 受国家气象中心“北半球积雪监测诊断方法研究”课题资助。

布。计算某一时段(如月、季等)每网格的积雪日数。

2.2 常规观测

常规观测可提供积雪深度和积雪日数,因而能够更准确地描述区域性强降雪过程。利用中国逐日积雪深度和积雪日数累计得到月积雪日数和深度。

3 积雪指数的定义

3.1 积雪面积距平指数

积雪面积(Snow Cover Area)距平指数表征研究区域某一时段内积雪覆盖范围的变化,其表达式为:

$$SA = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{D_t} \times area_i$$

其中 D_i 表示研究时段的积雪日数, D_t 表示研究时段的总天数, n 表示研究区域内网格总数, $area_i$ 表示第 i 个网格的面积。选定北半球 ($0 \sim 360^\circ$, $0 \sim 90^\circ N$)、欧亚地区 ($0 \sim 180^\circ$, $0 \sim 90^\circ N$) 作为洲际尺度研究区域。中国是典型的季节性积雪区,冬季积雪变化主要表现在青藏高原、新疆、内蒙古和东北,其中青藏高原积雪年际变化最大,对气候影响具有较强的指示意义^[8]。因此,选取全国、青藏高原 ($26 \sim 40^\circ N$, $74 \sim 104^\circ E$)、新疆北部 ($40 \sim 50^\circ N$, $74 \sim 96^\circ E$) 和东北地区(包含内蒙古东部) ($40 \sim 54^\circ N$, $114 \sim 134^\circ E$) 四个区域,计算积雪面积距平指数。

3.2 积雪深度和积雪日数距平指数

利用中国常规观测的积雪深度与积雪日数,与 3.1 相同,选取中国、青藏高原、新疆北部和东北地区(含内蒙古东部)等四个研究区域,计算积雪深度或积雪日数的距平指数。考虑到中国常规台站分布的不均匀性,将台站资料网格化,即每个 $2^\circ \times 2^\circ$ 网格内所有站点的平均作为该网格数值,这一方法可以有效地消除站点空间分布不均匀的影响。

4 积雪监测业务

基于 NOAA 卫星遥感的北半球积雪和常规观测的中国积雪资料,初步建立了北半球积雪监测诊断业务,系统结构框图如图 1。

以下以 2003 年 1 月为例,介绍北半球积雪的监测业务产品。

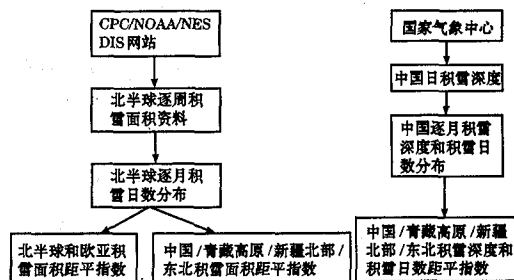


图1 北半球积雪监测诊断业务系统框图

4.1 卫星遥感

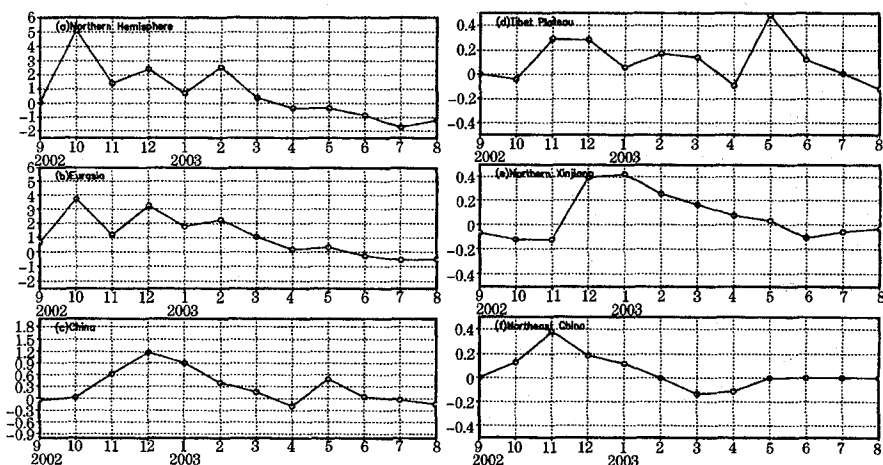
2003 年 1 月,北半球积雪日数及距平分布(图 2,见封三)表明,欧洲北部和东部及南部、亚洲北部、青藏高原的部分地区以及北美洲北部地区积雪日数达 25 天以上;反映在距平场上,南欧、中亚部分地区、中国北方和蒙古国部分地区积雪日数较常年同期明显偏多,其中中国西北东部至华北西部偏多 20 天以上。不同区域积雪面积距平指数(图 3)表明,2003 年 1 月,北半球、欧亚、中国及其中国主要积雪区(青藏高原、新疆北部和东北地区)积雪面积均较常年同期偏大,其中新疆北部明显偏大,青藏高原和东北地区则略大于常年同期。

4.2 常规观测

中国积雪深度距平和积雪日数距平(图略)表明,2003 年 1 月,新疆北部和西部、内蒙古大部、华北中部和青藏高原的中南部积雪较常年偏深、积雪日数较常年偏多,东北大部积雪较常年偏浅,东北南部积雪日数较常年同期偏少,但东北北部积雪日数则略偏多。青藏高原南部积雪偏深、积雪日数偏多;青藏高原其余地区积雪深度偏浅,积雪日数偏少。由中国及各区域积雪深度和积雪日数距平指数可见:与常年同期相比,中国、新疆北部和青藏高原,积雪深度均偏深,积雪日数均偏多,其中新疆北部则明显偏深,而东北地区积雪日数偏多,积雪深度则明显偏浅。

4.3 卫星遥感与常规观测的比较

通过 30 年卫星遥感与常规观测积雪日

图3 区域积雪面积距平指数(单位: 10^6 km^2)

(a)北半球 (b)欧亚地区 (c)中国 (d)青藏高原 (e)新疆北部 (f)东北(含内蒙古东部)

数相关的分析^[9]表明,全国64%以上地区两者的月积雪日数显著相关,其中东北和北疆地区显著相关;华北和内蒙中部冬季相关最为显著;青藏高原相关程度明显偏低。以2003年1月为例,对中国地区卫星遥感与常规观测积雪日数距平符号及两者之差进行比较。结果表明(图4,见封三),新疆西部和北部、青海大部、西北东部和华北大部、东北北部和中部和长江以南地区卫星遥感和常规观测距平同号(红色)或两者之差接近,网格数占总数的86%。西藏西部、南部和东部的部分地区、四川大部 and 陕西南部、东北南部以及华北东部等地区则表现为距平异号。因此,从全国范围看,卫星遥感与常规观测的积雪日数接近,但仍有部分地区差异较大。因此,NOAA卫星遥感资料更适于较大尺度;常规观测兼有日数和深度,更适于中小尺度,两者相结合是监测积雪状况的最佳途径。

5 结 语

鉴于目前积雪监测技术还不完善,积雪日数、面积及深度分别描述了积雪不同方面的特征,因此通过卫星遥感和常规观测相结合,以积雪日数、面积和深度作为监测内容,初步建立了包含北半球、欧亚、中国以及中国的三大积雪区(青藏高原、东北和北疆)等不同空间尺度的积雪监测业务。其中,较大尺

度(洲际以上)的积雪监测以卫星遥感的积雪日数和积雪面积监测为主;中国区域积雪监测则以积雪日数、积雪深度和积雪面积为不同监测指标,从而达到较为准确地监测中国各主要积雪区积雪状况的目的。

参考文献

- 1 康尔泗,程国栋,董增川.中国西北干旱区冰雪水资源与出山径流.北京:科学出版社,2002:55~71.
- 2 Monthly Report on Climate System,气候系统监测公报,日本气象厅,图6.1.
- 3 郭艳君,翟盘茂,李威等.NOAA卫星与中国台站积雪监测的比较,地球气候和环境系统的探测与研究.北京,气象出版社,2003:75~78.
- 4 沙依然,王茂新.气象卫星遥感资料在积雪监测中的应用.气象,2004,30(4):33~36.
- 5 林建,范惠君.内蒙古雪灾监测方法研究.气象,2003,29(1):27~31.
- 6 吴统文,钱正安.青藏高原和冬春季积雪异常与中国东部地区夏季降水关系的进一步分析.气象学报,2000,58(5):570~581.
- 7 张顺利,陶诗言.青藏高原积雪对亚洲季风影响的诊断及数值研究,大气科学,2001,25(3):372~390.
- 8 方宗义,刘玉洁,朱小祥.对地观测卫星在全球变化中的应用.北京:气象出版社,2003:88~96.
- 9 郭艳君,翟盘茂,李威等.NOAA卫星与我国台站积雪监测的比较.地球气候与环境系统的探测与研究,北京:气象出版社,2003:75~78.

An Operational Monitoring and Diagnosing System for Snow Cover in the Northern Hemisphere

Guo Yanjun Li Wei Chen Qianjin

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on remote sensing snow cover data in the Northern Hemisphere and surface observations for snow depth and days with snow cover in China, the monitoring and diagnosing methods for snow cover are studied. An operational system for snow cover in the Northern Hemisphere was set up. The operational products included spatial distribution for days with snow cover in the Northern Hemisphere, snow depth and days with snow cover in China, anomalies indices for snow area, and snow depth and days with snow cover in each region.

Key Words: remote-sensing surface observation days with snow snow depth snow area

《北半球积雪监测诊断业务系统》附图

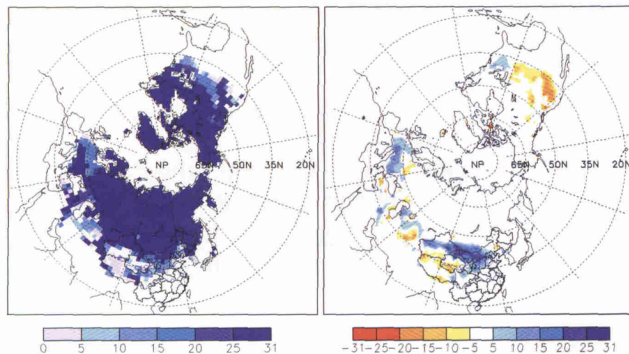


图2 卫星遥感的2003年1月北半球积雪日数(左)及距平(右)(单位: 天)

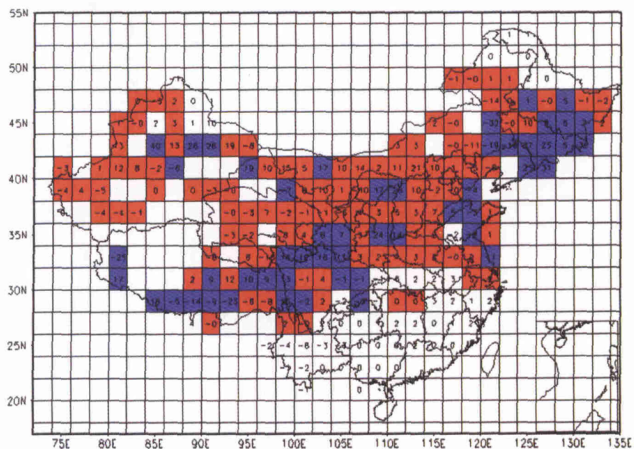


图4 卫星遥感与常规观测的2003年1月中国积雪日数距平比较(单位: 天)
(红色表示距平正负同号, 蓝色表示异号, 数值表示卫星遥感与常规观测的积雪日数距平之差, 无数值表示该网格无测站分布, 无色表示卫星或台站积雪日数距平为0)