

# 中国积雪的分布

李培基 米德生

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

## 一、前 言

早在建国初期,我国老一辈气候学家,为适应大规模社会主义建设的需要,面临资料缺乏的困难,利用平均最大积雪深度,探讨了我国积雪分布和区划问题<sup>[1,2]</sup>,为我国积雪分布的研究奠定了基础。后来,中央气象局气候资料研究室根据全国350个地面台站最大积雪深度的观测资料,分析了我国最大积雪分布<sup>[3]</sup>。中国科学院兰州高原大气物理研究所绘制了青藏高原最大积雪深度分布图<sup>1)</sup>(1:1500万)。中国科学院新疆地理研究所胡汝骥根据近千个地面站截止1970年最大积雪深度整编资料,编制了中国最大积雪深度图,讨论了中国积雪的分布规律<sup>[4]</sup>。显然,中国积雪分布研究仅限于最大积雪深度观测极值的分布。我们感到,仅利用观测年代不足20年的最大积雪深度极端值,而不分析极值的分布规律,将不同频率的最大积雪深度绘制在一张图上,是不够严谨的。

积雪之所以对气候自然环境产生巨大的影响,是因为它的辐射特性和导热性质与水体、岩土体有着非常显著的差别。而积雪的这两种物理性质及其对环境的影响程度与积雪的平均厚度和持续时间有关。因此积雪的平均深度和持续时间是表征积雪气候环境特征与水资源条件的指标,是全面研究积雪分布的不可缺少的主要因子。另一方面,积雪无论在空间上和时间上都是变化不定的,我国积雪尤其明显,不稳定积雪占了最大面积。就反映全国范围积雪类型分区和分布特征来说,积雪的持续时间比其平均厚度更具有代表性,这是因为积雪深度受局地因素的影响很大。鉴于上述理由,以及资料统计工作量的限制,我们首先选用积雪持续时间来探讨我国积雪分布规律。诚然,即使是一个主导因子也很难表现出我国积雪分布的全部特征。

本文统计分析了全国1600个地面气象观测台站积雪日数观测资料,其中700个主要台站资料年代从建站观测截止到1980年,另外900个台站资料年代从建站观测到1970年。根据计算得出的多年平均积雪日数,在1:150万中国地形图上绘制出我国年平均积雪日数图,然后转绘到1:400万中国地形图上。由于20年左右积雪日数的平均值已趋稳定,故资料年代上的参差不齐影响甚微。永久积雪的分布,近似地按现代冰川绘制。为此,根据最新大比例尺航测地图和1972—1978年MSS陆地卫星5、7波段影像图,判读出现代冰川范围,使用三倍放大镜和变形小的方格片量算出冰川面积,量测误差在

1) 中国科学院兰州高原大气物理研究所,青藏高原气候图集,1979年。

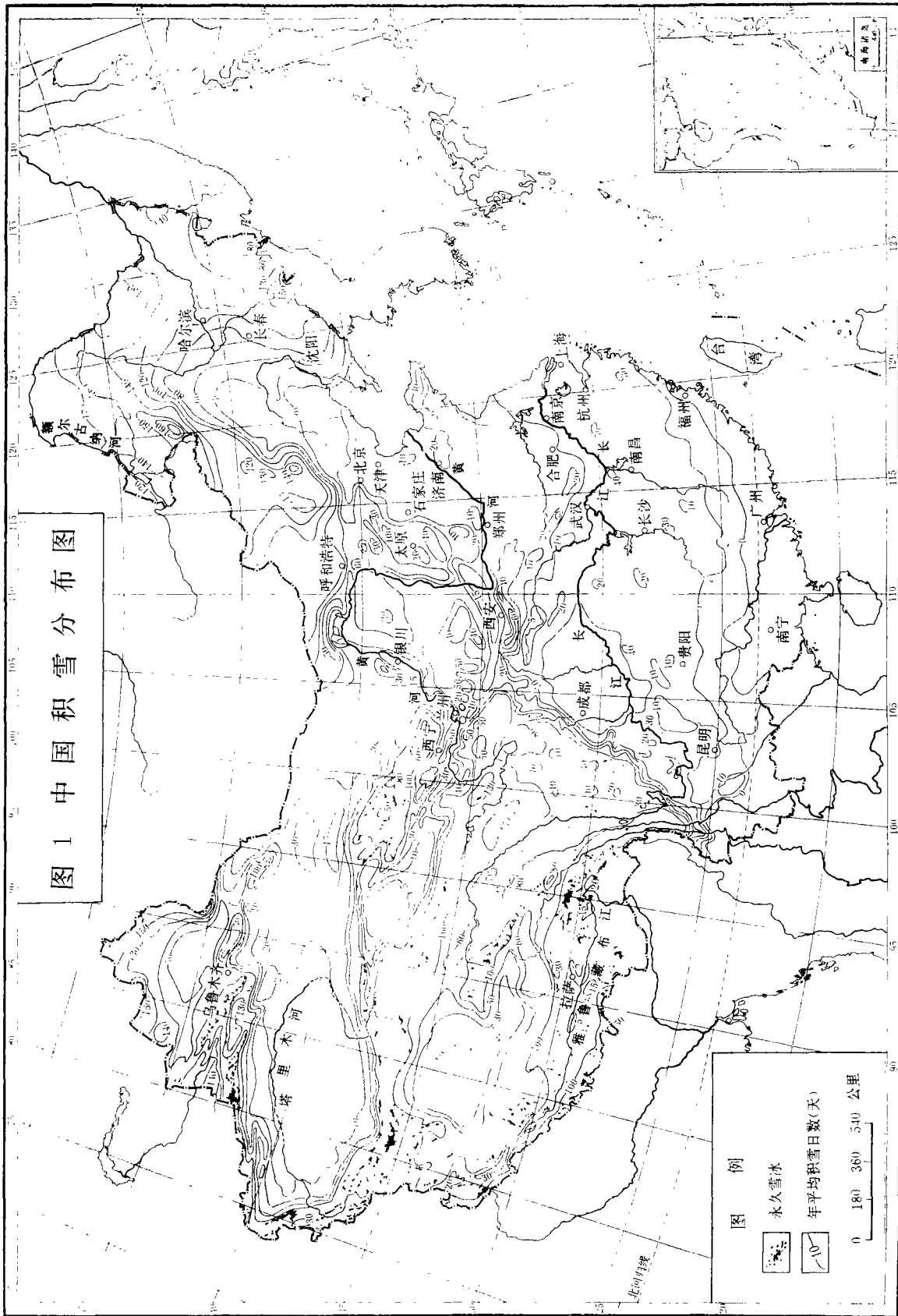


Fig.1. Distribution map of snow cover in China

$\pm 10\%$ 以内。再将 1/10 万冰川图复照缩小, 连同 1/50 万和 1/100 万的冰川影象图用变焦光学转绘仪(Z. T. S)和蔡司转绘仪, 根据水系特征并参考经纬网转绘到 1/400 万地形图上。图 1 就是该图的缩制品, 它同时也就是中国雪冰分布图。

## 二、我国积雪分类和分区

积雪指由降雪形成的覆盖在地球表面上的雪层。它是地面气温低于冰点的寒冷地区或寒冷季节的特殊自然景观和天气现象。当观测站视野范围内地表二分之一以上面积被雪覆盖时, 才被认为出现了积雪, 该天记为一个积雪日。积雪分永久积雪和季节积雪两大类。季节积雪一般划分为稳定积雪和不稳定积雪两个亚类, 能够连续维持一个月以上的称为稳定积雪, 不足一个月的称为不稳定积雪。永久积雪地区和季节积雪地区自然是以年积雪日数 365 天为界, 也即以“粒雪线”为界; 稳定积雪区与不稳定积雪区界线, 考虑到积雪年际变化较大, 一般采用年积雪日数 60 天(即两个月)。不稳定积雪区在我国还可分出两个亚区: 年周期性不稳定积雪区, 这里每年都出现积雪, 年平均积雪日数 10—60 天; 非年周期性不稳定积雪区, 该区有的年份出现积雪, 有的年份不出现, 或多年才出现一次积雪, 年平均积雪日数 0—10 天(图 2)。

## 三、我国积雪分布

我国多年平均积雪面积达 900 余万平方公里, 虽然并非多雪国家, 但积雪的分布也算相当广泛。在西部山岳冰川作用区, 即南起云南省的玉龙山( $27^{\circ}00'N$ ), 北抵阿尔泰山( $49^{\circ}10'N$ ), 东自四川省的雪宝顶, 西达帕米尔高原, 永久积雪呈散点状分布, 面积达 5.65 万平方公里。那里积雪长年不化, 变质成冰, 成为现代冰川赖以生存发育的物质补给来源。我国稳定积雪区达 420 万平方公里, 包括: (1) 青藏高原地区(藏北高原和柴达木盆地除外), 面积 230 万平方公里; (2) 东北和内蒙地区, 面积 140 万平方公里; (3) 北疆和天山地区, 面积 50 万平方公里。此外秦岭、贺兰山、六盘山、五台山、峨眉山等也有零星分布。除西部高山区中与永久积雪接壤的部分外, 以稳定积雪区北部, 即黑龙江省最北部大兴安岭和长白山区积雪季节最长, 年平均积雪日数 170 天以上。新疆阿尔泰山地区也高达 150—160 天。稳定积雪区是我国季节积雪水资源的主要蕴藏区, 这里积雪融水形成的春汛, 在东北和北疆地区尤为显著, 对农业灌溉有重要意义。我国不稳定积雪区面积最大, 达 480 万平方公里, 南界位于北纬  $25^{\circ}$ — $24^{\circ}$  一带, 大致在保山、昆明、柳州、连平、梅县、龙岩、福州一线, 比北半球其他地区积雪南界纬度为低。积雪区与无积雪区分界线与年日最低气温  $\leq 0^{\circ}C$  的日数“1”等值线相一致<sup>[5]</sup>。年周期性不稳定积雪区主要包括辽河流域至秦岭、大别山之间广大地区, 该区积雪与农作物越冬及春耕时节的土壤墒情关系密切。非年周期性不稳定积雪区包括秦岭、大别山以南积雪区, 以及塔里木盆地和柴达木盆地。积雪由强大寒潮降雪形成, 伴随积雪而来的是连续几天的严重霜冻和土壤冻结, 对早春作物造成冻害, 有时甚至引起牲畜大量死亡。我国无积雪区面积大约 55 万平方公里, 包括福建、广东、广西、云南四省的南部和台湾省。

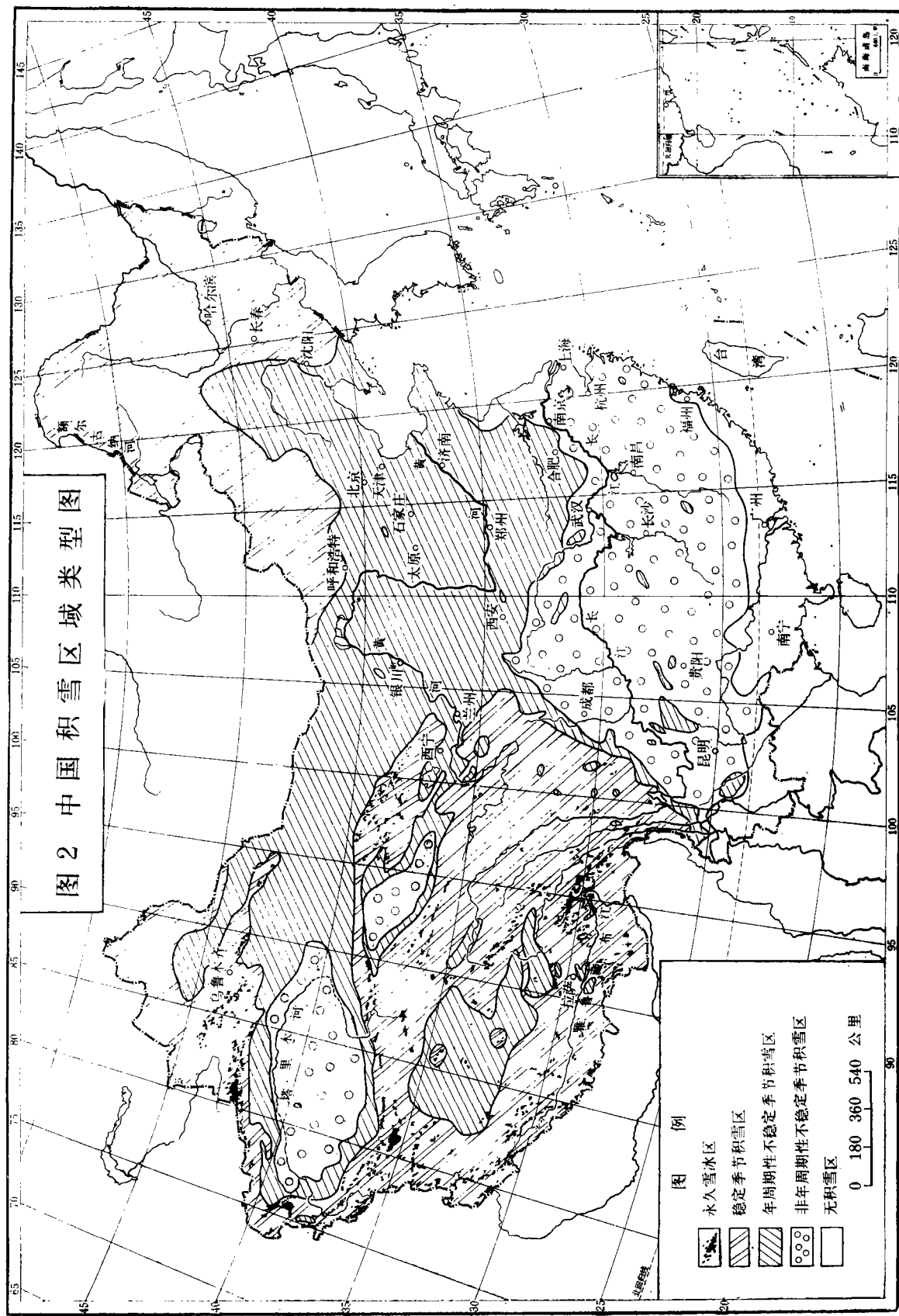


Fig.2. Regional classification map of snow cover in China

多年平均积雪日数 $\geq 30$ 天的地区占全国领土的56%, 包括我国东北部和西部两大块。年平均积雪日数20天等值线把我国分成东南部和西北部两大部分, 仅塔里木盆地与柴达木盆地例外。

从图1、2和上述积雪分布可以看出:(1)我国积雪分布受气温和降雪控制, 是二者共同作用的结果。但在不同地区, 表现为主导因子的不同。大体上说, 南北分布气温占主导地位, 东西分布降雪占主导地位。积雪分布与纬度、海拔高度和下垫面自然条件的关系, 实质上是它与气温和降雪的关系。因此, 中国年积雪日数分布与中国年日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数和中国年降雪日数分布形势一致<sup>[5]</sup>。(2)我国积雪区与气候带基本符合。稳定积雪区与北温带和中温带范围基本一致, 年周期不稳定积雪区与南温带相符, 非年周期性不稳定积雪区与北亚热带和中亚热带一致, 无积雪区与南亚热带和热带范围一致。仅荒漠地区例外。(3)我国地形条件错综复杂, 积雪分布很不均匀。积雪分布的不均匀性与高山-低地系统的关系极为密切。几乎在每一个高山-低地系统中, 积雪都呈“多”与“少”的对称分布, 无论大小地形单元, 例如, 东北平原及其周围山地, 塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、四川盆地与其四周山地, 河西走廊及其南北山地等等, 都无例外。说明地形对积雪分布影响显著。从积雪水资源的开发利用上说, 将高山-低地系统作为一个自然生态平衡综合体考虑是必要的。

我国积雪深度远较一些多雪的国家为小。例如, 苏联大部分领土最大旬积雪深度1米左右<sup>[6]</sup>, 加拿大最大积雪深度70厘米以上<sup>[7]</sup>。我国除山区外, 大部分地区最大积雪深度近30年的极端值仅20厘米左右, 但在北方和南方却各有一个最大积雪深度带: 一是阿尔泰、伊犁河谷和东北的北部与东部, 前者达80—90厘米; 后者40—50厘米; 二是长江中游地区, 包括江西东部与北部、浙江中部、江苏南部、安徽中部和河南南部, 这里冬春大雪可形成厚40—50厘米的暂时雪盖。

#### 四、积雪的年内分配

积雪在年内的分配受气温和降雪分配所支配, 我国青藏高原积雪主要受降雪在年内分配的影响, 春秋两季最多, 冬季反而较少或最少。积雪年分配柱状图呈“双峰”(图3)。可以说, 双众数分布是青藏高原积雪频率分布的特点。这一特征从北向南越来越突出, 说明青藏高原由北向南降雪对积雪影响的程度增加。我国其他地区与青藏高原恰恰相反, 积雪集中在冬季最寒冷的月份里(图4), 积雪日数最多的月份, 北方为元月份, 南方和东南沿海地区为二月份。积雪年分配呈“单峰”, 不过东北新疆呈正偏, 内蒙呈负偏, 偏度都很小。表明积雪的频率分布与近似于正态分布的年平均气温过程线关系更为密切。在东北和新疆稳定积雪区内, 年积雪日数及其在年内各月的分配与冬季月平均气温关系已密切到这样的程度, 以至于可以根据这一关系查补无资料地区年平均积雪日数及其年内分配(图5)。根据哈尔滨、长春、沈阳月平均积雪日数和月平均气温的关系, 查补四平、开原、绥化的月、年积雪日数, 其结果与实际观测值仅分别相差0.5、1和6天, 误差在 $\pm 1-5\%$ (表1)。

## 五、积雪的年际变化

积雪的年际变化和海冰、河冰、湖冰的年际变化一样,受大气环流周期性变化与非周期性变化支配,与我国寒潮活动有直接关系。我们按自然季节(冬、夏半年)划分

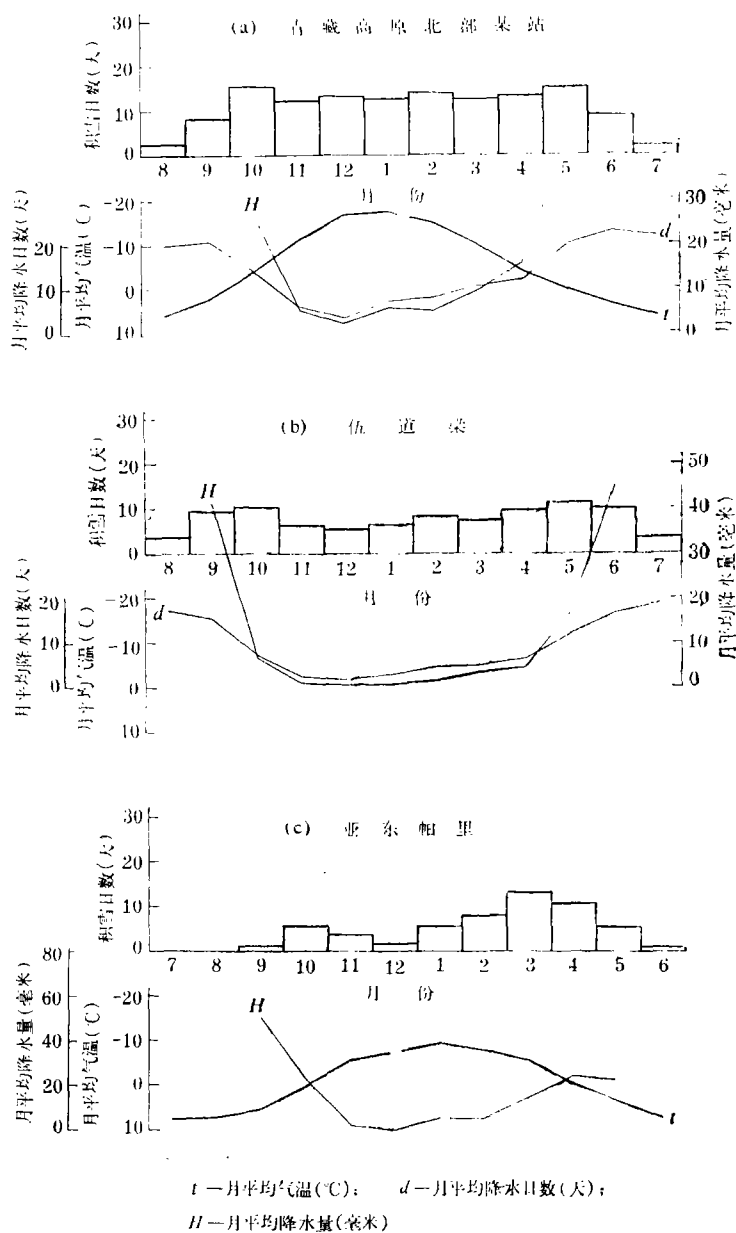


图3 青藏高原积雪年分配直方图

Fig.3. Histogram of annual distribution of snow cover in Qinghai-Xizang Plateau

年代, 分析了我国积雪的年际变率(图 6)。从图 6 可以看出, 积雪的年际变化是很大的。仅黑龙江北部、新疆阿尔泰和天山地区比较稳定, 积雪日数的年际变率在 0.1 以下, 稳定积雪区变率在 0.4 以下。但在其南部地区, 三十年中也还出现过年积雪日数仅 30 天

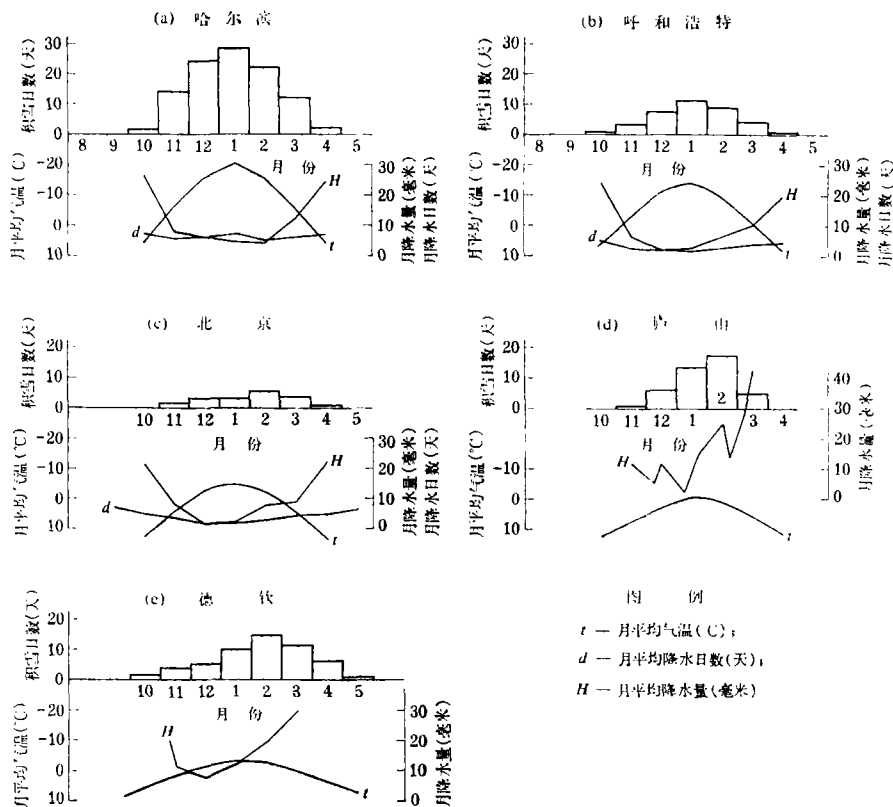


图 4 青藏高原以外地区积雪年分配直方图

Fig. 4. Histogram of annual distribution of snow cover outside Qinghai-Xizang Plateau in China

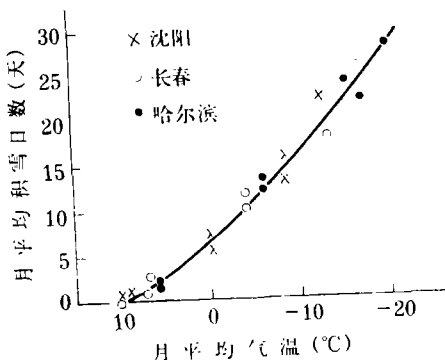


图 5 东北平原稳定积雪区月平均气温和月平均积雪日数关系图

Fig. 5. Correlation diagram of monthly mean temperature and monthly mean days of snow cover in stable snow cover area in Northeastern Plain of China

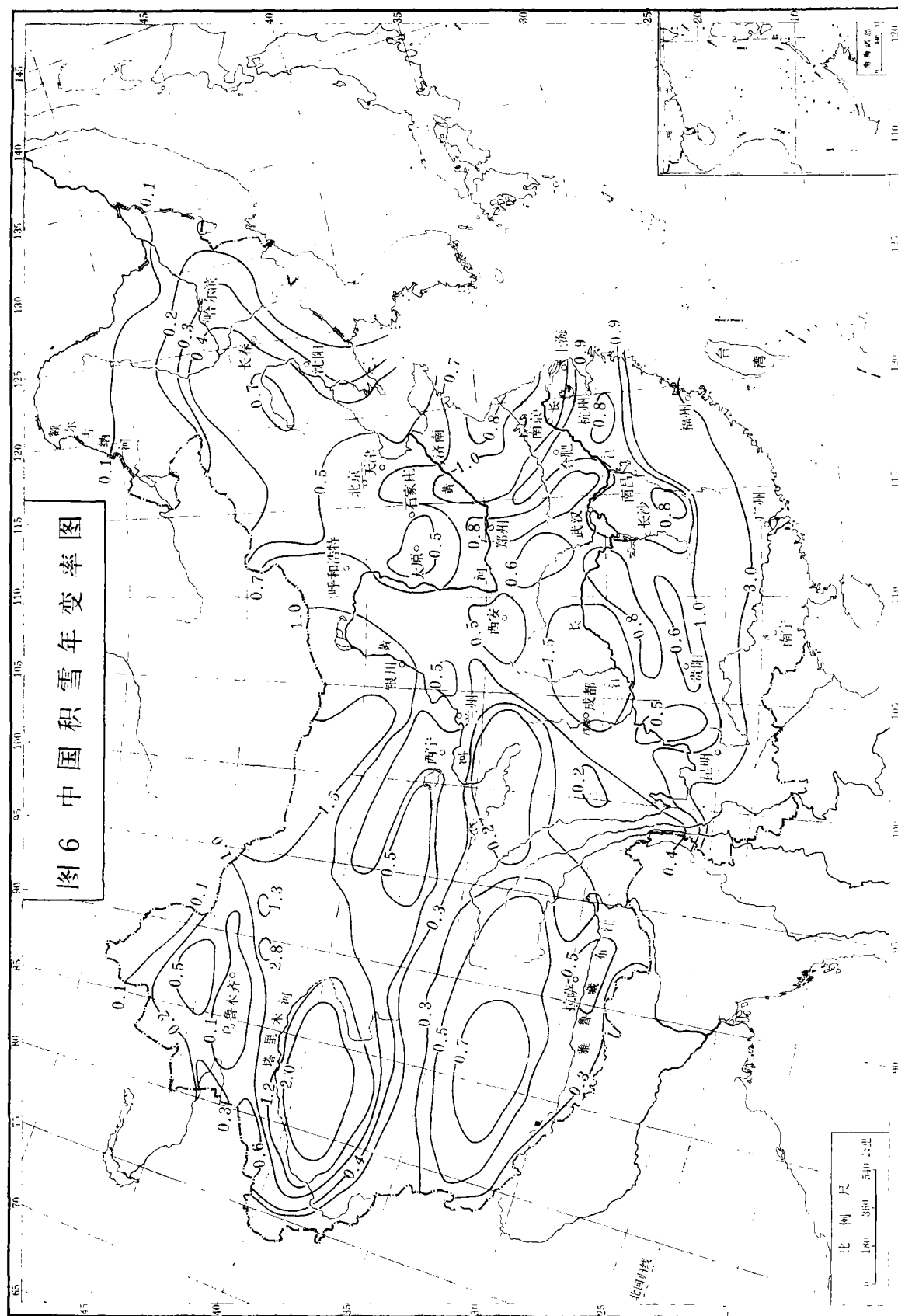


Fig. 6. Interannual variability of snow cover in China



的年份。周期性不稳定积雪区变率在0.4—1.0之间，非周期性不稳定积雪区年变率达1.0—3.0。此外，位于北纬40°以上的沙漠戈壁地区积雪年变率相对较大，在1.0以上。积雪的年变化意味着永久积雪区、稳定积雪区、不稳定积雪区，甚至无积雪区的范围都是变化不定的。它们在寒冷多雪的年份会向南推进，而在温暖少雪的年份，会向北退缩。

表1 东北平原稳定积雪区积雪日数查补值与实测值比较

Table 1. Comparison of calculated values with observation values of snow cover days in stable snow cover region in Northeastern Plain of China

月 份		9	10	11	12	1	2	3	4	5	全 年
四平	t		7.9	-2.8	-11.5	-15.5	-11.6	-2.7	7.6		
	d <sub>c</sub>		1.0	9.0	17.5	22.3	17.5	9.0	1.0		77.3
	d <sub>o</sub>		0.5	9.8	17.6	24.0	16.7	8.9	2.0		78.3
开原	t		8.5	-1.8	-10.6	-15.4	-11.0	-1.8	8.3		
	d <sub>c</sub>		0.5	8.0	16.5	22.3	17.0	8.0	1.0		73.3
	d <sub>o</sub>		0.4	8.4	16.8	25.1	14.8	6.5	1.8		73.8
绥化	t	13.3	4.5	-7.9	-18.2	-22.2	-17.7	-7.0	4.8	13.1	
	d <sub>c</sub>	0	3	14	25	30	25	12.8	2.7	0	112.5
	d <sub>o</sub>	0	1.7	12.6	25.4	29.2	22.6	12.9	1.9	0.1	106.4

注：t——月平均气温（℃）；d<sub>c</sub>——平均积雪日数查补值；d<sub>o</sub>——平均积雪日数实测值。

本文在施雅风先生指导下完成，特此致谢。

## 参 考 文 献

- 〔1〕 朱岗昆等，1954，气象记录在经济建设中的应用（1），全国风压雪深及气温区域的划分，地理学报，20卷1期。
- 〔2〕 徐淑英，积雪与其在中国的分布，霜冻、冻土、积雪，中央气象局编译室编，农业出版社，1958，95—106页。
- 〔3〕 中央气象局气候资料研究室，我国最大积雪深度分布，天气月刊，1959年11期。
- 〔4〕 胡汝骥，试论中国积雪的分布规律（摘要），中国地理学会冰川冻土学术会议论文选集（冰川学），科学出版社，1982，119—120页。
- 〔5〕 中央气象局编制，中华人民共和国气候图集，地图出版社，1979年，76、215页。
- 〔6〕 И.Д.Капанев, Снежный покров на территории СССР.77, Ленинград Гидрометеонадат, 1978.
- 〔7〕 B.F.Findlay, Snow Maps for the Canadian Hydrological Atlas, Proceeding of 43rd Annual Meeting of the Western Snow Conference, April 23—25, 1975, p.79—86, Coronado California.

（本文于1982年3月20日收到）

## Distribution of Snow Cover in China

Li Peiji and Mi Desheng

(Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Academia Sinica)

### Abstract

Based on the climatic data of 1600 stations up to 1980, and on the latest aerial maps and ERTS images, the map of duration of snow cover in China has been prepared at a scale of 1:4000000.

In this paper, we discussed the distribution of snow cover of China. On annual average of snow cover days, China is divided into five regions. The snow cover area of China amounts to  $900 \times 10^4 \text{ km}^2$ .

1. Regions permanently covered by snow and ice have a total area of  $5.65 \times 10^4 \text{ km}^2$ , with 365 snow cover days.

2. Regions of stable seasonal snow cover,  $420 \times 10^4 \text{ km}^2$ , including the Qinghai-Xizang Plateau (except the Northern plateau of Xizang and the Qaidam basin), the Northeast China and the Nei Monggol, the North Xinjiang and Tianshan mountain with over 60 snow cover days.

3. Regions of unstable seasonal snow cover have a area of  $480 \times 10^4 \text{ km}^2$  in China: (1) Distinct regular unstable snow cover areas, from 10 to 60 snow cover days mostly in winter; (2) Regions of irregular and unstable snow cover, snow cover occurred in some years but not in other years.

4. Regions without snow cover only  $55 \times 10^4 \text{ km}^2$ .