

中期天气予报

(試用教材)

南京气象学院教育组
中央气象台

一九七二年十二月

6-2

目 录

一、中期预报的一般情况

- (一) 概况 1
- (二) 中期预报的基本思路和方法 2

二、环流指数分析及其在中期预报中的应用

- (一) 环流指数的含义 3
- (二) 环流指数和西风带大型天气过程
 - 1. 环流指数和西风带大型环流 7
 - 2. 环流指数和西风带大型天气过程的演变 7
- (三) 指数循环和它对我国大型天气过程的关系
 - 1. 指数循环和它的一般特点 15
 - 2. 对我国天气有重要意义的一种指数循环 16
- (四) 环流指数变化趋势及其预报 17

三、长波分析和中期形势预报

- (一) 关于西风带长波的基本概念
 - 1. 一般概念 18
 - 2. 西风带长波的移动 19
- (二) 长波调整的几种过程
 - 1. 长波槽脊线转向——横槽问题 21
 - 2. 长波槽的切断——切断低压问题 22
 - 3. 长波的形成——长波槽脊的新生问题 23
 - 4. 新波系形成的地理分布——锚槽锚脊问题 24
- (三) 阻塞形势和长波调整
 - 1. 阻塞形势的基本特征 25
 - 2. 阻塞形势的移动 25
 - 3. 阻塞形势的建立过程 26
 - 4. 阻塞形势的崩溃过程 26

(四) 两支波动的关系和上下游效应

1. 两支波动的基本概念.....	27
2. 不同纬度波动的迭加和波动的加强减弱.....	28
3. 南支波动对我国冬春季天气的影响.....	30
4. 上下游效应问题.....	31

四、天气过程的韵律活动和天气型

(一)、天气过程的韵律活动及其预报

1. 基本概念.....	33
2. 500 毫巴候平均图的韵律活动.....	33
3. 500 毫巴候平均图演变的一些特征.....	36

(二) 天气型和它在中期预报中的作用

1. 环流分型和它的应用.....	38
2. 天气过程模式和它的应用.....	38
3. 相似的选择和气候资料的应用.....	39

五、中央气象局气象台中期预报业务情况简介

(一) 一般情况.....40

(二) 中央台中期预报的内容和基本思路.....41

(三) 一次中期预报个例——1972年3月下旬的一次冷空气过程

1. 环流指数分析.....	42
2. 长波分析.....	43
3. 天气形势分析.....	44
4. 预报结论.....	44
5. 检查.....	44

中期天气予报

一、中期予报的一般情况:

(一) 概 况

中期予报在予报时效上没有一个严格的统一的规定。有的国家把1—3天的予报称为中期予报,也有的国家认为3—7天予报是中期予报。显然由于予报时效的不一致,予报工具和方法也会有些不同。不过一般公认3天以上的予报属于中期予报范围。我国习惯把3—10天予报称为中期予报其中3—5天可以认为是一般的中期予报,5—10天可以认为是较长的中期展望(予报)。

中期予报和短期予报,长期予报在理论上、方法上、工具上并没有什么严格的区别。不过一般有这样一种看法,短期予报主要指用天气学、动力学理论和天气图方法能够做得出的予报,一般的只把大型天气过程等大尺度(时间、空间)的变化作为背景来考虑;长期予报主要指用统计学理论,用平均值,平均图等工具来制作的予报,一般做不到考虑大型天气过程那么细微的程度;中期予报则介于其间,它不是短期天气学、动力学方法在时间上能够达到的;需用统计方法又嫌太粗略。必须考虑大型天气过程这样一些比较细緻的问题。所以相对于短期予报和长期予报来说,它的历史比较短,发展得比较慢,无论在理论上、方法上和工具上都还很很成熟,这样就使它在各方面既有短期予报的某些特点,也有长期予报的某些特点。例如它需要考虑天气过程的演变,在较短的中期予报中更大量运用了天气学、动力学理论和天气图方法;但在外延时效方面和在某些天气过程延伸达不到的情况下,又需要用统计方法,平均图等等。当然不能说中期予报只是短期予报和长期予报从时间上向中间的延伸。中期予报有它自己的特点和问题,特别是近年来大量天气实践的经验指明,中期予报主要指的是时间尺度为3—10天的那种大型天气过程,这种过程是确实存在的。短期的天气演变,可以认为是重迭在这样的大型过程之上,时间和空间尺度都要小一些的天气形势和天气系统的变化;而长期予报从一定意义上说是予报各种大型天气过程在更长时期里(如十天以上)的分布状况,一个时期盛行某一种大型天气过程,就会形成这个时期的天气和气候上的特征。

中期予报也是随着军事和经济的发展和需要发展起来的。关于它的发展历史这里不想详细讲,我国中期预报发展的情况在介绍中央气象局气象台中期预报情况时还要简要介绍。不过总的来说,它是气象工作为国防建设和经济建设服务的一个重要方面,而且随着国防建设和经济建设的发展,对中期预报提出越来越多、越来越高的要求。

中期预报的内容大体上可以分成两部分,这两部分是互相联系的。一个部分就是关于中期天气过程或天气形势的预报,这是当前中期预报的一个主要方面,重点是关于灾害性天气(例如寒潮、低温阴雨、台风等)过程的预报;另一部分就是具体天气和要素

的分布（雨量、温度、大风等），这部分在对外服务上，具体应用上很重要，但比起过程预报困难更多，方法也更不成熟。

除我国以外，目前世界上许多国家（如美、英、德、日、苏等）都有中期预报业务，但各国所用方法并不完全相同，不过在抓大尺度系统，大型天气过程这一点上是相同的。在工具上，外国多半用候平均（或五天平均）图或空间平均图，也用距平图等，我国则较多用日常的瞬时图，参考平均图、距平图等。

目前虽有各种中期预报方法，但预报水平都不很高。国外一般只能报出未来五天内的平均天气情况。三天以上就不易做出每天的预报。我国从1958年以后，在各级台站的共同努力下，中期预报有了很大的进展，水平也有所提高，目前各地都开展了中期预报业务工作，并有一定数量的工具、方法和思路。这都为今后不断提高中期预报质量打下了良好的基础。

（二）中期预报的基本思路和方法

1958年以后，我国各级气象台站在中期预报方面做了许多工作，并逐步形成一套适合我国情况的中期预报方法。从各省来看，方法不完全相同，但从主要思路来说大部分台仍有其共同特点，就是根据大型环流的稳定性和影响系统演变的过程及其对当地天气影响的关系进行归纳和分类，划分环流型，建立天气过程模式（天气型或天气形势演变的过程模式，特殊天气过程的模式，重要天气系统的过程模式等）以此为预报方法的主要依据。和国外许多中期预报方法相比较，相同之处是都抓大尺度天气系统的稳定和活
动，大型天气过程的演变；不同的是我国更侧重于在这些大型天气过程下影响系统的具体演变方式和带来的天气现象的关系。我国多半用日常瞬时图，在表达大型天气系统上虽然不如平均图清楚，但便于日常工作中应用。对于环流型的预报，是采用了统计、趋势、相似、指标……等各种办法，最后再加以综合考虑。专区台、县站多半用单站或地区的天气模式等，寻找其和当地天气的相关，从而作出本地区的中期天气预报。

我们可以把这些思路或方法的主要共同点归纳和说明如下。

1. 掌握天气气候特点：例如月平均情况如何，出现重要天气的一般形势和它的逐年变化特点，本段时间内可能出现哪些类型的关键天气，目前情况与气候平均情况有那些明显偏差等等。掌握天气气候特点，也是为了给予报大范围环流形势和天气情况提供背景材料。

2. 分析大型环流的演变：予报环流形势未来的发展演变，特别要注意大型环流有无明显的转折（长波调整）。根据不同环流对应的天气，大致确定未来大型天气过程的发展趋势，有什么重要（灾害性）天气过程出现，以及未来大范围天气（降水、大风、降温……）的分布。

3. 根据大范围环流形势的分析和予报，参考本地区各种重要天气过程的模式对比相似（形势和过程）与不相似（地理位置，系统强度等）之处，作出影响本地区的时间，强度和天气的可能分布的予报。

4. 应用单站气象要素的演变，参考各种天气予报指标、模式，作出本站的天气予报，对由大型天气过程得来的结果进行补充和订正。

上述思路并不是一成不变的，需要不断的补充、改进、丰富和发展。这些思路一般对3—5天预报较为合适，而对5—7天或更长时段则把握较小，需要今后不断研究、改进以找到延长时效的途径和方法。

如上所述，由于中期预报牵涉的问题很多，不太可能在我们的介绍里全面详细讲述，所以我们以后只准备介绍四个部分：

1. 环流指数分析和它在中期预报中的应用；2. 长波分析和中期形势预报；3. 天气过程的韵律和天气型；4. 中央气象局气象台的中期预报业务情况介绍。最后介绍一个实例并加以小结。

这里还需要说明以下几点：

1. 由于我国地跨温带和副热带，所以中期预报既有温带（西风带）的问题，也有副热带问题。关于副热带问题，全国不少地区做了大量工作，取得了一定的结果，但目前中期预报的主要思路和依据还是来自对西风带的分析和预报，所以我们的介绍主要是西风带的，只是在有些部分顺便地也介绍了副热带的一些情况。因此，这个介绍也就基本上以冬季的西风带大型过程为主。

2. 中期预报的一个重要方面是关于中期天气（大风、降水、降温……）的预报，也是服务上迫切需要的项目，但这方面恰好是中期预报最薄弱的环节，其思路和方法都远比中期天气形势或过程预报更不成熟，所以这方面我们只能作较粗略的介绍。

3. 近年来我国在单站中期预报方面有了很大发展，也有丰富的内容，这将在单站预报一章中扼要地介绍。

二、环流指数分析及其在中期预报中的应用

（一）环流指数的含义

环流指数（也叫西风指数）是把复杂的大气运动简化的一种办法，它仅仅包含两个参数（ t, I_z ），而在一定程度上它又能反映高空（通常取500毫巴）大气运动的基本状况。特别是它在判断西风带大型环流是以纬向为主（高指数）还是以经向为主（低指数），以及它们之间的互相变化上很有帮助。当纬向环流建立或增强时，指数（代表平均西风分量）就升高；当纬向环流破坏或减弱时，气流南北交换强，指数就下降；如果出现阻塞形势，则可能出现东风，（平均西风分量为负值）指数甚至变成负值。

目前中央台建立的环流指数用逐日20时500毫巴图，选的纬度带为 45°N — 65°N ，这正是一年中大部分时间西风带主要锋区所在的纬度，经度范围取 60°E — 150°E ，即亚洲地区。这个范围对反映亚洲地区的环流是够用了。当然也可以根据不同需要（例如冬、夏），而取不同纬度和不同经度范围来计算环流指数。下面介绍一下指数的具体计算方法。从地转西风分量公式加以适当变换形式，可以得出：

$$u = -\frac{1}{f} \frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\frac{1}{f} \frac{\partial \Phi}{R \partial \varphi} \approx \frac{1}{fR} \frac{\Delta \Phi}{\Delta \varphi}$$

其中， f 为地转参数， R 为地球半径， φ 为纬度， Φ 为位势高度， y 座标指北为正，

$\Delta y = R \Delta \varphi$ 。R为常数，对于固定纬圈 φ 也为常数， $\Delta \varphi$ 也为常数，因之环流指数

$$I_z = K_1 \Delta \Phi$$

即环流指数与某两纬圈上的高度差值成正比。可以看出，只要把取定的两个纬圈上的 Φ 值的差值计算出来就可以了，通常不必乘以 K_1 值。实际计算时，是把沿 45° 纬圈上从 $60^\circ E$ 至 $150^\circ E$ 每间隔10个经度读取一点高度值，取平均值，再减去沿 $65^\circ N$ 纬圈上用同样方法求出的平均值就可以了。

由于逐日环流指数可能受到一些短波系统的影响，逐日间的指数值可能有些小的振动，这对于掌握大型环流演变是不利的，所以目前中央台除去作逐日的指数曲线外，还作了五天滑动平均的指数曲线，求滑动平均的方法是以前后每两天的值和当日值加以平均。它可以消除掉一些小的振动，又便于每日应用。另外，也用候平均图作的逐候的环流指数作为参考。

图2.1绘出了1971年11月至1972年3月的环流指数曲线，实线是逐日指数曲线，虚线是五天滑动平均的指数曲线。从图上可以看出，逐日指数曲线小的振动较多，而五天滑动平均指数曲线较为光滑。从指数曲线上还可以看出，它们的变化尽管相当复杂，但总是一段时期高，而另一段时期低，大体是波状的。

由于各季的平均西风风速是不一样的。冬季水平温差大，平均西风风速大，所以环流指数可以很高。夏季水平温差小，平均西风风速小，指数一般较低。这在使用指数时要注意。为了避免直接用高度差的数值来表示指数时这种季节变化的干扰，可以采用指数的相对百分数来表示指数变化。即算出多年各月的平均环流指数，然后算出当时的指数与多年平均的差值（亦称距平值，大于多年平均为正，否则为负）。再将指数距平值除以多年平均值即得相对百分数，亦称距平百分率。若用公式表示

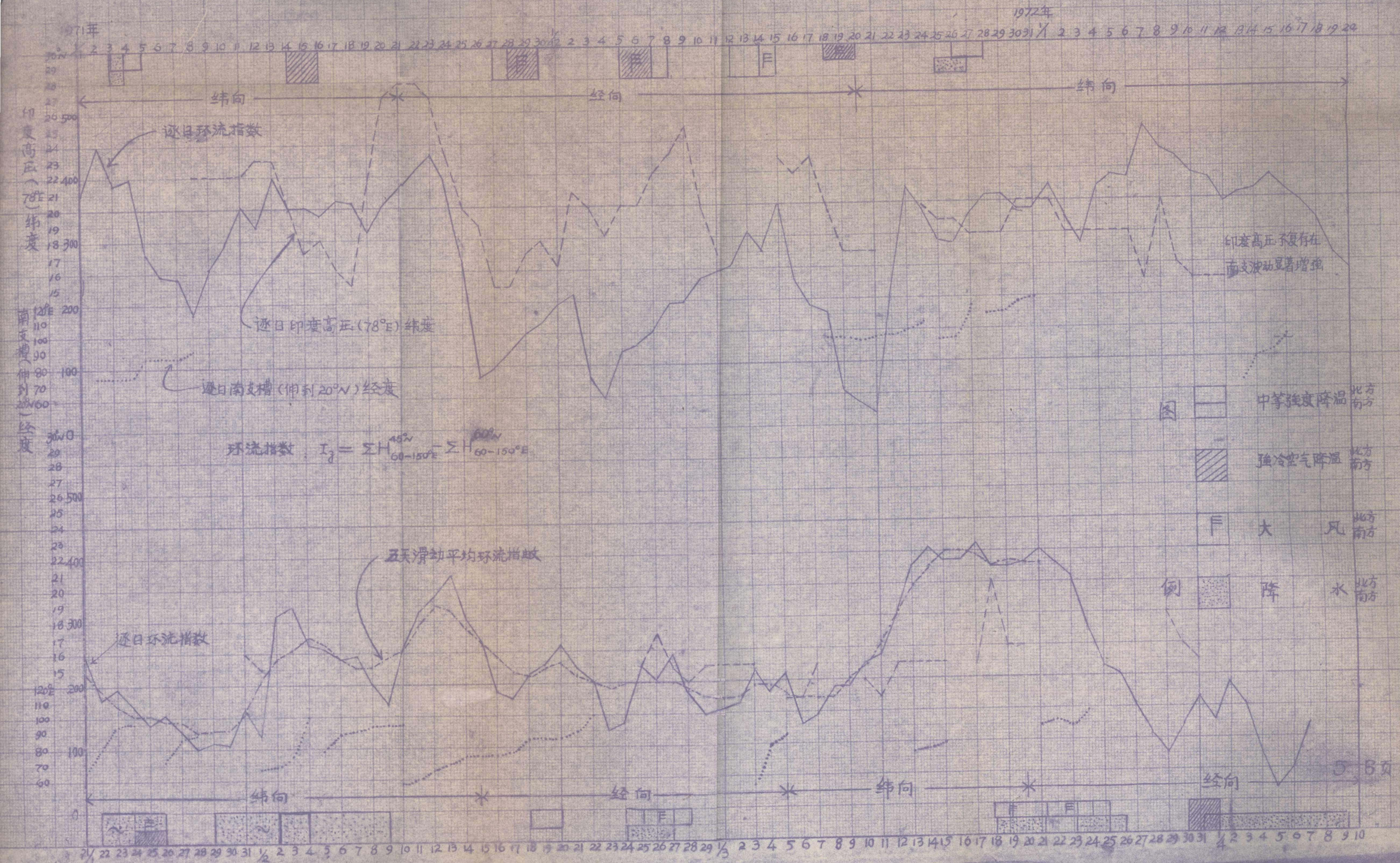
就是：
$$\frac{I - \bar{I}}{\bar{I}} \%$$
，其中 I 为当时的指数值， $\bar{I}$ 为指数的多年平均值。

另外还需指出：有时虽然经向环流明显，但整个锋区很强，即平均西风风速很大，这时也很可能出现相当高的环流指数。这点在冬季有时很明显。所以只用环流指数不能完全区别经纬向环流。为了补充它的不足可以用经向度。经向度与西风指数的意义相仿。西风指数是计算大型环流的西风分量，而经向度是计算大型环流的南北分量。为了避免南北风分量的对消作用，所以取它的绝对值（即不管方向）之和表示经向度。即

$$I_m = K_2 \sum |\Delta \Phi|_\varphi$$

取某一纬圈（ φ 为常数），并固定经距 $\Delta \lambda$ （一般取10经度），把每两个经度上的高度差的绝对值累加起来，即为某一纬圈上，某一经度范围内的经向度。也可以选两个纬圈上经向度的平均值，或者选取两个纬圈上沿各经度的高度平均值，照上公式计算经向度。显然经向度可以表征广大地区内大型环流南北向发展的程度，它常和计算环流指数取同样的范围，并和环流指数同时应用。

图2.1 环流指数、印度高压、南支槽和我国降温、大风、降水时段综合图



(二) 环流指数和西风带大型天气过程

1. 环流指数和西风带大型环流

从环流指数的定义可以知道，高指数表示西风带大型环流为纬向，低指数则表示为经向。在实际天气形势上是怎样呢？我们可以举出几张高低指数环流下的天气图，看看它们在具体天气形势上的表现。

图2.2和2.3是1972年3月17日和21日两张500毫巴形势图，这是两张高指数时候的形势图。从这两张图上可以看出，环绕北极有一弯弯曲曲的等高线，但大体上与纬圈平行，在亚欧范围内，纬向气流更为明显。特别在图2.3上，差不多从美洲东海岸经大西洋欧洲一直到日本以东的洋面上，大半个半球气流十分平直。在 50° 至 70° 间有一带等高线比较密集，形成了一个锋区，与之相对应的在高空有一个急流带。从环流指数图（图2.1）上可以看出与这两张图对应的是高指数。由于我们选的环流指数范围为 $60^{\circ}\text{E}-150^{\circ}\text{E}$ ，所以图2.2上在美洲和欧洲经向环流仍较明显。比较一下图2.2和2.3可以看出在 60°E 到 150°E 范围内气流都是相当平直的。应当指出，3月21日虽然仍为高指数时期，但它已处于从高指数向低指数转变的开始，这时的地面天气形势已与3月17日有些不同了。

几天以后，整个北半球环流发生了一次大调整，纬向气流破坏，建立了经向环流。环流指数也由高数迅速下降成为低指数。我们选了1972年3月28日的500毫巴形势图（图2.4）从这张图上可以清楚地看到，原在亚欧范围内的纬向气流破坏了，代之以大槽大脊的经向环流，亚洲和美洲高纬度甚至出现了阻塞高压，美洲东海岸出现切断低压。这时正好有一深槽位于我国东部，就是这个槽带下的冷空气造成了1972年春天的一次寒潮和江南地区的连续低温阴雨天气。

从当时的地面天气图可以看出，对应于3月17日20时高指数时期的地面图上（图2.5），等压线比较疏朗，没有强的气旋和大的冷高压。从欧洲伸向亚洲的高气压长轴呈东西带状。对应于高空的浅槽地面上有些弱的锋面。对应于3月21日从高指数向低指数转换时期的地面图上（图2.6），从西部西伯利亚有一较强的冷高压正在东移，气压梯度显著增大，中纬度气旋也有显著发展。一条强的冷锋正在进入我国新疆。对应于3月28日低指数时期地面图上（图2.7），从极地又有新的冷空气入侵，亚洲北部为冷高压控制，冷高长轴呈NE-SW向。欧洲有气旋在发展。贝加尔湖以南一股新的冷空气正在南移动，相应的地面冷锋正在加强，发展成一次比较明显的寒潮，冷锋加快南下，三以后已到达南海北部（见图2.8）。

从以上的一些例子可以看出，环流指数与西风带大型环流有一定的对应关系。高指数阶段一般对应的是高空纬向环流，地面没有明显冷空气活动；从高指数转向低指数阶段，高空从纬向环流转为经向环流，地面上冷空气活动加强；低指数阶段，高空经向环流建立或维持，地面上仍处于冷空气活动比较强烈的阶段。

2. 环流指数和西风带大型天气过程的演变

上面我们说到的还是与环流指数各阶段相对应的高空和地面天气型式，基本上是静

态的，它们之间的演变过程又是怎样呢？

我们仍以上述3月17日到23日一次过程为例。当时的500毫巴锋区等高线演变图见图2.9。从图上可以看出，这次指数的变化与上游大型环流调整有关。3月17日美洲大槽加深到它的顶点，以后大槽东移减弱。受它影响，原来在欧洲的阻塞高压崩溃向东南退，大西洋阻高重建。欧洲阻高崩溃后，引起亚洲经向环流的发展。原来在乌拉尔山以东的平直西风环流破坏，而转变成为两槽一脊。这次大型环流的调整，造成连续两次较强的冷空气南下。

第一次冷空气活动时的地面综合动态图见图2.10。从图上可以看出有一次西方型冷空气东移，冷高压最强达到1044毫巴，冷锋最后一直影响到南海。第二次冷空气活动时的情况前面已经叙述过了（参见图2.8）。

由上，我们可以把指数变化各个阶段的高空地面环流的主要特征归纳如下：

（1）高指数阶段（图2.2和2.5）：

- a. 海平面上西风强，西风位置比平均位置偏北，高空西风波动波长长。
- b. 海平面气压系统长轴呈东西向，高纬地区气旋活动强。
- c. 高空高纬度南北向温差大，南北向气流交换少，相应，地面锋系呈东西向，也位于偏高纬度。
- d. 高空极涡和急流强度增强，但在平均位置以北。

（2）指数减弱阶段（图2.3和2.6）：

- a. 地面西风带南移，风力变弱，高空西风波动波长缩短。
- b. 大陆冷高压加强，中纬度气旋活动加强。
- c. 高空温度梯度最大处南移到中低纬度，南北气流交换增强，地面锋系走向与纬圈斜交程度加大。
- d. 高空极涡和急流的范围大大向南扩展，西风急流南移至平均位置或更南。

（3）低指数阶段（图2.4和2.7）

- a. 海平面上西风带破裂成圆圈流场，高空西风的波动形式也发生破裂现象。
- b. 大陆冷高压极盛，中纬度准静止的锢囚气旋加深，气压系统长轴近于南北向。
- c. 高空温度梯度最大的方向呈南北向，地面锋系走向近于南北向。
- d. 高空极涡和急流上出现强大槽脊，并可发展成阻塞高压和切断低压。

（4）指数增强阶段

- a. 海平面上在较高纬度处，西风逐渐增强，高空流型逐渐转化为不闭合的波状型式。
- b. 较低纬度的地面高压逐渐消失，高纬度的高压併入到副热带高压内。
- c. 极地逐渐变冷，低纬逐渐变热，在较高纬度重新建立起南北向温度梯度最大的区域。
- d. 高空阻塞高压和切断低压逐渐消失，在高纬极区重新建立起围绕极地的极涡和急流。

山 光

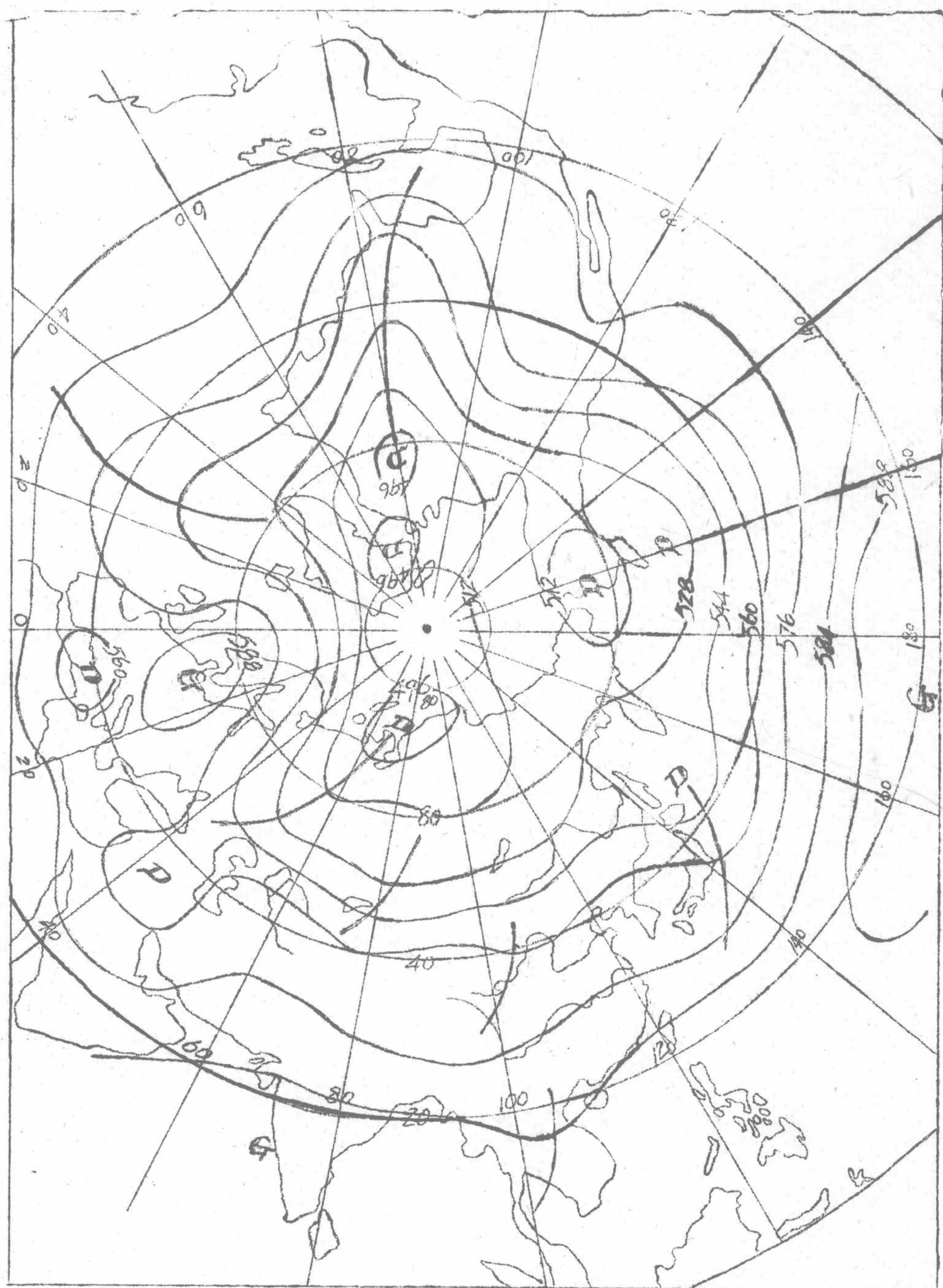
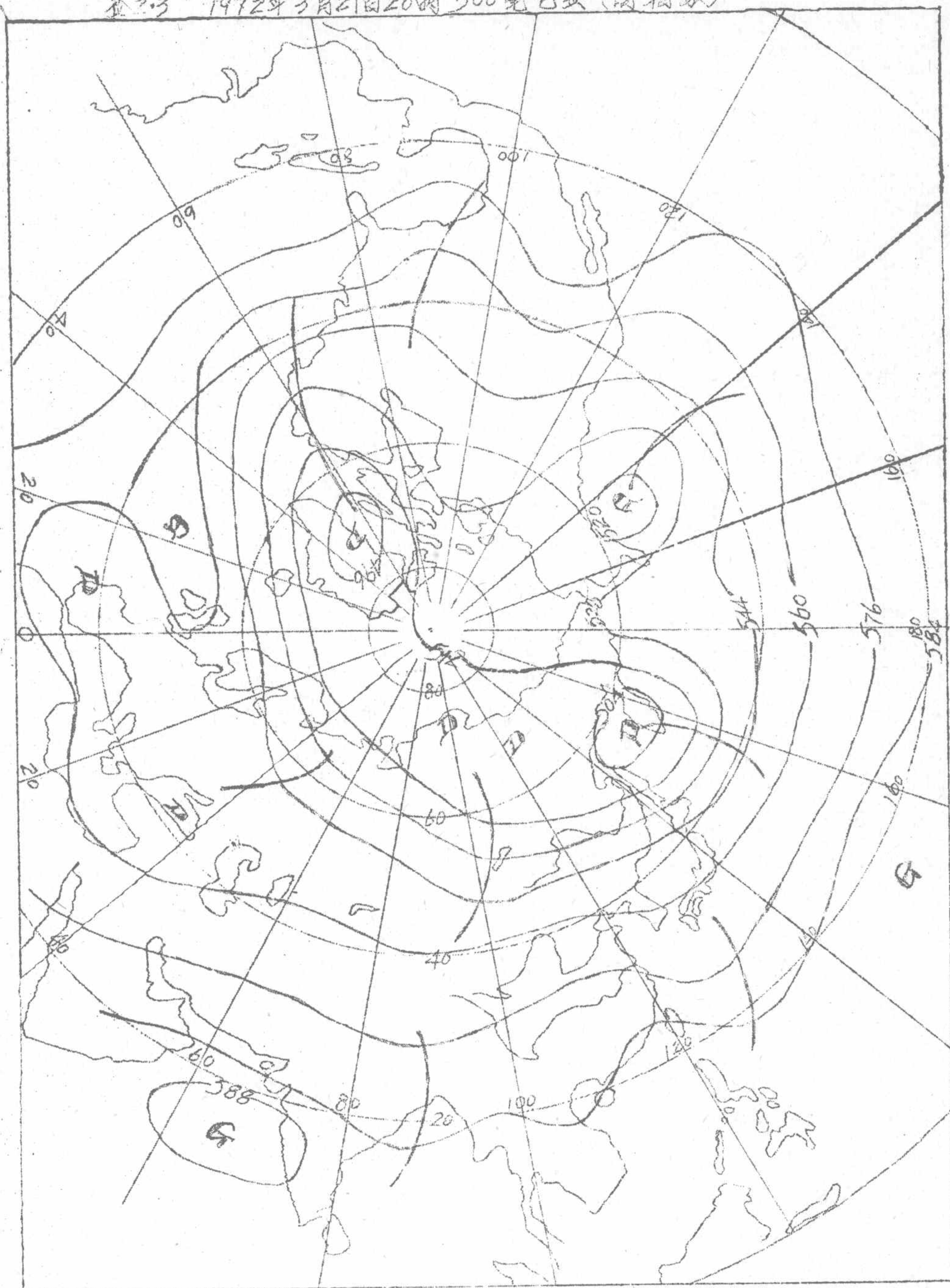


图 2.2 1972年3月17日20时500毫巴等压线 (高纬段)

图 2.3 1972年3月21日20时 500毫巴等压面 (高斯投影)



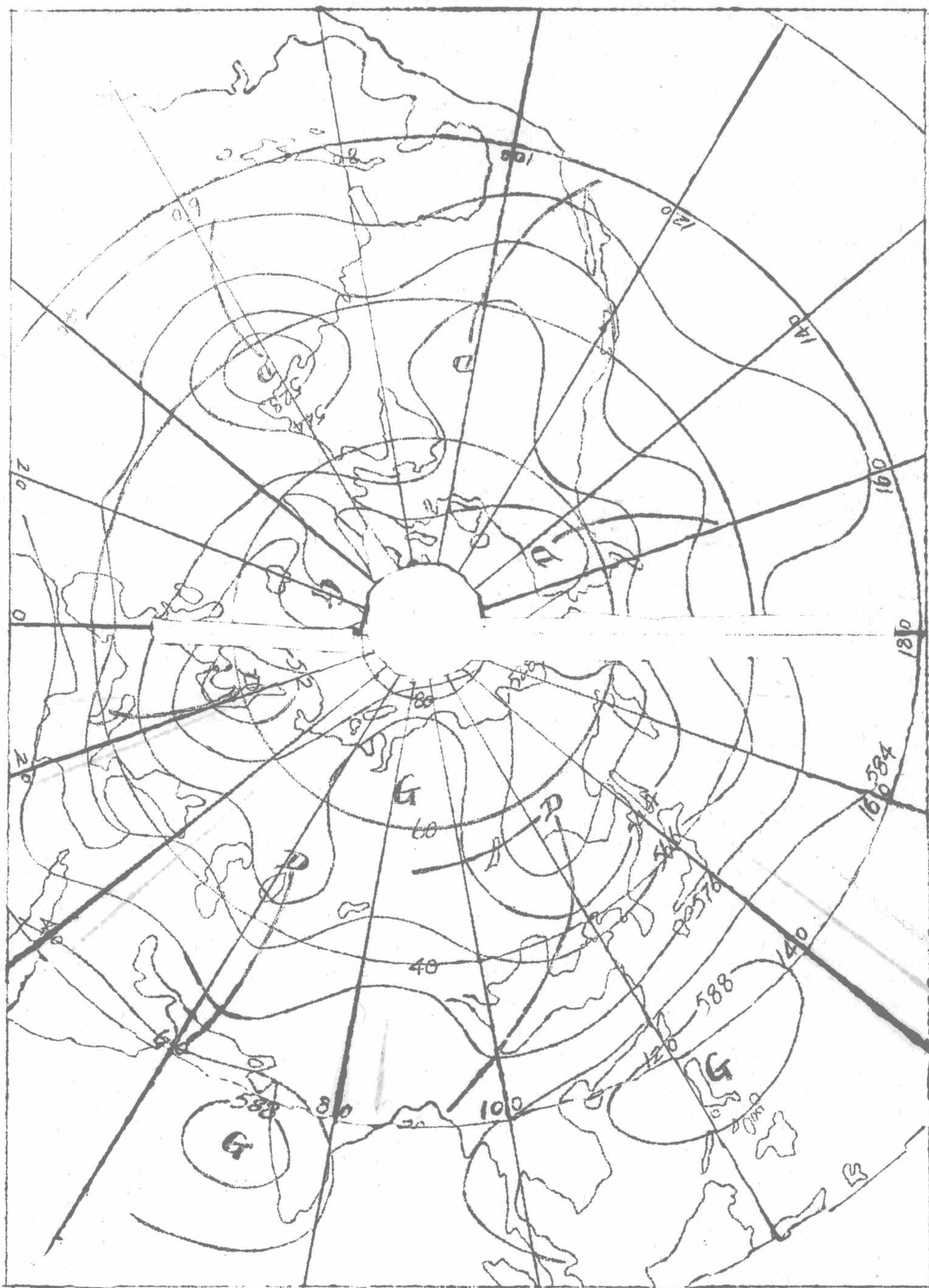


图 2.4 1972年3月28日20时 500毫巴图 (海压高)

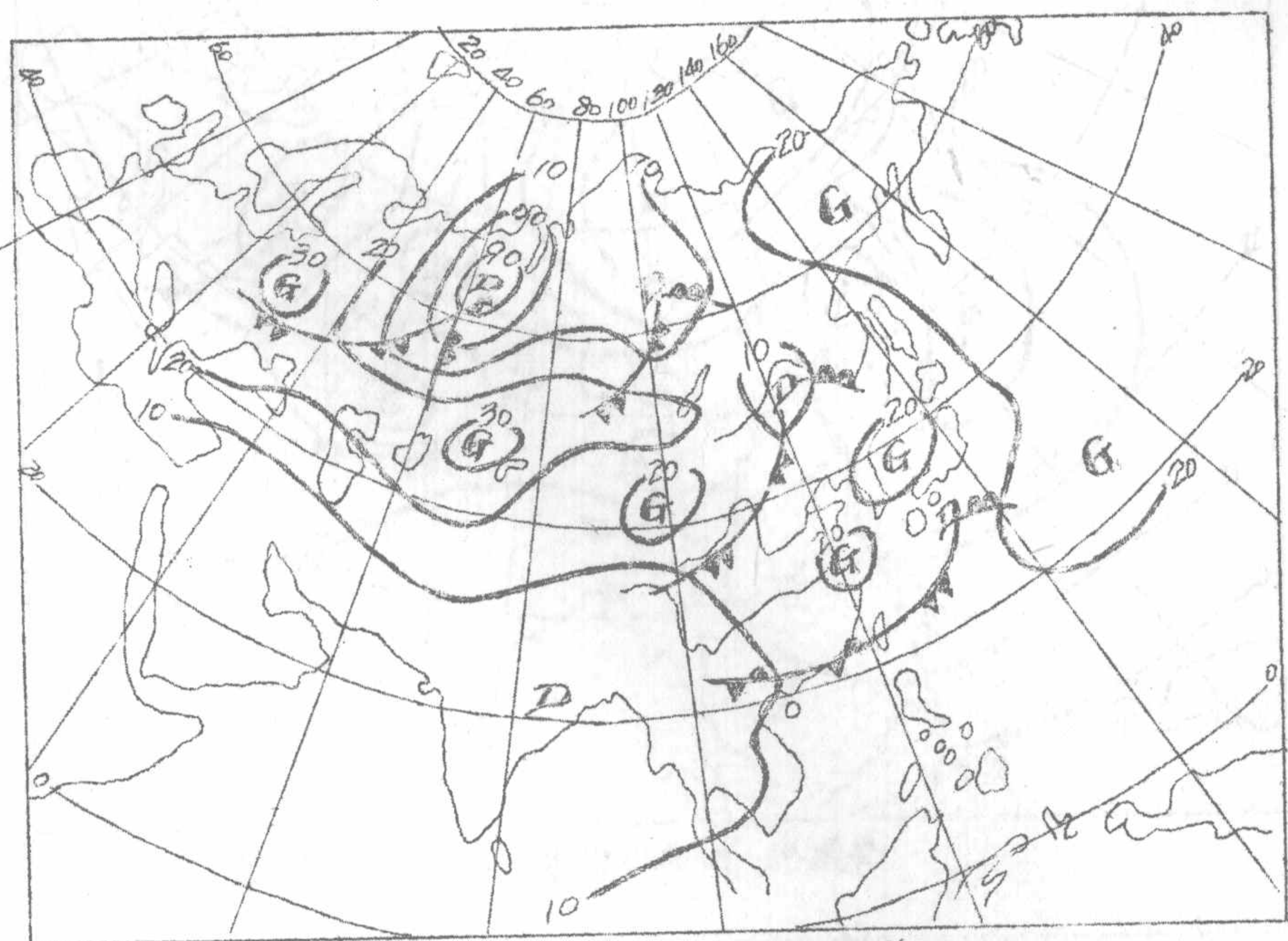


图2.5 1972年3月17日 20时地面图

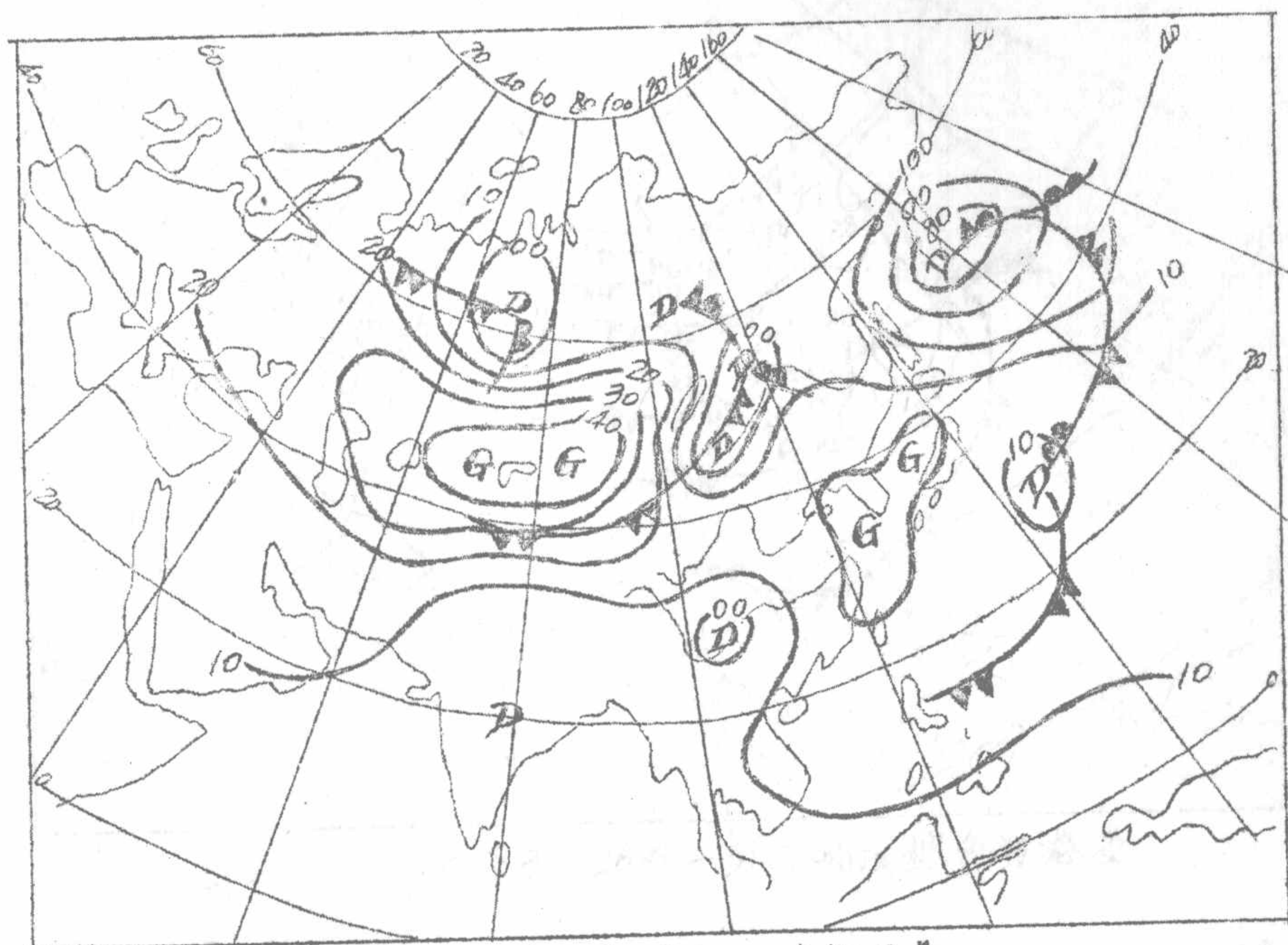


图2.6 1972年3月21日 20时地面图

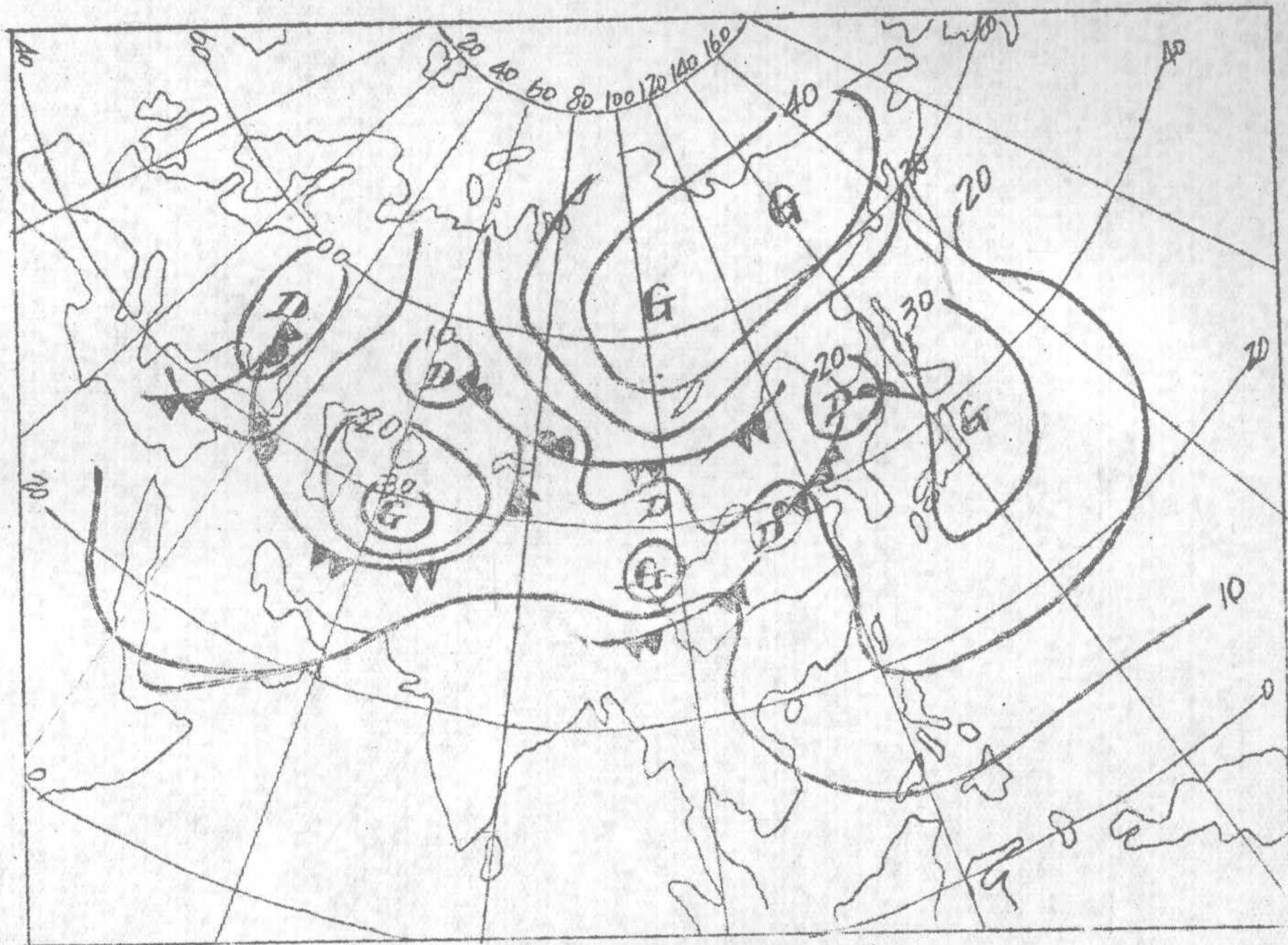


图2.7 1972年3月28日20时地面图

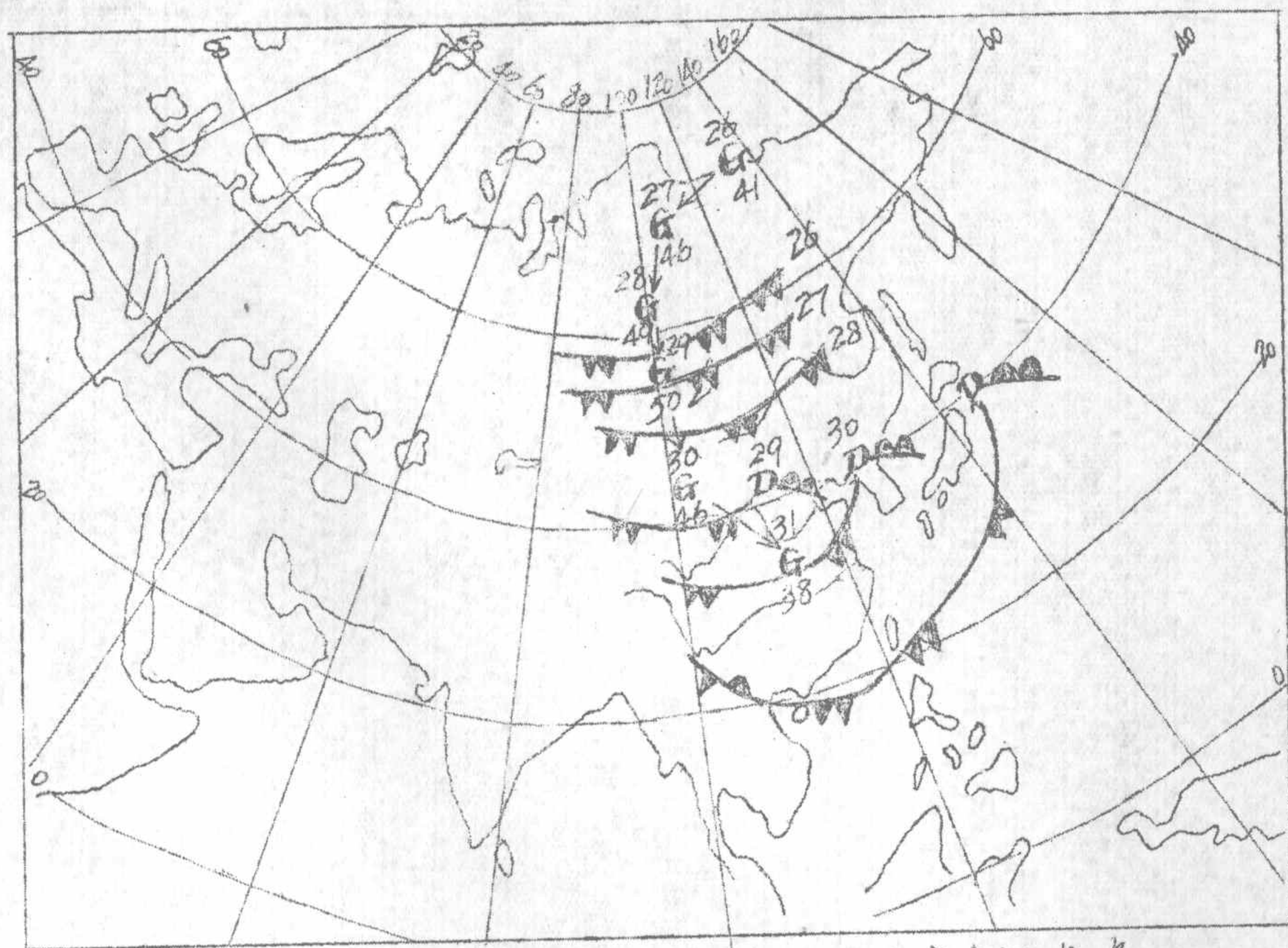


图2.8 1972年3月26日—31日地面线合动卷图

图2.9 1972年3月17日至23日锋区等压线(544 hPa)变化

