

卫星云图的分析 and 接收

第 5 集

中央气象局气象台
大气物理所
北京大学地球物理系

卫星云图联合分析应用组编

目 录

1. 夏季华北低槽冷锋形势下大雨和暴雨的卫星云图分析·····	1
2. 夏季产生华北大——暴雨的高空冷涡的云图特征·····	26
3. 利用卫星云图分析梅雨期的暴雨·····	39
4. 中纬度高空切断冷涡对台风路径的影响·····	54
5. 亚洲东部地区高空急流的卫星云图的特征·····	75
6. 译文: 卫星云图在北半球 500 毫巴数值分析中的应用·····	101
7. 译文: 日本的同步卫星计划·····	112
8. 译文: 未来 5—10 年间气象卫星发展简况·····	117

夏季华北低槽冷锋形势下大雨和暴雨的卫星云图分析

中央气象台 乌 元 康

前 言

夏季影响华北地区产生大雨和暴雨的天气系统很多,其中主要的有高空低压槽、冷涡、地面冷锋以及形成对流性天气的一些中小系统。普查1970年、1971年、1972年三年夏季影响华北地区产生大雨和暴雨的天气过程,其中从我国西部移过来的低压槽和冷锋占绝大多数。在卫星云图上,对应于低槽冷锋有清楚的云带。本文利用中央气象台三年来接收美国《艾萨》卫星云图照片,对影响华北地区夏季产生大雨和暴雨的西来低槽冷锋天气系统的云图特征,作一些初步分析,试图探索怎样利用卫星云图照片来作区域性的短期降水预报。

一、低槽冷锋的云图特征

在天气图上,如果低压槽区内正涡度表现清楚,而在槽前槽后的温度对比不明显,高空锋区不清楚,地面图上分析不出明显的锋面,这种系统在卫星云图上以高空低压槽的云系为主,云带的范围常常就是槽前西南气流所占据的范围。

如果在槽后冷平流很强,高空有明显的锋区,在地面图上可以分析出清楚的冷锋系统,这种系统在卫星云图上以冷锋云带为主。

一般来讲,一个高空槽影响华北,在低层经常伴有冷锋,所以当华北地区主要是高空低压槽并在地面图上伴有冷锋的系统影响时,这种系统称为低槽冷锋,在卫星云图照片上与此系统相应的云系称为低槽冷锋云带。下面主要讨论夏季西来低槽冷锋云带对华北地区降水的影响。

二、低槽冷锋云带的移动

1. 在云图上低槽冷锋云带移动方向的指标

夏季,当一次明显的冷空气影响华北地区时,天气图上总是伴随有低槽和冷锋,在卫星云图上表现有一条云带自西向东移动到达华北地区。在日常的天气预报业务中,有时由于对冷空气的移动方向和速度的判断错误,会造成华北地区降水预报上的失败。所以如果能够利用卫星云图的某些特征来估计云带移动的方向,并与天气图分析相互配合,这对于夏季华北地区大雨和暴雨的预报是有重要意义的。

我们利用云带后部晴空区的横向轴向,来判断云带移动的方向。所谓晴空区的横向轴向是指低槽冷锋云带后部晴空区的东——西向几何轴向,一般都可以根据云带后部晴空区的几何形状确定。在云带后部晴空区的几何形状很不规则的情况下,可借助于晴空区的强度来确定,一般横向轴线可以从晴空区里最黑的区域中心通过。

我们统计了夏季影响华北地区的低槽冷锋云带的未来24小时移动方向与云带后部晴空区横向轴向的关系,得出图2.1所示的结果。云带24小时移动方向与当时云带后部晴空区横向轴向之间有线形相关,绝大多数的偏差范围在正负10度左右。所以云带后部晴空区的横向

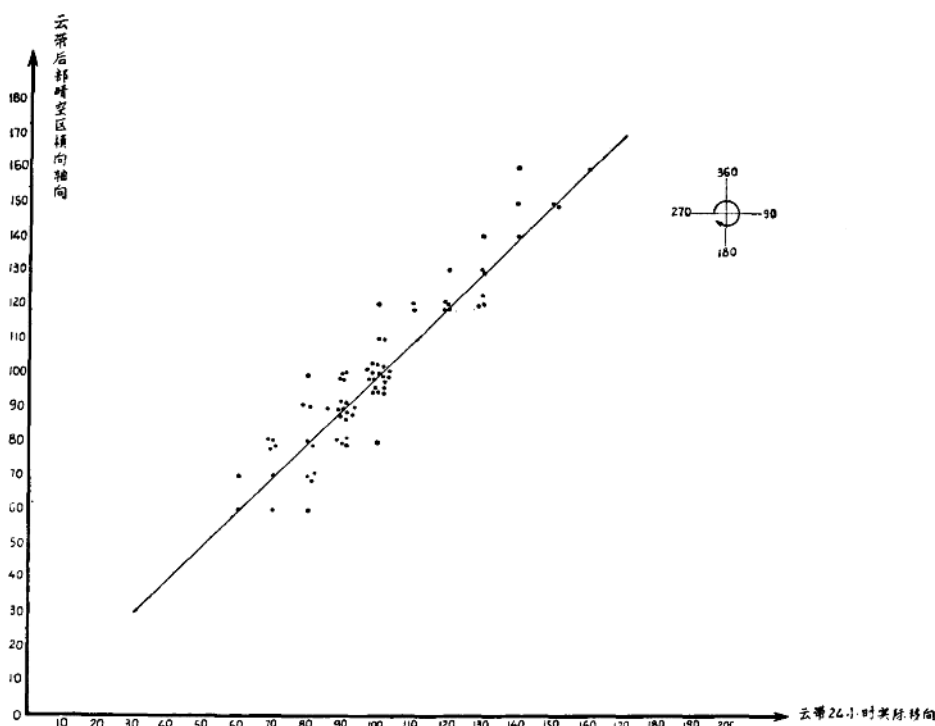


图 2.1. 云带未来 24 小时移动的方向与云带后部晴空区横向轴向的统计关系

轴向对云带未来 24 小时移动方向有指示意义，可以用来作为低槽冷锋云带未来 24 小时移动方向的预报指标。至于作 24 小时以上的预报效果就较差，但是未来 48 小时云带移动方向还可以用外推的办法加以外延。

例 1: 1972 年 8 月 25 日 (图 2.2)，从贝加尔湖到我国的新疆南部有一条低槽冷锋云带，云带后部的晴空区从图上可以判断它的横向轴向为东——西向，指示未来 24 小时低槽冷锋云带将向偏东方向移动影响华北，第二天的卫星云图上 (图 2.3)，此云带已东移到达河套及其以东地区。其后的晴空区横向轴向为西北西——东南东方向，指示这低槽冷锋云带未来 24 小时将向东稍偏南方向移动继续影响华北。到 8 月 27 日此云带已移过华北，从朝鲜半岛一直伸展到淮河、渭河流域。从这天的云图照片上 (图 2.4)，晴空区为西北——东南向，可以估计此低槽冷锋云带将向东南方向移动。8 月 28 日，云带已到达日本和我国长江流域一线 (图 2.5)。

例 2: 1972 年 9 月 19 日 08 时在河西地区有一股冷空气 (图 2.6)，几天来在槽前一直维持有一个强大的高压脊，同时在西西伯利亚地区又有一股新的冷空气在酝酿，天气图上是槽赶槽的形势。根据这一形势，预报员往往容易判断在贝加尔湖的冷空气将北缩向东北方向移动，主要影响华北北部和东北地区。然而根据当天接收的卫星云图 (图 2.7)，相应的低槽冷锋云带后部的晴空区横向轴向主要为西北西——东南东方向，这可以帮助我们判断冷空气未来将东移影响华北地区 (图 2.8)。

此例说明，在有些情况下，单利用天气图资料来判断冷空气的移动方向有困难，利用云带后部的晴空区横向轴向可以帮助判断云带未来 24 小时移动方向，这一点在日常的预报业务工作中是有用的。

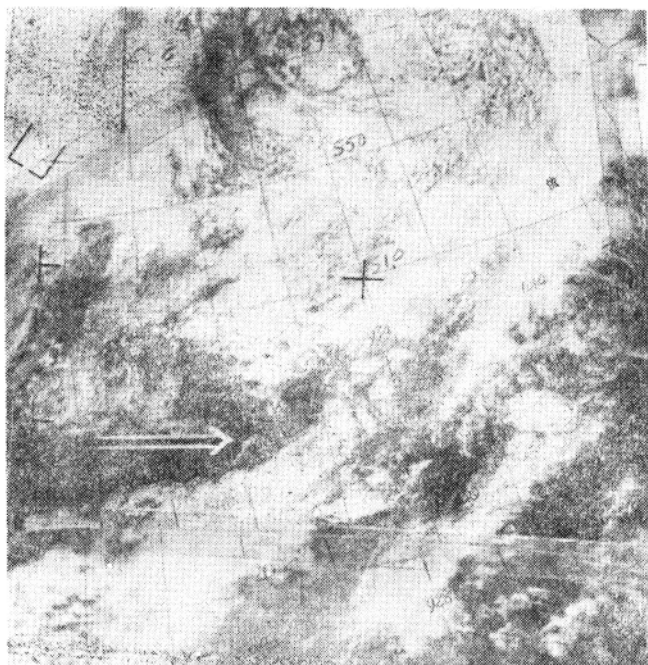


图 2.2. 1972 年 8 月 25 日艾萨-8 卫星云图。
图中白色箭头为晴空区横向轴向。(下同)

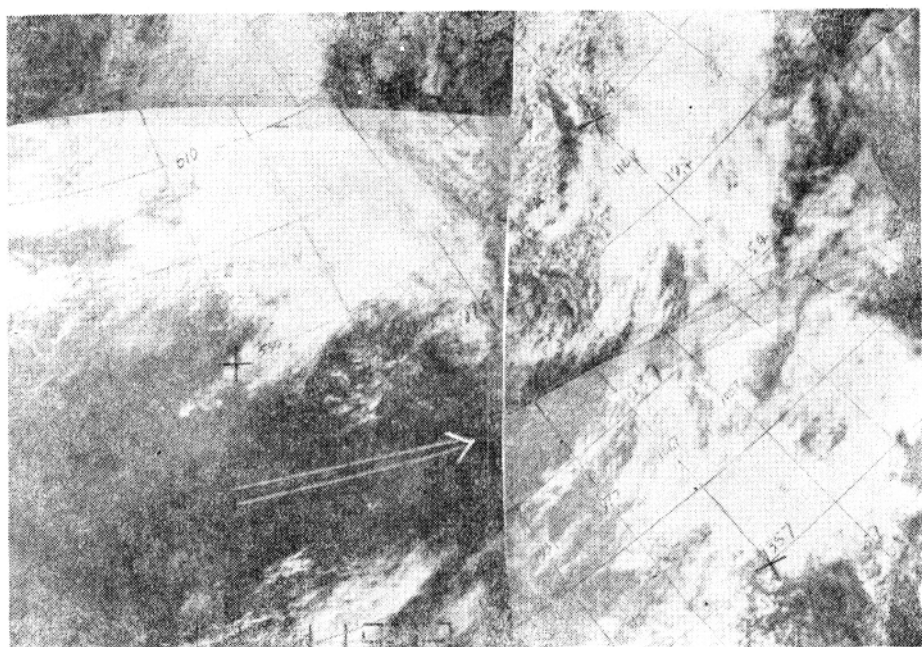


图 2.3. 1972 年 8 月 26 日艾萨-8 卫星云图。
此时的横向轴向为西北西—东南东方向。

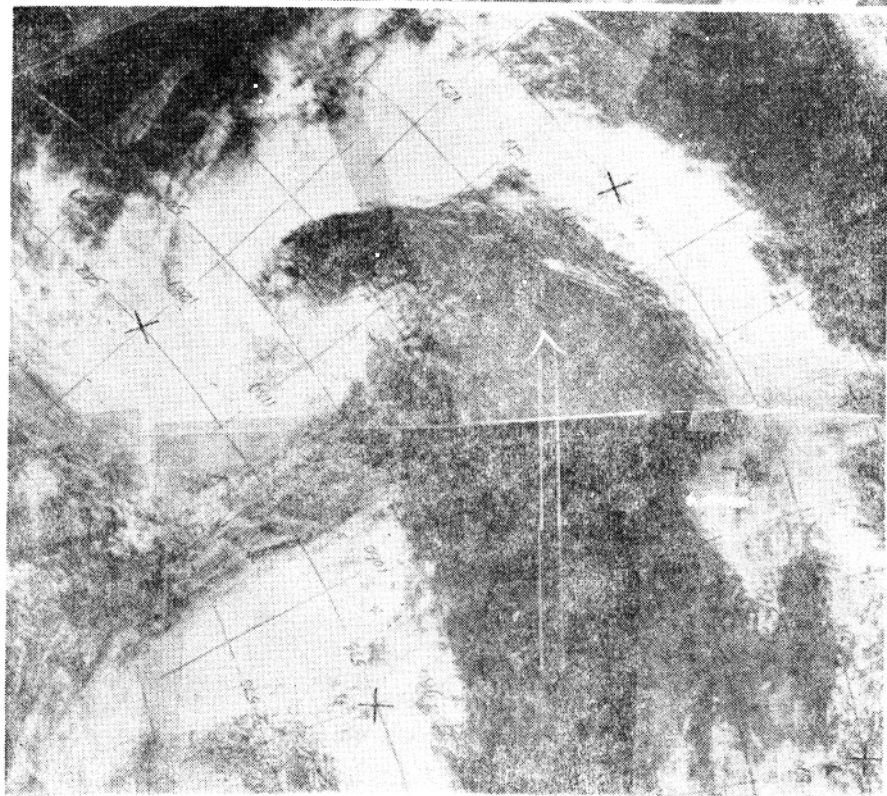


图 2.4. 1972年 8 月 27 日艾萨-8 卫星云图。
此时晴空区的轴向为西北—东南向

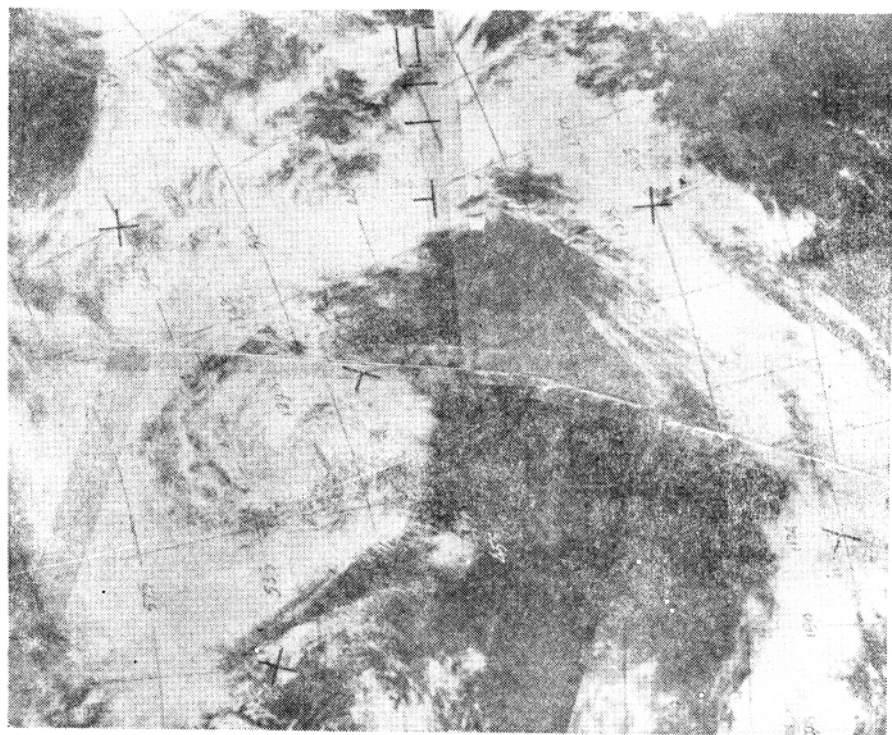


图 2.5. 1972年 8 月 28 日艾萨-8 卫星云图。
云带已到达日本和我国长江流域一线

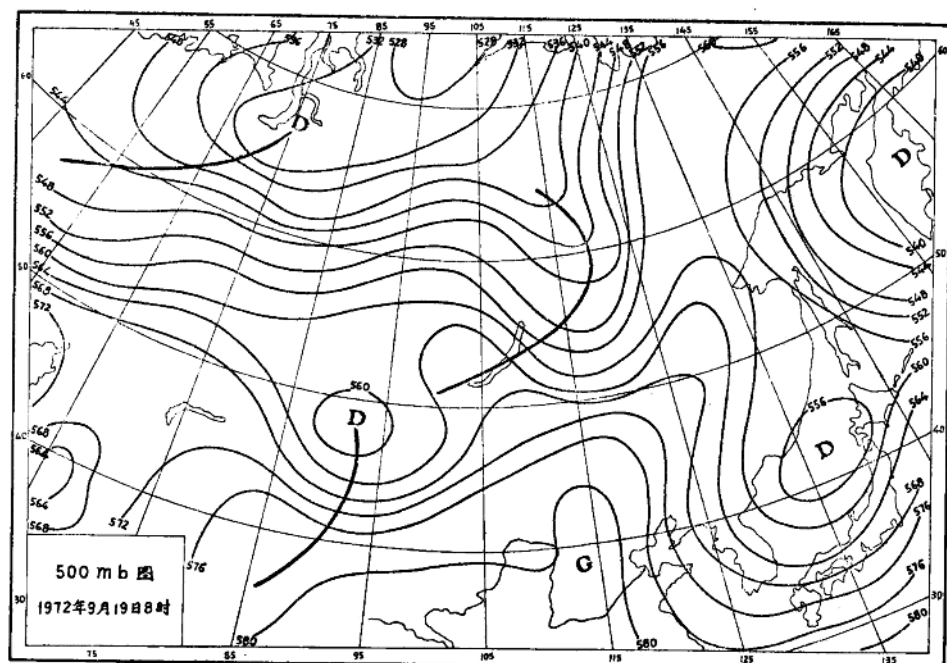


图 2.6. 1972 年 9 月 19 日 08 时 500 毫巴图

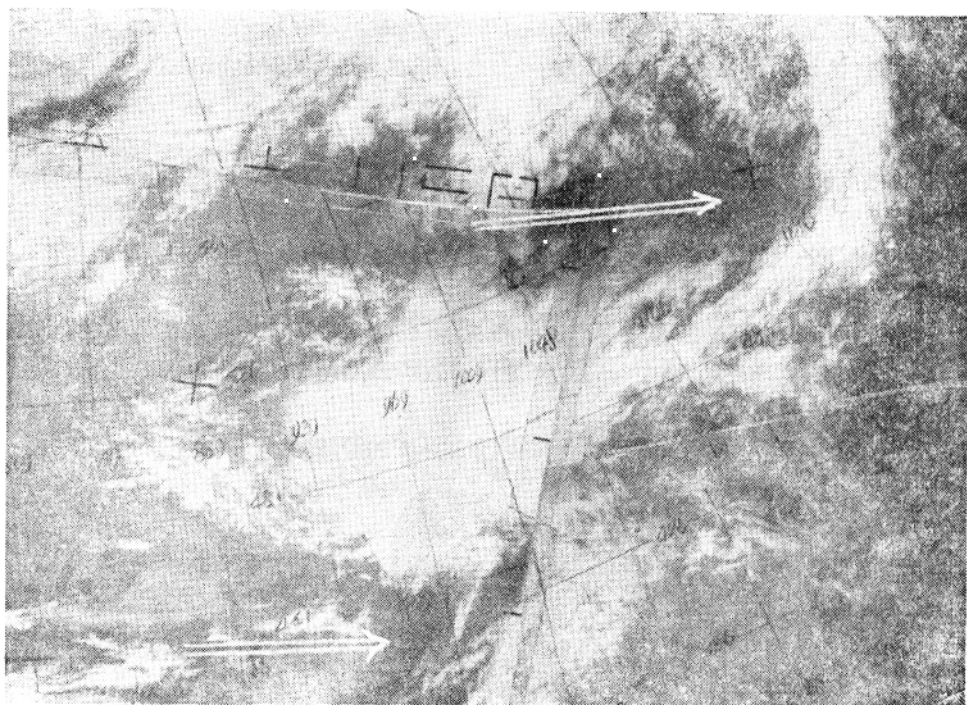


图 2.7. 1972 年 9 月 19 日艾萨-8 卫星云图。
晴空区横向轴向为西北西—东南东方向

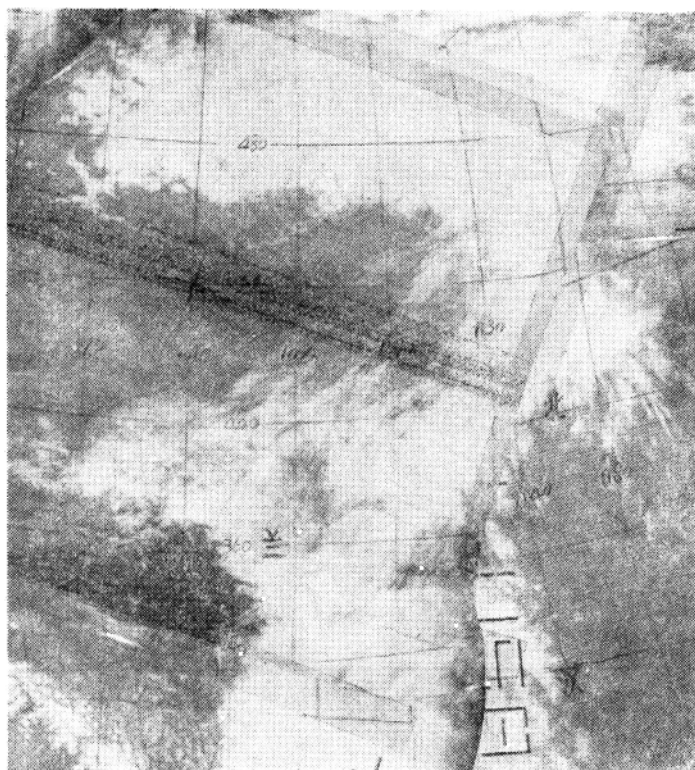


图 2.8. 1972 年 9 月 20 日艾萨-8 卫星云图, 云带已东移影响华北地区。

2. 在云图上低槽冷锋云带移动速度的指标

西来低槽冷锋云带由西部进入我国新疆北部时, 一般常有停留, 以后加速移到兰州附近, 再稍有滞留, 然后再东移, 从云带进入新疆到影响华北, 一般为 2—4 天左右。低槽冷锋云带在新疆以西移动速度一般为 4—6 个经度/日, 从进入新疆到兰州之间为 9—11 个经度/日, 兰州以东则一般为 7—9 个经度/日。

从云图上可以找到判断云带移动速度的指标, 若云带东移过程中是减弱消散的, 则云带一般将加速移动, 若云带东移过程中与青海湖地区附近的云团结合, 或者有两云带合并加强的过程, 云带将减速移动。

在云带东移过程中, 如果云带后部的晴空区变得更加清楚(云图照片上晴空区显得更黑), 则可以大致地估计云带将可能加速移动。当云带后部的晴空区的横向轴向大致与云带本身的走向平行时, 云带将滞留或减速移动, 当云带后部的晴空区的横向轴向大致与云带本身的走向垂直时, 云带的移动速度就可能较快。云带的移动速度除开本身的条件外, 还受周围系统的影响。例如当副热带高压在朝鲜附近有一个稳定的分裂中心时, 在云图上黄海到日本海地区是无云区, 有时可见到太阳耀斑, 这种形势将阻止影响华北地区的低槽冷锋云带东移, 低槽冷锋云带将在华北地区滞留或者少动, 使华北地区降水持续。

例: 1971 年 8 月 5 日的云图上, 有一个西来低槽冷锋云带已影响华北地区, 在云带的前部有一片南北走向的宽广晴空区, 在天气图上对应的是在槽前有一个南北向的高压脊。这个

高压脊东移缓慢,在云图上从黄渤海到东北地区是大片晴空区,照片上渤海湾的轮廓也显得很清楚,以后此低槽冷锋云带受前面的高压脊所占据的晴空区阻挡,在华北地区停留了三天,造成华北地区持续三天的降水。

当低槽冷锋云带影响华北地区时,如果在贝加尔湖附近有一个阻塞高压,在阻塞高压前部的东北气流里,不断地有冷空气南下,在云图上表现为副冷锋云带进入西来的低槽冷锋云带,此时低槽冷锋云带在华北地区停滞少动,华北地区降水持续。同时,当副冷锋云带併入西来低槽冷锋云带时,降水强度将增强。

三、低槽冷锋云带强度的变化

1. 地理条件对西来低槽冷锋云带强度的影响

低槽冷锋云带在翻越高原或从高原北部移过时,受地形影响,强度往往减弱,并加速东移。一般来讲,从巴尔喀什湖到河套之间,是云带消弱的地区,过了河套以后,云带重新加强。

例:1972年6月2日有一西来低槽冷锋云带从苏联西西伯利亚东移到巴尔喀什湖地区,第二天(图3.1)云带移到我国新疆西部地区,这时云带尚有一定强度,密蔽云区的范围比较大,并且云区中云的厚度增厚,而且白色的云区比较亮。以后此云带继续东移,翻越高原。到6月4日(图3.2),云带明显减弱,低槽冷锋云带中的密闭云区的范围缩小,带状云区有些断

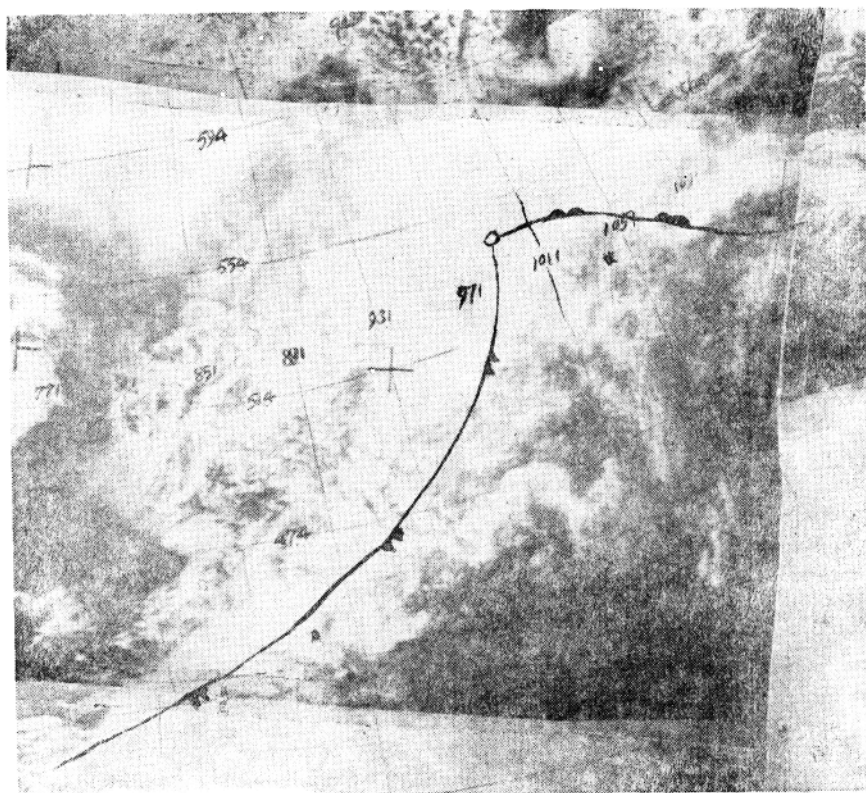


图 3.1. 1972 年 6 月 3 日艾萨-8 卫星云图。此时云带位于高原西侧

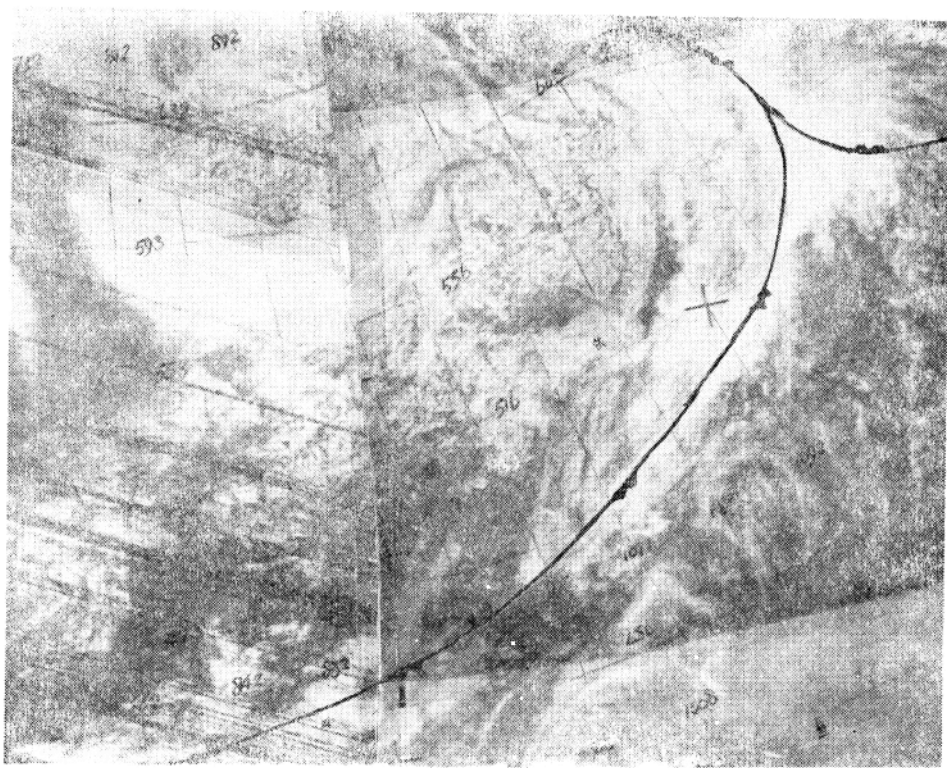


图 3.2. 1972 年 6 月 4 日艾萨-8 卫星云图。云带受高原地形影响, 强度减弱

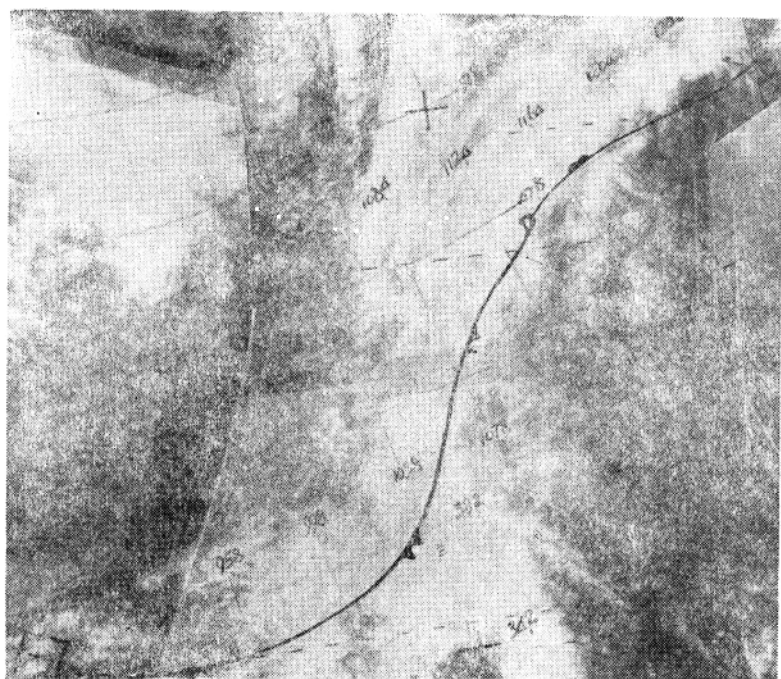
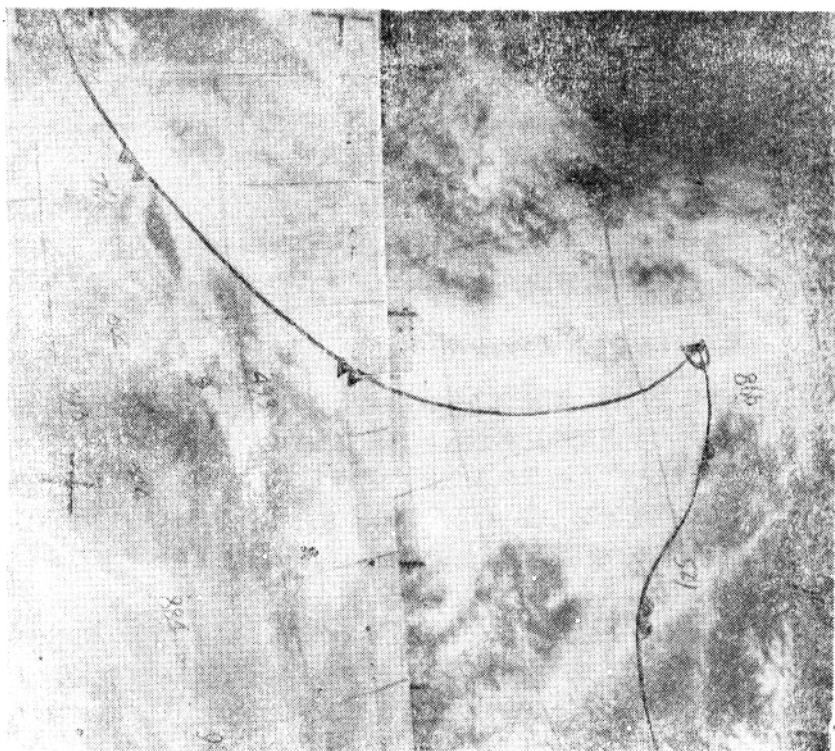


图 3.3. 1972 年 6 月 6 日艾萨-8 卫星云图, 云带进入河西, 强度重新增强



3.4. 1972年5月14日艾萨-8卫星云图。此时云带位于巴尔喀什湖附近

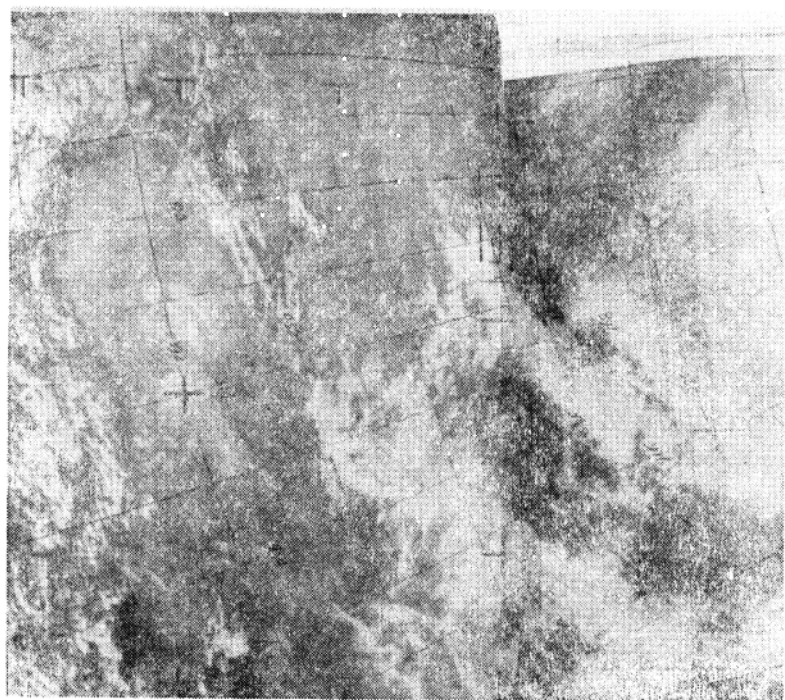


图 3.5. 1972年5月16日艾萨-8卫星云图，云带北段越过天山东移，南段残留在高原西部地区。云带被切断

裂,说明云带在翻越高原时,受高原地形影响,强度减弱。以后此低槽冷锋云带越过高原进入河西,强度有些增强,并且速度减慢。6月6日云带到达河套地区,相应的云带又重新发展成一条完整的东北——西南向的低槽冷锋云带(图3.3)。

有一些西来低槽冷锋云带东移越经高原时,往往被高原切断,其中云带北段东移速度较快,南段滞留在高原西部地区少动。

例:1972年5月14日,在巴尔喀什湖附近有一南北向的云带东移接近高原(图3.4),此低槽冷锋云带在东移过程中受高原阻挡东移缓慢,到5月16日北段越过天山山脉东移,南段则残留在高原的西部地区,云带被切断(图3.5)。

2. 从云区的特征判断云带强度的变化

垂直运动是造成天气变化的重要条件。如果低空出现辐合,高空出现辐散,这就有利于上升运动发展,坏天气都是出现在这种地区。目前气象中心发布的传真天气图,给出有垂直速度分布图,但在一般情况下,直接想从天气图上判断上升运动的区域,往往有困难。卫星云图上的卷云常常能指示高空气流的特征,如果在卷云区的边缘有向外辐散的卷云羽,并且在密蔽云区中沾染有对流云的亮点,整片云区的色调很白,这表示低空辐合很强烈,高空辐散明显。如果云带出现这种情况,就表示云带的强度会增强。

例:1972年7月19日在华北地区有一云带K(图3.6),云带的特点是亮度大,其中密蔽云区的范围占据了整个云区面积的90%以上,在密蔽云区的东侧,北京附近(图中E处)和河北的南部地区(F处),在云图上可以观测到明显的豆粒状的亮点,这些豆粒状亮点的结构很密实。地面报告证明该处有强烈的对流云发展。对应于这些亮点,在雷达回波上观测到了强烈的雷暴区(图3.7)。从雷达回波照片上可以看到,在北京附近有清楚的对流回波,到15时10分对流强烈发展,对流回波也发展到最旺盛阶段。所以在有雷达设备的地区,卫星云图提供了大范围的云系背景,在没有雷达设备的地区,也可以从卫星云图上发现中小系统的雷暴群,这一点对雷暴或飑线的分析和预报是很有帮助的。

北京地区7月19日14时的温度对数压力图上的上升曲线也表明有强烈的对流性不稳定,从低层到高层存在有大面积的潜在不稳定能量正区。

对应于这些豆粒状亮点经过的地区都出现了很大的暴雨;其中北京下了84毫米,青龙72毫米,沧县274毫米,黄骅141毫米,保定124毫米,遵化108毫米,承德106毫米,围场84毫米,塘沽52毫米(图3.9)。

同时,在这一云带的密蔽云区的边缘可以观测到明显的向四周辐散状卷云羽,表示高空存在有辐散流场,这一点从天气图上也得到证明,对应于1972年7月19日20时的300毫巴图上(图3.10)在华北地区存在有清楚的辐散流场。而在低层是强烈的辐合区,地面有气旋发展,850毫巴图上(图3.11),在华北地区也存在有一个清楚的辐合流场。这种低层辐合配合有高层辐散的机制,给该地区的上升运动提供了有利条件,这一点在1972年7月19日的垂直运动图上反映得很清楚(图3.12)。从图中可以看到在华北地区存在有很强烈的上升运动。

此例说明,当云带的密蔽云区的边缘出现有辐散状的卷云羽时,指示密闭云区存在有强烈的上升运动。同时也可以作为判断低压系统在短期内有可能强烈发展的指标。这一点对于短时效的降水和系统演变的预报是有意义的。



图 3.6. 1972 年 7 月 19 日艾萨-8 卫星云图

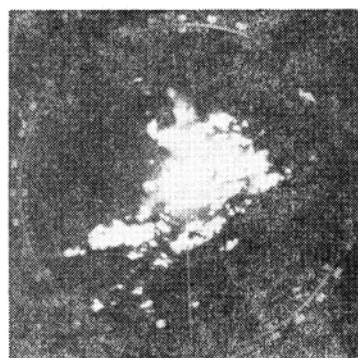
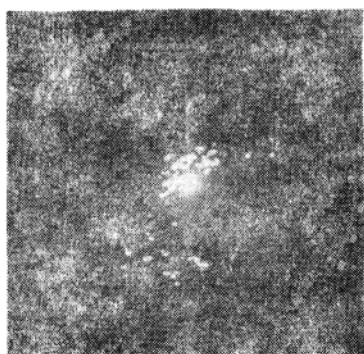


图 3.7. 1972 年 7 月 19 日的雷达回波照片

a) 10 时 58 分 $\delta=0^\circ$ odb 每圈 100km

b) 15 时 10 分 $\delta=1^\circ$ odb 每圈 50km

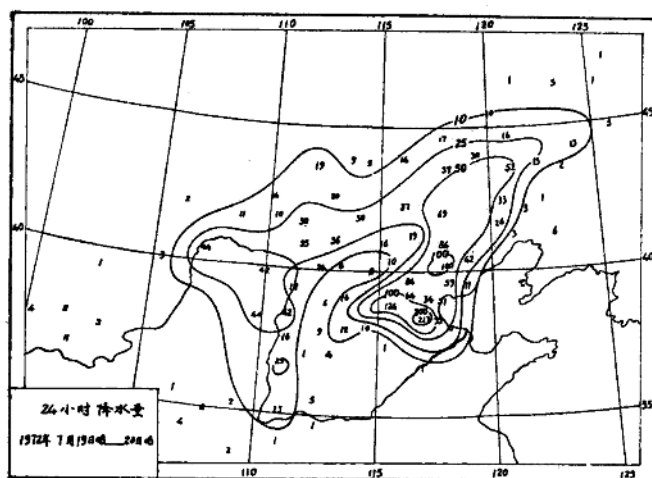


图 3.9. 1972 年 7 月 19 日—20 日 08 时雨量图

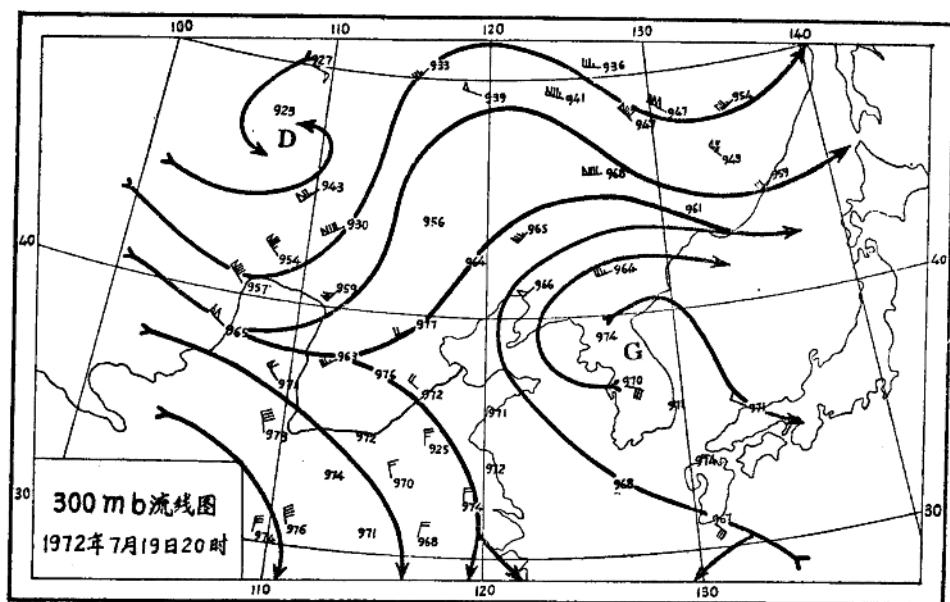


图 3.1. 1972 年 7 月 19 日 20 时 300 毫巴流线图。华北地区存在有清楚的辐散流场

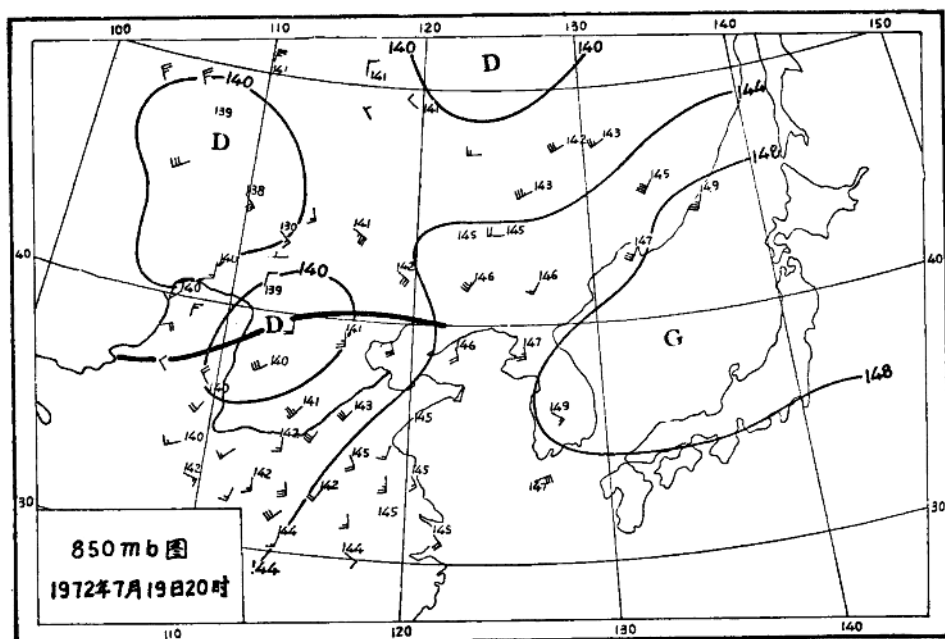


图 3.1. 1972 年 7 月 19 日 20 时 850 毫巴图

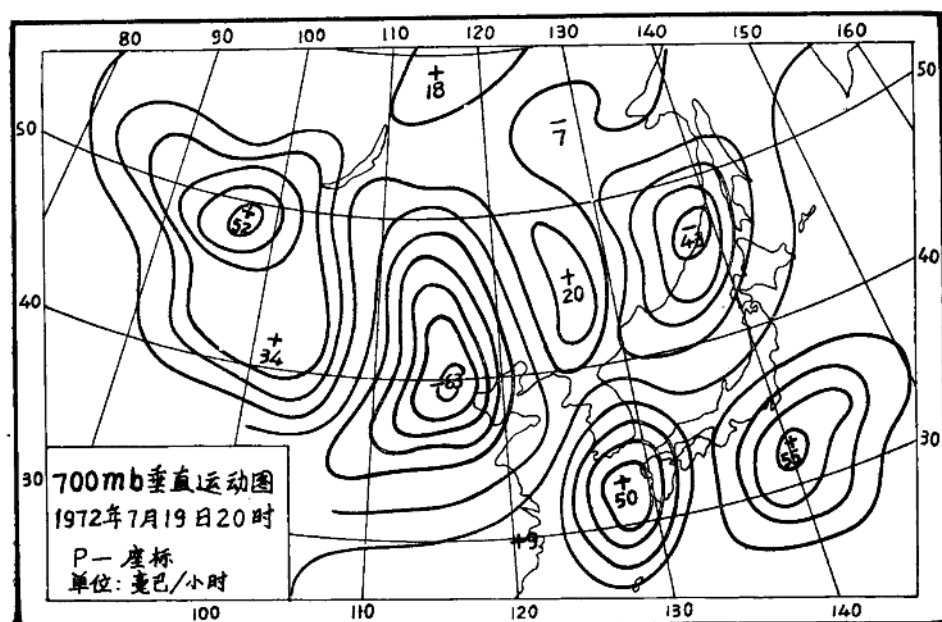


图 3.2. 1972 年 7 月 19 日 20 时 700mb 垂直运动图。+号为下沉运动区, -号为上升运动区。

四、夏季影响华北地区产生大雨和暴雨的 西来低槽冷锋云带的卫星云图特征

为了从云图上寻找有预报意义的夏季华北地区大雨和暴雨的指标, 对三年来夏季华北地

区出现的 27 次属于西来低槽冷锋云带所造成的大雨和暴雨过程，进行了分析，最后将华北地区出现大雨和暴雨过程前期的西来低槽冷锋云带的云图特征分成五种型式，现分述如下：

1. 西来槽与切变线型：

夏季在黄河流域维持一条东西向的切变线云带，同时在北方又有一条低槽冷锋云带从新疆东移，在低槽冷锋云带东移过程中，切变线云带受西来槽前西南气流的牵引向北凸突，并且逐渐与西来低槽冷锋云带的南端云系结合。在突起处，密蔽云区的范围往往加宽，亮度增加，对应的地面有一个雨量中心东移影响华北，并引起华北一次大雨和暴雨的降水过程。以后随着低槽冷锋云带的东移，与切变线云带完全结合，并向东南移动，移出华北。华北地区降水过程结束。类似的大雨和暴雨过程三年内共出现六次。

1971 年 8 月 14 日有一股冷空气影响华北，在 8 月 15 日的 700 毫巴图上，与此冷空气相对应的槽在东移南压的过程中，形成一条东北——西南向的切变线，稳定在黄河流域。在云图上对应于这一条切变线是一条东北——西南向的云带(图 4. 1)。在当时的 700 毫巴图上(图 4. 2)巴尔喀什湖附近又有一条低槽东移，对应于云图上有一条西来低槽冷锋云带，这是华北地区一次大的降水过程的前期形势。

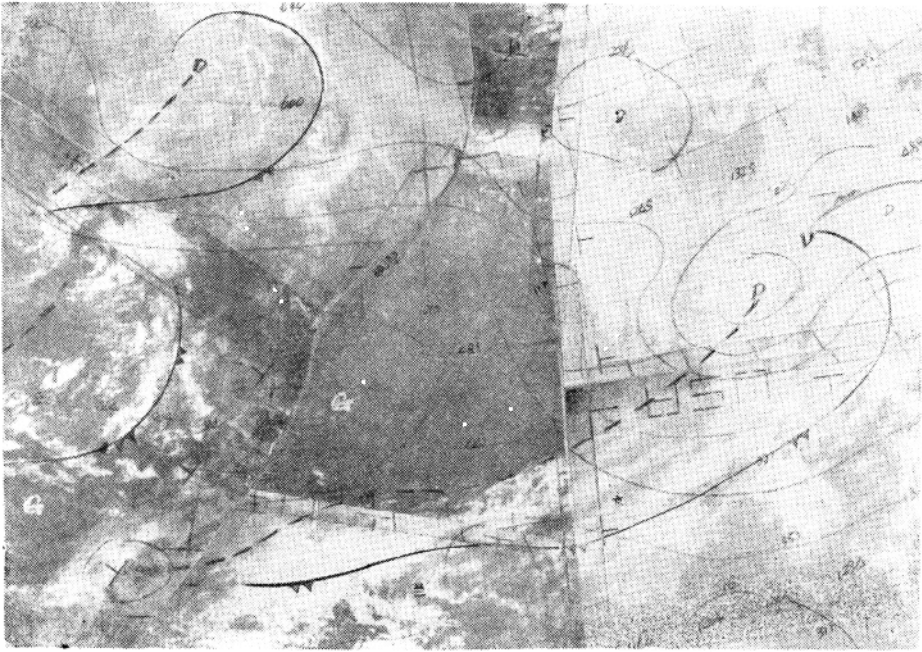


图 4.1. 1971 年 8 月 15 日艾萨-8 卫星云图。图中描出了相对应的 700 毫巴等高线、槽线和地面锋面。

以后西来低槽冷锋云带继续东移，切变线云带与低槽冷锋云带逐渐接近，并且在槽前的两云带连接处的河套地区上空，切变线云带表现为明显的向北突起，云区加宽，亮度增加，并且在边缘部分还可以看到有向外辐散的卷云羽，表明高空存在有明显的辐散流场(图 4. 3)，这些云图上的特征都指示地面将有气旋波发展，但此时的地面图上还画不出气旋波。到 8 月 17 日的云图上(图 4. 4)，在北京附近发展起了一个明显的气旋波云系。这时候的地面天气图上也可以分析出冷暖锋系统，华北地区出现了一次大雨过程。

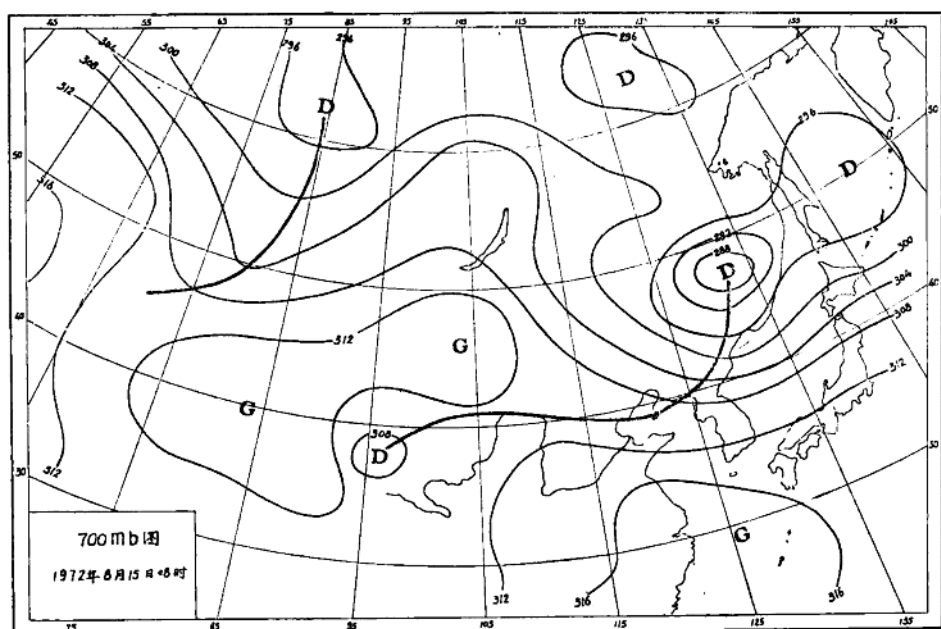


图 4.2. 1972 年 8 月 15 日 08 时 700 毫巴图

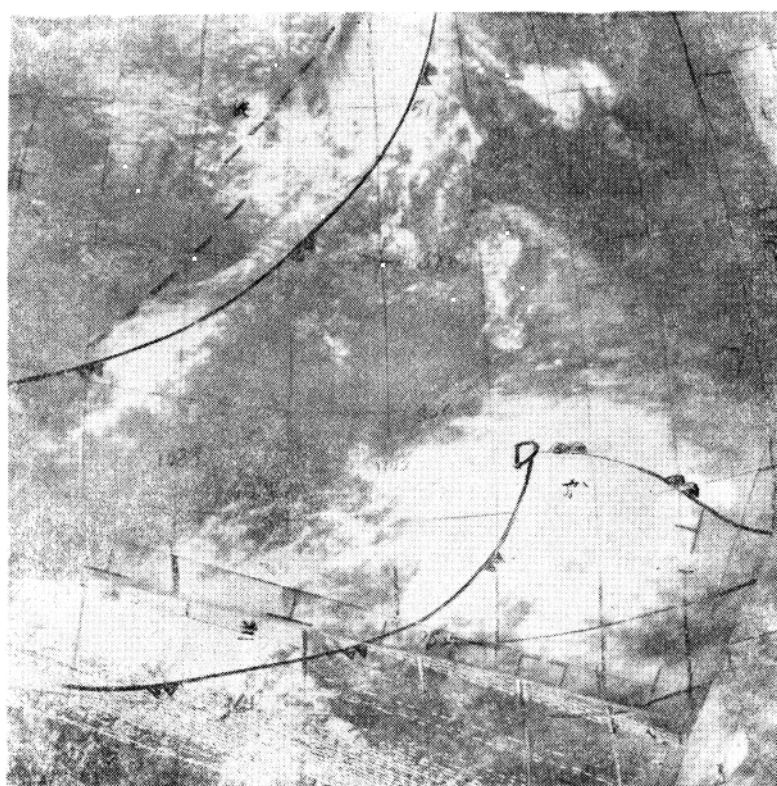


图 4.4. 1971 年 8 月 17 日 艾萨-8 卫星云图