

大型天气过程分析的 几个问题

张家诚 著

科学出版社

大型天气过程分析的 几个问题

曹家骅

气象出版社

大型天气过程分析的 几个問題

張家誠 著

科學出版社

1961

内 容 简 介

本书系著者在学习长期天气预报问题时,受苏联学者们先进理论的启发,将有关中长期天气预报原理联系东亚季风区的特殊情况进行了讨论。本书共分为五章:第一章介绍了大气过程的分型方案,特别介绍了苏联王耿格依姆学派的分型方案;第二章根据东亚特点提出了一个适合于东亚季风区的分型方案;第三章以统计方法为依据得出距平的规律性,并作出从历史发展规律出发的数值预报方案;第四章以热平衡作为长波演变的背景,考虑长波分析在中长期预报中的应用;第五章对距平方法作了物理分析。

本书可供气象业务工作者、研究工作者与大学气象专业师生参考。

大型天气过程分析的

几个问题

张 家 诚 著

科学出版社出版 (北京朝阳门大街 117 号)

北京市书刊出版业营业许可照出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经售

1961 年 5 月 第 一 版

1961 年 5 月 第一次印刷

(京) 0001—4000

书号: 2316 字数: 54,000

开本: 850×1168 1/32

印张: 2 3/16

定价: 0.35 元

前 言

长期天气预报方法的研究,从 20 世紀开始以后才得到显著的发展,在上世紀由于气象資料的不足,对于大气过程的了解程度还很有限,因此还没有可能創立系統性的长期预报方法和理論。那时所完成的工作只是某些准备工作,其中最有名的如:太瑟伦·德·博尔特 (Teisserenc de Bort, 1883 年) 首先提出大气活动中心的概念,万·貝貝尔 (Van Bebbber, 1826 年) 提出第一个环流分型方法 (欧洲区域内),雷卡契夫 (Рыкачев) 繪制了气旋的主要路径图。这些工作对于后来天气过程的分型有很大的意义。

20 世紀以来,不但长期天气预报研究的水平有很大的提高,而且研究的范围也大大地扩充了,产生了各种不同的观点和方法,甚至在从事同一方面工作的学者們之間也难免沒有很多爭論的問題。这一現象說明长期天气预报問題的复杂性,同时,也說明目前还存在很多未解決的問題,因此还没有条件出現一个为大家所一致公認的方法和原理。但是这种情况并不否認长期预报研究工作在 20 世紀前半期所取得的成就。應該着重指出,在这段时期出現了許多系統性的、具有一定理論基础的预报方法,其中應該特別提到的有瓦尔克 (Walker) 等人^[12]对世界天气的研究,牟尔塔諾夫斯基 (Мультиановский) 所創立的苏联天气学预报方法^[9]和罗斯貝 (Rossby) 的长波理論^[11]及其应用等。

怎样使长期天气预报方法具有更充分的物理意义,是近代长期天气预报研究工作的主要方向之一,在这方面有特別重大意义的是对大气环流問題和对大气能量問題的研究。柯欽 (Кочин)、布里諾娃 (Блинова) 諸人用流体力学方法对大气环流进行过很好的解释,王耿格依姆 (Вангенгейм) 及其他学者用分型的方法研究了大气环流的长期演变过程^[1]。

与大气过程的长期演变有密切关系的大气能量问题的研究，特别是在苏联得到巨大的发展，舒列金（Шулейкин）的季风理论^[10]，帕加香（Погосян）关于气团变性对大气环流影响的理论^[6]，布德科（Будыко）对于热平衡的研究等，这一系列工作说明大气下层的能量转化问题有进一步解决的可能。过去研究高层大气中能量问题在技术上几乎是不可能的，但是自从1957年苏联发射第一颗人造卫星之后，这个问题也就有了解决的可能。

要完全解决这些问题还需要一个相当长的时期，但是这些问题的提出与已获得的研究结果，无疑地对今后长期天气预报的研究是有帮助的。

本书主要是作者在学习长期天气预报理论问题时，受到上述苏联学者们的启发，将他們这些理论联系到东亚地区的特殊情况（主要是受海陆及地形影响所制约的东亚季风）。但由于作者理论水平与实际工作经验有限，又加以问题本身的复杂性，所作的讨论不过是一些尝试，因此在内容方面一定是不够完善的，希望读者多加以批评和指正。

目 录

前言.....	i
第一章 关于天气过程分型的几个問題.....	1
第二章 一个新的分型方法.....	11
第三章 长期预报的統計方法.....	26
第四章 行星波方法的改进.....	31
第五章 距平的物理分析.....	45
結束語.....	62
参考文献.....	64

第一章 关于天气过程分型的几个問題

研究大气环流及长期天气预报的重要問題之一，就是怎样能正确簡便地表示出各个时期大气环流的本质和特点，从而根据这些特点，来研究它的发展規律。

大气过程是一个四度的問題(x, y, z, t)，一般的天气图或剖面图只能比較全面地表示两度的状况，如果要扩展到三度，就必须增加很多图，同时也較难得出一个綜合的概念，如果还要扩展到四度的話，图的数目就会增加得更多，更不易看出总的規律来。因此长期预报比短期预报更为困难，因为长期预报需要研究长期的天气过程，四度的全面描述問題就更为复杂。对于这个問題的解决，人們基本上采取以下两个主要方面：

1. 不考虑过去的时间变化，而只考虑最后一天的天气形势(或最后几天、最后一个月等等时间范围的平均图)，这种方法是假設最后一张图(或平均图)是以前整个历史变化的結果，因此只要考虑最后一张图，就可以预报以后天气过程的发展。长期预报的相似法及数值预报都属于这一范畴(当然相似法只是从粗略的形态出发，而数值预报是从数学物理公式出发)。可是采用这一个方法需要有一个前提，就是要能相当完善地描写最后一天或一个阶段天气形势的特点，不然描写发生偏差，就更不能正确代表历史过程了。因此这样就受到了很多限制。人們都知道，在自然界中沒有完全相似的过程，也沒有能完全代表自然界天气状况的公式，因此在这方面还需要更多的探索。

2. 不詳細考虑当时的天气过程，而是将具体的天气形势分为有限个数的型，或者取某些“重要”特征，作出指数。用天气型或指数来代替三度的空間形势。于是就将四度的問題容易地轉化为簡單的两度問題了(型与時間)。但是在这里产生了一个問題，就是

这些型或指数只能非常粗略地描写一些主要方面，它与真实情况相差很多，它将实况过分简化了。又加以所建立的型，绝大多数都不是从大气的内部物理过程来考虑的，而只是从气压场的形态上来区分，所以更不能反映真实过程，其结果也就必然不能准确预报发展的趋势。

到目前为止的一般长期预报方法(除去纯统计方法外)不是属于第一类，就是属于第二类，而问题的合理解决最好是两类方法并用，用第二类方法以确定整个的发展趋势，而用第一类方法作为订正。这种观点是完全符合辩证法的原则的，因为规律性并不排斥偶然性。新生的事物往往不是明显的或强大的，它在简化了的“型”上面可能反映不出，而是需要具体分析(例如整个形式属于某型，可是已出现或快要出现某些破坏这型的因素，那么这些因素必须具体分析温压场才能看出，至于这些因素是否发展，那么又需要看大的形势与整个规律对它发展是否有利)，所以最好要二者配合。

苏联王耿格依姆学派^[1,2]是属于第二类的，他们认为当所研究的天气过程愈长时，就越必须以更主要的天气过程的特征作为研究对象。所以即使天气型只能反映大气过程的最主要的特点，但是只要能掌握这些本质特点的时间变化，也就能大略知道总的发展趋势。因此天气分型在他的预报方法中占有特殊重要的地位。该学派对分型要求有以下几点：

1. 大气过程是彼此联系的，因此分型应从整个北半球的形势出发，而且要非常简便。

2. 大气环流有三种基本形式，即西方型(W)，主要特点是西风发达，在强大西风上有小波动迅速东移。东方型(E)，在东欧有一高空脊存在，故苏联西部有冷空气侵入，西伯利亚高压西伸，此时经向环流发达。中欧经向型(C)，也是纬向环流减弱，经向环流发达的形式，但是长波相位与东方型时正好相反。

我们认为王耿格依姆的分型比前人进步。为了说明这点，我们必须回顾一下以往的分型方案。这里我们首先肯定王耿格依姆标准的第一点是完全正确的，因为这是已由近年来的实际工作及

理論研究所証實了的。但是以这个观点(即从北半球范围考虑)所进行过的分型方法并不多,其中最著名的只有四个:即瓦尔克、罗斯貝、德捷尔德捷也夫斯基(Дзердзеевский)及王耿格依姆学派。

瓦尔克的方法^[12]是从世界各地之間的天氣有联系这一观点出发,以三大浪动作为分析的中心。他能考虑到全球范围,并认为世界各地天气变化不是局地的,而是彼此有机联系着的,这完全是正确的。他从掌握大气活动中心的浪动来作为掌握世界天气的钥匙也是先进的,可惜他仅強調了海洋上的活动中心,而未給大陆上的活动中心予以足够的注意,这显然是一个缺点。因为根据季风理論,在冬季海洋是热源,大陆是冷源,而在夏季大陆是热源,海洋是冷源,可見大陆及海洋都是影响大气环流的积极因素。如果不考虑大陆,即等于冬季不考虑冷源,而夏季不考虑热源;那么就不会完全正确地反映自然界实际情况。此外瓦尔克的方法有一个优点,就是能够用确定的数量来表示各个浪动的强度,而且对世界各地天气的联系都用回归方程表示。虽然这样的方法不能进行温压場分析,但是还是有可取的优点,他的方法并没有引导到建立一个世界范围的分型方案,只是給可能建立的分型方案做了一些准备工作。

罗斯貝^[11]把北半球的大气环流分为高低指数两类,这种分型是根据他的行星波理論来的,所以有較充分的根据,同时这种分型也非常簡明。但是它并没有結合地球上海陆分布的特点,因此无法用来作某个具体地区的預报。例如低指数的特征是經向环流发达,但是对某一具体地区究竟是南风?还是北风?这是有着本质上的不同,但是罗斯貝的分型就无法将这二者区别开来。

德捷尔德捷也夫斯基^[13]根据寒流南侵路径的数目和地区,将北半球大气环流过程分为13型,合并起来成三大类:A—緯向环流,B—緯向度的破坏(即稳定緯向环流破坏),B—經向环流。从这三大类看来,他的分类基本上与罗斯貝的相似,只在經向与緯向两类之間,加上一“过渡类”。但是从其13型看来,确是提出了分型的新的原則。

王耿格依姆的分型^[11]在最初只限于欧洲——大西洋区域。后

来 A. A. 吉尔斯(Гирс)又进行了太平洋地区的分型,于是他的分型才“扩展”到整个北半球。

按照王耿格依姆的意见,存在着两类原则上根本不同的經向气流。一般說,对任何一个地区(如苏联欧洲部分)而言,都存在“南风”与“北风”的不同,再加上緯向流型,就应该存在三类根本不同的环流型,即“緯向型”、“南方型”及“北方型”,这种分型原則毫无疑问是正确的。对苏联欧洲部分而言,緯向型主要是西风强盛时的情况,故可称为“西方型”(W)。在欧洲中部有寒流侵入(即在高空槽后)时,苏联欧洲部分的东部则为南来操纵气流,故南方型可称为“中欧經向型”(C)。当苏联欧洲部分北部上空存在静止高压及强大高压脊时,此时該区北风有偏东分速,故北方型又可称为“东方型”(E),于是就得出 W, E, C 三型。由于两种原則性不同的經向气流在这里已分开了,所以能够用于具体地区,这比罗斯貝及德捷尔德捷也夫斯基的分型是进了一步。

这样三类气流在地球上任何其它地区都是存在的,吉尔斯根据这个原則在太平洋区分为 3 (зональный) 及 M_1, M_2 (меридиональный) 三型,而在这两个地区的中央地带,則接統計的結果(不一定可能性最大)补充起来。于是就得出作为王耿格依姆学派基础的“北半球”大气环流的三种形式(форма)。这三种形式下的高空槽脊分布情况,有吉尔斯的示意图。(图1)

为了証明欧洲——大西洋区的分型(W, C, E)和太平洋区的分型是彼此对应的,吉尔斯对这两区的三个型画出积分曲綫*(图

* 积分曲綫是距平积分值的时间曲綫,积分值求法如下例:

年代	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	...
E 的距平(1月份)	-3	-5	-3	+1	-12	+9	-12	...
		+(-3)	+(-5)	+(-3)	...	...	...	...
		-8	+(-3)	+(-5)	...	...	...	...
			-11	+(-3)	...	...	...	...
				-10				

积分值 -3 -8 -11 -10 -22 -13 -25 ...

积分曲綫上升代表正距平,下降是負距平,曲綫与時間坐标平行时,距平为零。

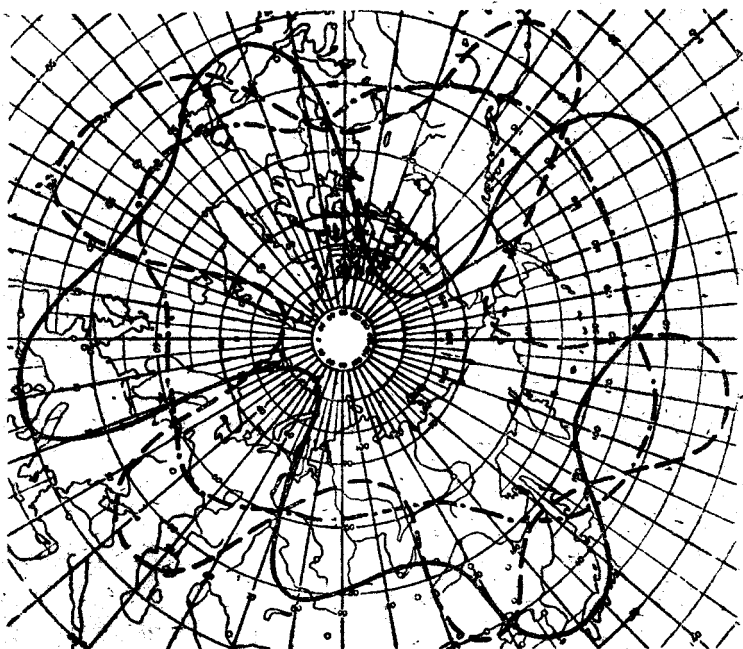


图1. W, C, E 三型示意图(根据 A. A. 吉尔斯). 实线为 E, 点划线为 W, 虚线为 C.

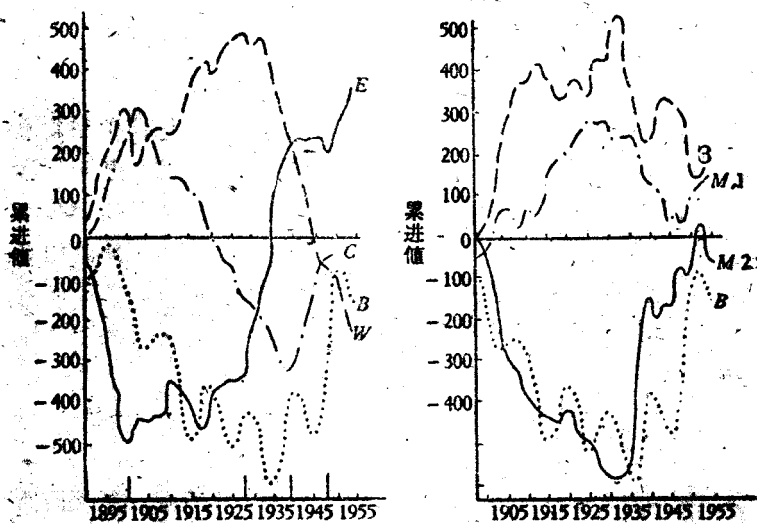


图 2.

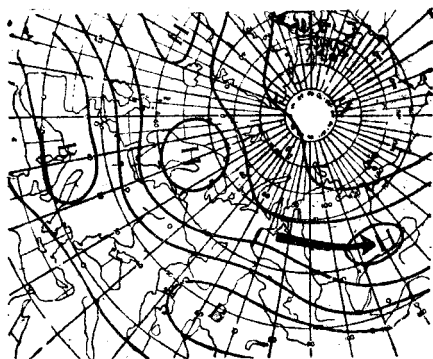
2) 分別加以比較。从图中可以看出在长時間內W与3, C与 M_1 , E与 M_2 大致平行, 所以两个地区的三个型是彼此对应的, 可以联系起来, 作为北半球的統一分类。

但是我們仔細一看, 这几根曲綫并不完全一致, 例如1915—1935年E的趋势是上升的(即正距平), 而 M_2 却是下降的(即負距平), 1935—1955年E与 M_2 却又是同时上升。根据瓦尔克^[12]的研究, 北太平洋与北大西洋浪动之間的相关系数是很小的。这个現象說明两个区域之間虽有一定的联系, 但还是有必要注意各自的特点, 这也是王耿格依姆学派所曾指出过的^[1]。

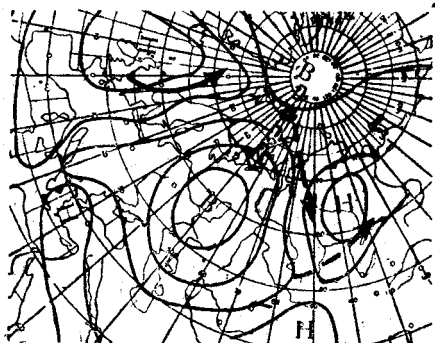
由于王耿格依姆的分型方案基本上考虑了緯向、南方、北方三大类引导气流, 那么对不同地区可能有不同的分法。例如巴达尔(Байдал)以哈薩克地区的天气过程为标准, 按同样原則分为另外的三个型(图3)。与王耿格依姆分型比較, 只有地域性的差別, 因此怎样根据这个原則, 能够得到对整个北半球大气环流的唯一分型标准, 显然是一个很有意义的问题。

为什么王耿格依姆分型要以欧洲作标准, 虽然没有加以特別說明, 但是这个分型在客观上对其它地区也具有一定的代表性。这可能是由于以下原因所形成的。冬季在 60°N 以北整个地区是复盖冰雪的, 从热平衡观点来說, 下垫面是完全均匀的。但是在大西洋区却是一片未冻的海洋, 它一直延伸到 80°N 附近(图4), 这是北半球北部(60°N 以北)的唯一強大的热源, 而西伯利亚冰雪复盖区却达到 50°N 以南, 从热平衡的观点来看, 这里是北半球北部的一个最大冷源。而欧洲部分正处于这一对最大的冷热源之間, 故該带的环流变化在一定的程度上反映了这一对冷热源的变化状态。这一点也可以說明王耿格依姆分型是比罗斯貝的高低指数二个型要好。因为他在这方面客观上在某种程度上反映了地球上的特点, 而罗斯貝只反映了一般的“行星”条件。

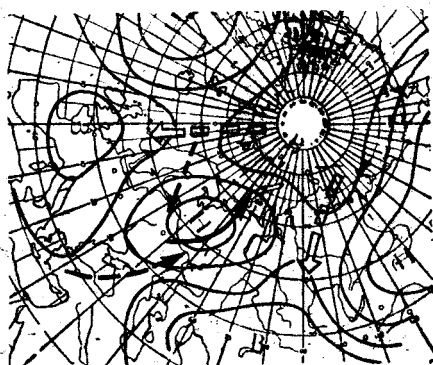
王耿格依姆的分型也能反映出一定的气候特征; 因为气候图上所表示的情况, 应该是頻率最大的情况, 在吉尔斯所画的槽脊示意图(图1)上, 可以看出在远东部分及北美东部 M_2 (E)型时槽的



a) 緯向型



b) 东欧型



c) 西部西伯利亚型

图 3. 巴达尔环流型示意图

位置完全与冬季气候槽的位置重合。而 $M_1(C)$ 型的槽的位置则完全与冬季气候脊的位置重合(图5,6),故这个分型方案对于进行气候研究是有很意义的。与气候状况较大差别的是在波动的数目上,在吉尔斯的示意图上(图1)有五个波动,而在气候图上,冬季是三个波动,夏季是四个波动。这也说明王耿格依姆的分型是以研究天气过程为主的,与气候状态自然有所差别。

关于环流型的数值表示问题,如果环流型能用数值方法表示,那么就给研究分析带来了很大的便利,也就给这个分型方案指出了一个数值研究的远大前途。王耿格依姆学派创立了一个新的先进的数值表示方法,现在简单介绍如下。

统计各个月 W, C, E 三个型出现的日数,再从多年的记录中求出各型在各月中出现日数的多年平均值,例如在1月份的平均

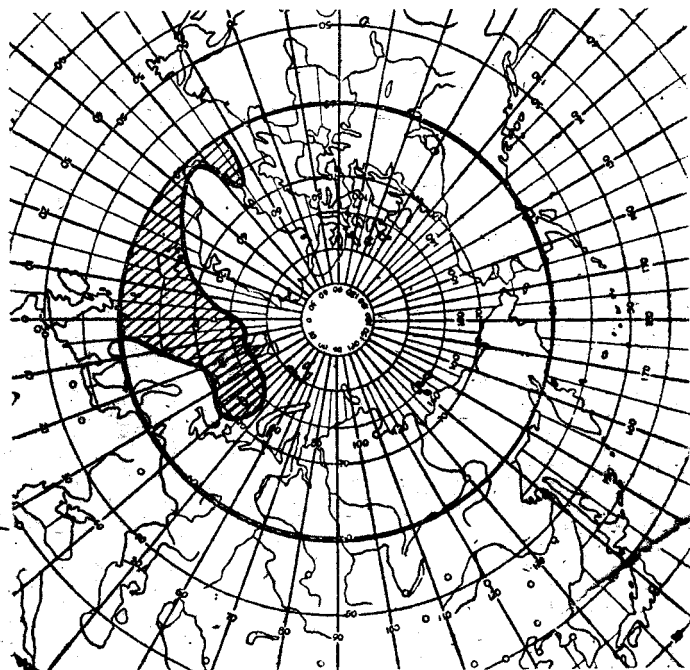


图4. 冬季 60°N 以北未冻洋面图。圈线为冬季海洋结冰线,斜线部分为 60°N 以北未冻洋面。

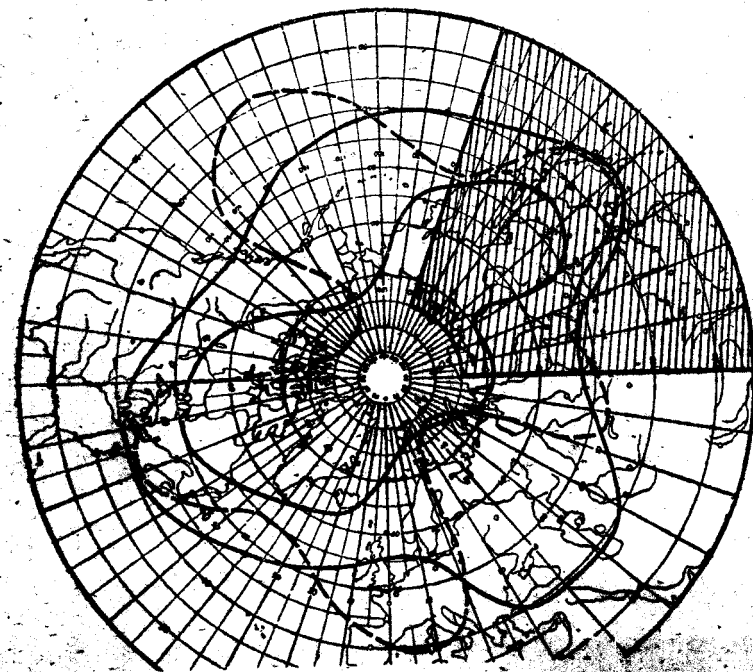


图5. 冬季环流(AT₅₀₀)与E之比较示意图. 虚线为E型
(根据 A. A. 吉尔斯), 实线为 AT₅₀₀ 等高线 (1 月平均).

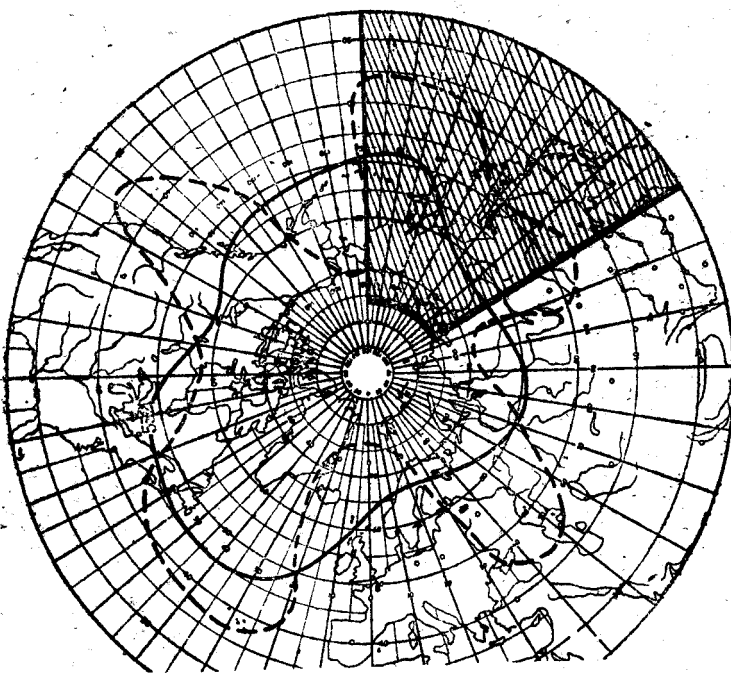


图6. 夏季环流(AT₁₀₀₀)与C之比较示意图. 虚线为C型,
实线为 AT₁₀₀₀ 等高线 (7 月平均).

值 W 应为 12 天, C 为 7 天, E 为 12 天。然后再根据这样的多年平均值求出各型的距平。如三个型距平均为零, 那么该月的大气环流过程是正常发展的。如果某一型或两型(不可能三型同时)有正距平时, 那么就以具有正距平的型作为该月的主要型。

这样的方法还可以表示任何期间(1 年, 10 年, 100 年, …… 5 天, 10 天……)的环流型及其距平情况。

从上述可知, 王耿格依姆学派提出了分型的重要原则, 建立了一个极为简便实用的分型方案, 而且还包含了分型的数值分析方向, 因此是对长期预报的一大贡献。