

长期天气预告原理

A.A.吉尔斯 著

科学出版社

56.4157

长期天气预告原理

A. A. 吉尔斯 著

章 基 嘉 译

科学出版社

1963

A. A. ГИРС
ОСНОВЫ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ
ПОГОДЫ

Гидрометеиздат Ленинград 1960

內 容 簡 介

在近十余年来的世界文献中，这是一本较全面地概括了各种长期天气预告方法，并把这些方法与大气环流的现代观点紧密联系起来的综合性论著。

全书共分为二部分，第一部分叙述长期天气预告学所必需的大气环流知识，其中包括大气环流的多年平均特征、决定大气环流性质的基本因子、南北半球大型天气过程的类型、不同地区的天气和环流的基本特征、大气环流的多年变化等。第二部分系统地介绍了世界各国现行中长期天气预报方法，其中详细地叙述了苏联 Б. П. 模尔塔诺夫斯基、Г. Я. 王根盖姆学派的天气学方法和 Е. Н. 布利诺娃的流体动力学方法，也介绍了美国和其它各国的预告方法。

本书按原文直译是“长期天气预告原理”，但在苏联三天以上的天气预告均属长期天气预告，所以本书实际上讨论的问题，也包括了中期天气预告在内。

本书不仅可供我国高等院校气象、水文和农业气象等专业师生在教学上的参考，而且亦可供有关方面的科学工作者和业务工作者，尤其是各级气象台站的预报工作者参考学习之用。

长期天气预告原理

A. A. 吉尔斯 著

章 基 嘉 译

*

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证出字第 061 号

中国人民大学出版社印刷厂印刷 新华书店总经销

*

1963 年 6 月第 一 版

书号：2735 字数：471,000

1963 年 6 月第一次印刷

开本：787×1092 1/18

(京) 0001—2,450

印张：23 1/3 插图：2

定价：3.20 元

譯 者 的 話

最近一、二十年来,世界各国对于中长期天气預告問題的研究已有显著进展。特別在社会主义国家,由于国民經济计划的制訂与实施,对于中长期天气預告的需求愈益迫切。这是促成中长期天气預告作为气象学的一个分支,从一般的天气学中独立出来而获得迅速发展的重要原因。另一方面,則是由于北半球地面与高空观测資料的积累已达到相当程度,使人們对于大气环流的認識水平有了进一步提高。四十年代以后,无论是大气环流的天气学研究、气候学研究,以及从动力学的角度概括已有的天气气候学方面的成果而建立大气环流理論的尝试,都有了显著进展。研究大气环流所取得的成果,給近十余年来中长期天气預告方法的探索提供了理論基础,从而使中长期天气預告从本世紀初叶单纯利用古典統計学工具,寻求現象之間各种关联的范畴中解脫出来,初步成为一門具有一定理論依据的科学。因此,大气环流的理論和中期天气預告方法的結合,形成了近年来被国内外气象学家所称的大型气象学(Макрометеорология)。

本书作者、苏联著名的长期天气預告学家 A. A. 吉尔斯教授,以他多年从事这方面研究和业务工作所积累的丰富知識,以及在高等院校十余年来从事大气环流与中长期天气預告教学工作的經驗,将大量关于大气环流及中长期天气預告方面的資料、专著和文献,經过提炼与概括,写成“长期天气預告原理”一书。这不仅对气象教育事业是一个贡献,而且对于本門科学的发展也将会有所促进。因为在任何事物发展的一定阶段上所作的科学概括,对于正确把握未来事物发展的进程是具有指导作用的。据譯者所知,到現在我們还没有一本对中长期天气預告作全面系統介紹的书籍。想必本书中譯本的出版,对于我国中长期天气預告的研究、业务和教学工作是不无裨益的。然而,必須指出,本书对于中国大气环流和中期天气預告研究成果的介紹是有局限性的,如讀者需要更加全面地了解我国本門学科近年来发展的全貌,可参閱近年来的气象学报、各种會議文集以及我国科学家和各级气象台站的有关专著和总结。至于最近几年来国外从随机过程論、对策論以及流体动力学理論的角度出发,对中长期天气預告問題所作的研究及其結果,还应参閱其他文献。

本书譯名力求以中国科学院編譯出版委员会名詞室編訂的气象学名詞为根据,但該书未能包括的,只好由譯者按文意“杜撰”。另外說明一下,本书书名的直譯是

“长期天气預告原理”，但俄文 Долгосрочные прогнозы погоды 一詞实际上包括了中期天气預告，因为在苏联三天以上的天气預告均屬长期天气預告，除非在上述一詞之后附有 “малой заблаговременности 或 большой заблаговременности” 时，才确切指明是中期天气預告或长期天气預告。

由于水平关系，譯文虽經一再校改，錯誤的地方可能还存在，希讀者随时指正。

作 者 序

本书是作者最近十年来在列宁格勒水文气象学院授课过程中从事讲稿编写工作的成果。

编写这本书不仅从方法的角度，而且从原则的观点来看都是一个困难的任务。这些困难首先是由于本领域的知识尚未达到使其基本原理和原则得以最终肯定，且为大家所公认的科学水平而引起的。

与本书有关的材料，目前尚分散在许多杂志的论文以及各别作者不同时期发表在国内外刊物的著作之中。这些论著中所得到的结论或对一些问题的获得的资料，常带有不完整性，甚至还同对该问题作过研究的另一些作者的结果相矛盾。长期天气预报的方法常常是以半球上有限地区的资料所确定的一些局部联系为依据来编制的，这种方法与大家已知的那些大气环流的规律性很少有关联。

这些困难看来可以作为至今在世界文库中尚没有一本能概括所有长期天气预报方法，并把这些方法与大气环流的近代观念紧密联系起来的参考书——这样一个事实的解释。问题的这种现状，使本书难免烙上综合研究报告的性质，从而使其容量和引用的书目相当可观。

作者在承担编写第一本这样的书的同时，清楚地意识到将会碰到的一切困难。但是，由于在高等学校讲授这门课程，使自己同样清楚地意识到编写这本书的必要性。再则，目前也已经具备了编写这样一本书的依据与可能，因为最近10—15年以来，本领域获得了许多重要的成果，尤其在研究大气环流方面则更加明显。同时，最近几年来，在一系列国家中，无论是在长期天气预报方法方面，或在大气环流各种问题方面，都发表了若干研究总结报告，这在一定程度上增加了本书进行概括和总结的可能性。

此外，在这个问题上我们赞同 C. O. 马卡罗夫 (Макаров) 的观点。他说：“概括在任何时候都不嫌早，它可以以大量观测为依据，也可以用少量观测作根据，它可以有较牢固的基础或较不牢固的基础，但是，对于评价和检验已经做过的，以便更正确地规定未来观测的进程而言，概括永远是有益的。”^[127]

摆在作者面前困难的任务，是要对许许多多苏联和外国有关大气环流及长期天气预报方法方面的著作进行批判性的分析，以便从中选取最可靠，最得到广泛承认及

最具有預告价值的东西作为材料。

当把这些素材編排到本书相应的章节中去的时候,作者并不是总能引出它們完整的論据,因为这样必定会大大增加本书的篇幅。为避免这一点,书中广泛地列出了有关原著的出处,使讀者在必要时可以从原著中找到本书省略掉的証明或根据。

本书中除列入各作者业已获得贊同的研究成果外,有时我們也将一些尚未足够成熟,目前还有爭論,但对于本領域知識的进一步发展具有极大意义的結果編排进去。这种做法的目的,是要在讀者面前提出本門科学中一系列极为重要而尚待解决的問題,以便指出它們进一步发展的途径,并启发讀者对其中之一进行独立的創造性劳动。

作者面临的原則上和方法上最复杂的任务之一,就是要闡明大气环流与长期天气預告两課題之間密切有机的联系,亦即本书應該这样来編写,使其第二部分成为第一部分合乎邏輯和切合实际的結果。

但是不久以前,关于长期天气預告的性質与尺度还是一个爭論的問題。按照一部分学者的意見,长期天气預告問題可以在局部地区的基础上解决,并不必要考虑全球或甚至半球范围内的影响。与之对立的观点,认为这个問題是世界性的,因而其解决的途径就与研究大气环流的物理性質和建立大气环流的理論有关。

目前第二种观点可以认为是公认的。但是,这样两种有原則差别的見解长期并存,加之我們对大气环流发展規律的認識水平很低,以致产生了許多依据完全不同,而所考虑的因素按其性質和尺度又是迥异的长期天气預告方法¹⁾。所以本书未尝不可以看成是不同观点和方法的总和。在这种情况下,要想把它們用統一的思想联接起来,把每一个方法作为解决长期天气預告問題途径上的一定阶段来考虑,从而对它們的科学基础乃至其远景作一估价是不可能的。如果真要这样做,那么对于大型气象学的基本观念和主要研究成果尚不熟悉的大学生们在学习各种方法时,所遇到的巨大困难将成为教学方法上的难题。

所有这一切,向作者提出了如下任务:要在本书中把有关大气环流的基本知識和长期天气預告的方法有机地結合起来。为此,大气环流的各种規律就能起到上述統一观点的作用。从它出发就可以看到,在怎样的程度上該方法以大气环流的規律为依据,而又在怎样程度上以地方性的局部联系为依据。这样就可以对每一方法的远景和发展途径加以判断。

显然,在本书中我們未必能实现將它的第二部分所論述的一切方法建立在第一部分中陈述的大气环流規律之上。目前对于那些以有限地区中获得的联系为基础的

1) 关于解决长期天气預告問題的各种不同途径,詳見本书第二部分緒言。

預告方法,这样做当然是不可能的,因为这些局地性关联在本书第一部分没有得到表述。这些局地关系指出大气环流个别环节的特征,因此在本书第二部分叙述有关的方法时,将作詳細介紹。自然,这些局地規律应与大气环流的基本机制呈一定方式的联系。在确定这种联系的性質时,就应该看到該方法所能解决的任务和未来发展的远景。

本书是作为水文气象学院的一本教学参考书編写的,因此其中主要章节与現行“长期天气預告教学大綱”相应。

为掌握本书內容,讀者必需熟悉气象学其余分支及某些相近学科的基本原理。此外,要学会第二部分长期天气預告方法的操作,必需遵照高教部规定的高等院校大綱进行相应的实习。

本书第九章是由副教授 В. П. 古罗夫(Гуров)編写的,第七章中的二节二段和三节二、三两段則为数理副博士 Ю. Б. 赫拉伯罗夫(Храбров)所撰写。

作者謹向中央預报研究所的专家們: А. Л. 卡茨(Кац)、Ю. Б. 赫拉伯罗夫,以及列宁格勒以馬日耶斯基命名的紅旗軍事航空工程学院的专家們,特別是对本书手稿仔細审閱并提出一系列宝贵意見的 В. Н. 謝尔裘克(Сердюк)同志表示感謝。

作者尤其要向 Г. Я. 王根盖姆(Вангенгейм)表示謝忱,因为作者經常采用了他的珍貴建議和意見。

作者清楚地認識到,編写本书的首次尝试,不可避免地会有一系列缺陷和疏忽之处,因此他非常感激对本书能提出批評性意見和希望的讀者,因为这对于作者今后的授課和編写教材是有帮助的。

目 录

譯者的話	iii
作者序	v
引論	1
§ 1. 确定研究对象和方法	1
§ 2. 大型气象学中运用的几个大型天气过程图式化的方法	2
§ 3. 长期天气預告及其对国民經济的意义	3
§ 4. 大气环流及长期天气預告問題的研究史	4

第一 部分 大 气 环 流

緒言	9
第一章 大气环流的多年平均特征	11
§ 1. 地球大气的若干一般特征	11
§ 2. 气压的分布	15
§ 3. 气温的分布	22
§ 4. 气候学鋒带的位置及强度	34
§ 5. 气旋和反气旋、气旋生成和反气旋生成的頻率、气压系統移动的路径	37
§ 6. 基本气流的方向与速度	49
§ 7. 空气湿度及年雨量的分布, 大气中的水分循环	63
§ 8. 大气环流的模式图	68
第二章 决定大气环流性质的基本因子	78
§ 1. 热能在地球上分布的非均匀性及其对大气环流性质的影响	78
§ 2. 海陆分布和受热的不均匀性及它們对大气环流性质的影响	82
§ 3. 对流层鋒区上的气旋活动及其在形成大气环流基本特点中的作用	95
§ 4. 太阳活动	98
第三章 南北半球大型天气过程的类型	120
§ 1. Г. Я. 王根盖姆的大气环流型	120
§ 2. Б. Л. 齐齐也夫斯基的北半球大气环流过程的分型	138
§ 3. 北半球大气环流指数及与它相关的大型天气过程的特点	140
§ 4. 南半球大型天气过程的类型	153

第四章	地球上不同地区的天气及环流状况的基本特征.....	158
§ 1.	热带及近赤道緯带区域中天气及环流状况的特征.....	158
§ 2.	中緯度地区天气及环流型状况的特征.....	186
§ 3.	极区天气及环流状况的基本特征.....	203
第五章	大气环流的多年变化.....	230
§ 1.	大气环流型发展中的环流期及它們的天气状况的特征.....	230
§ 2.	大气环流各种特征的多年变化及它們和 W, C, E 三型环流期轉化的关系 ...	232
§ 3.	某些海水位的多年变化及它們与大气环流型多年轉化的关系.....	236
§ 4.	W, C, E 三型的多年轉化規律及超长期水文气象預告問題.....	238

第二部分 长期天气預告方法

緒言.....	241
第六章 长期气象預告方法效果的确定和預告質量評定的办法.....	248
§ 1. 預告方法保証率积分曲綫的制作.....	248
§ 2. 允許誤差及其确定方法.....	250
§ 3. 按符号和数值对溫度距平預告的成效进行联合評分.....	251
§ 4. 检查气温距平和风向預告的相关图及其它办法.....	252
§ 5. 根据与偶然性(随机)預告的比較,检查气温和降水量距平預告的方法.....	254
第七章 B. П. 模尔塔諾夫斯基学派天气学方法的长期天气預告.....	258
§ 1. 作为方法基础的大型天气过程发展的主要規律性.....	259
§ 2. 月預告方法.....	273
§ 3. 中期天气預告方法.....	289
第八章 Г. Я. 王根盖姆大型环流方法的长期水文气象預告.....	312
§ 1. 起始原則.....	312
§ 2. 长期天气預告方法.....	313
§ 3. 中期預告方法.....	329
第九章 E. H. 布利諾娃长期天气預告流体动力学方法原理.....	336
§ 1. 总述.....	336
§ 2. 流体动力学基本方程及平均层上的預告.....	337
§ 3. 大气中各高度上的預告.....	342
§ 4. 制作預告的方式.....	345
第十章 美国运用的三十天天气預告方法.....	348
§ 1. 700 毫巴等压面 30 天平均环流与地面天气特征之間的联系	349
§ 2. 預告 700 毫巴等压面 30 天平均气压形势图的方法	352

§ 3. 预报工作的组织和编制 30 天预告的方式.....	355
§ 4. 检查预告准确率的某些结果.....	356
第十一章 美国运用的中期天气预告方法.....	359
§ 1. 纳麦斯的平均环流法.....	359
§ 2. 依里奥特的天气型方法.....	370
§ 3. 阿梅和强生的外推法.....	373
第十二章 世界各国现有的中长期预告方法及对本问题研究的概述.....	378
§ 1. 德意志联邦共和国.....	378
§ 2. 法国.....	382
§ 3. 中华人民共和国.....	384
§ 4. 匈牙利人民共和国.....	388
§ 5. 罗马尼亚人民共和国.....	389
§ 6. 印度.....	391
§ 7. 印度尼西亚.....	392
§ 8. 荷兰.....	393
§ 9. 日本.....	394
§ 10. 英国.....	394
结束语.....	395
参考文献.....	397

引 論

§ 1. 确定研究对象和方法

本书叙述两个十分复杂、但紧密相关并具有极大的科学意义和国民經济价值的問題——大气环流(本书第一部分)和长期天气預告(第二部分)的基本知識。

所謂大气环流,广义而言,应理解为地球气圈內所观测到并随時間和空間不断变化着的一切大气过程的总体。在这种意义上研究大气环流乃是气象学的基本任务。

目前气象学包括着具有独立学科性质的若干分支(虽然它們是密切相关的)。列入这些分支的有高空学、天气学、日測学、动力气象学、气候学、大气光学、大气电学以及其他等等。其中每一分支都是研究地球大气活动的某一方面,因而也研究大气环流。

如所周知,天气学是一門研究大气中制約天气性质及其变化的物理过程的科学,而以預告短期或长期的天气变化为其目的。虽然在这两种場合下都經常采用天气学方法,但所研究过程的尺度(在時間和空間上)却是不同的。

为了作长期天气預告,必需研究大型过程的发展規律,亦即占有很大地理空間(其广度可与大陆和海洋的大部分相比)及時間上稳定的大型大气过程的发展規律。

最近 15—20 年以来,在研究大型过程方面获得了重要的成就,这些大型过程的发展規律为世界許多国家用作現行长期天气預告方法的基础。大型过程发展的規律是运用天气学方法和一系列其他研究方法(动力气象学、气候学及其他)的途径建立起来的。

因此有根据认为,目前研究长期天气預告的一个新領域已在气象学中形成。为了区别于从事短期天气預告的領域,我們把这个新的領域称为大型气象学¹⁾。在这种意义上,所謂大型气象学将理解为关于大气中大型过程物理性质的学說,其目的是要闡明为建立环流性质及与它相关的各地理区域中的天气状况的长期預告方法所必要的大型过程发展的規律。

运用到大型气象学的課題上,可以略为縮小上面所作的大气环流定义。在这种場合下,所謂大气环流应理解为决定基本气流(大尺度的),天气状况,从而也是决定

1) 两者有区别,但不能分割,因为大型气象学应该和气象学的其他分支而首先是和天气学有着密切联系。

地球气候的許多重要特点的大型过程的体系。

如果从大气环流的这一定义出发,那么以上作出的大型气象学的定义,形式上可以改为如下的表述:

大型气象学乃是一門关于大气环流物理性質的学問,其目的在于闡明环流发展的規律性,并在这些規律的基础上建立关于环流性質,和与它相关联的各地理区域天气状况的长期預告方法。

大型气象学,如同天气学一样,經常运用天气图方法,目前这种研究方法仍是这些学科的基本方法。所謂天气图方法就是借助天气图表及其它高空天气分析工具,对相互作用中的大气过程及其发展作時間和空間的物理分析的方法。

但是,大型气象学方法亦有某些区别于天气学方法的特点。这种差別是由被研究过程的不同尺度(時間和空間的)来决定的。所以,若为了作短期預告,作为第一近似可以分析与我們有关而范围較小的当天的和前1—2天的天气图和高空图為限,然而,作长期預告。这就不够了,而必需对几天,几个星期,有时甚至几个月的大型过程进行分析。

很明显,要在一张空白天气图上用普通的天气符号将几个星期或几个月的天气表示出来,那是不可能的,因为这样的一张天气图将是难以設想地杂乱,实际上也不适用于大型过程的分析 and 预报。同时,为了作长期預告,并沒有必要考虑各天环流和天气的細节,因为后者反而掩盖了大气过程的稳定特点,亦即那些长期保持并占据巨大空間的特点。对这样一些大型过程发展中的长期趋势規律进行研究,正是建立长期天气預告方法和編制具体的长期天气預告所必需的。

因此,在大型气象学中运用了一系列能使大型过程图式化的方法和工具。这些方法能消除对既定目的所不重要的大气过程的特点和細节,从而使主要的特征突出。下节中我們就要介紹几个最基本、且被广泛采用的大型过程图式化的工具。

§ 2. 大型气象学中运用的几个大型天气过程图式化的方法

在研究环流及天气状况以及編制长期預告时,最常用到綜合静态图、綜合动态图,各种气象要素值五天,十天,一月或一季的平均图以及其对多年平均值(标准值)的偏距图,后者亦称为距平图。

繪制綜合静态图及綜合动态图的方法是由 Б. Л. 模尔塔諾夫斯基 (Мультановский) 提出的^[92]。这个方法就是:从我們所需的一段时期的每日天气图上取下气旋和反气旋中心,以及槽和脊的位置,并用專門的符号在空白天气图上标出它們的位置。在每个符号旁边注以該气压場特征的观测日期。气旋中心通常用涂滿的小圓圈

(●)表示,反气旋中心則用空白小圓圈(○)表之,脊以⋈代表,槽以⚡表示。然后将气旋中心及槽所集中的地区与反气旋及脊所分布的区域用綫条划分开。这条綫就称为分界綫,而整张图就是綜合靜态图(見图 114)。如果需要考虑气压場的其他特点,則可引用补充符号。

綜合靜态图只給出气压場符号分布的特征,亦即它仅能指出,在哪些区域中观测到气旋系統(因而也是气旋天气状况),而在哪些区域中有反气旋系統。为了反映出过程的运动,亦即指明綜合靜态图上标出的气压系統怎样移动,用直綫联接这些系統按位移順序的相邻符号,从而得到了它們的軌迹。

这样的图称为綜合动态图(見图 139—141)。有时还需要繪制比綜合动态图更为簡明的图表。在这种情形下,把軌迹集中地带用束表示,并繪出每一束的中綫,来代表气压系統最占优势的路径。这张图称示意图(見图 142)。

上面列举的图可用地面資料及高空資料繪制。有时也用这种方法来繪制冷暖中心的綜合靜态图和綜合动态图,冷暖中心是从地面等温綫图或高空厚度图直接取下的。繪制各种气象要素平均值图的方法很明了,因此不需要作專門的解释。

为繪制距平图,例如月平均气压距平图,需將該站的月平均气压值与其同月的多年平均值相比較,但該多年平均值是取作“标准值”的。若該月气压比标准值低,在差值前冠以負号(負距平)。对每一站确定距平值及符号以后,將它們填在空白底图上,并分析等气压距平綫。联接負气压距平的等值綫通常用紅色鉛筆繪制,而正气压距平綫則用藍色。零值距平綫用綠色。温度距平图上的顏色恰与此相反。

因此,距平图以一目了然的形式給出該月(或該五天,該季节等)中天气过程及天气状况异常性質和异常程度的概念。此外,气压距平图还給出空气质量异常分布的概念:在正距平区中空气质量有剩余(与多年平均相比),而在負距平区中空气质量欠缺。由此可見,將相联各月北半球或全球的气压距平图作一番比較,就能得到发生在該时期中空气交換性質的观念。除按日历上的月份及每五天繪制平均图外,大型气象学中還經常繪制某一均匀大型过程所占据的时期内的平均图和距平图。

除上述方法而外,在大型气象学研究和长期天气預告方法中,尚运用許多其他方法將原始的大型过程进行整理分类,并繪成图表。这些方法将在本书第一部分,特別是在第二部分的有关章节中,如需对其中每一个方法作專門討論时,再詳細介紹。

§ 3. 长期天气預告及其对国民經济的意义

所謂长期天气預告通常理解为超过短期預告时效(即48小时以上)的預告。实际上由三天至数月的預告都属于长期天气預告。有时还对以后一年,数年或甚至数十

年的环流及天气总的特点试图作出估计。这种估计称为超长期预告。除这种分类外,还通用短时效(3天,5—7天及10—12天)的长期天气预告和长时效(一月,一季,或数月)¹⁾的长期天气预告两个概念。这类名称具有相应的方法,并借助这些方法编制上述各类型的预报。

长期天气预告的内容比短期预告具有更一般的性质。在长期预告中,通常指出预报区域内未来环流条件及天气特征的一般性质,以及在预告月份中它们的变程。预告是用气象要素平均值的形式或用它们不同等级的频率形式,或者用它们对多年平均值(标准值)的偏距形式发布。

尽管长期天气预告有这样一些比较笼统的提法,但它具有极大的国民经济意义,特别是在社会主义计划经济的情况下。长期天气预告对于农业生产的计划与实施,对于长期水文及冰情的预告的编制,对于海空军勤务计划与保证,其意义尤为重大。

§ 4. 大气环流及长期天气预告问题的研究史

十七世纪哈莱(Halley)及他以后一些人对于信风环流的解释是建立大气环流模式的初次尝试。哈莱这种思想的理论根据是菲列尔(Ferrel)于1856年所奠定的,而整个地球大气环流的第一张模式图于1854年由莫勒(Möller)绘成。在绘制此类模式图时,当然还没有足够的实际观测资料,因此它们在很大程度上是假想的。

此后,随着新的实际资料积累,这些模式图不断完善(详见第一章§8)。然而,就是这样也很少使它们接近于现在我们从每日南北半球高空及地面天气图上可能观察到的大气环流复杂的情景。自然,诸如此类的大气环流图式仅有认识上的意义,而实际上对于建立长期天气预告方法价值不大。

二十世纪二十年代以前,关于大气环流的观念基本上是通过实际资料积累的途径发展起来的,这些实际资料使人们在一定程度上有可能对大气环流多年平均的特征(全球海平面上气压、降水、温度及其他的分布)逐渐明确起来,并阐明其最普遍的特点,例如,大气活动中心*(多年平均图上显示出的高低气压准静止区域)。反映各年及各月中气象状况及大气环流特点的基本气象要素距平图,获得广泛的运用。特别是利用距平图来表示大气活动中心强度变化的特征。个别研究者还试图通过北半球一定地区天气过程分型的途径,深入研究大气环流基本环节的性质。如王毕毕尔(Вди-Беббер)于1896年根据欧洲静止反气旋的位置,完成了该区域天气过程的分型。

1) 这种划分不能认为是准确的,因为它在预告“时效”概念的关系中带入某种不确定性,也就是说,预告提供的预见期和预告的长度这两个概念在这里是混淆的。

* 亦可译为大气作用中心。——译者注

俄罗斯卓越的学者模尔塔諾夫斯基及其学派的后继者的工作，使本问题有了重要进展。模氏与王毕毕尔不同，他在进行欧洲自然天气区域（亦即从格陵兰至叶尼塞河，向南到北纬 30° 为止的空间内）中大型过程的分类时，是从考虑移动性的反气旋出发的。模氏研究了大气活动中心的活性，所谓活性他理解为空气从该活动中心向欧洲侵袭的数量和强度。他以研究这种空气爆发试图建立大气活动中心本身状态的观念。模氏根据这条途径进行研究，确定了许多概念，这些概念奠定了他本人及其继承者们创立的长期天气预告方法的基础（第七章），根据这些方法，从1922年起苏联在世界上首先开始了预告5—7天及一季的系统编制工作。

模氏用研究大型过程综合静态图及综合动态图的办法确定了有这样一段时期，在此时期中所考察地区的某些部分集中着气旋中心，而在其他部分集中着反气旋中心（双重地区并不存在）。这种状态一般持续5—7天。此后大型过程的方向和气压场符号的分布发生明显变化（见图139, 140）。这段时期模氏称为自然天气周期（ЕСП）。

自然天气周期的发现不仅具有重要的预告价值，而且有着方法论上的意义，因为这一发现确证大型过程发展中存在一定的规律性，从而对当时占统治地位的关于自然界不可认识以及大气过程混乱性的唯心主义“理论”给以极为有力的打击。

1929年德国成立了以鲍尔（Baur）为领导的长期天气预告研究所。这里进行了关于建立一旬及一季的长期天气预告方法方面的研究¹⁾。这些研究基本上都是以确立大西洋环流与德国天气之间的统计性联系为依据的。后来鲍氏引用了大型状况的概念。所谓大型状况也就是大型过程，在这个过程中该区域的对流层及平流层下部出现一定方向的气流和热力梯度。这种状况的平均持续性原来等于5.5天，与模氏更早确定的自然天气周期的持续时间相近。

模氏和鲍氏的研究仅限于北半球的有限区域，因为当时还没有质量合乎需要的系统性的北半球天气图。

三十年代 Г. Я. 王根盖姆以划分连续的大型过程分为基本天气过程（ЭСП）²⁾的方法，开始了对大气环流充分的研究（见第三章 §1）。后来他又把这种基本天气过程概括为三种大气环流型——西方型（W）、东方型（E）及经向型（C）。西方型（W）的过程以中纬度纬向环流分量强烈发展，和气压系统及变压中心由西向东的迅速移动为其特征（见图78）。同时对流层内（见图75），观察到小振幅的波动沿相同的方向传播，而气压及热力梯度指向高纬度一方。这些过程的特点是北极地区有负的气温、气

1) 关于这些研究将在第十二章 §1 中讲述。

2) 基本天气过程的定义在第三章 §1 中给出。

压距平,而在中緯度及副热带則有正的气压、气温距平分布(見图 76, 80)。

在 E 型或 C 型过程的場合下,整个对流层中有大振幅的静止波形成。其結果在这种大型过程之下,整个半球可以看到环流的經向分量極強地发展(見图 75)。

在高空脊的东部地面上,形成气压的正距平区及气温的負距平区,而在高空槽的东部,則形成气压的負距平区和气温的正距平区(見图 75, 81, 84, 87, 88)。气旋由西向东移动中被迫繞过高空脊,因而获得显著的經向运动分量(見图 82, 89)。

由于在 E 型及 C 型环流之下高空槽脊的地理分布原則上相反(見图 75),上述正負距平区域在这两种环流型之下,将分布在北半球不同的地理区域中(比較图 81, 84 及 87, 88)。由此可見,将大气环流的經向阶段区分为两类原則上彼此不同的 E 型和 C 型,在預告关系上是极为重要的,而这一点于 1939 年为 Г. Я. 王根盖姆所証实。

研究这些环流型的轉化規律,使王根盖姆建立了长期天气預告的大型环流方法,此方法可以用来編制 8—10 天及 4—5 个月的天气預告。

三十年代中开始繪制北半球的高空图和地面图,并从过去完全沒有記錄或記錄不足的地区中(赤道附近及热带地区、海洋区、北极、南半球及南极)收集到大量的气象資料和高空观测資料。

由于苏联学者們 A. A. 弗利得曼(Фридман), Н. Е. 柯欽(Кочин), И. А. 基培尔(Кибель), Е. Н. 布利諾娃(Блинова)的工作,大气环流的流体动力学理論得到重要的发展。布利諾娃在繼續这方面的研究时,創立了預告 10—30 天北半球气压場及温度場的流体动力学方法(見第九章)。

1939—1940 年以前美国和英国对大气环流及长期天气預告問題还没有进行系統的研究。在这两个国家中当时存在着认为甚至制作廿四小时天气預告也沒有科学依据的議論。至于編制长期預告則认为根本不可能。但在 1939 年以后,美国开始了广泛而全面的研究,这方面的研究主要集中在麻省理工学院(波士頓),美国天气局(华盛頓)及芝加哥大学。

于是,在芝加哥大学成立了学术組織,其成員有罗斯培(Rossby),恰尔尼(Charney),格莱斯曼(Gressman),帕尔門(Palmen),銳尔(Riehl),斯泰(Starr)等人,并于 1946—1947 年中发表了这个組織有关大气环流經驗研究、理論探討和模型試驗方面內容相当广泛的工作总结报告。

在这些年代里,其他国家的一些学者們也完成了許多重要的研究,其中應該提到的是佩特森(Petterssen),弗隆(Flöhn),依利奥特(Elliot),伦勃(Lamb),威莱特(Willet),帕尔梅(Palmer),威克斯勒尔(Wexler),納麦斯(Namias),潘特(Pant),明茨(Minz)等人的工作。