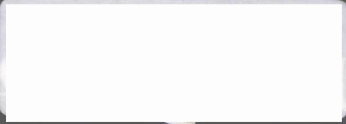




低频天气图

延伸期过程预报方法

DIPIN TIAN  U

YANSHENQI GUOCHENG
YUBAO FANGFA

孙国武 何金海 李震坤 信 飞
梁 萍 李耀辉 冯建英 / 著

中国环境出版社

全国高校教材学术著作出版审定委员会审定

低频天气图延伸期过程预报方法

孙国武 何金海 李震坤 信 飞 梁 萍 李耀辉 冯建英 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

低频天气图延伸期过程预报方法 / 孙国武等著. —北京:
中国环境出版社, 2014. 11

ISBN 978 - 7 - 5111 - 2106 - 6

I. ①低… II. ①孙… III. ①天气图预报
IV. ①P456. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 239221 号

责任编辑 殷玉婷 沈 建
责任校对 唐丽虹
封面设计 金 喆
装帧设计 陈四雄

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010 - 67112765 (总编室)
010 - 67187041 (学术著作出版中心)
发行热线: 010 - 67125803, 010 - 67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 11 月第 1 版
印 次 2014 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787 × 1092 1/16
印 张 15
字 数 364 千字
定 价 128.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

序言 (一)

目前气象预报正向建立无缝隙预报系统的目标发展,即一个国家或区域的气象预报中心应具备从几小时的临近天气预报到年际和年代际气候预测的能力和系统,从而可以最大限度地满足社会和国民经济各部门的实际需要,有效地服务于防灾减灾,规避各种可能发生的风险。在建立无缝隙预报系统中,关键问题之一是填补天气预报和气候预测之间2周到1个月左右时段的预报。由于气候预报主要是预报一个长时间的平均状态和距平(或对气候平均态的异常),因而由月预报向后延伸会遇到理论上和方法上的困难,目前正在积极研究这个问题。另一方面是从天气预报向前延伸,即从可预报上限的2周延伸到4~5周,故这种方法称为延伸预报。由于造成这个时段的信号主要是低频振荡(15~45天周期)或更广泛地说是季节内振荡,因而研究与预报目标和方法更为清晰和近于成熟,据此至少可能预报天气异常的时段和重要过程。孙国武、何金海研究员等专家就是在这种重大的天气预报发展阶段建立了低频天气图延伸预期过程预报方法,不同于以数值预报产品为依据的MJO方法和统计的持续性环流预报方法。这种方法的预报对象和天气意义比较明确和直观,同时便于在业务中应用。实际上,由这种方法提供的是历史、实时和预报天气图中低频系统(滤去了高频2~3天波动)的演变图。据此再根据低频系统动力学理论预报出2~5周的天气过程。因而结合中国的实际情况和条件,低频天气图方法对我国无缝隙气象预报系统的建立和发展作出了新的重要贡献。通过在上海市气象局、甘肃省气象局等业务部门的应用和检验,这种方法的效果是肯定的,在预报一些重要天气过程中是成功的。

低频天气图方法在中国的提出和应用使人联想起20世纪50年代前后,为解决中长期天气预报,美国著名气象学家Namias提出的5天平均图。这个方法在我国中长期业务中至少应用了30多年,并成为主要的预报工具之一。低频天气图主要是针对延伸预报的,与5天平均相比,预报实体更明显,物理意义更清楚。这就是为什么它一经在业务部门试用就发现它有较好的预报性和技巧。像所有其他预报方法一样,它也具有不足和缺陷,这尚需不断在实践中改进。有些问题属于对低频运动规律的认识不够(如北移的原因与条件,与中纬系统的相互作用和锁相或相互作用);有些属于目前数值预报技术对低频振荡(尤其是热带MJO)的预报技巧不高;有些属于滤波方法的不足和固有缺陷。本书是作者对低频天气图方法的理论、方法和应用的系统总结,内容全面,阐

述简明而实用。作为国内第一部完整阐述低频运动在延伸天气预报中应用的专著，对于目前正在我国开展延伸预报的业务和研究人员具有十分重要的参考价值；对于其他领域和部门（如水文、海洋以及农业等）的专家与院校师生也是一本很好的参考书。大气科学理论研究的最后归宿应该是实际应用，并为社会和人民带来真正有益的效果。从这个意义上讲，这本书的问世体现了这种精神和不懈努力，这是我们所有读者应该向他们致谢并表示赞赏的。

丁一汇

2014年3月5日于中国气象局

序言 (二)

进入 21 世纪,在天气气候预报领域,“无缝隙”的概念被越来越多地提及。与之相对应的是 20 世纪后期,当数值天气预报技术显示出越来越高的能力和潜力时,在某些关键之处仍发现存在一些难以逾越的“瓶颈”,一个英文词“gap”成为很多气象学者无法回避的现实,它的意思是“空隙”或“缺陷”。一方面,gap 是指我们的气象观测网,无论在时间尺度上还是空间尺度上,都分辨率不够,常常漏掉中小尺度系统;另一方面,gap 还指我们的预报产品,在 1~6 天的天气预报和月及更长时间的气候预测之间,存在提前 10 天到 1 个月时间预报的缺位;实际上,这样的“gap”还存在于气象科学研究与实践的方方面面,在信息处理、动力诊断、模拟分析、物理过程、模式解析,特别是对大气运动规律的整体认识上,气象科技人员都面临着较难突破的障碍。

近年来,受惠于大气探测技术的进步,特别是雷达和卫星等遥感、遥测技术从地面和高空以相对观测站高很多的时空分辨监视大气层,气象界在“铲除”观测 gap 方面,取得了令人惊异的进步,这种进步加上数据同化技术的发展,及在模式框架和物理过程方面取得的进步,带来了模式空间分辨率的迅速提升,向着精细化、“无缝隙”迈进。

然而,在克服预报 gap 方面,似乎有更长的路要走。在预报时效的谱中,气候预测显然面临着大量需要突破的难点,除此之外,目前最令气象人头疼的 gap,无疑是一周到月时效的预报,或称延伸期预报。该时段的预报,特别是针对台风、洪水等重大灾害天气过程的预报,距离事件本身足够近,即仅仅是 10 多天以后的事情,但这些天气过程的延伸期预报,介于短期天气预报与气候预测之间,很长一段时期以来令人无从下手。延伸期预报在科学上的挑战,直指“天气”与“气候”概念间的 gap 地带,让日臻成熟的短期天气预报在这里丧失“后劲”,而不断取得新进展的短期气候预测,往往从月际开始,其起跑线又跨越了这一时段。

延伸期预报作为预报问题的“短板”,近年来随着有效气象资料的积累、海洋气象信号的有效监测以及天气气候的动力和统计理论的深入研究,成为越来越多的气象人关注并攻坚的目标,开展了大量有益的探索工作。这本《低频天气图延伸期过程预报方法》是由孙国武和何金海两位学者带领一批中青年学者完成的,它全面、系统地介绍了低频天气图方法在延伸期预报中的应用。低频天气图方法巧妙地将气象历史记录中,可能会在 10 天以上延伸期的过程中起作用的信号,以确定影响预报地点的关键区方式

收集起来,而这些关键区,大多是预报地点的天气“上游”重要天气系统的必经之地。结合关键区绘制的低频天气图,可以很好地放大大气慢速运动,通过滤波弱化了其中的快速振荡,从而在历史和实时信息的最佳碰撞中,获得2周以上延伸期预报。这样的预报思想,其优点在于看似运用的是统计方法,但实际上强调的是大气运动中的动力响应关系,其理论基础则是较为成熟的大气低频振荡论。通过这样的方法较成功地“驾驭”了大气混沌问题,即虽然10天以上的大气初始信息开始发散,但导致不确定性的天气信号发散只是其中的一部分,另一部分信号在某种意义上还是因大气的波动性质而传播,这部分传播的信号,不仅可以借助滤波等技术手段捕捉到,还能借助一些海陆气振荡信号,如MJO等机制进行分析,恢复和放大其对预报区域的影响,从而做出“穿越”了频散期、远远高于随机判断和单纯依靠统计计算的延伸期天气预报。

“低频天气图延伸期过程预报方法”是本书作者于20世纪90年代提出,并不断补充、完善,近年来在一些省市开展了业务应用,取得了较好的预报效果。在这样的情况下,需要对这一方法进行阶段性的总结。两位作者认真归纳整理,完成了这本专著,阐述了该方法的理论基础,提出了其应用的规范。这不仅为进一步推广应用创造了条件,也为该方法的进一步发展打下了基础。

相信通过阅读本书,能使关注延伸期预报问题的气象科技人员在理论和方法上有所收益,也希望能有更多学者关注延伸期预报问题,在这一领域不断探索,对现有的方法进行讨论和质疑,并不断创新,提出新的方法,促进延伸期预报不断取得新的进展。

许小峰

2014年5月26日于中国气象局

序言（三）

开展极端天气气候事件的分析和预测，提高预测的科学性和预报产品应用的广泛性，减少极端事件造成的损失，是世界气象组织/世界天气研究计划 THORPEX 国际科学计划中的核心研究目标之一，也是第三次世界气候大会“全球气候服务框架”提出的重要方向。对东亚副热带季风区而言，每年汛期的降水分布、雨带移动、暴雨洪涝等天气气候异常的发生在很大程度上受夏季风多时间尺度变率及其与中高纬环流相互作用控制，而夏季风活动的多时间尺度变率又与海洋及陆面状况的异常变化等密切相连。以副热带季风为特色，发展与中短期预报相联系的区域长期天气预报业务，进一步发挥其在长中短临一体化预报业务体系中的支撑和服务功能，对副热带季风区天气气候异常的预报预测技术发展及防灾减灾具有重要意义。

在我担任上海市气象局局长期间（2004—2013 年），支持并促成气候中心聘请孙国武研究员、何金海教授以上海为基地，开展低频天气图延伸期天气过程预报方法的业务应用研究。进行未来 30~50 天延伸期强降水过程预报，为实现长中短一体化的区域长期天气预报业务提供了一条行之有效的路径。

据我所知，低频天气图的业务预报实践证明该方法有明显的优势。如：2005 年 11 月初，在为上海洋山深水港区开港提供气象服务的过程中，为了确定开港仪式到底选在 12 月 1—5 日的哪一天，孙国武研究员指导上海气候中心的业务人员，通过分析影响上海的关键区低频信号并进行外推（类似此后提出的低频波方法），预报出降水可能性相对较小的时间段，并综合气候背景分析等结果最后确定 12 月 2 日较适宜进行开港仪式，取得了较好的服务效果。而 2007 年至今，孙国武研究员、何金海教授等致力于低频天气图预报技术方法应用及其理论支撑研究。在 2009 年美国总统奥巴马访问上海及 2010 年上海世博会开幕式的预报应用中取得了令人惊喜的预报效果，而对于 2011 年的旱涝急转、2012 年的海葵台风暴雨、2013 年的入梅首场暴雨，这一方法依然显示出了提前 1 个月左右的预报时效，这是数值预报所远不及的。低频天气系统的“三性”，即生成源地的准定常性、时间演变上的准周期性和缓变性、空间演变上的连续性和相似性，是低频天气图方法成功的关键核心。本书着重于业务人员应用角度，从技术方法、分析规则、预报思路等方面进行了重点介绍，并讨论了该方法的天气学原理和延伸期可预报性原理。将 MJO 与低频天气系统相结合开展延伸期预报方法探索，是本书的另一

特色。这些都为延伸期预报业务人员和相关领域科技人员提供重要参考。

以高影响天气、高关注地域和高敏感用户为“三坐标”，加强现代气象业务的科学组织，有针对性地提高预报预测准确率，是增强副热带地区防灾减灾能力的重要途径。本书以延伸期强降水过程预报为例开展低频天气图方法应用，既是长期预报与中短期预报相衔接的范例，又是有效提高高影响事件预报预测和防灾减灾能力的很好示范，非常值得一读。

汤 绪

2014 年 4 月 26 日于瑞士日内瓦

前言

庄子曰：“吾生也有涯，而知也无涯。”（《庄子·养生主》）是的，人的生命是有限的，但知识的海洋是无边的。吾人追求知识，与学为伴，虽年逾七十，确有“皓首方觉知识少，老来仍应勤学习”之感。

正因为如此，我们仍乐意仿效青年学者的胆量和勇气，涉足延伸期天气预报和大气低频振荡领域。深知在延伸期预报领域里，其深邃的内涵需要探索；在大气低频振荡的范畴内，其众多的科学问题需要研究。

尽管如此，近 10 年来，按照孔子所说：“学而不思则罔，思而不学则殆”（《论语·为政》），即学、思、用结合的方式，一边学，一边思，一边用，以上海气候中心为应用基地的同时，先后赴甘肃、辽宁、江苏、福建、海南、江西和浙江等省气候中心，与科研业务人员一起，推广应用延伸期天气过程预报方法——低频天气图。在推广应用的实践中集思广益，发现问题；又通过学习、思考来增进理解并解决发现的问题，如此反复地实践—学习—思考，再实践—再学习—再思考，逐步完善低频天气图预报方法。

早在 20 世纪 90 年代初，我们曾提出用大气低频振荡来预报中长期天气过程的方法——低频天气图，并致力于在气象业务部门的业务应用研究。为此，1991 年和 1995 年，在广东省、江苏省气象局的支持与帮助下，以中国气象学会天气极地气象学专业委员会的名义，分别在广州、南京举办全国性的大气低频振荡天气图预报方法学习班，但因当时格点实时资料等因素的制约，未能实现业务应用。

2005 年夏，中国工程院院士丁一汇对作者说，希望把低频天气图方法重新研究，推广应用，否则搁置下来，太可惜了。并且告诉作者，当年提出低频天气图时，丁一汇院士曾邀请已故叶笃正院士专门点评过低频天气图。正是丁一汇院士的提示和鼓励，使作者燃起了重新研究低频天气图的火苗。

2007 年作者得到上海市气象局的支持，着手在上海气候中心重新研究延伸期强降水天气过程预报的低频天气图方法。

2008—2009 年“低频天气系统预报技术业务化应用”项目被列为中国气象局新技术开发项目，由上海气候中心牵头，与兰州、沈阳中心气象台共同实施。

2011—2012 年，中国气象局预测与网络司以“月内重要过程趋势预测业务系统”立项，列该项目为中国气象局现代气候业务发展试点工作，率先在辽宁省、甘肃省、浙江省和江苏省气候中心推广应用低频天气图方法。2012 年进一步扩大推广到 11 个单

位：上海市、辽宁省、江苏省、浙江省、甘肃省、福建省、江西省、安徽省、山东省、河北省和重庆市等气候中心。2013 年开始在全国气候中心推广应用。

在此，作者对丁一汇院士的提示和鼓励，中国气象局预测与网络司、上海市气象局的支持和帮助，表示衷心的感谢！正是他们的提示、鼓励、支持和帮助，才使得延伸期预报百花园中的一朵嫩苗——低频天气图能够开花、结果；也才使得作者能够撰写出本书——《低频天气图延伸期过程预报方法》。

本书是作者近 10 年对延伸期天气过程预报的低频天气图方法的学习、思考、研究和实践的总结，上海市、甘肃省、辽宁省、福建省、江苏省、江西省、浙江省和海南省等地的气候中心广大科研业务人员积极实践、推广应用，也进一步丰富了本书的内容，作者谨对他们表示衷心感谢。

全书共分 8 章，重点围绕低频天气图如何在全国各省、市、区气候中心应用展开论述。

第 1 章，绪论。主要从延伸期预报文献统计指标和延伸期预报技术方法的角度进行了概述；同时还介绍了可作为延伸期预报理论依据的大气可预报性研究的进展情况；以及延伸期天气过程低频天气图预报方法近年来在上海市、福建省、江苏省、江西省、浙江省、安徽省、河北省等地气候中心和兰州市、沈阳市中心气象台业务预报实践的结果等内容。

第 2 章，低频天气图。论述的内容主要围绕低频天气图，回答什么是低频天气图。低频天气图的绘制方法即：滤波器的选取和主周期的确定以及每日能得到当日实时低频天气图的“滚动算法”。并比较分析了绘制低频天气图的各种方案，如时间滤波、时一空滤波、不同等压面（850hPa、700hPa、500hPa、200hPa）滤波，不同资料（MICAPS、NCEP/NCAR、ERA-Interim 资料等）来源格点资料滤波和数值预报产品的格点资料滤波等。还通过计算比较：①同一等压面的不同时频（10～20 天、30～50 天和 60～80 天）滤波绘制低频天气图。②同一时频（30～50 天）的不同等压面（850hPa、700hPa、500hPa、200hPa）滤波绘制低频天气图，并与相同时频、相同等压面和相同日期的未滤波天气图比较研究低频天气系统和未滤波天气系统的联系和差异。

第 3 章，低频天气图分析。在第 2 章叙述什么是低频天气图后，紧接着本章着重阐述低频天气图的分析，正确分析低频天气图上的低频天气系统（低频气旋和低频反气旋等）是应用低频天气图作延伸期天气过程预报的基础。因此，本章内容主要有：低频天气图的分析规则，低频天气系统的确定、生消、移动和特征，特别是低频天气系统的两种类型和 4 个特性。

第 4 章，低频天气图应用。当前，全国各省、市、区气候中心正在推广应用低频天气图之际，本章介绍的内容尤为重要。应用低频天气图制作延伸期天气过程预报，必须思索、理解和掌握低频天气图的预报思路、预报要点和预报步骤，主要有：格点资料下

载—滤波器选择—低频天气图绘制—低频天气系统分析—关键区划分和各关键区低频系统特征统计—分析各关键区低频系统与预报对象的对应关系—建立预测模型—在计算机操作系统上实施延伸期天气过程预报制作。为了便于业务应用,本章分析了暴雨、高温、冷空气、沙尘暴和干旱的预报个例制作方法。

第5章,低频天气图的天气学原理。围绕主题“低频天气图上的低频天气系统与引起天气过程的未滤波天气系统(天气实体)的发生、维持、加强、移动、减弱和消失过程的联系”进行讨论,内容主要包括:不同位相低频降水的低频环流型及其天气实体、合成的强降水过程的低频环流型及其天气实体和不同天气过程(中—大雨、暴雨、台风和干旱等过程)的低频环流型及其天气实体。

第6章,低频天气图延伸期过程预报原理。研究内容是:延伸期预报内容及其评价方法、延伸期预报的可预报性和低频天气图延伸期过程预报原理以及低频天气图预报方法的扩展等。

第7章,低频天气图方法与MJO方法。本章的特点是分析MJO与低频天气系统的结合。首先介绍了MJO的基本特征、实时监测和年际变率及其传播。其次,叙述了MJO与我国东部天气气候事件的联系及其在延伸期预报中的应用,发现MJO具有强降水延伸期预报信号、台风延伸期预报信号和寒潮低温延伸期预报信号等。紧接着研究了MJO与低频天气图上低频系统的联系,探索性地提出了MJO与低频天气图相结合的延伸期天气过程预报方法,并对长江下游地区大范围持续性强降水过程和台风降水过程进行了预报应用。

第8章,思索和展望。

本书的出版得到了中国教师发展基金会教师出版专项基金资助和编辑部主任慕云女士的帮助,同时也得到中国气象局兰州干旱气象研究所李耀辉主持的公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006023)“多时间尺度干旱监测与预警、评估技术研究”、上海气候中心穆海振主持的公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306055)“副热带季风区季节内强降水事件预报方法研发及业务化应用”、南京信息工程大学徐海明主持的公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006020)“多尺度扰动相互作用对月—季节内尺度气候可预测性的应用研究”以及上海气候中心梁萍主持的国家自然科学基金项目(41205060)“江淮梅雨季节10~30天延伸期降水过程可预报性研究”的共同资助,作者深为感谢。

同时,本书能撰写完成,还要感谢国家气候中心李维京研究员、世界气象组织(WMO)天气减灾服务司司长汤绪研究员、上海市气象局副局长袁招洪研究员、甘肃省气象局副局长张强研究员、云南省气象局琚建华教授、南京大学杨修群教授、中国气象局培训中心肖子牛教授、南京信息工程大学李栋樑、徐海明教授、北京大学钱维宏教授和澳大利亚气象局天气与气候研究中心张虎强博士、中国气象局上海台风研究所雷小途

研究员以及气象科技进展编辑部贾朋群编辑等的鼓励和肯定，以及上海气候中心陈伯民研究员对低频天气图工作的推广应用。

由于延伸期预报和大气低频振荡在延伸期预报中的应用是一个新的科学问题，目前在理论和实践方面还存在许多科学问题需要深入研究、增强理解和业务实践，加之作者水平有限和时间较紧，本书无疑会有不少纰漏和粗糙、不妥之处，敬请赐教。

孙国武 何金海
2013 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 国内外延伸期预报工作动态	3
1.3 延伸期预报的可预报性	6
1.4 延伸期预报的技术方法	9
1.5 低频天气图延伸期预报的实践	15
1.6 延伸期预报方法的评定	32
参考文献	34
第 2 章 低频天气图	40
2.1 低频天气图概述	40
2.2 低频天气图绘制	41
2.3 低频天气图的功能	66
2.4 低频天气图与未滤波天气图比较	67
参考文献	75
第 3 章 低频天气图分析	77
3.1 低频天气图分析原则	77
3.2 低频天气系统的确定	78
3.3 低频天气系统的特征	79
参考文献	90
第 4 章 低频天气图应用	91
4.1 低频天气图预报思路	91
4.2 低频天气图预报要点	91
4.3 低频天气图预报对象	92
4.4 低频天气图预报步骤	93
4.5 低频天气图预报流程	105

4.6 低频天气图预报方法操作系统（以延伸期干旱、沙尘暴过程低频预报方法系统为例介绍）	105
4.7 低频天气图方法的预报实例	112
4.8 天气关键区大气低频波预报方法	132
参考文献	137
第5章 低频天气图的天气学原理	138
5.1 天气学意义（一）：不同位相低频降水的低频环流型及其天气实体	138
5.2 天气学意义（二）：合成的强降水过程的低频流型及其天气实体	145
5.3 天气学意义（三）：不同天气过程低频环流型及其天气实体	152
5.4 统计学意义	164
参考文献	167
第6章 低频天气图延伸期过程预报原理	168
6.1 延伸期预报的可预报性	168
6.2 低频天气图延伸期过程预报原理	175
6.3 低频天气图预测方法的扩展	177
参考文献	184
第7章 低频天气图方法与 MJO 方法	186
7.1 关于 MJO	187
7.2 MJO 与中国东部天气	196
7.3 MJO 与低频天气系统	208
7.4 MJO 与低频天气图结合的预报方法初探	212
参考文献	217
第8章 思索和展望	222
8.1 思索	222
8.2 展望	224

第1章 绪论

1.1 引言

历史证明,气象事业的发展是伴随社会的发展而发展的,国家政治、经济和军事的发展对气象部门不断地提出了新的要求,为满足气象服务日益增长的需求,必然促进了气象事业的发展和气象科技水平的提高,所以,是社会进步发展带动了气象事业的发展。

半个世纪以来,我国气象事业发展的历史过程表明,气象事业每上一个新台阶,无一不与国家社会的进步发展相关联。数十年前,气象部门能公开发布暴雨、干旱、寒潮大风、低温冻害、高温等重要天气过程以及不同预报时效(小时、天、月、季和年度等的预警、预报和预测)吗?答案是否定的。如今,气象部门做到了,而且准确程度不断提高,预报时效不断延长,服务内容不断增多,有短期(48小时以内)各种天气过程的强度、时间预警预报;有3~7天的中期天气过程预报;有月、季和年度气象要素趋势的长期预报(短期气候预测),还有年以上、数十年的气候预估等。

短、中、长期天气预报、预测,无论是时空尺度、物理机制或是天气系统、预报时效等方面,相互间都有内在联系,但由于业务分工,不同预报时效的预报往往由不同业务单位制作和发布。一般而言,气象台主要负责制作短、中期天气过程预报;长期预报、气象要素趋势预报、预测则由气候中心制作。这么样做,忽略了它们之间在技术上的联系和相互借鉴,不利于气象整体服务水平的进一步提高。

为此,上海市气象局提出了长-中-短-临一体化(无缝隙)预报和服务思路,并在2010年上海世博会的气象预报服务实践中取得成功(汤绪,2010年中国气象学会年会副热带气象学委员会报告)。

长-中-短-临一体化(无缝隙)预报,提供一套无缝隙预报预测产品(包括年、季、月、月内、天、小时、分钟)。整套业务之间应是相互联系、相辅相成的(气候/长期天气过程由天气事件累加而成,是天气事件的综合特征),不同时间尺度的预报均以高影响天气事件(暴雨、台风、强对流与高温)为预报对象。除预报产品(降水、温度)外,还包括预报产品不确定性的定量描述(概率),随着预报时效的缩短,不确定性减小。针对不同用户,以提供高影响天气对不同用户的影响预报为主要服务方式。为服务需求(特别是灾害性天气应急)发布长期、中期、短期和临近逐阶段逼近的预报/预警信息。其中,长期预报为中短期预报提供背景等相关支撑,而中短期预报进一步通过把握长期预报信息、跟踪天气系统演变和集合预报变化给出天气预报,最后通过短时临近预报的修正给出最为精确的天气预警和影响预报。

而传统的短期气候预测主要提供月、季、年的距平趋势预报产品,难以与中短期天

气事件相衔接，对天气预报及服务的实践尚存在一些有待改进的地方。

但在长、中、短、临一体化（无缝隙）预报方案中，延伸期过程预报（10 ~ 30 天）在 10 天以下的中、短期预报和 30 天以上的长期预报之间，架起了一座桥梁，衔接了“天气”预报和“气候”预测之间的“时间缝隙”或“预报缝隙”。所以延伸期天气过程预报是“承前（长）”，把长期趋势背景预报具体化，即天气过程发生时段（日期）预报；同时又“启后（中短）”，为中、短期天气过程预报提供支撑。实现延伸期预报，意味着真正达到了“无缝隙”预报的目的（图 1.1）。

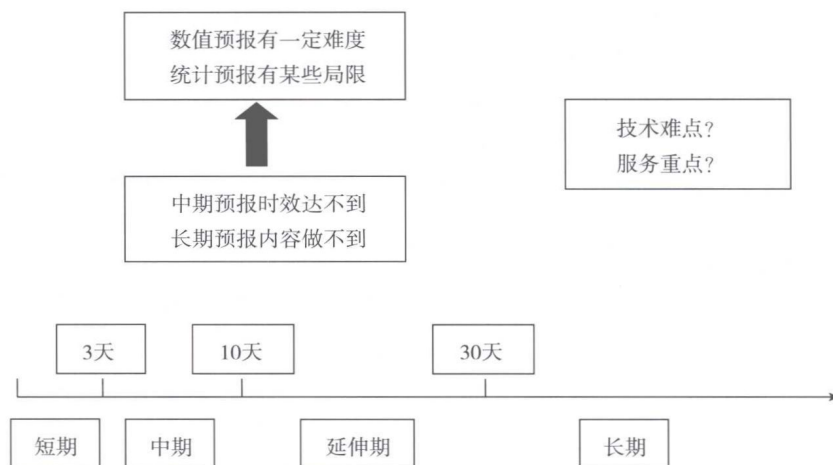


图 1.1 延伸期天气过程预报示意图

显然，延伸期预报是 10 ~ 30 天的天气过程和气候趋势预报，重点放在重大天气过程和极端气候趋势的预报方面，实际上是中期预报（10 天以下）的延伸，在预报内容上与中、短期预报一样，与长期天气预报（短期气候预测）主要预报气象要素的平均值和趋势则有所区别。所以，延伸期天气过程预报，其预报时效（10 ~ 30 天）中期预报达不到；其预报内容（天气过程时间、强度）又是长期预报做不到的。延伸期预报，尤其是天气过程的时段、强度预报既是天气预报技术的难点之一，又是气象服务的重点之一。

为什么是预报技术难点？21 世纪以来，数值预报技术取得了更进一步的发展，是现在业务天气预报精度和时效提高的重要技术支撑，也是今后天气预报技术发展的方向。有限区域中尺度数值天气预报模式的发展，显著提高了短期天气预报的精度，并将有效预报时效延长至 3 ~ 5 天。全球大气环流模式的发展则使业务天气预报时效进一步延长。目前欧洲中期天气预报中心及日本、美国和中国等气象业务中心均能提供全球大气环流模式的 7 ~ 10 天或以上的逐日形势预报和物理量产品。

另一方面，气候预测技术（如气候模式）也日渐发展，从汛期的短期气候预测到全球气候变化的影响评估〔如政府间气候变化专门委员会（IPCC）〕都越来越离不开气候模式的应用。然而，目前气候模式产品的最小时间分辨率通常是月（预报量一般为月平均气温、月降水量等）。

显然，对于 10 天以上的天气过程预报，目前仍缺少客观预报方法和工具（包括数值模式和统计类方法）为业务预报提供支撑，是目前尚未解决又急需解决的问题。所