

中长期水文气象预报文集

第一集

长江流域规划办公室主编

水利电力出版社

中长期水文气象预报文集

第一集

长江流域规划办公室主编

WJ101/29



北林图 A00065748



228519

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为第四次长江流域中长期水文气象预报讨论会的论文选集。内容包括：会议技术小结，数理统计方法在分析研究和预报上的应用，大气环流及长期天气变化过程的分析研究，海-气、地-气相互作用，日-地关系，地球物理因子与长期水文气象要素关系的探讨，长期数值预报试验研究以及中期水文气象预报等。

本书可供水文、气象工作者，水利水电工程管理、水库调度人员，高等院校水文、气象专业师生阅读，亦可供地理、海洋、天文、数学等有关学科的科技人员参考。

中长期水文气象预报文集 第一集

长江流域规划办公室主编

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 $17\frac{3}{4}$ 印张 401,000字

1979年6月第一版 1979年6月北京第一次印刷

印数 00001—9510册 每册 1.45元

书号 15143·3454

前 言

第四次长江流域中长期水文气象预报讨论会于1978年4月1日至4月11日在南京召开。这是一次水文、气象相结合的中长期预报学术交流会。会议共收到中长期水文气象预报科研论文和技术经验总结等各种学术交流材料105篇，内容丰富，涉及的学科广泛，包括水文、气象、地理、海洋、数学、天文、地球物理等等，在实践上和理论上都有一定价值。

根据会议的要求和建议，现由长江流域规划办公室将其中36篇学术交流材料选编成集，以广交流。另外尚有部分论文，将在其他有关刊物上发表，为避免重复，本文集未予录入。由于选编经验不足，本文集仍难免有遗珠之憾，尚请鉴谅。

文稿分别约请有关同志作了审阅，并在编审时进行了适当的修改和压缩，由于时间紧迫，未能与作者一一交换意见，加之水平有限，缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

水利电力部科学技术委员会对本文集的出版十分关心和支持；在选编审稿过程中，得到中国科学院大气物理研究所、中国科学院地理研究所、中国科学院兰州高原大气物理研究所、中央气象局气象科学研究所、华东水利学院、南京大学、北京大学、南京气象学院等单位大力协助。在此一并致谢。

编 者

1978年10月

目 录

前 言

- 第四次长江流域中长期水文气象预报讨论会技术小结会议技术小组(1)
- 周期趋势分析进行太湖年最高水位的预报江苏省水文总站(8)
- 运用自然正交分解作赣江、饶河长期洪水预报江西省水文总站水情科(11)
- 试用多因子等级效应法作长期水文预报三三〇工程局施工技术处水情组(15)
- 聚类分析方法在长期水文预报中的初步应用吴贤坂(20)
- 多预报量双重筛选逐步回归张尧庭 赵 臻(26)
- 湘江衡阳水位分型及其长期预报试验研究长江流域降水时空分布预报研究协作组(32)
- 亚洲500毫巴候平均环流的天气统计学分析章基嘉 孙照渤 兰国明(37)
- 丹江口水库入库流量变化过程的分型及预报郭其蕴 王继琴(48)
- 新安江流域梅雨季最后一次大-暴雨结束的一组判据栗运华(55)
- 使用天气谚语展望旱涝和降雨趋势陈菊英(58)
- 西太平洋付热带高压的持续性浙江省气象台长期组(67)
- 100毫巴单站高空风转换与长江中下游地区入(出)梅关系
.....南京气象学院气象系实习台(74)
- 梅雨期异常旱涝的100毫巴环流特征陈其恭 陆菊中等(78)
- 北半球大气环流季节变化的初步分析及其在长期预报中的应用黄忠恕(88)
- 长江中下游汛期旱涝的欧亚500毫巴环流特征分析及预报
.....刘为纶 姚棣荣 林正炎 陆传荣(98)
- 旱涝长期预报的一个有益试验徐 群(110)
- 初夏我国大范围旱涝现象的前期环流特征林学椿(119)
- 季风和江淮流域的旱涝徐淑英(126)
- 新安江、柘林水库汛期旱涝的前期环流与海温特征分析(摘要)
.....华东水利学院水文系(133)
- 长江流域洞庭、鄱阳两湖地区汛期旱涝长期天气过程的初步分析李鸿洲 王钦梁(140)
- 用秋冬季太平洋海面温度预报夏季北太平洋付热带高压的特征
.....许以平 周国良 沙万英(162)
- 一个可能提高长期预报质量的物理因子
——1973~1977年汛期降水长期预报试验小结
.....中国科学院大气物理研究所长期预报组(172)
- 青藏高原冬春季积雪对大气环流和我国南方汛期降水的影响陈烈庭 阎志新(185)
- 用日、月蚀资料作长期洪水趋势预报吉林省水文总站水情科(195)

应用潮汐水位变化预报西江下游年最高水位的初步探讨
 广东省肇庆地区水文分站 中山大学地理系(200)

考虑非绝热加热作用的长期降水预报模式的初步研究
 中国科学院兰州高原大气物理研究所长期预报组(210)

长期天气数值预报的若干问题 丑纪范(216)

差分量及其在中期预报中的应用 黄文杰 曹鸿兴 陈国范(222)

暴雨预告的一种工具——“综合风-雨图”简介 章 淹(228)

关于江淮流域梅雨中期预报的若干判据 周曾奎(233)

丹江口水库秋汛中期预报 匡 奇(239)

湖南省雨季结束天气过程分析及中期预报模式 郝一娥(248)

超长波与长波演变形势在中期预报上的试验 长江流域降水时空分布预报研究协作组(254)

长江上游枯季径流变化规律分析及中期预报的初步探讨 王钦梁(263)

长期天气预报发展途径 王绍武(270)

编 后

第四次长江流域中长期水文气象

预报讨论会技术小结

会议技术小组*

这次讨论会共收到中长期水文气象预报科研论文和技术经验总结等各种学术交流材料 105 篇。内容相当丰富，与历届讨论会相比，不仅在数量上显著增加，而且在深度与广度方面均大有进展，充分反映出在粉碎“四人帮”后，中长期水文气象预报科学兴旺发达，春色满园的繁荣景象。特别可喜的是，在气象、科研部门和高等院校的协作下，水文部门提出的成果累有增多，许多地区台站和水文站也都做了大量工作，大大推动和促进了中长期水文气象预报的普及和提高。

会议广泛交流了中长期水文气象预报科研成果和预报思路、方法、经验。大会报告 38 篇，包括群众经验，统计预报，日-地关系，地球物理因素，环流分析，海-气、地-气相互作用，数值试验，以及对长期预报发展途径的看法、国内外动态等各个方面，并且展开了热烈的学术讨论，提出了许多有益的见解。

现将会议主要学术内容，概述如下：

一、数理统计方法

在中长期水文气象预报中，数理统计方法占有显著的地位，其作用主要表现在两个方面。首先，数理统计方法作为有力的工具，而在分析研究中获得广泛应用；其次，在成果的综合与实际预报上，数理统计方法仍是重要的手段之一。这次会议上提出的绝大部分交流材料都在不同程度上使用了数理统计分析和预报方法，就充分说明了这一点。特别是基层测站，由于本身面临问题的特点和资料条件的限制，预报方法大多以数理统计为基础，后者显得更为突出。

在分析研究中，应用最广的方法有相关分析、相似分析、谐波分析、功率谱分析等。很多单位从相关普查入手，揭露了汛期降水、水位（流量）特征值与大型环流形势、前期海温、青藏高原热状况以及天文因子等的关系，得出预报的“关键时段”和“关键区”。这种以电算与数学处理为基础的分析方法，大大扩大了使用资料的范围，有助于研究工作深化。与此同时，不少工作还采用各种简化的相关分析方法。这在目前电算工具尚未广泛普及情况下，同样具有实际意义。谐波分析是气象上分析长波、超长波活动的一种常用方法，中央气象局研究院、长办分别采用球面谐波与谐波分析探讨了北半球 500 毫巴高度场

* 参加编写的有：中央气象局研究院章淹、南京大学陈其恭、中国科学院大气物理研究所李麦村、北京大学王绍武、兰州大学丑纪范、华东水利学院范中秀、中国科学院大气物理研究所陈烈庭、中央气象局研究院曹鸿兴，由章淹和长江流域规划办公室王钦梁综合。

大型环流演变，取得了有益的结果。中央气象局研究院、长办、湖南省气象台与浙江省气象台等单位应用谐波分析研究中期天气变化规律，初步结果表明是有成效的。功率谱分析是揭露水文气象要素周期变化的一种客观方法，近年来发展较快。中国科学院大气物理研究所与长办在研究两湖地区汛期旱涝天气过程中用来提取有意义的天气周期活动，为长期天气过程分析提供了一定依据。中央气象局研究院和中国科学院数学研究所引进了最大熵谱分析方法，它具有分辨率高，特别当资料系列较短时，也能取得比较符合实际的频谱。

在实际预报中，多元回归、逐步回归、判别分析、聚类分析以及自然正交函数分解等统计方法，应用得最多最普遍。预报实践需要根据本学科的特点不断引进新的数理统计方法并在使用过程中逐步加以改造，使之在长期水文气象预报中更好地发挥作用，与过去相比，这方面的工作已经取得了一些新的经验和进展。

江苏省水文总站在应用回归分析方法时，分析比较了各预报因子的相关系数以及预报系数近3年来的演变，力求使最后的预报方程比较稳定。武汉大学与中央气象局提出的“多预报量双重筛选逐步回归”研究报告，是对单预报量逐步回归的一种改进，它考虑了各个预报量之间的关系，通过对预报因子和预报量的双重筛选，以求得更合适的预报方程。在使用聚类分析方法上也深入了一步，中央气象局研究院对最优分割法提出了一种改进的计算格式，并在年最高水位预报上进行了试验。长办采用逐步筛选因子的分类方法，在一定程度上考虑了非线性问题。江苏省气象台与南京大学数学系深入研究了聚类分析方法对长期统计预报的一些改进。安徽省气象台与安徽大学数学系采用保持数据内部几何结构来降维的非线性映照方法试作新安江流域汛期降水预报，得到仅由少数几个综合因子组成的合理图象。自然正交函数分解具有收敛快的特点，在天气分析和预报应用较广，近年来在水文上亦逐步得到应用。南京气象学院对亚洲地区500毫巴候平均高度场用自然正交函数展开，并着重讨论了前5个特征向量所反映的基本环流形势。华东水利学院、江西省水文总站虎山水文站、赣州地区水文分站等曾陆续试用自然正交函数的分解作水位、流量长期预报，在这次会议上，四川省岷江水文分站又提出这方面的分析报告，这些工作为水文部门积累了有益的经验。

除上述各种分析和预报的统计方法外，中央气象局研究院还研究了用差分量来处理原始数据的方法，以消除周期确定型趋势，并采用演化相关概念试作中期预报；江苏省水文总站在用周期趋势分析作水文预报时，提出用滑动均值与滑动 C_0 值分别外延以互相印证；三三〇工程局提出了多因子等级相关效应法以及湖北省郟阳水文分站的微极值图解等，这些都大大丰富了这次讨论会的学术内容，开阔了思路。此外，吉林省水文总站、杭州大学、云南省气象台、丰满水电厂、九江地区气象台等单位也都做了不少工作。

会议讨论指出，近年来数理统计法发展迅速，无论在分析研究或者实际应用方面，都发挥了重要作用，但也存在一些问题，特别是在实际预报应用上，对某些方法还有一些不同的看法，值得深入探讨和研究。这次云南省气象台对0-1型离散数据采用何种方法综合为好，进行了仔细分析和对比，这是值得进一步加强的。会议普遍认为，统计预报中因子的选择是个关键，因此强调加强对因子物理内容的分析研究工作。

二、环流分析和研究

从不同角度研究大气环流的长期演变规律是解决长期预报问题的一条重要途径。由于大气环流的持久异常是形成大范围持续性旱涝的直接背景，因此紧密联系长期预报，分析和研究大气环流的异常状态及其演变规律，对于认识水文气象的长期变化过程，探讨海-气、地-气相互作用，寻求有物理内容的预报因子，提高预报的效果，无疑都是十分重要的。在这次讨论会上，这方面的研究成果十分丰富，工作不断深入，揭露了许多事实，提出了一些值得重视的见解。

以群众经验，农谚为线索，联系大气环流变化进行分析验证，从中提取有意义的因子，或者通过单站气象要素变化规律的分析，制作局地的旱涝预报，是广大气象台站常用的工具之一。这次交流的成果中，中央气象台、新安江水电厂、安徽省气象台、江苏省常熟气象站、九江地区气象台等单位分别在这方面做了大量工作，结果表明是有成效的。

对于大型环流演变与长江流域旱涝关系的研究，多数工作侧重于对旱、涝年或旱、涝月进行500毫巴环流的对比分析，如中国科学院地理研究所、中央气象局研究院、南京大学、杭州大学等单位的研究都取得了一些有意义的结果。中国科学院大气物理研究所，南京大学在分析了长江中下游地区6月降水与前期500毫巴高度相关场后都发现2月为“关键月”，对6月份天气影响最大。中国科学院大气物理研究所还根据相关场的配置指出，2月的主要影响系统是太平洋和大西洋阻塞形势，并深入讨论了两大洋阻塞指数与旱涝的关系。江苏省地理研究所研究指出，从长期天气过程演变的观点，首要的应判断是否出现能量大规模南北交换的低指数环流特征的阻塞形势，其次是要注意这类能反映行星尺度海陆热力分布特点的阻塞形势的地理位置，并概括为西风阻塞指数及付高特征指标，与长江中下游汛期降水建立了关系。

鉴于旬、月平均天气图具有切断长期天气过程的缺点，中国科学院大气物理研究所与长办在研究两湖地区旱涝长期天气过程时，使用纬向剖面500毫巴高度10天滑动平均图作为分析的重要工具，深入探讨了西风带与付热带两大天气系统在剖面图上的表现及演变过程，制定了少雨与多雨过程的模式。在选取关键区的做法上，今年也有改进和提高，有的是从群众谚语着眼，有的则以预报经验为基础，然后通过深入分析前期环流差异及演变特征确定，避免了盲目性。南京气象学院与浙江省气象台分别作了环流关键区的特征组合序列。湖南省气象台分析了关键区环流、付高特征，找出了预报湘中雨季结束的有意义判据。此外，华东水利学院在研究新安江、柘林水库汛期预报问题中指出，对于一些流域面积较小的中小河流和水库，即使处于同一气候区在相同的大型环流条件下，其水雨情仍有明显差异，为了提高预报效果，在考虑大范围的环流形势的同时，还必须增加反映流域特殊水文气象条件的地方性因素。

西太平洋付热带高压是影响我国大部地区夏季降水的一个主要天气系统。长办应用亚欧500毫巴旬平均天气图，研究了付高强度的盛衰和中心位置的东西变化规律，与长江中下游旱涝建立了较好关系。浙江省气象台则以500毫巴月平均付高总体面积指数，探讨了

各季付高的持续性，发现付高强弱变化的持续性规律比较明显，并在实际预报中作了初步试用。

在大型环流演变的研究方面，除了对流层中层500毫巴高度场外，这次交流的成果中，不少已扩展到对流层高层（如100毫巴、200毫巴）与对流层下层（850毫巴、海平面）。这对于从整体上揭露和认识大气环流的变化规律是颇有好处的。中国科学院大气物理研究所分析，丰梅年与枯梅年低层850毫巴、中层500毫巴、高层200毫巴的环流形势，并从高低层环流变化所反映的低纬地区纬向环流与经向环流的变化及作用上，提出了丰梅年与枯梅年演变过程的新方式。南京大学对比分析了长江中下游大范围大涝、大旱年梅雨期（6~7月）和前期（1~2月）的100毫巴环流特征，并与500毫巴环流相联系，发现大涝年前期为纬向环流，同期为经向环流，大旱年则正好相反。南京气象学院则通过对近十年来100毫巴高空风资料分析，发现在入梅前腾冲、汕头站在100毫巴上皆进入稳定偏东风，而在出梅前后，上海、馆野站由原来的稳定的偏西风，出现一段转折性的偏东风。

季风是气象上的一个古老课题，它对我国天气气候有着重要影响。中国科学院地理研究所从气候学观点研究了季风形成的原因，认为形成亚非行星尺度的季风环流，主要因子是：①太阳辐射的季节变化；②海-陆热力差异（包括海-气和地-气的相互作用）；③青藏高原的热力和动力作用；④南北半球的相互作用等。并对冬夏季风强弱与江淮流域旱涝的关系作了分析。中国科学院大气物理研究所认为，要了解季风变动和成因，必须了解大气环流变动的机制。在此意义上，把季风单纯作为海陆热力差异结果这种古典概念应予修正，实际上南半球环流及南北半球交换（质量、水汽和动量）和北半球大地形的热力和动力作用对季风的形成和变动也起了重要作用。

在长期预报中还有一个基础工作，就是如何划分长期天气过程来弥补一般平均图不能恰如其分地表示天气系统连续活动过程的缺陷。中国科学院大气物理研究所应用杨鉴初同志在1954年提出的高空西风带环流演变综合图，划分了1969~1974年的东半球长期天气过程，具有参考价值。

会议讨论认为，要解决旱涝长期预报问题，应多注意从大型环流演变的物理过程来追查旱涝成因，为此，应把大气作为一个整体，从低层到高层，上下联系，从中高纬到低纬，从南半球到北半球，南北联系，并结合各种物理因子的相互作用，进行深入分析和研究，为长期水文气象预报奠定扎扎实实的天气学基础。与此同时，群众看天观水经验、单站气象要素变化，也能为旱涝长期预报提供一定的信息，特别对于局地的旱涝预报问题，更有其实际意义，因而仍需不断加以总结、验证和提高。

三、海-气、地-气相互作用

近年来，我国关于海-气相互作用的研究有了比较迅速的发展。越来越多的水文、气象单位积极开展了这方面的工作，揭露出来的大量事实进一步肯定了海洋的热力作用对我国汛期降水变化的重要性，并在实际预报中发挥了作用。在这次会议上，华东水利学院的研究结果表明，利用大范围海温资料结合环流分析作水库入流量预报是可能的。中央气象

局研究院指出，长江中下游连涝、连旱在东太平洋海温场上也可以找到先兆。长办重庆水文总站通过分析得出西太平洋海温与重庆年最高水位的较好关系。江苏省气象台在研究冬半年海洋加热场与江苏梅雨降水关系中也得到了比较好的结果。这些工作，进一步加深了对问题的认识。

中国科学院大气物理研究所对近5年来利用海温作汛期降水长期预报的试验结果作了系统的总结，指出海温指标用于大范围降水趋势的预报，各年的效果是明显的，具有相当的稳定性，是提高预报水平和改善预报质量的一个重要物理因子。这是一个有意义的总结，受到与会代表的注意。

在海-气相互作用的研究中，已有不少研究成果证实付热带高压活动与太平洋的热状况有密切的联系，揭示了许多具有实践和理论价值的事实。这方面的工作，今年又有深入。中国科学院地理研究所指出，夏季付高与前期海温，特别是秋、冬海温的关系非常密切，高相关区主要集中在强洋流区，相关关系可以从前秋一直延续到冬季，其作用可影响整个夏季，说明海温经向梯度的作用持续而稳定。上海市气象台与中国科学院地理研究所着重对赤道冷水区、加里福尼亚寒流区、西风漂流区及黑潮暖流区海温与付高的各种特征量（包括付高面积指数、脊线位置、588线北界及西伸脊点等）的关系作了分析，并建立了一套回归预报方程。中国科学院地理研究所还对影响的机制问题作了探讨，认为在太平洋上由赤道海温异常所引起的两种不同类型的经向和纬向垂直环流圈的转换出现，可能是该地区大型环流变化的长期天气过程的物理本质。中国科学院大气物理研究所与长办在研究中发现，前冬黑潮海域海温异常偏高（低）时，对应该海域上冲绳站2月500毫巴高度也明显偏高（低）时，两者的关系是十分良好的，这说明黑潮海域前冬的异常加热作用，将直接影响到其上空环流特征的变化，进而对长江中下游两湖地区汛期早、涝天气过程发挥作用。

作为控制长期天气变化过程的物理因子，除海洋外，具有特殊下垫面的青藏高原的热状况，也是十分重要的。过去的工作已肯定了青藏高原的加热作用。这次中国科学院大气物理研究所利用1956~1974年青藏高原积雪资料，探讨了青藏高原反常雪盖对东亚大气环流可能产生的反馈影响，并且联系我国部分地区汛期降水作了研究，取得了一些有意义的结果。长办与中山大学分析了青藏高原气温和降水与长江上游汛期径流丰枯的关系指出，关系是显著存在的，但持续性比较差，大致有一个月左右的振动规律，综合考虑青藏高原与西太平洋的作用，将有助于提高预报的判别能力。

在会议讨论中，代表们指出，把海洋和陆面统一考虑，对预报是有益的，应当加强对海-气和地-气相互作用的研究，同时强调在继续不断地揭露新的事实基础上，进一步深入开展物理机制的研究是十分必要的。

四、日-地关系、地球物理因素分析

由于长期天气过程十分复杂，其影响因素也是多方面的。除了地球-大气系统以外，受到人们重视的还有太阳活动以及其他地球物理因素。

研究太阳活动与大气环流振动、气候变化的关系，由来已久，并已在水文、气象长期预报中得到比较广泛的应用。经典的做法是按太阳活动11年周期位相来分析水文、气象要素的变化规律。在这次会议上，中国科学院紫金山天文台详细介绍了太阳黑子的测定过程、太阳活动的一般规律以及新的太阳活动指标，并为水文、气象部门提供了一份比较完整的200多年太阳黑子资料，受到与会代表的注意。

在其他地球物理因素分析方面，湖北省气象局、广东肇庆地区水文分站与中山大学、吉林省水文总站分别作了探索研究。湖北省气象局探讨了湖北盛夏台风暴雨与引潮力的关系，发现日、月引潮力对台风的发生发展及台风暴雨有一定影响。广东肇庆地区水文分站与中山大学认为，天体引潮力大小可以直接反映在潮汐水位变化上，并以农谚“十月十朝潮”为线索，以潮汐水位为指标，与付高及年最高水位关系作了具体分析，表明这种关系是显著存在的。吉林省水文总站详细分析了日、月蚀资料与本省旱涝的关系，在汛期洪水预报应用中取得了初步结果。这些工作，一方面注意本地区特点，另一方面充分与气象条件配合，比过去单纯用日、月蚀或朔望有了进步。

会议讨论认为，从更多方面揭露太阳-大气的联系，对于认识影响大气环流长期变化的可能物理原因是十分必要的，利用太阳活动作长期预报可以为汛期降水和水文特征状况提供一个多年演变趋势背景。今后除继续揭露事实外，应进一步探索太阳活动通过哪些环节而影响到各地的长期天气变化问题。此外，开展对其他地球物理因素与旱涝关系的分析，对于做好长期预报也是有益的。

五、长期数值预报试验研究

长期数值预报是长期预报中基本理论研究内容之一，目前国内外还没有形成一种有效的方法，尚处在试验研究阶段。

由中国科学院地理研究所、中国科学院大气物理研究所、中央气象局研究院参加的“动力-热力学模式的研究和应用”课题组，提出了一个考虑海-气、地-气相互作用的“滤波模式”，把对中、短期预报来说是重要的长波作为“噪声”滤掉，根据本月月平均海温异常，预报下月月平均海温异常和与之相适应的月平均高空形势场，继续进行了大量试验研究，并对1965年逐月作了预报试验，结果表明，大气平均层高度对地表温度场的适应时间一般不超过一个月，由北半球范围内根据实测地表温度距平算得的高度距平与实际值之间的相关平均为0.49，而预报的地表温度距平和高度距平，可以大致反映出实况的总分布形势，一般来说超过了持续性预报的准确度。中国科学院兰州高原大气物理研究所提出了一个适用于单站的长期降水预报方案。该方案以地-气系统的热平衡方程为基础，着重考虑下垫面加热和降水的反馈作用，根据本站本月与上月的从地表到深度为3.2米的6个层次的地温距平与降水距平百分率，预报下月本站这些特征量的值，研究工作正在深入开展中。兰州大学在这次会议上报告了“长期天气数值预报的若干问题”，提出了一些有益的看法，并认为把动力-统计-天气学方法取长补短结合起来，可能会使长期预报得到较大改进。

六、中期预报

中期预报与大型水利工程施工、水库调度运用、防汛抗旱等等都有着直接的关系，是当前生产上急待解决的课题之一，近几年来已引起各有关单位的广泛重视。与过去相比，今年这方面的交流材料大大增多，研究工作有了明显进展。考虑到中期预报既与长期预报在方法、思路上有许多共同之处，又与短期预报关系密切，本身具有独特之处，因此专门为一节进行综述。

从这次会议交流的中期预报材料来看，大多数研究工作是从环流分析角度进行的。长江流域降水时-空分布预报研究协作组，紧密围绕湖南、浙江两省雨季结束期及汛末大-暴雨预报，采用谐波分析分解大气运动中的超长波与长波演变形势的简化方案，找出其演变与转换规律，应用于大型环流的调整与湘、浙两省雨季结束期中期预报上，得到有意义的结果。湖南省气象台对雨季结束期500毫巴环流形势作了全面普查，概括出两类主要中期天气过程：一类是青藏高压东出与西太平洋付高合并；另一类为西风带高压南溃，并建立了中期预报模式。江苏省气象台在短期预报经验基础上，吸取了长期预报的思路，通过对各种型梅雨的对比分析，找出前期环流特征指标，在梅雨期中期预报中作了初步应用。长办对500毫巴西风指数与湖南雨季结束期关系进行了分析，发现西风指数高值结束期与雨季结束存在较好的正相关关系，可以作为雨季结束期中期预报的判据。

在暴雨的中期预报研究中，中央气象局研究院从暴雨预报理论出发，结合预报实践经验，总结试制了一种称为“综合风-雨图”的暴雨预报的新工具。这种图主要利用风场，并结合考虑湿度及高、低空、地面多层次的各种因素，引起与会代表的兴趣。

枯季径流有着与汛期暴雨洪水完全不同的变化规律，枯季径流的变化主要取决于流域蓄水量的消退。因此，枯季径流中期预报问题必须从流域水文规律上进行分析和研究。长办对此作了初步探讨，指出，枯水期不同阶段，径流变化具有不同的特点，这是和流域面积大小、前期水量丰枯、气象因素及下垫面条件等密切有关。枯季径流预报，应考虑不同阶段的不同规律性，合理选用方法。

与会代表热烈讨论了中长期水文气象预报的发展方向，大家普遍感到自1975年第一次长江流域中长期水文气象预报讨论会以来，中长期水文气象预报工作有了很大进步，但是由于学科本身比较复杂，涉及面广，难度较大，目前尚不能适应形势发展的需要。为此，会议认为应当在过去基础上，进一步开展社会主义大协作，扩大协作范围，联合攻关。要加强对中长期水文气象过程及其物理成因的分析研究，特别是对生产影响重大的大涝、大旱要多做分析，多下功夫，使预报建立在比较可靠的物理基础上。

总的来看，这次会议的内容相当丰富，但这只是我们新的长征的开始，今后我们要加倍努力，大干快上，多出成果，快出成果，为早日实现四个现代化的宏伟目标贡献力量。

周期趋势分析进行太湖年最高水位的预报

江苏省水文总站

现行趋势分析的方法，以方差分析法较普遍，但给出的周期是平均状态，且假定在未来时间内保持不变；而滑动分析法却能反映未来过程的大致趋向。因此我们对滑动分析法作了初步研究，根据预报要素的基本周期，将原序列转换成两个新序列，分别对两个新序列的未来趋势作出估计，并相互校验，以控制它的外延趋势。现以太湖流域年最高水位为预报对象，将应用周期趋势分析法进行预报的做法和体会介绍如下。

一、方法简介

当预报对象具有较长资料系列时，按基本周期年数作为步长进行滑动，得出连续的一个个周期项。从数理统计观点来看，这相当于在总体中抽出的一个个子样，则每个周期项（即子样），可用均值和离差系数两个统计参数表示。

第一个新序列，即滑动变数的均值过程：

$$X_t = \frac{1}{t} \sum_1^t X_i \quad (1)$$

第二个新序列，即经过周期滑动的离差系数过程：

$$C_{vt} = \sqrt{\frac{1}{t-1} \left(\frac{\sum_1^t X_i^2}{X_t^2} - t \right)} \quad (2)$$

以上两式中： X_i 为原序列各变数； X_t 、 C_{vt} 分别为经过周期滑动的均值与离差系数值； t 为步长（年数）。

这样经过基本步长的滑动后，把原序列转换成滑动均值和滑动 C_v 值两个新序列（以下简称均滑值和 C_v 滑值），由于滑动步长据周期年数确定，因此称为周期趋势分析法。

第一个新序列为推得各周期的均值变化，反映了原序列的水平趋势，是现行趋势预报的常用方法之一。第二个新序列反映原序列的离散程度。现以太湖年最高水位为例说明。太湖年最高水位经方差分析，得8年周期较为显著，取步长8年，绘制1900~1977年的均滑值和 C_v 滑值的过程线（见图1）。从1930~1945年和1950~1977年两段过程比较，1950年以后时段均滑值与 C_v 滑值的升降趋势较为一致，而1945年以前时段的升降趋势相反，仅由均滑值过程观察，就不易辨别这两段过程的不同特点。且第二新序列反映原序列的变动较灵敏，当每个周期内进入或减去一个极值（指大涝年或大旱年）时，其 C_v 滑值跳动显著。因此应用均滑值和 C_v 滑值两个新序列外延，起到相互制约的作用。

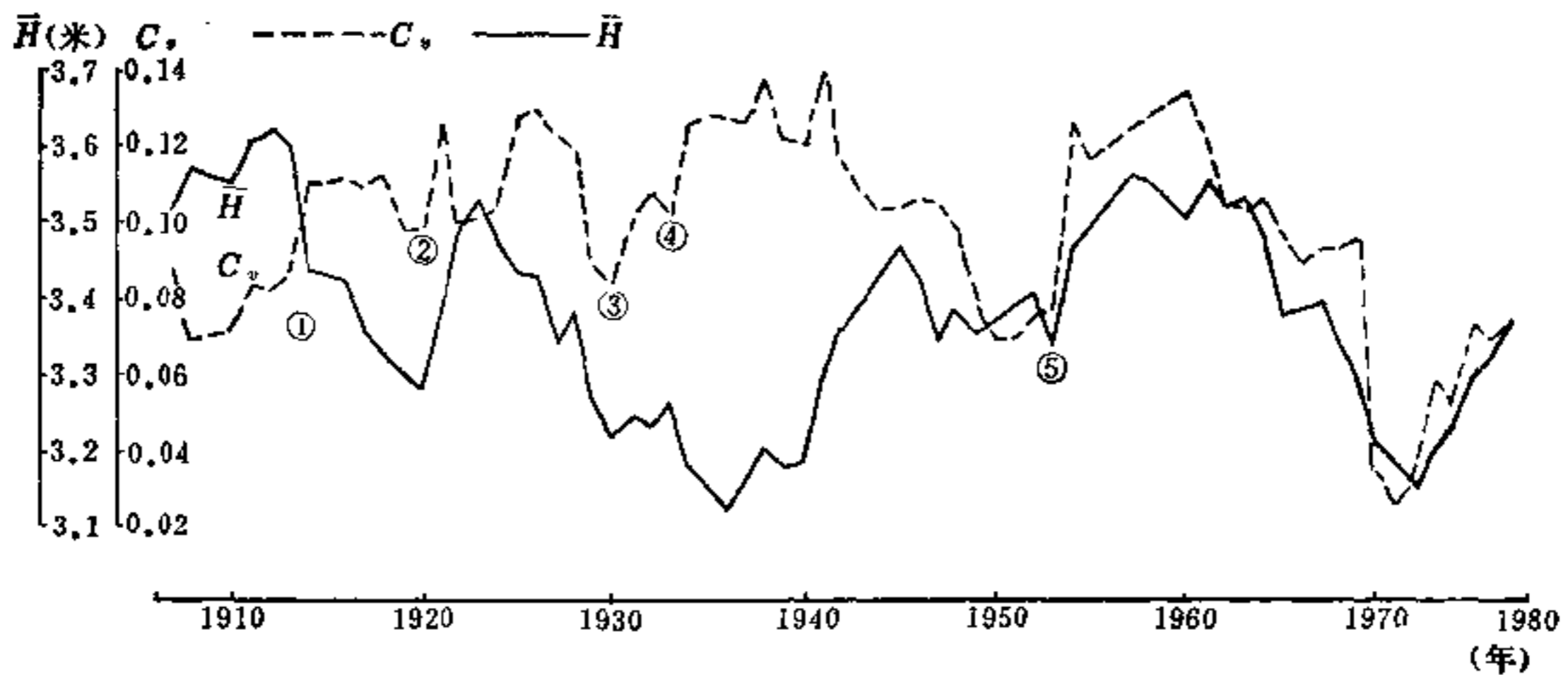


图 1 太湖年最高水位 8 年滑动均值 C_8 值过程线图
(\bar{H} 为均滑值, C_8 为滑值, 均点于该周期的最后一年)

二、试报分析

现据太湖年最高水位 8 年滑动的均值和 C_8 值过程线图进行试报, 从图观察, 在一般旱涝年份, 上升或下降趋势较为平稳, 但有时却突然跳动。出现了转折点, 查得典型年转折点见表 1。

表 1 典型年 $\Delta\bar{H}_8$ 与 ΔC_{8} 转折值

序号	典型年份	$H_{i+1} - H_i$	$\Delta\bar{H}_8$	ΔC_{8}	趋 势
1	1913~1914	-0.44	-0.15	+0.024	转向大旱
2	1920~1921	+0.97	+0.11	+0.028	转向大涝
3	1930~1931	+0.73	+0.03	+0.018	转向大涝
4	1933~1934	-0.46	-0.07	+0.025	转向大旱
5	1953~1954	+1.30	+0.13	+0.050	转向大涝

由表 1 知, 各转折点发生在大旱或大涝年居多; $\Delta\bar{H}_8$ 的相对变化不明显, 在 ± 0.15 米 (一般年份 ± 0.15), 故均滑值外延趋势平稳; 而 ΔC_{8} 的变化突出在 $+0.02 \sim 0.05$ (一般年份在 ± 0.02 以下), C_8 滑值的转折点较为明显, 外延趋势不易掌握。因此, 据周期趋势预报时, 对预报年份是否处于转折点问题要认真分析, 并结合多方面的信息和异常迹象等研究确定, 这是搞好预报的关键问题。

现从制约水文现象变化的主要因素, 如太阳活动、高空环流因子和海温等与太湖年最高水位联系起来, 进行位相关系检验和逐步回归分析等方法判别, 预计 1978 年趋势并未处于转折状况, 故决定由过程线趋势适当外延试报。

按第一新序列计算时:

$$H_{\text{预}} = H_1 + t(\bar{H}_{n+1} - \bar{H}_n)$$

按第二新序列计算时:

$$H_{\text{预}}^2 = H_1^2 + \bar{H}_{n+1}^2 [(C_{v,n+1}(t-1) + t)] - \sum_1^t H_n^2$$

表 2 外延计算水位预报值 (单位: 米)

假定 \bar{H}_{n+1}	3.35	3.40	3.45
推算 $H_{\text{预}}$	3.30	3.46	3.86
假定 $C_{v,n+1}$	0.07	0.08	0.09
推算 $H_{\text{预}}$	3.01	3.48	3.90

已知 $t = 8$ (1970~1977年资料), $H_1 = 3.33$ 米 (1970年), $\sum_1^t H_n^2 = 80.965$, $\bar{H}_n = 3.386$ 米, 据图趋势外延计算见表 2。

由表 2 知, 两者外延推得 1978 年 $H_{\text{预}} = 3.47$ 米, 并由其他方法推得的试报成果在 3.40~3.61米, 与本法推得成果基本相符, 但尚待实践检验。

三、结 束 语

本文建议的周期趋势法, 从水文要素的周期规律出发, 通过滑动分析得出均滑值和 C_v 滑值两个新序列, 以 C_v 滑值新序列的趋势反映旱涝年份较为灵敏, 但特大旱涝年出现的转折点尚不易掌握。

虽然周期趋势分析单纯依靠预报对象本身的变化过程, 尚未进一步联系它的物理背景, 但对预报趋势仍有一定的参考价值。

经太湖年最高水位的分析, 应用周期趋势法, 若仅有 20~30 年资料是不够的, 至少具有 60~70 年的长期资料, 才能较清楚地得出趋势过程。

上述建议方法很不成熟, 存在错误之处, 请惠予批评指正。

运用自然正交分解作赣江、饶河长期洪水预报

江西省水文总站水情科

自然正交分解作长期水文预报，是目前应用较广泛而成效还好的一种处理原始资料数据的方法，它可以用较少几项来逼近原始资料，以抓住主要信息来进行分析，探求其规律，制作预报。目前此法运用到长期水文预报上，主要考虑到降水的时-空分布不均匀性而影响水位、流量等的组合遭遇问题。

一、方法概述

水文要素的时-空分布可用一个 n 行 k 列的矩阵 X 表示：

$$X = (x_{ti}) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{pmatrix} \quad (1)$$

在 X 矩阵中，列向量表示一个测站水文要素随时间变化的过程，行向量则表示某一固定时刻水文要素的时-空分布。

根据流域内 k 个测站几年水文要素观测值，可计算出相关矩阵：

$$R = R_{ij} = \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & \cdots & R_{1k} \\ R_{21} & R_{22} & \cdots & R_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \cdots & R_{nk} \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中元素：

$$R_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_{ti} - \bar{x}_i)(x_{tj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_{ti} - \bar{x}_i)^2 \sum_{t=1}^n (x_{tj} - \bar{x}_j)^2}} \quad (3)$$

式中： $i=1, 2, \dots, k$ ， $j=1, 2, \dots, k$ ， $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_{ti}$ 。

矩阵 R 是一个实对称而且一般是正定的 k 阶方阵，它具有 k 个正实数的特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ 。矩阵 Φ 是由矩阵 R 的相应于这些特征值的标准正交特征向量所组成，即：

$$\Phi = \begin{pmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \cdots & \varphi_{1k} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \cdots & \varphi_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \varphi_{k1} & \varphi_{k2} & \cdots & \varphi_{kk} \end{pmatrix} \quad (4)$$