

第一次中美暴雨学术交流会

中国暴雨代表团

暴雨在中国是一种多发的灾害性天气，不仅在很多地区和一年中较长的时段内可以出现暴雨，并且时常形成十分严重的危害。两千多年来，这方面的严重事件是不胜枚举的。然而，另一方面，它又是工农业生产人民生活上不可代替的一种重要资源。因此，暴雨及其预报是中国气象工作者十分关注的一个重要问题。尤其是1975年8月在中国中部出现了一场严重灾难性的特大暴雨（河南林庄24小时降水量达1060mm，三天总降水量为1605mm）之后，这方面的科研与预报改进就更为加强。在美国暴雨与洪水问题也愈来愈受到人们的重视。资料表明，暴雨等强烈天气所造成的经济和生命损失，近年来有趋于首位的趋势[1]。鉴于这种情况，中国国家气象局邹竞蒙局长与美国国家天气局Richard E. Hallgren局长于1985年初，商定了开展中美暴雨学术交流。美方派五位有关的气象业务与研究学者于年内来华访问，与中国学者举行首次暴雨学术交流会，并共同探讨合作的可能性和可能的途径。会前以通信方式，互相交换了一些学术材料。第一次学术交流会在中国湖北省的武汉举行。湖北省内江河干堤长、湖泊水库多、防汛时间长（5—10月中旬）、预报范围广，并有中国最大的水坝——葛洲坝以及60万亩良田和40万人口密集居住着的荆江分洪区，是中国防汛气象任务最重的一个地区。并且，武汉有中国气象部门的暴雨研究所。国家气象局科教司、外事司及湖北省气象局与暴雨研究所为这次会议的召开，做了准备工作。会议在湖北省气象局附近的华中工学院校园内召开。

以贝尔威利（J. D. Belville）为团长的美国暴雨学术代表团（见附录一）5人及查普皮尔博士的夫人一行6人，于1985年11月13日夜至14日凌晨先后抵达北京。15日上午由中方暴雨代表团团长章淹及外事司宋光耀处长陪同乘机前往武汉。日程很紧，午间抵达华中工学院后，当日下午13:30会议即正式开始。这时来自中国26个省、市及湖北省气象局和暴雨所的有关气象学者57人亦已到会。欢迎远涉重洋而来的美国同行们，并与之交流暴雨科技的新进展。

美国暴雨代表团由其国内几个方面的气象专家组成。包括有美国国家天气局总部及州预报部门的技术负责人和专家，也有美国国家海洋大气局环境实验研究所天气计划研究室知名的高级科研人员，还有卫星资料应用方面的专家。中方暴雨代表团包括中国长江流域、华南、华北和台风暴雨以及湖北省气象局与暴雨所的一些气象专家。图1为美国暴雨代表团及中国暴雨代表团的部分成员和译员与国家气象局科教司的代表在会议住宿楼前合影（见封

底）

湖北省气象局翁立生局长在会议开始时致开幕词，他向美国暴雨代表团和与会的各位代表，表示热烈的欢迎，希望通过此次的交流及今后的共同努力，为提高暴雨预报的水平，为防止和减免暴雨的危害，为发展经济和造福人类做出更大的贡献。之后中、美双方的暴雨代表团团长章淹与贝尔威利各作了一个简短的开幕发言。学术报告开始。美方代表每人各做了两个题目的报告（见附录一），介绍了近年来美国对暴雨认识与预报方面的新进展。为了使暴雨事件的分类能更好而简要的反映各次暴雨的特征，贝尔威利及格里斯等提出了一个：以平均降水量，降水面积和降水时间（即平均雨深/降水时间）为暴雨因子（HR），并结合最大降水量来划分暴雨类型的方法。因为据统计结果 HR 与最大降水量不相关（相关系数仅为 -0.25）。对自1897年以来的376例暴雨进行了分类。这种分类的方法比较客观定量，尤其是具有较好的比较性。如果各个不同的国家（或地区）均能采用共同的客观标准来对大量暴雨事例进行分类，那将是一项很有意义的工作，并便于找出各不同地区间暴雨的异同，从而加速了解其形成的原因和机理。

贝尔威利介绍了一种称为“新奥尔良型”的暴雨，这种暴雨在美国很多地区都常出现。在路易斯安纳州，自1970年以来，75%的特大暴雨（最大降水量>200—400mm）是这种类型。它们的成因与中国初夏长江中下游和淮河流域一带盛行的梅雨甚为相似，常与静止锋相伴出现。改进这类暴雨的预报，在洪泛期，可以大大地挽救生命和财产的损失。麦达克斯和查普皮尔等（1979）[2]曾提出过这类暴雨的天气形势与中尺度特征。近来，他们又提出了这类暴雨过程自地面至200hPa各层的合成特征，并给出了其合成的湿度与稳定性参数，见附表[3]。

美国每年都会发生几次导致生命损失的破坏性

附表 15 次新奥尔良型暴雨过程合成的水汽和稳定性参数

	平均	变化范围
可降水（英寸）	1.74	1.30—2.0
地面至500hPa的相对湿度	89%	79%—97%
K值	36	30—40
沙瓦尔特指数 (SSI)	-2	+2—-5

* 本文由北京气象学院章淹执笔。

暴雨和洪水，这种暴雨往往是由准定常或移动缓慢的风暴复合体形成的。这与中国长江流域多见的强暴雨甚为相似。查普皮尔指出了这种暴雨形成的几种天气形势，以及多种尺度系统与中尺度环流和地形等的影响。在锋面型和中高压型降水中，溢出的凉气流供给风暴复合体，克服少量负的浮力，能把条件性不稳定空气抬升到自由对流高度。在综合型的准静止中尺度对流系统中，在低层由于强烈的天气尺度和中尺度辐合场，促使风暴重复的形成，并产生大雨。中尺度对流有特殊的移向，嵌入这些复合体的是具有相同轨迹的单体，重复地进入同一地区。因此重要的研究是需要了解控制风暴传播方向和速度的因子，其关键是预报这些天气系统的发展和它们伴随的暴雨。这对于今后进一步开展比较研究，深入了解这类暴雨和改进它们的预报将是十分有益的^{[4][5]}。

这次美国暴雨代表团中有两位来自地方预报部门的气象专家：克沃福特是俄克拉何马州气象预报办公室的负责人。那里强风暴频繁，经常组织先进的大规模强风暴试验。在暴风雨预报上，为了消除纪录中的“噪音”，增强客观分析资料的可靠性，他们已有一套完整并经过应用的方法。俄克拉何马州的 AFOS 研究课题提供了一套最大限度人-机结合，改进机器辅助分析的实用方法，采用时间和距离权重的高斯 (Gaussian) 函数^[6]，可以计算各等压面上的大气物理参变数。这一方法也可以应用于其他地方。而且，他们在应用了几年的数字化雷达 (WSR-57 型) 网的基础上，又予改进，用数字化雷达 II 系统，大为改善了强风暴和暴洪 (WSFO) 预报的警报系统。

格里斯来自美国南方暴雨最多的得克萨斯州，他介绍了 20 次影响得克萨斯州南部的热带气旋中，有或无暴雨的天气形势特征，指出 300—200hPa 上，弱的波动在衰减的热带气旋上空移动时，就会有强烈的暴雨产生。而且，在衰减的热带气旋中，降水的出现具有明显的昼夜振荡^[7]；夜间，暴雨向低压环流的中心集中，成为较强的“核心雨”；白天降水向核心雨区边缘的强温度梯度区外移，出现外围阵雨。这可能也是中国长江流域某些强夜雨出现的原因。他还介绍了 120 个大暴雨过程的四种类型的雷达回波特征。

近年来斯科菲尔德等^[8]在引用卫星资料做暴雨和强对流风暴预报上，取得了很大进展。他们的工作在美国的预报员培训中心已多次向各地的预报员们讲授。这次斯科菲尔德来华，又亲自向我国许多预报员做了介绍。他们引用数字化增强曲线 (Mb curve) 来增强显示红外云图（见图 2），它可以帮助决定风暴的强度。并提出了一系列引用卫星资料来估算亚热带气旋、热带气旋和对流性降水的业务应用方法。同时，斯科菲尔德还介绍了 1985 年 6 月 23 日—9 月 21 日期间，中国长江流域等地暴雨过程的卫星云图特点。由于时间关系，他还没有来得及对其他年份的暴雨进行分析。但他已具有了这方面的卫星云图资料。中国代表对这一问题很感兴趣，

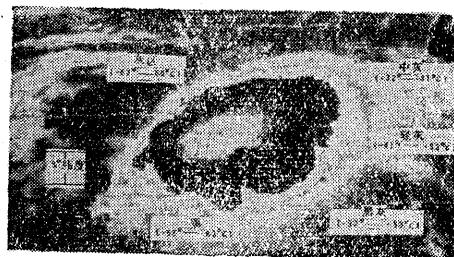


图 2 1982 年 8 月 13 日 0730GMT 的增强显示红外云图 (Mb 曲线)

希望能将这一工作继续开展下去。

此外，贝尔威利团长还介绍了美国国家海洋大气局总部和三个层次的办公机构，以及日常和特殊项目的预报服务等工作情况。

美国同行们的报告，内容丰富，有的是近年来卫星、雷达、微机应用的新技术，有的是较精湛的分析；许多工作是多年大量事例研究的结果，并带有很多形象而漂亮的图片，其中有不少均是美国预报员培训进修中心的教材。由于报告的内容均是双方到会者比较熟悉或正在从事的工作。而且，两国的暴雨虽各有特点，但有很多相似之处，具有很好的比较性。与会代表感到有机会听取远方朋友的报告，是一个难得的机会。所以讨论是十分热烈而友好的。报告中间，美国朋友们还赠送给中国许多有关的文献和书籍（图 3，美国代表在一次赠送文献书籍后与中国代表合影，见封底）。中方亦将这次的报告全部译为英文，赠送对方。

中国方面对近年来中国暴雨预报和研究的现况，长江流域、华南、北方和台风暴雨的一些问题，分别提出了一些介绍。同时，并从暴雨的大尺度，次天气尺度、中尺度分析预报以及卫星、雷达资料的中、小尺度分析应用，提出了报告。而且，还介绍了近年来武汉气象中心等一些预报台上常用的实际预报方法以及细网格暴雨数值预报方法在武汉试验的若干结果和一些新的尝试。中方的报告共 13 篇（见附录二），用汉语或英语讲述。

近年来，在国家重点支持下，国内相当广泛地开展了大量暴雨的科研与实际预报试验，因此，这方面的工作和论文还是比较多的。由于会议时间的限制，在这次交流中，虽然包括了一些综合介绍，但主要仅系中国近年来暴雨工作中的部分结果。

交流报告后，举行学术交流座谈。双方暴雨代表团在十分诚挚友好的气氛中，进行了一天的座谈讨论，探讨今后可能的合作途径与问题。大家认为暴雨是中美两国都十分关注的灾害性天气之一，双方在这方面的工作均有一定基础。但在学术和预报服务上，双方又都迫切的希望能尽速得到提高。因此，这方面的合作，将是十分有益的。同时，美国学者几次提到近年来“气象癌症”的发展问题。他们认为中国学者的一些工作，在仔细分析各种有关的资料上，有一定特点。大家认为此次

合作的开展，除互相学习促进外，对于克服“气象癌症”的发展可能也有一定好处。因此，希望双方的国家气象局长，能在1986年的适当时机，商讨这一问题。在此之前，双方可

1. 进行一些书面文献材料等的交流，
2. 交换两国的暴雨分析事例，
3. 为美国气象学会志和中国气象刊物提供此次学术交流会的报道材料，
4. 出版会议文集，
5. 推选贝尔威利和章淹分别为双方的主要联系人。

报告与座谈会后，美国暴雨代表团参观了湖北省气象局、暴雨研究所与武汉中心气象台，图4为双方代表团参观后在暴雨研究所交谈(见封底)。美国暴雨专家们对武汉气象台当场演示的暴雨预报与暴雨专家系统以及暴雨科研人员与预报员的合作，表示很感兴趣。

交流会期间，与会中美暴雨工作者一同参观了武汉的黄鹤楼与宜昌的三游古洞等古迹(图5、6，见封底)。会后美方暴雨代表团由国家气象局外事司宋光耀处长等陪同前往参观了葛洲坝与长江三峡。参观中，正好遇上一次雨后江水猛涨的情景。从目睹的事实中，代表们亲身感受到了长江暴雨洪水的严重威胁，令人惊诧！

使主人感到遗憾的是江上的大雾影响了三峡参观的行程。这也许是大雾要想留客吧！然而，这却使得客人不得不改换原订的江轮航班。深夜，在候船的江畔，两国朋友们，让共同的歌声，随着长长的长江流水，飘向远方！

11月26日美国暴雨代表团自湖北返回北京，受到了中国国家气象局章基嘉副局长的接待。中方提出了这次会议的备忘录，双方同意。整个会议在双方满意和友好的气氛中结束。11月28日美国暴雨代表团带着他们访问的圆满成功，踏上归程。

附录一

贝尔威利(团长) J. D. Belville 美国天气局恶劣天气处

1) 暴雨事件的分类方法 2) 暴雨预报方法的进展

查普皮尔 C. F. Chappell 美国国家大气海洋局环境实验研究所天气研究计划室

- 1) 伴有暴雨的准定常对流风暴系统
 - i) 必要和有利的条件
 - ii) 典型事例

克沃福特 K. C. Crawford 美国国家天气局天气预报办公室

1) 地面资料分析中，次天气尺度系统的业务应用

2) 数字化增强显示雷达的应用——一种增强显示的环境警报

格里斯 G. K. Grice 美国国家天气局天气预报办公室

- 1) 热带风暴中有无暴雨产生的天气形势

2) 暴雨的雷达成波特征
斯科菲尔德 美国国家大气海洋局 环境卫星资料和情报局卫星应用实验室

- 1) 用卫星云图分析预报暴雨
- 2) 1985年6月21日—9月21日中国暴雨的卫星云图特征

附录二

章淹	北京气象学院	我国暴雨预报和研究的现况
李真光	广东省气象局	华南暴雨研究
王作述	国家气象局气象科学研究院	长江流域梅雨暴雨的中小尺度特征
游景炎	河北省气象局	北方暴雨的中、小尺度事实揭露与分析
李叔庭	上海气象局	台风暴雨
周晓平	中国科学院大气物理研究所	细网格暴雨数值预报在湖北的应用试验
杨金镇	湖北省气象局	长江中游暴雨洪涝及其预报服务
袁恩国	湖北省气象局	长江中游暴雨的大尺度背景及其预报
胡伯威	湖北省气象局	中国梅雨暴雨的次天气尺度系统
张敬业	湖北省气象局	暴雨预报方法介绍
林杏奇	湖北省气象局	熵的变化在暴雨预报中的应用
胡才望	湖北省气象局	长江流域夏季卫星云图上的暴雨云团分析
王登炎	湖北省气象局	长江中游夏季雷达回波分析

参考文献

- [1] B. F. McLuckie(1974): Warning — A call to action.
- [2] Maddox, R. A., C. F. Chappell, and L. R. Hoxit (1979): Synoptic and meso-X scale aspects of flash flood events. Bull. Amer. Meteor. Soc., 60, 115—123.
- [3] J. D. Belville and N. O. Stewart, Extreme rainfall events in Louisiana: The "New-Orleans type".
- [4] C. F. Chappell (1984): Quasi-stationary convective events.
- [5] C. A. Doswell III (1982), The operational meteorology of convective weather Vol. I, II.
- [6] P. D. Bothwell, R. A. Maddox, C. A. Doswell III, and K. C. Crawford(1985), Operational Methods for increasing the reliability of information derived from conventional, surface and upper air data, Preprints 14th Conference on Severe Local Storms.
- [7] J. D. Ward, Spatial and Temporal heavy rainfall patterns overland associated with weakening tropical cyclones.
- [8] R. A. Scofield (1984): Satellite-based estimates of heavy precipitation, Preprinted from the SPIE vol 481—Recent advances in Civil Space Remote Sensing.