台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究技术文集

马鹤年　　李泽椿　　裘国庆　　主编

气象出版社

图书在版编目(**CIP**)数据

台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究技术文集/马鹤年，李泽椿，裘国庆主编．—北京：气象出版社，2001. 11
ISBN 7-5029-3281-X

Ⅰ.台．．．　Ⅱ．①马．．．②李．．．③裘．．．　Ⅲ. ①台风-天气预报-研究-文集 ②暴雨-天气预报-研究-文集　Ⅳ. P457-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 079061 号

气象出版社　出版
（北京市海淀区中关村南大街 46 号　100081）
责任编辑：曾令慧　陈　红　终审：纪乃晋
封面设计：沈　辉　责任技编：陈　红　责任校对：宋春香
*
北京白河印刷厂印刷
气象出版社发行　全国各地新华书店经销
*
开本：787×1092　1/16　印张：11　字数：281.6 千字
2001 年 11 月第 1 版　2001 年 11 月第 1 次印刷
定价：22.00 元

气象科研成果业务化探索

（代序）

气象科研的根本目标是提高气象业务服务能力。从组织科研到形成现实的业务能力，需要经历一系列的过程。如果将这个过程比喻为接力赛跑，业务化是最后一棒；如果把形成有新应用价值的研究成果的总的投入比作“99”，气象研究成果的业务化工作就是在这“99”之基础上加“1”。 虽然为了形成有价值的研究成果已经付出了巨大的努力，但是如果剩下的最后一项工作——业务化不落实，就难以真正产生效益，甚至就会前功尽弃。比喻业务化工作是“99+1”，主要想说明这“1”的特别意义，没有这个“1”，那“99” 就不会产生现实的效益，实际上这个“1”是很不简单的，决不是花一点功夫就可轻而易举实现的。本课题各专题大量的实践表明，为了实现这个“1”，必须做十分扎实的工作，其中也包含有大量创造性的劳动。业务化的过程是一个系统工程，每一个环节都十分重要。开发研制出一个有新应用价值的研究成果已经不容易，要将开发出来的应用研究成果真正送上业务产生效益更是不容易。气象科研成果业务化的问题，除了科技体制上的障碍，也还有技术上实际困难。疏通科研成果向业务转化的渠道，克服研究成果转化为现实业务能力的各种障碍，这也是一种创新。

本课题的目的是通过专门的业务化研究，促成一批有新应用价值的气象应用成果转化为现实的气象业务服务能力，也就是最终将它们送上业务，并通过这项专门的工作探索气象应用研究成果业务化的规律，总结出有效的业务化方法。显然，这是和通常的科研课题有明显不同的特殊课题，它的研究重点不在于研究出新的气象学术和技术成果，而是如何将有新应用价值的成果业务化。专门设立这样性质的课题，这还仅是一次尝试。有幸的是这种思路得到中国气象局科教司的认同，本课题正式由科教司下达并组织实施；这种思路还得到了国家气象中心等预报业务单位的大力支持。经过两年多的努力，在课题组同志的共同努力下，本课题终于比较圆满完成了任务。

现在奉献给读者的这本文集选编了台风、暴雨研究成果业务化和推广应用方面的主要成果。本文集显然也和一般气象科研成果论文集有明显的不同，它的侧重点不在于反映新学术和研究成果，而是有新应用价值成果的业务化，包括所涉及的相关自然科学技术方法和软科学技术方法。

通过本课题的工作，我们深化了关于气象科研成果业务化的一些认识：

1. 推动气象科研成果业务化需要更新观念

本课题之所以能组织得起来并顺利结题，首先是有关管理部门和参与课题研究的专家们在业务化问题上有一致的新观念，这就是：气象科研成果业务化和推广工作是作为潜在生产力的气象科研成果最后转化为现实生产力（业务能力）的必由之路。它和基础研究、应用研究都是科技转化为现实生产力不可缺少的环节，它们之间存在分工不同，而不是贵贱之别。

2. 气象科研成果业务化必须作为一项专门工作、专门项目组织落实

本课题选择了“卫星导风” 等具有先进性和较好业务应用前景，但当时还难以直接上业务的成果，经局科教司审批，正式立项为“台风、暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”，作为一类特殊的课题——业务化课题，组织专门力量把这一批技术成果送上业务。如果没有专门立这个课题，就难以吸引多达 132 位的科研开发专家坚持化两年时间去促进这

些成果的业务化；也难以调动如此阵容的业务一线技术专家和科研人员共同为这些成果的业务化协作攻关。虽然和前期大量的基础研究、应用研究的投入相比，是“99+1”， 但这“1”实际上也是很不容易的。不把它作为一项专门工作、专门项目组织落实，这 35 项成果可能多数至今仍然在研究人员的抽屉里沉睡。

3. 完善和改进原有技术成果既要有永续性又要有阶段性

一个技术方法是否值得搬上业务，是否能在业务中生根，甚至成为离不了的工具，关键是用了这个方法是否确实能提高预报服务质量。一个经过技术鉴定被认为是有业务应用前景的成果，一旦真正搬上业务，仍可能暴露出一些问题。这些问题的存在虽然并不能从根本上否定该成果的应用价值，但却会不同程度影响使用效果。因此，一个有业务应用前景的成果在业务化试验的过程中仍需要做一些既必需又可能的改进。当然，技术的进步总是无止境的，业务化过程中的改进只能是难度和工作量不超出业务化课题条件的局部改进。如果要做难度更大的技术改进，就需专门另立研究课题。

选入本课题的技术成果，程度不等地都存在这种情形。本着完善和改进原有技术成果既要有永续性又要有阶段性的认识和实事求是、精益求精的工作态度，几乎所有子专题都在这方面做了大量的有成效的工作。实践表明，这样做对促进这些成果的顺利业务化是非常必要的。

4. 进入现代气象业务系统的技术必须符合客观化、标准化要求，气象科研成果的业务化必须按要求进行工程化开发

例如，“八五”攻关关于台风暴雨减灾和预警服务系统中已设计有灾情资料库，但是，要正式上业务，就要求资料库系统的资料格式符合规范化、标准化要求，以方便调阅和不断续加。为此，“台风暴雨减灾和预警服务综合方法及业务化”专题组在这方面又做了大量工作。

5. 推动气象科研成果业务化需要科研管理人员和业务管理人员结合，研究开发人员和业务技术专家结合

将科研成果送上业务不仅要研究开发人员继续努力，也离不开一线技术专家协作攻关。为了创造这方面协作的良好环境，本课题组织落实时规定每个子专题项目都必须有业务一线技术专家参加。从课题实施情况看，这样做有两点好处：一是发挥了业务一线技术专家熟悉业务环境的优势，为将成果转化为适应业务环境要求的业务系统创造了有利条件；二是通过他们为进一步疏通新技术上业务的有关环节提供了方便。

本课题在立题时规定，凡是正式列入本课题的拟业务化成果均需落实首选业务化应用单位，并由该单位相应的主管业务领导审批盖章。课题研究进展证明，这为实现气象科研成果的业务化创造了良好的环境条件。

6. 需要建立制度化的应用研究成果转化为业务的流程

上述各种条件具备后，一个技术成果就可以转入业务运作。但是，能否持久、稳定地在业务工作中运行并发挥效益，还需要做进一步的工作，这就是应用研究成果业务化流程的制度化。例如，具备业务化条件的成果正式上业务要由业务管理部门正式作出决定，将该成果纳入业务工作流程，并建立相应的操作规范制度：另外，还需建立相应的业务应用效果评定办法，并建立根据使用情况改进该成果的机制，等等。中央气象台、广东省气象局、上海市气象局、武汉中心气象台都在这方面提供了有益的经验（详见本文集有关论文）。

大量的业务化具体工作是各子专题完成的，上述关于气象科技成果业务化方法的概括可

能难免挂一漏万，本文集所汇集的具体技术论文将会向读者提供更详尽的信息。

本课题毕竟是初次尝试，所概括的认识有待于在实践中不断深化。随着科研的不断改革，气象科研成果业务化的方法也一定会越来越完善。衷心希望本文集能在这个过程中起到一定的借鉴和促进作用。

马鹤年　李泽椿　　裘国庆

2001．10

目　　录

气象科研成果业务化探索（代序）…… 马鹤年等（Ⅰ）
“台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”综合报告 …… 马鹤年等（1）
国家卫星气象中心云迹风算法的改进 …… 许健民等（8）
提高最优插值法测量区域降水量精度的探讨 …… 李建通等（12）
雷达资料的实时收集与传输…… 赵国勇等（20）
BQS 接收基本资料状况报告 …… 苏闽霞等（24）
台风、暴雨业务预报方法的改进完善和诊断、预报技术业务化和推广应用 徐夏囡等（32）
暴雨落区预报结构模型方法的业务化…… 王淑静等（39）
国家气象中心台风数值模式业务化及其应用试验…… 王诗文（44）
热带气旋灾害指数的估算与应用方法…… 王继志 杨元琴（52）
我国沿海台风百年遇重大灾害的 Poisson 分布特征 …… 杨元琴（60）
1998 年中国暴雨大尺度环境的综合观测研究 …… 王继志 杨元琴（67）
1998 年长江流域特大暴雨系统的跟踪分析 …… 王继志 杨元琴（76）
“八五”攻关科研成果业务化和推广应用规范的研究分析报告……汤绪　张柱（88）
成果业务化和推广应用基本条件和流程的建议报告 …… 王伯民等（98）
气象科技成果业务转化与推广规范建议 …… 许小峰等（106）
热带气旋客观预报方法的优化及试验……雷小途等（110）
热带气旋路径动力释用预报方案的改进及其集合预报试验…… 朱永禔 程戴晖（118）
坚持业务技术体制改革，为成果赋予新的生命力…… 柯史钊等（124）
多普勒天气雷达资料在热带气旋探测和预报中的应用 …… 蔡学宏等（129）
热带气旋查询预报系统 …… 何夏江等（136）
用 T106 格点资料制作三层引导流场预报台风位置…… 贾子冰等（144）
应用数值产品作台风登陆地段释用预报 …… 黄江辉等（148）
改进的热带气旋路径模糊概率预报方法 1998~2000 年试验总结和效果评价 李晓娟等（151）
荆江致洪暴雨预报服务系统的业务化及推广研究…… 郑启松等（157）
武汉区域气象中心 MAPS 模式产品的优化及推广应用…… 刘桂枝等（161）

“台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”综合报告

马鹤年　李泽椿　　裘国庆

（中国气象局）

1　概况

1.1　立项背景

1996 年，“八五”国家科技攻关 85-906 项目“台风、暴雨灾害性天气监测预报技术研究”完成攻关任务，取得了多项重大成果。在攻关研究过程中，遵照边研究、边试验、边应用的原则，开展了系统性的成果业务化工作，特别是攻关后期，很多成果陆续在业务中投入试运行，推动了气象部门的业务现代化建设，产生了明显的社会经济效益。为总结“八五”攻关成果业务应用的成功经验，研讨成果转化中的关键技术问题，扩大“八五”攻关成果效益，由中国气象局科教司主持，于 1997 年 8 月在锡林浩特市召开了“八五”攻关成果业务化应用经验交流会。马鹤年和李泽椿出席了会议。会议认为，虽然我们已圆满完成“八五”攻关任务，但成果的业务转化方面还存在着差距，攻关成果的推广应用、成果在提高业务能力中作用的进一步发挥还有大量的工作要做。会议建议，认真清理“八五”以及以前的成果，对有业务应用前景的成果继续给予支持，进一步开展业务化研究，这种支持包括中国气象局和成果业务化应用单位在人力的组织上、经费上的一定投入，以支持通过业务化研究进一步促进成果业务化。

会后，在中国气象局领导和科教司的大力支持下，马鹤年和李泽椿着手筹备设立“台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”项目。国家气象中心裘国庆积极支持项目的设立，明确表示给予一定的经费匹配。

1.2　立项原则

经过进一步的调研表明：“八五”期间，除了 85-906 国家科技攻关项目取得了一批高质量、高水平的研究成果外，气象部门通过其他途径和形式也组织研制了不少成果。“八五”以后经过二年左右的实践，上述这些成果中，有些已在业务中得到应用，在预报服务中显示了作用，但也发现了一些急需改进和完善的问题；有些研制开发成果，如多普勒雷达等有着先进的科技水平，形成的产品已在应用，但还有待于进一步推广；有的成果虽然有潜在的应用价值，但是如果不在已有的基础上按业务化要求再做必要的开发研究，就难以最终转化为业务能力。这种成果就好比好不容易已烧到“99”度的一壶水，如果不再下功夫，原课题结束后也许就慢慢降温，不了了之了。为此，我们提出设立“台风、暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”项目，以“八五”台风、暴雨监测预报的科研成果为基础、有重点地进行业务转化和推广应用的意见。入选项目的成果必须符合下列条件：

- 是 85-906 国家科技攻关项目的成果，或者是对提高台风暴雨监测预报能力有积极作用的其它成熟成果。

- 该成果尚未业务化，或虽已正式投入业务，但还急需进一步改进和完善；或者成果已通过业务试验应用，显示出较大潜力，具有广泛的推广和业务应用前景；或者成果的作用前景看好，再做一定的开发后可望投入业务。
- 成果业务化和推广应用目标与现行业务的发展一致。

除此以外，项目还拟对建立成果业务化和推广应用的科学流程作进一步探索。

我们认为，项目的研究内容包括两个方面，成果的进一步优化和完善，成果的业务化和推广应用。但研究的重点是成果的业务化和推广应用。成果进一步优化和完善的最终目标也是实现在业务中的应用。为了保证业务化目标的实现，在确认入选项目的成果时采取了一项特别措施：必须明确成果的首选应用单位和推广应用单位，并得到成果的首选应用单位和推广应用单位的认可（签字盖章）。

按科教司的意见，在此之前设立的由上海、广东、湖北、河南、福建承担的推广应用课题也纳入本项目统一管理。

1998 年 5 月 16 日由中国气象局科教司主持召开了“台风暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用的研究”项目论证会，通过了项目的可行性报告。

1.3 项目的组织

1) 项目由成果的研制开发、业务应用和有关科技业务管理人员共同研究完成。

2) 项目由项目、专题和子专题三级组成。项目下设专题，专题下设子专题。

项目按技术领域（探测、通信、预报、减灾、成果业务化管理）分为 5 个专题，并把区域的综合性成果按东海台风、南海台风、华中暴雨单列 3 个专题。

01 专题：气象雷达和卫星产品继续开发和业务应用的研究。

02 专题：台风、暴雨等探测资料及预警产品高效、实时传输的研究。

03 专题：台风、暴雨业务预报方法的改进完善和诊断、预报技术业务化及推广应用。

04 专题：台风、暴雨减灾和预警服务综合方法及业务化研究。

05 专题：台风、暴雨科研成果业务化和推广应用规范的研究。

06 专题：东海台风预报技术的优化和业务化。

07 专题：南海台风预报技术的优化和业务化。

08 专题：华中暴雨监测预报技术优化及推广应用。

3）项目设立项目技术组，由课题负责人和专题负责人组成。下设办公室（设置在国家气象中心），执行项目技术组的决定，负责日常的管理工作。

4）项目执行半年书面检查、年度会议报告制度。在年度会议上，检查上年度工作和安排下年度工作。

1.4 结题验收

结题验收逐级进行。专题负责组织对子专题的结题验收工作，项目办公室协助。由于本项目的研究重点强调业务应用和推广应用，因此，子专题的结题验收以现场验收为主，必须有应用单位负责人或主持业务工作的负责人参加，验收材料中必须有“首选应用单位”和“推广应用单位”的使用意见。

对专题的验收已于 2001 年 8 月全部完成。

2　考核目标和完成的主要成果

2.1　考核目标

（1）通过实现以下技术的业务化和推广，明显提高台风、暴雨监测预测能力。

1）卫星和雷达探测技术

- 卫星导风技术用于数值天气预报和热带天气图分析并业务化，效果明显改进。
- 卫星估测 24 小时网格累计降水量可分析出比雨量站网更细致的空间分析特征。
- 多普勒天气雷达风场反演技术用于业务系统。
- 雷达监测台风中心定位误差小于 0.2 个经纬度，最大风速精度在±1 级风。
- 雷达定量测量区域降水量的精度提高 10%，单点降水量准确率达到 70%以上。

2）通信技术

- CCITT.T6 压缩编解码的解码速度由 30 秒提高到 20 秒以内。
- 全球和有限区模式预报所用资料的来报截断时效提高 10%~20%。

3）台风业务预报

- 改进有限区热带气旋数值预报模式，24 和 48 小时路径预报的平均距离误差分别为 150 和 350km 左右。建立全球热带气旋数值预报业务系统，24、48 和 72 小时热带气旋中心位置预报的平均距离误差分别小于 200、400 和 580km。
- 台风路径动力释用预报和客观综合方法预报 24、48 小时台风中心平均误差小于“八五”期间试验结果。

4）暴雨业务预报

- 建成水平分辨率为 50km 左右的有限区同化预报业务系统，预报结果优于原业务系统。
- 以 HLAFS 产品为基础的城市强降水动力释用预报的 TS 评分在原有模式基础上提高 5%。
- 短期暴雨落区诊断解释预报评分高于数值预报暴雨落区。
- 建立雷电活动监测分析预报暴雨、冰雹的短时预报流程。

5）台风、暴雨减灾和预警服务

- 综合减灾信息库信息延长至 1999 年，并应用于中央气象台业务。
- 建立预报产品转化并拓展形成减灾综合服务的业务流程。
- 灾害信息实时处理及灾害评估服务业务化。

6）在上海区域中心海洋天气预报工作平台上，建立和完善台风预报业务流程，可为预报员提供决策工具。

7）形成广州区域气象中心有特色的台风路径客观预报指导产品系列，并在全省台站分发应用。

8）武汉区域中心有限区域细网格数值预报模式 MAPS 产品推广分发应用，河南省暴雨预报产品推广试用，荆江致洪暴雨预报系统移植试用。

（2）提交科研应用和业务化的科学管理制度及科研成果向业务转化的可操作的流程和规范化建议报告。

2.2 主要成果

（1）卫星和雷达探测技术

- 在国际上首次提出用红外和水汽通道测值分布区分薄卷云和低云的算法，改进了示踪云目标追踪方案，进行了全过程质量控制，云迹风的质量有了明显改进。已在国家气象中心区域预报降水模式中准业务运行，在热带天气图分析业务中运用。
- 将云图估计降水的方法集成在中小规模利用站上，形成了算法和流程，具备了业务应用的条件。
- 用单多普勒雷达风场反演技术完成了“单多普勒天气雷达风场反演综合处理软件系统”在厦门、长乐、汕头投入了业务试运行。
- 用多普勒雷达台风定位技术和强度评估方法形成的软件在厦门安装并投入业务，实际应用于 9914 号台风和 0001 号台风（碧利斯）的监测和预警，取得了较好的成绩。
- 雷达估测区域降水系统已在厦门投入业务应用。从降水强度大于 2mm/h 的 625 个样本分析结果，误差小于 20%的情况达到 90%以上。

（2）通信技术

- 完成改进了的 CCITT.T6 压缩编解码技术和 CCITT.T4 压缩编解码技术在 VMS，WINDOWS 95/98，WINDOWS NT，UNIX 等操作系统平台上的业务应用，实现了气象数字传真图传输的快速、准确和与国际的接轨，满足了基层气象台站接收、使用传真图的业务需要。在 WINDOWS 95/98 操作系统平台上，CPU 为 P266，内存为 64MB 的条件下，CCITT.T6 编码文件的解码时间为 7~8 秒。
- 结合卫星通信系统的建立，调整传输流程，提高了国内观测资料的传输、处理时效。按照数值预报有限区所用资料的截止时间计算，国内观测报告到达时效比 1998 年前提高了约 25%。全球模式资料的来报时效在 1998 年基础上提高了 13%。
- 通过将国家气象中心所收集、发送的雷达资料文件进行统一技术转换，实现了国家气象中心雷达探测资料传输方式的规范化。在雷达资料的系统显示平台方面所完成由单一 DOS 系统发展到 Windows 和 MICAPS 操作平台，为雷达拼图应用于基层气象台站提供了方便。
- 完成了 WMO 在 GTS 上传输资料目录的分类统计，实现了地面、探空、测风、船舶等基观测资料的站点、时次、简式报头等资料的量化统计数据。通过与 BQS 通信系统所收集资料的统计分析，提供“BQS 接收资料与 GTS 传输目录比较状况报告”。

（3）台风业务预报

- 通过台风业务数值预报的改进研究扩大了有限区域热带气旋路径预报模式的预报区域，采用了人造台风模型两次嵌入方案和模式网格初始移动方案，并正式投入业务运行；全球热带气旋数值预报谱模式（T106L19）、应用卫星云导风资料形成模式初值、人造台风模型结构的改进方案等已具备业务化能力。
- 台风路径动力释用预报方法将原方案进行了改进和试验，开发了与国家气象中心业务系统相连的业务接口，形成了业务操作流程，已投入业务试运行。
- 多种台风路径预报的客观综合方法将原方案的 24 小时预报作了改进与优化,并将预报时效延伸至 48 小时，试验结果表明已具备业务化能力。

（4）暴雨业务预报

- 在有限区同化预报系统模式中引进了显式降水方案及相应的微物理过程，研制了高分辨率（0.5,0.25 经纬度）的分析同化方案，开发了温度最优插值方案及数字滤波初值化方案，在 SP 并行机及 CRAY 机上分别建成了 0.5 和 0.25 经纬度的有限区同化预报系统，并用于 HLAFS 的备份系统及三峡预报系统，上述均已投入业务。预报效果，对小到中雨的落区预报有较明显的改进。
- 暴雨动力释用预报方法已改造为 HLAFS 产品为基础，并发展为强降水的城市动力释用预报，建立了以 HLAFS 及最新观测资料制作 12~36 小时暴雨自动化客观预报系统，已正式业务运行。414 个城市雨量预报的 TS 评分在原有模式基础上的提高超过 5%。
- 短期暴雨落区诊断解释预报方法融合了预报员的经验，建立了暴雨的物理结构模型。在 T106 的 36~60 小时的数值预报产品基础上，进行暴雨落区解释并已业务化，在国家气象中心会商室可显示、调阅。总体预报效果达到要求。
- 分析建立了北京地区夏季雷电活动的特征参数与强对流天气类型的关系，建立了适用于北京及周边地区强对流天气业务预报流程，已在河北省气象台业务应用。

（5）台风、暴雨减灾和预警服务

- 提供了一套可供气象减灾服务业务直接查询应用的综合减灾信息库（信息至 1998 年）。
- 提供了将预报结果转化为减灾服务信息的技术方法和业务流程。提供了根据预报的台风暴雨信息，得出灾害指数并进而给出灾害经济损失的参考数据，提供了分步骤操作的服务产品制作的业务化流程。
- 提供了可在国家气象中心预报室运行使用的灾害评估服务平台和功能完好的监控系统。已在中央气象台投入业务运行，系统运行稳定，使用方便。

（6）东海台风预报技术的优化和业务化

- “东海热带气旋数值预报系统”实现了 6 小时一次的同化，对模式的地表特征、摩擦系数、构造二次热带气旋 BOGUS 技术、与全球模式嵌套技术作了改进。“综合集成”方法中预报因子值由人工读数改进为计算机自动读数。SD-90 和动力释用方法提高了方法的容错能力，改进了对 T106 模式和 ECMWF 模式的利用；对动力释用方法进行了集合预报试验。改进了“中心附近最大风速预报”方法性能，建立了基于 T106 模式和 ECMWF 模式产品释用的“中心最低气压预报”方法。预报精度有较明显提高。
- 改进“海洋天气预报平台”，在 100 兆的高速网络环境中实现了业务化，实现了台风各种方法预报结果的即时调阅。
- 在“四步定位法”的基础上，利用数学形态学方法进行云图的预处理，改进了插值外推、螺旋线拟合、旋转中心等定位方法的客观化、自动化程度，能投入业务运行。

（7）南海台风预报技术的优化和业务化

- 714SD 多普勒天气雷达的应用，进一步开发了利用强度场、速度场和一些特征信息对热带气旋中心位置的定位系统，开发了热带气旋强度、外围大风区和强降水区的经验估算方法。电信台建立了中尺度探测资料综合显示系统，广州中心气象台建立了台风探测资料综合显示系统。
- 南海台风路径数值预报模式，分辨率提高（111.11→83.3km）实现对 T106 的二次嵌套，同化由 P 面方案改进为 σ 面方案。
- 南海台风业务系统：改进了“系统”平台，研制了热带气旋气候查询预报系统，在

沿海市台推广应用。

- 热带气旋路径模糊概率预报方法，形势场资料改用 T106，参数改用不同引导层动态折项参数。
- 地市气象台在对原有方法优化改进的基础上，建立了湛江市气象台“台风业务系统”、江门市气象台“台风路径预报方法”、汕头市气象台“热带气旋业务系统”等。

（8）华中暴雨监测预报技术优化及推广应用

- 成果优化：MAPS 降水产品的优化研究，改进了三峡区间、清江流域面雨量预报方法；优化改进了荆江致洪类型、致洪暴雨的标准和三峡区间致洪暴雨的天气模型；完善了黄淮河流域暴雨灾害信息库，增加了相似分析功能，完成了郑州 714CD 雷达远程传输、联网拼图等技术工程，开展了应用分析，扩充了热力、动力诊断物理量产品；改进完善了应用 HLAFS、T106、ECMWF 和 MM4 数值预报产品建立的多种河南省暴雨预报方法和神经元预报系统，利用正规优化的方法对 MAPS 模式等多种预报方法的降水预报产品进行了集成。
- 武汉区域中心的 MAPS 数值预报产品、荆江致洪暴雨预报系统、河南省黄淮河流域多种物理量诊断产品和多种暴雨预报方法先后实现了自动上网传输。通过湖北省和河南省各 5 个地市气象台的推广应用试验，MAPS 产品和荆江致洪暴雨预报系统已正式列入省局业务处下发的预报指导产品目录，按业务化运行进行管理。

（9）提交关于成果业务化问题的软科学研究报告

- “八五”攻关科研成果业务化和推广应用规范的研究分析
- 成果业务化和推广应用基本条件和流程的建议
- 科技成果业务转化与推广规范建议

项目已按照合同规定的要求，全面完成了任务。

3 关于气象科研成果业务化的一些认识和体会

通过本课题的工作，我们深化了关于气象科研成果业务化的一些认识：

3.1 推动气象科研成果业务化需要更新观念

本课题之所以能组织得起来并顺利结题，首先是有关管理部门和参于课题研究的专家们在业务化问题上有一致的新观念，这就是：气象科研成果业务化和推广工作是作为潜在生产力的气象科研成果最后转化为现实生产力（业务能力）的必由之路。它和基础研究、应用研究都是科技转化为现实生产力的不可缺少环节，它们之间存在分工不同，而不是贵贱之别。

3.2 气象科研成果业务化必须作为一项专门工作、专门项目组织落实

本课题选择了“卫星导风”等项具有先进性和较好业务应用前景，但当时还难以直接上业务的成果，经局科教司审批，正式立项为“台风、暴雨监测预报研究成果业务化和推广应用研究”，作为一类特殊的课题——业务化课题，组织专门力量把这一批技术成果送上业务。如果没有专门立这个课题，就难以吸引多达 132 位的科研开发专家坚持花两年时间去促进这些成果的业务化；也难以调动如此阵容的业务一线技术专家和科研人员共同为这些成果的业务化协作攻关。虽然和前期大量的基础研究、应用研究的投入相比，是“99+1”，但这“1”实际上也是很不容易的。不把它作为一项专门工作、专门项目组织落实，这 35 项成果可能多

数至今仍然在研究人员的抽屉里沉睡。

3.3 完善和改进原有技术成果既要有永续性又要有阶段性

一个技术方法是否值得搬上业务，是否能在业务中生根，甚至成为离不了的工具，关键是用了这个方法是否确实能提高预报服务质量。一个经过技术鉴定被认为是有业务应用前景的成果，一旦真正搬上业务，仍可能暴露出一些问题。这些问题的存在虽然并不能从根本上否定该成果的应用价值，但却会不同程度影响使用效果。因此，一个有业务应用前景的成果在业务化试验的过程中仍需要做一些既必需又可能的改进。当然，技术的进步总是无止境的，业务化过程中的改进只能是难度和工作量不超出业务化课题条件的局部改进。如果要做难度更大的技术改进，就需专门另立研究课题。

选入本课题的技术成果，程度不等地都存在这种情形。本着完善和改进原有技术成果既要有永续性又要有阶段性的认识和实事求是、精益求精的工作态度，几乎所有子专题都在这方面做大量的有成效的工作。实践表明，这样做对促进这些成果的顺利业务化是非常必要的。

（1）进入现代气象业务系统的技术必须符合客观化、标准化要求，气象科研成果的业务化必须按要求进行工程化开发

例如，“八五”攻关关于台风暴雨减灾和预警服务系统中已设计有灾情资料库，但是，要正式上业务，就要求资料库系统的资料格式符合规范化、标准化要求，以方便调阅和不断续加。为此，“台风暴雨减灾和预警服务综合方法及业务化”专题组在这方面又做了大量工作。

（2）推动气象科研成果业务化需要科研管理人员和业务管理人员结合，研究开发人员和业务技术专家结合

将科研成果送上业务不仅要研究开发人员继续努力，也离不开一线技术专家协作攻关。为了创造这方面协作的良好环境，本课题组织落实时规定每个子专题项目都必须有业务一线技术专家参加。从课题实施情况看，这样做有两点好处：一是发挥了业务一线技术专家熟悉业务环境的优势，为成果适应业务环境要求的业务系统创造了有利条件；二是通过他们为进一步疏通新技术上业务的有关环节提供了方便。

本课题在立题时规定，凡是正式列入本课题的拟业务化成果均需落实首选业务化应用单位，并由该单位相应的主管业务领导审批盖章。课题研究进展证明，这为实现气象科研成果的业务化创造了良好的环境条件。

（3）需要建立制度化的应用研究成果转化为业务的流程

上述各种条件具备后，一个技术成果就可以转入业务运作。但是，能否持久、稳定地在业务工作中运行并发挥效益，还需要做进一步的工作，这就是应用研究成果业务化流程的制度化。例如，具备业务化条件的成果正式上业务要由业务管理部门正式作出决定，将该成果纳入业务工作流程，并建立相应的操作规范制度：另外，还需建立相应的业务应用效果评定办法，并建立根据使用情况改进该成果的机制，等等。中央气象台、广东省气象局、上海市气象局、武汉中心气象台都在这方面提供了有益的经验（详见本文集有关论文）。

国家卫星气象中心云迹风算法的改进

许健民　　张其松
(国家卫星气象中心)

摘　要

本文简述近年来国家卫星气象中心云迹风算法的改进。其中主要的有：提出了根据红外和水汽通道测值分布区分薄卷云和低云的算法;在示踪云目标追踪中考虑了次像元效应; 提出了时间上更加连续的示踪云目标追踪方案;提出了更加有效的水平一致性检验方法;进行了全过程质量控制以及系统平台转换。经过三年多改进，国家卫星气象中心云迹风产品的可靠性和质量都得到了显著的提高。

1　引　言

云迹风是静止气象卫星最重要的产品之一。在海洋地区，云迹风是十分宝贵的资料来源。据欧洲中期数值预报中心统计，云迹风进入初始场以后，对数值天气预报有正贡献。因此各气象卫星运行组织对云迹风产品都十分重视。国际气象卫星协调组织和世界气象组织每隔一年半就举办一次学术会议专门讨论云迹风的算法改进，并对各个卫星运行组织的风产品与探空资料的差别进行比较。

国家卫星气象中心的云迹风产品从 1994 年开始研制，1996 年获得了合理的产品，1996 年 10 月开始进行准业务试验。从 1996 年到 2000 年，云迹风研究小组的成员不断地监视云迹风产品的业务化效果，包括其运行的稳定可靠性和产品质量。在发现问题后，诊断到位，并采取有效的措施予以解决。云迹风产品的可靠性和质量都得到了显著的提高。本文简述 1996 年以后的算法改进。

2　云高度指定算法的改进

云高指定是云迹风算法中最有挑战性的工作。静止气象卫星在 36000km 的高度观测地球，云所在的对流层高度只有 10km。因此用几何方法很难将云的高度定准。示踪云高度的指定一般都用物理的方法。在物理方法中，用红外一个通道的亮温指定云高对于不透明的云而言是可以使用的。但是由于从半透明卷云向上的辐射部分来自其下面的背景，对于地球上大量存在的半透明卷云，这种方法总是低估云高。1982 年 Schejwach 首先提出用一个透明通道(红外)和一个半透明通道(水汽)共同指定云高的算法，使云高的指定有了显著的改进。目前各个气象卫星运行组织都用这个算法指定云高。Schejwach(1982)的算法仍旧没有解决十分薄的卷云和低云的区分问题。我们在研究了大量的个例后发现，在上述两个通道图型的分布中，存在云高的信息。对于高云，透明通道(红外)和半透明通道(水汽)都能观测到它，因此两个通道的图型有很好的相关。对于位于半透明(水汽)通道权重函数极值高度以下低云，透明通道(红外)能观测到它，而半透明通道(水汽)不能观测到它。因此两个通道图型的相关不好。用透明通道(红外)和半透明通道(水汽)的图型的相关首先判别示踪云属于高云还是低云。对于高云，用 Schejwach(1982)的算法指定云高。低云一般都

是不透明的水云，可以用一个透明通道指定云高。使用了这个算法，大量存在的薄卷云被利用了。云迹风的分布大大改善。

3 追踪方法的改进

追踪方法的改进有两个。一个是考虑了次像元，一个是采用更加时间连续的匹配。

卫星图像上一个红外(水汽)像元的大小是星下点 5km。如果取图间隔为 30 分钟，一旦追踪时有一个像元的偏差，那么求出的风速偏差在星下点为 2~3m/s。在远离星下点的地方更大。对于风速本来就不大的低层。用整数像元位移来估计风造成了相对较大的矢量风估计误差。邻近的风明显的不连续。用相关系数矩阵插出带有小数位的极大值位移，大大地改善了低层风的空间连续性。

在高云和低云邻接的地方，相关系数矩阵上往往有两个甚至多个峰值，代表不同层次云的位移。如果仅仅根据相关极大值来估计位移，那么前面两幅图和后面两幅图的追踪目标可能不是同一层的云。为了减少误追踪的可能性，在相关系数矩阵上选出两个峰值，将位移最连续的匹配对用来追踪。

4 质量控制方法的改进

质量控制在每一个计算步后立即进行以减少差错的可能性。其中空间连续性检验十分有效地剔除了可能发生了差错的追踪结果。所谓空间连续性检验就是把云分成三个层。400hPa 以上为高层。400~700hPa 之间为中层。700hPa 以下为低层。在每层的内部，任一地点的风矢量与其周围的加权平均风矢量之差不能大于风矢量本身。与周围风矢量明显不同的风被剔除。空间连续性检验有效地保证了风场的水平一致，是十分有效的质量控制手段。

5 系统平台转换

1997 年下半年 DOS 平台系统稳定投入业务后， 开始进行系统平台转换的工作。

DOS 操作系统对微机云导风工作的执行有许多限制。DOS 操作系统只能管理 640KB 内存，但是云导风工作的程序量和数据量都极庞大。由于有内存不够的限制，必须把大程序分成许多小程序，互相调入执行。由于数组不能开得太大，相同的数据不得不多次重复读入，或把大块数据分割成小块数据读入。调入调出增大了不必要的系统开销，数据多次读入还降低了执行速度。由于程序小而多，思路不清晰，易读性差， 调试难度大， 不便于维护与交接。

Windows95 系统平台与 DOS 系统平台在操作机制上有着本质的区别。后者是单道作业，进程间转换是调入方式，也称为传输方式。前者是宏观上的多道作业管理，可以多道作业同时处于活动状态，进程之间的转换是发送消息管理(或称为事件驱动) 方式。 Windows 系统没有基本内存 640KB 的限制，具有 32 位寻址能力，内部总线是 32 位传输，理论上内存可以无限扩张，数组可以申请足够大的空间，等等。

显然，Windows95 的优点是 DOS 无可比拟的，因此我们将 DOS 系统下运行的云导风系统改成在 Windows 下面运行，并根据操作系统的这些区别与特性，把原来基于 DOS 系统工

作平台的云导风系统重新设计了一遍。

Windows95 整个系统按功能分模块， 再进一步按逻辑单元细分成小的子模块，按数据流向串连模块，使原来由许多小程序组成的系统变成一个大的程序，这样可以省去程序间调入调出的系统开销。把参与计算的三张云图数据捆绑在一起，对使用频次高的数据放入常驻内存区，减少了相同数据反复调入内存的开销，扩大了数组容量，加快了读数据的速度。改原来串式程序结构为集合式结构。增强了错误出口和记录事件的功能。加强了显示功能和运行中的可视化提示功能。

重新设计后的系统，程序思路更清晰，逻辑性更强，代码段较小，容易调试，运行界面直观，系统执行步骤提示明确，从屏幕上一眼就可看出系统在做什么，什么时间可做完，而且执行效率高，稳健可靠。

新系统大致有以下特点：

①按数据流向调度模块，程序思路清晰、逻辑性强，查找问题、调试程序方便，缩短了研制周期。②由于采用了模块化结构的开发方式，程序模块的功能简单化，追加功能方便，模块代码紧凑，对程序的调试相对独立，对一个模块进行修改不影响其它模块，调试优化效率大大提高。③在程序运行中没有程序间调进调出的问题，没有数据多次重复调入内存的系统开销，缩短了程序的运行时间，运行效率大大提高。④由于采用模块化结构，程序易读性强，便于维护和交接。⑤由于数据捆绑式操作，加强了对错误数据的检测和处理，增加了容错功能，提高了系统的稳定和可靠性。

6 改进效果

国家气象中心在 1998~2000 年期间对卫星导风产品进行了大量的质量检验和同化试验工作，1999 年 5 月 16 日~6 月 8 日和 2000 年 6 月 30 日~8 月 31 日两次长时间序列的卫星导风和探空风对比统计表明，在 1 经纬度范围之内卫星气象中心卫星导风相对于探空风的风速偏差为 7~8m/s。因为在 1 经纬度范围之内探空风自身的风速偏差就是 6~7m/s。所以这个偏差在合理的范围之内。在国家气象中心的区域模式中进行了用与不用卫星风对降水预报的影响试验。结果表明对于区域模式而言，影响不明显。这个结论在意料之中。因为区域模式的范围内有许多探空站，不缺资料。

国家气象中心中央气象台用卫星导风于热带天气分析。结果表明，用了卫星风以后，对流层上部分析质量有明显改进，系统定位的准确性和连续性大大提高。

参考文献

[1] Xu Jianmin, Zhang Qisong, Fang Xiang, Liu Jian, Cloud Motion Winds from FY-2 and GMS-5 Meteorological Satellites, Fourth International Winds Workshop, 1998 年 10 月 20~23 日

[2] Fang Xiang, Zhang Qisong, Developing and Non Developing Tropical Cyclones Revealed by High Density Cloud Motion Winds, Fourth International Winds Workshop, 1998 年 10 月 20~23 日

[3] Xu Jianmin, Kenneth Holmlund, Zhang Qisong, Johannes Schmetz, A comparision to the two atmospheric motion vector derivation schems:the eumetsat seg protocal scheme and the nsmc scheme, Fifth International Winds Workshop, 2000 年 2 月 29 日~3 月 3 日

[4] Zhang Qisong and Xu Jianmin, Atmospheric Motion Vector (AMV) Analysis Tools In the NSMC

AMV Derivation Scheme, Fifth International Winds Workshop, 2000 年 2 月 29 日~3 月 3 日

[5] 方翔，许健民，张其松. 高密度云导风资料所揭示的发展和不发展热带气旋的对流层上部环流特征. 热带气象学报 16 卷 3 期, 2000 年 8 月