

天气气候灾害 诊断系统及其应用

董晓敏 姜爱军等 著

涝 旱 热 旱
热 旱 涝
旱 涝 冷 热
涝 旱 涝 热

9302896

气象出版社

(京)新登字 046 号

内容简介

本书针对天气气候灾害的成因、特征、发生、系统地理分布、
防治技术方法,并介绍在气象现代化手段支持下,通过建立天气气候灾害
防治系统的多功能定量分析和预报、预警服务。

天气气候灾害诊断系统 及其应用

董晓敏 姜爱军等编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

气象出版社

(京)新登字 046 号

序

内容简介

本书针对天气气候尺度的旱涝、冷热灾害,系统地阐述分县(市)、分旬、分作物品类来定量诊断灾害等级和影响程度的技术方法,并介绍在气象现代化环境支撑下,通过建立“专用气候资源信息系统”和计算机软件操作系统,实现对灾害的多功能定量分析和防灾、抗灾服务。

本书对省级(及以下)从事气象实际业务和农业、水利、民政等有关部门的科技人员,以及相应的大、专院校学生有参考价值。

天气气候灾害诊断系统及其应用

董晓敏 姜爱军等编著

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号, 邮政编码 100081)

北京理工大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/6 印张:8 字数 210 千字

1993 年 4 月第一版 1993 年 4 月第一次印刷

印数:1—1000 定价:7.50 元

ISBN 7-5029-1356-4/P·0591

序

90年代国民经济和社会发展,要求气象工作加快现代化建设和改革的步伐,以提高气象服务的经济和社会效益。其中对利用气象科技和信息趋利避害的要求越加迫切,特别是在农业和防灾方面,要求气象服务更具针对性和适用性。

本书所介绍的科研成果,是一项针对性强,服务效果显著,且对传统的气候服务方式作了重大的改革。是一项有意义的新的尝试。江苏省处在我国最优越的气候区,气温适宜,雨量充沛且变率在全国中最小。但旱涝等气象灾害仍比较频繁。同等的气候异常,在农业发达的湿润气候区所造成的经济影响,要比在半湿润、半干旱气候区的影响大得多。江苏省首先开发气候服务新技术,是符合事物发展规律的。

作为建设现代化气候业务系统的起步而提出的天气气候灾害诊断系统,通过建立数学模型,得出度量主要气象灾害的方法,归纳出这些气象灾害的时、空分布规律,使之能提供分县、分旬评估和动态追踪分析灾害的技术,开展综合的情报服务。气象灾害有广大的影响面,因而可以有多种概念和技术。本书从气候和农业的角度出发,分两个步骤,首先是处理气候旱涝和冷热程度的度量问题,再进一步建立农田旱涝诊断数学模型及其计算方法。对旱涝的度量,经细致考虑国外新近提出的较好方法后,采用比较实际可行且能解决问题的方法,再按本省气候加以修订。不同(旱或涝)时段有不同的极值方程,而且旱涝指标的方程包含有上一旬降水的影响。在具体服务时,更进一步针对主要作物的农田旱涝诊断模型,经多方考虑后采用了技术上相当困难的水分平衡方法。针对本省气候特点,在平衡方程中包含了很难处理的地下水、渗漏、径流和作物对雨水的截流,最后得出能表达作物受旱涝影响程度的水分平衡指标。所以技术上是尽可能的周密、细致而且是可行的。冷热害方面,稻、麦、棉、油4种主要作物的各个生育期,都有若干单项指标,最终组成综合评价指标。

本书有专章介绍近两年来服务应用的实例,其中还包括近百年气候变化、环流特征、雨涝气象物理量,以及旱涝分布等方面的内容。显示出这个系统丰富的信息量及多方面的功能。

这个系统的形成和运用都由计算机实现,有良好的信息系统、数据库和操作系统。信息还包括气象物理量场。

有了这个系统,克服了以往气候服务上的局限性,及时确定和报告有较好客观依据的气象灾害状态和趋势,使有关部门对排灌和能源需求等作业,以及防灾物资的安

排等,能够得到快速、经常的支持。信息系统的进一步完善和今后服务中取得的经验,必然会对今后科研和服务的深化和拓宽,提供良好的基础。这个系统的建成,表明省级气象事业现代化建设又迈出了可喜的一大步。气象服务的经济效益是面上效益的总和,有面上效益的提高,才有总效益的提高。

这个从湿润气候区生产出发建成的系统,无论在评估模式的建立和计算机技术上,都可以为其它气候区的服务提供良好的参考。应该指出,这项工作的完成,与江苏省气象局和同志们以往在气候、农业气象、计算机技术方面的成就和积累是分不开的。

程纯枢

1993年2月

编著分工:

总负责 董晓敏、姜爱军

第 1 章 董晓敏

第 2 章 董晓敏、吴宗义

第 3 章 沈金妹、董晓敏

第 4 章 姜爱军、董晓敏

第 5 章 陈 静、董晓敏

第 6 章 周学东、吴宗义

第 7 章 董晓敏、姜爱军、沈金妹

还有王元同志编制了“MOA”程序和参加了设备调研工作,雍建明同志编制了“降水随机文件”转为“.dbf”库文件的程序,童智同志参加了灾情实况资料的收集和整理,他们均为科研任务的完成和本书的整理付出了辛勤的劳动。

此外,在科研任务进行和本书编著的过程中,国家气象局陆同文、王树庭、田同舟、王伯民、盛水宽等同志和江苏省农业、水利部门的高亮之、石泽云、伍貽美、戴国荣、陈美榕等同志曾给予我们热情指导,对他们以及曾支持和协助我们的所有同志,在此均表示衷心的感谢。书中有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

“江苏省农业灾害性天气气候
诊断分析服务系统”课题组

1992 年 12 月于南京

目 录

前 言

第 1 章	建设天气气候灾害诊断系统的意义、目的和设计思路	(1)
1	天气气候灾害应引起全社会关注	(1)
2	建设天气气候灾害诊断系统的意义和目的	(2)
3	建设天气气候灾害诊断系统的设计思路	(2)
第 2 章	天气气候灾害诊断分析和应用的数据组织管理——省级专用气候资源信息系统	(4)
1	气候资源信息系统的层次和省级专用气候资源信息系统	(4)
2	“信息系统”对气候资源信息的选择和时间、空间尺度的确定	(4)
3	信息采集子系统	(8)
4	信息存贮子系统——旱涝、冷热灾害诊断专用数据库	(9)
5	信息输入子系统	(18)
第 3 章	气候旱涝诊断数学模型及其计算方案	(22)
1	省域气候旱涝客观分析方法的选择和改进	(22)
2	气候区域的“干旱时段”和“湿润时段”及其相应的“干旱方程适用期”和“湿润方程适用期”	(23)
3	“极端湿润线方程”和“极端干旱线方程”	(26)
4	气候旱涝程度的测定及其度量指标 $I_{i,j,t}$ 的计算式	(27)
5	用 $I_{i,j,t}$ 值对省域气候旱涝程度定量测定的效果检验	(31)
第 4 章	农田旱涝诊断数学模型及其计算方案	(34)
1	省域农田旱涝客观分析方法的选择	(34)
2	农田水分平衡方程的原理和方程中各项的计算	(35)
3	农田水分平衡指标 $A_{i,j,t}$ 的讨论和效果检验	(41)
第 5 章	省域冷热灾害性天气气候对农作物影响程度的诊断和测定	(44)
1	农作物冷热危害程度的诊断测定方法及其意义	(44)
2	稻、麦、棉、油四种作物各生育期内临界温度条件	(45)
3	稻、麦、棉、油四种作物各生育期测定冷热灾害影响程度的单项指标及其综合评价	(49)

第6章 天气气候灾害诊断分析操作系统简介	(60)
1 参数定义和高级指南	(60)
2 操作系统的启动和交互控制	(65)
3 系统的功能操作	(66)
4 “灾害诊断专用数据库”访问技术的实施	(69)
第7章 天气气候灾害的空间分布和时间变化规律的诊断及其应用服务	(71)
1 旱涝和冷热灾害的空间分布和时间变化的动态追踪诊断和模拟评估	(71)
2 长年限气候变化规律的诊断	(85)
3 旱涝灾害的成因诊断	(92)
4 旱涝分布的客观分型	(102)
5 主要农作物的旱涝区划	(108)
参考文献	(116)

第1章 建设天气气候灾害诊断系统的意义、目的 和设计思路

1 天气气候灾害应引起全社会关注

每隔2—7年,世界上就要发生一次“厄尔尼诺”现象,全球气候会出现异常,并伴随着自然灾害的频频发生。特别是本世纪70年代以来,气候异常加剧和气候灾害频繁,仅连年大面积干旱就使几亿人口饥饿和营养不良,根据1979年世界气候大会的一些报告指出⁽¹⁾:全球每年因自然灾害所造成的经济损失高达400多亿美元,其中65%以上是天气气候灾害所引起的。

我国是一个灾情多,影响范围广和程度重、群发性突出和灾害连锁性反应显著的国家。我国政府1990年对外正式发布的材料中指出:1989年因自然灾害造成的直接经济损失相当于当年国民经济增长总值的25%。据有关材料⁽²⁾所提供的数字,在我国自然灾害所遭受到的经济损失之中,有80%左右是由旱涝、低温等气象灾害造成的。

具体分析江苏省天气气候灾害的特点是:江苏地处欧亚大陆的东南部,东部濒临西太平洋,是“亚热带”和“暖温带”两个气候带之间的过渡区;又是“极地大陆性”和“热带海洋性”气团强烈交绥的季风区。因此一年四季都极易发生气象灾害,尤其是旱、涝、冷、热四大天气气候灾害。历史上因旱涝(渍)、冷热灾害给江苏经济造成严重损失的事例是屡见不鲜的。例如1953年4—5月持续40多天的低温阴雨,使三麦受冷害和雨涝(渍)灾害的面积达1609万亩,仅淮阴市就减产28%⁽²⁾;1978年上半年出现1905年有气象记录以来最严重的干旱少雨,全省受旱农田3900多万亩,粮、棉、油全面受影响⁽³⁾;1985年10月持续23天阴雨、秋涝,致使江苏皮棉每亩平均减产10kg,品位下降两个等级,经济损失超过45亿元⁽⁴⁾;1988年夏季持续20天酷热,仅就南京市中暑求医的病人高达1500多人,死亡近百人⁽⁵⁾;近期最突出的是1991年梅雨异常,在江淮流域下游形成自1954年以来入梅最早(5月21日)、梅雨期最长(56天)、雨量最大(700—1300mm,为常年同期的3—4倍,超过1881年有记录以来的1921、1931、1954年大涝年的同期雨量)和持续暴雨强度突破历史极值等特点的百年不遇雨涝灾年。据全省统计的灾情⁽⁶⁾:42000家工厂没于洪水,其中89%被迫停产或半停产,占可耕地面积63%的农田受涝淹没,其中370万亩水稻和215万亩棉花绝收,公路有6条国道和34条省道先后中断交通,其中冲毁路基830km、路面3484km、桥梁34座,涵洞694个,倒断电线杆4800多根,淹没邮电站房480所,中小学校9161所受淹,其中22万m²校舍倒塌,20万城市居民和1.28万个村庄被围困在洪水之中,全省直接经济总损失达230亿元,不仅严重干扰当年的社会经济正常运行,而且对往后、乃至整个“八五”期间江苏的经济发展都造成极其严重的影响。

因此,对人民生命财产造成威胁和给社会经济带来严重损失的自然灾害中,主要应关注气象灾害,尤其是旱、涝、冷、热四大天气气候灾害。

2 建设天气气候灾害诊断系统的意义和目的

根据《中国国家气候计划纲要(1991—2000年)》的要求,省级气象部门必须在了解当地气候特点的基础上,合理开发利用和保护气候资源,预测并防御频繁发生的、对工农业生产和人民生命财产影响严重的气候灾害^[1]。

为达到以上要求,先分析一下江苏省气候工作的现状和90年代的建设目标。解放后,江苏气候工作历经了三个阶段:50年代完成了分布全省各市、县的气象观测站网建设;60—70年代在丰富的气象史料基础上,开展针对省域气候特点的气候区划等系统性分析工作,为经济发展、尤其为农业的发展提供了有效的服务;80年代基本上完成了历史气候资源信息化处理的艰巨任务。上述40多年三个阶段的气候工作方面所取得的成绩,为90年代起实现以计算机(及其网络)为支撑,以信息化气候资源为分析基础的,集成为社会提供多功能(气候影响评价、异常或灾害性天气气候综合情报和动态追踪监视分析服务、气候变化诊断和预测、气候年鉴和整编等)服务的“现代气候业务”建设目标^[2]打下了良好的基础。

但是,省级现代气候业务的整体系统性建设任务十分庞大、工作量十分繁重,是一项长期建设任务。当前我们仅选择其中的一个很小部分,将“天气气候灾害诊断系统”作为“现代气候业务系统”建设的起步。

选择旱、涝、冷、热四大灾害来建设天气气候灾害诊断系统的原因有两点:一是这四大灾害所造成的危害和损失极其严重,早就引起世界各国的重视。国际上特别号召通过协调和努力,并充分利用现代化科技成就,开展研究和建立防灾、减灾工程,以达到提高抗灾能力的目的。我们所选择的正是国际和国内共同关注的问题。二是据世界气象组织统计,减灾投入和其效益之比为1:20,甚至是1:100以上,这意味着在发展生产、繁荣经济的过程中,减灾和增产同等重要,减灾就是增产,就是增收,能将损失最大的这四大灾害减少到最小程度,也就最能体现依靠气象科技进步达到增产和增收的效益。因此我们的选择,最利于将气象业务纳入科技为经济发展服务的运行轨道。

针对旱涝、冷热灾害而建设的“天气气候灾害诊断系统”要达到以下四个目的:

(1) 根据学科的发展水平,通过建立数学模型,或通过受灾的临界条件归纳,实现对旱涝、冷热灾害的客观和定量度量,提高诊断这四种天气气候灾害的能力。

(2) 归纳旱涝、冷热灾害的时、空分布规律和相应的降水、气温变化规律,为气候预测、特别是天气气候灾害的预测做技术准备。

(3) 提供分县、分旬(或按作物生育期)的旱涝、冷热灾害动态追踪分析和模拟评估分析报告,为农业、林业、水利等生产部门防、抗自然灾害和保证增产、增收服务。

(4) 针对旱涝、冷热灾害性天气气候开展综合情报分析服务,为生产部门防灾、抗灾和救灾决策提供信息。

3 建设天气气候灾害诊断系统的设计思路

要达到上述目的,就必需借助电子计算机,依据建立在科学基础上的旱涝、冷热诊断模型,对降

水量、气温等有关气象信息资料进行加工计算和处理。并要求将加工计算和处理的最终结果开展实际应用服务。

因此，“天气气候灾害诊断系统”应在一个多功能服务“窗口”的支撑下，包含4个方面内容：能专门为诊断分析和应用服务提供基本数据的“气象资源信息系统”；作为进行技术分析基础的“诊断数学模型及计算方案”，或是灾害综合考察指标的确定方案；能投入实际业务应用的“灾害动态追踪和模拟评估分析服务系统”；开展对旱涝(和降水)、冷热(和气温)的时空变化规律的诊断分析。这4个部分之间的关系既是独立的，又是一个整体。总的设计思路示意图由图1·3·1给出。

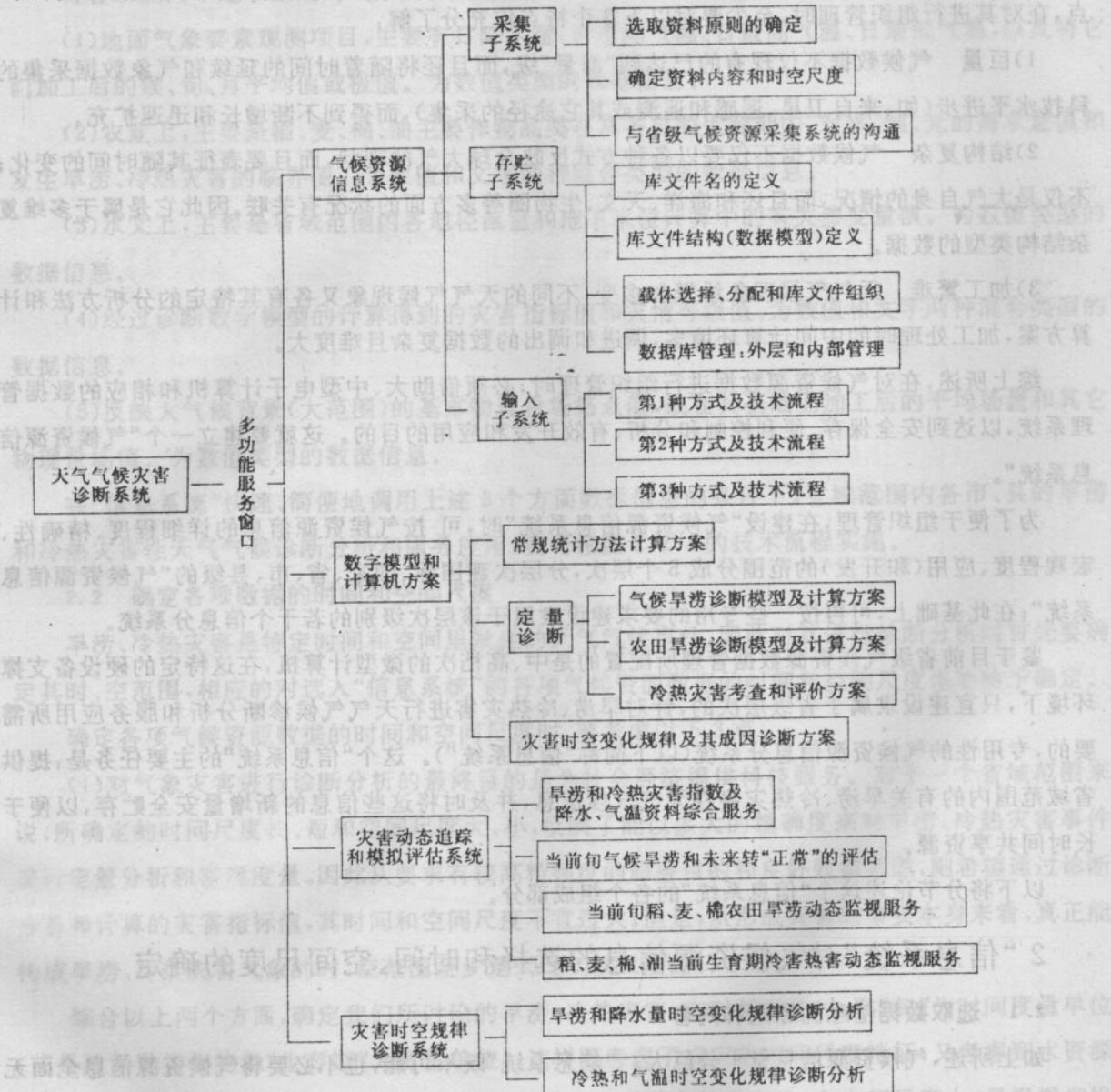


图1.3.1 设计思路框图

第2章 天气气候灾害诊断分析和应用的数据组织管理——省级专用气候资源信息系统

1 气候资源信息系统的层次和省级专用气候资源信息系统

对任何天气气候现象作诊断,继而探索其发生和发展的规律,均是建立在对历史悠久、具有权威性的气候数据资源进行详尽分析的基础之上。气候数据资源十分丰富,但必须了解其所具有的特点,在对其进行组织管理时,至少要对以下3个特点作充分了解:

1) 巨量 气候数据不仅现有的已达到“海量”级,而且还将随着时间的延续和气象数据采集的科技水平进步(如:来自卫星、遥感和遥测或其它途径的采集),而得到不断增长和迅速扩充。

2) 结构复杂 气候数据不仅要以各种方式反映全球大气的现状,而且要表征其随时间的变化;不仅是大气自身的情况,而且还和海洋、天文、生物圈等多方面的状况有关联。因此它是属于多维复杂结构类型的数据。

3) 加工繁难 天气气候现象纷繁和多变,不同的天气气候现象又各有其特定的分析方法和计算方案,加工处理时的中间计算环境多,调进和调出的数据复杂且难度大。

综上所述,在对气候资源数据进行组织管理时,必须借助大、中型电子计算机和相应的数据管理系统,以达到安全保存、便利控制和分析、有效开发和应用的目的是。这就要建立一个“气候资源信息系统”。

为了便于组织管理,在建设“气候资源信息系统”时,可按气候资源信息的详细程度、精确性、宏观程度、应用(和开发)的范围分成5个层次,分层次建国际、国家、省、市、县级的“气候资源信息系统”;在此基础上,可再按一些专用的要求建设隶属于该层次级别的若干个信息分系统。

鉴于目前省级气候资源数据管理所配置的是中、高档次的微型计算机,在这特定的硬设备支撑环境下,只宜建设隶属于省级层次的,针对旱涝、冷热灾害进行天气气候诊断分析和应用所需要的,专用性的气候资源信息分系统(以下简称“信息系统”)。这个“信息系统”的主要任务是:提供省域范围内的有关旱涝、冷热灾害性天气气候信息,并及时将这些信息的新增量安全贮存,以便于长时间共享资源。

以下将分节论述这个“信息系统”的各个组成部分。

2 “信息系统”对气候资源信息的选择和时间、空间尺度的确定

2.1 选取数据信息的原则和内容

如上所述,气候资源信息量十分巨大。“信息系统”既不可能,也不必要将气候资源信息全面无筛选地收括进去。那么,什么样的气候资源信息被选入“信息系统”、并被安全保存呢?我们考虑可根据以下两个原则来选择:

2.1.1 旱涝、冷热天气气候灾害虽然是在全球性大气候背景下发生的现象,但对一个固定的

省域来说, 毕竟首先要回答这个特定区域内的灾害发生规律和特征。据此选取进入“信息系统”的气候资源信息, 应能充分显示省域范围内旱涝、冷热天气气候的特有规律。

2.1.2 对旱涝、冷热天气气候灾害分析的最终目的是预测其趋势, 以防患于未然。特别是当日后国家一级的气候预测模式投入业务时, 对于省级来说, 重点就可着眼于本省域的旱涝、冷热灾害现象发生和发展与全国、半球乃至全球大气候背景变化这两者之间的关联上。据此, 现在就需要为寻找这种关联而选取能反映半球和全球大环境气象条件的气候资源信息。

符合以上两个选取原则的气象资源信息, 有以下 5 个方面的内容:

(1) 地面气象要素观测项目, 主要有日降水量、日平均气温、日最高气温、日最低气温, 以及将它们加工后的候、旬、月平均值或极值。为数值类型的数据信息。

(2) 农业上, 主要是稻、麦、棉、油主要作物类在其各自的生育期内, 对水、温、光的需求量值和发生旱涝、冷热灾害的临界值。为数值和文字两种混合类型的数据信息。

(3) 水文上, 主要是省域范围内各地径流量和地下水位计算中的有关参变量值。为数值类型的数据信息。

(4) 经过诊断数学模型的计算得到的灾害指标值和灾情等级值。为数值和文字两种混合类型的数据信息。

(5) 反映大气候背景(大范围)的基本物理量场格点值, 或在其基础上加工后的平均场量和其它物理量场值。为数值类型的数据信息。

在“信息系统”快速、简便地调用上述 5 个方面数据信息的条件下, 省域范围内各市、县的旱涝和冷热灾害性天气气候诊断分析和应用, 就可按图 2.2.1 的技术流程实施。

2.2 确定各项数据的时间和空间尺度

旱涝、冷热灾害是特定时间和空间里发生的天气气候事件。因此对其进行诊断分析时首先要确定其时、空范围, 相应的对选入“信息系统”的各项气候资源数据的时间和空间尺度也要给予确定。

确定各项气候资源数据的时间和空间尺度时, 要考虑以下 3 点:

(1) 对气象灾害进行诊断分析的最终目的是为社会经济提供科技服务。对于一个省域范围来说, 所确定的时间尺度长、短和空间尺度大、小, 反映了能以多大的精确度来对旱涝、冷热灾害事件进行定量分析和客观度量。因此从要求有较高精确度的服务目的和良好效果考虑, 则希望通过诊断分析和计算的灾害指标值, 其时间和空间尺度不宜过大; 但是, 从形成灾害的事实本身来看, 真正能构成旱涝、冷热灾害气象的时、空范围至少是天气气候尺度的。

综合以上两个方面, 确定我们所讨论的旱涝、冷热灾害, 在对其度量时, 取“旬”为时间度量单位(或是取某种类作物的“生育期”为度量单位), 这样既考虑了成灾的时间尺度特征, 又考虑到水资源(水利上)调度和农业生产上所能采取相应对策措施在时效上的适应性。在空间尺度上, 是根据省级农业气候区划⁽⁸⁾和水系分划⁽⁹⁾, 在全省 5 个农业气候区(见图 2.2.2)和 10 个水系流域区(见图 2.2.3)的基础上, 再考虑各县、市的气候特征进行调整, 最终按县、市来度量旱涝、冷热灾害的空间分

布,向生产部门提供应用服务报告。

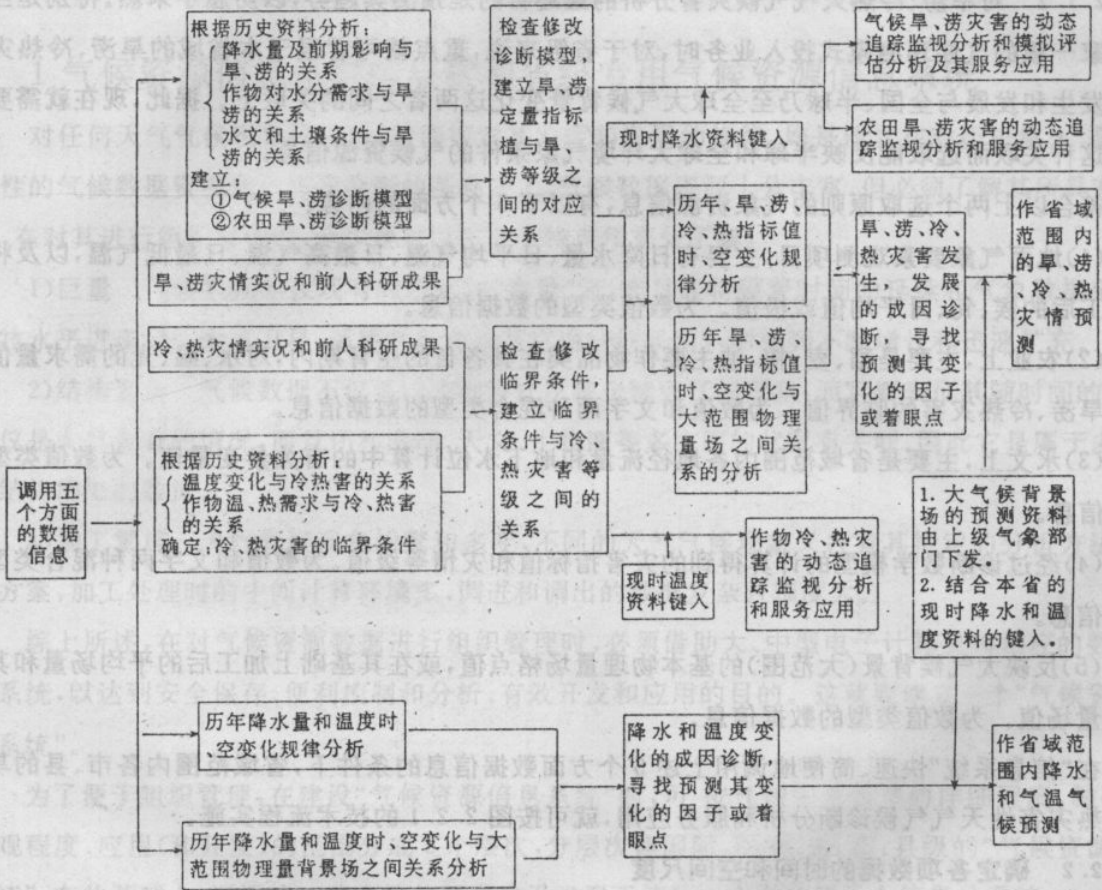


图2.2.1 旱、涝、冷、热灾害(和降水、温度)的诊断分析及其服务应用技术流程图

量安行去来讯,不量随的“(市)县”麻”同”况限分更只同空时同相的置更害灾然邻,将旱班(2)
 长照踪新合益动产何想等再,“(市)县”味”同”干等距于小前只更只同空时同相其,耕建部基的算十
 味水制)案是着,而制”的”自前”一”是”的”冷”文”事”诊”新”用”数”据”库”

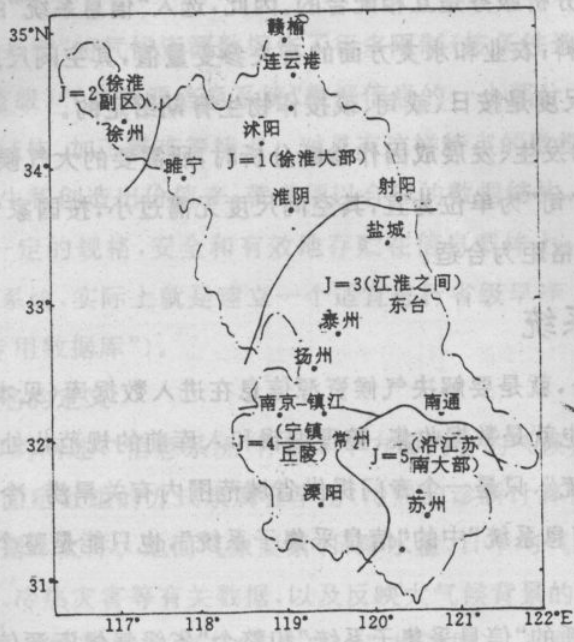


图 2.2.2 江苏省农业气候区划

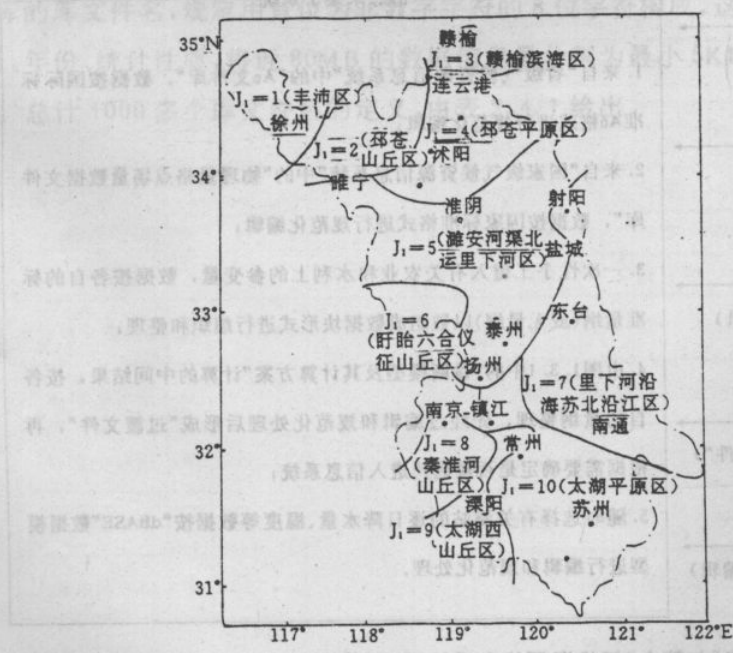


图 2.2.3 江苏省水利流域分区

(2)在旱涝、冷热灾害度量的时间和空间尺度分别为“旬”和“县(市)”的前提下,用来进行定量计算的基础数据,其时间和空间尺度只能小于或等于“旬”和“县(市)”。再考虑到气候综合情报服务常常和旱涝、冷热灾害诊断分析服务是互相配合的。因此,选入“信息系统”的地面气象要素(降水和气温等)取的是各县逐日资料;农业和水文方面的有关参变量值,其空间尺度是按图 2. 2. 2 和图 2. 2. 3 的分布给出的,其时间尺度是按日、或旬、或按作物生育期给定的。

(3)对旱涝、冷热灾害的发生、发展成因作诊断分析时,所需要的大气候背景(物理量)场格点值资料,其时间尺度以“候”或“旬”为单位为宜;其空间尺度无需过小,按国家气象局的标准,取 $2.5^{\circ}\Phi \times 2.5^{\circ}\lambda$ 或 $5^{\circ}\Phi \times 5^{\circ}\lambda$ 的空间格距为合适。

3 信息采集子系统

信息采集子系统的任务,就是要解决气候资源信息在进入数据库(见本章第 4 节)存贮之前的数据来源和技术准备工作,也就是数据收集、整理编辑和入库前的规范化处理。

由于所讨论的“信息系统”,只是一个专门提供省域范围内有关旱涝、冷热灾害性天气气候专用的信息系统,因此隶属于“信息系统”中的“信息采集子系统”,也只能是整个“省级气候资源信息采集系统”中的一小部分。

用于旱涝、冷热灾害诊断的“信息采集子系统”和整个“省级气候资源信息采集系统”之间的关系,以及“信息采集子系统”的信息来源,进入“存贮子系统”之前的整理编辑、规范化处理等技术准备,由图 2. 3. 1 给出。

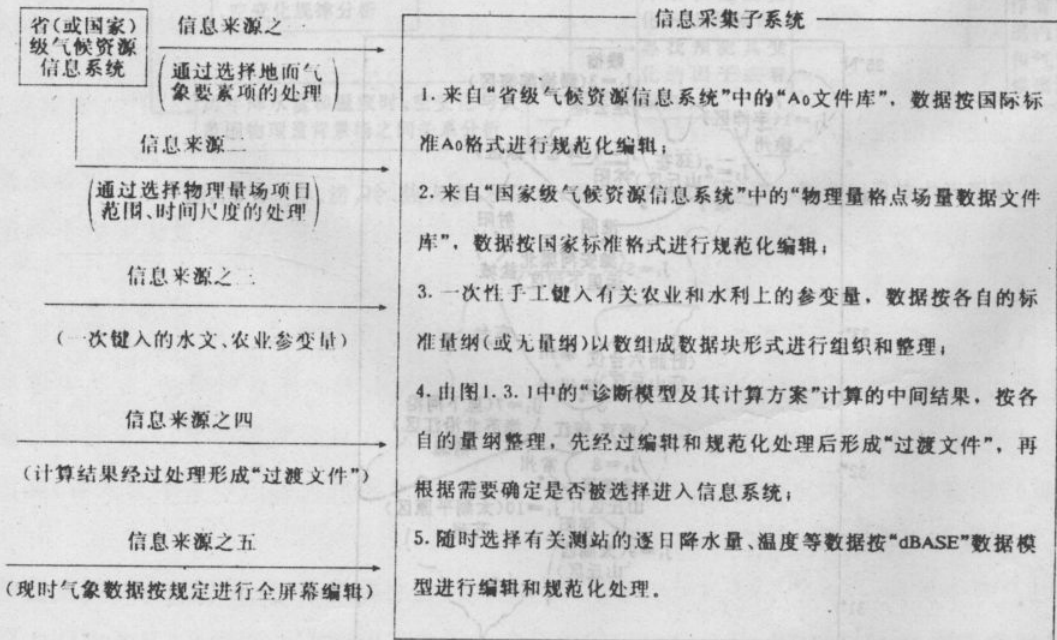


图 2. 3. 1 “信息采集子系统”与整个“气候资源信息系统”的关系及资料整理、编辑、规范化处理技术