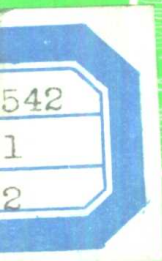
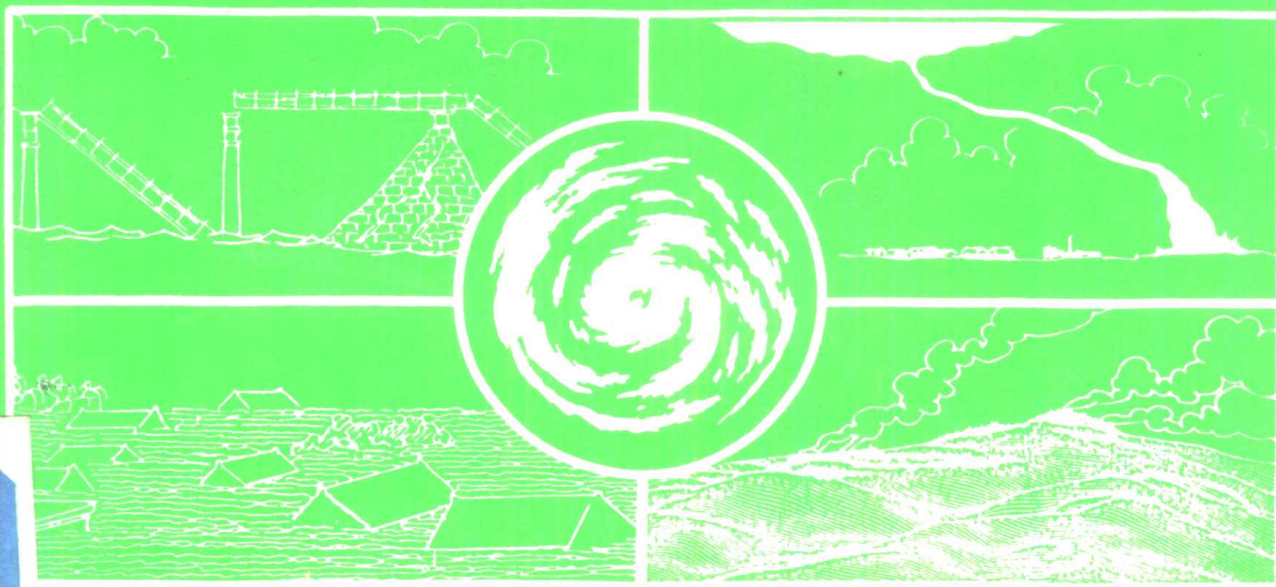


重大自然灾害遥感监测与评估研究进展

The Progress of Monitoring and Evaluation of Natural Disasters by Remote Sensing

何建邦 田国良 王劲峰 主编



中国科学技术出版社

• 北 京 •

重大自然灾害遥感监测与评估研究进展

The Progress of Monitoring and Evaluation of Natural Disasters by Remote Sensing

何建邦 田国良 王劲峰 主编

中国科学技术出版社

• 北 京 •

内容提要

本书论述了如何应用遥感、信息系统和计算机等高新技术,对重大的自然灾害进行监测评价。包括三方面内容;第一,建立重大自然灾害的历史数据库和背景数据库,研究自然灾害的危险程度分区和成灾规律;第二,选择洪水、林火、干旱、雪灾、森林病虫害、地震和沙漠化等七个灾种进行详细的监测评价技术方法与应付突发性灾情的研究;第三,进行工程性的系统集成,形成能实现业务运行的、综合性的重大自然灾害监测评价技术集成系统。本书对于从事自然灾害研究与决策人员,以及从事遥感和地理信息系统的研究人员具有参考价值。

(京)新登字 175 号

重大自然灾害遥感监测与评估研究进展

何建邦 田国良 王劲峰 主编

责任编辑:黄爱群

封面设计:黄 绚

技术设计:余 旋、杨远盛

中国科学技术出版社出版 (北京海淀区白石桥路 32 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京朝阳大地印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12 字数: 150 千字

1993 年 10 月第一版 1993 年 10 月第一次印刷

印数: 1—500 册 定价: 21.12 元

ISBN 7—5046—1551—x/X·35

目 录

重大自然灾害遥感监测评价研究进展	何建邦 田国良 (1)
重大自然灾害监测评价应急技术方案	何建邦 田国良等 (3)
中国自然灾害历史数据库及危险程度分区评价	王劲峰 蒋景瞳 (16)
中国历史地震灾害资料的信息化处理研究	汪新庄 李全林 王劲峰 (21)
地理信息系统在自然灾害研究中的应用	刘若梅 蒋景瞳 (28)
陕西地震灾害分析初探	汪新庄 (34)
洪水行为模拟模型研制	周成虎 周孝德等 (40)
中国森林火灾危险程度区划图的编制	刘琼招 周万村 (45)
人工神经网络识别 NOAA 数据异常高温点的研究	纪平 易浩若 白黎娜 (48)
土壤水分的热惯量模型	田国良 余涛 吕永红 (53)
微波遥感土壤水分的理论模型	孙利国 杨习荣 田国良 (59)
NOAA-AVHRR 图像大气影响校正模型	秦益 田国良 (64)
黄淮海旱灾损失估算遥感信息模型	马蔼乃 苏鸿瑞 谭仲军 (70)
雪灾遥感监测评价系统中的关键技术研究	曾群柱 冯学智等 (81)
雪灾遥感监测评价系统中的数据接口与传输技术	冯学智 曾群柱等 (89)
中国松毛虫的种类分布和灾害强度的研究	侯陶谦 (96)
松毛虫种群密度与松树针叶生物量相关性的研究	侯陶谦 陈桃源 (111)
地震灾害航空遥感快速调查技术研究	
——以唐山地震区作模拟试验场	魏成阶 朱博勤等 (119)
我国未来 50 年地震灾害损失预测研究	傅征祥 陈鑫连等 (128)
震害航空遥感调查的精度估计	程家喻 杨哲等 (133)
震害影像特征和主要震害要素的分级影像标志	杨哲 程家喻 唐汉军 (140)
沙漠化灾害监测与评价信息系统	王熙章 王涛 徐吉炎 (145)
农牧交错带沙漠化灾害遥感信息提取初探	王为民 王熙章 王周龙 (154)
重大自然灾害遥感监测评价技术集成途径	池天河 (161)
地学图形的代数基础及建立通用地学图形系统的方法的研究	张明金 (167)
地理数据存储管理	江黔夫 (172)

重大自然灾害遥感监测 评价研究进展

何建邦

田国良

(中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室)

(中国科学院遥感应用研究所)

我国是一个自然灾害种类繁多、发生频繁和危害严重的国家。如何应用遥感、信息系统和计算机等高新技术,对重大自然灾害进行监测评价,为政府和有关专业部门提供及时、准确和可靠的信息,使防灾救灾决策有充分的科学依据是国民经济建设和社会保障的重大问题。

经过充分的科学论证,根据现实和可能,本研究围绕自然灾害的监测评价的主要目标,由三个方面九个专题构成。

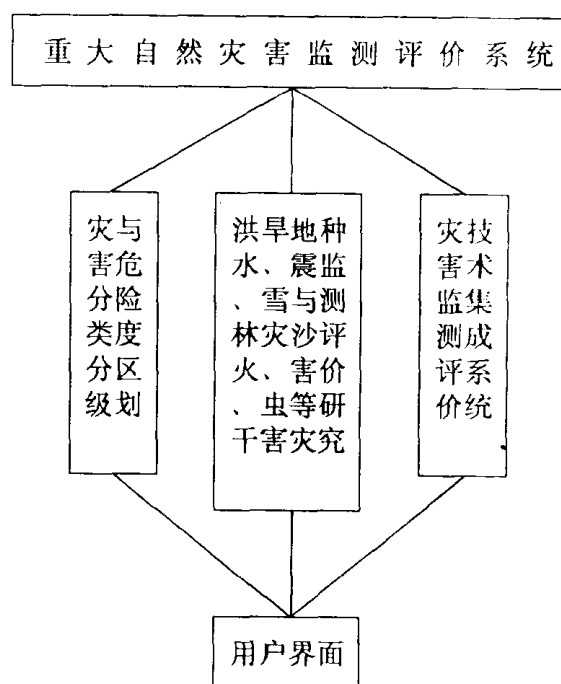


图1 重大自然灾害监测评价系统

第一方面,建立重大自然灾害的历史数据库和背景数据库,从全国范围的角度,宏观地研究自然灾害的危险程度分区和成灾规律;

第二方面,选择洪水、林火、干旱、雪灾、森林病虫害、地震和沙漠化等七个灾种进行详细的监测评价技术方法与应付突发性灾情的研究,建立各自遥感—地理信息系统,实

现对经常性和突发性自然灾害的监测评价的功能;

第三方面,进行工程性的系统集成,包括各灾种数据库和分析评价模型的集成,形成能实现业务运行的、综合性的重大自然灾害监测评价技术集成系统。

本研究主要目标可概括为:

开展洪水、林火、旱灾、雪灾、病虫害和沙漠化的遥感监测评价以及地震灾害的损失评价研究;

进入作业状态后 4—8 小时内,实时或准实时地提供灾害实况遥感监测图象数据;

在获得灾情遥感数据后 1—2 天内,提出灾害损失的初步评价报告;两周内提出详细报告;

根据需求和可能,对重大自然灾害进行遥感早期预警和灾后生态环境影响分析。

自 1991 年冬开展研究工作以来,已取得实质性的进展,它反映在关键技术、工程任务和基础工作三方面。

在关键技术方面,发展了遥感图解定量反演和信息提取技术;研制了多种遥感数据和其它数据相结合的灾害监测与评价模型;制订和实施了重大自然灾害遥感监测评价应急技术与组织方案;革新了遥感与地图快速输入与处理方法;并初步奠定了技术集成系统的基础。

在工程任务方面,完成了研究区域的基础数据和基本地图的收集与分析;设计和建立了灾害背景数据库,其中包括全国重大自然灾害背景数据库,若干江河洪水多发河段背景数据库,西南重点林区背景数据库,黄淮海平原干旱灾害背景数据库,西藏那曲地区和内蒙古锡林郭勒盟牧区背景数据库,地震灾害损失评估背景数据库,福建建瓯和陕西黄陵松毛虫试区背景数据库,毛乌素和科尔沁地区沙漠化背景数据库等;设计和初步建立起中国历史重大自然灾害数据库(包括 3000 年来的地震、500 年来的旱涝和历史较短的其它灾害);编制了我国重大自然灾害分类、分级与危险程度区划图;对实际发生的重大自然灾害进行了快速监测评估及部分试区的模拟试验。

在基础工作方面,整理和分析了大量的自然灾害的资料,提出和研究了多自然灾害的综合分类、分级和危险度指标体系和评价方法;总结了数字地面模型的理论、方法和应用模式;探讨了微波遥感土壤水份机理;出版了《中国自然灾害影响评价方法研究》,《数字地面模型》,《Flood in China》(英文版)等著作和 80 篇中、英文的论文报告。

关键技术、工程任务和基础工作三方面的研究与进展的详细论述都在《重大自然灾害遥感监测评价研究进展》论文集中予以反映。

重大自然灾害监测评价 应急技术方案

何建邦^② 田国良^① 李树楷^① 池天河^② 何欣年^①

(① 中国科学院遥感应用研究所; ② 中国科学院地理研究所)

一、意义和地位

历史的经验证明,出现突发性的重大自然灾害,能否作出快速反应(例如在2-3天作出初步估评作为第一反应能力,在半个月左右作出较详查的评价作为第二反应能力)是最关键的问题。若能快速反应,便非常有利于中央和地方有关领导部门迅速判明灾情,作出防灾救灾决策。所以快速是第一位的要求,保证一定的精度是基本的准则,两项指标应按顺序达到。

能否对突发性的重大自然灾害作出快速反应是研究项目立题和攻关的关键指标之一。应急的技术系统是完成快速反应的物质基础和技术保证。

二、应急技术系统的总目标

1. 主要的应急灾种。主要指洪涝、林火、地震和雪害,旁及出现特殊情况的其它灾种。

2. 时间指标。无论发生哪一灾种的突发事件,反应时间的总指标为:

(1) 灾情现场信息获取。进入工作状态后,4-10小时内提供灾害现场的影像和数据。

(2) 初步评估报告。在接到现场信息后的24-48小时(1-2天)提出。

(3) 评价分析报告。在接到现场信息后的1-2周内提出比较详细的报告。

3. 内容和精度指标。

(1) 初步评估报告。包括文字和相应的灾害分布图件,应包括受灾中心、灾区范围和主要的灾情等级。

(2) 评价分析报告,在两周内完成,除上述(1)项的结果外,尚应包括对灾情的分析评价及相应的数量指标。

上述所有时间指标,均以“进入工作状态”和“上工序交接”为时间开始计算的条件。由于种种原因和理由,这个前提是有很大的弹性的,也确实会存在各种各样的困难。但作为第1反应能力,我们要创造条件,克服困难,必须力争在2天内作出初步反应为总的目标。

三、应急行动的原则和等级的划分

应急行动的原则和等级的划分应根据不同灾种的特点确定。

1. 洪涝灾害应急行动的原则和等级的划分

我国大陆是洪涝灾害频发区、重发区，因此应针对重大的洪灾作出快速反应。重大洪灾定义为：受灾面积超过 1000KM^2 ，工农业生产严重受灾，直接经济损失超过 100 万元，受灾人口超过 5000 人。为了保证快速反应行动的顺利执行，系统的应急能力暂规定为：受灾面积小于 2 万 KM^2 ，受灾区离北京的距离为航空飞机 2 小时的飞行半径。

根据我国洪灾发生的特点，特规定以下三级应急行动。

洪涝灾害应急行动等级表

戒备状态	等级代号	戒备时间	应急活动
一般戒备	2 级	5-6 月 9-10 月	常规宏观监测 水情、雨情分析
高度戒备	1 级	7-8 月	宏观动态监测，水情、灾情分析与预报， 地面应急准备
应战行动	0 级	(准) 实时	(准) 实时灾情监测、灾情分析评估

2. 西南林区火灾监测评价应急行动等级的划分

2 级（一般戒备）12 月 1 日—次年 5 月 31 日

1 级（高度戒备）2 月—3 月，即春节后 100 天

0 级（立即行动）当西南地区发生面积 100 公顷以上火灾时。

3. 地震灾害监测评价应急行动等级的划分

鉴于目前地震临震预报的难度和水平，尚难准确预报地震，对应急行动提出如下原则：

(1) 对首都圈地区为重点监测区，应急行动定义为 2 级，平时应处于一般戒备，作好应急方案的制定和各种技术准备。

(2) 首都圈和其他地区一旦发出临震预报，应急行动定义为 1 级，处于高度戒备，应选择好具体的应急实施方案，作好人员和技术条件的充分准备。人员要到位，不得外出，机器要装调好，并处于可运行状态。

(3) 破坏性地震发生后（中国东部 $\text{MS} \geq 6$ 级，人口密集区 $\text{MS} \geq 5.5$ 级，中国西部 $\text{MS} \geq 7$ 级），应急行动进入 0 级，根据仪器测报的地震三要素（震级、震中和时间）立即完成应急方案的决策，所有参加应急行动的人员全部进入作业状态，机载和评估技术系统开始运行。

4. 牧区雪灾监测评价应急行动的原则和等级的划分

应急原则：当牧区雪灾范围超过 2 个行政县（旗）以上而且雪灾等级达到非常严重（S 级，方启动本应急方案。

应急行动等级划分：

- ①非常严重雪灾（S）级—0 级（立即行动）；
- ②重大雪灾（H）级—1 级（高度戒备）；
- ③中度（M）级和轻度（L）级雪灾—2 级（一般戒备）。

四、应急技术系统主要组成部分和分工

整个应急技术系统和指挥部的关系见表 1，其中：

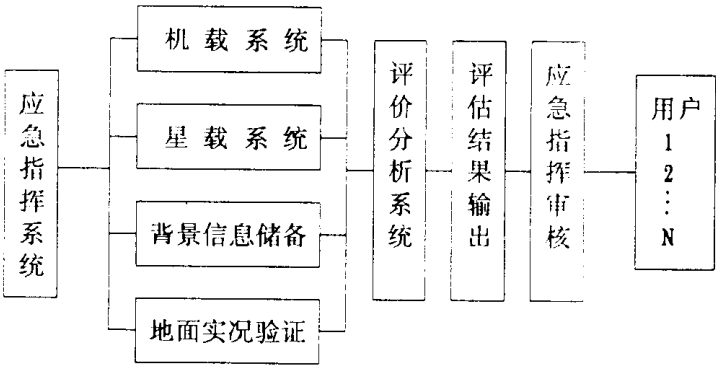


表 1 应急技术系统主要组成部分和分工

“应急指挥系统”，由项目主持。它发布应急命令，决策应急方案，技术系统接到指令后，按方案开始启动，是一种指挥与执行的关系。

整个应急技术系统由五大块组成，即机载系统、星载系统、背景信息储备、地面实况调查验证和评价分析系统。其中背景信息储备主要不是在应急过程中进行的，而是一种预置的科学储备。地面实况调查验证是在两天方案后才启动的工作。

“机载系统”是整个应急行动的核心，其中又以飞机为中心。这一组成部分主要由相应课题负责执行。

“星载系统”是应急行动中的一个辅助部分，其中以气象卫星和 TM 信息为主；由相应课题负责。

“背景信息储备”是应急行动中必要的科学储备，它包括基础地图，专题地图，有关数据库和快速建立应急数据库等。由相应专题主要负责，相应课题中的其它专题参予。

“地面实现调查验证”是应急评估结果的质量检查，主要在现场进行查证。由有关灾种专题负责执行。

“评价分析系统”是负责进行信息处理，求取灾害初评和详评结果的核心部分，由它得出结论，经指挥部审核后，向用户提供，由有关专题负责。

五、应急技术系统的主要流程

表 2 反映了应急技术系统的主要技术流程，其中：

表 2 应急技术系统的主要流程图

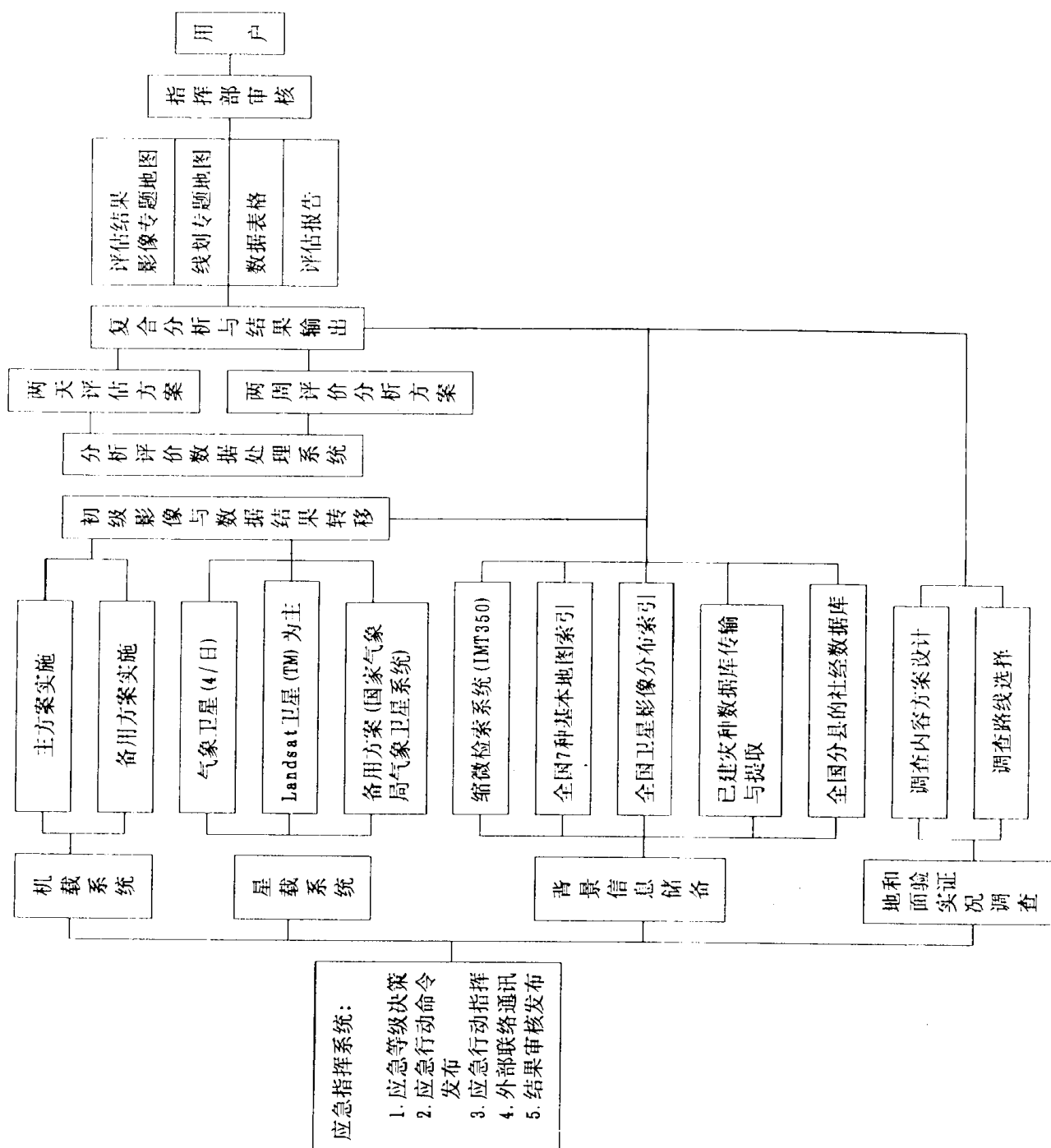
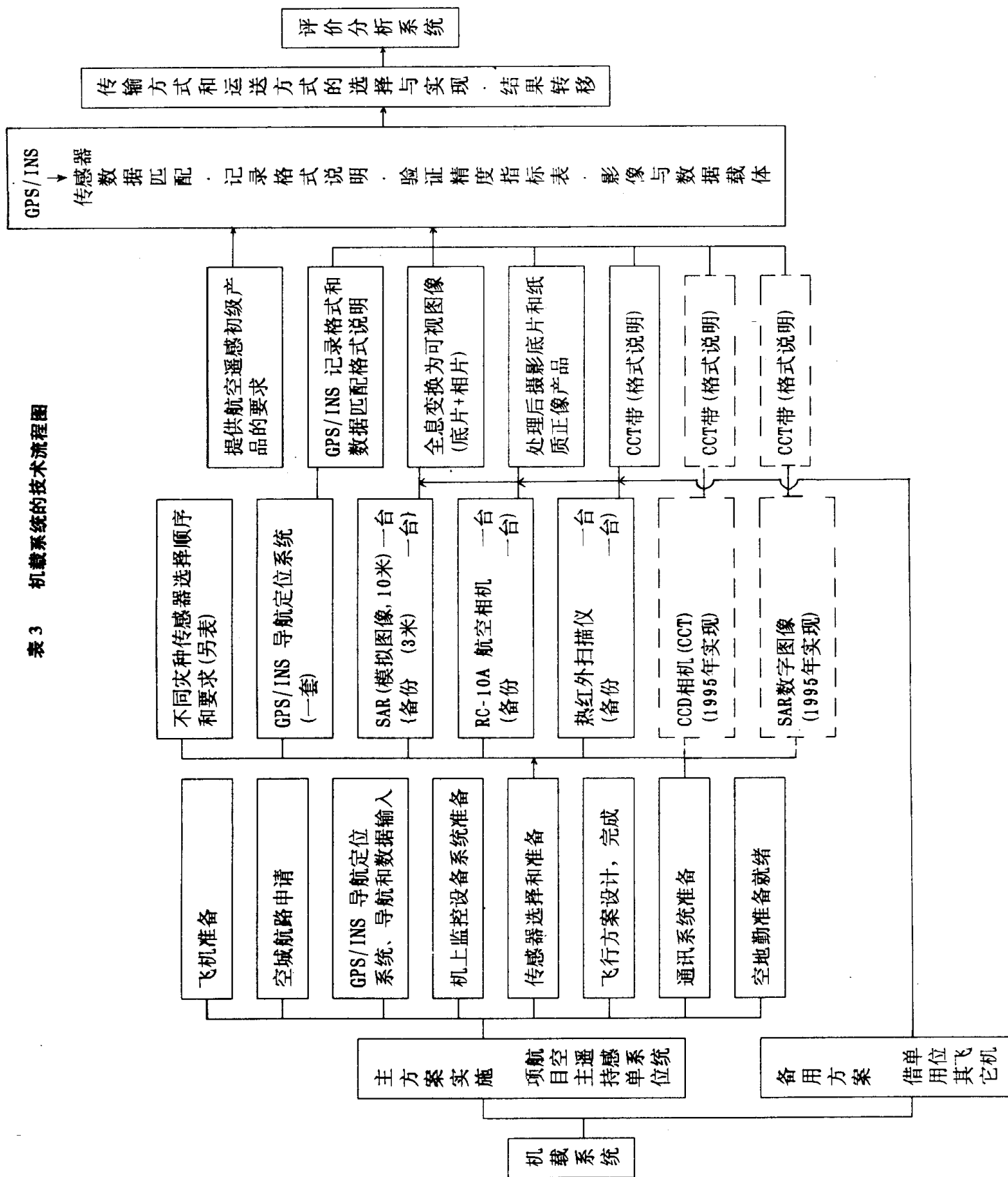


表 3 机载系统的技术流程图



(1) 主流程图表示了应急技术系统在执行不同应急灾种时的主要技术环节, 每个环节将在分流程图中予以详细展开, 应明确: 做什么? 由谁做? 结果是什么? 交给谁?

(2) 指挥部发布 0 级行动令后, 视实时的具体情况, 决策时有三方面大的选择:

以机载为主还是星载为主?

选用主系统还是其它备用系统?

采用常规方法还是 GIS 技术获取最终结果?

(3) 背景信息储备是灾害发生前的科学积累, 以图和数据库的形式存储, 只有局部是在灾害发生期间获取。

(4) 地面实况调研根据有关专题的实施方案, 由专题负责执行。

(5) 和指挥部的关系已在表 1 说明, 整个应急技术系统的实施是在指挥部的指挥下实现的。

六、机载系统的技术流程

机载系统的技术流程和不同灾种传感器选择顺序和要求见表 3、4。

表 4 不同灾种传感器选择顺序和要求

灾种	选取顺序	传感种类	分辨力	比例尺	额定面积	备注
洪涝	1	SAR(雷达)	10M	1:20 万	2 万 KM^2	主要提供初评估 (2 天)
	2	彩红外	80 线对/mm	1:5 万	2 万 KM^2	主要供详评 (2 周)
	3	气象卫星	1KM	1:100 万	10 万 KM^2	无云天气
	4	TM	30M	1:20 万	3.6 万 KM^2	无云天气
地震	1	彩红外	80 线对/mm	1:1 万 1:1.5 万	2 千 KM^2	无云, 白天
	2	SAR	3 米	1:15 万	2 千 KM^2	天气不好
	3	CCD 相机	1 米	1:1 万 1:1.5 万	2 千 KM^2	1995 年
林火	1	热红外扫描	9 米	1:3 万	1 百 KM^2	无云天气
	2	气象卫星热红外	1KM	1:50 万	16 万 KM^2	无云天气
雪害	1	气象卫星	1KM	1:150 万	3—5 万 KM^2	无云天气
	2	SAR	10M	1:20 万	1 万 KM^2	天气不好
	3	TM	30M	1:50 万	3.6 万 KM^2	无云天气
其它						

机载系统的简要说明:

- (1) 项目主持单位的遥感飞机能否处于正常状况执行应急任务是整个机载系统的关键。
- (2) 项目主持单位的遥感系统是机载系统选用的第一方案 (主方案), 它是洪涝、林火、地震等主要应急灾种所需的主信息源的获取工具。这个系统是目前国内比较适于作灾害应急反应的机载系统, 在应急反应行动时, 建议一架飞机装备 SAR, 另一架装备航空相机和热红外扫描仪, 并应配备惯导和 GPS 及机上监控系统。
- (3) 若出现项目主持单位的遥感系统不能执行任务的非常情况而采用备用方案时, 事前应充分考虑飞机能否借用? 它们缺乏惯导和 GPS 系统怎么解决? SAR 不能安装怎么解决等问题。
- (4) 若应急行动等级是逐步进入的, 则要求在 I 级状态时, 表 3 中 8 项准备工作全部就绪, 进入 0 级状态时可立即飞行。若突然进入 0 级状态, 则全部准备工作时间必需在 4-10 小时内完成。
- (5) 表 3 中虚线部分仅要求到 1995 年实现。
- (6) 机载系统提供的初级产品的格式说明、数据载体、GPS / INS 与传感器的数据匹配方式、验证精度指标表等, 有关专题在确定后, 应事先提供给评价分析系统, 以提前作好准备。

七、星载系统的技术流程

星载系统的简要说明(见表 5):

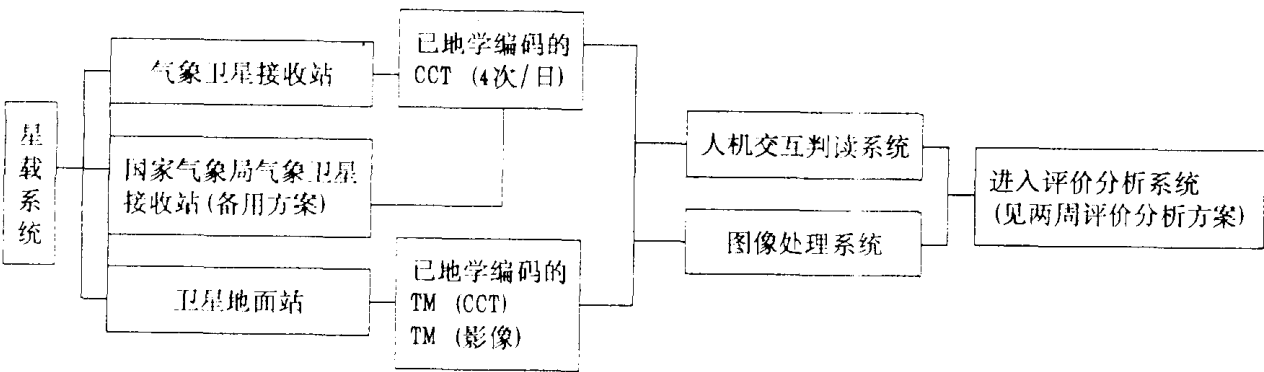


表 5 星载系统的技术流程

- (1) 作为信息源, 星载系统主要应用由项目主持单位分别建立的气象卫星接收站所取得的 NOAA 卫星信息, 以及由卫星地面接收站接收的 TM 信息。
- (2) 作为处理部分, 主要由有关专题配合共同完成。

八、评价分析系统的技术流程

评价分析系统的简要说明

- (1) 评价分析系统主要由两部分实现。一部分是两天初评方案, 它基于以机载系统为

主,以模拟图象的判读为主获取初评结果。另一部分为两周的评价分析,它基于两天的初评结果,把航空、航天和现存信息相结合,采用 GIS 的技术,并通过地面调查和验证而获取比较详细的分析评价结果。

(2) 两天的初评方案,根据不同灾种的具体情况已分别在专题应急技术方案中予以说明。其总的技术流程是:航空的模拟图象经过纠正、定位,形成影像图(片);主要靠目视专题判读,给出灾害中心、范围和初步等级划分,编出灾情初估图;经过快速数字化,组成相应的文件,由系统输出图和数字的初评结果;若遇特殊情况,在灾情初估的专题图上,用方格法求出数量指标,这等于是一种备用的方案。在两天的方案中,现存的储备信息仅作参考用,不可能大量渗入具体的系统分析中。

(3) 两周方案是以两天方案为基础,对于遥感信息,它主要有两条线进行技术处理:一条是仍以航空模拟影像为主,在现存信息多种背景和专题数据库支持下,在地面实况验证的对比下,进一步进行详细的灾害程度分类,建立相应的数据库,作系统分析并输出结果;另一条线则以航天(TM)信息为主,在多种背景和专题数据库支持下,由人机交互判读系统、的图象处理系统并行作专题的详细分类,加进不同灾种评价分析模型,经过综合比较评判,输出详细评价结果。而航天和航空这两条线是可以并行进行,并互为参证的。

(4) 现存信息处理是在信息的科学储备基础上,主要解决快速输入、建库和匹配的问题,它对系统的加入,实际上是起到地学信息支持分析的作用,详细技术在“灾区背景数据库的建立和准备”栏下予以说明。

(5) 地面实况调查验证是在两天方案执行结果的基础上进行,赴灾区实地考察,并在不多于 5 天的时间内取得结果,修正初评的结论,参予两周方案的综合评价分析。

(6) 两周评价分析结果提出后,整个研究并未结束,应由有关专题组织,对灾情评价,灾后规划等进一步用系统进行分析。

九、背景信息储备和数据库的快速建立

背景信息储备和数据库的快速建立的简要说明(见表 7):

(1) 这项技术主要解决三个问题,一是灾前作基础和必要的信息储备;二是灾中快速建立灾区数据库;三是有关灾种的信息库和专题数据与集成系统的数据迅速交换与转移。

(2) “缩微检索系统”在 IMT-350 和 IBM PC/386 联机系统或光盘系统(进一步论证)实现,主要解决应急时的区域和城镇快速查找。

主要内容:建立全国 1:25 万地形图和判读略图的缩微库。

辅助内容:①建立全国基本比例尺图的索引表缩微检索;

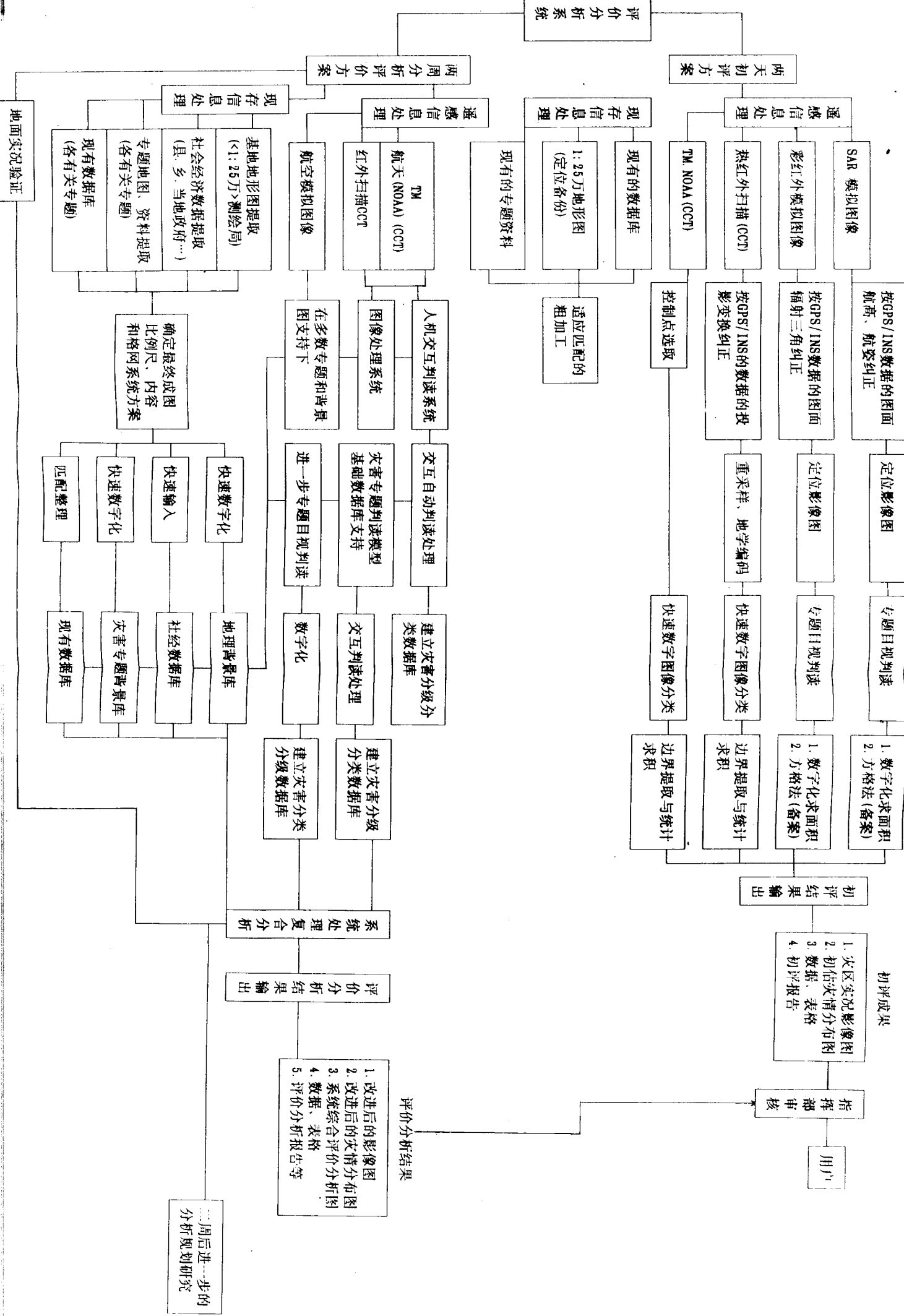
②建立有关灾种专题数据库和专题信息索引缩微检索;

③建立 1992-1995 全国分县主要社经指标的缩微检索。

(3) “全国基础地图索引表册”收集 1:100 万, 1:50 万, 1:25 万全部基础地图,建档备用;收集和建立 1:10 万, 1:5 万, 1:2.5 万, 和 1:1 万四种基本比例尺索引分布图,查清可提供的机关、地点和联系渠道,供应急的两周方案查找。

(4) “全国分县社经数据库”。在“七五”和应用其它项目成果的基础上,进行:

表 6 评价分析系统的技术流程



- ①建立和修正全国分县行政边界数据库（在1：400万基础上）。
- ②建立1992-1995按年度统计的社经数据库（每年定10-12数据项）。
- ③试建个别灾种、个别重点灾区分乡（村）边界数据库。
- ④试建个别灾种、个别重点灾区分乡社经数据库（1992-1995，每年定10-12数据项）。

(5) 全国卫星影像索引表

- ①建立TM和NOAA图象全图分幅索引表。
- ②建立预估重要灾区现存TM和NOAA（图象及CCT）产品状况索引表。

(6) 各主要灾种基础数据库及专题资料索引表

- ①建立主要灾种（洪涝、林火、地震、雪害）现存数据库索引表；
- ②在某灾种进入1级戒备状态时，转移专题的现存数据库到集成系统上；
- ③建立主要灾种有关专题资料索引表。

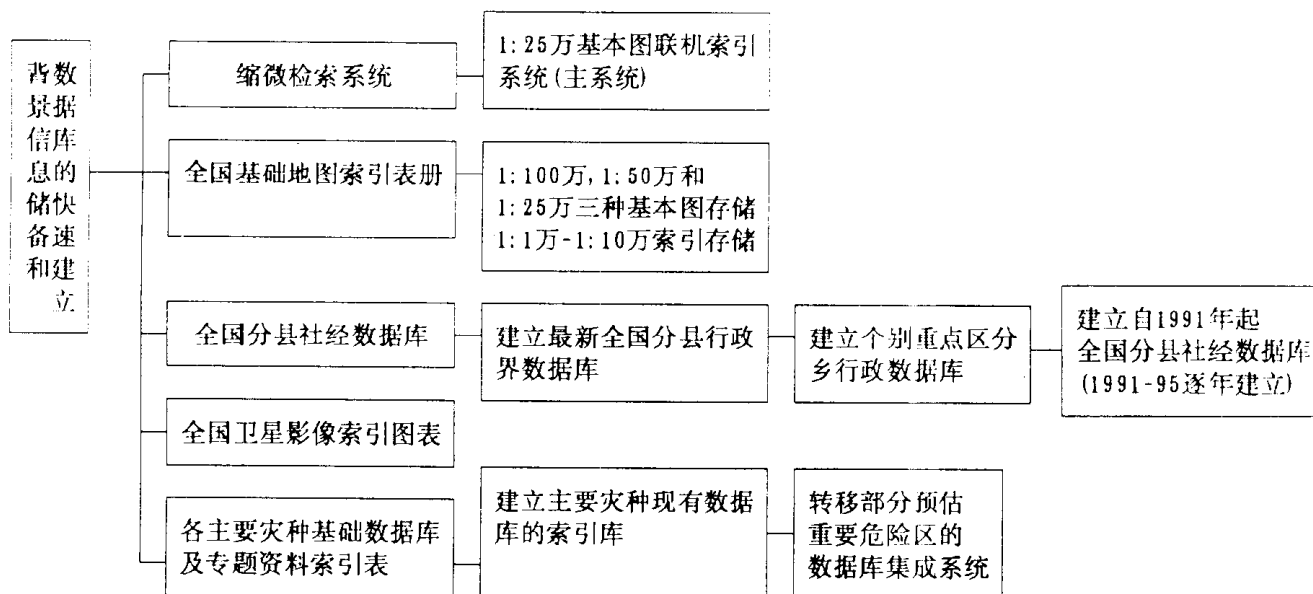


表7 背景信息储备和数据库快速建立流程图

十、应急地面调查技术实施

应急地面调查技术在各灾种应急方案中均有详细说明，这里只对共同问题做一概括。

1. 地面调查的内容

- ①根据初步分析评价报告，调查受灾的确切位置，范围、严重程度及损失情况。
- ②收集受灾区域大比例尺行政区图和有关专题图。
- ③检验二天所做的监测评价结果，并修改和确定灾害等级边界。
- ④收集有关损失评估所用的社会经济统计数据。
- ⑤重点调查严重灾害地区受灾损失情况，重点设施，并确定损失评价模型和方法。