

## 图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统

王鸿谷 徐捷 薛啸宇

(国防科技大学)

张光荣 陈德荣

(福州市消防支队)

**摘要** 图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统是一个先进的在国内首次实现的以微型机为主处理机,达到实用水平的火警救援 C<sup>3</sup> 系统。系统设计以 C<sup>3</sup>I 理论和技术为基础,以地图和图形为背景,以很低的投资获取了较高的技术性能和系统功能。本文概要地介绍了该系统的总体设计思想和若干主要技术问题。

**关键词** 指挥自动化,计算机地图,火警受理,火警救援

**分类号** TP391

图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统(即指挥、控制与通信系统)是一种以具有不同详细度的各级地图和各种图形信息为背景的,能提供与火警受理与救援有关的丰富的消防地理信息的计算机信息处理与通信系统。它是现代化消防通讯调度指挥系统(亦称火警受理调度指挥系统)的重要支柱,对火警受理与调度指挥的自动化、科学化以及准确、快速的救援实施起着决定性的作用。这里,将该系统设计及实现中的若干主要技术问题及总体结构作一个简要的介绍。文中将突出图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统的特点,对于非图形式同类系统具有的技术问题将不作详述。

### 1 图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统的技术基础

图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统是现代化的高自动化的火警受理与调度指挥系统(亦称消防通讯调度指挥系统),从技术上讲与军事作战中的 C<sup>3</sup>I 系统(Command、Control、Communication & Intelligence)是一致的。事实上,从广义 C<sup>3</sup>I 系统的概念而言,火警受理与调度指挥系统就是 C<sup>3</sup>I 系统的一种,国外就有“火警救援 C<sup>3</sup>I 系统”之称。我们可以把 C<sup>3</sup>I 理论和 C<sup>3</sup>I 系统技术看成是研制设计火警受理与调度指挥系统的基础。

与军事上的 C<sup>3</sup>I 系统相比,火警受理与调度指挥系统有自己的特殊性。除了环境数据、传感器、火器等都各不相同之外,技术上也有不少特殊之处,其中主要的是:

(1) 从一定意义上讲,火警受理与调度指挥系统的实时性要求,主要的是对时延

(timedelay)的要求比军事(特别是高层次的)C<sup>3</sup>I系统更加严格,更加苛刻。

(2)有线通讯系统占着通讯环节中的重要位置,在指挥中心中,有线通讯调度台(119接警台)是一种颇具特色的通讯设备。

(3)指挥的层次较少,常构成调度指挥中心——火场指挥——各消防站这样一种多三角指挥结构。

(4)指挥对象即“火器”主要是各种消防车辆,而各种水源和灭火器是最重要的作战物资,是“枪炮、火药”。

(5)除敌、特、坏人破坏或者与战争有关的消防灭火指挥外,一般来说,“敌情”中不可知因素,不可预知因素较少。

近年来,国内中等规模条件好一些的城市拟采用计算机模式来发展消防通讯调度指挥系统。其指挥中心的系统结构大体上如图1所示。

在这种系统的指挥中心里,主要有计算机分系统、有线通讯分系统和无线通讯分系统三个分系统。其中控制界面,主要是一个人机界面,即通过指挥人员的协调,加强控制弥补通过设备建立的计算机与有线,计算机与无线之间联系的不足。目前,控制界面不一定要什么硬设备。

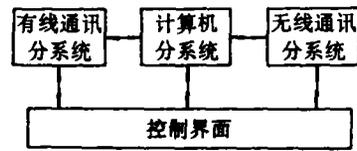


图1 指挥中心布局示意图

两个通讯分系统,特别是有线分系统应该是新一代的,由电脑控制的。有线分系统应有自动报警、自动取报警电话号码、自动管理电话业务、自动录音、自动记录等功能。两个通讯分系统应通过硬设备(分别处理有线信号和无线信号)与计算机分系统联成一体,形成指挥中心的基本支撑系统。

计算机分系统在整个大系统中起着核心作用,一方面在指挥中心,计算机分系统将无线分系统和有线分系统联成一体,并控制它们的发送和处理它们接收的信号;另一方面,通过这些通讯设施可以与火场指挥车、各消防站通讯室建立通讯调度指挥网。这样,计算机分系统控制着系统的运转,准确、迅速、科学地分析判断、决策,并通过通讯系统向各消防站发火警警报、出车证、战区卡片。计算机分系统还将其贮存的大量消防信息资料发往各消防站,特别是火场指挥车,通过建立传真子系统、计算机分系统还可以将其贮存的各种级别的消防地图发到火场指挥车,支持科学、高效的火场救援指挥工作。

本文讨论的火警救援C<sup>3</sup>系统,目前主要起着计算机分系统的作用。

## 2 总体设计思想与系统总体结构

我们的总目标是设计一个技术先进,性能价格比高,以各级地图和各种图形为背景的能够迅速准确、科学地实施火警受理与调度指挥的现代化消防通讯调度指挥系统中的计算机系统,我们称之为“图形式火警救援C<sup>3</sup>系统”。

设计这个系统总的指导思想是:以C<sup>3</sup>I理论与技术为基础,站在整个消防通讯调度指挥的高度进行总体设计,以发达国家最先进的消防救援指挥系统为跟踪目标(例如日本京都、大阪等市的系统)。在满足实际指挥要求的基本要求,又充分考虑未来发展扩充的前提下,努力做到:(1)大幅度降低成本,以适应我国国情;(2)在软件研制上接近或

达到国际先进水平；(3) 取得较高的性能/价格比；(4) 良好的可维性、可移植性、可扩充性和用户界面。

图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统提供了丰富的多级地图和各种图形的信息。这是因为图形文件所提供的信息量是占同样存贮容量的文字、文件能提供的信息量所无法比拟的。人机心理学家的大量实验表明，在同样短的时间内，指挥员、操作员通过图形所能获取的信息量比通过文字要多得多。特别是计算机图形、计算机地图，它们是一种“活”的图，与缩微投影胶片系统相比有明显的优越性。一方面，它们可以修改、分层、平移、拼接、放大、缩小、开窗、动画；另一方面，图形的几何拓扑性质可以和数据库联在一起，建立空间数据结构，从而提供更强的查询能力和更丰富的信息，这是科学的决策所十分需要的。

综合考虑了各方面的因素，最后实施的系统体系结构及软件组织如下：

### (1) 系统硬设备的基本配置。

经过大量的调研和各种实验工作，参考分析了国内外的有关设备情况，我们针对中等规模城市提出了消防通讯调度指挥系统计算机系统的硬件设备基本配置方案和系统结构图（如图 2 所示）

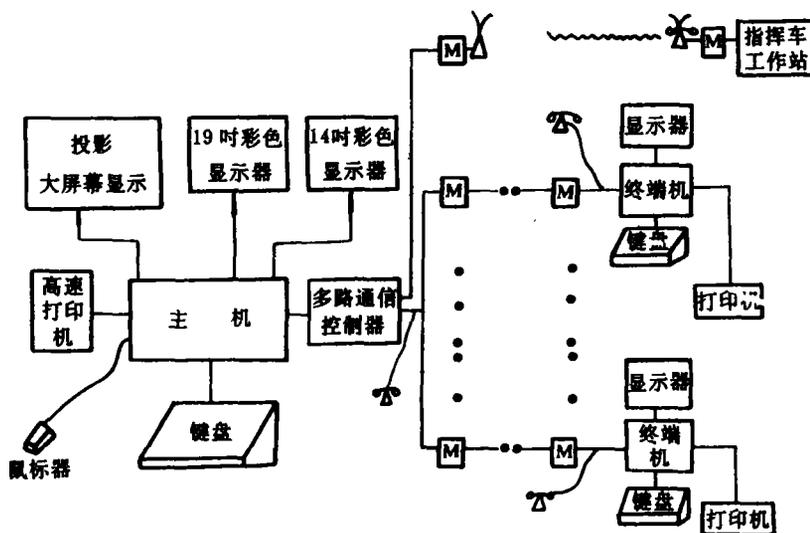


图 2 系统基本硬件设备结构示意图

作战中心配有 386 微型机两台（一台值班、一台备份）作为主处理机。每一个终端机（286 微机）配有单色显示器和打印机，形成一个单元。主机与终端机之间，经多路通讯控制器，通过若干对 MODEM（智能调制解调）与相应的远程终端机相联。

### (2) 系统的软件组织。

图 3 扼要地示出了图形计算机火警受理系统的软件组织。软件设计按模块化的思想设计了九个主要的功能模块，它们的主要功能是：

- 主控及模块间切换与通讯模块：该模块是系统执行受理火警与调度指挥作业时的总控制调度程序。它根据 I/O 处理模块的信息和各分系统，其它模块的状态，对其它分

系统和模块进行调度、管理和协调，完成它们之间的信息传递。同时，还维护实时的日历和时钟。

- I/O 处理模块：所有 I/O 信息的处理加工。远程通信的信息将与远程通信模块协同处理，还担负发出各种控制信号，并留有未来支持与有线分系统和无线分系统的接口。
- 窗口管理模块：主管开窗的各种处理、变换及窗口信息的管理。
- 显示控制模块：主管双屏控制、各种显式信息的切换、快速显示与变换。还控制大屏幕显示。
- 火警处理模块：主管受理火警与调度指挥全过程中的各种主要处理。
- 远程通信模块：处理主机与各终端机之间的通信业务，数据通信与话务之间的转换控制。

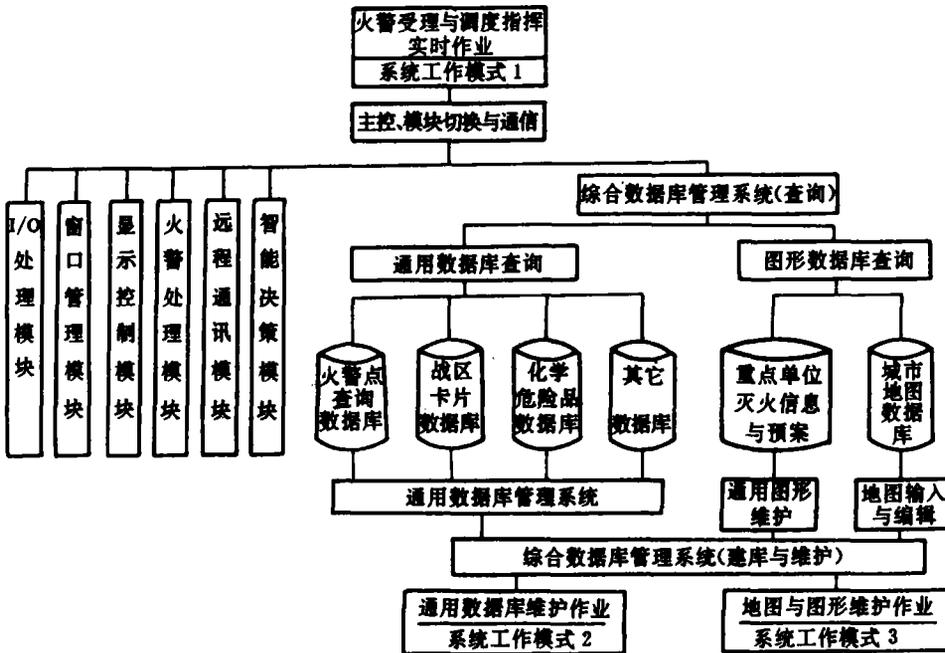


图 3 系统的软件组织

• 智能决策模块：根据各种消防信息和现有各种中队实力及火警受理与调度指挥决策专家系统提供辅助决策方案。专家系统中纳入了考虑燃烧物性质、气象、道路、多火场车辆种类等因素的救援行动规则。

- 通用数据库查询模块：主管对通用数据库的访问与各种查询。
- 图形数据库查询模块：主管对图形文件的查询及调用。

此外，我们设计了大型软件系统——智能地图输入处理与编辑系统，承担将地图录入计算机的任务。通用图形维护程序实际上是一个二维图形包和最基本的二维作图系统。

通用数据库管理系统我们采用了汉化版的 dBASE-III 和 Foxbase，综合数据库管理系统通过图形数据结构化及相应的处理将几何图形的拓扑信息与通用数据库联系在一起。

图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统除了含巨量信息的城市地图数据库和重点单位灭火信息与预案库之外,还设置了三个大型数据库。最大的是火警点查询数据库,它提供了按多种途径来查出火警点的位置和其它有关信息的功能。战区卡片库提供火警点所在 250m×250m 战区的有关消防信息。化学危险品库提供各种化学危险品的灭火知识,其它还设置了中队实力库、道路表、消火栓库、高层建筑库、重点单位库、火警档案库等小一些的库。

系统的这些软件基础支持着系统的三种工作模式:模式 1 是本系统的主要任务——执行实时的火警受理与调度指挥;模式 2 与模式 3 是非实时的,它们支持着各种地图、图形和其它文字性资料的输入、编辑、修改和其它维护工作。

### 3 若干技术问题与措施

这里将若干主要技术问题与技术措施作一简要的说明。

#### (1) 主机档次和主频的选择。

经过对主控任务、人机界面管理、数据库查询、智能决策、多路通讯控制,特别是地图图形处理(显示、切换及其它变换)等任务处理能力的分析和实验,我们选定主频为 20MHz386 档次的微机作为主处理机,这样,既可达到基本要求,又避免投资过大。

大量实验表明,286 档次的微机是无法完成上述这些任务的,或者说,如果将上述任务强加于它,其响应时间,根本无法满足实用要求。例如地图切换、漫游都以几十秒计算,甚至超过一分钟,这在消防灭火作战指挥中是不能允许的。

在实用系统中我们配置了两台主机(一台值班,一台备份),备份机亦可用于消防管理,两机按一定规则进行切换。

#### (2) 存贮器规模的选择。

由于本系统中有巨量的图形信息和数据库信息,存贮容量成为一个尖锐的矛盾。为了保证地图、图形的快速显示与切换,同时保证巨型数据库的快速查询,我们在主存 1Mb 之外,又扩展了 1Mb 内存。对主存和扩展内存的使用和算法我们进行了精心设计。

外存的矛盾也十分尖锐。为了保证一个中等规模城市 4 级地图的存贮,需要巨大的外存空间,何况还有几个大型数据库。我们采取的措施是:(1)精心设计一、二、三级图的规范,并进行大量实验;(2)精心设计几个大型数据库,使查询速度得到保证的情况下,整个数据库群的冗余度达到较低水平。

与数据库相比,地图、图形库约占外存的 70%,是主要矛盾。而其中三级图(即 250m×250m 的战区图)数量最大,它的规范对外存需要量起着决定性的影响。以福州市为例,三级图约 1800 幅,每幅三级图占多少存贮量就大体上决定了外存的需要量。对每幅三级图而言,一般越详细,使用者越欢迎,但占用的存贮空间也越大。因此,只能在两者中折衷,即在合理外存占用量的前提下尽可能满足作战使用要求。我们在三级图方案实验中进行大量探索,最后确定了一种较为适中的方案。最后选定外存容量为 120Mb,可存三级图 2000—2500 幅。这对中等规模城市来说,即便考虑 10~20 年的发展也够用了。必要时,可以考虑换上光磁盘。

#### (3) 双屏控制技术与显示器的配置。

显示器是极重要的人机界面,它是最直接地给指挥员和操作员以丰富信息的设备。由于本系统信息丰富、复杂,我们在研制成功双屏控制机制之后,为主机配置了两个屏,一个屏为常用的 14 吋彩色显示器(分辨率为 640×480),用来显示文字信息、控制信息,另一个 19 吋的彩色显示器(分辨率为 1024×768),现为隔行扫描,有经费可改为逐行扫描,用来显示各级地图、图形。此外,我们配置了投影式大屏幕显示设备,它可以供重大火灾时,留在指挥中心的多个指挥人员使用。

#### (4) 远程通讯系统。

本系统采用了一对多半双工远程通讯方式,不建立计算机网。主机装上多路通讯控制板、通过多对智能 MODEM(调制解调器)与远方的各中队的终端相联。各中队的终端机都配上打印机、警铃控制系统,组成了一个单元,我们把这每个单元称为一个终端站。目前可配置 6~8 个终端站。指挥中心与各终端站之间既可以传计算机数据,又可以打电话(不同时)。计算机确定有真火警时,通过远程通讯系统向远方终端站发送出车证、战区卡片和其它有关信息。经实验,目前调制解调器选定为 1200bit 的工作速度是合适的,满足需要的。远程通讯系统可实现自动选路、分路,自动应答,自动拨号等多种功能,大大方便了实时指挥工作。

## 4 系统所提供的基本功能

图形式计算机分系统提供的主要功能如下:

### (1) 记录、存储与显示功能。

计算机分系统在自动记录和存储有关信息文件、数据库、地图和图形的基础上,能按需要显示如下信息:

- 常用信息:如时间、日期、天气资料(晴雨、气温、风向、风速)值班日志等。
- 全市消防实力:各中队、企业队实力、值班警官等。
- 三种不同详细度的地图:即三级地图。
- 全市概貌图:主要道路、河流、重点单位、各消防中队企业队位置等,此即一级图(按 1:20000 的图)。
  - 大区图(即二级图):显示报警起火点为中心的一个大区(按 1:5000 的图)道路、河流,主要池塘,除一级图的内容外,还可分层显示高层建筑,重点单位、消火栓位置等。
  - 战区图(即三级图):显示以报警起火点为中心的一个 250m×250m 的作战区域。这是实战的需要,该图(按 1:500 的图)除一级图、二级图的信息外,主要是显示建筑物轮廓、空地,不同防火等级的建筑采用不同的颜色,并标出主要单位的名称、楼层等。
  - 重点单位灭火预案图及文字预案说明,按消防局有关规定,可交互修改(亦可称四级图)。
    - 采用多窗口,引导式显示各种操作(例如接警、救援决策)及其有关信息。
    - 战区卡片及其它文字信息以及查询、检索各种数据文件的信息。
    - 各种信息屏的快速切换。

### (2) 接警功能。

因为有线接警台尚未改造及电信部门的原因,目前还不能自动取回报警电话号码。语音识别技术和自动报警装置的水平又达不到能全自动接警的程度,因此,报警电话和所报着火点的位址都由人工录入计算机系统。

计算机系统提供了: a) 单位名称报警, b) 电话号码报警, c) 街道门牌号码报警等三种检索方式和其它报警的基本过程, 提供初级的火警辨识功能, 计算机可控制管理多重火警, 并可在内存中保存至多 3 个火场的有关信息。

### (3) 救援方案智能决策。

系统根据指挥员长期的实战经验和各种有关数据的情况, 进行智能决策, 提供拟定的考虑到上述各种因素的初步方案。指挥员可以根据情况进行交互修改, 最后确定救援方案。

### (4) 远程通讯与下达命令。

根据最后确定的救援方案向有关中队迅速下达命令, 触发警铃、打印输出出车证和战区卡片。

### (5) 打印输出重点防火单位的灭火预案的图形资料和文本资料。

(6) 对重大疑难火灾, 提供增援, 修改预案的功能, 提供查询包括化学品有关信息在内的各种消防信息。

### (7) 各种图形数据库的建立与维护功能。

## 5 结 语

图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统经过长时间的考验、试运行, 现已投入实际运行。实用测试表明, 系统设计达到了预定目标。表现在: (1) 系统的先进性; (2) 系统的高性能价格比; (3) 系统的图形化; (4) 系统的实用性。在实际使用中, 图形式火警救援 C<sup>3</sup> 系统已取得了很好的经济效益和社会效益。但是它目前还只相当于现代消防通讯调度指挥系统的三个分系统之一, 它需要扩充很多功能块, 才能成为一个真正的战场 C<sup>3</sup>I 系统。我们希望与本领域内的学者、专家、技术人员一道, 进一步努力, 使我国消防通讯调度指挥的现代化迅速发展, 在合理投资的条件下, 尽快达到技术先进、实用的水平。

## 参 考 文 献

- 1 Roberts S A. An Object—Oriented Data Model for Database Modelling Implementation and Access. The Computer Journal. 1988,31(2)
- 2 Jin V Y -Y, Levis A H. Delay in Acyclical Distributed Decisionmaking Organization. Proc. 4th IFAC/IFORS Symposium on Large Scale Systems, 1988
- 3 王鸿谷等. 一个基于 PROLOG 和 GKS 一体化的大型图形系统. 计算机科学, 1990, (3)

# Map and Graphic Fire-Fighting C<sup>3</sup> System

Wang Honggu Xu Jie Xue Xiaoyu  
(National University of Defense Technology)  
Zhang Guangrong Chen Derong  
(Fuzhou's Fire-Fighting Detachment)

## Abstract

Map and graphic Fire-Fighting C<sup>3</sup> system (MGFC<sup>3</sup>S) is an advanced Fire-Fighting C<sup>3</sup> system controlled by a micro-computer system. (MGFC<sup>3</sup>S) has been implemented in CHINA and actually put into practical use for the first time. The design of the system is based on C<sup>3</sup>I theory and technology. Using maps at different level, the system has very high performances and powerful functions, with less money than other ones abroad. This paper outlines the overall design ideas and some major technical problems.

**Key words** command automation, computer map, fire alarm acceptance, fire fighting

---

## 中国科学技术协会领导机构

中国科协第四届全国委员会主席为著名核物理学家、中科院学部委员、国防科工委科技委主任朱光亚。

中国科协全国委员会副主席为：天文学家叶叔华，空气动力学家庄逢甘，航空工程专家高镇宁，流体传动及控制专家路甬祥，金属材料及热处理专家孙大涌，遗传育种专家王连铮，农学家何康，医学家吴阶平，藏医专家强巴赤列，遗传学家李振声，化学家张存浩，半导体材料学家林兰英，物理学家周光召，科技管理专家高潮。

中国科协第四届全国委员会常委会由 45 名委员组成，下设中国科协书记处。