

《七·五》国家科技攻关课题

《中期数值天气预报研究》

成 果 汇 编

〈五〉

气象出版社



前 言

“七五”国家科技攻关课题〈中期数值天气预报研究〉 的确立和执行

李泽椿 郭肖容 陈受钧 纪立人
(国家气象中心)(北京大学)(大气物理所)

一、中期数值天气预报研究课题的确立

建立我国中期数值天气预报业务系统,是国民经济和国防建设发展的迫切需要,是实现中期天气预报客观化、定量化、自动化和提高预报准确率的重要措施,也是衡量一个国家气象科学研院和业务技术水平的重要标志。国家计委于1984年5月正式批准了北京气象中心以建立中期为主的数值预报业务系统的扩散工程项目。

中期数值天气预报业务系统,亦即在大型或巨型计算机为主体的计算机网络系统上进行高效率、高质量的全球资料收集、处理和分析,运用高分辨率、物理过程完善的半球或全球数值预报模式进行四天以上(4—10天)的天气预报,并迅速地进行预报产品图象处理、分发全国应用部门的实时业务系统。要完成这样一项大规模的综合性工程系统,一方面要装备高性能的大型或巨型计算机及有关装备。另方面则必须解决构成这一系统所涉及的计算机科学、数学、物理及气象学各学科中的一系列科学和工程技术难题。因此,及时地、有组织地开展一系列关键科技研究是建成这一业务系统的基础和关键。作为建立中期数值天气预报业务系统的前期攻关项目,国家科委将中期数值天气预报研究列入了“七五”国家科技攻关计划。关于1986年2月正式下达该项科技攻关任务,由国家气象局主持,中科院与教委为参加主持单位。主持单位委托课题负责单位北京气象中心(现为国家气象中心)统一组织实施和管理。

为完成国家科委下达的该项科技攻关任务要求,主持单位组织了全国范围的国家气象局、高等院校及中国科学院三大系统的13个单位的三百余名科技人员参加的分步研究,联合攻关。

二、中期数值天气预报研究的目标和内容

国家科委下达的该项科技攻关的任务与目标是:1990年发布我国5—7天中期数值天气预报(可用预报达5天或以上)。为此要建立计算机局地网,并有数据库、程序库和图象显示功能。建立从资料收集、分析、预报模式和预报结果处理、传输等自动化业务系统。并研究有限区域细网格数值天气预报业务模式。

根据我国现有条件并经专家讨论,确定的中期数值预报研究的途径和技术线路是装备高性能大型或巨型计算机,开发、研究适合我国中期预报业务的计算机网络系统;引进世界先进气象部门八十年代初期开发研究的部分技术方案(主要是欧洲中期天气预报中心的截断波数为42和63的谱模式及美国国家气象中心的多元最优插值客观分析方案),

在消化吸收的基础上结合我国实际情况和地形特点加以改造并进一步研究开发提高,最终建成一个完备的,全部自动化的并具有较高水平的中期数值预报业务系统。同时自行设计开发与之配套的更能反映我国特点(高原影响,暴雨系统等)的有限域预报模式。

鉴于该攻关课题涉及较广泛的学科领域,某些环节还有较大难度,如资料同化、初值化辐射等物理过程参数化在我国还是空白,不少方面也面临着学术上的飞跃,如作为计算机系统要从低速单个计算机组合发展为复杂的计算机网络系统;作为计算机语言要从标量到矢量;作为分析技术要从简单的逐步订正法发展为多要素最优插值法;而预报的核心部分—数值模式则要从格点差分模式发展为谱模式。为能抓住关键环节,分步研究我们将这一课题分为五个主要部分,它们分别为:

1. 开发设计中期天气预报业务系统所需要的一个分布式,多功能计算机网络系统;
2. 开发研究全球气象资料四维同化系统;
3. 高分辨率、物理过程完善的全球谱模式及有限区模式的研究;
4. 分析、预报产品的图象显示及输出系统的研究;
5. 中期数值天气预报专用程序库、数据库的开发研究。

为了便于落实和执行又将其划分为 22 个专题。即:M-160 与 M-360 计算机的通信连接,M-170、M-360 计算机网络资源的研究,数据通信系统设计,高速(56kbps)传输网研制,全球气象资料预处理和质量控制,多元最优插值分析方案的研究,非线性正规波初值化方法的研究,业务监控和管理方法研究,四维同化的研究和开发,中期数值天气预报绝热模式的研究,地形作用的研究,有限区域业务预报模式的研究,中期数值天气预报中物理过程的研究,检验与诊断分析方法的研究,模式协调性的研究,气象专用程序库的建立及其管理系统的开发研究,气象专用数据库的开发研究,气象资料信息系统规范化与气象数据库存取方法的研究,开发建立气象专用图形包,气象立体图和多窗口图形处理方法的研究,气象传真压缩扩张的编码方法及软件开发编制及图形产品传送给用户的各种方式的研究。

三、中期数值天气预报研究课题的执行要点

1. 保证中期数值天气预报研究与北京气象中心以中期为主的数值预报业务系统扩建工程的紧密联系。一方面要注意使科技攻关紧密围绕中期数值天气预报业务系统的建设进行,确保科技攻关的主要成果最终转化为业务能力,发挥社会效益。另一方面科技攻关的进行又紧紧依赖于扩建工程项目(如计算机的引进、装备)的进展。本着边攻关、边发挥效益的原则,根据工程进展的现实情况,课题执行中采用了分三步实现的措施。这就是,首先依靠已完成扩体升级的计算机资源(M-360R 等),实现较低水平(T42L9,可用预报为 4 天左右)的中期预报业务系统,提早投入业务使用。然后再根据计算机能力的提高和资源扩充,将预报系统逐步升级并最终实现较高水平(T63L15,可用预报达到 5 天)的中期预报业务系统。

2. 注意中期数值天气预报研究中理论性与实用性的结合。在强调科技攻关要紧密围绕中期数值天气预报业务系统建设的同时,也不能忽视从科学发展的长远观点开展与中期数值预报有关的高水平的研究性较强的项目。为此我们将本课题内容分为三个层次,亦即紧密环绕即将实施的业务系统的;备用及将要升级的以及近期暂不能转化为业务能力

但对中期数值天气预报发展有长远意义的少量理论研究项目。

3. 处理好各专题的相对独立性和专题间的相互联系即课题的整体性。作为一项大规模、跨学科的科技攻关任务,科学地分解课题,根据各自的学科特点和技术途径按专题独立攻关是完成课题任务的基础。同时,又必须随时协调各专题进度、互相间的技术衔接,抓住不同阶段的关键专题,不断地调整、优化专题结构。只有这样才能真正发挥课题的群体作用,实现整体目标。

通过三年多的分步研究,通力合作,本课题已取得可喜的进展。T42L9 为核心的全球同化半球预报业务系统已经完成,不久将可正式投入业务使用。此外在基础理论研究如数值计算方法,模式协调性,地形处理和边界层及物理过程参数化方案取得了一些高水平的研究成果。我们现将构成上述业务系统的主要技术报告和一些科学论文汇编成册,分期出版,以便及时地总结和交流。

目 录

1. SMA 异种大型机局域网	1
2. LCN 网络连接工艺及测试分析	8
3. IBM 机用网络转换器分析	30
4. LCN 网络协议分析	51
5. IMB/RHF 在 M-360 上的移植安装	73
6. 微机数字传真系统的设计	88
7. 实时气象专用数据库的建设	99
8. BUFR 码的编码与解码	112
9. 中期数值预报专用场库	123
10. 气象通信系统与气象资料库系统接口软件的研制	135
11. CYBER 计算机系统中高级气象图象图形分析系统简介	145
12. 中期预报图形系统	164
13. 气象预报制作系统软件	177
14. 气象预报制作系统中的图形制作系统	203
15. 数据通信系统软件结构设计	215
16. 气象数据通信业务软件系统	225
17. 数据通信系统结构特点	240
18. MIRA 系统异步通信线路接口设计	249
19. VAX 计算机并行计算实现方法	258
20. “七五”科技重点攻关 0 九项目之一 (中期数值天气预报研究)工作总结报告	263

SMA 异种大型机局域网

姚奇文

(国家气象中心计算机室)

一、系统总体结构

国家气象局(SMA)异种大型机高速局域网是根据中期数值预报业务系统研制开发的,它把以巨型机(银河-2)为核心,以大型计算机和超大型机为前端(预处理和后处理)处理机的中期数值天气预报计算机系统、全球气象通信系统、卫星地面资料处理系统、气候资料加工处理和存档检索系统连接起来组成功能分布式气象预报计算机系统。

该网络系统是在引进美国 CDC 公司的松散耦合网络(LCN)系统的基础上开发而成的。系统结构如图一所示,系统主要由松散耦合网络(LCN),远程主机软件(RHF)、网络监视器(NMS)三大部分组成。LCN 由网络存取设备(NAD)、主干线装置(MTA)组成。

目前 SMA 异种大型机高速局域网中接入的系统有: Cyber962、NOS/VE 中期数值天气预报前端处理系统、NC12780、VAX6320、VAX/VMS 群机通信网络与产品分发系统、IBM4381、MVS/SP1 卫星资料处理系统、M-360、OS IV/F4、E40 气候处理和存档检索系统,还将接入 Cyber992 超大型计算机系统。银河-Ⅱ 将用前端接口(FEI)同 Cyber962、992 计算机相联。这样连的原因除了技术因素之外,还可对进入巨型机的作业进行控制,形成统一控制的作业流,以便分散负荷,同时一旦巨型故障时,还可由前端处理机进行降级处理。

二、网络功能

SMA 异种大型机局域网具有以下网络功能:

- 1、从本地主机提交作业到网中其他主机去执行;
- 2、从远程主机提交作业到本地主机来执行;
- 3、计算结果返回提交作业的原主机输出(IBM 机器需要指定文件路径);
- 4、由本地主机执行本地与远程主机之间的文件传送;
- 5、由远程主机执行本地与远程主机之间的文件传送;
- 6、将本机文件传送到其它机器打印输出;
- 7、用户开发接口、以供用户扩充网络功能。

三、技术性能

LCN 网络用 1-4 根同轴电缆作传输介质,采用总线式网络拓扑结构。传输介质存取控制由时间片轮流选择机构完成,因此保证了即便在总线最忙时,连在总线上的每个设备都被访问到。每个网络存取设备(NAD)最多可连 4 根总线,每根总线最多可连 28 个 NAD。每根总线的传输速率为 50Mbps,因此网的总体传输速率可达 200Mbps。12.7 毫米总线的最大长为 910 米。SMA 局域网用 19.1 毫米硬用同轴电缆作为总线,设有 2 根总线,此外 Cyber962 与 Cyber992 之间还有直接对接口的总线,因此网络连接具有较大的灵活性和很高的传输速率。

四、网络硬件—NAD 的构成

网络存取设备(NAD)是整个网络系统的基本部件,它用高速串连信道作为多个处理机之间互连的数据通路。串行信道的控制对全部NAD是分布式的,不是由一个网络控制处理机集中控制。如图二所示,NAD由设备接口、存储器、处理器、总线控制接口和维护控制接口五部分组成。其中四部分对各种型号NAD都是通用的,只有对主机通道或设备接口才是专用的。

总线接口由硬件和微程序组成,同串总线进行电气和逻辑配接。它包括两组逻辑:一个总线控制接口(TCI)和1—4个总线控制器(TCU),TCU数取决于总线数。数传机(Data Set)提供在同轴电缆上进行数据传输的调制与解调。存储器用于存储临时数据,以便不同设备能以不同的数据速率使用总线,即总线的传输效率与使用总线的设备速率无关。处理器控制NAD的资源 and 信息数据的流通。设备接口是专用的一套硬件,它使设备或处理机通道能同NAD的内部总线配接。维护接口可接控制终端和其它设备。

(1) 内总线

用于NAD内部通信,由16位数据,2位校验,16位地址和几个控制位组成。总线接口、处理器和设备接口对等使用内总线,各占106ns的时间片,每320ns占用一次,因此保证存储器有50兆位/秒的速率,亦即一对NAD间的传输速率为50兆位/秒。

(2) 存储器

存储器缓冲了同步串行总线和异步设备间数据速率的差别。容量按设备不同可以从64KB—128KB,字长18位,存取周期106ns。

(3) 处理器

处理器由硬件和实现NAD资源管理、系统功能控制的控制件组成,控制件执行下列任务:

资源管理、如缓存分配

处理报文的传送,包括形成帧控制信息,管理数据和翻译接收的报文。

总线传输和设备错误的恢复处理。

执行各种系统功能。如信息格式转换,或自动装入信息排队处理,总线和设备的I/O处理。需要时还要作ASCII码同本机字符转换。

处理器使用4位微处理器,微指令控制,周期160ns,处理器指令平均为6—8个微码,即平均指令执行时间为960—1280ns。

(4) 维护接口 RS232C,接网络监视器。

(5) 设备接口

将主机和设备配接到NAD上,其功能为:

* 在设备和NAD间传送数据和命令。

* 不同字长的组装/拆卸。

(6) 总线接口

主要功能:

* 对接数传机

* 加/拆串行总线规程信封,包括循环码(CRC)的生成和检出。

- * 翻译报文和相应的回答。
- * 生成相应的报文,以保证全部来报有效。
- * NAD 需要发送报文时就存取总线。

总线接口有报文和数据流两种工作方式。报文为常规方式,全部信息由命令和相应的报文两部分组成。报文末尾有释放控制,以便让其他 NAD 使用总线。流方式是高速传送的特殊方式,总线被报文/响应对占用,允许下一报文一准备好就传送。

总线存取优先权采用轮流选择机构来解决,从而在高峰负荷期也能存取总线上的全部设备。

(7) 串行总线

串行总线使用 50Mb/秒的数传机和同轴电缆。数传机用差分连续双相位键控 (DCBPS) 信号,以同步成组方式,在 150MHz 载频上传送数据,使用高质量的同轴电缆和 F 型连接消除地和电磁干扰/射频干扰 (EMI/RFI) 问题。

五、主机网络软件

网络中关键因素是公用规程的设计和开发。在设计中主要考虑:

- * LCN 规程以 ISO 模式为基础,如图三。
- * 规程的通用性,适合于不同主机和不同操作系统。
- * 规程对全部主机都是公用的。
- * 操作系统间数据格式的区别由用户级解决。
- * 应用接口在规程第 6 和 7 层解决。

规程 1—4 层作为 ICN 网络提供。专用主机规程由规程的高层来考虑。

第 5 层—主机驱动接口

可以从每个 NAD 的硬件参考手册获得。ASCII 代码转换由 NAD 完成。

第六层—主机对主机

以网络产品为基础,用于两机主机间传送信息,建立逻辑联接或通路。

第 7 层—应用对应用

本规程由网络独立文件传送规程(高级规程组 12/77)导出,执行两应用间的文件或块传送。应用包括永久文件(Data Set)、排队文件(Spool)、交互式和操作显示。

六、系统特点

可将网络程序加到现行网上,设计考虑了解决用户当前和将来网络问题。把最新的高速传输技术的使用同综合软件和诊断支持相结合,保证了用户问题的各个方面,其主要特点如下:

(1) 可连性

能使一个局域网络里的多个处理机容易连接结合。一个处理机用一个或多个 NAD 同网络连接。一个 NAD 可连 1—4 根不同的总线。一根总线可连接多到 28 个设备。在一个 4 总线系统内可连接 112 个不同的设备。网络软件允许多个处理机间的相互作用。由于 LCN 是整个系统的组成部分,目前的其它接口,如远程主机,事务处理终端的交互式能容易地包括到系统中。

(2) 可配性

对场地计划和全系统配置提供了很大的自由度。用户在配置他们的系统时再不受电缆长度和位置要求的约束了,因为 LCN 网络处理机和外设能放到比目前通道设计更大的距离。

网络为不同型号的主机间提供了灵活的方法。过去几个主机的连接是采用点对点的方式,每个处理机接口都要附加一套硬件,而 LCN 只要用一个 NAD 就可以把一个主机连接到网上,同多个主机交换信息。这种方法使系统结构简单,更便于操作、控制和维护。

(3) 可维性

硬件和诊断软件支持是为向用户提供极大的系统可维性而专门设计的,以期达到高水平的可靠性、可用性和可维性。此外,为减少备用要求,不同模块间按最大的公用性进行设计。脱机和联机诊断相结合进一步增强了网络总的可维性。

(4) 可靠性

可靠性像可维性一样,在硬件和软件组成的设计中是重要的因素。利用可靠的硬件和支持软件的结合来保证系统处理的完整性。仔细选择关键的硬件、有效的规程、各种差错的检测和报告机构都是提高系统的可靠性。网中使用的大多数组成部件,都是从目前使用的计算机系统现场改造成的。此外,网络还提供了富余的硬件组成(即 NAD 的总线),因而减轻(避免)了单点故障的负担。

(5) 灵活性

给用户提供了一个很灵活的系统,它可连不同厂家的设备。NAD 的主要组成是公用的,不考虑所接的设备,这种设计提供了可调的基础,以保证能容易不同类型设备的配接。采用这种方法,把一个新的处理机接入已有的系统,再不像过去那样为接口而发愁,因此提供了极大的可扩展性。

(6) 支持

提供全面的支持,由于系统具有硬件、软件和诊断支持,所以能解决用户局域网络要求的全部问题。硬件和软件的结合,能满足未来用户的各种系统要求。

(7) 性能

运用在硬件中的技术,在全部总线上都以 50Mbps 的速度可靠地传送数据。关键特性:

- 由自身同步和轮流地优先机构控制总线的存取,这种方法保证在峰值负荷期间能存取在总线上的全部设备。
- 利用 NAD 的缓冲系统,将所有连接的设备与网络的传输速率分离开,从而获得系统资源的最大应用。
- 网络规程开销小,允许发挥可用频带的最大应用。

(8) 操作性能

利用卸荷能力改进了系统的操作性能。NAD 的控制和诊断程序可经过设备接口两个方面装入。因此,系统操作员在启动后,如果需要改变系统能重新进入初始装入。

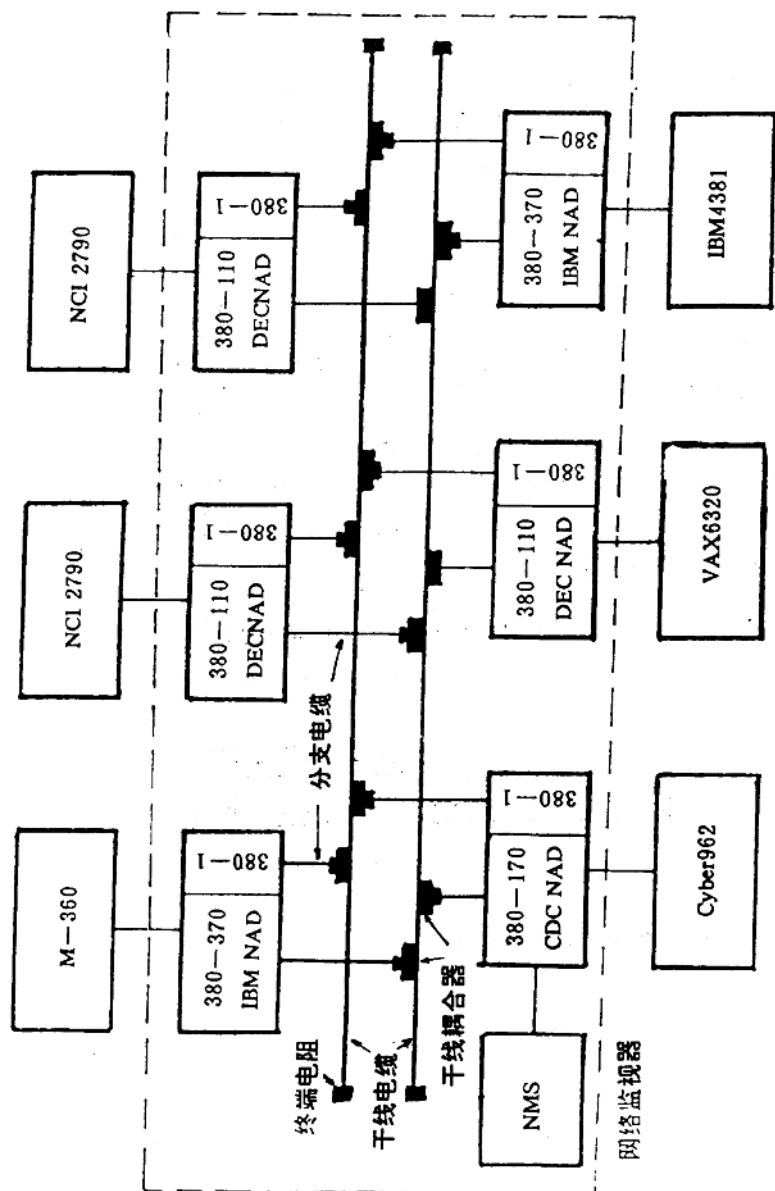


图1 系统构成

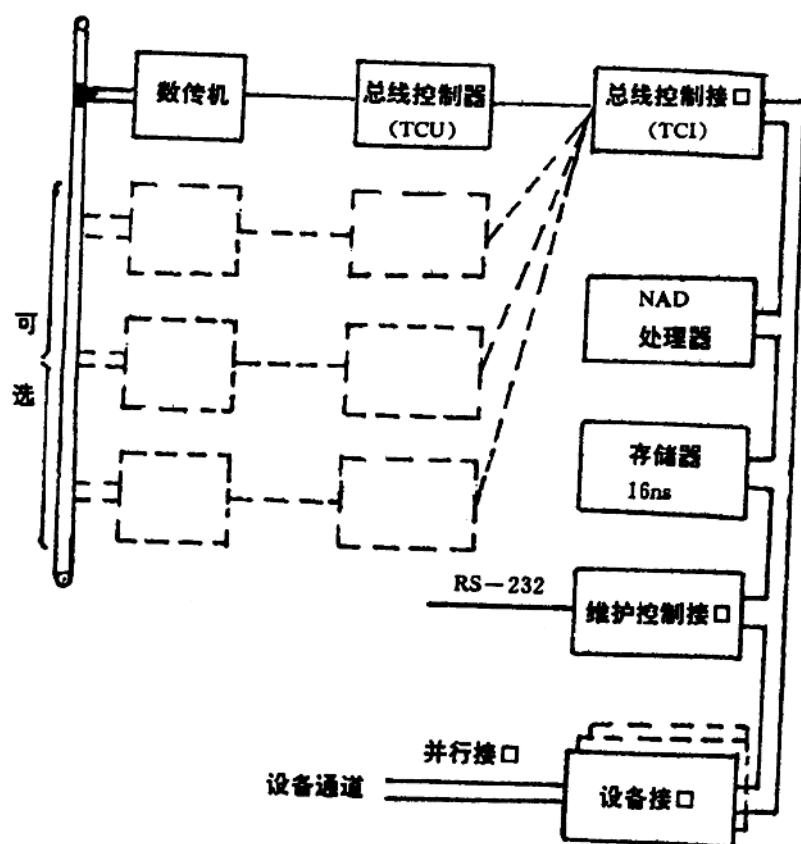


图 2 网络存取设备构成

I S O 模 式			L C N 模 式		
用 户	应用层	7	应用接口	主 机	
	表示层	6	网络块		
	会话层	5	主机NAD接口		
传 送 服 务	传送层	4	传送控制	L C N 规 程	
	网络层	3	网络控制		
	链路层	2	链路控制		
	物理层	1	物理控制		

图 3 国际标准化组织规程模式

LCN 网络连接工艺及测试分析

荣维枝 姚奇文

(国家气象中心)

松散耦合网络 LCN (Loosely Coupled Network) 是用同轴电缆连接网络存取设备 NAD (Network Access Device) 组成的大型机局域网子系统。如图一系统构成所示: 网络存取设备的一个端口用 6.3 毫米直径的同轴电缆连到干线耦合器同主干线耦合连接。每个网络存取设备最多可连四根干线, 每根干线电缆最多可连接 28 个网络存取设备。每根干线上网络存取设备之间串行数据传输速率为 50Mb/秒。网络存取设备的另一个端口是设备接口, 根据不同类型的网络存取设备, 它可同 CYBER 70/170/6000 型通道, 小型机通道 (如 DEC 的 UNIBUS), IBM360/370 型通道等相连接。各类网络存取设备的唯一区别是设备接口, 其它各部分完全相同。

国家气象局 (SMA) 异种大型机超高速局域网目前由 CYBER 962、NOS/VE 中期数值天气预报前端机处理系统, VAX6320、NCI2780、VAX/VMS 群机通信网络系统, M-360 OSIV/F4. E40 气候资料处理和档案检索系统和 IBM4381、MVS/SP1 卫星资料处理系统组成, 还将接入 CYBER 992 超大型计算机等。主干线装置是 LCN 网络的基础, 其质量直接影响网的传输质量。下面就主干线装置的安装工艺、技术措施、测试等方面进行讨论。

一、主干线装置工艺

(一) 主干线装置构成

主干线装置构成有下列部件:

主干线同轴电缆

干线耦合器

干线终端匹配电阻

衰减器

上述部件按干线装置类型而采用。如图二所示, 干线装置的构成类型有三种:

1. 多分支结构(a)

多分支结构的构成部件有:

主干线同轴电缆(1a)

通常使用 12.7mm (1/2") 硬同轴电缆

6.3mm (1/4") 软同轴电缆

当距离长或分支电路多时, 采用直径更大的同轴电缆, 如 19.1mm (3/4") 或 25.4mm (1") 的硬同轴电缆。

干线耦合器(2)包括下列部件:

耦合器同 12.7mm 同轴电缆的连接器(2a)

耦合器同 6.3mm 同轴电缆的连接器(2b)

连接器所连的 75 欧姆终端电阻(2c)

同 NAD 相连的分支电缆标准长为 15.2m(3)

2. 12.7mm 同轴电缆点对点结构(b)

构成部件有:

同 NAD 相连的 15.2m 长分支软同轴电缆(1)

12.7mm 干线用 75 欧姆,10dB 衰减器(2)

转换(12.7mm 到 6.3mm)连接器(3)

转换(6.3mm 到 12.7mm)连接器(4)

主干线 12.7mm 同轴电缆(5)

3. 6.3mm 同轴电缆点对点结构(c)

当两个 NAD 相距很近时用此种方法,主要部件是:

同 NAD 相连的 15.2m 标准长分支电缆(1)

6.3mm 同轴电缆用 75 欧姆、20dB 衰减器(2)

此外在长距离电缆敷设中还需要筒型电缆连接器。

(二) 主干线装置工艺

LCN 网络通信载波频率为 150 兆赫(MHZ),属于宽带通信,因此干线装置的安装施工工艺直接影响网络传输质量,对工艺提出了严格要求。

1. 传输同轴电缆特性

对常用的 12.7mm 硬同轴电缆和 6.3mm 软同轴电缆的特性要求如下:

特性	12.7mm 硬电缆	6.3mm 软电缆
特征阻抗	75±2 欧姆	75±3 欧姆
衰减	50MH _z 时 0.54dB/30.5m 150MH _z 时 0.9dB/30.5m	1.5dB/30.5m 2.7Db/30.5m
传播速度	最小 87%	最小 87%
dc 阻抗	导体最大 1.28 欧姆 /305m 屏蔽最大 0.4 欧姆 /305m	最大 0.008 欧姆 /304.8mm 最大 0.002 欧姆 /304.8mm
电容	导体对屏蔽: 15.3±1pf/304.8mm	中心导体对内屏蔽 最大 17.5pf/304.8mm
屏蔽效率	最小 80—dB	最小 105—dB
屏蔽覆盖	100%	100%

19.1mm 硬同轴电缆在 150MHZ 时衰减 0.6dB/30.5m。其它特性要求均高于 12.7mm 硬同轴电缆。

2. 同轴电缆的安装工艺要求

(1)在多分支主干线装置中,两个干线耦合器之间的最短距离为 2.4m,以保证回波衰减大于 20dB。

(2)主干线的最大长度: 6.3mm 软同轴电缆为 305m; 12.7mm 硬同轴电缆为 915m。

(3)硬同轴电缆敷设时的曲率半径 50.8mm,保证无折性弯曲。

3. 主干线装置衰减计算

主干线装置衰减的基本要求是最长距离的两个 NAD 间的总衰减不得大于 55dB。

当主干同轴电缆长度增加时,必然减少干线耦合器数,干线耦合器最小数量是 2 个。图 4-10 表示主干线同轴电缆长度与干线耦合器数之间的关系。利用该图可确定每根干线最低情况下的最大同轴电缆长度和耦合器数,图假设 55dBd 的电缆衰减和耦合器数。同轴电缆的宽带通信如图 4-10 所示。图右下为干线耦合器的等效电路,信号直接穿过一个耦合器的衰减是 1dB,信号从干线到数传机或从数传机到干线,其耦合器衰减均是 12dB。此外多分支(四个)耦合器的直接穿过衰减为 1 个 dB,每个筒型连接器衰减为 0.25dB。

利用下列公式可计算每根干线可连接干线耦合器的个数。代入相应的 CL 和 CLL 值还可获得最佳和最差状况。计算公式如下:

$$\text{耦合器数} = \frac{55 - [(TL \times A) + (DL \times 0.027) + (CL \times 2)]}{CIL} + 2$$

公式中: 55 = 总衰减限定值

TL = 干线长度,单位英尺(0.305m)

A = 干线衰减对 12.7mm 为 0.009dB/304.8mm

对 6.3mm 为 0.027dB/304.8mm

DL = 分支电缆到 NAD 的数传机的长度,单位英尺(0.305m)

CL = 耦合器隔离损失(从发送数传机到接收数传机)最坏 12dB,最佳 10dB。

CIL = 耦合插入衰减。最坏 1.2dB,最佳 0.8dB

原设计主线全长 759 米,接入 9 个 NAD,干线采用 19.1mm 硬同轴电缆,分支电缆用 6.3mm 软同轴电缆。计算获得最大衰减的最佳值 43.3dB,最坏值 50.1dB。

(三) 技术措施

根据原主干线装置施工设计,本系统的最大传输线路衰耗在 M-360 计算机到 IBM-4381 之间,估算得知其总衰耗在最佳状况下为 43.3dB,在最不利状况为 50.1dB 可见离临界值不远了,即富裕量不大。同时由于从 M-360 机到 CYBER 机预建的电缆井太小,管道拐弯太急,曲率半径太小,不仅施工困难,而且同轴电缆直径越大越不能保证施工工艺质量要求。这样就出现了矛盾,即在总距离已定,为减少线路总衰耗,以便增加 NAD 数的余量,将来好扩大 LCN 网络系统,只有采用更大直径的同轴电缆,但势必要增加施工难度。若重建电缆井和电缆管道,这样不但要增加经费,而且工期不允许。为此采取下列措施:

1. 主干线只到 CYBER 机房,从 M-360 机的 NAD 到 CYBER 机房用 12.7mm 的硬同轴电缆作分支电缆,连接安装在 CYBER 机房的干线耦合器上。由于 12.7mm 同轴电缆比 19.1mm 同轴电缆软的多,这就解决了电缆施工困难的问题。用 12.7mm 电缆代替 19.1mm 电缆作为分支电缆又减少了衰耗,当然,同 19.1mm 电缆比较还是增加了衰耗。

2. 尽量减少干线的长度,以减少 M-360 机 NAD 数传机到 IBM-4381 NAD 数传机之间的总衰耗,它是系统的关键点。减少主干线长度的办法是,主干线在机房走直线,加长分支电缆,且用 12.7mm 电缆作分支电缆。

3. 采用 4 分支端口干线耦合器代替单分支端口干线耦合器来减少最大距离的两个 NAD 数传机之间的总衰耗。4 分支端口干线耦合器的接入损耗为 2dB,这就意味着增加了两个单分支干线耦合器的富裕量。同样对于较长的分支电缆采用 12.7mm 硬同轴电缆,以

便减少损耗。

4. 采用长段主干线电缆,减少主干线电缆筒型连接器数,全线路只用了一个筒型连接器。每个筒型连接器的衰减为 0.25dB。

采用了上述措施后,最大距离的 2 个 NAD 数传机(M-360 机至 IBM-4381 机)之间总衰减计算得出,最坏状况下为 46.3dB 最佳状况下为 39.9dB。

二、LCN 主干线装置的测试与分析

(一) 测试方法

对 LCN 主干线装置要进行以下三项测试:

· 时域反射仪测试(TIME DOMAIN REFLECTOMETER TEST)

· 扫描测试(SWEEP TEST)

· 衰减测验(ATTENUATION TEST)

1. 时域反射仪测试(TDR TEST)

时域反射仪测试用于获得主干线的线路特性。通过测量在每一个阻抗变化点的入射脉冲与反射脉冲的比来检测发现有缺陷的干线段、干线耦合器、终端匹配电阻等...。反射脉冲必须小于 10 倍的入射脉冲,任何不规则的反射脉冲都可以被检测出来。

具体实现是通过干线耦合器的端口发送一入射脉冲使得干线上遇到有阻抗变化的地方就回送一个反射脉冲。时域反射仪测试正是利用这个原理通过测试存在不符合要求的反射脉冲来确定是否有干线耦合器、干线段或终端匹配电阻存在故障。因为干线耦合器、终端匹配电阻和有缺陷的干线段都可以作为产生反射脉冲的信号源。因此可以根据反射脉冲源的位置能较准确地检测出故障部位。

测试步骤下:

(1)如果 NAD (Network Access Device) 已经连接到干线上,要断开所有主干线耦合器上的分支电缆(Drop Cable)并装上 75 欧姆的终端匹配电阻。

(2)设置 TDR 开关参数。

(3)把 TDR 测试电缆接到主干线一端的干线耦合器的干线端口上(图五)。

(4)校准入射脉冲,使用入射脉冲的零电平参考线位于屏幕中心,脉冲的振幅达到 3 小格并且脉冲的前沿位于屏幕的最左边(图六 A)。校准后干线耦合器的反射脉冲看起来象图六 A 的样子。在一个连接状况良好的干线上,耦合器的反射脉冲是很小的,在零电平参考线上是一个几乎看不见的小包。

(5)计算干线上第一个干线耦合器的回波损耗(Return Loss)。

a. 在 TDR 显示器上定位第一个干线耦合器的反脉冲(图六 A)。

b. 顺时针旋转回波损耗(RET LOSS)旋钮使得所选择耦合器的反射脉冲的振幅达到 3 小格(图六 B),此时从旋钮(RET LOSS)上读的 dB 损耗就是测量损耗并填入图七测试损耗一栏中。

c. 确定 TDR 和被测试耦合器之间所有电缆双向 dB 损耗(包括测试电缆)并填入图七双向干线损耗一栏中。

d. 确定 TDR 和正被测试的耦合器(不包括本耦合器)之间的双向损耗并填入图七中

双向耦合器损耗一栏中。

e. 从测量回波损耗中减去电缆和耦合器的双向损耗之和就得出的计算或实际回波损耗并填入图七计算返回损耗一栏中(请参考图七中的例子)。

下面是计算回波损耗的公式概要:

测量损耗 - [双向干线损耗 + 双向耦合器损耗] = 计算回波损耗

f. 若计算回波损耗大于 20dB, 该耦合器可以用。反之若小于 20dB, 则该耦合器不能用, 必须被替换掉。以后重复执行 a 到 f 步直到测试完所有耦合器为止。

(6) 校准后就可以对干线装置进行实际测试

正常情况下(图六 A)所示在时域反射仪上可以看出每当遇到一个主干线耦合器就产生一个小的反射脉冲(小尖脉冲)。

异常情况下如图八所示, 接触不良, 坏的终端匹配电阻, 缺少终端匹配电阻及干线断开等, 通常产生一个小的反射脉冲(图八 D)。

干线弯曲度小于所要求的曲率半径或经弯折过留下大的折痕, 通常产生一个小的尖脉冲(图八 E)。

一旦检测出上述异常反射脉冲可根据屏幕每格多少英尺计算出反射脉冲的位置, 一般可精确到几英尺范围内。

2. 扫描测试(Sweep Test)

(1) 扫描测试确定 LCN 主干线装置在 0—500MHz 频率范围内的累积损耗和特性曲线。测试中我们最感兴趣的是 50MHz 的时钟同步频率和 150MHz 的数据载波频率范围内的累积损耗和特性曲线。

(2) 测试设备

. WAVELOCK SIGNAL GENERATOR—Model—B 信号发生器。

. HEWLETT PACKARD—Model 8558—Bwith182—TDISPLAY 光谱分析仪。

. 测试电缆, 连接器, 终端匹配电阻等...

(3) 扫描测试仪的连接和安装(图九)。

(4) 校准信号。

为了执行扫描测试, 对光谱分析仪的信号进行水平方向和垂直方向校准, 使得信号处于 250MHz 和 0dB 参考电平(图十, 图十一), 校准后垂直方向每格 10dB 或全屏幕 80dB, 水平方向每格 50MHz 或全屏幕 500MHz。

(5) 测试

按图九连接测试设备, 确保光谱分析仪和信号发生器被连接到干线两端耦合器的主干线端口上。

测试设备被连到主干线后, 由于主干线内部损耗所以 500MHz 信号产生损耗(图十二)。再调节该衰减信号使从 0 MHz 和 0dB 开始扫描(图十三)。

从左向右水平方向扫描并按从上向下每格 10dB 计算扫描损耗。如果从 0—500MHz 损耗逐渐增加, 那么干线连接良好(图十四)。图中短的尖峰是由于干线耦合器反射造成不视为故障。任何大的缺口和漏脉冲将表明有问题存在。图十五表明在 200—250MHz 之间存在有缺陷的电缆(或耦合器)。即使在其他频率范围内扫描测试满意, 有缺陷的部件也