

# 信息时代指挥控制系统关键技术分析

刘晶, 徐伯夏

(航天科工 8357 所, 天津, 300308)

**摘要:** 随着计算机等高新技术的发展, 计算机网络的应用领域增大, 以指挥控制系统为项目核心, 通过网络连接其他设备的项目越来越多。本文从指挥控制系统的特点和功能入手, 初步讨论了指挥控制系统的几个关键技术, 指出了其未来的发展思路。

**关键词:** 指挥控制; 高可靠性; 实时性

## 0 引言

近年来, 随着计算机等高新技术的飞速发展, 计算机网络的应用领域迅速增大, 人类进入了以信息化为主导、采用现代信息技术进行各种生产活动的信息时代。与此同时, 社会活动的信息化也深刻地影响着军事领域, 信息化已经成为了新军事变革的核心, 人类社会的战争形态也迅速由机械化战争转变为信息化战争。所谓信息化战争, 即指以信息化军队为主要作战力量, 以信息化装备为主要作战手段, 以信息为主导, 海、陆、空、天、电融为一体的战争[1]。反过来, 军事领域的变革和协同作战等军事思想的广泛推行又进一步推进了信息技术在各种非军事领域的迅猛发展, 如云计算、物联网和智慧城市等技术的大范围研究。

在信息化时代的今天, 我军装备信息化程度逐步增大, 协同作战能力逐步增强。在武器装备信息化、协同化的过程中, 武器装备指挥控制系统始终是研究的重点和难点, 因为它涉及到如何对从测点获取的多种数据信息进行快速且准确的处理从而做出正确决策。

## 1 指挥、控制系统的特点及功能

### 1.1 系统特点

作为系统总体的核心及枢纽, 要求指挥控制平台必须具有以下几个特点:

#### (1) 高可靠性

由于军用武器装备使用时的环境相对恶劣, 因此高可靠性一直是军用产品必须具备的基本条件之一。对于指挥控制平台的高可靠性设计, 从硬件方面来看, 除了系统各组成部分均采用军用元器件外, 还可以对于关键部件采取双重(或多重)冗余设计, 即对于同一关键部件可以同时设置 A、B 两相同模块。正常情况下 A 作为工作模块, B 作为备份模块, 当系统工作正常时, A 为系统提供支持, 同时 A 和 B 相互监控对方的运行情况, 当 A 出现故障时, B 能够主动接管 A 的工作, 而 A 经过修复后转为新的备份模块。此外, 也可以采用软件冗余方法, 通过对关键性操作配备若干个可供选择的程序来提高系统的可靠性。

#### (2) 多并发事件处理

多军种、多武器装备系统作战已经成为现代战争的主要作战模式, 由指挥控制系统控制的各装备可以组成一个完备的网络体系, 由这些装备获取各路目标信息, 通过同步或异步串口方式实时的并发至指挥控制系统进行综合处理, 故直接控制各武器装备的指挥控制系统必须具备多并发事件处理能力。

#### (3) 强实时性

强实时性是指挥控制系统的另一大特点。现代军用武器系统大多需要对大量数据进行计算, 如航路规划、海图等, 因此指挥控制系统需要具备对大量数据进行实时运算的功能。

### 1.2 系统功能

任何项目的指挥控制系统都承担着本项目的指挥、控制、调度、数据处理、存储、综合显示及数据管理等任务, 是整个项目的中枢部分, 指挥控制系统性能的优劣直接关系到整个系统的质量。指挥控制系统

是与其他分系统存在数据接口，因此该系统也是数据中心和控制中心，一般来说，指挥控制系统具备以下几个基本功能：

#### (1) 通信功能

该系统需要有专用的数据通道和足够的带宽，以保证和其他系统的正常通信能力。一般来说，通信网络会采用冗余设计，以保证数据的安全性和可靠性。此外，专用的数据通道和足够的带宽也是完成本系统内部各子模块之间数据通信任务的保障。

#### (2) 数据接收、处理、分发功能

该系统能够实时接收、存储、处理（包括解析、判断和物理量转换等等）和转发各种数据包信息，包括图像信息和其他系统传来的数据。此外，指挥控制系统不仅能够统一对所有数据和图像进行数据库管理，还能够对关键设备状态数据进行处理，具备报警功能。为了保证系统的高可靠性，对于数据处理部分中重要的设备可以采用双机热备份的方案。

#### (3) 数据回放

能够对所有数据及图像进行同步回放。

#### (4) 时钟中心

能够对其他系统设备统一授时。

#### (5) 决策功能

能够根据获取的数据信息作出决策。

#### (6) 显示功能

能够有选择的对各类数据实行实时显示，能够显示图像信息。

#### (7) 故障检测及实时报警功能

能够对网络运行状态和关键设备运行状态等进行实时监测，还能够进行故障检测和实时报警，具备较高的应急处理能力。

## 2 指挥、控制系统关键技术

### 2.1 分布处理技术

近年来，随着计算机技术的发展，各类设备的性能都得到了大幅度的提高，同时对指挥控制系统的性能提出了更高的要求，需要其在保证高可靠性的同时，具备实时处理大量数据、实时处理多并发事件的功能，指挥控制平台的中心计算机负担很重。由于整个系统中包含多个计算机，可以采用分布处理技术，将中心计算机的部分任务分配到其他负担相对较轻的计算机上，大大减轻中心计算机的负担，并提高中心计算机的可靠性。此时，中心计算机既是集群中的管理节点，又是计算节点，其他计算机均为计算节点，整个集群通过分布处理技术协同完成任务，图 1 为小型集群系统示意图，图 2 为集群系统网络层次示意图。

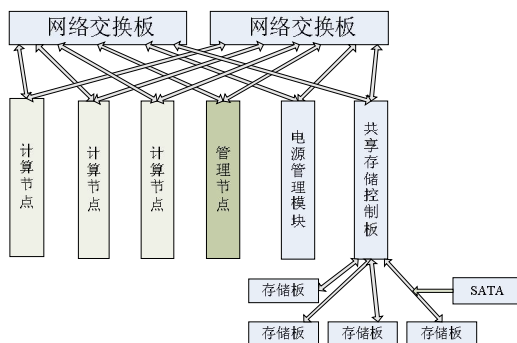


图 1 小型集群系统示意图

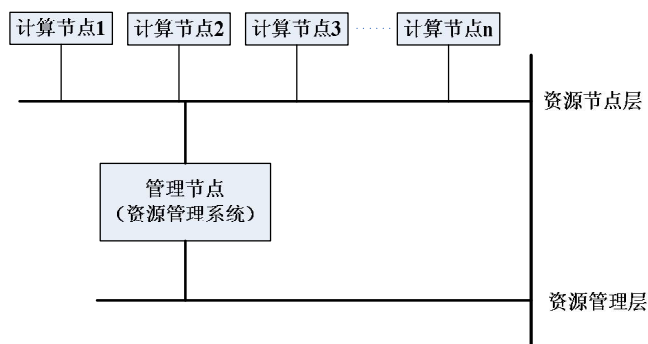


图2 集群系统网络层次示意图

## 2.2 多并发事件处理

指挥控制系统作为项目的核心和枢纽，容易出现大量的并发访问现象，此时可以采用负载均衡技术。负载均衡技术是建立在现有网络之上，提供了一种廉价有效透明的方法来扩展网络设备和服务器的带宽、增加吞吐量，从而加强网络数据处理能力、提高网络的灵活性和可用性。根据所采用的设备对象的不同，负载均衡技术可以分为软件负载均衡和硬件负载均衡；根据任务运行特性的预先可用性，负载均衡算法可以分为静态负载均衡算法和动态负载均衡算法。

静态负载均衡算法[2]中对负载的分配是在进程执行以前的编译阶段完成的，分配的依据是各节点的性能情况，或者是基于任务的历史运行信息预测，或者是用户主动说明的分配方案。静态负载均衡算法确定分配方案后就不会更改，直到作业结束。静态负载均衡算法适用于应用相对固定的专用系统，此系统能够根据任务的历史运行信息比较精准地获知任务的下一次实际运行特性。静态负载均衡算法实现简单，成本低廉且容易部署，但是其调度质量严重依赖于对程序所产生的负载的估计的精准程度。

动态负载均衡算法[3]也称为动态初始放置算法，其负载分配需要当进程在系统中执行时，通过交换系统的状态信息来决定系统负载的分配。也就是说，当任务进行调度时，动态负载均衡算法会实时动态地考虑并行系统当前的资源使用状态和进程的运行状态，然后对负载进行有效的调度。动态负载均衡利用系统执行过程中的负载波动来对负载调节分配，省却了事先分析的工作，相对于静态负载分配算法来说更灵活、更有效。但是，动态负载均衡需要以系统开销为代价。因此，当静态负载均衡能够达到预期的均衡效果时，应该优先考虑使用静态调度技术。

在实际使用时，可以根据需求的不同选择不同的负载均衡方法。此外，根据访问请求优先级的不同，结合与网络拓扑结构相适应的负载均衡策略，可以将大量的访问请求分配给集群中的不同计算节点，从而对其进行快速、有效的处理，图3是小型集群系统负载均衡体系结构示意图。

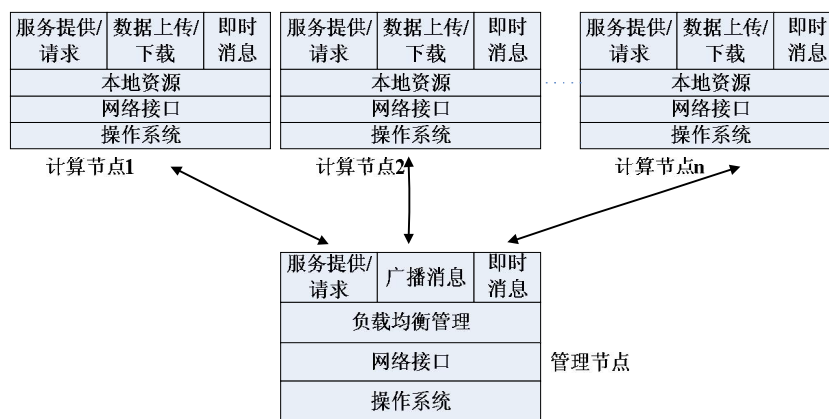


图3 小型集群系统负载均衡体系结构示意图

## 2.3 复杂数据实时计算

在指挥控制系统中，除了有多并发事件需要处理外，还有一类复杂数据处理任务，如地图预处理、航路规划任务等。对于这类任务，既需要保证任务在规定时间内完成，又要保证数据的准确性与精度，可以优先考虑使用并行计算来对可拆分的大量数据进行处理。在地图预处理实验中，当管理节点性能优良、计算节点的性能一致时，相对于单个计算机完成地图预处理的时间，每增加一个计算节点，数据处理效率将提高约 0.8 倍。因此，当指挥控制系统需要对可拆分的大量数据进行处理时，可以采用并行计算方式，将数据分发给各计算节点，以提高负载数据计算的实时性。

在小型集群系统中，为了使管理员能够更好的对各子作业进行统一管理，可以在每个节点上都安装 NFS (Network File System, 网络文件系统)。NFS 由 Sun microsystems 公司开发，是一种可以将远程主机上的分区（目录）经过网络挂载到本地系统的一种机制，通过对网络系统文件的支持，用户可以在本地系统上像操作本地分区一样来对远程主机的共享分区（目录）进行操作。通过 NFS 系统可以设置一个共享目录，每个节点都能方便的在此共享目录中找到待处理的作业，无需提前拷贝。

### 3 发展趋势

随着计算机设备中软、硬件技术的发展，作为项目实施关键点的指挥控制系统也将随之发展。首先，指挥控制系统的功能将更加完善，朝高可靠性和综合处理方面发展。另外，分布处理技术、并行技术、负载均衡技术的成熟使用也将引导着系统朝强实时性、高精度数据处理方向发展。

#### 参考文献:

- [1] 李福元, 李华, 信息时代作战指挥控制的发展趋势, 火力与指挥控制, 2008 (12), 100~101
- [2] 罗拥军, 李晓乐, 孙如祥, 负载均衡算法综述, 科技情报开发与经济, 2008 (13), 134~136
- [3] 杨际祥, 谭国真, 王荣生, 并行与分布式计算动态负载均衡策略综述, 电子学报, 2010 (38), 1122~1127