

船舶 IAS 系统设计及典型架构技术分析

孟相全, 张玉军

(中海油田服务股份有限公司, 天津 300450)

摘要: 随着数字技术的快速发展, 当代船舶管理也逐渐向数字化、信息化、网络化和智能化方向发展。首先分析 IAS 系统是一个完整的集成报警、控制和监测系统。设计特色和要点在于该系统易于观察、操作和控制与系统相连的所有设备, 具有高度的集成性及安全性。该系统围绕 IO 点构建, 所有 IO 点都是监控点, 其中一些也可能是报警点或控制点。最后设计形成了一体化集成监控系统, 一定程度上能实现船舶的远程监控和状态检修, 在后期运营维护上提质增效、节约成本。

关键词: 集成自动化; 冗余; 报警; 控制; 监测

中图分类号: U692.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2023) 01-0036-03

引言

IAS 系统是一个高度集成的自动化系统, 适用于具有不同功能的船舶, 该系统的开发注重系统的可靠运行, 并在各级实现冗余。过程局域网用于基本系统中的通信, 服务局域网用于数据记录、趋势分析以及在服务器和操作员站上重新安装图像。局域网中的通信基于两个 TCP/IP 网络, 这些网络以闭环方式排列, 如果出现网络故障通信将重新路由, 这将保持稳定的系统状态, 具有高度的运行可靠性。

IAS 系统是基于 PLC、服务器和操作系统的组合, 服务器和操作系统在标准计算机上运行, 这些都包含在局域网中, 该系统广泛使用基于 TCP/IP 的远程输入/输出来获得冗余系统。集控室中有两个操作员站 (OS), 他们的应用程序在系统服务器上作为客户端运行。驾驶台上操作员站的数量是可选择的, 每个操作员站都有各自的计算机, 运行各自的客户端应用程序。

一、系统设计

IAS 系统的主要核心是网络机制和冗余控制器和服务器系统, 所有过程控制均在控制器中执行, 所有输入/输出通过基于冗余以太网的网络与控制器通信, 运行 ProfiNet 协议。如图 1 系统拓扑图所示。

服务器向下与控制器、终端、串行线路等通信, 向上与操作员站 (客户端) 通信。系统由至少 2 个或多个独立服务器组成服务器群组, 各个独立服务器运行相互同步的实时数据, 操作员站与其中一台服务器通信和收集数据, 一旦通信中断, 就自动连接备份服务器。

1. 网络

IAS 系统网络基于以太网协议, 该网络还分为两个物理上独立的局域网 (LAN), 过程局域网和服务局域网, 这样设置是为了将过程控制通信与其他数据传输通信 (如打印、文件传输、数据库日志记录和备份操作等) 隔离开来。过程局

域网将服务器、操作员站、控制器和输入/输出设备连接在一起。服务局域网将服务器和操作员站连接到主文件和数据库服务器, 打印机和备份系统等其他设备也连接到服务局域网。

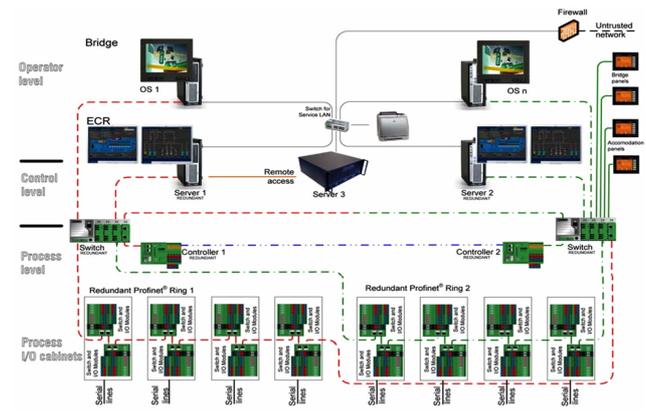


图 1 IAS 系统拓扑图

2. 服务器

服务器是安装了 Windows 操作系统的个人计算机, 服务器是实时冗余的, 如果其中一台服务器发生故障, 另一台将继续不间断地运行, 并且不会丢失数据。

服务器程序系统基于用于不同目的的不同任务, 所有任务都通过实时数据库内核进行通信, 实时数据库内核建立在系统启动的基础上仅在计算机随机访问内存中运行, 无需任何磁盘访问即可实现正常的实时操作。

3. 操作员站

操作员站基于安装了 Windows 操作系统的个人计算机, 操作员站将能够在与服务器相同的硬件上运行, 也可以在单独的 PC 硬件上运行, 每个服务器的硬件和软件也将能够运行操作员站的功能。标准操作员站基于连接了一个或两个高分辨率 VDU 的个人计算机, 驾驶台和机舱区域上的复制操作员站通过与过程局域网的单独网络连接进行通信。

收稿日期: 2022-04-29

作者简介: 孟相全 (1973-), 男, 中海油田服务股份有限公司, 轮机长, 机务, 工程师, 主要从事船舶装备管理和船舶技术法规研究管理。

4. 报警面板

扩展报警系统的报警面板, 用于驾驶台组合警报和 EO 警报的驾驶台面板, 以及值班人员舱和住舱中的 EO 面板, 驾驶台、客舱和起居舱上的面板是触摸屏式的控制面板。

5. 控制器

控制器是无硬盘驱动器的可编程控制器, 应用程序安装在便携式闪存卡上, 所有应用程序都位于控制器中, 控制器的数量取决于系统的复杂性。控制器始终成对安装, 具有冗余连接, 由于冗余原理, 成对控制器之间的连接基于无网络连接的直接链路。所有过程控制程序均位于控制器中, 所有数据采集、校准、平滑和控制均在控制器中执行, 即使与服务器的连接失败, 控制器也将继续控制备用系统和其他任务。

控制器能够互连大量串行接口, 有两种通过串行线路连接远程设备的方法可用, 一种是连接到网络并由控制器控制的独立代理/网关, 另一种是通过除输入/输出卡外装配有串行接口卡的输入/输出机柜。

6. 主 UPS 系统

UPS 是 IAS 的一部分, 它由两个独立的 UPS 单元、必要的保险丝、机柜和监控设备组成。所有内部电压由 2 个独立电源由本地产生并由两个整流器保护和隔离, 如果其中一个电源电路出现故障则不会中断系统工作, 系统自动监测所有内部电压, 如果状态异常将发出警报。

二、典型架构的网络冗余原则

IAS 系统在所有基本级别上都具有冗余, 冗余原理基于所有单一故障情况下的不间断功能, 输入/输出单元不是冗余的, 但通过设计和电气保险丝以最佳方式进行保护, 如果发生故障, 输入/输出模块很容易互换。

该系统在 PLC 级和服务器级都是冗余的, 通常会有一个 PLC 作为主 PLC 和一个服务器作为主服务器。如果作为主的 PLC 出现故障, 则另一个 PLC 将立即接管主角色, 如果可编程逻辑控制器彼此失去内部通信, 两者都将充当主控制器。如果充当主机的服务器出现故障, 则另一台服务器将接管主机角色, 如果服务器之间的网络通信失败, 两者都将充当主服务器。该网络也是一个冗余系统, 如果网络环发生故障, 通信将自动重新路由, 网络将正常运行。

1. 服务器冗余

IAS 系统的两台服务器都安排在一个服务器集群中, 该集群包含一个或多个由 2 个独立的服务器构成的服务器组, 服务器运行相互同步的完全实时数据。所有操作员站与其中一台服务器进行通信和收集数据, 一旦通信中断就会立即与备份服务器产生联接。

服务器会根据系统的运行状态在不同的模式下运行, 在正常操作中, 一台服务器将作为主服务器, 另一台作为从服务器。主服务器和从服务器的操作相同, 但现场控制器通信除外, 现场控制器通信将配置为在两台服务器上运行, 但仅在主服务器上激活。默认情况下, 第一次启动的服务器应用程序系统将充当主应用程序, 启动的第二个服务器应用程序系统将充当从属服务器。角色将根据不同的操作条件自动更

改, 也可以通过手动输入控制在一个服务器应用系统上手动强制角色交换。

两个服务器应用系统将不间断地相互监控, 这是通过基于冗余监控检查系统的连续广播技术实现的。在任何给定时间, 当服务器 1 与服务器 2 失去联系时, 服务器 1 将变为主角色, 这意味着如果服务器之间的网络 TCP/IP 通信中断, 两台服务器将立即充当主服务器, 一旦恢复正常通信其中一台服务器将恢复作为从属服务器。

服务器之间的数据同步主要通过同步 IO 进程信息来完成, 这种同步是通过邮箱编组来完成的, 该方法非常有效可以最大限度地减少通信量, 两个冗余服务器运行相同的程序应用程序, 包括报警系统。

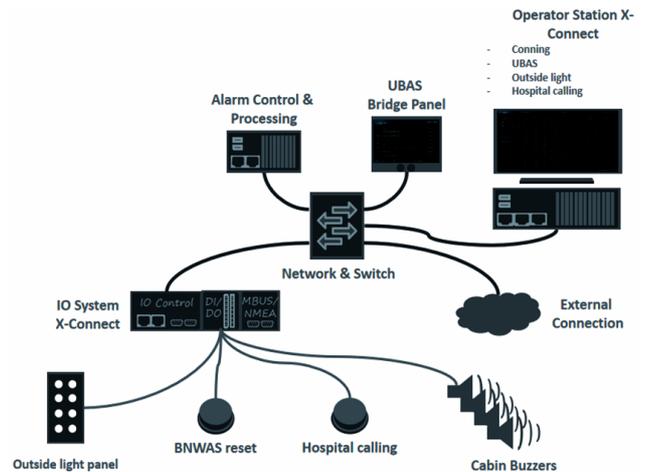


图 2 IAS 系统关系图

2. IO 连接冗余

两个控制器都通过以太网和总线耦合器与 IO 设备通信, IO 设备正在向两个控制器报告状态, 两个控制器都向 IO 设备发送控制请求, 但只影响来自代理主控制器的电报, 如果两个控制器都作为主控制器 (例如由于控制器之间的串行线路故障), 优先级规则将确保只有来自一个正常控制器的命令生效。

3. 操作站连接冗余

所有操作员站都使用完全相同的程序和应用程序运行, 所有操作员站都配置为与服务器集群通信, 客户端将始终与主服务器连接和通信。

4. 网络冗余

根据 IEEE 801.2w 该网络是冗余的, 快速生成树协议可以在毫秒内重新排列网络, 典型值 < 20 ms。

5. 控制器冗余

控制器成对连接, 两个控制器安装了相同的程序, 两个控制器都可以访问输入/输出模块, 其中一个模块被定义为主控制器, 主控制器通过快速专用串行链路 with 备用控制器通信, 备用控制器通过快速专用串行链路 with 主控制器通信。控制器有一组规则, 根据这些规则评估主角色, 如果主控制器不响应备份控制器或执行了手动启动的切换, 则备份控制器将尝试充当主控制器, 如果两者都试图充当主 (如果两条专用串行线都断开) 总线耦合器中的机制将生效。

三、IAS 功能

一套完整的 IAS 系统由监控部分、报警部分和控制部分组成。该系统完全集成并使用通用硬件，常见硬件组件如下：输入/输出设备、控制器、服务器、操作员站、机舱区域的声光报警装置、ECR 中的蜂鸣器。如图 3 标准功能图所示。

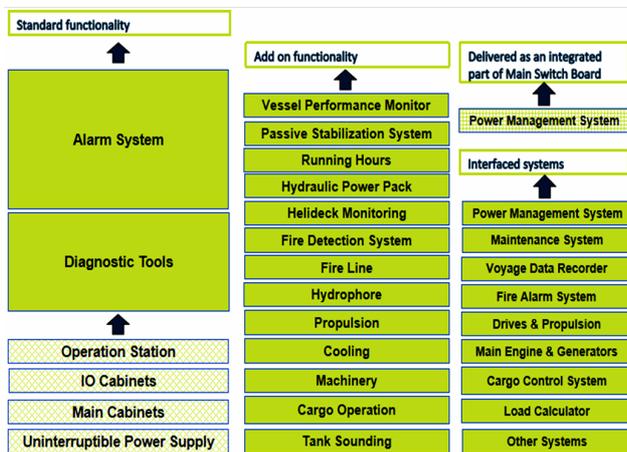


图 3 IAS 系统标准功能

1. 监控功能

综合监控系统监控船舶所有接入 IAS 系统的设备参数，并将其显示在操作员站的 VDU 中。通常监控以下系统：主发动机、主发电机组、主推进器和侧推进器、燃油系统、润滑系统、海水及淡水冷却系统、机舱区域的声光报警装置、船舶货物系统。

2. 报警功能

集成报警系统具有监控所有设备主要功能，并随时为操作员提供所有主要设备的正确状态。许多报警可由操作员调整，延迟时间值、触发级别、与其他信号的联锁等，所有报警都分为不同的组，便于访问和查看。

所有警报均在服务器中计算和生成，服务器的冗余功能还包括报警系统，这意味着报警仅在主服务器上生成，然后同步到从服务器。所有具有相应警报条件的警报都会传送到所有操作员站，但只能从机舱集控室的操作员站进行确认。在 VDU 上会详细显示报警内容，机舱区域的声光警报通常包括 ECR 中的蜂鸣器和机舱区域的声音和灯光。

报警系统还包括扩展报警系统，该系统满足定期无人值守机舱，以及值班警报和全员警报的要求。扩展报警系统具有触摸屏面板作为主要信息源，面板通常位于驾驶台、集控室、轮机员住舱和公共区域，面板上的信息是相同的，所不同的是蜂鸣器的声音和静音功能略有不同，面板随时显示值班状态、报警状态、和值班呼叫系统的信息。

全员警报集成在扩展报警系统中，当集控室在 1-3 分钟的设定时间内未确认警报时全员警报将会自动被激活，所有面板上都会显示警报，包括视觉和听觉，直到集控室中确认警报。

自监测报警能监测系统基础故障并发出报警，IAS 是一

个冗余系统，这意味着在基本系统发生一次故障的情况下它仍然有效，但如果再发生另一个故障，系统的某些功能可能会失效，因此需要尽快修复基本系统中的故障。如果基本系统中已经发生了一个故障，则系统则不再是完全冗余的。

3. 控制功能

集成控制系统是 IAS 系统的重要组成部分，按照船舶设计的要求进行构造。控制系统是完全集成的，由以下主要部分组成：具有数字和模拟输入和输出的输入/输出柜，用于过程控制网络组件的数据采集，用于处理程序的可编程控制器和用于数据记录和管理的功能服务器，操作和接口过程的操作员站。

IAS 系统典型控制功能：主发电机组，可远程启动/停止主发电机组并进行主汇流排的合闸或解列。货运系统，可对包括阀门或启动器的远程操作。冷却系统，可对包括阀门或启动器的远程操作。机舱通风，IAS 系统中提供的温度和/或压力设定点和自动/手动启停命令。舱底系统，可对包括阀门或启动器的远程操作。备用泵的典型控制功能，IAS 使用来自启动器的数字反馈信号，如果在指定时间内未检测到任何信号，则激活警报 IAS 启动备用泵，测量泵输出管路上的压力，如果压力在预设时间内未达到特定值则会激活警报并启动备用泵，当备用泵自动启动时必须手动停止。远程和自动操作阀门，IAS 使用来自阀门（打开/关闭限位开关）的数字反馈信号，如果在指定时间内未检测到信号则会激活警报。控制转移功能，控制责任的转移独立于报警责任的转移，每个货物控制命令要么在 ECR 中发出要么在驾驶台上发出，来自没有控制的位置的控制信号将会被阻止，货物控制权限从一个位置转移到另一个位置仅限于“控制”，这意味着其他位置的用户将立即失去对货物实际控制但监测仍然可用。

四、结论

船舶 IAS 系统设计及典型架构技术，采用了多层次架构，为了提高船舶局域网的稳定性，以双环型拓扑结构的 IAS 系统，可实时检测船舶设备的运行情况，提前发现潜在的设备故障隐患、提示维修保养，大幅降低了船舶设备的故障率。IAS 系统具有高度的集成及自动化特性，可为智能船舶提供坚实的技术基础，优化船舶管理，在保证船舶完成工作任务的前提下，在一定程度上船舶企业实现降本增效。

参考文献

- [1] 熊瑛, 许建. 船舶综合平台管理系统概念设计[J]. 船海工程, 2009, 38(5): 36-39+45.
- [2] 马贵平, 周玉清, 曾静. 集装箱班轮运输航线优化研究—H 公司集装箱班轮运输中 IAS 航线为例[J]. 中国航务周刊, 2022, (25): 43-46.
- [3] 李进科, 邵赞, 胡舜. 溢油回收船 PMS&IAS 集成系统设计[J]. 船电技术, 2017, 37(6): 38-41+45.
- [4] 郭蒙. 海洋工程船综合平台管理系统研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2013.