

基于虚拟仪器的分布式实时在线半实物船舶仿真系统的开发

Development of real-time & online distributed emulation for naval vessel based on virtual technology

作者： 吴道虎 李峤

职务： 博士/高级工程师 博士/副教授

公司： 华中科技大学水电与数字化工程学院

应用领域：研究和开发

挑战：应用虚拟仪器技术，实时在线仿真船舶磁场的特征，为现代船舶设计提供科学的理论依据，并且缩短了船舶设计的周期、降低了研制经费，具有较大的经济和社会效应。

应用方案：应用 NI 公司的虚拟仪器技术，采用 PXI 体系结构和 CANBUS 作现场总线，以 LabVIEW 6i 为软件开发平台，开发了一套基于 PC 的分布式实时在线半实物船舶仿真系统。

使用的产品：PXI LabView
CANBUS

介绍：船舶的特性曲线是现代船舶设计的依据，为了实时在线仿真其特性，在分析船舶设计理论的基础上，应用 NI 公司的虚拟仪器技术，采用 PXI 体系结构和 CANBUS 作为现场总线组成现场网络控制网络，以 LabVIEW 6i 为软件开发平台，开发了一套基于 PC 的分布式实时半实物在线船舶仿真装置。该装置的研制，不仅为船舶设计提供了科学理论依据，而且缩短了船舶设计周期、降低了研制经费，具有较大的经济和社会效应。

1 开发的背景与意义

现代大型远洋船舶均采用重型钢材制造，由于地球磁场的影响，导致船舶被磁化，

极大影响远洋船舶的正常航行和船舶内仪器仪表的正常工作，因此要定期到专业消磁站进行必要的消磁，不仅耗时、耗力，而且由于各种船舶的特性不同。不仅给消磁工作带来了极大的困难，而且船舶有时还得不到有效地消磁。假如能实时在线仿真该种船舶的磁场特性，在船舶上安装必要的消磁装置，便可以随时按需、有的放矢地进行正确的消磁工作。针对此特殊情况，在充分进行市场调研的基础上，结合船舶磁场的特性以及船舶设计原理，应用 NI 公司的虚拟仪器技术，采用 PXI 体系结构，并通过 CANBUS 作为现场总线传输各个分布式单元的控制参数，同时以 LabVIEW 6i 为软件开发平台用以实时分析采集到的三维磁场信号，开发了一套基于 PC 的分布式实时半实物在线船舶仿真装置。该装置的研制，不仅为船舶设计提供了科学理论依据，而且缩短了船舶设计周期、降低了研制经费，具有较大的经济和社会效应。

2 系统结构与解决方案

要掌握某型船舶的磁场特性，必须要掌握其三维磁场分布特性，因此测量其三维磁场分布是关键。如要对其进行消磁，则可以利用测试的磁场

分布特性，在适当的船舶部位安装与船舶磁极相反的消磁磁极，并根据不同的部位，施加不同的消磁磁场，从而达到消磁的目的。

一艘船舶通常可分为舰艏、建中和舰艉三个部位，并且不同部位的磁场分布特性以及强弱不同，为了真实模拟出船舶的磁场特性，在三个部位分别放置三个三维磁极(X、Y、Z三个方向)，磁极通过不同的磁极电流，可以产生不同的三维磁场，三个磁极的三维磁场进行叠加，就可在不同位置产生不同地磁场。这样在每个部位，通过调整三个磁极安放的位置，并改变每个磁极通过的电流便可较为真实地仿真出不同部位地磁场特性。然后三个部位的磁极磁场叠加，便可较为真实仿真出整个船舶的磁场特性，从而构成了一个分布式的仿真系统。系统结构示意图见图 1 所示。

2.1 系统的工作原理

第一步：每种船舶的磁场均有不同的磁场特性，这种特性可以通过测量手段获得。假如要仿真某种船舶的磁场，通过已知的船舶磁场特性，分别计算出三个不同部位的三个不同位置的船舶磁极所需产生的磁场，然后根据计算出每个磁极通过的磁场电流。

第二步：根据计算的磁场电流，分别由 1#、2#、3# PXI 仪器的 D/A 模块给船舶磁场电流扩大机提供一定的励磁电流，经其放大直接输送个相应的磁场磁极，使其产生规定大小的三维磁场。

第三步：待每个磁极产生的磁场稳定后，分别由 5#、6#、7# PXI 仪器的 A/D 快速采集船舶模型下方的 28 个三维磁场传感器（共 $28 \times 3 = 84$ 个模拟量），每个 PXI 仪器将采集的磁场信号通过 CANBUS 传输到仿真服务器

上，由仿真服务器给每个 PXI 仪器采集的磁场信号拟合出船舶的磁场特性，并与真实船舶的磁场特性进行比较。假如有差别，则由仿真服务器计算出差值通过 CANBUS 分别将调整的数据传输到 1#、2#、3# PXI 仪器，再由其 D/A 模块给船舶磁场电流扩大机提供一定的励磁电流，以纠正磁场。这样由 1#、2#、3# PXI 仪器和 5#、6#、7# PXI 仪器便构成了分布式的闭环仿真系统，从而可以逼真仿真船舶的磁场特性。

第四步：待真实仿真出船舶磁场后，固定船舶的磁场磁极种的电流不变，再由 1#、2#、3# PXI 仪器的 D/A 模块的不同通道分别给消磁磁极电流扩大机提供消磁电流。

第五步：再由 5#、6#、7# PXI 仪器的 A/D 快速采集船舶模型下方的 84 个磁场传感器的值，并将测试结果通过 CANBUS 传输到仿真服务器，从而又构成了一消磁环境的闭环系统。

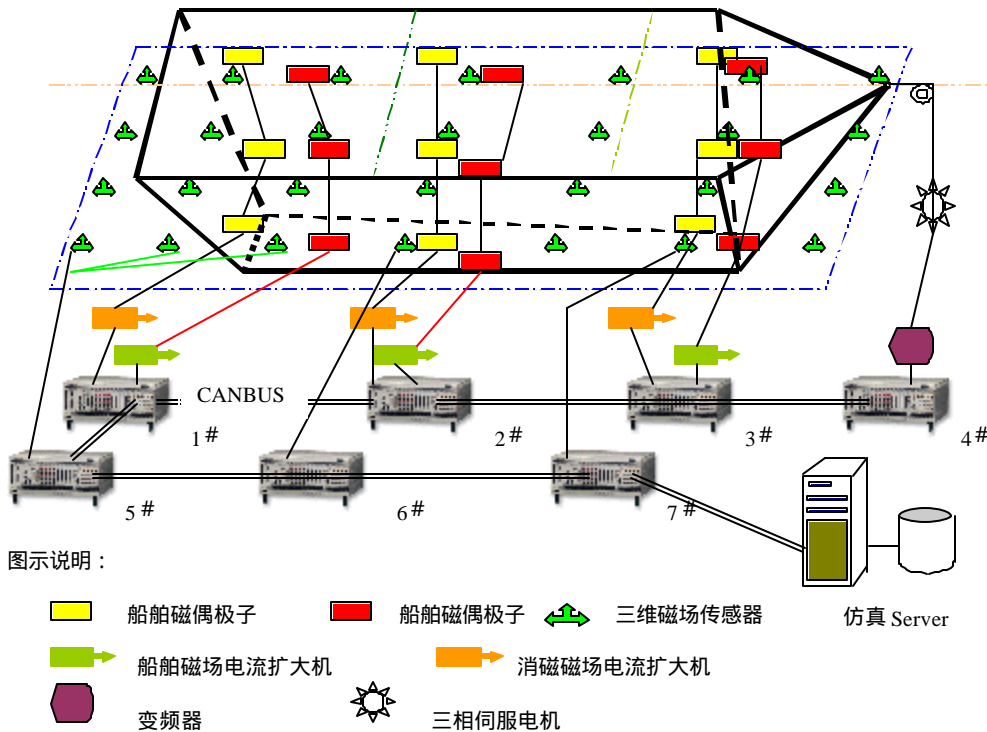


图 1：系统结构示意图

2.2 系统硬件模块及其功能

2.2.1 1#、2#、3# PXI 仪器中采用的模块

PXI - 6713 (3 块)：D/A 模块，用于给船舶磁场（消磁磁场）电流扩大机提供励磁电流信号；

PXI - 6527 (1 块)：光隔离 DI/DO 模块，和继电器组合使用，控制船舶磁场（消磁磁场）电流扩大机的起、停；

PXI - 8461/2：CANBUS 适配器，用于各个

分布式控制器以及与仿真服务器的信息传输；

PXI8170/850MHz：

PXI 仪器的主板；

PXI - 1000B：PXI 仪器的机箱。

2.2.2 5#、6#、7# PXI

仪器中采用的模块：

PXI - 6071E : A/D 数采模块,用于实时在线快速采集船舶下方的磁场信号；

PXI - 6527 (1 块): 光隔离 DI/DO 模块, 和继电器组配合使用,控制传感器的供电电源；

PXI - 8461/2 : CANBUS 适配器,用于各个分布式控制器以及与仿真服务器的信息传输；

PXI8170/850MHz : PXI 仪器的主板；

PXI - 1000B : PXI 仪器的机箱。

2.2.3 4# PXI 仪器中采用的模块

PXI - 7324: 伺服电机运动控制卡,用于实时定位船模的位置。

PXI - 6527 (1 块): 光隔离 DI/DO 模块, 和继电器组配合使用,控制伺服电机的起停等；

PXI - 8461/2 :

CANBUS 适配器,用于各个分布式控制器以及与仿真服务器的信息传输；

PXI8170/850MHz :

PXI 仪器的主板；

PXI - 1000B : PXI

仪器的机箱。

2.3 NI CAN

在本系统中,采用了 CANBUS 作为现场总线,参与仿真实时控制, PXI - 8461/2 CAN适配器由于板载 Intel 80386EX 作为 CANBUS 控制器的协处理器,极大减轻了 CANBUS 控制器以及系统控制器 (CPU) 的负担,提高了系统的可靠性,极大降低了 CANBUS 丢失数据报的几率。CANBUS 由于其具有抗干扰能力强、可靠性高、实时性好和易于使用等特点,已经广泛应用于工业自动化、交通工具、医疗仪器、楼宇自动化等多个领域,是公认为最有前途的现场总线技术之一,这正是本系统选用 CANBUS 的理

由。

2.4 系统软件结构

本系统对软件的要求较为严格,根据每个控制单元的功能不同,选用了不同的操作系统和工具软件。在 1# ~ 3#、5# ~ 7# 控制单元主要任务是数据的采集、模拟信号的输出以及数据通信,4# 控制单元主要控制牵引电机的运行状态,因此在 1# ~ 7# 控制单元中,选用了 Win98 作为操作系统,并以 Visual C++ 作为开发平台,并内嵌 NI 的 DAQ ActiveX 控件完成数据的采集与输出、数据的通信任务。

在仿真服务器上,由于要进行大量的数据分析,因此选用了 Windows2000 作为操作系统,并以 LabVIEW 6i 专业版的强大数据分析、图象处理、人机交互等功能,完成数据的分析。磁场拟合以及仿真评估。系统软件的整体结构见图 2 所示。

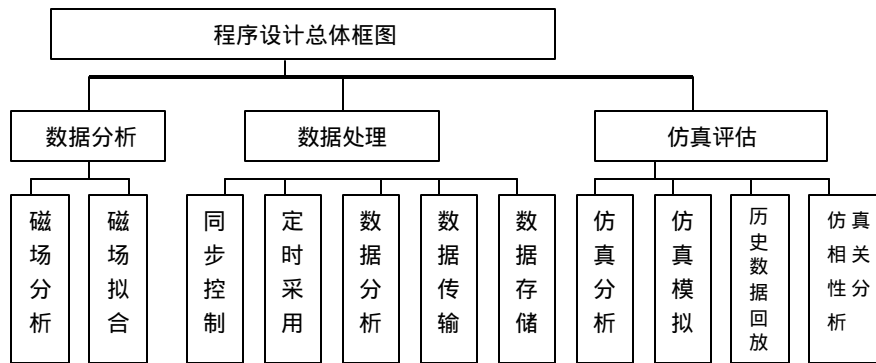


图 2 : 系统软件框图

3 系统四大功能

- 1) 仿真已有船型的特征磁场参数,校正已有船型设计缺陷；
- 2) 为新研制的船舶

- 设计提供仿真测试平台；
- 3) 为船舶的消磁磁场的确定提供较为科学的依据；
- 4) 为船舶设计工程

人员提供一较为完善的试验、测试、实习、评估的场所。

4 结束语

本文应用虚拟技术和总

线控制网络技术,较好地解决了传统 SCADA 系统的时间协同性问题,较好地满足了仿真系统的可视化、高逼真度,可

操作性/重用性、强实时性、可伸缩性及强交互性等要求。NI 公司致力于世界测控领域的发展,以专业品牌、专业技

术为用户提供了高品质、高可靠性的产品,值得 NI 用户信赖。