

西门子 PROFIBUS-DP 现场总线及应用

王东云¹ 凌德麟¹ 黄建萍²

1. 中原工学院, 河南 450007 2. 中国直升机设计研究所, 江西 333001

摘 要 根据尾桨试验台拖动系统的特点及技术要求, 采用 S7-300 PLC 作为中央控制器, P 工控机作为监控计算机, SIMOVERT MD 工程型变频器作为 DP 从站, 构成了一个基于 PROFIBUS-DP 现场总线的控制网络。

主题词 现场总线 PROFIBUS-DP PLC 变频器 尾桨

SIEMENS PROFIBUS-DP Fieldbus Control Network and Its Application

Wang Dongyun¹ Ling Delin¹ Huang Jianping²

1. Zhong Yuan Industry Institute, Henan 450007

2. China Institute of Helicopter Design, Jiangxi 333001

Abstract Using S7-300 PLC as center controller, PII IPC as monitor and SIEMENS SIMOVERT MD inverter as DP slave station to create a PROFIBUS-DP fieldbus control network, according to specification of drive and control system of stroke oar test-bed.

Subject terms Fieldbus PROFIBUS-DP PLC Inverter Stroke oar

1 引 言

现场总线控制系统 (FCS) 是信息数字化、控制分散化、开放互操作性的新一代工业自动化控制系统, 是信息技术化、智能化、数字化、网络化向现场的发展。FCS 的本质是信息处理现场化, 具有开发性、互操作性、互换性、可集成性, 可靠性高、易维护和管理, 降低投资, 减小运行费用, 增强了现场级信息集成能力。它克服了传统工业过程控制系统的投资高, 传输精度和抗干扰性能低, 系统不开放、可集成性差, 不易安装、维护和管理

的缺点。

现场总线是 FCS 的关键设备之一。目前最具代表性的现场总线是 PROFIBUS (Process

收稿日期 2001 年 12 月 5 日

Fieldbus) 和 FF (Foundation Fieldbus)。由于 PROFIBUS 的标准已制订完毕, 且已对外公布, 所以应用的比较多。

PROFIBUS 支持 Type 3 现场总线, 是一种国际化、开发式、不依赖于设备生产商的现场总线标准。用于工厂自动化系统三级网络中的底层, 即车间级监控和现场设备层数据通信与控制; 适用于分散的、具有通讯接口的现场受控设备对底层设备有较高的数据集成和远程诊断、故障报警及数字化要求的系统。已广泛适用于制造业自动化, 流程工业自动化和楼宇、交通、电力等其他领域自动化。

2 PROFIBUS-DP 的主要特性

PROFIBUS 由三个兼容部分组成:

(1) PROFIBUS-DP (Decentralized Periphery): 是一种经过优化的高速便宜的通信连接, 专为自动化控制系统与分散的 I/O 设备级之间通信使用而设计的。它可取代 24VDC 或 4-20mA 信号传输。

(2) PROFIBUS-PA (Process Automation): 专为过程自动化设计, 可使传感器和执行机构联在一根总线上, 并有本征安全规范。

(3) PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification): 用于车间级监控网络, 是一个令牌结构、实时多主网络。

PROFIBUS-DP 使用物理层, 数据链接层 (第 1, 2 层) 和用户接口, 用于现场层的高速数据传送。主站周期地读取从站的输入信息并周期地向从站发送输出信息。总线循环时间必须要比主站 (PLC) 程序循环时间短。此外, PROFIBUS-DP 还提供智能化现场设备所需的非周期性通信以进行组态、诊断和报警处理及复杂设备在运行中参数的确定。

对一个成功的现场总线系统来说, 仅仅提供一个高的数据通过能力不是唯一的标准, 对用户来说, 安装和服务的简便, 良好的诊断能力和无差错的传输技术很重要。PROFIBUS-DP 代表了这些特性的优化组合。PROFIBUS-DP 的基本功能和特性如下: (1) 远距离高速通信: 波特率从 9.6Kbit/s 到 12Mbit/s; 最大距离 12Mbps 时 100m, 1.5Mbps 时 200m, 还可以用中继器加长。(2) 分布式结构: 各主站间令牌传递, 主站与从站为主-从传送。每段可达 32 个站, 用连接器连接段, 最多可达 126 个站。(3) 易于安装: 因为 RS-485 的传输技术简单, 双绞线的敷设不需专业知识, 总线结构使得一个站点的装卸载不影响其它站点的正常工作, 系统的安装还可以分别进行, 后期安装的系统不会对前期安装的系统造成妨碍。(4) 诊断功能: 经过扩展的 PROFIBUS-DP 的诊断功能能对故障进行快速定位, 诊断信息在总线上传输并由主站采集。(5) 开放式通信网络。(6) 可靠性和保护机制。

PROFIBUS-DP 允许构成单主站或多主站系统。每个 PROFIBUS-DP 系统有三种类型的设备: 一级 DP 主站 (DMP1), 即中央控制器 (如 PLC, PC), 在预定的信息周期内与分散的站交换信息; 二级 DP 主站 (DPM2), 指组态设备、编程器或操作面板, 完成各站点的读写、系统配置、故障诊断等; DP 从站, 指进行输入、输出信息采集和发送的外围设备 (如 PLC, 分散式 I/O, 驱动器, 传感器, 执行机构)。

3 尾桨实验台控制系统的特点及技术要求

直升机尾桨试验台是直升机尾桨研制的关键试验设备之一,其技术性能的优劣将直接影响尾桨地面实验结果的真实性和可信度。

系统主要技术指标:

- (1) 转速范围: 500 ~ 2500rpm 连续可调;
- (2) 稳速精度: $n \pm 0.1\% = \pm 1\%$;
- (3) 硬度: 不小于 95%, 且 0.5 ~ 1s 内回到稳定;
- (4) 加速特性: 从启动到额定转速加速时间为 5 ~ 15s 可调;
- (5) 输出功率:

转速为 989rpm 时输出最大额定功率 300kW;

转速为 1607rpm 时能够输出功率 180kW 和对应扭矩 1070N·m;

转速为 2034rpm 时能够输出功率 80kW 和对应扭矩 376N·m。

- (6) 过载能力: 1.2 倍过载, 时间根据变频器实际状态而定。

现场采集和监控的参数有: 变频器的频率、电压、电流、电机输出扭矩和转速、电机输出功率。

从以上技术指标可看出该控制系统有以下几个特点: (1) 宽范围的调速要求; (2) 控制精度高; (3) 加减速性好; (4) 有较高的数据集成和远程诊断、故障报警要求; (5) 需要多方控制和监视。所以, 我们提出了以下的控制方案。

4 控制系统的设计方案

4.1 硬件构成

因为该试验台的拖动曲线形状较复杂, 且直升机需用功率随着飞行状态而变化, 从提出的基本技术要求和国外已有的尾桨台参数分析, 所以单纯采用电气传动方法很难满足该拖动系统的要求。直升机尾桨的原动力为涡轮发动机, 因此设计拖动控制系统时要考虑动力源的拖动特性与涡轮发动机特性相吻合。在尾桨试验台拖动系统整体设计时, 应在保证满足直升机尾桨试验台的基本转速、功率、转速要求的前提下, 尽可能优先采用可靠性高、适应潮湿环境能力强的交流变频调速系统。在采用交流变频器调速的前提下, 应适当保留一定的功率和转矩储备, 所以传动部分采用齿轮箱变速传动。从设备的配套性考虑, 采用西门子公司的矢量控制的 SIMAOVERT Master Drivers 系列变频器和专用电机, 可以实现正、反向电机运行, 最高频率设为 300Hz; 变传动比为 $1 \diamond 0.996$ 及 $1 \diamond 1.8$ 的齿轮箱可以满足直升机尾桨试验台转速范围。此方案即降低了系统造价, 又取得了较好的技术经济性和性能价格比。

为满足对变频器的控制需要, 选用西门子的 S7-300-2DP 型可编程控制器 (CPU315-2DP) 和附加扩展单元, 对变频器进行多种启停、正反转、加减速、多步运行、手动自动等控制并进行故障报警。原因是: S7-300 系列 PLC 是模块化的组合结构, 可按所需功能组

合，功能强大，可扩展性好；CPU315-2DP 带有两个网络接口即 MPI (Multi-point Interface) 和 PROFIBUS-DP 接口，易组成网络。此外，全套采用西门子的产品，兼容性会更好，性能得以更好的利用。

采用 P 以上工控机作为上位机对系统进行监控管理。采用过程控制现场总线技术 PROFIBUS-DP 来组成控制核心，采用变频器的 PROFIBUS CBP 板进行远程通讯。

尾桨试验台监控系统的总体硬件结构为：PLC 通过 PROFIBUS-DP 接口与编程器相连作为一级主站，工控机与 PLC 的 MPI 接口相连作为二级主站，变频器通过 CBP 板 (PROFIBUS-DP 适配器模板) 和 PLC 进行远程通信，构成 DP 从站。这样就组成了一个拖动台的监控网络。整个尾桨试验台的拖动及监控系统组成如图 1 所示，PROFIBUS-DP 网络部分如图 1 中虚线所示。

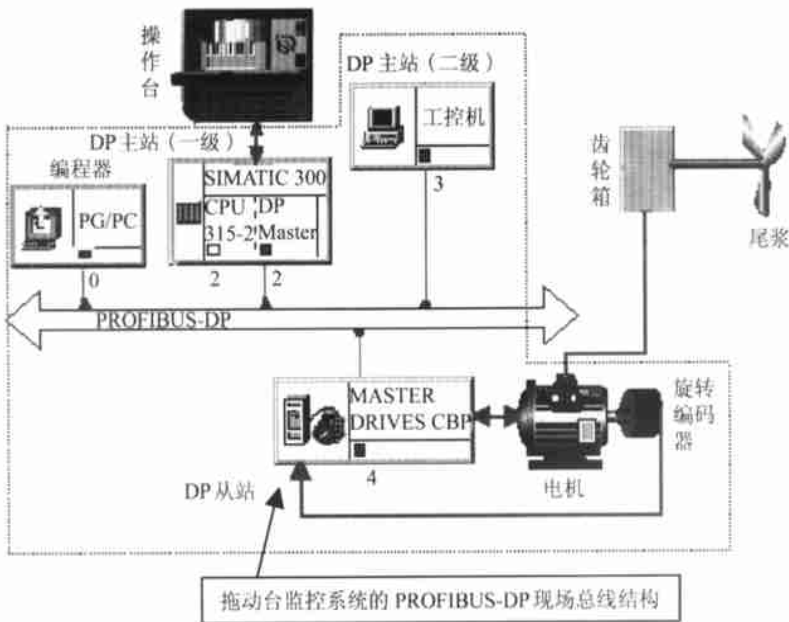


图 1 基于 PROFIBUS-DP 总线的尾桨试验台拖动及监控系统的结构

4.2 软件方案

本控制系统的 PLC 程序是采用西门子公司 S7 PLC 的软件包 STEP7 V5.0 设计开发而成的。程序设计采用结构化编程，应用组织块 (OB)、功能块 (FB)、功能 (FC) 及数据块 (DB) 组成对尾桨试验台的控制系统程序。

STEP 7 运行于 Windows 环境下，界面友好，编程方便，在线调试直观、便捷，有梯形图 (LAD)、语句表 (STL) 和功能图 (FBD) 三种编程形式可随意切换和组合使用。STEP 7 中有许多固定功能的系统功能 (SFC)，其中 SFC14 和 SFC15 分别用于通过 PROFIBUS-DP 总线读/写 I/O 设备参数。

首先在 STEP 7 软件中对系统进行硬件配置和网络配置如图 1 中虚线所示。Master Drive 的 PPO 字应设为 5，这样就可以有 5 个 PZD 字同时使用，用来发送控制字和电机给定频率，接受变频器状态字和频率返回值以及监视更多的参数，2 个 PKW 字用来通过 PROFIBUS-DP 总线修改电机或变频器参数。然后，通过变频器的 PMU 板预设参数 P053 = 3

或7,以便可以通过PMU和程序都能读写参数;最后启动本软件进行通信和监控。

本软件中调用SFC14来对变频器写入控制字和电机频率给定,以控制电机的各种动作和频率,调用SFC15来读入变频器的状态字、频率、电压、电流、电机转矩、电机功率值以观察和监视变频器和电机的工作状态。如果出现故障或超限,则立即报警或提示。

为了做到在操作台和工控机上都能但不同时对变频器的控制,所以采用一位开关输入量I0.0进行操作切换。可以直接在PMU板上进行参数设置也可以用软件设置。在软件中定义了两个功能FC1,FC2分别完成操作台和工控机执行控制功能时对变频器参数组值的设置,然后在组织块OB1中调用(Call FC1, Call FC2)。设I0.5为触发开关,当有上升沿时执行一次。控制程序主要流程图如图2。

工控机上监控软件采用组态王5.0编制而成。监控软件分系统组态和BASIC应用程序编制。监控软件通过PLC同时读写并显示数据信息、动画显示系统变化和报警,也可以对变频器进行启停控制和频率给定。监控软件包括:开机自监、机型选择、主控界面、历史数据曲线、实时数据曲线、报表打印等部分组成。

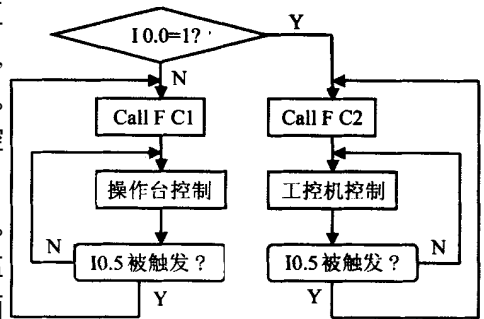


图2 主控制程序流程图

5 结束语

本控制系统的设计方案已应用于中国航空总公司602直升机设计研究所的尾桨试验台中,目前在国内还数首家。该尾桨试验台测试系统可以完成对专武、直8、直11等机型的测试。工程实验证明,本控制系统采用PROFIBUS-DP网络技术实现拖动调速及整个尾桨试验台的监控,不仅提高了信号的传输精度、速度、可靠性和抗干扰性,而且降低了系统成本,方便安装、调试、维护及功能扩展。证实了方案的可行性,同时也证实了PROFIBUS-DP网络的优越性。本项目的研制对我国自行设计武装直升机起了重要的作用,对我国的国防事业做出了重要的贡献。

参 考 文 献

- 1 斯可克. 现场总线的现状与发展. 自动化博览. 2000, 17 (4): 1~6
- 2 阳宪惠. 现场总线技术和应用. 北京: 清华大学出版社. 1999
- 3 徐昌荣. 现场总线控制系统体系结构及功能描述. 自动化博览. 1999, 16 (4): 7~12
- 4 唐济扬. 现场总线 (PROFIBUS) 技术应用指南. 北京: 中国机电一体化技术应用协会现场总线 (PROFIBUS) 专业委员会 & 现场总线 (PROFIBUS) 产品演示认证实验室. 1998
- 5 郑晟, 巩建平, 张学. 现代可程序控制器原理与应用. 北京: 科学出版社. 1999
- 6 何小书, 郝俊强. 基于 PROFIBUS-DP 过程现场总线的横切机分布式 PLC 控制系统 PLC&FA. 2000, (2): 31~33