

基于 CC-LINK 的轴承加工分类系统

贺晶晶, 李成祥, 孙凯

(南通大学 电气工程学院, 江苏 南通 226019)



摘要: 轴承性能的好坏很大程度上取决于生产加工及装配工艺, 本文以三菱 FX3U PLC 为控制核心, 模拟轴承生产分类过程, 根据功能分为加工、检测子站, 搬运子站和分类子站, 并通过 CC-LINK 现场总线与总站单元联系, 实现生产数据的共享和各子站指令控制, 采用触摸屏为人机界面, 显示生产线所有工作参数及状态, 并将生产信息通过以太网上传至服务器, 实现远程监控功能。

关键词: CC-Link, FX_{3U} PLC, 轴承

中图分类号: TP 183

文献标示码: A

Design of Bearing Manufacturing System Based On CC-Link

He Jingjing, Li Chengxiang, Sun Kai

(School of Electrical Engineering, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: The performance of bearing depends largely on the production processing and assembly technique. This text make the mitsubishi FX_{3U} PLC as the control core to simulate the production classification process of the bearing. According to the function, they are divided into processing and testing station, handling station and classification station. They connect with the terminal unit through the cc-link field bus, and realize the sharing of production data and the command control of each station. It uses touch screen for human-computer interface to show all the working parameters of the state line and upload the producing information to the server via Ethernet. Server monitoring system display working parameters of the system and simulate the production process by animation, the design realized the function of remote monitoring .

Keywords: CC-Link, FX_{3U} PLC, bearing

1. 引言

轴承是当代机械设备中一种重要零部件, 它的主要功能是支撑机械旋转体, 降低其运动过程中的摩擦系数, 并保证其回转精度。按运动元件摩擦性质的不同, 轴承主要分为滚动轴承和滑动轴承两大类, 本文研究滚动轴承的加工。滚动轴承一般由外圈、内圈、滚动体和保持架四部分组成, 其中外圈与内圈工作时配合的间隙大小很重要, 若间隙过小, 可能产生“爬行”, 配合表面就要磨损, 产生滑动, 套圈转速越高, 磨损越严重, 而若间隙过大, 就会降低整个部件的刚性, 引起振动, 加剧磨损。所以正确选择轴承配合, 对保证机器正常运转、提高轴承的使用寿命和充分利用轴承的承载能力关系很大。

本项目用于生产加工轴承外圈, 根据加工尺寸要求, 工件通过车削、磨、铣、清洗等工序, 完成轴承外圈的加工; 加工完成后, 对当前工件进行在线测量, 记录工件内外径尺寸、加工偏差等数据; 分拣机构将工件分类仓储, 同时由触摸屏记录该工件尺寸、偏差数据与存储仓位信息。因此, 在下一装配环节, 可根据内圈的尺寸信息选择最佳配合尺寸的外圈, 找到对应匹配的工件的仓储位置进行装配, 可以提高轴承装配速度和装配精度。

2. 系统方案设计

本文以三菱 FX_{3U} PLC 为控制核心, 实现轴承的生产、检测、搬运以及分类仓储。为提高生产加工和管理的数据共享, 将系统分为设备层、监控层和管理层, 设备层之间以及设备层与监控层之间通过 CC-Link 总线相连, 监控层和管理层之间通过以太网相连, 系统总体框图如图 1 所示。

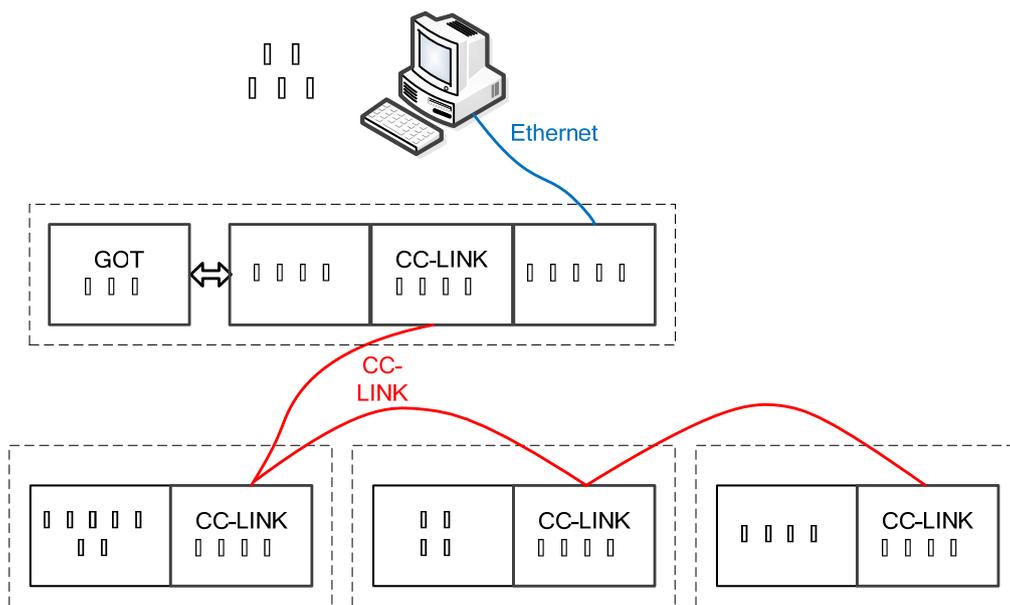


图 1 系统总体框图

整条生产线可以根据功能分为几个生产子站单元，包括加工、检测子站，搬运子站和分类子站，以三菱 FX_{3U} 系列 PLC 为控制核心，子站与总站单元通过 CC-LINK 现场总线联系，实现生产数据的共享和各子站指令控制。主站配置 GOT 触摸屏，显示生产线所有工作参数及状态，包括每只轴承的编号、尺寸、偏差信息以及对应的存储单元编号。以太网模块使用以太网通信适配器 FX_{3U}-ENET-ADP，生产信息通过以太网上传至服务器，服务器监控系统显示系统的工作参数、动画模拟生产过程，实现远程监控功能。

加工、检测子站配备刀具库，按轴承生产工艺，切换不同刀具实现产品的加工，并对轴承进行在线检测，记录每只轴承的加工数据，通过 CC-LINK 上传至总站，随后搬运子站将加工、检测好的工件搬运到分类台，分类子站根据当前待搬运分类轴承的加工信息（包括尺寸和偏差等），通过两方向伺服电机，实现两轴插补运动，输送到不同存储单元。

3. 硬件设计

3.1 加工、检测单元

本单元由回转工作台、感应电机及变频器、加工刀具库，步进电机及驱动器、检测传感器等组成，工件在此台进行加工和检测两步工序，由加工台运动将其带至相应工位。

在生产现场，工作台通常做变速运动来提高生产效率，本环节使用三菱 E700 系列的 FR-E720S-0.75K-CHT 变频器来控制感应电机 21K10GN-S3 的转速，从而改变工作台的转速。当进行换刀加工时，刀具库由步进电机 573J09 及左右两个限位开关来控制旋转，步进驱动器为雷塞科技的 3ND583，它的 PLS-端与 DIR-端与 PLC 的输出接口相连，而 PLS+与 DIR+接 5V 电源。检测工序由直线气缸带动直线位移传感器 CWY-DW-C50 完成，当气缸下限位检测到位后开始检测，检测完成后单杆气缸上升，工件移至中转工位。

3.2 搬运单元

搬运单元主要功能是将加工检测好的工件从工作台的等待位置移至分类台的载物台上，主要由平移工作台、塔吊臂、机械手、多种类型电磁阀及气缸组成。

本单元的执行机构为气动控制系统，该执行机构的逻辑控制由 PLC 实现。摆台的旋转移动由前气缸 CDU20-50D 与后气缸 CDU20-90D 共同控制，而摆台前臂的抬起由单杆气缸 CDM2B20-30 控制。气缸的伸出与缩回动作，即充气与否取决于电磁阀组的通断，电磁阀一

端接24V电源，另一端接FX_{3U} PLC的输出接口，并使用磁性传感器检测气缸的位置，当检测到气缸准确到位后给PLC一个到位信号，这里我们使用的型号有气缸的前后限位传感器D-A93，手爪夹紧限位传感器D-M9B以及手臂上下限位传感器D-C73。

3.3 分类单元

本单元以 FX_{3U} PLC 为控制核心，配备滚珠丝杠、滑杆推出部件、模拟立体仓库、伺服系统、电磁传感器等执行器件。其中使用的伺服电机为 MITSUBISHI KF-13B 型伺服电机以及与之配套的 MR-J3-10A 伺服驱动器。控制电路图如图 2 所示：

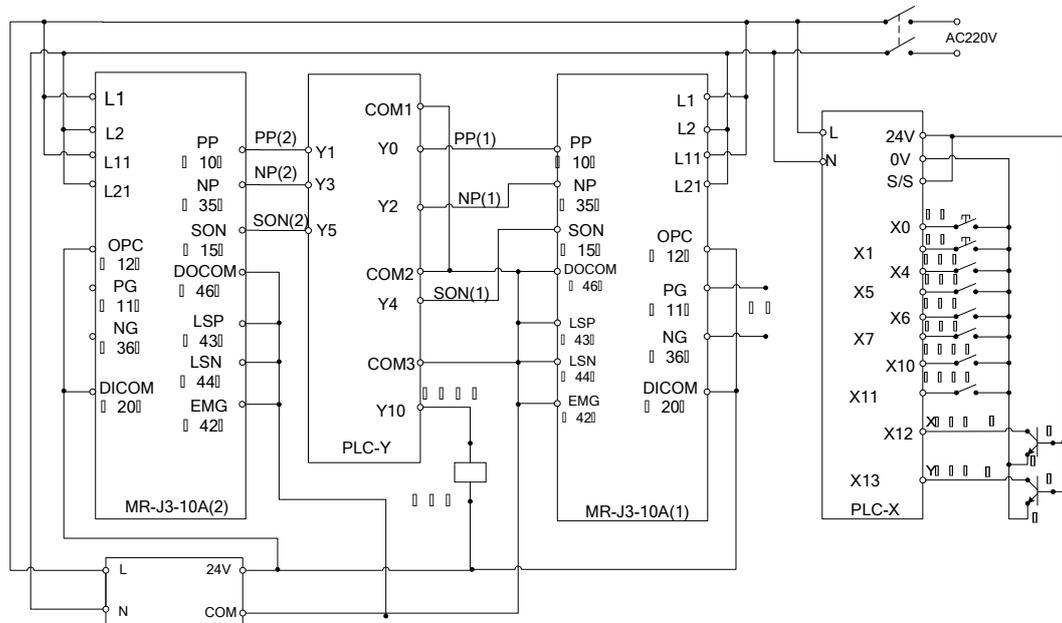


图 2 控制电路图

其中 PP 端口输出脉冲，NP 输出脉冲方向信号，LSP 与 LSN 分别为正反转限位，SON 控制伺服的开启，EMG 控制伺服急停。载物台的初始位置装有两个传感器，确定原点位置。PLC 通过控制 X 轴与 Y 轴的伺服电机输出不同的脉冲数移动相应的位移，进行二维定位控制。

3.4 CC-LINK 模块

本系统使用 CC-LINK 现场总线将各个生产单元与上位集中监控子系统（主站）联系在一起，实现生产控制的监控和远程控制。CC-LINK 是三菱电机推出的可以同时高速处理和传输控制信息的开放式现场总线，其在实时性、分散控制与智能设备通信等方面都具有较好的性能。在生产过程中若无现场总线，工作站之间若要连成整体、协同工作，需要它们各自的控制器 PLC 通过 I/O 点直接相连，在相关程序的控制下实现的。采用 CC-LINK 总线技术后，就可以将这些被占用的 I/O 点释放出来，这对各站功能的扩充和系统性能的提高都极为有利，同时通信任务交由 CC-LINK 总线来完成，实现了真正意义上的控制网络通信。

本环节使用的 CC-LINK 主站模块为 FX_{3U}-16CCL-M，最多可连接 8 个远程 I/O 站以及 8 个远程设备站，从站模块为 FX2N-32CCL。接线完成后需要通过调节总线网络接口模块上的微动开关和旋钮来设置参数，如站号，所占站点，工作方式，波特率等。主站的站号设置为 0，三个从站的站号按照实际所处位置设为 1~3，每个从站模块均只占用一个站点，波特率设置与主站一样。

4. 软件设计

4.1 加工、检测站软件设计

加工、检测单元的控制程序是严格按照工序进行，因此，本单元的软件设计可以利用顺

序控制思路来编写，大致的 SFC 图如图 3 所示。

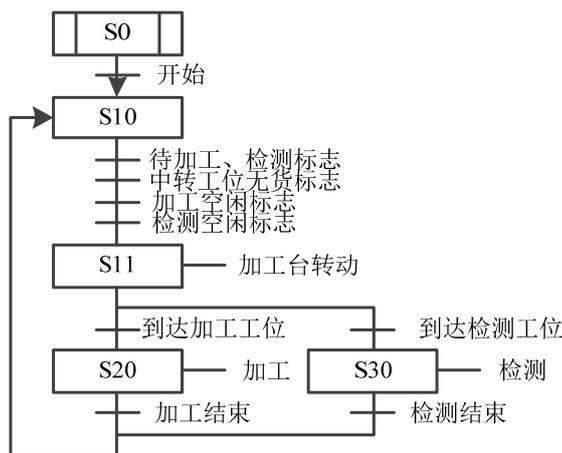


图 3 加工、检测 SFC 图

本单元通过回转加工台的转动将工件按顺序转至对应工位进行加工、检测，完成后转至中转工位待取走。因此，在回转加工台的转动时，需考虑多条件，分别包括：有待加工待检测工件、中转工位无货、加工工位空闲以及检测工位空闲等。其中任一条件不满足，回转加工台不转动，比如：中转工位工件未取走时，加工台停止直至工件取走。

另外，加工步 S20 步包括几个子工序，当工件到达加工位时，加工台停止且辅助加工装置动作卡住转盘，刀具库下降到位，刀具一加工，加工完成后刀具库上升到位，换为刀具二重复以上动作，直至三种刀具全部加工完毕，辅助加工装置缩回，加工台旋转进行下一步工序。

4.2 总体调度控制

总体调度是指三个子站的有序的配合是在主站的总体调度下进行的，其实现是依赖于 CC-LINK 总线。各子站在总站的调度下，能独立且有序地实现对应功能；同时，各子站将各自的状态和参数上传给主站，主站的信息共享使从站之间信息共享，从而实现对各子站的监控和管理。图 4 为主站的总体调度流程图。

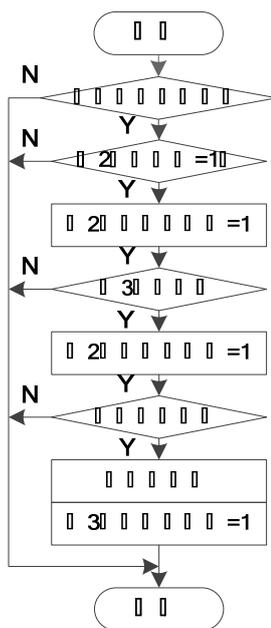


图 4 主站总体调度流程图

图 4 中, 站 2 为搬运站, 站 3 为分类站。加工检测站完成既定工序后, 工件转至待搬运工位, 加工完成位有货标志置上, 主站判断搬运站为空闲, 则通知搬运站取货; 同时, 主站判断搬运站是否回归原位, 如果回归, 则允许搬运站将工件防止分类站的载物台; 主站得到搬运站完成搬运信号, 则给分类站分配仓储位, 同时允许分类站工作。

另外, 站 2 的取货允许标志、搬运允许标志以及站 3 动作允许标志位由对应子站进行复位, 即子站完成相应工作后, 将标志位清零。

4.3 仓储分类控制

分类子站的功能为将搬运单元传送来的工件根据尺寸信息进行分类, 并将工件推放到立体仓库的相应位置。其中最重要的一步是由两个 X 轴与 Y 轴的交流伺服电机联合运行实现对载物台的二维定位, 这里使用绝对定位(DRVA)控制方式。绝对控制即从原点(零点)开始的移动距离方式, 也称为绝对驱动方式, 此时设载物台的初始位置为原点, 每当放置完一个工件后, 电机要控制载物台回归原点(ZRN)。

其中, 伺服电机的参数设置如下表 1 所示:

表 1 伺服参数一览表

No.	设定值	名称
PA01	0000H	位置控制模式
PA04	1	功能选择 A-1
PA05	1000	伺服电机旋转一周所需的指令脉冲数
PA10	100	到位范围
PA11	90%	正转转矩限制
PA12	90%	反转转矩限制
PA13	0011H	指令脉冲输入形式选择
PA15	4000	编码器输出脉冲

5. 结语

本设计模拟轴承生产过程, 总站、各子站以三菱 FX_{3U} PLC 为控制核心, 子站对步进电机、伺服电机进行精确的运动控制, 实现产品的加工、搬运和分类功能, 利用检测装置, 完成工件的在线检测, 实时掌握工件的加工信息, 并构建起 CC-LINK 现场总线控制系统, 实现各子站信息共享以及总站的实时监控与管理。此设计性能可靠, 使用简单, 节约成本, 且实现了生产过程的优化控制、运行与管理, 具有广泛的应用价值。

参考文献

- [1] 三菱电机自动化(上海)有限公司. FX_{3U}、FX_{3UC} 系列微型可编程控制器编程手册[M], 2005
- [2] 吴道虎, 李超钊. 基于 CC-LINK 的远程监控系统设计与实施[J]. 电气时代, 2003. (6):72~73.
- [3] 赵龙, 易孟林, 罗晓玉. PLC 顺序控制在气动多缸演奏系统中的应用[J]. 机床与液压, 2006, 11:145-147.
- [4] 谭强. 开放式现场总线 CC-LINK 综述[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2002(2):7~11.

[注: 本论文出处为第九届三菱电机杯全国大学生电气与自动化大赛]