基于工业物联网的PLC在线诊断

武汉重型机床集团有限公司　（湖北武汉　430205）　佟　冬

摘要：以发那科的FOCAS为例，介绍了如何“绕过”PLC逻辑而实现数控机床PLC在线诊断的技术。

关键词：工业物联网；FOCAS；PLC在线诊断

工业4.0意味着我国要在工业化与信息化同步发展的战略中更快地促进两者的融合，对促进经济社会的发展有着重要价值。而工业物联网，则是工业4.0实现的具体方式，因此要想实现智能制造，必须借助于工业物联网。

1. PLC编写语言

在生产制造工作中，无论是数控机床还是自动化设备，发生PLC报警都在所难免。而不同的数控系统与自动化设备，其所使用的PLC语言通常是不同的，发那科数控系统的PLC程序的编写所使用的是梯形图语言（LD，Ladder Diagram），西门子828D数控系统的PLC程序的编写使用的是功能块图（FBD，Function Block Diagram），西门子840D数控系统的PLC程序的编写使用的是指令表（IL，Instruction List），倍福等自动化产品PLC程序的编写使用的是结构文本（ST，Structure Text）。

尽管以上4种PLC语言都属于IEC的标准PLC语言，然而这4种不同的PLC编程语言各有各的优势，同时也代表着不同编写思路及诊断思路。例如，梯形图语言及功能块图语言编写的PLC在诊断时最大的优势就是直观易懂，技术要求门槛相对较低；而指令表语言尤其是结构文本语言编写的PLC，在诊断时则要求相应的技术人员有一定的英语基础、良好的高级语言编程功底及调试功底，因此对应的技术门槛要求很高。不仅如此，即便是相同的PLC语言，不同的制造商也有其不同的指令。

因此如果要找到一个同时通晓上述4种PLC语言的工程师是很难的。为此，企业通常要招聘多个熟悉不同PLC语言的工程师，并为此付出不菲的人力成本。

2. 物联网解决方案

有没有一种方案或者技术手段能“绕开”这几种PLC编程语言解决数控机床与自动化设备的PLC故障呢？答案是有的，其原理也非常简单。对于PLC报警而言，报警信号与输出信号一样，受到输入/输出信号、PLC参数以及数控机床运行状态的影响。因此，只要我们通过某些手段在线获取到这些影响因素的数据，就相当于“绕过”PLC的内部逻辑，直接从根源处实现PLC远程诊断。

想要获取我们所需的数控机床的数据，需要从硬件及软件两个方面入手。

（1）硬件的搭建　在硬件上的搭建相对简单（见图1），只需要将数控系统设置IP等参数后，通过网线连接到以太网上即可。

（2）函数库　不同的数控系统制造商都会为其用户提供相应的API函数库，帮助其开发相应的软件工具。我们只要根据数控机床IP的设置，确定数控机床的数控系统类型，再调取不同数控系统制造商的函数库，就能在线自动获取数控机床的运行数据。

以发那科数控系统为例，其提供的函数库为FOCAS，我们可以通过VB或者C++等高级语言对其进行调用，开发出对数控系统全部运行数据进行读取与写入的

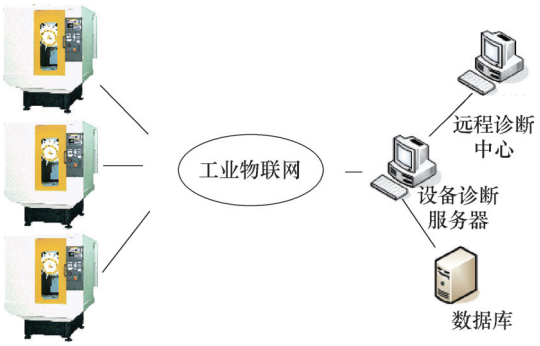


图1　硬件的搭建

软件功能。

（3）PLC诊断相关的API　由前文的论述可知，要实现PLC诊断需要通过相应的API获取数据。以发那科系统为例，需要获取的数控机床的数据有：报警信号（A信号），输入输出信号（X、Y信号），PLC参数（K参数、D参数）以及数控系统运行状态信号（F信号、G信号以及位置坐标等）。读取不同的数据，需要不同的函数功能。

1）读取PLC信号。发那科提供了函数功能pmc_rdpmcrng用来读取PLC有关的信号，其在VB中调用的过程如下。

```
Dim pmc As IODBPMC1
ret = pmc_rdpmcrng(ghandle, pmctype, 0, nstart, nend, 10, pmc)
```

根据读取的PLC信号类型的不同指定不同的pmctype值，见表1。

表1　不同PLC信号类型的不同pmctype值

PLC信号类型	pmctype值
报警参数A	4
输入信号X	3
输出信号Y	2
数控系统状态信号F	1
数控系统使能信号G	0
PLC选项参数K参数	7

通过nstart与nend指定PLC信号读取的范围（不超过5个字节）。通过对函数pmc_rdpmcrng循环调用的方式，就能很容易地读取出数控系统全部的PLC信号，我们可以将读取的数据存放在表格中以便于观察。通过函数pmc_rdpmcrng在线读取的部分PLC信号如图2所示。

2）读取机床坐标。发那科提供了函数功能cnc_absolute用来读取机床绝对坐标，其在VB中调用的过程如下。

```
Dim zhouzuobiao As ODBAXIS
ret=cnc_absolute(ghandle,ALL_AXES,4+4*MAX_AXIS,zhouzuobiao)
```

当我们获取了数控机床的PLC信号以及机床坐标，我们就掌握了数控机床的运行状态，通过对比故障数控机床的运行状态与同等型号且正常运行的数控机床的运行状态，就能很容易地找到机床的故障所在。

（4）PLC在线诊断　通过发那科的函数库FOCAS获取数控系统的PLC报警信息以及决定PLC报警的PLC信号、数控机床的坐标数据，再通过读取一台机床型号及机械动作完全一样的数控机床的PLC数据，对两者进行比较，就能找到造成PLC报警的因素。

1）读取PLC信息。通过函数库读取数控系统的PLC型号，选取相同机床型号及相同版本的PLC作为诊断的依据。我们需要借助发那科的函数库功能pmc_rdpmctitle来获取PLC的版本信息，包括：制造商信息、机床名称、PLC与NC名称、PLC程序号、版本号、程序图号、程序设计日期、程序设计者及ROM编写等。

2）获取正常运行数控机床的PLC信息。获取了出现故障的数控机床的PLC信息，就可以通过在线查找与之相同的且正常运行的数控机床，来获取该数控机床的PLC信息及机床坐标，并将其作为PLC在线诊断的依据，这样就更接近实现PLC在线诊断的目的。

3）PLC在线诊断。我们通过

名称	二进制	十六进制	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
g0	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
g1	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
g2	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
g3	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
g4	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
f0	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
f1	10000011	83	1	0	0	0	0	0	1	1
f2	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
f3	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
f4	00100100	24	0	0	1	0	0	1	0	0
x0	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
x1	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
x3	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
x4	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
y0	00000100	04	0	0	0	0	0	1	0	0
y1	00010000	10	0	0	0	1	0	0	0	0
y2	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
y3	00000010	02	0	0	0	0	0	0	1	0
y4	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0
a0	00000000	00	0	0	0	0	0	0	0	0

图2　通过函数pmc_rdpmcrng在线读取的部分PLC信号

工业物联网获取了出现PLC报警的数控机床的运行信息，并获取了相同型号、相同PLC版本且正常运行的数控机床的运行信息。但由于数控机床的PLC运行状态不同，因此不能简单地直接将两台数控机床的PLC信息及数控系统的运行状态进行对比，例如正常运行的数控机床正在自动换刀，而出现PLC报警的数控机床正在自动换台，也就是说存在大量的干扰因素，因此这就需要借助数控机床的PLC运行状态的大数据进行模糊匹配，找到最相匹配的PLC运行状态进行对比，这样就能很容易找到造成PLC报警的原因，如图3所示。由图3运行状态对比可知，造成A0.6报警的原因是X0.7信号为0。

当数控机床出现PLC故障，借助工业物联网的在线智能诊断，并将诊断的结果发送到出现故障的数控机床中或者服务工程师的手机上，有助于服务工程师快速地解决故障。

红，表示标准为0，待检验为1
绿，表示标准为1，待检验为0

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
X0							
	A0						

图3　PLC运行状态对比

3. 结语

通过物联网获取数控机床的PLC运行状态以及数控机床的位置状态，就能很容易地实现PLC的在线诊断。再通过工业物联网获取数控机床的NC参数，就能实现数控机床故障的智能化在线诊断。我们不仅要借助工业物联网获取数控机床的运行信息做宏观的数据分析，更要对其运行数据进行微观的深入发掘，充分发挥工业物联网的经济效益。

参考文献：

[1] 佟冬，闵立．基于Excel的FANUC系统参数诊断[J]．金属加工（冷加工），2017（22）：53-55.

MW（收稿日期：20200809）

2020年前三季度机械工业主要产品生产持续复苏

2020年年初受疫情导致的延期复工影响，机械工业重点监测的120种主要产品生产大幅下降，1—2月仅2种产品产量实现增长。此后随着复工复产的持续推进，企业生产逐步恢复，重点监测产品中实现产量增长的产品数量不断增加。1—9月有50种产品产量增长，占比41.7%；产量下降的产品有70种，占比58.3%。从当月数据看生产复苏更为明显，4、5、6连续三个月当月产量增长的产品超过75种，7、8月当月产量增长的产品分别为71种和70种，9月当月产量增长的产品达到88种，超过7成。主要产品产销增减呈现以下特点：投资类产品市场恢复比预想的要快一些！消费类产品市场恢复比预想的要慢一些。一是得益于基建投资与能源建设相关项目的恢复与启动，工程机械、发电和输变电设备产销持续增长。二是农机产品生产加快复苏，1—9月大型拖拉机产量增长55.01%，中型拖拉机产量增长7.38%，谷物收获机械增长12.71%。三是与新基建、民生基础设施建设和智能制造相关的产品生产回暖。四是汽车产销持续改善，1—9月汽车产销分别完成1 695.7万辆和1 711.6万辆，同比下降6.7%和6.9%，降幅较1—8月继续收窄3个百分点左右。五是乘用车回升仍显缓慢，1—9月产销分别完成1 322.2万辆和1 337.6万辆，同比下降均为12.4%。六是产品生产呈现出轮动的特点。近6个月每个月均有超过70种产品的当月产量实现同比增长，但从具体产品看，月度之间存在一定的差异，前期快速恢复的石油钻采设备、高低压开关板等产品已出现回落，而农业机械、汽车及配套发动机、弹簧、齿轮等产品近期增长较快。

（来源：中国机械工业联合会统计信息部）MW