

基于MES的装备制造业智能化管理设计与应用

赵丽丽

(嘉兴科民电子设备技术有限公司 浙江 嘉兴 314000)

摘要: 在装备制造的智能化发展中,其将会生成海量的数据,对这些数据进行深入研究,能够对现有的业务模型进行优化,并为其发展提供新的驱动因素。目前,国内工业数据还处于初级阶段,没有形成完善的技术体系和统一的数据集成标准,缺乏专业的数据服务。本文利用MES对智能制造单位进行信息收集,并做出相关的决策,经过实践表明,可降低制造费用。

关键词: 装备制造业;智能化管理;管理设计;系统设计

0 引言

在《中国制造2025》的指引下,借助大数据、云计算、移动互联网、物联网、数字化等新技术,抓住新产业环境下的新机会,以数据为中心,将参与者、产品、生产三者有机结合,从而达到跨越边界、全球互联的目的,可建立起一个将生产与服务相结合的全球价值网。当今世界,新一轮的技术革命和产业变革已经在世界范围内展开,数字化管理工具不仅已经变成了网络与实体行业相结合的主要节点,还在推动着各行各业的商业模式、组织管理、业务场景等的数字化转型。本文对基于MES的装备制造业智能化管理设计与应用进行研究。

1 当前装备制造业智能化管理系统存在的问题

1.1 开发成本高

在装备制造业信息化建设过程中,由于缺乏成熟的经验和技能,一些软件开发公司仅凭经验开发,忽视了项目管理,而在产品开发过程中又存在着忽视需求、盲目开发的现象。加上装备制造企业软件应用基础相对薄弱,没有建立起较为完善的软件管理体系和数据库管理体系,因此在应用过程中造成了软件开发成本高、效率低。另外,一些装备制造企业没有重视后期维护工作,导致系统运行效率低,出现问题后维修成本高。

1.2 项目周期长

传统的装备制造业产品管理系统项目周期长,涉及部门多,产品更新频繁。这就要求装备制造企业

必须有一套完善的项目管理体系,才能保证项目按时按质完成。装备制造业产品管理系统主要是通过数据信息技术进行管理,对产品进行实时监控和管理。装备制造业产品管理系统涉及部门多,例如,研发部门、质量控制部门、制造部门、物流部门、财务部门及人力资源部门等,因此,整个系统项目周期长。

1.3 安全性差

装备制造企业在实施信息化管理系统时,经常会遇到由于不安全因素导致系统无法正常使用的情况,这就会导致装备制造企业的重要数据被泄露或者丢失,同时也会影响企业的经济效益。例如,设备的使用记录不规范,设备出现故障时不能及时排查,设备维修记录不完善等都会导致装备制造企业的损失。因此,企业在进行信息化管理系统建设时,要充分考虑安全因素,保证装备制造业产品管理系统的安全性。

1.4 不能实现异地协同

目前装备制造业产品管理系统中,很多系统的开发是针对于单一部门或某一个产品,而不是整个企业的产品信息管理,因而不能实现异地协同,使得生产管理不能及时跟进,无法保证生产进度和质量。

1.5 信息孤岛严重

信息孤岛严重是装备制造业信息化建设中遇到的一个普遍性问题。由于我国装备制造企业信息化建设起步较晚,在实施信息化管理系统时缺乏统一的规划,很多企业之间都存在着信息孤岛现象,没有形成统一的信息平台和标准。在这种情况下,装备制造企业就很难实现对整个产品生命周期中的信息

资源进行整合和有效利用。例如，在工厂中，由于半成品的生产不稳定，在生产计划完成的时候，只能够完成93%的工作，半成品规格种类不全→成型待料→硫化待料→入库未达→生产完成率低。因此，在半成品工序中，必须要对所需规格的半成品进行及时补充，这就要求大量人工来完成产品的清点和重新排列。此外，还必须对下一道工序的生产计划进行适时调整，更换型号和规格，使已有的成型机和硫化机可以持续进行生产，而不是等待材料，这样才可以提升生产计划的完成度。但是这一工作需要耗费很多的工作人员来进行统筹和调度。

针对当前装备制造业产品管理系统存在的问题，在这种情况下，有必要引入新的信息技术，以提高装备制造业产品管理系统的效率。为此，基于MES的智能化协同管理技术应运而生，其能够通过互联网实现异地协同办公。因此，将协同技术应用于装备制造业产品管理系统中具有非常重要的意义和作用。

2 装备制造业智能化设计需求

装备制造业的特点是资金投入大、生产周期长、企业资产众多、设备类型和型号繁多、设备资产管理分散、企业内部信息孤岛等。基于此，对装备制造业的智能化设计需求如下：通过建立设备资产全生命周期管理模型，实现对各类设备资产的统一管控；实现企业设备的互联互通和信息共享。通过信息系统建立企业与外部企业之间的互联互通机制，使各企业间能够充分利用自身资源进行合作，为用户提供高效、优质的服务；通过建立产品生命周期模型，将产品研发过程中产生的基础数据与生产制造过程中产生的工艺数据进行整合，形成产品全生命周期管理模型；实现信息化与工业化融合^[1]。通过对信息系统的集成，实现对企业内信息化建设资源和能力的整合，以及对各信息系统间资源和能力的集成和共享，形成装备制造业信息化与工业化融合发展模式。

3 装备制造业智能化设计应用

3.1 生产与管控硬件系统

整个系统都是用工业以太网进行通信，操作者可以利用MES来完成对生产订单的设定以及对加工任务的查询，再以MES为基础，产生指令，将加工任务分发到生产与管控系统，并对生产与管控系统中的加工任务信息进行采集。控制系统是现场设备，

按照MES下达的工艺指令，把毛坯变成成品，并把工艺参数及设备状态及时地输入到MES中。企业可以在生产和控制系统中设置三台工业控制计算机，并与电子看板（监控屏幕）相连，这台计算机被用来与MES及总控PLC进行通信。MES会将数据信息实时传送到电子看板或移动终端，然后通过网络将收集到的数据信息进行显示，从而达到对生产的远程实时监督。

3.2 订单的定义

制造及控制系统可以通过各种工艺对坯料进行处理，将坯料放在三维储存库中，且每一个储存库都有对应的储存库编号。假设在制造及控制系统中，一个立式料仓由30个仓位组成，其中各执行装置的工艺设备包括车床、铣床等，产生订单指令的信息中包含仓位编号、工序种类等，可以一次发出多个指令。因此，需提前对指令进行优先排序，也就是执行指令的优先次序，订单样式如表1所示。

表1 订单样式

订单号	仓位	工序一	工序二
25	4	铣工序	车工序

3.3 下单及生产

在制造控制系统中，MES和主控制PLC之间采用Profinet进行信息传输，以达到对整个制造过程、操作状况进行监控的目的。该软件的交互式接口根据企业用户需要而定，包括机床、机器人、数码仓、报警、工具检测等多个接口。在MES接口上，一旦按下了生产线的开始操作按钮，就会根据设定好的命令，从三维仓库中取出坯料，开始进行生产^[2]。具体操作过程具体为：

(1) 对系统中的所有装置展开自测，看看装置是否为初始状态，如果不在初始状态，那么就自复位。

(2) 根据订单上的编号数字情况，机器人从立式料仓中取出物料，并将物料输送到机器上进行切削。

(3) 在加工完毕后，将产品从机器上取下，放入立体料仓，继续进行下一个订单的制作。当全部订单都处理完毕时，该系统装置会自动停机。当系统工作时，如果按动HMI界面上的暂停键，系统将自动关闭。当装置停下时，如果再按启动键，装置就可以重新执行正常工作程序。如果在加工时按下了装置上的急停键，则表明了操作者需要对装置进行调整，或者是装置出现了故障，这时，系统中的设

备会立刻停下，之后需要首先按下复位键，再按下启动键，这样系统就会恢复正常运转。

在生产控制体系的运作中，以MES为顶层的管理和调度体系，与底层的通信以总控制PLC协调配和。总控PLC通过Profinet和Modbus的TCP客户端与MES的SERVER服务器端相连。总控PLC与MES进行通信的方式有：(1)MES发出消息发送到总控制PLC；(2)MES对总控制PLC发出消息的应答。MES可以将收集到的操作数据传输到电子看板或者是移动终端。例如，在这一电子看板上，可以将当前料仓中的材料状态、机床当前的工作状态、机器人的状态以及自动测量结果等信息进行展示。

在此基础上，本文提出一种基于步进电动机的三自由度直角坐标机器人。S7-1500PLC内置的PTO/PWM发生器拥有高速脉冲输出功能，包含了高速脉冲串输出PTO和脉宽调制输出PWM，能够输出最高100kHz的脉冲。

应当指出的是，系统可使用PTO。PTO是一种在西门子PLC和步进/伺服驱动器之间的一种简易接口，被称为方波脉冲串，其作用是以50%的占空比来输出一组预定数量的、对步进电动机的转速和行程制的方波脉冲序列。要想用PLC来对步进电动机进行控制，必须先算出系统的脉冲当量、脉冲频率上限及最大脉冲数，再由脉冲频率来决定PLC在高速脉冲输出时所需的频率，最后由脉冲个数来决定PLC的位宽，其计算过程为：

$$\text{脉冲当量} = \frac{\text{步进电动机步距角} \times \text{螺距}}{360 \times \text{传动速比}}$$

$$\text{脉冲频率上限} = \frac{\text{移动速度} \times \text{步进电动机细分数}}{\text{脉冲当量}}$$

$$\text{最大脉冲数量} = \frac{\text{移动距离} \times \text{步进电动机细分数}}{\text{脉冲当量}}$$

3.4 工件入库管理

用料仓中的RFID信息进行读取和写入，从而实现对立体仓库中的数据收集。在此基础上，将加工过程中的工艺参数上传到MES，并将工件工艺参数以电子看板的形式进行展示。工件电子信息的表现形式为十六进制，可根据企业用户需要而确定。数据样例是A01005，以下是具体的数据信息。

(1) 场次定义：A、B、C、D、E。

(2) 种类定义：部件编号尾号01、02、03、04、05、06。

(3) 材质描述：0—铝合金，1—45钢；

(4) 零件状态定义：00—空；01—毛坯；02—正在加工；03—合格品；04—不合格品；05—车床加工完成（中间状态）；06—加工中心加工完成（中间状态）。

如果还想要更多的电子信息，就按顺序把信息储存在随后的字节里。其程序设计为：

```
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<string.h>
#include<stdlib.h>
#include<graphics.h>
#define LEN sizeof(COM)
/* 标准输入 / 输出头文件 */
/* 包含绘制图形函数等头文件 */
/* 包含字符串处理函数头文件 */
/* 包含动态存储与释放函数头文件 */
#define PRINT"%- 15ld%- 15s%- 15d\n",ptr1->num,ptr1->name,ptr1->count
#define CHECK COUNT ptr1->count ①
#define CHECK COUNT2 ptr3->count ①
#define NULL. 0
struct com
int num;
name[10];
count;
com *prior,*next;
}COM;
COM *input O;
COM
COM
void
void
COM
void
FILE *fp;
COM *head=NULL;
COM *ptr1=NULL,*ptr2=NUL; char filename1[10];
char filename2[]={" .dat"};
/* 输入模块 */
COM *input ()
{char string1[]={" number"}; char
```

```
string2[]={ "name"}; char string3[]={ "count"};
/* 定义结构体 */
/* 输入货品信息 */
/* 插入货品信息 */
/* 删除货品信息 */
/* 查找货品信息 */
/* 保存货品信息 */
/* 从文件将货品信息载入链表 */
/* 输出货品信息 */
/* 定义指向文件的指针变量 */
/* 定义字符数组, 用来存放文件名 */
/* 文件扩展名 .dat*/
int n=1;
if((ptr1=(COM*)malloc(LEN))==NULL)
/* 申请空间函数 */
{printf("No enough memory, fail to creat
linklist!");
getch();
/* 无回显的从键盘读取任意一个字符 */
```

4 效果评估及分析

(1) 改进了生产工艺, 提升了生产效率。在智能装备核心功能部件生产车间应用数字化系统后, 其生产效率得到了极大的提升, 运行成本得到了极大降低, 产品平均设计周期得到了全面缩短, 产品不良率全线下降, 单位产值能耗减少, 其对比数据见表 2。

(2) 扩大了生产规模。当工厂运作的效率增加时, 产量也显著增加。数字化车间升级前后产能对比见表 3。

(3) 产业链条上、下游发展加快。通过对制造工

表 2 数字化车间升级前后运行效率对比

工程项目	系统使用之前	系统使用之后	比较
BT40 电主轴单件平均生产周期	61 日	45 日	减少 27%
每 10000 元产值运营成本	355 元	237 元	减少 16%
更新周期	135 日	60 日	减少 25%
次品比率	6.07%	4.64%	减少 23%
万元年产值能源消耗	79 元	58 元	减少 17%

表 3 数字化车间升级前后产能对比

产品分类	系统使用前年产能 / 套	系统使用后的年产能 / 套	增益
伺服驱动	25000	40000	60%
伺服电动机	20000	35000	75%
作用元件	1000	2.000	100%
智能设备	0	50	

艺进行数字化改造, 包括电主轴、AC 轴和 BC 轴在内的一些关键功能构件性能都有了很大程度的提高, 个别技术参数已经达到了世界领先水平, 并且在机械 M8 系列、机械 5 轴等高端设备上得到了广泛使用, 促进了地区智能设备产业的发展和提高。

(4) 将该改进方法运用到相似生产情景中, 建设“超同步数字工厂”, 完全使用具有自主知识产权的国产智能化设备, 可迅速在类似产业中推广。该装置在 A 高新技术股份有限公司的油气弹簧 CNC 工艺中得到了成功的运用。

5 结语

综上所述, 本文以我国装备制造企业为研究对象, 以 MES 为核心, 研究面向智能制造企业的制造及管理体系。在此基础上, 本文采用了智慧制造单元管理平台, 可以在不同的设备之间进行数据交互, 同时还可以采用 MES 技术来采集设备、刀具、工件状态信息, 对整个流程展开实时分析和决策, 达到了“设备自动化 + 生产精益化 + 管理信息化 + 人员高效化”的智能控制效果。

参考文献:

[1] 袁标, 张知行, 吴文亮, 等. 面向大型锅炉装备制造行业数字化车间的制造运营管理系统功能设计与应用 [J]. 东方电气评论, 2023, 37(02): 1-5.
 [2] 刘丽花, 田俊, 宋文凯. 面向高端装备制造企业的仓储管理系统设计与应用 [J]. 数字通信世界, 2023(02): 118-120.

作者简介: 赵丽丽 (1990.03-), 女, 汉族, 河南三门峡人, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 机电一体化、半导体设备。