



中华人民共和国国家标准

GB/T 38557.1—2020

系统与软件工程 接口和数据交换 第 1 部分：企业资源计划系统与制造执行 系统的接口规范

Systems and software engineering—Interface and data exchange—
Part 1: Interface specification for enterprise resource planning system and
manufacturing execution system

2020-03-06 发布

2020-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 总则 1

6 数据交换框架 2

7 互操作场景与实现 3

8 数据交换系统模型..... 15

9 测试需求定义..... 16

附录 A（资料性附录） ERP-MES 交换数据示例 18

参考文献 23



前 言

GB/T 38557《系统与软件工程 接口和数据交换》拟分为如下部分：

- 第1部分：企业资源计划系统与制造执行系统的接口规范；
- 第2部分：供应链管理系统与企业资源计划系统的接口规范；
- 第3部分：客户关系管理系统与企业资源计划系统的接口规范；
- 第4部分：制造执行系统与分布式控制系统的接口规范；
- 第5部分：产品生存周期管理系统与计算机辅助设计/计算机辅助制造系统的接口规范；
- 第6部分：过程控制系统与制造执行系统的接口规范；
- 第7部分：电子商务平台的接口规范。

本部分为 GB/T 38557 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本部分起草单位：深圳赛西信息技术有限公司、中国电子技术标准化研究院、浙江中控技术股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、中国航天系统科学与工程研究院、西北工业大学、江苏极熵物联科技有限公司。

本部分主要起草人：刘潇健、张旻旻、周德营、徐端、刘增志、孙凤丽、何军红、吕雪、王蔚林、杨隼、刘永召、王焱坤、焦提兵、王少培、孙卫平、张星星、孙海旺、杨昕、郑媛媛、杨卓峰。



系统与软件工程 接口和数据交换

第1部分：企业资源计划系统与制造执行系统的接口规范

1 范围

GB/T 38557 的本部分针对企业资源计划(ERP)系统和制造执行系统(MES)间的互操作,规定了数据交换框架、互操作交互场景与实现、数据交换系统模型,并定义了测试需求。

本部分适用于 ERP 系统与 MES 系统的集成、开发、评测。各相关方可根据实际情况进行剪裁使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 11457—2006 信息技术 软件工程术语

GB/T 25109.1—2010 企业资源计划 第1部分:ERP 术语

SJ/T 11666.1—2016 制造执行系统(MES)规范 第1部分:模型和术语

3 术语和定义

GB/T 11457—2006、GB/T 25109.1—2010、SJ/T 11666.1—2016 界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ERP:企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

MES:制造执行系统(Manufacturing Execution System)

SOAP:简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol)

XML:可扩展置标语言(Extensive Markup Language)

5 总则

ERP 系统与 MES 系统间的互操作接口应基于 ERP 系统与 MES 系统的协作关系。应根据本企业需求,结合所在行业的特点,基于完整的业务流程,确定 ERP 系统与 MES 系统的协作关系。

ERP 系统与 MES 系统的协作关系应:

- a) 满足企业为价值实现所确立的各种过程及其相应活动的需要;
- b) 满足企业为管理和控制价值实现所确立的支持其管理、实现的过程及其相应活动的需要。

ERP-MES 间互操作交互场景决定了互操作接口的设计和实现方式。互操作交互场景由特定的交

换方式(或交换方式的组合)和特定的交换数据(或一组交互数据)决定,见第7章。

注:交换方式一般包括:a)推方式(PUSH);b)拉方式(PULL);c)订阅/发布(Pub/Sub)。

6 数据交换框架

ERP-MES的数据交换框架见图1,主要的互操作场景包括生产管理信息交换、质量管理信息交换、库存管理信息交换、维护管理信息交换,所交换的数据主要包括定义信息、计划信息、绩效信息和能力信息。其中:

a) 生产管理信息交换

通过数据交换,实现各种资源按计划所规定的流程、时间和地点合理配置、协调、指导和跟踪,对生产制造活动进行有效地计划、组织与控制。交换的信息主要包括:

- 1) 产品定义信息。描述产品的制造方式,包括物料定义、产品设计、工艺、技术资料等。
- 2) 生产计划信息。描述所要生产的规格、数量、时间、地点等。
- 3) 生产绩效信息。描述生产计划的完成情况,包括已经完成的生产结果、完成的数量和效果、资源消耗的情况、投入产出的情况等。
- 4) 生产能力信息。描述生产资源的可用性情况,包括资源的可用能力、已分配能力、极限能力等。生产资源通常包括物料、设备、人员和能源。

b) 质量管理信息交换

通过数据交换,实现质量测试和报告活动的协调与跟踪,质量问题的分析与控制。交换的信息主要包括:

- 1) 质量定义信息。描述质量测试的检测规范,包括物料代码、质检点、取样点、取样方法、判别方法等,以及保证检测结果可信度的控制方法,如设备校准、质检环境等。
- 2) 质量计划信息。描述对物料、环境和设备的质检活动要求,包括质检的时间、地点、质检点、取样点、取样方法、判别方法等。
- 3) 质量绩效/响应信息。描述针对质量计划采取的检测活动的结果信息,包括质检报告、处置结果、校准结果等。
- 4) 质量能力信息。描述质检资源的可用性情况,包括资源的可用能力、已分配能力、极限能力等。

c) 库存管理信息交换

通过数据交换,实现物资/物料有效地计划、组织、控制和协调,以及对采购、物流、销售的决策支持。交换的信息主要包括:

- 1) 库存定义信息。描述物资/物料移动和存储相关的信息和规则。规则如指定的特定库位、特定设备、先入先出要求等。
- 2) 库存计划信息。描述物资/物料移动的请求信息,包括入库请求、出库请求、移库请求、库存调整请求等。
- 3) 库存绩效信息。描述针对库存请求所采取的活动的完成情况,包括入库信息、出库信息、移库信息、库存调整信息、存货状态信息等。
- 4) 库存能力信息。描述库存资源的可用性情况,包括资源的可用能力、已分配能力、极限能力等。库存能力一般包括物料类型、存储空间、存储类型(如温度、危险等级、化学分级、洁净度、湿度等)等。

d) 维护管理信息交换

通过数据交换,实现设备、工具、物料及其他资产的周期性、预防性、前发性的跟踪、维护,以达到费用最经济、综合产能最高的目标。交换的信息主要包括:

- 1) 维护定义信息。描述维护活动的时间要求、工具要求、人员资质、性能指标等内容,如点检规范、保养规范等。
- 2) 维护计划信息。描述对维护活动的请求,包括故障维护请求、预防性请求和基于状态的预测维护请求等。
- 3) 维护绩效信息。描述针对维护计划所采取的纠正和改进活动的完成情况,包括故障信息、点检信息、保养信息、维修信息等。
- 4) 维护能力信息。描述维护资源的可用性情况,包括资源的可用能力、已分配能力、极限能力等。维护资源一般包括维护人员、维护工具、维护备件、维护环境等。

附录 A 给出了一组 ERP-MES 交换数据的示例。

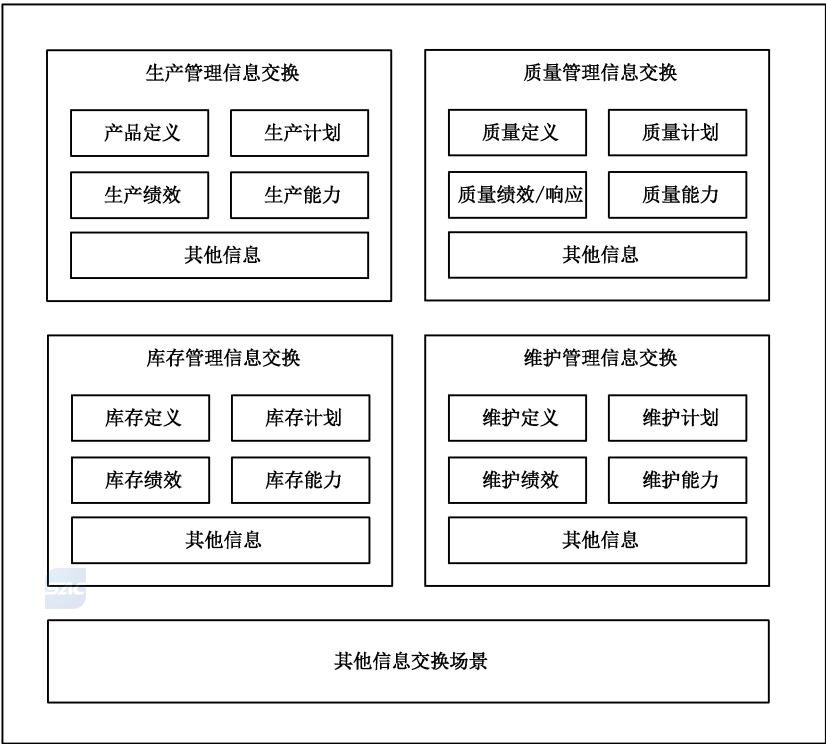


图 1 ERP-MES 间数据交换框架

7 互操作场景与实现

7.1 生产管理信息交换

7.1.1 生产计划下达

该交互场景主要实现 ERP 的主生产计划组件向 MES 的详细生产调度组件下达生产计划,以及 MES 的生产跟踪组件向 ERP 的生产统计组件反馈生产绩效。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 1。

表 1 生产计划下达

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	生产计划表	建立时/变化时
		发送生产绩效	生产跟踪组件	生产统计组件	生产绩效表	执行时/结束时
2	拉方式(PULL)	获取生产计划	详细生产调度组件	主生产计划组件	生产计划表	必要时
		返回生产计划	主生产计划	详细生产调度	生产计划表	收到消息时
		获取生产绩效	生产计划组件	生产跟踪组件	生产绩效表	执行时
		返回生产绩效	生产跟踪	生产统计	生产绩效表	收到消息时
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅生产计划	详细生产调度组件	主生产计划组件	—	必要时
		发布生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	生产计划表	订阅事件触发时
		订阅生产绩效	生产统计组件	生成跟踪组件	—	必要时
		发布生产绩效	生产跟踪组件	生产计划组件	生产绩效表	订阅事件触发时

7.1.2 生产计划改变

该交互场景主要实现 ERP 的主生产计划组件向 MES 的详细生产调度组件调整生产计划,以及 MES 的生产跟踪组件向 ERP 的生产统计组件报告相应生产绩效。

该交互场景可有推方式、订阅/发布 2 种交换方式实现,见表 2。

表 2 生产计划改变

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	生产计划表	建立时
		调整并发送生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	生产计划表	变化时
		发送调整后的生产绩效	生产跟踪组件	生产统计组件	生产绩效表	执行时/结束时
2	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅生产计划	详细生产调度组件	主生产计划组件	—	必要时
		订阅生产绩效	生产跟踪组件	生产计划组件	—	必要时
		调整并发布生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	生产计划表	订阅事件触发时
		发布调整后的生产绩效	生产跟踪组件	生产统计组件	生产绩效表	订阅事件触发时

7.1.3 生产计划取消

该交互场景主要实现 ERP 的主生产计划组件向 MES 的详细生产调度组件发出取消生产计划的过程。

该交互场景可有推方式实现,见表 3。

表 3 生产计划取消

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	取消生产计划	主生产计划组件	详细生产调度组件	取消消息	变化时

7.1.4 生产绩效反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细生产调度组件地向 ERP 的生产统计组件反馈生产绩效的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 4。

表 4 生产绩效反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送生产绩效	生产跟踪组件	生产统计组件	生产绩效	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取生产绩效	生产统计组件	生产跟踪组件	生产绩效	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅生产绩效	生产统计组件	生产跟踪组件	—	必要时
		发布生产绩效	生产跟踪组件	生产统计组件	生产绩效	订阅事件触发时或周期性

7.1.5 生产能力反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细生产调度组件地向 ERP 的生产统计组件反馈生产能力的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 5。



表 5 生产能力反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送生产能力	生产跟踪组件	生产统计组件	生产能力	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取生产能力	生产统计组件	生产跟踪组件	生产能力	必要时或周期性

表 5（续）

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅生产能力	生产统计组件	生产跟踪组件	—	必要时
		发布生产能力	生产跟踪组件	生产统计组件	生产能力	订阅事件触发时或周期性

7.1.6 物料信息改变

该交互场景主要实现新的一定数量的物料进入存储设施到该物料批次数量为零的过程中,ERP 的库存计划组件与 MES 的详细库存调度组件和库存跟踪组件间的信息交互。

该交互场景可有推方式、订阅/发布 2 种交换方式实现,见表 6。

表 6 物料信息改变

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送物料批次信息	库存计划组件	详细库存调度组件	物料批次信息	新物料到达时
		发送物料批次库存量	库存跟踪组件	库存统计组件	物料批次库存量	物料消耗时
		取消物料批次	库存计划组件	详细库存调度组件	取消消息	物料批次不可用时
2	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅物料批次信息	详细库存调度组件	库存统计组件	—	必要时
		发布物料批次信息	库存计划组件	详细库存调度组件	物料批次信息	订阅事件触发时
		订阅物料批次库存量	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布物料批次库存量	库存跟踪组件	库存统计组件	物料批次库存量	订阅事件触发时

7.2 质量管理信息交换

7.2.1 质量测试计划下达

该交互场景主要实现 ERP 的质量测试计划组件向 MES 的详细质量测试调度组件下达质量测试计划,以及 MES 的质量测试跟踪组件向 ERP 的质量测试统计组件反馈质量测试绩效。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 7。

表 7 质量测试计划下达

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	质量测试计划表	建立时/变化时
		发送质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效表	执行时/结束时
2	拉方式(PULL)	获取质量测试计划	详细质量测试调度组件	质量测试计划组件	质量测试计划表	必要时
		获取质量测试绩效	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	质量测试绩效表	执行时
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅质量测试计划	详细质量测试调度组件	质量测试计划组件	—	必要时
		发布质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	质量测试计划表	订阅事件触发时
		订阅质量测试绩效	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	—	必要时
		发布质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效表	订阅事件触发时

7.2.2 质量测试计划改变

该交互场景主要实现 ERP 的质量测试计划组件向 MES 的详细质量测试调度组件调整质量测试计划,以及 MES 的质量测试跟踪组件向 ERP 的质量测试统计组件报告相应质量测试绩效。

该交互场景可有推方式、订阅/发布 2 种交换方式实现,见表 8。

表 8 质量测试计划改变

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	质量测试计划表	建立时
		调整并发送质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	质量测试计划表	变化时
		发送调整后的质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效表	执行时/结束时

表 8 (续)

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
2	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅质量测试计划	详细质量测试调度组件	质量测试计划组件	—	必要时
		调整并发布质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	质量测试计划表	订阅事件触发时
		订阅质量测试绩效	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	—	必要时
		发布质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效表	订阅事件触发时

7.2.3 质量测试计划取消

该交互场景主要实现 ERP 的质量测试计划组件向 MES 的详细质量测试调度组件发出取消质量测试计划的过程。

该交互场景可有推方式实现,见表 9。

表 9 质量测试计划取消

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	取消质量测试计划	质量测试计划组件	详细质量测试调度组件	取消消息	变化时

7.2.4 质量测试绩效反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细质量测试调度组件地向 ERP 的质量测试统计组件反馈质量测试绩效的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 10。

表 10 质量测试绩效反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取质量测试绩效	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	质量测试绩效	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅质量测试绩效	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	—	必要时
		发布质量测试绩效	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试绩效	订阅事件触发时或周期性

7.2.5 质量测试能力反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细质量测试调度组件地向 ERP 的质量测试统计组件反馈质量测试能力的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 11。

表 11 质量测试能力反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送质量测试能力	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试能力	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取质量测试能力	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	质量测试能力	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅质量测试能力	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	—	必要时
		发布质量测试能力	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试能力	订阅事件触发时或周期性

7.2.6 质量测试异常及处理

该交互场景主要实现当发生某种变化不允许继续进行质量测试时,MES 的质量测试跟踪组件向 ERP 的质量测试统计组件反馈异常并进行处理的交互。

该交互场景可有订阅/发布方式实现,见表 12。

表 12 质量测试异常及处理

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅质量测试异常报告	质量测试统计组件	质量测试跟踪组件	—	必要时
		发布质量测试异常报告	质量测试跟踪组件	质量测试统计组件	质量测试异常报告	订阅事件触发时
		终止/暂停质量测试计划	质量测试计划组件	质量测试详细调度组件	—	必要时

7.3 库存管理信息交换

7.3.1 库存计划下达

该交互场景主要实现 ERP 的库存计划组件向 MES 的详细库存调度组件下达库存计划,以及 MES 的库存跟踪组件向 ERP 的库存统计组件反馈库存绩效。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 13。

表 13 库存计划下达

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	库存计划表	建立时/变化时
		发送库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效表	执行时/结束时
2	拉方式(PULL)	获取库存计划	详细库存调度组件	库存计划组件	库存计划表	必要时
		获取库存绩效	库存统计组件	库存跟踪组件	库存绩效表	执行时
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅库存计划	详细库存调度组件	库存计划组件	—	必要时
		发布库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	库存计划表	订阅事件触发时
		订阅库存绩效	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效表	订阅事件触发时

7.3.2 库存计划改变

该交互场景主要实现 ERP 的库存计划组件向 MES 的详细库存调度组件调整库存计划,以及 MES 的库存跟踪组件向 ERP 的库存统计组件报告相应库存绩效。

该交互场景可有推方式、订阅/发布 2 种交换方式实现,见表 14。

表 14 库存计划改变

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	库存计划表	建立时
		调整并发送库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	库存计划表	变化时
		发送调整后的库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效表	执行时/结束时
2	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅库存计划	详细库存调度组件	库存计划组件	—	必要时
		调整并发布库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	库存计划表	订阅事件触发时
		订阅库存绩效	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效表	订阅事件触发时

7.3.3 库存计划取消

该交互场景主要实现 ERP 的库存计划组件向 MES 的详细库存调度组件发出取消库存计划的过程。

该交互场景可有推方式实现,见表 15。

表 15 库存计划取消

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	取消库存计划	库存计划组件	详细库存调度组件	—	变化时

7.3.4 库存绩效反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细库存调度组件地向 ERP 的库存统计组件反馈库存绩效的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 16。

表 16 库存绩效反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取库存绩效	库存统计组件	库存跟踪组件	库存绩效	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅库存绩效	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布库存绩效	库存跟踪组件	库存统计组件	库存绩效	订阅事件触发时或周期性

7.3.5 库存能力反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细库存调度组件地向 ERP 的库存统计组件反馈库存能力的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 17。

表 17 库存能力反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送库存能力	库存跟踪组件	库存统计组件	库存能力	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取库存能力	库存统计组件	库存跟踪组件	库存能力	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅库存能力	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布库存能力	库存跟踪组件	库存统计组件	库存能力	订阅事件触发时或周期性

7.3.6 库存异常及处理

该交互场景主要实现当发生某种变化不允许继续进行库存时,MES 的库存跟踪组件向 ERP 的库存统计组件反馈异常并处理的交互。

该交互场景可有订阅/发布方式实现,见表 18。

表 18 库存异常及处理

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅库存异常报告	库存统计组件	库存跟踪组件	—	必要时
		发布库存异常报告	库存跟踪组件	库存统计组件	库存异常报告	订阅事件触发时
		终止/暂停库存计划	库存计划组件	库存详细调度组件	—	必要时



7.4 维护管理信息交换

7.4.1 维护计划下达

该交互场景主要实现 ERP 的维护计划组件向 MES 的详细维护调度组件下达维护计划,以及 MES 的维护跟踪组件向 ERP 的维护统计组件反馈维护绩效。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 19。

表 19 维护计划下达

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	维护计划表	建立时/变化时
		发送维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护绩效表	执行时/结束时
2	拉方式(PULL)	获取维护计划	详细维护调度组件	维护计划组件	维护计划表	必要时
		获取维护绩效	维护统计组件	维护跟踪组件	维护绩效表	执行时
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅维护计划	详细维护调度组件	维护计划组件	—	必要时
		发布维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	维护计划表	订阅事件触发时
		订阅维护绩效	维护统计组件	维护跟踪组件	—	必要时
		发布维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护绩效表	订阅事件触发时

7.4.2 维护计划改变

该交互场景主要实现 ERP 的维护计划组件向 MES 的详细维护调度组件调整维护计划,以及 MES 的维护跟踪组件向 ERP 的维护计划组件报告相应维护绩效。

该交互场景可有推方式、订阅/发布 2 种交换方式实现,见表 20。

表 20 维护计划改变

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	维护计划表	建立时
		调整并发送维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	维护计划表	变化时
		发送维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护绩效表	执行时/结束时
2	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅维护计划	详细维护调度组件	维护计划组件	—	必要时
		调整并发布维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	维护计划表	订阅事件触发时
		订阅维护绩效	维护统计组件	维护跟踪组件	—	必要时
		发布维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护绩效表	订阅事件触发时

7.4.3 维护计划取消

该交互场景主要实现 ERP 的维护计划组件向 MES 的详细维护调度组件发出取消维护计划的过程。

该交互场景可有推方式实现,见表 21。

表 21 维护计划取消

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	取消维护计划	维护计划组件	详细维护调度组件	取消消息	变化时

7.4.4 维护绩效反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细维护调度组件地向 ERP 的维护统计组件反馈维护绩效的过程。

该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 22。

表 22 维护绩效反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护能力	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取维护绩效	维护统计组件	维护跟踪组件	维护绩效	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅维护绩效	维护统计组件	维护跟踪组件	—	必要时
		发布维护绩效	维护跟踪组件	维护统计组件	维护绩效	订阅事件触发时或周期性

7.4.5 维护能力反馈

该交互场景主要实现 MES 的详细维护调度组件地向 ERP 的维护统计组件反馈维护能力的过程。
该交互场景可有推方式、拉方式、订阅/发布 3 种交换方式实现,见表 23。

表 23 维护能力反馈

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	推方式(PUSH)	发送维护能力	维护跟踪组件	维护统计组件	维护能力	必要时或周期性
2	拉方式(PULL)	获取维护能力	维护统计组件	维护跟踪组件	维护能力	必要时或周期性
3	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅维护能力	维护统计组件	维护跟踪组件	—	必要时
		发布维护能力	维护跟踪组件	维护统计组件	维护能力	订阅事件触发时或周期性

7.4.6 维护异常及处理

该交互场景主要实现当发生某种变化不允许继续进行维护时,MES 的维护跟踪组件向 ERP 的维护统计组件反馈异常并进行处理的交互。

该交互场景可有订阅/发布方式实现,见表 24。

表 24 维护异常及处理

序号	交换方式	互操作功能	发起组件	目标组件	交换数据	交互时间点
1	订阅/发布 (Sub/Pub)	订阅维护异常报告	维护统计组件	维护跟踪组件	—	必要时
		发布维护异常报告	维护跟踪组件	维护统计组件	维护异常报告	订阅事件触发时
		终止/暂停维护计划	维护计划组件	维护详细调度组件	—	必要时

8 数据交换系统模型

8.1 模型定义

ERP、MES 间的信息交换一般为分布式系统间的数据交换，见图 2。

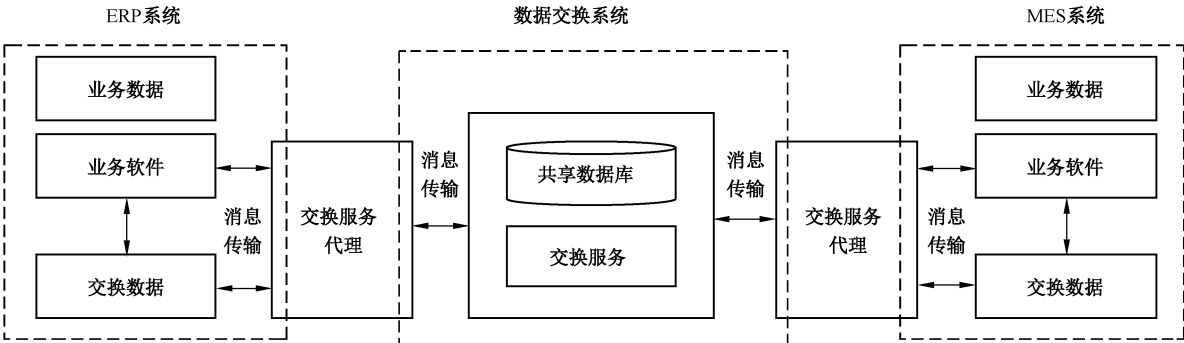


图 2 数据交换系统模型

关于数据交换系统模型的说明如下：

- a) 业务数据是由 ERP、MES 产生和管理的信息资源。
- b) 交换数据是交换服务代理用于存储参与交换的信息资源，主要包括定义信息、计划信息、绩效信息、能力信息。
- c) 共享数据库是可以为多个交换代理提供一致的信息资源的信息集中存储区。任意一个交换代理可以按一定的规则访问共享信息库。在交换体系中，共享信息库提供所交换数据的语义一致性保证。
- d) 交换服务代理是数据交换的起点或终点，完成业务信息与交换信息之间的转换操作，并通过交换服务实现交换数据的传送和处理。
- e) 数据交换系统主要为交换信息提供点到点、点到多点的信息路由、信息可靠传送等功能。在两个端交换结点之间可以有 1 个或 1 个以上数据交换系统。
- f) 交换服务是交换服务系统传送和处理所交换信息资源的操作集合，通过不同交换服务的组合支持不同的服务模式。

8.2 数据交换服务功能要求

数据交换服务功能包括但不限于：

- a) 信息传送功能。根据选定的传送协议完成数据的接收或发送功能，通过遵循统一的消息传送协议（如 HTTP/HTTPS、SMTP、RMI、FTP、RMI、JMS 等）实现各交换节点间的数据互通。
- b) 信息处理功能。完成对消息包的封装或解析功能，在统一的消息框架下支持消息寻址、消息优先级处理、消息可靠性处理、消息安全性处理等功能。消息框架和消息寻址一般是必需支持的功能，消息优先级处理、消息可靠性处理和消息安全处理是可选支持的功能。
- c) 业务表示。规定了业务数据表示和业务服务描述。
- d) 交换服务代理可扩充功能。包括对交换数据的访问操作功能、访问其他结点的操作功能。

注：业务数据只能通过业务软件访问。

- e) 数据交换系统可扩充功能：

- 1) 流程管理。将现有不同应用系统和（或）新的应用系统的流程协同起来，提供一种灵活的、

可变的、适应性强的业务流程调整和管理的技术手段。流程管理是可选支持的功能。

- 2) 系统监控。通过监控接口对交换域内各交换结点的运行状态进行的监视,是交换体系可管理和可维护的运行支撑手段。监控是可选支持的功能。
- 3) 提供对共享数据库的访问操作等。

8.3 消息传输要求

应制定明确的信息交互规范,主要包含如下方面:

a) 消息通信层协议

消息通信协议用于描述在通信层面,规定系统间消息传输的协议和方式,包括网络协议、通信路由、发送方接收方、标识和可靠性等。

注:典型通信层协议如:TCP/IP Socket;WebService-soap(http SOAP/XML);WebService-restful(http Json)。

b) 消息通信方式

消息通信方式一般有两种方式:

- 1) 同步方式为“请求-应答(Request-Response)”型,主要用于实时场景,如实时拉取数据,或执行远程调用。如果是执行远程调用,通常要求应用层采取措施保持调用双方的事务/数据一致性。
- 2) 异步方式为“请求(Request/OneWay)”型,通过通信中间件发送消息给对方,发送方只获取通信应答。通常要求通信中间件的API提供事务功能,并且确保送达(接收方正确接收并处理)。

c) 消息体格式规约

常用的消息体格式如字符串分割、XML、JSON等。

9 测试需求定义

9.1 概述

互操作接口测试一般是通过测试不同场景下的入参和出参来判断接口是否符合或满足相应的规范和产品要求,其测试需求要点包括但不限于:

- a) 检查数据的交换、传递和控制管理的过程,以及相互逻辑依赖关系;
- b) 检查接口参数传递的正确性、接口功能实现的正确性、输出结果的正确性;
- c) 检测各种异常情况的容错处理的完整性和合理性。

9.2 业务功能测试

应根据待测系统的离散或流程行业特点,进行接口测试场景和测试环境的设计。测试场景应至少覆盖生产管理信息交换场景、质量管理信息交换场景、库存管理信息交换场景、维护管理信息交换场景,以及其他所要求的场景。

应针对数据交换的信息传送、信息处理、业务表示等数据交换服务功能要求,以及消息通信层协议、消息通信方式(同步/异步)、接口的实现方式(主动式/被动式)等消息传输要求,制定不同的接口测试策略。

应根据业务逻辑,针对不同业务场景进行多接口的流程性测试。

9.3 边界和异常测试

应根据设计文档上提供的接口参数,正常传入参数,测试是否返回正确的结果。

应验证接口对异常情况的校验。当不按照接口要求输入参数时,测试接口的处理情况。常见的异

常情况包括参数是否必填、参数长度/参数类型是否与要求相符等。

当接口存在多个参数,且参数之间有逻辑关系时,应根据之间的组合关系,遍历所有可能的正常与异常组合情况。

9.4 性能和安全测试

接口性能测试内容一般包括响应时间、吞吐量、并发数、服务器资源使用率等。

接口安全测试内容一般包括检查能否绕过接口验证、检查能否绕过身份授权、检查参数是否加密,密码的复杂程度校验。



附 录 A
(资料性附录)
ERP-MES 交换数据示例

A.1 生产管理信息交换

A.1.1 产品定义

产品定义信息描述如何制造产品,包括物料定义、产品设计、工艺、技术资料等。产品定义信息包括以下主要内容:

- a) 物料分类信息:分类代码、分类名称、上级分类等;
- b) 物料主数据:物料代码、物料名称、规格、材质、图号、物料分类、生产类型、计量单位、物料状态等;
- c) 物料清单/配方信息:组件代码、组件版本号、组件的构成项目代码、构成项目版本号、构成项目的类型(如自制、采购、外协、虚拟)、数量、损耗、提前期、生效日期、失效日期等;
- d) 工序信息:代码、名称、描述等;
- e) 工艺路线信息:工艺路线代码、工艺路线名称、零部件代码、工序号、工序名称、加工内容、加工中心、工装、工时定额、版本号、生效日期、失效日期等;
- f) 技术文档:零部件代码、零部件名称、文件类型(图纸、作业指导书等)、文件名称、文件内容、版本号等;
- g) 数控程序代码:程序编号、程序名称、代码内容、版本号等。

A.1.2 生产能力

生产能力信息描述什么资源是可用的,包括资源的可用能力、已分配能力、难以达到的能力。资源通常包括物料、设备、人员和能源。资源可用性基于时间,需要考虑工作时间、劳动法规、节假日、工休、停工、排班等因素。生产能力信息包括以下主要内容:

- a) 组织机构信息:部门代码、部门名称、部门级别、上级部门、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述等;
- b) 生产人员信息:人员代码、姓名、资质、所在部门、性别、学历、生日、政治面貌、籍贯、家庭住址、邮政编码、电话、手机、工作岗位、人员状态、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述等;
- c) 工作中心信息:工作中心代码、名称、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述等。

A.1.3 生产计划

生产计划描述要生产什么,通常包括要生产什么产品,生产多少,以及什么时候生产等信息。生产计划信息包括以下主要内容:

- a) 客户订单信息:订单号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、客户信息、交货约定、付款约定、交货时间等;
- b) 发货计划信息:发货计划号、客户订单号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、计划开始时间、计划完成时间、客户信息等;

- c) 发货计划变更请求信息:发货计划号、变更内容、变更时间、变更原因等;
- d) 主生产计划信息:生产计划号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、计划开始时间、计划完成时间、客户信息、交货约定、交货时间等;
- e) 主生产计划变更请求信息:生产计划号、请求内容、请求时间、变更原因等;
- f) 零部件计划信息:生产计划号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、工序、计划开始时间、计划完成时间等;
- g) 零部件计划变更请求信息:生产计划号、请求内容、请求时间、变更原因等;
- h) 采购请求信息:采购请求号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、供应商、采购单价、税率、采购部门、需求部门、申请日期、到货时间等。

A.1.4 生产绩效

生产绩效描述已经生产了什么,包括关于按计划执行的当前和已完成的生产结果的信息。它通常包括已做了什么,做了多少,如何做的,以及是在什么时候做的等信息。生产绩效信息包括以下主要内容:

- a) 客户订单跟踪信息:订单号、物料代码、物料名称、规格、状态、工序、计划数量、已完成数量、计量单位等;
- b) 发货实绩信息:发货计划号、客户订单号、物料代码、物料名称、规格、数量、计量单位、发货时间、发货人等;
- c) 主生产计划执行跟踪信息:生产计划号、物料代码、物料名称、规格、状态、工序、计划数量、已完成数量、计量单位等;
- d) 零部件计划执行跟踪信息:生产计划号、物料代码、物料名称、规格、状态、工序、计划数量、已完成数量、计量单位等;
- e) 工序实绩信息:订单号、工序、投入物料信息、产出物料信息、额定工时、开始时间、完成时间、工作中心、操作人等;
- f) 工序成本数据:订单号、工序、投入物料、投入数量、投入计量单位、产出物料、产出数量、产出计量单位、定额工时等;
- g) 能源耗用信息:能源类型、数量、计量单位、时间段、部门等;
- h) 采购实绩信息:单据号、物料代码、物料名称、计划数量、到货数量、计量单位、采购部门、需求部门、到货时间等;
- i) 采购订单的供应商执行跟踪信息:订单号、物料代码、物料名称、规格、状态、工序、计划数量、已完成数量、计量单位、供应商信息等。

A.2 质量管理信息交换

A.2.1 质量定义

质量定义是测试物料、环境和设备的检测规范。质量定义包括用于保证检测结果可信度的控制方法,如设备校准、环境标准。质检类型包括物理试验、化学试验、无损检验、表面质检、电气试验等。质量定义信息包括物料代码、质检点、质检项目、取样点、取样方法、检验方法、判定标准、检验报告模板等质量规范内容。

A.2.2 质量能力

质量能力包括质量资源的未来可用能力、已分配能力、难以达到的能力。质量能力信息包括以下主要内容:

- a) 质量人员信息:代码、名称、资质、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述;
- b) 质量设备信息:代码、名称、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述等;
- c) 质量物料信息:代码、名称、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述等。

A.2.3 质量计划

质量计划是对物料、环境和设备的检测活动要求,包括原辅料、中间产品、成品的检测要求、设备校准要求。质量计划信息包括以下主要内容:

- a) 质量检测要求:单据号、物料代码、质检点、质检项目、取样点、取样方法、检验方法、判定标准、计划开始时间、计划完成时间等;
- b) 设备校准要求:单据号、设备代码、校准内容、计划开始时间、计划完成时间等。

A.2.4 质量绩效

质量绩效是针对质量计划所采取的检测活动的结果信息。质量绩效信息包括以下主要内容:

- a) 质检报告:单据号、物料代码、质检点、质检项目、取样点、取样方法、检验方法、判定标准、检验数据、质检结论、质检时间、质检员等;
- b) 质量处置结果:物料代码、返修、报废、让步接收、偏差回用等;
- c) 质检证书信息:单据号、物料代码、检验数据、质检结论、质检时间、质检员等;
- d) 设备校准结果:单据号、设备代码、校准内容、开始时间、完成时间等。

A.3 库存管理信息交换

A.3.1 库存定义

库存定义是与物料移动和存储相关的定义信息和规则。规则可以针对特定位置、特定设备和特定物料,如物料先入先出规则。库存定义信息包括以下主要内容:

- a) 仓库信息:仓库代码、仓库名称、仓库类型、仓库状态、物料类型、存储类型等;
- b) 库位信息:库位代码、库位名称、库位类型、库位状态、所属仓库、物料类型、存储类型、入库规则、出库规则等;
- c) 客户信息:代码、名称、类型、所在地区、联系人、联系地址、联系电话、状态、开户银行及账号、纳税人识别号、信用额度、描述等;
- d) 供应商信息:代码、名称、类型、所在地区、联系人、联系地址、联系电话、状态、开户银行及账号、纳税人识别号、信用额度、描述等。

A.3.2 库存能力

库存能力包括库存资源的未来可用能力、已分配能力、难以达到的能力。库存能力通过物料类型、存储空间(或体积)、存储类型来区别。存储类型包括温度、危险等级、化学分级、洁净度、湿度等。库存能力信息包括以下主要内容:

- a) 仓库能力信息:仓库代码、物料类型、存储类型、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、状态等;
- b) 库位能力信息:库位代码、物料类型、存储类型、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、状态等。

A.3.3 库存计划

库存计划是车间内物料移动的请求。库存计划信息包括以下主要内容：

- a) 入库请求：单据号、物料代码、物料名称、规格、批次、数量、计量单位、入库类型、库区代码、库位代码等；
- b) 出库请求：单据号、物料代码、物料名称、规格、批次、数量、计量单位、出库类型、库区代码、库位代码等；
- c) 移库请求：单据号、物料代码、物料名称、规格、批次、数量、计量单位、移库类型、库区代码、库位代码、目的库区代码、目的库位代码等；
- d) 库存调整请求：单据号、物料代码、物料名称、规格、批次、数量、库区代码、库位代码等。

A.3.4 库存绩效

库存绩效是针对库存请求所采取的活动的完成情况。库存绩效信息包括以下主要内容：

- a) 入库信息：单据号、物料代码、物料名称、批次、数量、计量单位、入库类型、库区代码、库位代码、操作时间、操作人等；
- b) 出库信息：单据号、物料代码、物料名称、批次、数量、计量单位、出库类型、库区代码、库位代码、操作时间、操作人等；
- c) 移库信息：单据号、物料代码、物料名称、批次、数量、计量单位、移库类型、库区代码、库位代码、目的库区代码、目的库位代码、操作时间、操作人等；
- d) 库存调整信息：单据号、物料代码、物料名称、批次、数量、库区代码、库位代码等；
- e) 存货状态信息：物料代码、物料名称、规格、供应商、批次、库存数量、已分配数量、可用数量、在途量、计量单位、库区代码、库位代码、生产日期、有效期至、质检状态等；
- f) 供应商存货状态：供应商代码、物料代码、物料名称、规格、供应商、批次、库存数量、已分配数量、可用数量、在途量、计量单位、库区代码、库位代码、生产日期、有效期至、质检状态等；
- g) 客户存货状态：客户代码、物料代码、物料名称、规格、供应商、批次、库存数量、已分配数量、可用数量、在途量、计量单位、库区代码、库位代码、生产日期、有效期至、质检状态等。

A.4 维护管理信息交换

A.4.1 维护定义

维护定义指导维修人员如何进行设备维护，包括维护活动的时间、需要的工具、测试设备、人员资质、维护、关键性能指标等内容。维护定义信息包括以下主要内容：

- a) 点检规范信息：设备代码、点检项目、点检内容、工具、人员资质等；
- b) 保养规范信息：设备代码、保养项目、保养内容、工具、人员资质等。

A.4.2 维护能力

维护能力包括维护资源的未来可用能力、已分配能力、难以达到的能力。维护能力信息包括以下主要内容：

- a) 维护人员信息：人员代码、名称、资质、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述；
- b) 维护设备信息：维护设备代码、名称、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述；
- c) 维护备件信息：备件代码、名称、能力单位、可用能力、已分配能力、难以达到的能力、工作日历、描述。

A.4.3 维护计划

维护计划是对维护服务的请求,包括故障维护请求、预防维护请求和基于状态的预测维护请求。维护调度请求信息包括以下主要内容:

- a) 点检计划信息:设备代码、点检项目、点检内容、工具、人员资质、计划开始时间、计划完成时间等;
- b) 保养计划信息:设备代码、保养项目、保养内容、工具、人员资质、计划开始时间、计划完成时间等;
- c) 维修请求信息:设备代码、维修项目、维修内容、工具、人员资质、计划开始时间、计划完成时间等。

A.4.4 维护绩效

维护绩效是针对维护请求所采取的纠正和改进活动的记录信息。维护绩效信息包括以下主要内容:

- a) 设备故障信息:设备代码、故障代码、故障名称、开始时间、结束时间、描述等;
- b) 设备点检实绩:设备代码、点检项目、点检内容、人员、开始时间、完成时间等;
- c) 设备保养实绩:设备代码、保养项目、保养内容、人员、开始时间、完成时间、备件耗用等;
- d) 设备维修实绩:设备代码、维修项目、维修内容、人员、开始时间、完成时间、备件耗用、维修部门等;
- e) 设备绩效信息:设备代码、时间段、时间开动率、性能开动率、综合效率等。



参 考 文 献

- [1] GB/T 16656.1—2008 工业自动化系统和集成 产品数据表示和交换 第1部分:概述与基本原理
- [2] GB/T 18999—2003 工业自动化系统 企业模型的概念与规则
- [3] GB/T 19659.1—2005 工业自动化系统与集成 开放系统应用集成框架 第1部分:通用的参考描述
- [4] GB/T 19892.1—2005 批控制 第1部分:模型和术语
- [5] GB/T 19892.2—2007 批控制 第2部分:数据结构和语言指南
- [6] GB/T 20720.1 企业控制系统集成 第1部分:模型和术语
- [7] GB/T 20720.2 企业控制系统集成 第2部分:对象模型属性
- [8] GB/T 20720.3 企业控制系统集成 第3部分:制造运行管理的活动模型
- [9] GB/T 20720.5 企业控制系统集成 第5部分:业务与制造间事务
- [10] GB/T 25109.3—2010 企业资源计划 第3部分:ERP 功能构件规范
- [11] GB/T 26335—2010 工业企业信息化集成系统规范
- [12] GB/T 26789—2011 产品生命周期管理服务规范
- [13] GB/T 32855.1—2016 先进自动化技术及其应用 制造业企业过程互操作性建立要求 第1部分:企业互操作性框架
- [14] GB/T 35119—2017 产品生命周期数据管理规范
- [15] 美国供应链管理专业协会(CSCMP).供应链管理流程标准[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [16] F.罗伯特·雅各布斯,理查德 B.蔡斯.运营管理(原书第13版)[M].陈建标译.北京:机械工业出版社,2011.
- [17] 森尼尔·乔普瑞,彼得.梅因德尔.供应链管理[M].陈秋荣等译.北京:中国人民大学出版社,2013.
-