第5章 企业资源计划

5.1 ERP概述

5.2 MRP及其运算逻辑

5.3 MPS及其运算逻辑

5.4 能力需求管理

5.5 ERP面临的困境和未来发展趋势

什么是ERP?

企业管理者：

- ERP是一套全面的、用于支持企业制定与当前业务计划和控制一致的经营策略的软件。

信息技术人员：

- ERP是一套整合了财务、生产、物流、销售、市场、人力和其他方面的应用程序的软件系统。
- ERP的整合通过全部功能和数据处理应用共享同一个数据库实现。

5.1.1 ERP的概念与作用

ERP要求公司各部门**在各项业务上保持一致的定义**，即各部门在处理业务的时候应当使用一套通用的定义，如需求、缺货、原材料库存、成品库存等信息的定义必须保持一致，以方便各个环节的顺利交接和信息的共享。这是ERP的**基本条件**。

5.1.1 ERP的概念与作用

ERP系统的作用：

（1）**ERP通过删除冗余流程、精简流程、提高信息准确率、提高企业对客户需求响应的灵敏度来提升企业绩效。**企业利用ERP系统，能够实现数据和流程的整合，从而提高效率。

（2）**ERP的首要目标是对货物经过各个流程的事务进行处理。**ERP的事务处理能力是指对业务数据信息的上传和追踪。例如，当企业从供方购买一件物品时，一系列的活动就会发生，包括询价、接受报价、货物递送、库存、付款等。

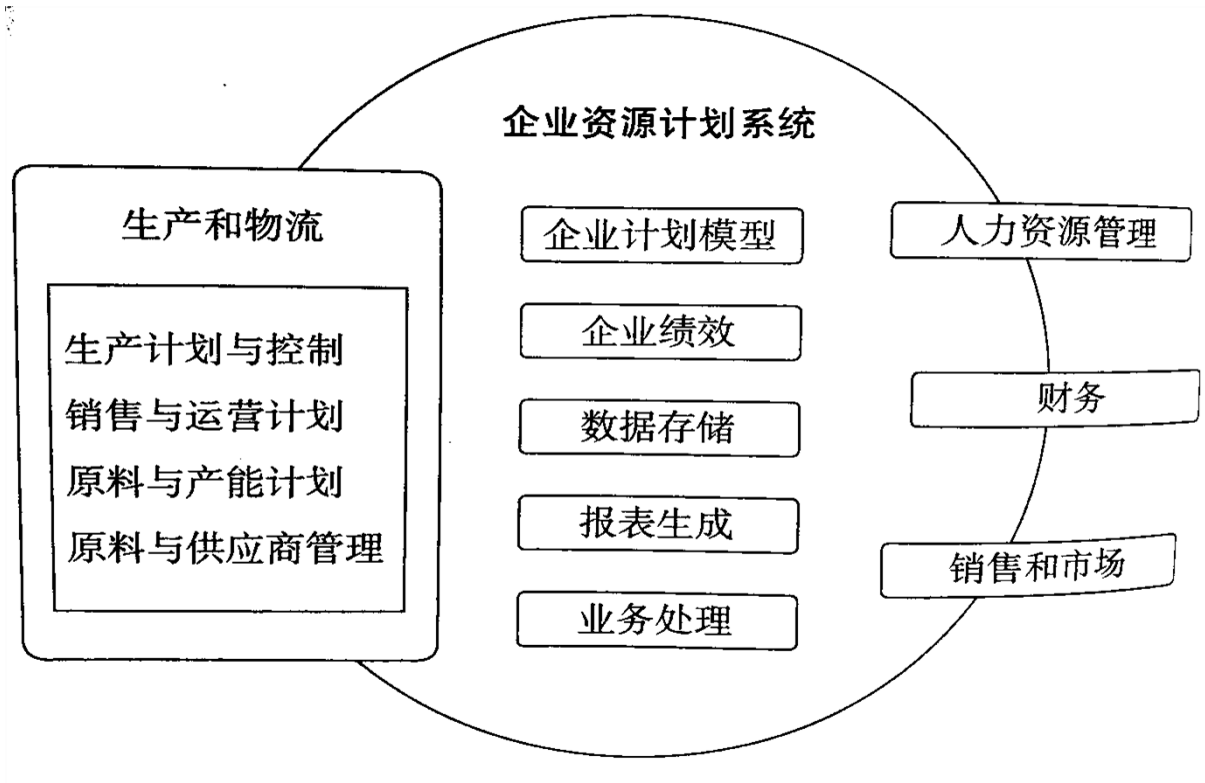
（3）**ERP的次要目标是决策支持。**比如在购买物品时，ERP系统会针对要购买的物品提供相应的库存、再订购点、订单数量、供应商、物流提供商、仓库位置等信息，而且会根据判断逻辑再次优化结果。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

ERP系统各个功能模块：

- ERP系统一般由多个功能导向的高度整合的模块构建而成。系统所有的模块都采用一个公用的实时更新的数据库。
- 不同提供商提供的ERP系统有些差别，但主要关注以下四个方面的功能：**财务**、**生产和物流**、**销售和市场**、**人力资源管理**。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



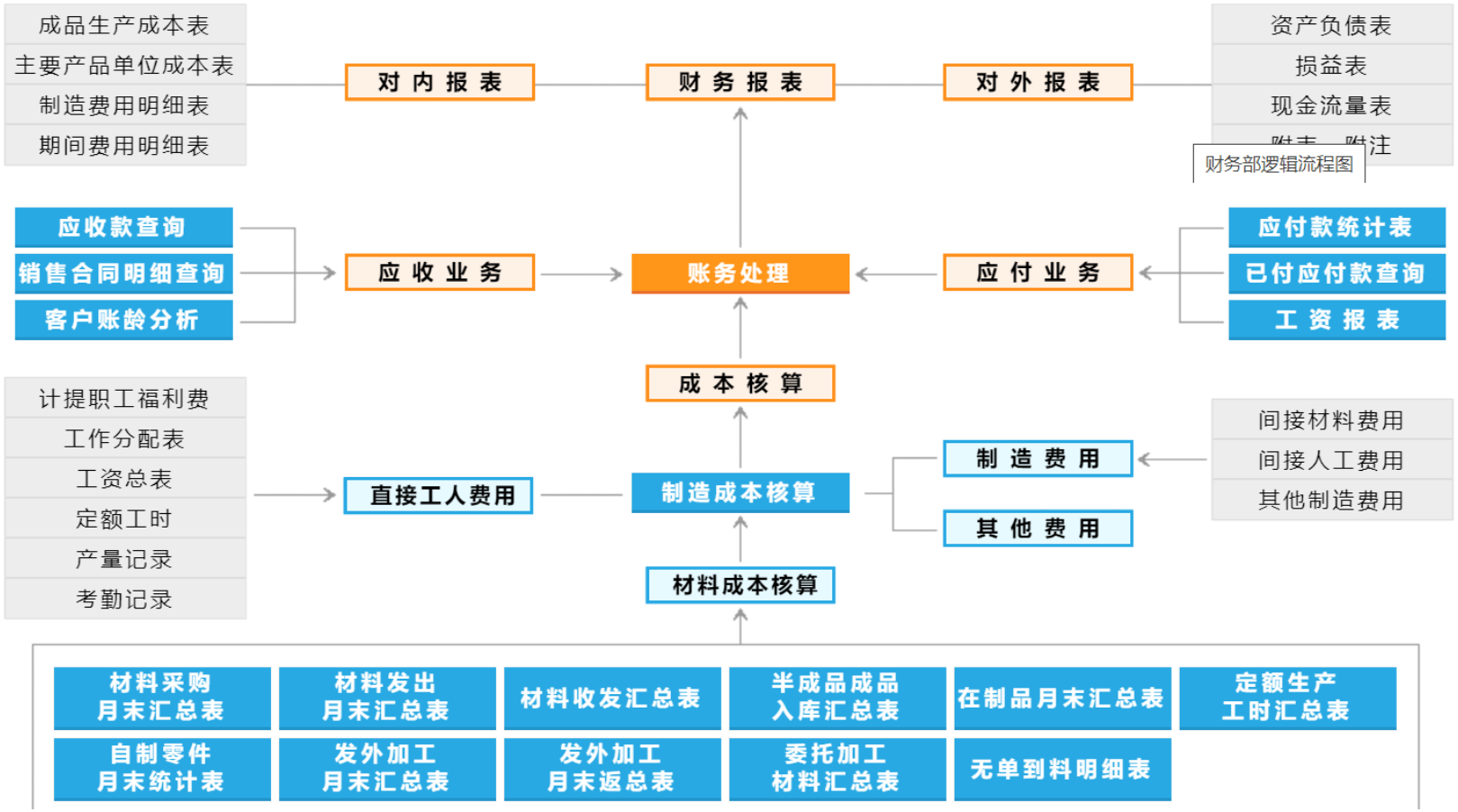
ERP系统的功能概览

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

(1) 财务

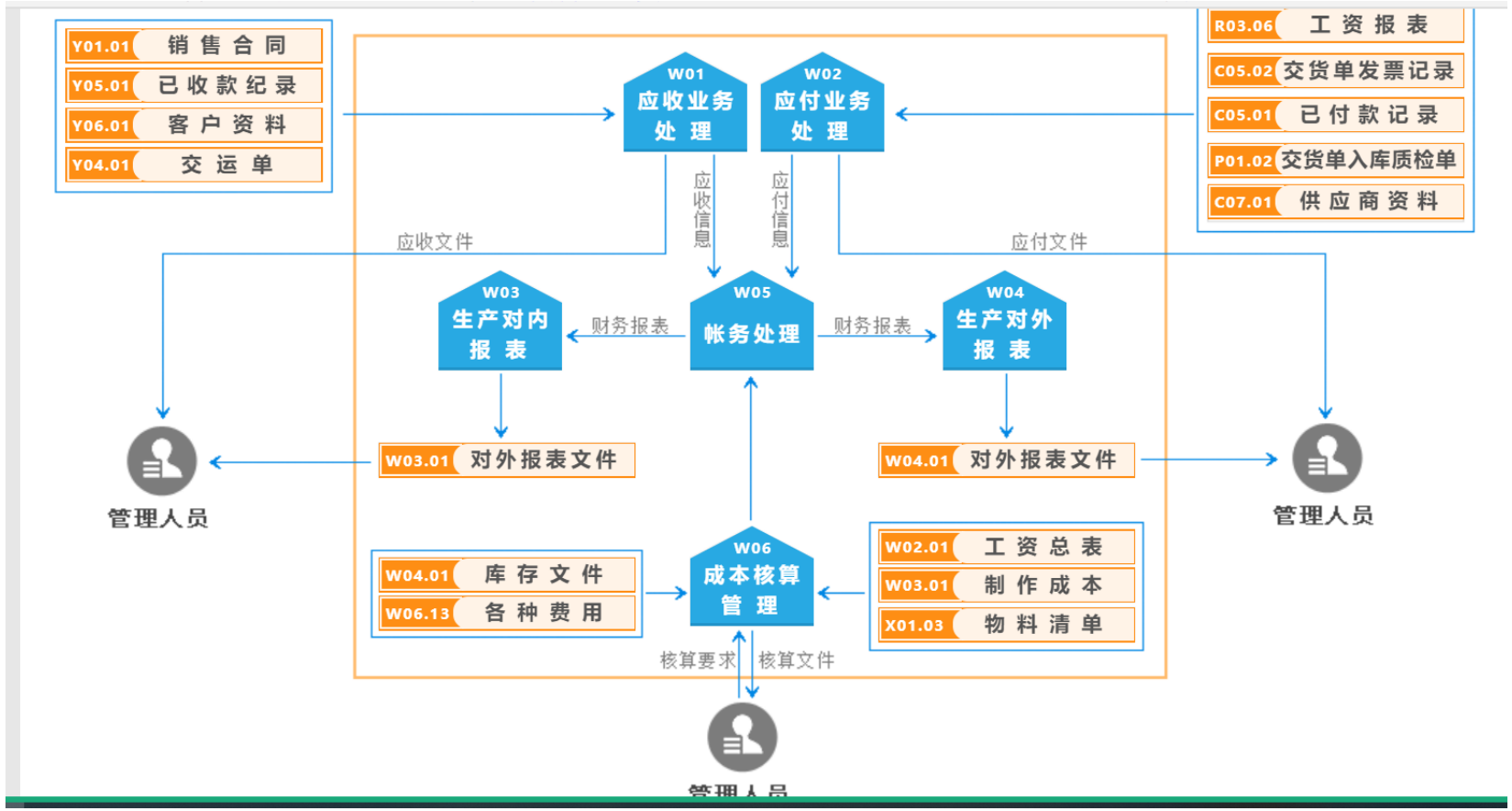
随着企业规模的壮大，各个部门的决策权也各有侧重，随之而来的复杂烦琐的财务数据对于许多企业来说是一个非常棘手的问题。ERP系统为财务数据的获取、通用的定义、流程、账户对账提供了平台。ERP系统的真正价值在于从事务源头处自动获取会计经济信息。例如，来自客户的实际订单，不但用于生产部门制定产量要求，当货物寄出时，该信息还能更新应付账款信息。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



ERP系统财务模块业务流程

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



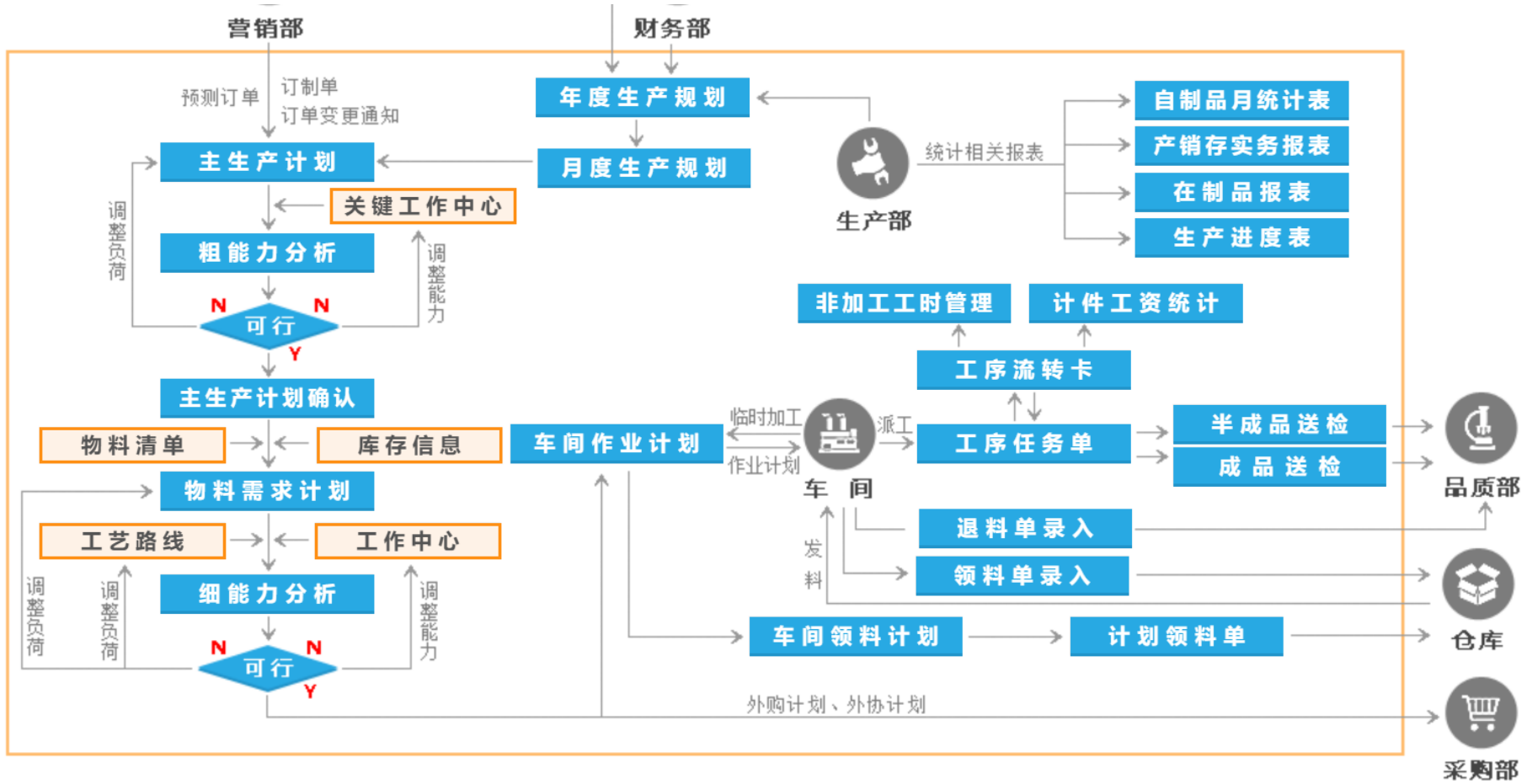
ERP系统财务模块数据流程

（2）生产和物流

生产和物流是整个系统中比重最大也是最复杂的环节，其主要应用有：

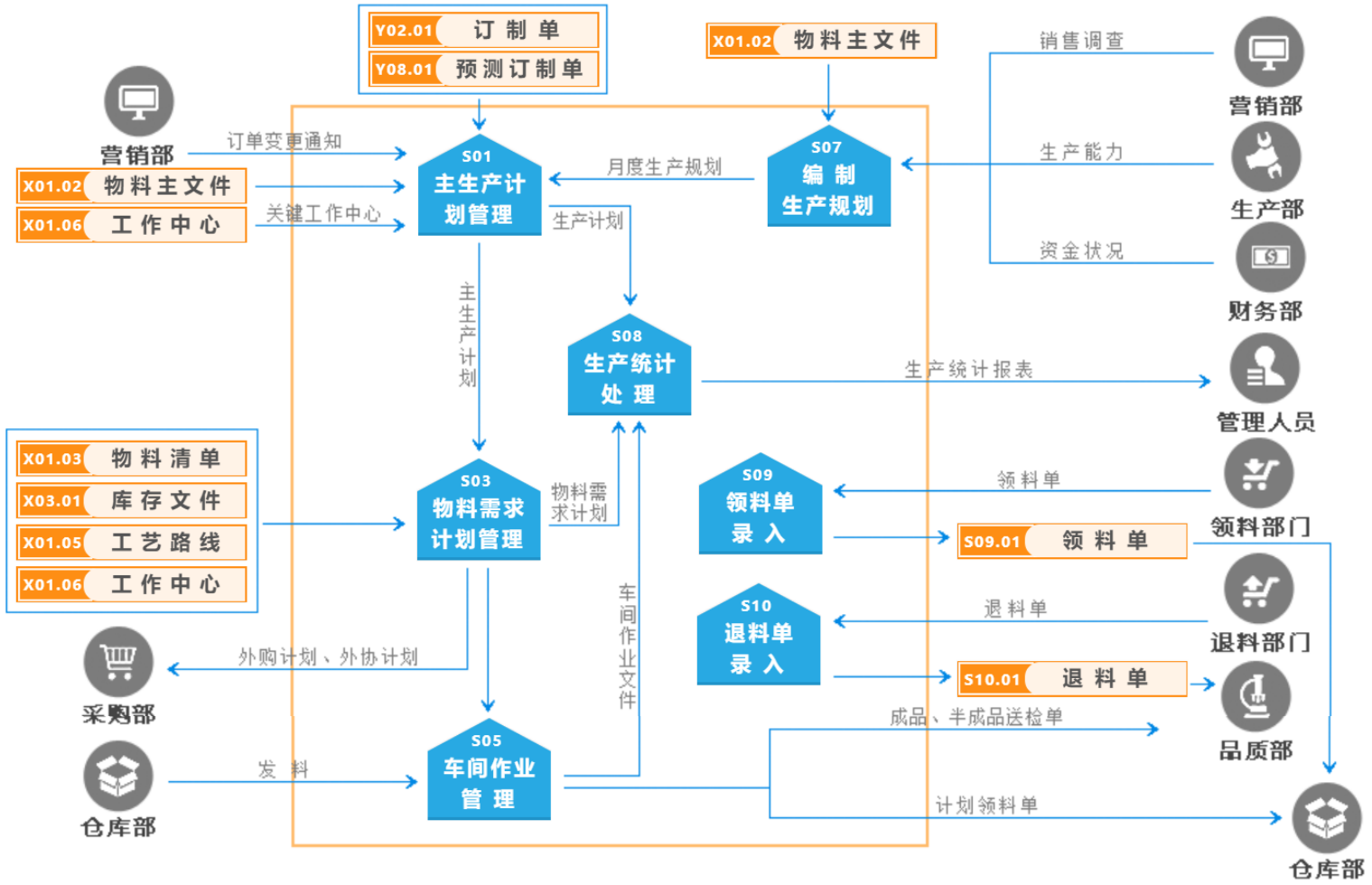
- **销售与运营计划**：促进一系列计划工作的协调进行，包括市场计划、财务计划、运营计划以及人力资源计划。
- **生产计划和控制**：系统提供重复生产和定制生产两种模式。ERP系统涵盖生产的全部事务，包括产能、物料需求计划、准时生产制、成本计算、材料加工清单以及数据库维护。
- **物料管理**：包括供应链中的原材料购买、供应商评价、发票管理等环节，同时也包括通过库存与仓储管理来提高物料的有效管理。
- **质量管理**：针对质量控制和保证工作。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



ERP系统生产模块业务流程

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

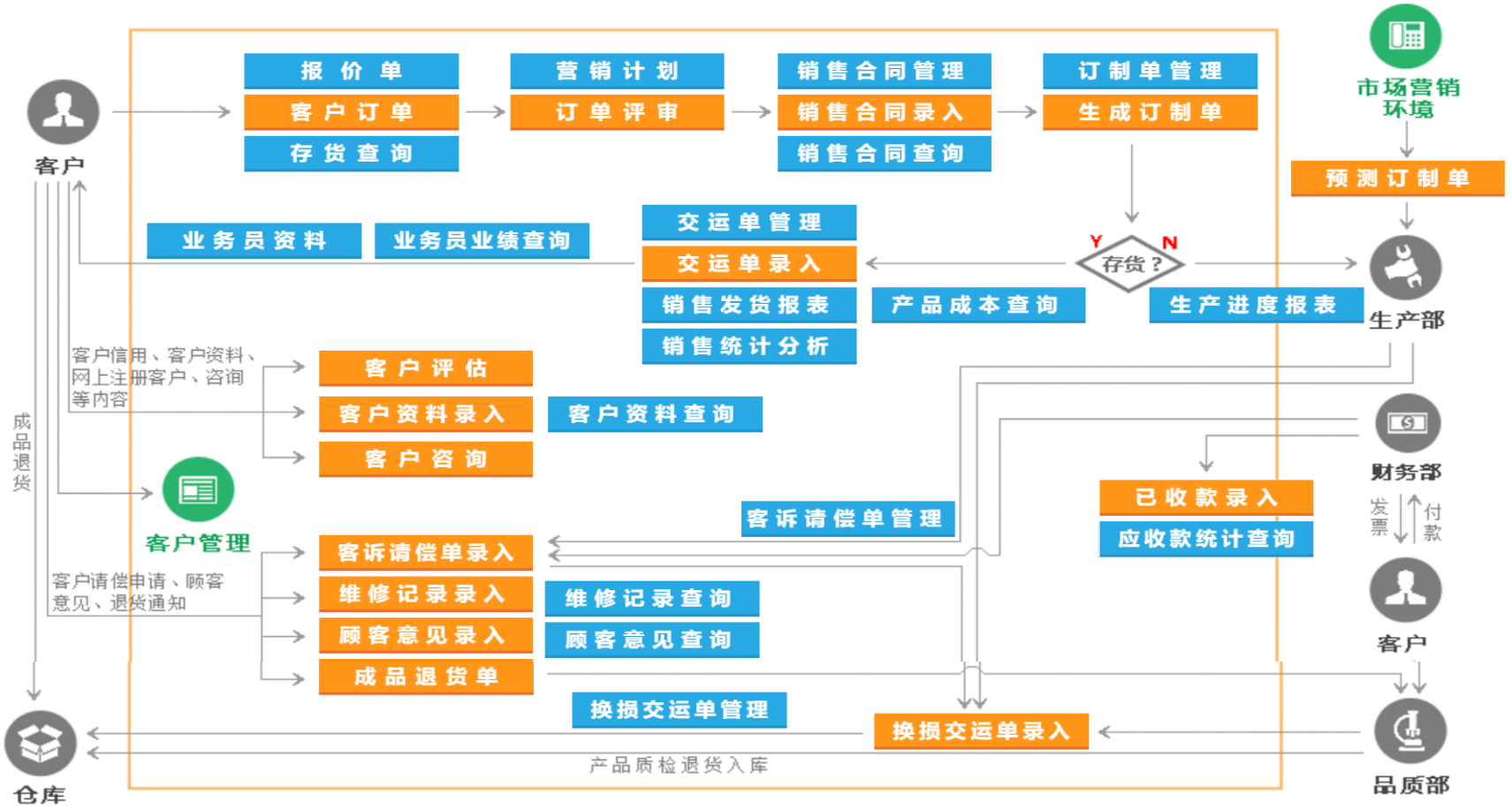


ERP系统生产模块数据流程

(3) 销售和市场

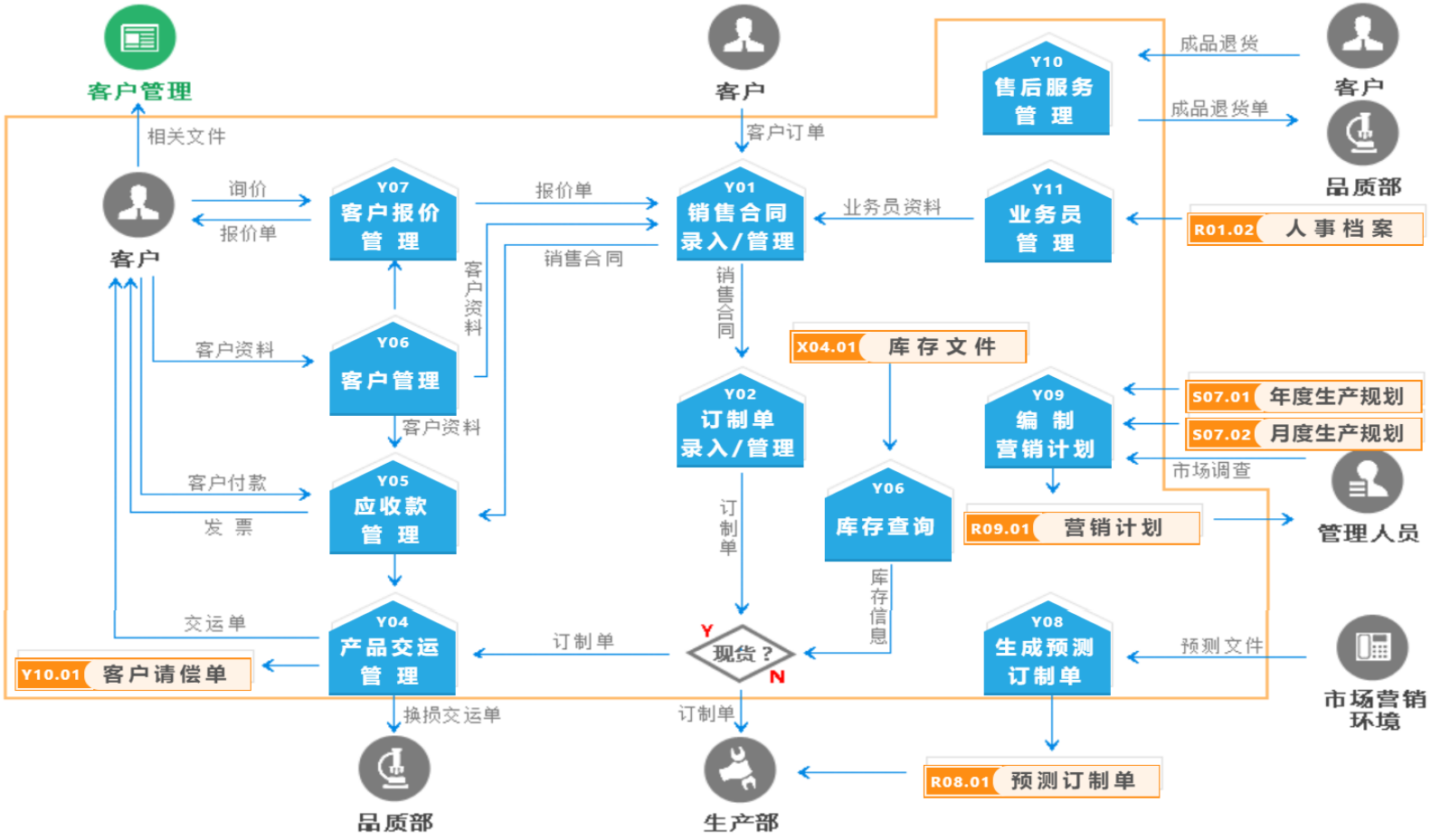
这部分支持包括客户管理、销售订单管理、预测、信用检查管理、分销与出口控制、出货与运输管理、票据及折扣处理。这些模块在全球范围内的运用已十分普遍，便于企业处理全球范围内的销售业务。比如，如果企业在上海收到了一份订单，但在当地产品缺货，那么企业很可能从其他分部的仓储调货，将这些货品集中配送至上海客户手里。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



ERP系统销售模块业务流程

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

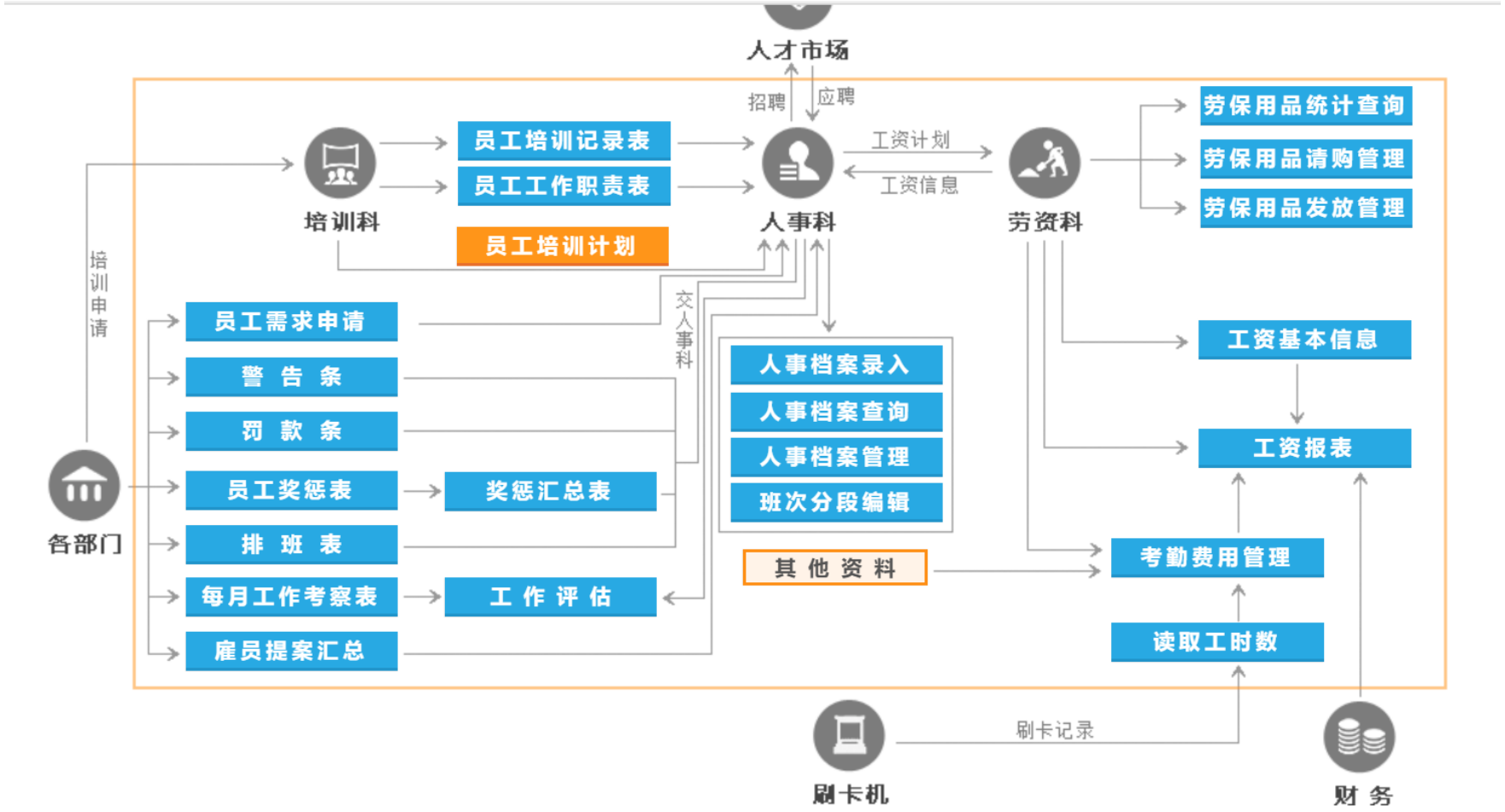


ERP系统销售模块数据流程

（4）人力资源管理

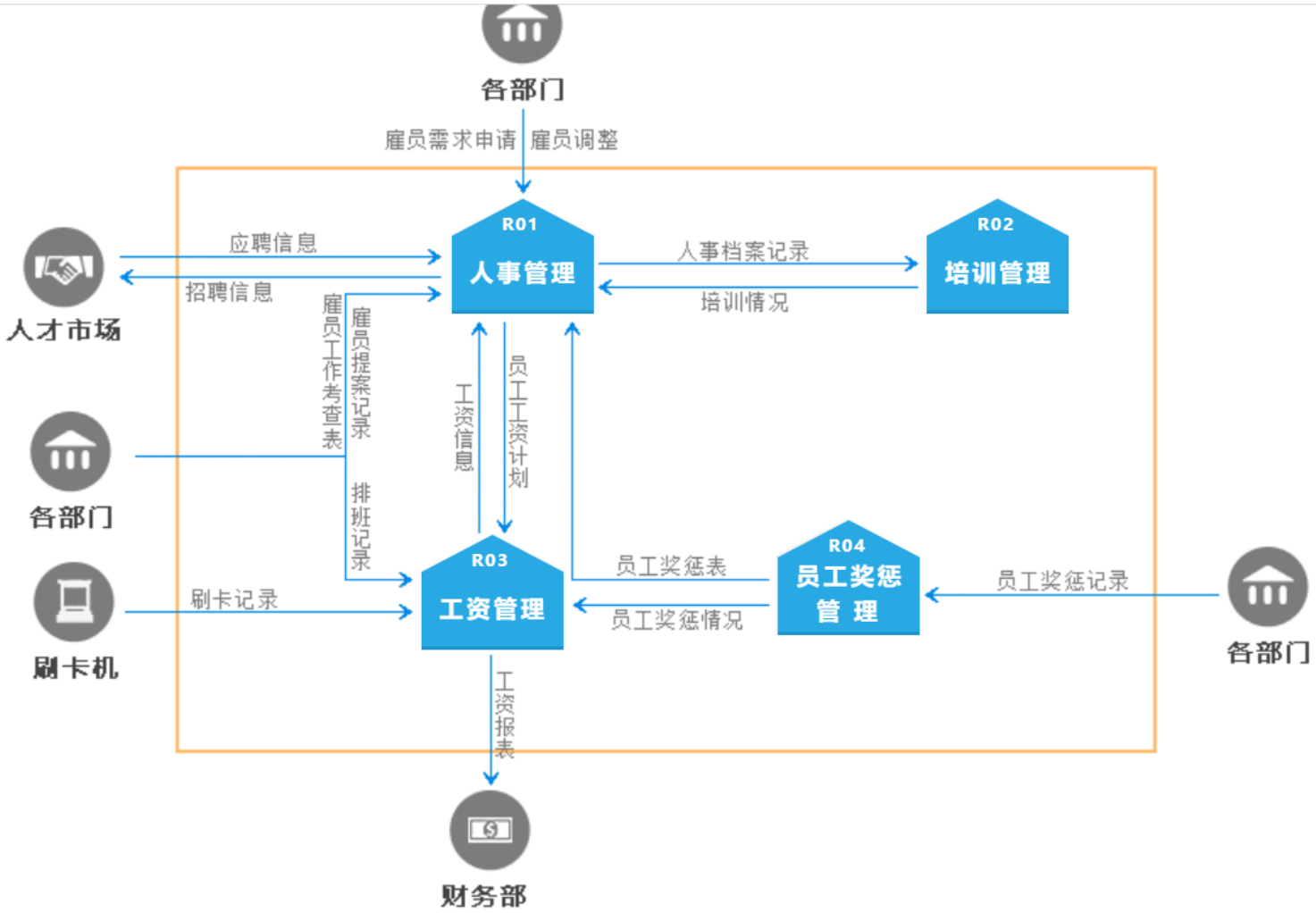
这部分系统支持员工的管理、排班、薪酬、招聘、培训等工作。常用的功能包括工资单、福利管理、招聘流程、个人发展管理、员工培训、排班计划、时间管理和差旅费管理等。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成



ERP系统人力资源管理模块业务流程

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

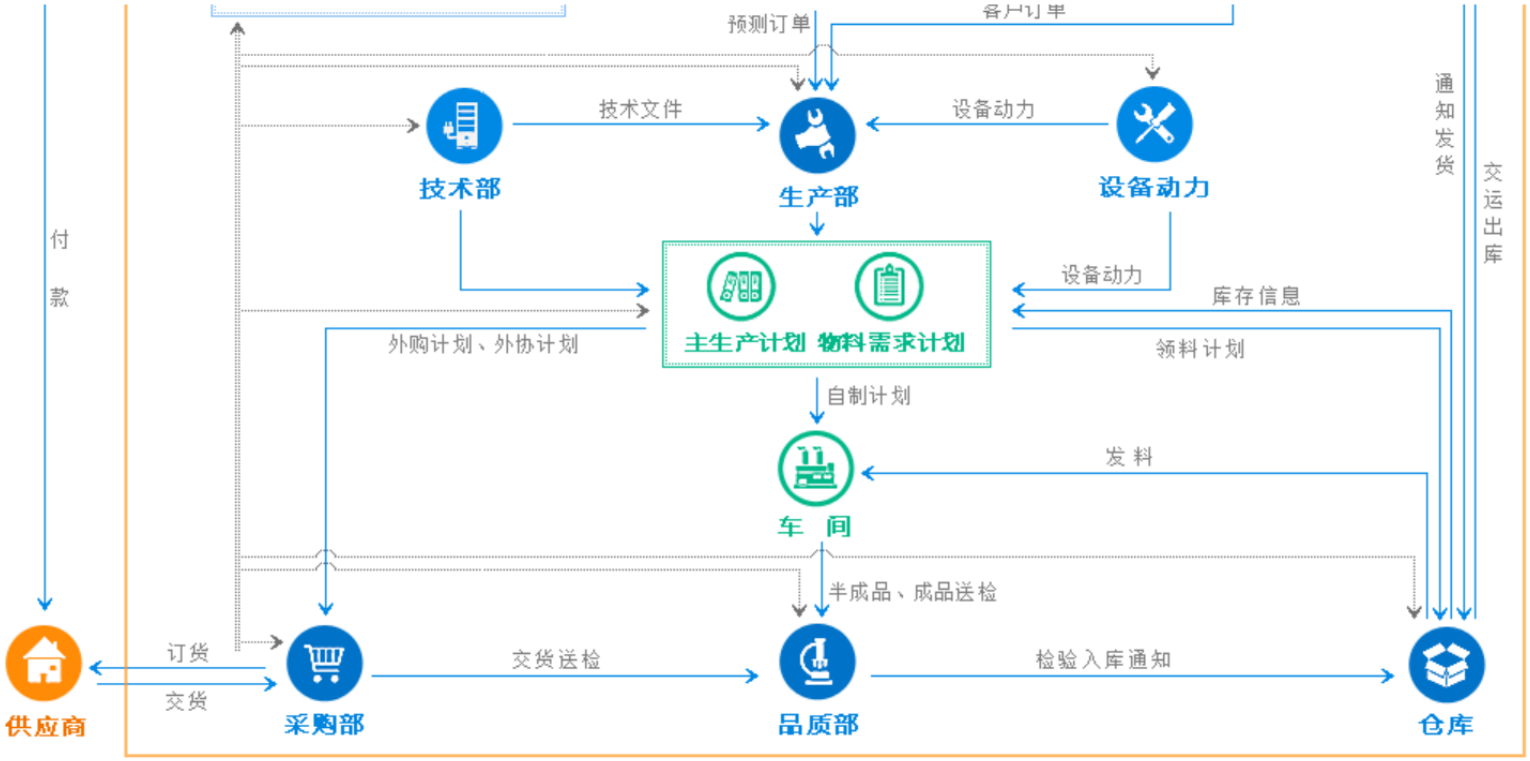


ERP系统人力资源管理模块数据流程

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

(5) 其他模块

- 采购部
- 技术部
- 设备动力
- 仓库……



（6）个性化模块

- 除了以上的标准模块外，会增加一些针对企业特殊需求的个性化模块。这些模块可能是根据不同的行业定制，比如说化工或石化企业、天然气公司、医院或银行等，提供特别的决策支持功能，如关键资源的最优配置。
- 个性化模块也广泛用于协调企业与上游供应商、下游客户的关系。

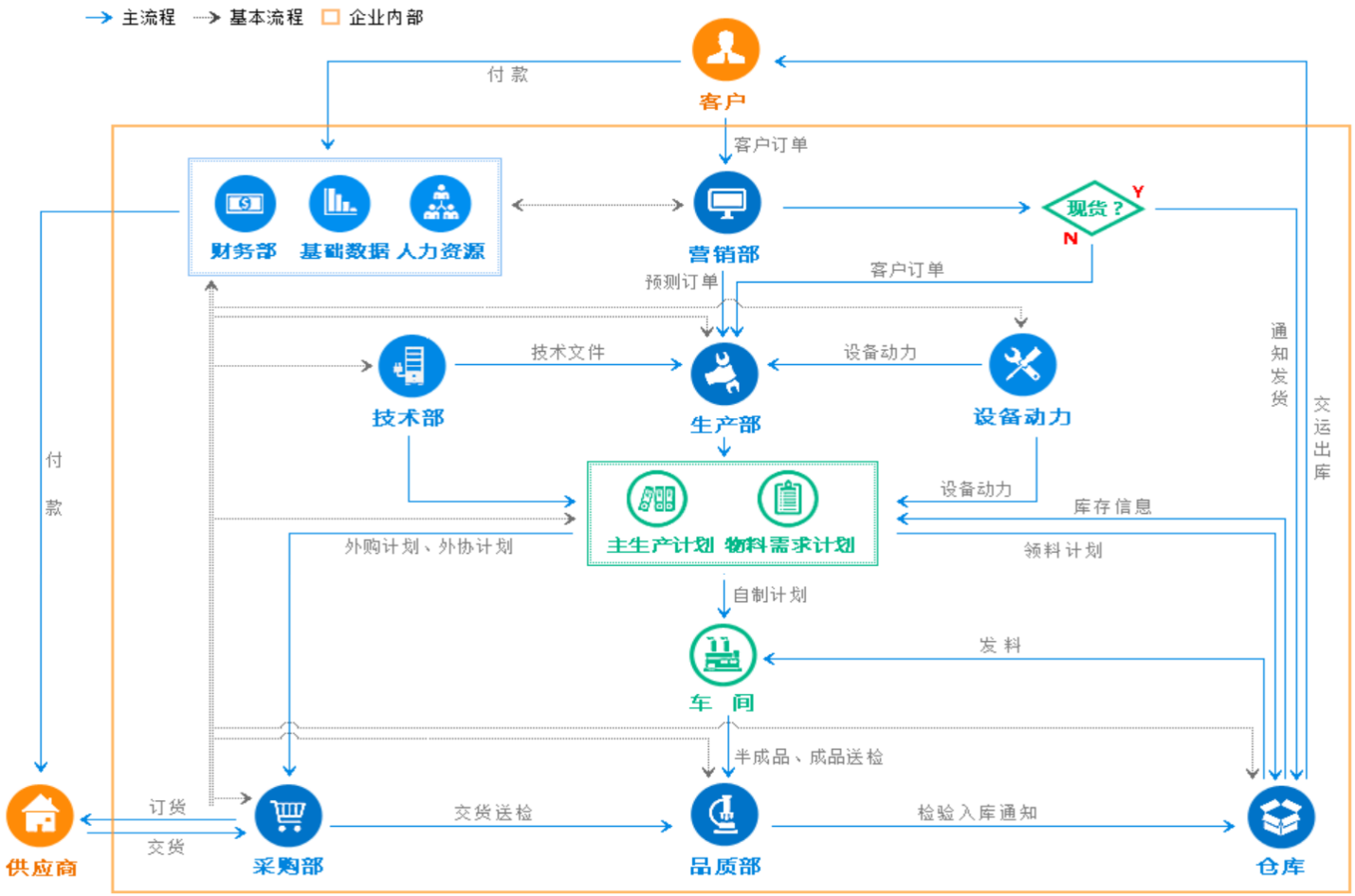
5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

数据集成：

- 如前所述，各个软件模块构成了ERP系统的核心，该核心能够高效处理各种商业事物，为企业运营各种必需的活动提供支持。各个模块使用共同的集成数据库，处理企业的各种事物。
- **集成数据库的主要价值在于**：在流程中，数据信息不需要重复录入，从而减少工作量和差错的出现。

5.1.2 ERP系统的功能模块与集成

从订单接收到交付的各功能模块无缝集成的全数字化运营流程：



第5章 企业资源计划

5.1 ERP概述

5.2 MRP及其运算逻辑

5.3 MPS及其运算逻辑

5.4 能力需求管理

5.5 ERP面临的困境和未来发展趋势

5.2.1 MRP的基础信息

1. MRP的主要输入信息

（1）主生产计划（Master Production Schedule，MPS）

MPS是完成品的计划表，描述一个特定完成品的生产时间和生产数量。依据MPS，MRP得以计算在完成品需求之下的所有零部件和原材料的需求量。

主生产日程汇总查询

零件号：02-0010　ERASER REFILL PACK　需要MRP：N
地点：train　制造提前期：3　计划订单：Y　采/制：M
库存量：2,100.0　EA
采购提前期：0　订货量：0
最小订量：100
订货原则：POQ　安全库存量：100　合格率：100.00%　最大订量：0
订货周期：7　安全期：0　时界：0　订单倍数：0

	过去 09/28/19	09/29/19 10/05/19	10/06/19 10/12/19	10/13/19 10/19/19	10/20/19 10/26/19	10/27/19 11/02/19	11/03/19 11/09/19
生产预测	0	0	0	0	0	0	0
预测	0	50	0	20	100	70	750
客户订单	0	650	780	760	700	750	100
总需求量	0	0	0	0	0	0	0
主日程	0	0	0	360	770	1500	910
预计库存量	2100	1400	620	200	170	850	910
可供货量	270	0	0	0	70	750	810

	过去 11/09/19	11/10/19 11/16/19	11/17/19 11/23/19	11/24/19 11/30/19	12/01/19 12/07/19	12/08/19 12/14/19	12/15/19 12/21/19
生产预测	0	0	0	0	0	0	0
预测	990	810	480	600	630	700	680
客户订单	3740	0	300	150	100	0	0
总需求量	0	0	0	0	0	0	0
主日程	3540	0	780	750	730	700	680
预计库存量	910	100	100	100	100	100	100
可供货量	1900	0	480	600	630	700	680

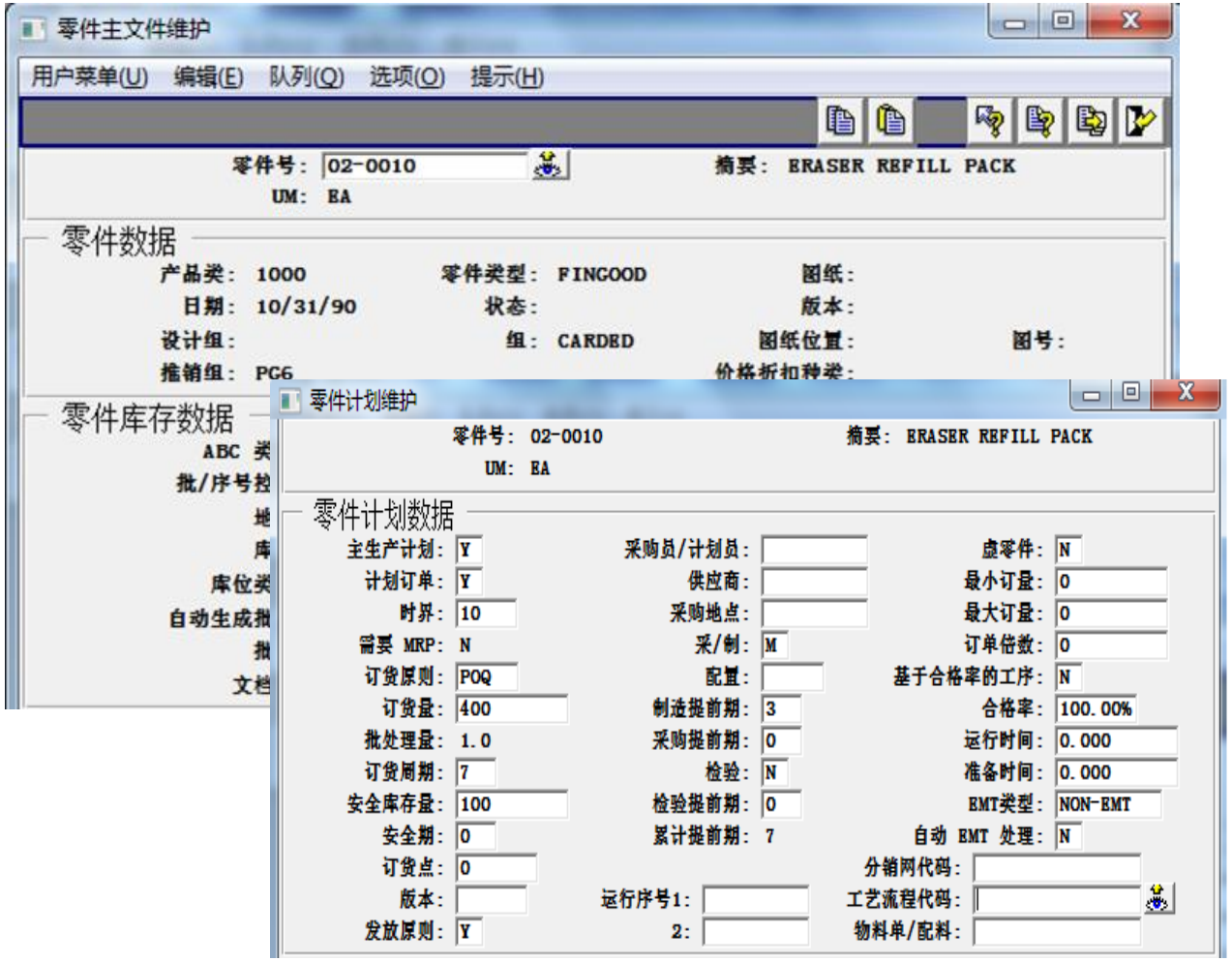
5.2.1 MRP的基础信息

（2）独立需求（Independent Demand）

由于某些MRP处理的下阶物料可能除了具有相关需求外，还有部分独立需求，此时MRP可以合并处理。

（3）材料主文件（Item Master，IM）

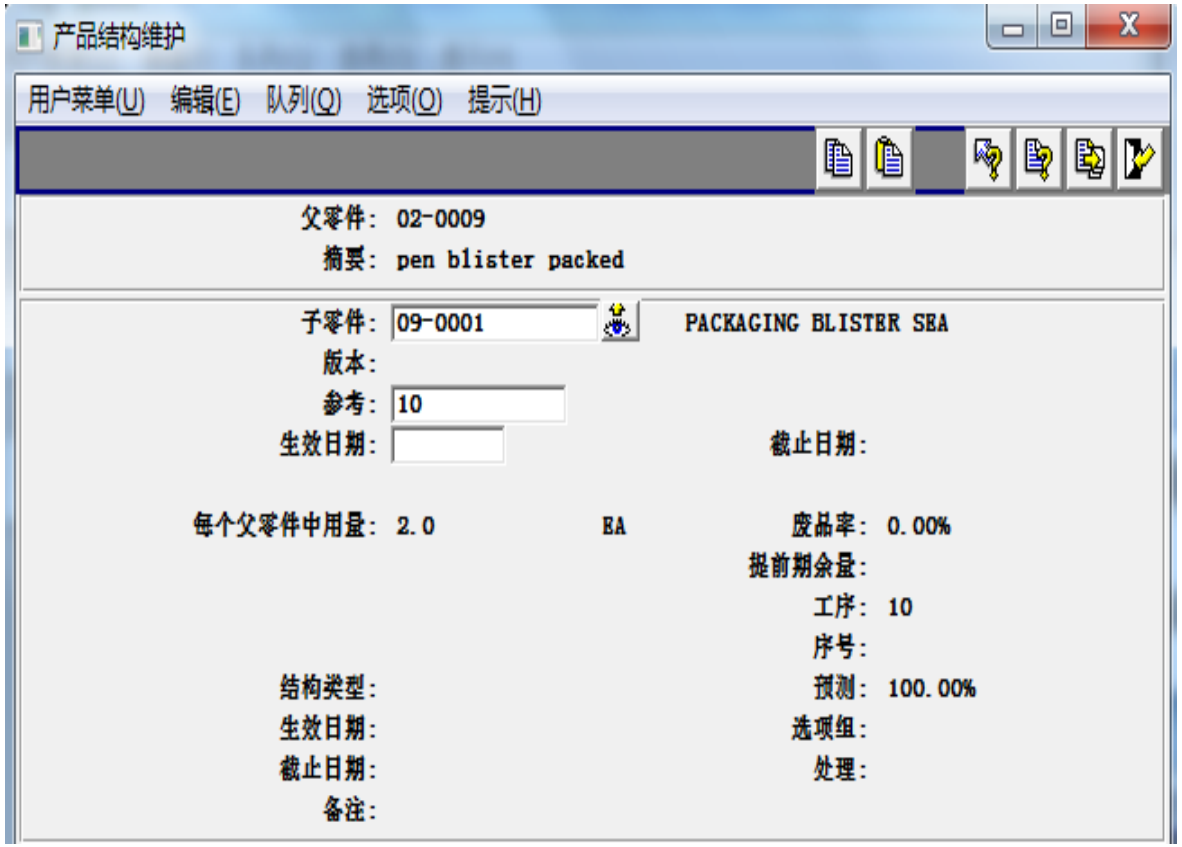
- 件号（Item Number）
- 批量法则（Lot Sizing Rule, LSR）
- 批量大小（Lot Size, LS）
- 前置时间或提前期（Lead Time, LT）
- 安全库存（Safety Stock, SS）
- 良品率（Yield）



5.2.1 MRP的基础信息

（4）材料表（Bill of Material, BOM)

材料表也称为**物料清单**，描述一个父件和其多个子件之间的关系。一个产品的材料结构一般由多个相关材料表构成，称为**产品结构**。材料表与产品结构以阶层的方式描述组成一个产品的材料。



材料表中的几个主要属性：

- 单位用量（Quantity-Per, QP）
- 损耗率（Scrap Rate）

5.2.1 MRP的基础信息

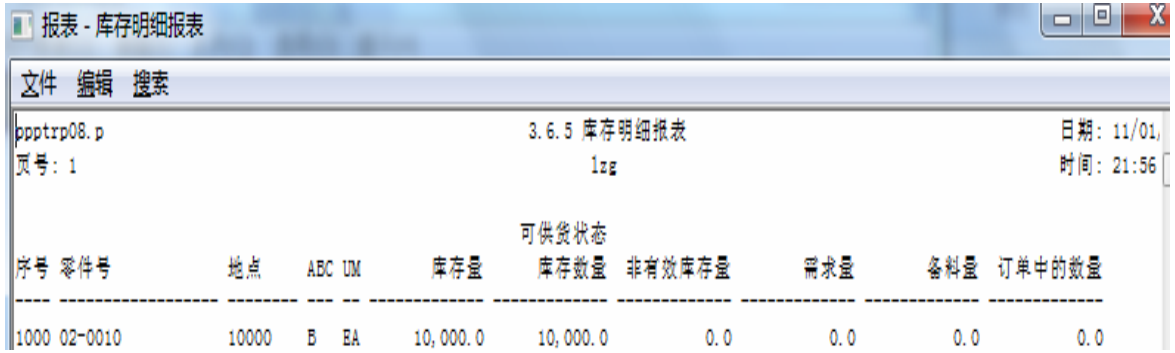
（5）库存状态（Inventory Status）

- 在库量（On Hand Inventory, OH）：执行MRP时正在仓库中的库存量。
- 在途量（Scheduled Receipts, SR）： 在未来某一时间会取得的量，又称“已开订单量”或“已订未交量”。
- 保留量（Allocated Inventory, AL）：表示已被指定用于某个发出的制令单、外包单或调拨单，预定从仓库领出但实际尚未领出的量。

物料需求计划明细查询

零件号：04-0009　库存量：1,000.0　地点：train
Pen Assembly　UM：EA　采/制：M
采购员/计划员：　订货原则：LFL　最小订量：0
制造提前期：5
主生产计划：N　订货周期：40　最大订量：0
采购提前期：0
需要 MRP：N　时界：0　订单倍数：0
检验提前期：0
计划订单：Y　安全期：0　订货量：0　检验：N
发放原则：Y　安全库存量：500　合格率：100.00%　累计提前期：12

到期日	总需求量	计划收货量	预计库存量	计划订货量	详述
07/01/17			1,000		开始有效



报表 - 库存明细报表

文件　编辑　搜索

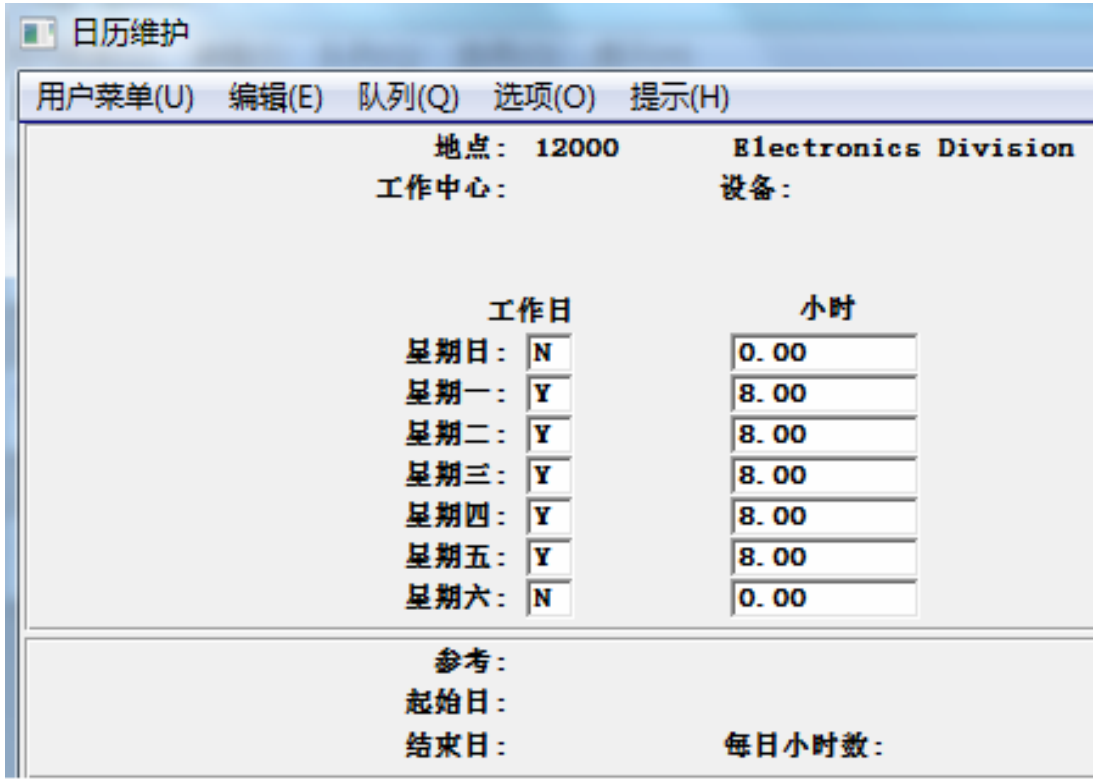
ppptrp08.p　3.6.5 库存明细报表　日期：11/01,
页号：1　lzg　时间：21:56

序号	零件号	地点	ABC	UM	库存量	可供货状态 库存数量	非有效库存量	需求量	备料量	订单中的数量
1000	02-0010	10000	B	EA	10,000.0	10,000.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.2.1 MRP的基础信息

（6）工厂日历（Shop Calendar）

- 时段（Time Bucket）：如编号周历、编号日历等。
- 计划期间（Planning Horizon）：是指MPS或MRP所涵盖的总时间，至少包括所有完成品所需的采购、制造等累计提前期。



2. MRP处理逻辑的七个关键变量

（1）**毛需求/总需求**（Gross Requirement,

（2）**在途量**（Scheduled Receipts, SR）：

（3）**预计在库量**（Projected on Hand, PO

的期末预计在库量（只是决定某期是否有

（4）**净需求**（Net Requirement, NR）：

（5）**计划订单收料**（Planned Order Recei

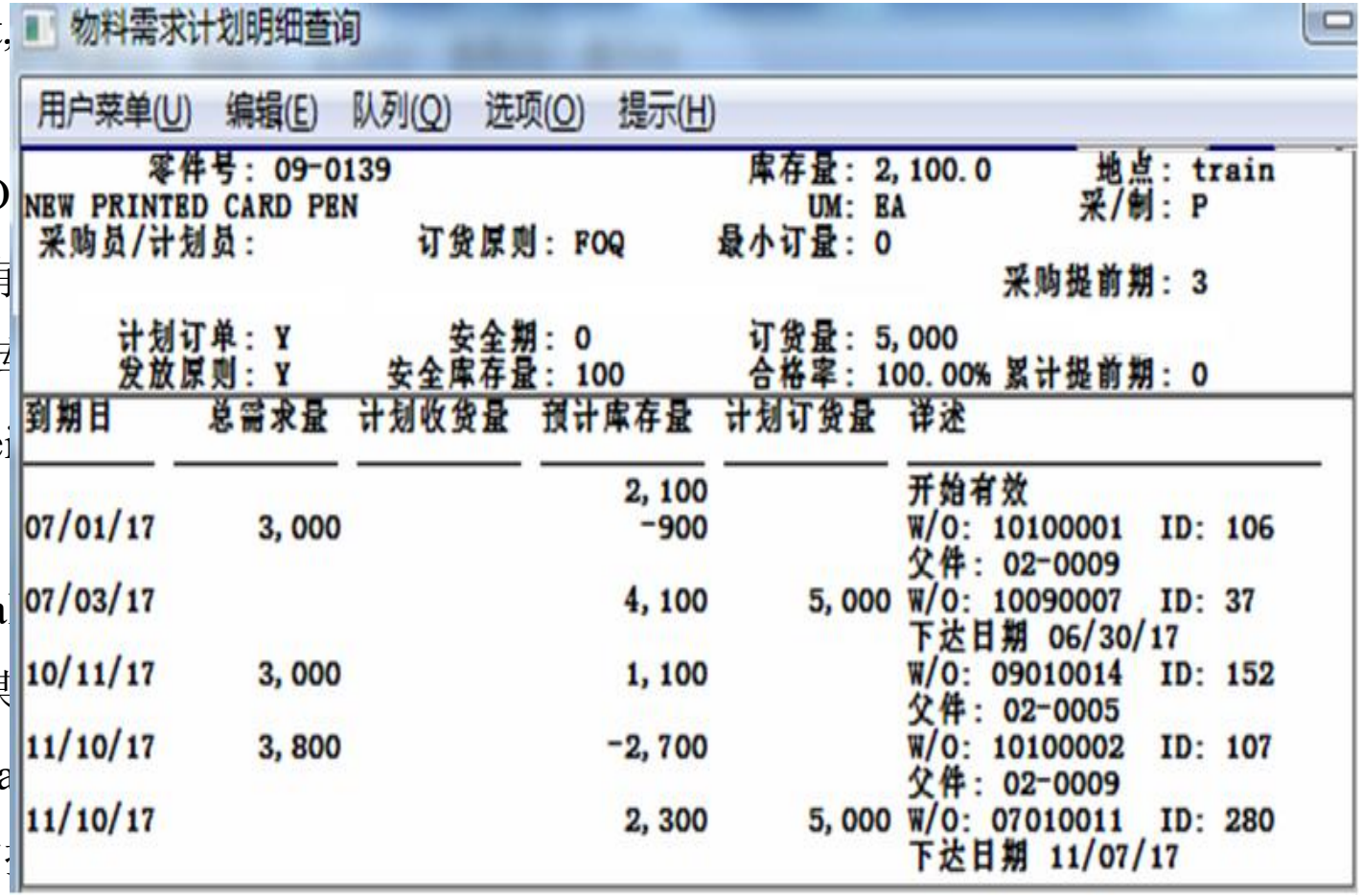
期末计划补充到位的物料数量。

（6）**预计可用量**（Projected Available Ba

况下，该期期末预计的在库量（是物料某

（7）**计划订单发出**（Planned Order Relea

充某物料，需要将该物料某期PORC向前



物料需求计划明细查询

用户菜单(U) 编辑(E) 队列(Q) 选项(O) 提示(H)

零件号：09-0139　库存量：2,100.0　地点：train
NEW PRINTED CARD PEN　UM：EA　采/制：P
采购员/计划员：　订货原则：FOQ　最小订量：0
采购提前期：3
计划订单：Y　安全期：0　订货量：5,000
发放原则：Y　安全库存量：100　合格率：100.00%　累计提前期：0

到期日	总需求量	计划收货量	预计库存量	计划订货量	详述
			2,100		开始有效
07/01/17	3,000		-900		W/O: 10100001 ID: 106 父件：02-0009
07/03/17			4,100	5,000	W/O: 10090007 ID: 37 下达日期 06/30/17
10/11/17	3,000		1,100		W/O: 09010014 ID: 152 父件：02-0005
11/10/17	3,800		-2,700		W/O: 10100002 ID: 107 父件：02-0009
11/10/17			2,300	5,000	W/O: 07010011 ID: 280 下达日期 11/07/17

3. 逾期量

MRP定期被执行，每次执行后会产生新的物料需求文档，同时，计划期间所涵盖的时段往后平移一期，例如上次MRP的计划期间涵盖1-12期，下次MRP涵盖的计划期间实际为2-13期，此为“滚动式排产”。**执行MRP时，上期未被冲销的数量会被滚入逾期时段里，称为逾期量**。

4. 最低阶码

一个最终产品的组成结构中，最顶层或最上阶材料的阶码定为0，其下各个零部件依序定为1，2，…，N阶。一个材料可能出现在一个产品的不同阶次或多个产品的多个阶次中，系统是以该材料在所有产品结构中出现的最低的阶次码定为其**最低阶码**，并以此决定其在MRP系统中运算的先后次序。

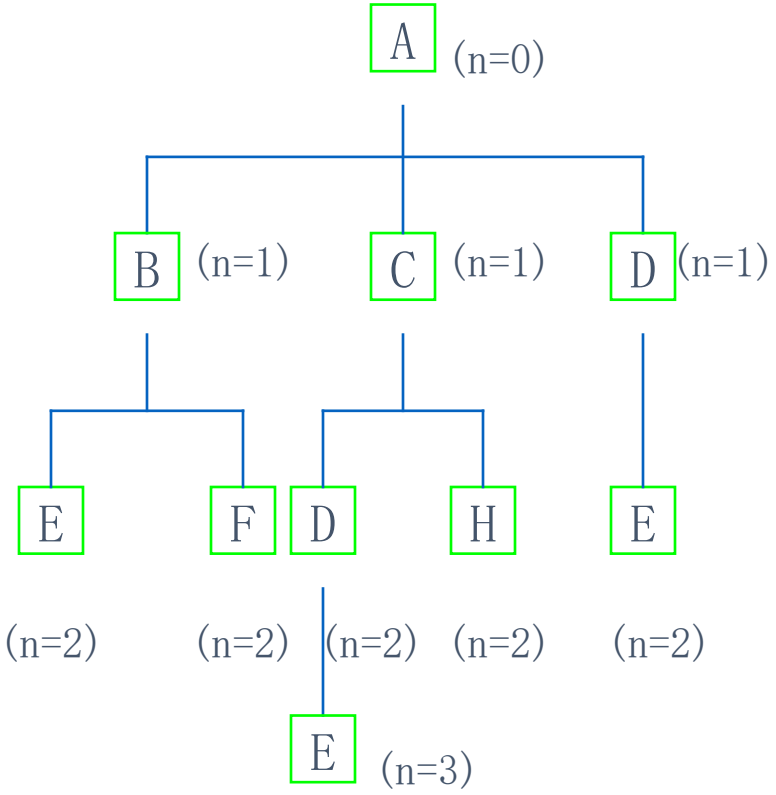
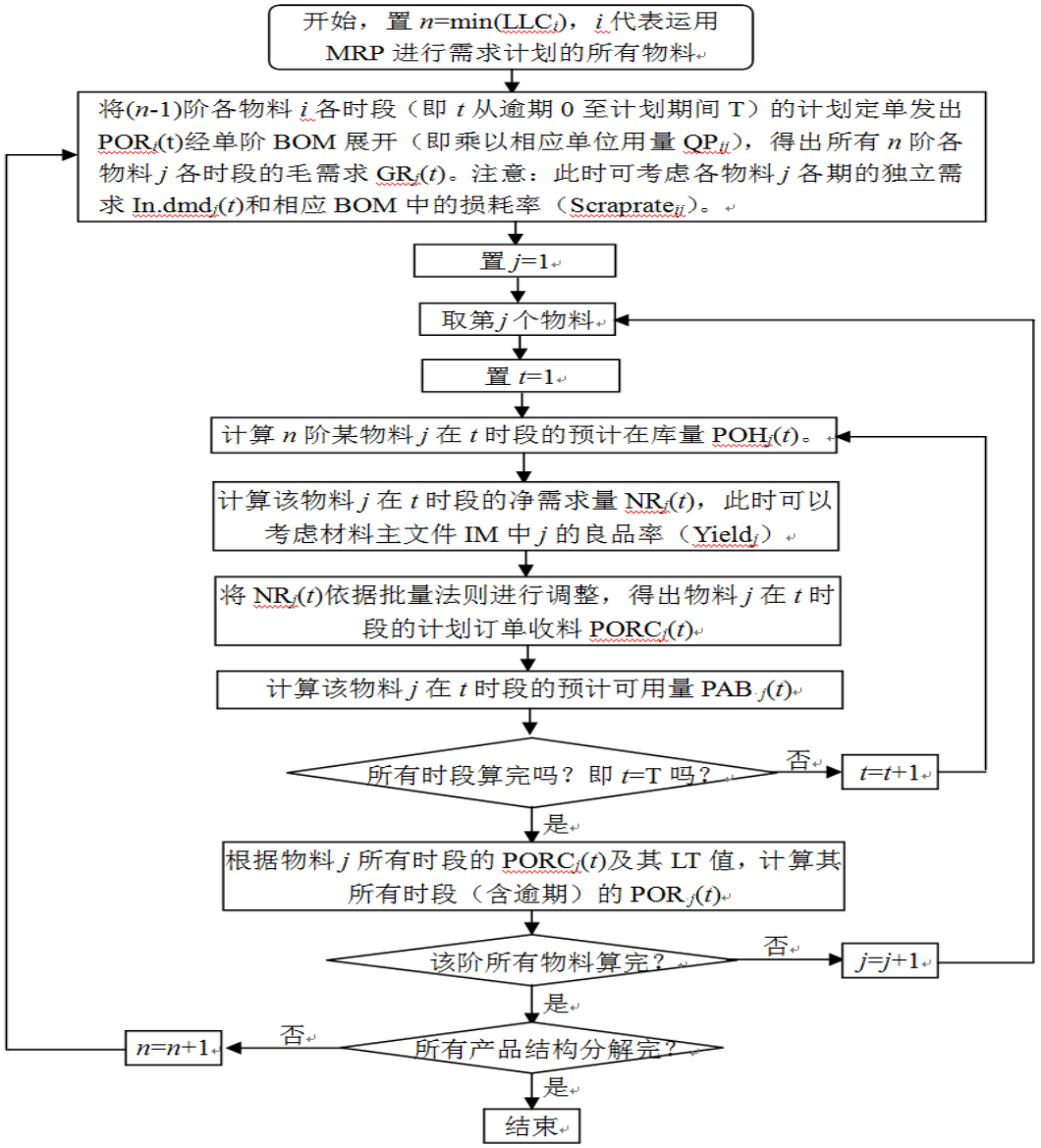


图5-7 单一产品案例

5.2.2 MRP逻辑

1. MRP基本工作逻辑流程



2. MRP基本运算逻辑

（1）毛需求/总需求GR的运算逻辑：

$$
GR_j(t)=\begin{cases}
\sum_{i=1}^{m}\frac{POR_i(0)\times QP_{ij}}{1-Scraprate_{ij}}+In.dmd_j(0) & t=0 \\
\sum_{i=1}^{m}\frac{POR_i(1)\times QP_{ij}}{1-Scraprate_{ij}}+In.dmd_j(1)+GR_j(0) & t=1 \\
\sum_{i=1}^{m}\frac{POR_i(t)\times QP_{ij}}{1-Scraprate_{ij}}+In.dmd_j(t) & 2\le t\le T
\end{cases}
$$

$GR_j(t)$：子件j在t时段的毛需求，m：子件j的所有直接单阶父件i的总个数，$POR_i(t)$：父件i在t时段的计划订单发出，QP_{ij}：子件j组成父件i时的单位用量，$Scraprate_{ij}$:子件j组成i时损耗率，$In.dmd_j(t)$：物料j在t时段的独立需求。

5.2.2 MRP逻辑

（2）在途量SR的运算逻辑：其数据由系统记录档案直接给出，无需公式计算。

（3）预计在库量POH的运算逻辑：

$$\mathrm{POH}_j(t)=\begin{cases}\mathrm{OH}_j+\mathrm{SR}_j(1)+\mathrm{SR}_j(0)-\mathrm{AL}_j-\mathrm{GR}_j(1) & t=1\\ \mathrm{PAB}_j(t-1)+\mathrm{SR}_j(t)-\mathrm{GR}_j(t) & 2\le t\le T\end{cases}$$

$\mathrm{POH}_j(t)$：物料j在t时段的预计在库量，OH_j：物料j的当前在库量，AL_j：物料j当前的保留量，$\mathrm{PAB}_j(t)$：物料j在t时段的预计可用量。

5.2.2 MRP逻辑

（4）净需求NR的运算逻辑：

$$\mathrm{NR}_j(t) = IF\left\{\mathrm{POH}_j(t) \geq \mathrm{SS}_j,\ 0,\ \frac{\mathrm{SS}_j - \mathrm{POH}_j(t)}{\mathrm{Yield}_j}\right\} \qquad 1 \leq t \leq T$$

$\mathrm{NR}_j(t)$：物料j在t时段的净需求，$\mathrm{POH}_j(t)$：物料j在t时段的预计在库量，SS_j：物料j的安全库存，Yield_j：物料j的良品率。

5.2.2 MRP逻辑

（5）计划订单收料PORC的运算逻辑：

$$\mathrm{PORC}_j(t) = F\left(\mathrm{NR}_j(t), \mathrm{LSR}\right) \qquad 1 \le t \le T$$

$\mathrm{PORC}_j(t)$：物料j在t时段的计划订单收料， $\mathrm{NR}_j(t)$：物料j在t时段的净需求，LSR：批量法则的集合，如最小订购量法、定量批量法，$F(\mathrm{NR}_j(t), \mathrm{LSR})$：一个函数，形式取决于LSR。

（6）预计可用量PAB的运算逻辑：

$$\mathrm{PAB}_j(t) = \mathrm{POH}_j(t) + \mathrm{PORC}_j(t) \qquad 1 \le t \le T$$

$\mathrm{PAB}_j(t)$：物料j在t时段的预计可用量， $\mathrm{POH}_j(t)$：物料j在t时段的预计在库量， $\mathrm{PORC}_j(t)$：物料j在t时段的计划订单收料。

5.2.2 MRP逻辑

（7）计划订单发出POR的运算逻辑：

$$
\mathrm{POR}_j(t)=\begin{cases}\sum_{k=1}^{\mathrm{LT}_j}\mathrm{PORC}_j(k) & t=0\\ \mathrm{PORC}_j(t+\mathrm{LT}_j) & 1\le t\le T\text{-}\mathrm{LT}_j\\ 0 & T\text{-}\mathrm{LT}_j< t\le T\end{cases}
$$

$\mathrm{POR}_j(t)$：物料j在t时段的计划订单发出，$\mathrm{PORC}_j(t)$：物料j在t时段的计划订单收料， LT_j：物料j的提前期。

5.2.3 MRP基本逻辑模型的仿真案例分析

1. 假设条件

在本案例中，工厂日历的时段长度与前置时间的单位相同，都设为周。计划期间至少涵盖MPS物料X和Y所需的制造和采购的累计提前期，假设X和Y自身的提前期都为一周，则由后面材料主文件和材料表可得最大累计提前期的计算结果为6周，这里取计划期间T为9周。

5.2.3 MRP基本逻辑模型的仿真案例分析

2. 已知条件

见表5.1至5.6。

表5.1 主生产计划MPS物料X和Y的POR数据（节选自MPS报表）

时段	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	0	200	0	100	0	200	0	100	0	200
Y	0	200	150	100	100	100	100	100	100	100

表5.2 MRP物料自有的独立需求（含逾期）

时段	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	20	20	0	10	10	0	10	10	0	10
C	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10

5.2.3 MRP基本逻辑模型的仿真案例分析

表5.3 材料主文件中各MRP物料的基本属性

件号	前置时间 LT	安全库存 SS	批量法则 LSR	批量大小 LS	良品率 Yield
A	2 周	10	最小订购量法	500	100%
B	1 周	10	最小订购量法	300	95%
C	2 周	20	定量批量法	600	90%
D	1 周	20	定量批量法	500	100%
E	2 周	30	定量批量法	500	100%

5.2.3 MRP基本逻辑模型的仿真案例分析

表5.4　材料表BOM中的基本属性

父件件号	子件件号	序号	单位用量 QP_{ij}	损耗率 $Scraprate_{ij}$
X	A	10	1	3%
	B	20	2	5%
Y	A	10	2	5%
	C	20	2	6%
B	C	10	1	3%
	D	20	1	0%
C	E	10	0.5	10%

41

5.2.3 MRP基本逻辑模型的仿真案例分析

表5.5 在途量SR信息（含逾期）

时段	0	1	2	3 至 9
A	0	500	0	0
B	100	300	0	0
C	0	600	0	0
D	0	500	0	0
E	0	500	0	0

表5.6 在库量OH和保留量AL信息

	在库量 OH	保留量 AL
A	300	200
B	250	200
C	300	0
D	400	300
E	300	0

◆**请课后练习运用Excel求解分析，参见本书第165-168页的详细计算步骤及模拟结果。**

第5章 企业资源计划

5.1 ERP概述

5.2 MRP及其运算逻辑

5.3 MPS及其运算逻辑

5.4 能力需求管理

5.5 ERP面临的困境和未来发展趋势

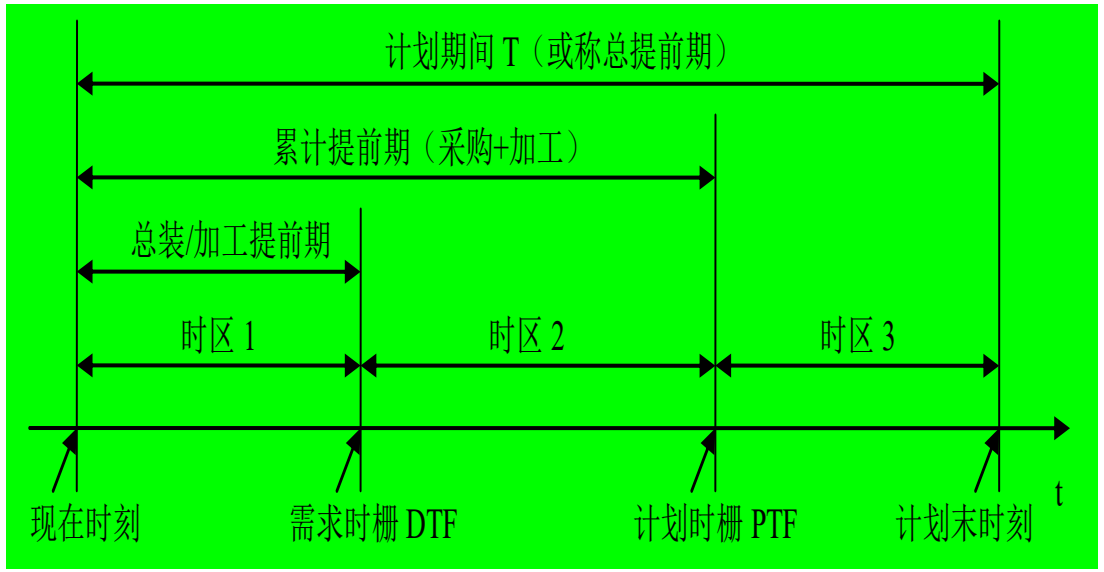
1. 分期间订购点法

- MPS是在考虑生产规划、预测、待交订单、关键材料、关键产能以及管理目标和政策的基础上，决定完成品（或模块/部件）的生产排产及可答应量的程序，应用的是分期间订购点法。
- **分期间订购点法（Time Phased Order Point, TPOP）**是一种处理独立需求性质产品库存补充的方法，它将未来时间分割成等分时段，并依各期具体需求来规划补充订单。

2. MPS相关时间概念

产品从计划、采购、投入到产出需经历一个时间段，即存在提前期。对计划的下达和修改会受到这个时间的约束，且随着时间的推移，各个时间节点对计划的影响力各有不同。因此，引入时区与时栅的概念。

- **时区**：是一段时间包含的跨度。
- **时栅或时界**：对应某一时刻点。一般整个计划期间有需求时栅（Demand Time Fence, DTF）和计划时栅（Planning Time Fence, PTF）。



3. 可答应量

可答应量（Available to Promise, ATP）是企业库存及计划生产量中**未被承诺的部分**，通常显示在MPS报表中，以支持业务员让他们能合理地向顾客承诺订单的数量和交期。

- ATP仅出现在第1期及所有“有MPS的期别”，即MPS大于0的期别。
- $\mathrm{MPS}(t)=\mathrm{SR}(t)+\underbrace{\mathrm{FPO之PORC}(t)}+\mathrm{PORC}(t) \quad 1\le t\le T$

固定计划订单（Firm Planned Order, FPO）状态下的计划订单收料PORC

5.3.1 MPS概述

根据MPS的计算公式，进一步计算ATP：

- ATP(1)=OH+SR(0)+MPS(1)-逾期、第1期和其后连续无MPS各期的总承诺；
- ATP(t)= IF(MPS(t)>0，MPS(t)-当期和其后连续无MPS各期总承诺，空)，$2 \le t \le T$。

已承诺量的计算公式：

$$
\text{已承若量}(t)=\begin{cases} \text{客户订单}(0)+\text{调出}(0)+\text{上阶计划订单展开量}(0) & t=0 \\ \text{客户订单}(1)+\text{调出}(1)+\text{上阶计划订单展开量}(1)+\text{AL} & t=1 \\ \text{客户订单}(t)+\text{调出}(t)+\text{上阶计划订单展开量}(t) & 2 \le t \le T \end{cases}
$$

注意：上阶计划订单展开量或AL是针对非最终完成品但仍是MPS项目的物料/组件/模块（属于双阶或多阶MPS计划范畴）。

5.3.2 MPS/ATP算例

表5.7 主生产计划物料X的MPS与ATP

时段	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X（LT=1）	OH=	55	SS=	0	LSR=	FOQ	LS=	40	DTF=	4	PTF=	10	
预测	0	18	21	17	17	15	15	29	28	25	25	20	20
客户订单	0	19	20	15	25	12	18	14	16	20	20	15	15
GR	0	19	20	15	25	15	18	29	28	25	25	20	20
SR	0	0											
POH		36	16	1	-24	1	-17	-6	6	-19	-4	16	-4
PAB		36	16	1	16	1	23	34	6	21	36	16	36
NR		0	0	0	24	0	17	6	0	19	4	0	4
PORC		0	0	0	40	0	40	40	0	40	40	0	40
POR	0	0	0	40	0	40	40	0	40	40	0	40	0
MPS		0	0	0	40	0	40	40	0	40	40	0	40
ATP		1			3		22	10		20	5		25

5.3.2 MPS/ATP算例

ATP的具体计算过程：

- ATP(1)=55+0+0-0-19-20-15=1；
- ATP(4)=40-25-12=3；
- ATP(6)=40-18=22；
- ATP(7)=40-14-16=10；
- ATP(9)=40-20=20；
- ATP(10)=40-20-15=5；
- ATP(12)=40-15=25。

第5章 企业资源计划

5.1 ERP概述

5.2 MRP及其运算逻辑

5.3 MPS及其运算逻辑

5.4 能力需求管理

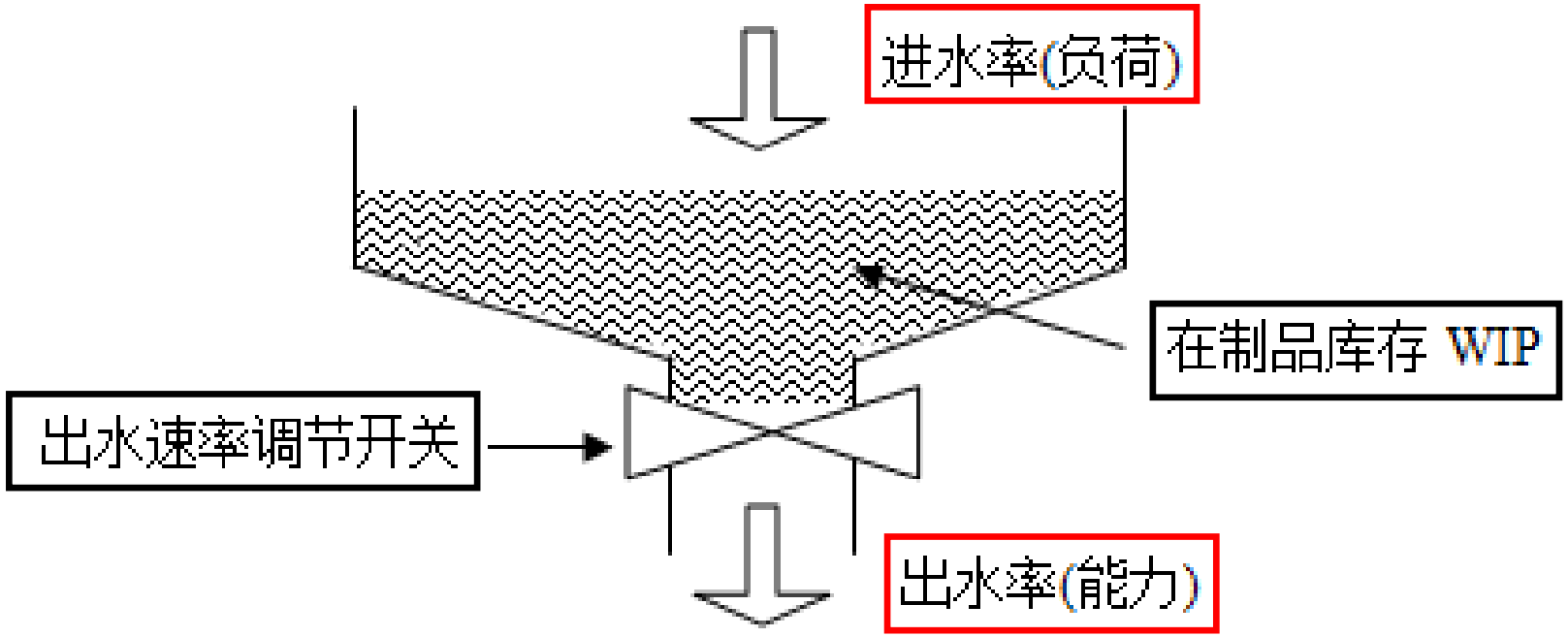
5.5 ERP面临的困境和未来发展趋势

5.4.1 能力需求管理概述

能力需求管理主要是将各级生产计划转换为相应的能力需求计划，然后估计可用能力，并确定应采取措施以**协调能力需求即负荷（Load）与可用能力（Capacity）**之间的关系。

- **负荷：**一个工作中心在某特定时段所完成或计划要完成的工作量。
- **能力：**一个工作中心在某个特定时段可处理的工作量。

5.4.1 能力需求管理概述

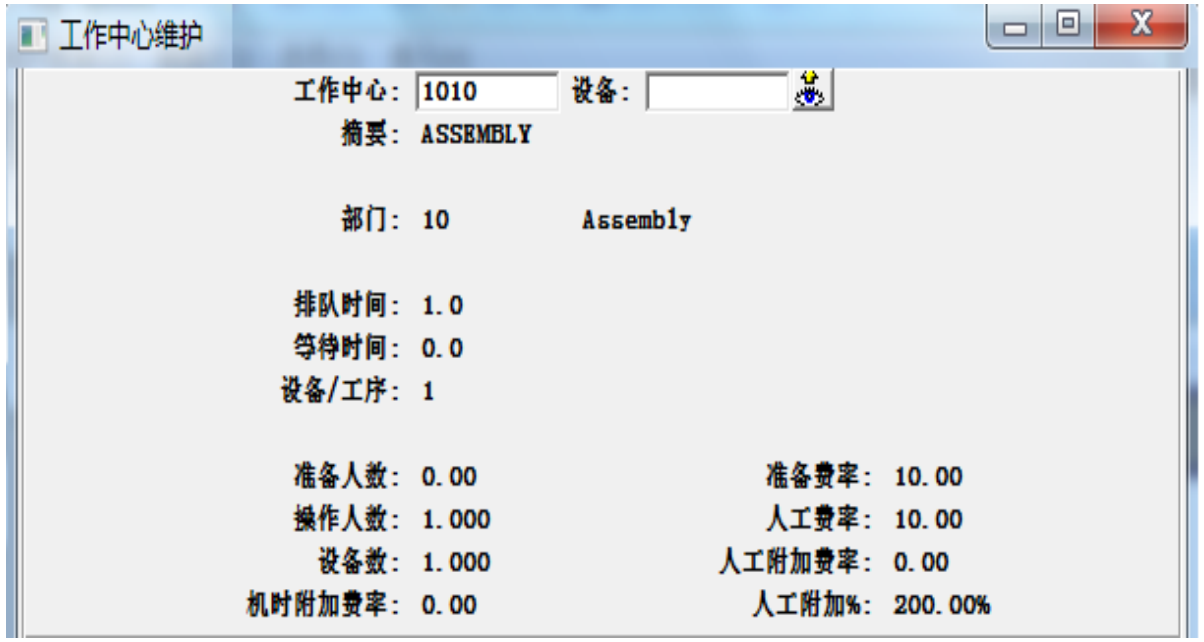


负荷与能力关系示意图

5.4.1 能力需求管理概述

1. 工作中心

工作中心（Work Center, WC）是各种生产能力单元的统称，属于**计划与控制范畴**，而不属于固定资产或设备管理范畴。



“工作中心维护”示例

5.4.1 能力需求管理概述

工作中心主要有四个方面的作用：

① 作为平衡负荷与能力的基本单元，是运行和分析能力计划的计算对象；

② 是车间作业分配任务和编制详细作业进度的基本单元；

③ 是车间作业计划完成情况的数据采集点，可作为准时生产（Just in Time, JIT）反冲的控制点；

④ 是计算加工成本的基本单元。

2. 工作中心有关能力与负荷相关数据的概念与计算

（1）**利用率**：机器实际开动时间与计划工作时间之比。

利用率=(实际工作小时数/计划工作小时数)×100%

（2）**效率**：说明实际消耗台时/工时与标准台时/工时的差异。

效率=(单件产品的额定加工时间/单件产品的实际加工时间)×100%

效率=(单位时间内的实际生产量/单位时间内的额定生产量)×100%

5.4.1 能力需求管理概述

（3）**工作中心的额定能力**：一个工作中心的额定能力取决于约束是设备还是人。

WC的设备(额定)能力=设备数量×设备工作时间×设备利用率×效率

WC的人员(额定)能力=人员数量×人员工作时间×人员利用率×效率

（4）**工作中心的负荷**：设备或人员为完成生产计划所需的工作量。

计划所需人员负荷=计划产量×单位产品额定工时

计划所需设备负荷=计划产量×单位产品额定台时

5.4.1 能力需求管理概述

（5）**负荷率**： 是指生产负荷与生产能力的比率。

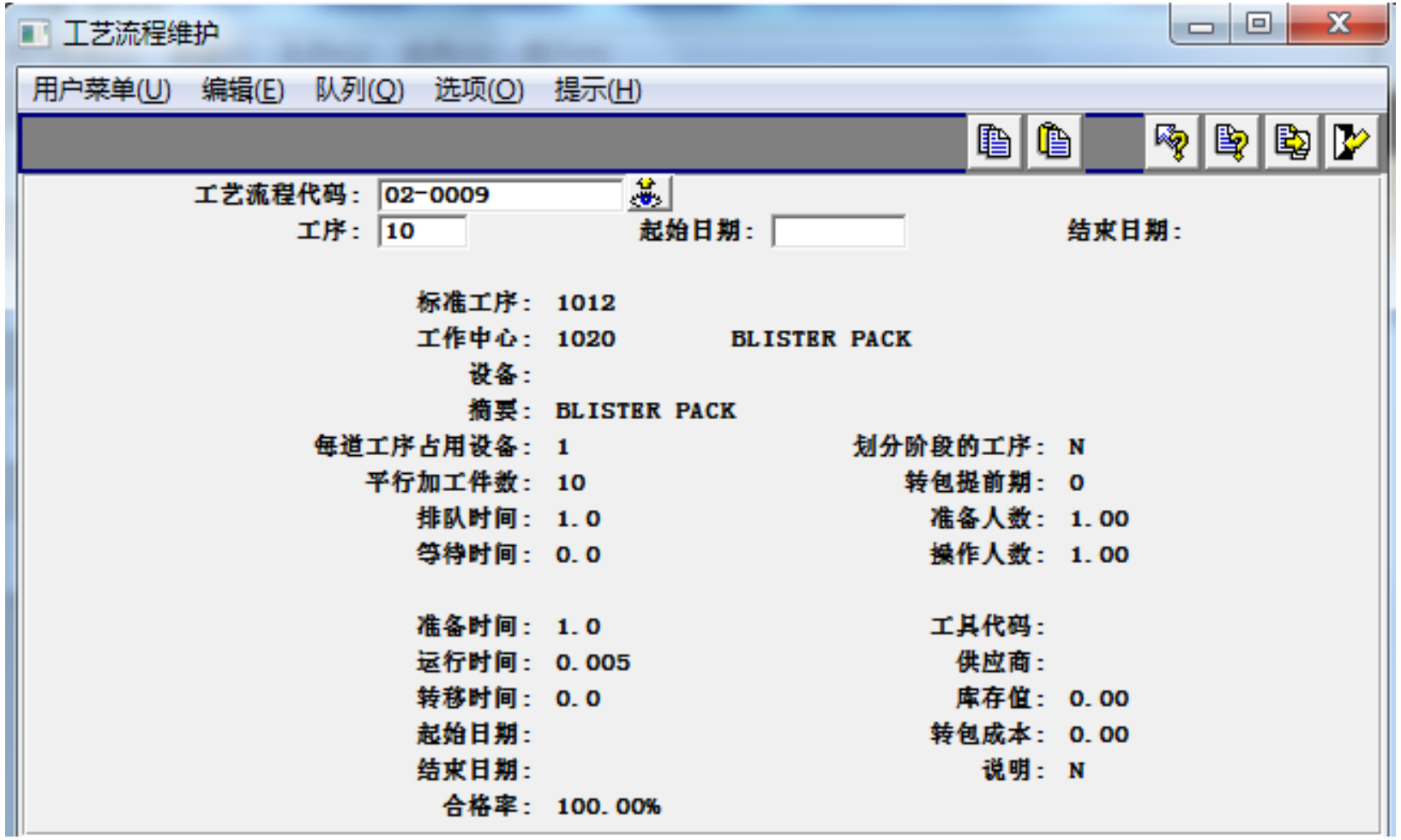
负荷率=（负荷/能力）×100%

3. 工艺流程

工艺流程/途程表（Routing）是对制造某特定物料的方法的详细描述，包含：

需要执行的作业顺序；作业名称；使用的工作中心；每个工作中心所需的机器；机器或工作中心准备作业时间（Setup Time）；加工时间（Run Time）的标准值；人力配置；每次加工的产出量（每回合加工数）.....

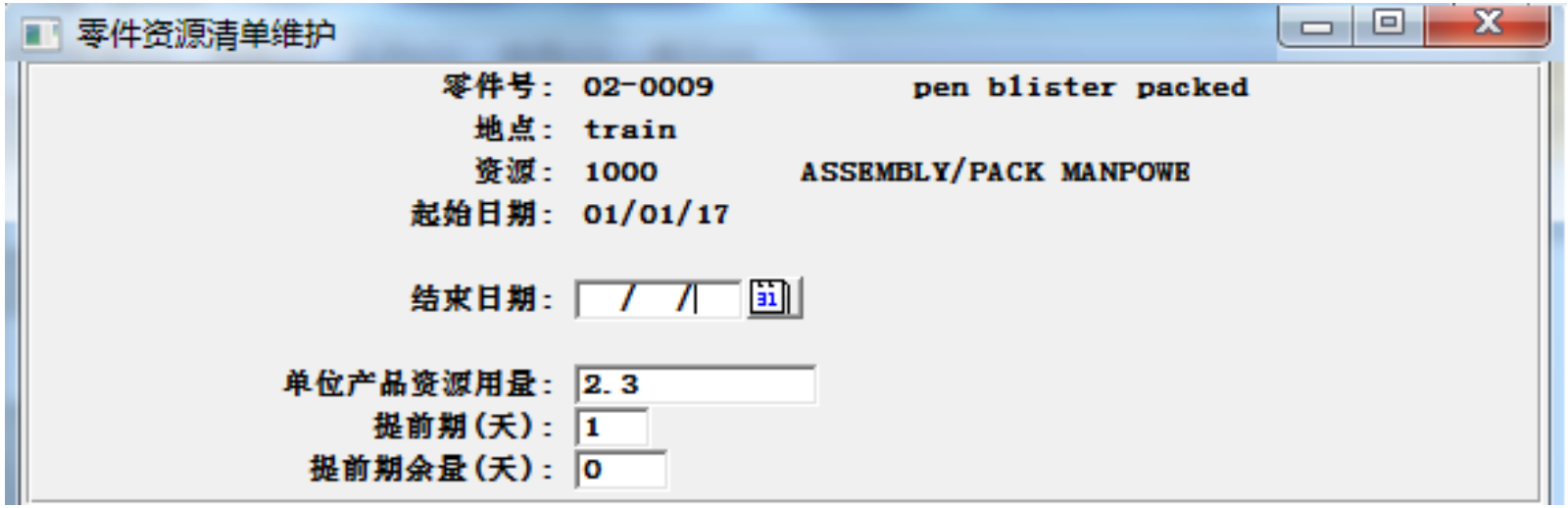
5.4.1 能力需求管理概述



“工艺流程维护”示例

4. 资源清单/资源表与资源负荷表

（1）**资源清单/资源表**（Bill of Resource，BOR）：是制造一单位某产品或产品族所需关键资源的能力列表。



5.4.1 能力需求管理概述

（2）**资源负荷表**：记录一个特定时段内某材料的计划生产量对某资源造成的负荷，常用于预测材料计划变动对关键资源负荷及总体排产的影响。

工作中心负荷量汇总查询

用户菜单(U) 编辑(E) 队列(Q) 选项(O) 提示(H)

工作中心	设备	地点	起始日	结束日	D/W/M/P	周期/列
1020		train	09/29/19		W	1

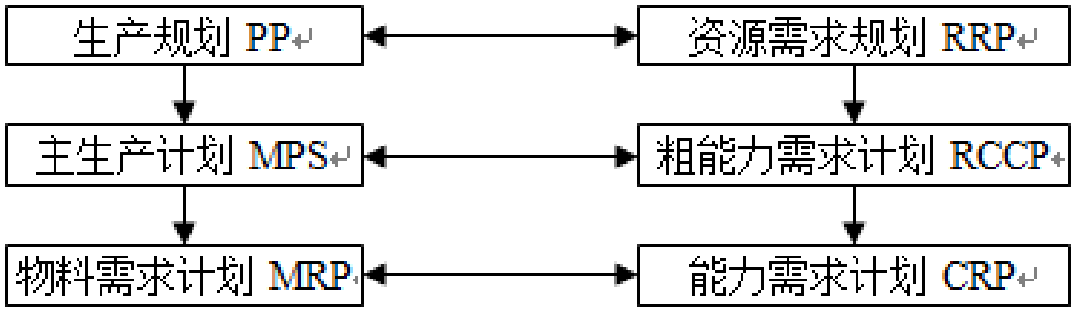
摘要： BLISTER PACK　　操作人数： 1.000
部门： 20　　设备/中心： 1.000
排队时间： 1.0　　等待时间： 0.0　　设备/工序： 1

	过去 09/28/19	09/29/19 10/05/19	10/06/19 10/12/19	10/13/19 10/19/19	10/20/19 10/26/19	10/27/19 11/02/19	11/03/19 11/09/19
工作日	9	5	5	5	5	5	5
生产能力	72	40	40	40	40	40	40
负荷量	18	0	0	3	5	9	6
能力负荷差异	54	40	40	37	35	32	34
累计	54	94	134	171	206	238	272

5. 负荷与能力的平衡

只有当能力大于负荷时，优先次序计划（MPS/MRP等）才可行。

- 对应生产规划（PP），有资源需求规划（Resource Requirement Planning, RRP）；
- 对应主生产计划（MPS），有粗能力需求计划（Rough Cut Capacity Planning, RCCP）；
- 对应物料需求计划（MRP），有能力需求计划（Capacity Requirement Planning, CRP）。



5.4.2 粗能力需求计划

粗能力需求计划RCCP从主生产计划MPS换算出对关键资源的需求，以便检查可用资源是否足以供应MPS。**关键资源**可以是：

✓关键工作中心的人力或设备工时；

✓关键原材料或零部件。

粗能力需求计划RCCP的三种编制方法：

✓资源表法

✓产品负荷表法

✓总体能力法

5.4.2 粗能力需求计划

依照总体资源法、资源表法以及产品负荷表法的顺序，粗能力需求计划RCCP的精确度越来越高。

- **相同点：** 资源表法和产品负荷表法展开MPS计算各关键资源负荷量的计算过程，都与MRP中GR的计算过程非常类似。
- **相异点：** 总体资源法与另两种方法的细微差别在于它还需补充各关键资源的负荷分配比率数据，并依此数据进行负荷分配。

5.4.2 粗能力需求计划

RCCP编制的主要步骤：

① 定义关键资源；

② 为每个产品族指定代表产品；

③ 分析该产品BOM中零部件分别占用何种关键资源；

④ 确定单位产品对关键资源的资源表或产品负荷表；

⑤ 确定每个关键资源的实际能力和最大能力；

⑥ 依资源表或产品负荷表将MPS计划转换为总负荷；

⑦ 负荷与能力不匹配时，进行适当调整。

5.4.2 粗能力需求计划

RCCP能力调整方法：

物料短缺			劳动力短缺					设备短缺					
增加采购	采用替代物料	减少总生产量	加班	雇佣临时工人	外协或者分包	减少总生产量	重新将计划安排到有可用资源期别	购买新的设备	现有设备升级改造	外协或者分包	采用其他工艺	减少总生产量	重新将计划安排到有可用资源期别

5.4.2 粗能力需求计划

RCCP调整后再评估MPS，若负荷与能力基本平衡，则批准MPS；若仍不平衡，应进一步调整，此时除调整能力外还可改变负荷。

RCCP与MPS平衡调整措施：

改变预计负荷量					改变能力供给				
订单拆零	拖延订单	终止订单	重新安排订单	改变产品组合	加急	申请加班	雇佣临时工	外协或分包	改变生产工艺

5.4.3 能力需求计划

能力需求计划CRP，也称**细能力需求计划**，是**计算完成计划所需人力及设备详细负荷**的程序，它输入MRP中自制品之计划订单收料PORC及在途量SR资料，利用工艺路线中的标准工时等资料，计算出每个工作中心在每一期的工时需求。

- 特别注意：在途量SR是预计某期期末的完工数量，在未完工前可能对某些设备还有一些剩余能力需求，需要在相应期别中去满足。

5.4.3 能力需求计划

CRP的编制方法有两种：

① 按LT（即依据平均批量）分配能力需求计算CRP；

② 依据实际批量分配能力需求计算CRP。

CRP的编制步骤：

① 根据工艺路线和工作中心文件综合每道工序资料；

② 根据MRP计算每道工序在每个工作中心上的负荷；

③ 确定每道工序的交货日期和开工日期；

④ 依据实际批量计算每个工作中心的负荷；

⑤ 产生每个工作中心的负荷图或负荷报告。

5.4.3 能力需求计划

CRP与MRP之间的平衡属于微调：略微增加能力，或略微减少负荷。

减轻负荷方法			增加能力措施			
集批生产从而减少准备时间	取消、重排订单或者修改订单数据	并行作业，即将顺序移动改为平行移动或者平行顺序移动	安排加班或者分包	提高工作中心的效率和利用率	增加工人或者提高技术水平	采用替代工艺，将超负荷工作中心上任务安排到能力富余的替代工作中心

5.4.3 能力需求计划

举例：下列图为QAD公司ERP编制CRP的案例结果解析。

工作中心负荷量汇总查询

工作中心	设备	地点	起始日	结束日	D/W/M/P	周期/列
1020		train	09/29/19		W	1

摘要： BLISTER PACK　　操作人数： 1.000
部门： 20　　设备/中心： 1.000
排队时间： 1.0　　等待时间： 0.0　　设备/工序： 1

	过去 09/28/19	09/29/19 10/05/19	10/06/19 10/12/19	10/13/19 10/19/19	10/20/19 10/26/19	10/27/19 11/02/19	11/03/19 11/09/19
工作日	7	5	5	5	5	5	5
生产能力	56	40	40	40	40	40	40
负荷量	35	0	0	3	5	9	6
能力负荷差异	21	40	40	37	35	32	34
累计	21	61	101	138	173	205	239

	过去 11/09/19	11/10/19 11/16/19	11/17/19 11/23/19	11/24/19 11/30/19	12/01/19 12/07/19	12/08/19 12/14/19	12/15/19 12/21/19
工作日	37	5	5	5	5	5	5
生产能力	296	40	40	40	40	40	40
负荷量	57	0	5	5	5	5	4
能力负荷差异	239	40	35	35	35	36	36
累计	239	279	314	350	385	421	456

工作中心1020上CRP求解的周汇总负荷结果

5.4.3 能力需求计划

工作中心负荷量汇总查询

工作中心	设备	地点	起始日	结束日	D/W/M/P	周期/列
1020		train	09/29/19		D	1

摘要： BLISTER PACK　　操作人数： 1.000
部门： 20　　设备/中心： 1.000
排队时间： 1.0　　等待时间： 0.0　　设备/工序： 1

	过去 10/10/19	10/11/19	10/12/19	10/13/19	10/14/19	10/15/19	10/16/19
工作日	16	1	0	0	1	1	1
生产能力	128	8	0	0	8	8	8
负荷量	35	0	0	0	0	3	0
能力负荷差异	93	8	0	0	8	5	8
累计	93	101	101	101	109	114	122

	过去 10/22/19	10/23/19	10/24/19	10/25/19	10/26/19	10/27/19	10/28/19
工作日	24	1	1	1	0	0	1
生产能力	192	8	8	8	0	0	8
负荷量	38	5	0	0	0	0	0
能力负荷差异	154	3	8	8	0	0	8
累计	154	157	165	173	173	173	181

	过去 10/28/19	10/29/19	10/30/19	10/31/19	11/01/19	11/02/19	11/03/19
工作日	28	1	1	1	1	0	0
生产能力	224	8	8	8	8	0	0
负荷量	43	9	0	0	0	0	0
能力负荷差异	181	-1	8	8	8	0	0
累计	181	181	189	197	205	205	205

工作中心1020上CRP求解的日汇总负荷部分结果

5.4.3 能力需求计划

工作中心负荷量明细查询

用户菜单(U) 编辑(E) 队列(Q) 选项(O) 提示(H)

工作中心 设备
1020 BLISTER PACK

工作中心： 1020 BLISTER PACK
设备：
部门： 20
Packaging
设备/工序： 1
设备/中心： 1.000
排队时间： 1.0
等待时间： 0.0
操作人数： 1.000

加工单	标志	状态	工序	状态	起始日	负荷时间	短缺量
09160005 02-0010	494	P	10		10/15/19	2.8	360
09160006 02-0010	495	P	10		10/23/19	4.9	770
09160007 02-0010	496	P	10		10/29/19	8.5	1,500
09160008 02-0010	497	P	10		11/06/19	5.6	910
09160009 02-0010	498	P	10		11/18/19	4.9	780

加工单	标志	状态	工序	状态	起始日	负荷时间	短缺量
09160010 02-0010	499	P	10		11/25/19	4.8	750
09160011 02-0010	500	P	10		12/02/19	4.7	730
09160012 02-0010	501	P	10		12/09/19	4.5	700
09190001 02-0010	545	P	10		12/16/19	4.4	680
09190002 02-0010	546	P	10		12/23/19	4.3	660

短缺量代表的PORC

工作中心1020上由02-0010所致的CRP求解的详细负荷结果

5.4.3 能力需求计划

工艺流程维护

用户菜单(U) 编辑(E) 队列(Q) 选项(O) 提示(H)

工艺流程代码：02-0010 n blister packed

工序：10 起始日期： 结束日期：

标准工序：1012

工作中心：1020 BLISTER PACK

设备：

摘要：BLISTER PACK

每道工序占用设备：	1	划分阶段的工序：	N
平行加工件数：	10	转包提前期：	0
排队时间：	1.0	准备人数：	1.00
等待时间：	0.0	操作人数：	1.00
准备时间：	1.0	工具代码：	
运行时间：	0.005	供应商：	
转移时间：	0.0	库存值：	0.00
起始日期：		转包成本：	0.00
结束日期：		说明：	N
合格率：	100.00%		

产品02-0010的工艺路线中第一道标准工序1012信息

第5章 企业资源计划

5.1 ERP概述

5.2 MRP及其运算逻辑

5.3 MPS及其运算逻辑

5.4 能力需求管理

5.5 ERP面临的困境和未来发展趋势

5.5.1 ERP面临的困境

困境一：产品设计理念的局限性。

以企业管理为核心、以功能优先为设计理念、以稳定性为主、重上线和轻运营的运营理念，不能满足数字化时代**以用户体验为中心、以协同作业为核心**的数字化需求，无法实现业务变化快速感知、及时响应、持续优化的全生命周期管理的运营要求。

5.5.1 ERP面临的困境

困境二：部署架构的局限性。

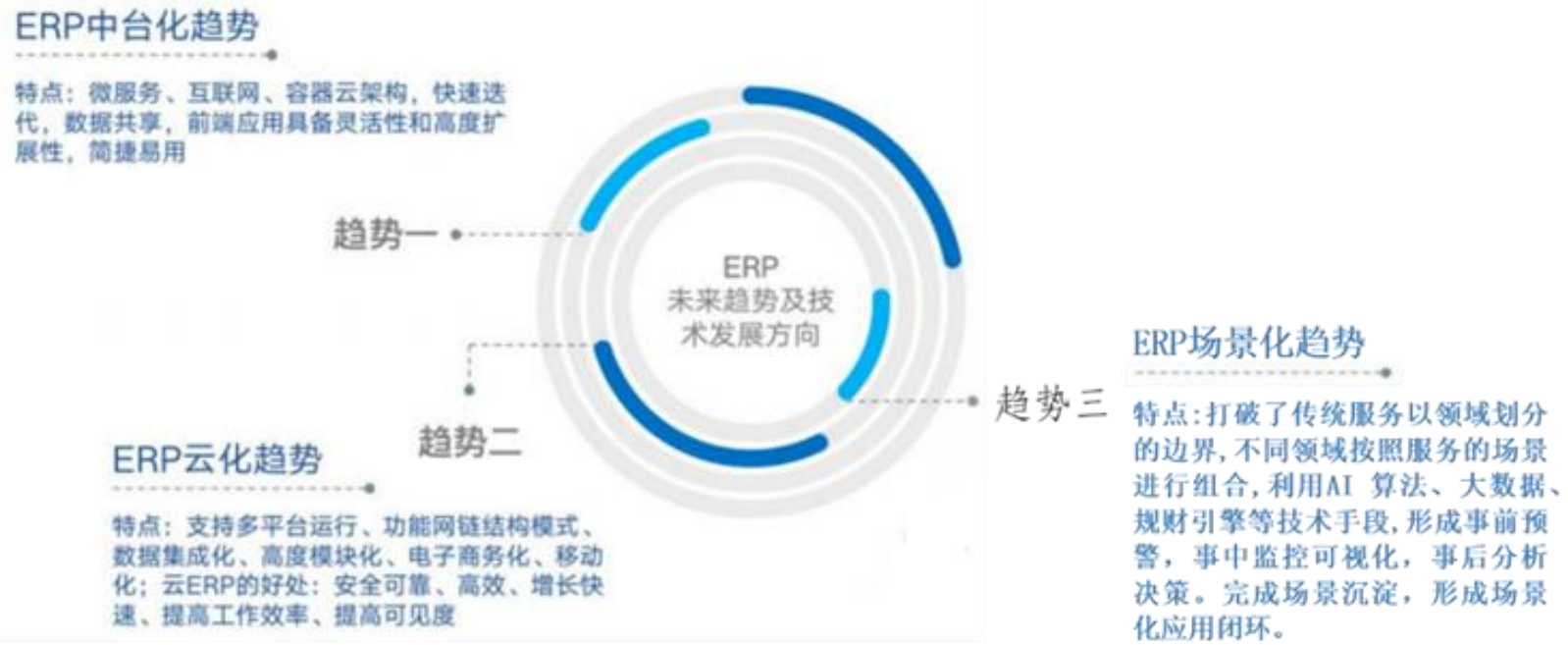
成本昂贵、效率低下、安全性不高等特点给企业在转型过程中加大了阻力。企业对ERP的业务依赖和近五年内ERP的分布架构正在逐渐洗牌，市场对 SaaS 化等轻量级的应用部署将继续加深。

困境三：技术架构上无法拓展以支撑企业灵活的需求变化及敏捷迭代。

传统ERP在技术架构及产品能力上面临着新技术的挑战，市场需要更灵活、易拓展、更前瞻的新技术架构。

5.5.2 ERP的未来发展趋势

企业核心系统通过新技术激活已经成为不可逆的趋势，典型表现为三个方面：**ERP 中台化趋势**、**ERP 云化趋势**、**ERP 场景化趋势**。



5.5.3 云原生ERP

- **云原生**，顾名思义“为云而生”。**云原生是基于分布部署和统一运管的分布式云，以容器、微服务、DevOps等技术为基础建立的一套云技术产品体系**。它不是一个产品，而是一种构建和运行应用程序的方法，是一套技术体系和方法论，是当前新技术、新的研发流程、敏捷团队文化的最佳实践集合，以提供极致的用户体验、稳定可靠的用户服务。

- **云原生ERP**，是在新一代云技术、数字化技术的加持下，为客户提供极致体验的ERP服务。与传统ERP相比，云原生ERP并不是简单的将ERP从本地服务器搬到了“云上”，而是将ERP的所有应用和功能进行“云化”处理，形成SaaS服务，为用户**提供更便宜、更敏捷、更高效、更稳定、更智能的数字化服务**。

5.5.3 云原生ERP

云原生ERP的缺陷：

- 云原生ERP的“租赁服务”方式虽然价格便宜，但是传统上人们总认为租别人的不如自己拥有。对SaaS服务来说，很多企业除了“拥有权”的情怀，还有对**数据安全**方面的担忧。因此，大多数大中企业往往都会选择私有云部署。
- 云原生ERP的“零部署、免维护”虽然便捷，但是**个性化定制的能力较差**，而传统ERP可以根据客户的需求进行各种定制和改装。因此，对于一些大型的、业务复杂的企业依然会倾向于选择私有云部署。

5.5.4 ERP与数据中台的融合

- 随着企业业务的发展和管理的需要，企业对ERP的要求越来越高，尤其互联网的快速普及，导致原来静态、标准化的业务流程已经不足以支撑企业的快速响应。ERP 这样的以流程为核心的组织形式也转向平台化的组织形式。

- 传统ERP无法应对日常交易处理数据量的爆炸式增长，无法为管理者提供更及时的经营决策数据。**数据中台具有强大的计算能力和分析功能，可以从ERP系统及其他各个业务系统中获取数据，然后进行统一数据打通，统一建模，统一计算，对外提供统一数据应用。**ERP与数据中台的数据处理和计算能力进行融合，将是ERP在数字化时代进行技术升级、摆脱数据困境的有效途径。

5.5.4 ERP与数据中台的融合

数据中台为ERP带来的好处：

（1）**数据中台消除ERP数据处理瓶颈**，数据中台与ERP的融合后将为ERP系统提供海量数据处理能力和数据处理的及时性。

（2）**数据中台为ERP提供更实时的数据决策能力**；数据中台通过分布式计算技术对海量数据进行采集、计算、存储、加工且进行统一标准和口径，再进行存储，形成企业数据资产层，进而为企业提供高效服务。

（3）**数据中台中具有丰富的数据集成工具、数据分析工具、数据挖掘工具、数据清洗工具**。释放原本由ERP承载的数据运算与报表工作，使用数据中台的算力，为企业决策层及员工提供及时和准确的日常工作和经营决策的数据，实现企业数据的及时准确共享，提高企业用户在使用ERP进行管理的实时性和前瞻调整。

THANKS