

约束理论

Theory of Constraints (TOC)

陆志强副教授

上海交通大学 工业工程与管理系

内容

- OPT与TOC概述
- OPT的生产方案与控制方法
- TOC与MRP以及JIT的比较分析
- TOC与其它职能领域的关系研究
- 实例分析

TOC 概述

TOC 是 Theory of Constraints 的简称，中文译为“约束理论”。美国生产及库存管理协会(APICS)又称它为约束管理(Constraint Management)。

简单来讲，TOC就是关于进行改进和如何最好地实施这些改进的一套管理理念和管理原则，可以帮助企业识别出在实现目标的过程中存在着哪些制约因素——TOC 称之为“约束”，并进一步指出如何实施必要的改进来——消除这些约束，从而更有效地实现企业目标。

TOC 是用来增加产销率，实现企业文化从“本钱核算型”转化为“产销增加型”的一套有机结合的工具和技术，是继MRP，JIT之后的又一项组织生产的新方法。

识别和消除“约束” 管理理念和管理原那么



约束：企业实现目标过程中的制约因素

TOC：识别约束，改进并消除约束

“约束” 管理理念的理解

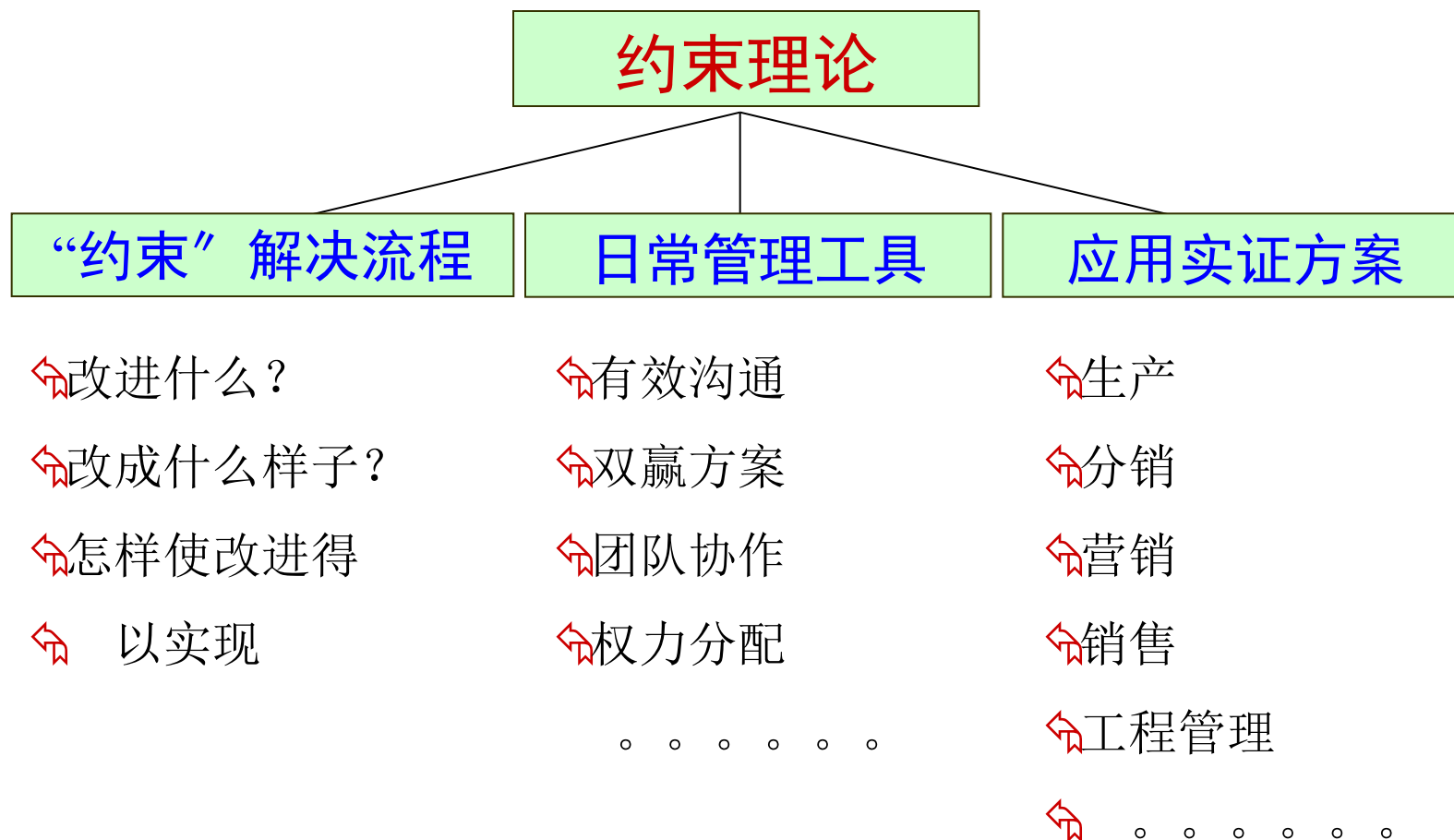
- TOC认为，任何系统至少存在着一个约束，否那么它就可能有无数的产出。因此要提高一个系统的产出，必须要打破系统的约束。任何系统可以想像成由一连串的一环所构成，环与环相扣，这个系统的强度就取决于其最弱的一环，而不是其最强的一环。
- 相同的道理，我们也可以将我们的企业或机构视为一条链条，每一个部门是这个链条其中的一环。如果我们想达成预期的目标，我们必须从最弱的一环，也就是从瓶颈(或约束)的一环下手，才可得到显著的改善。
- 如果这个约束决定一个企业或组织达成目标的速率，我们必须从克服该约束着手，才可以更快速的步伐在短时间内显著地提高系统的产出。



TOC 的“约束”

- TOC认为，企业的约束是多方面的，有市场、物料、能力、工作流程、资金、管理体制、员工行为等，其中，市场、物料和能力是主要的约束。
- 企业生产必然受到其生产过程中存在的最薄弱的环节——约束的制约。因此，假设某约束决定了企业实现目标的速率，那么必须从克服该约束着手，才能在短时间内以更流畅的生产节奏显著地提高企业的产销率。

TOC的组成结构图

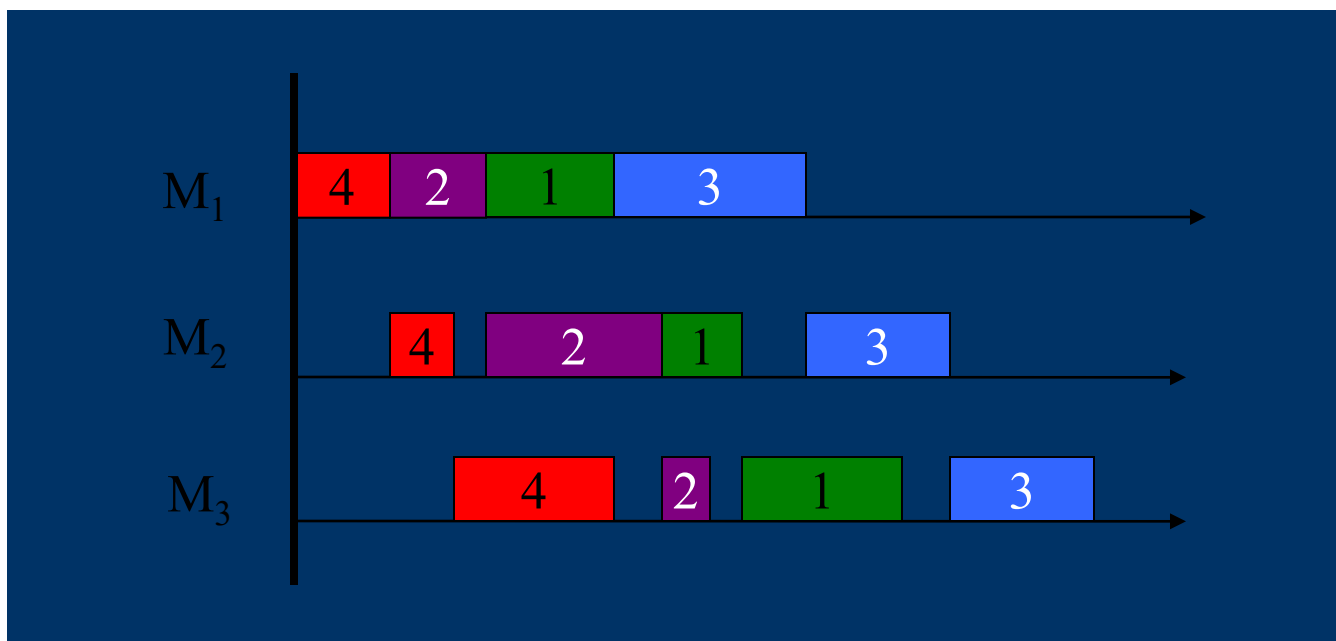


TOC 的形成历史和开展现状

- ❑ 约束理论根植于OPT
- ❑ 原指最优生产时刻表: Optimized Production Timetables
- ❑ 后指最优生产技术: Optimized Production Technology
- ❑ OPT是Goldratt博士和其他三个以色列籍合作者创立的, 他们在1979年下半年把它带到美国, 成立了Creative Output公司。接下去的七年中, OPT有关软件得到开展, 同时OPT管理理念和规那么〔如“鼓—缓冲器—绳子”的方案、控制系统〕成熟起来。

最优生产时刻表

车间层最优生产排程 (Scheduling)

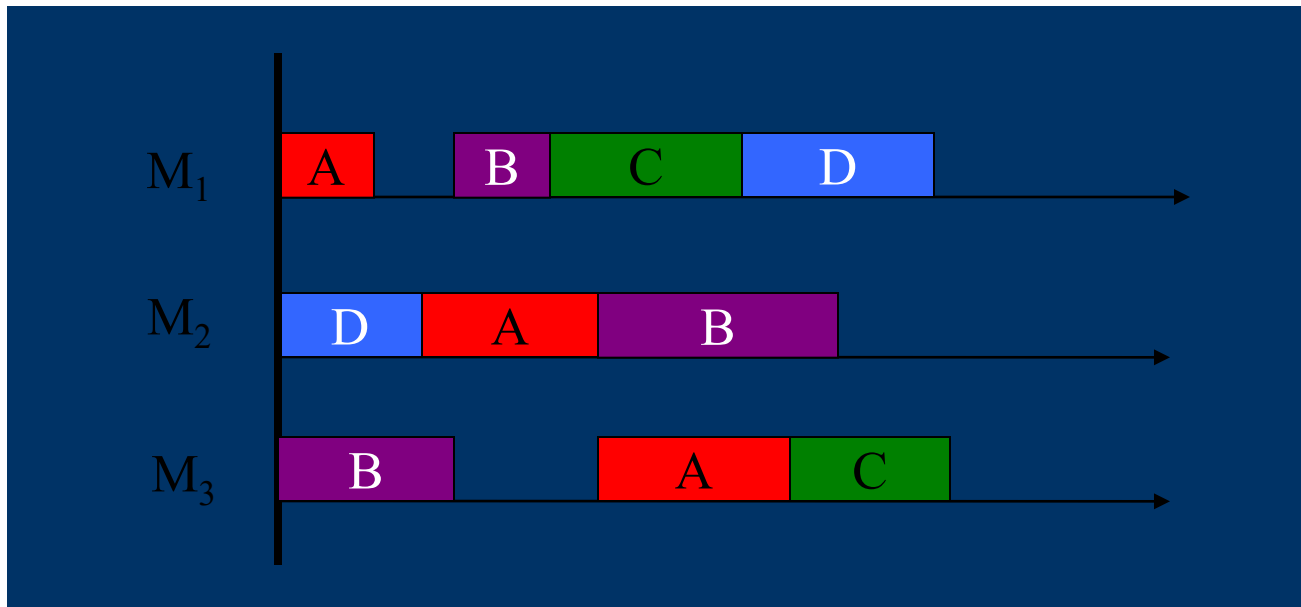


Flow-shop的scheduling 问题

- ✓ 每个生产订单通过系统中每台设备的顺序是唯一的。
- ✓ 系统中涉及3台或3台以上的最优化排层是困难问题。

最优生产时刻表

Job-shop的scheduling 问题



生产订单 A : M₁ ➔ M₂ ➔ M₃

生产订单 B : M₃ ➔ M₁ ➔ M₂

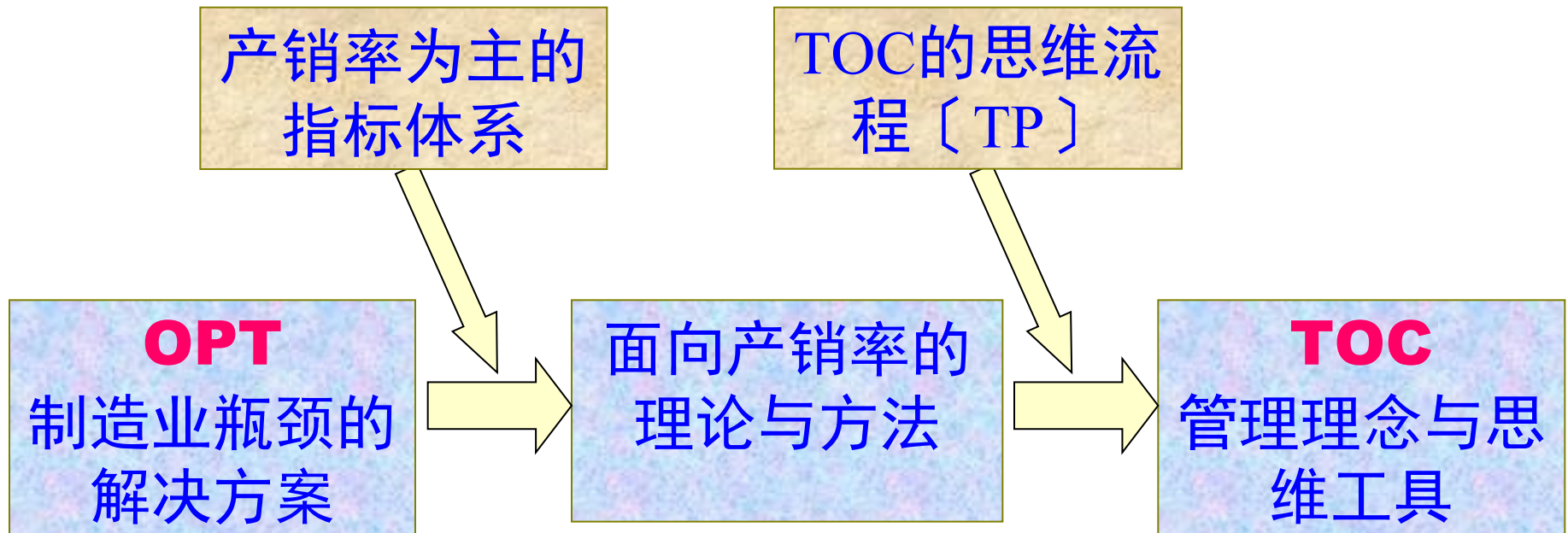
生产订单 C : M₁ ➔ M₃

生产订单 D : M₂ ➔ M₁

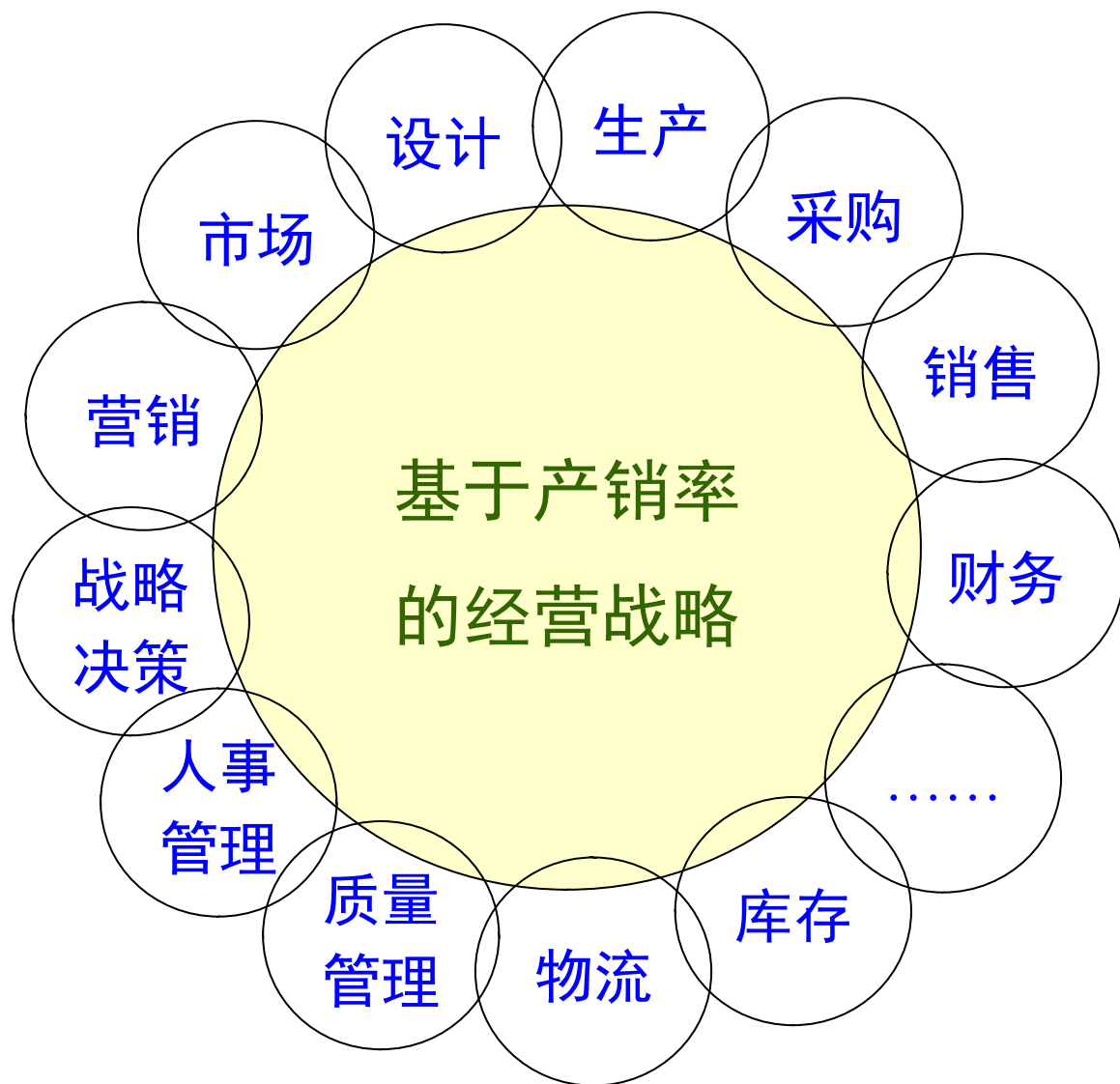
Goldratt 其人及Goldratt研究机构

- ❑ Eliyahu M. Goldratt, 以色列物理学家、企管参谋
- ❑ 以小说形式著《目标》，以逻辑的推演和系统的方法解决复杂的管理问题。英国的经济学人：最成功的一本企管小说。
- ❑ 出版商：物理学家写企管书没人会读？科学的方法应用到制造业？
- ❑ 企业主： 这是我一直在寻找的书
- ❑ 创立了Goldratt研究机构，办事处遍布世界许多国家。专门从事企业咨询、教育培训、著书等工作

TOC的简要形成过程



基于产销率的经营战略



单靠一个部门
是难以增加产
销率的，需要
其他部门合作

OPT的主要概念—瓶颈和非瓶颈

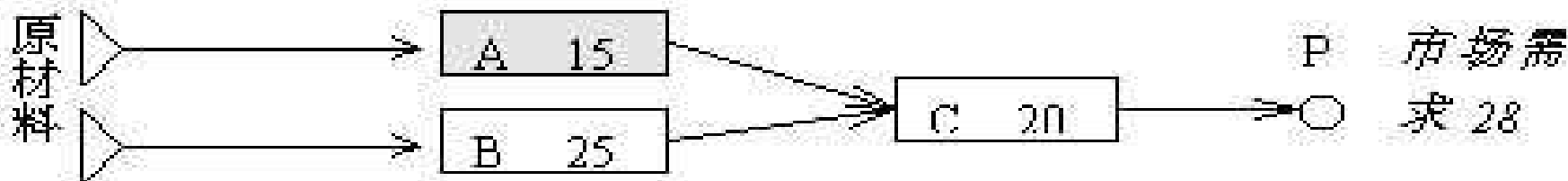
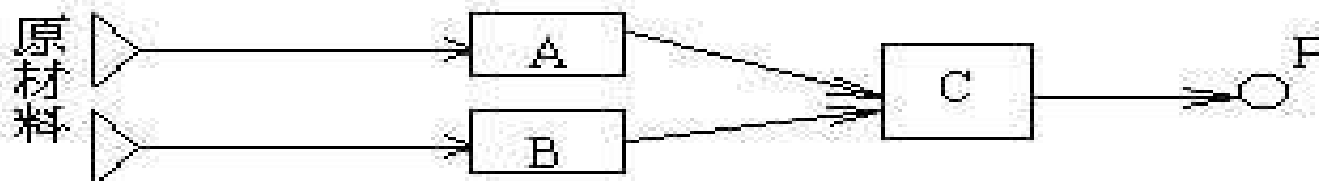
瓶颈 — 是指实际生产能力小于生产负荷〔或对其的需求量〕的一切资源，它是系统内部制约产销率的约束因素，是制造过程中流量最小的地方，瓶颈可能是一台机床，劳动力和专用设备。〔能力：生产中可用的时间〕

非瓶颈 — 是指实际生产能力大于生产负荷的一切资源。因此，非瓶颈资源不应该连续不断地工作，因为它的生产能力超过需求量。非瓶颈包含空闲时间

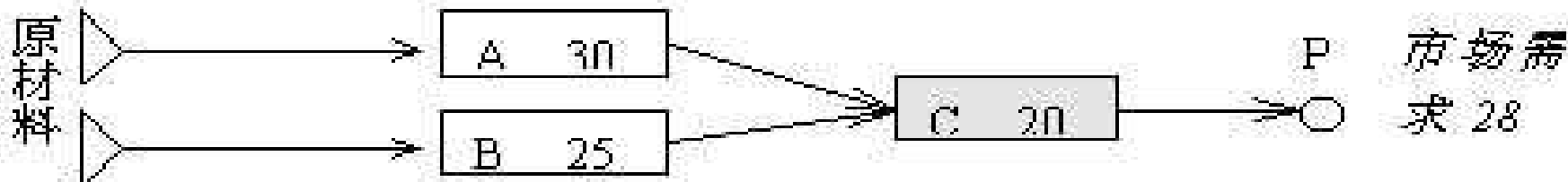
次瓶颈资源 — 是指利用率已接近实际生产能力，并且如果作业方案制定得不太好就可能成为瓶颈的资源

瓶颈和非瓶颈(例子)

某产品P的生产流程

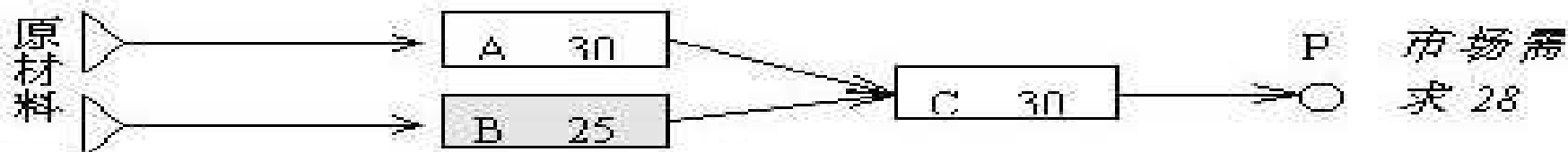


(a) 初始情况

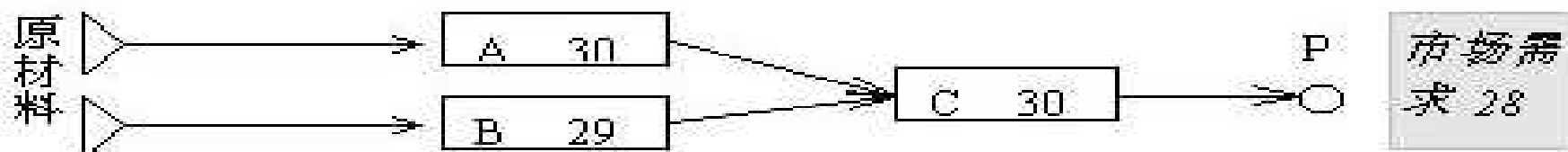


(b) 又购进一台机器 A

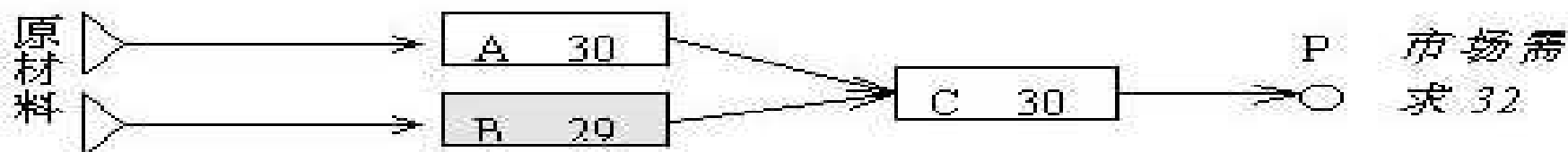
瓶颈和非瓶颈(例子)



(c) 通过出包加工, 使工序 C 的生产能力提高 50 %



(d) 通过改进工艺, 使机器 B 的生产能力提高到每周出产 29 个单位中间品



(e) 通过加强市场宣传, 使市场需求增加到每周 32 个单位 P 产品

瓶颈和非瓶颈理解

- ❑ 生产能力小于外部对其的需求量〔不一定指市场需求，也可以是为了保证生产，其他资源对其的需求量〕的资源。生产能力小于市场的需求的资源，按OPT的定义不一定为瓶颈。
- ❑ OPT的管理思想是首先抓"重中之重"，使最严重的制约因素凸现出来，从而从技术上消除了"避重就轻"、"一刀切"等管理弊病发生的可能。短期的效果是"抓大放小"，长期的效果是大问题、小问题都没忽略，而且企业整体生产水平和管理水平日益提高。
- ❑ 瓶颈资源是动态转移的，这就给管理者的惰性敲了警钟。
- ❑ 瓶颈可能是一台机器，也可能是缺乏高技能的工人，或者是缺乏专业化工具，或外部的市场需求，或者工作安排不妥，也可能是次瓶颈资源成为瓶颈资源。

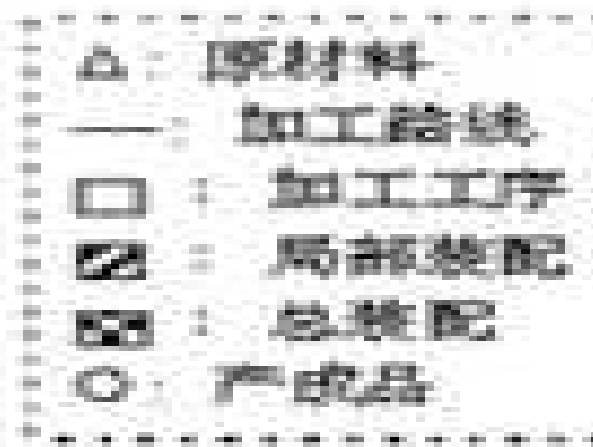
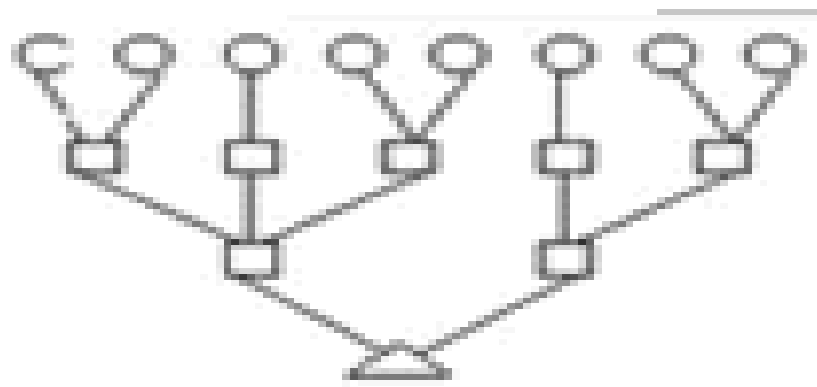
按物流对企业的分类

1. 企业的生产过程可以看作是从原材料到成品的活动链，虽然用MRP可以安排活动链的程序。但MRP方案系统事实上并没有真正地考虑系统各种资源的能力约束，或者是只是粗略地来考虑。因此，它的方案需要在实际生产中加以调整，同时方案好的活动程序常会被大量存在的随机事件的干扰所打乱，如机器故障，次品等，生产活动往往不能真正按照方案进行。
2. MRP方案系统没有提供一种识别能力约束，找出系统应该改进的地方。
3. 要识别干扰，找出问题在何处，手段之一是从“物流”着手。因此按物流可把企业分为三类：
4. V型企业，A型企业，T型企业

V型企业

由一种原材料加工为多种最终产品

V 型企业



流程工业

如：钢铁行业、化学工业、
药品工业、纺织工业

V型企业的特点

特征

与原材料种类相比，最终产品的种类多

产品的加工顺序和工艺根本相同

设备一般是资金密集型的而且高度专业化

加工路线数量有限

通常每个零件每次只占用一种资源

存在的问题

成品库存过于庞大

顾客效劳或交货状况很差

生产管理人员抱怨顾客需求经常变化

销售经理抱怨制造部门反响太慢

部门之间经常发生冲突

V型企业的特点

库存水平

- 大量的库存存在于瓶颈的前面。这些库存通常是由于错误的安排和过量生产所造成
- 在瓶颈的前面有少量的排队，因为前面工序有过量的生产能力
- 管理部门往往把不需要的库存归咎于需求的变化
- 企业不能迅速响应市场需求
- 不需要的成品库会不断积累
- 如果系统中没有瓶颈，存在大量的不需要的成品库存

V型企业的特点

原因

- 因为企业使资本密集型的，而且生产准备时间很长，所以批量很大。
- 为了获得高水平的利用率，原材料过早地向生产局部发放。
- 管理人员用劳动利用率和设备利用率作为绩效衡量指标。
- 不同的加工任务合在一块儿，或成组生产以获得较大的生产批量。（试图通过加大批量来获得一定的规模生产效应，但另一方面的问题有产生了 — 上游环节不是按照下游的需求进行生产，产生库存。）
- 方案的不合理性〔特别是中期方案〕。
- 瓶颈要匆匆忙忙完成大量工作。

V型企业的特点

解决方法

减小生产批量

缩短生产提前期。要做到这一点，需要提高预测精度和对需求变化的响应能力

加强产品混合投产方案的合理性

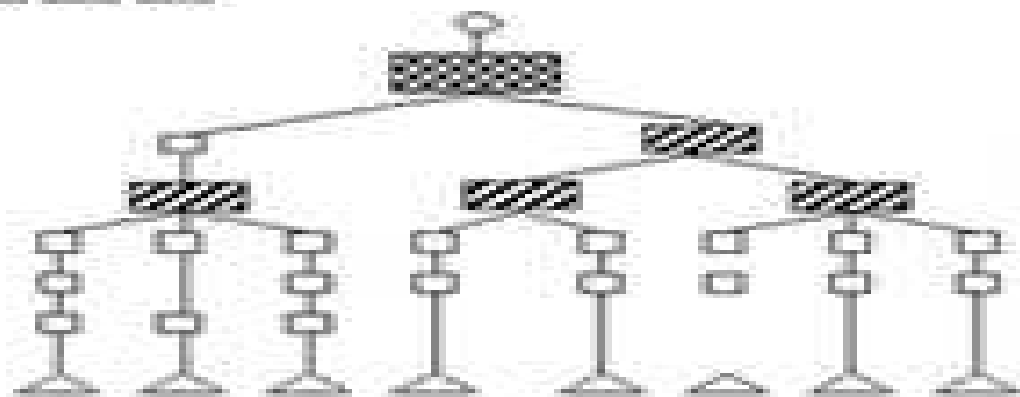
解决好各环节物料供给在不同种类产品之间的匹配。

从以下两个方面提高顾客效劳水平

A型企业

由多种原材料加工成一种产品

A 型企业



如：飞机制造业
造船业
汽车工业
重工业



A型企业的特点

特征

装配特点非常突出

大量采用通用机器，而不用专用设备

装配时间长

资源共享突出

零件库存大量存在，但有些零件严重短缺

加工时间通常短于生产周期

A型企业的特点

传统的改善方法

严格控制加班时间

加工自动化

加强劳动需要量的管理

生产系统集成化

实际原因

- 瓶颈出现的位置发生变化
- 利用率低
- 经常加班
- 装配所需的各种零件不能同时具备，装配作业经常缺乏装配产品所需的零件
- 经常仓促地加工短缺的零件

A型企业的特点

解决方法

物料供给瓶颈〔不同物料，量 and 时间的匹配〕，包括外包；模块化和结构化产品，推迟策略，以消除市场需求变化所造成的生产瓶颈。

与分销商的合作，加强信息的透明和共享，实行订单生产。

以装配环节的节拍，拉动物料的供给〔内部、外部〕，同步化生产。

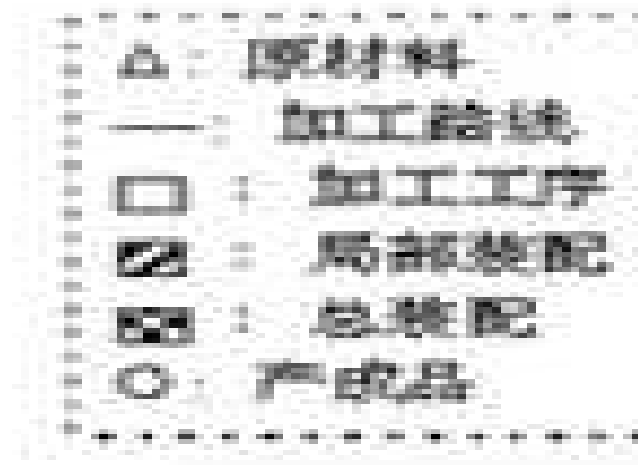
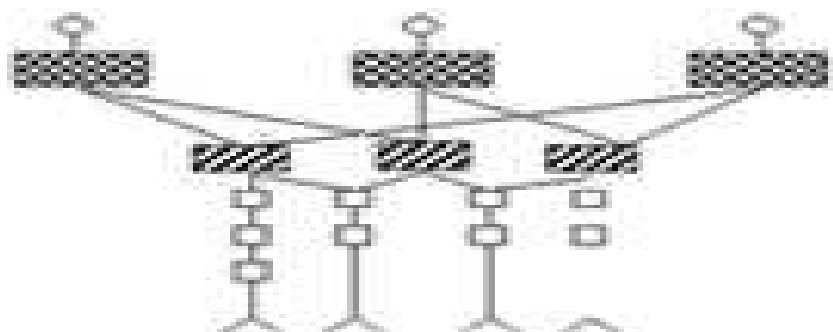
均衡化生产，均衡各种物料的需求速度，减少上游企业和供给商的压力〔瓶颈〕。

用鼓—缓冲器—绳子作为控制手段

T型企业

由多种原材料制造为多种产品

T型企业



消费品生产行业

如：家用电器业、 阀门生产、汽车备件

T型企业的特点

特征

存在两个明显的阶段

制造

装配

交货状况差：有很早和很晚两种情况〔40％过早，20％按时，40％过晚〕

制造过程的加班与赶工现象随时发生而且频繁

通用零件占支配地位

哪些零件用来完成哪个订单安排得很晚

T型企业的特点

问题产生的原因

- 企图通过增加成品和半成品库存的数量和种类来改善交货状况
- 提高效率和节省运费的驱使，
 - 库存大
 - 破坏了根据交货要求和订单进行装配的目标
 - 破坏了根据需求预测进行采购和制造的目标
 - 对部装和总装零部件进行错误地分配

核心问题

- 交货状况差，管理部门好象对其束手无策

T型企业的特点

解决方法

预测的准确性，中长期方案的重要性，均衡企业在中长期的能力需求。

车间层作业方案和安排的重要性，消除由于排程不当、批量不当、订单下发的时间不当引起的资源瓶颈；

成组技术与成组单元的应用，简化物料流，简化生产安排，缩短不同产品生产之间的更换费用和时间等待。

在制造过程中运用鼓—缓冲器—绳子来控制物流

三类企业的特征及其问题总结

V型企业 资本密集 机械化程度高

专用性强 缺乏柔性 专业化程度高

A型企业 资本密集程度低 通用性强

机器有柔性 加工过程多样

T型企业 有制造和装配两个阶段

制造阶段：加工路线短、机器多为通用型

装配阶段：装配是主要活动、装配提前期短

管理问题：

V型企业 本钱是关注的焦点

A型企业 需要加强控制与协调

T型企业 交货状况差，管理部门对此无能为力

三类企业的不同特点比较

	“V”型企业	“A”型企业	“T”型企业
原材料种类	单一或较少	多	较多
产成品种类	多	单一或较少	较多
产品加工过程	基本相同	不相同	不相同
零部件	一般不是装配型企业	一些零部件对特殊的成品是唯一的	许多成品的零部件是相同的
设备	高度专业化	通用型	介于专业化与通用型之间
工艺流程	比较清楚、简单	存在物料清单、较复杂、在制品库存较高	
生产提前期	较短	较长	
企业的瓶颈识别	相对容易	相对困难	
生产控制、协调	相对容易	相对困难	
典型行业	炼油厂、钢铁厂	造船厂、汽车厂	制锁厂、汽车备件

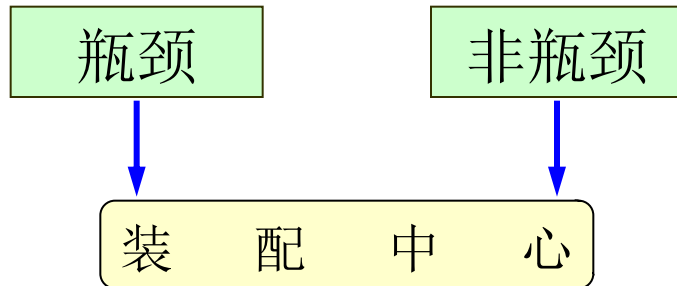
瓶颈资源和非瓶颈资源的关系



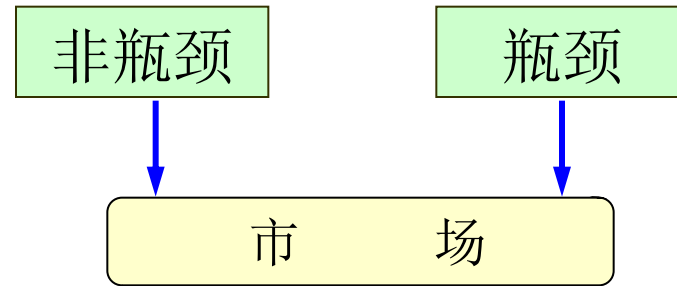
{ a }



{ b }



{ c }



{ d }

OPT生产方案与控制

- ❑ TOC认为，一个企业的方案与控制的目标就是为了寻求顾客需求与企业能力的最正确配合。
- ❑ MRPII方案模式是建立在固定的批量、固定提前期和能力平衡的根底上。
- ❑ 由于面对的市场需求不断在变化，也就是说对能力的需求也是不断变化，因此要作到能力平衡是很困难的。
- ❑ OPT方案模式追求物流平衡，实现物流的同步化，以求生产周期最短、在制品最少。强调要遵循的九条原那么。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/996233214122010132>