



中国科学技术大学
UNI. OF SCI. & TECH. OF CHINA



生产运作管理

第07章 综合计划

红专并进
理实交融

管理学院

Management School

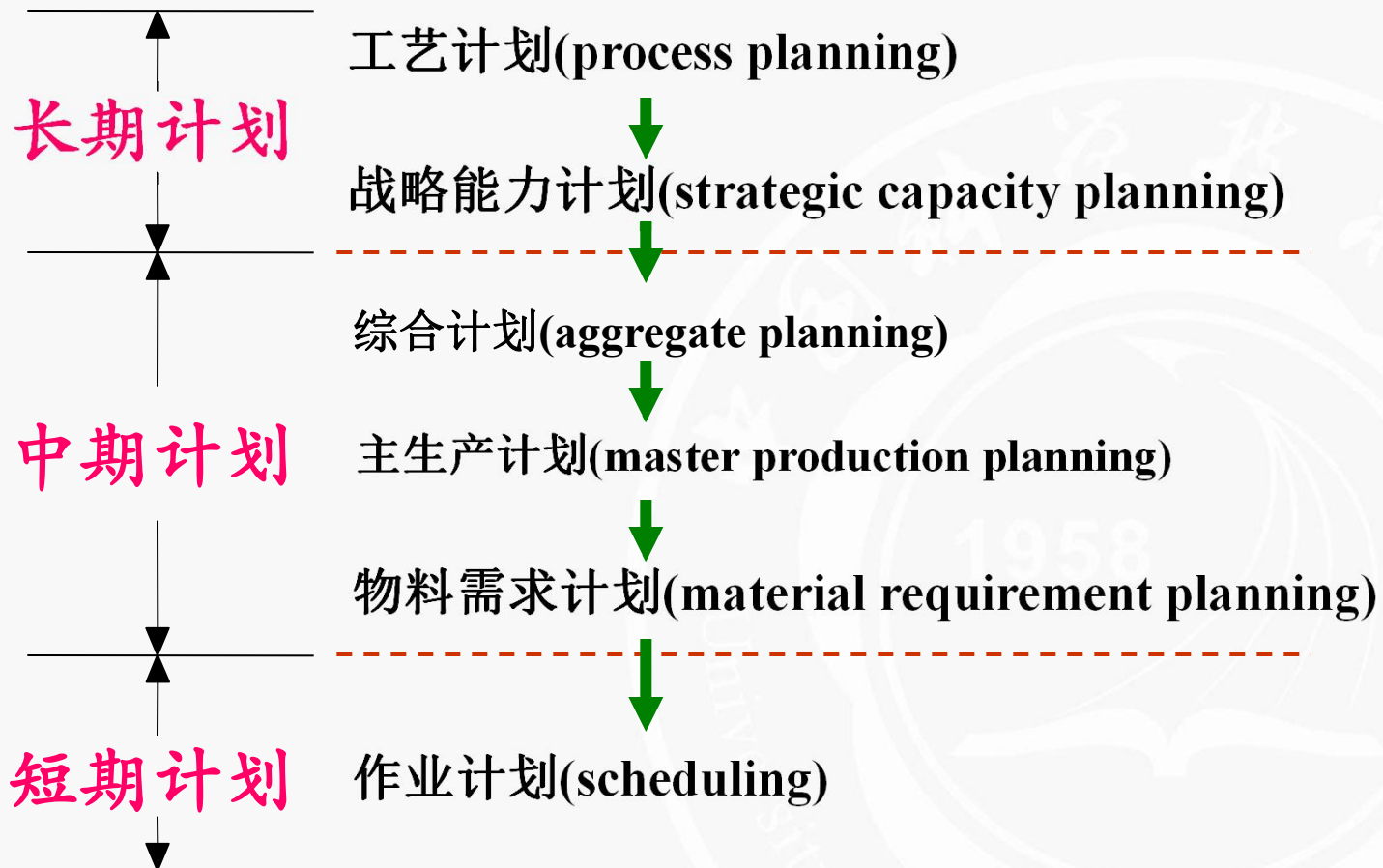
*To generate ideas and tools to enrich management theory and
practice, to develop talents and leaders to serve China*





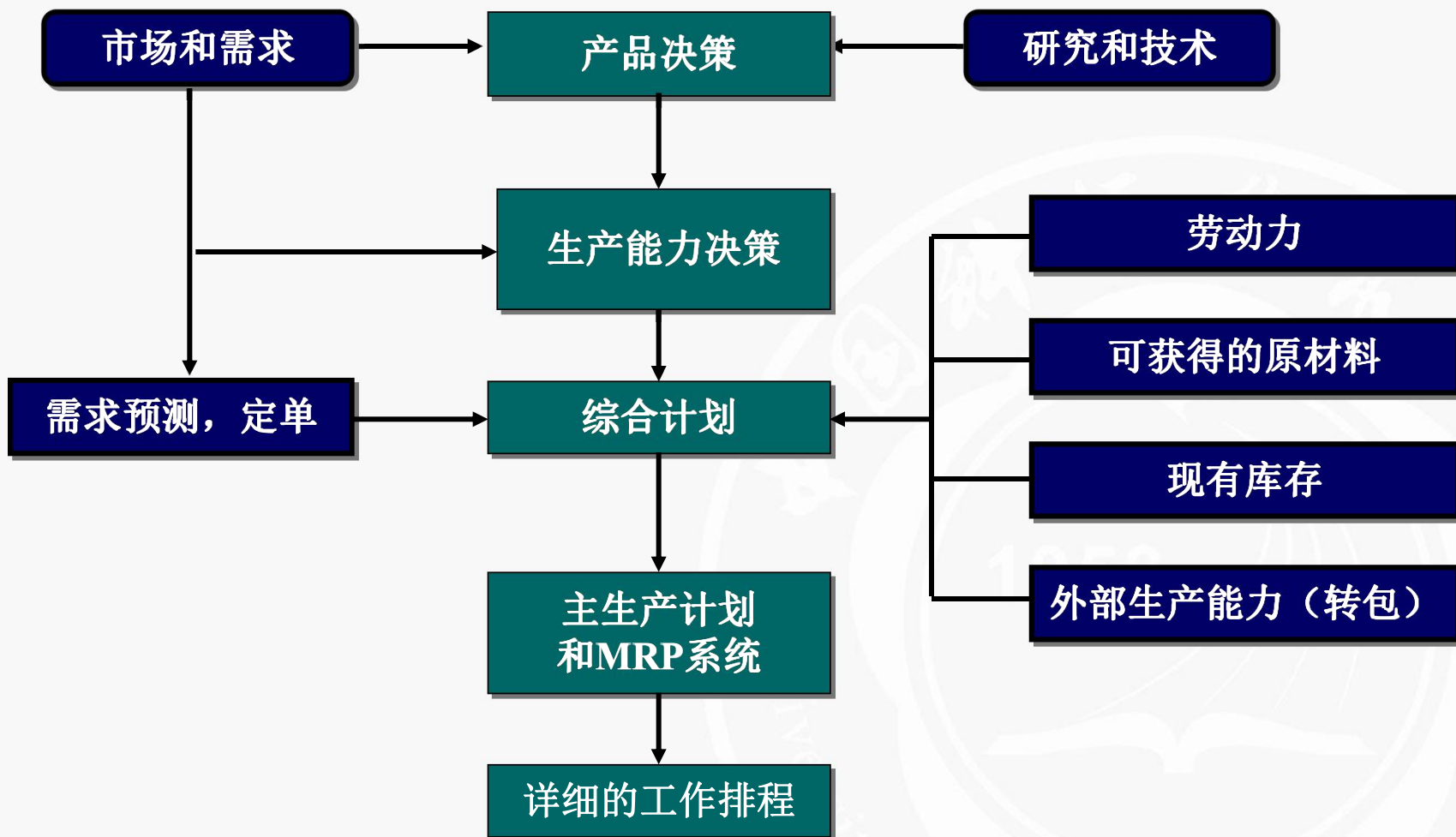
计划体系概述 Planning System Introduction

❖ 国外体系(Western Planning System):





计划体系概述 Planning System Introduction





综合计划的重要性

若没有有效的长期考虑，短期的决策可能会伤害长期的利益。



综合计划的重要性

❖ **Henry Ford 医院的综合计划设计匹配可获得能力、劳动力、供应高度可变的顾客需求模式**

- 903张床被安排在30个护理单元
- 拒绝一个病人的成本为\$5,000（小病）
- 一个8床模块的空置成本是 \$35,000/月或 \$420,000/年
- 高度需求不确定性
 - 在少于两周的时间里，
床位需求变化高达16%





综合计划的重要性

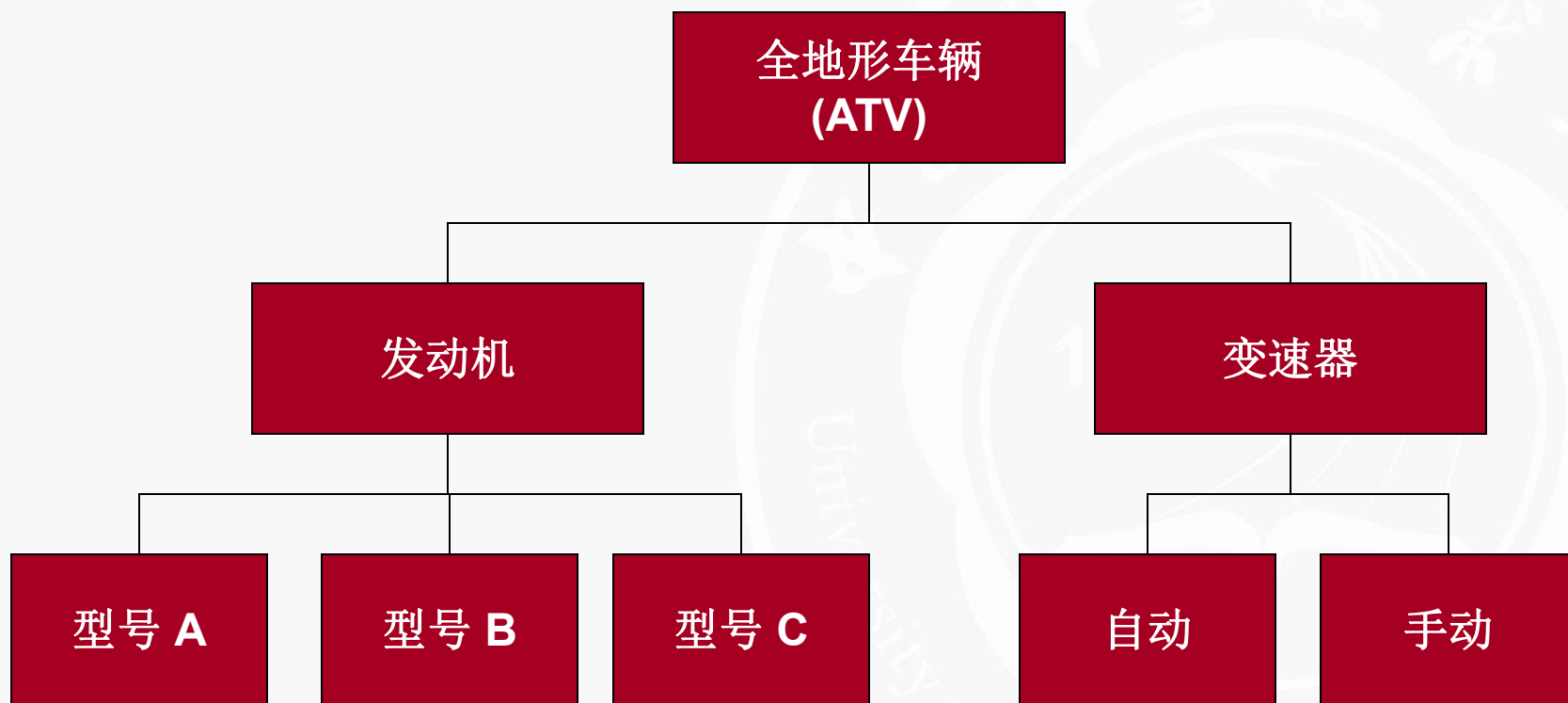
❖ Henry Ford医院裁员不久，又要招聘新成员

- 招聘新员工
- 裁员和招新都发生了



综合计划

❖ 综合计划涉及一定时期（3-18个月）的综合决策，而不是库存单元（SKU, stock-keeping unit）水平的决策





综合计划的作用

- ❖ 综合计划：按产品族制定决策（而不是库存单元SKU），时间周期3-18个月，决定计划期内的产能、生产、转包、库存、缺货、定价等，使利润最大化
- ❖ 计划期的运作参数：
 - 生存率
 - 劳动力
 - 加班量
 - 机器产能水平
 - 转包
 - 延期交货
 - 现有库存



综合计划所需信息

❖ 每一时期的需求预测

❖ 生产成本

➤ 劳动力成本（正常时间，加班时间）

➤ 转包成本

➤ 改变产能成本：雇佣或裁员成本，增加或减少机器产能成本

❖ 每单位产品需要的工时

❖ 库存持有成本

❖ 缺货或延迟交货成本

❖ 约束：加班约束，劳动力，资金可得到性，缺货和延迟交货



综合计划的输出

- ❖ 正常时间、加班时间和转包时间的生产量
- ❖ 持有库存：决定需要多少仓库空间和资金
- ❖ 缺货或延迟交货的数量：用来决定顾客服务水平
- ❖ 机器产能的增加或减少：用来决定需要购买多少生产设备
- ❖ 一个不好的综合计划会导致销量减少、利润减少、过度的库存、过度的能力



综合计划策略

基本策略:

- ❖ **平稳策略Level strategy** (以库存为杠杆) ▶
 - 生产率与长期需求保持一致, 如泳衣
- ❖ **追赶策略Chase strategy** (以能力为杠杆) ▶
 - 生产率与需求保持一致, 如快餐店
- ❖ **时间柔性策略Time flexibility strategy** (以利用率为杠杆) ▶
 - 大量的过剩能力, 如军队
- ❖ **混合策略**
 - 前三种策略的混合



平稳策略

- ❖ 维持稳定的机器产能和劳动力水平，保持稳定的产出率
- ❖ 缺货和剩余会导致库存水平的波动
- ❖ 要么根据未来需求预测提前建立库存，要么将旺季需求延期至淡季交货
- ❖ 有利于员工士气
- ❖ 可能会出现大量的存货和延迟交货
- ❖ 适用于库存成本和延期交货成本相对较低的情况



追赶策略

- ❖ 当需求变动时，通过调整机器产能或雇佣和解雇劳动力，使得产出率 and 需求保持一致
- ❖ 但是实际上很难很快改变产能和劳动力
- ❖ 如果变化产能的成本很高，那么这个策略就很昂贵
- ❖ 不利于员工士气
- ❖ 库存水平低
- ❖ 适用于库存成本高而改变产能成本低的情况



时间柔性策略

- ❖ 如果有多余机器产能，则可以使用该策略
- ❖ 劳动力保持稳定，但劳动时间需要不断改变以契合需求
- ❖ 使用加班或灵活的工作安排
- ❖ 需要柔性的劳动力，但避免了追赶策略的士气问题
- ❖ 适用于库存成本高，产能很便宜的情况



案例分析结果

❖ 一般说来，**追赶策略**用于

- 高价值产品
- 产品体积大或难以存储
- 易逝产品
- 产品的多样性高

❖ 一般说来，**平稳策略**用于

- 操作人员需要很长时间的锻炼才能有效地完成关键任务
- 产品过时的可能性低
- 产品的多样性低



例子： RedTomato综合计划

❖ RedTomatoTools

➤ 一个小的园林设备制造商



Shovels



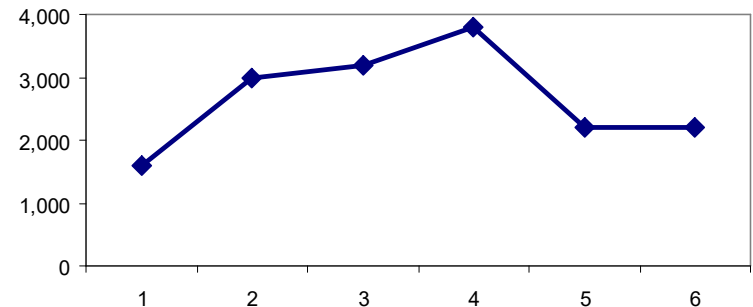
Spades



Forks

Generic tool, call it Shovel

Demand forecast





综合计划的输入

❖ 每期的需求预测

❖ 生产成本

- 劳动力成本（正常时间，加班时间）
- 转包成本
- 改变产能成本：雇佣或裁员成本，增加或减少机器产能成本

❖ 其他成本

- 单位产品所需的劳动力/机器时间
- 库存持有成本
- 缺货或延迟交货成本



例子： RedTomato综合计划

❖ 约束

- 劳动力、雇佣和裁员约束
- 产能约束
- 库存平衡约束
- 加班约束
- 第6期末库存至少 500
- 第6期末缺货为零



例子： RedTomato综合计划

Month	Demand forecast
January	1,600
February	3,000
March	3,200
April	3,800
May	2,200
june	2,200



Red Tomato Tools综合计划

综合计划基本权衡

- ❖ 产能 (正常时间, 加班时间, 转包)
- ❖ 库存
- ❖ 缺货

基本策略

- ❖ 追赶策略Chase strategy
- ❖ 劳动力或产能时间柔性策略
- ❖ 平稳策略



综合计划

<i>Item</i>	<i>Cost</i>
材料	\$10/unit
库存持有成本	\$2/unit/month
缺货边际成本	\$5/unit/month
雇佣、培训成本	\$300/worker
裁员成本	\$500/worker
劳动小时数	4/unit
正常时间成本	\$4/hour
加班时间成本	\$6/hour
转包成本	\$30/unit



综合计划 (定义决策变量)

$W_t = t$ 月员工数量, $t = 1, \dots, 6$

$H_t = t$ 月初雇佣的员工数量, $t = 1, \dots, 6$

$L_t = t$ 月初解雇的员工数量, $t = 1, \dots, 6$

$P_t = t$ 月生产数量, $t = 1, \dots, 6$

$I_t = t$ 月末库存, $t = 1, \dots, 6$

$S_t = t$ 月末缺货量, $t = 1, \dots, 6$

$C_t = t$ 月外包数量, $t = 1, \dots, 6$

$O_t = t$ 月加班工时, $t = 1, \dots, 6$



定义目标函数

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{t=1}^6 640W_t + \sum_{t=1}^6 300H_t \\ & + \sum_{t=1}^6 500L_t + \sum_{t=1}^6 6O_t + \sum_{t=1}^6 2I_t \\ & + \sum_{t=1}^6 5S_t + \sum_{t=1}^6 10P_t + \sum_{t=1}^6 30C_t \end{aligned}$$



变量之间的关联

❖ 根据雇佣、解雇的数量，确定每月的劳动力数量

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t, \quad or$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + L_t = 0$$

for $t = 1, \dots, 6$, where $W_0 = 80$.



约束

❖ 每月的产量不能超过能力

$$P_t \leq 40 W_t + O_t/4,$$

$$40 W_t + O_t/4 - P_t \geq 0,$$

$$\text{for } t = 1, \dots, 6.$$



约束

❖ 每月的库存平衡

$$I_{t-1} + P_t + C_t = D_t + S_{t-1} + I_t - S_t,$$

$$I_{t-1} + P_t + C_t - D_t - S_{t-1} - I_t + S_t = 0,$$

for $t = 1, \dots, 6$, where $I_0 = 1,000$,

$S_0 = 0$, and $I_6 \geq 500$.



约束

❖ 每月的加班

$$O_t \leq 10 W_t,$$

$$10 W_t - O_t \geq 0,$$

$$\text{for } t = 1, \dots, 6.$$

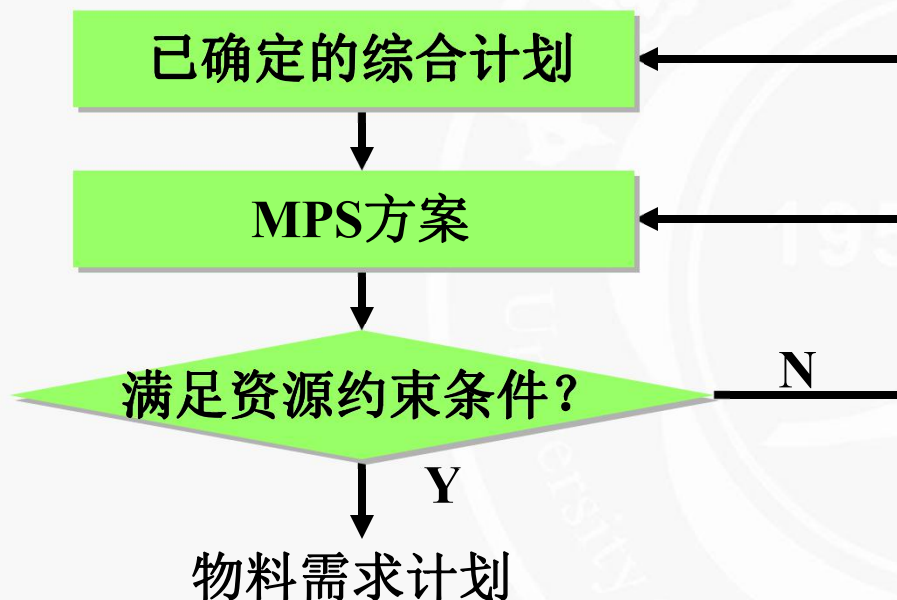


主生产计划

Master production scheduling

❖ 确定每一具体的最终产品在每一具体的时间段内的生产数量

- 最终产品：本企业最终完成、要出厂的完成品
- 计划时间单位：周(旬、日、月)





综合计划

月	1月	2月	3月
计划产出割草机	200	300	400

主生产计划

月		1月	2月	3月
计划 产出	推式割草机	100	100	100
	自力推进式割草机	75	150	200
	骑式割草机	25	50	100
总计		200	300	400



主生产计划

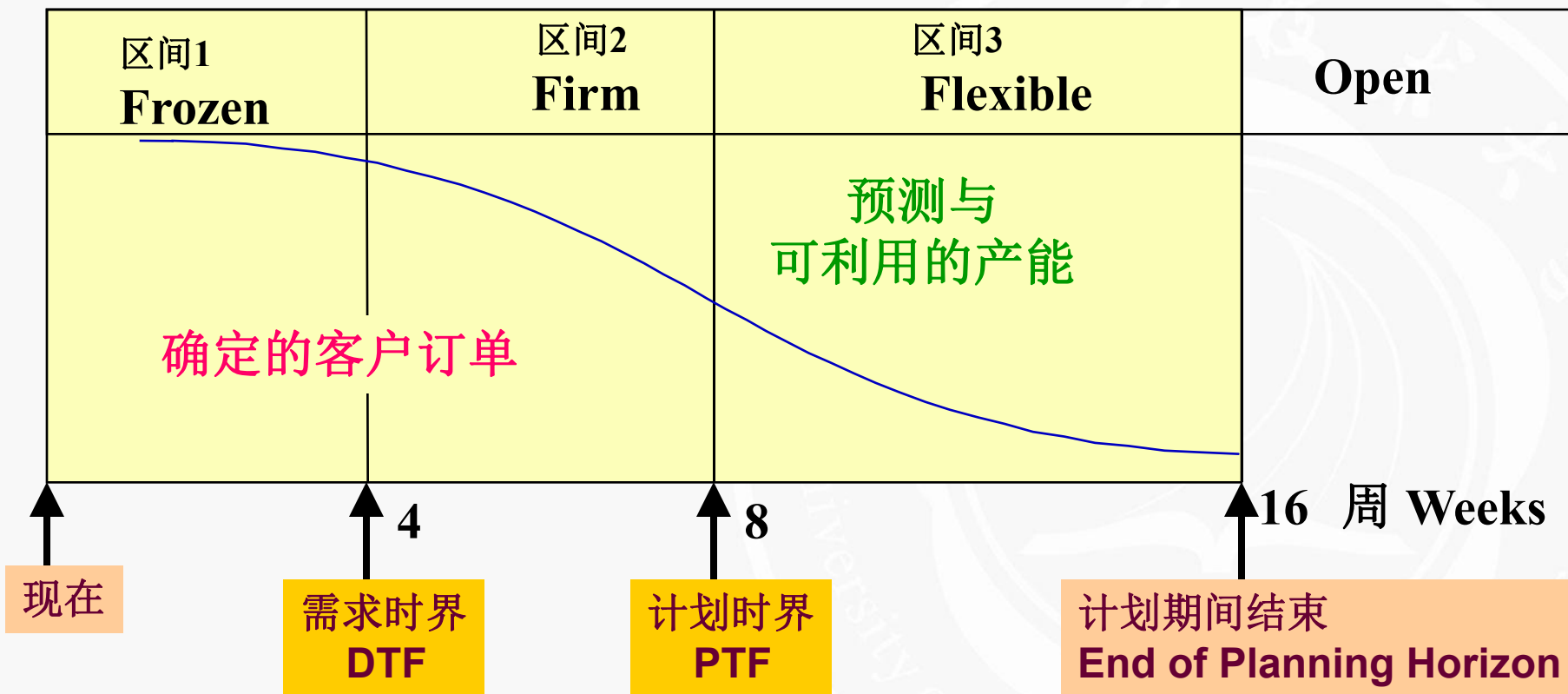
	June				July			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Forecast	30	30	30	30	40	40	40	40
Customer orders (committed)	33	20	10	4	2			
Projected on-hand inventory	31	1	41	11	41	1	31	61
MPS			70		70		70	70
Available-to-promise inventory (uncommitted)	11		56		68		70	70



时界 Time Fences

❖ 对MPS计划期间中的不同部分所允许的变化予以限制，常设定时界（如在第4、8周设定），确定允许的变化程度。

产能Capacity





时界 Time Fences

❖ 冻结状态 Frozen

- 计划不允许有任何的改变.

❖ 稳定状态 Moderately Firm

- 允许产品族内部一些特殊的微小变化（只要所需部件可获得）.

❖ 灵活状态 Flexible

- 允许某种程度较大的变化（只要总体能力需求水平基本保持不变）.

❖ 开放状态 Open

- 允许任何的改变。

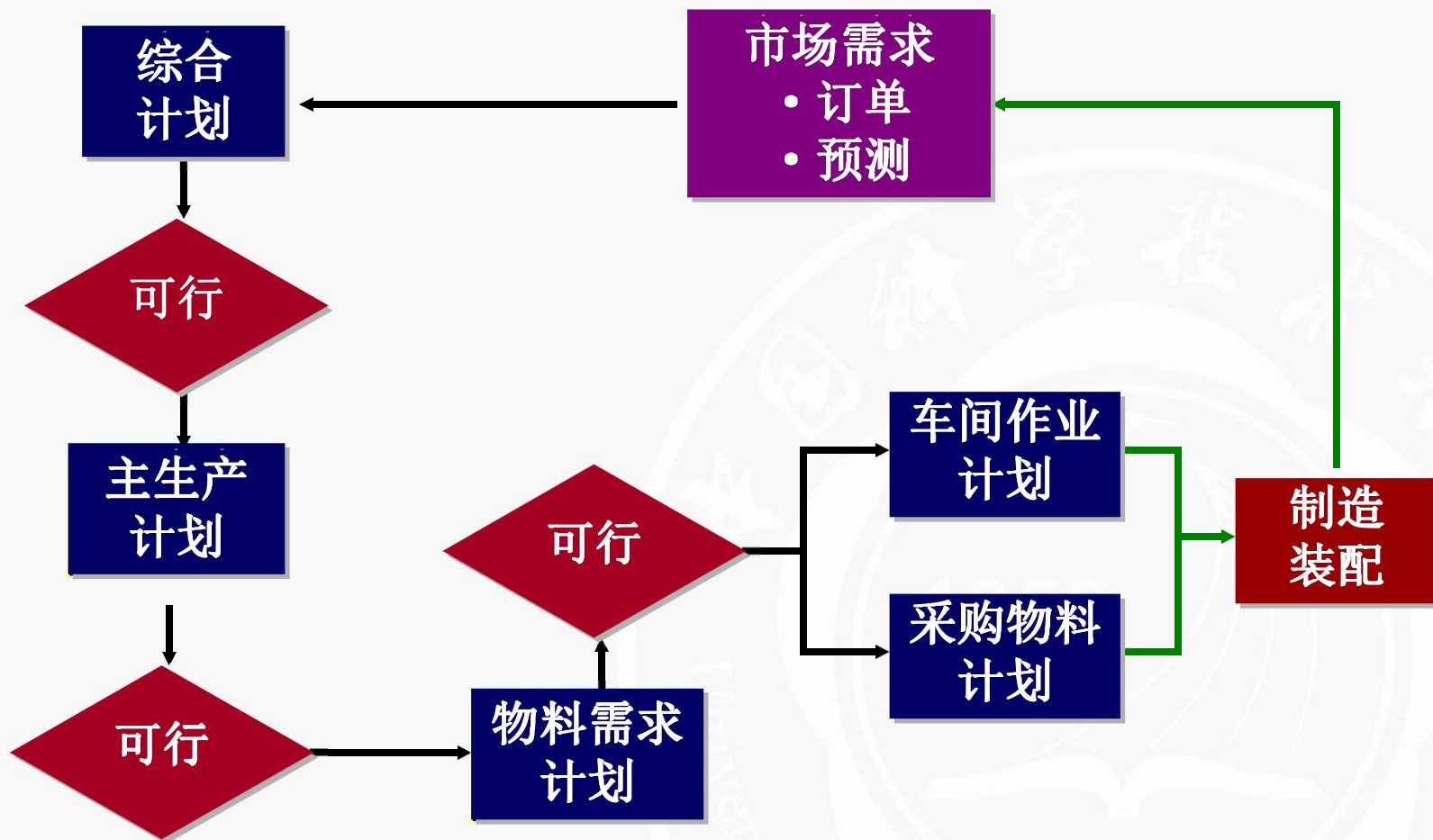


粗生产能力计划

- ❖ 在利用MPS模型制定出MPS的初步方案后，生产管理人员接下来必须根据资源约束条件来看该方案是否可行，通常用RCCP (Rough Cut Capacity Planning) 来检查MPS方案的可行性。
- ❖ 粗生产能力计划（RCCP）对实际资源需求的一个大致估计
 - “能力清单”法(capacity bill): 能力清单类似于MRP中的物料清单(BOM)，但它不是用来确定物料需求，而是用来确定MPS产品的能力需求
 - “资源描述”法(resource profiles): 利用能力清单来确定产品在其整个生产周期中每一阶段对关键资源的需求量



生产运作计划的制定程序





作业

- ❖ 制订综合计划的所需信息？
- ❖ 综合计划的输出？
- ❖ 综合计划的策略？