
第4讲

生产理论

卢锋

本讲主要内容

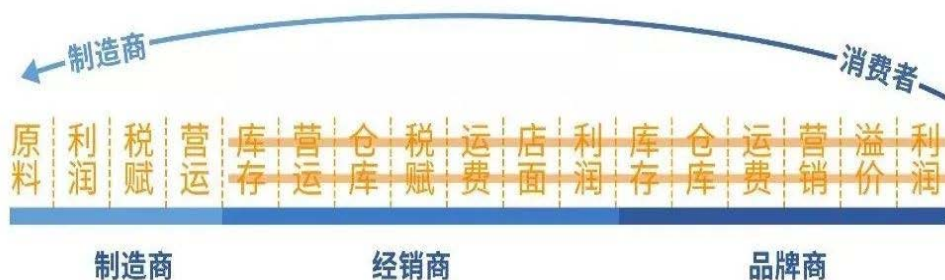
- “必要”与“迅犀”：数字化制造案例
 - 生产函数及其短期情景
 - 马尔萨斯预言为何失灵：案例讨论
 - 等产量线表示长期情景
 - 等成本线与最优产量决策
 - 技术进步与规模报酬
-

“必要”的故事

- 今年7月4日，新闻联播介绍了一家名为“必要”的电子商务公司，与浙江一家纺织成衣企业汉帛集团合作，通过互联网大数据改造传统制造业的实践。
 - 必要创始人毕胜是百度创业人之一、乐淘网创始人。他2015年创建必要的宗旨，是为用户开启成本价消费时代：让消费者以“白菜价”享受到具有“奢侈品品质”的商品，满足那些对生活品质有追求的移动互联网用户。
-

C2M模式

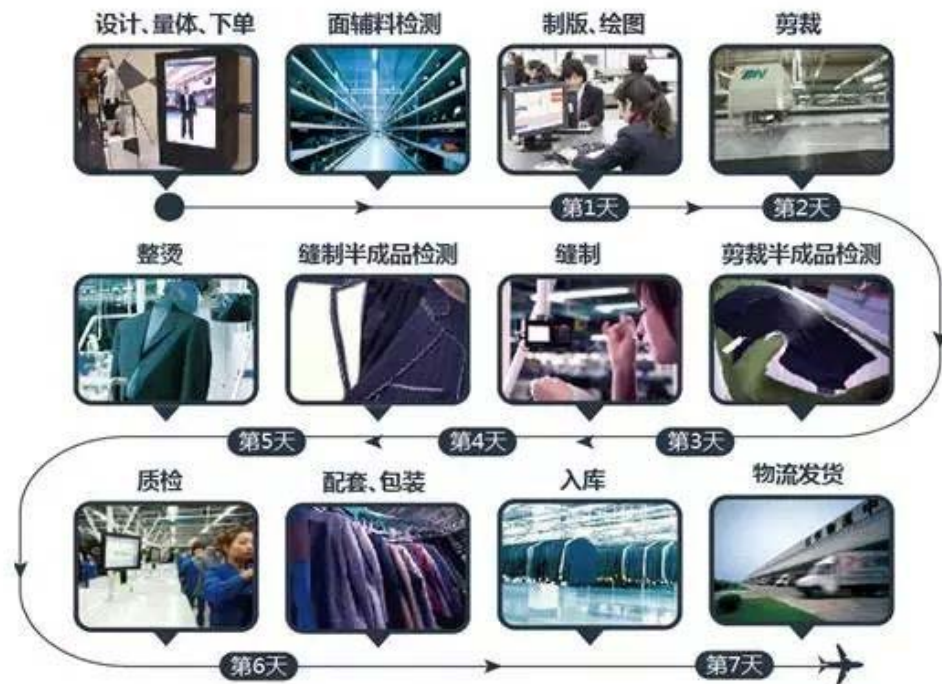
- 必要与汉帛合作方式称作C2M (Customer to Manufacturer) 即从消费者到生产者：平台企业利用互联网大数据技术，搜集整合消费者有关制造品需求个性信息，发送给制造者生成订单，并据此加工生产。



- 与常见供应链比较，C2M能把消费者偏好纳入设计生产流程，而且跳过品牌商、代理商、最终销售等渠道中间环节，可能节省成本。

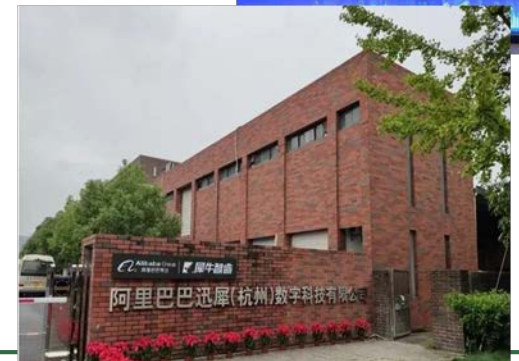
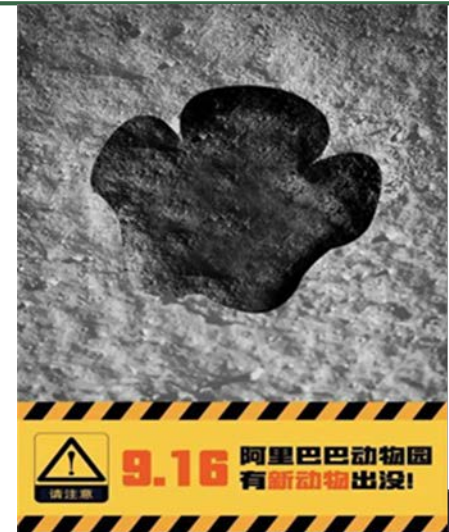
青岛红领的更早探索

- 实际上，另一家企业从2003年就开始探索这种C2M产业模式。这家定制化大批量生产西装的青岛企业，在2014年曾经两次被央视报道。



阿里巴巴犀牛制造（1）

- 据说9月一些媒体收到一封独具阿里巴巴风格的请柬，上面有一个巨大的动物脚印，配文是“9.16 阿里巴巴动物园有新动物出没！”
- 9月16日“新动物”如约揭开神秘面纱，犀牛智造工厂这头新动物出笼。犀牛工厂运营主体是阿里巴巴迅犀（杭州）数字科技有限公司。
- 阿里表示：“犀牛智造平台希望把数字洞察应用在制造环节中，……实现数据驱动，将消费者洞察、行业洞察与生产环节紧密相连，实现更聪明的生产排期、弹性生产。”



阿里巴巴犀牛制造（2）

- 2017年马云提出“互联网制造”，阿里秘密启动“犀牛智造”。定位“定制服装的批量化生产”，解决库存积压、提高工厂对终端用户响应，也属于C2M模式。
 - 选择服装作为突破点，与淘宝作为国内最大电商平台，服装贡献高达40%销售有关。依托庞大底层用户数据可为品牌商提供销售预测，在供给端利用柔性制造系统，可实现100件起订，7天交货。
-

数字制造业与工业4.0.....

- C2M模式持续探索实践，基于互联网云运算对大数据收集和处理技术能力的前所未有提升与成本降低，因而可以归结为数字化对制造业重构的努力，从一个侧面彰显“工业4.0（Industry 4.0）”的时代特点。
- 2013年德国汉诺威工业博览会提出工业4.0概念，强调信息化互联网大数据对产业与国民经济重构：工业1.0是蒸汽机时代，工业2.0是电气化时代，工业3.0是信息化时代，工业4.0是用信息化技术促进产业变革的智能化时代。

数据成为基本生产要素之一

- 工业4.0时代数据重要性提升，在我国有一个具体表现，是决策层政策文件把数据看作经济活动的基本生产要素之一：
 - 十九届四中全会在介绍坚持和完善社会主义基本经济制度情况时，首次提出将数据作为生产要素参与分配：“要鼓励勤劳致富，健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理和数据等生产要素按贡献参与分配的机制……”。
 - 2020年4月，中共中央、国务院发布《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》，将数据作为与土地、劳动力、资本、技术并列的生产要素，要求“加快培育数据要素市场”。
-

案例观察与经济学生产理论

- 案例观察显示，数字化制造等数字型经济的实践，启迪有关数字作为生产要素的理论认识；而理论认知又反转推进数据型经济实践深化这一合规律性互动关系。
 - 以生产函数为基础的生产理论，分析厂商在给定技术与投入品相对价格下最优生产决策，考察边际生产率、规模收益等经济关系，也对我们理解数字生产要素这类理论命题提供了经济学理论视角。
-

企业的生产理论

- 经济学有关生产理论的基本问题是：如何在给定技术存量下选择“适当技术”，用给定成本生产最大产量，或用最小成本生产给定产量。
- 首先介绍生产函数概念，并用等产量线表示生产函数；然后引入等成本线表示成本约束；最后分析企业选择技术和要素投入的一般规则。

生产函数与生产率的概念

- 生产过程实现的投入品与最终产出之间数量关系是生产函数 (production function)。
 - 假定产出为 Q ，两种投入品为劳动 L 和资本 K ，生产函数可以表达为：
 - $Q = F(K, L)$
 - 生产率 (productivity) 表示投入与产出数量关系，度量生产效率。劳动生产率 (labor productivity) 表示劳动投入与产出数量关系：
 - $AP_L = Q / L$;
-

基本要素及其报酬学说

■ 萨伊“三位一体”公式：

- 基于生产三要素论和边际效用价值说，认为劳动、资本、土地在生产过程中提供“生产性服务”，共同生产产品与各自创造收入：资本创造利润、土地产生地租、劳动取得工资。

■ 马歇尔四要素报酬理论：

- ◆ 1) 劳动：工资； 2) 资本：租金；
- ◆ 3) 土地：地租； 4) 企业家才能：利润；

■ 关于技术、资本家/企业家、数据.....

一种可变投入品生产函数

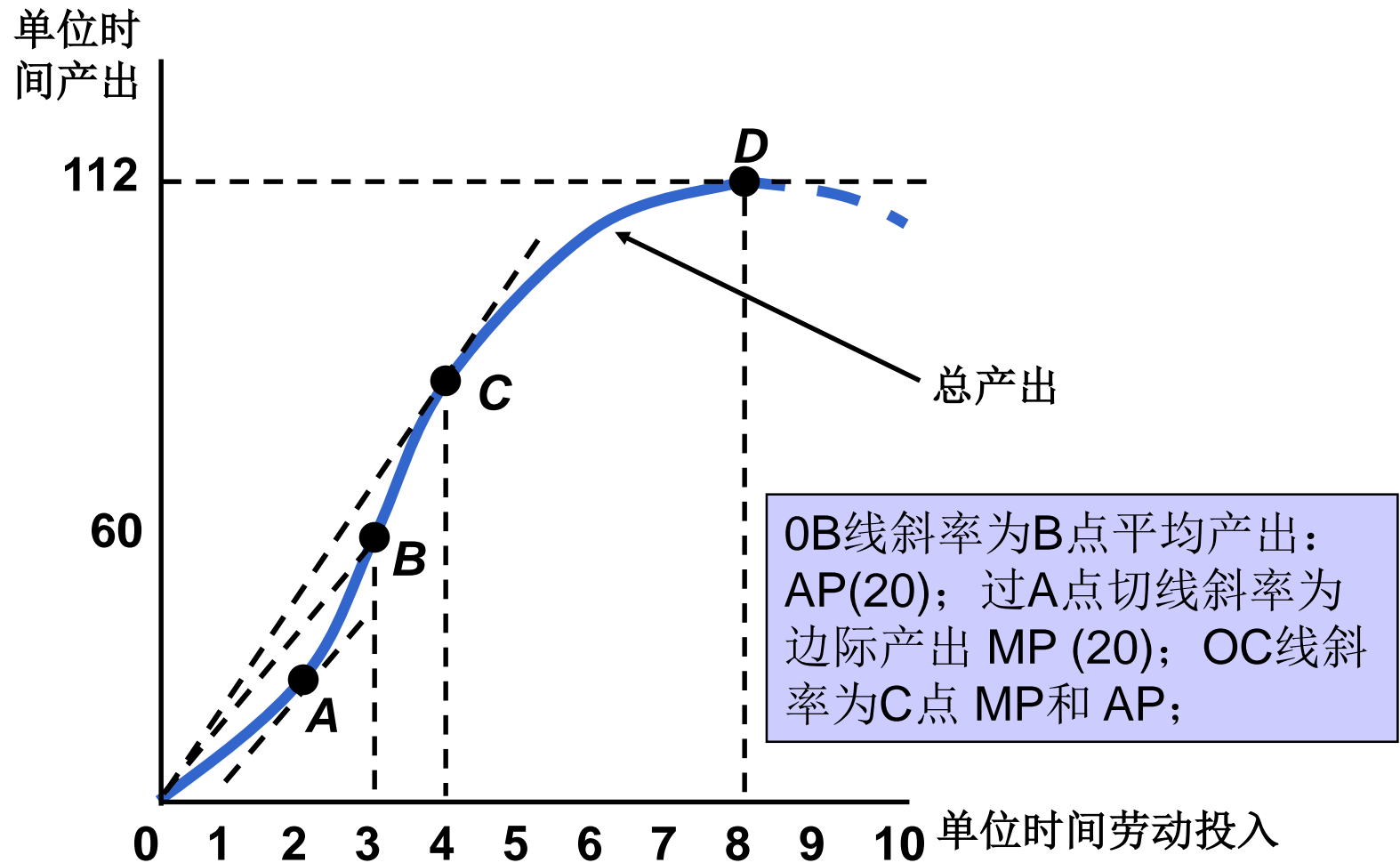
- 假定一种投入品可以变动，得到一种可变投入的生产函数。
 - 例如在短期技术和资本固定不变，仅有劳动投入可以变动。

一种可变投入的生产过程

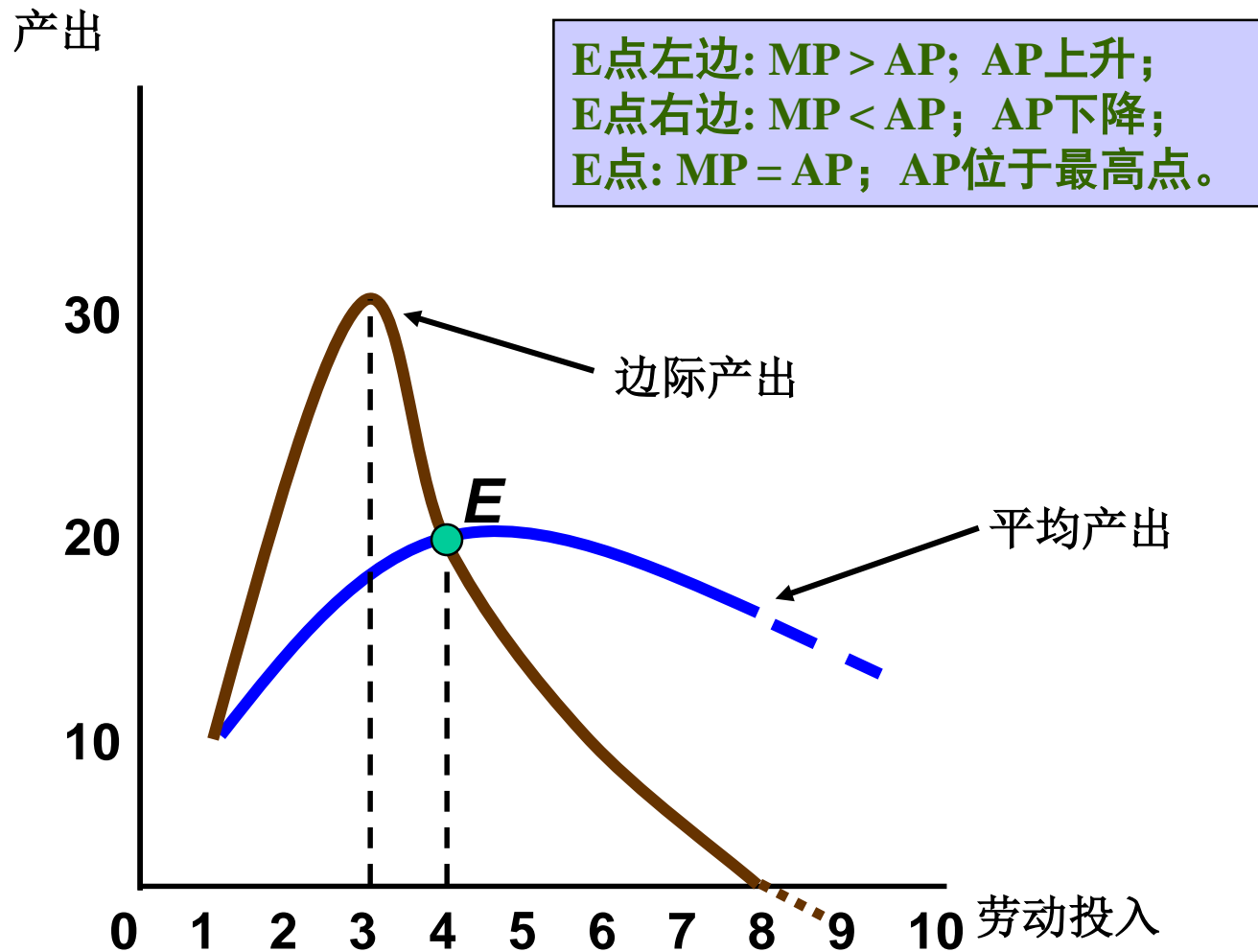
(Production with One Variable Input (Labor))

劳动投入 数量 (L)	资本投入 数量 (K)	总产出 (Q)	平均产出 (Q/L)	边际产出 ($\Delta Q / \Delta L$)
0	10	0	---	---
1	10	10	10	10
2	10	30	15	20
3	10	60	20	30
4	10	80	20	20
5	10	95	19	15
6	10	108	18	13
7	10	112	16	4
8	10	112	14	0
9	10	108	12	-4
10	10	100	10	-8

总产出图形 (Total Product in Graph)



平均和边际产出



边际产出递减规律

(The Law of Diminishing Marginal Returns)

- 当包括技术在内的其它投入固定不变时，一种投入数量增加最终会达到一个临界点，在它以后投入增加带来的产出增量（即边际产出）会减少。
 - 当劳动投入较少时，投入增加通过专业化可能带来边际产出上升；
 - 当劳动投入量很大时，增加投入会因为缺乏效率导致边际产出下降；

马尔萨斯和食物危机预言

- 英国古典经济学家马尔萨斯 (Thomas Robert Malthus, 1766-1834) 在其代表作《人口原则》和《政治经济学原理》中提出“马尔萨斯人口论”。



- 他认为，人类人口会持续快速增长，土地生产资料难以同比例增长，农业边际产出递减规律作用会导致食物生产增速赶不上人口增速，因而人类会面临绝对食物匮乏和危机。

马尔萨斯人口论的基本推论

- 《人口论》基于“两个公理”：“第一，食物为人类的生存所必需。第二，两性间的情欲是必然的，且几乎会保持现状。”于是人口增殖比生活资料增长要快。人口每25年以几何级数增加，后者以算术级数增长，前者势必超过后者趋势。
- 假设世界现有人口十亿，人口将以1、2、4、8、16、32、64、128、256、512……轨迹呈几何级数增加，生活资料则按照1、2、3、4、5、6、7、8、9、10……呈算术级数增加，在225年（10个25年）内，人口对生活资料的比率将会是512：10。

马尔萨斯人口论的预测含义

自然规律要求二者恢复平衡，要求阻止人口增长，表现为失业、疾病、饥荒、瘟疫、暴行、战争等“积极抑制”，即增加死亡率使人口与生活资料保持平衡。

《人口论》第二版提出“预防抑制”即“道德抑制”，主张用晚婚、独身、不育、禁欲办法来降低人口出生率以保持平衡。

早先认为高出生率提供更多劳力有利于增长，马尔萨斯认为高出生率可增加总产量，但会降低人均产量。

他另外还提出一套需求供应失衡即过剩理论，当时被看做荒唐，却被他的剑桥校友凯恩斯发扬，成为后来大萧条理论的先驱。



世界人均食物消费指数

年份	指数
1948-1952	100
1970	123
1990	137
1998	140

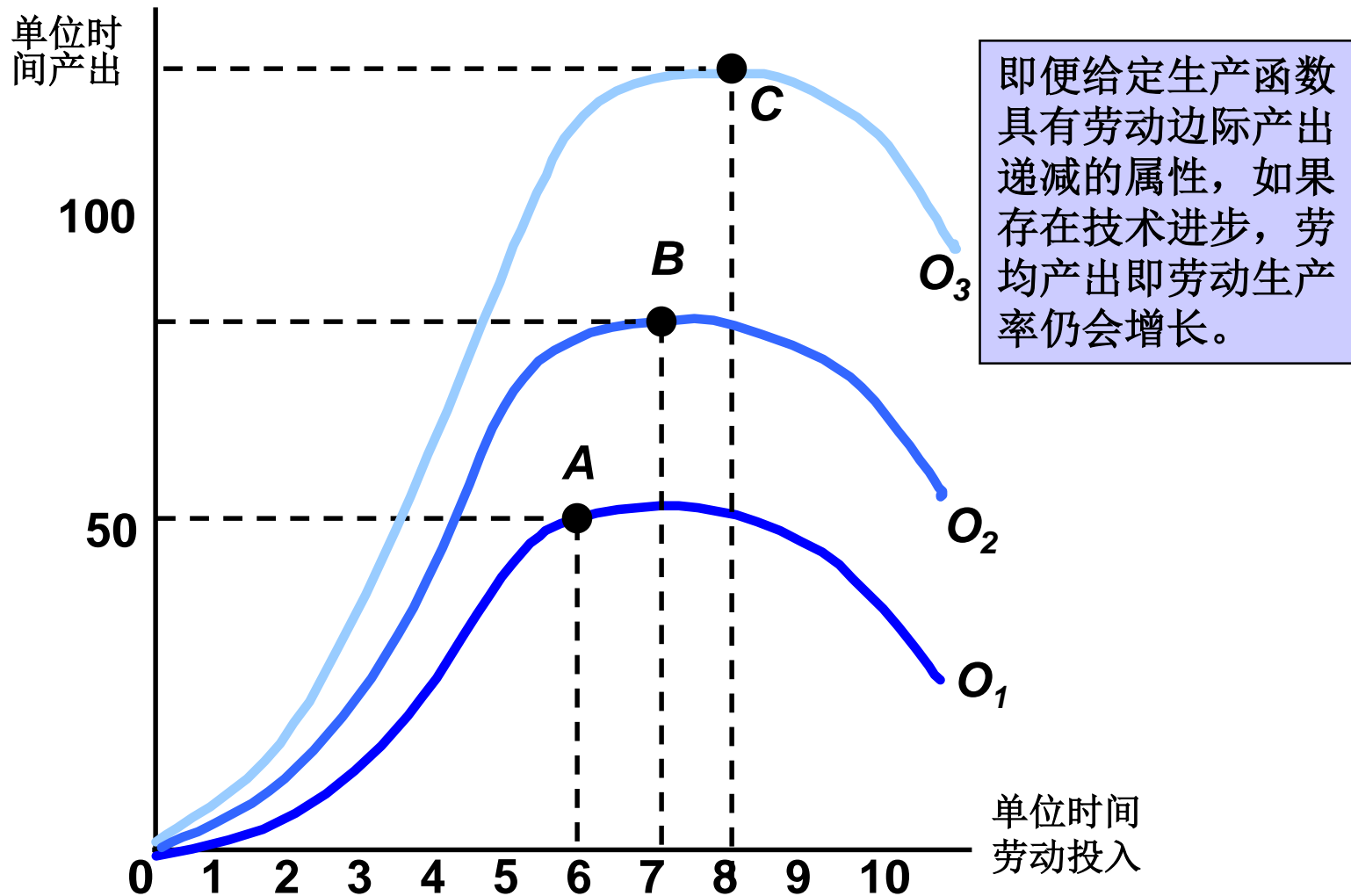
- 为什么Malthus的预言没有实现？
- 如何理解它与边际产出递减规律的关系？

“其它条件不变” 假定

(“Other Things Given” Assumption)

- 边际产出递减规律建立在“包括技术在内的其它投入不变”的假设基础上。
- **Malthus** 当时没有预见到过去一个多世纪农业科学技术进步前景。
- 科技进步使得食物供给增长超过需求增长，从而使上述预言归于失效！

技术进步的作用机制

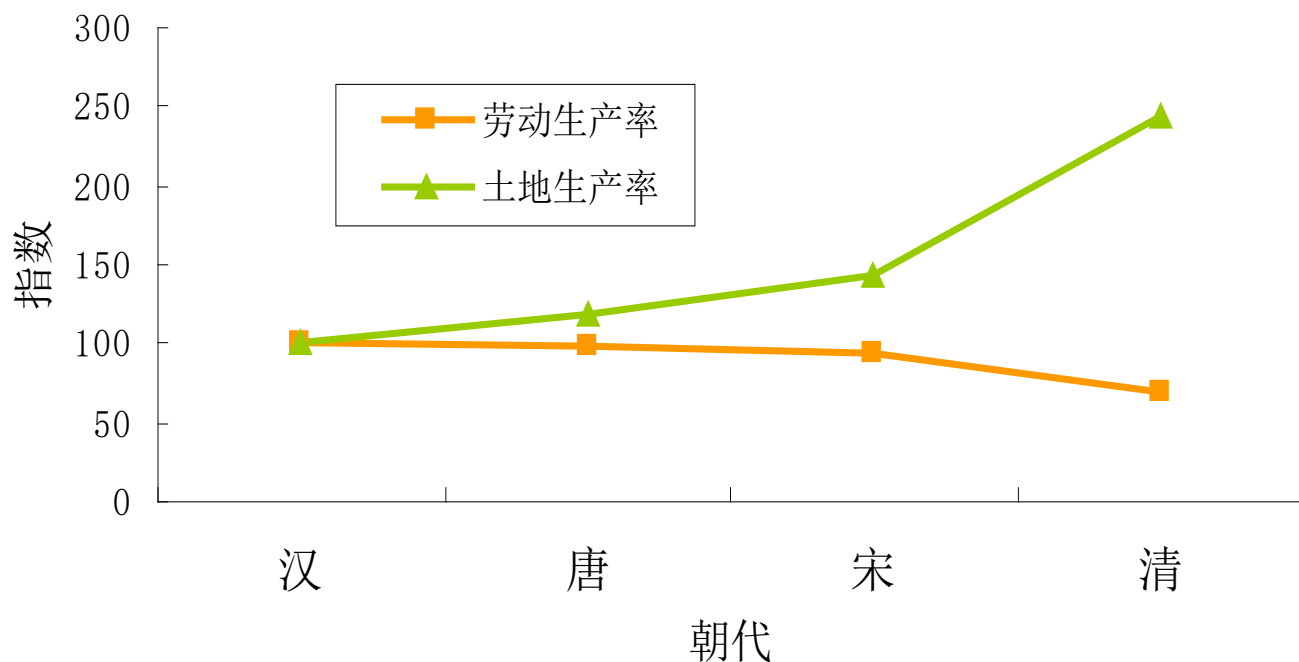


马尔萨斯陷阱 (the Malthusian Trap)

- 如特定经济环境大体符合马尔萨斯预言假设条件，那么Malthusian分析思路 and 观点就具有某种认识价值：
 - 1) 耕地面积大体给定；
 - 2) 人口和劳动力快速增长；
 - 3) 农业技术进步速度很慢；
 - 我国从秦汉到明清农业社会经济史时期，经济环境与上述假定比较接近，马尔萨斯陷阱对理解历史上周期震荡特点具有某种解释作用。
-

中国古代劳动和土地的粮食生产率

我国历史部分朝代粮食土地和劳动生产率



资料来源：卢锋 “我国若干朝代粮食生产效率估测（《中国人民大学学报》1989年第1期）” 见《半周期改革现象——我国粮棉流通改革和食物安全研究》第446-461页，北京大学出版社2004年版。

两个可变投入的生产函数

- 假定家具生产需要两种投入：
 - 劳动 (L) 和资本 (K) ；
 - 二者数量都可以变动；
 - 这实际上假定了长期分析背景，有可能调节所有投入品数量；

两个可变投入的生产函数

劳动投入

资本投入

1

2

3

4

5

1

20

40

55

65

75

2

40

60

75

85

90

3

55

75

90

100

105

4

65

85

100

110

115

5

75

90

105

115

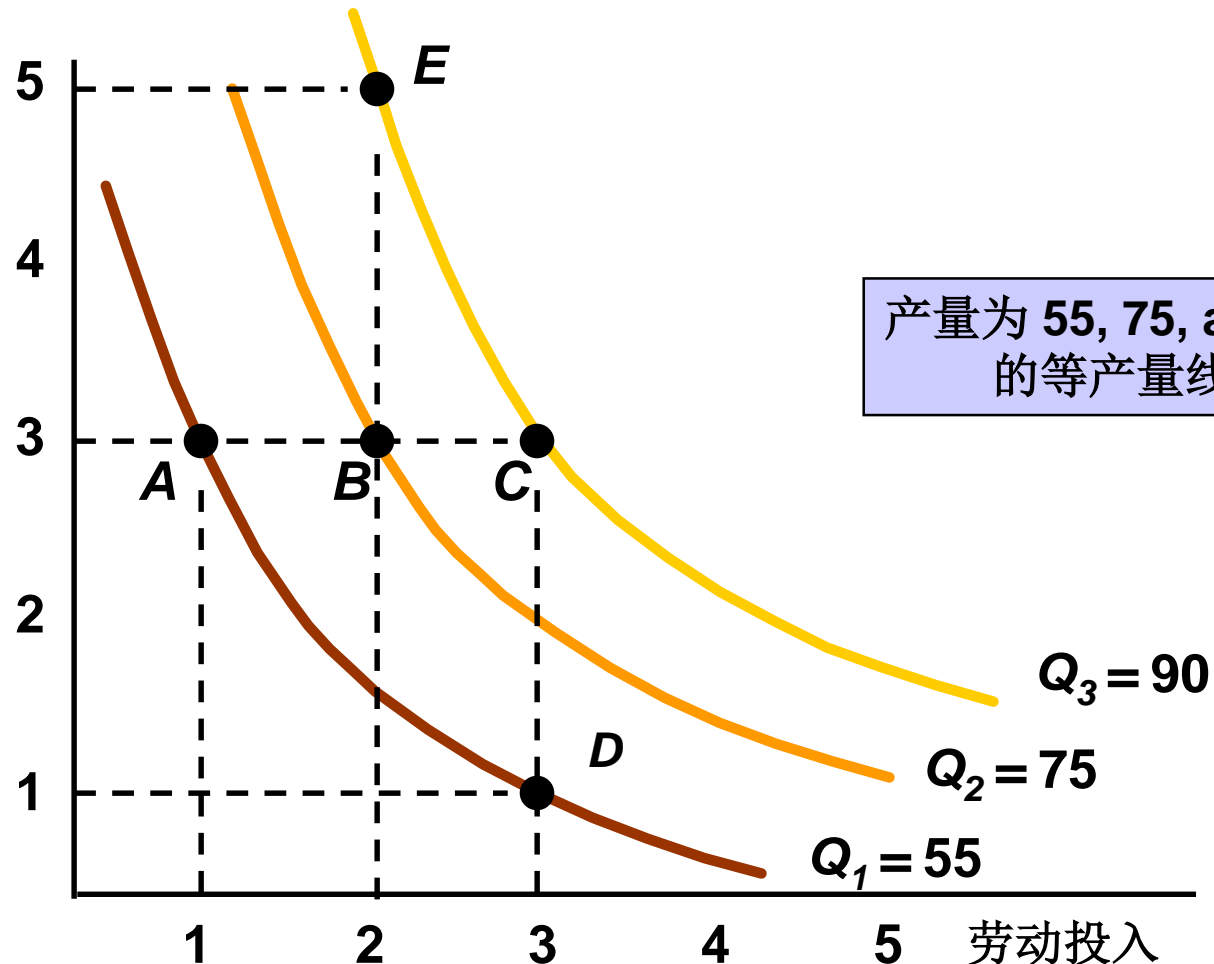
120

等产量线概念

- 等产量线（Isoquant curves）表示生产给定数量产出的所有投入品组合。
 - 1) 对给定资本投入数量，产出随劳动投入增长而上升；
 - 2) 对给定劳动投入数量，产出随资本投入增长而上升；
 - 3) 两种投入的不同数量组合生产相同数量产出。

等产量图 (Isoquant Map)

资本投入



产量为 55, 75, and 90
的等产量线.

边际技术替代率

(Marginal Rate of Technical Substitution)

- 等产量线强调可以用不同投入品组合来生产给定数量的产出，但是厂商选择受到边际技术替代率递减规律限制。
- 边际技术替代率（**MRTS**）是等产量线斜率绝对值，表示保持给定产量前提下两种投入品的置换关系：

$MRTS = - \text{资本投入变动} / \text{劳动投入变动}$

$$MRTS = - \Delta K / \Delta L \text{ (for a fixed level of } Q\text{)}$$

前面提到：投入品边际生产率

- 1) 劳动边际生产率（Marginal Productivity of labor）表示改变一个单位劳动投入带来的产出改变量即边际产出：

$$(MP_L)(\Delta L)$$

- 2) 资本边际生产率（Marginal Productivity of capital）表示改变一个单位资本投入带来的产出改变量即边际产出：

$$(MP_K)(\Delta K)$$

边际技术替代率和边际产出

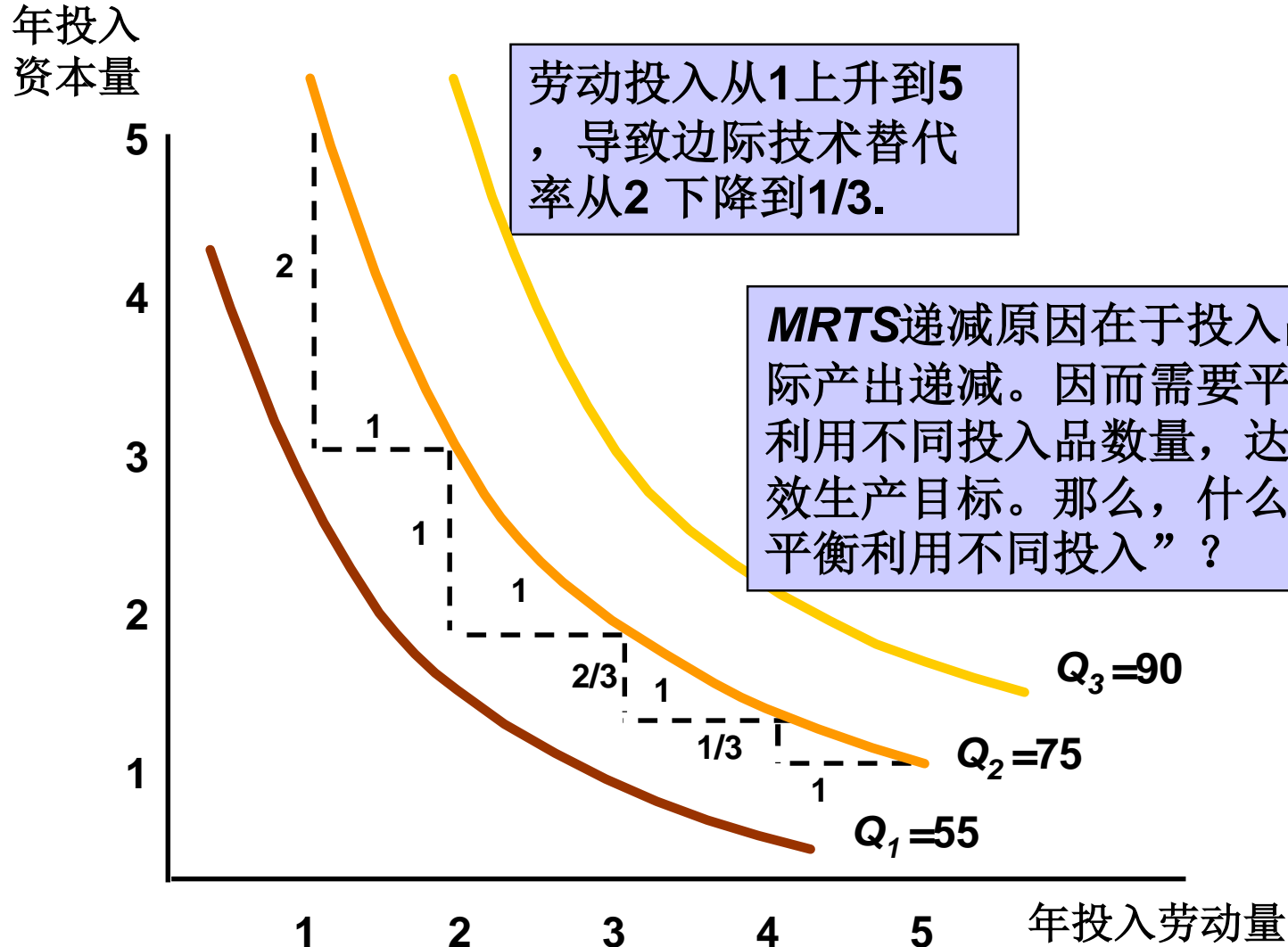
(MRTS and Marginal Products)

- 由于等产量线上产出数量给定，因而劳动和资本投入变动组合对产量的净影响为零。由此可以得到边际技术替代率等于两种投入品边际产出推论。

$$(MP_L)(\Delta L) + (MP_K)(\Delta K) = 0$$

$$(MP_L)/(MP_K) = -(\Delta K/\Delta L) = MRTS$$

边际技术替代率递减



等成本方程 (Isocost Equation)

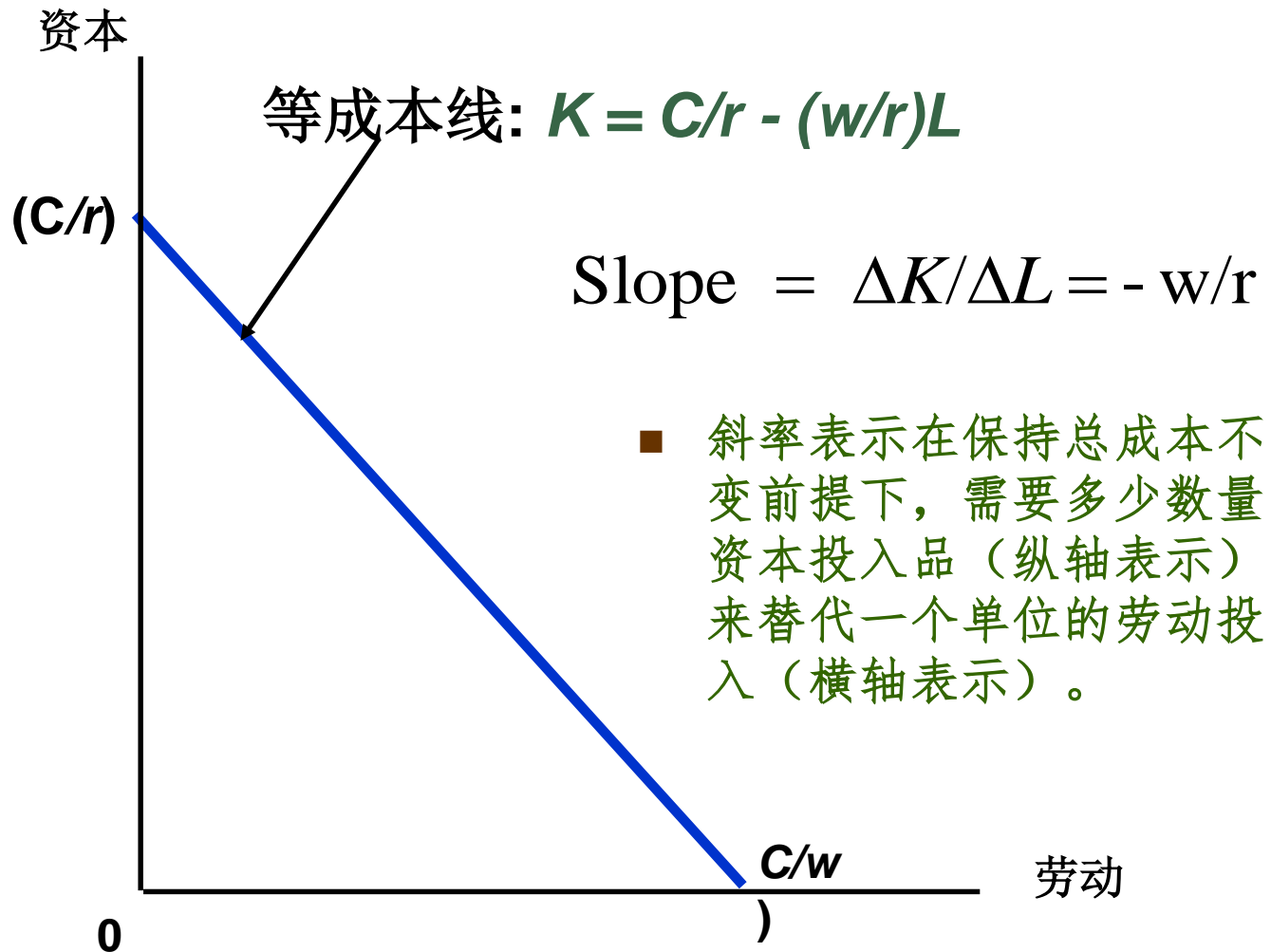
- 用C表示购买投入品的总预算；L和w表示劳动投入的数量和单位价格；K和 r表示资本投入的数量和单位价格；
- 等成本方程表示给定成本能够购买到的两种投入品数量的所有组合：

$$■ C = wL + rK;$$

- 把上式写成线性方程：

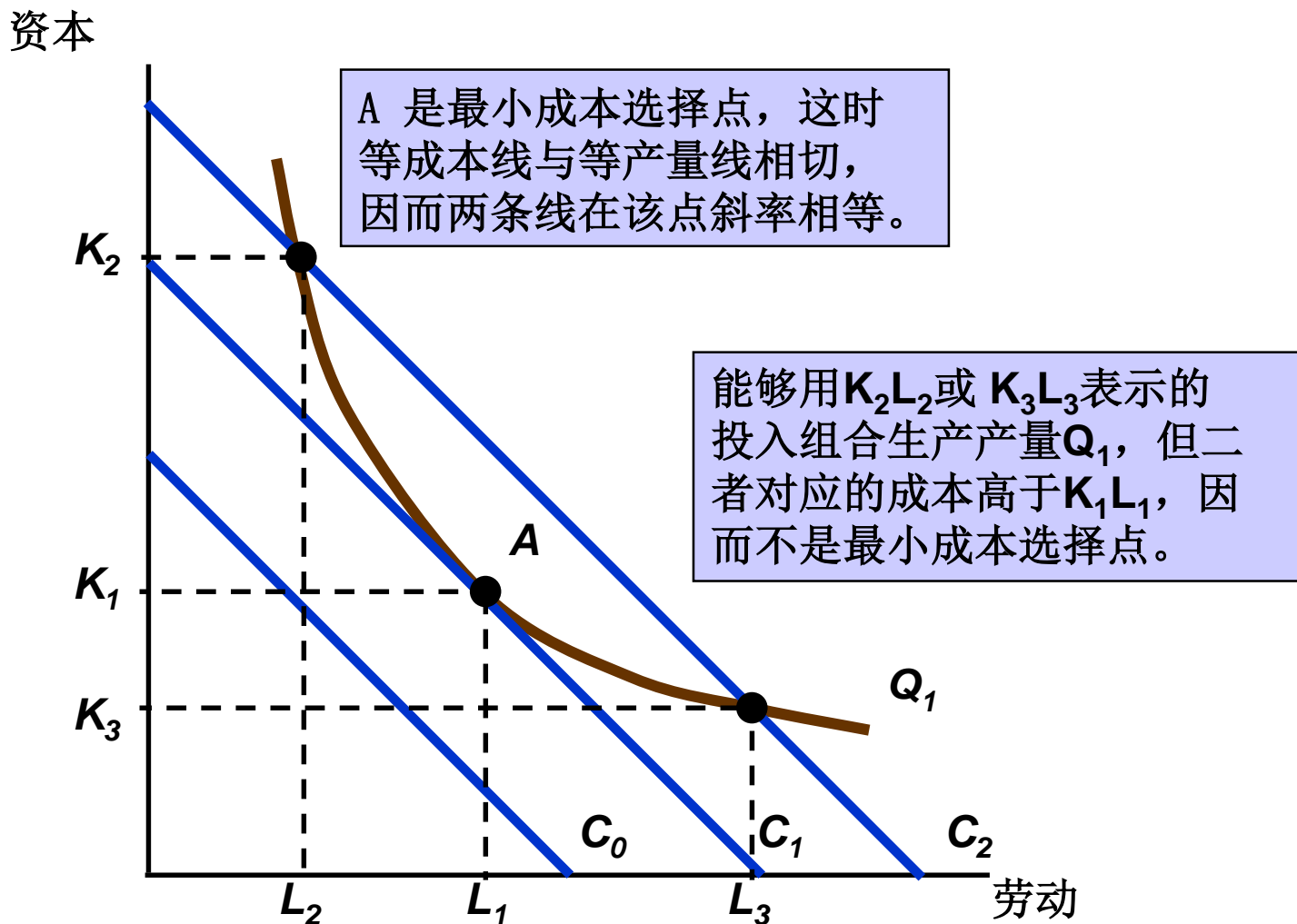
$$■ K = C/r - (w/r)L;$$

等成本线 (Isocost Line)



最低成本选择

(Minimum Cost Choice)



Minimum Cost Condition

等成本线与等产量线相切，因而边际技术替代率与等成本线斜率在该点斜率相等：

$$\text{MRTS} = - \Delta K / \Delta L = \text{MP}_L / \text{MP}_K$$

$$\text{Slope of isocost line} = \Delta K / \Delta L = -w/r$$

$$\text{and } \text{MP}_L / \text{MP}_K = w/r$$

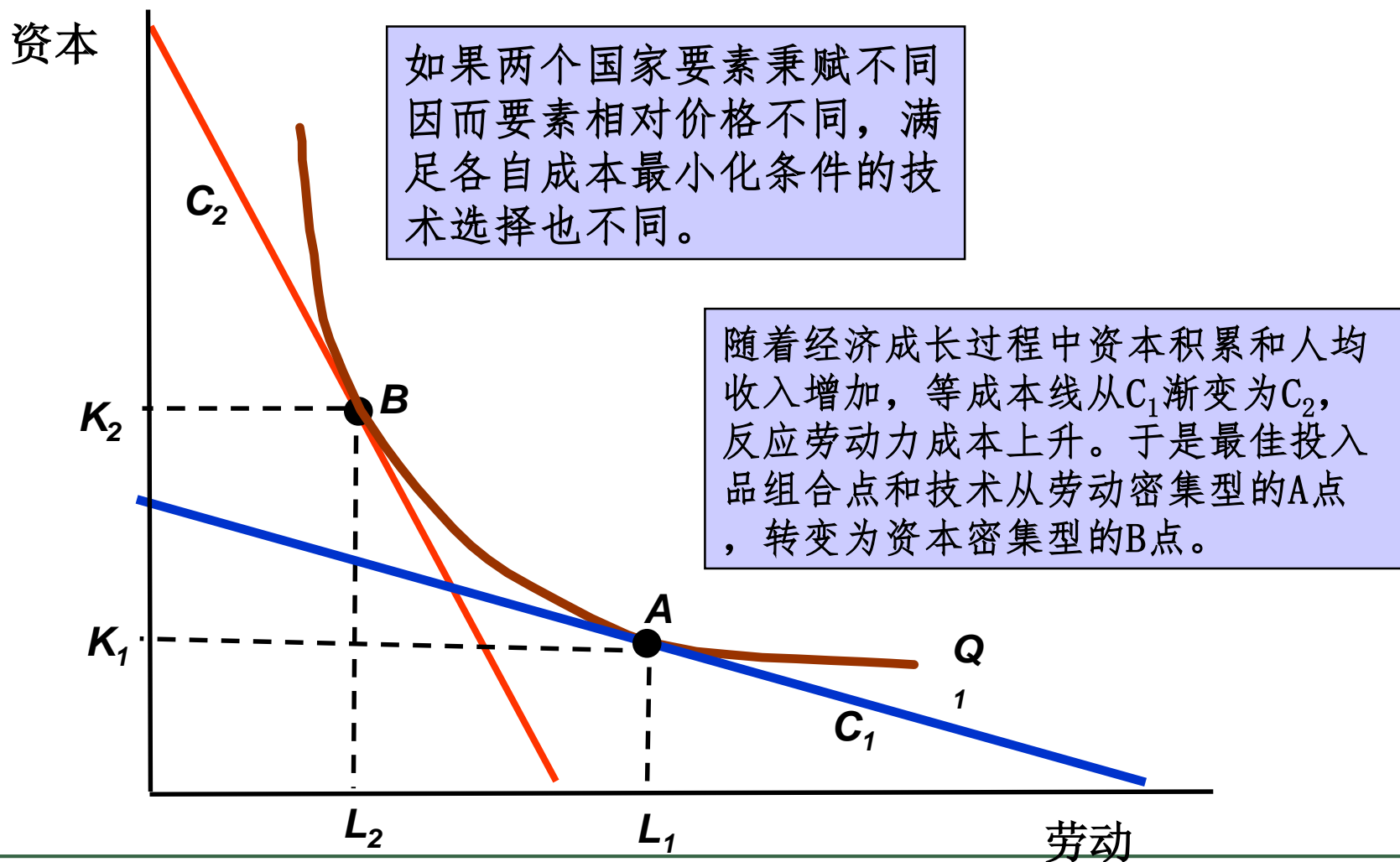
均衡条件再解释

- 最小成本组合条件可以表达为：两种投入品的边际产品与单位价格比率相等。

$$\frac{MP_L}{w} = \frac{MP_K}{r}$$

- 如果工资率上升，就需要通过减少劳动力使用数量，或增加资本使用数量，或二者同时实行，来保证成本最小化所需要的均衡条件。价格调节行为！

分析结论的应用！

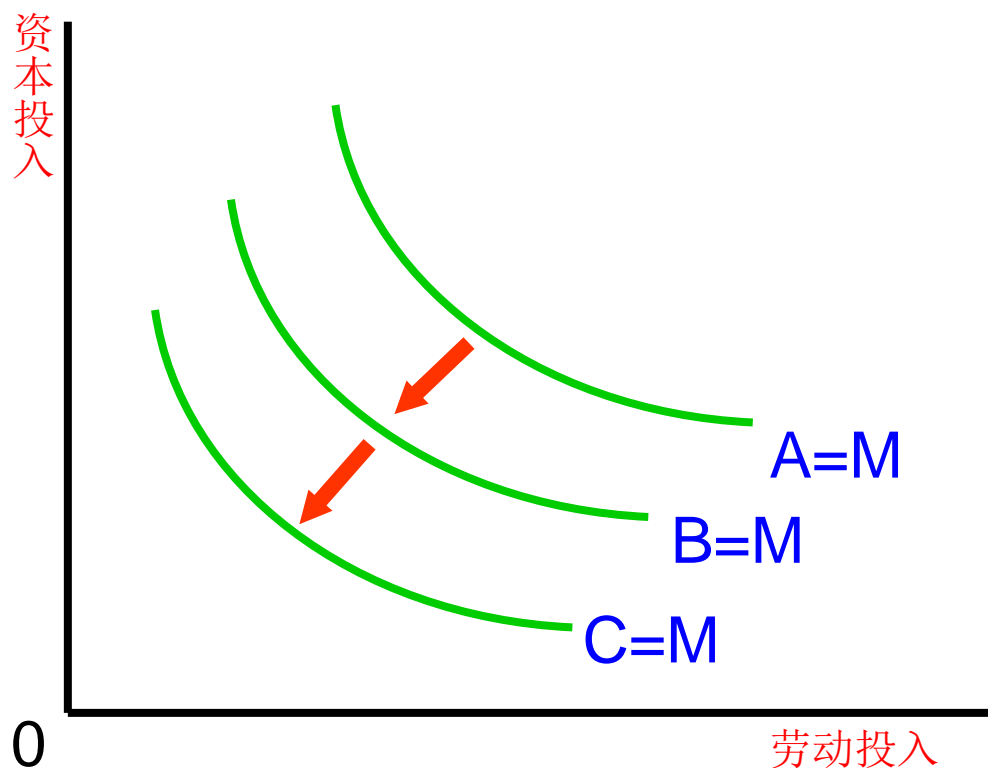


比较优势 (Comparative Advantage)

- 资源相对稀缺度制约技术选择的分析，是比较优势原理的核心思想。
- 需要密集利用本国相对丰裕因而相对成本较低要素的经济活动具有比较优势，需要密集利用本国相对稀缺因而相对成本较高要素的经济活动缺乏比较优势。
- 依据比较优势原则配置资源，有助于提高资源利用效率和企业竞争力。

技术进步的图形表达

- 技术变动或技术进步 (technological change or technology progress) 表现为 (1) 生产某种产品新的更有效方法 (包括生产新产品) ; (2) 组织, 营销和管理方式改进。
- 技术进步可以被理解为生产函数的改变, 表现为等产量线的向内移动。



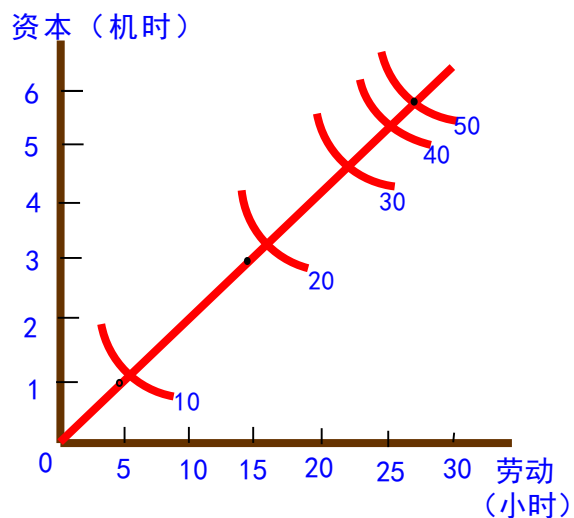
技术进步：研究与开发

- 研究与开发(research & development)是实现技术进步基本途径，研究分基础性和应用性。
 - 基础性研究目的在于提供纯粹的新知识：非赢利性；研究结果发布的开放性。
 - 应用性研究把基础科学知识运用到某个专门领域对象，可能与商业领域获得市场回报目的相联系。
 - 开发是把研究知识结果或发现运用到商业经营。
 - 华为5G技术领先、Bach-Rita（巴赫-利塔）教授研发BrainPort等事例说明，基础性-应用性-商业性研究的链条越来越短。
-

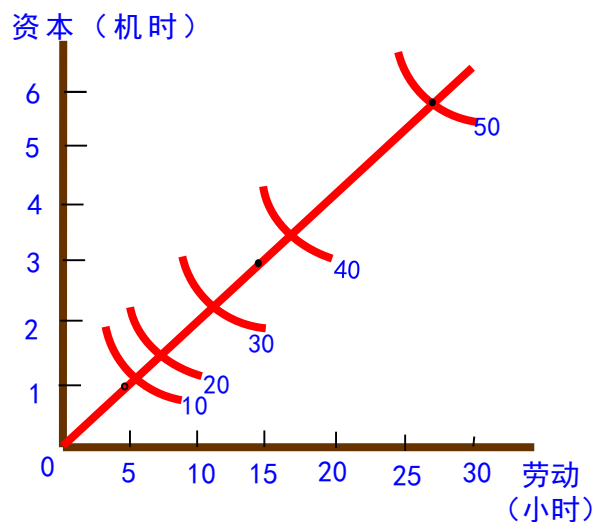
规模报酬及其三种情况

- 规模报酬 (return to scale: 又称规模收益) 指所有投入相同比例变化带来的产量变化 (与边际产出表示一种投入变化带来产量改变不同)。规模报酬在理论上可能有三种情形:
 - 1) 规模报酬递增 (increasing return to scale) : 所有投入都增加1倍, 产出增加超过1倍。
 - 2) 规模报酬递减 (decreasing return to scale) : 所有投入都增加1倍, 产出增加小于1倍。
 - 3) 规模报酬不变 (constant return to scale) : 所有投入都增加1倍, 产出增加等于1倍。
-

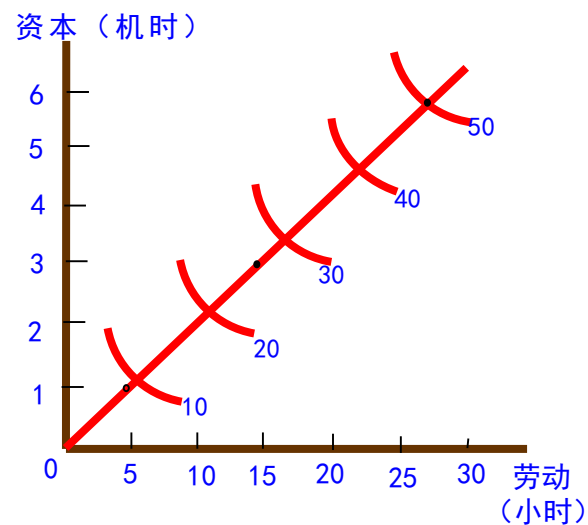
规模报酬三种情况图形表达



- 等产量线之间距离越来越小，表示规模报酬递增。



- 等产量线之间距离越来越大，表示规模报酬递减。



- 等产量线之间距离不变，表示规模报酬不变。

规模报酬三种情况数学表达（1）

■ 令生产函数 $Q = f(L, K)$

- 如果 $f(\lambda L, \lambda K) > \lambda f(L, K)$ ，其中常数 $\lambda > 0$ ，则生产函数 $Q = f(L, K)$ 具有规模报酬递增的性质。
 - 如果 $f(\lambda L, \lambda K) = \lambda f(L, K)$ ，则生产函数 $Q = f(L, K)$ 具有规模报酬不变的性质。
 - 如果 $f(\lambda L, \lambda K) < \lambda f(L, K)$ ，则生产函数 $Q = f(L, K)$ 具有规模报酬递减的性质。
-

规模报酬三种情况数学表达（2）

- 对于科布-道格拉斯 (Cobb-Douglas) 生产函数:
 $Q = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta$, 且 $Q' = A \cdot (\lambda L)^\alpha \cdot (\lambda K)^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} \cdot Q$
- 如果 $Q' > \lambda \cdot Q$, 即 $\alpha + \beta > 1$, 则属于规模报酬递增生产函数。
 - 如果 $Q' = \lambda \cdot Q$, 即 $\alpha + \beta = 1$, 则属于规模报酬不变生产函数。
 - 如果 $Q' < \lambda \cdot Q$, 即 $\alpha + \beta < 1$, 则属于规模报酬递减生产函数。
-

为什么有规模报酬递减？

- 主要是随着规模扩大伴随企业内部组织和协调成本上升，决策与执行效率下降。
 - 例如规模扩大需要增加层级，新增一个层级往往伴随协调成本和效率减损的加倍发生。
 - 又如规模扩大需增加业务板块或事业部，容易出现各部门在人员配置、投资、研发等领域争抢资源和内耗损失。
 - 再如层级和板块增多，还容易出现苦乐不均和激励机制失灵情况。
 - 另外，某些行业中如企业规模过大，还会面临销售费用增加和要素价格上升情况。
-

为什么有规模报酬递增？

- 一些场合与物理学规律有关。如制作箱子体积与边长立方成正比：用边长均为1米材料，产出1立方米箱子；边长均为2米材料，箱子体积为8立方米，获得规模产出递增效果。
 - 随生产规模扩大，可利用早先受规模限制无法利用的设备如巨型吊车、更大功率计算机等，产量提高大于所有投入增加比例。
 - 下一讲结合规模经济概念讨论，当代网络经济特点之一，是各类平台经济越来越重要，突出体现规模报酬递增特点。
-

第3讲小结（1）

- 生产函数指给定技术条件下投入品组合有效使用能够带来的最大产出。随着知识技术不断进步，生产函数会发生变化。
- 边际产出递减规律表示，当包括技术在内其它投入不变时，一种投入数量增加最终会达到一个临界点，此后投入边际增加带来产出增量减少。
- 等产量线描述厂商给定产量条件下所用投入品组合的集合，等产量线斜率表示在产出不变前提下一种投入品与另一种投入品替代关系，其绝对值称为边际技术替代率。边际技术替代率递减。等成本线表示购买投入品支出不变时可购得投入品组合集合。

第3讲小结（2）

- 等成本线斜率绝对值表示两种要素价格比，衡量投入品总支出不变时替换一个单位投入品所需要的另一投入要素数量。
 - 给定成本条件下，投入品最佳组合由能达到的最高等产量线即等产量线与成本线的切点决定。给定产量条件下，投入品最佳组合由等产量线与最低的等成本线切点决定。
 - 比较优势指技术选择所要求投入品比例与要素秉赋组合以及要素相对价格之间具有一致性，比较优势意味着密集利用比较丰裕因而价格相对低廉的要素，达到成本节约目标。
-