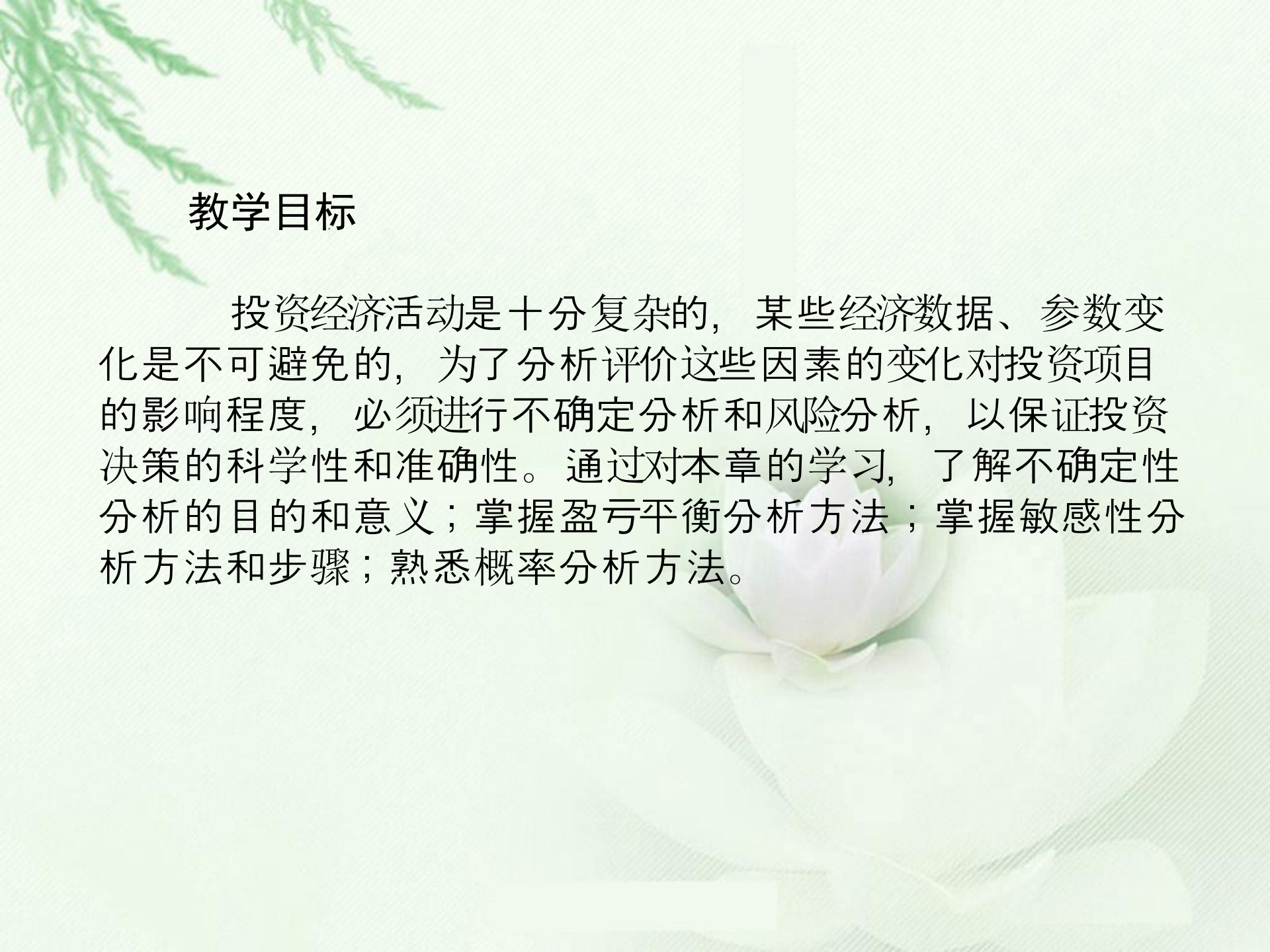


第
章

5

风险与不确定性分析





教学目标

投资经济活动是十分复杂的，某些经济数据、参数变化是不可避免的，为了分析评价这些因素的变化对投资项目的影晌程度，必须进行不确定分析和风险分析，以保证投资决策的科学性和准确性。通过对本章的学习，了解不确定性分析的目的和意义；掌握盈亏平衡分析方法；掌握敏感性分析方法和步骤；熟悉概率分析方法。

引例

项目是否要投资，投资要采取何种方案，投资的项目要有多大规模才可以赢利？投资过程中有很多影响因素，这些都会导致项目投资达不到预期的效果。如生产某种产品有 3 种工艺方案，方案 1：年固定成本 800 万元，单位产品变动成本为 10 元；方案 2：年固定成本 500 万元，单位产品变动成本为 20 元；方案 3：年固定成本 300 万元，单位产品变动成本为 30 元。分析 3 种不同的方案适用的生产规模分别是多少。

5.1 概 述

5.1.1 不确定性分析的含义

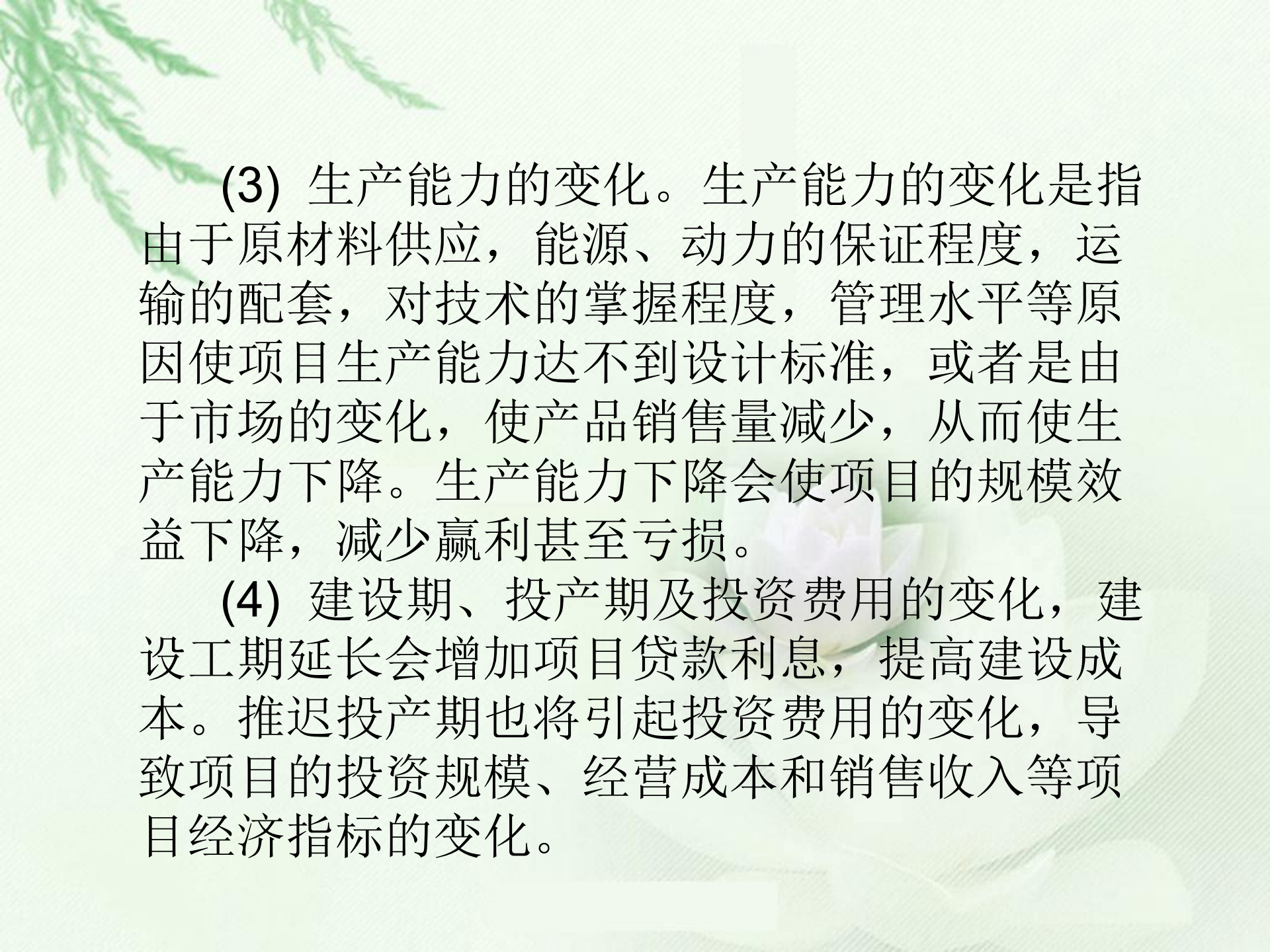
投资项目实际执行过程中，某些因素的变动会导致项目经济效益指标偏离原来的预测值，甚至可能发生较大的变化。这些因素是否会出现，出现的可能性有多大，都是不确定的，这就是项目的不确定性。为了估计不确定因素的变化对投资项目经济效益影响的程度，运用一定的方法对影响投资效益的不确定性因素进行计算分析，这就是不确定性分析。实际上不确定性分析是要计算和分析对投资项目有重大影响的不确定因素对项目赢利水平的影响程度，估算出对经济评价指标有重大影响的敏感因素变化范围及其出现在此范围内的机率。

5.1.2 产生不确定性的原因

投资项目及其经济评价的不确定性，取决于很多原因，主要有以下几方面。

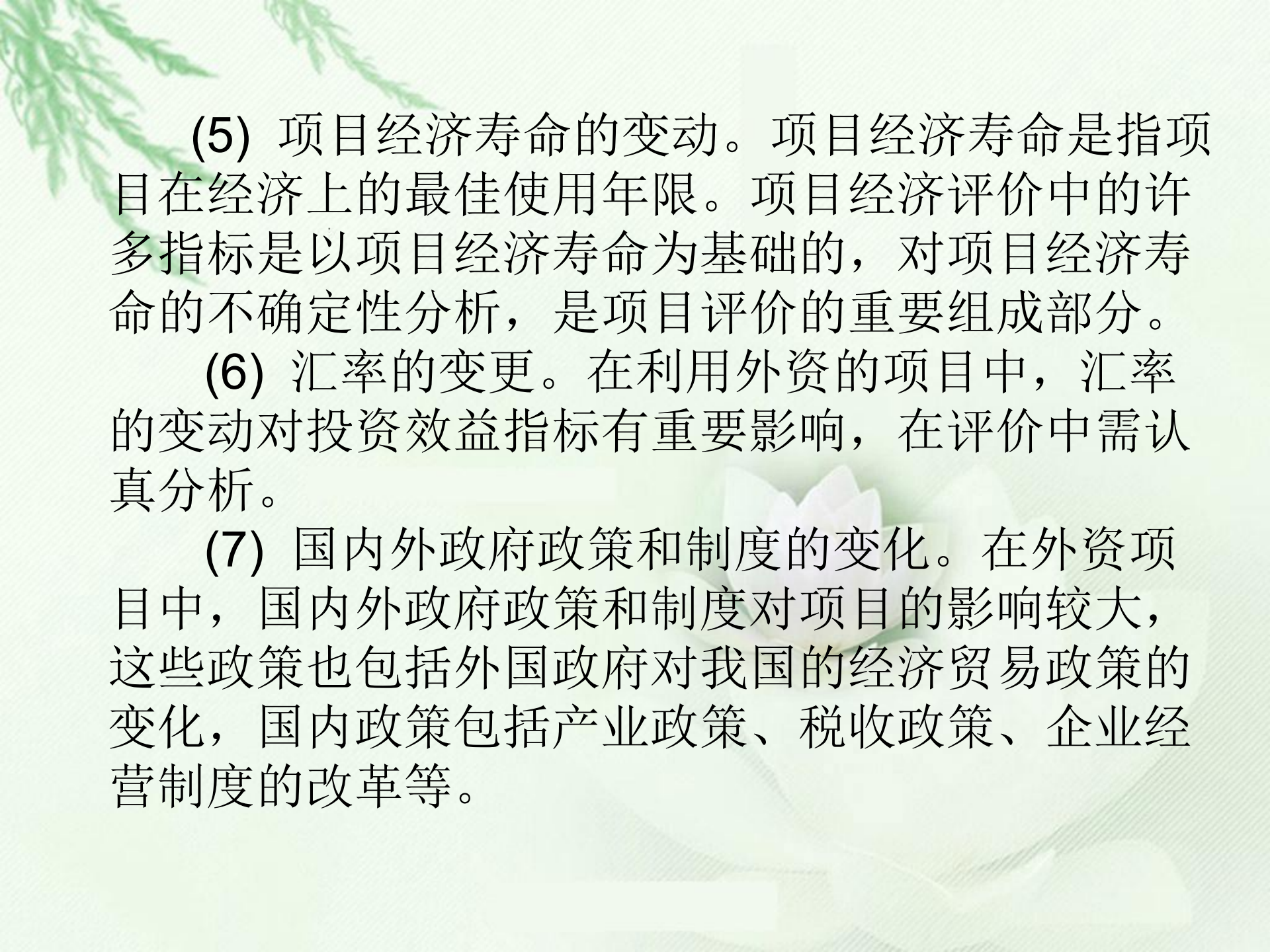
(1) 物价变动。物价变动有多种情况，投入物价格上升会使项目造价增大，投资额增加；项目投产后投入物价格上升会使生产成本上升，从而减少赢利；而产出物价格上升则会增加销售收入，提高赢利水平。这些是影响经济效益的最基本因素。

(2) 工艺技术的更改。在项目的执行和投产过程中，若发生这些变化会对企业的经济效率和经营成本发生影响，从而引起投资效益指标的变化。



(3) 生产能力的变化。生产能力的变化是指由于原材料供应，能源、动力的保证程度，运输的配套，对技术的掌握程度，管理水平等原因使项目生产能力达不到设计标准，或者是由于市场的变化，使产品销售量减少，从而使生产能力下降。生产能力下降会使项目的规模效益下降，减少赢利甚至亏损。

(4) 建设期、投产期及投资费用的变化，建设工期延长会增加项目贷款利息，提高建设成本。推迟投产期也将引起投资费用的变化，导致项目的投资规模、经营成本和销售收入等项目经济指标的变化。



(5) 项目经济寿命的变动。项目经济寿命是指项目在经济上的最佳使用年限。项目经济评价中的许多指标是以项目经济寿命为基础的，对项目经济寿命的不确定性分析，是项目评价的重要组成部分。

(6) 汇率的变更。在利用外资的项目中，汇率的变动对投资效益指标有重要影响，在评价中需认真分析。

(7) 国内外政府政策和制度的变化。在外资项目中，国内外政府政策和制度对项目的影晌较大，这些政策也包括外国政府对我国的经济贸易政策的变化，国内政策包括产业政策、税收政策、企业经营制度的改革等。

5.1.3 不确定性分析的意义

概括起来有以下几点。

(1) 明确不确定因素对投资效益指标的影响范围，了解项目投资效益变动的大小。通过不确定性分析，可以确定各种因素及其作用力度的大小对投资效益指标影响的范围，从而了解项目总体效益变动的大小。

(2) 确定项目评价结论的有效范围。确定项目评价结论的有效范围，以便项目决策者和执行人员充分了解不确定因素变动的作用界限，尽量避免不利因素的出现。

(3) 提高评价结论的可靠性。通过不确定性分析，依据不确定因素变动对项目投资效益影响的大小和指标变动范围，可以进一步调整项目的评价结论，以提高评价结论的可靠性。

(4) 寻找在效益指标达到临界点时，变量因素允许标化的极限值。由于不确定因素的影响，使得项目效益指标在某一范围内变动，当这些效益指标的变化达到使项目从可行至不可行的本质变化时，称此效益指标达到了临界点，与这一临界点相应的不确定因素的变化值就是这一变量允许变化的极限值。

不确定性分析的方法很多，其中最常用的是盈亏平衡分析、敏感性分析、概率分析。

5.2 盈亏平衡分析

5.2.1 盈亏平衡点及概念

盈亏平衡点又称零利润点、保本点、盈亏临界点。通常是指项目当年的收入等于全部成本时的产量。

盈亏平衡分析是根据项目正常年份的产量、成本、销售收入、税金、销售利润等数据，计算分析产量、成本、利润 3 者之间的平衡关系，确定盈亏平衡点。以盈亏平衡点为界限，当销售收入高于盈亏平衡点时企业赢利，反之，企业就亏损。在盈亏平衡点上，企业既无赢利，又无亏损。在不确定性分析中，投资者需要确知这一平衡点处于何种水平上，据以判断项目的可行性。

5.2.2 线性盈亏平衡分析

线性盈亏平衡分析除了应具备盈亏平衡分析共有的条件外，还应满足下列条件：

(1) 单位产品变动成本相对固定，不随着产量的变化而发生变动，生产总成本是产量的线性函数。

(2) 设定销售价格不变，使销售收入是销售量的线性函数。

(3) 只按单一产品计算，若有多种产品，则应换算为单一产品计算。

线性盈亏平衡分析通常采用图解法和代数法。

1. 图解法

图解法也称图表法，使用图表的形式来表达盈亏平衡的方法。这种图表称为盈亏平衡图，如图 5.1 所示。通过绘制盈亏平衡图来分析产量、成本和赢利之间的关系，找出盈亏平衡点。

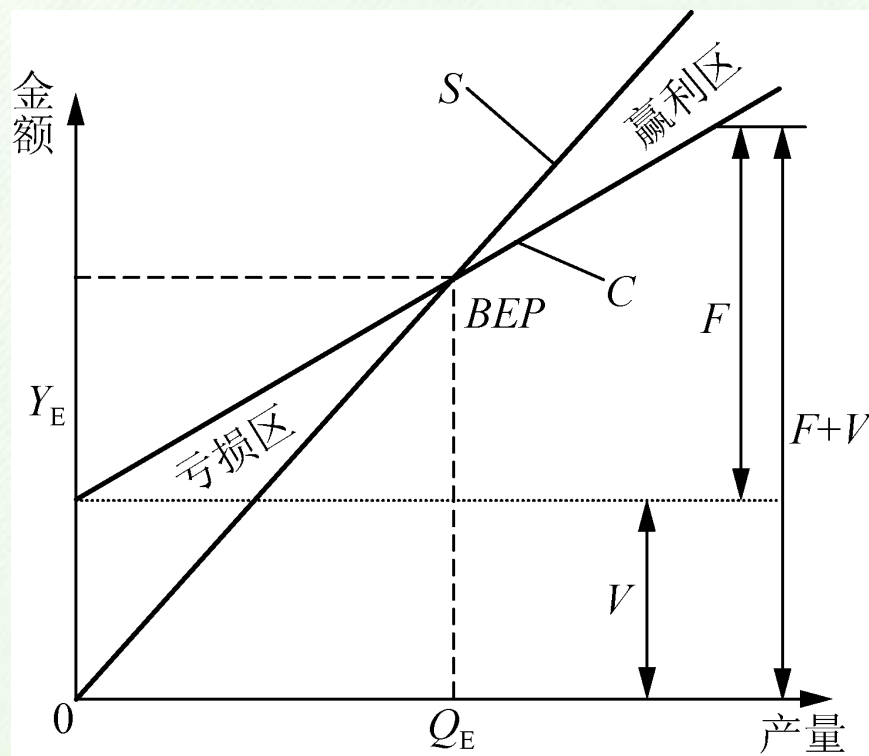
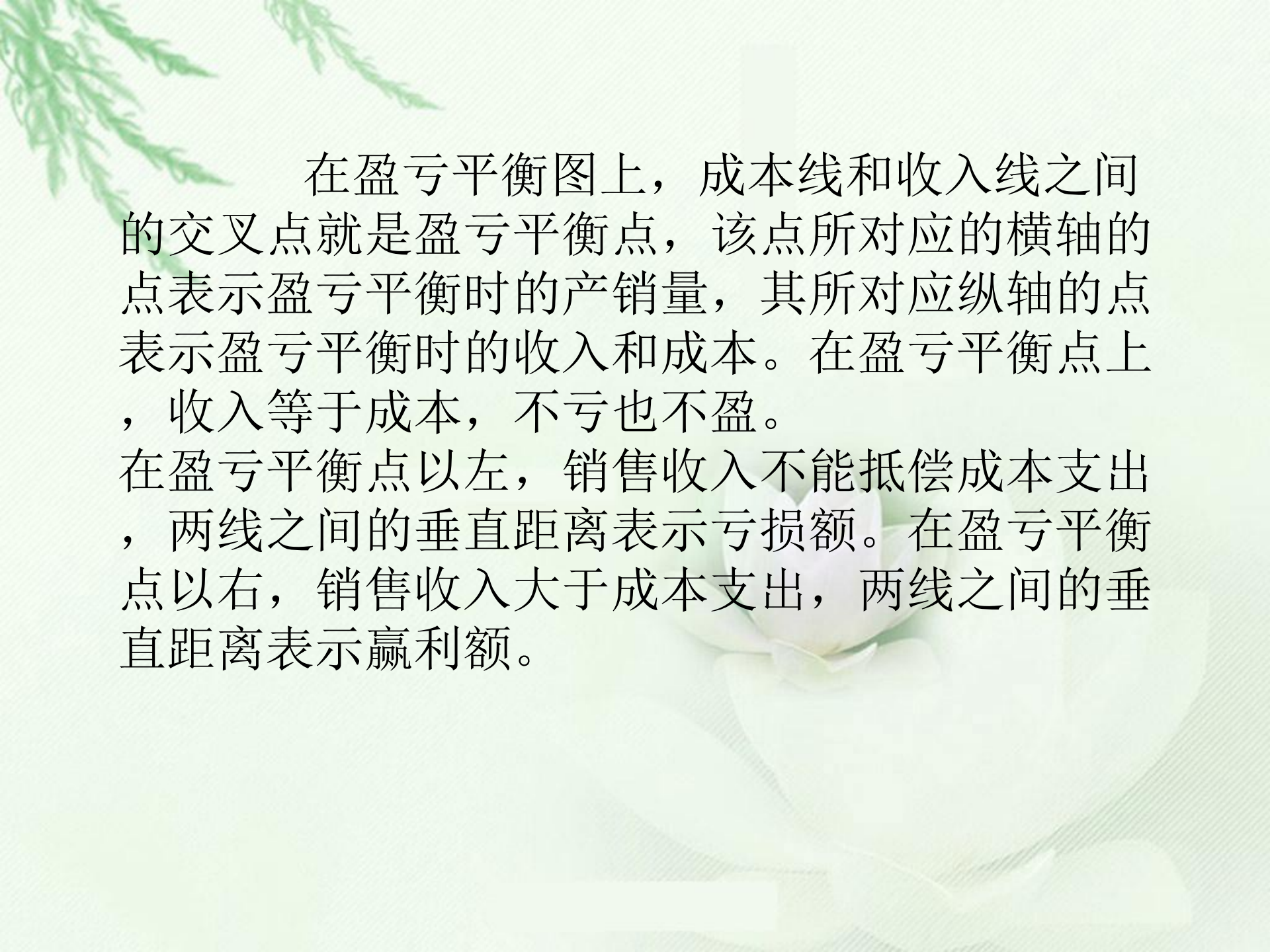


图 5.1 线性盈亏平衡分析图

S ：销售收入线； C ：销售成本线； BEP ：盈亏平衡点； F ：固定成本； V ：变动成本； $F+V$ ：总成本



在盈亏平衡图上，成本线和收入线之间的交叉点就是盈亏平衡点，该点所对应的横轴的点表示盈亏平衡时的产销量，其所对应纵轴的点表示盈亏平衡时的收入和成本。在盈亏平衡点上，收入等于成本，不亏也不盈。

在盈亏平衡点以左，销售收入不能抵偿成本支出，两线之间的垂直距离表示亏损额。在盈亏平衡点以右，销售收入大于成本支出，两线之间的垂直距离表示赢利额。

2. 代数法

代数法是以代数方程式来表达产品销售的数量、成本、利润的数量关系，然后再据以确定盈亏平衡点的方法。

产品销售的数量、成本、利润之间的关系可用下式表示：

$$Y_1 = Q(P - T) \quad (5-1)$$

$$Y_2 = F + VQ \quad (5-2)$$

式中， Y_1 —— 产品销售收入；

Y_2 —— 产品生产总成本；

Q —— 产量 (销量)；

F —— 固定成本总额；

V —— 单位产品变动成本；

P —— 单位产品销售价格；

T —— 单位产品税金。

$$Q_E = \frac{F}{P - T - V}$$

上式中， Q_E 为以产销量表示的盈亏平衡点。

以产销量表示的盈亏平衡点，表明企业不发生亏损时所必须达到的最低限度的产品产销量。一个拟建项目如果具有较小的、以实物产量表示的盈亏平衡点，说明该项目只要达到较低的产量即可保本，也表明该项目可以经受产品生产规模变动的较大风险。

2) 以销售收入表示的盈亏平衡点

$$Y_E = P \frac{F}{P - T - V}$$

3) 以生产能力利用率表示的盈亏平衡点计算公式为

$$L_E = \frac{Q_E}{Q} \times 100\% = \frac{F}{Q(P - T - V)} \times 100\%$$

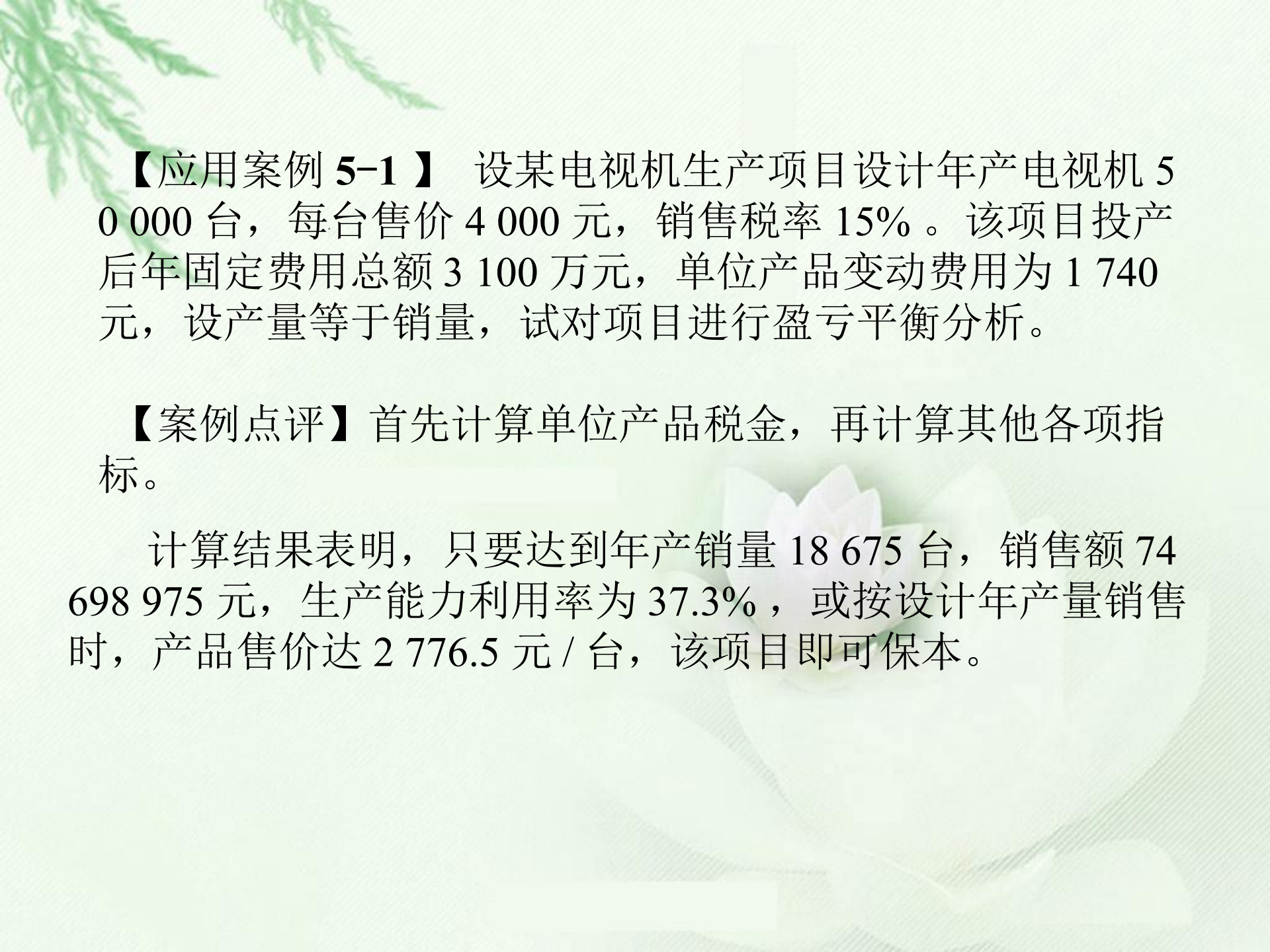
式中, L_E ——盈亏平衡点的生产能力利用率;

Q ——设计年生产量, 即项目达到设计能力时的正常年份的生产能力。

4) 以产品单价表示的盈亏平衡点

已知盈亏平衡时, 销售收入等于销售成本, 即

$$P_E = \frac{QV + F}{Q(1 - t)}$$



【应用案例 5-1】 设某电视机生产项目设计年产电视机 5 0 000 台，每台售价 4 000 元，销售税率 15%。该项目投产后年固定费用总额 3 100 万元，单位产品变动费用为 1 740 元，设产量等于销量，试对项目进行盈亏平衡分析。

【案例点评】 首先计算单位产品税金，再计算其他各项指标。

计算结果表明，只要达到年产销量 18 675 台，销售额 74 698 975 元，生产能力利用率为 37.3%，或按设计年产量销售时，产品售价达 2 776.5 元 / 台，该项目即可保本。

$$T = 4\,000 \times 15\% = 600 (\text{元})$$

$$Q_E = \frac{31\,000\,000}{4\,000 - 600 - 1\,740} = 18\,675 (\text{台})$$

$$Y_E = \frac{31\,000\,000}{\frac{4\,000 - 600 - 1\,740}{4\,000}} = 74\,698\,975 (\text{元})$$

$$L_E = \frac{31\,000\,000}{(4\,000 - 600 - 1\,740) \times 50\,000} \times 100\% = 37.3\%$$

$$P_E = \frac{1\,740 \times 50\,000 + 31\,000\,000}{50\,000 \times (1 - 15\%)} = 2\,776.5 (\text{元/台})$$

5.2.3 多个互斥方案盈亏平衡分析

在需要对若干个互斥方案进行比选的情况下，如果是某一个共有的不确定因素影响这些方案的取舍，可以采用下面介绍的盈亏平衡分析方法帮助决策。

设两个互斥方案的经济效果都受某不确定因素 x 的影响，我们可以把 x 看做一个变量，把两个方案的经济效果指标都表示为 x 的函数：

$$E_2 = f_2(x)$$

解出使这个方程式成立的 x 值，即为方案1与方案2的盈亏平衡点，也就是决定这两个方案孰优孰劣的临界点。结合对不确定因素 x 未来取值范围的预测，就可以做出相应的决策。

【应用案例 5-2】 结合本章的引例，我们分析 3 种不同的工艺方案适用的生产规模各是多少。

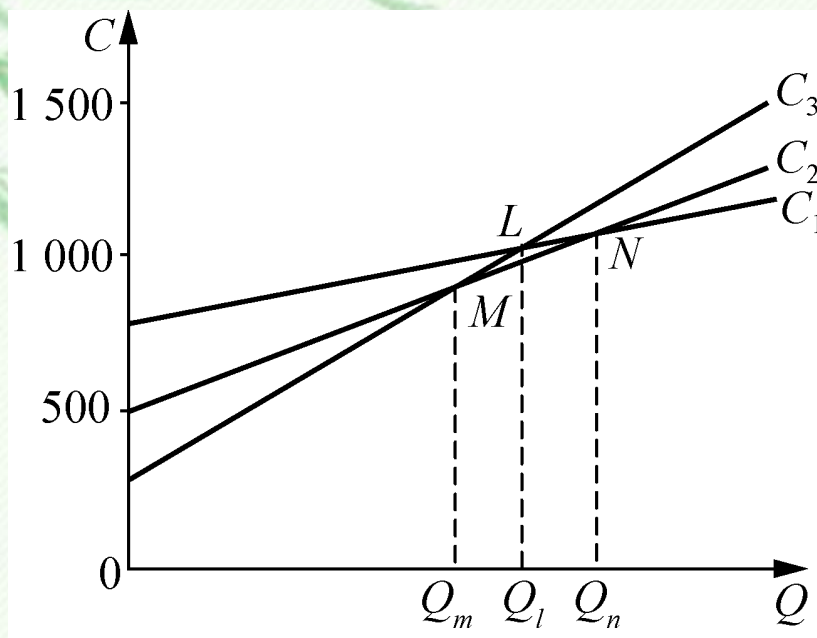
【案例点评】 各方案年总成本均可表示为产量 Q 的函数：

$$C_1 = C_{f1} + C_{v1}Q = 800 + 10Q$$

$$C_2 = C_{f2} + C_{v2}Q = 500 + 20Q$$

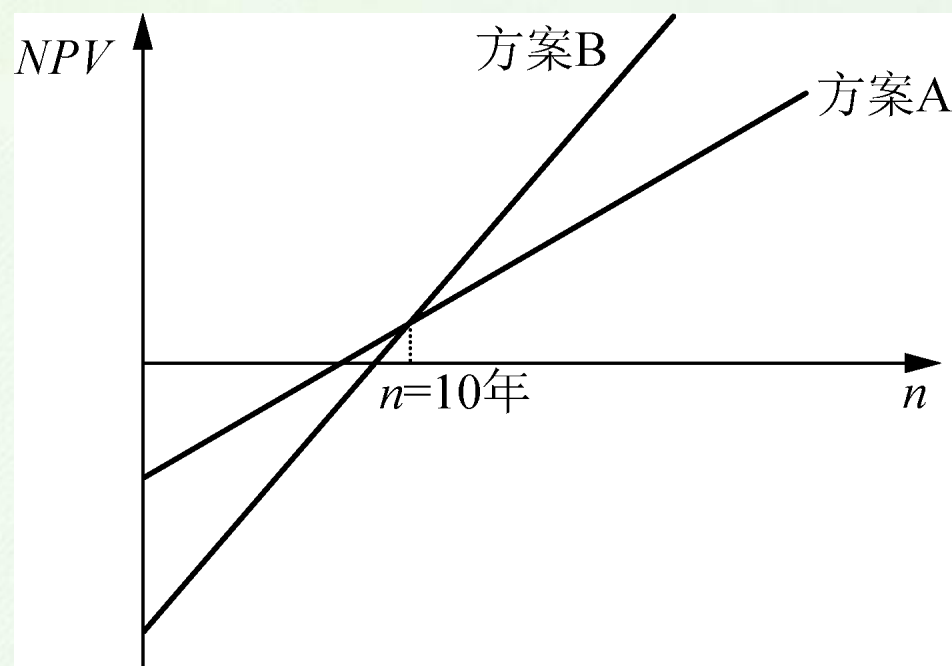
$$C_3 = C_{f3} + C_{v3}Q = 300 + 30Q$$

各方案的年总成本函数曲线如图 5.2 所示。可以看出，3 个方案的年总成本函数曲线两两相交于 L 、 M 、 N 3 点，各个交点所对应的产量就是相应的两个方案的盈亏平衡点。在本例中， Q_m 是方案 2 与方案 3 的盈亏平衡点， n 是方案 1 与方案 2 的盈亏平衡点。显然，当 $Q < Q_m$ 时，方案 3 的年总成本最低；当 $Q_m < Q < Q_n$ 时，方案 2 的年总成本最低；当 $Q > Q_n$ 时，方案 1 的年总成本最低。



由此可知，当预期产量低于 20 万件时，应采用方案 3；当预期产量在 20 万件至 30 万件之间时，应采用方案 2；当预期产量高于 30 万件时，应采用方案 1。

【应用案例 5-3】（寿命期为共同的不确定性因素）某产品有两种生产方案，方案 A 初始投资为 70 万元，预期年净收益 15 万元；方案 B 初始投资 170 万元，预期年收益 35 万元。该项目产品的市场寿命具有较大的不确定性，如果给定基准折现率为 15%，不考虑期末资产残值，试就项目寿命期分析两方案的临界点。



【案例点评】 设项目寿命期为 n

$$NPV_A = -70 + 15(P/A, 5\%, n)$$

$$NPV_B = -170 + 35(P/A, 5\%, n)$$

当 $NPV_A = NPV_B$ 时，有

$$-70 + 15(P/A, 5\%, n) = -170 + 35(P/A, 5\%, n)$$

$$(P/A, 5\%, n) = 5$$

查复利系数表得 $n \approx 10$ 年。

这就是以项目寿命期为共有变量时方案 A 与方案 B 的盈亏平衡点。由于方案 B 年净收益比较高，项目寿命期延长对方案 B 有利。故可知：如果根据市场预测项目寿命期小于 10 年，应采用方案 A；如果寿命期在 10 年以上，则应采用方案 B。

【知识链接】

Excel 在投资项目盈亏平衡分析中的应用：从基本的盈亏平衡分析模型出发，利用 Excel 计算工具，讨论投资项目不确定性的盈亏平衡分析方法，设计投资项目盈亏平衡分析相关模型，并进行案例模拟分析。

5.3 敏感性分析

5.3.1 敏感性分析的概念

一个投资方案的各基本变量因素的敏感性是指该因素稍有变化即可引起某一个或几个经济指标的明显变化，以致会改变原来的决策。所谓敏感性分析，是通过测定一个或多个敏感性因素的变化所导致的评价指标的变化幅度，了解各种因素的变化对实现预期目标的影响程度，从而对外部条件发生不利变化时的投资方案的承受能力做出判断。敏感性分析是经济决策中常用的一种不确定性分析方法。根据不确定性因素每次变动数目的多少，敏感性分析可以分为单因素敏感性分析和多因素敏感性分析。

5.3.2 敏感性分析的步骤和方法

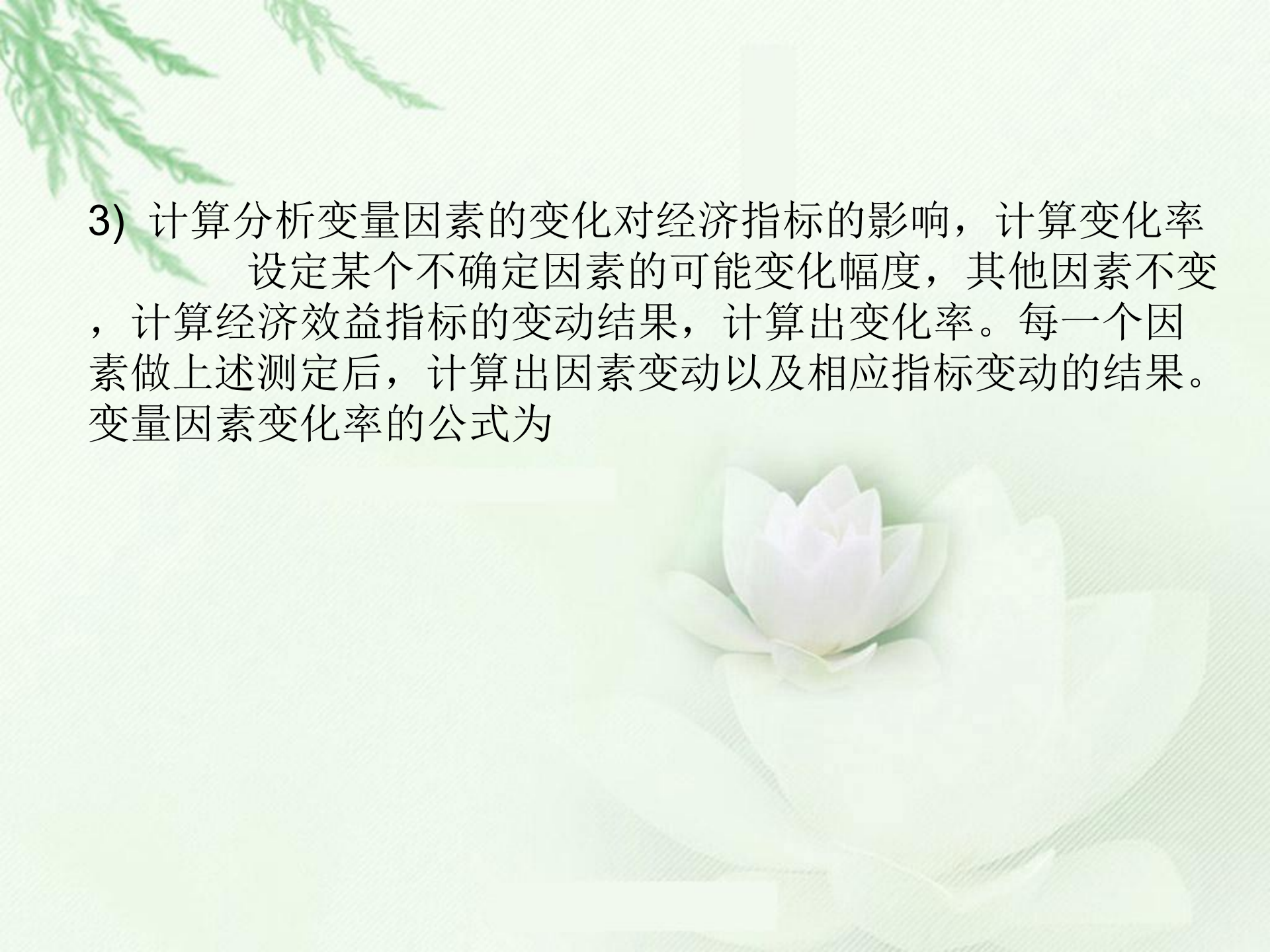
1. 步骤

1) 确定敏感性分析的研究对象

敏感性分析是研究不确定因素对投资项目效益指标影响的分析，它的研究对象是众多的投资效果指标。在对具体项目进行分析时，应根据项目所处的不同阶段和指标的重要程度选取不同的研究对象。

2) 选择需要分析的不确定因素

影响项目经济效益指标的不确定因素很多，不可能对每一个因素都做敏感性分析。在进行敏感性分析时，只可分析那些对项目经济效益指标有较大影响的，并且在项目整个寿命期内最有可能发生变化的影响因素。这些因素通常有：总投资、产品价格、总成本等。



3) 计算分析变量因素的变化对经济指标的影响，计算变化率
设定某个不确定因素的可能变化幅度，其他因素不变，计算经济效益指标的变动结果，计算出变化率。每一个因素做上述测定后，计算出因素变动以及相应指标变动的结果。变量因素变化率的公式为

4) 绘制敏感性曲线图，找出敏感性因素

将第 3 步计算的结果绘制成敏感性曲线图，寻找敏感性因素。确定敏感性因素可采用相对测定法进行测定，即在测算变量因素的变动对经济指标的影响时，将各个不确定因素的变化率取用一数值，再来计算经济效果指标的影响大小，按其大小进行排列，对经济效果指标影响最大的因素即为敏感性因素。

5) 明确敏感性因素变化的最大极限值

可能发生最大变化的终极点称为最大极限值，该值所引起的效益变化可能超过项目的临界值。求解出因素变化的最大极限值和最大允许极限值，不但可很快找出敏感性因素，而且还便于在项目进行过程中密切注视该因素的变化。

2. 方法

1) 单因素敏感性分析

每次只考虑一个因素的变动，而让其他因素保持不变所进行的敏感性分析，叫做单因素敏感性分析。导致项目由可行变为不可行的不确定因素变化的。临界值可以通过敏感性分析图求得。具体做法：将不确定因素变化率作为横坐标，以某个评价指标，如内部收益率为纵坐标作图，由每种不确定因素的变化可得到内部收益率随之变化的曲线。每条曲线与基准收益率的交点称为该不确定因素的临界点，该点对应的横坐标即为不确定因素变化的临界点。

2) 多因素敏感性分析

多因素敏感性分析是指在假定其他不确定性因素不变条件下，计算分析两种或两种以上不确定性因素同时发生变动时，对项目经济效益值的影响程度，确定敏感性因素及其极限值。多因素敏感性分析一般是在单因素敏感性分析基础上进行，单因素敏感性分析的方法简单，但其不足之处在于忽略了因素之间的相关性。实际上，一个因素的变动往往也在伴随着其他因素的变动，多因素敏感性分析考虑了这种相关性，能反映几个因素同时变动对项目项目产生的综合影响。

5.4 概 率 分 析

5.4.1 概率分析的定义

在投资过程中，某些参数（基本变量）发生变化时，投资过程中的某些特性也随之发生变化。当特性变化服从统计规律时，参数是一种随机变量，服从某种概率分布，在这种情况下，我们就要采用概率分析方法，对其进行不确定性分析。项目评估中的概率分析，是指运用概率方法研究计算各种不确定因素和风险因素的变动情况，确定它们的概率分布、期望值以及标准偏差，进而估计出对项目经济效益影响程度的一种定量分析方法。

进行概率分析具体的方法主要有期望值法、效用函数法和模拟分析法等。其中期望值法在项目评估中应用最为普遍，本节内容只对其做简单介绍。

5.4.3 概率分析的应用

运用概率分析方法可以计算项目净现值的期望值及净现值大于或等于零的累计概率。

(1) 净现值的期望值的计算。

【应用案例 5-5】 某项目年产量 200 万件，建设期为 2 年，经营期 10 年，在不确定因素的影响下，其投资、销售价格的经营成本可能发生如表 5-3、表 5-4、表 5-5 所示的变化。

【应用案例 5-6】 某项目需投资 20 万元，建设期 1 年。根据预测，项目生产期的年收入（各年相同）为 5 万元，10 万元和 12.5 万元的概率分别为 0.3，0.5 和 0.2。在每一收入水平下生产期 2 年、3 年、4 年和 5 年的概率分别为 0.2、0.2、0.5 和 0.1，按概率 10% 计算，试对项目净现值的期望值进行累计概率分析。

【案例点评】 以年收入 10 万元，生产期 4 年的事件为例，计算各期可能发生事件的概率和净现值。

本章小结

投资经济活动中，为了提高经济评价的准确度和可信度，避免和减少投资决策的失误，有必要对投资方案做不确定性分析，为投资决策提供客观、科学的依据。

不确定性分析是为了估计不确定因素的变化对投资项目经济效益影响的程度，运用一定的方法对影响投资效益的不确定性因素进行计算分析。不确定性分析的方法很多，其中最常用的是盈亏平衡分析、敏感性分析、概率分析。

盈亏平衡分析是根据项目正常年份的产量、成本、销售收入、税金、销售利润等数据，计算分析产量、成本、利润三者之间的平衡关系，确定盈亏平衡点，它只用于财务评价。

敏感性分析是通过测定一个或多个敏感性因素的变化所导致的评价指标的变化幅度，了解各种因素的变化对实现预期目标的影响程度，从而对外部条件发生不利变化时的投资方案的承受能力做出判断。它是经济决策中常用的一种不确定性分析方法。

项目评估中的概率分析，是指运用概率方法研究计算各种不确定因素和风险因素的变动情况，确定它们的概率分布、期望值以及标准偏差，进而估计出对项目经济效益影响程度的一种定量分析方法。敏感性分析和概率分析可同时用于财务评价和国民经济评价。