



浙江大学

ZHEJIANG UNIVERSITY

桥梁耐久性论坛，2009年3月29日-4月1日

广州•香港

结构全寿命的耐久性与安全性、 适用性的关系

金伟良

2009年3月29日

主要内容

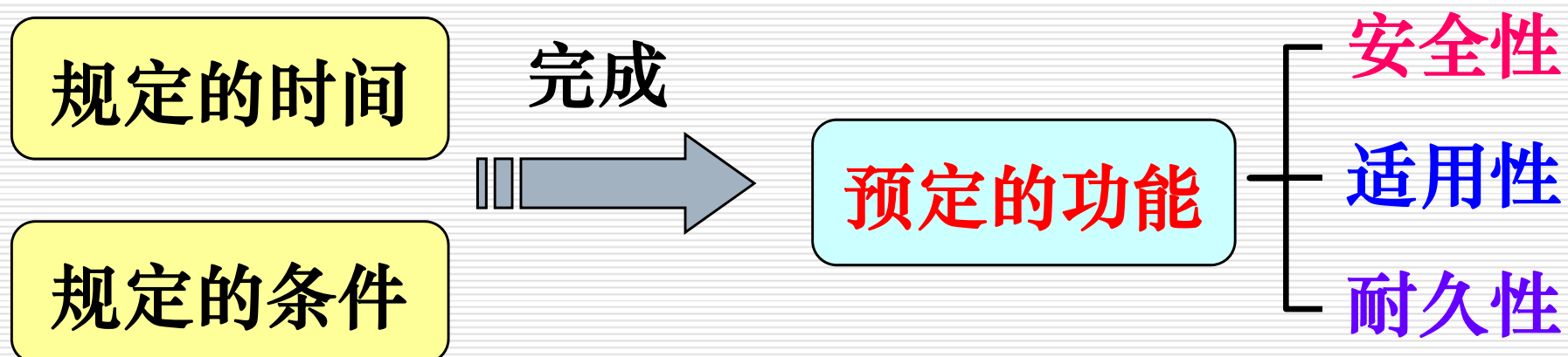


1. 存在的问题
2. 基本概念
3. 结构性能
4. 极限状态
5. 结构评估
6. 结论

1. 存在的问题

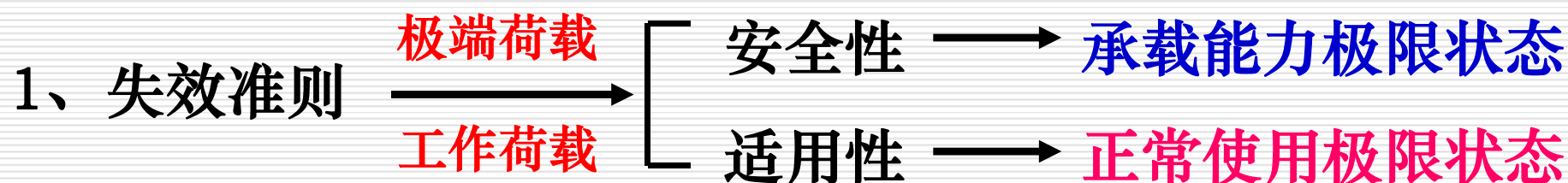


国家标准（GB50068-2001）对**可靠性**的定义：

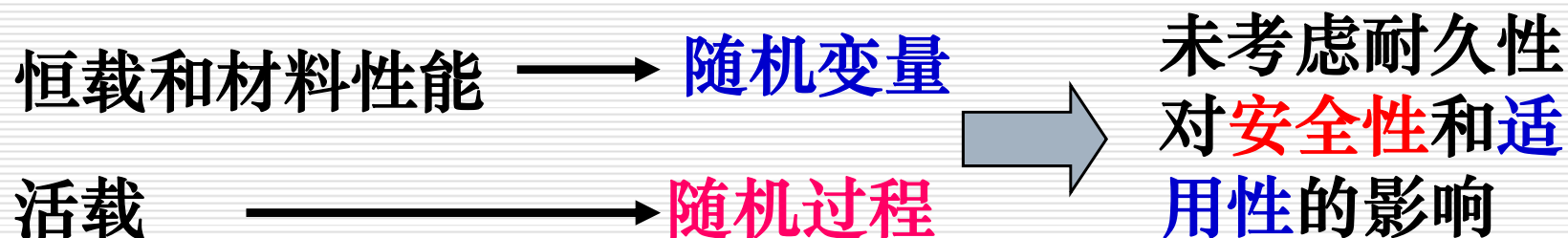


安全性、适用性、耐久性三者构成了**结构可靠性基本内涵**

1. 存在的问题



2、未考虑结构抗力的时变性



3、从材料、构造、施工等考虑耐久性问题

耐久性失效准则? → 无!

是目前结构可靠性分析中的重要不足!



1. 存在的问题

不同的观点

在概念上**耐久性**与**安全性**、**适用性**之间并不是并列的关系，对结构可靠性**最基本的分类仍然是安全性和适用性**，不能简单地认为结构可靠性是安全性、适用性、耐久性的总称。结构耐久性是结构可靠性中涉及材料损伤的特殊内容。结构的**耐久性或者归属于安全性**，或者**归属于适用性**。关键在于其所考虑的极限状态是属于承载能力极限状态还是正常使用极限状态”。

安全性、适用性、耐久性 → **概念混淆！**

2. 基本概念



安全性 (safety)

在预定的使用期间内，应能承受正常施工、正常使用情况下可能出现的各种荷载、外加变形、约束变形等的作

用。在偶然事件（如地震、爆炸）发生时和发生后，结构应能保持整体稳定性，不应发生倒塌或连续破坏而造成生命财产的严重损失。

安全性表征结构抵御各种作用的能力

2. 基本概念



适用性 (Serviceability)

指结构在正常使用期间，具有良好的工作性能。

如不发生影响正常使用的过大的**变形**（挠度、侧移）、振动（频率、振幅），或产生让使用者感到不安的过大的**裂缝宽度**。

以人为主观的适宜的工作性能

2. 基本概念



耐久性 (Durability)

是指结构在规定的**工作环境中**，在预定时期内，其**材料**性能的劣化不致导致结构出现不可接受的失效概率；在正常维护条件下，结构能够正常使用到规定的设计使用年限。

局限于环境因素

2. 基本概念



安全性



表征结构抵御各种作用的能力

设计荷载及其相应的结构抗力

适用性



以人为主观的适宜的工作性能

指标参数

耐久性



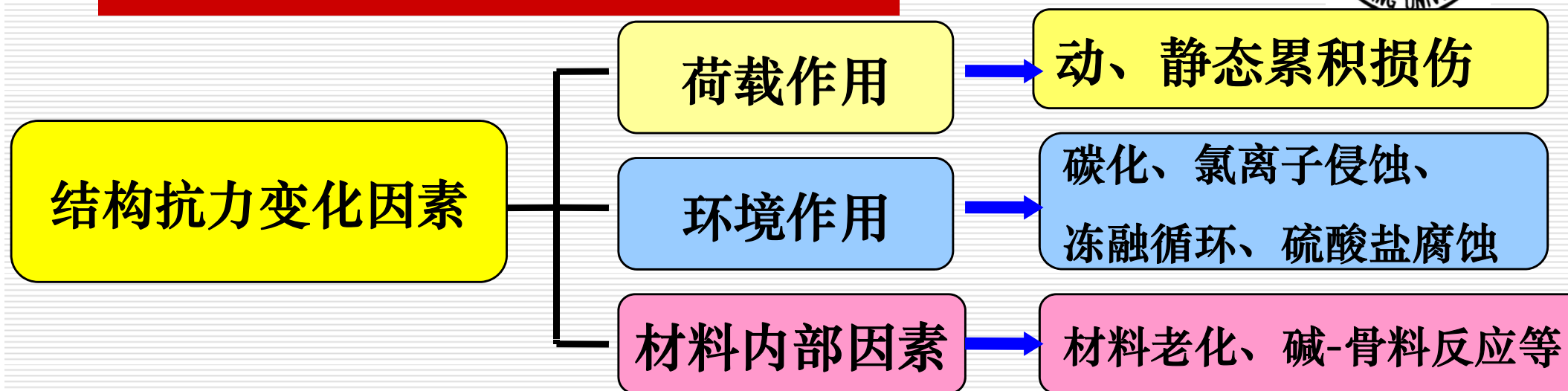
长期作用下（环境、循环、荷载等）

结构抵御性能劣化的能力

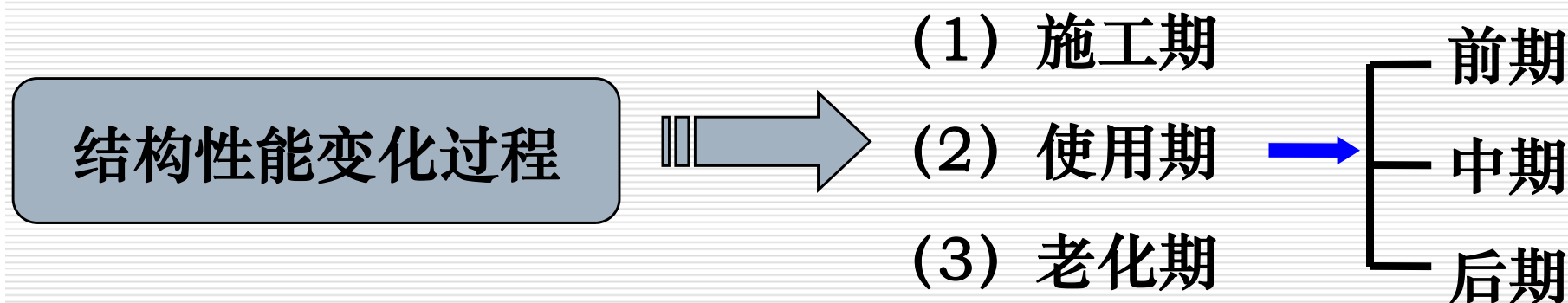
寿命指标，低于设计荷载的安全性



3. 结构性能



共同特点：损伤随时间不断积累，是一个动态的渐变过程



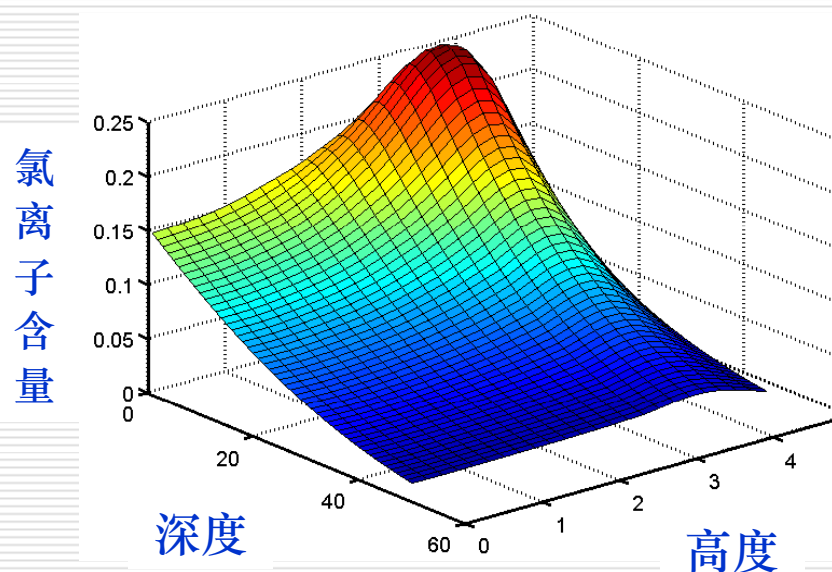
耐久性对安全性和适用性的影响

3. 结构性能

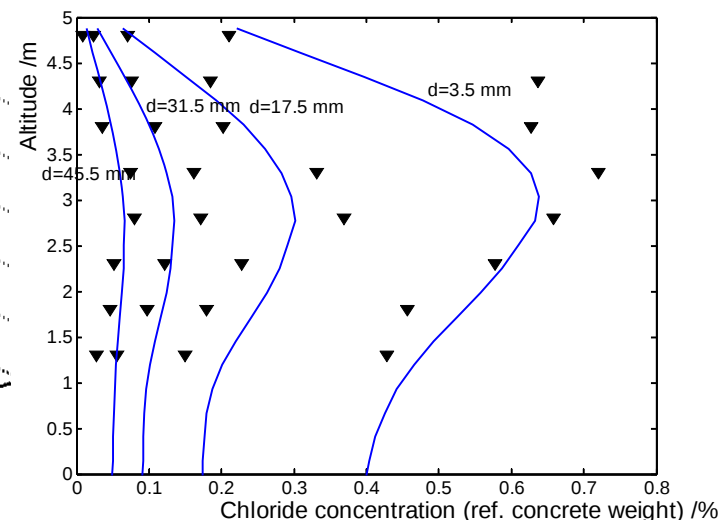
基于多机制输运机理，成功的解释了氯离子在不同状态的混凝土中沿**高度**和**深度**的分布规律,和现场检测数据的**相关性较好**



实际检测图



氯离子三维分布规律

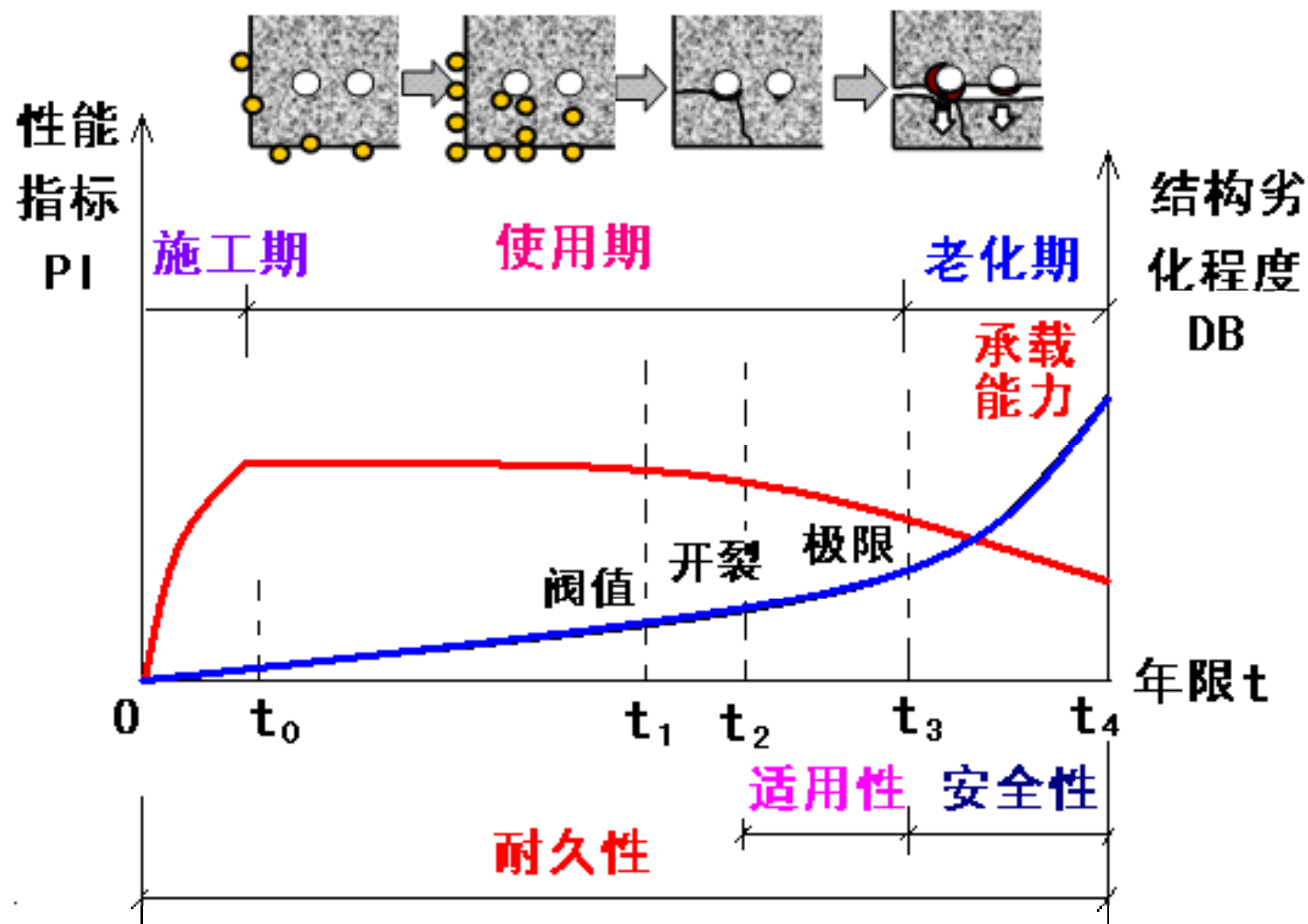


公式曲线与试验点比较

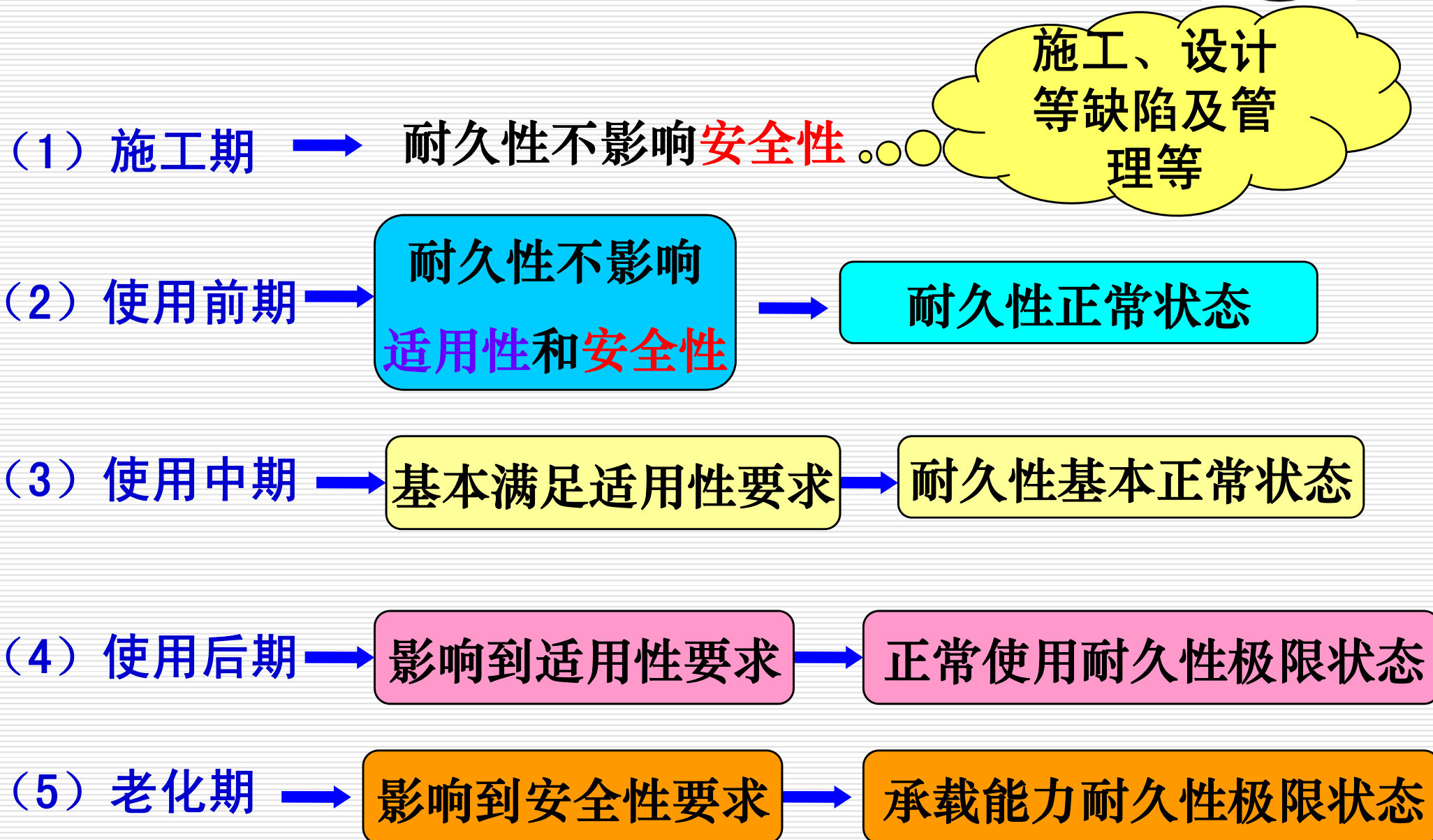
3. 结构性能

五个阶段：

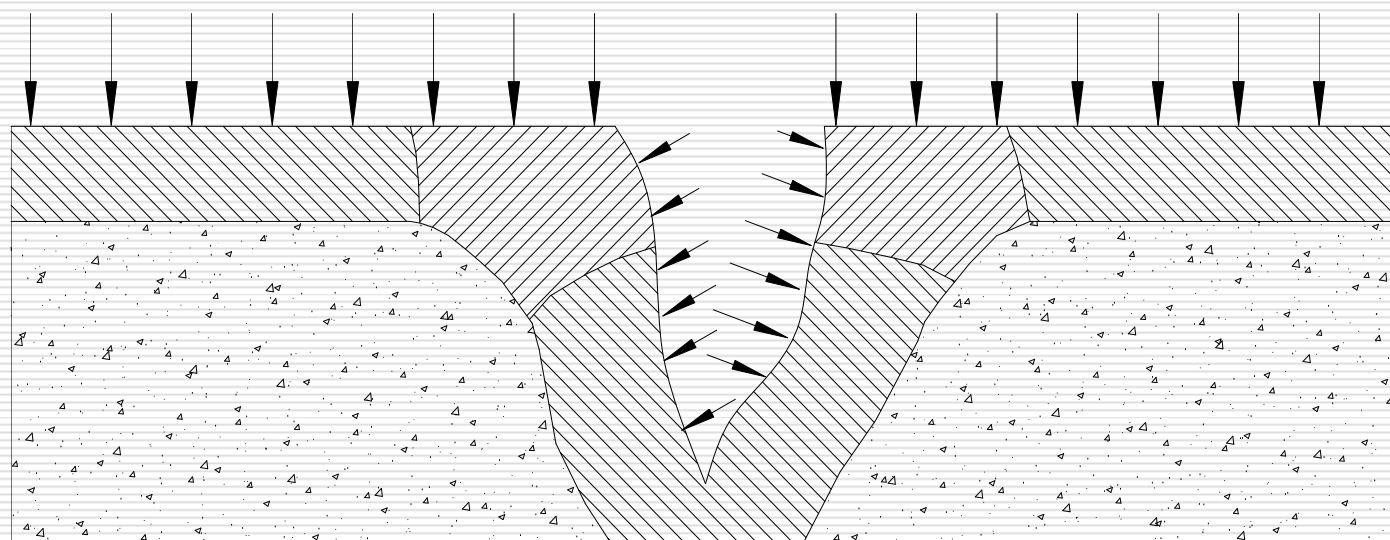
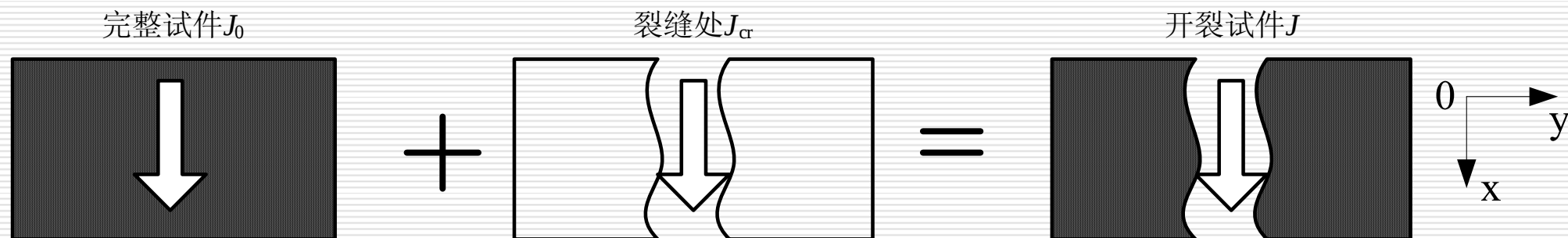
1. 施工期
2. 使用前期
3. 使用中期
4. 使用后期
5. 老化期

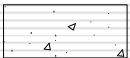


3. 结构性能

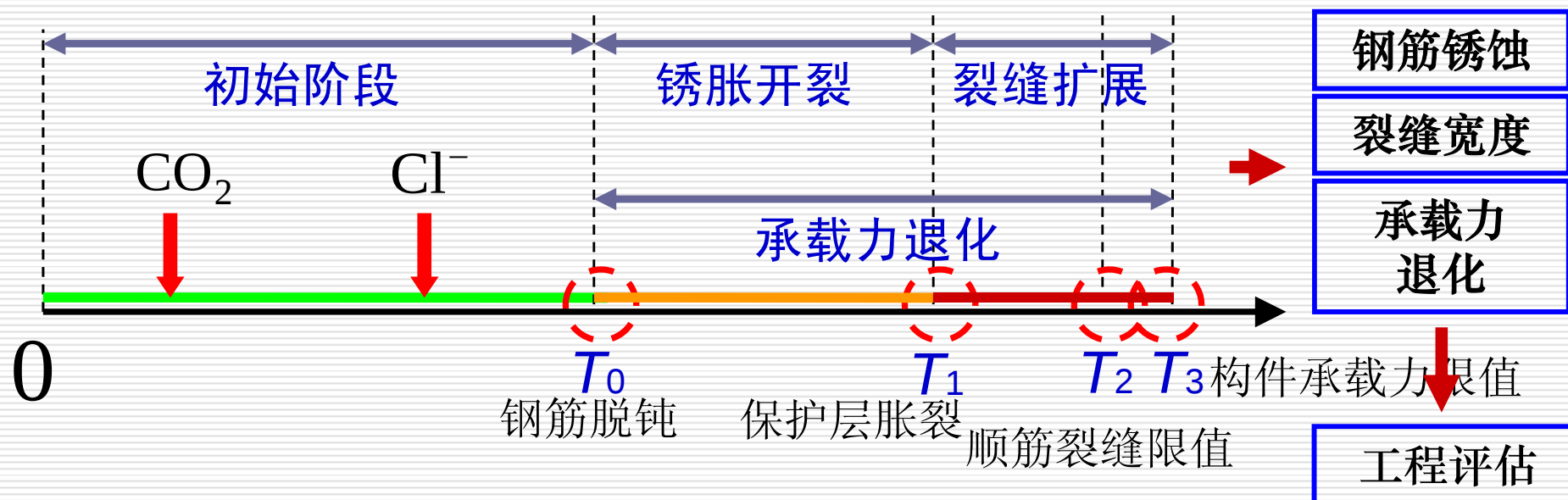


3. 结构性能



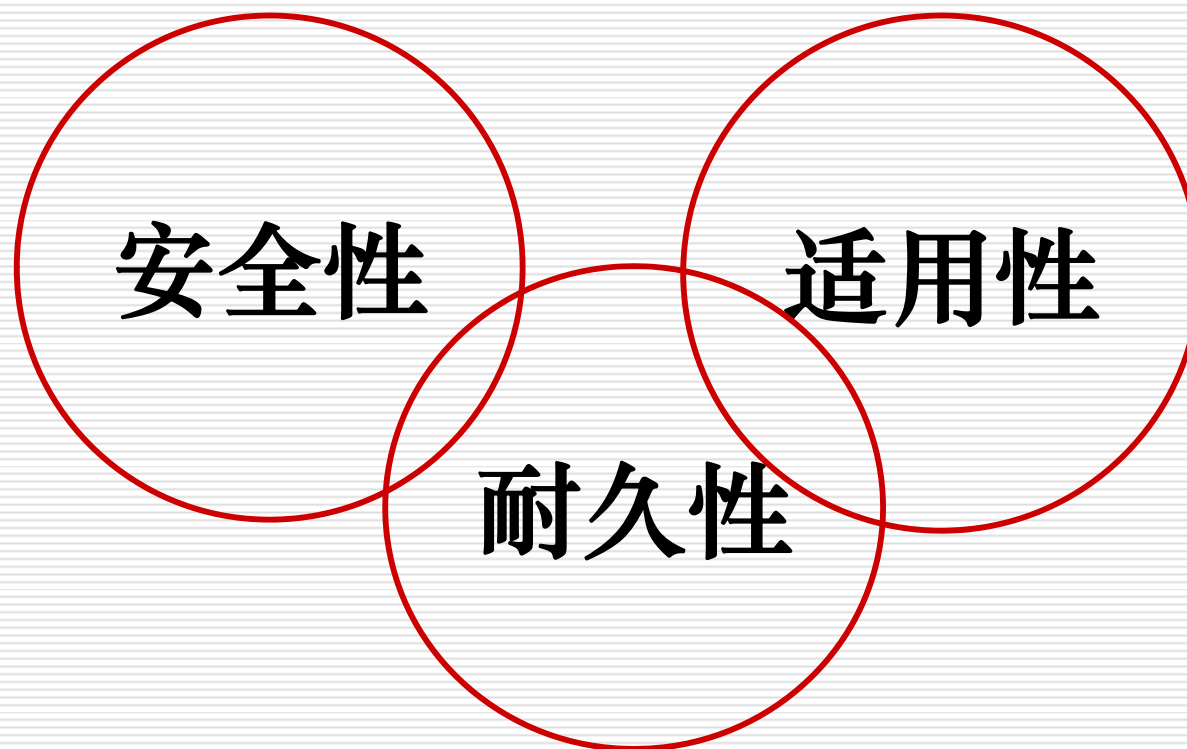
 二维扩散区  一维扩散区  非扩散区

3. 结构性能



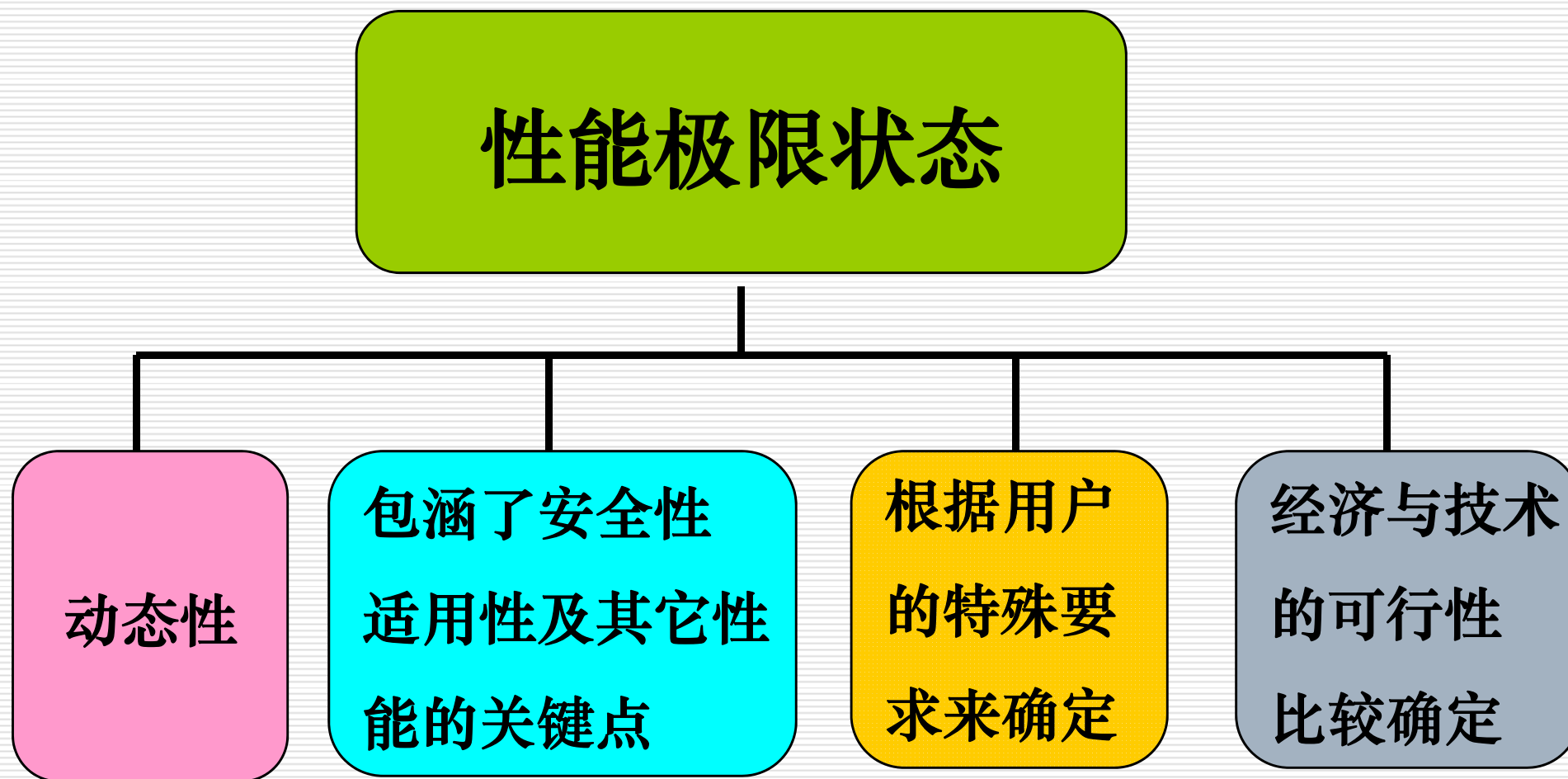
钢筋混凝土构件性能退化预测的路径概率方法

3. 结构性能

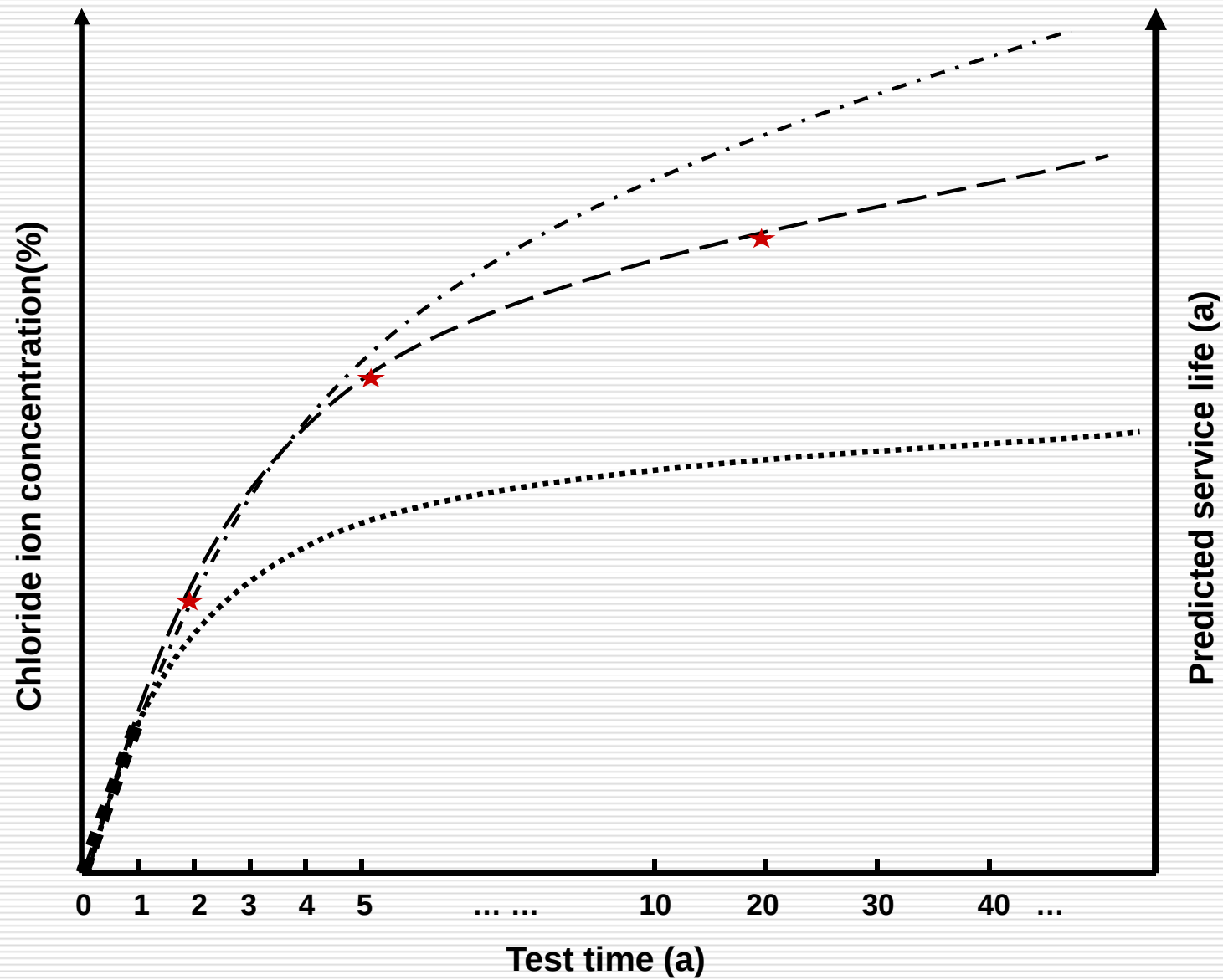


交叉关系

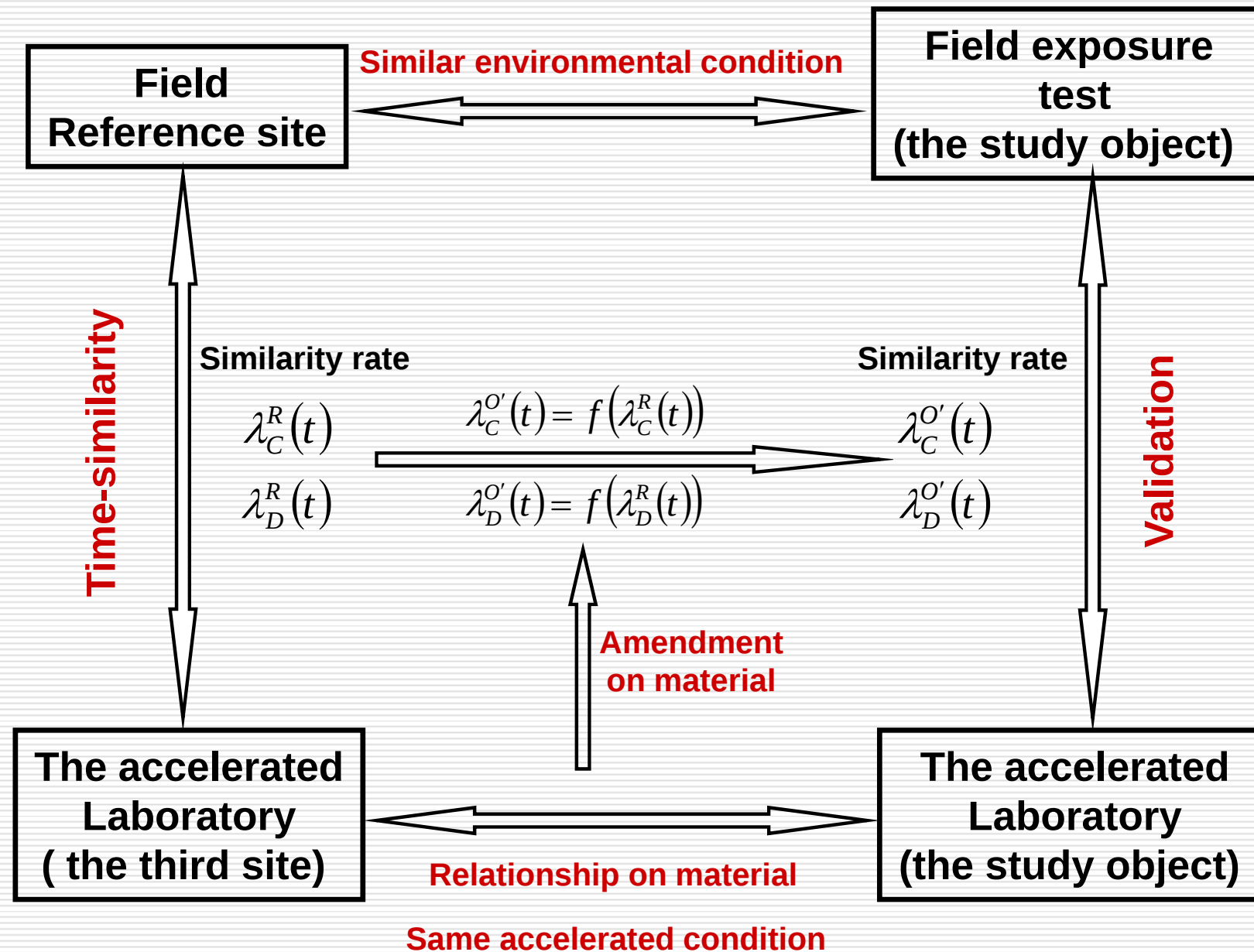
4. 极限状态



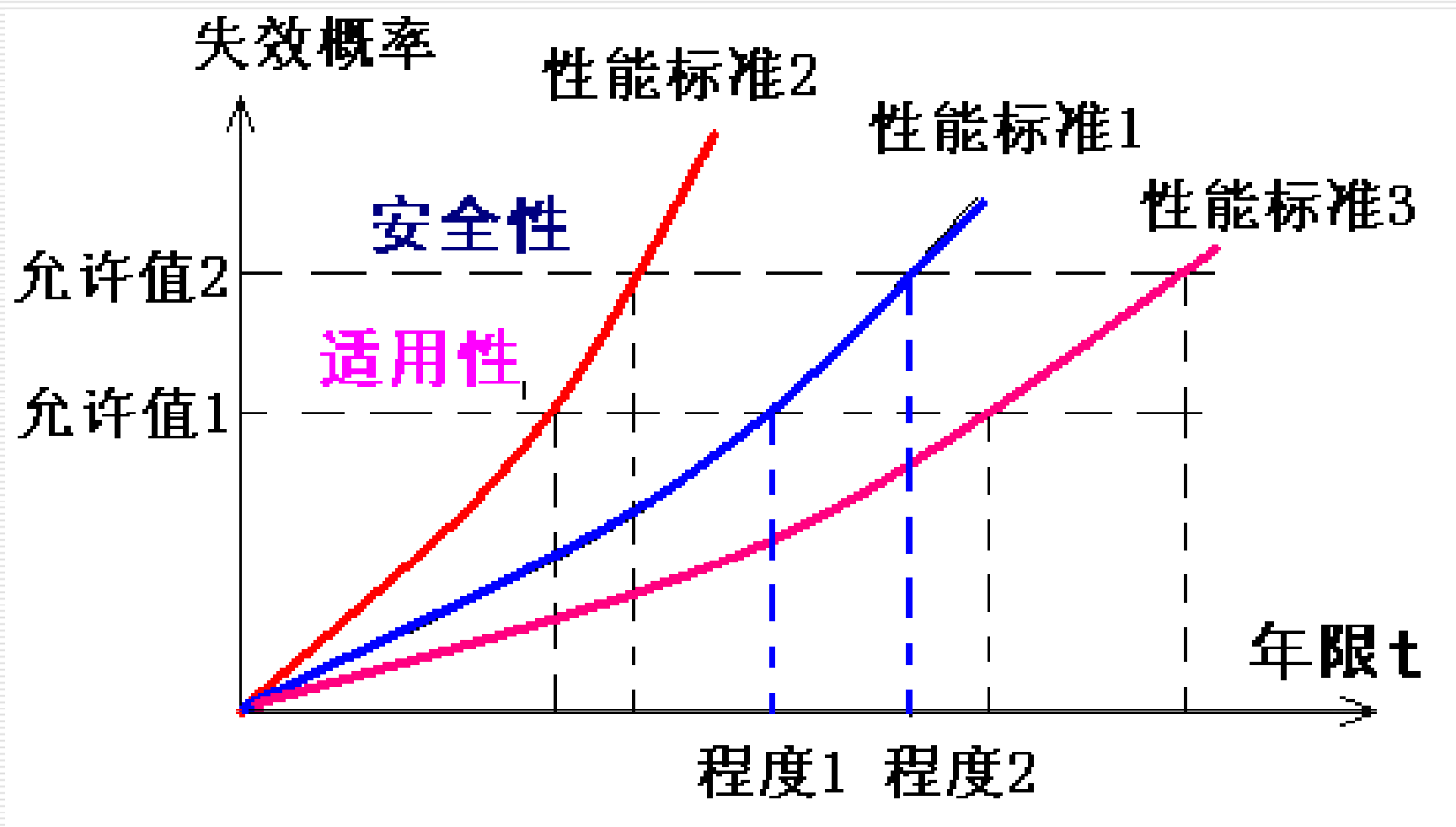
4. 极限状态



4. 极限状态



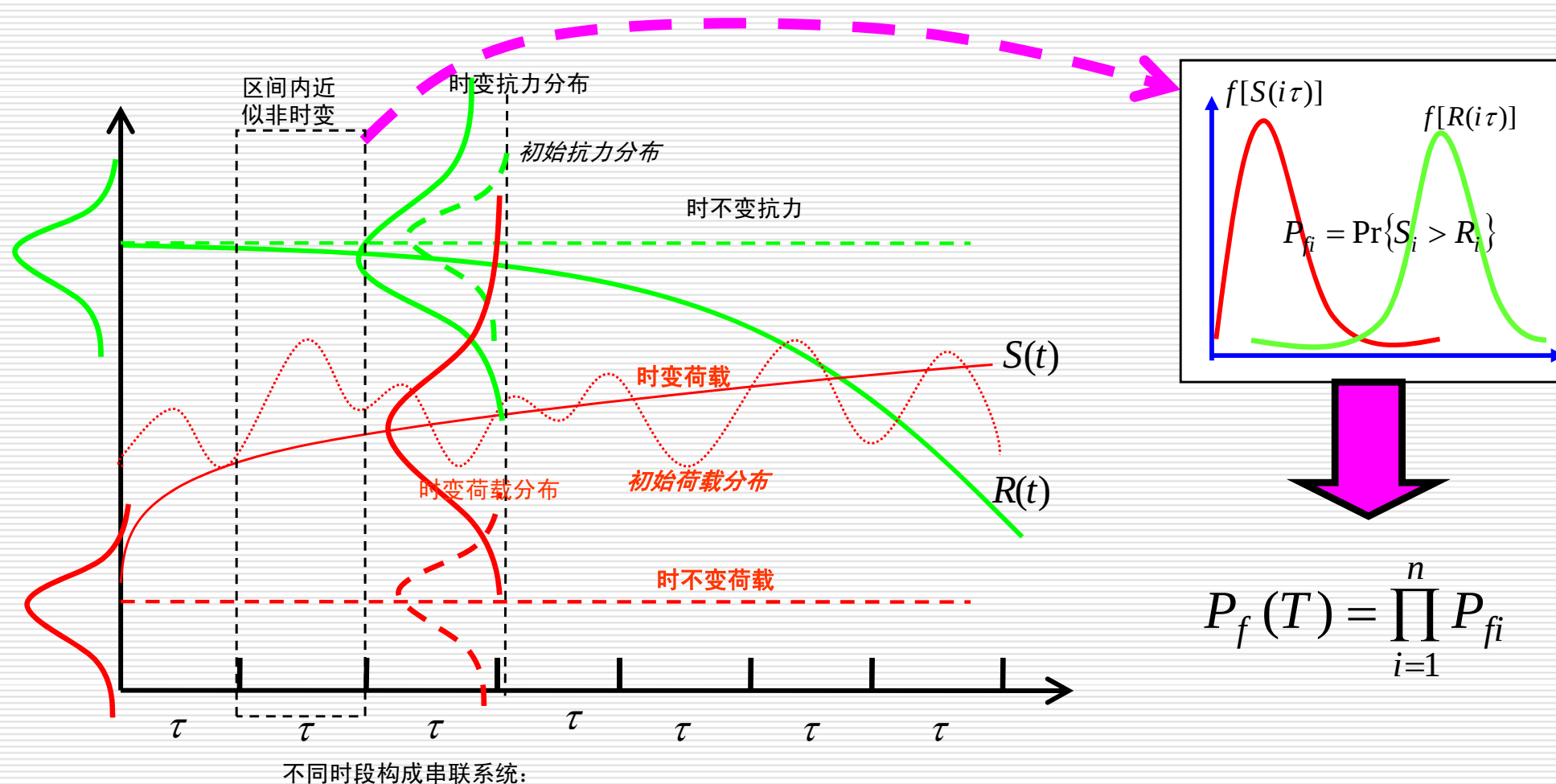
5. 结构评估



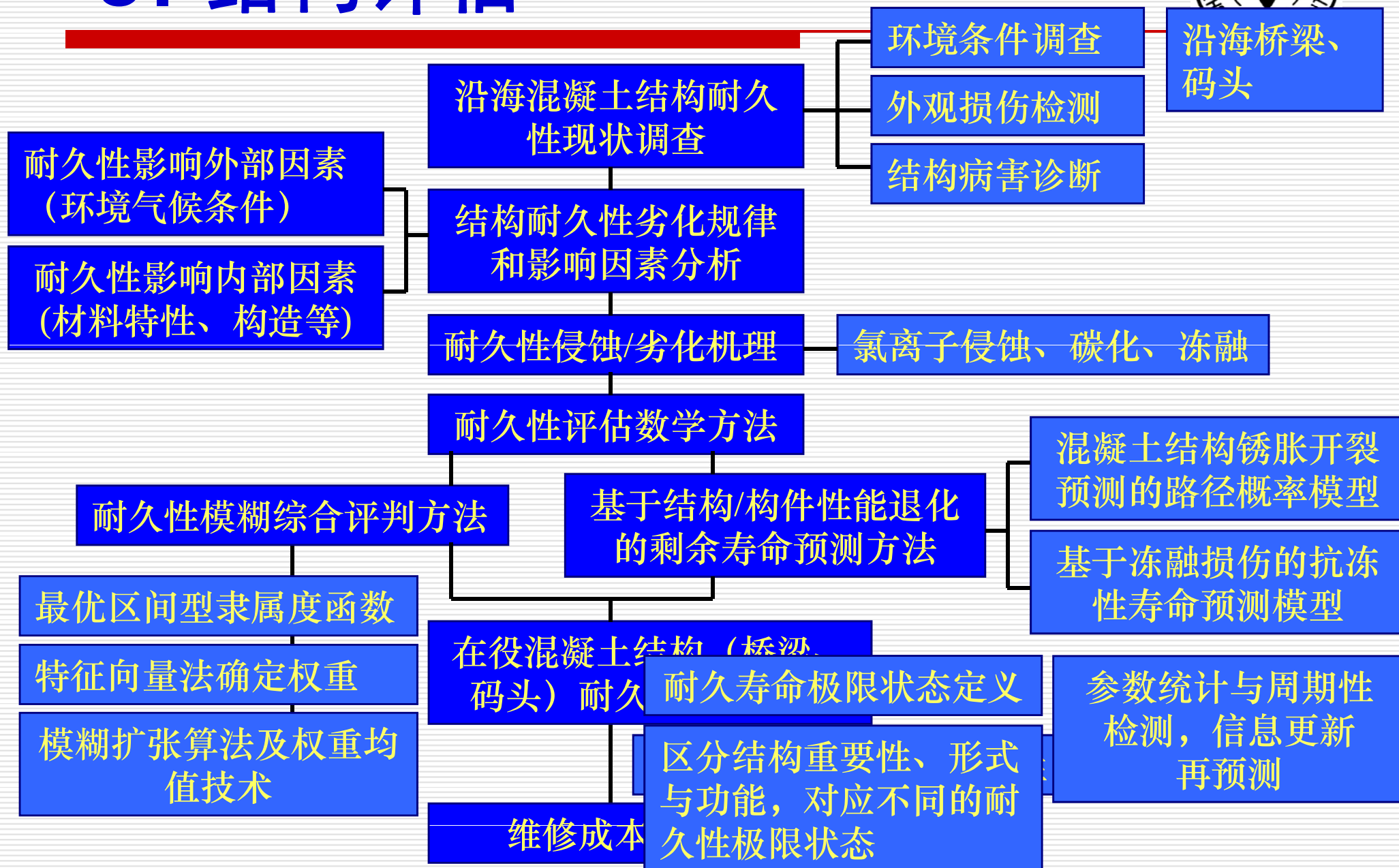
5. 结构评估



基于时变可靠度的混凝土结构耐久性分析方法



5. 结构评估





6. 结论

(1) 结构耐久性的定义

结构在可能引起其性能变化的各种作用（荷载、环境、材料内部因素等）下，在预定的使用年限和适当的维修条件下，结构能够长期抵御性能劣化的能力。



6. 结论

安全性是结构抵御各种作用的能力；

适用性是以人为主的适宜的工作性能；

耐久性是结构抵御性能劣化的能力。

安全性、适用性、耐久性构成了**结构可靠性的三个基本方面**，三者之间**相互影响、相互制约**，呈交叉关系。



6. 结论

(2) 结构的耐久性是一个动态的过程

结构的性能变化是一个与时间有关的渐进的过程，不同的变化程度或耐久性状态，对结构的适用性和安全性产生不同的影响。同时，其极限状态也是动态的性能状态。

6. 结论

耐久性失效准则

安全性



承载能力极限状态

适用性



正常使用极限状态

耐久性



性能极限状态



6. 结论

(3) 结构的失效概率是时间的函数

随着使用年限的增加，结构的失效概率不断增大。安全性和适用性所对应的失效概率是耐久性失效函数的两个特征点。同一结构构件，若采用不同的性能极限状态，结构的失效概率或使用寿命会有较大的差别。



THANK YOU