

结构动力学

Dynamics of Structures



结构动力学

第0章 绪论与概述

Chapter0 Introduction and Overview of Structural Dynamics



内容提要

- §0-1 绪论
- §0-2 结构动力学概述
- §0-3 动荷载的定义和分类
- §0-4 动力问题的基本特性
- §0-5 离散化方法

§0-1 绪论

- (1) 意义：工程实例
- (2) 课程目的
- (3) 主要内容、问题
- (4) 参考书籍
- (5) 学习方法

§0-1 绪论

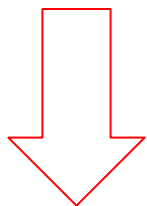
• 工程实例

(1) 塔科马大桥风毁实例（**视频资料**）

提出问题：桥梁到底能抗多大的风？

不同特征风作用下桥梁如何振动？

桥梁要如何设计，才能抵抗设计风荷载？



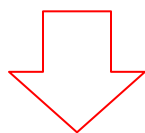
《结构抗风设计》



(2) 历次大地震桥、建筑毁实例

提出问题：桥梁到底能抗多大的地震？

桥梁要如何设计，才能确保“**小震不坏，
中震可修，大震不倒**”？



《结构抗震设计》



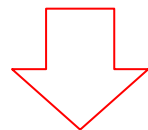
(3) 列车桥梁振动实例（**视频资料**）

提出问题：车桥系统振动如何分析？

怎样才能保证列车安全平稳舒适过桥？

桥梁结构在反复振动下，疲劳性能如

何？



《车桥振动理论》



桥梁结构振动案例：

Tacoma bridge 颤振



东京湾大桥 涡振

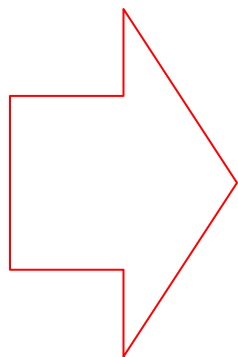


俄伏尔加河大桥蛇形共振



•基本目的

《结构动力学》



《结构抗震设计》

《结构健康监测》

《结构抗风设计》

《车桥振动理论》

《.....》

掌握动力学的基本概念与方法，了解结构振动的机理和规律，从中引出防止或降低振动危害的方法。

主要内容： 同济大学考博题(范立础院士)

- 第一部分 绪论与概述 (第1章)
动力荷载、动力问题的特性、离散化方法
- 第二部分 运动方程的建立 (第1、8、9、16章)
D'Alembert原理、广义SDOF、变分形式(Hamilton、Lagrange)
- 第三部分 单自由度体系 (第2-6章)
自由振动、强迫振动(谐振、周期性、冲击、一般荷载叠加法)
- 第四部分 多自由度体系 (第10-12章)
自由振动(动力特性)、振型叠加法
- 第五部分 逐步积分法 (第7、15章)
常见数值分析方法及其注意事项
- 第六部分 实用振动分析 (第13、14章)
动力特性分析方法(Rayleigh、Rayleigh-Ritz、矩阵迭代、子空间迭代)
- 第七部分 分析参数体系 (第17-19章)
运动偏微分方程、自由振动、动力反应

主要研究问题

上联：一切烦恼被**减振****隔振****吸振****消振**，抑制到零；

下联：所有幸福由**共振****抖振****驰振****颤振**，直至无穷。

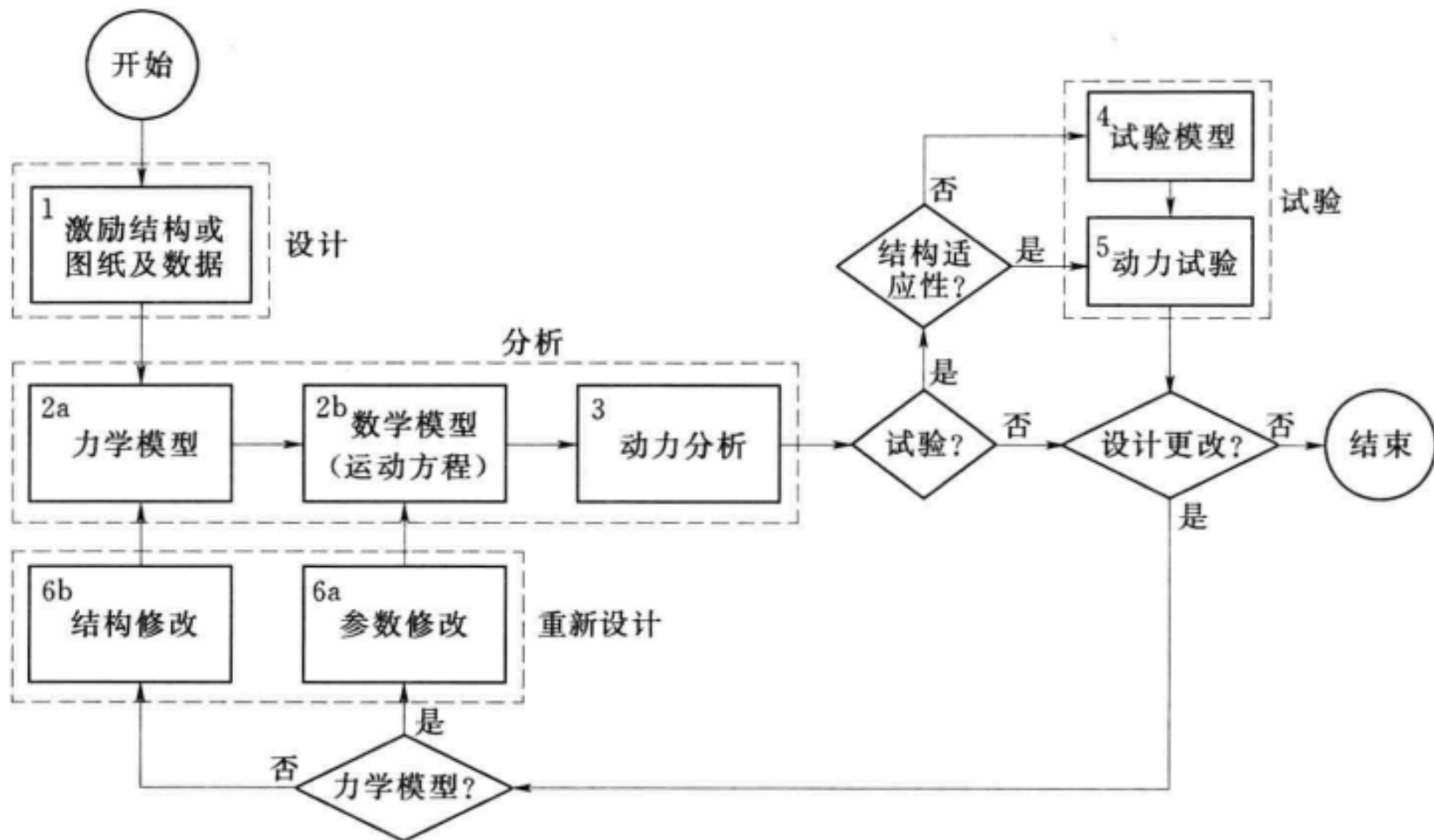
横批：动力人生

上联：**应力****应变****倾角****位移****振动****加速度**，精准测量；

下联：**疲劳****损伤****屈服****断裂****安全可靠**性，科学评估。

横批：监测人生

结构动力学研究的流程

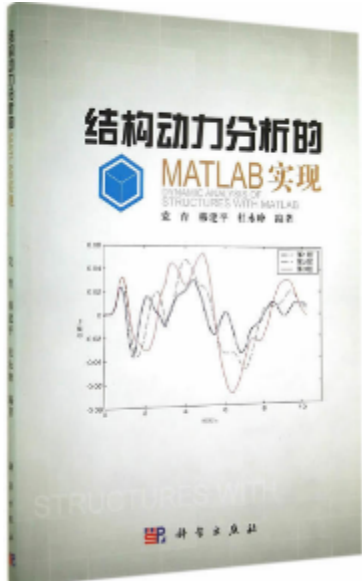


参考：刘章军,陈建兵. 结构动力学[M].北京：水利水电出版社,2012.

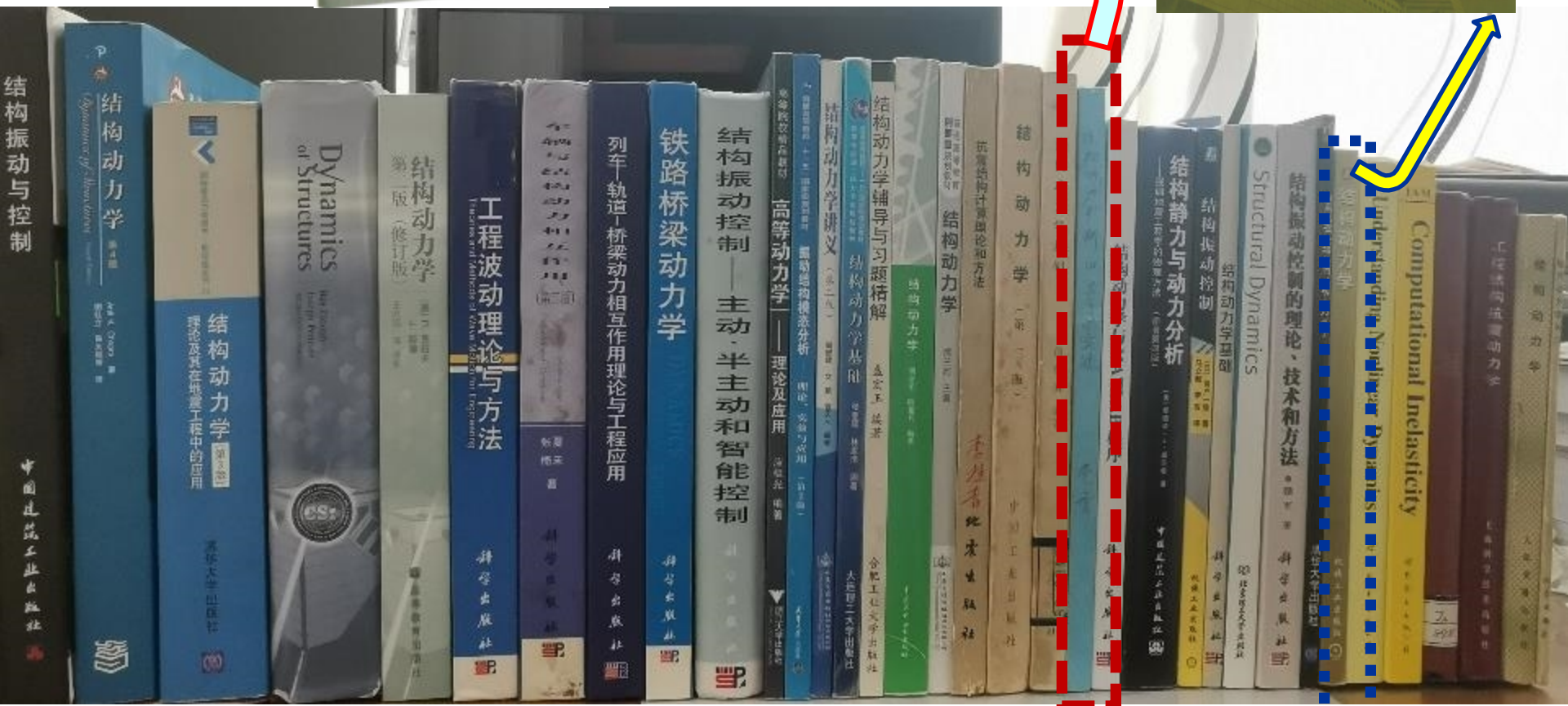
推荐教材与参考书:

- [1] Clough R, Penzien J. 结构动力学(第二版)[M]. 王光远 译. 高等教育出版社,2011.
- [2] Clough R, Penzien J. Dynamics of Structures[M].Computers & Structures Inc.,2001.
- [3] Chopra AK. 结构动力学(第4版)中文版[M]. 谢礼立 译. 高等教育出版社,2017.
- [4] Chopra AK. Dynamics of Structures Theory and Applications to Earthquake Engineering (3rd Edition)[M]. 清华大学出版社,2009.
- [5] 刘晶波. 结构动力学[M].机械工业出版社,2009.
- [6] 俞载道. 结构动力学基础[M].同济大学出版社,1987.
- [7] 张亚辉,林家浩. 结构动力学基础[M].大连理工大学出版社,2007.
- [8] 周智辉,曾庆元. 结构动力学讲义(第二版)[M].人民交通出版社,2017.
- [9] 刘章军,陈建兵. 结构动力学[M].水利水电出版社,2012.
- [10] 党育,韩建平,杜永峰. 结构动力分析的Matlab实现[M].科学出版社,2014.

党育
韩建平
杜永峰



刘晶波



结构动力学相关期刊(英文):

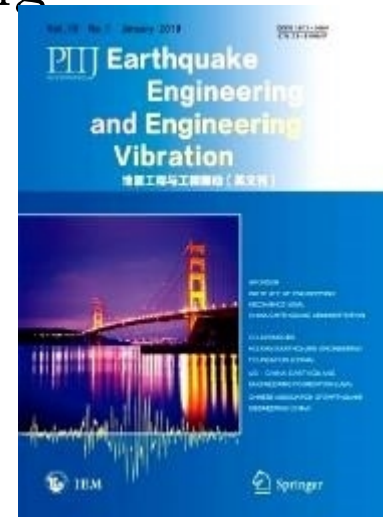
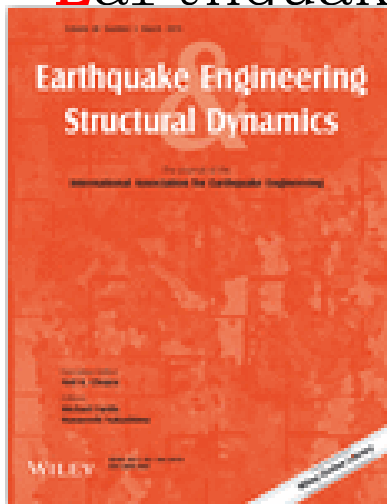
Earthquake Engineering & Structural Dynamics

Earthquake Spectra

Soil Dynamics & Earthquake Engineering

Earthquake Engineering & Engineering Vibration

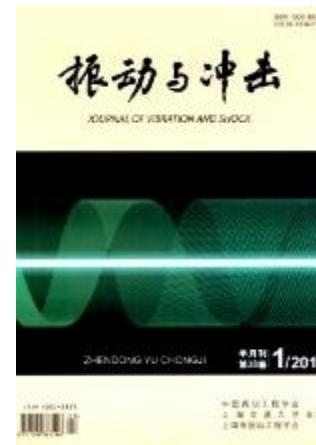
Earthquake Engineering & Engineering



结构动力学相关期刊(中文):



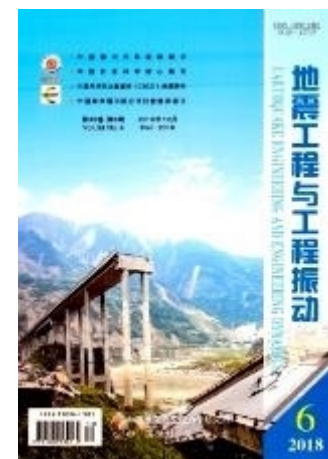
振动工程学报



振动与冲击



振动.测试与诊断



地震工程与工程振动

动力学大神-1: Clough R and Chopra AK

Ray William Clough (1920-07-23 ~ 2016-10-08)



美国人，美国著名结构工程、地震工程学家。结构工程、结构力学和地震工程领域的国际公认的学术权威、知名学者。

1942年美国华盛顿大学获学士学位，1943年美国加州理工大学获硕士学位，1947年美国麻省理工学院获博士学位。曾任美国加州大学伯克利分校结构工程和结构力学部主任。

当选为美国科学院和工程院院士、中国工程院外籍院士(1996)。

动力学大神-1: Clough R and Chopra AK



Anil K. Chopra (1941~)

Chancellor's Professor

Horace, Dorothy, and Katherine Johnson

Professor of Engineering Emeritus

Ph.D. Civil Engineering, University of California, Berkeley, 1966

M.S. Civil Engineering, University of California, Berkeley, 1963

B.Sc. Civil Engineering, Banaras Hindu University, India, 1960

Earthquake & Engineering
Structural Dynamics

The Journal of the
International Association for
Earthquake Engineering

Edited By: Anil K. Chopra, Michael Fardis and Masayoshi Nakashima

Impact factor: 2.807

动力学大神-1: Clough R and Chopra AK

Ray是我博士学位论文的导师，他给予我太多帮助，不胜枚举。他对我的专业成长有深远的影响，对此我深表感激。我与Ray的职业和个人关系可追溯到1961年4月，当时我还是一个20岁的孩子，生活在印度。我收到了他的一封信，信中说他愿意给我一个教学助理工作，每月225美元——这封信改变了我的生活。如果没有Ray的这封信，我可能会在印度度过我的教学生涯，也许我会在印度过得很高兴，但不会像我在伯克利这样令人振奋和满意。我在Ray退休的时候，就曾明确地说过这段话。后来Ray随意地提到，当时学校不允许为新来的外国学生提供教学助理工作，所以给我这个工作是违反当时的学校政策的。我感到非常震惊。Ray，感谢你给了我这个机会。

Ray W. Clough, the R. W. Clough Professor of Civil Engineering, Emeritus, University of California, Berkeley, and founding Editor of this Journal, died on October 8, 2016.

Born July 23, 1920, he grew up in Seattle, Washington. He received his B.S. degree from the University of Washington, Seattle, in 1942, and the Sc.D. degree at M.I.T. in 1949. He chose Civil

学习方法

超星： PPT、习题、资料（视频）

主页： 资料、软件 (www.beesr.cn)

目的： 应用（学以致用），解决问题

方法：

- (1) 不要求死记公式，而要理解公式，掌握公式反映物理意义；
- (2) 将动力学与工程实践结合，可用其解释一些工程问题和现象；
- (3) 培养力学思维，提升把握工具(软件)的能力
(结构体系、传力途径、受力特性)。

源于工程

始于动载

基于科学

成于实践

作业:

绘制知识点逻辑图:

(1) 边学边绘(手);

(2) 统一整理(visio)。

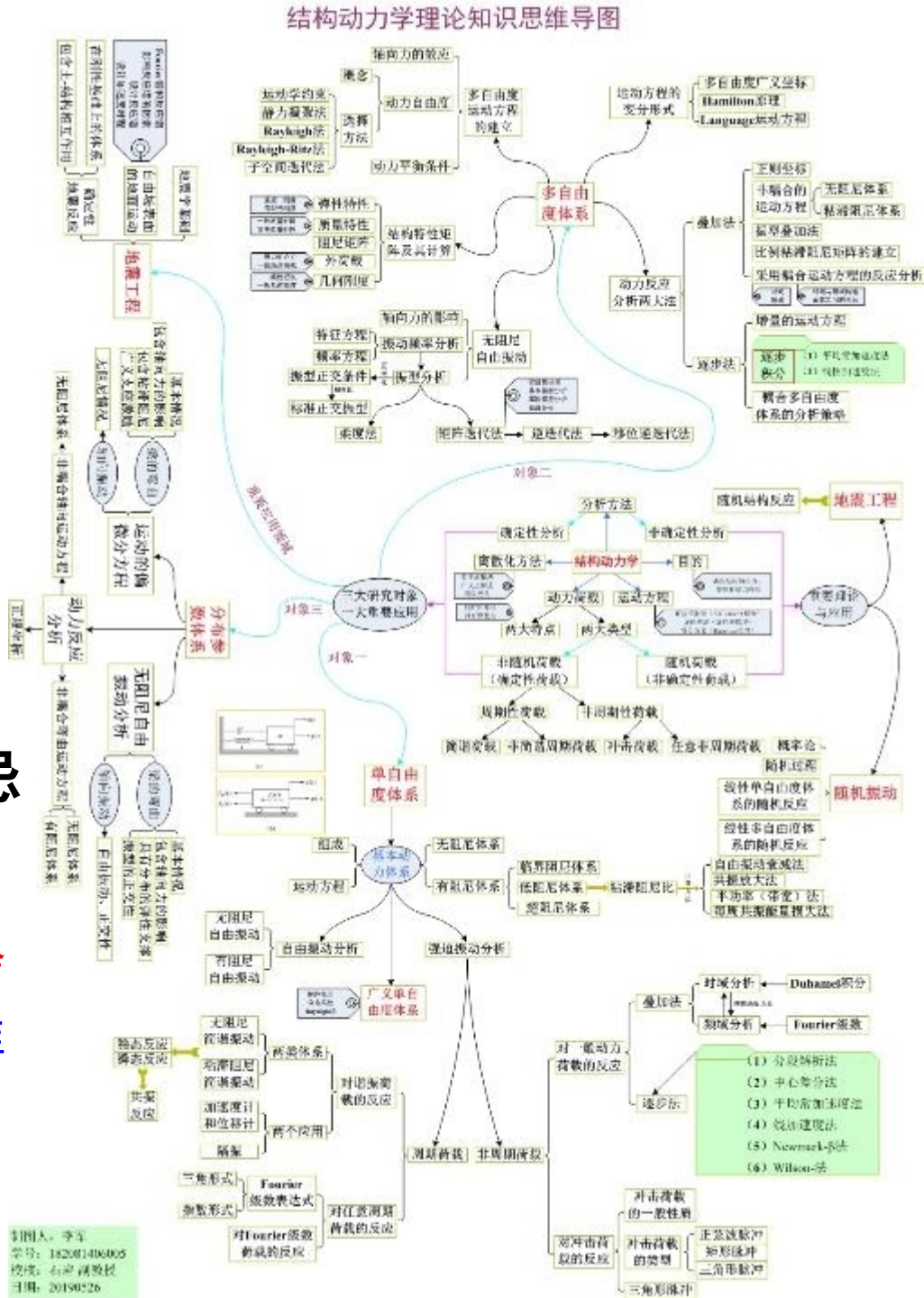
占平时成绩的20%。

期末提交电子版。

- 黄裳创作“九阴真经”
- 张三丰传授太极剑法于张无忌

学习时把书读厚(参考, 百家争鸣);
 学完后(工程、研究)要把书读薄(融会贯通), 未必还会做题, 但知识和思维已经融入到了细节(发现、解决问题)。

“无招”胜“有招”!



学习方法：思维方式

教育的目的不是学会一堆知识，而是培养一种思维
教育不改变生活环境，却能改变人的思维方式。

“真正的教育不传授任何知识和技能，却能令人胜任任何学科和职业，这才是真正的教育。”

“耶鲁致力于领袖人物的培养，本科教育的核心是通识，是培养学生批判性独立思考的能力，并为终身学习打下基础。”

——Richard C. LEVIN (任耶鲁大学校长20年)

研究生思维

研究生该学(培养)什么?

人文素养? 专业知识? 科研能力?

发现问题、解决问题的能力!

“怎么知道” 比 “知道什么” 更重要!

How (渔)

What (鱼)

陈景润:

主要贡献: 哥德巴赫猜想 ($1+1=2$)

会下蛋的公鸡!

研究生思维

导师起到点拨！

学生充分发挥自身的能量：

设身处地的主人翁态度 (杜绝“完任务”心态)

严谨的逻辑思维

活跃的发散思维

达到效果：

导师点拨1.0，学生做到>>1.0

研究生思维

独立思考

批判性思维

文化人的视野和格局

内容提要

- §0-1 绪论
- **§0-2 结构动力学概述**
- §0-3 动荷载的定义和分类
- §0-4 动力问题的基本特性
- §0-5 离散化方法

§0-2 结构动力学概述

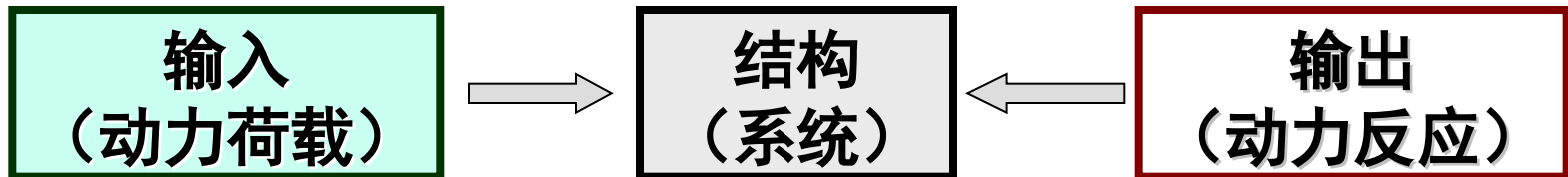
结构动力学是结构力学的一个分支，着重研究结构对于动荷载的响应（如位移、应力等的时间历程），以便确定结构的承载能力和动力学特性，或为改善结构的性能提供依据。

- 动荷载的特性
- 结构的动力特性
- 结构响应分析

第一类问题：反应分析（结构动力计算）



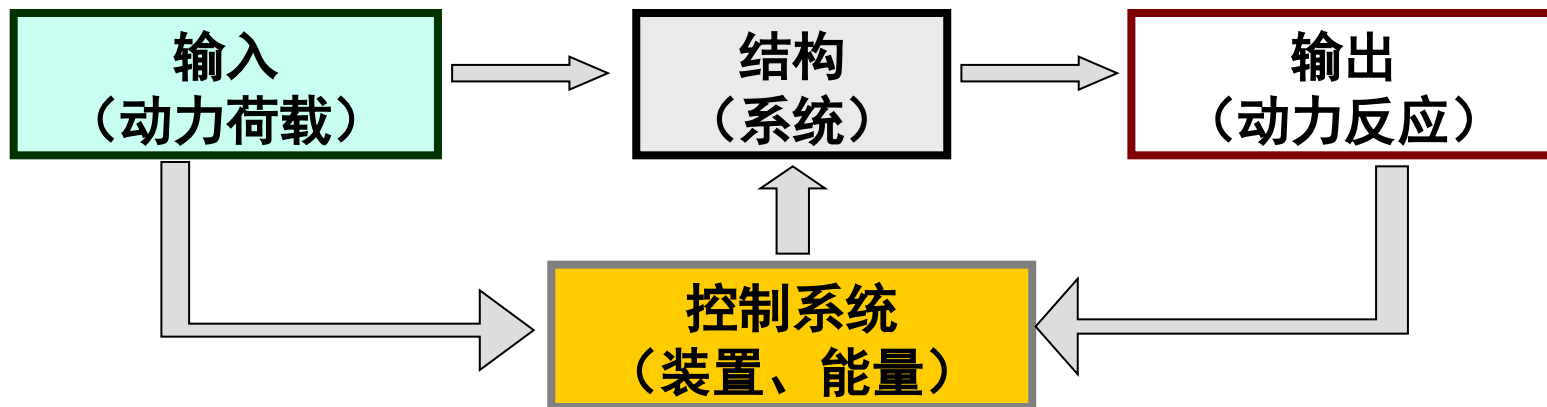
第二类问题：参数（或称系统）识别



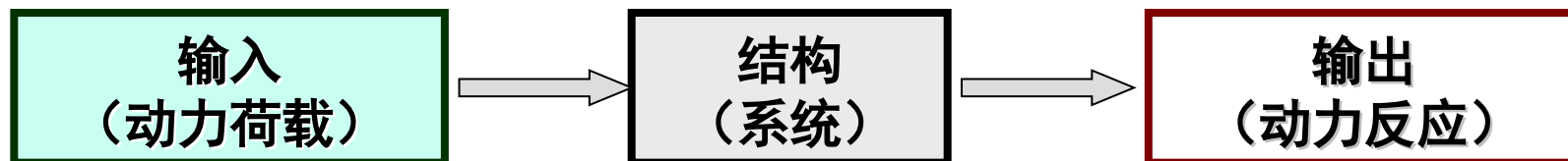
第三类问题：荷载识别



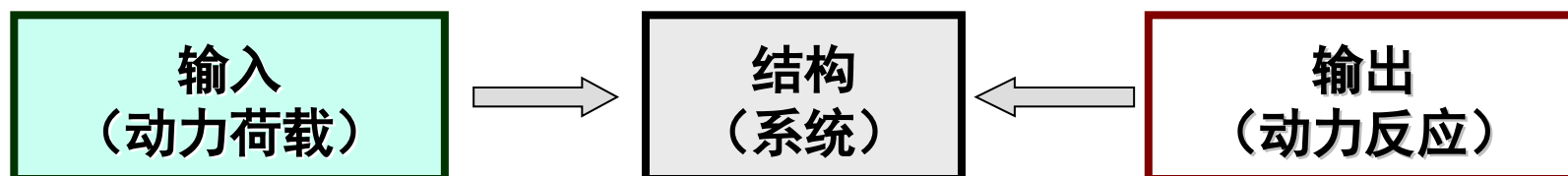
第四类问题：控制问题



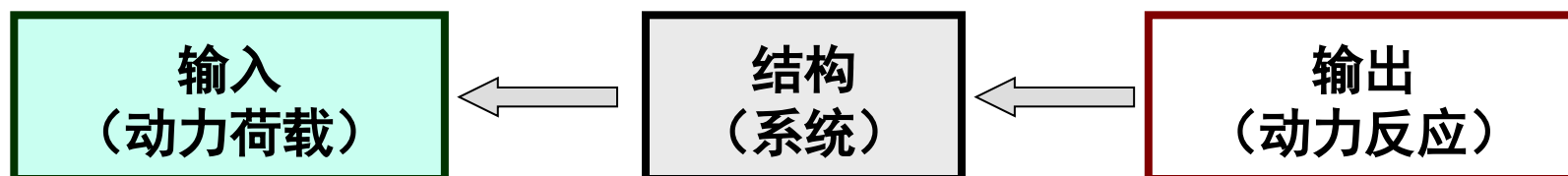
第一类问题：反应分析（结构动力计算）



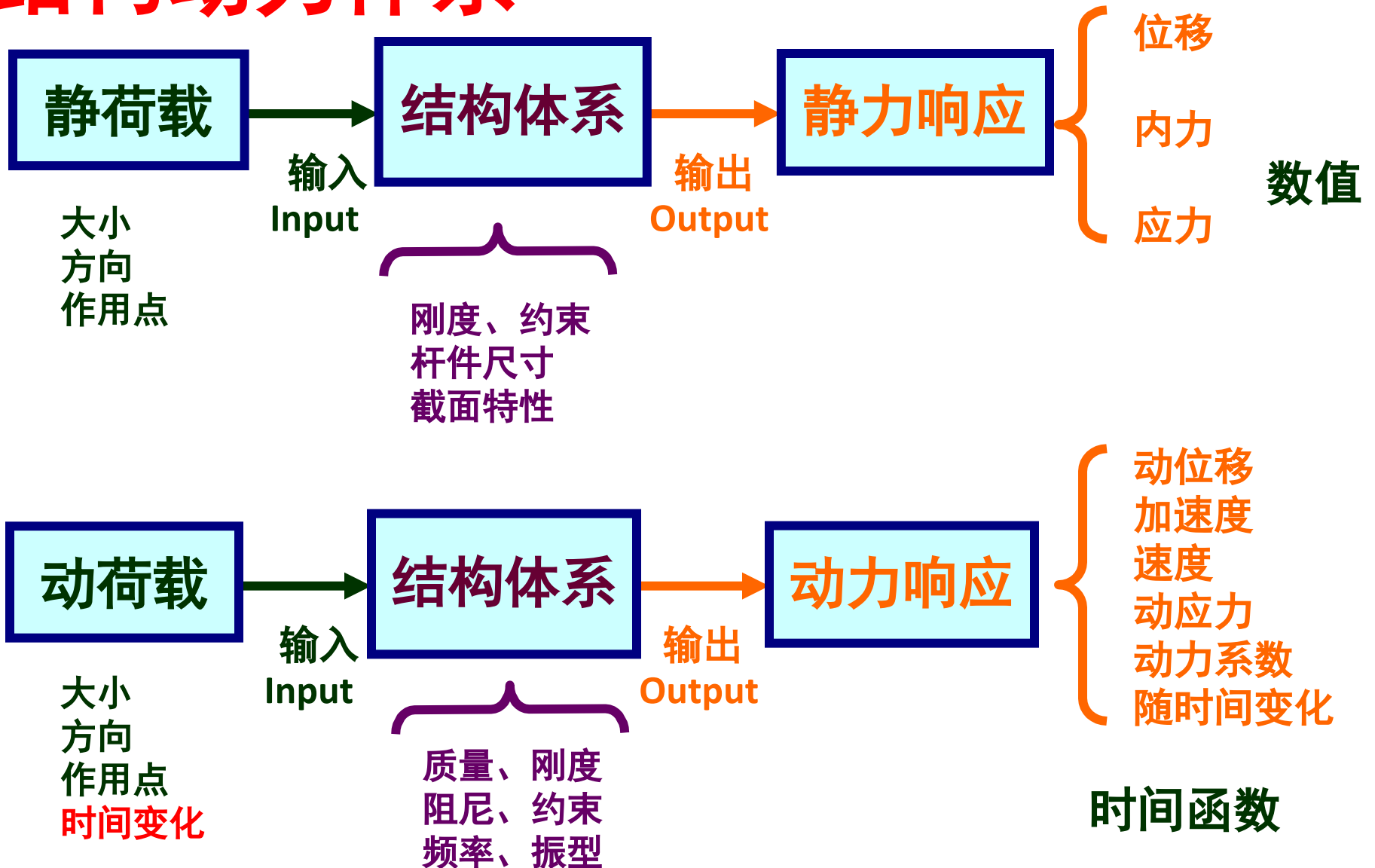
第二类问题：参数（或称系统）识别



第三类问题：荷载识别。



结构动力体系



内容提要

- §0-1 绪论
- §0-2 结构动力学概述
- **§0-3 动荷载的定义和分类**
- §0-4 动力问题的基本特性
- §0-5 离散化方法

§0-3 动荷载的定义和分类

荷载：作用在结构上的主动力

荷载三要素：大小、方向和作用点

荷载分类：

作用时间： 恒载 活载

作用位置： 固定荷载 移动荷载

对结构产生的动力效应： 静荷载 动荷载

静荷载： 大小、方向和作用点不随时间变化或变化**很缓慢**的荷载。

动荷载： 大小、方向**或**作用点随时间变化**很快**的荷载。

快慢标准： 是否会使结构产生**显著**的加速度

显著标准： 质量运动加速度所引起的惯性力与其它外荷载相比是否可以忽略

动荷载的定义

荷载在大小、方向或作用点方面随时间变化，使得质量运动加速度所引起的惯性力与荷载相比大到不可忽略时，则把这种荷载称为动荷载。

问题：你知道有哪些动荷载？

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/005140134332012020>