

数字孪生船舶及其推进轴系纵向振动主动控制实现

振动与噪声控制

Hsingshan CHANG

DigitalTwin 动力楼402

数字孪生船舶及其推进轴系纵向振动主动控制实现

选题：

主题报告选题（鼓励结合自己的课题）

汇报主题	汇报人
源和路径/ 低噪声设计	（作为最早汇报的，阵列、仿真软件等均可）
隔振	
减振	
吸振	
消声	
吸声	
隔声	
测试与分析	

主题报告选题（也可结合实际自由命题）

•隔振器的设计	•阻尼的应用
•动力吸振器的设计	•吸声材料
•消声器的设计	•声屏障的设计
•振源激励谱的估计	•有限元、边界元、统计能量法
•源/路径识别定位技术	•声振仿真软件的使用
•设备/空压机低噪声设计	•声阵列Holography/Beamforming
•船舶声学设计	•模态试验技术
•声/振动有源控制技术	•超材料/智能结构
•声振+AI+IoT	•声振与其他学科的交叉

数字孪生船舶及其推进轴系纵向振动主动控制实现

I. 数字孪生 (DigitalTwin)

II. 数字孪生船舶全生命周期管控

III. 推进轴系纵向振动主动控制设备原理

IV. 推进轴系纵向振动主动控制设备实现

V. 案例展示

VI. 参考文献等

Part I

数字孪生 (DigitalTwin) .



数字孪生 (DigitalTwin)

定义、背景、应用、模型、机制等。

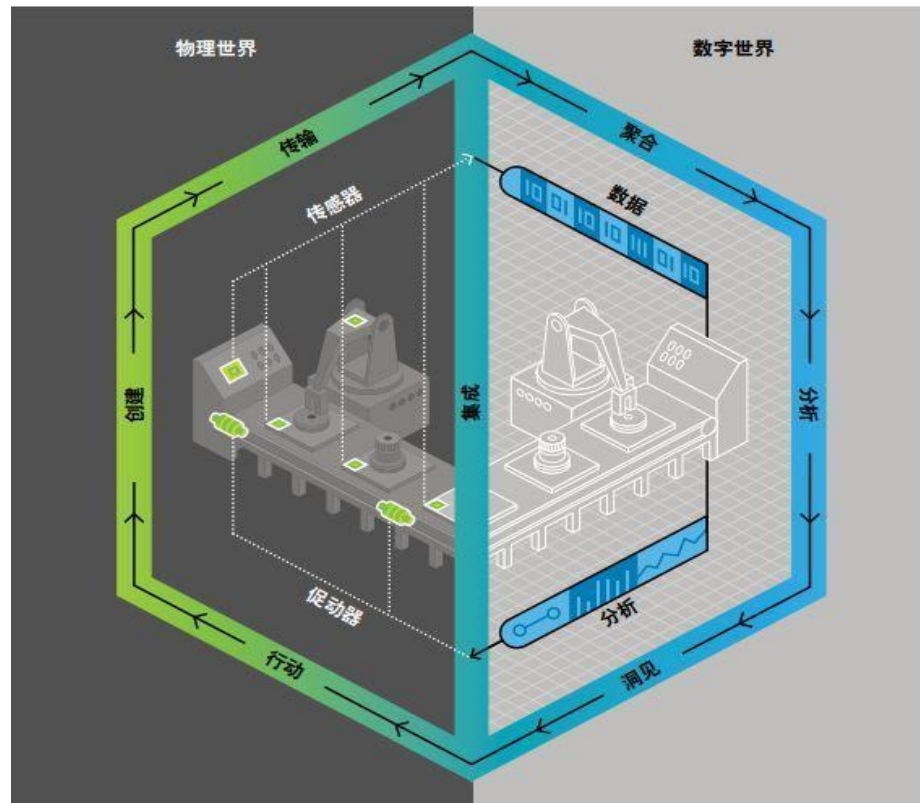
Part I.数字孪生（DigitalTwin）.

定义



定义

数字孪生（DigitalTwin）以数字化的方式建立物理实体的多维、多时空尺度、多学科、多物理量的动态虚拟模型来仿真和刻画物理实体在真实环境中的属性、行为、规则等：



中科院物理所. 什么是数字孪生? [EB/OL].[2019-12-27].

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1654063032229950736&wfr=spider&for=pc>

Part I.数字孪生（DigitalTwin）.

定义



背景

数字孪生（DigitalTwin）概念最初于**2003**年由**Grieves**教授在美国密歇根大学产品生命周期管理课程上提出，早期主要被应用在军工及航空航天领域。



Dr. Michael Grieves

Executive Director, Center for
Advanced Manufacturing and
Innovative Design
Florida Institute of Technology

Part I. 数字孪生 (DigitalTwin) .

定义



应用现状

洛克希德-马丁(洛马)公司构建了面向军用战斗机制造和装配的数字孪生提高了装备可靠性。



数据

信息



五维模型

为使数字孪生进一步在更多领域落地应用，北航数字孪生技术研究团队对已有三维模型进行了扩展，并增加了孪生数据和服务两个新维度。

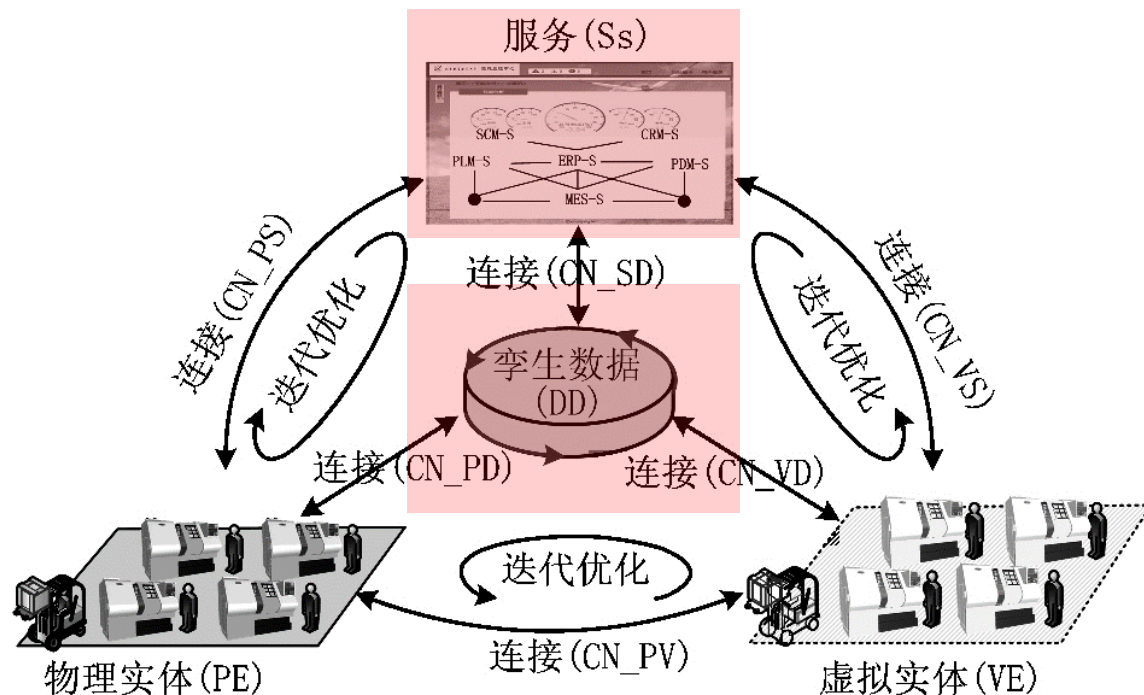
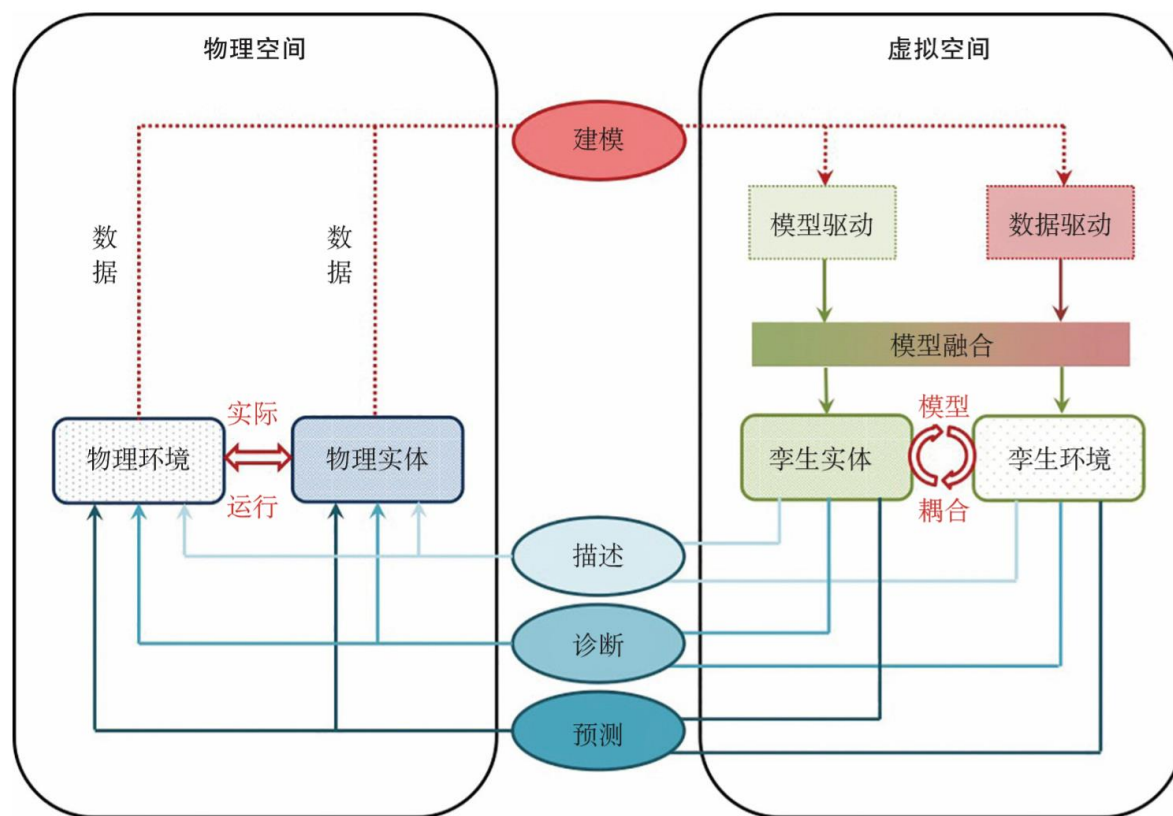


图1 数字孪生五维概念模型

可靠性数字孪生虚实映射机制

根据数字孪生的五维模型及数字孪生应用框架的基础上，提出可靠性数字孪生的虚实映射模型，来表征可靠性数字孪生的映射机制。



数字孪生船舶全生命周期管控

基于数字孪生的船舶设计、制造、运维、使用等全生命周期一体化管控。

数字孪生船舶全生命周期管控

将数字孪生技术与船舶工业结合，参照数字孪生五维模型，开展基于数字孪生的船舶设计、制造、运维、使用等全生命周期一体化管控。

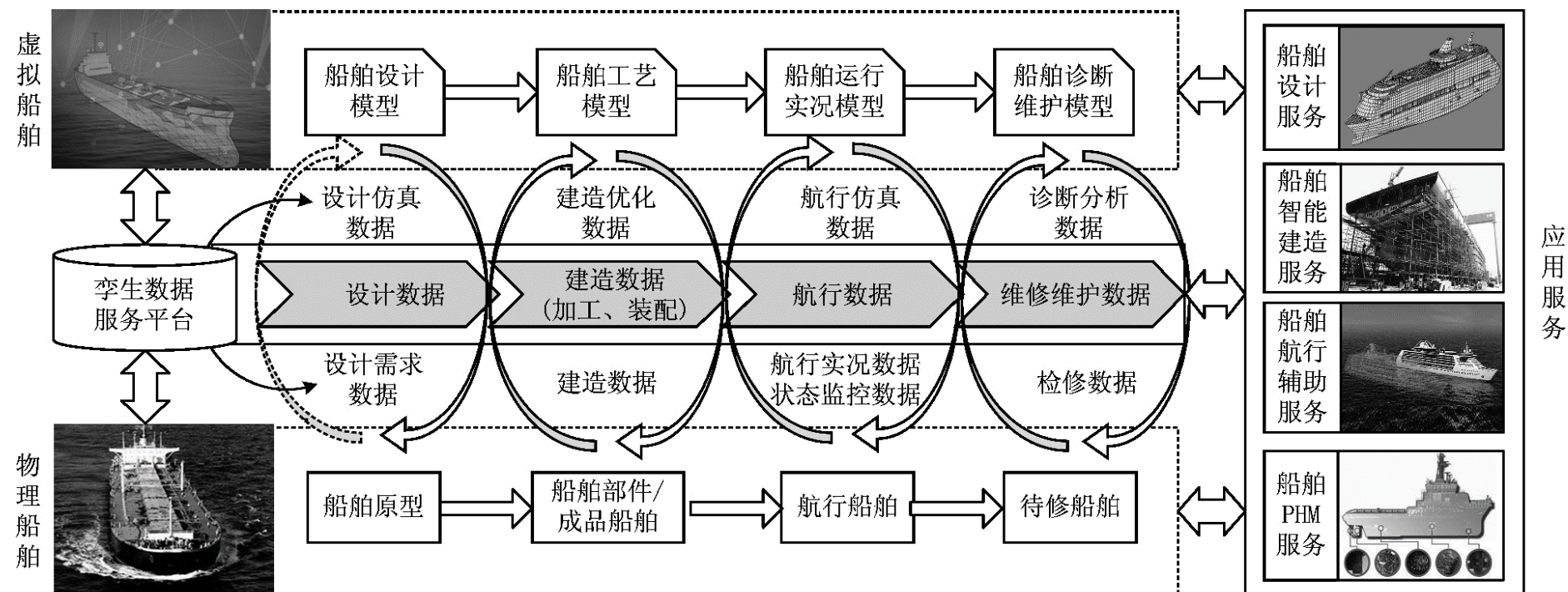


图3 数字孪生船舶全生命周期管控

Part II.

数字孪生船舶全生命周期管控



数字孪生船舶全生命周期管控

将数字孪生技术与船舶工业结合，参照数字孪生五维模型，开展基于数字孪生的船舶设计、制造、运维、使用等全生命周期一体化管控。

基于数字孪生的船舶精细化设计

基于数字孪生的船舶智能建造

基于数字孪生的船舶辅助航行

数字孪生驱动的船舶故障预测与健康管控

Part III

推进轴系纵向振动主动控制设备原理.



推进轴系纵向振动主动控制设备原理

基于数字孪生的船舶辅助航行，解释实现原理。

Part III.

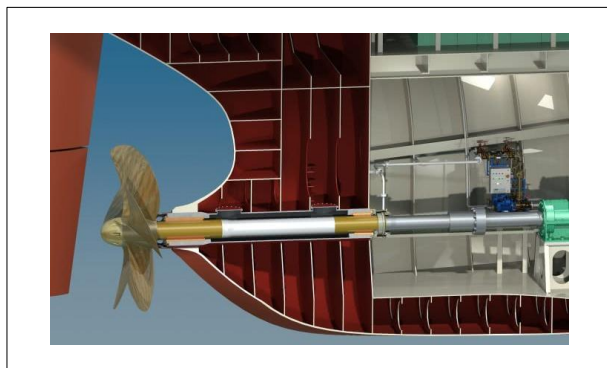
推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

理论模型图示

物理世界



船舶轴系

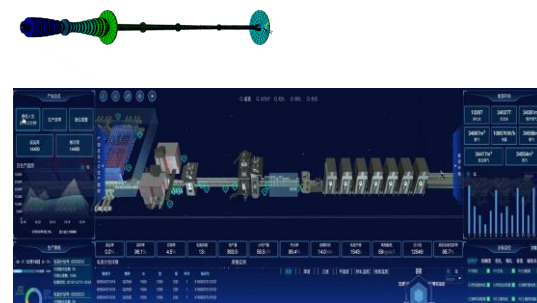
传感器

数据

促动器/作动器

分析

数字世界



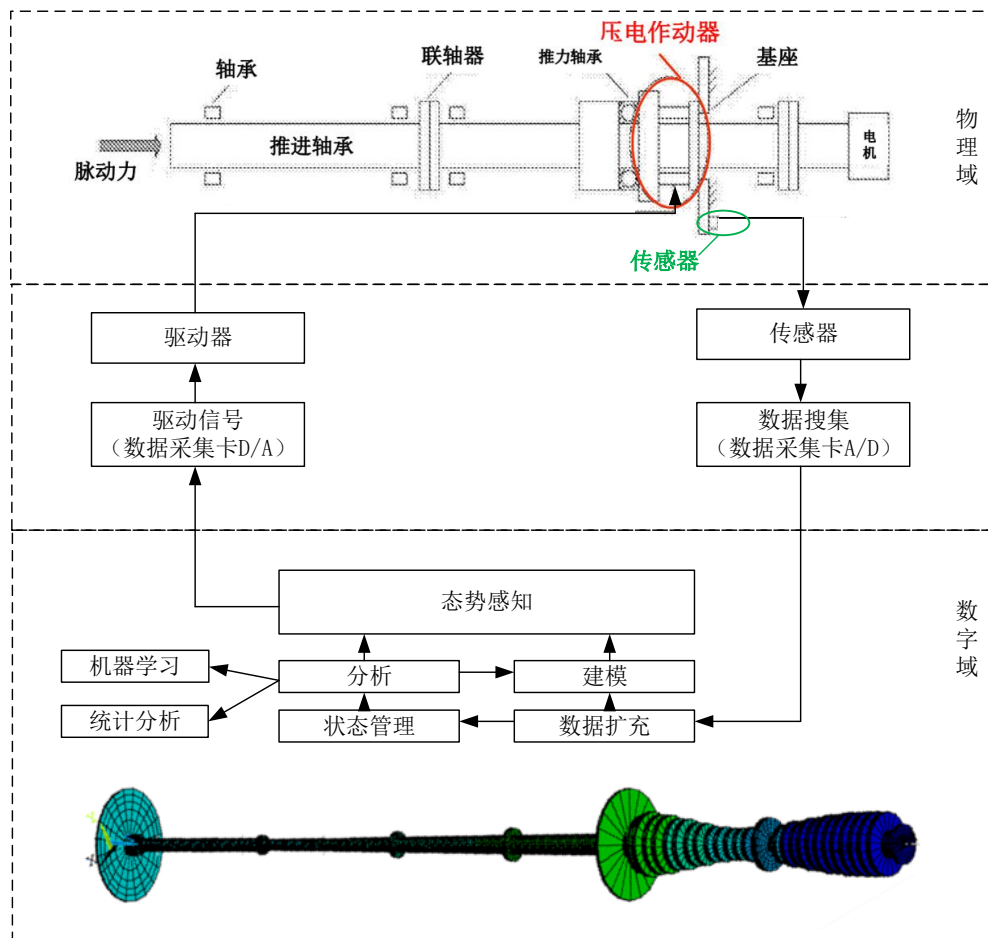
船舶轴系数字孪生体

Part III.

推进轴系纵向振动主动控制设备原理

推进轴系纵向振动主动控制设备

原理图



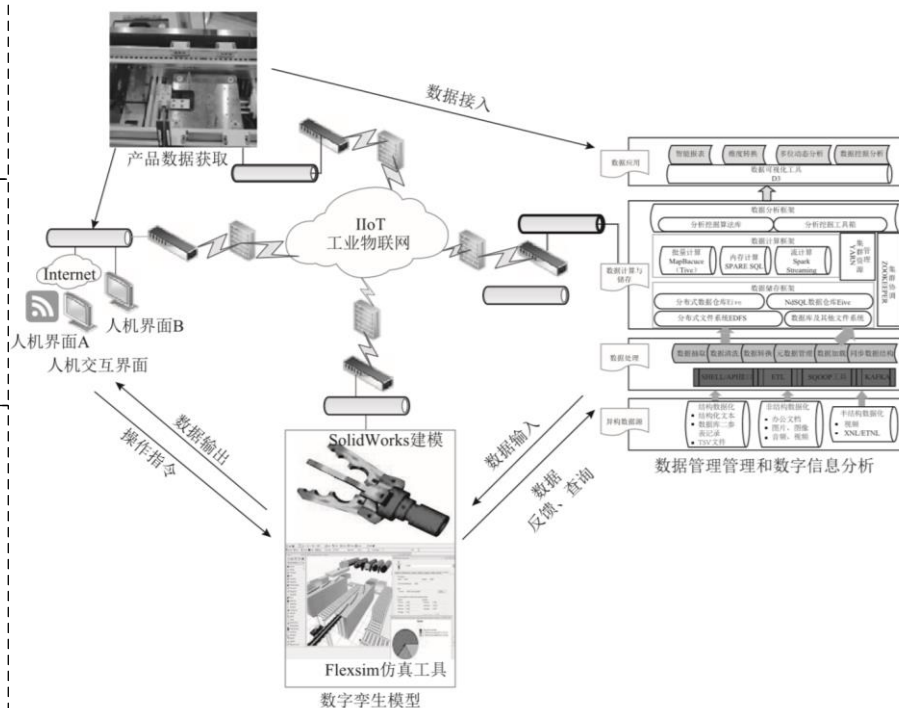
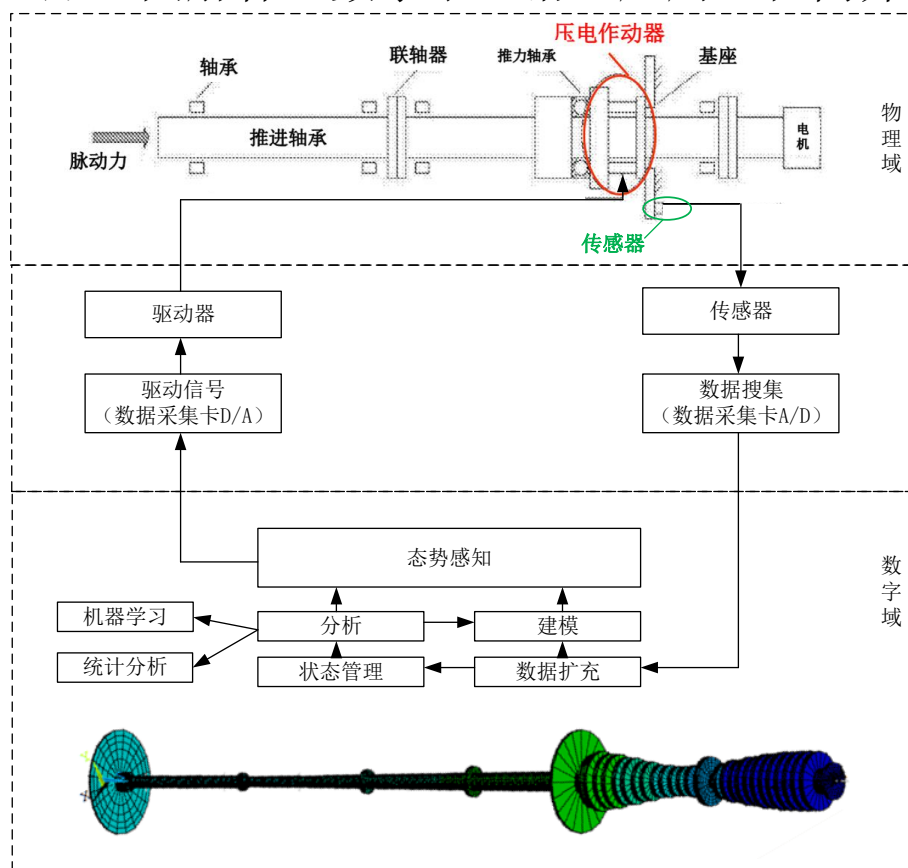
Part III.

推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

原理图解释：数字孪生落地应用过程简介

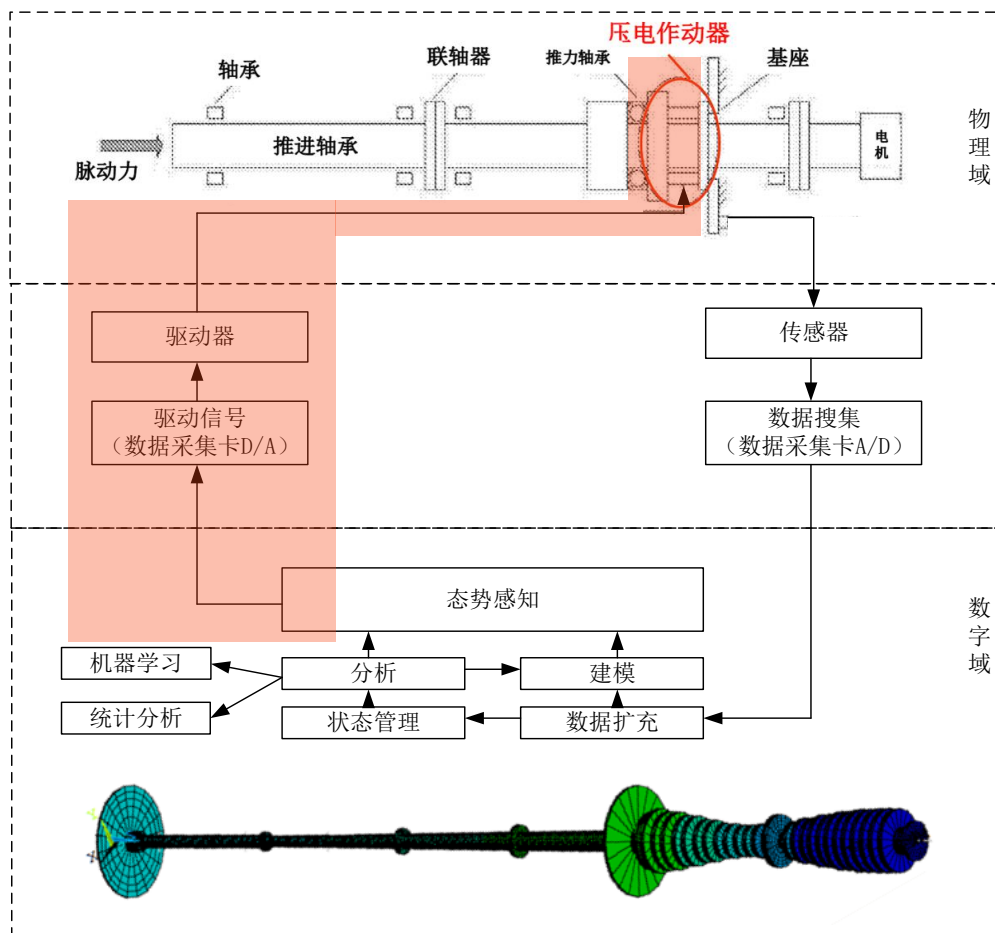


Part III.

推进轴系纵向振动主动控制设备原理

推进轴系纵向振动主动控制设备

本报告研究对象



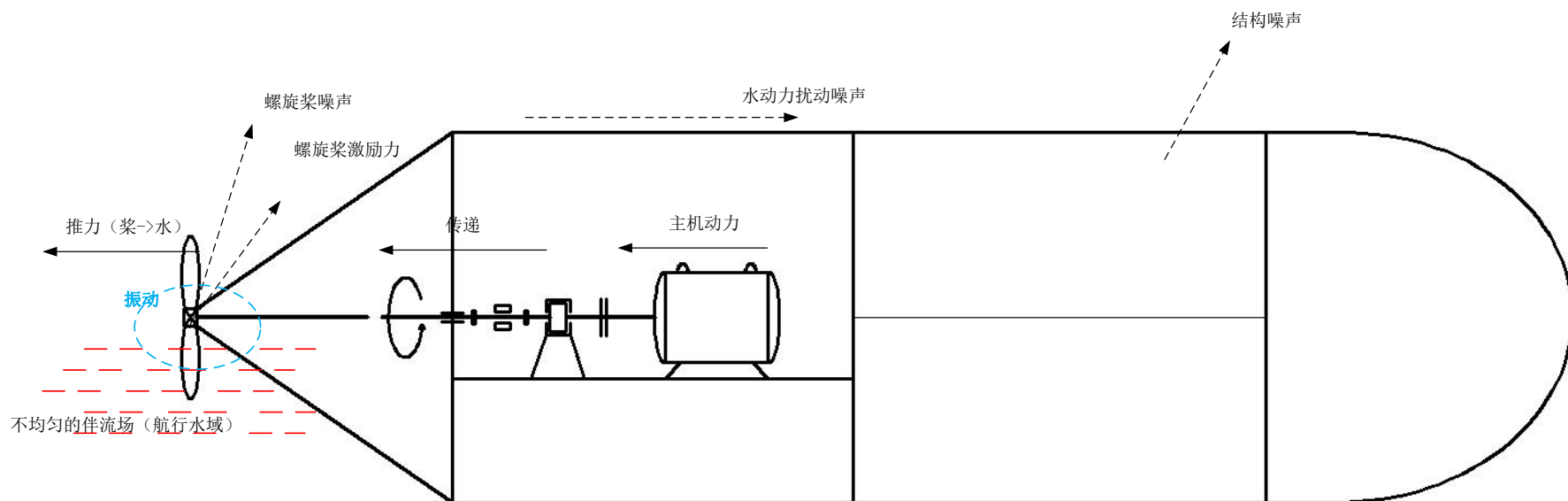
Part III.

推进轴系纵向振动主动控制设备原理



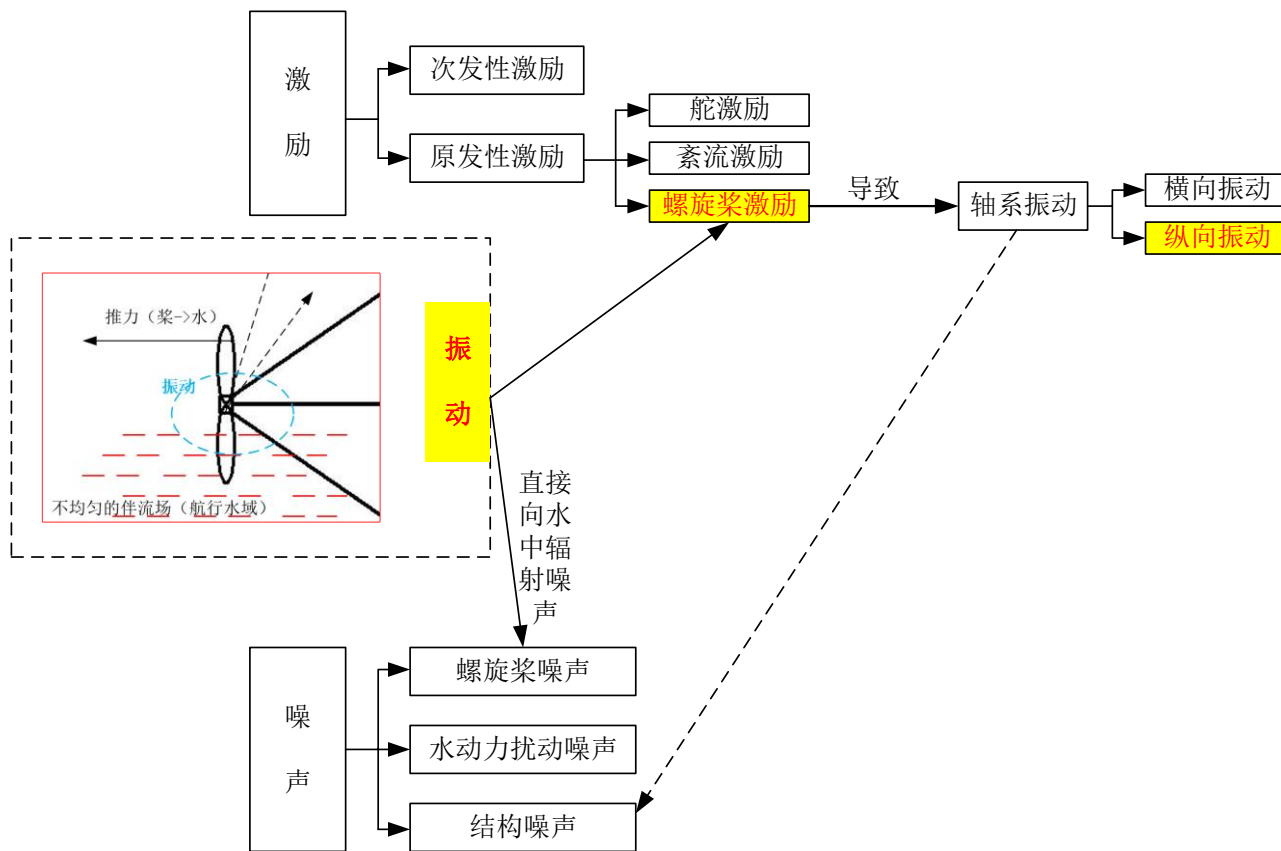
推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系纵向振动及其主动控制机理



推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系**纵向振动**及其主动控制机理



Part III.

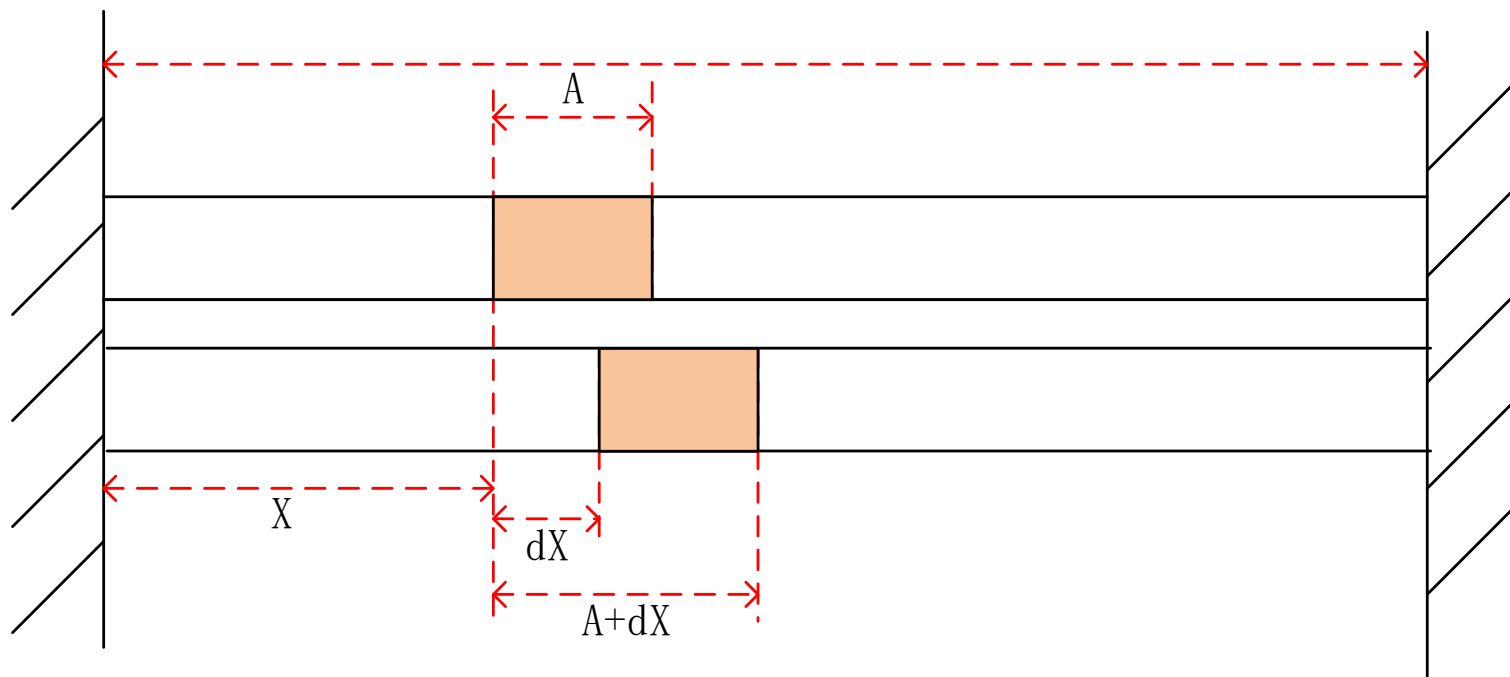
推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系**纵向振动**及其主动控制机理

纵振定义



Part III.

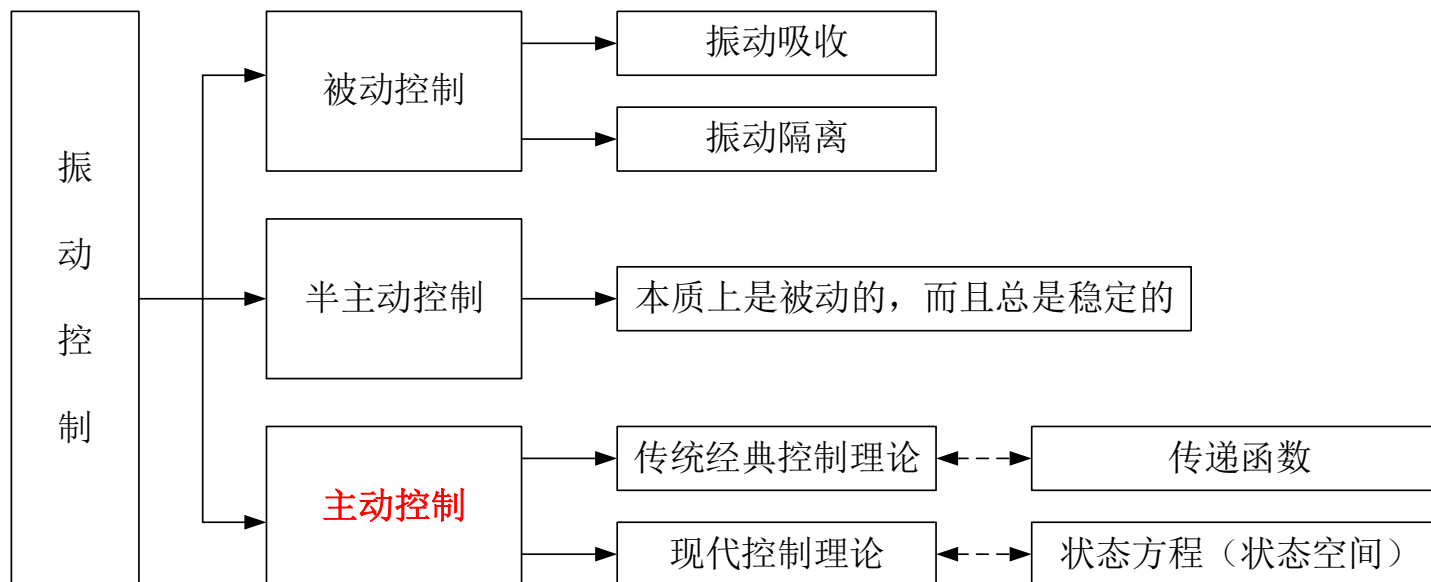
推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系纵向振动及其**主动控制**机理

振动控制分类



Part III.

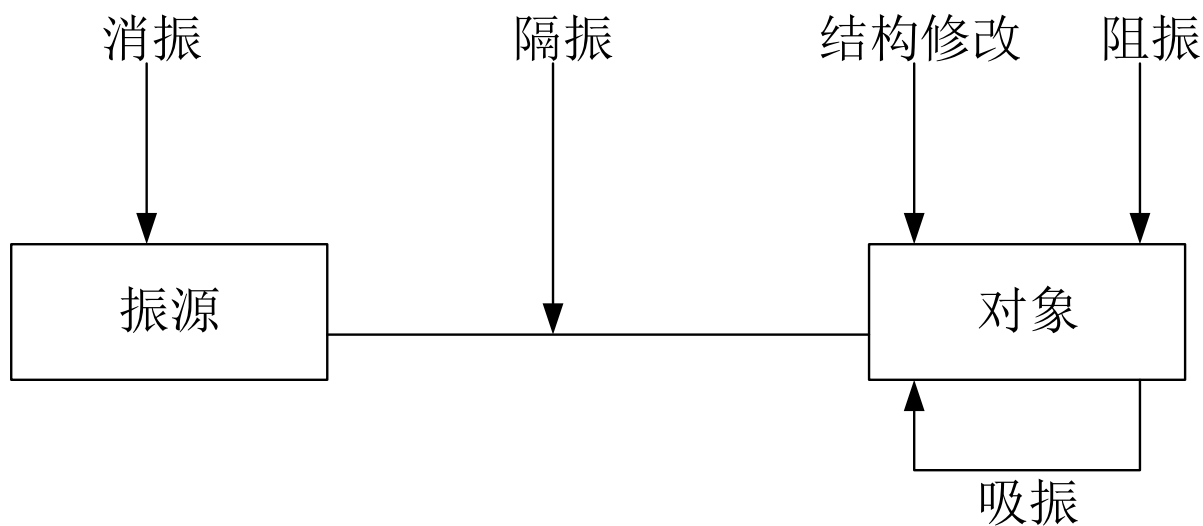
推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系纵向振动及其**主动控制**机理

振动控制示意图



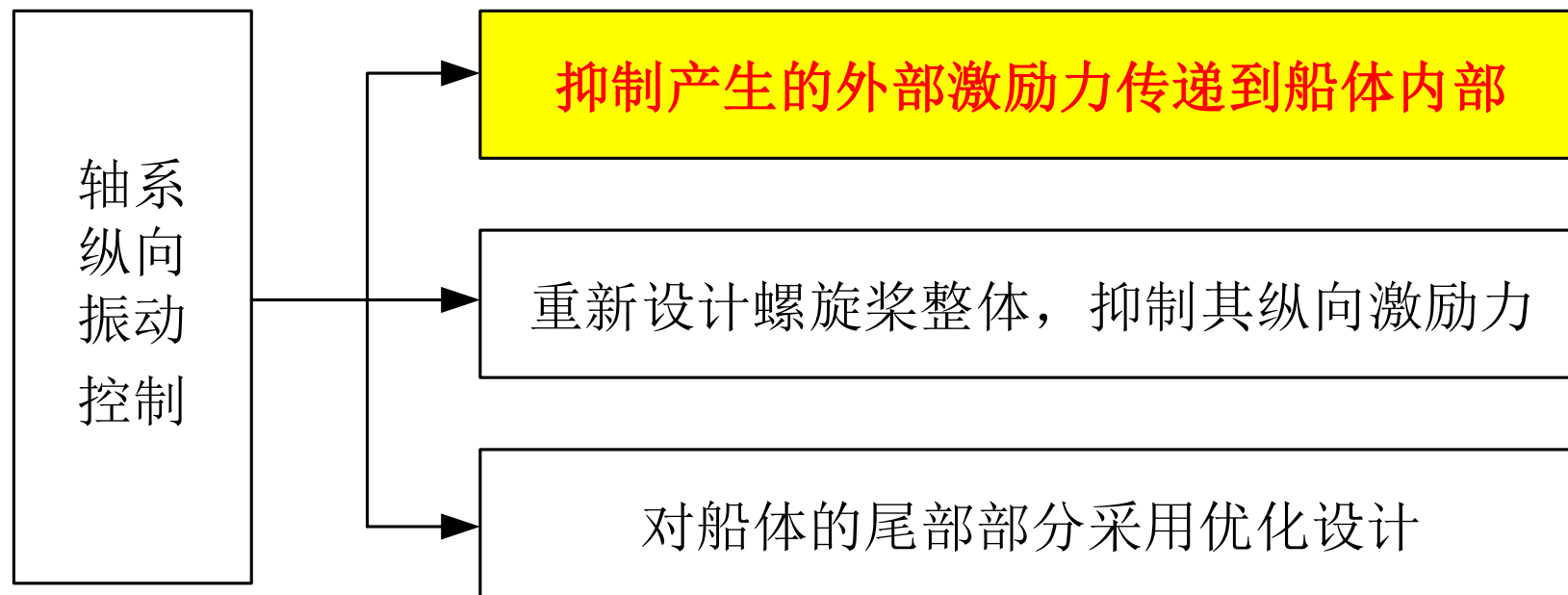
Part III.

推进轴系纵向振动主动控制设备原理



推进轴系纵向振动主动控制设备

轴系**纵向振动及其主动控制**机理



推进轴系纵向振动主动控制设备实现

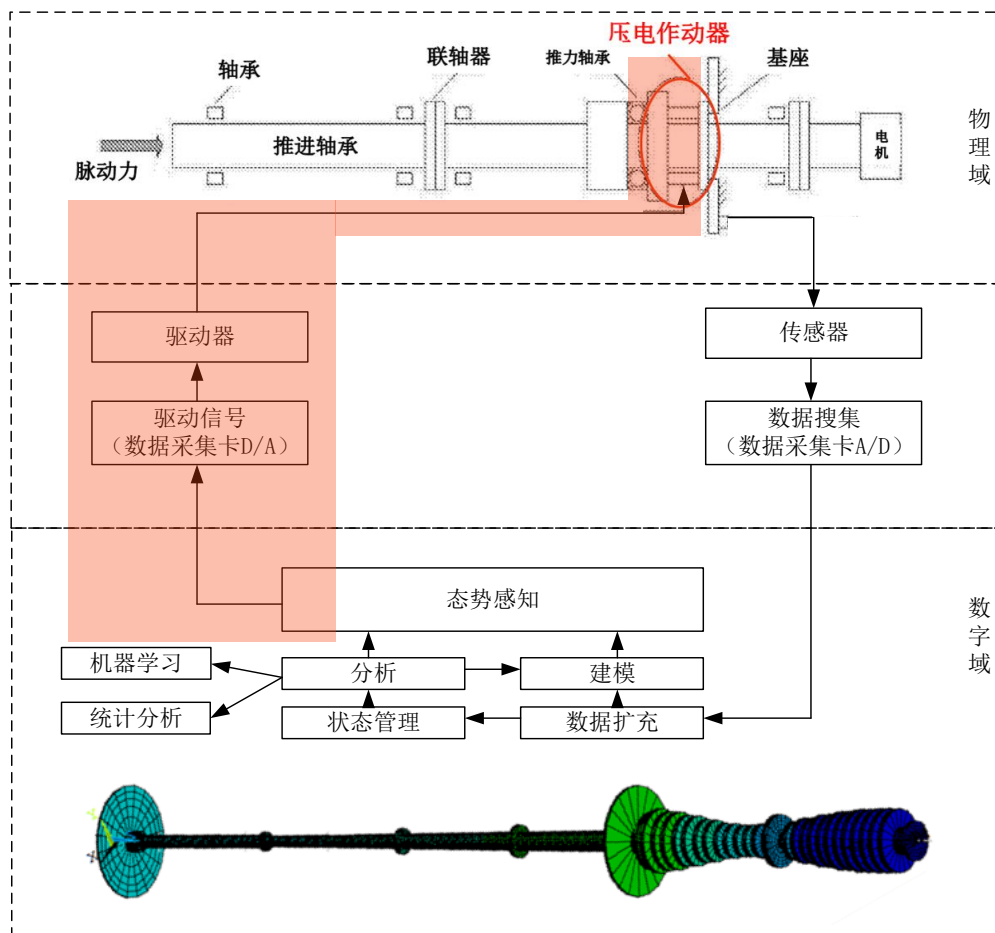
基于数字孪生的船舶辅助航行，轴系纵向振动主动控制设备设计。

Part IV.

推进轴系纵向振动主动控制设备实现

推进轴系纵向振动主动控制设备设计

本报告研究对象

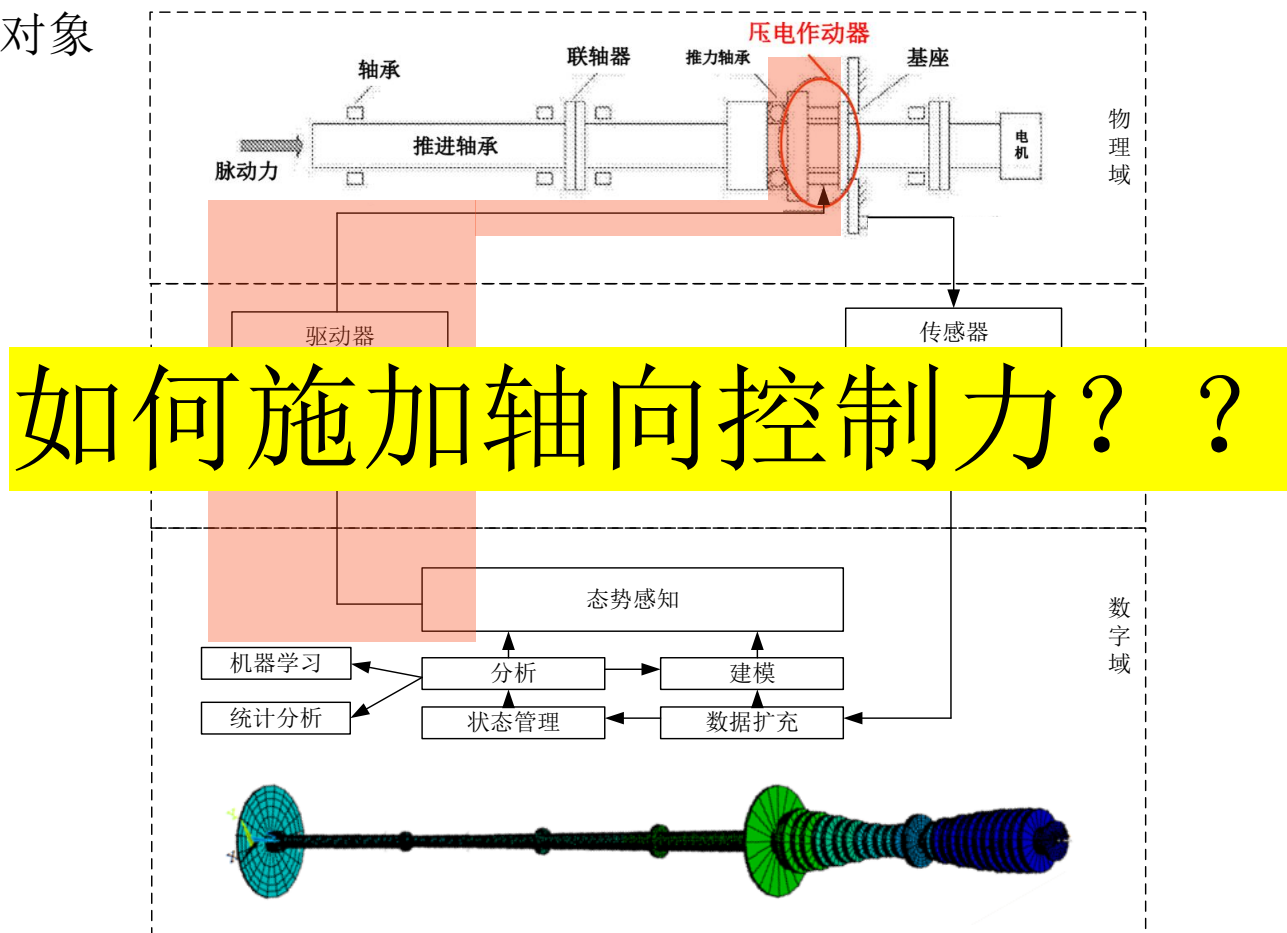


Part IV.

推进轴系纵向振动主动控制设备实现

推进轴系纵向振动主动控制设备设计

本报告研究对象



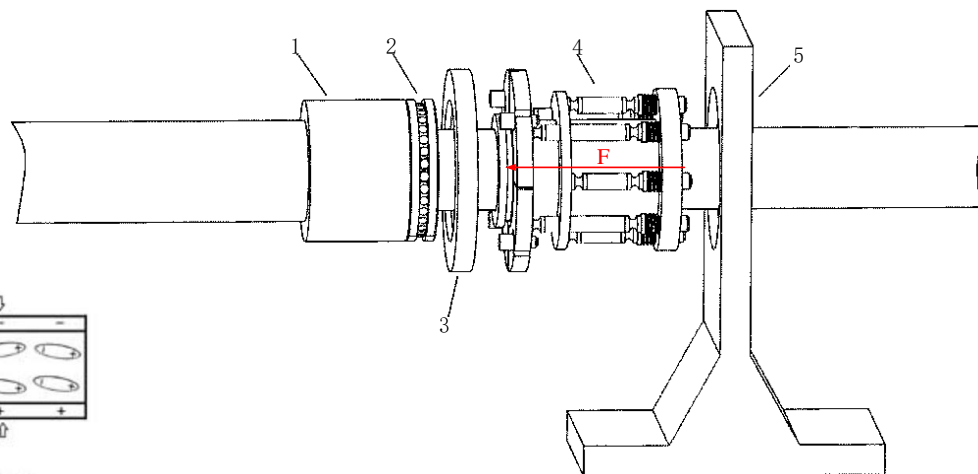
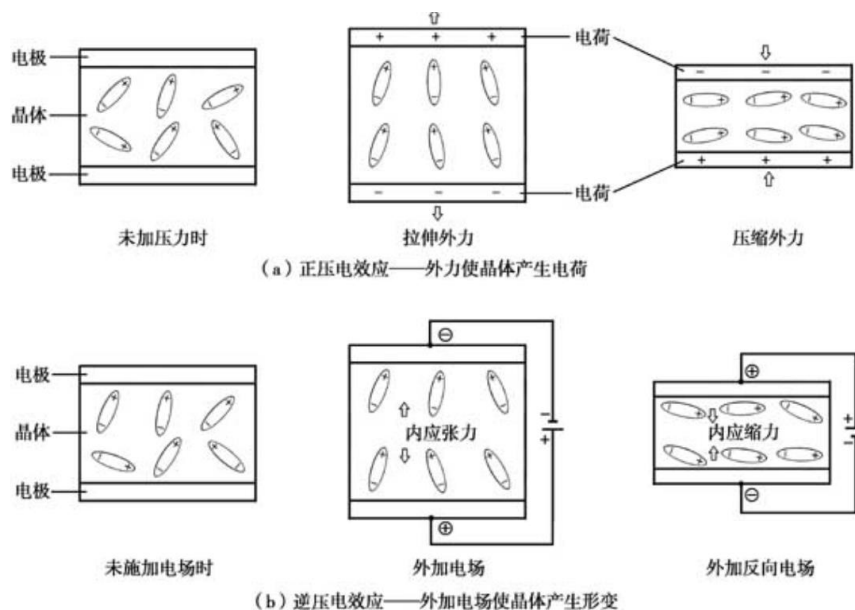
如何施加轴向控制力？？

Part IV.

推进轴系纵向振动主动控制设备实现

推进轴系纵向振动主动控制设备设计

逆压电效应/压电作动器



Part IV.

推进轴系纵向振动主动控制设备实现



推进轴系纵向振动主动控制设备

实物图（注：实验阶段设备）



Part IV.

推进轴系纵向振动主动控制设备实现



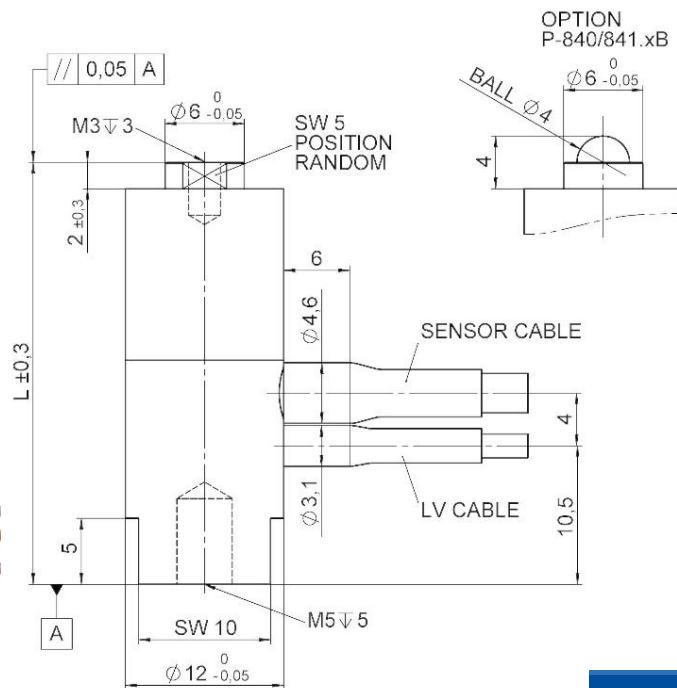
推进轴系纵向振动主动控制设备

设备采用的**压电陶瓷作动器**实物图



补充材料：压电陶瓷作动器

P-840 预载压电陶瓷促动器/用于高负载和高力的紧凑型促动器



PI

轴系纵向振动系统运动方程/加入振动控制装置后系统方程

轴系纵向振动系统当中，当系统受到外界激励力时，自身特有的运动方程可以表示为下述表达式：

$$M\ddot{X}(t) + C\dot{X}(t) + KX(t) = D_s F(t)$$

根据系统振动控制的需求，在系统中加入振动控制装置，从而使得系统的原始运动方程发生变化，其方程变为：

$$M\ddot{X}(t) + C\dot{X}(t) + KX(t) = D_s F(t) + B_s U(t)$$



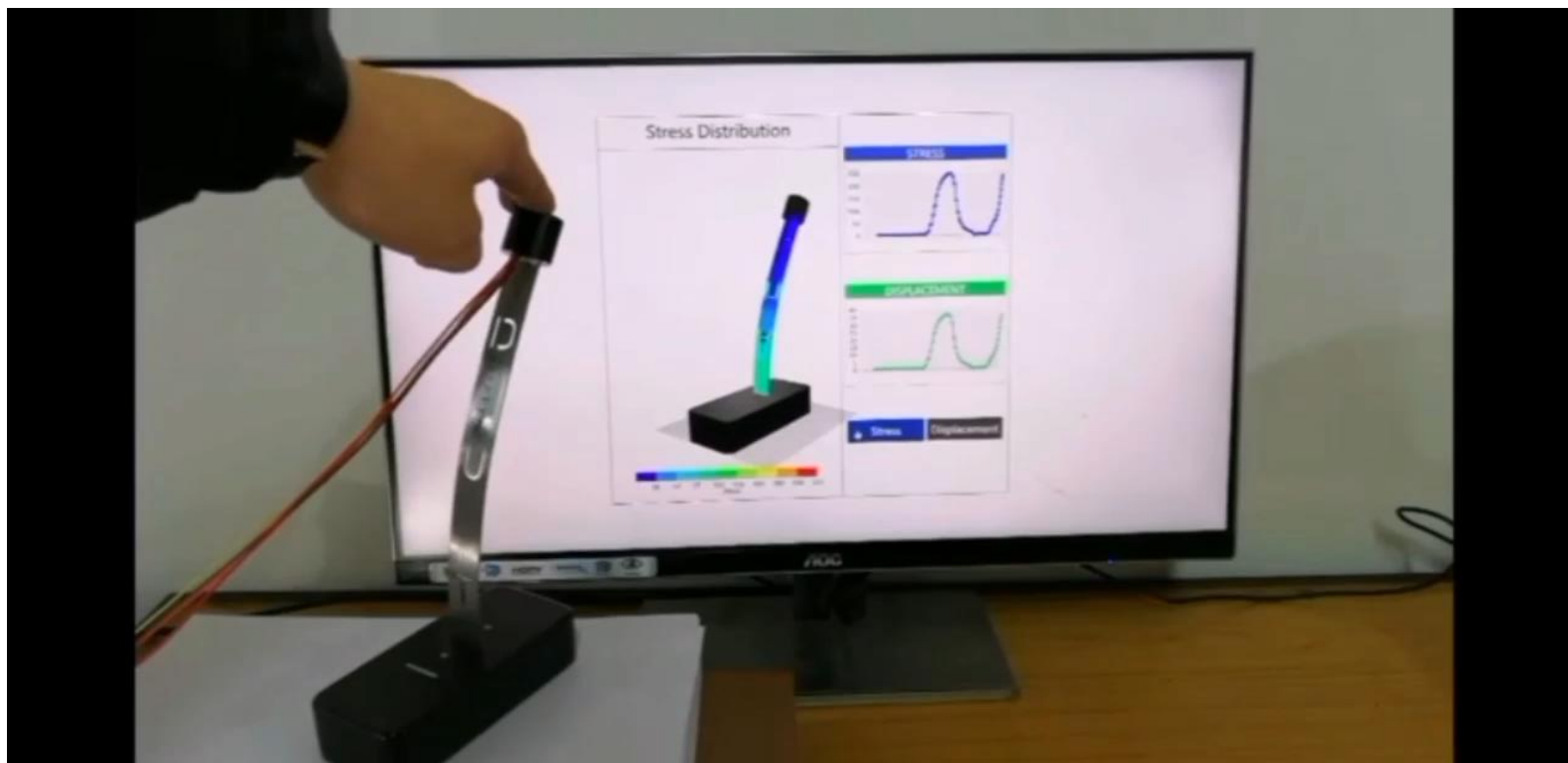
U(t)为外加的振动控制装置所提供的控制作用力
B_s为控制作用力作用位置矩阵

案例展示

基于数字孪生技术的产品。

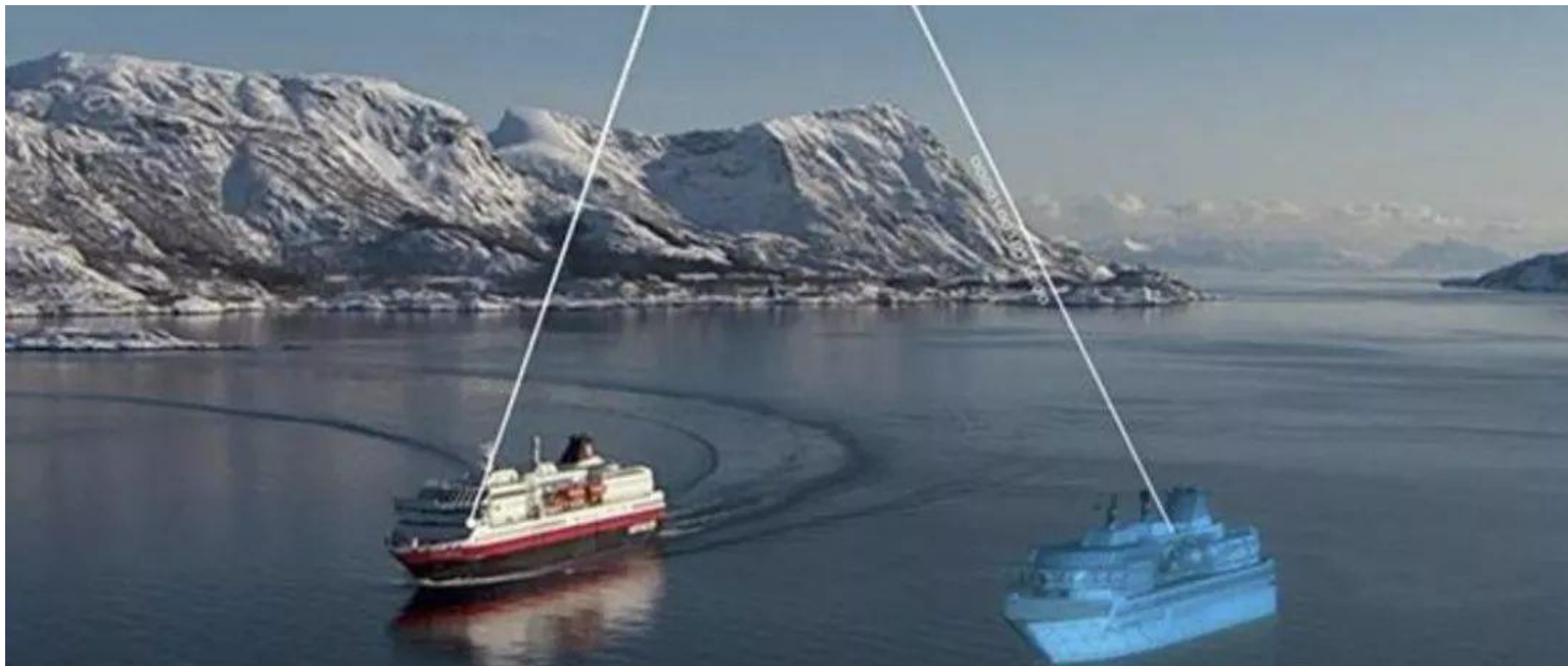
薄板弯曲振动的数字孪生demo

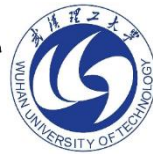
集成了传感技术、数值仿真技术和人工智能技术，能够实时监测薄板顶点变形，并以此推算出薄板的整体变形和应力应变分布：



展望

数字孪生船舶全生命周期管控





参考文献等

参考文献、致谢

参考文献:

- [1] TAO F, QI Q. Make more digital twins[J]. Nature,573;490-491
- [2]陶飞,刘蔚然,张萌,胡天亮,戚庆林,张贺,隋芳媛,王田,徐慧,黄祖广,马昕,张连超,程江峰,姚念奎,易旺民,朱恺真,张新生,孟凡军,金小辉,刘中兵,何立荣,程辉,周二专,李洋,吕倩,罗椅民.数字孪生五维模型及十大领域应用[J].计算机集成制造系统,2019,25(01):1-18.
- [3]苏新瑞,徐晓飞,卫诗嘉,刘轶聆.数字孪生技术关键应用及方法研究[J].中国仪器仪表,2019(07):47-53.
- [4]刘魁,刘婷,魏杰,郑新前.数字孪生在航空发动机可靠性领域的应用探索[J].航空动力,2019(04):61-64.
- [5]VANTIQ 白皮书: VANTIQ 数字孪生架构 vantiq.com
- [6]张亮. 推进轴系纵向振动主动控制试验研究[D].华中科技大学,2019.
- [7] Machine learning topic [EB/OL]. <https://github.com/topics/machine-learning>
- [8]宋学官. [EB/OL]. http://faculty.dlut.edu.cn/sxg/zh_CN/yjgk/828133/list/index.htm
- [9] 工业互联网沙龙. [EB/OL].[2018.07.09]
http://www.clii.com.cn/lhrh/hyxx/201807/t20180709_3922731.html
- [10]中科院物理所. 什么是数字孪生? [EB/OL].[2019-12-27].
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1654063032229950736&wfr=spider&for=pc>
- [11]说明: 部分图片来源於网络, 版权归原作者所有。

謝謝

!/*
* Copyright Copyright (C) 2020 武汉理工大学_动力楼402
* Created on 2020.04.30
* Author Hsingshan CHANG
* Version 1.0
* Title 数字孪生船舶及其推进轴系纵向振动主动控制实现
* Note 问题请联系969759836@qq.com
!/*