

# 《汽轮机原理》

## Steam Turbine Principle

【课程编号】C05080501007

【课程类别】专业选修课

【总学时数】50

【周学时数】3

【学分数】3

【适用专业】能源与动力工程

【先修课程】工程热力学、流体力学、传热学

### 一、课程的性质、目的和任务

汽轮机原理是能源与动力工程专业热能工程方向的一门主要课程。其目的和任务是：使学生对汽轮机的工作原理有比较全面而系统的认识，熟悉汽轮机的主要结构，掌握蒸汽在汽轮机中进行能量转换的过程和规律、汽轮机的变工况运行特性、凝汽设备的工作原理、汽轮机主要零件的强度校核方法和汽轮机的调节原理。为学生毕业后从事与汽轮机有关的工作和进一步进行科研打下较好的基础。

### 二、教学内容、方法及基本要求

#### 1. 绪论

熟悉汽轮机的发展概况及其在国民经济中的作用，了解采用汽轮机的热力发电方式；学习蒸汽动力循环和汽轮机做功过程；了解汽轮机设备及其系统，认识汽轮机本体的基本组成；认识汽轮机的分类和型号表示。

#### 2. 汽轮机级的工作原理

掌握级的概念、级的工作过程、级的反动度、动叶进出口速度三角形、级的分类及工作特点、蒸汽在级内的流动简化及基本方程；掌握蒸汽在喷嘴的膨胀过程、汽流的临界状态与临界压比、喷嘴截面积的变化规律、通过喷嘴的流量、蒸汽在喷嘴斜切部分的流动、蒸汽在动叶中的流动和能量转换过程；掌握蒸汽作用在动叶栅上的力和轮周功率的计算、级的轮周损失和轮周效率的计算、级的轮周效率与速比的关系、蒸汽在复速级内的能量转换特点；掌握级内损失的物理概念及影响因素，熟悉级内损失的计算方法，掌握级的相对内效率，熟悉级内损失对最佳速比的影响；了解叶栅及其动力特性，叶栅损失的基本理论；了解级的热力设计原则、叶型的选择、级的特性参数的确定、级的结构因素对效率的影响、级的通流部分的热力计算；熟悉扭叶片级的优点。

#### 3. 多级汽轮机

熟悉多级汽轮机的工作过程和工作特点，掌握重热现象和重热系数，熟悉多级汽轮机各级段的工作特点；掌握多级汽轮机的进排汽机构阻力损失；掌握汽轮机及其装置的评价指标；熟悉轴封作用、轴封原理及轴封系统；掌握汽轮机轴向推力的组成及其平衡。

#### 4. 汽轮机的变工况特性

掌握渐缩喷嘴的变工况特性，级内压力与流量的关系，级组压力与流量的关系，凝汽式与背压式汽轮机非调节级各级组压力与流量的关系，压力与流量关系式的应用，级的比焓降和反动度的变化规律，各级的级前压力、焓降、反动度、速比、相对内效率、内功率的变化

规律；掌握定压运行机组的配汽方式（节流配汽、喷嘴配汽），掌握调节级压力与流量的关系，掌握配汽方式对机组变工况运行的影响；掌握凝汽式、背压式和一次调整抽汽式汽轮机的工况图；掌握变工况下汽轮机轴向推力的变化规律；掌握滑压运行方式，滑压运行与定压运行方式热经济性和安全性的比较；了解变工况下汽轮机的热力核算方法；熟悉蒸汽初终参数变化对汽轮机工作安全性、汽轮机功率的影响。

#### 5. 汽轮机的凝汽系统及设备

熟悉凝汽器的工作原理与任务、凝汽器的类型；掌握凝汽器内压力的确定，凝汽器的最佳真空、极限真空，空气对凝汽器工作的危害，过冷现象与过冷度；熟悉凝汽器的管束布置，真空除氧；熟悉抽气器的类型和工作原理；掌握凝汽器的变工况特性；了解多压式凝汽器的工作原理。

#### 6. 汽轮机控制系统

熟悉汽轮机调节的任务、汽轮发电机组的自调节特性、调节系统的基本工作原理及组成；了解典型国产调速系统的工作过程；熟悉调节系统的静态特性，包括调节系统的四方图、速度变动率、迟缓率、同步器的作用和调节范围；熟悉调节系统动态特性的基本概念、影响甩负荷动态特性的主要因素；认识中间再热给调节系统带来的问题，熟悉中间再热机组的调节特点；了解汽轮机保护系统的各种保护功能及其主要装置；了解汽轮机供油系统的作用、典型供油系统的工作过程。

#### 7. 供热式汽轮机

熟悉背压式汽轮机的特点和调节方式；熟悉一次调节抽汽式汽轮机的热电负荷调节方式，了解一次调节抽汽式汽轮机功率与流量的关系、一次调节抽汽式汽轮机工况图。

#### 8. 汽轮机主要零件结构与振动

熟悉汽轮机静止部分和转动部分的结构和特点；熟悉叶片的受力情况以及引起叶片振动的激振力；了解叶片振动的基本振型、叶片频率的测定方法；掌握汽轮机转子临界转速的概念、汽轮机轴系临界转速的概念；了解汽轮机转子振动产生的机理和表现的形式；学习汽轮机动静平衡试验方法。

#### 9. 汽轮机运行

熟悉汽轮机启动和停机过程中，汽轮机各零部件的热应力、热膨胀、热变形的特点以及产生的原因。

本课程以一般课堂教学为主，采用提问式、启发式的教学方式。

### 三、实践环节的内容、方法及基本要求

本课程有 1 个实验，学生在教师指导下独立进行实验：

#### 1. 转子动平衡实验

实验分为三部分，包括：质量不平衡单圆盘转子振动特性实验、单圆盘转子动平衡模拟实验、转子动平衡模拟实验。

实验系统建立刚性转子动平衡计算机实验模拟，对刚性转子动平衡实验进行模拟，使转子动平衡实验由用实验台做实验，改为网上模拟的实验方式，增强学生对不平衡振动特性和动平衡原理的理解，同时可自行设计实验参数，培养同学们的创新能力。

要求学生掌握刚性转子找动平衡的原理和方法。

#### 四、各教学环节学时分配

教学环节 课程内容	讲课（包括习 题课、讨论 课）	实验	合计
绪论	2		2
汽轮机级的工作原理	8		8
多级汽轮机	6		6
汽轮机的变工况特性	10		10
汽轮机的凝汽系统及 设备	4		4
汽轮机控制系统	8		8
供热式汽轮机	2		2
汽轮机主要零件结构 与振动	6	2	8
汽轮机运行	2		2
合计	48	2	50

#### 五、考核方式

课程以闭卷考试为主。

#### 六、推荐教材和教学参考文献

教 材：《汽轮机原理》，黄树红编著，中国电力出版社，2008 年。

参考文献：《汽轮机原理》，沈士一，庄贺庆，康松，庞力云合编，中国电力出版社，1992 年。

《电厂汽轮机原理及系统》，靳智平编著，中国电力出版社，2006 年。

大纲制订人：姜华伟

大纲审定人：

大纲校对入：

制订日期：2017.7.21

