

华中科技大学
Huazhong University of
Science and Technology

2009-2010学年度第一学期
2009.11.08—2010.01.30

《电力系统分析》 (I)

主讲教师：孙海顺

E-mail: haishunsun@hust.edu.cn

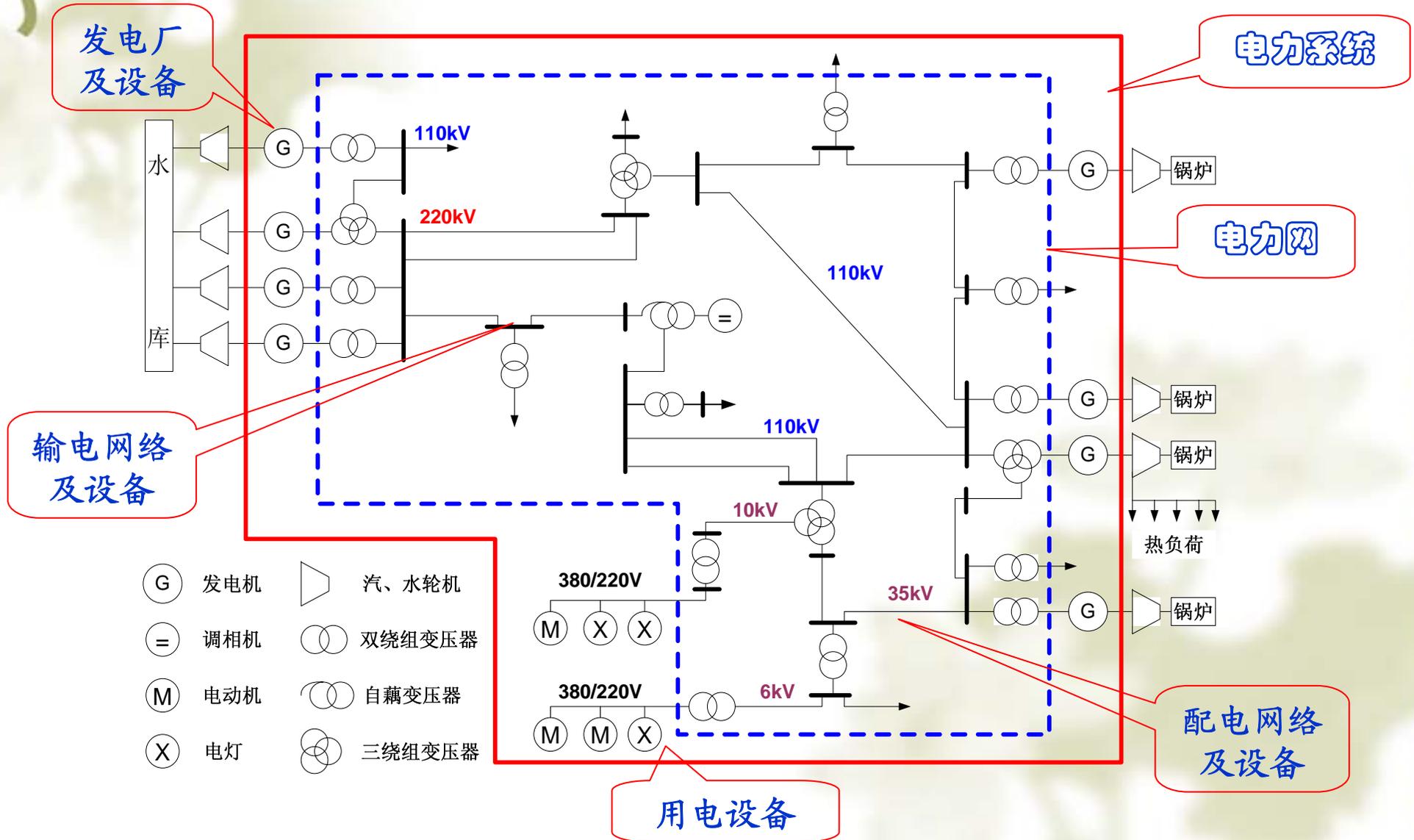


华中科技大学
Huazhong University of
Science and Technology

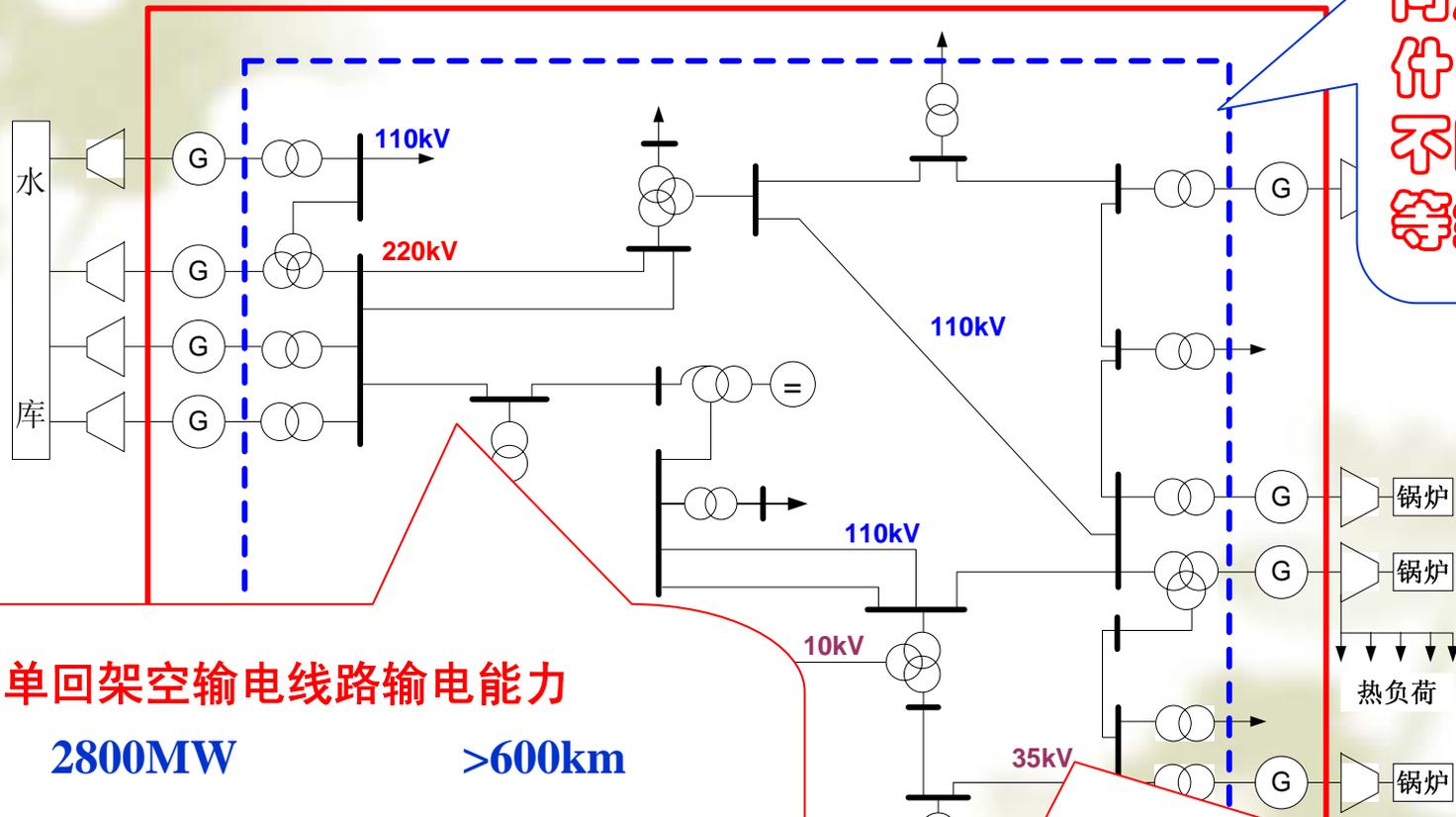
第一章：电力系统的 基本概念

- 电力系统的基本概念
 - ◆ 电力系统的组成
 - ◆ 电力系统的额定电压和额定频率
 - ◆ 对电力系统运行的要求
 - ◆ 电力系统的接线方式
- 电力系统分析课程的主要内容

电力系统的基本概念—系统组成（单线图）



电力系统的基本概念—电力网额定电压等级



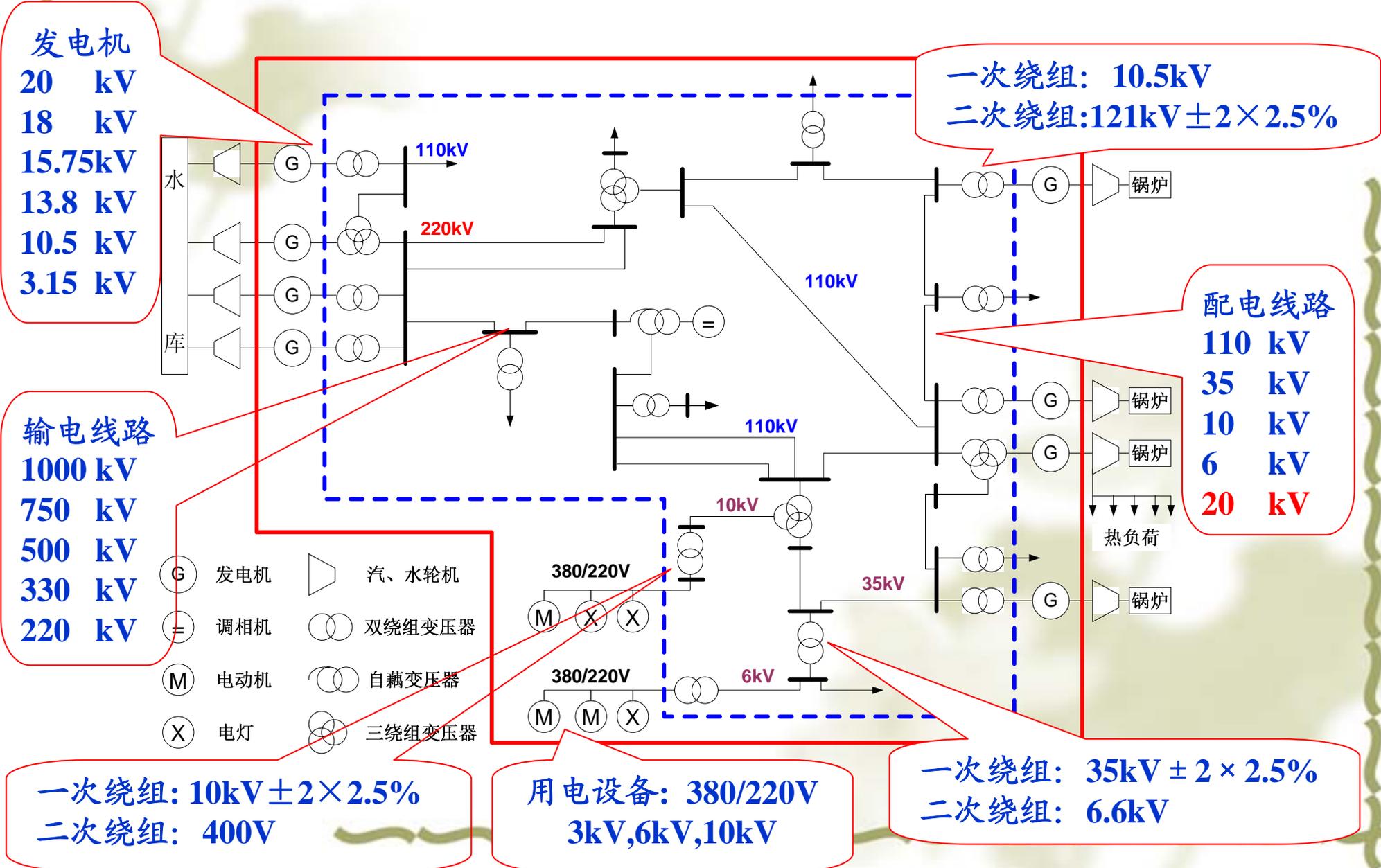
问题：为什么采用不同电压等级？

单回架空输电线路输电能力

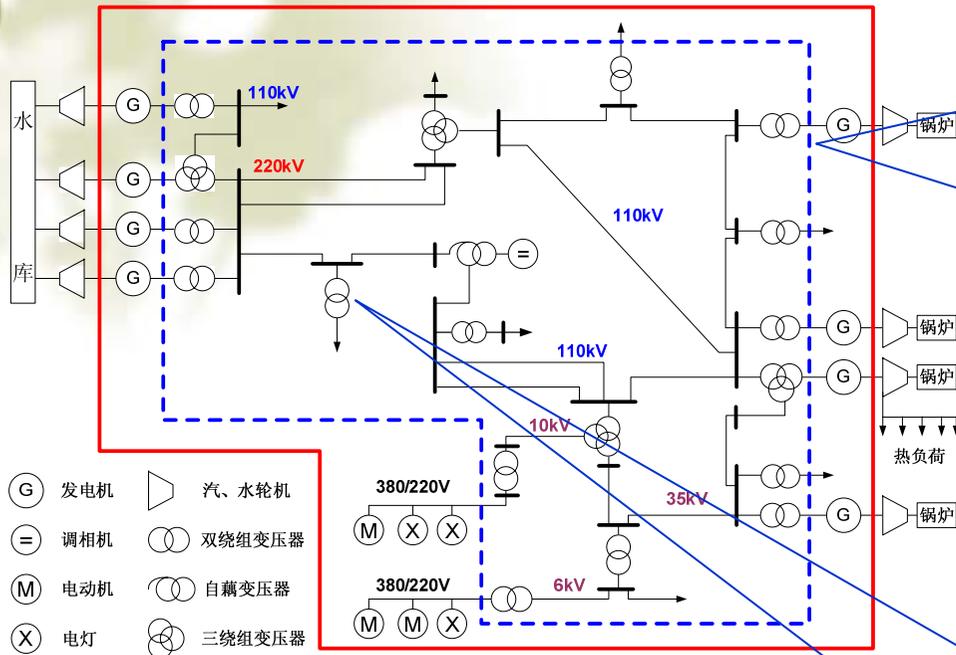
1000 kV	2800MW	>600km
750 kV	2000~2500MVA	>500km
500 kV	1000~1500MVA	150~850km
330 kV	200~800 MVA	200~600km
220 kV	100~500 MVA	100~300km

110 kV	10~50 MVA	50~150km
35 kV	2~10 MVA	20~50 km
10 kV	0.2~2 MVA	6~20 km
6 kV	0.1~1.2MVA	4~15 km
20 kV	近年开始采用	

电力系统的基本概念—设备额定电压



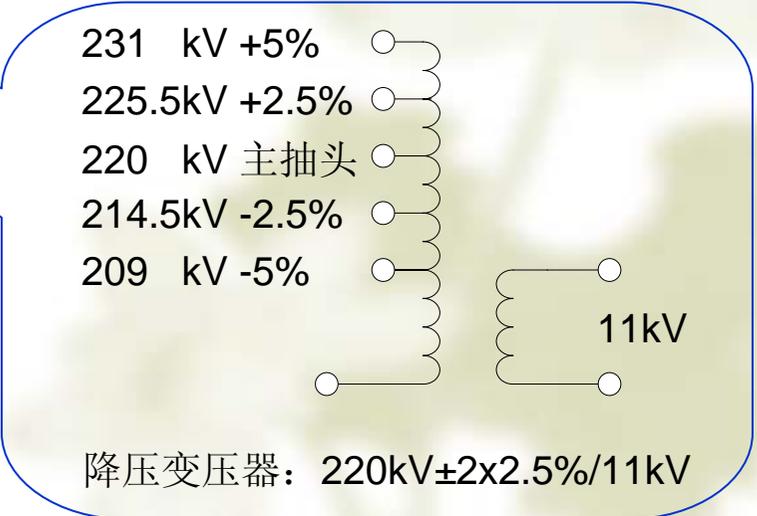
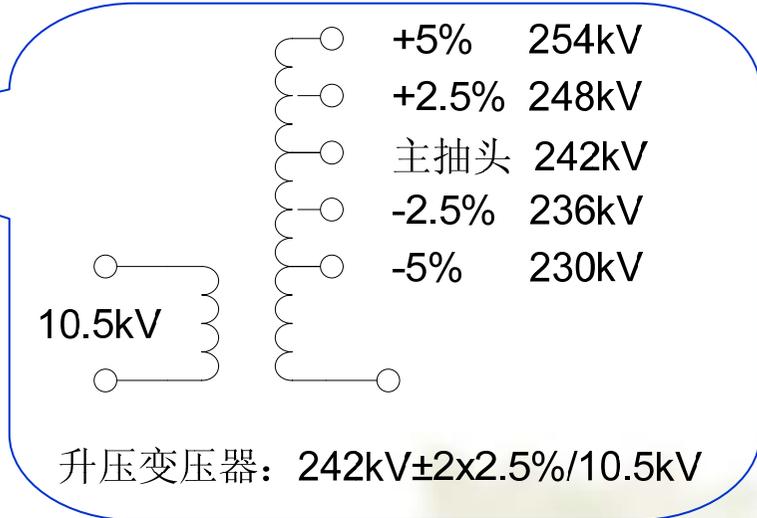
电力系统的基本概念—变压器抽头额定电压



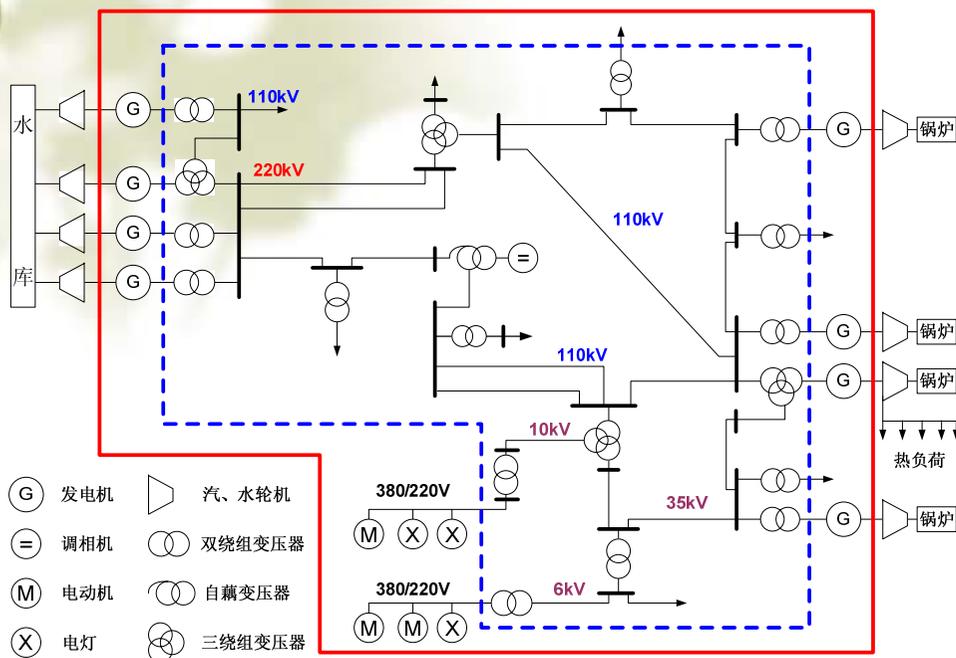
- ⊙ 发电机
- ⊙ 调相机
- ⊙ 电动机
- ⊙ 电灯
- △ 汽、水轮机
- ⊕ 双绕组变压器
- ⊕ 自藕变压器
- ⊕ 三绕组变压器

□ 中高压侧设置分抽头，可通过变比调节进行系统运行电压调整；

□ 变压器实际变比：分抽头额定线电压/低压侧额定线电压



电力系统的基本概念——对电力系统运行的要求



□安全：保证安全可靠供电

□优质：合乎要求的电能质量

□经济：良好的经济性

□环保：尽可能减小对环境的有害影响

□电能不能大量存储，发输配用实时平衡；

□暂态过程短暂快速；

□供电突然中断后果严重；

□系统频率： $50 \pm 0.2 \sim 0.5\text{Hz}$

□用户供电电压允许偏差

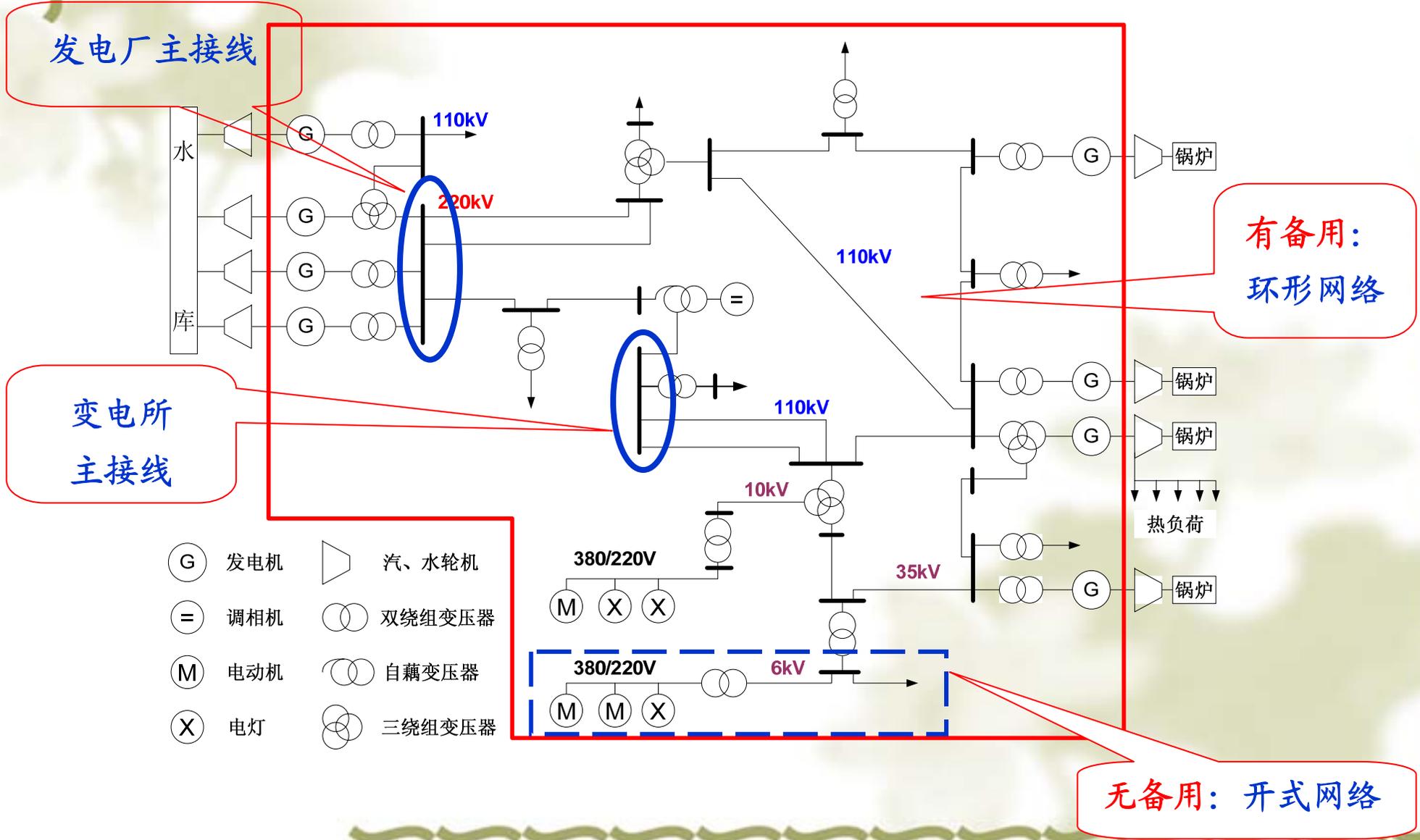
◆35kV及以上： $\pm 5\%$

◆10kV及以下： $\pm 7\%$

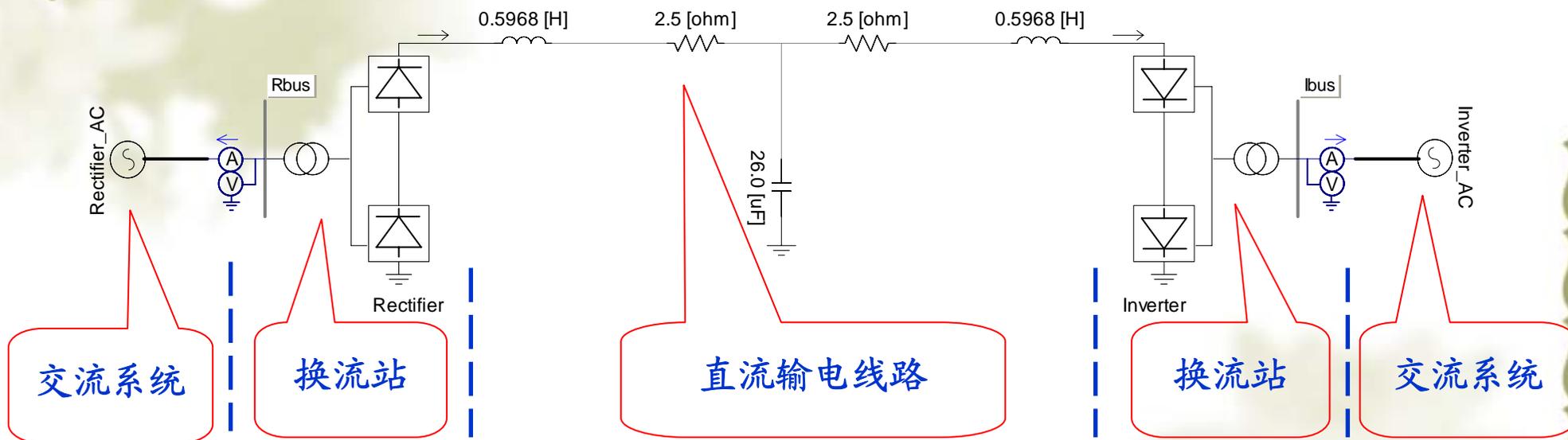
□供电电压波形畸变率

◆6~10kV：4%；0.38kV：5%

电力系统的基本概念—电力系统的接线方式

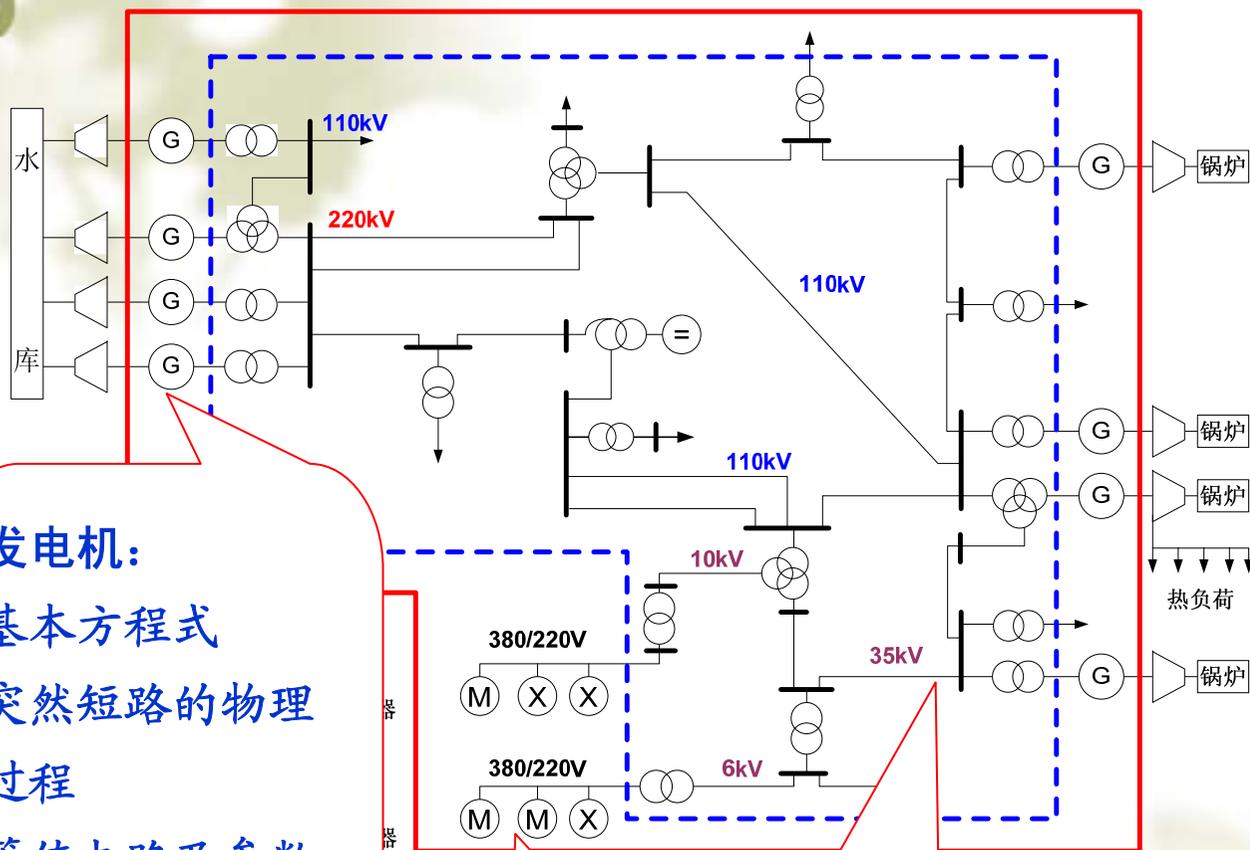


电力系统的基本概念—直流输电



电压等级 (kV)	额定电流 (A)	输送容量 (MW)	经济输送距离 (km)
± 1000	4500	9000	大于2500
± 800	4500	7200	1400 ~ 2500
± 660	3000	4000	1000 ~ 1400
± 500	3000	3000	小于1000

电力系统分析 (I) —— 短路计算



发电机：
基本方程式
突然短路的物理
过程
等值电路及参数
CH3, CH5

负荷等值电路及
参数**CH6, CH7**

输电线路及变压器
等值电路及参数
CH2, CH7

□ 基于电路分析方法
(**CH6, CH8**)

□ 系统各元件采用等
值电路表示；

□ 运行变量：电流

□ 阻抗计算

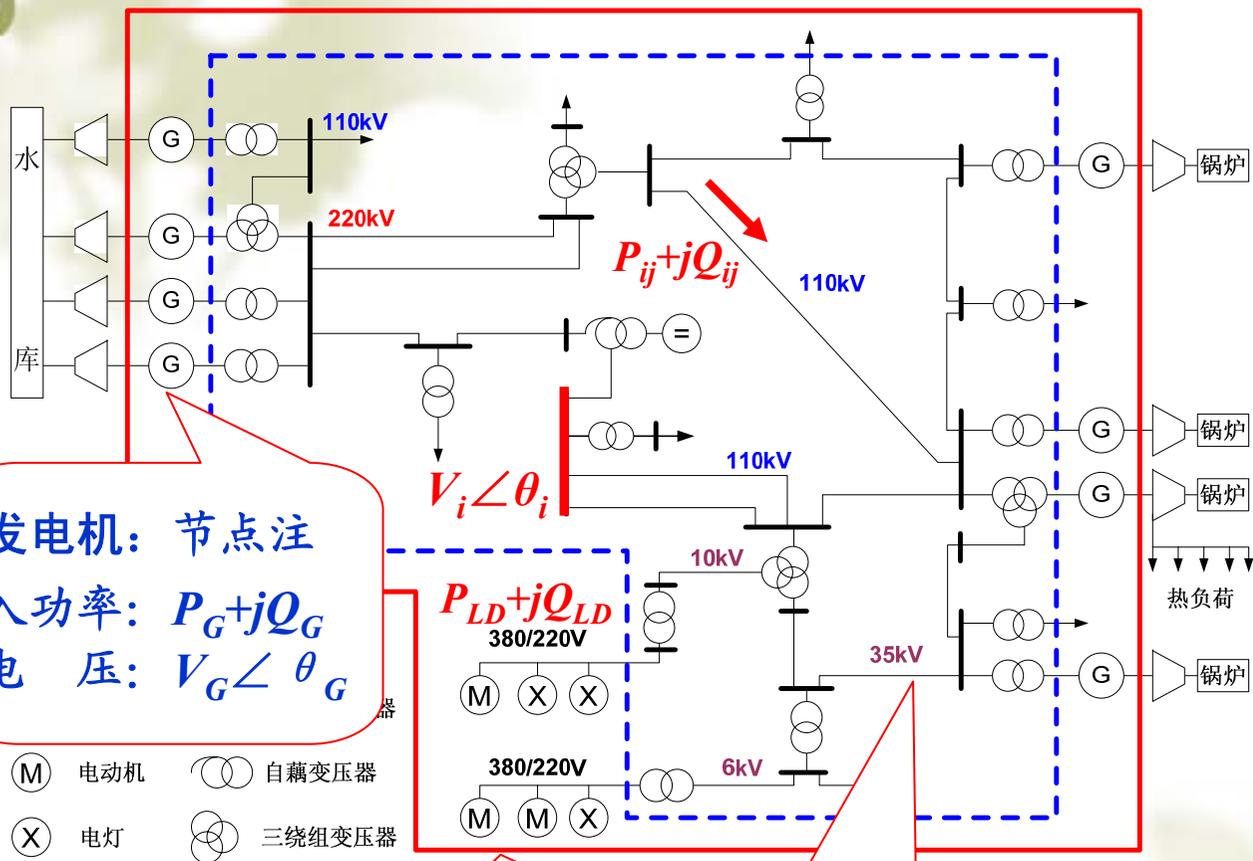
◆ 元件各序电抗的物
理意义及计算方法

◆ 标么参数的归算

◆ 系统输入阻抗、转
移阻抗、计算电抗

◆ 节点导纳矩阵或节
点阻抗矩阵计算
(**CH4**)

电力系统分析 (II) ——潮流计算



发电机: 节点注入功率: $P_G + jQ_G$
电压: $V_G \angle \theta_G$

负荷: 节点注入功率: $P_{LD} + jQ_{LD}$
电压: $V_{LD} \angle \theta_{LD}$

电网变量:
支路功率: $P_{ij} + jQ_{ij}$
节点电压: $V_i \angle \theta_i$

□ 电网各元件等值电路和Y阵

□ 发电机和负荷节点注入功率

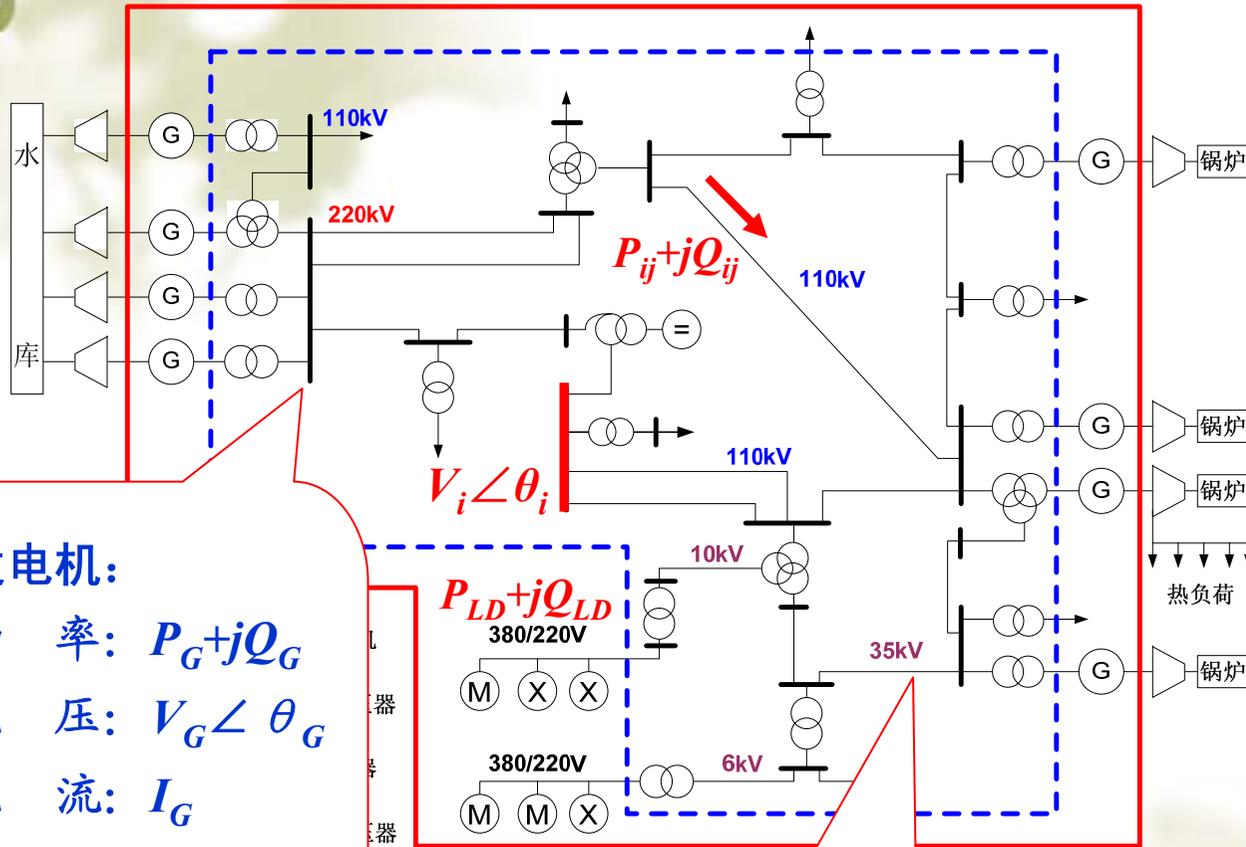
□ 潮流方程: 节点注入功率与节点电压之间的数学关系

□ 潮流方程求解非线性代数方程
Newton法等

□ 关注运行变量功率和电压

□ 电压无功优化、经济运行、稳定计算等的基础

电力系统分析 (II) —— 稳定计算



发电机:
 功率: $P_G + jQ_G$
 电压: $V_G \angle \theta_G$
 电流: I_G
 磁链: Ψ
 电动势: E
 功角: δ

负荷: 转差: s
 功率: $P_{LD} + jQ_{LD}$
 电压: $V_{LD} \angle \theta_{LD}$

电力网变量: Y阵
 支路功率: $P_{ij} + jQ_{ij}$
 节点电压: $V_i \angle \theta_i$

□ 电力网各元件等值电路和Y阵

□ 发电机: 转子运动方程和Park方程

□ 负荷: 电动机方程式和ZIP

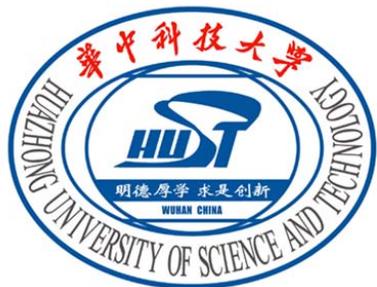
□ 暂态稳定: 非线性微分数值计算, 分段计算法, 改进欧拉法等

□ 静态稳定: 小扰动线性化方程特征值分析

□ 运行变量: 发电机功角

国内外同类参考教材

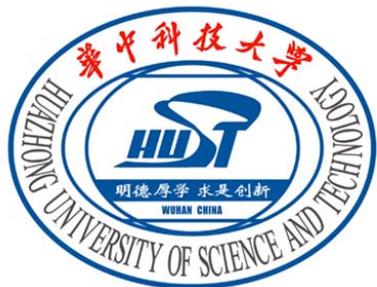
- [1] 陈 珩. 电力系统稳态分析. 北京: 水利电力出版社, 1995
- [2] 李光琦. 电力系统暂态分析. 北京: 水利电力出版社, 1995
- [3] 韩祯祥. 电力系统分析. 杭州: 浙江大学出版社, 2005
- [4] J. Duncan Glover, Mulukutla. S. Sarma. Power System Analysis and Design. 北京: 机械工业出版社 (影印版), 2004
- [5] Arthur R. Burgen, Vijay Vittal. Power System Analysis. 北京: 机械工业出版社 (影印版), 2005



华中科技大学
Huazhong University of
Science and Technology

习题

Ex 1-2, 1-3



华中科技大学
Huazhong University of
Science and Technology



THE END

