



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



风力发电与储能电池



本章主要内容

④ 全钒液流储能电池的原理及应用

- ① 电池原理
- ② 各部分材料对电池性能的影响
- ③ 主要的应用领域

④ 全钒液流储能电池的研究进展

- ① 电极材料
- ② 隔膜材料

④ 高分子膜材料在电池中的作用

④ 如何通过改进材料的性能来提高电池的性能



本章学习目标

- ④ **说明**全钒液流储能电池的**工作原理**
- ④ **描述**全钒液流电池的关键材料，如：
电极材料、离子交换膜和电解液的作用
- ④ **综述**如何通过提高关键材料的性能来
提高全钒液流电池的综合性能



风力发电



风的动能

机械动能

电力动能

供电

储能系统

风力发电机+充电器+数字逆变器





风力发电中使用储能系统的原因

➤ 风力发电中使用储能系统的原因

A. 风力发电产生的电能用不完

B. 风力发电产生的电能不稳定

➤ 适于发展风力发电的地区

A. 沿海地区

B. 西部开阔地区

C. 山区

D. 森林

风力发电在芬兰、丹麦等国家很流行；中国也在西部地区大力提倡。



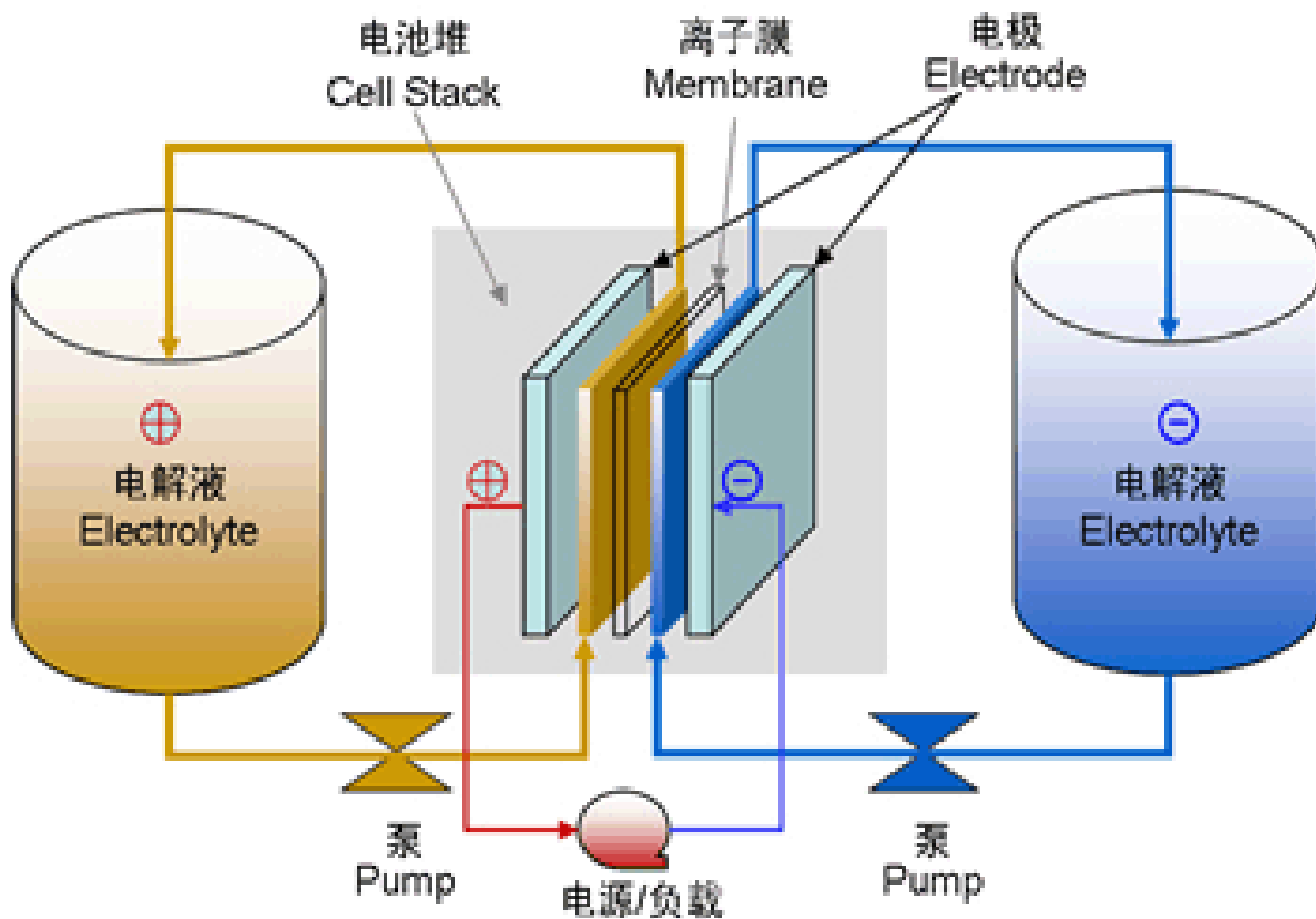


全钒液流储能电池

All-Vanadium Redox Flow
Battery (VRB)

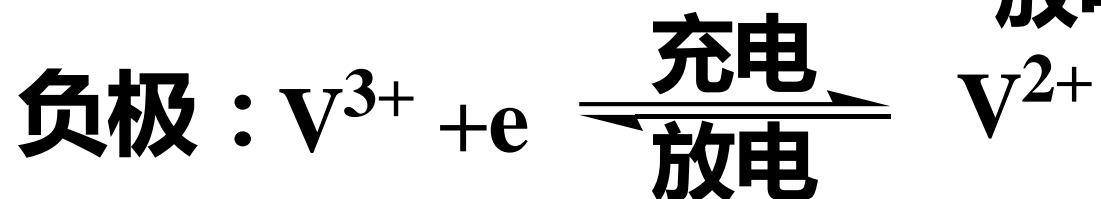
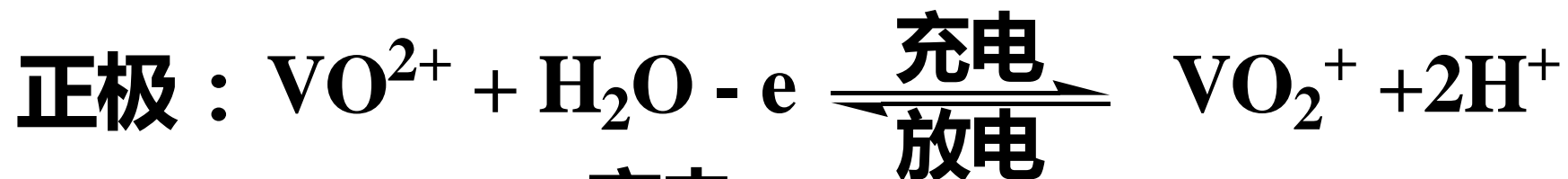


全钒液流储能电池工作原理





全钒液流储能电池



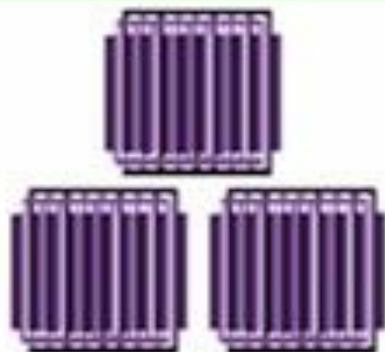
电池总反应：





输出功率、容量与电池及电解液的关系

电池模块



输出功率 (kW) 由电池模块决定

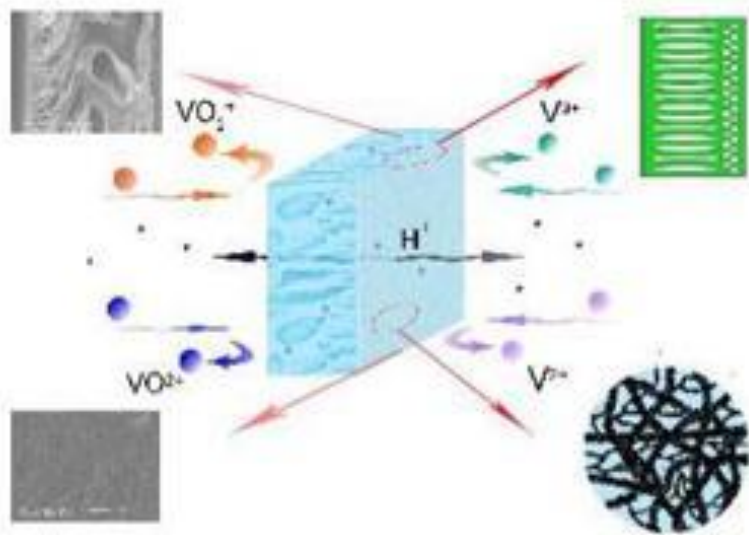
电解液储罐



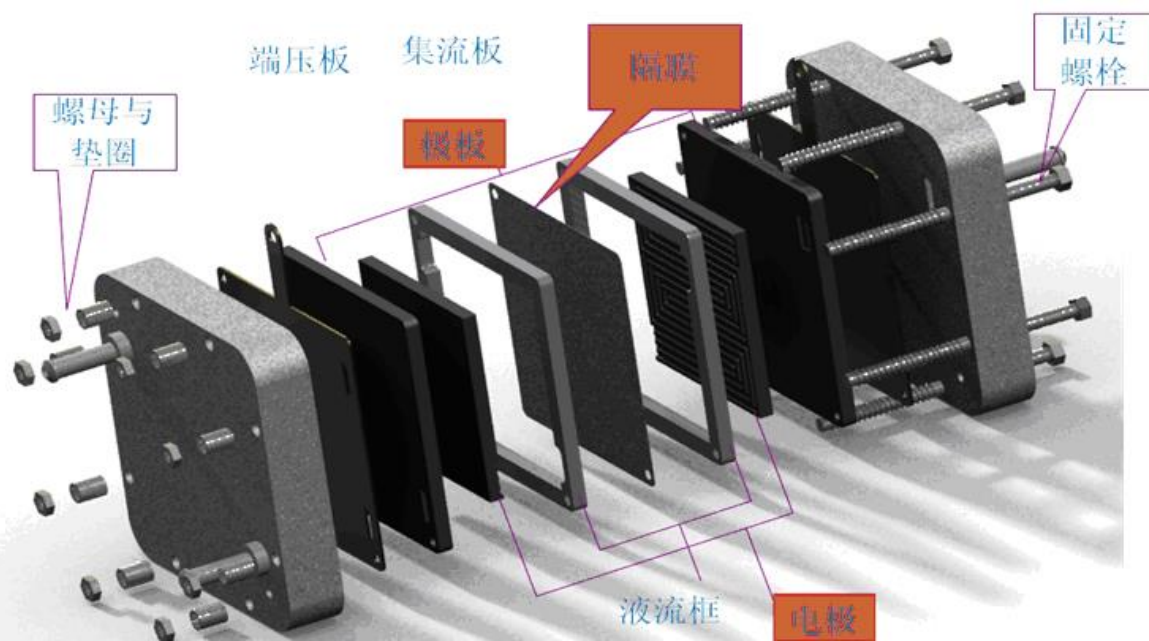
容量 (kWh) 由电解液的浓度和体积决定



电池模块



VRB stacks assembled with membranes developed by DICP





全钒液流
储能电池



全钒液流电池的关键材料 (I)



电极材料

- 金属类电极 (镀铂钛和氧化铱DSA (Dimensionally Stable Anode) 电极)
- 碳素复合类电极
- ✓ 活性材料: 石墨毡
对电池正负极电化学反应起电催化作用
- ✓ 集流体: 导电塑料板
起收集、传导与分配电流作用



VRB对电极材料的要求

- ① 对电池正、负极**电化学反应**有较高的**活性**,降低电极反应的活化过电位
- ② 优异的**导电能力**,减少充放电过程中电池的欧姆极化
- ③ 较好的**三维立体结构**,便于电解液流动,减少电池工作时输送电解液的泵耗损失
- ④ 较高的**化学及电化学稳定性**,延长电池的使用寿命



全钒液流电池的关键材料 (II)

④ 离子膜材料

- ① 聚砷阴离子交换膜 (日本Kashima-Kita公司开发的80mAcm⁻²电流密度下1 000 次循环电堆的平均能量效率为80%)
- ② 全氟磺酸阳离子交换膜 (Nafion112、117膜)



全钒液流电池的关键材料（III）

④ 电解液

- ✓ 理论上电解液可由 VOSO_4 直接溶解配制
- ✓ 实际可行的制备方法是基于 V_2O_5 的还原溶解,
 - ① 化学法：化学法产率低,所加入的添加剂完全去除困难
 - ② 电解法：随着VRB技术的发展,电解法已逐渐成为VRB电解液制备的主要方法



电池模块



输出功率 (kW) 由电池模块决定

电解液储罐



容量 (kWh) 由电解液的浓度和体积决定



离子膜材料的功能

- ① 隔离正负极电解液
- ② 在电池充放电时形成离子通道

➤ 电池对离子膜性能的要求

- ① 高选择性
- ② 低膜电阻
- ③ 有足够的化学稳定性



离子膜材料

➤ 全氟磺酸膜

① 导电率

② 耐久性

✓ 钒离子的渗透 (? 太高)

➤ 非氟磺酸膜或阴离子膜

① 导电性

② 钒离子渗透 (低于全氟磺酸膜)

✓ 耐久性不够 (使用寿命不能满足要求)



思考题（八）

1. 请说明高分子材料在风力发电中的应用。
2. 请解释全钒液流电池的工作原理。