

# 正极材料 $V_2O_5$ 的研究进展

陈昌国, 刘渝萍, 张光辉

(重庆大学化学化工学院, 重庆 400044)

摘要: 综述了近年来锂离子电池正极材料  $V_2O_5$  的不同制备方法与  $V_2O_5$  的结构、电化学性能的关系, 重点阐述了用低温法(溶胶-凝胶法)制备非晶态  $V_2O_5$ (包括干凝胶、气凝胶、类气凝胶)。

关键词: 锂离子电池; 正极材料;  $V_2O_5$

中图分类号: TM912.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-1579(2004)05-0368-03

## The development of research on cathode material $V_2O_5$

CHEN Chang guo, LIU Yu ping, ZHANG Guang hui

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Synthesis methods of vanadium pentoxide as cathode material for Li-ion batteries in connections with its structures, electrochemical performance were reviewed. It emphasized the non-crystal  $V_2O_5$  (including xerogel, aerogel, aerogel-like) was prepared by low temperature synthesis method (sol-gel method).

**Key words:** Li-ion battery; cathode material;  $V_2O_5$

提高锂离子电池的容量是合成其电极材料所要解决的主要问题之一。正极材料  $V_2O_5$  具有更高比容量、比能量, 明显高于现有的正极材料, 得到了广泛研究<sup>[1]</sup>。本文作者对  $V_2O_5$  的结构、制备方法及其电化学性能进行了综述。

### 1 晶态 $V_2O_5$

晶型  $V_2O_5$  属三斜晶系, 每个钒原子与 5 个氧原子形成 5 个键<sup>[2]</sup>, 具有层状结构, 这种层状结构适合  $Li^+$  脱嵌。

以晶态  $V_2O_5$  作为锂离子电池的正极材料的放电过程有几个阶段: 开路电压约 3.5 V 时,  $V_2O_5$  处于完全锂化状态, 说明其氧化能力不是太高; 至 2.0 V, 嵌入量可达 3 mol Li/mol ( $V_2O_5$ ), 对应的容量为 440 mAh/g。这种材料电导率比较低, 循环性能不佳, 放电曲线存在多个平台且坡度大, 1 mol 晶态  $V_2O_5$  的可逆嵌锂量只有 1 mol, 限制了在锂离子电池中的应用<sup>[1,3]</sup>。人们仍不断探索制备不同晶型的  $V_2O_5$ , 采用薄膜电极, 降低欧姆电压降, 提高电导率, 改善循环性能, 但制成均匀  $V_2O_5$  的范围窄, 制备单一组分的薄膜电极较难。现常用于晶型  $V_2O_5$  薄膜电极的制备方法有<sup>[4]</sup>: 射频溅射法、直流磁控溅射法、高温喷溅法、真空沉积法、溶胶-凝胶法、脉冲准分子激光法 (PLD)<sup>[3]</sup> 等。

### 2 非晶态 $V_2O_5$

与晶态的  $V_2O_5$  相比, 非晶态的  $V_2O_5$  具有更高的比容量、比能量和可逆嵌锂容量, 因而是目前研究热点之一。

#### 2.1 低温法

目前, 制备非晶态  $V_2O_5$  作为锂离子电池的正极材料, 最受重视的是溶胶-凝胶法, 这种方法简单、过程易控制、纯度高、产物均匀, 产物表现出高的嵌锂容量和比能量。工艺过程主要包括两步: 制备  $V_2O_5$  凝胶和干燥  $V_2O_5$  凝胶。 $V_2O_5$  凝胶的制备有不同的方法: 钒酸盐的水解<sup>[5]</sup>, 例如  $VO(OC_2H_5)_3$  在丙酮中水解, 这是有机溶胶-凝胶法, 所用的原料属有机物, 具有局限性(价格昂贵), 化学过程复杂, 现在已不多用; 钒酸聚合<sup>[6]</sup>, 首先, 将偏钒酸钠溶液通过离子交换树脂, 得到黄色的偏钒酸溶液, 然后, 偏钒酸自发缩聚、陈化, 得到  $V_2O_5$  水解凝胶, 所采用原料为无机盐, 原料易得, 成本低廉, 大多数水易于在室温下蒸发, 这种方法应用最为广泛; 熔融淬冷法<sup>[7]</sup>, 将熔融的  $V_2O_5$  倒于冷水中得到红色  $V_2O_5$  凝胶; A. Bruno 等<sup>[8]</sup>采用  $V_2O_5$  与  $H_2O_2$  反应制得凝胶。朱沁伟等<sup>[9]</sup>提出采用酸化法得到的多钒酸为引发剂, 不断滴入高浓度的  $V_2O_5$  水溶液, 得到  $V_2O_5$  凝胶, 这种方法简单快速。T. Kudo 等<sup>[10]</sup>还提到用金属钒与  $H_2O_2$  直接制

作者简介:

陈昌国(1960-), 男, 重庆人, 重庆大学化学化工学院教授, 研究方向: 能源化学;

刘渝萍(1978-), 女, 重庆人, 重庆大学化学化工学院硕士生, 研究方向: 能源化学;

张光辉(1958-), 女, 重庆人, 重庆大学化学化工学院工程师, 研究方向: 能源化学。