



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103199320 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201310104022. 8

(22) 申请日 2013. 03. 28

(71) 申请人 四川天齐锂业股份有限公司

地址 629200 四川省遂宁市射洪县太和镇城
北太空村四川天齐锂业股份有限公司

(72) 发明人 熊仁利 王平 黄春莲 严新星
王梓丞 何霞

(74) 专利代理机构 成都希盛知识产权代理有限
公司 51226

代理人 柯海军 武森涛

(51) Int. Cl.

H01M 10/54 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

镍钴锰三元正极材料回收利用的方法

(57) 摘要

本发明涉及镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,属于废旧电池回收技术领域。本发明所解决的技术问题是提供了一种镍钴锰三元正极材料回收利用的方法。包括从镍钴锰酸锂三元材料正极片热处理去除粘结剂步骤,其去除镍钴锰酸锂三元材料正极片中粘结剂方法为:将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 400 ~ 1000°C 热处理 0.5 ~ 5h。

1. 镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,包括从镍钴锰酸锂三元材料正极片热处理去除粘结剂步骤,其特征在于:去除镍钴锰酸锂三元材料正极片中粘结剂方法为:将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 $400 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 热处理 $0.5 \sim 5\text{h}$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其特征在于包括如下步骤:

a、将废旧锂电池残余电量放完,然后拆解电池,取出镍钴锰酸锂三元材料正极片;

b、将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 $400 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 真空焙烧 $0.5 \sim 5\text{h}$,然后加酸浸出,浸出过程添加还原剂用于还原焙烧过程中氧化的少量镍、钴、锰,得到镍盐、钴盐、锰盐、铝盐和锂盐的混合溶液;

c、调节混合溶液的 pH 值至 $3 \sim 9$,使溶液中铝沉淀,然后过滤去除铝;

d、根据混合溶液中镍钴锰含量,加入适量镍钴锰盐调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 $0.8 \sim 1.2:0.8 \sim 1.2:0.8 \sim 1.2$;

e、加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入镍、钴、锰同等摩尔量的氨水作为配合剂,调节溶液 pH 值为 $10 \sim 12$,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,过滤,得到锂盐溶液,锂盐溶液经净化沉淀得到碳酸锂;

f、将镍钴锰三元材料前驱体与碳酸锂按重量比 $2.4 \sim 2.6:1$ 混匀,然后于 $750 \sim 950^{\circ}\text{C}$ 煅烧 $12 \sim 24\text{h}$,冷却,得到镍钴锰酸锂。

3. 根据权利要求 2 所述的镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其特征在于 b 步骤中,采用浓度为 $10 \sim 15\text{wt}\%$ 的硫酸、盐酸或硝酸浸出;所述还原剂为硫代硫酸钠、双氧水中至少一种。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其特征在于:c 步骤中,调节混合溶液的 pH 值至 $3 \sim 7$ 。

5. 根据权利要求 2 ~ 4 任一项所述的镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其特征在于:d 步骤中,调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 $1:1:1$ 。

6. 根据权利要求 2 ~ 5 任一项所述的镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其特征在于:e 步骤中,在沉淀镍钴锰三元材料前驱体时,还控制反应温度为 $40 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。

镍钴锰三元正极材料回收利用的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,属于废旧电池回收技术领域。

背景技术

[0002] 镍钴锰三元正极材料系由二元 Ni-Mn 基材料发展而来,2001 年 OhZuku 和 Makimura 首次合成了 $n\text{Ni}:n\text{Co}:n\text{Mn}=1:1:1$ 的三元复合材料 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$,与此同时加拿大 Dahn 等研究了组分变化对正极材料晶体结构、容量、倍率放电及热稳定性的影响。虽然 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 研究时间不长,但因其与 LiCoO_2 具有相似结构,具备较好的研究基础,一经提出即被认为是最有可能代替 LiCoO_2 ,获得各国政府大力支持。

[0003] 三元正极材料可用于数码通讯类电池、笔记本电池、电动工具电池、动力自行车/汽车电池等。在通讯电池方面,最近 3—5 年内,钴酸锂的主导地位将会逐渐弱化,可能出现钴酸锂和镍钴锰三元正极材料共存的现象,5 年后,可能是镍钴锰三元材料独霸的时代。在电动工具领域,镍钴锰三元材料具有高的能量密度、良好的大电流充放电性能、优秀的循环性能及安全性能,有可能成为主要的正极材料。

[0004] 目前,已有关于镍钴锰三元正极材料回收利用的相关报道。如:CN200810198972 的专利申请公开了一种以废旧锂离子电池为原料制备镍钴锰酸锂的方法。其主要特点是:选用电池正极材料为镍钴锰酸锂、镍钴酸锂等的废旧锂离子电池为原料,经拆解、分选、粉碎、筛分等预处理后,再采用高温除粘结剂、氢氧化钠除铝等工艺后,得含镍、钴、锰的失活正极材料;接着采用硫酸和双氧水体系浸出、P204 萃取除杂,得纯净的镍、钴、锰溶液,配入适当的硫酸锰、硫酸镍或硫酸钴,使溶液中镍、钴、锰元素摩尔比为 1:1:1;随后采用碳酸铵调节 pH 值,形成镍钴锰碳酸盐前驱体,接着配入适量碳酸锂,高温烧结合成具有活性的镍钴锰酸锂电池材料。又如:CN200710308154 公开了一种从含有 Co、Ni、Mn 的电池渣中回收贵金属的方法,其为对包括含有大致等量的 Co、Ni 及 Mn 的锂酸金属盐的锂电池渣用 250g/l 以上的浓度的盐酸溶液进行搅拌浸出,或者用 200g/l 以上的浓度的硫酸溶液进行加热搅拌浸出处理,用酸性萃取剂对浸出液进行溶剂萃取,萃取出 Mn 及 Co 的大致 100%,生成含有各自金属的溶液,从这些溶液中回收该金属。

[0005] 上述方法实现了镍钴锰三元正极材料的回收利用,但是通过粉碎、筛分分离镍钴锰酸锂和铝箔,分离效果不好;采用碳酸盐沉淀法得到镍钴锰碳酸盐前驱体,制备过程中容易造成组分的偏析,不能保证氧化物各元素分布的均一性,影响了正极材料电化学性能;采用有机溶剂易造成二次污染。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种镍钴锰三元正极材料回收利用的方法。

[0007] 本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,包括从镍钴锰酸锂三元材料正极片热处理去除粘结剂步骤,其去除镍钴锰酸锂三元材料正极片中粘结剂方法为:将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 400 ~ 1000℃ 热处理 0.5 ~ 5h。

[0008] 其中,作为优选的技术方案,本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法包括如下步骤:

[0009] a、将废旧锂电池残余电量放完,然后拆解电池,取出镍钴锰酸锂三元材料正极片;

[0010] b、将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 400 ~ 1000℃真空焙烧 0.5 ~ 5h,然后加酸浸出,浸出过程添加还原剂用于还原焙烧过程中氧化的少量镍、钴、锰,得到镍盐、钴盐、锰盐、铝盐和锂盐的混合溶液;其中,还原剂的用量为使氧化的少量镍、钴、锰还原即可,所采用的还原剂优选为硫代硫酸钠、双氧水中至少一种;

[0011] c、调节混合溶液 pH 值 3 ~ 9,优选调节混合溶液 pH 值至 3 ~ 7,使溶液中铝沉淀,然后过滤去除铝;其中,可以采用氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化锂等常用碱液调节混合溶液 pH 值;

[0012] d、根据 c 步骤所得溶液中镍钴锰含量,加入适量镍钴锰硫酸盐调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 0.8 ~ 1.2:0.8 ~ 1.2:0.8 ~ 1.2;

[0013] e、加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入镍、钴、锰同等摩尔量的氨水作为配合剂,调节溶液 pH 值为 10 ~ 12,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,过滤,得到锂盐溶液,锂盐溶液经净化沉淀得到碳酸锂;

[0014] f、将镍钴锰三元材料前驱体与碳酸锂按重量比 2.4 ~ 2.6:1 混匀,然后于 750 ~ 950℃煅烧 12 ~ 24h,冷却,得到镍钴锰酸锂。

[0015] 上述方法采用酸 + 还原剂体系浸出,氢氧化钠为沉淀剂合成镍钴锰酸锂三元正极材料前驱体,避免生成 Mn^{3+} ($MnOOH$) 或 Mn^{4+} (MnO_2),影响回收产品性能,在制备过程中不会造成组分的偏析,保证了氧化物各元素分布的均一性,从而确保正极材料电化学性能稳定。

[0016] 进一步的,本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其 b 步骤中,如果酸浓度过高,则镍、钴、锰易氧化;如果酸浓度过低,则镍、钴、锰的浸出率偏低,综合考虑上述情况,优选采用浓度为 10 ~ 15wt% 的硫酸、盐酸或硝酸浸出。

[0017] 进一步的,为了提高正极材料电化学性能,上述镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,其 d 步骤中,优选调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 1:1:1。

[0018] 其中,上述镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,为了使所得三元材料电性能最佳,其 e 步骤中,在沉淀镍钴锰三元材料前驱体时,优选还控制反应温度为 40 ~ 90℃。

[0019] 本发明具有如下有益效果:本发明方法实现了镍钴锰酸锂的回收利用,消除了现有回收方法存在的缺陷,长期来看既有利于行业的可持续发展,又间接降低镍钴锰三元材料的成本,有利于材料的推广普及。

具体实施方式

[0020] 本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法,包括从镍钴锰酸锂三元材料正极片热处理去除粘结剂步骤,其去除镍钴锰酸锂三元材料正极片中粘结剂方法为:将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 400 ~ 1000℃热处理 0.5 ~ 5h。

[0021] 其中,作为优选的技术方案,本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法包括如下步骤:

[0022] a、将废旧锂电池残余电量放完,然后拆解电池,取出镍钴锰酸锂三元材料正极

片；

[0023] b、将镍钴锰酸锂三元材料正极片于 400 ~ 1000℃真空焙烧 0.5 ~ 5h, 然后加酸浸出, 浸出过程添加还原剂用于还原焙烧过程中氧化的少量镍、钴、锰, 得到镍盐、钴盐、锰盐、铝盐和锂盐的混合溶液; 其中, 还原剂的用量为使氧化的少量镍、钴、锰还原即可, 所采用的还原剂优选为硫代硫酸钠、双氧水中至少一种;

[0024] c、调节混合溶液 pH 值 3 ~ 9, 优选调节混合溶液 pH 值至 3 ~ 7, 使溶液中铝沉淀, 然后过滤去除铝; 其中, 可以采用氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化锂等常用碱液调节混合溶液 pH 值;

[0025] d、根据 c 步骤所得溶液中镍钴锰含量, 加入适量镍钴锰硫酸盐调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 0.8 ~ 1.2:0.8 ~ 1.2:0.8 ~ 1.2;

[0026] e、加入氢氧化钠作为沉淀剂, 加入镍、钴、锰同等摩尔量的氨水作为配合剂, 调节溶液 pH 值为 10 ~ 12, 沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体, 过滤, 得到锂盐溶液, 锂盐溶液经净化沉淀得到碳酸锂;

[0027] f、将镍钴锰三元材料前驱体与碳酸锂按重量比 2.4 ~ 2.6:1 混匀, 然后于 750 ~ 950℃煅烧 12 ~ 24h, 冷却, 得到镍钴锰酸锂。

[0028] 上述方法采用酸 + 还原剂体系浸出, 氢氧化钠为沉淀剂合成镍钴锰酸锂三元正极材料前驱体, 避免生成 Mn^{3+} ($MnOOH$) 或 Mn^{4+} (MnO_2), 影响回收产品性能, 在制备过程中不会造成组分的偏析, 保证了氧化物各元素分布的均一性, 从而确保正极材料电化学性能稳定。

[0029] 进一步的, 本发明镍钴锰三元正极材料回收利用的方法, 其 b 步骤中, 如果酸浓度过高, 则镍、钴、锰易氧化; 如果酸浓度过低, 则镍、钴、锰的浸出率偏低, 综合考虑上述情况, 优选采用浓度为 10 ~ 15wt% 的硫酸、盐酸或硝酸浸出。

[0030] 进一步的, 为了提高正极材料电化学性能, 上述镍钴锰三元正极材料回收利用的方法, 其 d 步骤中, 优选调节溶液中的镍、钴、锰摩尔比为 1:1:1。

[0031] 其中, 上述镍钴锰三元正极材料回收利用的方法, 为了使所得三元材料电性能最佳, 其 e 步骤中, 在沉淀镍钴锰三元材料前驱体时, 优选还控制反应温度为 40 ~ 90℃。

[0032] 下面结合实施例对本发明的具体实施方式做进一步的描述, 并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0033] 实施例 1 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0034] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完, 拆解电池, 取出正极片, 电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收; 将镍钴锰酸锂正极片经过 1000℃煅烧 0.5h。

[0035] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg, 采用 10wt% 的硫酸搅拌浸出, 浸出过程添加硫代硫酸钠 1kg, 浸出后经过滤得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、硫酸铝及硫酸锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 4.5, 生成氢氧化铝沉淀, 过滤去除氢氧化铝, 得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、及硫酸锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰硫酸盐将镍钴锰摩尔比调节为 1:1:1, 然后加入氢氧化钠作为沉淀剂, 加入适量氨水作为配合剂, 控制反应温度 40℃, pH 值 12, 沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体, 经过滤分离, 得到硫酸锂溶液。

[0036] 镍钴锰三元材料前驱体与 34.7kg 碳酸锂球磨混合, 混合物置于煅烧炉中, 于 750℃煅烧, 恒温 12 小时, 炉内自然冷却, 得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 1 所

示：

[0037] 表 1

[0038]	振实密度 (g/cm ²)	粒度 (um)			比表面 (m ² /g)	比容量 (mAh/g)
		D10	D50	D90		
	2.2	3.0	9.2	20	0.8	156

[0039] 实施例 2 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0040] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完,拆解电池,取出正极片,电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收;将镍钴锰酸锂正极片经过 700℃焙烧 3h。

[0041] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg,采用 15wt% 的硫酸搅拌浸出,浸出过程添加硫代硫酸钠 0.8kg,浸出后经过滤得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、硫酸铝及硫酸锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 5,生成氢氧化铝沉淀,过滤去除氢氧化铝,得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、及硫酸锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰硫酸盐将镍钴锰摩尔比调节为 0.9:1:0.9,然后加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入适量氨水作为配合剂,控制反应温度 60℃,pH 值 10,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,经过滤分离,得到硫酸锂溶液。

[0042] 镍钴锰三元材料前驱体与 34kg 碳酸锂球磨混合,混合物置于煅烧炉中,于 950℃煅烧,恒温 24 小时,炉内自然冷却,得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 2 所示：

[0043] 表 2

[0044]	振实密度 (g/cm ²)	粒度 (um)			比表面 (m ² /g)	比容量 (mAh/g)
		D10	D50	D90		
	2.2	3.5	8.3	22	0.6	158

[0045] 实施例 3 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0046] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完,拆解电池,取出正极片,电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收;将镍钴锰酸锂正极片经过 400℃焙烧 5h。

[0047] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg,采用 12wt% 的硫酸搅拌浸出,浸出过程添加硫代硫酸钠 1.2kg,浸出后经过滤得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、硫酸铝及硫酸锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 6,生成氢氧化铝沉淀,过滤去除氢氧化铝,得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、及硫酸锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰硫酸盐将镍钴锰摩尔比调节为 1:0.9:1,然后加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入适量氨水作为配合剂,控制反应温度 45℃,pH 值 11,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,经过滤分离,得到硫酸锂溶液。

[0048] 镍钴锰三元材料前驱体与 35kg 碳酸锂球磨混合,混合物置于煅烧炉中,于 850℃煅烧,恒温 15 小时,炉内自然冷却,得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 3 所示：

[0049] 表 3

[0050]	振实密度	粒度 (um)			比表面	比容量
	(g/cm ³)	D10	D50	D90	(m ² /g)	(mAh/g)
	2.2	3.2	8.8	21	0.7	157

[0051] 实施例 4 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0052] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完,拆解电池,取出正极片,电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收;将镍钴锰酸锂正极片经过 600℃焙烧 4h。

[0053] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg,采用 12wt% 的盐酸搅拌浸出,浸出过程添加双氧水 2.5kg,浸出后经过滤得到氯化镍、氯化钴、氯化锰、氯化铝及氯化锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 6,生成氢氧化铝沉淀,过滤去除氢氧化铝,得到氯化镍、氯化钴、氯化锰、及氯化锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰盐将镍钴锰摩尔比调节为 1:0.9:1,然后加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入适量氨水作为配合剂,控制反应温度 45℃,pH 值 11,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,经过滤分离,得到氯化锂溶液。

[0054] 镍钴锰三元材料前驱体与 35kg 碳酸锂球磨混合,混合物置于煅烧炉中,于 850℃煅烧,恒温 15 小时,炉内自然冷却,得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 3 所示:

[0055] 表 3

[0056]	振实密度	粒度 (um)			比表面	比容量
	(g/cm ³)	D10	D50	D90	(m ² /g)	(mAh/g)
	2.2	3.6	9.5	24	0.7	155

[0057] 实施例 5 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0058] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完,拆解电池,取出正极片,电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收;将镍钴锰酸锂正极片经过 900℃焙烧 1h。

[0059] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg,采用 12wt% 的硝酸搅拌浸出,浸出过程添加双氧水 2.5kg,浸出后经过滤得到硝酸镍、硝酸钴、硝酸锰、硝酸铝及硝酸锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 6,生成氢氧化铝沉淀,过滤去除氢氧化铝,得到硝酸镍、硝酸钴、硝酸锰及硝酸锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰盐将镍钴锰摩尔比调节为 1:0.9:1,然后加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入适量氨水作为配合剂,控制反应温度 45℃,pH 值 11,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,经过滤分离,得到硝酸锂溶液。

[0060] 镍钴锰三元材料前驱体与 35kg 碳酸锂球磨混合,混合物置于煅烧炉中,于 850℃煅烧,恒温 15 小时,炉内自然冷却,得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 3 所示:

[0061] 表 3

[0062]	振实密度	粒度 (um)			比表面	比容量
	(g/cm ³)	D10	D50	D90	(m ² /g)	(mAh/g)
	2.2	3.0	8.2	20	0.7	158

[0063] 实施例 6 采用本发明方法回收利用镍钴锰三元正极材料

[0064] 将废旧镍钴锰酸锂电池残余电量放完,拆解电池,取出正极片,电池外壳按铝壳、钢壳、塑料等分类回收;将镍钴锰酸锂正极片经过 800℃焙烧 1.5h。

[0065] 取煅烧后的镍钴锰酸锂正极片 100kg,采用 12wt% 的硫酸搅拌浸出,浸出过程添加双氧水 2.5kg,浸出后经过滤得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、硫酸铝及硫酸锂混合溶液。调节混合溶液 pH 值 6,生成氢氧化铝沉淀,过滤去除氢氧化铝,得到硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、及硫酸锂混合溶液。在溶液中加入镍钴锰硫酸盐将镍钴锰摩尔比调节为 1:0.9:1,然后加入氢氧化钠作为沉淀剂,加入适量氨水作为配合剂,控制反应温度 45℃,pH 值 11,沉淀得到镍钴锰三元材料前驱体,经过滤分离,得到硫酸锂溶液。

[0066] 镍钴锰三元材料前驱体与 35kg 碳酸锂球磨混合,混合物置于煅烧炉中,于 850℃煅烧,恒温 15 小时,炉内自然冷却,得到镍钴锰酸锂三元正极材料。硫酸锂溶液经浓缩后加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。回收制得镍钴锰酸锂三元正极材料电化学性能如表 3 所示:

[0067] 表 3

[0068]	振实密度	粒度 (um)			比表面	比容量
	(g/cm ³)	D10	D50	D90	(m ² /g)	(mAh/g)
	2.2	3.4	9.1	25	0.7	159