

国内锂离子动力电池关键工艺装备

程建军

深圳市浩能科技有限公司, 广东深圳

518172

摘 要 锂离子电池是一种具有优越性能的二次电源, 尤其是近年来作为动力电池的市场前景越来越广阔, 受到的社会各界的广泛关注。本文从锂离子动力电池国内国际发展历程出发, 对锂离子动力电池生产的主要工艺及所需装备进行了介绍, 在国外装备水平进行对比的基础上, 重点分析了涂布工艺的流程及装备要求。

关键词 锂离子; 动力电池; 挤压涂布机

中图分类号 TM91

文献标识码 A

文章编号 1674-6708 (2012) 70-0082-02

0 引言

从十年前 SONY 将小功率的液态电解液锂离子电池推向市场到已占据电源市场重要市场份额的今天, 锂离子动力电池作为全新的储能电源类型, 以其体积小、储存能量多、使用期长且工作温度区间以及绿色环保等优势成为各类电子设备、电动用具的重要组件。随着该技术水平的不断提升, 再加上大范围的能源紧缺与节能环保的双重压力, 大容量动力电池逐渐形成动力电源的主体, 其应用范围越来越广, 在日渐成为动力电源市场首选的同时, 动力电源市场上对其生产工艺的安全性要求也越来越高。

相对于其它国家, 中国国内对于该类电池的研究起步晚了, 不过从新千年伊始, 中国就加大了对电动交通工具以及锂离子动力电池技术的投资力度和研发力度, 生产的电池与国际水平基本相当, 甚至某些方面有一定优势, 对外贸易量也明显上升。目前, 锂离子动力电池产业化发展处在起步阶段, 其应用领域涵盖非常广泛, 自行车以手工机具电动市场的锂离子电池产业化基础与其它混合动力车、电动汽车、太阳能 LED 路灯储能设备等市场相比较为牢固。另外, 该动力电池也正因为其安全性高而作为二次电源逐渐应用于海陆空等军事武器以及航空航天领域。总的来说, 锂离子动力电池是动力电池行业内的研发热点, 也是未来最具潜力的动力电源类型, 可以预见它在民用、军用设备方面必然获得双重的发展空间。但以目前发展情况来看, 其我国国内的生产工艺装备生产水平还有待提高, 产业发展还未达到完全的自给自足, 某些关键工艺先进装备特别是以挤压涂布机为代表的极板制造设备等等, 仍在一定程度上制约着国内动力电池产业的进一步扩大发展, 锂离子动力电池的安全性及其制造过程中的质量控制都还需进一步提升。所以, 增强与锂离子动力电池相关的工艺装备及技术的研发制造, 是推进国内动力电池可持续产业化发展的一个关键步骤。

1 锂离子动力电池的主要工艺和装备

1.1 生产锂离子动力电池的主要工艺



锂离子动力电池生产工艺主要有极片制作、电芯制作、电池组装, 制造示意图如下:

其中, 第一项极片制作是制造锂离子动力电池的基础工艺, 所以此环节所用设备的精度、智能化水平、生产性能的可靠性等要求非常高, 该环节以卷绕或叠片、装壳、极耳成型及外壳焊接、注电解液等工序, 对于每一步的精度、效率以及一致性标准都相当严格。

此外, 电池组装环节分为电池化成、电池分选、电池组装几个工序, 锂离子动力电池的组装既关系到对于电池组的构成单元——单体电池的分类、测试以及组合, 还关系到组装完毕后动力电池组的性能可靠性评测。

最后, 电芯作为锂离子动力电池的单元, 其生产以卷绕或者叠片工艺为主。这两种工艺当中又以卷绕式工艺的应用更加普遍, 主要原因是卷绕式工艺的生产效率相对较高, 而且产品的一致性相对较强; 与之相比, 叠片式生产工艺更为复杂, 不过这种工艺所生产出来的动力电池设计方式相对灵活, 更利于电池散热, 而且这种工艺生产出的叠层式电池能够实现动力电池内部电阻的最小化, 使动力电池放电时的电压降幅有效缩小。这两种工艺各有所长, 有着不同的优势可供选择。

总的来说, 不管是哪一种生产技术, 在对锂离子动力电池产品一致性与安全性方面的标准都是相同的, 那么, 怎样有效提高所用工艺相关装备的性能, 实现其智能化、自动化就成为了当前锂离子动力电池生产装备的使用与研发上所面临重要现状。

1.2 国内生产锂离子动力电池的工艺装备现状及其与国际水平的对比情况

锂离子动力电池的关键装备有三类, 一种用于制造电极材料, 如涂布机、隔膜及极片分切、成型机等等, 这些智能化高精度密度装备的应用, 能够极大提升电极材料的物化性能以及外表质量, 有利于实现电池能量存储性能和电池使用期限方面的突破; 一种用于制造电池单元, 中型、大型尺寸的卷绕机、叠片机、焊接机、注液机等, 这些装备的自动化水平的提高有利于帮助锂离子动力电池产业突破发展瓶颈; 一种用于动力电池的组装和测试, 由于锂离子动力电池不同单元间的参数多少会存在一定的差别, 所以, 为了保证产品的一致性, 配置智能化测试装备显得非常重要。

近年来, 虽然国内锂离子动力电池生产装备的水平正面临市场容量快速扩大的压力, 但是伴随国内锂离子动力电池生产技术的不断提高, 其生产装备也得以快速改进, 我国涌现了一批诸如深圳市鼎盛浩威科技开发有限公司、西安泰格机电设备制造有限公司、太原风华信息装备股份有限公司等配套生产能力很强的锂离子电池生产设备制造生产企业, 他们在积极寻求与国外企业战略合作的同时不断加大自主研发力度, 现已具备并且研发制造了一系列成套的挤压涂布机、辊压机、自动卷

绕机、叠片机等锂离子动力电池生产装备,虽然如此,但总的来看,国内锂离子动力电池的生产装备水平在国际上还处于相对落后的情况。

关键工艺装备技术水平对比	国内	国外
设备自动化程度	半自动化为主,全自动设备效率较低	全自动化生产,高效率
电芯实现工艺	以中小尺寸卷绕为主	卷绕、叠片兼有
叠层精度/mm	$\leq \pm 0.5$	< 0.3
极片涂布速度/ $m \cdot min^{-1}$	≤ 5	≤ 10
极片涂覆精度/mm	$\leq \pm 0.005$	$\leq \pm 0.003$
隔膜厚度/ μm	> 16	≥ 12
磷酸铁锂正极材料比容量/mAh/g	≤ 150	≤ 200
磷酸铁锂正极材料振实密度/g/cm ³	≤ 1.2	≤ 1.5
安全检测管理系统,组装一致性	不完善,未形成健全的管理体系,电池组一致性差	较完善,管理体系标准化,电池组一致性较高

由以上对比可知,国内锂离子动力电池生产装备可以从以下方面寻求突破:

1) 在进行设备的设计与制造阶段将制造动力电池的技术参数加入其中,让生产出来的设备更独特,更专业,更有针对性;

2) 因为锂离子动力电池的使用方式以成组使用为主,所以对于电池性能一致性的要求非常高,在相关生产装备的研发与设计时必须以产品的稳定性为最高标准,最大限度地提高电池极片产品的精度与稳定性;

3) 应用领域对于安全性的高要求,决定了电池生产设备在安全防爆性能和三废排放的设计方面应有更高的要求,同时为了方便维修,设备设计须柔性化性更高。

2 涂布技术及设备

在锂离子动力电池的生产工艺——极片制作之全部工序当中,极片的浆料涂布工艺及装备是极为关键的部分。

首先,由于极片浆料的粘度远远高于普通的涂布液,而且该工艺浆料的标准量也非常大,根本无法以常规的方法实现均匀涂布,因此以该浆料的流动机理为依据,综合其流变特征以及涂布要求,通过多种方案进行试验,证实挤压涂布技术相对适合。挤压涂布技术是一种相对比较先进的工艺,适用于粘度较高的流体涂布,而且形成的涂层的精度也相对比较高。

那么怎么利用条缝挤压涂布以便获得相对均匀涂层呢?必须保证挤压涂布机挤压嘴的设计参数和操作参数均在相对适合的范围,即保证其在“涂布窗口”的临界区间之内,才可以正常使用。由于挤压嘴的设计参数会直接影响到涂布的精度的高低,所以在设计时要提前搜集好与涂布浆料流变特性有关的所有数据信息,另外,如果挤压嘴按照提供相关数据设计加工完成之后,涂布浆料的流变性质又发生了变化,那也极有可能影响到极片涂布的精度。这种工艺的相关装备相对复杂,其操作运行的技术性要求比较高。

其次,涂布全过程中包括涂布、干燥、自动纠偏等多个环节,极点之间依靠多个传动点进行拖动,在涂布机的传动设计中可以采用直流电机自动化调速控制工艺,保证涂布点片路速度的稳定性,进而确保涂布纵向的均匀程度,在涂布机的关键部位设置自动纠偏装备,保证涂布时浆料能够均匀分布到极片之上,并确保留有均匀片边,以便在涂布工艺结束时可以获得边缘整齐的中间产品,为接下来的工艺流程创造优良的条件。

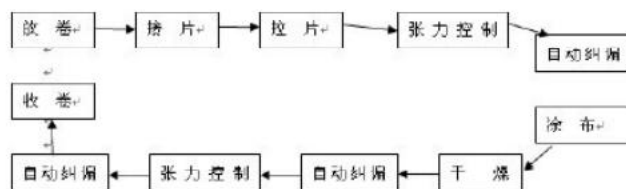


图1 涂布工艺的基本流程示意图

设备将涂布金属箔从放卷装备放出,置入涂布机,待金属箔的首尾在接片台处接为一个连续带之后,拉片装置再将连续带供于张力调整与自动纠偏装备中,通过对片路张力及位置的调整,再正式到达涂布装置;在涂布装置中,相关设备按照涂布预定量以及空白区间用极片浆料实施涂布,设备在双面涂布的时候能够实现对正面涂布与空白长度的智能化跟踪。涂布工序结束后,把湿极片传入干燥装置开始干燥,具体温度按涂布的快慢与厚度设定。这一流程完成后,通过张力调整、自动纠偏两个工序之后实施极片收卷,为接下来的工艺作准备。

最后,涂布设备系统的安装调试。

涂布设备系统主要包括挤压式涂布机,电气控制系统,干燥通风系统等等,在安装完毕之后,再进行设备的试运行,机电联合试运行以及全系统联动试运行,在均达到设计及应用指标的情况下,进行锂离子电池涂布工艺的开展。

锂离子电池挤压涂布机在技术性能上可能充分满足锂离子电池的生产要求,该装备的运用对于国内锂离子动力电池的研发与产业化经营有着十分重要的意义。

3 结论

随着国内国际范围内能源以及环境形势的日益严重,锂离子动力电池的进一步发展势在必行。但作为一个系统性的能源开发工程,其用于关键工艺及装备设计虽然取得了一定的成果,但由于国内锂离子动力电池的市场需求量在不断的增加,对国内相关的生产厂家的技术与扩产计划提出了更高层次的要求,也就是说相关的设备制造商需要在产品的先进性、精密度、智能化水平上获得更大程度的突破,冲出制约国内锂电动力电池行业扩展的瓶颈,同时再配合以科学的管理机制,在相关正政府部门的大力支持下,实现锂离子动力电池工艺装备水平的快速提升。

参考文献

- [1]和祥运,刘恩华,张嘉禾.锂离子动力电池产业链研究[J].北京汽车,2011,4:9-11.
- [2]R.Gitzendanner,F.Puglia,C.Martin,D.Carmen,E.Jones,S/Eaves/High power and high energy lithium-ion batteries for under-water applications[J].Journal of Power Sources 136 (2004): 416-418.
- [3]王成海.辊子包覆层的选择决定着薄膜施胶压榨过程[J].造纸化学品,2007,19(4):37-39.
- [4]钱良国,郝永超,肖亚玲.锂离子等新型动力电池成组应用技术和设备研究最新进展[J].机械工程学报,2009,45(2):2-11.
- [5]QIAN Liangguo.One battery management system used to pack of electric vehicle:CHINA,ZL 02 1 58686.1[P],2007-03-21.
- [6]Oistein Hasvold,Nils J.Storkersen,Sissel Forseth,Torleif Lian.Power sources for autonomous-underwater vehicles[J].Journal of Power Sources,162(2006):935-942.