

## 电阻焊与激光焊技术在手机锂电池制造工艺中的应用与发展

Application and development of resistance welding and laser welding in mobile phone lithium battery manufacture

周志华

ZHOU Zhi-hua

(江苏联合职业技术学院 无锡交通分院, 无锡 214151)

摘要: 本文根据电阻焊和激光焊的技术特点, 简要介绍了它们在手机锂电池制造过程中的应用情况, 给出一些具体的应用实例, 提出了尚待解决的问题。最后分析与比较两种焊接技术的特点和发展情况, 对今后在手机锂电池制造领域的应用前景进行了展望。

关键词: 电阻焊; 激光焊; 锂电池制造

中图分类号: TG44

文献标识码: A

文章编号: 1009-0134(2012)07(下)-0046-03

Doi: 10.3969/j.issn.1009-0134.2012.7(下).13

### 0 引言

手机锂电池制造过程涉及的焊接技术十分广泛, 如: 钎焊、超声波焊、电阻焊和激光焊等。焊接方法与工艺的合理选用, 不仅直接影响电池的质量可靠性与使用安全性, 还决定着电池的生产成本。

目前, 手机锂电池正不断向大容量、快速充电、长寿命和高安全性方向发展, 对其制造过程中的焊接技术也提出了新的要求。主要问题是要针对电池装配与焊接过程的较高精度要求, 解决不同材料、薄片和小尺寸的手机电池零件的焊接问题, 同时, 还要满足快速、大批量和牢固焊接, 这样才能应用于企业的批量生产。在实际生产中, 大部分手机锂电池常用的焊接方法是电阻焊<sup>[1]</sup>, 精度要求较高的手机锂电池已经开始采用激光焊<sup>[2]</sup>, 并且依靠各种类型的焊机、焊接夹具和辅助系统来实现。

### 1 电阻焊技术的应用

#### 1.1 电阻焊技术特点

电阻焊分为点焊、缝焊和对焊。在手机锂电池生产中, 主要采用点焊, 点焊是利用柱状电极加压通电, 在搭接工件接触面焊成一个焊点的焊接方法。

点焊时, 先加压使两个工件紧密接触, 然后接通电流。电流流过所产生的电阻热使局部金属被熔化形成液态熔核。断电后, 继续保持压力或

加大压力, 使熔核在压力下凝固结晶, 形成组织致密的焊点。焊完一个点后, 电极(或工件)将移至另一点进行焊接。当焊接下一个点时, 有一部分电流会流经已焊好的焊点, 称为分流现象。分流将使焊接处电流减小, 影响焊接质量, 因此两个相邻焊点之间应有一定距离。

影响点焊质量的主要因素有焊接电流、通电时间、电极压力和工件表面清理情况等。点焊主要适用于厚度为 4mm 以下的薄板, 每次焊一个点或一次焊多个点。

电阻焊虽然具有劳动条件好, 不需另加焊接材料, 操作简便, 易实现机械化等优点; 但也受到耗电量大、电极棒更换、被焊材料导电性能、适用的接头形式、以及可焊工件厚度(或断面尺寸)等因素的限制。

#### 1.2 电阻焊技术在手机锂电池制造工艺中的应用

手机锂电池主要由电芯、保护线路板和胶壳组成<sup>[3]</sup>, 在电芯的制造中、以及电芯与保护线路板的连接中, 很多工序采用电阻焊, 下面以某手机电极片焊接为例, 电极片材料为镍、厚度约为 0.15mm, 可采用日本 SEIWA、AVIO、MIYACHI 点焊机, 型号有 ZH-32、ZH-50 等, 也可采用国产的金刚、海拓点焊机, 型号有 JG-23、WHT-728 等。以型号 WHT-728 为例, 焊机图片如图 1 所示, 焊机参数主要如下, 电源 AC220V、50HZ, 输出最大功率 10KVA, 预焊电流 0-99A, 焊接时间 0-30s,

收稿日期: 2012-04-23

作者简介: 周志华(1974-), 女, 讲师, 工学硕士, 研究方向为焊接工艺及设备。

【46】 第34卷 第7期 2012-7(下)

焊接电流 0-99A，焊接行程 25mm，适用于焊接厚度 0.03-0.5mm 的工件。焊后，电阻焊焊点如图 2 所示。

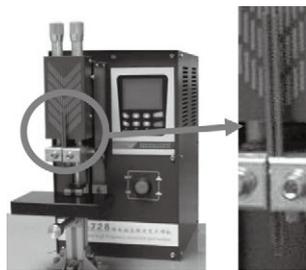


图1 WHT-728电阻焊机及电极棒

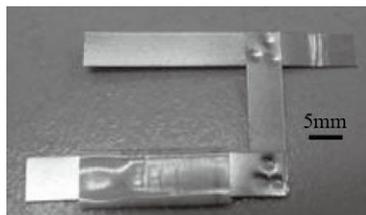


图2 电极片电阻焊焊点

从图 1 可以看出，电阻焊机的电极棒材料是铬铜合金，尽管耐高温、耐电弧烧蚀、强度高、导电和导热性好，但是，实际生产过程中，电极棒经过一段时间生产后，会有损耗，一旦电阻焊时出现飞溅，就需要专业人员来更换电击棒，经调试后再生产，对于自动化生产线来讲，更换的时间越长，更换次数越频繁，就越延误生产。

从图 2 可以看出，作为合格电阻焊产品的这个工件焊点，无论正面还是反面，是不标准的圆形，变形较大，尤其是正面，凹凸不平；焊点直径明显存在差异，误差接近 1mm；焊点间距明显不一，有的间距大，有的几乎已经连在一起，只能满足连接的要求，无法达到较高精度下的形状规则、间距相同的要求。

对于锂电池生产中，不同材料的电阻焊，由于导电性、散热和变形等不同，为获得良好的焊接质量，主要采用过渡片来实现，具体如图 3 所示。保护线路板电极片材料为镍，在电芯极耳<sup>[4]</sup>中，正极材料为铝，负极材料为镍，采用的过渡片材料是镍。电芯极耳与过渡片、过渡片与保护线路板电极片之间均采用电阻焊，各焊两点完成连接，但也因此增加了装配与焊接工序、焊接材料、生产时间等，提高了生产成本。

### 1.3 实际生产中尚待解决的问题

1) 不适用于异种材料焊接。首先，对于不同

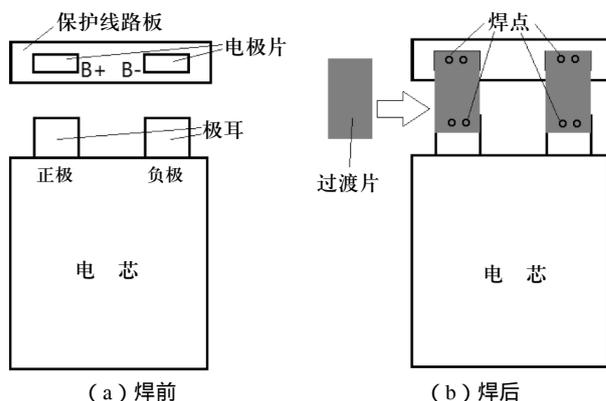


图3 电芯极耳与保护线路板电阻焊采用过渡片示意图

材料电阻焊时，要加上过渡片，造成所需焊接材料的增加；其次，由于过渡片的添加，造成装配与焊接工序的增加，人员、工时及设备等花费也随之加大。

2) 电极棒需更换，耗材成本较高。首先，在大批量生产过程中，电阻焊机的电极棒不可避免存在磨损，再焊接时，就会产生飞溅，导致产品焊接质量不合格，因此，需要专业人员及时维修、更换与调试，与此同时，自动化生产线不得不停止，延误生产；其次，由于电极棒定期或不定期需要更换，而且电极棒价格较贵，提高了生产成本。

3) 可能导致被焊元器件损毁。电阻焊时，要对被焊工件施加一定的压力，对于焊接塑性不够大的元器件，如保护线路板时，可能由于加压过大，导致保护线路板的损毁，对于企业来说，这类损耗不可忽视。

4) 被焊件变形大。在锂电池的电阻焊过程中，尽管实现了被焊工件之间的快速、批量连接，但被焊工件变形大，无论从形状、尺寸和间距等方面，都不能达到一定的精度要求。

## 2 激光焊技术的应用

### 2.1 激光焊技术特点

激光焊接是将高强度的激光束辐射至金属表面，通过激光与金属的相互作用，使金属熔化形成焊接。它是 20 世纪 60 年代之后发展起来的新兴技术，在手机锂电池制造工艺中的应用是在本世纪初。

激光焊接能够连接比较难焊的薄板合金材料，如铝合金与钛合金等，并且构件的变形小，接头质量高，重现性好。激光焊能够实施局部微小范

围的加热，非常适于印刷电路板一类的电子器件的焊接<sup>[5]</sup>。激光焊特别适用于不同材料之间焊接，也可应用于极耳焊接<sup>[6]</sup>、负极焊接和外壳密封焊接等。

与传统焊接技术比较，激光焊具有能量密度高、焊接速度快、热影响区小和工件变形小等一系列优点，可以满足手机锂电池的特殊的焊接要求，但其设备价格较贵。

目前，国外的激光焊焊接设备<sup>[7]</sup>自动化程度高、生产率高，技术附加值也较高，价格昂贵，知名的激光焊设备主要有日本米亚基(MIYACHI)、德国通快等。国内激光焊设备技术水平有待突破，价格相对较低，知名的激光焊设备主要有：深圳大族激光、武汉华工激光等。

## 2.2 激光焊技术在手机锂电池制造工艺中的应用

在手机锂电池的焊接中，激光焊主要应用于电芯的制造、电芯与保护线路板的连接中，下面以某手机锂电池的电芯极耳与保护线路板极片的焊接为例，在电芯极耳中，正极材料为铝、厚度约为0.07mm，负极材料为镍、厚度约为0.12mm，保护线路板电极片材料为镍、厚度约为0.12mm。采用米亚基焊机，型号ML-2550A，焊接参数主要有：发振波长1064nm、最大额定输出400W、脉冲重复频率1-500pps、水冷等，并配套相应的图像处理系统<sup>[8]</sup>，具体如图4所示。焊后，激光焊焊点如图5所示。



图4 激光焊设备系统示意图

从图4中可以看出，激光焊机除了专用设备外，需要配套图像处理系统，对焊完的焊点进行检验，利用CCD数码相机的摄像功能，对已焊的焊点进行图像分析，与已设定的标准的激光焊点比较，从而判断被焊件的焊点是否合格，以确保合格率达100%。

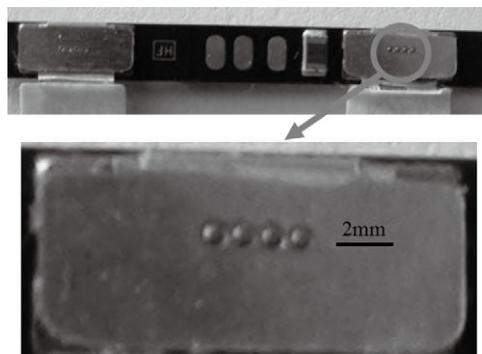


图5 电极片与保护线路板激光焊焊点

从图5可以看出，作为合格激光焊产品的工件焊点，无论正极还是负极，圆形规则，大小均一，表面平整；焊点直径约为0.7mm，误差约为0.2mm；焊点间距均匀。

## 2.3 实际生产中尚待解决的问题

主要是激光焊价格较贵。首先，国内的激光焊机设备，价格从十几万至几十万不等，国外的激光焊设备，以日本米亚基焊机为例，价格一般要几十万。此外，还需要配套相应的图像处理系统，这套系统价格从4万到10多万不等，因此，对于生产厂商来说，投入较大。

## 3 电阻焊与激光焊技术的发展

从电阻焊与激光焊技术在手机锂电池的应用中，分析比较可以看出：电阻焊的优势在于设备价格较低，但不适用于异种材料焊接、电极棒更换与维修频率高、焊接材料损耗大、产品变形较大等问题。激光焊的优势在于适用于异种材料的焊接、焊材损耗小、被焊工件变形小、设备性能稳定且易操作和焊接质量好，但设备与配套图像处理系统价格较贵。

## 4 结束语

近年来，很多国内外手机锂电池生产厂商，在较为复杂的生产工序中，对于不同的工序、不同的被焊零件，采用了不同的焊接方法，但电阻焊技术以其较低成本的优势，仍是应用最普遍的。

随着新一代智能手机的问世，配套锂电池的装配与焊接的精度、质量均大幅提高，电阻焊很难满足这些要求。我国激光产业的正在快速发展，激光焊技术将有更大突破，设备价格也会进一步

【下转第65页】

于切换到冲击试验界面，如图6所示。显示报告按钮用于测试结果的格式输出。

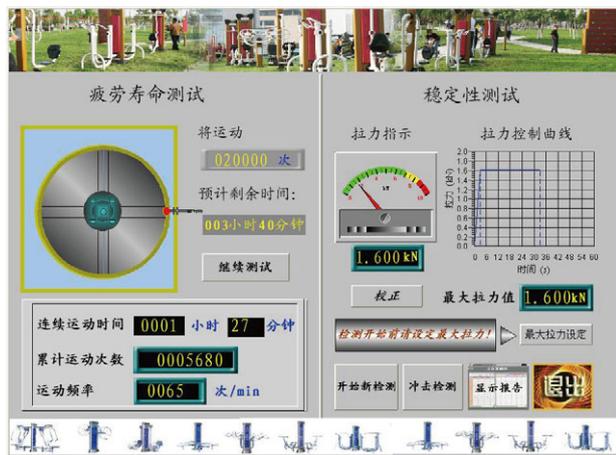


图6 室外健身器材检测系统主界面

冲击试验监控界面可分为3个功能区，最左上角为原始参数录入区，即输入与转轴、摆杆和踏板相关的几何尺寸  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$ 。右边为冲击试验操作区，该区可分为3部分，上边显示位移当前值，下边左、右两部分分别为冲击试验前后的位移值，在冲击前和冲击后标签下，各有一个开始检测按钮，分别实现冲击试验前后的转轴、摆杆和踏板的位移测量。界面的左下部用于检测结果的显示，其中显示值的分母按照标准进行了规范化，可直观的反映冲击变形量是否超差。

## 4 结论

1) 设计开发了基于 PLC 的室外健身器材综合检测系统，实现了疲劳测试、稳定性测试和冲击

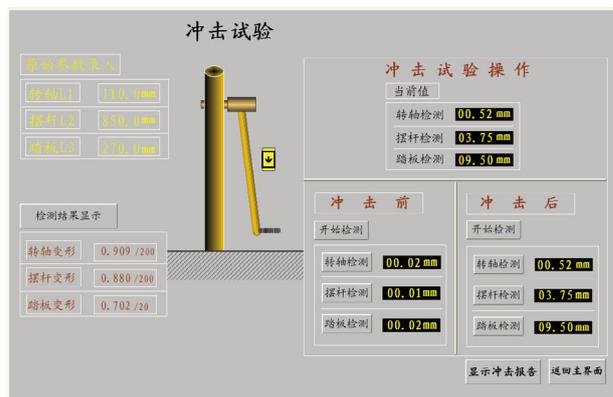


图7 冲击试验监控界面

试验项目。

2) 检测系统符合新国标要求，有效解决了检测的实时性和可靠性问题，实现了冲击变形的非接触测量，可用于室外健身器材的质量评价。

参考文献：

- [1] 谢林海, 彭小澍. 我国全民健身活动现状及发展对策[J]. 体育与科学, 2005, 26(6).
- [2] 李蓉蓉. 城市社区居民体育锻炼, 组织与消费状况的研究-以北京市为研究个案[J]. 体育与科学, 2011, 32(5).
- [3] GB19272-2011. 室外健身器材的安全通用要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [4] Omron, CPM1A-AD041 Operating Manual[M], Omron Corporation, 2004.
- [5] 张帆, 张镭. 金属带轧机控制系统开发[J]. 制造业自动化, 2009, 31(7).
- [6] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

【上接第48页】

降低，这将降低激光焊在手机锂电池生产中的使用成本，促使更多的手机锂电池厂商将选择激光焊。因此，激光焊在手机锂电池的制造过程中将得到越来越广泛的应用，并形成新的发展趋势。

参考文献：

- [1] 张立双, 张龙. 微电阻焊技术在电池生产中的应用[J]. 电池, 2003, 33(6): 363-365.
- [2] 张军. Li-ion电池的激光焊接[J]. 中国机械工程, 2001, 12(z1): 213-215.
- [3] 李建保, 李敬锋. 新能源材料及其应用技术: 锂离子电池, 太阳能电池及温差电池[M]. 北京: 清华大学出版社,

2005.

- [4] 黄可龙, 王兆翔, 刘素琴. 锂离子电池原理与关键技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [5] 王家淳. 激光焊接技术的发展与展望[J]. 激光技术, 2001, 25(1): 48-54.
- [6] 衣思平, 许宝忠, 李梅, 张国顺. 锂离子蓄电池极耳的激光自动焊接[J]. 电源技术, 2005, 29(2): 80-81.
- [7] 张国顺, 王萌, 刘铁根, 李朝阳, 许宝忠. 自动焊接技术在二次电池制造中的应用[J]. 中国激光, 2008, 35(11): 1693-1696.
- [8] 赵相兵, 李亮玉, 夏长亮, 符灵建. 激光视觉焊缝跟踪系统图像处理[J]. 焊接学报, 2006, 27(12): 42-48.