Research on the Safety Influencing Factors of Large-capacity Mobile Power Supply

Jicheng Wu

Shenzhen Intent Interactive Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

Mobile power supply is an essential product in people's life. With the development of the market, the utilization rate of large capacity mobile power supply in people's life is getting higher and higher. However, there are many safety risks in the use of large capacity mobile power supply: such as cell overdischarge explosion, overcharge short circuit, charging instability and so on. This paper starts with the characteristics of the cell and the ambient temperature conditions of the mobile power supply, discusses the factors affecting the safety from the perspectives of material, function and structure, and puts forward the corresponding analysis conclusions.

Keywords

large capacity; mobile power supply; security; influencing factors

对大容量移动电源安全性影响因素的研究

吴继成

深圳市意向互动科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘要

移动电源是人们生活中必不可少的产品。随着市场的发展,大容量移动电源在人们生活中的使用率也越来越高。然而,使用大容量移动电源存在诸多安全隐患:如电芯过放爆炸、过充短路、充电不稳定等。论文从移动电源的电芯特性、环境温度条件等方面入手,从材料、功能、结构等角度探讨影响其安全性的因素,并提出相应的分析结论。

关键词

大容量; 移动电源; 安全性; 影响因素

1 引言

近年来,随着人们对手机、平板电脑等便携式电子产品的依赖与喜爱日益增加,移动电源(又称便携式充电装置)成为这些产品中越来越重要的一部分。随着移动通信技术的不断发展,移动电源(又称便携式充电装置)已成为人们生活中必不可少的产品,特别是在智能手机和平板电脑的普及下,其重要性越发明显。

由于移动电源是一个大容量电池,而移动电源本身所具有的输出电压较低、使用电压范围较窄等特点,所以对移动电源的充电速度和充电时间有一定要求。通常移动电源在使用时所能达到的最大输出电流一般不超过 1A。而为了满足这样的条件下使用,在实际使用中会出现多个电池串联进行充放电管理的情况。若不对这些连接线加以保护或对它们进行正确管理和设置,则极易引起大容量移动电源出现过充、过放、短路、温度过高等现象,导致出现安全隐患。论

文结合深圳市意向互动科技有限公司对移动电源的研发生产经验,进行大容量移动电源安全性影响因素的研究。

2 充电保护功能研究

充电保护功能是指在正常工作条件下,移动电源为电池本身充电和为用户设备进行充电的过程中,若移动电源内部出现短路、过压等故障时,该功能能够自动切断电路从而使移动电源停止工作。当在正常使用中出现故障时,若用户没有及时发现便很容易引起大容量移动电源自身和相关设备的安全问题。

充电保护功能是指当电池出现故障且不再使用时,在电池内部不能正常充电时,会自动切断电路并使电池停止工作。充电保护是移动电源的重要安全特性之一,如果在电池内部发生短路、漏液等故障时不能及时切断电路而造成移动电源自身和相关设备的安全问题,很容易导致用户产生恐慌心理,也不会再愿意购买出现过安全问题的产品品牌^[1]。所以,充电保护功能可以说是大容量移动电源必备的安全功能之一。

【作者简介】吴继成(1976-),男,侗族,中国湖南怀化人,从事环保节能、户外运动产品研究。

3 电芯特性

从结构上来看,电芯一般由壳体、极片、隔膜组成,极片主要是起到隔离正负极,避免短路的作用。电芯内部主要由正极材料构成,正极与负极相互连接形成完整的电池体系,并具有一定的正负极作用。电芯循环寿命是衡量电池性能重要指标之一,主要是指移动电源在使用过程中其内部不会发生短路或爆炸等危险情况下,移动电源寿命的时间长短。热稳定性与电芯的材料、工艺等有关,其中电芯的温度是最重要的指标之一。大容量移动电源通常使用高能量密度聚合物电池,其安全性能也很重要。移动电源充电时消耗的能量、电能和热量,主要是消耗电芯内部能量和热量。移动电源对不同批次或者不同厂家生产的产品要求也不尽相同,需要做好质量控制工作以保证一致性要求。

3.1 电芯的安全性影响因素

那么,电芯对大容量移动电源的安全性影响的因素具体有哪些?

电芯的主要作用是充电,其容量和安全性能的好坏也是通过充电来体现。电芯的安全性能由三个方面来衡量,分别为安全性、使用寿命和充放电能力。

①安全性:锂离子电池一般不会爆炸,出现意外可能的原因是锂离子电池在使用过程中发生碰撞、挤压、针刺等情况会导致其内部压力增大,导致电解液从隔膜处泄漏到负极,从而发生锂枝晶短路引发燃烧^[2]。

②使用寿命:移动电源一般不会连续工作两年以上的,而是随着使用次数的增加而减少寿命的,主要原因就是电池容量衰减严重,需要更换新电池。

③充放电能力:随着循环次数的增加电芯的容量会不断下降,其放电电压会不断升高。一般锂离子电池充电能力越强,移动电源就会越安全。

3.2 如何提高移动电源的安全性能

要选择质量可靠的大容量移动电源。在使用移动电源之前,要仔细阅读说明书,不要随便使用;在使用过程中,一旦发现设备出现异常现象时,一定不要随意拆卸;充电时需要将电池放置在水平、不接触地面的平面上。在使用中一旦发现移动电源有异常现象时,应立即停止正在进行的充电动作,并将电池取出。为避免发生爆炸、火灾等事故,应避免将电池放在汽车中进行充电。不要长时间连续使用移动电源。定期对移动电源进行充放电测试。避免在潮湿、高温、高强度放电等环境中使用手机或者进行高电流放电作业。如果需要长时间连续使用移动电源时,应使用配套的充电器与之匹配才可以。

充电时,最好采用涓流充电方式进行充电,避免因为过度充放电导致电池过热而发生爆炸;在移动电源充满电后及时拔出插头并停止使用;移动电源本身要有完善的保护措施以防止其内部发生爆炸、火灾等事故。大容量移动电源应远离明火、热源和导电物质,防止内部发生短路等情况;同

时还要做好外部防护措施,防止高温、外力损坏移动电源内电芯。应尽量避免将大容量移动电源放在潮湿、高温以及震动剧烈的环境中,如电子产品附近经常有震动等;还要避免将大容量移动电源放在汽车中进行充电或用手机等其他电器充电;同时,要做好电池管理工作以延长电池组的寿命。

4 环境温度条件

移动电源在不同的工作环境下会发生放电或充电特性的改变,进而导致电池内部温度发生变化,电解质溶液温度是影响到电解液导电性能和电导率的重要因素。空气中氧气含量较高时,将会引起电芯内电解液膨胀^[3]。环境中所含水分和空气中的水蒸气量是影响电芯充电性能和放电性能的重要因素,因此在不考虑空气压力时应将其排除掉。充电电流是影响电池组性能至关重要的因素之一,过高或过低都会导致充电效果下降。锂电池在较高电压下工作时会产生较多能量,当这些能量超过了热管理系统所能承受的最大电流时会发生放电或短路现象。

移动电源在高温下工作时所产生的热量会使电池内部温度升高导致电极活性物质分解和电解液膨胀。环境中存在大量水蒸气,而湿度过大将使水蒸气蒸发过快而导致短路或燃烧事故。电压变化影响着充电效果和放电效果。环境灰尘会影响锂离子电池和电解液之间的导电性能和电导率,进而引起电解液膨胀并使电芯内部产生短路现象。电解液是由锂离子组成的流体,当电池内部电解质浓度较高时很容易发生电解液膨胀问题并引发放电故障现象。

过充状态会造成电池组电压过高或过低,导致充电效率降低甚至电池内有短路现象发生而导致严重爆炸事件发生。对于锂离子电池来说,充放电循环次数是决定是否可以使用的重要因素之一,这也就意味着电芯充电循环次数越多越容易出现失效问题;此外,充电次数和放电次数在一定程度上也决定了电芯质量好坏程度。电池组电压值是表示电池内部能量是否充足或是否可以正常工作的重要指标之一,当电池组电压值越小,充电过程中能量损耗就越大,当其电压值过高时则容易发生电池内部短路问题;而当其电压过低时则容易使电芯无法正常放电或者在充电过程中出现爆炸等情况发生。

温度升高情况下,锂离子电池内部压力增加(在常温环境下),导致内部温度超过45℃左右会造成电芯发热甚至热失控;另外,当锂离子锂负极与电解液之间接触面积增大(减少)时热量传导受阻导致锂负极表面温度升高(在常温环境下)而影响锂负极活性物质发生分解进而造成电解液膨胀从而引发爆炸。

低温条件下,锂离子电池电芯性能和安全性降低;若电池材料不够坚硬且其内部电路存在短路现象则可能造成电芯起火或爆炸事故;若其电芯内部电路存在短路问题则可能会引起严重爆炸事故发生^[4]。

5 绝缘材料

在大容量移动电源的充电过程中,高温环境下会产生大量的热量,导致电芯内部温度上升。而高热容绝缘材料能有效地吸收、分散和传导这些热量,从而保护移动电源内部电路和元件不受损伤。在对锂离子电池进行充电时,如果在过充过放过程中发生短路,或者对其进行高电流充电时会导致电池内出现电弧。此时绝缘材料可以通过物理方式使电弧熄灭。目前常见的绝缘材料主要有聚氯乙烯(PVC)、有机硅(SEI)、氟橡胶(FEP)等几种。

5.1 聚氯乙烯

聚氯乙烯是一种应用非常广泛的绝缘材料,在电子电气领域广泛应用。聚氯乙烯是无毒、无味、耐热、耐化学腐蚀、耐酸碱及水蒸气腐蚀等特性良好的热塑性工程塑料,可用于塑料薄膜和电线电缆绝缘。聚氯乙烯与硅橡胶或氟橡胶相比具有较高力学强度和耐化学腐蚀性及热稳定性;由于聚氯乙烯是可燃材料,且遇明火时容易燃烧且有爆燃危险;此外,聚氯乙烯与SEI相比易老化失效。由于其具有较高的机械性能、良好的化学稳定性、较高的耐低温性能以及较多的用途等特点,近年来聚氯乙烯在锂电池领域也开始崭露头角。聚氯乙烯材料具有很强的耐腐蚀性和绝缘性,同时由于其价格低廉,也非常适合作为锂离子电池绝缘材料使用。

5.2 有机硅

有机硅绝缘材料,即SEI,是一种由硅和氧原子组成的化合物,它是有机高分子聚合物。在化学结构上它与任何一种高分子聚合物都有很大的不同。它是一种有机合成化合物,在自然界中不存在,但是在许多领域却有着广泛的应用。有机硅聚合物的性能取决于所用溶剂和原料品种。一般来讲,溶剂种类越多则合成速度越快,价格就越便宜、质量也越好;而原料品种的多寡则会影响到价格。通常情况下,常用的有四种:有机硅树脂、聚酯、聚醚和聚酰胺。其中以聚酰胺-聚乙烯醇(PAA-PEA)树脂最为常见^[5]。聚酰胺具有较高的机械强度和较好的耐热性能及电性能(但不耐腐蚀),而且其热稳定性和电性能优于其他几种高分子聚合物。有机硅树脂可在-50℃~100℃下使用,聚酰胺可在-50℃~150℃范围内使用,而聚酰胺在高温下不会发生降解,其作为一种优良的绝缘材料是目前应用最广的。

5.3 氟橡胶

氟橡胶的分子结构中含有氟碳键,它的分子链可以是线型或支链。氟橡胶是一种具有优良综合性能的工程塑料,其耐寒性、耐热性、耐化学药品性等都比较好。氟橡胶具有优异的电性能,在高电压下其击穿电压可达70V以上,同时耐化学介质性也非常好。氟胶具有优异的弹性,具有很好

的黏弹性、柔韧性,也能提供足够的弹性保证电池和设备在剧烈震动下不变形。

氟橡胶主要用于要求耐高低温(-180℃~250℃)、耐油及耐化学药品腐蚀的场合,如电子工业部门用于制作电子元件、汽车部件及航空工业上用于制造机身。氟橡胶还具有良好的尺寸稳定性,能抵抗冲击载荷及热冲击等物理和化学作用,但不能抵抗臭氧老化。

此外,氟橡胶在工作温度为-40℃~120℃时仍能保持良好的弹性(压缩强度较高),并有抗紫外线及耐臭氧老化现象。氟橡胶与聚烯烃制成的复合膜可用作聚乙烯包装材料,此外该材料还可作为一种优良的防水密封剂广泛应用于电子设备与精密仪器。FEP主要成分为全氟碳化合物(PFCs),含氟原子且不含任何碳碳双键。FEP具有优异的热稳定性(在250℃时不发生熔化),而且不溶于有机溶剂、卤代烃及极性溶剂。氟橡胶作为绝缘材料广泛应用于各种电子电器领域,如电子工业、家用电器等。

6 结语

论文通过对大容量移动电源的充电保护功能、电芯特性、环境温度条件、绝缘材料等安全性影响因素进行分析,得出在大容量移动电源结构设计中,应着重考虑以下几点,以达到安全保障的移动电源产品生产出发点:

①外壳防护:外壳结构应在满足安全性的前提下,尽量采用高强度结构材料,如使用高强度塑料及PC材料。

②内部元件保护:内部元件的选择及设计时应考虑到是否会出现过热现象。

③防水性能:保证产品在正常工作时不受到水的影响。

④绝缘材料选择:绝缘材料要具有良好的绝缘性,在设计时还应考虑电芯与外壳之间的接触是否良好。

⑤散热设计:根据具体使用环境温度合理匹配散热方式,确保长时间工作时的稳定输出。

参考文献

- [1] 李翔,张慧,张丹,等.便携式移动电源相关标准介绍与分析[J].检验检疫学刊,2017,27(4):43-46.
- [2] 杨亦洲,田鹏,朱昊天.移动电源风险评估及安全分析[J].家用电器,2021(9):83-85.
- [3] 吕媛媛,金挺,宋杨.移动电源的电性能和安全性能研究[J].电源技术,2017,41(5):794-797+816.
- [4] 张健.便携式数字设备用移动电源国家标准解析[J].信息技术与标准化,2018(8):43-46.
- [5] 何鹏林,郭佩.移动电源的安全问题[J].安全与电磁兼容,2018(2):15-16+48.