

航空镉镍蓄电池低温性能研究

王家捷, 穆举国

(新乡太行电源 <集团> 有限责任公司, 河南 新乡 453069)

摘要: 分析了航空镉镍蓄电池的使用现状和要求, 论述了影响航空镉镍蓄电池低温放电性能的主要因素, 并根据试验找出了解决的方法。验证结果表明, 航空镉镍蓄电池的低温性能有了较大提高, 现在可满足环境温度 -18°C 飞机发动机的启动要求。

关键词: 镉镍蓄电池; 低温启动; 瞬时功率

中图分类号: TM912.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-7923(2003)02-0063-03

Research on low temperature performance for aircraft Ni/Cd batteries

WANG Jia-ji, MU Ju-guo

(Xinxiang Taihang Power Source <Group> Co., Ltd., Xinxiang Henan 453069, China)

Abstract: Current status and application requirements of aircraft Ni/Cd batteries were analyzed, The main factors affecting discharge performance of aircraft Ni/Cd batteries at low temperature were discussed, And the solution was obtained based on experiments. The practical applications showed that, the performances of Ni/Cd batteries at low temperatures were obviously improved. Now the batteries can meet the requirement of aircraft engine to start at -18°C .

Key words: Ni/Cd batteries; low temperature starting; instant power.

0 前言

镉镍蓄电池用于航空领域始于二次大战期间, 目前正逐步取代历史悠久的铅酸蓄电池及锌银蓄电池。航空镉镍蓄电池具有比能量高、使用寿命长、维护简便等优点, 因而得到广泛应用。目前在研制的新型飞机如 10 号工程、11 号工程、专武、JH7A 等机载应急启动电源均采用航空镉镍蓄电池。当前的航空镉镍蓄电池虽然可以满足飞机现有的启动及应急供电需求, 但其低温启动能力与实际需求差距较大, 如

国内航空镉镍蓄电池仅可满足 -10°C 启动要求, 但从各航空部队需求情况看, 最好满足 $-15^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ 启动要求。因此, 提高航空镉镍蓄电池低温启动性能可大大提高飞机的飞行作战能力和作战范围。

1 研究现状及发展趋势

目前国内外生产航空镉镍蓄电池的厂家数量较少, 主要有法国的 SAFT 公司、乌克兰的鲁干斯克电器制造研究公司等, 而国内仅有国营第七五五厂、国营第七五六厂等, 其技术水平如表 1 所示。

从目前国内外技术水平看, 航空镉镍电池技术水平最高的是法国 SAFT 公司, 其 VHP400KH 航空镉镍蓄电池在 -18°C 下, 也只能满足部份机种的启

收稿日期: 2002-06-20

作者简介: 王家捷(1965-), 男, 天津市人, 工程师。

Biography: WANG Jia-ji (1965-), male, engineer

动要求。法国 AIR8421《飞机用镉镍蓄电池组通用规范》规定:低温 -15℃ 环境下,蓄电池组以 3C A 放电至 16V, 蓄电池组放出的容量至少为额定容量的 50%; 美国 MIL - B - 26220D《飞机用镉镍蓄电池组通用规范》规定:温度 - 高度试验, 低温 -10℃ 环境

下, 蓄电池组以 0.5C A 放电至 20 V, 蓄电池组放出的容量至少为额定容量的 95%。因此提高航空镉镍蓄电池组低温环境下的启动性能, 是打赢未来战争的必要条件。国内外航空镉镍蓄电池组低温瞬时功率对比数据详见表 2。

表 1 航空镉镍蓄电池技术水平

Table 1 Technology level of aircraft Cd/Ni batteries

名称	技术指标	目前现状	发展目标	备注
SAFT 公司	低温启动	-15℃左右	-30℃	-30℃采取保温
	使用寿命	3年左右	4-5年	
鲁干斯克公司	低温启动	-5℃	-15℃	更低温度下采取保温或加温措施
	使用寿命	2年	3年	
国内厂家	低温启动	-10℃	-18℃	含贮存与使用
	使用寿命	2年	3-5年	

表 2 低温下蓄电池瞬时功率对比

Table 2 Comparison of instant power for Ni/Cd battery at low temperature

类别	瞬时功率/kW		
	-10℃	-15℃	-18℃
中国	13	11.67	5-11.5
法国 SAFT	15.5	13.8	7-12

从发展趋势看, 各国新研制机型普遍选用的是航空镉镍蓄电池, 也都在积极研制开发低温启动性能好的航空镉镍蓄电池。通过近几年开展的一些基础研究工作表明, 改进和提高航空镉镍蓄电池的低温启动能力是完全可行的。

2 电池低温启动性能研究

航空镉镍蓄电池作为机载电源, 主要用于应急启动及应急供电。从目前航空镉镍蓄电池实际装机情况看, 常规的各型电池已基本满足常温下启动放电要求, 但在低温环境下, 无法使飞机发动机正常启动。影响航空镉镍蓄电池低温启动能力的原因是: 离子导电能力下降, 电解液欧姆内阻增加, 极板极化加剧, 引起电池低温性能降低, 且温度越低, 电池性能越差。目前航空镉镍蓄电池所用的氢氧化钾电解液的密度为 1.25 ~ 1.30g/cm³, 常温下电导率是较理想

的, 但随着环境温度的降低, 电解液欧姆电阻大大增加, 其电导率随温度下降而下降, 参见表 3。

表 3 低温下 KOH 电解液电导率变化

Table 3 Conductivity changes of KOH at low temperature

温度/℃	电导率/Ω ⁻¹ cm ⁻¹
-10 ~ -20	0.27 ~ 0.18
-20 ~ -30	0.18 ~ 0.12
-40	0.08
-50	0.03

尽管现在使用的航空镉镍蓄电池在低温下以小电流放电, 仍能放出额定容量的 70% ~ 80%, 但在瞬间大电流启动情况下, 由于电阻增大, 蓄电池组电压急剧降低, 失去了低温环境下启动发动机的能力。低温下发动机启动对蓄电池电流和电压要求参见表 4。

表 4 -10℃ 环境下发动机启动所需电流和电压

Table 4 Starting current and voltage required for the engine at -10℃

环境温度	启动电流, I/A	启动峰值电压, U/V
-10℃	800 → 650 → 500 → 350 → 200 → 50	≥14

因此, 要满足我军全天候、全方位战术要求, 进一步提高航空镉镍蓄电池低温启动能力, 已是当务

之急。

除电解液外,影响电池低温放电能力的另一主要因素是金属镉电极。研究表明,当放电电流密度增加,环境温度降低时,会引起镉电极的钝化,影响镉电极的放电容量和活性物质利用率。为减少钝化,一方面要设法降低电流密度,同时要提高镉电极低温下的活性物质利用率。

另外,由于充、放电过程中正极板膨胀,使蓄电池极板状态发生变化,严重时隔膜因被压缩减少电解液储量,造成极板因局部平整度差而出现干涸点。这不仅影响常温放电,还严重影响蓄电池低温放电能力。综上所述,提高航空镉镍蓄电池低温启动能力的关键技术是:

- (a) 提高电解液低温导电性能;
- (b) 提高镉电极低温放电性能;
- (c) 稳定蓄电池极组状态,提高电池稳定性。

针对上述确定的关键技术,在以下方面开展了基础研究工作:

(1)改善电解液 -18℃温度下的导电性能

我们作了电解液改进的相关探索,其主要目的是在保持电解液原有组份的基础上,加入有效添加剂,降低电解液粘度和冰点,以提高电解液低温导电能力。具体方法是在电解液中加入有机或无机添加剂,如氯化钡、甘油、乙二醇-乙醚,以及其它添加剂。

(2)提高镉电极低温放电能力

为进一步提高镉电极低温放电性能,在现行工艺参数基础上将极板孔率提高2% - 3%,一方面使极板内有足够的电解液,减少放电时浓差极化,同时增加电极有效面积,降低放电电流密度,从而有效降低极化电阻,提高工作电压;另一方面,由于极板孔率提高,负极板容量也相应提高,镉负极活性物质利用率达到70%以上,容量密度达到500mAh/cm³以上,从而使蓄电池正负极容量比达到1:1.1以上,减少了负极板大电流放电时的电压降,起到稳定电压的作用。这是提高航空镉镍蓄电池低温放电能力的基本保证。

(3)稳定极组状态,提高蓄电池稳定性

根据对蓄电池极组状态的分析,我们调整了电池装配松紧度,并采取措施提高了极板表面平整性。调整后小电流放电性能大有改观,但电池内阻增加,大电流放电性能受到影响,为此我们采用一种高弹性材料隔膜,它不仅吸液能力强,同时由于隔膜压缩量减少而使电解液保持能力大大提高,从而保证极板处于理想状态,有助于低温下大电流放电,因此,解决好极组状态,同样也是提高电池低温大电流放电性能不可忽视的重要方面。

(4)加强工艺控制,提高极板及电池的均匀性

从日前工艺控制情况看,尽管采取了不少措施,但极板不均匀的问题仍然存在。为此,我们制定了严格控制措施,细化了工艺,加强基板孔率控制和浸渍时活性物质增重上、下限控制,这在工业化大生产技术中,是最主要的又是最难以实现的。在极板增重均匀的基础上,实现了电池容量的均匀性。目前,批量生产的GNC40电池容量差最大不超过2Ah。

通过以上基础研究,电池性能已有改进,试验电流测试结果见表5。

表5 试验电池的启动电流和电压

Table 5 Starting current and voltage of tested batteries

环境温度	启动电流/A	电压/V	备注
-18℃	800→650→500→350→200→50	≥15.5	时间:30s
-10℃	800→650→500→350→200→50	≥14	时间:30s

3 结论

通过航空镉镍蓄电池低温性能的研究,大大提高了我军战斗机的飞行作战能力,如在北方冬季,以往飞机完成飞行任务后,必须将蓄电池从飞机上卸下,以便第二天能及时执行飞行任务。而该研究成果的实施,可以使冬季环境温度达到-18℃时,不必再从飞机上取下蓄电池组。因此,提高航空镉镍蓄电池组低温启动能力,不仅可以简化维护操作程序,还可提高蓄电池组的可靠性、安全性以及战备应急能力。