

# 基于DMEA的航空地面电源车战场损伤研究

张洋铭<sup>1</sup>, 韩固勇<sup>2</sup>, 罗广旭<sup>1</sup>, 林中军<sup>1</sup>

(1. 空军勤务学院一大队, 江苏 徐州 221000; 2. 空军勤务学院航空四站系, 江苏 徐州 221000)

**摘要:** 装备的战场损伤研究是装备维修以及性能改进的重要内容。文中主要介绍了战场损伤研究方法中的损坏模式及影响分析方法, 并将此方法应用于航空地面电源车的战场损伤研究, 提出了其战场损伤的主要模式及影响分析, 并根据损伤模式提出了相应的抢修方案, 为其战场抢修工作提供了一定的指导。

**关键词:** 损坏模式及影响分析; 航空地面电源车; 战场损伤

**DOI:** 10.7643/issn.1672-9242.2013.04.030

**中图分类号:** V351.31      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2013)04-0126-04

## Battlefield Damage Research of Aerial Power Supply Vehicle Based on DMEA

ZHANG Yang-ming<sup>1</sup>, HAN Gu-yong<sup>2</sup>, LUO Guang-xu<sup>1</sup>, LIN Zhong-jun<sup>1</sup>

(1. Graduate Administrative Group, Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China;

2. Department of Aviation Four-station, Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

**Abstract:** The battlefield damage research of equipment is the important content of equipment service and performance improvement. Damage mode and effects analysis in battlefield damage research method was introduced. The analysis method was applied in battlefield damage research of aerial power supply vehicle. The mode and effects of the aerial power supply vehicle were analyzed and the corresponding maintaining method was put forward. The purpose was to provide guidance for battlefield repair.

**Key words:** DMEA; aerial power supply vehicle; battlefield damage

战场损伤(Battlefield Damage)是指装备在战场上需要排除的妨碍完成预定任务的所有事件, 战场损伤研究在装备战场抢修工作中具有十分重要的地位<sup>[1]</sup>。损坏模式及影响分析(Damage Mode and Effects Analysis, DMEA)可以对装备的损伤情况进行适当的分析和研究, 对装备战场损伤后的抢修工作进行指导。文中利用DMEA方法对航空地面电源车

进行了战场损伤研究。

## 1 DMEA简介及主要分析流程

DMEA是故障模式及影响分析(Fault Mode and Effects Analysis, FMEA)在战场环境下的延伸。DMEA指的是分析确定武器装备系统或其部件由于

收稿日期: 2013-02-15

作者简介: 张洋铭(1988—), 男, 山东烟台人, 硕士研究生, 主要研究方向为航空四站保障装备与勤务。

战斗损伤造成的损坏形式和程度的过程和技术。进行DMEA的目的是提供与特定敌对威胁机理所引起损坏的有关数据,以及损坏模式对武器装备执行任务(基本功能)的影响,为生存力设计和战场抢修研究提供依据<sup>[2]</sup>。通过分析发现设计缺陷,确定改进措施,提高装备的生存性和抢修性。降低易损性是DMEA的目的之一。

DMEA的主要流程如下<sup>[3]</sup>。

1) 确定装备执行任务的基本功能。DMEA不同于FMEA,它不需要对系统初始约定层次以下的所有产品进行分析,而是针对基本功能部件展开的。装备的基本功能是指任务阶段完成当前任务所必不可少的功能。

2) 确定完成基本功能的重要部件。重要部件指的是那些对系统的基本功能和任务有重要影响的分系统或部件。

3) 进行故障模式、故障原因以及严酷度的分析,对DMEA进行指导。在分析装备损坏模式之前要先进行故障模式分析,找出产品所有可能出现的故障模式。产品具有多种功能时,应找出每个功能全部可能的故障模式。故障原因分析是为了清楚地研究造成故障模式的直接或间接原因;严酷度分析是为了找出产品每个可能的工作模式所产生的影响,并对其严重程度进行分析,确定其严酷度类别。严酷度一般分为4类。

(1) I类(灾难的),引起人员伤亡或装备毁坏的故障。

(2) II类(严重的),引起人员的严重伤害、重大经济损失或导致任务失败的严重损坏。

(3) III类(一般的),引起人员的轻度伤害、一定的经济损失或导致任务延迟/降级的系统轻度损坏。

(4) IV类(轻度的),不足以导致人员伤亡、一定的经济损失或装备损坏的故障,但会导致非计划性维护或修理。

4) 分析损坏模式及其影响。进行DMEA时要对各重要组件进行分析,列出各自可能的损坏模式。通过对每一分系统、组件或零件的分析,确定由于它们暴露于特定威胁性作用过程而造成的所有可能的损坏模式,然后分析其对局部的影响、高一层次的影响和最终影响。

5) 提出对策建议。根据DMEA的结果,分析研

究预防、减轻、修复损伤的对策,提出从装备设计和维修保障(抢修)资源方面的建议。

综上可以得到航空地面电源车DMEA的主要流程,如图1所示。



图1 航空地面电源车DMEA流程

Fig. 1 DMEA process of the aerial power supply vehicle

## 2 航空地面电源车的DMEA过程

结合DMEA的分析流程,对航空地面电源车进行功能作用介绍和DMEA。

### 2.1 基本功能项目和功能部件分析

航空地面电源车是地面电源装备的重要组成部分,它是车载自行式电源,也称移动式发电设备。它的特点是利用车载柴油机带动发电机发电,并与本身配备的蓄电池一起通过转换、调控等措施,给飞机用电系统提供符合要求的电流,以完成飞机的地面启动和通电检查任务<sup>[4]</sup>。

航空地面电源车主要由柴油机系统、发电机系统和控制系统组成。柴油机系统又可分为曲轴连杆机构、柴油供给系统、润滑系统和冷却系统等<sup>[5]</sup>。发电机系统主要由定子和转子构成的发电机组成,而控制系统主要包括调节电压的炭片调压器和部分电气控制系统,因此可以得到某型航空地面电源车的基本项目结构树,如图2所示。

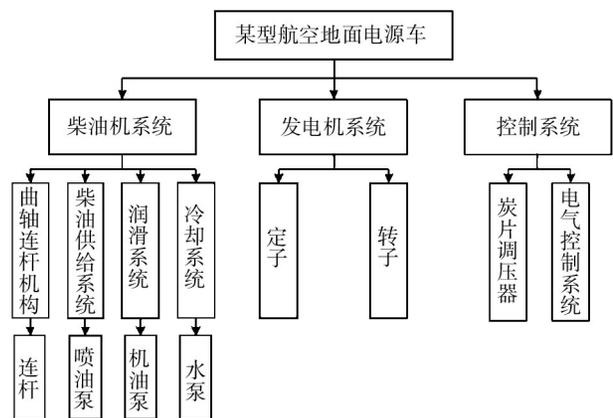


图2 某型航空地面电源车基本功能项目结构树

Fig. 2 Structure tree of the aerial power supply vehicle

## 2.2 故障模式、故障影响和严酷度分析

柴油机系统的故障模式及影响分析见表1。

发电机系统是航空地面电源车上最重要的系统之一。作为电源车电力系统的核心,发电机系统的稳定运行对地面供电保障起到至关重要的作用。一

表1 柴油机系统故障模式及影响分析

Table 1 FMEA table of diesel engine

组成	故障模式	故障影响	严酷度分析
曲柄连杆机构	不能以扭矩的形式对外做功	1)柴油机有异响 2)排烟有异常 3)突然停机	III
柴油供给系统	1)不供油或供油不均匀 2)供油量不足或过多 3)喷油压力过低或过高	1)柴油机无法起动或动力不足 2)转速不稳定 3)柴油机有异响 4)柴油机过热 5)导致“飞车”发生	II
润滑系统	1)机油压力过低 2)机油压力过高 3)机油压力不稳 4)机油温度过高	1)柴油机过热 2)突然停机 3)排烟有异常	III
冷却系统	1)冷却水温过高 2)冷却水温过低 3)冷却水箱内出现机油	1)柴油机过热 2)突然停机 3)柴油机有异响	IV

般情况下,发电机系统的故障主要发生在各电气连接部位,尤其是电刷装置和换向器等活动接触处。发电机系统的故障模式及影响分析见表2。

性逐渐变差。调压的不稳定会影响电源车的供电性能,导致电源车无法正常工作。控制系统的故障模式及影响分析见表3。

表2 发电机系统故障模式及影响分析

Table 2 FMEA table of dynamotor

组成	故障模式	故障影响	严酷度分析
定子	1)电刷温度过高 2)电刷过度磨损	1)发电机不发电	IV
		2)发电机异响	
		3)发电机过热	
		4)发电机电压低	
转子	1)换向器表面烧蚀 2)换向器过热 3)电枢绕组短路	1)发电机不发电	IV
		2)发电电压低	
		3)发电机过热	

控制系统的常见故障主要发生在炭片调压器和部分电气控制系统上。炭片电压调节器是一种电磁式调压装置,通常称为炭片调压器。它能够根据输入信号的变化自动调整炭片电阻值,从而使受控电路的电流变化。在使用过程中,炭片调压器的稳定

表3 控制系统故障模式及影响分析

Table 3 FMEA table of controlling system

组成	故障模式	故障影响	严酷度分析
炭片调压器	1)调压不稳定 2)不能调压	发电机输出电压不稳	IV
部分电气控制系统	1)无输出电压 2)输出电压过高	1)发电机不发电	IV
		2)发电机输出电压过高	

## 2.3 制定DMEA表

损坏模式是指由于战斗所造成装备损坏或损伤的表现形式<sup>[6]</sup>。DMEA中的损坏模式特指在战场环境中由于敌对行动而引起的损伤形式,不包含其他非战斗损伤形式。常见的损坏模式主要有穿透(穿孔)、分离(脱落)、震裂、裂缝、卡住、变形(压坑、弯

曲、膨胀)、燃烧烧毁、爆炸、电击穿、断路、化学污染、核污染等。通过确定航空地面电源车的基本功能项目,可以得到那些受到损伤将对电源车功能造成严重损害、对作战任务和安全生产产生致命性影响的

项目,通过对其故障模式和故障影响的分析,也可以对电源车的损伤模式和影响分析起到指导作用。经过实际分析可以得到航空地面电源车DMEA表(缩编),见表4。

表4 某型航空地面电源车DMEA表

Table 4 DMEA table of the aerial power supply vehicle

代码	产品或功能标志	功能	故障模式	故障原因	任务阶段与工作方式	严酷度类别	损坏模式	损坏影响			抢修建议
								局部影响	高一层次影响	最终影响	
1	连杆	对外做功	无法正常做功	磨损	供电全过程	Ⅲ	断裂	连杆丧失功能	柴油机异响	突然停机	更换
2	喷油泵	将柴油喷入气缸	供油不足	柱塞偶件磨损	供电全过程	Ⅱ	破孔	漏油	转速不稳	柴油机飞车	用预制补片粘接
3	机油泵	泵油润滑	不能泵油	泵体磨损	供电全过程	Ⅲ	裂缝	漏油	磨损严重	无法供电	用预制补片粘接
4	水泵	泵水冷却	柴油机温度过高	叶轮与轴松动	供电全过程	Ⅳ	变形	泵水不足	柴油机过热	停机损毁	更换
5	定子	发电机发电	发电机过热	电刷温度过高	供电全过程	Ⅳ	部件受震松动	绝缘磨损	电腐蚀	损坏发电机	加固
6	转子	发电机发电	发电机不发电	换向器烧蚀	供电全过程	Ⅳ	裂缝	转子断裂	发动机损毁	无法供电	粘接更换
7	炭片调压器	调节电压	输出电压不稳	调压不稳	供电全过程	Ⅳ	弹簧震断	衔铁失控	调压失控	无法供电	

### 3 结语

DMEA是武器装备战场损伤研究的重要方法,通过分析DMEA在航空地面电源车上的应用,得到了航空地面电源车的DMEA表,为航空地面电源车的战场损伤维修工作提供了宝贵的意见、建议。下一步工作应继续对该型装备进行深入分析,全面考虑其损伤模式及损伤影响,将详尽的DMEA表制成抢修手册,在相关单位中普及推广,为该装备的战场抢修工作提供指导。

### 参考文献:

- [1] 李建平,石全. 装备战场抢修理论与应用[M]. 北京:兵器工业出版社,2000.
- [2] 甘茂治,康建设,高崎. 军用装备维修工程学[M]. 北京:国防工业出版社,2007.
- [3] 王润生,刘利,王志成. 战场损伤分析过程及其应用[J]. 军械工程学院学报,2003,15(2):14—19.
- [4] 胡连桃,冯仁斌. 航空四站保障学[M]. 徐州:徐州空军学院出版社,2007.
- [5] 汪德斌. 航空地面电源[M]. 北京:兵器工业出版社,1998.
- [6] 丁潇,陈亚洲. 战场复杂电磁环境的仿真与构建方法研究[J]. 装备环境工程,2011,8(1):33—36.