

断路器抗冲击性能考核试验时的安装方向选择

颜东升, 王一飞, 朱宜生

(中国船舶重工集团公司第723研究所, 江苏 扬州 225001)

摘要: 舰艇设备的抗冲击能力是其作战性能的重要指标之一, 对于其装舰前的冲击试验考核是环境试验的一项重要内容, 在无法明确设备在舰上安装方式和方向时, 考核应模拟最严酷的工作条件和船上可能使用的安装方法, 以船用典型断路器为例, 简要描述了冲击条件下最严酷安装状态的分析选择过程, 以期作为其它舰用设备冲击考核试验所选试验工况的参考。

关键词: 舰艇设备; 冲击试验; 安装方式和方向; 典型断路器; 最严酷安装状态

中图分类号: U674.7 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)05-0079-04

Installation Direction Selecting for Inspection Test of Anti-Strike Performance of Circuit Breaker

YAN Dong-sheng, WANG Yi-fei, ZHU Yi-sheng

(No. 723 Institute of CSIC, Yangzhou 225001, China)

Abstract: Anti-strike ability of shipborne equipment is one of the important specifications of combat performance. The inspection test before installation is an important item of environment test as well. If installation method and direction of equipment onboard can not be identified before hand, the inspection test should be performed at worst condition and by probable installation method. Taking typical circuit breaker as example, this paper introduced the analysis and selection of worst installation condition in strike condition briefly. The purpose was to provide reference for selecting test condition of anti-strike inspection test for shipborne equipment.

Key words: shipborne equipment; strike test; installation method and direction; typical circuit breaker; worst installation condition

舰艇设备的抗冲击能力是其作战性能的重要指标之一, 对舰艇的生命力和战斗力都具有重要的贡献。第二次世界大战中大量的战例、1980年以来美国 Uss Cole 号等 5 艘舰船遭受恐怖袭击等诸多实例

真实地再现了水下爆炸造成的冲击对于舰艇结构、机械设备、电子系统以及舰员所产生的巨大危害。

为此, 国内外一向重视提高舰船设备抗冲击能力的工作, 以美国、北约等为首的西方军事强国和组

收稿日期: 2012-08-01

作者简介: 颜东升(1956—), 男, 江苏金坛人, 工程师, 主要从事环境与可靠性试验方面的研究。

织十分重视提高舰艇的抗冲击能力,并在该领域投入了大量的人力和物力。通过长期持续的工作,美、欧等逐步形成了比较完整配套的舰艇抗爆抗冲击标准规范体系,其中设备抗冲击标准包括美国的 MIL-S-901 系列^[1]和西德 BV 043 系列。

国内现有的舰船设备冲击性能考核标准为 GJB 150.18—86“军用设备环境试验方法——冲击试验”^[2],该标准主要参照美国的相关标准,规定了不同质量、不同抗冲击等级和不同船体安装部位的舰船设备采用不同的冲击考核装置进行冲击考核试验,其中规定 120 kg ~ 2.7 t 的舰船设备必须按照船体安装方式和方向在强碰撞中型冲击机上进行水平安装垂向冲击和倾斜 30° 安装垂向冲击两组共 6 次冲击试验,考核通过后方能装舰。这是因为对于水面舰船而言,水中非接触爆炸载荷主要导致船体承受垂向和横向复合冲击载荷,其中又以垂向冲击载荷为主,因此需要进行两种工况的冲击试验;而设备的安装方式和方向直接导致传递至设备安装基础的冲击载荷形式和方向发生变化,从而对设备的抗冲击性能产生一定的影响。为了模拟这种影响,需要维持设备在舰船上的实际安装方式和安装方向,当安装方向和安装方式不确定时,需要通过分析选择受力最严酷的方向和安装方式进行冲击考核试验。

文中以船用典型断路器在冲击机上进行冲击考核试验的工况选取为例,简要描述了冲击条件下最严酷安装状态的分析选择过程。

1 试验对象

试验对象为某舰用交流高分断框架断路器。其在船上的安装方向如图 1 所示,质量为 255 kg,外观如图 2 所示。

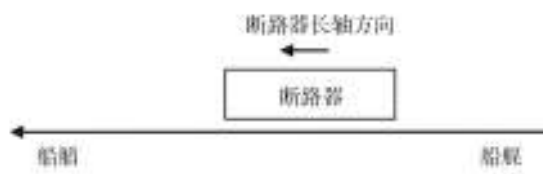


图 1 断路器在船上的安装方向示意

Fig. 1 Sketch map of onboard installation direction of circuit breaker



图 2 断路器外观

Fig. 2 Appearance picture of circuit breaker

断路器主触点的触头结构如图 3 所示。根据要求,在最严酷的状态下,断路器闭合状态冲击时要求触头瞬时断开,不超过 20 ms;断路器处于断开状态冲击时要求触头不能闭合。

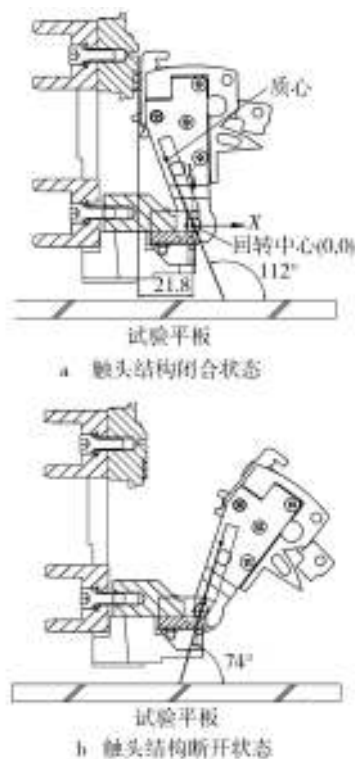


图 3 断路器主触点触头结构闭合和断开状态示意

Fig. 3 Sketch map of open and close state of main contact structure in circuit breaker

根据 GJB 150.18—86《军用设备环境试验方法》,该断路器属 A 级、甲类、I 类设备,试验类型为整机试验,根据军标要求,采用中型强碰撞冲击机进行冲击考核试验。由于只知道该设备刚性水平安装

在船体结构支撑上,并且断路器长轴与船舶艏方向平行,不知道断路器的前面板是指向舷侧还是指向船体中纵剖面,因此在进行试验考核时,存在安装方向的选取。

2 试验工况的选取分析

根据要求,试验时断路器的安装条件分为两组,

即水平安装工况和倾斜 30° 安装工况。水平方向安装时,由于冲击载荷垂直向上(如图4所示),安装方向的选择对冲击性能没有影响。因此,在满足中型强碰撞冲击机的安装条件下,断路器的安装方向可以任意选择,试验工况见表1。

在倾斜 30° 安装条件下,根据断路器前面板指向舷外侧方向或指向船中纵剖面方向不同又可以分为两组,分别如图5、图6所示。

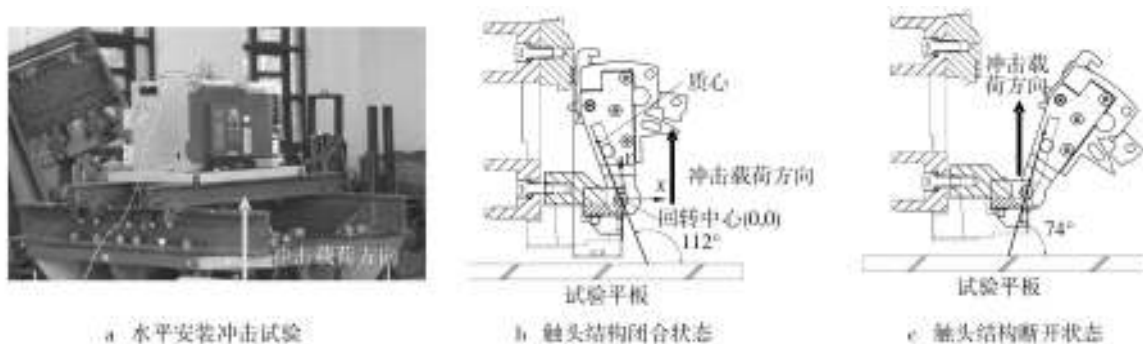


图4 断路器水平安装工况及主触头状态

Fig. 4 Horizontal installation of circuit breaker and state of main contacts

表1 试验工况

Table 1 Test condition

安装工况	冲击序号	锤高/cm	砧台行程/cm	备注
水平安装	1	30	7.6	主触头闭合
	2	60	7.6	
	3	60	3.8	
	4	30	7.6	主触头断开
	5	60	7.6	
	6	60	3.8	

从图5中可以看出,在触头结构闭合状态下,由于增加了 30° 安装架,使得动触头回转中心至动作部件质心连线与水平线的夹角从 112° 增加至 142° ;在触头结构断开状态下,动触头的回转中心至动作部件质心连线与水平线的夹角从 74° 增加至 102° 。

从图6中可以看出,在触头结构闭合状态下,由于增加了 30° 安装架,使得动触头回转中心至动作部件质心连线与水平线的夹角从 112° 减少至 82° ;在触头结构断开状态下,动触头的回转中心至动作部件质心连线与水平线的夹角从 74° 减少至 34° 。

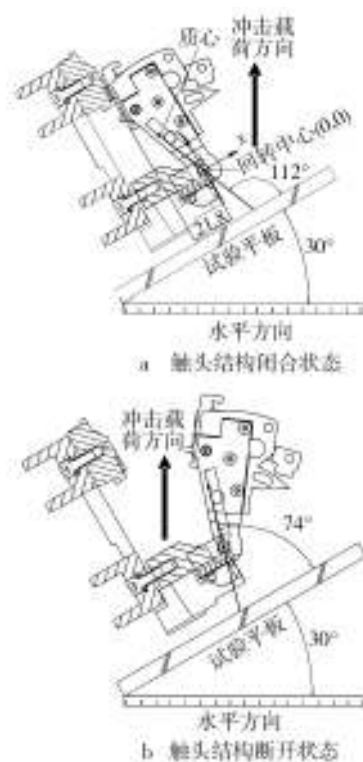


图5 断路器面板指向船体中纵剖面时断路器倾斜 30° 安装工况

Fig. 5 30° incline installation status of circuit breaker when breaker face points to middle vertical section of ship

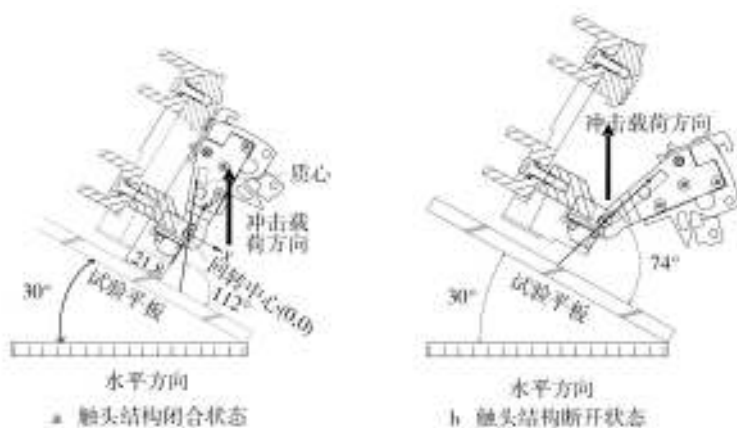


图6 断路器面板指向船舷侧外板时断路器倾斜30° 安装工况

Fig. 6 30° incline installation status of circuit breaker when breaker face points to side board of shipboard

从图5和图6分析可以看出,两种安装方向和两种触头状态形成的四种组合中,图5a所示触头结构闭合状态和图6b所示的触头结构断开状态最为严酷。在图5a条件下,虽然通过动触头传递到静触头结构上的冲击弯矩有所增加,但由于静触头结构较强,能够满足冲击要求。以往在中型强碰撞冲击机上的冲击试验考核结果也证明这点;在图6b所示的触头结构断开状态,相比水平冲击工况,由于动触头回转中心至动作部件质心连线与水平线的夹角的变化,导致动触头冲击动弯矩增加倍数达到 $\cos 34^\circ / \cos 74^\circ = 3$,如考虑基础冲击载荷的增加,则动触头冲击动弯矩的增加还会更大。鉴于此,综合分析确定图6的工况作为倾斜30° 安装条件下的最危险工况。试验工况见表2,试验工况对应的安装图片如图7所示。

表2 试验工况

Table 2 Test condition

安装工况	冲击序号	锤高/cm	砧台行程/cm	备注
倾斜30° 安装(断路 器面板指 向船舷侧 外板)	7	40	7.6	主触头闭合
	8	70	7.6	
	9	70	3.8	
	10	40	7.6	主触头断开
	11	70	7.6	
	12	70	3.8	

3 结论

在无法确认装舰设备在舰上的安装方式和工



图7 断路器面板指向船舷侧外板时断路器倾斜30° 安装工况

Fig. 7 30° incline installation status of circuit breaker when breaker face points to side board of shipboard

作条件时,需要针对装舰设备可能的安装工况进行比较细致的计算和分析,必要时还须通过相关的试验验证,以便能够确认最恶劣的冲击条件。以船用典型断路器的冲击考核试验工况选择为例,简要描述了冲击条件下最严酷安装状态的分析选择过程,分析过程还参考了该型断路器以往的冲击考核试验结果,其分析过程和思路期望能够为其它舰用设备冲击考核试验所选试验工况作参考。

参考文献:

- [1] MIL-S-901D, Shock Tests, High Impact Shipboard Machinery, Equipment and Systems, Requirement for[S].
- [2] GJB 150.18—86, 军用设备环境试验方法 冲击试验[S].