

The U.S. Military Directives, Instructions, Standards, Test Operations Procedure about Nuclear Electromagnetic Pulse Research

Hanliang Feng, Beiyun Sun

Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an Shaanxi
Email: fenghanliang@nint.ac.cn

Received: Dec. 25th, 2017; accepted: Jan. 5th, 2018; published: Jan. 12th, 2018

Abstract

Research on arms and equipment survivability in nuclear environment is an important work of the U.S. military, and nuclear electromagnetic pulse protection is a main part of this work. The U.S. military started studying these problems since many years ago, and made a great progress. In order to guide this research, the U.S. military issued series of documents about electromagnetic pulse, just like DoD Directives, DoD Instructions, environment & effects requirements, hardening/protect standard, test standard, arms and equipment survivability test operations procedure in nuclear electromagnetic pulse environment. They are all introduced in this article.

Keywords

Nuclear Electromagnetic Pulse Environment, Directives, Instructions, Standard, Test Operations Procedure

美军有关核电磁脉冲研究的指令、指示、标准及试验操作规程

冯寒亮, 孙蓓云

西北核技术研究所, 陕西 西安
Email: fenghanliang@nint.ac.cn

收稿日期: 2017年12月25日; 录用日期: 2018年1月5日; 发布日期: 2018年1月12日

摘要

核环境中武器装备的生存能力研究是美军的一项重要工作, 抗核电磁脉冲防护是其中一项重要内容。美军很早就在这一领域开展了相关研究, 并取得了丰富的成果。为了指导相关工作开展, 美军颁布了较为系统的指导性、技术性文件。本文主要介绍了美军有关核电磁脉冲的指令性文件、环境与效应要求、加固/防护标准、试验标准、电磁脉冲环境下武器系统生存能力试验操作规程。

关键词

核电磁脉冲环境, 指令, 指示, 标准, 试验操作规程

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着电子器件和系统的大量应用, 各种新型武器装备对电磁辐射也越来越敏感, 其面临的核电磁脉冲(Nuclear Electromagnetic Pulse, NEMP)环境威胁日益凸显。伴随着这种环境威胁的加重, 武器装备 NEMP 考核也趋于严格, 必然催生更严格的测试技术和加固防护技术的需求与发展, 需要更加明确、合理的政策、方针来指导此项工作, 也需要新的符合更高环境要求的试验设施。

美军历来重视武器装备的核电磁脉冲威胁研究工作, 先后颁布、更新了涉及核生存能力与电磁环境效应(E3)的国防部指令(DoD Directives, DODD)和指示(DoD Instructions, DODI), 并制定和更新标准要求以及试验操作规程, 以明确其在这两个领域工作的政策、方针、试验方法、程序, 满足武器装备抗 NEMP 加固和 E3 研究需要。

2. 美军 EMP 相关指令与指示

2.1. 国防部指令

DODD 是美国国防部的基本政策文件, 是针对总统和国防部长所关心的特定问题给出的政策指南, 明确了国防部长办公室及其附属机构的职责。

涉及核生存能力与 E3 的指令主要有 DODD 5000.1《国防部采办系统》、DODD 3222.3《国防部电磁环境效应计划》等。

DODD 5000.01 [1]是核武器效应研究界熟悉的一份指令性文件, 是美国国防部武器装备采办的最重要的指令, 统揽国防部采办工作全局, 规定装备采办的政策方针和主要采办官员的职责。该指令中明确指出: “采办管理者应当为美国军队提供安全、可靠、可互操作、能够与电磁频谱环境相兼容的, 并且能够通过通用信息技术基础设施进行通信的系统和体系……”。

DODD 3222.3 [2]是国防部 2004 年 9 月更新的有关 E3 工作的指令性文件, 以确保陆海空天基的电气与电子系统、子系统、设备能够在自然与人为电磁环境中实现电磁兼容并进行有效的 E3 控制。该指令规定所有的电气与电子系统(不仅仅包括须完成任务的关键系统), 都应满足 HEMP(High Altitude Electromagnetic Pulse)生存能力要求[3], 鼓励设计人员同步考虑各类 E3 防护设计, 以降低 E3 防护成本。

2.2. 国防部指示

DODI 是美国国防部指令的执行办法和补充细化。

为了贯彻 DODD 5000.1, 美国国防部颁布了 DoDI 5000.2《国防部采办系统运作办法》。其中心内容是构建国防采办的管理过程, 用以指导国防采办工作的运作。参谋长联席会议主席也颁布了指示 CJCSI 3170.01F。根据这一指示, 各军种也都以法规的形式确立了相关的贯彻性文件, 即各类指示。涉及 EMP 的相关指示包括 DODI 3222.3《国防部电磁环境效应计划》、DODI 3150.09p《化学、生物、辐射与核(CBRN)生存能力政策》、AR 70-75《陆军人员与装备生存能力》、OPNAVINST 3401.3B《海军及海军陆战队系统核生存能力政策》、AFI 10-2607《空军化学、生物、辐射与核生存能力》等文件。

DODI 3150.09p

DODI 3150.09p [4]是美国国防部根据 DODD 5000.1、DoDI5000.2 等指令与指示制定的关于化学、生物、辐射与核生存能力政策。该指示规定, 可通过加固、策略、技术、程序等手段来确保 CBRN 任务关键系统在其全寿命周期内具备化学、生物、辐射或核环境中的生存能力。对于核指挥控制系统设施与装备中的 CBRN 任务关键系统必须经过抗核加固, 并实施持续的加固监视与维护计划。

DODI 3222.3

DODI 3222.3 [5]是国防部于 2006 年颁布的贯彻 DODD 3222.3 的执行程序。2015 年 1 月, DODI 3222.3 又进行了修订。该指示规定, 为减缓 HPM、EMP 的影响, 应在军用系统、平台、子系统以及装备的全寿命周期内贯彻执行相关要求。信息表明, DODI 3222.3 将成为美国未来核武器效应生存能力计划中的重要支撑文件[3]。

AR 70-75

AR 70-75 [6]是陆军贯彻核武器效应生存能力(包括 HEMP)工作的指示。自 1960 年开始, 美国陆军核武器效应生存能力工作中就包含了 HEMP 生存能力的内容。目前, HEMP 生存能力已成为一项作战要求。为贯彻 DODI 5000.2 和《国防采办指南》中规定的生存能力要求, 保证系统、人员、装备、支援在全寿命周期内具备持久的战斗力和效能, AR 70-75 规定了陆军作战生存能力政策、职责、程序。其中明确要求, 被列为关键部件或产品的电子设备, 其应具备在 HEMP 环境中的生存能力; 被列为关键部件或产品的武器系统(包括对于执行任务来说属于关键性/重要性装备/部件), 应当具备在源区电磁脉冲(SREMP)环境中的生存能力。商用器件/非开发产品(COTS/NDI)的使用也应遵循此项要求。图 1 为典型的(美国陆军)核/HEMP 生存能力计划流程图。

OPNAVINST 3401.3B

OPNAVINST 3401.3B [7]《海军及海军陆战队系统核生存能力政策》是 2012 年美国海军颁布的海军作战指示。该指示将海军武器装备的电磁脉冲生存能力被列为三大核生存能力之一(核环境生存能力、核电磁脉冲或 HEMP 加固、非核生存能力或加固), 明确要求武器必须在电磁脉冲环境中持续工作并能够完成任务, 应能够支持战略或战术任务。涉及的部件或系统包括火控雷达、武器控制部件、作战任务计算机、C4I 设施、关键舰船服务系统等。

AFI 10-2607 [8]

为了贯彻空军政策指令 AFPD 10-26《反大规模毁灭性武器体系》, 美国空军制定了空军指示 AFI 10-2607《空军化学、生物、辐射与核生存能力(CBRN)》。它为定义、开发、记录、验证和实施 CBRN 生存能力要求制定了指南和程序, 为指定的“CBRN 任务关键系统/基础设施”制定了报告要求。要求空军通过加固、及时补给、冗余度、缓和(即战术、技术和程序)或其组合, 确保空军“关键系统/基础设施”具备所需的 CBRN 生存能力。各司令部必须确保 DoDD S-5210.81《美国核武器指挥与控制、安全

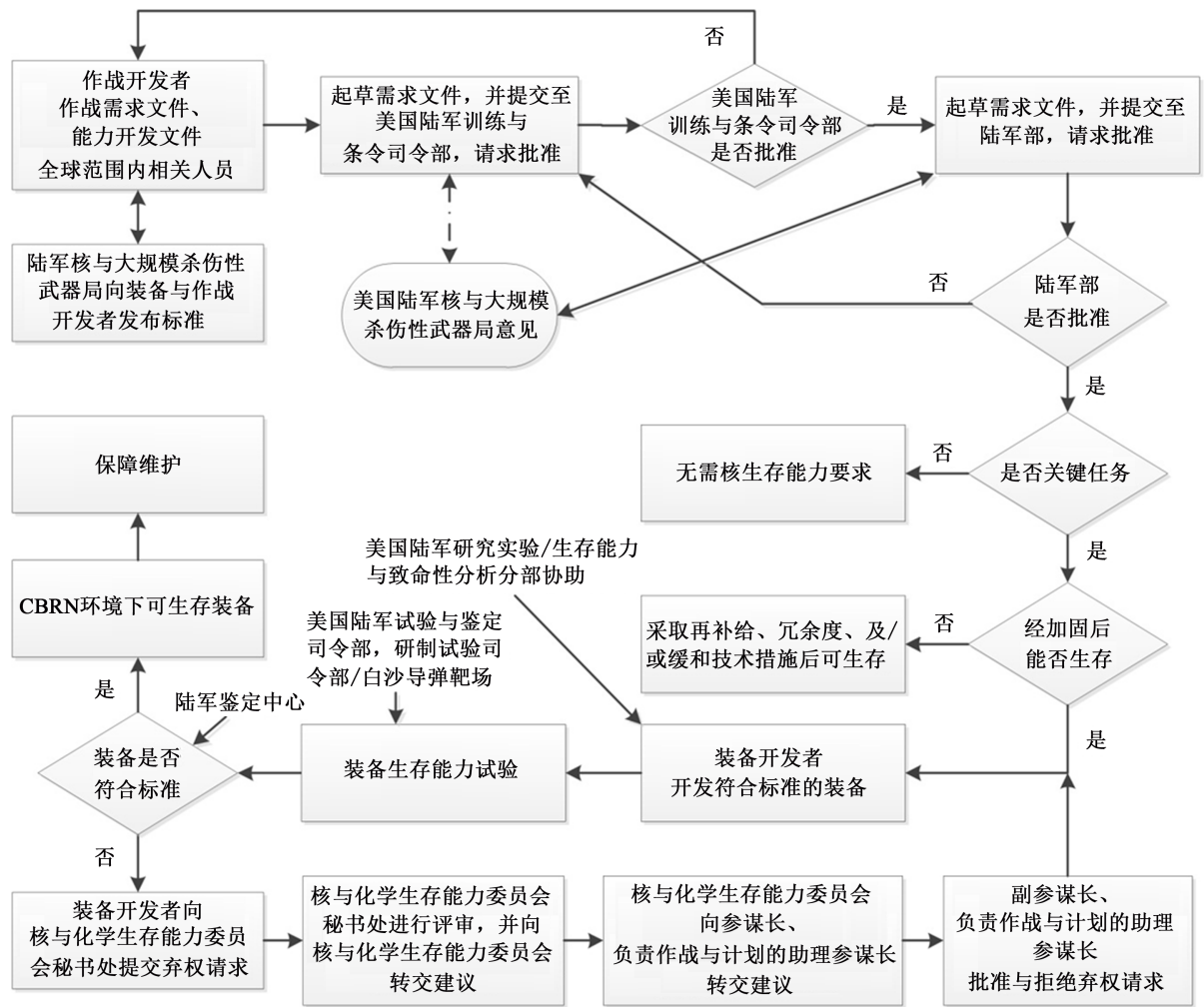


Figure 1. Typical (US Army) nuclear/HEMP survivability program flow diagram [3]

图 1. 典型的(美国陆军)核/HEMP 生存能力计划流程图[3]

与安保(即核指挥与控制(NC2)系统, 及相关设施与设备)》所列出的核系统与基础设施经过加固, 足以抵抗核攻击, 并拥有适当且持续的核加固保证或加固维护/监测计划。

3. 美国 EMP 军用标准

美国在 EMP 理论、实验研究领域和实际应用方面具有世界领先水平。美国国防部国防威胁降低局作为国防部指定的电磁脉冲生存能力评估卓越中心, 长期负责电磁脉冲领域的相关研究, 负责编写、制定、更新涉及电磁脉冲的军标、手册等[9] [10], 主要涉及陆、海、空等各类系统、装备, 未来可能还会颁布涉及空间环境或系统的标准[11]。

总体来看, 美军标主要涉及 HEMP 环境及效应要求、分系统/设备抗 EMP 要求与试验方法、武器系统的 HEMP 防护要求及验证方法等三方面的技术内容, 相关的手册给出设计指南, 并依据这些标准实现武器系统的 HEMP 环境要求[12] [13]。美国军用 HEMP 标准见表 1。

1) 环境及效应要求

标准的 HEMP 环境与时间关系密切。核爆炸产生的真实 HEMP 环境分类常常根据核武器本身的设计细节以及与武器发展相关的一些假设。20 世纪 60 年代至今, 有不少美军标, 如 MIL-STD-2169C、

Table 1. US military HEMP standards, handbooks
表 1. 美国 HEMP 军用标准、手册

标准编号: 制定/更新时间	标准名称	分类	主要内容
MIL-STD-2169C: 2012	HEMP 环境	环境要求	保密 对 HEMP 波形(E1, E2 和 E3)进行了详细定义。 可参考 MIL-STD-464 和 MIL-STD-188-125。
MIL-STD-464C: 2010	系统电磁环境 效应要求	环境及效应要求	非保密 参考 MIL-STD-2169 和 IEC 61000-2-9, 给出 E1, E2 和 E3 波形的时域特性, 提出了设备和系统对于 EMP 的兼容性要求, 并以 MIL-STD-188-125-1/2 作为底层标准支持。
MIL-STD-461G: 2015	分系统和设备的 电磁干扰特性控制需求	环境要求、 加固/防护要求、 分系统/设备级 试验方法	非保密 采用了 IEC 61000-2-9 中定义的 HEMP 早期波形。 在 RS105、CS115 和 CS116 部分给出 设备/分系统的抗 HEMP 能力要求和测试方法。
MIL-STD-3054 (制定中)	大气层内/外综合 核环境军用标准	环境要求	保密 为确保地基、机载、导弹、海军武器系统等 能够在核环境中正常工作, 制定了一个 综合的核爆大气环境标准。
MIL HDBK 423: 1996	固定和移动地基设施 的 HEMP 防护 第一卷: 固定设施	加固/防护要求、 试验方法	保密 执行关键、紧急任务的固定地基设施的 HEMP 防护项目的计划、管理、后勤保障和数据要求 以及对作战系统和作战设施的加固维护/加固监视 要求。本手册与 MIL-STD-188-125 结合使用。
EP 1110-3-2: 1990	设施的电磁脉冲与 TEMPEST 防护的 工程与设计建议	加固/防护要求、 试验方法	非保密 用于设计、建造、维护关键任务设施, 如指挥、控制、通信、情报网络等。 也包括有关现有建筑的增建、升级、翻新。
MIL-STD-1310H: 2009	有关舰船 EMI, EMP 缓和、安全的接地、 搭接与其他技术	加固/防护要求	非保密 适用于金属和非金属船体, 应用于舰船的 建造、检查、改装和维修过程。
MIL-STD-1766B: 1994	洲际弹道导弹武器系统 单元的加固设计、加固 界面控制、设施加固以及 加固的研究、分析与试验	加固/防护要求	非保密 对洲际弹道导弹武器系统单元的加固设计、 加固界面控制、设施加固以及加固的研究、 分析与试验等都方面明确列出了 EMP 加固要求。
MIL-STD-3023: 2011	军用飞机的 HEMP 防护	加固/防护要求	保密 确定了军用飞机所具备的 I、II、III 三个等级 核电磁脉冲生存能力对设计裕度、性能指标、 测试草案的要求。该标准适用于支持多重任务 的飞机。同时, 被指定为任务关键子系统且有 HEMP 生存能力要求的飞机子系统, 应全面遵循该标准。该标准也适用于 该标准中未提及的无人机等平台。
MIL-STD-4023: 2016	海军水面舰艇的 HEMP 防护	加固/防护要求	保密 为应对 HEMP 威胁环境带来的海军资产、 装备的功能翻转或损伤, 给出了基于 性能的防护标准规范。相关的 HEMP 防护子系统可通过授权采购和生产, 但设计需求必须符合基于性能的要求和标准。
MIL-STD-188-125-1/2: 2008	执行关键、紧急任务的 地基 C4I 装备的 HEMP 防护	加固/防护要求、 系统级试 验验证方法	非保密 美国国防部接口标准。地基固定系统 和地基移动系统的 HEMP 防护技术 要求和设计目标, 分为两部分: 第一部分为固定设施的 HEMP 加固; 第二部分为移动系统的 HEMP 加固。

MIL-STD-461G、MIL-STD-464C 及其它民用标准等对 HEMP 波形进行了定义, 并更新多次。其中保密标准 MIL-STD-2169 详细描述了 HEMP 波形的组成部分(E1, E2 和 E3), 并指出所有满足 HEMP 要求的军事系统必须使用这些环境标准。

2) 加固/防护标准

HEMP 加固/防护设计标准使系统的加固程序正式化, 并为加固/防护设计提供经过慎重考虑的加固设计基础。通常, HEMP 防护的设计基础在很多方面与 EMC 中用到的类似, 包括静电防护、闪电防护。然而, 在 HEMP、闪电与其它电磁兼容现象在系统瞬态电磁相互作用方面, 仍然存在一些很重要的不同点。这就要求 HEMP 加固/防护设计需要考虑一些特殊的要求, 从而给制定 HEMP 加固/防护设计标准带来一些特殊性和挑战。这些标准通常涉及的范围很广, 包括受保护设备的特殊部件具体性能水平以及更为普遍的接地、搭接技术指导等等。

以洲际弹道导弹为例, 20 世纪 80 年代开始, 美军在洲际弹道导弹武器装备采办过程中, 实施全系统、全寿命的抗核加固工作, 先后颁布了多项关于洲际弹道导弹抗核加固及生存性相关的标准文件, 目前能查到的美军抗核加固及生存性相关的标准主要包括: 指导全武器系统、全寿命周期开展抗核加固工作的顶层标准; 规范和指导抗核武器效应设计、试验、验证的技术标准; 规范和指导抗核加固工作相关技术文件编写的指导性标准。目前, 只有 MIL-STD-1766B: 1994《洲际弹道导弹的抗核加固与生存能力要求》[14]为现行有效标准, 且是美军弹道导弹抗核加固领域为数不多的几个公开标准之一, 其余标准均已经废止或被其他标准取代[15]。

美军标 MIL-STD-1766B 对洲际弹道导弹武器系统单元的加固设计、加固界面控制、设施加固以及加固的研究、分析与试验等都方面明确列出了 EMP 加固要求。MIL-STD-1766B 完善了全系统、全寿命的抗核加固和生存性工作机制, 涵盖了武器系统设施、不动产中安装的设备、装配和检验中安装的硬件以及维修保障设备的抗核加固工作要求。同时对非开发产品和政府提供的设备, 特别是商用产品的抗核加固及生存性提出了工作要求。对承包商、保障和使用司令部等都提出了明确的抗核加固和生存性职责, 覆盖了所有构成整个武器系统技术活动的抗核加固和生存性工作要求。

3) 试验标准

HEMP 试验标准大致可分为系统级、分系统/设备级试验方法, 可为效应试验、测量、仪器操作、校准提供指南。所有这些试验标准都简化到针对 HEMP 相互作用及耦合过程的某一特定范围, 并只单纯地关注 HEMP E1 环境[13]。通常, 系统/设备级的试验需要在实用性和承受能力之间谋求折中方案。指导试验的阈值和试验波形也通常源于对模拟 HEMP 环境与真实军用系统耦合的实际测量分析结果。

美军标的不断更新, 也正显示出其理论和技术水平的不断提高, 其中的 EMP 技术参数和测试标准已得到众多国家的普遍认可和应用[16], 如北约及相关国家 HEMP 军用标准等见表 2。

4. HEMP 试验操作程序与方法

为了指导和规范 EMP 环境下的试验, 除以上军用标准外, 美军还制定了甚为详细的相关试验操作程序。这些试验操作程序指出了在各种不同 EMP 环境及目的下, 针对陆海空天装备以及军械的试验计划、设备仪器安置及操作要求、试验条件、试验执行步骤、数据采集、结果分析方法及要求等。这些操作规程与 MIL-STD-464 和 MIL-STD-2169 等军标共同为国防部 EMP 研究提供指导。具有代表性的 EMP 试验操作规程见表 3。这些规程都是为适应近年来日益复杂的 EMP 环境而在 2008 年后陆续制定或更新的。

以 TOP-1-2-511A 为例[17][18], 该试验操作规程替代了 70 至 90 年代使用的 TOP 1-2-511、TOP 1-2-512、TOP 6-2-560, 并于 2013 年更新, 是美国陆军白沙导弹靶场为验证武器装备电磁环境适用性而制定的一套试验操作规程, 规定了电气电子系统、设备、装置应进行电磁环境试验的项目、要求及方法等内容,

Table 2. NATO & related nations military HEMP standards, handbooks
表 2. 相关国家 HEMP 军用标准、手册

国别	标准编号: 制定/更新时间	标准名称	分类	主要内容
北约	NATO AEP 4: 1991	军事装备与设施的核生存能力标准	环境要求	保密(已废止) 参照军标 STANAG 4145。涵盖了 HEMP 在内的所有核武器效应环境。附件中为陆、海、空军装备提出相关要求。
北约	NATO STANAG 4145 Amd.2: 2002	军事装备与设施的核生存能力标准 AEP-4	环境要求、加固/防护要求	非保密 北约国家所接受的 AEP-4 标准, 定义了军事装备与设施的核生存能力方法、标准。涵盖了 HEMP 在内的所有核环境。
北约	NATO AECTP 250: 2014	电气与电磁环境条件	环境要求	非保密 涵盖了 HEMP、SREMP 和 SGEMP 环境。参考了 STANAG 4145 和 IEC 61000-2-9。
英国	Def Stan 59-411, Part 2: 2014	电磁兼容第 2 部分: 电力、磁与电磁环境	环境要求	非保密 参考了 AEP-4/Def Stan 08-4 和 IEC 61000-2-9。
英国	Def-Stan-08-4 Part 1: 2010	核武器爆炸效应与加固-第 1 部分: 核武器爆炸产生的环境	环境要求、加固/防护要求	保密 涵盖了 HEMP 在内的所有核武器效应环境。第 5 章介绍了 HEMP 环境, 参考了 NATO AEP-4。
德国	DIN VG 95371-10: 2014	含 EMP 和雷电的 EMC 防护基础 第 10 部分: 威胁级 NPMP 与雷电	环境要求	保密 给出了 NEMP 和闪电环境的相似性与区别。
北约	NATO 1460-3: 1998	GMP 工程应用手册	加固/防护要求	非保密 俗称“绿皮书”。给出了关于屏蔽性能、波导与孔洞、穿透、电缆屏蔽与接地的详细指南。
英国	Def Stan 59-411, Part 5: 2014	电磁兼容 第 5 部分: 三军设计与安置的实践准则	加固/防护要求	非保密 统一的电磁环境方法中关于 HEMP 的设计要求, 适用于安装在空中平台、地基载具、水面舰艇及潜艇上的电子装备与装置。
德国	DIN VG 96907-1 and 2:2013/2011	NEMP 和雷电防护—设计指南与防护装置	加固/防护要求	非保密 该标准给出使用 EMP 与雷电防护装置的特殊设计指南。分为两个部分。第 1 部分: 基本原理; 第 2 部分: 不同应用的特性
北约	NATO AECTP 500: 2016	电力、磁与电磁环境—电磁环境效应试验与验证	系统级、分系统/设备级试验方法	非保密 该标准中的试验方法源于 MIL-STD 461。该标准含 6 个文件, 给出了 E3 实验要求及规程, 为陆、海、空、天系统及相关军械建立了 E3 界面要求和验证标准, 确保武器平台、系统、子系统以及装备符合电磁兼容要求。
英国	Def Stan 59-411, Part 3: 2014	电磁兼容第 3 部分: 试验方法与设备与分系统限制	分系统/设备级试验方法	非保密 给出了测量电磁兼容特性的优先技术, 以限制经传导或辐射而传播与耦合非有意的电磁能。主要涉及人员穿戴装备、手持装备、线性可替代单元及子系统, 也给出了详细的电磁兼容试验设备要求。

Continued

北约	NATO AEP-09 Volume 5: 1994	核武器效应 模拟器指南— EMP 效应模拟器	模拟器指南、 效应试验	保密 介绍了北约国家的电磁脉冲模拟器。
北约	NATO AEP-18: 1988	NATO EMP 试验 与模拟用户指南	模拟器指南、 效应试验	保密 指导用户满足 AEP-4 中规定的环境要求。 给出一个利用 AEP-9 第 5 册中所描述的 EMP 设施, 成功制定/完成 EMP 验证与 验收试验的路线图。给出根据指定的 系统类型选择合适试验设施的识别技术。
北约	NATO AEP-20: 1993	NATO 移动屏蔽 体内系统的 EMP 试验规程	模拟器指南、 效应试验	保密 给出设计指南和验收试验方法的一些特定 细节。重点参考了 NATO 1460-3。
北约	NATO AEP-21: 1992	EMP 测量的 校准规程建议	模拟器指南、 效应试验	保密 针对标准 AEP-18 中所描述的模拟器、 其它 EMP 发射与传导测试方法, 给出了校准规程。
英国	Def Stan 59-188:2009	执行关键、 紧急任务的 地基通讯设施的 HEMP防护	加固/防护要求、 系统级试 验验证方法	非保密 基于美军标 MIL-STD-188-125。

Table 3. US military EMP test procedures
表 3. 美军 EMP 试验操作规程

标准编号: 时间	规程名称
TOP-1-2-511A: 2013	电磁环境效应系统试验
TOP-1-2-620: 2011	HEMP 试验
TOP-1-2-622: 2009	VEMP 试验
TOP 1-2-612: 2008	核环境生存能力试验

对试验环境、设备仪器、试验项目、试验指导、具体操作程序、测量误差、典型数据指标、数据采集以及分析等都进行了详细的描述和规定。

5. 结束语

综上所述, 为保证“三位一体”核力量中每一支力量的有效可靠使用, 美国一直重视人员、武器装备的核生存能力。其中, 针对 NEMP 环境下武器装备/系统的生存能力, 美国先后颁布和更新涉及核生存能力、E3 的指令和指示, 不断明确涉及这些领域的政策方针, 颁布和更新有关 NEMP 的军标及试验操作程序, NEMP 标准体系也在不断健全, 显示出其理论和技术水平的不断提高, 其相关政策、技术参数和测试标准都值得学习和参考。

参考文献 (References)

- [1] Department of Defense (2003) DoD Directive 5000.01: The Defense Acquisition System. <http://www.acqnotes.com/Attachments/DoD Directive 5000.01.pdf>
- [2] Department of Defense (2004) DoD Directive 3222.3: DoD Electromagnetic Environmental Effects (E3) Program. https://fas.org/irp/doddir/dod/d3222_3.pdf
- [3] Pfeffer, R.A. (2009) DODI 3222.3 and Army System HEMP Survivability an Update. *Army Chemical Review*.

- [4] Department of Defense (2015) DoD Instruction 3150.09: The Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Survivability Policy.
<http://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodi/315009p.pdf>
- [5] Department of Defense (2014) DoD Instruction 3222.3: DoD Electromagnetic Environmental Effects (E3) Program.
<http://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodi/322203p.pdf>
- [6] Department of the Army (2005) AR 70-75: Survivability of Army Personnel and Materiel.
http://www.apd.army.mil/pdffiles/r70_75.pdf
- [7] Department of the Navy (2012) OPNAVINST 3401.3B: Nuclear Survivability Policy for Navy and Marine Corps Systems.
<http://govdocs.rutgers.edu/mil/navy/3401.3B.pdf>
- [8] Department of the Air Force (2016) Air Force Instruction 10-2607: Air Force Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Survivability.
http://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a10/publication/afi10-2607/afi10-2607.pdf
- [9] Nuclear Matters Handbook (2015) Office of the Deputy Assistant to the Secretary of Defense for Nuclear Matters.
- [10] Department of Defense (2014) Defense Threat Reduction Agency—Department of Defense Fiscal Year (FY) President's Budget Submission.
- [11] Kuspa, J. (2011) DoD Nuclear Survivability Program-Kuspa.
<https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2011/CBRN/Kuspa.pdf>
- [12] 孙蓓云, 冯寒亮, 周辉, 等. 高空电磁脉冲(HEMP)标准现状及分析[C]. 2016.
- [13] Hoadand, R. and Radasky, W.A. (2013) Progress in High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Standardization. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*.
- [14] Department Of Defense (1994) MIL-STD-1766B: Nuclear Hardness and Survivability Program Requirements for *ICBM Weapon Systems*.
- [15] 邹细刚, 闫群章. 美军洲际弹道导弹抗核加固和生存性标准分析[R/OL]. 2008. <http://forum.defence.org.cn>
- [16] 袁军, 肖冬萍, 周小艳. 国内外电磁脉冲标准现状研究[J]. *安全与电磁兼容*, 2012(1): 12-15.
- [17] 李金平, 孟凡萍, 易翔翔. 美军电磁环境效应试验规程分析[J]. *安全与电磁兼容*, 2016(1).
- [18] White Sands Missile Range (2013) TOP-1-2-511A: Electromagnetic Environmental Effects System Testing.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-7111, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: nst@hanspub.org