



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109508889 A

(43)申请公布日 2019.03.22

(21)申请号 201811380285.0

(22)申请日 2018.11.20

(71)申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区紫阳路
268号

(72)发明人 刘其凤 吴为军 左宇 倪超
方重华

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 胡建平

(51)Int.Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

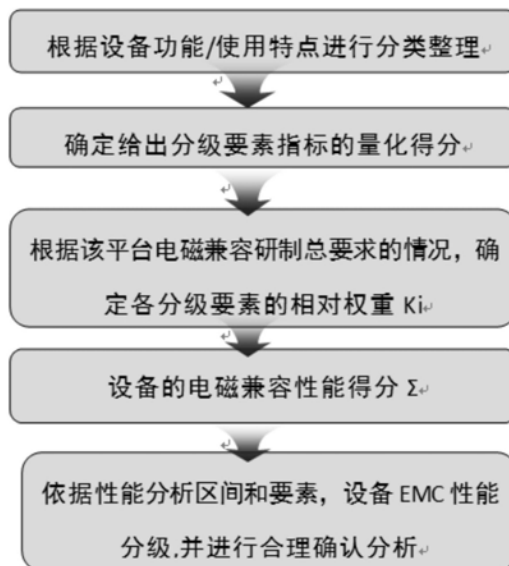
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种基于层次分析法的船舶平台用频设备
电磁兼容性能分级方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法,该方法包括以下步骤:1)对船舶平台,根据设备功能、使用需求对船载电子设备进行分类;2)根据影响电磁兼容性能的因素,确定电磁兼容分级要素,并明确各分级要素的等级和等级得分;3)根据分级要素及其等级,确定各分级要素的相对权重;4)根据各分级要素的相对权重,确定船载电子设备的电磁兼容性能得分;5)根据船载电子设备的电磁兼容性能得分确定用频设备的电磁兼容性能分级结果。本发明通过引入设备电磁兼容问题属性、设备技术状态、重要程度、用频设备的电磁敏感程度、设备是否需要平台电磁兼容管控等分级因素,分级依据全面合理。



1. 一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 对船舶平台,根据设备功能、使用需求对船载电子设备进行分类;所述分类的类别包括通信设备、雷达设备、导航设备、电子对抗设备、导航设备飞机起降设备和航管设备;

2) 根据影响电磁兼容性能的因素,确定电磁兼容分级要素,并明确各分级要素的等级和等级得分;

所述电磁兼容分级要素包括设备电磁兼容问题属性A1、设备技术状态A2、使用重要程度A3、该用频设备的电磁敏感程度A4、设备是否需要进行平台电磁兼容管控A5,共计5个要素;

所述分级要素的等级如下:

设备电磁兼容问题属性,包括固有的电磁兼容问题、设备状态易老化导致的电磁兼容问题、偶发的电磁兼容问题三个等级;

设备技术状态,包括定型设备、升级设备、新研设备三个等级;

使用重要程度,包括主要用频设备、一般用频设备、辅助用频设备三个等级;

该用频设备的电磁敏感程度,包括极易敏感、易敏感、一般敏感、不敏感四个等级;

设备是否需要进行平台电磁兼容管控,包括需要和不需要两个等级;

3) 根据分级要素及其等级,确定各分级要素的相对权重;

所述相对权重的确定方法具体如下:

3.1) 对同一分级要素中个各等级的重要性进行两两比较,构造权重判断矩阵;

3.2) 对权重判断矩阵进行一致性检验;

3.3) 由权重判断矩阵计算得到各等级的权重;

4) 根据各分级要素的相对权重确定综合权重,并计算船载电子设备的电磁兼容性能得分;假设各分级要素的综合权重为 W_i ,则该船载电子设备的电磁兼容性能得分EMC:

$$EMC = \sum_{i=1}^k W_i A_i = W_1 A_1 + W_2 A_2 + W_3 A_3 + W_4 A_4 + W_5 A_5$$

5) 根据船载电子设备的电磁兼容性能得分确定用频设备的电磁兼容性能分级结果。

一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁兼容技术,尤其涉及一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法。

背景技术

[0002] 随着对船舶应用需求的快速发展,船舶平台需要配置越来越多的大功率和高灵敏度雷达、通信、导航等电子设备和系统,且随着各种用频发射功率的增大、频谱的扩宽、用频设备数量的持续增加等因素,船舶平台内的电磁兼容问题变得异常复杂。因此,电磁兼容性已成为船舶总体重要性能之一。

[0003] 由于船舶平台电磁兼容各设计阶段的设计要素和内容不断扩大、平台电磁兼容设计约束不断增加,使得磁兼容方案确定越发困难。为此,就需要针对平台电磁兼容问题的主要影响因素之一用频设备,建立用频设备电磁兼容性能分级方法,用于评估船载各用频设备装船后的电磁兼容性能状况,进而能明确各设计阶段的设计重点,对影响全船的电磁兼容设备着重关注,以优化船舶平台电磁兼容资源分配,支撑平台电磁兼容多设计方案的分析、评估和优选,为形成良好的平台电磁兼容方案奠定基础。考虑到设备过往电磁兼容特性、设备技术状态、设备使用重要程度、设备电磁敏感程度、是否纳入平台管控等因素均影响用频设备的电磁兼容性能判定,在进行用频设备电磁兼容性能分级评估时,需要考虑这些因素。

[0004] 本发明针对这一挑战,提出一种考虑基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法,能够通过建立分级要素权重确定模型、综合权重计算模型、用频率设备电磁兼容性能计算模型等,量化评估船舶平台上用频设备的电磁兼容性能,并实现量化分级。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于针对现有技术中的缺陷,提供一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种基于层次分析法的船舶平台用频设备电磁兼容性能分级方法,包括以下步骤:

[0007] 1) 对船舶平台,根据设备功能、使用需求对船载电子设备进行分类;所述分类的类别包括通信设备、雷达设备、导航设备、电子对抗设备、导航设备飞机起降设备和航管设备;

[0008] 2) 根据影响电磁兼容性能的因素,确定电磁兼容分级要素,并明确各分级要素的等级和等级得分;

[0009] 所述电磁兼容分级要素包括设备电磁兼容问题属性A1、设备技术状态A2、使用重要程度A3、该用频设备的电磁敏感程度A4、设备是否需要进行平台电磁兼容管控A5,共计5个要素;

[0010] 所述分级要素的等级如下:

[0011] 设备电磁兼容问题属性,包括固有的电磁兼容问题、设备状态易老化导致的电磁兼容问题、偶发的电磁兼容问题三个等级;

[0012] 设备技术状态,包括定型设备、升级设备、新研设备三个等级;

[0013] 使用重要程度,包括主要用频设备、一般用频设备、辅助用频设备三个等级;

[0014] 该用频设备的电磁敏感程度,包括极易敏感、易敏感、一般敏感、不敏感四个等级;

[0015] 设备是否需要平台电磁兼容管控,包括需要和不需要两个等级;

[0016] 3) 根据分级要素及其等级,确定各分级要素的相对权重;

[0017] 所述相对权重的确定方法具体如下:

[0018] 3.1) 对同一分级要素中个各等级的重要性进行两两比较,构造权重判断矩阵;

[0019] 3.2) 对权重判断矩阵进行一致性检验;

[0020] 3.3) 由权重判断矩阵计算得到各等级的权重;

[0021] 4) 根据各分级要素的相对权重确定综合权重,并计算船载电子设备的电磁兼容性得分;假设各分级要素的权重为 W_i ,那末该船载电子设备的电磁兼容性得分EMC:

$$[0022] \quad EMC = \sum_{i=1}^k W_i A_i = W_1 A_1 + W_2 A_2 + W_3 A_3 + W_4 A_4 + W_5 A_5$$

[0023] 5) 根据船载电子设备的电磁兼容性得分确定用频设备的电磁兼容性分级结果。

[0024] 本发明产生的有益效果是:

[0025] 1、本发明可用于不同种类的船载用频设备,均可采用本计算方法来计算用频设备的电磁兼容性分级情况。

[0026] 2、本发明专利通过引入设备电磁兼容问题属性、设备技术状态、重要程度、用频设备的电磁敏感程度、设备是否需要平台电磁兼容管控等分级因素,反映的船舶平台电磁兼容设计中的相关因素,分级依据全面合理。

[0027] 3、本发明专利采用基于层级分析分析法的多因素加权进行电磁兼容性分析,通过综合权重指标模型体现了各分级要素重要程度不同,又通过判断矩阵一致性检验保证不因部分分级指标微扰导致用频设备电磁兼容性最终分级结果跳变,具有科学性。

[0028] 4、本发明专利通建立分级要素权重确定模型、综合权重计算模型、用频率设备电磁兼容性计算模型等,首次实现了平台电磁兼容设计中不同用频设备的电磁兼容性量化分级,便于不同类型设备间纵向、横向比较,实现了电磁兼容量化分级从经验走向基于模型的理论分析。

附图说明

[0029] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0030] 图1是本发明实施例的方法流程图。

具体实施方式

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0032] 基于用频设备功能、使用特点对船载用频设备进行分类整理;考虑到设备技术状态、任务级别、设备在船舶使用中的重要程度、用频设备的电磁敏感程度、设备是否需要平台电磁兼容管控等电磁兼容性能分析要素,建立电磁兼容分级指标和分级指标权重确定模型;基于分级指标和层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 建立分级指标综合权重计算模型;利用多因素加权的用频率设备电磁兼容性能计算模型,计算各用频设备的电磁兼容性能量化得分,并依据电磁兼容性能分析区间,确定各用频设备的电磁兼容性能,其实施方法具体如下:

[0033] (1) 对某船舶平台,根据设备功能、使用需求对船载电子设备进行分类。

[0034] 对于水面船舶,电磁兼容敏感设备可分为通信设备、雷达设备、导航设备、电子对抗设备、导航设备飞机起降、航管设备等类别。

[0035] (2) 根据影响电磁兼容性能的因素,确定电磁兼容分级要素或指标,并明确各分级指标的等级得分。

[0036] 2.1) 确定电磁兼容影响因素和分级要素。

[0037] 根据船舶平台电磁兼容设计经验,经过研究,确定设备电磁兼容问题属性A1、设备技术状态A2、使用重要程度A3、该用频设备的电磁敏感程度A4、设备是否需要平台电磁兼容管控A5,共计5个要素组成平台电磁兼容性能分级指标。

[0038] 2.2) 根据具体的设备对象,给出分级构成要素指标的量化分值。

[0039] (a) 针对电磁兼容性能分级要素A1 (1) 的三个等级,如固有的电磁兼容问题、设备状态易老化导致的电磁兼容问题、偶发的电磁兼容问题,确定其合理量化分数。分数越大电磁兼容性能越差。

[0040] (b) 针对电磁兼容性能分级要素A2 (2) 中设备技术状况分三个等级,定型设备、升级设备、以及新研设备,根据实际工程经验确定其合理量化分数。分数越大表示电磁兼容性能越差,对船舶平台电磁兼容设计影响越大,在实际工程设计过程中需要特别关注。

[0041] (c) 针对电磁兼容性能分级要素A3 (3) 船舶使用中的重要程度,确定主要用频设备、一般用频设备以及辅助用频设备,确定其合理的量化分数。分数越大说明船平台进行设计时需要更加关注。

[0042] (d) 针对电磁兼容性能分级要素A4 (4) 用频设备的电磁敏感程度,分为极易敏感、易敏感、一般敏感以及不敏感四个等级,确定其合理的量化分数。

[0043] (e) 针对电磁兼容性能分级要素A5 (5) 设备是否需要平台电磁兼容管控,确定需要和不需要两个等级,确定其合理量化分数。

[0044] (3) 根据分级要素和分级指标,建立基于AHP分析方法的指标权重确定方法,确定各分级要素的相对权重和综合权重。

[0045] (a) 相对权重的确定方法的基本步骤

[0046] ①分析系统各因素之间的关系,将研究系统的分析指标确定不同层次,如目标层和准则层等;

[0047] 目标层:电磁兼容及防护性能分级级别;

[0048] 准则层(指标层):

[0049] (1) 该类型设备是否出现过电磁兼容性问题;(2) 设备技术状态,划分为定型设备/升级设备/新研设备等;(3) 设备在船舶使用中的重要程度;(4) 该用频设备的电磁敏感程

度。(5) 设备是否需要平台电磁兼容管控。

[0050] ②对同一层次中个各因素相对于其上一层因素的重要性进行两两比较,构造处权重判断矩阵;

[0051] ③由判断矩阵计算得到各指标的权重,并进行一致性检验。

[0052] ④计算各层元素对系统目标的合成权重,并进行排序。

[0053] (b) 相对权重的计算方法;

[0054] ①确定指标权重标度

[0055] 为了将各指标之间进行比较并得到量化的判断矩阵,引入1-9标度,见下表。

[0056] 表1各指标间标度定义

标度值	
1	指标 i 和 j 同等重要
3	指标 i 比 j 略微重要
5	指标 i 比 j 明显重要
7	指标 i 比 j 当然重要
9	指标 i 比 j 绝对重要
2, 4, 6, 8 是可以使用的其它中间值; 若指标 i 不比指标 j 重要, 这取值为 1/v, v=1-9;	

[0059] ②构造层次模型的权重判断矩阵

[0060] 对于三层指标结构,存在两种类型的判断矩阵:目标-准则判断矩阵和准则-措施判断矩阵。目标-准则判断矩阵主要用于计算准则层的各个指标的相对权重,准则-措施判断矩阵主要用于计算某准则下的各措施层指标间的相对权重。

[0061] 两类判断矩阵的形式相同,只是层次不同,具体形式如下:

[0062]
$$R = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

[0063] 式中: a_{ij} 标志指标i相对于指标j的相对权重。

[0064] ③指标权重计算与一致性检验

[0065] 层次分析法的指标权重计算问题,可归结为判断矩阵的特征向量和最大特征值的计算,主要计算方法有方根法、和积法、幂级法等,方根法的计算步骤如下:

[0066] (i) 计算判断矩阵R的每一行元素的乘积,

[0067] $M_i = \prod_{j=1}^n B_{ij}, i=1,2,\dots,n$

[0068] (ii) 计算 M_i 的 n 次方根,

[0069] $\bar{w}_i = (M_i)^{1/n}, i=1,2,\dots,n$

[0070] (iii) 对 \bar{w}_i 进行归一化处理,即

[0071] $w_i = \bar{w}_i / (\sum_{i=1}^n \bar{w}_i), i=1,2,\dots,n$

[0072] 则所求的权向量 $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T$ 。

[0073] (iv) 计算判断矩阵 R 的最大特征值 λ_{max}

[0074] $\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{[Rw]_i}{nw_i}$

[0075] 式中: $[Rw]_i$ 是 Rw 向量中的第 i 个元素。

[0076] (v) 一致性检验

[0077] 一致性检验的算法为:

[0078] $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$

[0079] 式中: n 等于矩阵的维数,实际为统一矩阵指标的个数; λ_{max} 为矩阵的最大特征值。

[0080] 当矩阵维数较大时,一致性指标还需要加以修正,其算子如下:

[0081] $CR = \frac{CI}{RI}$

[0082] RI 为修正因子,针对不同维数,其取值如下表1:

[0083] 表1不同维数时修正因子 RI 取值

[0084]

维数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0	0	1	1	1	1	1
			.58	.96	.12	.24	.32	.41	.45

[0085] 其中,由于当指标的维数小于3时,判断矩阵很容易做到完全一致的,故不需要计算一致性指标。

[0086] 通常情况下,当 $CR < 0.1$ 时,认为该矩阵满足一致性要求。

[0087] ④综合权重的计算

[0088] 设依据上述方法求得的目标测层权重向量为:

[0089] $W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_k)$ (5-8)

[0090] w_i 为准测层指标 i 在准则层中所占的相对权重。设对于第 k 个准则层指标,各个准则下面的措施层指标权重为:

[0091] $W_k = (w_{k1}, w_{k2}, w_{k3}, \dots, w_{kp})$ (5-9)

[0092] 则层次结构中,准则 i 下的措施 j 指标的综合权重计算算子为:

[0093] $w_{ij} = w_i \cdot w_j$ (5-10)

[0094] 最终,依据各个指标的综合排序,可以获得所有指标的重要度排序结果。

[0095] (4) 根据该型船舶电磁兼容研制总要求的情况,确定各分级要素的相对权重,假设各分级要素的权重为 W_i ,那末该设备的电磁兼容性能得分EMC:

$$[0096] \quad EMC = \sum_{i=1}^k W_i A_i = W_1 A_1 + W_2 A_2 + W_3 A_3 + W_4 A_4 + W_5 A_5 \quad (5-11)$$

[0097] (5) 结合船舶电磁兼容总体要求等,依据电磁兼容性能总体得分情况,确定各性能分析区间和要素,以及各分级要素的相对权重,并实现对典型平台上设备/分系统EMC性能等级的定量确定。

[0098] 表2为采用本发明方法的典型平台用频设备电磁兼容性能分级表及分级结果。

[0099] 表2典型平台用频设备电磁兼容性能分级表及分级结果

[0100]

设备名称	设备类别	分级要素 A1 等级	分级要素 A2 等级	分级要素 A3 等级	分级要素 A4 等级	分级要素 A5 等级	分级要素 相对权重	电磁兼容性能得分 Σ	电磁兼容性能等级
雷达 A	雷达	1	4	4	2	2	0.2903	2.45	3
雷达 B	雷达	1	2	4	2	2	0.2258	2.34	2
雷达 C	雷达	1	2	4	2	0	0.2258	1.8	2
导航设备 1	雷达	2	2	4	2	0	0.2258	1.9	2
通信设备 1	通信	1	2	2	1	0	0.0968	0.8	1
通信设备 1	通信	1	2	1	1	0	0.0968	0.8	1
通信设备 3	通信	1	2	2	1	0	0.0968	0.9	1
通信设备 2	通信	1	2	1	4	2	0.2903	2.25	3
通信设备 5	通信	1	4	4	4	2	0.2903	2.65	3

[0101] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

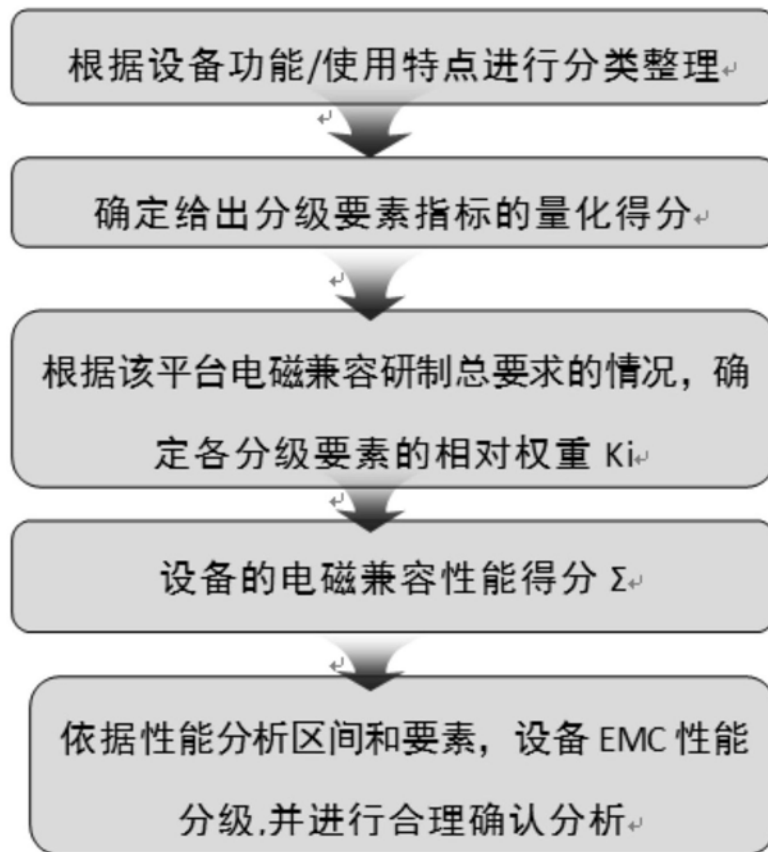


图1