

船舶电气与电子设备的电磁兼容性

国际电工委员会(IEC)报告

第533号出版物(第一版1977)

重庆市图书馆

上海电工科学研究所译

1978

PDG

国际电工委员会

I E C 报告

第 533 号出版物

第一版

1977

船舶电气与电子设备的电磁兼容性



前 言

- (1) 国际电工委员会关于技术问题的正式决议和协议是由各技术委员会拟定的，技术委员会代表了对该问题有特殊权益关系的所有会员国，这些决议和协议尽可能表达了国际上对该问题意见的一致性。
- (2) 这些决议和协议以推荐文件的形式供国际上使用。在这个意义上各会员国是接受的。
- (3) 为了促进国际统一，国际电工委员会希望各会员国在各自国家条件许可的范围内，采用 I E C 推荐文件的文本作为国家规程。国家规程和相应的 I E C 推荐文件之间的差异，应尽可能在国家规程中清楚地加以注明。

目 录

前言-----	1
序言-----	2
1. 适用范围-----	4
2. 目的-----	4
3. 有关的国际文件-----	4
第I章 实用守则, 测量方法, 技术要求	
4. 设备类型-----	6
第1节 通用的实用守则和技术要求	
5. 干扰抑制的一般原则-----	6
6. 关于安装方面的要求-----	7
7. 关于船舶结构方面的要求-----	8
第2节 关于A组设备的守则	
8. 概述-----	9
9. 实用守则-----	9
10. 允许值-----	11
第3节 关于B组设备的守则	
11. 概述-----	12
12. 实用守则-----	12
13. 允许值-----	13
第4节 关于C组设备的守则	
14. 概述-----	14
15. 实用守则-----	14
16. 允许值-----	15
第5节 关于D组设备的守则	
17. 概述-----	15

18. 实用守则	1 5
19. 允许值	1 6
第 6 节 关于 E 组设备的守则	
20. 概述	1 6
21. 实用守则	1 6
22. 允许值	1 9
第 7 节 测量方法和干扰抑制技术	
23. 端子干扰电压和干扰电流	2 0
24. 电沅网路与无线串接收设备之间的天线去耦因数	2 1
25. 抗扰度	2 2
26. 干扰抑制技术	2 3
27. 改善设备抗扰度的措施	2 4

第 II 章 重要的干扰抑制元件

第 8 节 总则

28. 适用范围	2 5
29. 目的	2 5
30. 定义	2 6

第 9 节 一般要求

31. 运行条件	2 6
32. 端子与端子连接线	2 6
33. 内下连接	2 6
34. 漏电距离和串气间隙	2 6
35. 额定电压	2 7
36. 额定温度范围	2 7
37. 试验类别	2 7

第 10 节 电容器的特殊要求

38. 概述	2 8
39. 例行试验	2 8
40. 型式试验	2 9

第1.1节 电感口的特殊要求

44. 概述----- 3 3

44.2 例行试验----- 3 3

44.3 型式试验----- 3 4

第1.2节 滤波口的特殊要求

44.4 概述----- 3 7

44.5 例行试验----- 3 8

44.6 型式试验----- 3 8

第1.3节 电容口用熔断口的技术要求

44.7 概述----- 4 1

前 言

- (1) 国际电工委员会关于技术问题的正式决议和协议是由各技术委员会拟定的，技术委员会代表了对该问题有特殊权益关系的所有会员国，这些决议和协议尽可能表达了国际上对该问题意见的一致性。
- (2) 这些决议和协议以推荐文件的形式供国际上使用。在这个意义上各会员国是接受的。
- (3) 为了促进国际统一，国际电工委员会希望各会员国在各自国家条件许可的范围内，采用 I E C 推荐文件的文本作为国家规程。国家规程和相应的 I E C 推荐文件之间的差异，应尽可能在国家规程中清楚地加以注明。

序 言

本报告是由18技术委员会(船舶电气设备)拟订的。

本报告是根据1973年在慕尼黑会议上的决定,把已有的有关电气和电子兼容性的文件和有关于干扰抑制元件的文件合并成的一个出版物。

1966年的列宁格勒会议上开始了有关第一章的工作。1971年的奥斯陆会议上讨论了第三章的第一草案。1973年的慕尼黑会议后,草案文件以18(中央办公室)450在1974年6月提交给各会员国,按“六月法”表决。

赞成第一章(不包括第6节)的有下列国家:

德国	美国	荷兰
澳大利亚	意大利	英国
比利时	日本	瑞典
加拿大	挪威	土耳其
丹麦	波兰	苏联

在1971年的奥斯陆会议上,开始了关于E组设备的测量方面的工作。在1973年的慕尼黑会议上讨论了草案。1975年的海牙会议后,草案文件以18(中央办公室)458在1976年4月提交给各会员国,按“六月法”表决。

赞成第6节的有下列国家:

南非	埃及	罗马尼亚
德国	美国	英国
澳大利亚	日本	波兰
比利时	挪威	瑞典
加拿大	荷兰	土耳其
丹麦		

1962年的博恩默思会议上,开始了关于干扰抑制元件方面的工作。在1968年的奥帕提亚会议上和1970年的华盛顿会议上,

讨论了第Ⅱ章的草案。1973年的慕尼黑会议之后，草案文件以18（中央办公室）449在1974年3月提交给各会员国，按“六月法”表决。

赞成第Ⅱ章的有下列国家：

德国	美国	波兰
澳大利亚	以色列	罗马尼亚
比利时	日本	荷兰
加拿大	挪威	瑞典
丹麦	英国	土耳其

本报告中引用的其他IEC出版物有：

- 出版物68号：基本环境试验程序；
- 76号：电力变压器；
- 85号：电机电绝缘材料关于使用中热稳定性的分类标准；
- 92-1号：船舶电气设备，第一册：一般要求；
- 92-3号：第三册：电缆（结构，试验与敷设）；
- 92-4号：第四册：开关装置，电气保护，配电及控制电；
- 161号：无线电干扰抑制用电容；
- 315-3号：各种发射类别的无线电接收机的测量方法，第三下分：调幅发射的接收机的射频测量。
-

船舶电气与电子设备的电磁兼容性

1. 适用范围

本报告适用于安装在船舶上的电气设备和电子设备。尤其第Ⅱ章适用于干扰抑制元件，这些元件的损坏会严重威胁船舶的安全。对于线间电压超过500V（直流或交流）、或线对地电压超过250V（直流）或290V（交流，有效值）的条件下所用的元件，本报告不适用。对于频率高于400Hz的条件下所用的元件，本报告也不适用。

2. 目的

本报告是一安装指南，包括一般原则和实用安装守则，使船舶电磁环境中运行的所有电气和电子设备在10KHz到30MHz范围内，电磁兼容性能达到某种要求的等级，制定标准的测量与试验方法，制定某些标准要求。

3. 有关的国际文件

- a) 国际海上人命安全公约，伦敦，1960年，第Ⅳ章；
- b) 国际电信联盟的无线电规则，日内瓦，1968，R.R. 698；
- c) C.C.I.R推荐文件428-1号：2MHz频带内的船舶无线电测向；
- d) C.I.S.P.R.出版物1，2和3号：0.15-30MHz频段，25-300MHz频段，以及10-150KHz频段的C.I.S.P.R.无线电干扰测量仪的规范；
- e) IEC出版物92-3号：船舶电气设备，第三册：电缆，第2节：试验规程；
- f) IEC出版物315-3号：各种发射类别的无线电接收机

的测量方法，第三下分：调幅发射的接收机的射频测量；

- g) IEC 出版物 161 号：无线电干扰抑制用电容口；
- h) IEC 出版物 68 号：基本环境试验程序；
- i) IEC 出版物 76 号：电力变压口；
- j) IEC 出版物 85 号：电机电口绝缘材料关于使用中热稳定性的分类标准；
- k) IEC 出版物 92—4 号：船舶电气设备，第四册：开关装置，电气保护，配电和控制口。参正文件 1 号，第 X Ⅲ 章：电气保护。

第I章 实用守则，测量方法，技术要求

4. 设备类型

下述分类法把设备分为五组，它们或者是对电磁干扰敏感的设备或者是能产生电磁干扰的设备。

A 组：

以窄带或正弦射频电压运行的无线电通信，雷达，无线电导航，以及电视分配系统。

B 组：

产生宽带连续频谱干扰电压的半导体整流设备，电力变换设备，发电设备，甲板机械，以及家用电口和荧光照明电口。

C 组：

以脉冲能量运行的雷达和声纳设备。

D 组：

产生瞬态电压和瞬态电流的开关装置和控制装置，自动驾驶设备电罗经导航仪口，厨房用恒温口和电热设备。

E 组：

采用模拟或数字技术的自动控制电路。

第1节 通用的实用守则和技术要求

5. 干扰抑制的一般原则

干扰抑制是借助于抑制元件和安装措施把无用电磁能量的电平减小到可容许的程度。

在第16条中所规定的干扰允许值的前提是：为保护敏感设备不受干扰的影响，已采取了适当的措施。

减小传导干扰能量的方法，是在产生干扰的设备的电端口上采

取抑制措施。

减小辐射干扰能量的方法，是在干扰源采取屏蔽和接地措施，电缆屏蔽，以及在某些情况下把干扰源的安装场所完全屏蔽。

6. 关于安装方面的要求

6.1 减小传导干扰的能量

传导干扰能量表现为两种型式：

1) 线间的干扰电压；

11) 每一线与地之间的干扰电压。

特殊设计的抑制干扰用的电容口，往往能为传导干扰能量提供足够的衰减。在干扰能量高或干扰源阻抗低的情况下，可采用电感口和电容口的组合件作为抑制元件。

在多数情况下，由 L、T 或 π 形电感电容网络构成的低通滤波口能把传导干扰能量的电平减小到可接受的程度。干扰源设备和干扰敏感设备采用独立电源，能减小低频的高电平传导干扰能量的影响。

6.2 减小辐射干扰的能量

减小辐射干扰能量的措施有：设备之间留间距，把设备屏蔽起来，把电缆屏蔽起来，在场强大的情况下把干扰源设备的安装场所和有关电缆敷设路径屏蔽起来。

6.3 安全要求

所有船用干扰抑制元件，都应符合本报告中有关章节的标准规范。船用干扰抑制元件的结构，不应危及人身安全和船舶的安全，并应保证不损害重要电气设备的性能和可靠性。

6.4 结构要求

在设备设计的初始阶段，就应该考虑到可能发生的干扰问题。

6.5 电缆的屏蔽

若无其他说明，电缆的屏蔽应是：

—— 刚性或半刚性的钢管、铝管、铜管或铅管；

—— 或者是对称的或不对称的铜质或铝质的编织层，其重叠密度至少为 90%（即：内径相同的壁厚等于编织层金属线直径

的同种金属的管子相比，编织层的重量至少为管子重量的90%）。

7. 关于船舶结构方面的要求

7.1 概述

无线电发射机所发射的电磁场，可能在船舶上层建筑（如支索，侧支索，钢缆等）的不完善连接上产生火花和非线性效应。这种不良连接由腐蚀而引起，构成了非线性的传轨路径。

7.2 结构方式

在铆接或焊接结构的情况下，船舶的上层建筑或船体的全下金属件都始终保持有足够的电气连续性。

但是对于铝结构件，最好采用焊接结构。

铝船上铝的上层建筑，应与船体尽可能频繁地连接，至少每2米有一跨接。

7.3 绝缘或接地

a) 所有索具，要不是与船体结构绝缘，就应与船体结构作接地连接。具体考虑如下：

对张力大的支索，例如主桅侧支索和烟囱支索，特别是油船甲板上的支索，应进行接地连接。这些支索应在邻近下端和上端的地方牢固接地，最好采用铜导体进行接地，应有防腐蚀措施，厚度应足以承受机械应力。

b) 用在无线电测向仪的环形天线附近的支索应绝缘。其他情况下，若绝缘比接地有利，也应采用绝缘，因为它更可靠，并且不需要维护。

7.4 舱室的屏蔽

在某些情况下（例如无线电室），可能需要屏蔽的舱室。这些屏蔽的舱室应符合以下要求：

a) 所有舱壁，天花板，地板和门，应形成一连续导电面。这个面的任意两点间的直流电阻不应超过0.01Ω。

b) 所有穿线管、管路、金属杆，以及电缆的屏蔽包皮等等，在进入屏蔽舱室时应在其穿越点接地。

c) 必要时, 应备有抑制滤波口的壳坐。

7.5 金属小室与金属机壳的接地

在必须有接地措施的地方, 接地连接应尽可能短, 直接连接到船体结构, 射频阻抗要低。采用宽金属带最为保证低的射频阻抗。连接点应彻底进行清洁, 直至金属裸露。安装后应采用规定的方法对金属进行保护。

第2节 关于A组设备的守则

8. 概述

对接收机天线有影响的工业辐射干扰可能降低接收机的性能, 这是由于:

a) 使被接收的信号失真;

b) 接收机的自动增益控制电路的运行使灵敏度降低。

无线电发射机的信号, 也可能损害电气设备和电子设备的正常功能。

9. 实用守则

9.1 无线电室

无线电室的设置, 应符合海上人命安全公约(1960, 伦敦)的规则第四章第8条的(a)款和第14条的(a)款的要求。如果无线电室不是船舶金属结构的组成部分, 无线电室就可能必须屏蔽。

无线电室内的电缆和邻近无线电室的电缆, 其敷设应符合IEC出版物92-3号的第XI章第2节第11.2条的规定。

9.2 无线电发射机的安置

安装无线电发射机时, 发射机引出和天线引入绝缘子之间的天线馈线应尽可能短。倘若不受其他考虑的影响, 无线电室里的发射机的天线馈线采用金属屏蔽, 是减小室内射频能量辐射的一个有效措施。

9.3 无线电发射机的接地

无线电发射机的接地需要特别仔细, 避免无线电接收机与其他射频敏感设备之间产生无用耦合。中频发射机和高频发射机的机壳, 应

该与船舶金属结构作频繁的优质电气跨接。用螺栓把机壳直接固定于金属基座，或者用薄金属带把减振口桥接，能够方便地实现这种接地。

9.4 设备的接地

每一无线电设备，应各自有单独的接地连接。

建议不要使用汇流排，因为这会引起共模耦合效应。

9.5 电缆的布置

发射机运行时，无线电设备的所有连接电缆，包括电源电缆，可能载有很大的射频电流。为了减少对邻近的射频敏感设备造成干扰的可能性，应采取预防措施。无线电设备采用适当接地的屏蔽电缆，是减小这些效应的有效措施。

9.6 屏蔽电缆的接地

发射机运行时，无线电室内的电缆的金属屏蔽可能载有很大的射频电流。

使电缆的金属屏蔽适当接地很重要，因此建议采用电缆填料函进行接地，填料函的设计应使接地简单而可靠（例如用锥形插接件）。

9.7 天线及天线馈线

a) 所有发射天线和接收天线的安置，应适当离开船舶的垂直金属结构件。

发射天线必须与接收天线以及测向天线分开。

为了在2 MHz左右能有满意的性能，测向天线应尽可能高地安置在船桥之上。

注：在发射机与它的天线之间使用屏蔽的天线馈线，对改善总体性能和电磁兼容性，是一有效的措施。

b) 所有接收天线的馈线，应在整个长度上用金属屏蔽。在某些特殊情况下，同轴型天线馈线应是双重屏蔽结构的，或者敷设在无缝的金属穿线管内。

9.8 无线电设备与其他电子设备的去耦

a) 无线电设备通过发射天线发射出大功率的射频能量，这会影响上甲板上的所有电子设备和电缆敷设线路，特别是影响邻近发射天线的电子设备和电缆敷设线路。所以上甲板上的电子设备和电缆敷设

线路应适当屏蔽。

b) 在无线电设备和电子设备之间, 可能通过共同的电路而存在耦合。在交流电路的情况下, 采用隔离变压器, 变压器的绕组之间带有接地的金属屏蔽; 在直流的情况下, 采用带有分离绕组的旋转变流器, 都能改善无线电设备和电子设备之间的去耦。

c) 若无线电室是屏蔽型式的, 则由无线电室出来的所有电缆, 在出口点的干扰抑制措施所提供的去耦等级应较高。

9.9 船内通信

对于传输声音信息和放声的船内通信系统以及有线广播系统, 在低电平(传声器)信号电路中, 应采用对绞的屏蔽电缆。避免采用不对绞的多芯电缆。这些电缆应有非导体的外护套。

电缆的金属屏蔽只应在一头(一般在放大器的一头)接地, 以避免形成电感环。这个规则与动力电路的要求完全相反。在动力电路中, 电缆屏蔽的两头都应接地。

10 允许值

10.1 船舶电气设备的射频干扰电压的允许值

无线电发射机的电路端子上测得的载频和谐频干扰电压, 在 150 KHz 至 30 MHz 频段内不应超过:

$$10 \text{ mV 或 } 80 \text{ dB}(\mu\text{V})^*$$

射频干扰电压的测量, 应根据第 23.3 条所规定的方法, 在无线电室外的规定点上进行。测量时, 工作频率在 0.15 ~ 30 MHz 频段内的各无线电发射机依次作满功率发射。但有关发射机的天线输出应接到无辐射的假天线上, 以避免无线电辐射能量对电缆的任何感应。

10.2 耦合衰减的最小值

根据干扰场强的允许值, 假定最大电网干扰电压是第 13.1 条规定的值, 采用第 24 条规定的方法进行测量, 在 0.3 ~ 30 MHz 频段内, 电路网路与有效长度为 1 米的基准天线之间的耦合衰减最小

*如果实际要求偏离该数值, 这个数字可以修改。