

---

---

船舶电气设备——

第 376 部分：

控制和仪表回路 150/250V(300V)电缆

# 目 录

前言	4
1 范围和目标	5
2 标准参考	5
3 定义	6
4 额定电压	7
5 绝缘混合物的类型	7
6 护套混合物的类型	7
7 标记	7
7.1 出处和电压额定值的说明	7
7.2 连续性	8
7.3 持久性	8
7.4 清晰度	8
7.5 线芯印字标记	8
7.6 线芯组印字标记	9
8 概述	9
9 导体	10
10 绝缘体系	10
10.1 材料	10
10.2 绝缘体系的电气和非电气性能	10
10.3 导体的应用	11
10.4 绝缘的厚度	11
11 成缆	11
11.1 线芯组合（多芯电缆）	11
11.2 形成二芯，三芯或四芯线芯组	11
11.3 线芯组组合（多线芯组电缆）	12
11.4 填充物	12
11.5 线芯数，二芯，三芯或四芯	12
12 静电屏蔽	12
12.1 单独扎带屏蔽二芯，三芯或四芯结构	12
12.2 单独编织屏蔽二芯，三芯或四芯结构	12
12.3 共同屏蔽结构	13
13 内护层和捆扎物	14
13.1 通则	14
13.2 内护层的厚度	14
14 护套	15
14.1 护套厚度	15
14.2 护套颜色	16
15 金属编织铠装	16
15.1 编织线直径	16
15.2 覆盖密度	16
15.3 编织铠装的应用	16
16 特别试验	17
16.1 附加相容性试验	17
16.2 持久性	17

17	对成品电缆的试验	17
17.1	常规试验	17
17.2	特殊试验	18
17.3	型式试验，非电气性	18
17.4	型式试验，电气性	18
附录 A (提供信息的) 线芯印字标记		19
附录 B (提供信息的) 线芯数和二芯，三芯或四芯线芯组数		20
表 1	— 标记的尺寸	9
表 2	— 绝缘的特定厚度	11
表 3	— 泄电线的要求	13
表 4	— 内护层的厚度	14
表 5	— 系数 cf	15
表 6	— 导体电阻	17
表 A.1	— 单线芯组电缆的型式色码	19

# 国际电工委员会

## 船舶电气设备 —

### 第 376 部分：控制和仪表回路 150/250V(300V)电缆

#### 前 言

- 1) IEC (国际电工委员会) 标准化国际性组织, 包含所有的国家电工委员会 (IEC 国家委员会)。IEC 的目标是为了推进电子和电气领域中所有标准化问题的国际性合作。为了达到这个目标, IEC 不仅开展了其化活动, 还出版了国际标准。由技术委员会进行准备工作; 任何对所涉及问题感兴趣的 IEC 国家委员会都可参与准备工作。与 IEC 有关联的国际性, 政府的和非政府组织也可参与准备工作。根据 IEC 与 ISO (国际标准化组织) 达成协议中的条件, IEC 与 ISO 紧密合作。
- 2) 由于每个技术委员会都有来自于相关国家委员会的代表, 因此 IEC 关于技术问题的正式决定或协议尽可能地表达了对相关问题的国际性的意见统一。
- 3) 所产生的文件推荐了国际使用的形式, 并以标准, 技术规范, 技术报告或指导的形式出版, 并被国际委员会接受。
- 4) 为了推进国际性统一, IEC 国家委员会承诺在他们的国家和地区标准中尽最大可能地透明地应用 IEC 国际标准。任何 IEC 标准和相对应国家或地区标准间的偏差都应在后者中清楚地说明。
- 5) IEC 不提供标记程序来表明其认可, 因此对于那些宣称符合其标准之一的设备, IEC 不承担责任。
- 6) 应注意这样的可能性: 该标准的一些部分也许有专利权, IEC 没有责任指明任何或所有的专利权。

国际标准 IEC60092-376 已由小组委员会 18A 准备, 既: IEC 第 18 技术委员会 (船舶和移动及固定海上平台的电气设备) 之电缆和电缆安装。

IEC60092-376 的第二版取消和取代了于 1983 年出版的第一版, 并包含了技术改革。

该标准文本建立在下列文件之上:

FDIS	投票报告
18A/242/FDIS	18A/244/RVD

可在上述表格中所表明的投票报告中找到关于认可该标准的全部投票信息。

根据 ISO/IEC 指导的第 2 部分起草了该出版物。

委员会决定该出版物的内容将保留至 2008 年, 届时, 该出版物将被:

- 再确认;
- 取消;
- 被修改版取代, 或
- 修正

## 第 376 部分：控制和仪表回路 150/250V(300V)电缆

### 1 范围和目标

IEC60092 的这部分适用于船舶和海上平台控制和仪表回路的屏蔽与非屏蔽电缆。电缆具有挤出固体绝缘，电压额定值为 150/250V(300V)（见条例 4）并使用在固定设备上。

条例 8 给出了不同类型电缆。结构要求和试验方法应符合 IEC60092-350 的内容，除非在本标准中另有规定。

注：如需要，应对防火电缆的条例（限定回路完整性）加以规定。

IEC60092 的这部分目标是：

- 对那些根据 IEC60092-352 的要求敷设且安全性和可靠性有保证的电缆标准化；
- 规定了直接或间接安全敷设时，该种电缆的生产要求和特性；
- 规定了试验方法以检查是否符合这些要求。

### 2 标准参考

对于该文件的应用来说，下列参考文件是必需的。对于标明日期的参考，只有引用的版本适用。对于不标明日期的参考，所参考文件的最新版本（包括任何修订本）适用。

IEC60228，绝缘电缆的导体

IEC60092-350：2001，船舶电气设备 — 第 350 部分：船用电缆 — 总体构造和试验要求

IEC60092-351，船舶电气设备 — 第 351 部分：船用和移动及固定海上平台电力，通信和控制数据电缆的绝缘材料

IEC60092-352，船舶电气设备 — 第 352 部分：低压电力系统电缆的选择和安装

IEC60092-359，船舶电气设备 — 第 359 部分：船用电力和通信电缆的护套材料

IEC60331-21，燃烧条件下对电缆的试验 — 电路完整性 — 第 21 部分：过程和要求 — 额定电压小于等于 0.6/1KV 的电缆

IEC60331-1，燃烧条件下在电缆上的试验 — 第 1 部分：在单独垂直绝缘电线或电缆上的试验

IEC60332-3-22, 在燃烧条件下对电缆的试验 — 第 3-22 部分: 垂直安装成束电线或电缆的垂直火焰传播试验 — 目录 A

IEC60811 (所有部分), 电缆绝缘和护套材料的通常试验方法

IEC61034-1, 电缆在限定条件下燃烧的烟雾密度测量 — 第 1 部分: 试验仪器

IEC61034-2, 电缆在限定条件下燃烧的烟雾密度测量 — 第 2 部分: 试验步骤和要求

IEC60092-353, 船舶电气设备 — 第 353 部分: 用于非辐射领域, 具有挤出固体绝缘, 额定电压为 1KV 和 3KV 的单芯和多芯电缆

### 3 定义

出于该标准的目的, 在 IEC60092-350 中及下列给出的定义适用。

#### 3.1

##### 二芯线芯组

一个线芯组由二根线芯绞合而成, 具有或不具有间隙填充物或捆扎带

#### 3.2

##### 三芯线芯组

一个线芯组由三根线芯绞合而成, 具有或不具有间隙填充物或捆扎带

#### 3.3

##### 四芯线芯组

一个线芯组由四根线芯绞合而成, 具有或不具有间隙填充物或捆扎带

#### 3.4

##### 静电屏蔽

周围的接地金属层来限定电缆线芯间的电场, 二芯, 三芯或四芯并/或保护电缆线芯, 二芯, 三芯或四芯不受外界的电影响。

#### 3.5

##### 泄电线

一个非绝缘导体通过确保整根电缆上的低电阻通路来具有使静电带屏蔽接地的特别功能。

#### 3.6

##### 单线芯组电缆

由一个二芯, 三芯或四芯线芯组组成的电缆, 要么不屏蔽, 要么有单独的静电屏蔽

#### 3.7

##### 多线芯组电缆

由一个以上二芯, 三芯或四芯线芯组组成的电缆, 要么不屏蔽, 要么在每个线芯组周围有单独静电屏蔽, 或在线芯组组合周围使用了一个静电屏蔽 (一个共同屏蔽)

### 3.8

#### 编织铠装

由编织金属线组成的一个覆盖层，用来保护电缆不受外界机械作用的影响

注：铜线编织铠装一旦接地，应具有静电共同屏蔽的作用。

### 3.9

#### 内护层

一个在多导体电缆线芯组合（和填充物，如有的话）周围的非金属覆盖层，且有上面应用了保护性覆盖层

## 4 额定电压

标准额定电压  $U_0/U(U_m)$  如下：

$$U_0/U(U_m)=150V/250V(300V)a.c.$$

在电缆的电压定义中

$U_0$  为设计的电缆适用的导体和地或金属护套之间的额定工频电压；

$U$  为设计的电缆适用的导体之间的额定工频电压。

$U_m$  为所使用设备最高系统电压的最大值。

如对地电压不大于 250V，则可使用最大为 1.5 倍交流电压的直流电压。

注：当电路由一个低阻抗源提供时，对于最小导体尺寸为  $1.5\text{mm}^2$  的 600/1000V 电缆应注意 IEC60092-353。

## 5 绝缘混合物的类型

应从 IEC60092-351 中选择绝缘混合物和它们的定义。

## 6 护套混合物的类型

应从 IEC60092-359 中选择护套混合物和它们的定义。

## 7 标记

### 7.1 出处和电压额定值的说明

出处（生产商的名字或商标），额定电压（ $U_0/U$ ）和结构（线芯数，二芯，三芯或四芯及导体横截面）的说明应打印，压印或印刻在外护套上。另外，允许包含一条印字标记打印带。

多芯示范：“名字或商标      150/250 V       $19 \times 1.5\text{mm}^2$ ”

多线芯组示范：“名字或商标      150/250 V       $3 \times 2 \times 0.75\text{mm}^2$ ”

如在外护套上使用了外金属编织铠装，允许在金属编织下插入印字标记线或打印带。

## 7.2 连续性

如果任何标记的末端与下一个标记的开头不超过下列数值，则认为生产商的名字或商标标记是连续的

- 护套为 550mm,并
- 其他情况为 275 mm。

## 7.3 持久性

印刷的标记应是擦不掉的。

根据 16.2 所描述的试验检查是否符合该要求。

## 7.4 清晰度

生产商名字或商标应字迹清晰。

标志线的颜色应容易辨认，如必要，擦拭后应容易辨认。

## 7.5 线芯识别

根据下列方法之一，应在多芯电缆中或二芯，三芯或四芯线芯组的线芯中进行线芯识别。

### 7.5.1多芯电缆

根据下列要求，应在每根线芯的中间开始刻上数字进行识别，用 1 开始。

#### 7.5.1.1 印字标记

印字标记应由整个线芯上的具有固定间隔的标记组成并包含：

- a) 用阿拉伯数字标的参考号；
- b) 在该参考号下划一条短线，并标明数字的阅读方向。

#### 7.5.1.2 标记的排列

两个连续的标记应相互颠倒放置。在图 1 中表明了标记的排列

图 1 - 标记的排列



当参考由一个数字组成，短线划在其下方；当参考由二个数字组成，一个数字放在另一个数字下方，短线划在下面数字的下方。

7.5.1.3 标记的间隔和尺寸

表 1 给出了标记的尺寸和间隔。

其中

D=线芯的标称直径；

e=标记的最小宽度；

n=数字的最小高度；

i=标记中两个相邻数字的大致间隔和数字与短线间的大致间隔；

d=两个数字间的最大间隔。

表 1 - 标记的尺寸

线芯的标称直径，D mm	e <sup>a</sup>	n	i	d
D 2.4	0.6mm	2.3mm	2mm	50mm
2.4<D 5	1.2mm	3.2mm	3mm	50mm
<sup>a</sup> 当数字是 1 时，最小宽度等于表中所给尺寸的一半。				

7.5.1.4 印字标记的外观

印字标记应是清晰的，颜色与线芯形成对比。多芯电缆的所有线芯标记应为同种颜色。

7.5.2单线芯组和多线芯组电缆

单线芯组和多线芯组电缆的线芯应有合适的识别方法。

7.6 线芯组识别

当购买者提出要求时，可用标有数字的带子来识别多线芯组电缆的每个线芯组。

注：附录 A 给出了详细的型式色码。

8 概述

船舶和海上平台固定设备中的控制和仪表回路的屏蔽和非屏蔽电缆，150/250V(300V)应由与 IEC60092-351 中所列材料之一绝缘的铜导体组成，并按下列方法组合：

- a) 线芯同心绞合，非屏蔽，提供一种任意的带包裹，按照下列（1）到（5）详细说明了的构造之一完成；
- b) 线芯同心绞合，一个完整的共同屏蔽及泄电线，任意的带包裹，按照下列（1）到（5）详细说明了的构造之一完成；
- c) 线芯扭合在一起形成一个二芯，三芯或四芯线芯组，每个线芯组单独屏蔽，带泄电线，然后成缆，具有任意的带包裹或带屏蔽，按照（1）到（5）详细说明了的构造之一完成。

d) 线芯扭合成一个二芯，三芯或四芯线芯组，这些非屏蔽的线芯组一起成缆，具有一个完整的共同屏蔽，有泄电线，任意带包裹，按照下列（1）到（5）详细说明的构造之一完成。

非铠装型：

- 1) 一个单独护套；
- 2) i) 一个内护套和一个外护套 — 双护套；  
ii) 一个内护层和一个外护套。

铠装型：

- 3) 一个内护层，金属铠装和一个外护套；
- 4) 一个单独的护套和一个外金属铠装；
- 5) 一个内护套，一个金属铠装和一个外护套。

当护套的交联过程导致了绝缘性能和/或形状的破坏性变化，就不应使用非交联绝缘。

当电缆是“无卤的”，所有的金属元件都应是“无卤的”。

当电缆安装在有可能产生腐蚀的地方，如露天甲板，潮湿地点，炮组舱，冷冻室等，在金属铠装外应使用外护套。

## 9 导体

导体的材料，金属外层，分离物，类别及形状都应符合 IEC60092-350 的要求，截面积为  $0.50\text{mm}^2$ ， $0.75\text{mm}^2$ ， $1.0\text{mm}^2$ ， $1.5\text{mm}^2$  或  $2.5\text{mm}^2$  的圆形第 2 类或第 5 类构造。

导体电阻应根据表 6。

注：最佳导体尺寸为  $0.75\text{mm}^2$  和  $1.5\text{mm}^2$ 。

## 10 绝缘体系

### 10.1 材料

绝缘体系应由下列组成：

- 表 2 中指明的绝缘混合物之一，
- 一层或多层无机带与一层表 2 中指明的绝缘混合物之一所形成的结合或
- S95 结合与上光玻璃丝编织。

### 10.2 绝缘体系的电气和非电气性能

对所使用的绝缘混合物的相关类型，在 IEC60092-351 中有规定。

10.3 对导体的应用

绝缘应紧密使用在导体，分离物或无机带（如有的话）上。移去绝缘时应不损坏导体或其金属层，如有的话。可通过目测来检验是否符合。

10.4 绝缘厚度

- a) 对每个类型的绝缘和导体的横截面来说，平均厚度应不小于表 2 规定的数值。
- b) 对于多线芯电缆来说，如果任一点的厚度和规定数值的差距不超过 0.1mm+规定数值的 10%，那么任一点的厚度可以小于规定数值。
- c) 对于多线芯组电缆来说，如果任一点的厚度和规定数值的差距不超过 0.1mm+规定数值的 20%，那么任一点的厚度可以小于规定数值。
- d) 用于导体或绝缘上的分离物或无机带的厚度不应包括在绝缘的厚度中。
- e) 无机带的厚度应合适，以满足该标准的性能要求（特别见 17.3i）。

表 2 - 绝缘的规定厚度

导体标称横截面 mm <sup>2</sup>	PVC/A mm	EPR HF EPR mm	XLPE HF XLPE mm	HEPR HF HEPR mm	HF 85 mm	S95 HF S 95 mm
0.50	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6
0.75	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6
1.0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6
1.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7
2.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7

注 1：IEC60092-351 目前正在修改中，考虑将 HF 85 重新命名为 HF90。  
注 2：对那些包括无机带或上光玻璃丝编织的耐火电缆（限定电路完整性），在计算假想直径时考虑将表 2 所给的所有绝缘值增加 0.20mm。  
注 3：计算假想直径时，见 IEC60092-350 附录 A 和 B 所归纳的方法。

11. 成缆

11.1 线芯组合（多芯电缆）

根据 7.5.1 识别的单独线芯应以同心层扭合在一起。需要时，可使用 11.4 详细说明的填充物形成圆整电缆。

注：在每层上使用一条或几条非吸湿捆扎带。

11.2 形成二芯，三芯或四芯线芯组

根据 7.5 识别的线芯应扭合在一起，要么向左搓合，要么向右搓合形成一个二芯，三芯或四芯线芯组。

如果二芯，三芯或四芯线芯组没有单独屏蔽，应选择相邻线芯组的线芯搓合长度以最小程度地减小相互感应和串音，确保正常操作时二芯，三芯或四芯线芯组的线芯不会分离。

对于尺寸在  $1.5\text{mm}^2$  以下的电缆，单独或共同屏蔽线芯的搓合长度不应超过 120 mm；对于尺寸为  $1.5\text{mm}^2$  及以上的电缆，搓合长度不应超过 150 mm。

注：在每个线芯组上应使用一条或几条非吸湿捆扎带。

### 11.3 线芯组组合（多线芯组电缆）

根据 7.5.2 识别的单独线芯组，屏蔽或非屏蔽，应以同心层组合，要么同方向搓合，要么相反方向搓合。需要时，可使用 11.4 详细说明了的填充物形成圆整电缆。对于相邻非屏蔽线芯组应选择不同搓合长度。

注：在每层上应使用一条或几条非吸湿捆扎带。

### 11.4 填充物

如需要，可使用填充物以给成品电缆一个基本上圆整的横截面。当使用时，填充物应由硫化或非硫化弹性混合物，热塑性混合物或天然或合成纺织物组成。填充物应是非吸湿，填充物组成成份与绝缘和/或护套间应不会产生有害反应，移走填充物时不会损坏电缆其他成份。间隙填充物可与非铠装电缆护套完整使用，或与金属铠装电缆的内护套或内护层完整使用。

### 11.5 线芯数，二芯，三芯或四芯

在实际物理限定中，任何数量的线芯，二芯，三芯或四芯都可绞合成电缆组合。然而附录 B 给出了建议电缆组合，使用建议组合能使电缆生产商和囤积者向客户提供进仓前服务。

## 12 静电屏蔽

### 12.1 单独扎带屏蔽二芯，三芯或四芯结构

当要求单独扎带屏蔽二芯，三芯或四芯结构时，每个二芯，三芯或四芯应有一条层压静电屏蔽带，金属端与泄电线电接触。标称覆盖不小于 25%。

层压静电屏蔽带要么是铝捆扎到聚酯上，铝的最小厚度为 0.008mm，聚酯的最小厚度为 0.010 mm；或铜捆扎到聚酯上，铜的最小厚度为 0.018 mm，聚酯最小厚度为 0.023 mm。

铝层压带时，泄电线应由几股镀锡铜线组成；铜层压带时，泄电线应由无镀层铜线或镀锡铜线组成。根据表 3，泄电线应有最大电阻。

### 12.2 单独编织屏蔽二芯，三芯或四芯结构

当要求单独编织屏蔽二芯，三芯或四芯结构时，每个二芯，三芯或四芯在线芯上和编织下应有一条非吸湿分离带。标称覆盖应不小于 25%。

编织应是无镀层铜线或金属镀层铜线，编织线最小直径应为：

- 小于或等于 9mm 编织下的假想电缆直径为 0.15mm。
- 大于 9mm 编织下的假想电缆直径为 0.2 mm。

编织线接合处应焊接，扭合或编织在一起，完整编织不应焊接。编织应均匀。

当选择使用 IEC60092-350 所给方法计算时，编织的“填充因子”F 应不小于 0.6。

注：覆盖百分比  $F = (2 F - F^2) * 100$

应根据 IEC60092-350 附录 A 所描述的方法计算编织下假想直径。

如要求帮助终止，可在编织屏蔽下使用泄电线而且泄电线与编织屏蔽直接接触。泄电线应由几股镀锡铜线或无镀层铜线组成。根据表 3 泄电线应有最大电阻。

表 3-泄电线要求

线芯导体标称面积 mm <sup>2</sup>	最大泄电线电阻 /km
0.50	61.2
0.75	42.5
1.0	28.3
1.5	28.3
2.5	21.2

在屏蔽上应使用 0.023mm 或 0.050 mm 标称厚度的聚酯带，最小覆盖应为其总宽度的 20%。

### 12.3 共同屏蔽结构

#### 12.3.1 层压静电屏蔽

当要求共同屏蔽结构时，应使用层压静电屏蔽带，金属端与泄电线电接触。层压带的最小覆盖应为其总宽度的 25%。

层压带要么是铝捆扎到聚酯上，铝的最小厚度为 0.008 mm，聚酯的最小厚度为 0.010 mm；或是铜捆扎到聚酯上，铜的最小厚度为 0.018 mm，聚酯的最小厚度为 0.023 mm。

铝层压带时，泄电线应由几股镀锡铜线组成；铜层压时，泄电线要么由几股无镀层铜线组成，要么由几股镀锡铜线组成。根据表 3，泄电线应有最大电阻。

可选择使用编织屏蔽。

12.3.2 编织静电屏蔽

编织应为无镀层或金属镀层铜线；编织线标称直径应为：

- 小于或等于 9 mm 编织线下的假想电缆直径为 0.15mm。
- 大于 9 mm 编织线下的假想电缆直径为 0.2 mm。

编织线接合处应焊接，扭合或编织在一起，完整编织不应焊接。编织应均匀。

当选择使用 IEC60092-350 所给方法计算时， 编织的“填充因子”F 应不小于 0.6。

注：覆盖百分比  $K = (2F - F^2) * 100$

应根据 IEC60092-350 附录 A 所描述的方法计算编织下假想直径。

如要求帮助终止，可在编织屏蔽下使用泄电线而且泄电线与编织屏蔽直接接触。泄电线应由几股镀锡铜线或无镀层铜线组成。根据表 3 泄电线应有最大电阻。

当金属铠装由铜编织金属铠装组成时，应具有共同屏蔽功能。

注：在共同屏蔽线芯或线芯组上应使用一条或几条合适的带子。

13 内护层和捆扎物

13.1 概述

线芯组合（内护层）上的覆盖层，如有的话，应根据 IEC60092-350 同保护层挤出，或与一条或几条合适的非吸湿带重叠。

对于条例 8 中 2(ii)和 3 所列电缆结构，该保护层是必需的。

13.2 内护层的厚度

表 4 给出了挤包或绕包内护层厚度的大致数值。

表 4-内护层厚度

绞合线芯上的假想直径		内护层厚度 (大致数值)	
大于	小于等于	挤包	绕包
mm	mm	mm	mm
-	25	1.0	0.1
25	35	1.2	0.1
35	45	1.4	0.1
45	60	1.6	0.1
60	-	1.8	0.1

注：参见 IEC60092-350 附录 A 和 B 及下面条例 14 归纳的方法计算假想直径。

14 护套

14.1 护套厚度

外护套和内护套厚度，如有的话，与考虑的护套假想内径形成函数式，根据 IEC60092-350 的附录 A 和 B 所归纳的方法计算该假想直径。

公式如下：

a) 绞合线芯上直径：

使用 IEC60092-350 附录 A 所给方法。

b) 一个二芯(dp)，三芯(dt)或四芯(dq)上直径：

$dp=Dc*2, \text{ mm}$

或

$dt= Dc*2.16, \text{ mm}$

或

$dq=Dc*2.42, \text{ mm}$

其中 Dc 为一根单独线芯的直径。

c) 绞合二芯(Dp)，三芯(Dt)或四芯(Dq)上直径：

$Dp=dp*k*cf, \text{ mm}$

或

$Dt=dt*k*cf, \text{ mm}$

或

$Dq=dq*k*cf, \text{ mm}$

其中，系数 k 由 IEC60092-350 附录 A 给出。

系数 cf 由表 5 给出。

表 5-系数 cf

电缆类型	系数 cf
单独屏蔽二芯	0.89
共同屏蔽二芯	0.82
单独屏蔽三芯	0.94
共同屏蔽三芯	0.87
单独屏蔽四芯	1.0
共同屏蔽四芯	1.0

d) 对于铠装或非铠装单独护套电缆，见条例 8 第 1)，3) 和 4) 条：

$t_1=0.04D+0.8\text{mm}$ ，最小厚度为 0.8mm；

(D=护套下假想直径)

e) 对于非铠装双护套（内护套或内护层及外护套）电缆，见条例 8 第 2(i)和 2(ii)条：

— 内护套  $t_1=0.025 D+0.6\text{mm}$ ，最小厚度为 0.8mm；

— 内护层，见表 4；

— 外护套  $t_2=0.025 D+0.9\text{mm}$ ，最小厚度为 1.0mm。

f) 对于有内护套和外护套的铠装电缆，见条例 8 第 5) 条：

— 内护套  $t_1=0.04D+0.8\text{mm}$ ，最小厚度为 1.0mm；

— 外护套  $t_2=0.025D+0.6\text{mm}$ ，最小厚度为 0.8mm。

## 14.2 护套颜色

护套应为黑色或灰色，除非有另外规定。

注：护套也许是另外颜色，以便与 LV 和 MV 电缆护套视觉上有所区分。

## 15 金属编织铠装

在该标准中，金属线为以下任一种：

- 铜（无镀层或镀锡），
- 铜合金（无镀层或镀锡），
- 铝合金，或
- 镀锌钢。

编织线接合处应焊接，扭合或编织在一起，完整编织不应焊接。编织应均匀。

注 1：在无镀层或镀锡铜线编织的情况下，当终端接地时，应具有静电共同屏蔽的功能。

注 2：当使用铝合金时，应考虑腐蚀的危险。

### 15.1 编织线直径

不考虑使用的金属，编织的标称直径应为：

- 小于或等于 10 mm 编织下的假想电缆直径为 0.2mm。
- 大于 10 mm 小于或等于 30 mm 编织下的假想电缆直径为 0.3mm，或
- 大于 30 mm 编织下的假想电缆直径最小为 0.4mm。

### 15.2 覆盖密度

编织的“覆盖密度”应根据 IEC60092-350。

根据 IEC60092-350 附录 A 提供的方法计算编织下假想直径。

### 15.3 编织铠装的应用

编织铠装应这样应用，即：它不会粘着在内护层或内护套上，也不会粘着在外护套上。

注：在编织上和编织下应使用一条或几条合适的非吸湿带。



16 特别试验

16.1 附加相容性试验

这项附加试验施用于具有弹性绝缘和/或护套且使用了无镀层铜导体和/或铠装（有或没有分离物）的电缆上。根据 IEC60811-1-2 在一成品线芯/电缆上施行相容性试验。

IEC60092-350 详细说明了该试验的条件和要求。

16.2 持久性

通过用一片棉毛或浸过水的布轻轻擦拭十次来努力移去生产商的名字或商标标记和线芯颜色来检验是否符合 7.3 的要求。

17 在成品电缆上的试验

对于这些试验，请参考 IEC60092-350 的相关条例。

对于绝缘和护套的试验方法，请参考 IEC60811。

17.1 例行试验

a) 导体电阻的测量方法，包括泄电线。

表 6-导体电阻

标称横截面  mm <sup>2</sup>	二级导芯		五级导芯	
	无镀层铜导体的直流电阻	镀锡铜导体的直流电阻	无镀层铜导体的直流电阻	镀锡铜导体的直流电阻
	20 时的 /km	20 时的 /km	20 时的 /km	20 时的 /km
0.50	40.4	41.6	41.4	42.5
0.75	26.0	26.3	27.6	28.3
1.00	19.2	19.3	20.7	21.2
1.50	12.8	12.9	14.1	14.5
2.50	7.86	8.02	8.47	8.71

- b) 高压试验（见 IEC60092-350）。
- c) 线芯上的绝缘电阻试验（见 IEC60092-350）。
- d) 屏蔽绝缘电阻，根据 IEC60092-350 进行试验时，单独屏蔽二芯，三芯或四芯线芯组 and 任何共同屏蔽之间的绝缘电阻在 20 ± 5 时不应小于 1M .km。
- e) 根据 IEC60092-350 进行试验时，任何屏蔽和铠装电缆铠装间的绝缘电阻在 20 ± 5 时不应小于 0.25 M .km。

## 17.2 特殊试验

- a) 导体检查 (见 IEC60092-350)。
- b) 检查电缆尺寸 (见 IEC60092-350)。
- c) 交联/热固性混合物的热延伸试验 (见 IEC60092-350)。
- d) 低温下对热塑性混合物的试验 (见 IEC60092-350)。
- e) 编织的覆盖密度 (见 IEC60092-350)。

## 17.3 型式试验，非电气性

- a) 绝缘厚度的测量方法 (见 IEC60092-350)。
- b) 护套厚度的测量方法 (见 IEC60092-350)。
- c) 绝缘的非电气性能 (IEC60092-351 的试验)。
- d) 护套的非电气性能 (IEC60092-359 的试验)。
- e) 在几条成品电缆上的附加老化试验 (见 IEC60092-350)。
- f) 单根电缆火焰传播试验 (见 IEC60092-350 和 IEC60332-1)。
- g) 成束电缆火焰传播试验 (见 IEC60092-350 和 IEC60332-3-22)。
- h) 成品电缆的烟 (光) 透射比 (IEC61034-1 和 IEC61034-2, 最小光透射比为 60%)。

注：该试验只适用于那些生产商声称具有“低烟”特性的电缆，来检验是否如产方所说。

- i) 耐火试验 (有限电路完整性), (见 IEC60092-350 并使用 IEC60331-21 规定的试验方法, 经受时间为 90 分钟)。

## 17.4 型式试验，电气性

- a) 从内层和外层挑选出至少二个二芯，三芯或四芯，在 1kHz 时进行测量，根据测量结果决定相互的电容。获得的数据应记录在电缆型式试验报告中。
- b) 至少在从内层和外层挑选出的全部二芯，三芯或四芯中的二个上测量 1 kHz 时的电感 (L)，根据测量结果和 20 时的直流电阻决定电感对电阻比 (L/R 比)。获得的数据应记录在电缆型式试验报告中。

附录 A  
( 提供信息的 )

线芯识别

表 A.1 中给出了单线芯组电缆型式色码的示范。如是多线芯组电缆，要求对相同线芯组中每根线芯绝缘上印着的相同数字作附加印字标记。

关于标记的排列，外观，间隔和尺寸，见 7.5.1。

表 A.1-单线芯组电缆的型式色码

线芯组成份	线 a	线 b	线 c	线 d
二芯线芯组	黑	白	-	-
三芯线芯组	黑	白	红	-
四芯线芯组	黑	白	红	蓝

注：在购买者和供应商之间可达成协议提供其他合适的色码。

**附录 B**  
(提供信息的)

**线芯数和二芯，三芯或四芯线芯组数**

**B.1 线芯数**

建议选择下列数字之一作为线芯数：

2, 4, 7, 12, 19, 27, 37

**B.2 二芯，三芯或四芯线芯组数**

建议选择下列数字之一作为二芯线芯组数：

1, 3, 7, 12, 19, 27, 37

注 1：由于生产中的困难，不建议生产 2-二芯屏蔽或非屏蔽电缆。最好使用四芯或 3-二芯电缆。

注 2：当使用四芯来替代 2-二芯时，线芯应完全相反对立。

建议选择下列数字之一作为三芯线芯组数：

1, 3, 7, 12

注 3：由于生产中的困难，不建议生产 2-三芯屏蔽或非屏蔽电缆。最好使用 3-三芯电缆。

建议选择下列数字之一作为四芯线芯组数：

1, 3, 7

注 4：由于生产中的困难，不建议生产 2-四芯屏蔽或非屏蔽电缆。最好使用 3-四芯电缆。

## 参考书目

IEC60092-353，船舶电气设备 — 第 353 部分：具有挤出固体绝缘，额定电压为 1KV 和 3 KV 非辐射区域单芯和多芯电缆

---