

指南编号/Guideline No.E-01(202009)



E-01

船用电线电缆

生效日期/Issued date: 2020 年 9 月 24 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: E-01(201510), 2015 年 10 月 20 日

E-01(201705), 2017 年 5 月 9 日

E-01(201909), 2019 年 9 月 19 日

本版本主要修改内容

本版本在原版指南的基础上作了以下主要技术修订:

- a) 编辑性修改。
- b) 勘误。
- c) 本指南参照和引用了 IEC60092-350 和 IEC60092-354 等标准,现已更新至 2020 版。

目 录

| | |
|----------------|---|
| 1 适用范围..... | 4 |
| 2 规范性引用文件..... | 4 |
| 3 术语和定义..... | 7 |
| 4 图纸资料..... | 7 |
| 5 技术要求..... | 8 |
| 6 原材料及零部件..... | 9 |
| 7 型式试验..... | 9 |
| 8 单件/单批检验..... | 9 |

船用电线电缆

1 适用范围

1.1 本指南适用于在额定电压 18/30(36) kV 及以下船舶和海上设施上移动和固定敷设、使用的电缆的检验和认可。

1.2 船用电缆包括：

- (1) 电力电缆；
- (2) 控制和仪表电路用电缆等。

1.3 本指南不包括：

- (1) 光纤电缆；
- (2) 海底电缆和脐带电缆；
- (3) 同轴电缆；
- (4) 数据和通讯电缆；
- (5) 布电线(见 IEC60227)和软电缆(见 IEC60245)。

2 规范性引用文件

下列文件被本指南完整或部分规范性引用，且其在本指南中的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

中国船级社《钢质海船入级规范》及其修改通报

| | |
|-------------------|--|
| IEC60092-350:2020 | 船舶电气设备—第350篇：船舶和近海设施用电力、控制和仪表电缆的一般结构和试验方法 |
| IEC60092-353:2016 | 船舶电气设备—第 353 篇：额定电压 1 kV 和 3 kV 电力电缆 |
| IEC60092-354:2020 | 船舶电气设备—第 354 篇：额定电压 6 kV(U _m =7.2 kV) |

| | |
|-------------------|--|
| | 至 30 kV(U _m =36 kV)单芯和 3 芯挤出固体绝缘电力电缆 |
| IEC60092-376:2017 | 船舶电气设备—第 376 篇：150/250V(300V)控制和仪表回路用电缆 |
| IEC60228 | 绝缘电缆的导体 |
| IEC60092-360:2014 | 船舶电气设备—第360篇：船舶和近海设施用电力、控制、仪表、通信和数据电缆的绝缘和护套材料 |
| IEC60331-1 | 电缆在火焰条件下的试验—电路完整性—第1篇：外径超过20mm额定电压0.6/1.0 kV及以下的电缆在830℃以上火焰中伴随冲击的试验方法 |
| IEC60331-2 | 电缆在火焰条件下的试验—电路完整性—第2篇：外径不超过20mm额定电压0.6/1.0 kV及以下的电缆在830℃以上火焰中伴随冲击的试验方法 |
| IEC60331-11 | 电缆在火焰条件下的试验—电路完整性—第11篇：设备——仅有温度750℃以上的火焰 |
| IEC60331-21 | 电缆在火焰条件下的试验—电路完整性—第21篇：程序和要求——额定电压0.6/1.0 kV及以下的电缆 |
| IEC60332-1-2 | 电缆和光缆在火焰条件下的试验—第1-2篇：单绝缘电线或电缆垂直播焰试验——1 kW预混焰试验程序 |
| IEC60332-3-22 | 电缆和光缆在火焰条件下的试验—第3-22篇：垂直安装成束电线或电缆的垂直播焰试验——A类 |
| IEC60754-1 | 取自电缆的材料燃烧时释放的气体的试验——第1篇：卤酸气体的测定 |
| IEC60754-2 | 取自电缆的材料燃烧时释放的气体的试验——第2篇：测定酸度(测量pH)和导电率 |
| IEC61034-1 | 电缆在特定条件下燃烧的烟密度测量——第1篇：试验设备 |

| | |
|--------------|---|
| IEC61034-2 | 电缆在特定条件下燃烧的烟密度测量——第2篇：试验程序和要求 |
| IEC60811-201 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第201篇：一般试验——绝缘厚度测量 |
| IEC60811-202 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第202篇：一般试验——非金属护套厚度测量 |
| IEC60811-203 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第203篇：一般试验——外径测量 |
| IEC60811-401 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第401篇：综合试验——热老化方法——空气箱老化 |
| IEC60811-403 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第403篇：综合试验——交联混合物臭氧试验 |
| IEC60811-404 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第404篇：综合试验——护套浸矿物油试验 |
| IEC60811-409 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第409篇：综合试验——热塑性绝缘和护套失重试验 |
| IEC60811-501 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第501篇：力学试验——绝缘和护套混合物机械性能测定试验 |
| IEC60811-505 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第505篇：机械性能试验——绝缘和护套低温拉伸 |
| IEC60811-507 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第507篇：机械性能试验——交联材料的热延伸试验 |
| IEC60811-508 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第508篇：机械性能试验——绝缘和护套高温压力试验 |
| IEC60811-509 | 电缆和光缆——非金属材料试验方法——第509篇：机械性能试验——绝缘和护套抗开裂试验(热冲击) |

| | |
|----------------|--------------------------------|
| ISO7989-2:2007 | 钢丝和钢丝产品——钢丝上镀有色金属——第2篇：锌或锌合金镀层 |
| IEC 60684-2 | 柔性绝缘套管——第2篇：试验方法 |
| IEC 60885-2 | 电缆的电性能试验。第2篇：局部放电试验 |
| IEC 60050-461 | 国际电工词典—第461篇：电缆 |

3 术语和定义

3.1 本指南采用的术语和定义与 IEC 60050-461 和 IEC60092-350:2020 一致。

4 图纸资料

4.1 下列图纸资料应提交审查：

- (1) 电缆结构图；
- (2) 电缆技术条件或等效文件。
- (3) 电缆型号、规格的命名规则；
- (4) 电缆结构数据表，或等效文件；
- (5) 标明质量控制点的生产工艺流程图；
- (6) 生产工艺文件清单；
- (7) 生产设备清单；
- (8) 检测设备清单；
- (9) 主要原材料牌号及其供方清单；
- (10) 质量证明书模板；
- (11) 无石棉声明；
- (12) 出厂检验大纲，或等效文件；

- (13) 出厂检验报告格式;
- (14) 产品使用说明书;
- (15) 其他需要提交审批的文件。

5 技术要求

5.1 船用电缆应满足以下标准:

5.1.1 船用电缆应满足 IEC60092-350:2020 要求。

5.1.2 额定电压 1 kV 和 3 kV 船用电力电缆应满足 IEC60092-353:2016 要求。

5.1.3 额定电压 6 kV 至 30 kV 船用电力电缆应满足 IEC60092-354:2020 要求。

5.1.4 船用控制和仪表电路用电缆应满足 IEC60092-376:2017 要求。

5.2 电缆绝缘、非金属护层和护套、填充、绕包带等非金属聚合物中不应含有石棉。

5.3 载流超过 20A 的交流单芯电力电缆或电缆线芯应为无金属铠装的或为非磁性材料铠装或覆盖的。

5.4 电缆的屏蔽层应满足 IEC60092-350:2020 第 4.4 条要求。额定电压 0.6/1.0(1.2) kV 和 1.8/3(3.6) kV 的船用电力电缆如设有屏蔽层,则该屏蔽层应是一个共同的金属屏蔽层(即至少包覆在 2 根芯线绞合组外的“总”屏蔽,不应是包覆在单独绝缘线芯外的“分屏蔽”),且满足 IEC60092-353:2016 第 5.6 条要求。

5.5 当使用镀锌钢丝编织铠装时,2 芯、3 芯及多芯船用电力电缆的线芯成缆后应有挤出固体型内护层。

5.6 船用电缆的绝缘聚合物材料和名称应符合 IEC60092-360:2014 表 2 规定。额定电压为 0.6/1(1.2) kV 及以下的电力电缆的绝缘材料应使用乙丙橡胶(EPR)、硬乙丙橡胶(HEPR)、交联聚乙烯(XLPE)、无卤交联聚烯烃(HF 90)或交联硅橡胶(S 95);额定电压 1.8/3(3.6) kV 至 18/30(36) kV 的电力电缆的绝缘材料应使用 EPR、HEPR、XLPE。

5.7 船用电缆的内、外护套材料应符合 IEC60092-360:2014 规定表 5 和表 7

规定。护套材料包括：氯丁橡胶(SE)、氯磺化聚乙烯或氯化聚乙烯橡胶(SH)、无卤橡胶(SHF2)等热固性混合物和无卤塑料(SHF1)、聚氯乙烯塑料(ST2)等热塑性混合物。

5.8 额定电压 1 kV 和 3 kV 船用电力电缆的结构应符合 IEC60092-353:2016 第 5 条要求；额定电压 6 kV 至 30 kV 船用电力电缆的结构应符合 IEC60092-354:2020 第 5 条要求。

6 原材料及零部件

无

7 型式试验

7.1 用于 CCS 级船舶的电缆应经 CCS 工厂认可。工厂认可包括图纸和技术文件的审批、认可型式试验和现场审核。

7.2 船用电缆应按规定进行型式试验，具体试验应满足本指南第 7.2.1 条至第 7.2.4 条要求。

7.2.1 若无其它规定，所有试验均应在下述大气条件下进行：

- (1) 环境温度：15℃～35℃；
- (2) 相对湿度：30%RH～90%RH；
- (3) 气压：86～106 kPa。

7.2.2 额定电压 1 kV 和 3 kV 船用电力电缆应按表 7.2.2 要求进行型式试验；

7.2.3 额定电压 6 kV 至 30 kV 船用电力电缆应按表 7.2.3 要求进行型式试验；

7.2.4 船用控制和仪表电路用电缆应按表 7.2.4 要求进行型式试验。

额定电压 1 kV 和 3 kV 船用电力电缆型式试验

表 7.2.2

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|-------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 电性能 | | |
| 1.1 | 绝缘电阻测量(20℃) | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.1 条 |

续表 7.2.2

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|------|------------------------------------|--|---|
| 1.2 | 最高工作温度(90℃)时绝缘电阻测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.2 条 |
| 1.3 | 浸水后电容增值测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.3 条 |
| 1.4 | 4h 高压试验 | IEC60092-350:2020 第 7.4 条 | IEC60092-350:2020 第 7.4 条 |
| 2 | 非电性能 | | |
| 2.1 | 导体检查 | IEC60092-353:2016 第 5.2 条 IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 6.4 条 |
| 2.2 | 绝缘厚度测量 | IEC60092-353:2016 第 5.3.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.2 条 IEC60811-201 |
| 2.3 | 非金属护套(包括内护层)厚度测量 | IEC60092-353:2016 第 5.5.2、5.7.3、5.9.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.3 条 IEC60811-202 |
| 2.4 | 编织覆盖密度(编织铠装电缆) | IEC60092-353:2016 第 5.8 条 | IEC60092-350:2020 第 4.8.2 条 |
| 2.5 | 空气箱老化前和老化后绝缘的机械性能试验 | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.4 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.6 | 空气箱老化前和老化后护套的机械性能试验 | IEC60092-360: 2014 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.5 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.7 | 附加老化试验(相容性试验) | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.6 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.8 | PVC ST2 护套失重试验 | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.7 条 IEC60811-409 |
| 2.9 | PVC ST2 和无卤 SHF1 护套高温下性能试验(高温压力试验) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.8 条 IEC60811-508 |
| 2.10 | 低温下性能试验(ST2、SHF1 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.9 条 IEC60811-505 |

续表 7.2.2

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|------|---|---|---|
| 2.11 | 铜丝金属镀层试验 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 |
| 2.12 | 镀锌试验 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 |
| 2.13 | PVC ST2 和无卤 SHF1 护套抗开裂试验 (热冲击试验) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.13 条 IEC60811-509 |
| 2.14 | 绝缘和护套耐臭氧试验 (HEPR、EPR、HF90 绝缘和 SE、SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.14 条 IEC60811-403 |
| 2.15 | 浸热油试验(SE1、SH 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.15.1 条 IEC60811-404 |
| 2.16 | 阻燃试验:IEC 60332-1-2 和 IEC 60332-3-22 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 在此情形下电缆应紧密接触地安装在梯子的前面 |
| 2.17 | 硬度测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.18 条 |
| 2.18 | 弹性模量测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.19 条 |
| 2.19 | 标识耐久性 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 |
| 3 | 无卤电缆附加试验 | | |
| 3.1 | 酸气逸出 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.4 条 IEC60754-1 |
| 3.2 | pH 值和传导率 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.5 条 IEC60754-2 |
| 3.3 | 氟含量试验 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.6 条 IEC60684-2 |
| 4 | 低烟电缆附加试验 | | |

续表 7.2.2

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|-------------|---|--|
| 4.1 | 烟密度试验 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 如试验过程中成品电缆透光率始终不低于 60%，则该试验合格 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 |
| 5 | 耐火电缆附加试验 | | |
| 5.1 | 耐火试验(电路完整性) | 试验应根据 IEC60331-21 或 IEC60331-1 或 IEC60331-2 进行，试验时间至少 90 分钟 | IEC60092-350:2020 第 8.17.7 条 IEC60331-1 (电缆外径大于 20mm) IEC60331-2 (电缆外径不大于 20mm) IEC60331-21 |
| 6 | 特殊性能附加试验 | | |
| 6.1 | 低温性能特殊试验 | IEC60092-350:2020 附录 E | IEC60092-350:2020 第 8.10 条 |
| 6.2 | 加强浸热油试验 | IEC60092-360: 2014 表 9 | IEC60092-350:2020 第 8.15.2 条 |
| 6.3 | 耐钻井泥浆试验 | IEC60092-360: 2014 表 10 | IEC60092-350:2020 第 8.16 条 |

额定电压 6 kV 至 30 kV 挤出固体绝缘单芯和三芯电力电缆型式试验 表 7.2.3

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|---|--|---|
| 1 | 电性能试验 | | |
| 1.1 | 绝缘电阻测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.1 条 |
| 1.2 | 高压顺序试验 | IEC60092-350:2020 第 7.7 条 | IEC60092-350:2020 第 7.7 条 |
| 1.3 | 最高工作温度(90℃)时绝缘电阻测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.2 条 |
| 1.4 | 浸水后电容增值测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.3 条 |
| 1.5 | 4 小时电压试验 | IEC60092-350:2020 第 7.7.9 条 | IEC60092-350:2020 第 7.7.9 条 |
| 2 | 非电性能试验 | | |
| 2.1 | 导体检查 | IEC60092-354:2020 第 5.2 条 IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 6.4 条 |
| 2.2 | 电缆结构尺寸检查 绝缘厚度 非金属护套厚度 编织铠装尺寸 外径 | IEC60092-354:2020 第 5.3.3 条 IEC60092-354:2020 第 5.7.2、5.8.3、5.10.3 条 IEC60092-354:2020 第 5.9.2 条、5.9.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.2 条 IEC60811-201 IEC60092-350:2020 第 8.3 条 IEC60811-202 IEC60092-350:2020 第 6.7 条 IEC60811-203 |
| 2.3 | 编织覆盖密度(编织铠装电缆) | IEC60092-354:2020 第 5.9 条 | IEC60092-350:2020 第 4.8.2 条 |
| 2.4 | 空气箱老化前和老化后绝缘的机械性能 | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.4 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.5 | 空气箱老化前和老化后护套的机械性能 | IEC60092-360: 2014 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.5 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.6 | 附加老化相容性试验 | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.6 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.7 | (PVC ST2 护套)失重试验 | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.7 款 IEC60811-409 |
| 2.8 | 高温下性能试验(ST2 和 SHF1 护套高温压力试验) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.8 款 IEC60811-508 |

续表 7.2.3

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|------|---------------------------------|---|---|
| 2.9 | 低温下性能试验 (ST2、SHF1 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.9 条 IEC60811-505 |
| 2.10 | 铜丝镀层试验 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 |
| 2.11 | 镀锌试验 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 |
| 2.12 | 抗热冲击开裂 (ST2 和 SHF1 护套) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.13 条 IEC60811-509 |
| 2.13 | 绝缘和护套耐臭氧试验 | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.14 条 IEC60811-403 |
| 2.14 | 浸热油试验(SE1、SH 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.15.1 条 IEC60811-404 |
| 2.15 | 播焰试验 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 在此情形下电缆应紧密接触地安装在梯子的前面 |
| 2.16 | 硬度测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.18 条 |
| 2.17 | 弹性模量测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.19 条 |
| 2.18 | 标识耐久性 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 |
| 3 | 无卤电缆附加试验 | | |
| 3.1 | 酸气逸出 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.4 条 IEC60754-1 |
| 3.2 | pH 值和传导率 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.5 条 IEC60754-2 |
| 3.3 | 氟含量试验 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.6 条 IEC60684-2 |
| 4 | 低烟电缆附加试验 | | |

续表 7.2.3

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|---------------|---|--|
| 4.1 | 烟密度试验 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 如试验过程中成品电缆透光率始终不低于 60%，则该试验合格 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 |
| 5 | 耐火电缆附加试验(如适用) | | |
| 5.1 | 耐火试验(电路完整性) | 试验应根据 IEC60331-21 或 IEC60331-1 或 IEC60331-2 进行，试验时间至少 90 分钟 | IEC60092-350:2020 第 8.17.7 条 IEC60331-1 (电缆外径大于 20mm) IEC60331-2 (电缆外径不大于 20mm) IEC60331-21 |
| 6 | 特殊性能附加试验 | | |
| 6.1 | 低温性能特殊试验 | IEC60092-350:2020 附录 E | IEC60092-350:2020 第 8.10 条 |
| 6.2 | 加强浸热油试验 | IEC60092-360: 2014 表 9 | IEC60092-350:2020 第 8.15.2 条 |
| 6.3 | 耐钻井泥浆试验 | IEC60092-360: 2014 表 10 | IEC60092-350:2020 第 8.16 条 |

船用控制和仪表电路用电线型式试验

表 7.2.4

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|--|------------------------------------|--|
| 1 | 电性能 | | |
| 1.1 | 绝缘电阻常数测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.1 条 |
| 1.2 | 最高工作温度时绝缘电阻测量 | IEC60092-360: 2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 7.2.2 条 |
| 1.3 | 耦合电容 | —— | IEC60092-350:2020 第 7.5 条 |
| 1.4 | 感应电阻率 | —— | IEC60092-350:2020 第 7.6 条 |
| 2 | 非电性能 | | |
| 2.1 | 导体检查 | IEC60092-376:2017 第 5.2 条 | IEC60092-350:2020 第 6.4 条 |
| 2.2 | 电缆尺寸检查 绝缘厚度 非金属护套厚度(包括内 护层) 外径 | —— | IEC 60092-350:2020 第 6.5 条和第 8.2 条 IEC 60092-350:2020 第 6.6 条和第 8.3 条 IEC 60092-350:2020 第 6.7 条 |
| 2.3 | 编织覆盖密度(编织铠装 电缆和/或编织屏蔽电 缆) | IEC60092-376:2017 第 5.6 条和第 5.8 条 | IEC60092-350:2020 第 4.8.2 条 |
| 2.4 | 空气箱老化前和老化后 绝缘的机械性能试验 | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.4 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.5 | 空气箱老化前和老化后 护套的机械性能试验 | IEC60092-360: 2014 表 6、 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.5 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.6 | 附加老化试验(相容性试 验) | IEC60092-360: 2014 表 4、 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.6 条 IEC60811-501 IEC60811-401 |
| 2.7 | PVC ST2 护套失重试验 | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.7 条 IEC60811-409 |

续表 7.2.4

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|------|---|---|---|
| 2.8 | PVC ST2 和无卤 SHF1 护套高温下性能试验(高温压力试验) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.8 条 IEC60811-508 |
| 2.9 | 低温下性能试验(ST2、SHF1 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6、表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.9 条 IEC60811-505 |
| 2.10 | 铜丝金属镀层试验 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 | IEC60092-350:2020 第 8.11 条 |
| 2.11 | 镀锌试验 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 | IEC60092-350:2020 第 8.12 条 ISO 7989-2:2007 第 5.3 条 |
| 2.12 | PVC ST2 和无卤 SHF1 护套抗开裂试验 (热冲击试验) | IEC60092-360: 2014 表 8 | IEC60092-350:2020 第 8.13 条 IEC60811-509 |
| 2.13 | 绝缘和护套耐臭氧试验 (HEPR、EPR、HF90 绝缘和 SE、SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.14 条 IEC60811-403 |
| 2.14 | 浸热油试验(SE1、SH 和 SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 6 | IEC60092-350:2020 第 8.15.1 条 IEC60811-404 |
| 2.15 | 阻燃试验:IEC 60332-1-2 和 IEC 60332-3-22 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 | IEC60092-350:2020 第 8.17.1 条 IEC60332-1-2 IEC60092-350:2020 第 8.17.2 条 IEC60332-3-22 在此情形下电缆应紧密接触地安装在梯子的前面 |
| 2.16 | 硬度测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.18 条 |
| 2.17 | 弹性模量测定(HEPR 绝缘) | IEC60092-360: 2014 表 4 | IEC60092-350:2020 第 8.19 条 |
| 2.18 | 标识耐久性 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 | IEC60092-350:2020 第 8.20 条 |
| 3 | 无卤电缆附加试验 | | |
| 3.1 | 酸气逸出 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.4 条 IEC60754-1 |

续表 7.2.4

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|---|--|--|
| 3.2 | pH 值和传导率 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.5 条 IEC60754-2 |
| 3.3 | 氟含量试验 | IEC60092-350:2020 表 7 | IEC60092-350:2020 第 8.17.6 条 IEC60684-2 |
| 4 | 低烟电缆附加试验(注: 本试验通常适用于无卤电缆。请见上述试验项目序号 3.) | | |
| 4.1 | 烟密度试验 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 如试验过程中成品电缆透光率始终不低于 60%, 则该试验合格 | IEC60092-350:2020 第 8.17.3 条 IEC61034-1 IEC61034-2 |
| 5 | 耐火电缆附加试验(注: IEC 60331-21 定义的试验程序所使用的试验设备详见 IEC 60331-11.) | | |
| 5.1 | 耐火试验(电路完整性) | 试验应根据 IEC60331-21 或 IEC60331-1 或 IEC60331-2 进行, 试验时间至少 90 分钟 | IEC60092-350:2020 第 8.17.7 条 IEC60331-1 (电缆外径大于 20mm) IEC60331-2 (电缆外径不大于 20mm) IEC60331-21 |
| 6 | 特殊性能附加试验 | | |
| 6.1 | 低温性能特殊试验 | IEC60092-350:2020 附录 E | IEC60092-350:2020 第 8.10 条 |
| 6.2 | 加强浸热油试验 | IEC60092-360: 2014 表 9 | IEC60092-350:2020 第 8.15.2 条 |
| 6.3 | 耐钻井泥浆试验 | IEC60092-360: 2014 表 10 | IEC60092-350:2020 第 8.16 条 |

7.4 取样原则

7.4.1 试验样品的型号、规格应能覆盖申请工厂认可的产品范围。一般情况下应对每一系列的电缆产品抽样试验。

7.4.2 试验样品的型号、规格应具有技术代表性。即：试验样品通过认可型式试验的难度较大。

7.4.3 试验样品的数量（长度）应满足相关标准的要求。

7.4.4 试验样品应由 CCS 验船师到申请方工厂抽取。

7.5 试验机构

7.5.1 初次工厂认可时，应由经 CCS 认可的试验机构承担认可试验。

7.5.2 工厂认可证书换新时，如制造厂具备标准规定的试验环境、试验设备，并具有适任的检验、试验人员，经 CCS 同意，可以考虑在制造厂的试验室进行工厂认可型式试验、CCS 验船师现场见证。

7.6 认可证书

7.6.1 工厂认可证书的颁发、保持、更改、换新及取消请见《钢质海船入级规范》第1篇第3章相关要求。

8 单件/单批检验

8.1 额定电压 1 kV 和 3 kV 船用电力电缆在制造厂至少应按表 8.1 进行检验和试验。

额定电压 1 kV 和 3 kV 电力电缆单件/单批检验试验大纲 **表 8.1**

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 例行试验 | | |
| 1.1 | 导体电阻测量 | IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 5.2.2 条 |
| 1.2 | 电压试验 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 |
| 1.3 | 护套电压试验(铠装电缆) | IEC60092-350:2020 第 5.2.3.4 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3.4 条 |
| 2 | 抽样试验 | | |

续表 8.1

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|--|---|---|
| 2.1 | 导体检查 | IEC60092-353:2016 第 5.2 条 IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 6.4 条 |
| 2.2 | 电缆结构尺寸检查 绝缘厚度测量 非金属护套(包括内护层)厚度 外径 | IEC60092-353:2016 第 5.3.3 条 IEC60092-353:2016 第 5.5.2、5.7.3、5.9.3 条 IEC60092-353:2016 第 5.7.3 条 | IEC60092-350:2020 第 6.5 条 IEC60811-201 IEC60092-350:2020 第 6.6 条 IEC60811-202 IEC60092-350:2020 第 6.7 条 IEC60811-203 |
| 2.3 | 绝缘和护套热延伸试验 (HEPR, EPR, XLPE, HF 90, S 95 绝缘和 SE1, SHF2 护套) | IEC60092-360:2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 6.8 条 IEC60811-507 |
| 2.4 | 绝缘电阻试验 | IEC60092-360:2014 表 3 | IEC60092-350:2020 第 6.9 条 |

8.2 额定电压 6 kV 到 30 kV 船用电力电缆在制造厂至少应进行以下检验和试验（全数），详见表 8.2。

8.2.1 导体直流电阻测量（IEC60092-350:2020 第 5.2.2 条）；

8.2.2 高压试验（IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条）；

8.2.3 局部放电试验（IEC60092-350:2020 第 5.2.4 条）；

8.2.4 导体检查（IEC60092-350:2020 第 6.4 条）；

8.2.5 结构检查（IEC60092-350:2020 第 6.5~6.7 条）；

8.2.6 绝缘和护套的热延伸试验（IEC60092-350:2020 第 6.8 条）。

额定电压 6 kV 到 30 kV 电力电缆单件/单批检验试验大纲 表 8.2

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|---|--|---|
| 1 | 例行试验 | | |
| 1.1 | 导体电阻测量 | IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 5.2.2 条 |
| 1.2 | 电压试验 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 |
| 1.3 | 局部放电试验 | IEC60092-350:2020 第 5.2.4 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.4 条; IEC60885-2 |
| 2 | 抽样试验 | | |
| 2.1 | 导体检查 | IEC60092-354:2020 第 5.2 条 IEC60228 表 II、III | IEC60092-350:2020 第 6.4 条 |
| 2.2 | 电缆结构尺寸检查 绝缘厚度 非金属护套厚度 编织铠装尺寸 外径 | IEC60092-354:2020 第 5.5.3 条 IEC60092-354:2020 第 14.2 条 IEC60092-354:2020 第 5.9.2 条 IEC60092-354:2020 第 15.2 条 | IEC60092-350:2020 第 6.5 条 IEC60811-201 IEC60092-350:2020 第 6.6 条 IEC60811-202 IEC60092-350:2020 第 6.7 条 IEC60811-203 |
| 2.3 | 绝缘和护套热延伸试验(HEPR, EPR, XLPE, HF 90, S 95 绝缘和 SE1, SHF2 护套) | IEC60092-360: 2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 6.8 条 IEC60811-507 |

8.3 船用控制和仪表回路用电缆在制造厂至少应按表 8.3 进行检验和试验。

船用控制和仪表回路用电缆单件/单批检验试验大纲

表 8.3

| 序号 | 试验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----|--|--|---|
| 1 | 例行试验 | | |
| 1.1 | 导体和泄电线直流电阻测量 | IEC60092-376:2017 表 1 | IEC60092-350:2020 第 5.2.2 条 |
| 1.2 | 电压试验 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3 条 |
| 1.3 | 护套电压试验(铠装电缆) | IEC60092-350:2020 第 5.2.3.4 条 | IEC60092-350:2020 第 5.2.3.4 条 |
| 2 | 抽样试验 | | |
| 2.1 | 绝缘电阻试验 | —— | IEC60092-350:2020 第 6.9 条 |
| 2.2 | 屏蔽绝缘电阻测量 | $\geq 1 \text{ M}\Omega \text{ km}$ | IEC60092-350:2020 第 6.9 条 |
| 2.3 | 铠装电缆的屏蔽与铠装层之间绝缘电阻测量 | $\geq 0,25 \text{ M}\Omega \text{ km}$ | IEC60092-350:2020 第 6.9 条 |
| 2.4 | 导体检查 | IEC60092-376:2017 第 5.2 条 | IEC60092-350: 2020 第 6.4 条 |
| 2.5 | 电缆结构尺寸检查 绝缘厚度 非金属护套(包括内护层)厚度 外径 | | IEC60092-350:2020 第 6.5 条和第 8.2 条 IEC60811-201 IEC60092-350:2020 第 6.6 条和第 8.3 条 IEC60811-202 IEC60092-350:2020 第 6.7 条 IEC60811-203 |
| 2.3 | 绝缘和护套热延伸试验 (HEPR, EPR, XLPE, HF 90, S 95 绝缘和 SE1, SHF2 护套) | IEC60092-360:2014 表 4、表 6 | IEC60092-350:2020 第 6.8 条 IEC60811-507 |

8.4 例行试验通常在交货的全长度上进行。制造厂可以选择在交货长度上进行例行试验，也可以在分割成交货长度前的制造长度上进行。

8.5 抽样试验的频率

8.5.1 导体检查和结构尺寸检查：如验船师要求，应在每个同型号、规格系

列产品的一个长度上进行导体检查、绝缘和护套厚度测量和外径测量，但不应超过合同总长度的 10%。

8.5.2 物理试验：根据验船师和制造厂达成的协议，如供货合同上的多芯电缆的总长度超过 2 公里或单芯电缆的总长度超过 4 公里，则应从为合同制造的电缆上取样进行试验。试验样品的数量请见表 8.5。

根据电缆长度确定样品数量

表 8.5

| 电缆长度(L) km | | 样品数量 |
|--|---------|------|
| 多芯电缆 | 单芯电缆 | |
| 2<L≤10 | 4<L≤20 | 1 |
| 10<L≤20 | 20<L≤40 | 2 |
| 20<L≤30 | 40<L≤60 | 3 |
| L>30 | L>60 | a b |
| 注： a: 电缆长度大于 30 公里的多芯电缆，每增加 10 公里增加 1 个样品。 b: 电缆长度大于 60 公里的单芯电缆，每增加 20 公里增加 1 个样品。 | | |

*****结束*****