

一种船舶电缆设计及敷设技术研究

周杰

上海振华重工启东海洋工程股份有限公司, 江苏 启东 226259

DOI:10.61369/ETQM.2026030039

摘 要： 船舶电缆长期处于高盐雾、强震动、密闭高温、油污侵蚀的极端环境中，其敷设质量直接决定全船电气系统的可靠性。研究船舶电缆设计及敷设形式、环境和保护，聚焦绝缘老化机理、接头防水密封、可靠接地等关键模式，是推动船舶电缆敷设施工标准体系的必经之路。

关 键 词： 船舶电缆；电缆设计；电缆敷设；电缆保护

Research on Design and Installation Technology of Ship Cables

Zhou Jie

Shanghai Zhenhua Heavy Industry Qidong Offshore Engineering Co., Ltd., Qidong, Jiangsu 226259

Abstract： Ship cables are constantly exposed to extreme environments characterized by high salt spray, intense vibration, confined high temperatures, and oil contamination, where the quality of their installation directly determines the reliability of the entire ship's electrical system. Researching the design and installation methods, environmental considerations, and protective measures for ship cables, with a focus on key aspects such as insulation aging mechanisms, waterproof sealing of connectors, and reliable grounding, is essential for advancing the standardization system for ship cable installation practices.

Keywords： ship cables; cable design; cable installation; cable protection

引言

于船舶建造领域而言，电缆设计及施工环节的质量优劣，是直接作用于整个建造周期长短与效率高低的关键因素。不同的船型，电缆从几万米至几十万米不等，是一个庞大而繁琐的工程。船舶电缆一般分为电力控制型电缆、通讯信号电缆和特殊电缆。每种类型的电缆在敷设过程中都有各自相关的规范要求，此外，船舶航行过程中面临巨大风浪工况，船舶自身将产生较大晃动，这就要求船上的所有设备必须稳固可靠，只有保证电缆敷设的可靠性，才能确保船舶各项系统的稳定运行。

一、船舶电缆设计研究

（一）电缆设计环境规定

船舶电缆在敷设过程中要穿过各种不同的场所，根据这些场所的性质决定了电缆的设计要求如下。

a. 热源场所。电缆设计时应尽量避开加热油柜、主机排气管、热水围井、锅炉蒸汽管等热源。电缆路径与热源平行段 $\geq 500\text{mm}$ 时，电缆与绝缘外表之间距离 $\geq 200\text{mm}$ ，交叉时两者 $\geq 100\text{mm}$ ，如图1所示。

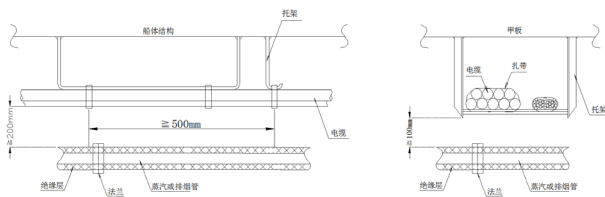


图1 电缆避开热源设计要求

b. 潮湿场所。电缆设计时应尽量避免在有潮气、水雾凝结和

油污出现的场所。电缆路径上方的油管、水管不允许有接头。如确实不可避免时，应在管路接头处加保护罩。电缆敷设不允许穿过油舱、水舱，如果有特殊要求必须穿过，需要使用无缝钢管且穿舱两端与舱壁焊接确保水密。电缆从无缝钢管中穿过，须做好防腐措施。

c. 吊物处所。电缆设计时不应布置在需要吊缸维修的机械设备上方，如主发电机、推进电机等。在电缆布置过程中需要考虑设备的维修及拆卸，如需要经常拆卸设备的区域应该尽可能不布置或少布置电缆，防止拆卸设备时对电缆造成损伤。

d. 电缆种类。①本质安全电缆：必须单独敷设。本安电缆具有低电容和低电感，如果和其它电缆敷设到同一托架上，一旦非本安电缆出线击穿现象，容易引起附近本安电缆出现高电流、信号干扰等问题。敷设完毕时还需好相应标记；②需要双路供电的电缆，从主配和应配两路供电，如火警系统、广播系统、舵机系统等，两路电缆需要单独敷设，主要原因是重要系统需保证冗余性能。

(二) 电缆弯曲半径规定

电缆的安装过程中应该尽可能保证平直，美观，方便维护。如需弯曲敷设时，需根据不同种类的电缆满足如下表1所述规定。

表1 电缆弯曲半径规定

电 缆 结 构		电缆外径 D	最小弯曲半径
绝 缘	外 护 套		
热塑性或热固性材料（铜导体为圆形）	非铠装或非编织	≤ 25 mm	4D
	金属编织屏蔽或铠装	任何	6D
	金属铠装或护套	任何	6D
热塑性或热固性材料（铜导体为特定形状）	任何	任何	8D
矿 物	硬金属护套	任何	6D
光 纤		任何	12D

(三) 电缆设计间距规定

中压和变频电缆应与其它电缆分开独立敷设，电缆托架间隔大于90mm，且应敷设在不易受到机械损伤的区域。不同等级的中压电缆敷设时，如果空间允许，尽量单独设置路径敷设；如果必须在同一托架上敷设时，电缆间距应不小于下表中要求的最小值（见表2）。

表2 中压电缆敷设间距

额定电压（kV）	最小间距（mm）
3（3.3）	55
6（6.6）	90
10（11）	120
15	160

(四) 电缆贯穿规定

电缆穿过水密防火舱壁时，需使用防火水密电缆贯穿件。经过该贯穿件的电缆总截面积之和必须小于贯穿件横截面积的40%。因为，影响电阻的一大重要因素就是温度，温度越大电阻和损耗也越大，而电缆越多越不易于散热，所以预留60%的空间就是为了让电缆在工作时有足够的空间进行散热。如图2左图所示，电缆穿过宽300高100倒角30的贯穿件，此时的电缆总面积大于40%，系统报警，需调整电缆根数为图2右图所示，方可按此设计出图。值得注意的是，如果船上使用 MCT 贯穿封堵电缆件，无需考虑该情况。

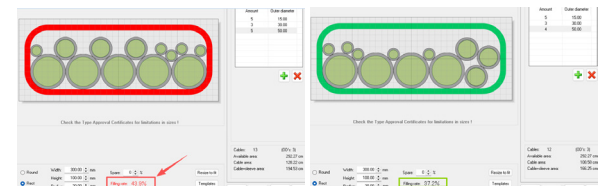


图2 电缆贯穿设计要求

(五) 电缆设计

在船舶建造初期，根据每条船的特性设计相关的电缆敷设内

容。首先根据电力一次单线图、主干路径走向图和其它主要系统图纸，找出主要电缆的型号和数量计算出主干电缆路径的宽度，设计好电缆主干布局；其次，和其它专业在模型里依次协调好各自所占的空间位置，固化主干路径，提前在分段阶段标注出主干电缆的路径，尤其是主要供电设备的大电缆路径。掌握好如上要求和规定，根据电缆清册中电缆的外径、长度规划好电缆路线，避免施工过程中出现过度的交叉等现象，如图3所示。需注意在机舱发电机、主机等设备花钢板下的电缆要增加普利卡套管，不可以直接在花钢板下布置电缆。

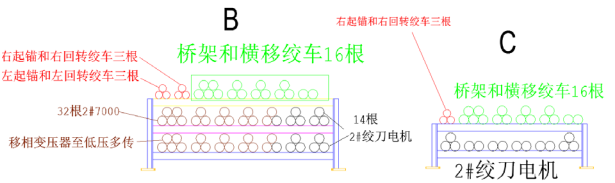


图3 电缆主干设计示意图

二、船舶电缆敷设研究

(一) 电缆敷设

电缆敷设是一项严谨、复杂的工作，就像画画一样，是需要一定的经验和技巧才能交出的完美答卷。敷设时必须考虑到如下关键步骤：

a. 电缆绑扎要求。不同材质、耐温程度的电缆不能绑扎在一起，要充分考虑电缆的散热及载流量，如动力、控制型电缆绑扎在一起，通讯信号电缆绑扎在一起，不能混绑；而且每一个绑扎厚度、宽度都有要求，一般电缆束的厚度≤60mm，电缆束宽度≤200mm，每束电缆间隔≥50mm，如图4所示。电缆在托架上摆放，一般以品字形为主，最多摆放3层；大线一束一般不超过6根，小线一般不超过12根。

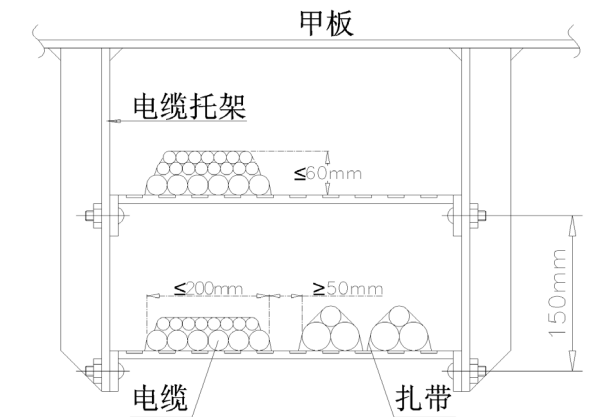


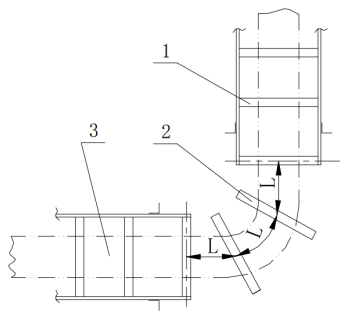
图4 电缆绑扎示意图

一般情况下，室外区域所有系统的电缆绑扎均应该使用包塑不锈钢带绑扎，室内区域可以使用包塑镀锌或者尼龙阻燃扎带绑扎。常用工具为棘轮式不锈钢扎带钳、不锈钢打包扣、PVC包塑绝缘扎带、自锁不锈钢嵌片尼龙扎带等，如图5所示。



图5 电缆绑扎工具

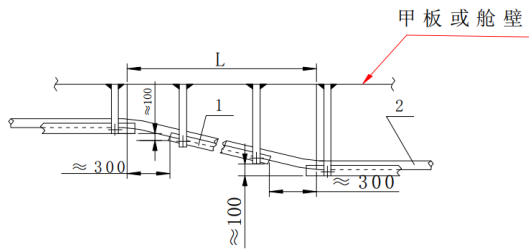
b. 电缆敷设型式要求。电缆敷设一般有水平、垂直、弯曲、落差四种敷设方式。水平和垂直敷设时，每间隔300mm一个绑扎导板固定电缆，可以单层，也可以双层，空间有限的情况下最高做到3层，否则无法施工；电缆水平直角弯曲敷设型式见图6，当L超过300mm时，为保证美观度，在适合区域增加相应单只电缆支撑件。



1 —— 焊接式电缆支撑件 2 —— 单只电缆支撑件 3 —— 电缆

图6 电缆水平直角弯曲敷设示意图

电缆高度落差敷设时，电缆高低落差 $\geq 100\text{mm}$ ，需增加适当的单只电缆托架予以过渡。当跨距 $L \geq 1200\text{mm}$ 时，跨距间要增设相应单只电缆托架，并确保所有高低落差在100mm以内（见图7）。特别注意上建室内的单根电缆敷设，一般采用尼龙电缆衬穿过木围壁。



1 —— 单只电缆托架 2 —— 电缆

图7 电缆有高度落差的敷设示意图

c. 电缆穿过特殊场所的敷设要求。电缆在金属管子或金属软管中敷设时，管和管道的内壁应光滑无毛刺，且内外壁表面应有防蚀护层，穿管系数不应大于0.4；管子或管道应保证机械上和电气上的连续性，并应可靠接地；同时，还需确保管子或管道两端的填料密封，如管子的接头与设备的进线口直接连接，则连接

处应保证水密性能。电缆在冷藏场所敷设时，冷藏场所的电缆应全部明线敷设，且电缆与冷藏室壁之间应留有一定的空间，固定电缆的支撑件应镀锌或采用其它防腐蚀措施，紧固件采用不锈钢扎带。

（二）电缆保护

电缆是维系整个船舶正常工作的命脉，一旦电缆出现问题将直接影响船舶的正常使用及安全，所以在船舶建造过程中尽可能的考虑延长电缆的使用寿命，避免一些损伤电缆的情况发生。电缆敷设过程中，电缆盘及现场工装的使用需要考虑方便省力，同时避免电缆表皮受损。为提升施工效率并降低人力成本，通常采用机械牵引方式替代传统人工拉拽。通过在电缆路径的拐弯处架设导向轮，有效解决了因空间狭窄导致的施工人员站位困难及潜在安全风险，使电缆敷设作业的流畅度显著提升。

先将要敷设的电缆在指定地点架起，通过使用卷扬机来节省人力。其安装位置一般离终端越近越好，可用螺栓固定在电缆托架上。接着通过卷扬钢丝绳沿着电缆敷设路径逐段穿引，待钢丝绳完全就位后，同步收紧电缆末端与钢丝绳首端。沿电缆敷设托架上均匀放置电缆托辊并固定，减少电缆摩擦及受力。在电缆路径的变高段、转弯处、穿管处等位置，需安装导向轮以确保牵引顺畅。导向轮的安装需满足如下要求：

- 1) 轮体必须能360°无死角旋转；
- 2) 轮槽大小与钢丝绳外径匹配；
- 3) 固定方式可靠，防止运行中移位。

同时，在上述地方要组织好相关人员监守，使用对讲机随时保持联系，发现问题及时停车，以免划伤电缆，电缆转弯时人要站在电缆托架的外侧避免伤人。电缆未接线前，两端使用防水胶带进行缠绕保护，防止受潮。整个过程以保证电缆敷设的安全高效为首要任务。

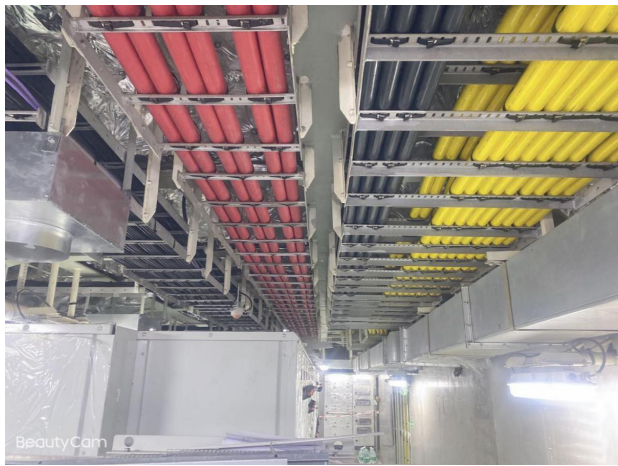


图8 船上电缆实际敷设后的展示图

三、结束语

船舶电缆敷设和船舶周期息息相关，对于船舶电气从业者来

说在船舶建造初期把电缆敷设设计规划好是工作的重中之重。这需要对船型及电气系统以及相关设计及敷设规定了如指掌，并能熟悉建造阶段经常出现的各种问题；同时，针对出现的问题制定相关的预防措施，为后续船舶电缆的顺利敷设奠定基础。本文通

过列举了电缆设计、敷设的相关工艺及规范要求，简单介绍了电缆敷设过程中的各方面细节，而实际的建造过程中电缆敷设工作远远不止于此。希望通过不断的创新，不断的积累，提高船舶电缆敷设的效率，为企业节约更多的成本。

参考文献

- [1] 耿志勇, 梁思渊. 船舶电缆切割册优化及电缆敷设研究 [J]. 船舶物资与市场, 2022.05.
- [2] 中国造船工程学会, 中国船舶工业集团公司, 中国船舶重工集团公司. 船舶设计实用手册 (第3版)- 电气分册 [M]. 国防工业出版社, 2013.08.
- [3] 陈刚. 船舶电气 [M]. 人民交通出版社, 2011.01.
- [4] 刘爱英. 船舶电气施工工艺研究 [J]. 科技创新导报, 2010.10.