

# 船舶电气安装与调试



国防工业出版社

# 船舶电气安装与调试

袁继华 编著

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书详细介绍了目前在各船厂现行的电气工艺安装过程及有关的单项施工工艺，并且对今后的工艺发展方向作了原则性探讨。本书还对船上主要的照明、动力设备的调试，作了较为详细的叙述，使读者能全面掌握船舶电气设备调试的原则和方法，以及在调试中应注意的事项。

本书主要阅读对象为具有一般电工原理知识的船舶电气安装工人。对从事船舶电气工艺安装与调试工作的技术人员、有关专业的师生也具有一定的参考价值。

## 船舶电气安装与调试

袁继华 编著

\*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山西新华印刷厂印装

\*

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张11 279千字

1979年1月第一版 1979年1月第一次印刷 印数：00,001—13,000册

统一书号：15034·1745 定价：1.40元

# 序 言

建国以来，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国的国民经济和科学技术得到全面而又迅速的发展。新技术、新材料、新设备、新工艺不断地被研制、试用、推广。船舶电气安装工艺同其它工种一样，无论在工艺路线上，还是在具体施工工艺上，也都在不断地改进、完善，电气放样、配套管理、预制预装、尼龙扎带工艺等等，都逐步为各船厂所重视，并加以推广使用。实践证明，这些都是提高劳动生产率、缩短造船周期、减轻劳动强度、提高产品质量的行之有效的工艺措施。

粉碎“四人帮”以来，广大造船工人响应以华主席为首的党中央提出的“抓纲治国”战略决策的伟大号召，为在本世纪内实现四个现代化，认真学习业务、刻苦钻研技术，对有关的工艺技术学习资料的要求甚为迫切。为此，在各船厂现行的船舶电气安装工艺的基础上，编写成《船舶电气安装与调试》一书，以便于从事船舶电气安装的有关人员全面了解电气工艺安装的基本知识，以及主要照明、动力设备的调试方法，对在安装、调试过程中所采用的通用标准件及专用工艺装备作一适当的介绍。

在本书的编写过程中，曾有不少单位和同志提供了许多宝贵经验和材料，在成稿后，陈绵明、沈祖庚、丁建华、陈云妙、王能敏、窦传康等同志对本书进行了详细的审阅和校对，并提出了不少修改和补充意见，王根勤同志为本书进行了封面设计，在一起表示衷心感谢。

由于编著者的水平尚低，实践经验不够丰富，加上成稿仓促，书中难免有不少欠妥之处，希望读者提出批评和宝贵意见，以便改正。

编 者

# 目 录

船舶电气安装工艺原则 .....	1
第一编 工艺安装 .....	3
第一章 电气安装配套 .....	3
一、设备配套 .....	3
二、电缆集中备料 .....	6
第二章 设备安装 .....	9
一、设备安装要求 .....	9
二、设备安装方式 .....	12
第三章 电缆敷设 .....	18
一、电缆紧固方式 .....	18
二、主干电缆敷设 .....	28
三、局部电缆敷设 .....	38
四、电缆孔的密封 .....	39
五、天线制造与架设 .....	45
第四章 电缆切割、接线和接地 .....	48
一、电缆的切割 .....	48
二、电缆端头加工 .....	52
三、电缆芯线的标记与捆扎 .....	57
四、高频电缆切割接线 .....	59
五、接地 .....	60
第二编 调整试验 .....	65
第一章 照明系统调试 .....	66
一、绝缘检查 .....	66
二、断路检查 .....	69
三、短路检查 .....	70
四、接线错误 .....	71
五、日光灯故障排除 .....	72
六、特殊灯具故障排除 .....	73
七、航行灯及信号灯系统调试 .....	74
第二章 泵、通风机电力拖动系统调试 .....	80
一、JQL <sub>1</sub> 型电力拖动系统调试 .....	80

二、QC 96 型电力拖动系统调试 .....	92
三、其它类型的起动装置调试 .....	99
四、关于电动机运行的若干问题 .....	104
第三章 锚机、起货机电力拖动系统调试 .....	111
一、锚机电力拖动系统调试 .....	111
二、起货机电力拖动系统调试 .....	125
三、关于电动机调速的若干问题 .....	135
第四章 舵机电力拖动系统调试 .....	149
一、电阻段差动桥式随动舵机系统调试 .....	150
二、其它类型的舵机电力拖动系统调试 .....	158
三、关于发电机-电动机系统调试的若干问题 .....	165
第五章 船舶电站调试 .....	182
一、交流电站调试 .....	184
二、其它类型的调压系统调试 .....	205
三、关于交流电站调试的若干问题 .....	221
四、直流电站调试 .....	269
五、关于直流电站调试的若干问题 .....	275
六、电站负荷试验设备 .....	281
第六章 蓄电池充放电系统调试 .....	291
一、蓄电池充放电系统调试 .....	291
二、关于蓄电池充放电的若干问题 .....	296
附录 船用电缆和电线 .....	313
参考书目 .....	342

## 船舶电气安装工艺原则

目前船舶电气化、自动化程度大大提高,电站功率越来越大,自控、遥控、集中控制、电子、半导体、红外线、激光、计算机等先进技术,已被或正在被普遍采用。电气安装工作量成倍地增加,对电气安装工艺质量的要求也进一步提高。造船周期的缩短,促使电气安装组织工作要求更加合理,以便于电气安装工作进度进一步加快。但是目前电气安装工作基本上还是以手工操作为主,船上施工条件又相当差,多层空间作业,船、机、电同时进行施工,所以安装工作艰苦而又繁重。过去的一套老工艺已日益不符合形势的要求,平行作业,分段预制预装,电气放样等工艺的推广,迫使电气安装工艺也要来一个革命。

船舶电气安装工作通常分为内场准备、外场安装两大部分,其中外场安装的工作量占相当大的比重,而外场工作条件比内场差得多,在很多场合根本无法使用机械化工具,大多数工作既分散而又互相重复,不少工作是登高作业,朝天施工。外场开工得又比较迟,往往在船体合拢、变形校正结束后方才开始上船工作,此时,留给电气安装的工艺周期比较短,而电气安装的工作量又是相当大,这带来了很大矛盾。经过二十多年来的实践,广大船舶电气安装工人、技术人员总结出了新的工艺原则,

1. 外场工作内场做;
2. 分散工作集中做;
3. 高空作业平地做;
4. 码头工作船台做。

在具体施工方面,采用电缆支架代替紧钩,用电缆扎带代替骑马,用销状接头代替铜接头,用塑料槽、螺旋形塑料管代替扎

线，用电气设备组合安装代替分散、单个安装等等，使电气安装工艺面貌大为一新。把大量的外场工作搬进内场来做，逐步做到标准化，通用化，机械化。在内场，只要少数人就可以完成以前需要很多外场安装工在现场做的工作量。内场准备工作又可以提前到与船体分段同时开工，为外场在分段制造时就上分段工作创造了条件，而外场在分段上就开始预制预装工作是目前工艺改革的一个方向，它能使登高作业、朝天作业减少到最小程度。电工在分段上可以做很多事情，如大部分设备可以安装完毕，局部电缆可以敷设并且进行切割接线，等到船体一合拢，就只需要补做一些全船性的工作，如主干电缆敷设接线等等。船体一下水，能立即通电试车，大大缩短了造船周期。

这些新的工艺原则已在逐步推广，对此，各厂电气安装工艺阶段目前有了新的划分，增加内场工作量，成立专门的内场工段或班组，使内外场的效率同时得到显著提高。根据这些情况，电气安装工艺阶段可作如下划分：

1. 设备配套与电缆备料；
2. 看图，设备定位及电缆走向确定；
3. 设备安装及电缆紧固件装焊，开孔；
4. 电缆敷设；
5. 切割接线；
6. 通电调试。



# 第一编 工艺安装

## 第一章 电气安装配套

电气安装配套包括设备配套和电缆集中备料。做好电气安装配套工作，可以大大提高劳动生产率，缩短造船周期，改善劳动条件。实践证明，这是符合外场工作内场做，分散工作集中做的一个非常有效，值得推广的工艺措施。

### 一、设备配套

设备配套工作应在船体分段制造之前进行，在电工外场安装工作开始时基本结束。

内场进行设备配套的依据是设备配套清册，按照清册向有关仓库领取所需设备，根据清册上的配套要求进行加工，然后分类送配套仓库存放。

设备配套清册应注明设备名称、规格、型号、数量、配套要求。某些设备根据其特殊要求，需要分列专用配套清册，例如磁力起动机配套清册、组合件配套清册、管子配套清册等。

配套工作的深度应达到外场安装电工领到设备后，就可以直接往船上装，而不再需要进行任何加工的程度。在安装过程中需要的任何零件都可以直接领取，自己不再另行制造。

配套工作内容大致可分为下列五大部分：

#### 1. 外来设备的完整及修改

外来设备中有不少是不完全满足船上要求的，需根据具体情况予以完整、配齐，当设备内部线路不符合要求时，还要进行修改，例如磁力起动机，应按具体用途订名牌，配热继电器，更换

起动电阻，动作电流值调整，加手自动转换开关，补加进线填料函，加装遥控接线板、指示灯等等。有的设备经修改后，尚须进行必要的通电试验，以便证实修改的正确性。

部分灯具如果缺少内部连接线，需配齐（图 1-1-1）。航行灯、强光灯、手提行灯等尚须配外部插头线（图 1-1-2）。散装的风扇要装配完毕，台灯的明插头要换成暗插头，个别的要换成水密插头，电铃、接线盒订名牌等等都属于设备完整和修改的范围。

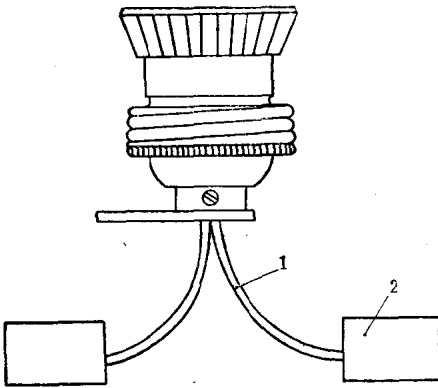


图1-1-1 灯头配套  
1—连接线；2—瓷接头。

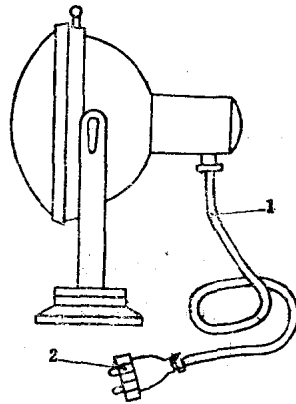


图1-1-2 灯具配套  
1—连接线；2—插头。

## 2. 配备安装附件

在设备的每只安装脚（孔）上配上安装附件，这些附件一般均为标准件。

## 3. 组合件配套

根据组合件图册制造框架，然后把几个设备集中安装在一个框架上，有条件的话，可以将同一框架上的设备间连接电缆敷设、切割、接线完毕。

组合件安装用的框架属于非标准件，根据批量生产情况，单件集中制造或几条船小批量生产。

组合件的大小要适可，既要根据船上实际需要及安装位置，

又要顾及搬运及安装方便，如果组合件太大、太重，可以适当分开。

#### 4. 标准件制造

标准件分三大类：一类为设备完整用的标准件，如灯头连接线、强光灯外部插头线等；另一类是设备安装用的标准件，如设备支架、桥形板、L形弯件；第三类是电缆敷设用的标准件，如紧钩、电缆支架等。

这些标准件可以集中批量制造，送仓库存放，数量应根据年造船量及造船周期来估算。

#### 5. 穿线管子配套

根据管子配套清册，将各种管子预先弯好，编号入库。此图

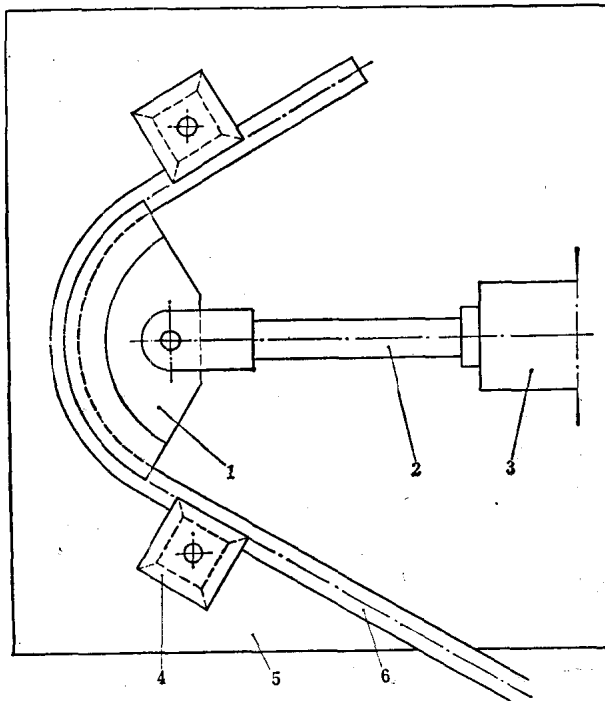


图1-1-3 液压弯管机

1—扇形顶头；2—顶杆；3—液压缸；4—挡柱；5—平台；6—管子。

册可由电气放样台提供，也可以从已经建造完毕的船上进行测绘后编成。

由于穿电缆的管子一般比较细、短，尺寸和角度的精确性要求不高，所以可以自行制造弯管机来弯制，弯管机可采用液压顶推方式（图 1-1-3）或通常用的机械弯曲方式。

## 二、电缆集中备料

把船上所需要敷设的电缆的长度、规格汇编成册，由内场集中准备，卷入电缆备料桶内（图 1-1-4），或卷成小束存放。

电缆备料是在电缆仓库里进行的。仓库里应有平整的木质地

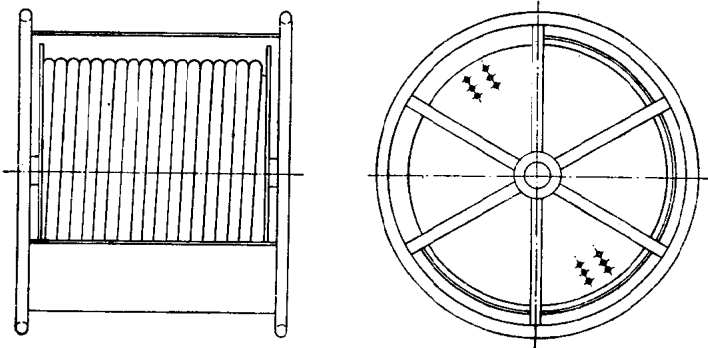


图1-1-4 电缆备料桶

板，允许电缆在上面拖拉。电缆桶存放在梯形架上（图 1-1-5）。电缆桶由吊车吊放。备料时，把电缆从电缆桶里拉出来，在地板上量好长度，截断，做好标记及停止记号，然后卷入电缆备料桶内。电缆备料桶要进行编号。

电缆上的标记要牢靠，不易脱落，字迹清晰。如果备好的电缆需存放较长一段时期，此标记可用金属材料（如铜皮）制成，字应用钢印冲出来，这类标记可以一直放在电缆上，以后也不再取掉。如果电缆备好后立即吊上船敷设，工艺上也不要求有永久性的电缆标记，那么电缆标记可选用白色塑料带，上用圆珠笔书写，

用黑胶布绑住即可。

电缆备料桶最好用电动绞车卷动，由脚踏开关控制（图1-1-6）。为了减轻劳动强度，可以制造一台电缆备料车（图1-1-7）。

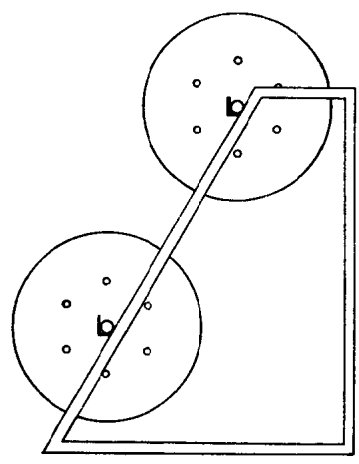


图1-1-5 梯形架

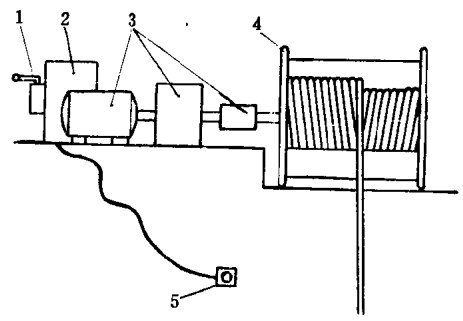


图1-1-6 电缆桶电动绞车

1—倒顺开关；2—控制箱；3—电动机、减速机构、离合器；4—电缆备料桶；5—脚踏开关。

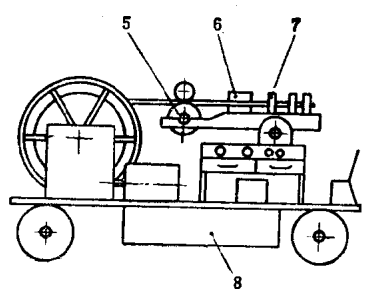
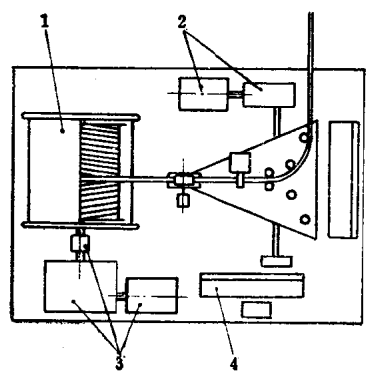


图1-1-7 电缆备料车

1—电缆备料桶；2—行走机构；3—绞车；4—控制台；5—丈量机构；5—截断机构；7—转向导柱；8—压载。

电缆桶梯形支架分列两旁，电缆备料车沿轨道来回移动，挑选所需的不同规格的电缆。如果电缆桶梯形支架成扇形布置，则电缆备料车可位于扇形中心位置转动即可备料，此时，电缆备料车在机械结构上较为简单，但扇形面上布置的电缆桶数目不及纵列布置的多，从每只电缆桶上拖出来的线头较长。

电缆备料桶的转速应可以调节，以适应不同规格的电缆，空桶满桶，刚开始卷入和快到所需长度时对转速提出的不同要求。

电缆长度丈量机构可采用接触轮式装置，如图 1-1-8 所示。接

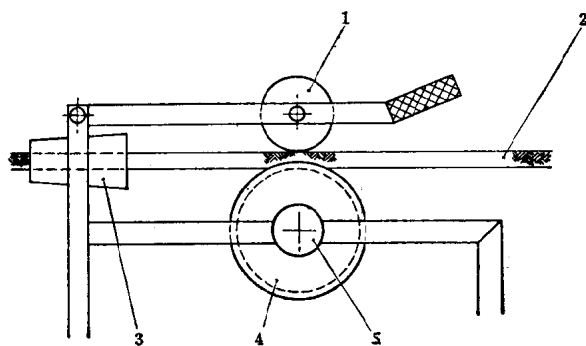


图1-1-8 丈量机构

1—压紧轮；2—电缆；3—喇叭口；4—接触轮；5—发送机。

触轮周长为 1 米，同一轴上安装一个自整角发送机（可用自整角接收机代），在控制台上另装一个自整角接收机，由它带动一只机械式计数器，将数字直接提供给坐在控制台旁的操纵人员。这种形式的丈量装置的误差可在 100 毫米以下。

需长期存放的电缆，在其两端尚须用沥青封头，以防潮气浸入。

## 第二章 设备安装

### 一、设备安装要求

设备安装正确与否是关系到设备能否正常工作，使用是否方便，进线是否妥当，所以正确定位，合理选择安装方式是相当重要的一环。

成批量生产的船只，其设备位置可以正确地反映在图纸上，但其它船只的设备安装位置，一般在图上仅作粗略表示，所以还必须到船上根据实际情况进行正确定位。

在定位时必须考虑到：

1) 设备必须装拆方便，便于检修。设备门能够自由打开到 $90^\circ$ ，设备安装高度适宜，以便对设备内部的元件进行维护保养及更换。

2) 设备使用方便，原则上要做到就近控制。如起动机尽量靠近由它控制的电动机，电力配电板与由它供电的起动机安装在一起等。

3) 设备要尽量避开高温和剧烈振动的场合，防止水油的直接侵入，特别是在设备顶上不要有管子法兰接头。室外设备和潮湿仓室的设备的进线填料函应避免朝上，以防止积水渗入。如水密插座应该横装，水就不易从填料函及插头旋紧螺盖处渗入。

4) 几只设备装在一起时，应该注意整齐、美观。

5) 要考虑电缆引进方便，既不浪费电缆，又不让电缆弯曲半径小于允许值。

6) 电气设备安装后，不能妨碍其它设备的使用，并且不要妨碍行走。

7) 任何电气设备不能直接装焊在船壳板上，以防止船壳板变

形影响设备的使用,同时避免设备装焊时影响船体的水密和强度。

经验表明,一般设备,包括室外水密开关的中心高度以 1.5 米为标准,如图 1-2-1 所示。

不需要进行操作的设备,如接线箱、熔丝盒等设备的安装高度可以高于或低于此标准。如果几只设备安装在一起,则以设备底面作统一基准面布置较为整齐(图 1-2-2),大小相差悬殊的设备另行考虑。

房间内的设备布置,应根据家具布置情况来决定,此时要注意美观、整齐、实用。靠两舷和朝前房间的窗下切忌布置胶木插座,以防止由于海水的侵入而漏电失火。电风扇要考虑到摇头范围。温度传感器不要靠近白炽顶灯、空调器和热

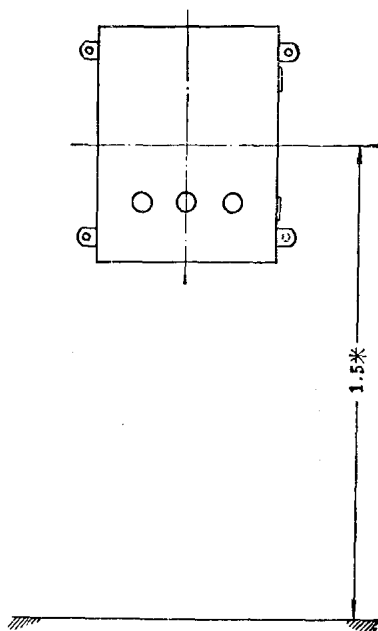


图1-2-1 设备安装高度

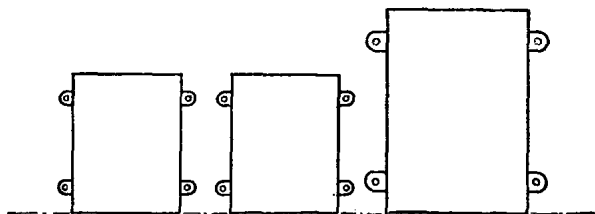


图1-2-2 并列设备安装

水管。室内顶灯开关一般均布置在门把手的一边,而不要安装在门铰链一边,开关的中心高度为 1.3 米,室内书桌的高度一般为 700 厘米,台灯插座的中心离台面约 150 厘米(图 1-2-3)。床灯



应安装在床的上方或离上方 300 厘米的一侧，并高于床板 750 厘米。一般从布置图上可以确定床的哪一端为上方，如果难以确定时，就以朝船艏，或朝船中线的一端为上方。

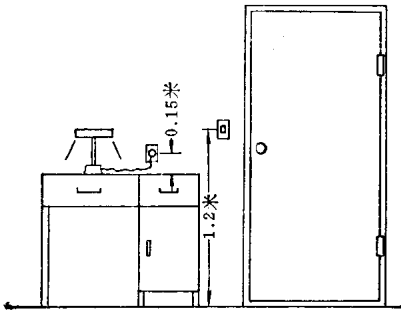


图1-2-3 房间开关插座布置位置

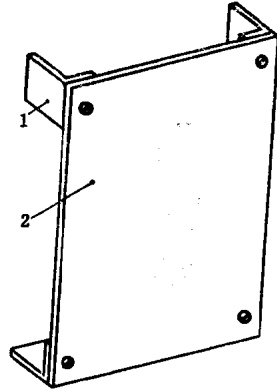


图1-2-4 样板安装

1—设备安装附件；2—样板。

无箱体的控制屏安装时，在其后面应留有一定距离以便于检修。当控制屏宽度大于 500 厘米时，后面的间距不小于 500 厘米，当宽度小于 500 厘米时，间距不小于 300 厘米，能允许手伸进去进行检修。总配电板后面不小于 600 厘米，能允许一个人蹲下来检修。

装有电热元件的设备，如电阻箱、电暖器、直流起动机等，应远离油柜、油箱安装，一般设备也不要紧贴其表面，设备后侧离开盛油容器的壁至少要有 50 毫米。

当设备必须安装在振动剧烈的地方时，需要加装减震器，如锚机、起货机平台下面的舱室、舵机仓、机仓部位的白炽灯具。某些特殊设备，如电台等通讯导航设备，即使安装在振动较小的地方，也需加装减震器，以保证它尽可能排除外来的机械影响。

有些设备安装后容易受到损伤，或在设备后面有成束电缆通过，那么可以用相同大小的样板来安装（图 1-2-4），等到电缆敷设完毕，开始切割接线时再行更换。