

ICS 29.240.20  
F 24  
备案号: 42638-2014

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1278 — 2013

---

## 海底电力电缆运行规程

Code of operation for submarine power cables

2013-11-28 发布

2014-04-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
5 海底电力电缆的保护和故障预防 .....	4
6 海底电力电缆巡视 .....	5
7 海底电力电缆的检测和试验 .....	8
8 海底电力电缆附属设备的维护 .....	9
9 海底电力电缆的故障分析和处理 .....	9
10 备品备件 .....	10
11 海底电力电缆投运前的验收 .....	10
附录 A（规范性附录） 海底电力电缆运行的技术管理资料 .....	13

## 前 言

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力电缆标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国网浙江省电力公司舟山供电公司、国网电力科学研究院。

本标准参加起草单位：中国南方电网有限责任公司超高压输电公司。

本标准主要起草人：宣耀伟、林晓波、杨荣凯、杨黎明、梅小卫、俞恩科、史令彬。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 海底电力电缆运行规程

## 1 范围

本标准规定了海底电力电缆（简称海缆）运行管理的基本要求、海缆的保护方法和故障预防策略，提出了海缆的运行、巡视、检测和预试、维修、故障处理、技术管理等技术要求。

本标准适用于 10kV 及以上交流海缆、光纤复合海缆。直流海缆可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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。

GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 741 架空输电线路运行规程

DL/T 1253 电力电缆线路运行规程

中华人民共和国国务院令 599 号 电力安全事故应急处置和调查处理条例

CIGRE ELECTRA 171 April, 1997 海底电缆机械试验的推荐方法 (Recommendations for mechanical tests on sub-marine cables)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**海底电力电缆 submarine power cable**

敷设在江、河、湖、海等水域环境中，电缆外护套直接与水接触或埋设在水底，具有较强的抗拉抗压、纵向阻水和耐蚀性能力的电力电缆。

### 3.2

**自容式充油海缆 self-contained oil-filled submarine cable**

利用补充浸渍原理消除绝缘层中形成的气隙以提高工作场强的一种海底电力电缆。

### 3.3

**光纤复合海缆 submarine cable with optical fiber compound**

内含光纤的海底电力电缆。

### 3.4

**弯曲半径 bending radius**

电缆弯曲时的曲率半径，反映电缆弯曲时不损坏的程度。

### 3.5

**瞭望台 watch station**

设置于海缆登陆点附近的有人或无人值守的建筑物，用于了解和守望海缆路由海域情况，对于有损

海缆的事件及时警示与制止起到辅助作用。

### 3.6

#### 同步闪烁装置 **synchronized flicker unit**

获取同步的标准时间，经同步控制模块处理实现多个警示标识的装置。

### 3.7

#### 工厂接头（软接头） **factory joint (flexible joint)**

在工厂可控条件下将未铠装的电缆进行连接所制作的中间接头。电缆连同工厂接头一起进行连续的铠装。该接头的延伸范围包括剥去金属套和外半导电屏蔽的部分再加上接头两边各 1m。

## 4 基本要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 海缆的运行工作应贯彻安全第一、预防为主、综合治理的方针，严格执行国家和电力行业相关规定。运行单位应全面做好海缆的巡视、检测、维修和管理工作，积极采用先进技术和科学的管理方法，不断总结经验、积累资料、掌握规律，保证海缆的安全运行。

4.1.2 运行单位应参与海缆的规划、路由选择、设计审核、材料设备的选型及招标等全过程管理工作，并根据本地区的特点、运行经验和反事故措施，提出要求和建议，力求设计、建设与运行协调一致。

4.1.3 对于新投运的海缆，应严格遵照海底电力电缆施工及验收的各项要求，做好验收移交工作。

4.1.4 运行单位应建立健全岗位责任制，运行、管理人员应全面掌握海缆状况，熟悉维修技术，熟知有关规程制度，定期分析海缆运行状态，提出、讨论并实施可有效预防事故、提高安全运行水平的措施。如发生海缆事故，应按中华人民共和国国务院令第 599 号《电力安全事故应急处置和调查处理条例》的有关规定进行处理。

4.1.5 运行单位应以科学的态度管理海缆线路，允许依据海缆运行状态开展维修工作，但不得擅自延长维修周期。

4.1.6 海缆应有明确的运行分界点，应明确划分海缆与陆缆、海缆与架空线的运行分界点。

4.1.7 海缆新型器材和设备应经试验、鉴定合格后方可试用，在试用的基础上逐步推广应用。

4.1.8 海缆运行管理应严格执行《中华人民共和国电力法》、《电力设施保护条例》、《电力设施保护条例实施细则》、《海底电缆管道保护规定》等法律法规，防止外力破坏，做好线路保护及群众护缆等宣传工作。

4.1.9 运行单位应根据附录 A 的要求做好海缆运行的技术管理资料。

4.1.10 运行单位可根据本标准编制现场规程或补充规定，由本单位总工程师批准后实施。

### 4.2 海缆机械性能的基本要求

4.2.1 海缆的机械性能应符合 CIGRE ELECTRA 171 April, 1997 的相关规定。

4.2.2 海缆应能承受在敷设、回收、检修过程中的拉、扭等各种应力的作用。

4.2.3 海缆的弯曲半径应不小于 25 倍海缆外径。

### 4.3 充油海缆油压整定的基本要求

4.3.1 充油海缆的油压整定，除了考虑因负荷变化产生的油压变化外，还应考虑在海底路由最深处海缆的内部油压应大于该处的最高水压，防止铅包有渗漏时水分浸入海缆内部。

4.3.2 充油海缆应接有供油装置。供油装置的选择，应使海缆工作的油压变化符合下列规定：

- a) 海缆线路最低部位油压，在夏季最高温度满载时，不得大于允许最高工作油压。
- b) 海缆线路最低部位或供油装置区间长度一半部位的油压，在夏季最高温度突增至额定满载时，不得大于允许最高暂态油压。
- c) 海缆线路最高部位油压，在冬季最低温度空载时，不得小于允许最低工作油压。
- d) 海缆线路最高部位或供油装置区间长度一半部位的油压，在冬季最低温度从满载突然切除时，不得小于允许最低工作油压。

4.3.3 充油海缆的允许最低和最高工作油压不得偏离设计值或供货商规定的最低和最高工作油压。

#### 4.4 海缆正常运行时的允许温度和载流能力

4.4.1 海缆导体的长期允许工作温度：交联聚乙烯绝缘为 90℃，油浸纸绝缘为 75℃，充油电缆为 85℃。

4.4.2 海缆最大工作电流作用下的导体温度，不得超过设计或海缆制造厂确定的允许值。

4.4.3 110kV 及以上海缆，其陆上部分表面温度过高时，应采取散热措施以降低温度。

4.4.4 海缆正常运行时的长期允许载流量，应根据海缆导体的允许工作温度、海缆各部分的损耗和热阻、海缆的敷设方式、环境温度以及散热条件等加以确定。

4.4.5 在系统事故处理过程中出现海缆过载时，应迅速恢复至正常。

#### 4.5 海缆短路时的允许温度和短路电流

4.5.1 海缆短路时，海缆导体的最高允许温度不宜超过下列规定：

- a) 海缆线路中无中接头时，交联聚乙烯绝缘为 250℃，油浸纸绝缘为 160℃。
- b) 海缆线路中有中接头时，对于采用压接接头的海缆导体的最高允许温度不宜超过 150℃。

4.5.2 系统短路时，海缆的允许短路电流应大于系统设计值的规定。

4.5.3 海缆的温度监测应符合下列规定：

- a) 检测海缆的温度应选择海缆陆上段排列最密处、散热情况最差处、有外界热源影响处、海缆陆上段电气连接处和海缆接地系统，海缆海中段宜采用在线测温。
- b) 测量海缆的温度应在夏季或海缆负载较大时进行。

#### 4.6 海缆的接地基本要求

4.6.1 海缆由于其长度一般都较长，故应每隔一定距离按设计要求将金属护层和铠装短接一次，短接点一般设置在海缆接头处。

4.6.2 单芯海缆终端处，其外部铠装直接接地时，宜采用三相互联接地的方式，通过接地箱接地。接地引线应采用绝缘导线，导线的截面应符合设计要求。

4.6.3 接地时应保证接地点的密封性能，防止水分渗入。

#### 4.7 海缆的路由和登陆点基本要求

4.7.1 海缆路由应满足海缆不易受机械性损伤、能实施可靠防护、检修作业方便、经济合理等要求，且符合下列规定：

- a) 海缆宜敷设在海床稳定、流速较缓、岸边不易被冲刷、海底无石山或沉船等障碍、少有沉锚和拖网渔船活动的海域。
- b) 海缆不宜敷设在码头、渡口、水工构筑物附近，以及疏浚挖泥区和规划筑港地带。

4.7.2 海缆登陆点及潮间带应无威胁海缆安全运行的因素，如岸坡抛石、海水养殖的网箱、插桩及附近工厂排出的腐蚀液等。

#### 4.8 海缆的保护范围

4.8.1 国家实行海缆保护区制度。政府海洋行政主管部门负责划定海缆保护区，并向社会公告。

4.8.2 海缆保护区的范围，一般按照下列规定确定：

- a) 沿海宽阔海域为海缆两侧各 500m。
- b) 海湾等狭窄海域为海缆两侧各 100m。
- c) 海港区为海缆两侧各 50m。

#### 4.9 海缆的缺陷管理

4.9.1 缺陷管理是海缆线路日常运行管理工作的重要内容，运行维护单位应建立、完善海缆缺陷闭环管理体系。

4.9.2 缺陷管理工作包括缺陷的记录、统计、上报、分析、处理（检修）、验收等方面。

4.9.3 缺陷分类。海缆缺陷按其严重程度和性质分为一般缺陷、重大缺陷和危急缺陷三大类，分别如下：

- a) 一般缺陷是指对海缆设备安全运行影响不大，可酌情进行消除的不需停电处理的缺陷。

- b) 重大缺陷是指海缆设备仍可在短时间继续运行,应在适当时间内消除,消除前还须加强运行监视的缺陷。
- c) 危急缺陷是指严重程度已使海缆设备不能继续安全运行,随时可能造成事故,应尽快消除或采取必要的安全措施进行处理的缺陷。

4.9.4 海缆线路存在下列情况之一者即认为海缆线路存在缺陷:

- a) 不符合 GB 50168、DL/T 1253 的规定,达不到规范要求。
- b) 未按期进行检修和试验。
- c) 标识、编号不全或不清。
- d) 海缆线路图纸资料不全。
- e) 其他对海缆安全运行造成影响的情况。

4.9.5 海缆巡视人员、海缆运行值班人员及用户等发现海缆线路存在缺陷时,应及时通报海缆运行管理单位。

4.9.6 海缆运行管理单位确定海缆线路缺陷后,应认真记录并分析缺陷的性质,并及时安排消缺。

4.9.7 缺陷处理应符合下列规定:

- a) 一般缺陷安排在日常消缺计划中处理。
- b) 重大缺陷在规定期限内消除或经处理成为一般缺陷后再安排日常消缺处理。
- c) 发生危急缺陷后应立即组织相关部门进行缺陷分析,需停电消缺的立即进行协调,不需停电的立即组织实施消缺。

## 5 海底电力电缆的保护和故障预防

### 5.1 海缆警示标识的要求

5.1.1 海缆登陆点应设置禁锚警示标识,禁锚警示标识应醒目,并具有稳定可靠的夜间照明,夜间照明宜采用 LED 冷光源并应用同步闪烁装置。

5.1.2 海缆线路应配齐禁止、警示、警告等各类标识牌,各类标识牌应醒目。

5.1.3 新建海缆线路的警示标识,应与海缆线路同设计、同施工、同验收。

### 5.2 海缆瞭望台的要求

5.2.1 无可靠远程监视、监控的重要海缆应设置有人值守的海缆瞭望台。

5.2.2 有人值守的海缆瞭望台应有完善的工作设施,雷达、望远镜、探照灯、通信设备、扩音器等工作设备应配齐且完好。

5.2.3 无人值守的海缆瞭望台应进行定期巡视并有可靠的安防设施。

### 5.3 海缆终端设备的要求

5.3.1 海缆标识牌应完好、设备命名齐全、海缆相位色标明显。

5.3.2 海缆终端隔离刀闸应符合五防要求。

5.3.3 充油海缆供油系统应按相位设置具备越限报警功能的监察装置。

5.3.4 避雷器引下线和连接点无松动、散股、断股或发热现象;泄漏电流表应刻度明显,标注最大允许值和告警标识。

5.3.5 海缆终端接地系统应接触良好、牢固,无严重锈蚀现象,接地电阻值应符合设计要求。

5.3.6 围墙外应有“高压危险,禁止入内”标识,大门应上锁。

5.3.7 终端房应有稳定可靠的排水系统等防积水措施。

5.3.8 终端房应有安全有效的防火措施,各类消防器材应齐全并按国家规定的周期进行检查和更换。

5.3.9 终端房门窗应有相应设施防止小动物进入。

5.3.10 终端房内设备应按照规定周期进行综合检修。

### 5.4 海缆保护联动机制

5.4.1 海缆运行管理单位应建立与渔政、海事等单位的联动及应急响应机制,完善海缆突发事件处

理预案。

5.4.2 海缆运行管理单位应牵头组织当地政府主管部门、相关海事执法部门、海洋与渔业管理部门、公安部门、交通管理部门、文化部门、当地媒体等相关单位，成立海缆运行维护协管组织，定期召开联席会议，对海缆设施保护工作进行宣传、沟通和交流。

## 5.5 海上施工作业的安全防护

5.5.1 禁止任何单位和个人在海缆保护区内从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、捕捞、张网、养殖或者其他可能危害海缆安全的海上作业。

5.5.2 海缆运行管理单位在海中对海缆实施路由复测、潜海检查和其他保护措施时，应取得海洋行政主管部门批准。

5.5.3 海缆运行管理单位在对海缆实施维修、改造、拆除、废弃等施工作业时，应通过媒体向社会发布公告。

## 5.6 海缆登陆段防护

5.6.1 海缆运行管理单位应做好登陆段海缆与岸边礁石摩擦的防范措施，避免海缆登陆处磨损。

5.6.2 海缆登陆处岸边稳定时，应采用加装保护管或保护盖板、沟槽敷设等保护措施。保护措施范围为：管、沟下端为最低水位时，船只搁浅处或最低水位下不小于 1m 处；上端应高于最高水位。在保护范围的下端海缆应固定。

5.6.3 海缆登陆处岸边未稳定时，登陆处海缆宜采取迂回形式敷设以预留适当备用长度的海缆。

## 5.7 充油海缆绝缘变质事故的预防

5.7.1 充油海缆的终端，不宜用无流动性的绝缘胶作填充料，防止垂直部分海缆绝缘的干枯。

5.7.2 发现充油海缆垂直部分的绝缘有干枯现象的，应改装能自动补油的终端；如不能改装时，按绝缘干枯的规律，定期更换终端附件。

5.7.3 为了预防漏油失压事故，充油海缆线路安装完成后，不论其是否投入运行，其油压示警系统应同时投入运行。如油压示警系统因检修需要较长时间退出运行时，同样应加强对供油系统的监视。

5.7.4 充油海缆终端如有渗、漏油现象，应及时将油擦净并加固密封。终端如有潮气，应将其清除，并用同型号绝缘剂填充，同时应加强对另一侧高处海缆终端的绝缘干枯情况的监视。

## 5.8 海缆腐蚀的预防

5.8.1 海缆路由区段应远离存在较大海底腐蚀性物质的区域。

5.8.2 为减少海缆相间感应电流带来的单芯海缆腐蚀，应保持各相海缆的平行敷设。

5.8.3 长距离海缆登陆端宜采用阴极保护电极。

## 5.9 海缆导体连接点损坏的预防

5.9.1 海缆导体的连接一般采用焊接或压接。

5.9.2 海缆线路的引出线连接点，应加强监测。监测方法可用红外线测温仪或红外线成像仪测量温度，并采用紫外成像仪进行电晕放电检测。在检修时，应检查连接设备各接触面的表面氧化情况。

# 6 海底电力电缆巡视

## 6.1 海缆的巡视项目

6.1.1 海缆运行人员应掌握海缆各部件运行及沿线情况，能够判断设备缺陷和威胁海缆安全运行的各类状况。

6.1.2 海缆的巡视主要分为定期巡视，故障巡视，特殊巡视，夜间、交叉和诊断性巡视，监察巡视。

- a) 定期巡视是为保证海缆线路正常运行，及时发现运行中存在的问题所进行的周期性巡视。海缆海中段、海缆潮间带定期巡视周期为每周一次，陆上段和其他设备定期巡视周期一般为每月两次。对设有瞭望台的海缆，由值班员每天 24h 值守巡视。海缆定期巡视周期也可根据海缆运行的具体情况适当调整。高气温、高负荷时应加强对海缆的测温监视。定期巡视的范围为全部海

缆及附属设备。

- b) 故障巡视是当海缆发生故障时进行的有目的性的故障点查找和探测。海缆运行管理单位发现海缆故障后应及时查找和探测海缆线路的故障点位置。
- c) 特殊巡视是在气候变化明显、自然灾害、外力影响、保供电、大潮汛、系统异常运行和其他特殊情况下安排进行的有针对性的巡视。特殊巡视根据需要进行及时巡视，特殊巡视的范围为全部海缆、海缆部分缆段或某附件。
- d) 夜间、交叉和诊断性巡视是根据运行季节特点、海缆的健康情况和环境特点确定重点的巡视。夜间、交叉和诊断性巡视根据运行情况及时进行，一般巡视全部海缆、海缆部分缆段或某附件。
- e) 监察巡视是海缆运行管理单位的领导或技术人员为了解海缆运行情况，检查指导海缆巡线人员的工作而进行的巡视。周期为每年至少一次，一般巡视全部海缆或海缆部分缆段或某附件。

## 6.2 海缆警示标识的巡视

6.2.1 警示标识应进行定期巡视，周期为每月两次。

6.2.2 警示标识部分的巡视主要内容如下：

- a) 检查警示标识及其附属设施有无损坏、丢失等情况。
- b) 检查警告标识是否醒目，警告标识夜间发光是否正常，瞭望是否清楚。
- c) 海缆路由区域设有浮标警示标识的，也应检查其是否完好。

6.2.3 警示标识巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.3 海缆防雷设施和接地系统的巡视

6.3.1 海缆的接地系统应进行定期巡视，周期为每月两次。高气温、高负荷时应加强对海缆的接地系统的测温监视，周期为每周一次，特殊情况可适当调整。

6.3.2 海缆防雷设施和接地系统巡视内容主要有：

- a) 检查线路避雷器及其计数器是否正常，检查并记录放电计数器的计数值，检查泄漏电流是否在正常运行允许范围之内。
- b) 检查接地系统接触是否良好、牢固，有无严重锈蚀现象，接地引下线电流是否正常。
- c) 检查避雷器引下搭头线和连接点有无松动或发热现象，引下线有无散股或断股，形状有无变形。
- d) 检查避雷器套管是否完整，表面有无放电痕迹。

6.3.3 海缆的接地系统巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.4 海缆终端设备的巡视

6.4.1 海缆终端设备应进行定期巡视，周期为每月两次。

6.4.2 海缆终端设备的巡视主要内容如下：

- a) 检查海缆终端有无损坏、渗水、漏油、积水、放电等情况。
- b) 检查海缆终端房内设备发热情况。
- c) 检查终端房内电气设备是否有异常放电。
- d) 检查终端房周围是否有塑料薄膜等漂移垃圾。
- e) 检查终端房内设备清洁情况。
- f) 检查海缆终端头有无损伤或锈蚀。
- g) 检查海缆终端头密封性能是否良好。
- h) 检查海缆终端头的接线端子、地线的连接是否牢固。
- i) 检查海缆终端头的引线有无爬电痕迹，对地距离是否充足。
- j) 检查海缆终端绝缘套管的盐层。

6.4.3 海缆的终端设备巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.5 海缆登陆段的巡视

6.5.1 海缆登陆段应进行定期巡视，周期为每周一次。定期巡视一般安排在潮位最低时进行。海缆登陆段有异常时，应增加巡视次数。

6.5.2 海缆登陆段巡视的主要内容如下：

- a) 检查登陆段路由周围有无水流冲刷、工程施工、水产养殖等可能危及海缆安全的情况。
- b) 检查登陆段海缆有无裸露、磨损等情况。
- c) 检查临近海岸海缆是否有潮水冲刷现象，海缆保护套管、盖板是否露出水面或移位等情况。
- d) 检查海缆登陆段是否有新增海上排污口和倾倒物。

6.5.3 海缆登陆段巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.6 海缆海中断的巡视

6.6.1 海缆海中部分必要时采用出海定期巡视。有条件的海缆运维管理单位在非禁渔期，应对海缆海中部分每周一次出海全线巡视。在禁渔期，应对海缆海中部分每两周一次出海全线巡视。

6.6.2 出海巡视海缆时，风力应小于 8 级，能见度应大于 100m。

6.6.3 海缆海中部分巡视的主要内容如下：

- a) 海缆保护区内及附近是否有挖砂、钻探、打桩、张网、养殖、航道疏通活动和施工作业船只。
- b) 海缆保护区内及附近是否有船只停泊、抛锚、拖锚情况。
- c) 海缆保护区内及附近海面是否有油面出现。
- d) 对海缆保护区外停泊的船舶应密切关注其是否会移锚进入保护区。
- e) 密切关注海缆保护区内通航船只、施工船只情况并进行记录和上报。

6.6.4 海缆海中部分巡视结果应进行记录。若发现问题，应按照海缆运行管理要求及时进行处理，并做好记录。

## 6.7 海缆监控设备的巡视

6.7.1 海缆监控设备应进行定期检查，周期为每月一次。海缆监控设备主要包含海缆瞭望台设备，海缆视频监控设备，海缆在线监测设备及监视、监测信号传输通道等。

6.7.2 海缆监视、监测设备巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.8 充油海缆油压的巡视

6.8.1 充油海缆油压应进行定期巡视，周期为一天一次，并做好记录。如遇海缆油压异常，则一天至少巡视两次，并及时将油压数据报告海缆运行管理单位的技术部门和技术负责人。

6.8.2 充油海缆油压巡视的主要内容如下：

- a) 检查充油海缆的供油系统的标记是否正常，油道是否渗漏油。
- b) 检查海缆终端头有无漏油异常现象，自容式充油海缆油压是否正常。
- c) 充油海缆的真空滤油装置应每月试运转一次，每次时间为 15min，并记录试运转情况，当滤油装置出现故障时应及时修复。

6.8.3 充油海缆油压巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

## 6.9 海缆的命名标识的巡视

6.9.1 海缆的命名标识应进行定期巡视，周期为每月两次。

6.9.2 海缆的命名标识巡视主要内容如下：

- a) 检查命名标识及其附属设施有无损坏、丢失等情况。

b) 检查命名标识是否清晰、规范。

6.9.3 海缆的命名标识巡视结果应进行记录。若发现缺陷，应按照海缆运行管理要求及时进行消缺，并做好消缺记录。

#### 6.10 海缆危险点的预控

海缆运行单位应做好海缆危险点的预控工作，加强对海缆危险点的监管和巡视。

### 7 海底电力电缆的检测和试验

#### 7.1 海缆的绝缘电阻检测

7.1.1 海缆的绝缘电阻检测一般应按表 1 要求进行，作为判断海缆绝缘状况的依据。

表 1 海缆的绝缘电阻检测

电压等级及类别	使用绝缘电阻表规格 V	绝缘电阻内容	换算到长 1km、20℃ 时的绝缘电阻 MΩ
10kV	2500	相—相、相—地	$\geq 20$
35kV 油浸纸绝缘	2500	相—地	$\geq 50$
35kV 交联聚乙烯绝缘	5000	相—地	$\geq 100$
110kV 及以上	5000~10 000	相—地	$> 500$

7.1.2 海缆绝缘电阻三相不平衡系数一般不应大于 2.5。

7.1.3 有铅包封头的各类海缆在制作海缆封头时应进行绝缘电阻的测量。

7.1.4 海缆线路的油压示警回路每年测试一次绝缘电阻，绝缘电阻值不应低于 1MΩ。

#### 7.2 海缆的耐压试验

7.2.1 海缆故障修复后，应进行耐压试验。10kV 及以上海缆交流耐压试验电压按表 2 的规定。

表 2 试 验 电 压

单位：kV

额定电压 $U$	设备最高电压 $U_m$	额定电压 $U_0$	试验电压 $2U_0^a$
10	12	6	12
		8.7	17
20	24	12	24
35	40.5	21	42
		26	52
66	72.5	48	96
110	126	64	128

<sup>a</sup> 试验电压频率为 20Hz~300Hz。

7.2.2 停电超过一周但不满一个月的海缆，在重新投入运行前，应用绝缘电阻表测量绝缘电阻。如有疑问时，需做耐压试验，检查绝缘是否良好。停电超过一个月但不满一年的，需做耐压试验，其试验电压为所规定电压的一半，时间为 1min。

#### 7.3 运行海缆的路由探测

新投运海缆在投运一年后应对整个回路进行一次路由探测，以后每五年进行一次路由探测，并记录结果，如路由变化明显应认真分析原因并采取相应的措施。

#### 7.4 海缆试验的其他项目

海缆线路的试验项目还应包括以下内容：

- a) 测量金属屏蔽电阻和导体电阻比。
- b) 检查海缆线路两端相位。
- c) 充油海缆的油样试验。

#### 7.5 海缆的在线监测

海缆运行管理单位应积极开展海缆的在线监测，积累在线监测经验，为海缆状态检修提供参考依据。

### 8 海底电力电缆附属设备的维护

#### 8.1 海缆终端设备的维护

8.1.1 终端房内各电气设备、绝缘件、充油海缆油路及油压仪器仪表应进行定期维修保养，周期一般为一年一次。

8.1.2 海缆中间接头和终端接头应有可靠的防水密封，以防水分浸入。

8.1.3 海缆终端设备上应有明显的相色标识，且应与系统的相位一致。

8.1.4 根据污秽情况、等值盐密测量结果、运行经验调整绝缘子清扫周期。

8.1.5 根据巡视结果对终端房构件进行防腐处理。

#### 8.2 海缆警示标识的维护

8.2.1 警示标识的基础、支架构件及警示油漆应定期进行保养、维护和防腐处理，周期不低于两年一次。

8.2.2 根据运行情况和巡视结果，及时对海缆警示标识的本体、支架、电源部分、发光体、同步闪烁装置等进行维护和检修，确保海缆警示标识始终处于正常运行状态。

#### 8.3 海缆瞭望台工作设备维护

8.3.1 瞭望台雷达、喇叭及扩音设备、望远镜、海岸通信设备等的维修，应由经过专业培训并取得有关主管部门认可的专业维修人员进行。

8.3.2 瞭望台设备进行维修时，应由临时的具有同级功能的相应设备代替工作。

#### 8.4 海缆的监控、监测设备维护

8.4.1 海缆监控、监测设备的维修，应由经过专业培训并取得有关主管部门认可的专业维修人员进行。

8.4.2 监控设备进行维修时，应由临时的具有同级功能的相应设备代替工作。

#### 8.5 海缆陆上段的防火、防洪

8.5.1 海缆陆上段穿过竖井、墙壁、楼板或进入电气盘、柜的孔洞处时，应用防火堵料密实封堵。

8.5.2 对重要回路的海缆陆上段，可单独敷设于专门的沟道中或耐火封闭槽盒内，或对其施加防火涂料、防火包带等阻燃措施。

8.5.3 陆上段海缆应有可靠的防洪措施。

### 9 海底电力电缆的故障分析和处理

9.1 海缆故障的主要原因为外力影响和破坏。随着海缆运行年限的增加，海缆本体绝缘老化、电热老化以及附件材料老化等也可以引起海缆故障。主要故障原因有：

- a) 机械损伤；
- b) 绝缘老化变质；
- c) 长期过热；
- d) 护层的腐蚀；
- e) 绝缘受潮；
- f) 过电压；
- g) 材料缺陷；

h) 设计和制作工艺的问题。

9.2 海缆的常见故障有漏油、接地、短路、开路等。

9.3 海缆故障点的确定一般由专用的检测仪器测量分析后得出。

9.4 海缆发生故障后，海缆运行管理单位应及时进行故障记录，认真分析故障原因，编制故障报告并经主管单位审查，制订相应的防范措施，并对责任人进行相应处理。故障海缆修复后，要对原有竣工资料进行修改。

9.5 故障海缆海中部分的打捞方法：浅水段故障段的打捞，在水深小于 5m，流速小于 0.5m/s 和距岸 1km 以内的故障点打捞方法宜采用水面搜寻法、就地打捞法；中间水域海缆故障段的打捞方法宜根据海缆所处的地形采用就地打捞法、锚勾法、回收打捞法。

9.6 海缆故障后的接头的制作一般要求采用工厂软接头工艺。

9.7 海缆故障恢复后，应测量海缆的绝缘电阻和电容量，并在交流耐压测试合格后方可重新投运。

## 10 备品备件

### 10.1 终端回路

海缆的终端回路可以埋藏在每侧海缆终端建筑的地基附近。在终端附件损坏或终端附近海缆损坏情况下，此回路可挖出后用于弥补受损的海缆或者为置换一个终端所需的海缆。

### 10.2 备用长度

备用海缆长度最小应为 2 倍水深长度。此外，还应考虑电缆悬链线的长度、船上起吊架所需的长度、制作接头时切除的长度及安全裕度。有一条陆上电缆与海缆连接的线路，应备有同型号陆上电缆，其长度不小于检修井或接头之间最长的电缆长度。

### 10.3 储存

备用海缆应存放在码头或海缆终端站内。备用海缆应放置在卷盘或转台上。由于备用海缆一般长期不会使用，存放设施应能保证备缆持续多年不腐烂或遭受侵蚀。

存放时间较长的备用海缆在其敷设前应对其进行电气性能测试。

### 10.4 接头和终端

海缆一般需备用两套终端头和两套中直接头。海缆备用接头和海缆备用终端应该包装完好，存储于温度、湿度符合要求的区域。对于有存储期限规定的海缆附件，需按周期进行定期替换。

### 10.5 工具与设备

海缆运行管理单位应配备海缆附件制作的工器具和设备。

## 11 海底电力电缆投运前的验收

### 11.1 一般要求

11.1.1 海缆竣工验收应在海缆海上段、海缆陆上段、海缆终端设备、海缆保护措施、海缆警戒和警示标识、海缆监控监视装置等全部安装完成，施工资料移交、批复手续齐全、海缆已具备合法运行条件下进行。

11.1.2 海缆竣工验收应单独组织，混合线路应与架空段线路分开验收。

### 11.2 海缆海域段、潮间带、陆上段的验收

11.2.1 海域段海缆的验收应符合下列规定：

- a) 海域段海缆的验收以检查敷设记录、监理记录等施工资料为主，海缆运行管理单位可要求验收组织部门采用海洋勘测设备进行检验。
- b) 验收时海缆运行管理单位应掌握海缆施工过程中碰到的异常情况 & 处理结果，并对相关记录进行核实，确保资料完整、准确。
- c) 验收时海缆运行管理单位应对海缆的轨迹、埋深、海底敷设状况、扭曲、缆间距、与其他管线

交叉情况、标识等进行抽样复测，以检查是否符合设计规范。

- d) 对于要求埋设的海缆，其埋入的深度应符合设计的要求。

#### 11.2.2 潮间带海缆的验收应符合下列规定：

- a) 潮间带海缆敷设情况应在低潮期检查。潮间带海缆不应有裸露；经过基岩或礁石的海缆，应采用相应保护措施，保护水平应符合设计的要求。
- b) 冲刷严重（或易引起海缆来回移动）海域或潮间带，验收时还应对已有的保护措施进行检查。
- c) 采用盖板式电缆沟敷设的潮间带海缆，验收时应检查入海侧盖板是否有抵御海浪长期冲击的措施。
- d) 海缆登陆点穿越海塘、海堤的，验收时应对穿越段所采取的护坡、护堤措施情况进行检查，确保能抵抗海浪的长期冲击。

#### 11.2.3 海缆陆上段的验收按普通陆上电缆的要求执行。

### 11.3 海缆终端区的验收

#### 11.3.1 终端站及终端塔的土建验收应符合下列规定：

- a) 海缆终端处一般应设置专用的围墙式终端站或与架空线相连的终端塔。
- b) 海缆终端站命名应已完成，围墙外“高压危险，禁止入内”标识明显，大门锁具完整。终端站四周的围墙，一般应高于 2.5m 并采取安防措施；带电部位的间距，应符合一般电气设备离围墙的安全距离的要求。在海浪可触及的终端站，面向大海的一侧围墙应采用实体围墙，并适当采用弧形（向外）结构，高度应大于 3.5m。
- c) 终端站或终端塔的标高应大于历史最高潮位时的海浪泼溅高度，同时也应高于周围的建设物的标高（一般以超过 0.5m 为宜）。
- d) 终端站或终端塔排水系统应符合设计要求，应满足在暴雨、台风等恶劣天气时的排水要求。
- e) 终端站防雷、防火、防小动物措施应齐全；海缆终端支架等金属部件防腐层完好；海缆管口封堵密实。

#### 11.3.2 终端处运行通道和环境验收应符合下列规定：

- a) 终端处应具备必要的运行检修通道。要求海缆的两侧终端，至少有一端应具备海缆测试、检修等设备运输所需的通道。
- b) 设置锚固装置的海缆，其锚固装置受力应适当。使用的锚固材料应具有良好的耐腐蚀性能或防腐措施，其电气性能应符合设计的要求。
- c) 单芯电缆的锚固装置还应采用非导磁材料。

#### 11.3.3 海缆终端外铠接地验收应符合以下要求：

- a) 海缆终端外铠的接地方式应与相关设计一致。
- b) 接地系统应接触良好、连接牢固，无锈蚀现象；接地电阻值应符合设计要求。
- c) 海缆金属护套接地引线和外铠接地引线应分开引接，接地引线应牢固，防止大风时摆动。单芯电缆接地引线的固定件宜采用非导磁材料，且具备长期运行时抗老化的能力。
- d) 单芯海缆终端处金属套直接接地时，宜采用接地箱接地的方式；接地引线应采用绝缘导线，导线的截面应符合设计要求，并采用三相合并后从中性点引接的接地方式。

#### 11.3.4 海缆保护设施的验收应符合下列规定：

- a) 海缆两端终端登陆处，“水线”、“禁止抛锚”等警示、警戒牌应完成。警示、警戒文字须醒目，具备夜间提醒功能，宜采用同步闪烁方式。
- b) 警示、警戒发光体（宜采用节能型的冷光源）供电系统应完善，且设有备用电源。
- c) 装设太阳能或小型风电等供电设备的海缆登陆处，设备的安装完成且可正常使用。
- d) 设有海缆瞭望台的海缆终端处，海缆瞭望台使用的雷达、望远镜、探照灯、通信设备、扩音器等设施均应正常，生活设施齐全。瞭望台电源线应采取低压防雷和浪涌保护措施。

- e) 对已配置远程监控、监视系统的海缆，海缆监控、监视设备，应已安装完成并调试合格。

#### 11.3.5 海缆终端电气设备部分的验收应符合下列规定：

- a) 海缆标识牌完好、设备命名齐全、相位色标明显。
- b) 海缆终端电气部分连接应良好（按电气导电部分的要求进行验收）；对于光电复合缆终端光缆交接箱应满足防水、防潮、接地等要求。
- c) 海缆上杆塔部分应牢固，单芯海缆的固定材料宜采用耐腐蚀的非导磁材料。
- d) 隔离刀闸应上锁并具备防误闭锁功能。
- e) 海缆终端的接地应满足 11.3.3 的要求。

#### 11.3.6 终端处余缆验收应符合下列规定：

- a) 新敷海缆终端处应按设计要求留有一定余量（见表 3），保证至少可以制作两个终端头。
- b) 余缆一般应盘绕在海缆终端塔附近或海缆终端站内。
- c) 余缆一般采用类似  $\Omega$  形、S 形或 8 字形盘绕。
- d) 单芯海缆余缆应避免磁回路。
- e) 海缆余缆长度应满足表 3 的要求。

表 3 海缆余缆长度要求

额定电压 kV	10	20~35	66~110	220	500
余缆长度 m	$\geq 4$	$\geq 8$	$\geq 10$	$\geq 10$	$\geq 15$

- f) 余缆盘绕的弯曲半径应大于海缆的弯曲半径要求，三芯海缆一般为海缆直径的 20 倍，单芯海缆一般为海缆直径的 25 倍。
- g) 多根海缆的余缆布置方式应与设计相符，避免相互交叉重叠。
- h) 余缆埋设方式验收应符合以下要求：
  - 1) 余缆盘绕在海缆终端站内时，宜采用直埋或余缆井方式，且应满足直埋电缆的施工要求。
  - 2) 余缆盘绕在终端塔附近且四周没有保护措施时，一般采用电缆井方式盘绕，并按要求设置海缆标识牌及标识桩。电缆井应采用  $\Omega$  形，深度应大于 700mm。余缆进出电缆井处，应采取圆弧的方式，符合海缆的弯曲半径要求。如井内采用金属支架，金属支架需接地良好。

#### 11.3.7 充油海缆油回路系统的验收应符合下列规定：

- a) 充油海缆终端站处应设立单独的房间，存放充油设备。房间内防火、防小动物设施应完整，房顶及墙壁无渗水现象，并配置必要的照明设施。
- b) 充油海缆的供油系统的运行标识（相位标识、油压越限标识等）应齐全。
- c) 充油海缆的整个油道系统应无渗漏油现象。
- d) 油箱外表应整洁，附件应正常。
- e) 油压系统指示应正常，油压及表计整定值应符合电缆生产厂家或设计的要求，油压维持情况良好。
- f) 充油海缆的真空滤油装置试运转情况应良好。
- g) 油压系统的电气报警系统调试正常；海缆油的电气性能应符合国家及电力行业相关标准。

#### 11.4 海缆的投运条件

海缆设备只有在竣工验收工作全部结束、各项试验合格、竣工资料移交完成后才能投入系统运行。严禁不具备运行条件的海缆投运。

## 附 录 A (规范性附录)

### 海底电力电缆运行的技术管理资料

#### A.1 海缆技术管理应具备的规程和制度

海缆技术管理应具备下列规程和制度：

- a) DL/T 1253 《电力电缆线路运行规程》；
- b) 《海缆线路及设备现场运行规程》；
- c) 《电力电缆线路现场检修工艺规程》；
- d) DL/T 596 《电力设备预防性试验规程》；
- e) GB 50150 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》；
- f) GB 50168 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》；
- g) GB 50217 《电力工程电缆设计规范》；
- h) DL/T 741 《架空输电线路运行规程》；
- i) 《送电线路运行管理规范》；
- j) 《海底电缆机械试验标准》；
- k) 《电力安全事故应急处理和调查处理条例》；
- l) GB 26859 《电力安全工作规程 电力线路部分》；
- m) 《电力安全工作制度》；
- n) 《海底电缆管道保护规定》；
- o) 《电力设施保护条例实施细则》；
- p) 《中华人民共和国电力法》；
- q) 《电力设施保护条例》。

#### A.2 海缆技术管理应具有的技术资料和记录

海缆技术管理应具有下列技术资料 and 记录：

- a) 地区海缆线路地理平面图；
- b) 海缆线路系统接线图；
- c) 海缆沿线敷设图、剖面图、埋深示意图；
- d) 海缆接头和终端头设计装配总图（配有详细说明材料的分件图）；
- e) 各种型式海缆截面图；
- f) 海缆线路设备一览表（名称、编号、线路准确长度、截面积、电压、型号、起止点、线路参数、中间接头及终端头的型号和编号、投运日期、实际允许载流量等）；
- g) 海缆巡视检查记录；
- h) 海缆缺陷记录；
- i) 海缆检修记录和试验报告；
- j) 海缆瞭望观察记录；
- k) 海缆设备巡视记录；
- l) 海缆禁锚区船只锚泊记录；
- m) 海缆禁锚区船只锚泊处理情况记录；
- n) 海缆设备异常记录；

- o) 油浸海缆油压记录;
- p) 海缆事故分析报告;
- q) 海缆运行专档 (包括海缆线路概况、技术参数、验收记录、检修记录、故障跳闸记录、泄漏电流记录、接地测试记录等内容);
- r) 海缆验收记录;
- s) 海缆终端接地测试记录;
- t) 海缆泄漏电流记录;
- u) 海缆线路评级记录;
- v) 海缆全套竣工资料。

### A.3 海缆技术管理应具有的报告和总结

海缆技术管理应具有下列报表和总结:

- a) 海缆线路可靠性统计表;
  - b) 外力破坏造成海缆线路跳闸统计表;
  - c) 海缆故障统计表;
  - d) 月度海缆运行、检修分析报告;
  - e) 年度海缆专业总结报告。
-

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
海底电力电缆运行规程

DL/T 1278—2013

\*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2014年4月第一版 2014年4月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1印张 29千字

印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·1747 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



关注我,关注更多好书



155123.1747