

## 前 言

本标准是等效国际电工委员会 IEC 92 号出版物的第 202 篇《船舶电气设备——系统设计——保护》(1994 年 3 月第 4 版)及其第 1 号修订通知(1996 年 2 月)对 GB 7357—87 进行修订的,编写规则按 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则 第 1 单元:标准的起草与表述规则 第 1 部分:标准编写的基本规定》。

通过本标准的制定,使我国船舶电气设备系统保护的设计标准与国际标准等效,以适应船舶国际贸易、技术和经济交流迅速发展的需要。

本标准从生效之日起,同时代替 GB 7357—87。

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会船电分技术委员会归口。

本标准起草单位:中国船舶工业总公司第六〇四研究院、第七〇四研究所。

本标准主要起草人:夏泳楠、陈逢源、韩朝珍、邬显胜。

本标准于 1987 年 3 月首次发布。

## IEC 前言

1 IEC (国际电工委员会)是由所有的国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的全球性标准化组织。IEC 的宗旨是促进电子和电气领域与标准化有关的所有问题的国际合作。为此目的,也为了开展其他活动,IEC 出版了国际标准。国际标准的制定工作委托给各技术委员会负责;对涉及题目有利害关系的任何 IEC 国家委员会均可参加该国际标准的制定工作。与 IEC 有联系的国际组织、政府组织和非政府组织也可参加该国际标准的制定工作。IEC 与国际标准化组织(ISO)按照该两组织间协议所确定的条件开展紧密合作。

2 由代表对技术问题有特殊利害关系的所有国家委员会的各技术委员会制定的有关技术问题的国际电工委员会的正式决议或协议,尽可能地表达了国际上对这些问题的一致意见。

3 这些决议或协议以标准、技术报告或指导性文件形式出版,以推荐形式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所接受。

4 为了促进国际统一,各 IEC 国家委员会同意在最大可能范围内明确采用 IEC 国际标准作为其国家标准和地区标准。IEC 标准与相应国家标准或地区标准之间的所有差异应在国家标准或地区标准中明确指出。

国际标准 IEC 92-202 由 IEC 第 18(船舶和移动式及固定式近海装置电气设备)技术委员会制定。

本第 4 版取消并代替 1980 年出版的第 3 版及其第 2 号修正案(1989 年),构成技术修订版。

本标准宜与 IEC 363 一起阅读。

本标准的文本是基于下列文件:

|              |              |
|--------------|--------------|
| 国际标准草案(DIS)  | 表决报告         |
| 18(中央办公室)546 | 18(中央办公室)552 |

有关批准该标准的详细表决信息能在上表列出的表决报告中找到。

船舶电气设备  
系统设计 保护

GB/T 7357—1998  
eqv IEC 92-202:1994  
及其第1号  
修订通知:1996  
代替 GB 7357—87

Electrical installations in ships—  
System design—Protection

## 1 范围

本标准规定了船舶电气设备系统设计保护的主要特性。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

IEC 50(151):1978 国际电工词汇(IEV) 第151章:电和磁的器件

IEC 50(441):1984 国际电工词汇(IEV) 第441章:开关设备、控制设备和熔断器

IEC 92-301:1980 船舶电气设备——第301篇:设备——发电机和电动机

IEC 363:1972 短路电流估算——特别是船用断路器的额定短路容量估算

IEC 947-2:1989 低压开关装置和控制装置——第2篇:断路器

## 3 定义

本标准采用下列定义。

### 3.1 额定负载 rated load

系指额定工况下规定的负载最大值。(IEC 151-03-16,修改过)

### 3.2 过载 overload

在未受电气损伤电路中的过电流运行工况。(IEC 441-11-08)

### 3.3 过电流 overcurrent

超过额定电流值的任何电流。(IEC 441-11-06)

### 3.4 短路 short circuit

电路中在正常情况下处于不同电压下的两点或多点之间,通过比较低的电阻或阻抗的偶然或有意的联结。(IEC 151-03-41)

### 3.5 后备保护<sup>1)</sup> back-up protection

拟在系统故障因下列原因未及时清除时起作用的保护设备或系统:

- a) 由于最近故障点的保护电器发生故障或无能力动作;
- b) 由于最近故障点的保护电器之外的保护电器发生故障。

1) 在国际电工词汇(IEV)中这些术语的定义不适用于本标准。

### 3.6 过电流选择性 overcurrent discrimination

两个或多个过电流保护电器的动作特性协调成当过电流的大小在规定范围时,预定在此范围内动作的过电流保护电器动作,而其他过电流保护电器则不动作。〔IEC 441-17-15〕

### 3.7 全范围选择性<sup>1)</sup> total discrimination, total selectivity

在两个或多个过电流保护电器串联的情况下,负载侧的过电流保护电器起保护作用而不会引起其他过电流保护电器动作的过电流选择性。

### 3.8 部分选择性<sup>1)</sup> partial discrimination; partial selectivity

在两个或多个过电流保护电器串联的情况下,最近故障点的过电流保护电器在规定的短路电流范围内起保护作用而不会引起其他过电流保护电器动作的过电流选择性。

### 3.9 供电连续性<sup>1)</sup> continuity of supply

在电路故障期间和故障之后,均能确保对其他正常电路连续供电的工况。

注:见图 1 中的电路 3。

### 3.10 使用连续性<sup>1)</sup> continuity of service

在故障电路断开之后,才能恢复对其他正常电路供电的工况。

注:见图 1 中的电路 3。

## 4 一般要求

4.1 电气设备应用适当的保护电器对包括短路在内的偶然过电流进行保护。各类保护电器的选择、配置及运行性能,应能提供完善而协调的自动保护,以便能做到:

a) 在万一某处发生故障时,能通过保护电器的选择性来确保系统对正常的重要设备电路供电的连续性,或至少确保使用的连续性(见图 1);

b) 确保消除故障的影响,以便减少对系统的损坏和火灾危险。

在这些条件下,系统的元件应设计和制造得能在许可的时间内经受有可能出现的过电流(包括短路)所产生的热应力和电动应力。

4.2 应按照过载、短路的要求来选择过电流保护电器。

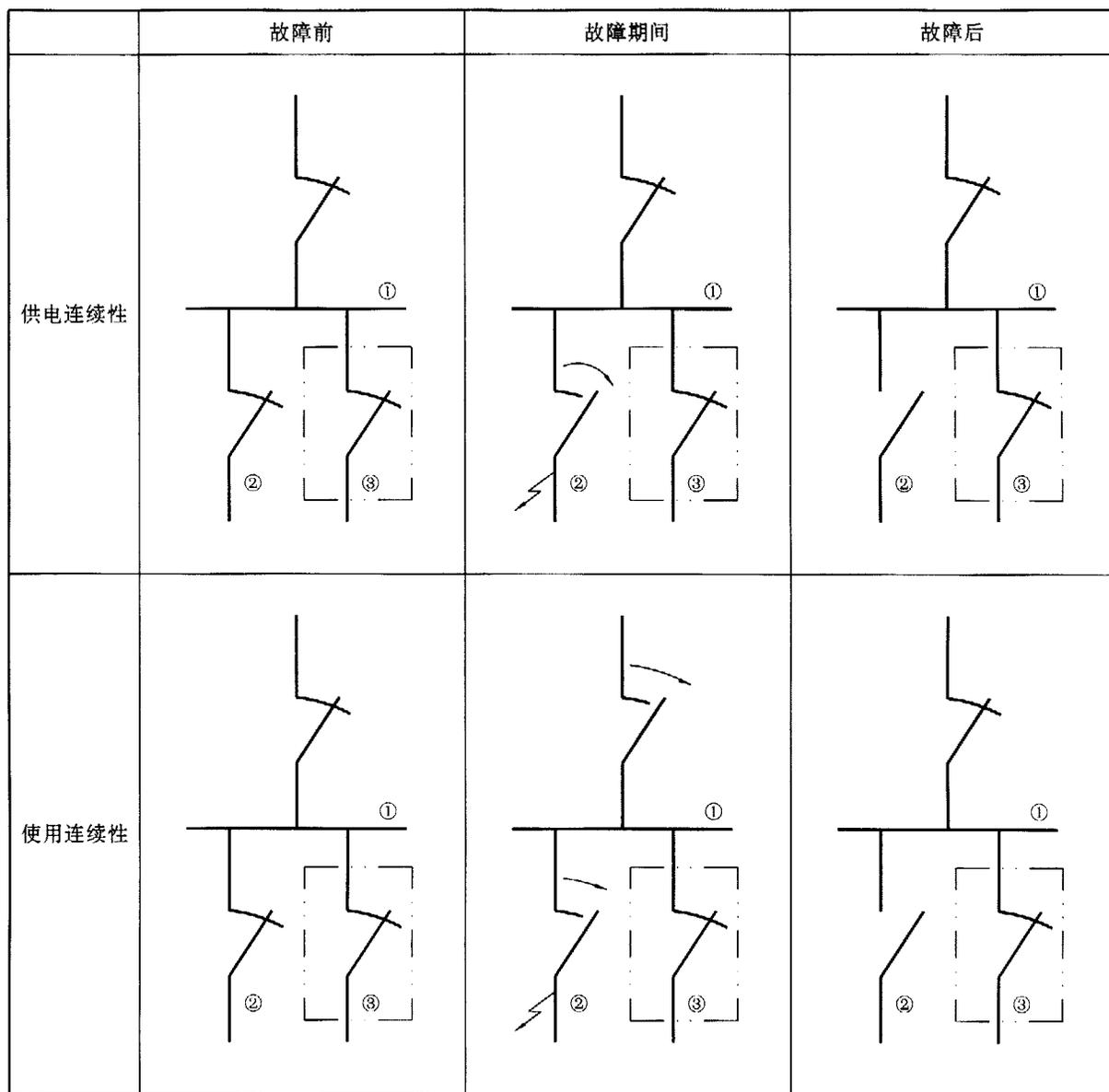


图1 供电连续性和使用连续性

## 5 短路电流

IEC 363 号出版物列举了交流和直流系统短路计算的实例。

### 5.1 交流系统的短路电流

5.1.1 为估算预期的短路电流,系统的等效阻抗应考虑从故障点算起。

5.1.2 电流源应包括同时连接的最大数量的发电机和在一般情况下同时接在系统中的最大数量的电动机。应根据发电机和电动机的特性来计算它们馈送的短路电流。

注:如果缺乏有关特性参数的精确资料,为了确定短路电流可能达到的最大峰值,感应电动机馈送的短路电流(即加到发电机短路电流最大峰值上的电流值)可取  $8 I_n$ ,这里  $I_n$  系估计在正常情况下要同时使用的各电动机额定电流之和( $I_n$  是有效值)。

对于更精确的计算,可采用下列有效值:

- 在短路发生的瞬间(超瞬态值):  $6.25 I_n$ ;
- 在  $T$  瞬间,即在短路发生后一个周波:  $2.5 I_n$ ;
- 在  $2T$  瞬间,即在短路发生后二个周波:  $1.0 I_n$ 。

## 5.2 直流系统的短路电流

5.2.1 应考虑用从故障点起算的系统等效电阻来估算系统某定点的预期短路电流。

5.2.2 短路电流源应包括可能同时连接的最大数量的发电机以及在正常情况下同时接在系统中的最大数量的电动机。每台旋转电机馈送的短路电流应作为其特性参数的函数来进行估算。

如果缺乏精确资料,在确定短路电流可能达到的最大值时,电动机馈送的短路电流可取作等于在正常情况下估计会同时使用的各电动机额定电流之和的六倍。

## 6 与短路定额有关的保护电器的特性和选择

### 6.1 总则

6.1.1 作短路保护用的保护电器应按照 IEC 标准中有关断路器和熔断器的规定,但应考虑到船舶电气设备的条件可能与这些标准所预计的条件不同,特别是关于:

a) 船舶交流系统的短路功率因数,它可能比作为一般配电断路器额定短路能力依据的功率因数低;

b) 交流短路电流的超瞬态和瞬态分量。

因此,与配电系统一般条件相应的断路器额定分断能力与对应的接通能力之比率(见 IEC 947-2)可能会明显不足。

在这种情况下,断路器应按其短路接通能力来加以选择,即使这些断路器符合一般条件的短路分断能力可能会超过实际使用所需的短路分断能力。

对发电机断路器以及最好对短路脱扣有预定短延时的其他断路器而言,应采用使用类别为 B 的断路器(按照 IEC 947-2),而且应按照断路器的额定短时耐受电流能力来选择。

对短路脱扣没有预定短延时的断路器而言,可采用使用类别为 A 的断路器(按照 IEC 947-2),而且应按照断路器的额定使用短路分断能力来选择。

### 6.1.2 应采用断路器或熔断器来提供短路保护

注:在某些情况下,尤其对电压高于 1 kV 的交流系统而言,某些类型的熔断器有这样的特性,以致它们应布置成可使一只有关的开关在这些过电流下脱扣。

6.1.3 如果在发电机侧用至少具有必需的额定短路能力的熔断器或断路器(但不是发电机断路器)作后备保护,则允许使用短路分断能力或短路接通能力小于其安装点总预期最大短路电流的保护电器。

在不包括重要设备时,同一熔断器或断路器可以后备保护一个以上的断路器。

该后备保护装置的短路性能至少应等于 IEC 947-2 对与被后备保护的断路器有相同短路性能类型,而且额定短路通断能力按该装置电源端的预期最大短路电流计算的单个断路器的要求。

可以使用带有接在负载侧熔断器的断路器,条件是断路器及其后备保护熔断器应设计得特性配合,以便在断路器承受包括使熔断器动作的过电流时确保熔断器能适时动作,从而防止有断路器的极间或金属零部件间产生电弧。

在确定上述后备保护装置的性能要求时,允许考虑该后备保护装置各电路元件的阻抗,如当被后备保护的断路器远离后备保护的断路器或熔断器时,可考虑连接电缆的阻抗。

### 6.2 额定短路分断能力

用于短路保护的每个电器的额定短路分断能力不应小于其安装点要分断的最大预期短路电流。

### 6.3 额定短路接通能力

除 6.1.3 规定的例外情况外,拟在短路状态下合闸的每个机械开关电器的额定短路接通能力应大于其安装点的预期短路电流的最大峰值。

断路器应能接通与其接通能力相应的电流并在所要求的最大延时时间内不断开。

### 6.4 与选择性要求有关的保护电器的协调选择

6.4.1 短路情况下非故障电路的供电连续性应用全范围选择性来实现。

6.4.2 当要求非故障电路有使用连续性时,则应对保护电器和被保护设备两者的工作特性进行协调和验证。

6.4.3 保护电器应能在全范围选择性和在规定的电流范围内的部分选择性所要求的时间内承载不小于其安装点的短路电流,而不断开。

## 7 根据过载选择保护电器

### 7.1 机械开关电器

供过载保护用的机械开关电器的脱扣特性(过电流-脱扣时间)应与被保护系统元件的过载能力及任何选择性要求相适应。

### 7.2 过载保护熔断器

如果熔断器具有合适的特性,则 320 A 以下允许使用熔断器作过载保护,但 200 A 以上建议使用断路器或类似装置。对交流高压系统,则不允许使用熔断器作过载保护。

## 8 按使用要求选择保护电器

### 8.1 总则

应在每根非接地线上设置短路保护。

除了绝缘直流电路、绝缘单相电路和负载基本平衡的三相电路可在一根线上省去过载保护外,在电路的每根非接地线上均应设置过载保护。

短路或过载保护电器不应切断接地线,除非所有非接地线能被多极开关电器同时断开。

### 8.2 发电机保护

#### 8.2.1 总则

应使用多极断路器对发电机作短路和过载保护。尤其是过载保护应与发电机的热容量相适应,并应符合下列规定:

a) 对小于 10% 的过载,可考虑使用由整定在最大值为发电机额定电流的 1.1 倍,延时不超过 15 min 的延时继电器所控制的声响报警信号;

如果运行工况需要,并且发电机的设计允许的话,则也可采用超过 15 min 的延时;

b) 对 10% 和 50% 之间的过载,在不超过发电机额定电流的 1.5 倍时,断路器应延时脱扣,最长延时为 2 min;但是,如果运行工况需要,并且发电机的结构允许的话,则过载可以超过 50%,延时也可以超过 2 min;

c) 对超过 50% 的过电流,“瞬时”脱扣应和系统的选择性保护相配合。

在为短路保护设计的“瞬时”脱扣装置中,为满足选择性要求可采用短延时。

对大型发电机和所有高压发电机,应对断路器的发电机侧的故障提供保护。

注

1 应考虑与发电机有关的保护电器,即使在发电机转速严重下降的情况下,也应确保它们仍继续有效。

2 应考虑选用在过载保护电器动作后能允许电源立即恢复的保护电器作为发电机的过载保护。

#### 8.2.2 发电机侧的短路保护

当发电机拟并联运行时,必须考虑如果短路发生在发电机及其断路器之间需由发电机断路器切断的故障电流。

注 1: 应考虑当发电机与其相联结的系统不同步时,合上控制发电机的断路器可能出现的危险性。

容量等于或大于 1 500 kVA 的发电机应设置适当的保护装置或保护系统,以便在发电机内部或在发电机与其断路器之间的供电电缆上发生短路时能使发电机去掉励磁,并断开其断路器。

注 2: 特殊情况,例如,为了对人员进行保护,供电电缆过长等,对容量小于 1 500 kVA 的发电机也可要求设置类似保护。

### 8.2.3 两线或三线直流平复励发电机的保护电器

对并联运行的直流发电机,除了设置过载和短路保护外,还应设置下列保护电器:

a) 对平复励发电机,应对每台发电机设置一个与断路器联锁的均压开关,它在有关的断路器的触点断开之后断开,或设置一个能同时断开所有极的多极断路器;

b) 在三线系统中,应在中线设置一个与接到外导线的发电机开关或断路器能同时操作的联锁开关。

### 8.3 重要用电设备的保护

在负载由重要设备和非重要设备组成的场合,应考虑设置一种当任何一台发电机过载时能自动切除非重要设备以防止发电机持续减速的自动卸载装置。

按照发电机组的过载能力,这种卸载可分一级或多级进行。

### 8.4 变压器保护

根据第6章的规定,应用多极断路器或熔断器对变压器的初级绕组加以短路保护。当变压器并联运行时,次级绕组应装隔离开关。

注:如果能经次级绕组对变压器馈电,则次级绕组需考虑短路保护。

### 8.5 线路保护

8.5.1 根据第6章和第7章的规定,应用多极断路器或熔断器对每一条配电线路加以过载和短路保护。

注:应注意保证由几台发电机并联运行的系统中,在由最小发电机供电的情况下,保护装置仍然有效。

8.5.2 从保护的观点来看,由电缆并联而成的标称截面积不小于 50 mm<sup>2</sup> 的多根电缆可看作单根电缆。

8.5.3 对有独立过载保护的用电设备(如电动机,见第8.6条)或不可能过载的用电设备(如固定布线的电热电路)供电的线路可以只设置短路保护。

### 8.6 电动机保护

8.6.1 额定功率超过 0.5 kW 的电动机应单独设置过载保护。

8.6.2 对拟用于重要设备的电动机,过载保护可以用报警装置代替;对舵机电动机,则过载保护应用报警装置代替。

8.6.3 保护电器应设计成使电动机在正常使用条件下,允许其正常加速期间的电流通过。如果电动机过载保护电器的时间-电流特性与电动机启动周期不相适应,则在电动机加速期间可使过载保护电器不起作用,条件是短路保护仍然有效,而且过载保护的这种闭锁也只是暂时的。

8.6.4 对连续工作制电动机,保护装置应具有在过载工况下能保证电动机有可靠热保护的延时特性。

8.6.5 保护电器的最大持续电流应整定在被保护电动机额定电流的 105%~120% 的范围内。

8.6.6 对断续工作制电动机,保护电器的电流整定值和延时特性(时间的函数)应在考虑了实际使用条件后选定。

8.6.7 当熔断器用于保护多相电动机电路时,应考虑设置防止单相运行的保护。

### 8.7 照明电路保护

每个照明电路应用合适的电器加以过载和短路保护。

### 8.8 岸电连接保护

从岸电箱到主配电板的固定敷设电缆应用熔断器或断路器加以保护。岸电箱中的这种保护不应省去。

### 8.9 蓄电池保护

除了原动机的起动蓄电池外,应用尽可能靠近蓄电池设置的保护电器对蓄电池进行过载和短路保护。

对重要用电设备供电的应急蓄电池只应设有短路保护。

## 8.10 仪表、指示灯和控制电路的保护

应用熔断器或限流装置确保对指示装置和测量装置加以保护。

对其他电路,如电压调整器的电路,失压可能会产生严重后果,则不宜用熔断器。若不用熔断器,则应采取措施来防止该装置未保护部分的失火危险。

熔断器应尽可能靠近电源插头安装。

## 8.11 静止或固态装置的保护

为了保护元件和免受元件内部短路的影响,在静止或固态装置内应装有合适的限流熔断器。

应使用其脱扣特性与熔断器的熔断特性相配合的断路器对将静止或固态装置连接到电源的配电电路加以保护,以确保元件免受所有有害过电流的影响。

## 9 逆功率和逆电流保护

### 9.1 交流发电机的逆功率保护

并联运行的交流发电机应设置带延时的逆有功功率保护。

保护电器的整定值,对汽轮机通常在额定功率的2%~6%的范围内,对柴油机通常在额定功率的8%~15%的范围内。

外加电压跌落50%不应使逆功率保护失效,尽管它会改变断开断路器所需的逆功率值。

注:逆功率保护可用能确保适当保护的其他电器来代替。

### 9.2 直流发电机的逆电流保护

彼此并联运行或与蓄电池并联运行的直流发电机应设有瞬时或短延时逆电流保护。

保护电器的整定值,对汽轮机通常在额定功率的2%~6%的范围内,对柴油机通常在额定功率的8%~15%的范围内。

外加电压跌落50%不应使逆电流保护失效,尽管它会改变断开断路器所需的逆电流值。

当有均压线时,逆电流保护电器应接在不接串复励绕组的极上。

注

1 逆电流保护应足以能有效地处理来自船舶电网(例如起货机)的逆电流。

2 参阅 IEC 92-301。

## 10 欠电压保护

### 10.1 交流和直流发电机

对彼此并联运行或与岸电馈线并联运行的发电机,应采取措施以防止发电机断路器在发电机不发电时闭合,并防止失压时发电机仍然接在汇流排上。

若为此目的而采用欠压脱扣器的话,则它在防止断路器闭合时应瞬时动作,但是在断开断路器时,为具有选择性效果,它应延时动作。

### 10.2 交流和直流电动机

10.2.1 对额定功率大于0.5 kW的电动机应设置下列两种保护中之一种:

a) 欠压保护,因电压降低或失压而动作,从而引起并保持电路断电,直至电动机被人为重新启动;

b) 欠压释放,因电压降低或失压而动作,但应设计成在电压恢复时电动机可重新自动起动而无过大的起动电流,条件是起动器(它可用例如恒温装置、气动装置或液压装置等加以控制)仍确保为重新起动所必需的连接,而且如有必要避免过大的电压跌落或电流冲击的话,所有电动机不应同时重新启动。

10.2.2 当电压高于85%额定电压时,保护电器应允许电动机起动;而当在额定频率下,电压低于约20%额定电压时,保护电器务必动作,必要时可带延时。

注:对舵机电动机和其他必须连续使用的电动机不一定要设置欠压保护。

## 11 过电压保护

### 11.1 变压器

应采取适当的预防措施来防止由变压器供电的低压系统受变压器高压系统漏电的影响。低压系统接地可看作合适的预防措施。

### 11.2 交流电机

在高压交流系统中应采取适当的预防措施来限制和(或)防止因开关转换等引起的过电压。

---