

110604

船舶電氣設備和 電力推進

В.М. Алексеев 著

王 皂 孫 譯

陳 朗 劉毅民 校

中國人民解放軍軍事工程學院

一九五六年八月

目 錄

前 言 緒 論

第一篇 船舶電氣設備

第一章 船用電機

1. 電機分類.....	7
2. 發電機的原動機.....	8
3. 發電機.....	9
4. 電動機.....	10

第二章 船用電器

5. 電器的分類.....	12
6. 保險器.....	13
7. 開刀開關和轉換開關.....	13
8. 磁力啓動器.....	14
9. 接觸器.....	15
10. 延時接觸器.....	16
11. 變阻器.....	18
12. 控制器.....	20
13. 繼電器.....	21
14. 自動開關.....	24
15. 訊號儀.....	26

第三章 船舶電力拖動

16. 舵裝置的電力拖動.....	28
17. 立式起錨裝置和臥式起錨裝置的電力拖動.....	55
18. 起重機、絞車和昇降機的電力拖動.....	79
19. 水泵和空氣壓縮機的電力拖動.....	93
20. 通風機的電力拖動.....	102
21. 轉軸裝置的電力拖動.....	103

22. 飛機發射台的電力拖動..... 104
 23. 其他機械的電力拖動..... 107

第四章 船舶配電裝置

24. 配電裝置的分類..... 108
 25. 配電裝置的型式及應用..... 109
 26. 配電裝置的線路..... 110
 27. 配電裝置的構造..... 120

第五章 船舶配電線路

28. 電纜的種類和標號..... 123
 29. 配電系統..... 124
 30. 主要獨立網路..... 134
 31. 電纜和導線的敷設..... 136
 32. 電纜和導線的計算..... 138

第六章 船舶電氣照明

33. 術語和分類..... 153
 34. 電氣照明設備..... 155

第七章 船舶探照燈電氣設備

35. 探照燈設備的定義和分類..... 159
 36. 現有各種探照燈的簡短說明..... 160
 37. 供電電源..... 162
 38. 由變流機給探照燈供電的線路..... 163

第八章 船舶訊號燈和航行燈

39. 分類及基本知識..... 168

第九章 船用電熱設備

40. 分類和基本知識..... 172

第十章 船舶電氣設備的設計

41. 概論..... 175
 42. 電流種類的選擇..... 177
 43. 電壓大小的選擇..... 180
 44. 編製發電機負荷表..... 183
 45. 發電機容量和數量的選擇..... 191
 46. 發電機在艦船上的分佈..... 192
 47. 檢查板的設計..... 193
 48. 通風電路及其遠控的設計..... 195
 49. 照明網路原理圖的設計..... 197

50. 緊急蓄電池照明的設計.....	199
51. 給蓄電池充電的設備的設計.....	202
52. 直交流變流機的設計.....	203

第二篇 船舶電力推進

第十一章 電力推進的現有類型及其優缺點

53. 概論.....	205
54. 螺旋槳電力拖動的作用原理.....	205
55. 電力推進裝置的分類.....	206
56. 螺旋槳電力拖動的優點.....	206
57. 螺旋槳電力拖動的缺點.....	207
58. 直流和交流的比較.....	208
59. 結論.....	209

第十二章 柴油機電力推進裝置

60. 電力推進裝置功率的計算.....	210
61. 推進裝置的梁納德控制系統.....	219
62. 電力推進線路的設計.....	220
63. 可能工作狀態的分析及電阻的計算.....	231
64. 電力推進裝置機械特性曲線的計算和繪製.....	236
65. 電力推進裝置的逆轉.....	241

第十三章 汽輪機電力推進裝置

66. 分類及概述.....	257
67. 電力推進裝置的聯接圖.....	261
68. 電力推進裝置的控制線路圖.....	273
69. 電力推進裝置啓動和逆轉工作狀態的分析.....	285
70. 電力推進裝置的保護.....	287

第十四章 聯合電力推進裝置

71. 柴油——電力聯合推進裝置.....	290
-----------------------	-----

附 錄

目 錄

前 言 緒 論

第一篇 船舶電氣設備

第一章 船用電機

1. 電機分類·····	7
2. 發電機的原動機·····	8
3. 發電機·····	9
4. 電動機·····	10

第二章 船用電器

5. 電器的分類·····	12
6. 保險器·····	13
7. 開刀開關和轉換開關·····	13
8. 磁力啓動器·····	14
9. 接觸器·····	15
10. 延時接觸器·····	16
11. 變阻器·····	18
12. 控制器·····	20
13. 繼電器·····	21
14. 自動開關·····	24
15. 訊號儀·····	26

第三章 船舶電力拖動

16. 舵裝置的電力拖動·····	28
17. 立式起錨裝置和臥式起錨裝置的電力拖動·····	55
18. 起重機、絞車和昇降機的電力拖動·····	79
19. 水泵和空氣壓縮機的電力拖動·····	93
20. 通風機的電力拖動·····	102
21. 轉軸裝置的電力拖動·····	103

22. 飛機發射台的電力拖動.....	104
23. 其他機械的電力拖動.....	107
第四章 船舶配電裝置	
24. 配電裝置的分類.....	108
25. 配電裝置的型式及應用.....	109
26. 配電裝置的線路.....	110
27. 配電裝置的構造.....	120
第五章 船舶配電線路	
28. 電纜的種類和標號.....	123
29. 配電系統.....	124
30. 主要獨立網路.....	134
31. 電纜和導線的敷設.....	136
32. 電纜和導線的計算.....	138
第六章 船舶電氣照明	
33. 術語和分類.....	153
34. 電氣照明設備.....	155
第七章 船舶探照燈電氣設備	
35. 探照燈設備的定義和分類.....	159
36. 現有各種探照燈的簡短說明.....	160
37. 供電電源.....	162
38. 由變流機給探照燈供電的線路.....	163
第八章 船舶訊號燈和航行燈	
39. 分類及基本知識.....	168
第九章 船用電熱設備	
40. 分類和基本知識.....	172
第十章 船舶電氣設備的設計	
41. 概論.....	175
42. 電流種類的選擇.....	177
43. 電壓大小的選擇.....	180
44. 編製發電機負荷表.....	183
45. 發電機容量和數量的選擇.....	191
46. 發電機在艦船上的分佈.....	192
47. 檢查板的設計.....	193
48. 通風電路及其遠控的設計.....	195
49. 照明網路原理圖的設計.....	197

50. 緊急蓄電池照明的設計.....	199
51. 給蓄電池充電的設備的設計.....	202
52. 直交流變流機的設計.....	203

第二篇 船舶電力推進

第十一章 電力推進的現有類型及其優缺點

53. 概論.....	205
54. 螺旋槳電力拖動的作用原理.....	205
55. 電力推進裝置的分類.....	206
56. 螺旋槳電力拖動的優點.....	206
57. 螺旋槳電力拖動的缺點.....	207
58. 直流和交流的比較.....	208
59. 結論.....	209

第十二章 柴油機電力推進裝置

60. 電力推進裝置功率的計算.....	210
61. 推進裝置的梁納德控制系統.....	219
62. 電力推進線路的設計.....	220
63. 可能工作狀態的分析及電阻的計算.....	231
64. 電力推進裝置機械特性曲線的計算和繪製.....	236
65. 電力推進裝置的逆轉.....	241

第十三章 汽輪機電力推進裝置

66. 分類及概述.....	257
67. 電力推進裝置的聯接圖.....	261
68. 電力推進裝置的控制線路圖.....	273
69. 電力推進裝置啓動和逆轉工作狀態的分析.....	285
70. 電力推進裝置的保護.....	287

第十四章 聯合電力推進裝置

71. 柴油——電力聯合推進裝置.....	290
-----------------------	-----

附 錄

前 言

設計船舶電氣設備和電力推進是一個十分複雜的問題，不僅要求深諳電工學，電機、電器和配電裝置等一般問題的知識，而且要通曉該艦船的戰術技術要求，艦船的特性和特點。目前由於缺乏統一的設計方法，每個設計機構都按自己的辦法來解決某些問題，顯然，這樣就使設計工作更趨複雜，延宕時間並使設計費用增高。

幾乎完全沒有專門的電氣設備和電力推進方面的技術書籍，作者寫這本書，藉以局部彌補現存的空白。

無疑的，本書中有許多缺點，然而迫切需要此類書籍，只得這樣付梓，它將對造船工業的工作人員有所裨益。

本書的目的係給造船工業的設計安裝機構提供系統的和參考的材料，也給艦船電氣設備及電力推進的設計工作以指導。本書主要供設計和安裝機關的工程師與技師應用，然而在許多問題上，它也可以作為高等學校艦船電工專業學生的參考書。

本書中闡述設計電氣設備主要組成部份的方法，列舉電力推進的計算並講述某些最有用的艦船裝置，特別注意負荷表的製定，電力機械的負荷係數和工作同時係數的求得，電力拖動的計算，以及配電原理圖的設計等問題。這些問題在設計實踐中最為困難，作者認為必需給以特別的注意。對電氣設備諸組成部份，如電機，電器、配電裝置，照明等的特殊要求也佔了很大的份量。

研究電力推進時作者只限於闡述主要類型的電力推進裝置、推進裝置特性曲線的繪製、電力推進反向圖的計算和電力推進線路圖的設計。至於推進電動機的計算和主發電機及推進電動機的結構諸問題，作者認為在其他參考書中也足夠詳盡未予論述。

材料的編排順序，和作者在列寧格勒造船及電工學院授課時的講授順序相同。

·B· 阿列克謝耶夫

緒 論

最近幾年內艦船電工的發展達到空前未有的規模，很難舉出沒有電氣化機械，電航儀或無線電的現代艦船。

輔機電力拖動的優越性如此顯著，以致現代絕大多數艦船都設計有電氣化的機械。同時，螺旋槳電力拖動有效地同蒸汽及柴油拖動相競爭，日益得到廣泛的採用。現在對許多艦船裝置（破冰船、拖船、浮動基地、救生船等）說來，螺旋槳電力拖動是唯一合理的拖動方式。

國外的造船實踐有很多足以作為在商船隊中廣泛應用螺旋槳電力拖動例證的例子。世界上最大的法國定期郵船“諾曼底”號（нормандия）功率為160000匹馬力，裝備着電氣化推進裝置。這種裝置也裝設在最現代化功率最大的德國貨船“武別特爾”（wuppertal）號“拜特里亞”（patria）號等。最後，許多美國拖船、瑞士游艇、意大利渡船等都有螺旋槳電力拖動裝置。

螺旋槳電力拖動也運用在艦隊中。例如在美國，電力推進應用在“克羅拉陀”（Colorado）及“華欽頓”Wachington型戰列艦上，完全現代化最高軸上功率180000匹馬力的航空母艦“薩拉托加”（Saratoga）號及“列克星敦”（Lexington）號以及許多別的艦船上。這些都證明電力推進有無可置疑的遠大的前途。

除了帶動螺旋槳用的主機以外，現代化的巨大軍艦上，共有數百個輔助機械——舵機，錨機，吊車，絞車，唧筒等等以及日常生活用機械和各種修理所的機械。所有這些機械絕大多數是電氣化的。為了給它們供電，在某些艦船上安裝着容量為5000—6000瓩的發電機。

使軍艦電氣設備複雜化的原因是為了要提高其生命力，主要電源——汽輪發電機和柴油發電機——分佈在艦船各處，這就引起主配電板、隔艙配電站和電力幹線等數量的增加。

為把配電線路設計成任意發電機能夠給任何主配電板供電，電纜須沿着兩舷敷設，俾使一舷受到損害時，保證由另一舷給電力機械供電。最重要的電力機械，如砲塔、舵機、艦砲射擊指揮儀及無線電站，由艦上三處電源得到電，其中一條饋線應該直接由汽輪發電機或柴油發電機引來。

這一切都導致複雜的配電線路，它充滿各種訊號、檢查、連鎖和其他裝置。複雜性還由於除了要求毋須調速而完全可能採用交流電動機的電力機械以外，還要求

經常啓動，反向和迅速制動的機械，迫使它採用直流電動機。因之現代軍艦上有兩類電流及兩個配電系統。

艦砲裝置有特別複雜的配電系統。這些裝置上、尋找目標，瞄準、送彈、裝填和射擊等一切作業都由中央控制站自動完成，各個作業的時間，用幾分之一秒來計算。

照明在總配電系統中佔有重要的地位。現代軍艦上有戰鬥照明、正常照明、永久照明、事故照明和低壓照明等。電力通風也是這樣，它分爲戰鬥的、日用的、防毒氣的和移動通風等，其中每一組都有獨立的電源，有些還有遙遠控制。

除艦砲裝置之外，主要負荷還有液力控制和電力控制的舵機。

爲了勝利完成戰鬥，廣泛地採用專門的電儀器，無線電，回聲測深儀，計程儀，水音儀，其中大多數有各自不同系統、功率及電壓的供電電源，例如在現代戰列艦上，同樣的無線電台就有20個之多。

若是考慮到，要求所列舉的電力機械、儀表及電器有最大的可靠性和生命力，便可想見現代軍艦的電氣設備是多麼複雜。

第一篇

船舶電氣設備

第一章

船用電機

1. 電機分類

應用在艦船裝置上的電機基本上可按下列方法分類：

A 依其功用來分

- 1) 發電機，
- 2) 電動機。

B 依電流種類來分

- 1) 直流電機，
- 2) 交流電機，
- 3) 混合（直—交流）電流電機。

B 依軸的配置來分；

- 1) 臥式電機，
- 2) 立式電機。

Г 依保護方法來分。

- 1) 開啓式電機，
- 2) 保護式電機，
- 3) 防水式電機，
- 4) 密閉式電機。

Д 依冷卻方法分。

- 1) 自然通風式電機，
- 2) 自帶風扇式電機，
- 3) 強迫通風式電機。

所有旋轉部份及導電部份沒有專門保護設備的電機稱為開啓式電機。

保護式電機是有專門保護裝置，能預防水滴和其他物體由上落入電機內，並能預防偶而與其導電及旋轉部份相接觸的電機。

防水式電機是有專門的保護裝置，能防止水壓為2大氣壓的水龍頭水柱從距離5公尺外噴射時水沫濺入的電機。

密閉式電機有嚴密的機殼，當把它完全沉到10公尺深的水下時（1大氣壓力）不許可潮氣透入其中。

自然通風式電機是沒有任何專門冷卻設備的電機。若電機軸有專用風扇，則此電機稱為自帶風扇式電機。

強迫通風式電機是用獨立運行的通風機的專門的管子來通風冷卻的電機。

已製成成品的電機在發熱狀態時，繞組對外壳的絕緣電阻，在工廠試驗時應不低於5兆歐，在艦船上試驗時應不低於1兆歐。

絕緣電阻用電壓為500伏的高阻計來測定。

2. 發電機的原動機

在艦船裝置上應用下列機器作為拖動發電機的原動機：

- 1) 蒸汽汽輪機，
- 2) 蒸汽機，
- 3) 柴油機，
- 4) 煤油機，
- 5) 汽油機。

蒸汽機應用較少，主要用在商船隊中。在電氣設備有防爆性的條件下才許可安裝汽油機。

在艦船建造中，蒸汽汽輪機和柴油機得到最廣泛的應用，所以今後將只研究此種原動機。

對原動機的基本要求如下：

1. 原動機應同發電機安裝在一個共同的機座板上或銲接架上。
2. 在負荷均勻地及急驟地由滿載變到空載時，蒸汽汽輪機及柴油機的穩定轉速對額定轉速的變化率不應大於：
 - a) 對功率為20馬力以下的柴油機： $2.5\% \pm 2.5\%$ ；
 - b) 對功率為20馬力以上80馬力以下的柴油機： $5\% \pm 1.5\%$ ；
 - b) 對功率為80馬力以上的柴油機： $3\% \pm 1.5\%$ ；
 - r) 對任何功率的蒸汽透平機： $3\% \pm 1\%$ 。
3. 在負荷均勻地及急驟地由空載變到滿載時，原動機的穩定轉速對額定轉速的變化率不應大於：
 - 1) 對功率為20馬力以下的柴油機： $\pm 2.5\%$ ；

- 2) 對功率20馬以上的柴油機； $\pm 1.5\%$ ；
- 3) 對任何功率的蒸汽透平機； $\pm 1\%$ 。
4. 當負載逐級突變時，根據本節以上所講諸小點，原動機的重新穩定轉速應該符合於空載和滿載間的中間值。
 5. 活塞式原動機轉速的不均勻度應該不大於：
 - 1) 功率在8馬力以下的： $1/75$ ；
 - 2) 功率在8馬力以上的： $1/125$ 。
 6. 原動機應該裝設機組自動停車的設備，以便當原動機的轉速比額定轉速高出10%時，機組自動停車。
 7. 在下列狀態下應該保證原動機以及與其相連發電機的正常工_作：長期傾斜 15° 時，在30分鐘內傾斜 30° 時。在1分鐘內傾斜 45° 時；長期傾差到 7° 時及在30分鐘內傾差到 15° 時。

3. 發 電 機

艦船上應用下列類型的發電機作為電能電源：

- a) 直流並激發電機；
- б) 直流複激發電機；
- B) 交流同步發電機；
- г) 混合電流發電機（交直流複合發電機）。

通常，艦船裝置上的直流發電機係採用複激發電機。並激發電機僅在帶有自動快速動作的電壓調整器時，才被採用。

為了保證無火花整流，艦船發電機裝設有補助磁極，而在某些情況下會有補償繞組。

艦船裝置上所採用的發電機，有下列額定電壓：

- a) 直流：26, 115, 230, 470 伏；
- б) 交流：25, 133, 230, 400及525伏。

長時間工作的發電機，在額定電壓下和在發熱狀態時，應該能經受下列過載電流：

- 5分鐘內電流過載50%；
- 30分鐘內電流過載25%；
- 60分鐘內電流過載10%。

上述過載時不應產生損壞，意外的變形及絕緣惡化。

當負荷均勻的和急驟的由空載增到滿載和由滿載降到空載時，機組在穩定轉速下且不用電壓調整器調整時，發電機電壓之變化在功率為20匹馬力以下的柴油機，不應大於8%，功率為20馬力以上的柴油機和任何功率的蒸汽汽輪機不應大於 5

%。這樣，發電機應該是超複激的。

照例，每一部發電機應當有一電壓調整器，便於在由空載到滿載的 125% 之各種負荷下用來保持發電機恆定的額定電壓。其時機組在額定轉速下運轉，在最大負荷時允許有 2.5% 轉差。

開路電壓與額定電壓的差值，在發電機的容量為 100 瓩以下時不應該大於 $\pm 2\%$ 。發電機的容量為 100 瓩以上時不應大於 1%。

通常發電機與柴油機直接聯接，而與蒸汽汽輪機聯接時需要用減速器。

採用交流同步發電機時，每一部發電機應該有它單獨的激磁機，此激磁機同發電機安裝在同一軸上。通常每部發電機上需要有自電壓調整器，使在負載變化時保持電壓不變。

在本書未列有柴油發電機的主要數據。

4. 電 動 機

在艦船上應用下列電動機：

- a) 直流——串激，分激和複激的；
- b) 交流——三相捲線式異步機；鼠籠式異步機；同步機，整流子電動機和推斥電動機。

在艦船裝置上的電動機採用下列額定電壓：

- a) 直流：24, 110, 220, 和 440 伏，
- b) 交流：24, 127, 220, 380 和 500 伏。

當額定端電壓和額定激磁時，電動機在發熱狀態中，一分鐘內許可通過下列過載電流：

- a) 長時工作並帶有少量串激繞組的分激電動機——電流過載 60%；
- b) 短時工作和斷續工作並帶有少量分激繞組的串激電動機——過載電流 200%。

當電網電壓的波動在額定的 $\pm 2.5\%$ 和用減弱激磁電流的方法時，並激電動機轉速提高為 15%，帶有少量串激繞組的並激電動機轉速提高為 25% 時，電動機應保證正常的長期工作。

有下列容量的直流分激、串激和複激電動機，在軸上靜負載力矩不超過額定時，在拖動的飛輪矩不大於電動機的飛輪矩的條件下，許可直接接到電網上運轉：

速度為 3000 轉/分，功率在 0.5 瓩以下；

速度為 1500 轉/分，功率在 1.0 瓩以下；

速度為 1000 轉/分，功率在 1.5 瓩以下。

МП(ПН)型直流電電動機和 АДМ 和 МАМ 型三相交流電動機得到最廣泛的應用。在圖 1 繪着 МП(ПН) 型電動機；而圖 2—АДМ 型電動機。在本書未列舉着這些電動機的主要數據。

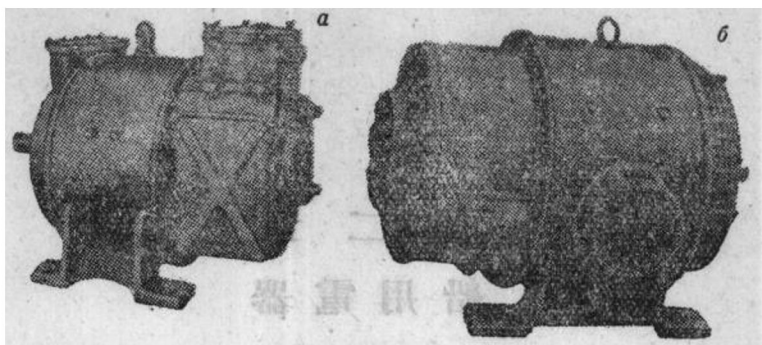


圖 1 MII(PIH)型直流電動機 a—封閉式；b—保護式。

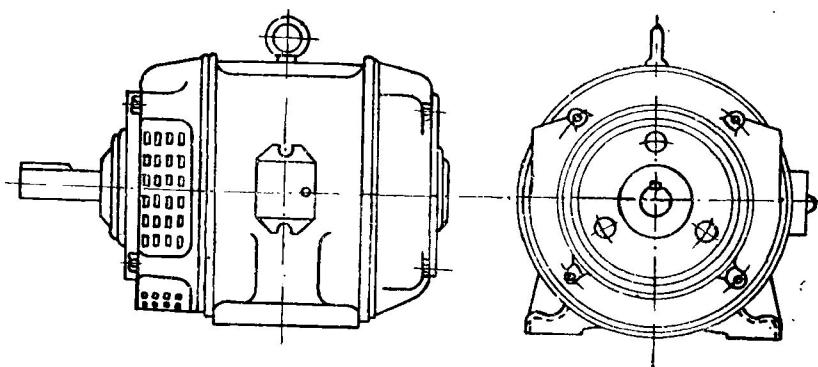


圖 2 АДМ型交流鼠籠式異步電動機

第二章 船用電器

5. 電器的分類

電器主要用作電機的啓動、調速和制動。也用來作為電機的過載及低壓保護。艦船裝置上下列電器得到最廣泛的應用。

- 1) 保險器;
- 2) 閘刀開關和轉換開關;
- 3) 磁力啓動器;
- 4) 接觸器和延時接觸器;
- 5) 控制器;
- 6) 變阻器和電壓調整器;
- 7) 繼電器;
- 8) 自動開關;
- 9) 訊號器。

根據儀器的保護方法分爲:

- a) 開啓式;
- б) 保護式;
- в) 防滴式或防濺式;
- г) 防水式;
- д) 封閉式;
- е) 防爆式。

開啓式電器是完全沒有外殼的電器，或是其外殼不能防止偶而與其導電部份相接觸，或不能防止他物落入其內的電器。

保護式電器是外殼能防止偶而與其導電部份相接觸及防止他物落入其內的電器。

防滴式電器是外殼能防止由上面和在傾斜 45° 以內的水滴落入其內的電器。

防水式電器是當它受到 5 公尺外，兩個大氣壓力水柱由任何方向噴射時，其外殼能防止水滴透入的電器。

封闭式電器是當它沉淹在10公尺深水內時，其外壳能防止水滴透入的電器。
 防爆式電器是當內部氣體爆炸時，其外壳能防止週圍氣體爆炸的電器。

6. 保險器

當電流增大超過給定限度時，利用叫作熔絲的元件溶斷作用來切斷電路的保護裝置稱為保險器。

依結構型式保險器分為：

- 1) 管狀可熔保險器；
- 2) 波吉“диалед”型保險器；
- 3) 插銷式保險器；
- 4) “бозе”型玻璃管保險器。

ПР型管狀可熔保險器在船舶裝置上得到最廣泛的應用，所以今後只研究這種類型的保險器。

管狀可熔保險器是接觸柱纖維管和熔片的組合。

熔片由鋅製成，做成有幾個狹窄部份的特殊型式，藉以限制短路電流；此外，由於狹窄部份的作用使電弧分為許多段小電弧，幫助限制電弧中的電流並使其熄滅。

當發生短路和熔片燃燒時，在纖維管中，由於電弧的能量形成大約為100大氣壓的壓力。保險器切斷電流發生得如此迅速，以致短路電流尚未來得及達到自己的最大值。因之，1000安以下的保險器能可靠地切斷短路電流，許多試驗的結果都證實了這點。

表 1

保險器額定電流 (安)	15	60	100	200	350	600	1000
熔絲額定電流 (安)	—	15	—	100	200	350	600
	—	20	60	125	225	430	700
	6	25	80	160	260	500	850
	10	35	100	200	300	600	1000
	15	60	—	—	350	—	—

保險器及其熔片所用的電流值表示在表 1 上。

同一種保險器既適用於直流也適用於交流。

圖 3 是 ПР—1 型 350 安 250 伏的管狀保險器。

譯者註：Диалед 型插銷式保險器是一種常見的船用保險器，其熔絲放在銅管中，銅管外面又有素瓷做的圓柱體，整個圓柱體被固定在插頭燈座形保險器內。