

333168

# 艦 船 設 計

下 冊

艦船設計的方法學原理

А. И. БАЛКАШИН 著

譚 善 相 著  
鄧 啓 明 譯  
惲 良 校

中國人民解放軍軍事工程學院

一九五六年七月

PDG

# 目 錄

## 第二篇 所設計艦艇排水量及主要尺寸的決定

### 第七章 概 述

- § 33. 任務的實質..... 5
- § 34. 論確定所設計艦艇排水量及主要尺寸的方法..... 7

### 第八章 百分比法

- § 35. 排水量百分比法.....11

### 第九章 重量方程式法

- § 36. 概述.....23
- § 37. 重量方程式的第一個方法.....25
- § 38. 消去參數法.....30
- § 39. 重量方程的加速法.....33
- § 40. 標準船模法.....34
- § 41. 重量方程式的第二個方法.....36
- § 42. 展開重量方程式法.....40

### 第十章 重量微分方程式法

- § 43. 概述.....45
- § 44. 重量微分方程式法.....48
- § 45. 重量微分方程式法（展開的）.....54
- § 46. И. Г. 布伯諾夫方法.....76
- § 47. 中間母型法.....91
- § 48. 考慮到周界尺寸而確定排水量.....92
- § 49. 關於確定所設計艦艇的排水量及主要尺寸時運用的  
所述方法的一般比較結論.....96

### 第三篇 艦體外形的選擇及型線圖的繪製

#### 第十一章 艦體外形的選擇

- § 50. 概述.....99
- § 51. 水阻力對選擇船舶長度的影響.....105
- § 52. 船舶長度和興波阻力之間的關係.....108
- § 53. 各種因素對選擇艦艇長度的影響.....117
- § 54. 各種因素對選擇艦艇寬度的影響.....120
- § 55. 各種因素對選擇艦艇吃水的影響.....124
- § 56. 各種因素對選擇乾舷高的影響.....127
- § 57. 艦體肥滿係數的選擇.....132
- § 58. 型線圖外形的選擇.....146

#### 第十二章 型線圖的繪製

- § 59. 概述.....155
- § 60. 藉助解析式表示的圖線來繪製型線圖的方法.....157
- § 61. 繪製型線圖的綜合法.....162
- § 62. 藉助肋骨面面積曲線繪製型線圖的方法.....177
- § 63. 用改變母型圖樣來繪製型線圖的方法.....182

### 第四篇 艦艇的載重

#### 第十三章 艦艇的載重

- § 64. 概述.....201
- § 65. 載重諸元的分類.....202
- § 66. 標準載重表.....204

#### 第十四章 重量計算

- § 67. 關於重量計算的概述.....212
- § 68. 根據各種不同的因素及其特性來確定重量.....213
- § 69. 根據艦艇主要尺寸確定重量.....218
- § 70. 按若干斷面計算艦體重量.....220

- § 71. 按結構圖的重量計算.....231  
 § 72. 重量，周界尺寸和重心位置的近似計算法.....245  
 § 73. 重量曲線的作法.....249

## 第五篇 補充資料

### 第十五章 在艦艇設計中的研究工作

- § 74. 概述.....255  
 § 75. 在艦艇設計中研究工作過程的實質.....256  
 § 76. 艦艇載重與其主要尺寸間關係的研究方法.....260

### 第十六章 艦艇設計的解析法

- § 77. 概述.....281  
 § 78. 艦艇設計的解析法.....283

### 第十七章 所設計艦艇價值的確定

- § 79. 概述.....287  
 § 80. 估價的近似法.....287  
 § 81. 估價的展開法.....293  
 § 82. 解析關係式法.....295

### 第十八章 幾種水面艦艇艦種的設計特點

- § 83. 概述.....303  
 § 84. 按照周界尺寸設計艦艇的特點.....304  
 § 85. 按照已作好的主機設計艦艇的特點.....307

### 參考書

### 中俄譯名對照表

## 目 錄

### 第二篇 所設計艦艇排水量及主要尺寸的決定

#### 第七章 概 述

- § 33. 任務的實質..... 5  
§ 34. 論確定所設計艦艇排水量及主要尺寸的方法..... 7

#### 第八章 百分比法

- § 35. 排水量百分比法.....11

#### 第九章 重量方程式法

- § 36. 概述.....23  
§ 37. 重量方程式的第一個方法.....25  
§ 38. 消去參數法.....30  
§ 39. 重量方程的加速法.....33  
§ 40. 標準船模法.....34  
§ 41. 重量方程式的第二個方法.....36  
§ 42. 展開重量方程式法.....40

#### 第十章 重量微分方程式法

- § 43. 概述.....45  
§ 44. 重量微分方程式法.....48  
§ 45. 重量微分方程式法（展開的）.....54  
§ 46. И. Г. 布伯諾夫方法.....76  
§ 47. 中間母型法.....91  
§ 48. 考慮到周界尺寸而確定排水量.....92  
§ 49. 關於確定所設計艦艇的排水量及主要尺寸時運用的  
所述方法的一般比較結論.....96

### 第三篇 艦體外形的選擇及型線圖的繪製

#### 第十一章 艦體外形的選擇

- § 50. 概述.....99
- § 51. 水阻力對選擇船舶長度的影響.....105
- § 52. 船舶長度和興波阻力之間的關係.....108
- § 53. 各種因素對選擇艦艇長度的影響.....117
- § 54. 各種因素對選擇艦艇寬度的影響.....120
- § 55. 各種因素對選擇艦艇吃水的影響.....124
- § 56. 各種因素對選擇乾舷高的影響.....127
- § 57. 艦體肥滿係數的選擇.....132
- § 58. 型線圖外形的選擇.....146

#### 第十二章 型線圖的繪製

- § 59. 概述.....155
- § 60. 藉助解析式表示的圖線來繪製型線圖的方法.....157
- § 61. 繪製型線圖的綜合法.....162
- § 62. 藉助肋骨面面積曲線繪製型線圖的方法.....177
- § 63. 用改變母型圖樣來繪製型線圖的方法.....182

### 第四篇 艦艇的載重

#### 第十三章 艦艇的載重

- § 64. 概述.....201
- § 65. 載重諸元的分類.....202
- § 66. 標準載重表.....204

#### 第十四章 重量計算

- § 67. 關於重量計算的概述.....212
- § 68. 根據各種不同的因素及其特性來確定重量.....213
- § 69. 根據艦艇主要尺寸確定重量.....218
- § 70. 按若干斷面計算艦體重量.....220

- § 71. 按結構圖的重量計算.....231  
 § 72. 重量，周界尺寸和重心位置的近似計算法.....245  
 § 73. 重量曲線的作法.....249

## 第五篇 補充資料

### 第十五章 在艦艇設計中的研究工作

- § 74. 概述.....255  
 § 75. 在艦艇設計中研究工作過程的實質.....256  
 § 76. 艦艇載重與其主要尺寸間關係的研究方法.....260

### 第十六章 艦艇設計的解析法

- § 77. 概述.....281  
 § 78. 艦艇設計的解析法.....283

### 第十七章 所設計艦艇價值的確定

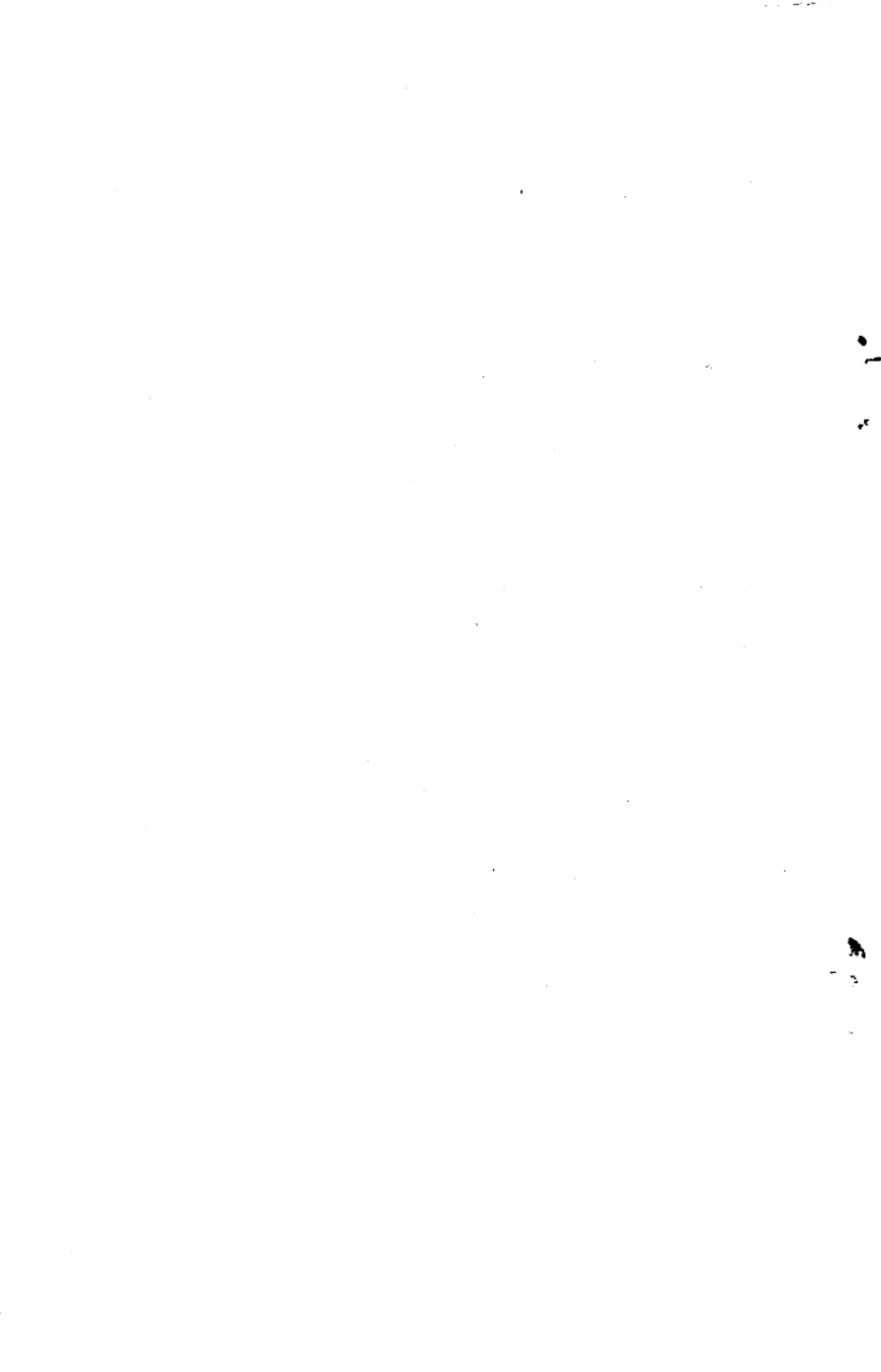
- § 79. 概述.....287  
 § 80. 估價的近似法.....287  
 § 81. 估價的展開法.....293  
 § 82. 解析關係式法.....295

### 第十八章 幾種水面艦艇艦種的設計特點

- § 83. 概述.....303  
 § 84. 按照周界尺寸設計艦艇的特點.....304  
 § 85. 按照已作好的主機設計艦艇的特點.....307

### 參考書

### 中俄譯名對照表





# 第二篇

## 所設計艦艇排水量 及主要尺寸的決定

### 第七章 概 述

#### § 33. 任務的實質

造船課程對確定設計艦艇的排水量和主要尺寸提出了下列兩種情況：

1) 阿基米德定理，即  $P=D$  的等式和 2) 穩度條件即不等式  $MG > 0$  (註)

這兩種情況對構成支持於水上狀態——漂浮 (1) 和不傾覆 (2) 的艦艇之外形是足夠的。

---

(註) 對任何艦船穩定中心高的數值，都是根據對艦艇的穩度，不沉性，搖擺及其他性能的一定要求和根據目前已有艦船的航行及使用的經驗來擬定出相當狹小的範圍；這樣，所引出的不等式  $MG > 0$ ，可寫成下列不等式而代替之：

$$a_1 > GM > a_2$$

式中  $a_1$  及  $a_2$ ——相互之間是足夠接近的範圍。

爲了滿足這些基本條件，必須知道未知的和尋求的艦艇的主要尺寸及外形。然後，必須知道艦體各部份的重量，它的設備及負載，以及它們的準確佈置。但是，正因為幾乎所有這些重量都取決於艦艇的尺寸及外形，那麼，爲了製定上述雖然是第一個方程式，但也必須知道每種重量與艦艇尺寸及表示艦艇外形的參數之間的函數關係，可惜的這種關係還不知道。例如，在一定速度時艦用機器功率與艦艇尺寸，艦艇外形的參數有關的解析式是不知的（註）而功率確定機器和燃料的重量，同時，必須指出，對於快速艦艇，機器和燃料儲量的總重是達到及甚至超過整個排水量的一半。

在艦艇的其他諸元方面：內部裝置，設備，供給品等方面亦可以指出同樣的一些困難。

擬定第二個條件是更困難的，因爲除了重量外，還必須知道它們的重心的準確位置，此種位置在沒有圖的條件下同樣是未知的。浮心和橫穩定中心的位置在第二個條件中有巨大的意義，在作好的型線圖（或是它的縱座標）上是容易確定這種位置，沒有這種圖是完全沒法確定的。

艦艇航行的實踐及條件還提出許多在設計時具有某種意義的其他要求，並且，像上面所談到的一樣，一個要求經常與另一要求矛盾，幾乎沒有一種艦艇的要素能夠這樣來選擇，就是這樣來選擇不導至與艦艇的一個或某些已知性能的矛盾。顯然，所有這些都大大的複雜了設計艦艇的排水量和主要尺寸的決定。

爲了消除一切類似的矛盾，在設計時應採取有決定性的一些要素和性能，相反的，應該犧牲對該型艦的一些次要要素。選擇“重要的”和“次要”的成功程度就確定設計的質量。

---

（註）實際上，對功率的經驗公式是近似的，運用範圍很狹小，不能把這些公式列入表示功率與艦艇主要尺寸有關的嚴格的函數關係的解析式內。

艦艇設計的任務還因下列情況而複雜化，就是艦艇要素的數目，在設計的過程中，必須這樣或那樣來規定或選擇的。這些要素是很多的，在任何情況下為了從數學上來確定這些要素，可以寫出大量的方程式，但是，在這獲得尋求未知解答的多樣性中可選取最正確的方面；在力求獲得最完善地滿足任務書的艦艇中能自由的選擇某些要素的值；這種自由的選擇艦艇要素給設計者在創造性的工作上以十分廣闊的範圍。

當有與所設計艦艇同型的或按其尺寸和要素與所設計艦艇最相似的艦艇的現存圖紙及載重表時，就大大的減輕了解決設計複雜問題時的工作。那時，所製定的設計將祇是母型艦艇的改變和發展。

#### § 34. 論確定所設計艦艇排水量及主要尺寸的方法

像上面已談到的一樣，作為確定所設計艦艇的排水量是基於阿基米德定律，也就是等式

$$D=P \quad (1)$$

在式中  $D=\gamma\delta LBT$ ——未知重量排水量  $P=P_1+P_2+\dots$ ——艦艇的重量，也就是組成艦艇各部份的重量和。

艦艇每部份的重量就是它的未知排水量和主要尺寸及形狀係數的函數，以及其他一系列因素的函數，其中一部份因素是已知的，而另一部份在艦艇設計的過程中被確定。

已知的因素有：在設計艦艇上裝置的各種武器的重量；在各種情況時的航速；以及在各種情況時的續航力；艦艇的防護設備（裝甲和防雷設備）艦艇的穩性，航海性，不沉性等等。

在設計過程中所規定及所決定的一些因素有：船型係數，主要尺寸之比，機器單位馬力重量，燃料的消耗量及許多其他規範；其中有艦艇的未知主要尺寸。

因此，艦艇的任何部份的重量可以用下列的一般的形式來表示

$$P_1 = f_1(D, a, b, c \dots x, y, z \dots)$$

式中  $a, b, c \dots$  已知因素；

$x, y, z \dots$ ——設計過程中所確定的因素及艦艇的主要尺寸。

在列入艦艇重量總和內的重量，可能有一些不取決未知排水量及主要尺寸的重量。這些重量能夠不依賴於排水量，因此在確定排水量以前就能獲得和計算出。這種重量包含有各種武器的重量，以及規定在設計艦艇上的某些艦艇設備，供給品等重量。

我們用  $Q_j$  標記着不取決於排水量的重量。

那時，將方程式 (I) 寫成

$$D = \sum_{i=1}^{i=n} P_i + \sum_{j=1}^{j=m} Q_j$$

或

$$F(D, a, b, c \dots x, y, z \dots) = Q \quad (\text{I})$$

式中字母  $F$  標記着與未知的，確定的及已知的數值  $D, a, b, c \dots xyz \dots$ ——有關的函數，而字母  $Q$  標記着不取決於未知排水量的艦艇各個部份之總重量。

這樣一來，爲了確定所設計艦艇的排水量，我們得到了一個帶有幾個未知數的方程式 (I)。爲了求得解答，必須向所得的方程式再增加與已知的及未知的數值有關的一些方程式。

能夠運用以前提到的穩性條件作爲第二個這樣的方程式

$$a_1 > MG > a_2,$$

正因爲，在這個條件中所包含的數值，像艦艇的重量一樣是有賴於一些已知的和未知的因素，那麼能夠將穩性條件引出類似方程式 (I) 的形式，也就是：

$$\varphi(D, a, b, c \dots x, y, z \dots) = A \quad (\text{II})$$

式中字母  $A$  標記着確定所設計艦艇的已知的穩定性的數值。

規定艦艇上設備的尺寸對確定某些類型艦艇的排水量是具有很大意義的，有時甚至有決定性的意義。在這些情況中，必須注

意所設計艦艇的未知要素與艦艇內部設備及整個艙室的尺寸指標有關的一些特殊條件。

B. П. 波茲鳩寧及其他一些發起人在這些情況中對重量方程式，提出擬定容積方程式（註），該方程式與上面所引用的重量及穩性方程式相似，可以寫成一般的形式：

$$\varphi (D, a, b, c, \dots, x, y, z, \dots) = 0 \quad (IV)$$

對所引出的三個方程式（I）（II）及（IV）還必須為確定這些方程式中所包含的所有那些未知因素（ $x, y, z, \dots$ ）的量而增加補充的條件。在大多數的情況下，將這些條件歸納為確定所設計艦艇的特性（主要尺寸比，形狀係數及其他）

已知因素及未知數的多樣性導至運用大量各式的方法來確定所設計艦艇的排水量。當然，這些方法在目前是已有的。每個有經驗的設計師，每個設計部門或每個造船廠都運用自己的方法，這些方法是根據自己設計艦艇的經驗所作出的，並根據他們現有的統計資料而確定的，這些方法對各種和各型艦來說是不同的。

雖然確定所設計艦艇排水量的方法是多樣的，但是可以將目前所採用的方法歸納為下列三組：

1) 排水量和尺寸是根據以佔排水量百分比而製定的載重表來確定。

2) 排水量和尺寸是由艦艇的重量方程式及它的穩性方程式來確定。

3) 排水量和尺寸是由艦艇的重量微分方程式及它的穩性方程式來確定。

所有這些方法須要有一條或數條艦艇的必需資料（圖，載重表及計算），這些艦艇在基素方面是接近於所設計艦艇（母型）。採用那種方法才比較合理，這要看用來解決問題時所運用的資料

---

（註）正因為容積方程式不是艦艇設計的普遍推廣條件，所以該書中不闡明基於運用尺寸及容積來確定排水量的方法。

的性質及數據的完整性來確定，設計者所擁有的資料愈多，而愈完全和詳細，那麼，確定所設計艦艇的主要尺寸和排水量能夠愈精確和愈可靠。

## 第八章

### 百分比法

#### § 35. 排水量百分比法

這種方法是基於此種基礎上，就是對同型艦艇而言，雖然其尺寸和要素在某些限度內有所區別，但按同一項的載重重量是佔着排水量中的同一份量，這樣可以沒有改變地採用一艘用排水量百分比來表示其載重的艦艇，或為其同型的其他艦艇而作某些一定的改變。在這種情況下，第一艘艦艇就是第二艘艦艇——所設計艦艇的母型。

當按照任務書分析所設計艦艇的戰術技術性能時，我們選擇最接近於設計的艦艇作為母型，將母型的載重作為該方法的基礎（參看表 9 第一和第二欄）。

正因為，母型和所設計艦艇之間不可能完全相似，而在某些要素方面經常有差異，所以，希望將母型的載重進行某種改變，以便使它儘可能更符合任務書的要求。

所分析的確定排水量的方法和任何其他方法一樣，都不是完全精確的。按設計而建造的艦艇的重量可能不等於排水量，而這種排水量在設計時已確定的。建造好的艦艇重量與預先確定的排水量之間的這種分歧愈大，則所確定的排水量的精確性愈小，在確定排水量時所作的假定就愈多。

不僅由於所運用的確定排水量的方法不精確，而且由於沒有考慮到任務書的某些條件以及由於可能的遺漏及甚至是錯誤，而能使重量和排水量之間產生差別。

實際上，經常得到艦艇的重量超過它的排水量，也就是超載，這種超載對設計艦艇的性能有非常壞的影響（增加吃水，減少航速和續航力，裝甲列飯埋入水中等）。

因此爲了避免超載，在所設計艦艇的載重中採用某些儲備重量，稱作儲備排水量。根據實際的情況儲備排水量不僅考慮了可能的計算，而且考慮了在艦艇設計過程中或甚至在今後建造時可能改變或補充。當考慮到這一點時，在儲備排水量中規定有兩部份：定貨方面的儲備排水量及執行者（設計部門及造船廠）方面的儲備排水量。

儲備排水量的大小是取決於設計的階段（草圖設計和技術計），所採用方法的精確度，設計時所運用艦艇的資料的完善性及質量優越性而取於佔排水量的2%到5%（註）的廣闊範圍內。在現代的實踐中這數很少超過4%。

因爲，可以採用已建造好的艦艇作爲母型，在該艦的載重中當然已沒有什麼儲備排水量了，那麼，在利用該艦的載重時，必須在設計艦艇的載重中增加一項『儲備排水量』，由母型載重的各項中取出部分百分比作爲該儲備排水量。因此，在這些情況下必須重新研究母型的載重。

當母型的戰術技術要素與所設計艦艇的有所區別時，必須進行研究母型的百分比載重。

例如，假定按照任務書，所設計艦艇一般與母型仍然是同型時，而多裝載武備（用重量表示）。因此與母型比較時，必須有點增加所設計艦艇的武備百分比時。例如，如果在所設計艦艇上規定機器裝置有較小的單位馬力重量時，那麼，應當減少機器的百分比。同時，必須考慮到與母型比較時所設計艦艇的全航速的改變，如果，這種改變是任務書所規定時。

---

（註）Н. Г. 布伯諾夫在設計俄國第一批戰列艦時，是沒有相似的母型，他規定儲備排水量爲排水量的5%。



我們假定根據任務書所設計艦艇的艦體應當是完全焊接的。因為，焊接艦體比鉚接艦體輕，所以與母型比較時必須降低艦體的載重百分比。

如果所設計艦艇的任務書有其他種指示時，則在載重的該項中應當進行類似的改變。

當整體地來分析所有載重時，隨着考慮到必須的改變，而應當在母型的載重中進行改變，例如，假定在兩艘艦艇的艦體的百分比載重中分配為30及34%。當根據所述的數量，可以假定在第二艘艦艇上採用了較沈重的艦體結構。

但是，這種假定在某些情況下，可能是不正確的。事實上，假定在第二艘艦艇上裝置這種更輕的機器，也就是在同一全航速時該艘艦艇上的「機器」項目佔着比第一艘艦艇上有顯著小的百分比載重。機器部份的重量在艦艇總重量中降低，當然提高了其他各項的部份重量，其中有艦體項部份的重量，同時使它比同一類型結構的第一艘艦艇為大（註）

（註）爲了說明這種情況，我們舉出下面的例子。

在排水量2320噸的艦艇上，其機器重量爲70噸，燃料儲量爲365噸及艦體重量佔同一功率時，（同一速度時）排水量的39.6%，規定更輕的機器，其單位馬力重量以10.0кг/л.с.代替13.0кг/л.с.這將「機器」部份的總重量減少了  $70 \cdot \frac{15-10}{13} = 133$  噸。假定這種裝置較在同一續航力時燃料的消耗也經濟了20%，也就是燃料儲量可以減少  $365 \times 0.2 = 77$  噸，而根據這兩部份的載重就減少了240噸。因此，在雷擊艦的這種新方案中，艦體的重量將有大的百分比，也就

$$39.6 \cdot \frac{2320}{2320-240} = 39.6 \cdot \frac{2320}{2080} = 44.2\%$$

如果，在這個方案中我們甚至將鉚接艦體改變爲焊接艦體，焊接艦體將較輕約6%，那麼，在這種情況下「艦體」的載重部份與母型  $39.6(1 - 0.06) \cdot \frac{2320}{2080} = 41.6\%$  比較時將佔雷擊艦排水量的較大的百分比。

這個例子證明上述在母型的百分比載重改變時，必需進行分析。