

GJB

中华人民共和国国家军用标准

FL 1905

GJB/Z 118-99

潜艇续航力计算方法

Calculating method for submarine range

1999-03-24 发布

1999-09-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

中华人民共和国国家军用标准

潜艇续航力计算方法

Calculating method for submarine range

GJB/Z 118-99

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了潜艇续航力计算方法。

1.2 适用范围

本标准适用于新型潜艇设计的续航力计算,也可用于改装后潜艇续航力的校核性计算。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

本章无条文。

4 一般要求

4.1 常规潜艇续航力计算项目一般应包括:

- a. 水上及通气管状态各航速下续航力;
- b. 水下状态各航速下续航力;
- c. 蓄电池组全充电一次对水上及通气管状态续航力降低值;
- d. 混合制航行续航力。

4.2 核潜艇续航力计算项目一般应包括:

- a. 主动力水下最大航速续航力;
- b. 应急动力航行水上及通气管状态续航力;
- c. 应急动力航行水下状态续航力;
- d. 蓄电池组全充电一次对水上及通气管状态续航力降低值;
- e. 应急动力航行混合制续航力。

5 详细要求

5.1 常规潜艇续航力计算

5.1.1 水上及通气管状态各航速下续航力计算

5.1.1.1 电传动动力装置潜艇水上及通气管状态各航速下的续航力计算见表1。

表 1

序号	名 称	符号	单 位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	推进电机输出功率	P'_m	kW	快速性计算书	
4	推进电机效率	η	—	电机技术条件	
5	推进电机输入功率	P_m	kW	$P_m = \frac{P'_m}{\eta}$	
6	辅机消耗功率	P_{sm}	kW	电力负荷表	
7	网路损失功率	ΔP	kW	电力负荷表	
8	柴油发电机效率	η_1	—	柴油发电机技术条件	
9	柴油机功率	P_d	kW	$P_d = \frac{P_m + P_{sm} + \Delta P}{\eta_1}$	
10	柴油机每千瓦小时耗油量	g_e	kg/(kW·h)	柴油机技术条件	
11	柴油机每小时耗油量	G_t	kg/h	$G_t = g_e \cdot P_d$	
12	燃油有效储备量	G	kg	给定	
13	续航时间	t	h	$t = \frac{G}{G_t}$	
14	续航力	R	n mile	$R = V \cdot t$...

5.1.1.2 直接传动动力装置潜艇水上及通气管状态各航速下的续航力计算见表 2。

表 2

序号	名 称	符号	单 位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	供推进用柴油机功率	P'_d	kW	快速性计算书	
4	辅机消耗的总功率(含网路损失)	P_{sm}	kW	电力负荷表	
5	推进电机作发电机工作时的效率	η	—	电机技术条件	
6	柴油机功率	P_d	kW	$P_d = P'_d + \frac{P_{sm}}{\eta}$	
7	柴油机每千瓦小时耗油量	g_e	kg/(kW·h)	$g_e = f(n, P_d)$ 由柴油机技术条件确定	
8	柴油机每小时耗油量	G_t	kg/h	$G_t = g_e \cdot P_d$	
9	燃油有效储备量	G	kg	给定	

续表 2

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
10	续航时间	t	h	$t = \frac{G}{G_t}$	
11	续航力	R	n mile	$R = V \cdot t$...

5.1.2 水下状态各航速下续航力计算

水下状态各航速的续航力计算见表 3。

表 3

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	推进电机输出功率	P'_m	kW	快速性计算书	
4	推进电机效率	η	—	电机技术条件	
5	推进电机输入功率	P_m	kW	$P_m = \frac{P'_m}{\eta}$	
6	辅机消耗的总功率	P_{sm}	kW	电力负荷表	
7	网路损失的功率	ΔP	kW	电力负荷表	
8	需蓄电池组供给的总功率	P	kW	$P = P_m + P_{sm} + \Delta P$	
9	续航时间	t	h	$t = f(P)$ 按蓄电池组性能确定	
10	续航力	R	n mile	$R = V \cdot t$...

5.1.3 蓄电池组全充电一次对水上及通气管状态续航力降低值的计算

5.1.3.1 蓄电池组全充电一次所需燃油量按公式(1)、公式(2)计算:

$$G_C = \sum_k P_{dk} \cdot t_k \cdot g_{dk} \dots \dots \dots (1)$$

$$P_{dk} = \frac{I_k U_k}{\eta_k} \dots \dots \dots (2)$$

式中: G_C —蓄电池组全充电一次所需的燃油量, kg;

k—充电级别;

P_{dk} —k 级充电所需的柴油机功率, kW;

t_k —k 级充电时间, h;

g_{dk} —k 级充电工况下柴油机每千瓦小时耗油量, kg/(kW·h);

I_k —k 级充电电流强度, kA;

U_k —k 级充电平均电压, V;

η_k —k级充电工况下的发电机效率。

5.1.3.2 蓄电池组全充电一次对水上及通气管状态续航力的降低值的计算见表4。

表4

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	蓄电池组全充电一次所需的燃油量	G_c	kg	第5.1.3.1条计算结果	
3	柴油机每小时耗油量	G_i	kg/h	表1或表2	
4	续航力的降低值	ΔR	n mile	$\Delta R = V \cdot \frac{G_c}{G_i}$...

5.1.4 混合制航行续航力计算

5.1.4.1 一昼夜(24h)混合制航行水下航行里程及蓄电池电能消耗按公式(3)、公式(4)计算:

$$R_u = \sum_i V_{ui} \cdot t_{ui} \dots\dots\dots (3)$$

$$E_d = \sum_i P_i \cdot t_{ui} \dots\dots\dots (4)$$

式中: R_u ——一昼夜水下航行里程, n mile;

V_{ui} ——给定的第i个航速, kn;

t_{ui} ——对应于 V_{ui} 的航行时间, h;

E_d ——电能消耗, kW·h;

P_i ——对应于 V_{ui} 的水下航行时需蓄电池供给的总功率, kW, 按表3计算。

5.1.4.2 一昼夜混合制航行中通气管状态航行充电的航行里程、燃油消耗量, 对电传动动力装置潜艇按表5计算, 对直接传动动力装置潜艇, 可在表2基础上参照表5作相应补充计算。计算中各工况充电功率及充电时间的确定应保证补足水下航行消耗的电能。

表5

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	各工况下航速	V_i	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	推进电机输出功率	P'_m	kW	快速性计算书	
4	推进电机效率	η	—	电机技术条件	
5	推进电机输入功率	P_m	kW	$P_m = \frac{P'_m}{\eta}$	
6	平均充电功率	P_c	kW	给定	
7	辅机消耗功率	P_{om}	kW	电力负荷表	
8	网路损失功率	ΔP	kW	电力负荷表	
9	柴油发电机效率	η_i	—	柴油发电机技术条件	

续表 5

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
10	柴油机功率	P_{de}	kW	$P_{de} = \frac{P_m + P_c + P_{em} + \Delta P}{\eta_1}$	
11	柴油机每千瓦小时耗油量	g_e	kg/(kW·h)	柴油机技术条件	
12	柴油机每小时耗油量	G_r	kg/h	$G_r = g_e \cdot P_{de}$	
13	各工况分配时间	t_{pi}	h	给定	
14	各工况航行里程	R_{pi}	n mile	$R_{pi} = V_i \cdot t_{pi}$	
15	各工况耗油量	G'_{pi}	kg	$G'_{pi} = G_r \cdot t_{pi}$...
16	一昼夜通气管航行里程	R_s	n mile	$\sum R_{pi}$	
17	日耗油量	G_d	kg	$\sum G'_{pi}$	

5.1.4.3 混合制航行平均航速和续航力按公式(5)、公式(6)和公式(7)计算:

$$\bar{V} = \frac{R_U + R_S}{24} \dots\dots\dots (5)$$

$$t = \frac{G}{G_d} \times 24 \dots\dots\dots (6)$$

$$R = \bar{V} \cdot t \dots\dots\dots (7)$$

式中: \bar{V} —平均航速, kn;

R_U —混合制航行中每昼夜水下航行里程, n mile, 由公式(3)确定;

R_S —混合制航行中每昼夜通气管航行里程, n mile, 由表 5 确定;

G —燃油有效储备量, kg;

t —续航时间, h;

G_d —日耗油量, kg, 由表 5 确定;

R —混合制航行续航力, n mile。

5.2 核潜艇续航力的计算

5.2.1 主动力水下最大航速续航力计算

主动力水下最大航速续航力按公式(8)计算:

$$R_{max} = V_{max} \cdot 24 \cdot t \dots\dots\dots (8)$$

式中: R_{max} —水下最大航速的续航力, n mile;

V_{max} —水下最大航速, kn;

t —反应堆一次装足核燃料的全功率运行的工作时间, d。

5.2.2 应急动力航行水上及通气管状态续航力计算

5.2.2.1 水上及通气管状态反应堆危急冷却消耗燃油量的计算, 按下列步骤进行:

a. 反应堆危急冷却需由直流柴油发电机组供给的能量, 按公式(9)计算:

$$E = \sum_i \left(\frac{P_{emi}}{\eta_1} + P_{edi} \right) t_i \dots\dots\dots (9)$$

式中: E —危急冷却需由直流柴油发电机组供给的能量, kW·h;

P_{mi} —第 i 冷却阶段所需交流消耗功率, kW;

η_1 —主变流机组效率;

P_{di} —第 i 冷却阶段所需直流消耗功率, kW;

t_i —第 i 冷却阶段所需冷却时间, h。

b. 反应堆危急冷却需消耗的燃油量按公式(10)计算:

$$G_w = \frac{E}{\eta_2} \cdot g_e \dots\dots\dots (10)$$

式中: G_w —反应堆危急冷却所需的燃油量, kg;

η_2 —直流柴油发电机效率;

g_e —柴油机每千瓦小时耗油量, kg/(kW·h)。

5.2.2.2 水上及通气管状态反应堆危急冷却续航力的计算见表 6。

表 6

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	应急推进电机输出功率	P'_m	kW	快速性计算书	
4	应急推进电机效率	η_3	—	电机技术条件	
5	应急推进电机输入功率	P_m	kW	$P_m = \frac{P'_m}{\eta_3}$	
6	全艇辅机交流消耗功率	P_{ma}	kW	电力负荷表	
7	全艇辅机直流消耗功率	P_{md}	kW	电力负荷表	
8	主变流机组效率	η_1	—	交流机组技术条件	
9	全艇辅机消耗的总功率	$P_{m\alpha}$	kW	$P_{m\alpha} = \frac{P_{ma}}{\eta_1} + P_{md}$	
10	网络损失功率	ΔP	kW	电力负荷表	
11	柴油发电机效率	η_2	—	柴油发电机技术条件	
12	需柴油机供给的总功率	$P_{d\alpha}$	kW	$P_{d\alpha} = \frac{P_m + P_{m\alpha} + \Delta P}{\eta_2}$	
13	柴油机每千瓦小时耗油量	g_e	kg/(kW·h)	柴油机技术条件	
14	柴油机每小时耗油量	G_i	kg/h	$G_i = g_e \cdot P_{d\alpha}$	
15	燃油有效储备量	G	kg	给定	
16	反应堆危急冷却所需的燃油量	G_w	kg	按 5.2.2.1 条计算结果	
17	续航时间	t	h	$t = \frac{G - G_w}{G_i}$	
18	续航力	R	n mile	$R = V \cdot t$...

5.2.3 应急动力航行水下状态续航力计算

5.2.3.1 应急动力航行水下状态续航力的计算见表 7。

表 7

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	航速	V	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	应急推进电机的输出功率	P' _m	kW	快速性计算书	
4	应急推进电机效率	η ₃	—	电机技术条件	
5	全艇辅机交流消耗功率	P _{am}	kW	电力负荷表	
6	全艇辅机直流消耗功率	P _{amd}	kW	电力负荷表	
7	主变流机组效率	η ₁	—	变流机组技术条件	
8	全艇辅机消耗总功率	P _m	kW	$P_m = \frac{P_{am}}{\eta_1} + P_{amd}$	
9	网络损失功率	ΔP	kW	电力负荷表	
10	需蓄电池组供给的总功率	P	kW	$P = \frac{P'_m}{\eta_3} + P_m + \Delta P$	
11	续航时间	t	h	t = f(P), 按蓄电池组性能确定	
12	续航力	R	n mile	R = V · t	...

5.2.3.2 应急动力航行水下反应堆危急冷却状态续航力的计算按下列步骤进行:

a. 水下反应堆危急冷却航行至第 n 阶段结束时, 需蓄电池组供给的总电能按公式(11)计算:

$$E_n = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \left(\frac{P_{cai}}{\eta_1} + P_{cai} + \frac{P_{amai}}{\eta_1} + P_{amdi} + \Delta P_i + \frac{P'_m}{\eta_3} \right) \dots \dots \dots (11)$$

式中: E_n—水下危急冷却航行第 n 阶段结束时总耗电能量, kW·h;

Δt_i—第 i 冷却航行阶段的冷却时间, h;

P_{cai}—第 i 冷却航行阶段的冷却交流耗电功率, kW;

η₁—主变流机组效率;

P_{cai}—第 i 冷却航行阶段冷却直流耗电功率, kW;

P_{amai}—第 i 冷却航行阶段全艇辅机交流耗电功率, kW;

P_{amdi}—第 i 冷却航行阶段全艇辅机直流耗电功率, kW;

ΔP_i—第 i 冷却航行阶段网路损耗功率, kW;

P'_m—作安全操艇允许的最低航速航行的应急推进电机输出功率, kW;

η₃—应急推进电机效率。

b. 水下反应堆危急冷却航行续航时间 t 由图 1 来确定。图中交点 A 对应的的时间 t 即为续航时间。

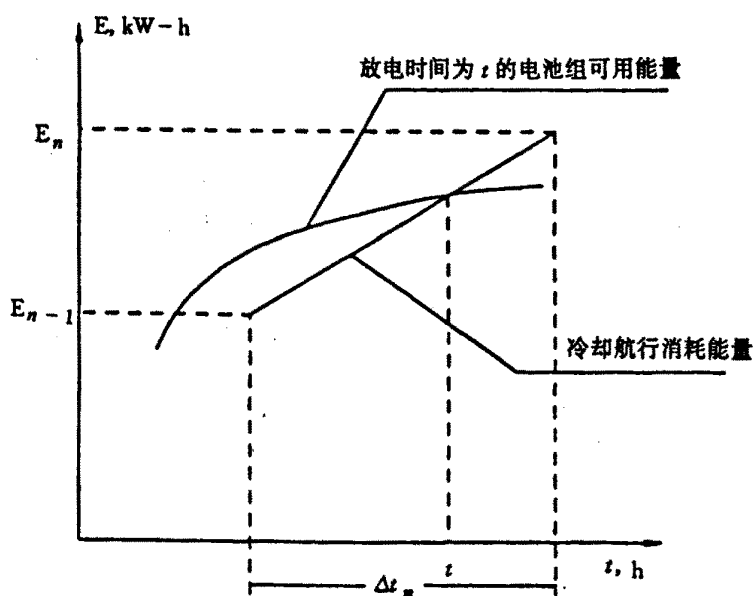


图1 水下危急冷却航行持续时间的确定

c. 水下反应堆危急冷却航行续航力按公式(12)计算:

$$R = V \cdot t \dots\dots\dots (12)$$

式中: R —危急冷却航行续航力, n mile;
 V —确保安全操艇所允许的最低航速, kn;
 t —危急冷却航行续航时间, h。

5.2.4 蓄电池组全充电一次对水上及通气管状态续航力降低值的计算

蓄电池组全充电一次所需燃油量 G_c 的计算按 5.1.3.1 条规定, 续航力降低值的计算按 5.1.3.2 条规定, 但 G_i 取表 6 中的值。

5.2.5 应急动力航行混合制续航力的计算

5.2.5.1 一昼夜(24h)混合制航行中水下航行里程及蓄电池电能消耗按公式(13)、公式(14)计算:

$$R_u = \sum_i V_w \cdot t_w \dots\dots\dots (13)$$

$$E_d = \sum_i P_i \cdot t_w \dots\dots\dots (14)$$

式中: R_u ——昼夜混合制航行中水下航行里程, n mile;
 V_w ——昼夜混合制航行给定的第 i 个航速, kn;
 t_w ——对应于 V_w 的航行时间, h;
 E_d ——电能消耗, kw·h;

P_i —对应于 V_w 的水下航行时需蓄电池供给的总功率, kW, 按表 7 计算。

5.2.5.2 一昼夜混合制航行中通气管(或水上)状态航行充电的航行里程、燃油消耗量按表 8 计算。计算中各工况充电功率及充电时间的确定应保证补足水下航行消耗的电能。

表 8

序号	名称	符号	单位	公式或来源	计算值
1	各工况下航速	V_i	kn	给定	...
2	螺旋桨转速	n	r/min	快速性计算书	
3	应急推进电机输出功率	P'_m	kW	快速性计算书	
4	应急推进电机效率	η_3	—	电机技术条件	
5	应急推进电机输入功率	P_m	kW	$P_m = \frac{P'_m}{\eta_3}$	
6	平均充电功率	P_c	kW	给定	
7	全艇辅机交流消耗功率	P_{ma}	kW	电力负荷表	
8	全艇辅机直流消耗功率	P_{md}	kW	电力负荷表	
9	主变流机组效率	η_1	—	变流机组技术条件	
10	全艇辅机消耗的总功率	$P_{m\text{总}}$	kW	$P_{m\text{总}} = \frac{P_{ma} + P_{md}}{\eta_1}$	
11	网络损失功率	ΔP	kW	电力负荷表	
12	柴油发电机效率	η_2	—	柴油机组技术条件	
13	需柴油机供给的总功率	$P_{\text{总}}$	kW	$P_{\text{总}} = \frac{P_m + P_c + P_{m\text{总}} + \Delta P}{\eta_2}$	
14	柴油机每千瓦小时耗油量	g_e	kg/(kW·h)	柴油机技术条件	
15	柴油机每小时耗油量	G_i	kg/h	$G_i = g_e \cdot P_{\text{总}}$	
16	各工况分配时间	t_{μ}	h	给定	
17	各工况航行里程	R_{μ}	n mile	$R_{\mu} = V_i \cdot t_{\mu}$	
18	各工况耗油量	G_{μ}	kg	$G_{\mu} = G_i \cdot t_{\mu}$...
19	一昼夜通气管(或水上)航行里程	R_s	n mile	$\sum R_{\mu}$	
20	日耗油量	G_d	kg	$\sum G_{\mu}$	

5.2.5.3 混合制航行平均航速和续航力按公式(15)、公式(16)、公式(17)计算:

$$\bar{V} = \frac{R_U + R_S}{24} \dots\dots\dots (15)$$

$$t = \frac{G - G_w}{G_d} \times 24 \dots\dots\dots (16)$$

$$R = \bar{V} \cdot t \dots\dots\dots (17)$$

式中: \bar{V} —平均航速, kn;

R_U —混合制航行中每昼夜水下航行里程, n mile, 由公式(13)确定;

R_S —混合制航行中每昼夜通气管(或水上)航行里程, n mile, 由表 8 确定;

t —续航时间, h;

- G —燃油有效储备量, kg;
 G_w —反应堆危急冷却所需的燃油量, kg, 按公式(10)确定;
 G_d —日耗油量, kg, 由表 8 确定。
 R —混合制航行续航力, n mile。
-

附加说明:

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶工业总公司六〇一院归口。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院第七一九所起草。

本标准主要起草人:高同斌、闵耀元、刘智群。

计划项目代号:7CZ20。