

---

# 美国核潜艇东移对我国核武器现代化的影响

赵通

(清华大学国际问题研究所 北京 100084)

## 摘要

本文通过计算潜射弹道导弹(SLBM)的飞行时间、机动洲际弹道导弹(ICBM)在受到核弹头攻击时的毁伤程度以及核弹头的杀伤半径,讨论在机动导弹选择不同的机动方式下,摧毁一枚机动导弹所需的潜射导弹弹头数量,从而希望能够了解美国核潜艇东移对我国核武器现代化的影响。

关键词: 潜射导弹, 机动导弹, 生存能力

## Abstract

This paper calculates the time of flight of Submarine-Launched Ballistic Missiles, the extent to which a mobile Inter-Continental Ballistic Missile is damaged under a nuclear attack, and the lethal radius of the nuclear war head. And then calculates the numbers of nuclear war heads needed to destroy a mobile missile in various moving modes. Finally, some conclusions about the impact of east-ward movement of US submarines on the modernization of China's nuclear weapons are drawn from the results of the calculations.

**Keywords:** Submarine-Launched Ballistic Missile (SLBM), Inter-Continental Ballistic Missile (ICBM), Survivability

---

## 导言

随着苏联的解体，第二次世界大战后存在了 40 多年的两极格局最终结束。美国昔日主要战略对手苏联的后继者俄罗斯的总实力已无法与美国抗衡。美国对中国，这个目前最大的社会主义国家的日益崛起开始感到担心，并逐渐把中国作为其主要战略对手之一。

与美国遏制中国崛起的战略相适应的，是美国的军事力量在全球范围内的重新调整。其调整内容之一，就是美海军将把攻击核潜艇的力量重心从大西洋逐步移到太平洋，即逆转过过去 40% 攻击核潜艇部署在太平洋、60% 潜艇在大西洋的格局。目前美军在这两大洋的攻击核潜艇已经达到五五开的平衡<sup>1</sup>。美海军核潜艇力量的这种调整将对我国安全带来相应的威胁。这是由于，美方核潜艇从大西洋调至太平洋，且基本上被部署在关岛<sup>2</sup>、夏威夷<sup>3</sup>等基地，这将增强其攻击我国境内战略目标的能力。美方攻击能力的增强将直接影响到我国核武器的生存，从而影响已有的平衡，对我国安全造成威胁。

由于台湾等问题的存在，中美之间不排除未来爆发冲突的可能。因此研究美军核潜艇力量调整对我国安全造成的威胁是有必要且有意义的。

本文通过计算美国核潜艇调至太平洋基地后，摧毁我方一枚机动导弹所需的核弹头数量，来初步讨论和分析美国核潜艇东移对我国核武器现代化的影响。

### 一 美方潜射弹道导弹（SLBM）飞行时间的计算

弹道导弹的轨道形状，可用下式描述：

$$r = \frac{h^2 / \mu}{1 + e \cos \theta} \quad \text{公式 1}$$

式 1 中， $h$  为导弹质量  $m_1$  的单位质量相对地球质量  $m_2$  的动量矩；

$$\mu = G(m_1 + m_2) ;$$

$e$  为离心率， $\theta$  为真近角， $r$  为轨道焦点至导弹的矢径。

#### 1.1 弹道导弹的轨道计算

远程弹道导弹，在大气中的飞行时间较少，可把空气的影响略去。根据发射点和预期的弹着点，可做一过地心的平面，并确定两者之间的中心角  $\phi$ 、椭圆长轴和发射点真近角  $\theta_0$ （见下图）。

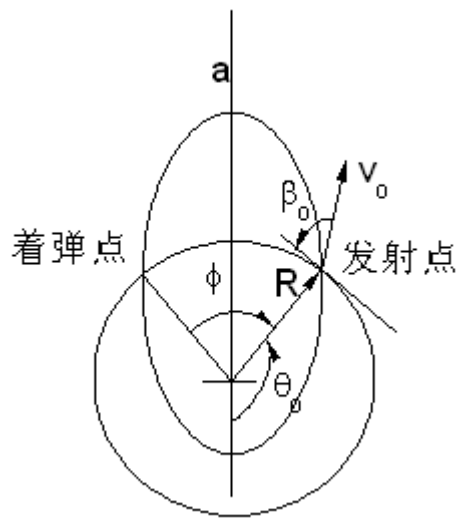


图 1 弹道导弹的弹道

上图中， $v_0$ 、 $\beta_0$ 、 $r_0$  分别为导弹发动机关机时的速度、速度与当地水平线夹角和关机矢径。

自发射点到弹着点的时间  $T$ ，可按椭圆运行一周的时间，减去二倍近地点至发射点的时间计算。因此，可得

$$T = 2\sqrt{\frac{a^3}{\mu}} \left[ \pi - 2 \arctan \left( \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \tan \frac{\theta_0}{2} \right) + \frac{e\sqrt{1-e^2} \sin \theta_0}{1+e \cos \theta_0} \right] \quad \text{公式 2}$$

(具体推导与计算过程略。)

## 1.2 潜射导弹飞行时间的计算

利用公式 2，可计算出导弹的飞行时间（具体过程略）。本文中选取 3000km 与 5500km 两个射程进行计算，这是基于如下考虑：3000km 大概是从我国东海的琉球群岛外围到我国中西部地区的距离；5500km 大概是从美国关岛到我国中西部地区的距离。如美方想攻击我方，其潜艇可能从其关岛附近海域发射导弹（这样风险较小），也可以深入到我国东海的琉球群岛外围发射导弹。因此，本文中以这两种情况进行计算和讨论。

对于潜射导弹，其射程与其关机速度有关，当其关机速度已经达到 5km/s 甚至更高时，再提高其关机速度就需要技术等各方面的更大投入。因此比较合理的假设是：射程为 3000km 时，关机速度为 5 km/s；射程为 5500km 时，关机速度为 6.5 km/s。

基于此，计算出的潜射导弹飞行时间为：

射程为 3000km 时：12.5 分钟；

射程为 5500km 时：16 分钟。

## 二 机动导弹损毁程度的界定

对于机动导弹，核爆炸引起的超压是其主要毁伤原因。

## 2.1 铁路列车机动方式损毁标准的界定

对于铁路列车，其在受到来自于平行于铁道方向的超压作用时达到的损坏程度大大小于其受到来自于垂直于铁道方向的超压作用时的损坏程度。因此，在以下的讨论中，将对超压作用方向分不同情况讨论。

根据 Samuel Glasstone 的 *The Effects of Nuclear Weapons* 上的实验数据，列车沿垂直铁道方向的抗超压情况如下表所示：

表 1 列车沿垂直铁道方向的抗超压情况<sup>4</sup>

列车类型	超压	损坏情况
机车（载重 46t）	0.0413MPa	较轻损伤，仍能正常工作
货车（无载重，木质车体，自重 20t）	0.0137MPa	轻微损伤
	0.0276MPa	较严重损伤
	0.0413MPa	被抛离轨道（彻底损坏）
货车（同上，但载重 30t）	0.0413MPa	车侧体有损坏，但仍能在铁轨上运动
	0.0517MPa	被掀翻，较严重损坏
	0.0621MPa	彻底损坏

另，美空军通过实验研究，确定运载弹道导弹的铁路列车的抗超压强度如下表：

表 2 美空军测定的铁路列车抗超压强度表<sup>5</sup>

列车类型	超压作用方向	抗超压数值（MPa）
有盖货车	垂直铁道方向	0.034 ~ 0.041
机车	垂直铁道方向	0.082 ~ 0.103
有盖货车	平行铁道方向	0.137 ~ 0.172
机车	平行铁道方向	0.275 ~ 0.345

此外，美国 MX 洲际弹道导弹的铁路部署方案也提供了其铁路列车的抗超压强度数据，如下表所示：

表 3 美国MX洲际弹道导弹的铁路列车的抗超压数据<sup>6</sup>

列车类型	超压作用方向	抗超压数值（kPa）
------	--------	------------

有盖货车	垂直铁道方向	34.323275~41.18793
机车	垂直铁道方向	82.37586 ~ 147.09975
有盖货车	平行铁道方向	147.2931~171.61637
机车	平行铁道方向	274.5862~343.23275

对于铁路列车，货车的抗超压能力是其瓶颈，而三个不同出处的数据基本一致，因此本文中采用如下表所示的标准：

表 4 本文中采用的铁路列车抗超压标准

超压作用方向	损坏程度	
	中度损坏	严重损坏
垂直铁道方向	0.034MPa	0.050MPa
平行铁道方向	0.137MPa	0.172MPa

上表中，“中度损坏”与“严重损坏”的界定采用了与Samuel Glasstone的*The Effects of Nuclear Weapons*中相一致的定义<sup>7</sup>，即：

中度损坏：对关键部件造成毁坏。除非进行大修，否则设备将不能使用。

严重损坏：只有经过根本性的彻底重建（重造）才能使建筑（物体）恢复其使用功能的损坏。对于建筑物来说，“坍塌”一般是其所指。

## 2.2 公路机动方式损毁标准的界定

对于在公路上机动的重型运载车辆，本文中采用如下标准：

严重损坏：0.210MPa<sup>8</sup>

由于在数据获得方面的困难，本文将不讨论在公路上机动的重型运载车辆受到中度损坏的超压强度。

## 三 核弹头杀伤半径的确定

根据Samuel Glasstone的*The Effects of Nuclear Weapons*中提供的计算方法<sup>9</sup>，若已知核弹头的威力 $W$ （TNT当量），则可计算出爆心投影点与超压峰值为 $P_0$ 处的距离，即核弹头的杀伤半径 $R_0$ 。

具体计算步骤如下：

首先列出美军现役中的潜射弹道导弹及其核弹头的相关数据：

表 5 美军现役潜射弹道导弹及其核弹头的相关数据<sup>10</sup>

U.S. nuclear forces, 2005					
Type	Name	Launchers	Year deployed	Warheads x yield (kilotons)	Warheads active/spares
<b>SLBMs</b>					
UGM-96A	Trident I C4	48/2	1979	6 W76 x 100 (MIRV)	288
UGM-133A	Trident II D5	288/12			
	Mk-4		1992	6 W76 x 100 (MIRV)	1,344/150
	Mk-5		1990	6 W88 x 455 (MIRV)	384/20
<b>Total</b>		<b>336/14</b>			<b>2,016/170</b>

由上表，美军现役潜射弹道导弹的核弹头有两种：W76 与 W88，其爆炸当量分别为 100kt 和 455kt。

根据本文第二部分，铁路列车受到垂直于铁道方向的超压作用时，达到中度损坏程度的超压为： $P_0 = 0.034MPa$ 。现以此为例，计算 W76 弹头的杀伤半径：

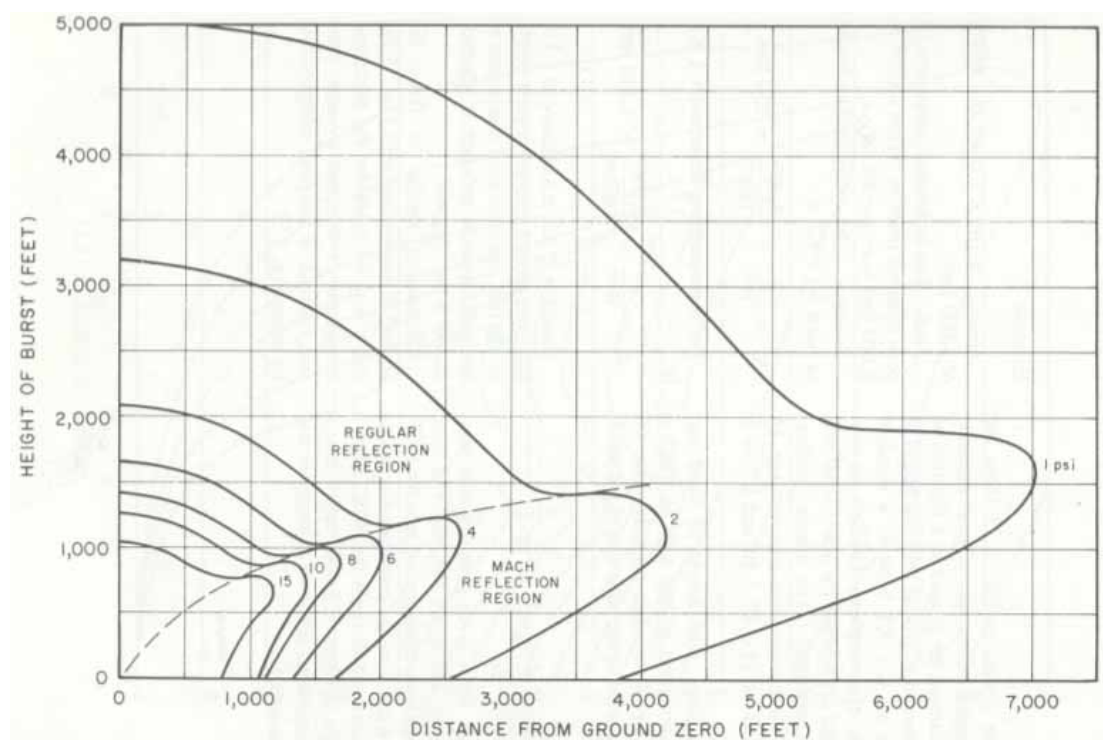


图 2 对于 1kt 当量的核爆，爆高、超压峰值与距爆心投影点距离之间的关系图<sup>11</sup>

1psi (pound per square inch)=6895.06Pa

0.034MPa=4.93psi

由图 2 可以看出，在最佳爆高下，1kt 核爆的杀伤半径约为  $R_0(1kt) = 2250$  英尺，即 685.8 米。

100kt 核爆的杀伤半径为

$$R_0 = R_0(1kt) \cdot W^{1/3} = 685.8m \times (100)^{1/3} = 3183m$$

同理，对于不同的车辆、由不同的损毁程度，可算得核弹头的杀伤半径如下表所示：

表 6 不同超压峰值下的杀伤半径

超压峰值	核弹头类型	
	W76	W88
0.034MPa (垂直铁道方向的中度损坏)	3183m	5275m
0.050MPa (垂直铁道方向的严重损坏)	2440m	4044m
0.137MPa (平行铁道方向的中度损坏)	1302m	2157m
0.172MPa (平行铁道方向的严重损坏)	1047m	1735m
0.210MPa (公路机动车辆的严重损坏)	891m	1477m

#### 四 机动方式与相应的打击方式

对于随意机动的弹道导弹，对方主要有两种可能的攻击方式：一是弹幕式；二是攻击导弹在飞行中重新瞄准目标，弹头在飞行中按重新修正的目标位置再瞄准攻击目标。但由于美方目前部署的SLBM上使用的是W76和W88型弹头<sup>12</sup>，而这两种弹头均采用星光惯性制导方式，不具备在飞行中重新瞄准目标的能力<sup>13</sup>，所以本文中只讨论第一种攻击方式。

美军现在部署的“三叉戟 1C-4”潜地远程弹道导弹 (Trident I C4) 与“三叉戟 2”潜地洲际弹道导弹 (Trident II D5) 的圆概率偏差 CEP 分别为 230~500m 和 90m<sup>14</sup>，并且采用星光惯性制导可使 CEP 由 500m 提高到 288m，因此其圆概率偏差 CEP 与上节中计算出的弹头杀伤半径 (表 6) 相比较来说很小，在本文的计算中不考虑 CEP 的影响。

下面根据不同的机动方式分别讨论相应的打击方式以及所需的弹头数目。

需要说明的是，下文中关于公路机动方式的计算与讨论所占篇幅较小，而关于铁路机动方式的计算与讨论所占篇幅较大。这是计算上的客观需要造成的，并

不代表两种机动方式的重要性之间的关系。事实上，一般认为公路机动是我国的机动导弹的主要机动方式。

#### 4.1 机动导弹做公路一维机动

关于公路机动导弹的机动速度，在王基祥与常澜的文章“美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究”中提到：其“速度最小值、适中值、最大值分别为 19.3km/h, 48.3km/h, 和 61.1km/h”<sup>15</sup>；另外，《MX洲际弹道导弹》一书中提到：MX洲际弹道导弹发射车的“车速为 48km/h”<sup>16</sup>。以上两种数据基本一致，在本文的计算中，我们设定公路机动导弹的机动速度为 48km/h。

在军事卫星的帮助下，在公路上机动的导弹发射车队（一般由多辆车组成，其中包括体积较大的发射车辆）是较容易识别的目标。所以可以认为，攻击方在发射 SLBM 前，可以较精确的定位对方机动导弹。

因此，机动导弹的机动范围（距离）即可由机动速度乘以 SLBM 的飞行时间得到：

$$L = V \times T$$

上式中，V 为机动导弹的机动速度；SLBM 的飞行时间 T 已由本文第一部分算出。

用此距离除以二倍的杀伤半径  $R_0$  即可得到打击一枚机动导弹需要的 SLBM 的弹头数量：

$$N = \frac{L}{2R_0} = \frac{V \cdot T}{2R_0}$$

具体计算结果如下：

表 7 攻击公路一维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km (12.5 分钟)	5.6	3.4
	5500km (16 分钟)	7.2	4.3

#### 4.2 机动导弹做公路二维机动

$$\text{机动面积 } S = \frac{1}{2} \pi (V \cdot T)^2$$

上式中，考虑到实际情况下的地形限制，故将其机动面积乘了  $\frac{1}{2}$ 。

不妨假设对方为保证机动导弹处于打击范围内，采用下图所示覆盖方式的弹幕式攻击：

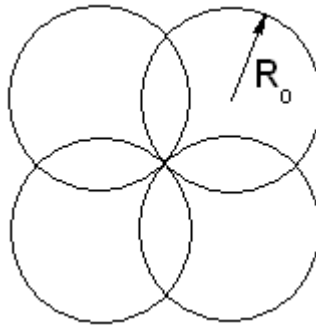


图 3 弹幕式攻击的弹头覆盖方式

根据上图，每枚 SLBM 的平均杀伤面积  $S_0 = 2R_0^2$

因此，所需的 SLBM 弹头数目  $N = \frac{S}{S_0} = \frac{\pi(V \cdot T)^2}{4R_0^2}$

具体计算结果如下：

表 8 攻击公路二维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km ( 12.5 分钟 )	98.9	36.0
	5500km ( 16 分钟 )	162.1	59.0

### 4.3 机动导弹做铁路一维机动

关于铁路机车的机动速度  $V$ ，王基祥与常澜在其文章“美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究”中提到：“列车平均时速为 50km/h ~ 100km/h”<sup>17</sup>；此外，《MX 洲际弹道导弹》一书中提到：对于运载 MX 洲际弹道导弹的导弹列车“空军设想的列车速度为 80 ~ 130km/h”<sup>18</sup>。根据以上两种数据，本文假设铁路导弹列车的机动速度为 80km/h。

#### 4.3.1 攻击方式一：投弹点瞄准铁路线

在这种情况下，列车的抗超压标准应采用沿平行于铁道方向的标准，即：中度损坏：0.137MPa；严重损坏：0.172MPa。

利用与公路一位机动相同的方法可求出  $N$ ：
$$N = \frac{L}{2R_0} = \frac{V \cdot T}{2R_0}$$

具体计算结果如下：

表 9 攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）（损坏程度：中度损坏）

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km ( 12.5 分钟 )	6.4	3.9
	5500km ( 16 分钟 )	8.2	4.9

表 10 攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）（损坏程度：严重损坏）

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km ( 12.5 分钟 )	8.0	4.8
	5500km ( 16 分钟 )	10.2	6.1

#### 4.3.2 攻击方式二：投弹点距铁道一定距离

从表 4 中我们可以看出，平行于铁道方向的 0.137MPa 的超压可对列车造成中度损坏，而如果从垂直于铁道方向攻击，0.034MPa 的超压即可使列车中度损坏；同样，平行于铁道方向的 0.172MPa 的超压可对列车造成严重损坏，而如果从垂直于铁道方向攻击，0.050MPa 的超压即可使列车严重损坏。因此，列车从侧面（垂直于铁道方向）更容易受到攻击。也因此，另一种可能的攻击方式是瞄准一条与铁道平行且相距一定距离的直线投弹。即：利用超压（下图中矢量 P）的垂直铁道分量对列车从侧面进行破坏。

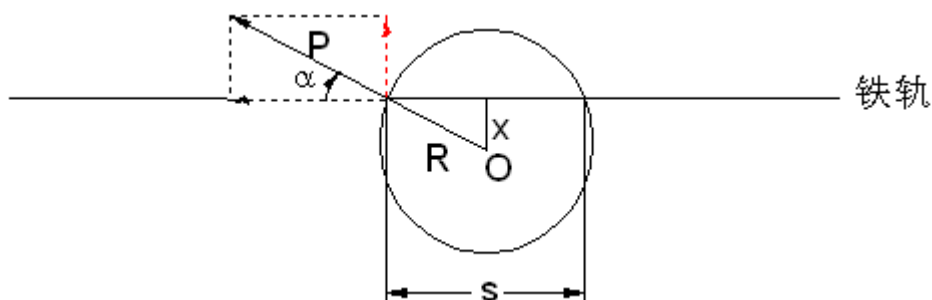


图 4 攻击方式二（投弹点距铁轨一定距离）的示意图（x 较小）

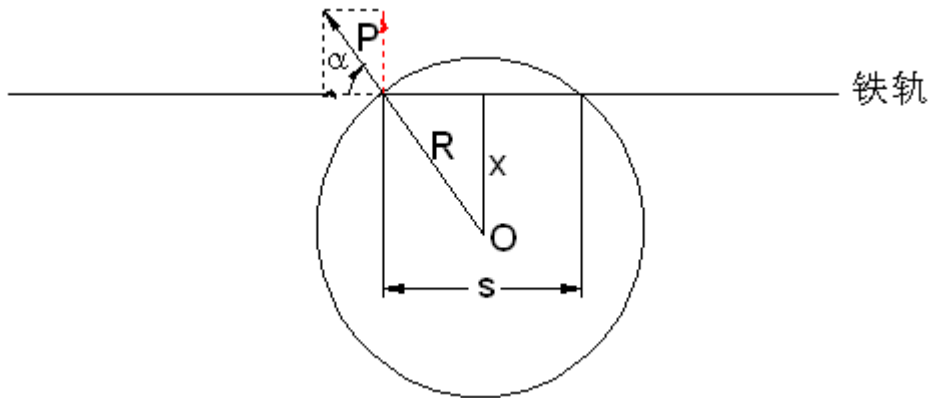


图 5 攻击方式二（投弹点距铁轨一定距离）的示意图（x 较大）

上两图中，O 为爆心投影点；x 为爆心投影点与铁道的垂直距离；s 为攻击距离。

如上两图所示，虽然随着爆心投影点与铁道的垂直距离（即 x）的增大，爆心投影点与列车的距离（即 R）也增大，但是超压的垂直于铁道的分量也增大（随着  $\alpha$  角的增大）。因此我们需要确定爆心投影点与铁道的垂直距离（即 x）多远时，攻击距离（即 s）最大。

为保证超压的垂直铁道的分量能达到列车侧面的抗超压标准，需满足以下方程：

$$P(R) \cdot \frac{x}{R} = P_1 \quad \text{公式 3}$$

上式中， $P_1$  为列车在垂直于铁轨方向上受到相应程度的损坏时的超压数值。

根据 Samuel Glasstone 的 *The Effects of Nuclear Weapons* 中提供的由距爆心投影点的距离计算当地的超压峰值的方法，并利用式 23，可计算出攻击距离 s 与 R（或者说 s 与 x）的关系如下：

表 11 中度损坏程度下，W76 弹头攻击距离 s 与 R 的关系

R(单位 m)	s(单位 m)	x(单位 m)
500	1408	68
800	2219	224
1000	2730	373
1400	3488	939
1600	3849	1192
1700	3875	1425

1800	3748	1724
2000	3470	2235
2400	2164	3218

计算时依次取不同的 R 值分别算出相应的 s 值以及 x 值,如上表所示。其中,当 R 为 1700 米时 s 最大,为 3875 米。因此可认为中度损坏程度下,W76 弹头的最大攻击距离 s 为 3875 米,此时投弹点应距铁道 1425 米。

表 12 严重损坏程度下,W76 弹头攻击距离 s 与 R 的关系

R(单位 m)	s(单位 m)	x(单位 m)
500	1400	101
800	2166	329
1000	2609	548
1400	2841	1380
1600	2864	1753
1700	2361	2095
1800	474	2536

由上表,可认为严重损坏程度下,W76 弹头的最大攻击距离 s 为 2864 米,此时投弹点应距铁道 1753 米。

表 13 中度损坏程度下,W88 弹头攻击距离 s 与 R 的关系

R(单位 m)	s(单位 m)	x(单位 m)
500	2333	113
800	3677	370
1000	4523	617
1400	5780	1555
1600	6377	1975
1700	6421	2361
1800	6211	2857
2000	5751	3704

2400	3586	5333
------	------	------

由上表，可认为中度损坏程度下，W88 弹头的最大攻击距离 s 为 6421 米，此时投弹点应距铁道 2361 米。

表 14 严重损坏程度下，W88 弹头攻击距离 s 与 R 的关系

R(单位 m)	s(单位 m)	x(单位 m)
500	2320	167
800	3589	545
1000	4323	908
1400	4707	2287
1600	4746	2905
1700	3913	3472
1800	786	4201

由上表，可认为严重损坏程度下，W88 弹头的最大攻击距离 s 为 4746 米，此时投弹点应距铁道 2905 米。

利用与公路一位机动相同的方法可求出攻击铁路一维机动导弹所需的弹头

数量 N：
$$N = \frac{L}{2R_0} = \frac{V \cdot T}{2R_0}$$

综上，采用攻击方式二时，攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量的计算结果如下：

表 15 攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）（采用攻击方式二；损坏程度：中度损坏）

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km ( 12.5 分钟 )	2.2	1.3
	5500km ( 16 分钟 )	2.8	1.7

表 16 攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量（单位：枚）（采用攻击方式二；损坏程度：

严重损坏)

		攻击方使用的核弹头类型	
		W76	W88
SLBM 的射程 (及相应的飞行时间)	3000km ( 12.5 分钟 )	2.9	1.8
	5500km ( 16 分钟 )	3.7	2.2

综合表 9、10、15、16 (即 4.3.1 与 4.3.2 的结果), 可用下图表示之:

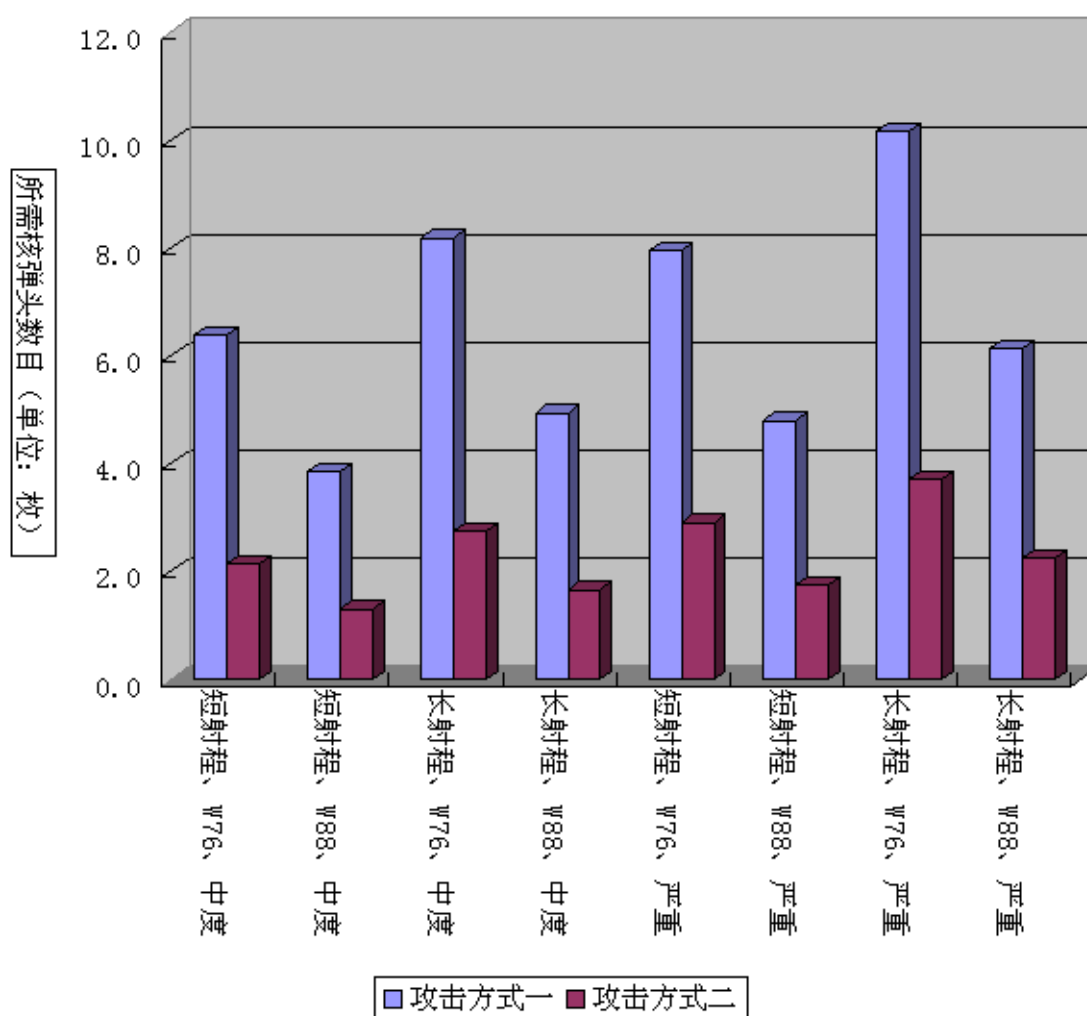


图 6 攻击铁路一维机动导弹所需的弹头数量

上图中, 给出了不同的情况下 (“长射程”指 SLBM 的射程为 3000km; “短射程”指 SLBM 的射程为 5500km; “中度”指中度损坏; “严重”指严重损坏) 两种

不同的攻击方式所需核弹头数目的对比。

可以看出，与攻击方式一相比，采用攻击方式二可以较大幅度地降低所需核弹头的数目。

#### 4.4 计算结果分析

为便于分析，将以上各步骤所得结果总结于下：

表 17 各种机动方式下攻击机动导弹所需核弹头数量（单位：枚）

机动方式	损坏程度	SLBM 的射程（及相应的飞行时间）	攻击方使用的核弹头类型	
			W76	W88
公路一维机动	严重损坏	3000km（12.5 分钟）	5.6	3.4
		5500km（16 分钟）	7.2	4.3
公路二维机动	严重损坏	3000km（12.5 分钟）	98.9	36.0
		5500km（16 分钟）	162.1	59.0
铁路一维机动（第一种打击方式）	中度损坏	3000km（12.5 分钟）	6.4	3.9
		5500km（16 分钟）	8.2	4.9
	严重损坏	3000km（12.5 分钟）	8.0	4.8
		5500km（16 分钟）	10.2	6.1
铁路一维机动（第二种打击方式）	中度损坏	3000km（12.5 分钟）	2.2	1.3
		5500km（16 分钟）	2.8	1.7
	严重损坏	3000km（12.5 分钟）	2.9	1.8
		5500km（16 分钟）	3.7	2.2

由上表可以看出：

潜射导弹的射程不同时（3000km 或 5500km），攻击相同目标所需的核弹头数量相差不大，对于做一维机动的 ICBM 来说更加明显。当机动导弹做二维机动时，这个差距相对大一些。因此，攻击方能够在距我国较远的海域（因而也是较为安全的海域）对我方的机动导弹进行攻击，并不会因射程较远而需要显著的使用更多的攻击力量。

对于铁路机动导弹列车来说，对其造成中度损坏和严重损坏所需的核弹头数量相差不大，因此攻击方一般会倾向于选择对其造成严重损坏。

对于铁路机动导弹来说，如果攻击方采用第二种打击方式，对其造成相同程度损坏所需的核弹头数量将较大幅度的减少（减少一半以上），这可能会一定程度上降低铁路机动导弹列车的生存能力。

将公路一维机动方式与铁路一维机动方式相比较：对公路一维机动的车辆造成严重损坏所需的核弹头数量略小于对铁路一维机动（第一种打击方式）的列车造成严重损坏所需的数量，但又略大于对铁路一维机动（第二种打击方式）的列车造成严重损坏所需的数量。因此，对于一维机动来说，公路机动导弹和铁路机动导弹在对方相同数量核弹头的打击下的生存能力无太大差别，即这两种部署方式在这种情况下无明显的优劣之分。

对公路二维机动导弹造成严重损坏所需的核弹头数量远远大于对公路一维机动导弹造成严重损坏所需的核弹头数量。因此，做二维机动的导弹的生存能

---

力比做一维机动的导弹会有显著的提高。在本文的计算中,讨论的是理想情况下的二维机动。在实际情况下,导弹做理想的二维机动也许是不现实的,但增加导弹的机动路线(比如使导弹在多个方向上可机动),使其机动方式尽量接近二维,仍然会使导弹的生存能力获得较大的提高。

美军现役的 14 艘核动力弹道导弹潜艇(SSBN),每艘携带 24 枚潜射弹道导弹,每枚导弹上装有 6 枚核弹头。即每艘潜艇共携带 144 枚核弹头,其中绝大部分是 W76 弹头<sup>19</sup>。因此,一艘潜艇可对我方 20 枚以上的公路一维机动导弹、或者 15 枚以上的铁路一维机动导弹(第一种打击方式)或者 40 枚以上的铁路一维机动导弹(第二种打击方式)或者 1 枚左右的公路二维机动导弹造成严重损坏。因此,如果我方机动导弹仅采用一维机动方式的话,美方一艘潜艇即可摧毁我方数十枚机动导弹。美军核潜艇东移对我国核武器的生存能力的影响就体现在这里。但是同样可以看出,如果我方尽量使导弹的机动方式接近二维,则会大大降低美方核潜艇的攻击效果,因为理想的二维机动情况下,美方一艘潜艇只能摧毁我方 1 至 3 枚左右的机动导弹。因此,增加我方导弹的机动线路(使其接近二维)将会是应对美军核潜艇东移的一个有效措施。

## 注释：

---

<sup>1</sup>美国先进核潜艇将驻珍珠港 潜艇重心移至太平洋

<http://news.sohu.com/20050108/n223843869.shtml>

<sup>2</sup>美拟在关岛部署核潜艇 直接针对台海朝鲜和中东

<http://news.sohu.com/20050104/n223779126.shtml>

<sup>3</sup>美国先进核潜艇将驻珍珠港 潜艇重心移至太平洋

<http://news.sohu.com/20050108/n223843869.shtml>

<sup>4</sup> Samuel Glasstone and Philip J. Dolan. The Effect of Nuclear Weapons. Washington, D.C. the USA: United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration, 1977. pp.189~193

<sup>5</sup>王基祥,常澜.美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究.导弹与航天运载技术,1999,(5)

<sup>6</sup>中国运载火箭技术研究院十九所.MX洲际弹道导弹.北京:宇航出版社,1999.pp.486

<sup>7</sup> Samuel Glasstone and Philip J. Dolan. The Effect of Nuclear Weapons. Washington, D.C. the USA: United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration, 1977. pp.212

<sup>8</sup>王基祥,常澜.美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究.导弹与航天运载技术,1999,(5)

<sup>9</sup> Samuel Glasstone and Philip J. Dolan. The Effect of Nuclear Weapons. Washington, D.C. the USA: United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration, 1977. pp.114

<sup>10</sup> Robert S. Norris, Hans M. Kristensen. U.S. Nuclear Forces, 2005.

[http://www.thebulletin.org/article\\_nn.php?art\\_ofn=jf05norris](http://www.thebulletin.org/article_nn.php?art_ofn=jf05norris)

<sup>11</sup> Samuel Glasstone and Philip J. Dolan. The Effect of Nuclear Weapons. Washington, D.C. the USA: United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration, 1977. pp.115

<sup>12</sup> Robert S. Norris, Hans M. Kristensen. U.S. Nuclear Forces, 2005.

[http://www.thebulletin.org/article\\_nn.php?art\\_ofn=jf05norris](http://www.thebulletin.org/article_nn.php?art_ofn=jf05norris)

<sup>13</sup>杜祥琬.核军备控制的科学技术基础.北京:国防工业出版社,1996.pp.339~342

<sup>14</sup>方有培.战略弹道导弹的现状及其突防技术.航天电子对抗,2002,(1)

<sup>15</sup>王基祥,常澜.美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究.导弹与航天运载技术,1999,(5)

<sup>16</sup>中国运载火箭技术研究院十九所.MX洲际弹道导弹.北京:宇航出版社,1999.pp.442

---

<sup>17</sup>王基祥, 常澜. 美国弹道导弹地面生存能力评估模型研究. 导弹与航天运载技术, 1999, (5)

<sup>18</sup>中国运载火箭技术研究院十九所. MX洲际弹道导弹. 北京: 宇航出版社, 1999. pp.483

<sup>19</sup> Robert S. Norris, Hans M. Kristensen. U.S. Nuclear Forces, 2005.

[http://www.thebulletin.org/article\\_nn.php?art\\_ofn=jf05norris](http://www.thebulletin.org/article_nn.php?art_ofn=jf05norris)