

doi: 10.7690/bgzdh.2023.08.001

遮蔽顶标识及判定方法

范明虎, 徐 勇, 袭祥云, 张诗德

(西南计算机有限责任公司技术中心, 重庆 400060)

摘要: 为实现遮蔽顶的精确标识及判定, 对遮蔽顶标识和判定方法进行说明和对比分析。提出某型弹种的计算示例, 证明利用最低测地射角判别和基于全层弹道高判定方法的有效性和正确性, 给出 2 种方法的使用建议。结果表明, 该分析对遮蔽顶判定的手工作业和软件设计具有参考和实用价值。

关键词: 遮蔽顶; 最低测地射角; 弹道高; 打击盲区

中图分类号: TJ302 **文献标志码:** A

Shielding Top Mark and Judging Method

Fan Minghu, Xu Yong, Xi Xiangyun, Zhang Shide

(Technology Center, Southwest Computer Co., Ltd., Chongqing 400060, China)

Abstract: In order to realize the accurate identification and determination of the shielding top, the identification and determination methods of the shielding top are described and compared. A calculation example of a certain type of projectile is given, which proves the validity and correctness of the methods of using the lowest geodesic firing angle and based on the whole layer ballistic height, and the suggestions for the use of the two methods are given. The results show that the analysis has reference and practical value for the manual work and software design of shielding top determination.

Keywords: shielding top; lowest geodesic firing angle; ballistic height; blind area of attack

0 引言

遮蔽顶是炮兵射击地带内影响射击或观察的遮蔽物的顶端。山地射击时, 在炮阵地和目标之间, 往往有若干个遮蔽顶(山脊或高地), 虽然炮兵在选择阵地时已考虑了遮蔽顶的问题, 但在占领阵地时, 由于受地形遮蔽的影响, 目标处于该区域时, 应对各炮阵地判断其遮蔽顶^[1-3]。炮兵占领阵地前, 指挥员要根据火炮的精确配置位置判断其对火力打击区域的遮蔽顶, 检查是否存在火力打击盲区。当火力打击盲区不可避免时, 应通过调整各炮位, 尽可能减小火力打击盲区^[4]。当炮兵对不能观察的目标射击时, 应根据炮弹飞行弹道的特性判断炮弹能否跨越遮蔽顶, 如不能超越, 可适当变换炮阵地, 以变换射距离或变换射击方向^[4-5]。

随着火指控系统软件和情报信息的不断迭代更新, 遮蔽顶信息也随之发生变化, 其判定方法也需要不断改进, 以实现遮蔽顶的精确标识及判定^[6-7]。

1 概述

1.1 遮蔽顶标识

一般情况下, 观察所观测遮蔽顶信息并将其发送给指挥所, 观察所还需判断遮蔽顶是否在炮目方向线附近, 选取测地方法计算出炮阵地到遮蔽顶的

距离、方向, 将计算出的结果以及测量出的遮蔽顶高程发送给指挥所; 指挥所保存遮蔽顶信息, 并在射击时进行遮蔽顶判定。随着精确遮蔽顶判定的需求, 遮蔽顶的标识也不断发生变化, 下面介绍 3 种标识方法: 1) 用炮遮距离、炮遮方向和炮遮高程标识; 2) 用遮蔽顶的 X 坐标、 Y 坐标和 H 高程标识; 3) 用遮蔽顶坐标 (X 坐标、 Y 坐标、 H 高程)、左界点坐标 (X 坐标、 Y 坐标、 H 高程)、右界点坐标 (X 坐标、 Y 坐标、 H 高程) 3 个点标识。

遮蔽顶的标识如图 1 所示。

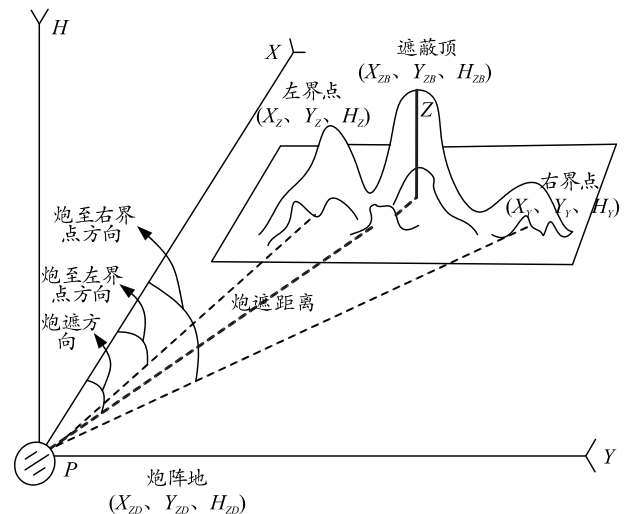


图 1 遮蔽顶标识

收稿日期: 2023-04-27; 修回日期: 2023-05-25

作者简介: 范明虎(1973—), 男, 四川人, 硕士。

方法 1) 需要观察所判断火力打击区域的遮蔽顶, 不仅需要在观察所增加一定相关的计算处理, 而且指挥所收到遮蔽顶信息后, 也需要转换成遮蔽顶的坐标, 以便于上图标绘, 方便指挥员图上指挥。方法 2) 无法准确判定火力打击区域的遮蔽顶, 由于只有 1 个遮蔽顶的坐标, 因此只能通过炮遮方向是否在炮目方向附近进行判断。方法 3) 在给出遮蔽顶坐标的同时给出了左界点和右界点坐标, 可根据左界点和右界点计算出方向左界和方向右界, 只要炮目方向在方向左界和方向右界之间, 该遮蔽顶就属于打击目标, 这种标识方式更能准确地判断火力打击区域的遮蔽顶。

1.2 遮蔽顶判定方法

随着遮蔽顶标识的变化, 遮蔽顶判定方法也发生了变化, 在只有遮蔽顶坐标的情况下, 首先要计算出炮遮测地诸元, 然后再根据炮阵地位置判断火炮对火力打击区域的遮蔽顶, 最后判断弹道是否通过遮蔽顶。

1.2.1 计算炮遮测地诸元

已知阵地坐标为 (X_{ZD}, Y_{ZD}, H_{ZD}) , 遮蔽顶坐标为 (X_{ZB}, Y_{ZB}, H_{ZB}) , 按照式(1)和(2)计算出炮遮测地诸元(炮遮距离记为 D_{PZ} , 炮遮方向记为 F_{PZ})。

$$D_{PZ} = \sqrt{(X_{ZD} - X_{ZB})^2 + (Y_{ZD} - Y_{ZB})^2}; \quad (1)$$

$$F_{PZ} = \tan^{-1} |(Y_{ZD} - Y_{ZB}) / (X_{ZD} - X_{ZB})|。 \quad (2)$$

已知目标坐标为 (X_M, Y_M, H_M) , 按照式(3)和(4)计算出炮目测地诸元(炮目距离记为 D_{PM} , 炮目方向记为 F_{PM})。

$$D_{PM} = \sqrt{(X_{ZD} - X_M)^2 + (Y_{ZD} - Y_M)^2}; \quad (3)$$

$$F_{PM} = \tan^{-1} |(Y_{ZD} - Y_M) / (X_{ZD} - X_M)|。 \quad (4)$$

1.2.2 判断射击的目标是否有遮蔽顶

1.2.2.1 对于遮蔽顶的方法 1) 和方法 2)

已知遮蔽方向为 F_{ZB} 、炮目方向为 F_{PM} , 若 $F_{PM} - \Delta F < F_{PZ} < F_{PM} + \Delta F$ (ΔF 根据射程大小而不同, 可根据经验值给定的), 则遮蔽顶 Z 属于炮阵地 P 和目标 M 的遮蔽顶, 否则遮蔽顶 Z 不属于炮阵地 P 和目标 M 的遮蔽顶。

1.2.2.2 对于遮蔽顶的方法 3)

根据炮阵地 P 位置坐标和左界点 D_Z 坐标, 计算方向左界 ΔF_{ZJ} ; 根据炮阵地 P 位置坐标和右界点 D_Y 坐标, 计算方向右界 ΔF_{YJ} 。

若 $3\ 000 < F_{ZJ} < 6\ 000$ 且 $F_{ZJ} < F_{YJ}$, 则 $F_{ZJ} = F_{ZJ} - 6\ 000$; 若 $F_{ZJ} < F_{YJ}$ 且 $F_{YJ} - F_{ZJ} < 3\ 000$ 时, $F_{PM} \geq F_{ZJ}$ 且 $F_{PM} \leq F_{YJ}$, 则遮蔽顶 Z 属于火炮 P 和目标 M 的遮蔽顶, 否则遮蔽顶 Z 不属于火炮 P 和目标 M 的遮蔽顶。判断火力打击区域遮蔽顶如图 2 所示。

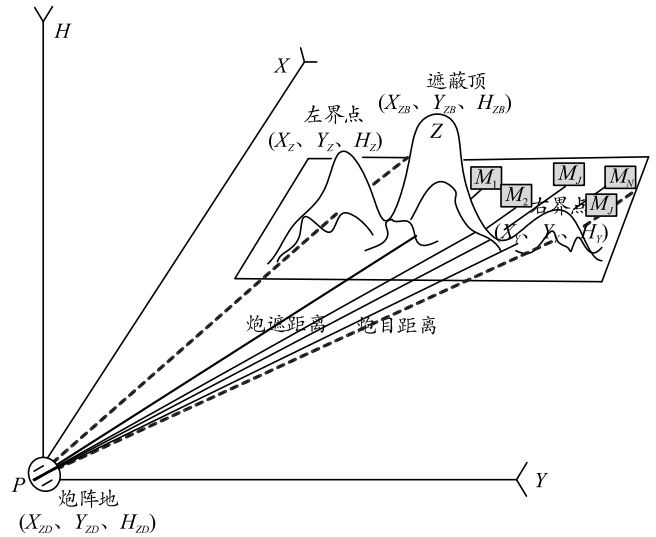


图 2 判断火力打击区域遮蔽顶

上图中, 目标 M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 的炮目方向均大于炮阵地至左界点方向, 且小于炮阵地 P 至右界点方向; 因此, 对这些目标进行射击时, 需对遮蔽顶 Z 进行遮蔽顶判定。

1.2.3 判断是否通过遮蔽顶

1.2.3.1 利用最低测地射角判别

利用最低测地射角判别如图 3 所示。

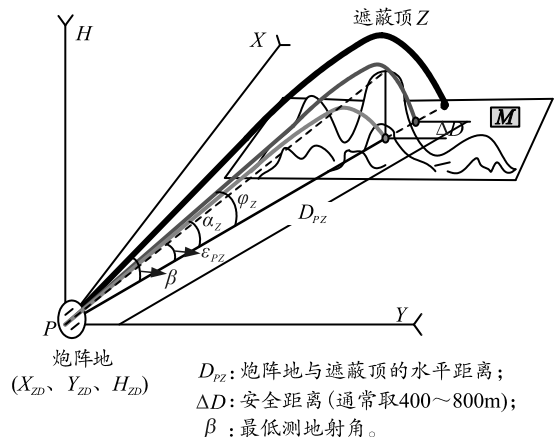


图 3 利用最低测地射角判别

1) 根据炮遮距离和炮遮高差, 计算出炮遮高低角 ϵ_{PZ} , 根据炮遮距离射表中反查出相应射角 α_Z 和高角修正量 $\Delta\alpha$, 从而计算出通过遮蔽顶的射角 $\varphi_Z = \alpha_Z + \epsilon_{PZ} + \Delta\alpha$ 。根据射角 φ_Z 在射表中反查出相应射程 D' 。

2) 根据射程 D' ，加上一定的距离修正量 ΔD (通常取 400~800 m)^[3]后，在射表中查出相应的射角 β ，即“最低测地射角”。

3) 根据射击条件、炮阵地坐标和目标坐标等信息，计算出射击目标的射角 θ 。

4) 若射角 θ 大于“最低测地射角”，弹道就能通过遮蔽顶；否则不能通过。

1.2.3.2 基于全层弹道高判定

基于全层弹道高判定如图 4 所示。

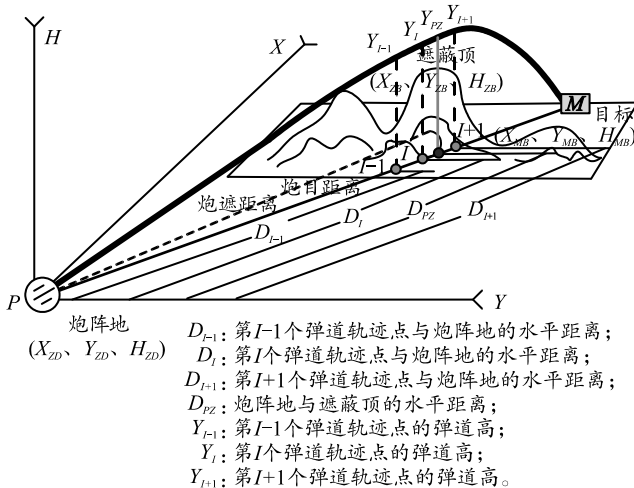


图 4 基于全层弹道高判定

某目标进入某火力单元的遮蔽区时，该火力单元：

1) 根据炮阵地 P 到遮蔽顶 Z 的水平距离 D_{PZ} ，计算出遮蔽顶处的高低公算偏差 PC_{GD} ；

2) 在射击条件下，采用弹道积分计算出炮阵地到目标的射击诸元 θ ，保持射击条件不变，使用计算出的火炮到目标的射击表尺 θ 和炮目方位角 F_{PM} ，从火炮位置开始弹道积分；

3) 在积分过程中，根据弹道轨迹，计算出火炮位置到每个轨迹点的水平距离 D_i ，且要将 D_{PZ} 与 D_i 进行比较，直到 $D_{PZ} \geq D_i$ 停止比较，取弹道轨迹点 $i-1$ 、 i 、 $i+1$ 这 3 个点到炮阵地 P 的水平距离分别为 D_{i-1} 、 D_i 、 D_{i+1} ，弹道高分别为 Y_{i-1} 、 Y_i 、 Y_{i+1} ，用拉格朗日插值法^[8-11]计算：

$$P_n(x) = \sum_{i=1}^n y_i \left(\prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)} \right)$$

求取 D_{PZ} 距离处的弹道高，记为 Y_{PZ} ；

4) 考虑弹丸散布，将弹道高 Y_{PZ} 加上 4 倍的高低公算偏差 B_g ，记为 $Y_{XZ} = Y_{PZ} + 4 * B_g$ ；

5) 将遮蔽顶高程 H_Z 与 Y_{XZ} 进行比较，若 $H_Z > Y_{XZ}$ ，则能通过遮蔽顶，否则不能通过遮蔽顶。

2 流程设计

利用最低测地射角进行遮蔽顶判定多用于手工作业，基于全层弹道高遮蔽顶判断方法需通过编程实现，其步骤为：

- 1) 获取遮蔽顶数据，记录遮蔽顶个数为 n ；
- 2) 计算炮遮测地诸元 (D_{PZ} 、 F_{PZ} 、 H_{PZ})；
- 3) 计算炮阵地 P 至遮蔽顶 Z 左界点的方向 F_Z ，计算炮阵地 P 至遮蔽顶 Z 右界点的方向 F_y ；
- 4) 计算炮阵地 P 至目标 M 的方向 F_{PM} ；
- 5) 判断对目标 M 射击时是否需要判别遮蔽顶；
- 6) 计算炮阵地 P 对目标 M 射击的高低公算偏差，记为 B_g ；

7) 在射击条件下，采用弹道积分计算出炮阵地到目标的表尺 θ ，保持射击条件不变，使用计算出的火炮到目标的射击表尺 θ 和炮目方位角 F_{PM} ，从火炮位置开始弹道积分，计算炮遮蔽距离处的弹道高，记为 Y_{ZB} ；

8) 对遮蔽顶高程 Y_{ZB} 进行修正，记为 Y_{XZ} ， $Y_{XZ} = Y_{PZ} + 4 * B_g$ ；

9) 将遮蔽顶高程 H_{ZB} 与 Y_{XZ} 进行比较，若 $H_{ZB} > Y_{XZ}$ ，则射弹能够通过该遮蔽顶，否则不能够通过；

10) 获取下一个遮蔽顶，若成果获取，则转至第 2 步，否则转至第 11 步；

11) 输出显示所有遮蔽顶的射弹通过情况，不能通过的遮蔽顶需给出详细情况，内容包括目标表尺、方向，遮蔽顶的表尺、方向，距离公算偏差和高变。

遮蔽顶判定流程如图 5 所示。

3 计算示例

以某榴弹炮杀伤爆破弹为例，标准射击条件下在炮阵地 P 对目标 M 进行射击，有 3 个遮蔽顶，相关数据信息见表 1 所示。

表 1 遮蔽顶判定准备信息

| 名称 | 序号 | 类型 | X 坐标 | Y 坐标 | H 高程 |
|-----|-----------|------------|------------|------------|-------|
| 炮阵地 | 1 | 炮阵地 | 3 217 119 | 18 359 460 | 0 |
| 目标 | 1 | 目标 | 3 221 619 | 18 367 254 | 0 |
| 遮蔽顶 | 1 | 左界点 | 3 221 154 | 18 366 353 | 0 |
| | | 遮蔽顶 | 3 221 119 | 18 366 388 | 1 352 |
| | 右界点 | 3 221 084 | 18 366 424 | 0 | |
| | 2 | 左界点 | 3 218 154 | 18 361 157 | 0 |
| | | 遮蔽顶 | 3 218 119 | 18 361 192 | 100 |
| | 右界点 | 3 218 084 | 18 361 227 | 0 | |
| 3 | 左界点 | 3 219 654 | 18 363 755 | 0 | |
| | 遮蔽顶 | 3 219 619 | 18 363 790 | 200 | |
| 右界点 | 3 219 584 | 18 363 825 | 0 | | |

3.1 利用最低测地射角判别结果

安全距离设为 500 m，以 1 号遮蔽顶为例，说明利用最低测地射角进行遮蔽顶判定方法。根据其炮遮距离 8 000 m、炮遮高差 1 352 m，计算出炮遮高低角 ε_{PZ} 为 160.0 密位，依据射表查出炮遮距离对应的高角 α_Z 为 423.2 密位、高角修正量 $\Delta\alpha$ 为 69.4 密位，计算出通过遮蔽顶的射角 $\varphi_Z = \alpha_Z + \varepsilon_{PZ} + \Delta\alpha$ ， φ_Z 为 652.6 密位，根据射角 φ_Z 在射表中反查出相应射程 D' 为 9 453.2 m，在此基础上加上安全距离 500 m 后为 9 953.2 m，并根据该距离在射表中查出对应的表尺为 725.6 密位，即为最低测地射角的值，因为该角大于射角 θ ，所以炮弹不能通过遮蔽顶。同样对 2、3 号遮蔽顶进行判定。判定结果见表 2。

3.2 基于全层弹道高判定结果

根据全层弹道高遮蔽顶判断方法的流程设计(详见第 2 节)研制软件，见图 6 所示。

基于全层弹道高遮蔽顶判断结果见表 3 所示。

3.3 2 种方法比较分析

利用最低测地射角进行遮蔽顶判定多用于手工作业，其前提条件为标准射击条件，将非标准射击条件(包括气象和火炮单修条件等)所产生的距离修正量通过估算，以安全距离的方式给出，因此判定不够精确；基于全层弹道高遮蔽顶判断方法只能在

对弹道进行逐点积分时使用，通过使用拉格朗日插值公式计算出炮遮距离处的弹道高，通过弹道高的比较判断是否通过遮蔽顶，这种计算更加精确，适用于软件实现对遮蔽顶的判定。

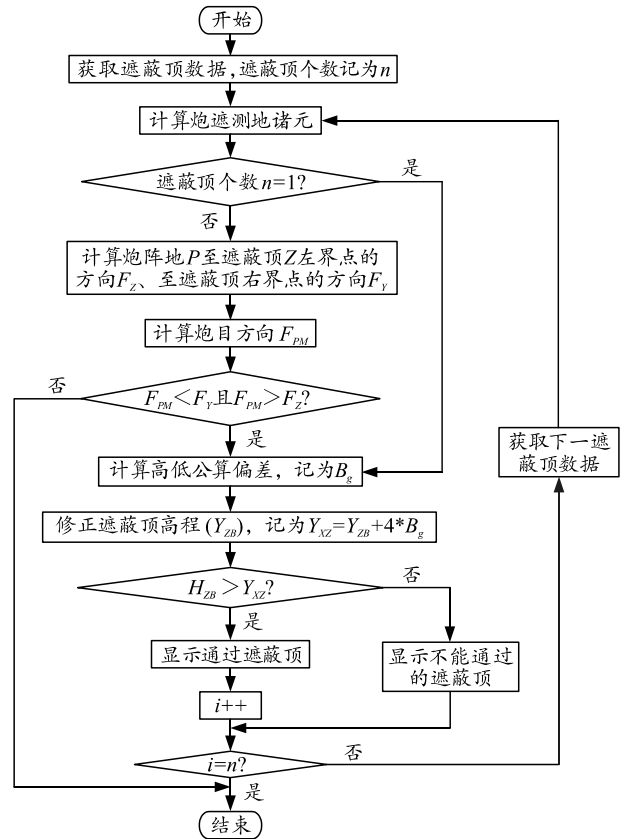


图 5 遮蔽顶判定流程

表 2 利用最低测地射角判别结果

| 遮蔽顶序号 | 最低测地射角/密位 | α_z /密位 | ε_{PZ} /密位 | $\Delta\alpha$ /密位 | 射程 D'/m | 射角 θ /密位 | 遮蔽顶判定结果 |
|-------|-----------|----------------|------------------------|--------------------|-----------|-----------------|---------|
| 1 | 725.6 | 423.2 | 160.0 | 69.4 | 9 453.2 | 542.9 | 不能通过 |
| 2 | 136.2 | 65.0 | 47.7 | 0 | 3 118.7 | 542.9 | 能通过 |
| 3 | 279.3 | 208.3 | 38.2 | 1.0 | 5 664.5 | 542.9 | 能通过 |

表 3 基于全层弹道高判定结果 m

| 遮蔽顶序号 | 炮遮距离 | 遮蔽顶高程 | 炮遮距离处的修正弹道高 | 遮蔽顶判定结果 |
|-------|-------|-------|-------------|---------|
| 1 | 8 000 | 1 352 | 761.1 | 不能通过 |
| 2 | 2 000 | 100 | 1 082.0 | 能通过 |
| 3 | 5 000 | 200 | 1 711.5 | 能通过 |

4 结束语

针对遮蔽顶判定问题，笔者提出 2 种遮蔽顶判定方法，即利用最低测地射角判别和基于全层弹道高判定，并通过计算示例证明这 2 种方法的有效性和正确性，同时对这 2 种方法进行分析对比，给出了 2 种方法的使用建议，对遮蔽顶判定手工作业和软件设计具有一定的参考和实用价值。



图 6 遮蔽顶判定软件界面