

轰炸瞄准具构造原理

И.Е. 爱弗罗斯 著



国防工业出版社

轟炸瞄准具構造原理

中校工程師 И.Б. 愛弗羅斯 著

仇建陽，戴孟彬，孫 凱 合 譯



國防工業出版社

現代化的轟炸瞄准具是个复杂的仪器，其組成部份一般有机算机构、陀螺仪、电力同步传动装置及随动系统等。

欲研究各瞄准具，特别是新式瞄准具之構造及如何正确应用，首先，必須知道瞄准具之各組成部份的構造原理以及解决瞄准問題之原理。本書即为解决这些問題而編写。

本書可作为空軍部門的技术人員及领航人員等广大讀者的讀物。本書的取材是引用很多图示和实例来作初步解說的。因此書中介绍的問題是会便于自学的。

И. Е. Зфрос
ОСНОВЫ
УСТРОЙСТВА ПРИЦЕЛОВ
ДЛЯ БОМБОМЕТАНИЯ
ВОЕИНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
Министерства Вооруженных Сил Союза ССР
Москва—1947

本書系根据苏联軍事出版社
一九四七年俄文版譯出

轟炸瞄准具構造原理

〔苏〕爱弗罗斯 著
仇建阳、戴孟彬、孙 凱合譯

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版业营业許可証出字第 074 号
北京財政出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

850×1168 1/32 • 9³/₄ 印張 • 258,700 字

一九五七年八月第一版

一九五七年八月北京第一次印刷

印数：1—960 册 定价：(11) 2.10 元

目 录

第一章	瞄准	1
第二章	光学瞄准具	8
	1. 光学在瞄准具中的功用	8
	2. 几何光学的基本定律	10
	3. 光学系统的零件	18
	4. 屈光度的设备	23
	5. 望远系统的性质	25
	6. 视准式瞄准具的光学系统	30
	7. 望远系统和视准系统的优缺点	34
第三章	计算机构	36
	1. 旋转运动的传动装置	36
	2. 棘轮和棘轮传动装置	46
	3. 改变运动方向的传动装置	47
	4. 限制器, 止动器及固定器	51
	5. 换向机构	57
	6. 诸机构的修正比	60
	7. 求和机构	62
	8. 乘除机构与三角机构	80
	9. 曲线图机构	100
	10. 凸轮机构	112
	11. 臂锥机构	118
第四章	调节器	133
第五章	电力同步传动装置和随动系统	147
	1. 三线同步传动装置	147
	2. 四线同步传动装置	154
	3. 带可变电阻换向器之同步传动装置	158
	4. 自动同步传动装置	159
	5. 随动系统之功用	162
	6. 斯别尔 (Снеппи) 接触装置式随动系统	162

	7. 爱雷克松式 (Эрикссон) 接触裝置.....	165
	8. 擒縱臂接触裝置.....	169
	9. 帶活动滑动片之随动系統.....	171
	10. 帶离合器之随动系統.....	172
	11. 帶棘輪傳动之随动系統.....	173
	12. 风动随动系統.....	176
	13. 放大电机.....	178
第六章	垂綫和稳定裝置.....	180
	1. 观测視綫的稳定原理.....	180
	2. 摆錘之基本原理.....	185
	3. 摆錘綫.....	186
	4. 陀螺之基本定律.....	191
	5. 陀螺垂綫机构.....	196
	6. 向量稳定机构.....	202
第七章	定向瞄准.....	209
	1. 定向瞄准向量法.....	210
	2. 測量偏流角之定向瞄准.....	212
	3. 倍角法.....	214
	4. 定向瞄准之同步法.....	219
第八章	定距瞄准法.....	222
	1. 向量法.....	222
	2. 基綫法.....	225
	3. 求算投彈瞬时之時間法.....	238
	4. 用列綫图解法求算瞄准角.....	239
	5. 同步瞄准法.....	240
	6. 自动同步之原理.....	247
	7. 退曳長之計算原理.....	251
第九章	瞄准具的諸机构.....	258
	1. 定向瞄准机构.....	258
	2. 观测角机构.....	266
	3. 瞄准角机构.....	270
	4. 橫偏移机构.....	283
	5. 瞄准具的刻度盤.....	294

第一章 瞄 准

所謂瞄准就是在空中判定一点，并将飞机引至此点，使飞机从此点投下炸彈时，能命中預定的目标。

現在我們研究側風水平轟炸的情况^①。这种轟炸通常称为一般的情况。

有側風时飞机对地面的运动可以認為是由两种独立的运动所組成的：第一种是飞机以等于空速的速度 V 沿着航向进行所作的运动（取飞机的空速方向与飞机縱軸一致）；第二种是飞机随气团一起以风速 U 沿着风向所作的运动（见图 1）。

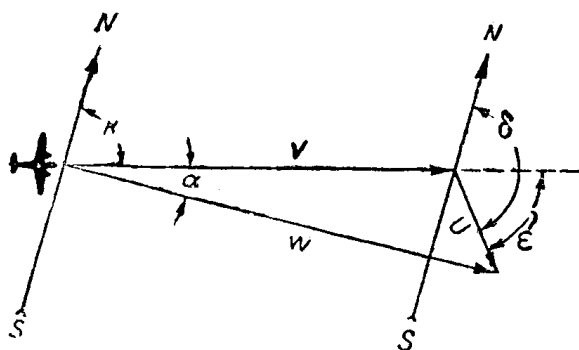


图 1 航行速度三角形

因此，飞机的绝对速度等于飞机的空速 V 与风速 U 的向量和。这个合速称为地速，用 W 表示。地速的方向与飞机的航向不同，二者所成的夹角 α ，称为偏流角。

W 与 α 的值随飞机空速 V ，风速 U 和风角 ϵ 的大小而定。从图

^① 在风平面中或无风时进行轟炸的情况較少，但在这些情况下进行瞄准则要簡易得多。

1 中可以看出, 侧风角 ε 等于风向角 δ 与航向角 K 之差。

$$\varepsilon = \delta - K。$$

侧风轰炸时炸弹弹道如图 2 所示, 飞机在 0 点进行投弹, 炸弹经过时间 T 后落到地面。

飞机在炸弹落下的时间内相对于气团所飞行的距离等于 VT (见图 2 的 OB_0 线段)。因炸弹在水平方向的初速等于飞机的速度, 则经过时间 T 后, 炸弹应落到地面上的 B 点。但是, 由于空气的阻力使炸弹的水平速度逐渐减少, 因此炸弹不落在 B 点,

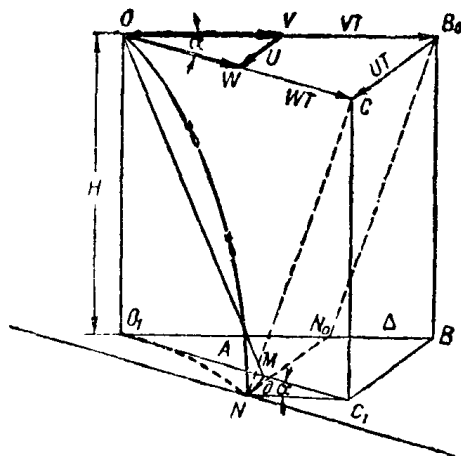


图 2 侧风轰炸时的炸弹弹道

而落在 N_0 点, 此点落后于飞机的距离为 $BN_0 = \Delta$ 。这段距离称为退曳长。在同一时间内, 飞机随同气团移动一段 UT 的距离 (即图 2 上的 B_0C_1 线段)。 B_0C_1 线段在地面的投影为 BC_1 线段 ($BC_1 = B_0C_1$)。风也将由飞机投下的炸弹带到同一方向, 同一距离。如果在无风时, 炸弹会落在 N_0 点, 而在侧风时, 炸弹便被风带到 UT 的距离 (图 2 中 $NoN = BC_1$), 而落在 N 点上。因为 NoN 和 BC_1 相等而且互相平行, 所以, NoB 也与 NC_1 相等并平行。

所以:

$$NoB = NC_1 = \Delta。$$

与飞机地速方向一致的线 OC 叫做航迹线。

与飞机空速方向一致的线 OB_0 叫做航向线。

通过航迹线的铅垂面 OO_1C_1C 叫做航迹面。

通过航向线的铅垂面 OO_1BB_0 叫做航向面。

O_1M 线段是炸弹沿轰炸航路方向移动的距离, 这段距离叫做

炸彈的縱向射程，用 A 表示。

从图中可以看到： A 值系由下面的关系而定：

$$A = O_1C_1 - MC_1。$$

O_1C_1 等于飞机在炸彈落下時間下內的航程，即等于 WT 。

直角三角形 NMC_1 的 MC_1 边等于 $A \cdot \cos \alpha$ 。則

$$A = WT - A \cdot \cos \alpha。$$

炸彈偏离航迹面的距离 NM 叫做横偏移用 ϑ 表示。

三角形 NMC_1 中 ϑ 可做下面公式求出：

$$\vartheta = A \cdot \sin \alpha。$$

与飞机航迹投影綫平行并相距一偏移 ϑ 的綫叫做炸綫。

若飞机按一定規則沿航向 OB_0 飞行，則投下的所有炸彈的彈着点均应在這條炸綫上（不考虑炸彈的散布面）。

因此，在有側风时，进行水平飞行的瞄准轟炸，必須滿足下列两个要求：

1. 飞机应循着距目标 ϑ （即側向偏移，逆风方向）一段距离的航迹面飞行。此时炸綫就通过目标。

2. 当飞机在地面的投影位于与目标的距离等于射程的瞬间，即应投彈。

瞄准投彈的瞬间如图3所示（俯视图）。此时，轟炸航路与目标之距离等于横偏移 ϑ ，而飞机位于与目标的距离为射程 A 之处。此时，飞机的轟炸航路面与航向面形成偏移角 α 。

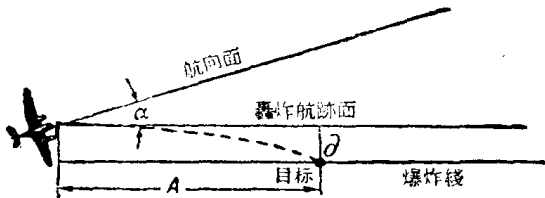


图3 飞机的轟炸航路

使飞机能够对目标正确运动者称为定向瞄准或称为方向瞄准。

确定投彈瞬时者称为定距瞄准。

瞄准即是定向瞄准和定距瞄准的綜合动作。

因此，轟炸瞄准具应当解决兩個基本問題：

1. 把飞机引向轟炸航路，并保証它能正确的沿此轟炸航路飞行。

2. 确定在轟炸航路上的投彈瞬时。

但瞄准轟炸是利用各种角度来进行的，并不采用射程和橫偏移，因为，在飞机上測量角度甚为簡易。

偏移角 α ，瞄准面傾斜角 φ_6 和瞄准角 φ 即能确定射程量和偏移量。

由瞄准图（見图 4）中可以看出，投彈瞬时的飞机位置可依下列数据确定：

循縱向射程方向的瞄准角 φ 。

側向的瞄准面
的傾斜角 φ_{60} 。

$OKNM_1$ 平面
称为瞄准面，对着
目标的瞄准綫即在此
平面內移动。投彈
瞬时能看見目标
的那个角度叫做瞄
准角。

轟炸航路面
与觀測面所夾之角
叫做觀測面傾斜
角。

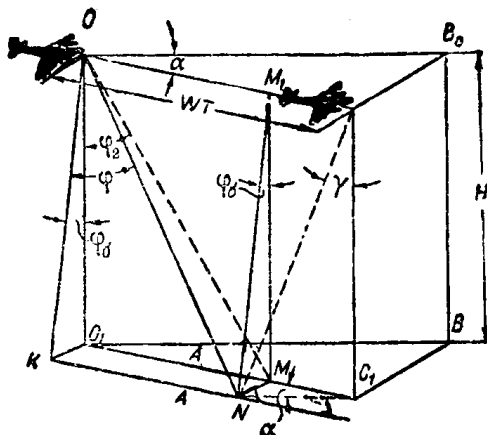


图 4 側風轟炸时的瞄准图

我們現在要求出这些角的正切。从图 4 中可以看出，

$$\tan \varphi = \frac{KN}{KO};$$

既然 $KN = O_1M$ ，而前面已証明过 $O_1M = A = WT - A \cdot \cos \alpha$ 。

另一方面，由三角形 KOO_1 中可以看出 $KO = \frac{H}{\cos \varphi_6}$ 。將这些数值代入上式，即得，

$$\tan \varphi = \frac{WT - \Delta \cdot \cos \alpha}{H} = \frac{WT - \Delta \cdot \cos \alpha}{H} \cos \varphi_0.$$

实际上, 由于角 φ_0 和角 α 之值皆很小, 通常只取其近似值:
 $\cos \varphi_0 = 1$ 和 $\cos \alpha = 1$ 。因此, 求瞄准角和简略公式为

$$\tan \varphi = \frac{WT - \Delta}{H}.$$

此公式又可写成为:

$$\tan \varphi = \frac{WT}{H} - \frac{\Delta}{H}.$$

式中的 $\frac{WT}{H}$ 为不计退曳长之瞄准角的正切, 因此, 可以用

$\tan \varphi_0$ 表示, 而 $\frac{\Delta}{H}$ 为退曳角之正切, 即 $\tan \gamma_0$ 将这些值代入上式,

即得

$$\tan \varphi = \tan \varphi_0 - \tan \gamma_0.$$

因而

$$\tan \varphi_0 = \frac{WT}{H} = \frac{W}{\bar{T}},$$

而 $\frac{H}{T}$ 是炸弹落下的平均垂直速度 v_{cp} , 则

$$\tan \varphi_0 = \frac{W}{v_{cp}}$$

和

$$\tan \varphi = \frac{W}{v_{cp}} - \tan \gamma_0.$$

从表中可以查得 v_{cp} 与 $\tan \gamma$ 的值。因此, 要求出上式的结果, 必须设法求出 W 的值。

$\tan \varphi_6$ 可由下式求出（见图4）：

$$\tan \varphi_6 = \frac{KO_1}{OO_1} = \frac{\vartheta}{H}。$$

但因

$$\vartheta = J \cdot \sin \alpha \text{ 及 } \frac{J}{H} = \tan \gamma，$$

所以

$$\tan \varphi_6 = \tan \gamma \cdot \sin \alpha。$$

实际上，瞄准角用計风盤与計算尺算出，或从專用表中查出，或用瞄准具的計算机构求出；在最完善的瞄准具中，只要將轟炸諸元定在刻度盤上，瞄准角就能自动地求出来。

連續投彈时，应將連續投彈的修正量引入瞄准角，使連續投下的彈能均匀地散布在目标上。

在图5中的1、2、3、4和5諸点上进行連續投彈。如不考虑炸彈的散布，則在相同的时间間隔內，炸彈落到炸綫上的距离也彼此相等。这个距离叫做距离間隔，用*i*表示。根据目标的大小取定距离間隔的远近。連續投彈距离*l*等于各彈距离間隔的总和，即等于連續投

彈数*N*减一（*N*—1）

乘上距离間隔*i*：

$$l = (N-1)i。$$

从图5中可以看出，要使連續投彈距离的中心与目标中心重合，瞄准角 φ_c 应大于單投时的瞄准角。

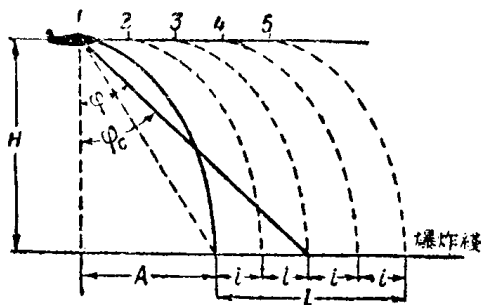


图5 連續投彈諸元

$$\tan \varphi_c = \frac{A + \frac{l}{2}}{H} \text{ 或 } \tan \varphi_c = \frac{WT - A + \frac{l}{2}}{H}。$$

瞄准具的連續投彈修正量，不是用特殊分划直接引入裝定的瞄准角中就是引入瞄准角的構成機構內。

利用瞄准具的觀測面傾斜機構自動構成 φ_0 角。

如果瞄准具沒有觀測面傾斜機構，則可利用下面簡單公式求出：

$$\varphi_0 = \gamma \cdot \alpha_0$$

此時，以全套瞄准具的傾斜來作為 φ_0 角，而角度值的讀數可在瞄准具的刻度鏡的橫綫上刻出分划。

因此，現有轟炸瞄准具解決瞄准問題的方法各有不同。

要會正確使用新式轟炸瞄准具，就必須首先研究瞄准具的計算機構，電傳動機構，光學及穩定器的構造與工作原理。

第二章 光学瞄准具

1 光学在瞄准具中的功用

进行轰炸时，必须观测地面，同时必须确定地标及目标本身的角度。

铅垂线与瞄准线所夹的角 β 叫做观测角（见图6）。

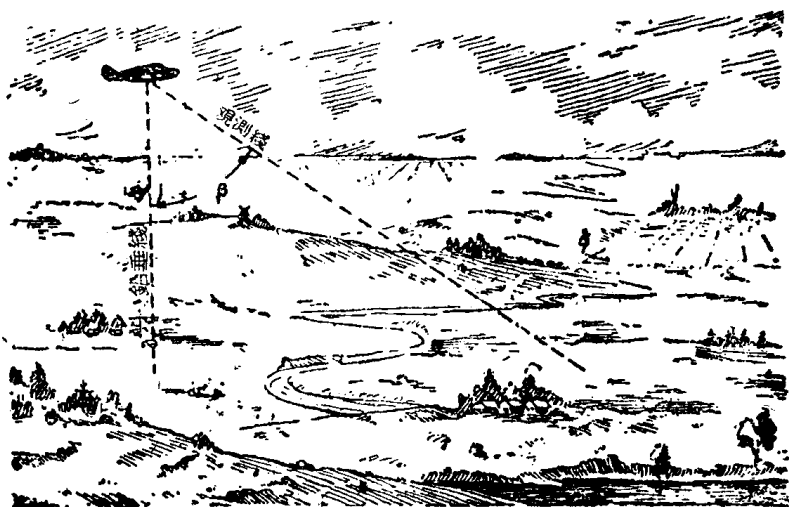


图6 观测角

机械瞄准具中的观测线是由相隔一段距离的两个准星或十字线来构成的（见图7）。移动准星可以改变观测角的大小。把下准星由位置2移到2'时，观测角增大成为 β_1 。把上准星从位置1移到1'时，观测角则减小而成为 β_2 。

将准星沿铅垂线移动或沿弧形尺移动，同样能改变观测角的大小。

使用机械瞄准具时，可以利用刻度作为观测角的读数，因准星能够沿着刻度尺移动。图8所示，即是根据刻度装定观测角的一种方法。

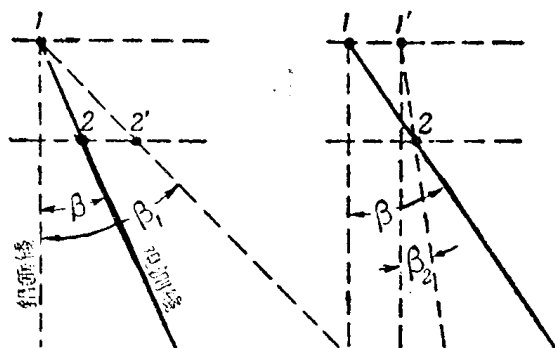


图7 观测角的变化

1—上准星的最初位置；2—下准星的最初位置；
1'—上准星移动后的位置；2'—下准星移动后的位置。

机械瞄准具的瞄准系统存在严重的缺点；第一因为准星和目标与瞄准手的眼睛相隔的距离不同，所以，由于眼睛的适应作用^①，瞄准手只能清晰地看到一个准星或一个目标。也就是说，观测的准确性不够，特别是以高空观测的准确性不够。

第二，利用机械瞄准具进行高空轰炸时最不容易发现小目标，在某些情况下，甚至找不到目标。

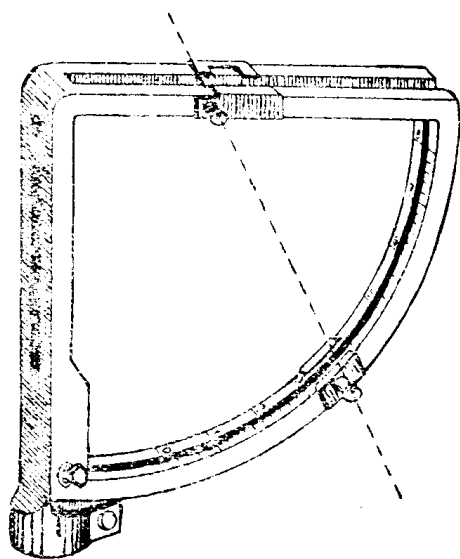


图8 根据刻度装定观测角

光学瞄准具则没有上述的缺点。光学瞄准具的光轴就是观测线，而目标和分划板的瞄准十字线可以利用光学系统在同一平面上来观察，此外，尚能利用瞄准具的望远系统，放大到需要的倍

① 靠改变水晶体的凸度，使目力适合一定的距离称为适应。

数，从高空进行观测。

因此，在轰炸瞄准具应用了光学系统之后，便能提高观测的准确性。

不过，必须注意，观测的准确性不仅决定于观测线的正确构成，而且也决定于由铅垂线至观测线间的观测角 β 的准确读数^①。

望远系统中的目标成象与分划镜上的瞄准十字线重合，而视准镜光学系统中的分划镜象则与目标平面重合。

地标象或十字镜象是根据几何光学定律，靠光学系统形成的。

2 几何光学的基本定律

只有本身能够发光的物体或是能将发光体的光反射出来的物体，是可见物体。

在同一介质中，光是直线传播的。光的传播方向叫做光线。

许多光线即组成光束，光束分为平行的，会聚的和发散的三种。

如果光线由一种透明的介质进入另一种透明的介质，或两种介质的光密度不同（即一为光密介质一为光疏介质）时，则光线的传播方向便在两种介质的界面上产生变化。一部分光线反射回去，而另一部分光线则在进入另一介质之后产生折射。

图9所示的 SO ，表示射到两种介质界面上的入射线， SO 表示被界面反射的反射线， ON 表示入射点的法线。

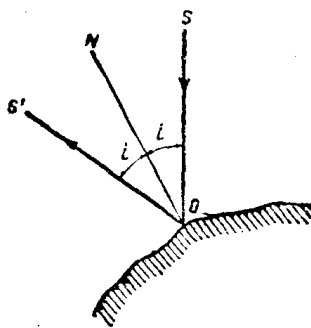


图9 光线的反射

^① 由铅垂线开始的角度读数，其正确性需要特种仪器及机构来保证。这个问题将在本书第六章中讨论。

入射綫和反射綫与法綫所成的角 i 叫做入射角和反射角。

入射綫与法綫所成的角 $\angle SON$ 叫做入射角,而法綫与反射綫所成的角 $\angle NOS'$ 叫做反射角。

射到界面前的光綫与反射后的光綫的方向应根据下面的反射定律来确定。

入射綫, 反射綫和由入射点所引的法綫都在同一平面內。入射角等于反射角。

粗糙表面由于与投射平行光束接触的各部份不平, 將平行光束反射到各个方面。

磨光的平面鏡表面由于与投射平行光束接触的各部份是平滑一致的, 于是仍反射成平行光束。

磨光平面鏡的反射叫做正反射或鏡反射。正反射是由平面鏡反射而得的。用任何材料做成經磨光后而成为能反射光綫的平板者, 則此平板即是我們所說的平面鏡。

根据反射定律, 將平面鏡置成与投射光束垂直的位置, 則可把光束循原方向反射回去。如將鏡面轉任一角 α (見图10), 則入射綫便与射点上的法綫構成角 α 。根据反射定律, 反射綫也与法綫構成角 α 。因此, 入射綫与反射綫間的夾角 $\angle SOS'$ 等于 2α 。

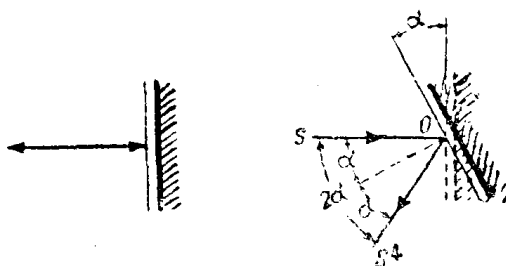


图10 旋轉平面鏡时反射綫方向的改变

綜合以上所述, 当把鏡轉一任意角度时, 反射綫对于入射綫所旋轉的角度, 等于平面鏡旋轉角度的二倍。

如鏡的旋轉軸垂直于入射綫, 則反射綫在鏡旋轉时便形成一平面。因为由反射定律知道, 如入射綫垂直于鏡面的旋轉軸, 則入射綫应在鏡旋轉时法綫所画出的平面內。所以, 反射綫亦应在此平面內。

若鏡面的旋轉軸不与入射綫垂直时, 則根据反射定律, 入射

綫，反射綫与旋轉軸应構成同样的角度。因此，当旋轉平面鏡时，这种不垂直于旋轉軸的入射綫的反射綫便構成一錐面。

如果將兩平行平面鏡放在光路上时，則入射綫便經過兩次反射后而与入射綫平行反射出去。若將兩平行平面鏡旋轉同一角度，則入射綫与反射綫仍保持平行。

如果將其中某一鏡面旋轉角 α ，則反射綫与此鏡面所成的角等于二鏡面所成夾角的2倍。从图11中可以看出，鏡面旋轉以后，光綫向方向2反射并与原方向1所構成的角度等于 2α 。这些在鏡面旋轉时光綫方向的变更情形是研究瞄准具光学系統工作原理的必要条件。

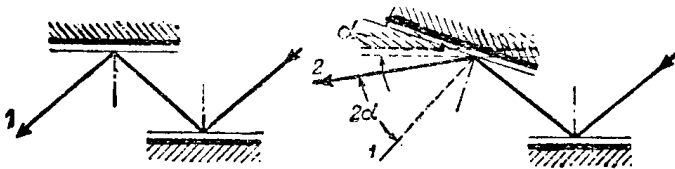


图11 由二鏡反射的光綫

如上所述，当光綫由一种透明的介質进到另一种透明的介質时，除了光的反射以外，还能产生光的折射。光綫在同一介質中是直綫傳播的，但光綫由一种介質进到另一种介質时，則要改变其傳播方向。因此，由一种介質进到另一种介質后的光綫便成折射綫的形狀（見图12）。光的折射是根据下面定律产生的：

入射綫，折射綫及通过入射点垂直于二介質的分界面的法綫位于同一平面內。

不管入射角怎样变更，入射角的正弦与折射角的正弦之比，是对于所給的兩種介質來說是一个常数。

如图12所示，入射角和反射角都用 i 表示，而折射角則用 i' 表示；根据折射定律得：

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = n,$$

n ——第二种介質对于第一种介質的折射率。

任一介質对于真空的折射率叫做該介質的绝对折射率。因空气的绝对折射率为1.00029，所以任一介質的绝对折射率实用上可