射擊歸零判定之理論探討

高中教師組數學第二名

省立龍潭高級農工職業學校　　　　作　者：鍾　朝　俊

一、前　　言：

射擊中的成績，通常是以實際彈着點與靶心的距離爲準，距離愈近則成績愈佳反之則劣。

每一個射擊手都以靶心爲瞄準目標，但是其實際彈着點却常與靶心之間造成某種程度的差距，這種差距的存在，主要由下列三類因素所造成。

(一)槍支的機械因素——如發射强力、槍支精密度、表尺的精密度等。

(二)射擊者本身因素——如射擊要領的把握、本身瞄準能力、心理狀態等。

(三)環境因素——如靶場設備、風速、氣壓、能見度等。

由於影響射擊的因素很多，即使再優秀的射擊手也無法絕對控制這麼多的因素，所以常使彈着點與瞄準目標點無法重合，造成某些差距，如果再將以上的因素分析一下，可發現有些由於這些因素所造成的靶心與彈着點的差距是可以由表尺和射擊要領修正的，但是不管如何修正，仍常出現某種程度的差異現象，而且這些差異是變動性的，因此這些因素事實上又可分屬於可修正因素和不可修正因素兩部分，前者也可以說是異常原因變動，而後者又包括射擊能力以及偶然因素。射擊能力是可以學習改進的，而偶然因素則無法改進也無法修正，而必須容忍其存在，以公式表示如下：

靶心與彈着點的距離＝射擊能力＋可修正因素（異常因素變動）＋偶然因素變動。

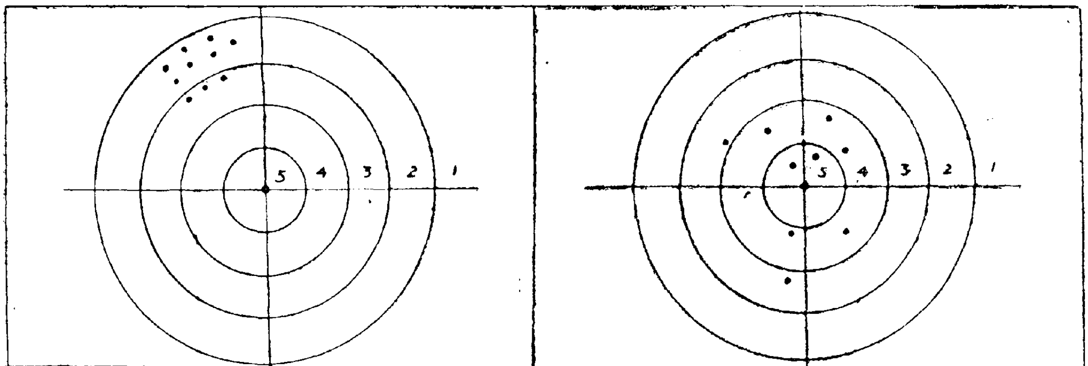
二、彈着羣的統計意義：

在靶上呈現的彈着羣，如果是同一人以同一要領使用同一槍支，而其測定值是彈着點與靶心的距離，屬於計量值，所以其彈着羣體一定爲常態分配。

就一個彈着羣來說，其射擊的成績與彈着羣的誤差現象有密切的關係，誤差現象可分正確度與精密度二種：㈠就彈着羣來說正確度可以彈着羣的平均值 u 和靶心 T_0 的距離來表示，正確度可由槍的尺度的調整而改進，但因爲仍含有偶然變動的因素，所以無法完全正確調整，在精密度相同的情況下，正確度愈大則射擊成績愈佳，反之則劣，正確度就是本報告所研討的重心。㈡一個彈着羣就其所佔的範圍而言，如以同一正確度來說，範圍愈小則射擊成績愈佳，通常這種精密度是以標準差 σ 來表示的，σ 可以代表一個人的射擊能力，這種射擊能力可由教練的指導射擊要領，以及射擊訓練而獲得改善。

三、歸零的意義：

歸零主要是先調整槍支表尺，與射擊姿式，使射擊的彈着羣的正確度到最大的程度確實歸零後對要求在精密度的射擊的訓練才有意義。因爲如果在正確度不良的情況下進行射擊訓練是完全不可能的，因爲如正確度不良則射擊結果表示的成績並不是眞正的成績。



正確度　劣	正確度　佳
精密度　佳	精密度　劣
能力強但出現成績差	能力弱但出現成績好

總之歸零的意義就是以槍支表尺或射擊要領，爲工具調整彈

着羣的正確度。使前述可修正因素的部份加以修正，而使射擊瞄準的異常因素降到最小的程度。

四、本報告主旨：

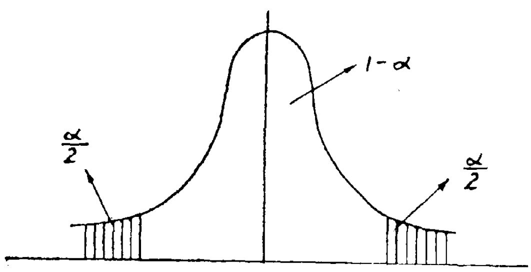
由前節歸零的意義中知道，歸零的可修正尺度是無法單獨表示的，只能與其他因素共同以靶心與彈着點的距離爲表尺度，這是歸零最困難的障礙，本報告即是在於研究如何來確定異常因素的量，使可修正因素得以調整，即是說在歸零之後仍然允許射擊能力的變異以及偶然因素的變異的存在的前提。

五、歸零判定的理論：

(一)統計上射擊彈着點是屬於二變數常態分配（ Biovariate homong distribution ）表尺的調整也是分爲上下與左右兩方向調整，所以我們將兩項變數分別討論，將靶以靶心爲原心（ $T_o = 0$ ）利用原有25碼標準歸零靶紙，y 軸由原心 T_o 向右爲正向左爲負，而 x 軸由原心 T_o 向上爲正向下爲負，援原靶紙 y 軸有12格，由 $-6 \sim +6$，而 x 軸有16格由 $-8 \sim +8$。

(二)設定 α（冒險率）

通常 α 之水準都是定爲1%或5%，但此歸零經實際採用後發現，此射擊歸零與一般檢定不同，射擊歸零對正確度的要求較高，而對信度的要求較寬，因爲這種射擊歸零原目的就是修正正確度，如果冒險率太小，相對的正確度的寬域區間($1-\alpha$)就變小了，即是說冒險率放寬則檢定後的正確度也增高了。



本報告所設定冒險率 $\alpha = 20\%$。

(三)樣本數 n 的確定：

統計學上：精密度通常以標準差 σ 來表示。標準靶紙 x 軸有16

格，y 軸有12格，因不中靶不取樣，而原設計靶紙之規格應該是大多數都能中靶的構想。所以本報告設定規格範圍

$R_v=16 \quad \therefore \sigma=\frac{R_v}{6}=\frac{16}{8}=2$ 因爲標準靶紙中心的半人形圖縱橫各四格，取半除 2 爲 2 格。所以檢定的允許差$\triangle\mu$小於 2，即$\triangle\mu=u-T_0=\mu\leqq 2$。

現在由以上數據來計算，取 n = 3 ， n = 6 ， n =10來計算其檢出力而確定其 n 值多少較適當。

(1) $n=3 \qquad \sigma=2 \quad \triangle\mu=2$

$$\mu(\beta)=\frac{\triangle\mu}{\sigma/\sqrt{n}}-u\left(\frac{\alpha}{2}\right)=\frac{\triangle\mu}{\sigma/\sqrt{n}}-u(0.1)$$

$$=1.73-1.28=0.45$$

$\mu(\beta)=0.45 \quad \beta=0.3264 \quad 1-\beta=67.4\%$

(2) $n=6 \quad \sigma=2 \quad \triangle\mu=2$

則 $u(\beta)=\frac{\triangle\mu}{\sigma/\sqrt{n}}-u\left(\frac{\alpha}{2}\right)=2.44-1.28=1.16$

$\beta=0.123 \quad 1-\beta=87.7\%$

(3) $n=10 \quad \sigma=2 \quad \triangle 2=2$

$$u(\beta)=\frac{\triangle\mu}{\sigma/\sqrt{n}}-u\left(\frac{\alpha}{2}\right)=3.6-1.28=2.32$$

$\beta=0.0102 \quad 1-\beta=98.98\%$

由以上數據看，如果 n = 3 ，測檢出力$(1-\beta)$爲67.4%，n =6則檢出力爲87.7%，n =10，測檢出力爲98.98%，這種檢出力來看67.4%似乎不夠而 98.98%又似乎過度。所以還是選 n = 6 較理想。

(4)檢定方式：

條件設定爲H_0：　$\overline{x}=T_0$(靶心)

H_1　$\overline{x}\neq T_0$

冒險率α左爲20%，σ未知，$n=6$　平均彈着點$\overline{C}$

由以上條件而檢定母平均與基準值($T_0=0$)的差。

因爲σ未知故須利用七分配作爲統計量。

$$t_0=\frac{|\overline{c}-T_0|}{\sqrt{V}/\sqrt{n}}=\frac{|\overline{c}|}{\sqrt{S/(n-1)}/\sqrt{n}}$$

$$t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)=1.1576\ 。$$

作t_0與$t(\phi\ \alpha/2)$的比較　如果$t_0\geq t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)$時承認$H_1$否定$H_0$

如果$t_0<t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)$時不能否定$H_0$

(5)統計量t_0的簡化：

因爲$T_0=0$　$n=6$已固定$S=\Sigma x^2-\frac{(\Sigma x)^2}{6}$可簡化$t_0$公式爲

$$t_0=\frac{|\overline{c}|}{\sqrt{s/5}\ /\ \sqrt{6}}=\frac{|\overline{c}|}{\sqrt{\Sigma x^2-(\Sigma x)^2/6}}\times 5.47$$

此t_0的值主要是爲了與$t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)$作比較，因爲不等式

雙方同除一正數，其以等符號不變。所以

$$\frac{t_0}{5.47} \geqq \frac{t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)}{5.47}$$ 時仍承認H_1否定H_0

$$\frac{t_0}{5.47} < \frac{t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)}{5.47}$$ 時仍不能否定H_0

$$\frac{t\left(\phi\frac{\alpha}{2}\right)}{5.47} = \frac{1.476}{5.47} = 0.269$$

六、歸零判定的實施：

(一)試射靶場：中壢市宵裏靶場。

(二)使用25碼歸零靶紙（如附件由桃園縣救國團提供）。

(三)槍支使用三〇步槍六發一次裝塡（由桃園縣救國團提供）。

(四)臥姿。

(五)記錄表設計（如附表）。

(六)歸零記錄表使用說明。

歸零每次六發，如果中靶數不足則無法應用本表，其歸零方式另案研究，本方法只判定是否歸零完成，鑑定射擊如果又需要承認對立假設則需要重新歸零與$t_0 \geqq 0.269$情況相同，被判定重新歸零則按射擊表尺修正要領，將射擊彈着羣平均$\bar{c}$爲 基準 移向靶心T_0。

七、結論：

這種歸零的判定是一種統計的判定，也是一種科學的判定，過去的判定都是主觀的直覺判定而無理論根據，所以如果遇到σ較大的數據則各人有各人的判定標準。本報告的判定方法，在設定的冒險率的水準下，任何人的判定都是相同的。

但是使用者也必須瞭解此種歸零的統計判斷，必須是在設定的冒險率的前提下使用，所以仍含有錯誤存在的可能，就前面所設定的條件下如果判定需要重新歸零則存在有20%的可能錯誤，反過來說如果判定歸零完畢則有12.3%的可能錯誤。

八、謝誌：

龍潭農工呂校長在精神與行動之鼓勵。

先鋒品管研究會研討修正內容。

桃園縣救國團提供射擊工具與靶場。

龍潭農工黃教官曹教官射擊資料提供。

桃園高中任教官射擊現場之協助。

本報告完成承蒙上列長官同事會有及團體之協助，謹致最深切的謝意。

九、參考資料：

鍾朝嵩：品質管制P基本統計方法，先鋒企業管理發展中心 1975

鍾朝嵩：品質管制（之）管制圖，先鋒企業管理發展中心

鍾朝嵩：有關計量值特性以初品檢驗達成品質保證之研究現場與管理第二卷第十一期 1974 PP. 1～7

鍾朝嵩、歐政雄、李文星：有關計量值特性之委外加工入廠檢驗之研究現場與管理第三卷第一期 1976 PP. 16～26

汪永祺：現在統計學　大中國圖書公司　1967

郭祖超：醫學與生物統計方法　正中書局　1962

陳超塵：統計學原理　1969

M—S A. M. φ F. A. Graylill Introduction to the Theory of Statistics 1965

Freund J. E. Mathematic Statistics 1962

Hoal P. G. Elementary Statistics 1966

岩原倍九郎　教育と心理のとめの推計學　日本文化科學社1965