

doi: 10.7690/bgzdh.2020.07.007

一种实弹射击考核评判系统

殷少锋, 郑献民, 郑 锴, 林宏旭, 陈顺利
(中国人民解放军 32146 部队, 河南 焦作 454100)

摘要: 为解决实弹射击评判手工作业存在效率低、图解慢、失误多、保障难等问题, 设计并实现一套实弹射击实时自动精确评判系统。根据系统的功能需求, 提出总体设计思路, 搭建系统工作的硬件环境, 明确系统软件基本模块的组成和功能, 并给出实现途径。实验结果表明: 系统设计符合应用需求, 具有较强的可行性、实用性和可靠性。

关键词: 实弹射击; 评判系统; 炸点图解; 数据库

中图分类号: TJ410.2 **文献标志码:** A

A Judgment System for Live Firing Assessment

Yin Shaofeng, Zheng Xianmin, Zheng Kai, Lin Hongxu, Chen Shunli
(No. 32146 Unit of PLA, Jiaozuo 454100, China)

Abstract: In order to solve many inconveniences and contradictions such as low efficiency, slow diagram, many mistakes, difficult support and so on in the manual operation of live firing judgment, this paper designs and implements a set of real-time and accurate automatic evaluation system for firing practice. According to the functional requirements of the system, the overall design idea is put forward, the hardware environment of the system is built, the composition and function of the basic modules of the system software are defined, and the implementation approach is given. The test results show that the system design meets the application requirements and has strong feasibility, practicability and reliability.

Keywords: live firing practice; judgment system; burst point diagram; database

0 引言

实弹射击考核是火力单位年度训练的一个重要环节, 是检验射击分队训练效果的常用方法。采用传统手工作业对射击考核结果进行评判, 存在作业速度慢、图解精度低、出错概率高和保障难度大等突出问题。指挥信息系统的应用虽然极大地提高了射击指挥自动化作业水平, 但是在实弹射击训练考核结果评判方面却存在部分功能缺失的问题。在实弹射击考核评判野外作业环境复杂、节奏紧张的情况下, 设计一套实弹射击实时精确自动评判系统, 作为指挥信息系统的功能补充, 将有助于解决实弹射击考核结果评判中存在的一系列问题。其评判结果不仅可以作为分析和考核的依据, 必要时也可直接用以射击校正^[1]。

1 总体方案

1.1 功能需求

根据实弹射击考核结果评判作业实际需要, 确定评判系统功能需求如下:

1) 数据处理。能存储实弹射击考核评判相关的射表、阵地、目标、炸点、评判结果等数据; 能实

现相关数据的一键检索和录入; 能在远程自动接收和手动录入 2 种模式下完成炸点数据采集; 能在计算前自动完成数据完整性检查。

2) 结果评判。能根据相关数据计算得出炸点偏差量, 自动对照评判规则得出射击考核评判结果。

3) 炸点图解。能自动读取评判结果相关信息, 绘制相应的坐标系和合格标准区域, 将阵地、观察所、目标和炸点等要素进行图解。

4) 文本通信。能在服务器和各终端间实现相互呼叫、发送和接收文本信息, 以对话框形式实现即时通信。

1.2 设计思路

依托现有指挥信息系统或单独配置服务器、终端计算机、野战网络传输设备及打印设备, 搭建评判系统硬件工作环境。开发评判系统服务端和客户端应用程序, 根据权限完成不同作业任务。服务端用于指挥所作业, 完成数据管理、计算评判、炸点图解、成绩打印等主要任务; 客户端用于观察所作业, 通过信息传输网络访问服务端, 完成实弹射击相关的射击单位、炮号、炮种、装药、射击方法、

收稿日期: 2020-02-29; 修回日期: 2020-04-18

作者简介: 殷少锋(1981—), 男, 河南人, 硕士, 高级工程师, 从事炮兵侦察技术研究。E-mail: yinsf366@sohu.com。

炸点等信息的采集上报任务，同时可实时对射击考核评判结果进行接收和浏览；在服务端和客户端应用程序中嵌入文本通信模块，实现文本通信功能，作为野战通信辅助手段。系统结构如图 1。

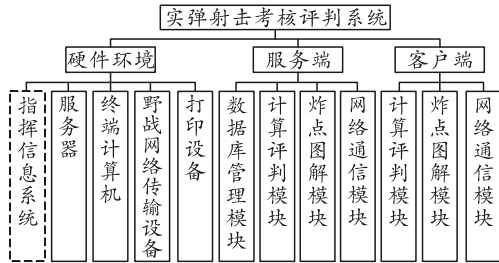


图 1 系统结构

2 硬件工作环境

硬件工作环境主要由服务器、终端计算机、野战网络传输设备和打印终端等构成，各设备通过野战通信网络或单独配置的有线通信网络联为一体。单独配置信息网络传输环境时，由交换机、以太网远传设备、野战被复线等构成星形拓扑，以有线方式实现信息交互。其网络结构如图 2。

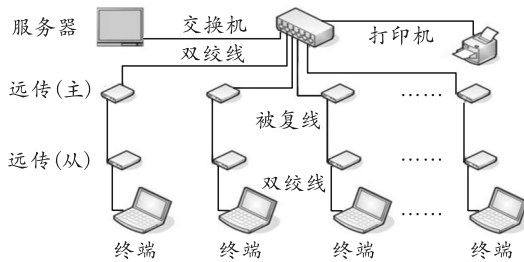


图 2 评判系统网络结构

3 软件设计

系统软件设计的要求是：数据库可独立存在并能被各终端访问，确保数据的一致性；参数装定、数据接收、计算评判、炸点图解均可一键完成，保证操作的便捷性；能自动判别数据是否完整或合理，提高系统的智能性；具备通信网络检测和自动回报功能，增强通信的可靠性。

3.1 数据库管理模块

数据库是连接面向对象的分析、设计以及编程三者之间的纽带^[2]，基本框架可在软件设计时确定，而其完整性则可在软件开发过程中被不断完善。创建数据库时，要包含距离和方向公偏表、阵地数据表、目标数据表、评判结果数据表 and 用户网络 IP 地址表等表格。

3.1.1 距离和方向公偏表

距离和方向公偏表是一系列距离公偏和方向公

偏数据表的统称，要参照射表针对不同炮种和不同装药号分别建立数据表。比如，针对 1××毫米加农榴弹炮，要分别建立全号装药数据表(1××0)、1号装药数据表(1××1)、2号装药数据表(1××2)、3号装药数据表(1××3)、4号装药数据表(1××4)、5号装药数据表(1××5)等。同理，针对 1××毫米榴弹炮、1××毫米加农炮等系统适用对象，也要分别建立不同装药所对应的数据表。如表 1 所示，不同的距离和方向公偏数据表，其基本结构一致，均包含序号、射击距离、距离公偏和方向公偏等列，各列的数据类型根据需要合理确定。各数据项可从射表中查得。

表 1 1××0 数据

序号 <i>i</i>	射击距离 <i>D</i> /m	距离公偏 Δd /m	方向公偏 Δf /m
1	200	18.0	0.1
2	300	17.5	0.1
3	400	17.0	0.1
⋮	⋮	⋮	⋮

3.1.2 阵地数据表

阵地数据主要包括射击单位、炮号、炮种、阵地纵坐标 *X*、阵地横坐标 *Y* 和基准射向等。为防止出现距离计算错误，阵地坐标应采用高斯直角全坐标格式。系统应用程序可根据射击单位和炮号，自动完成阵地数据信息的检索和读取。

3.1.3 目标数据表

目标数据表由目标编号、目标性质、目标纵坐标 *X* 和目标横坐标 *Y* 等列组成。系统应用程序根据目标编号自动检索和装填目标信息。目标性质是为增强目标选择操作的可靠性，防止目标选择错误而设定的文字描述。同样，目标坐标采用高斯全坐标格式表示。

3.1.4 评判结果数据表

计算评判完成后，应用程序自动将评判过程中涉及的相关数据，以作业记录条的形式，统一存储在评判结果数据表中，供后续调阅、回放、汇总、排序等操作使用。该数据表既要包含当前作业的阵地数据、目标数据、决定射击开始诸元方法、发射方法、炸点坐标等计算条件相关数据，又要包含 PM 距离、PM 方向、目炸距离、距离偏差、方向偏差、命中距离评判标准、命中方向评判标准、评判结果、作业时间等计算结果数据。

3.1.5 用户网络 IP 地址表

该表包含系统终端用户单位、IP 地址 2 个数据

列，是依据通信计划设定的通信录，在通信时可根据需要一键选择。

3.2 计算评判模块

计算评判模块是系统软件的核心部分，其任务是在系统接收到炸点信息后，按设定的考核评判规则对炸点进行解算，得出评判结论。

3.2.1 评判方法

单炮射击评判结果根据炮种、弹种、装药号、射击方法、阵地坐标、目标坐标、炸点偏差以及射表中距离公偏和方向公偏综合确定。

首先由阵地和目标坐标确定射击距离 D_{pm} 和炮目方向 F_{pm} ：

$$D_{pm} = \sqrt{(X_m - X_p)^2 + (Y_m - Y_p)^2}; \quad (1)$$

$$F_{pm} = 2\pi + \tan^{-1} \frac{Y_m - Y_p}{X_m - X_p}. \quad (2)$$

然后根据炮种、装药和射距离 D_{pm} 由系统自动检索数据库，查找相关数据后计算得出距离公偏 Δd 和方向公偏 Δf ，并由此确定考核标准命中长 L 和命中宽 W 。其中：

$$L = M\Delta d; \quad (3)$$

$$W = N\Delta f. \quad (4)$$

如表 2, M 和 N 根据射击类型和射击方法确定。

表 2 射击考核命中长宽系数对照

射击类型	射击方法	M	N
Y 射击	JY 法	4.0	16
Y 射击	JM 法	3.0	9
Y 射击	CG 法	3.0	9
L 射击	JY 法	3.5	14
L 射击	JM 法	2.5	8
L 射击	CG 法	2.5	8

同理，可由炸点坐标和目标坐标确定炸目距离 D_{zm} 和炸目方向 F_{zm} ，进而求出炸点距离偏差 ΔD 和方向偏差 ΔF 。其中：

$$\Delta D = D_{zm} \cos(F_{mz} - F_{pm}); \quad (5)$$

$$\Delta F = D_{zm} \sin(F_{mz} - F_{pm}). \quad (6)$$

由以上数据可得出评判结果：如果 $\Delta D \leq L$ 且 $\Delta F \leq W$ ，则射击成绩合格；否，则为不合格。

齐射以弹群中心为依据进行评判，根据大纲中明确的评判方法，建立相应的弹群覆盖率算法模型。当弹群覆盖率不低于 50% 时，判定成绩为合格，否则为不合格。软件运行和计算结果如图 3。



图 3 软件运行效果

3.2.2 算法流程

软件启动后，从数据库中读取相关的成绩评定准备数据，等待接收炸点信息。获取炸点数据后，首先计算 PM 距离及炸点偏差量，再进行炮种和装药判断，根据判断结果检索相应的数据表，获取对应的距离公偏和方向公偏数据；然后再判断射击方式和射击指挥方法，根据判断结果进入相应的评定标准计算程序，确定合格标准。判断流程结束后，将炸点偏差量与评定标准进行对比，即可给出评判等级^[3]，完成本轮射击成绩评定。如果射击结束，则退出程序；否，则进入新一轮成绩评定。接收炸点前的准备工作可一键选择，接收炸点后的工作由如图 4 所示程序自动完成。

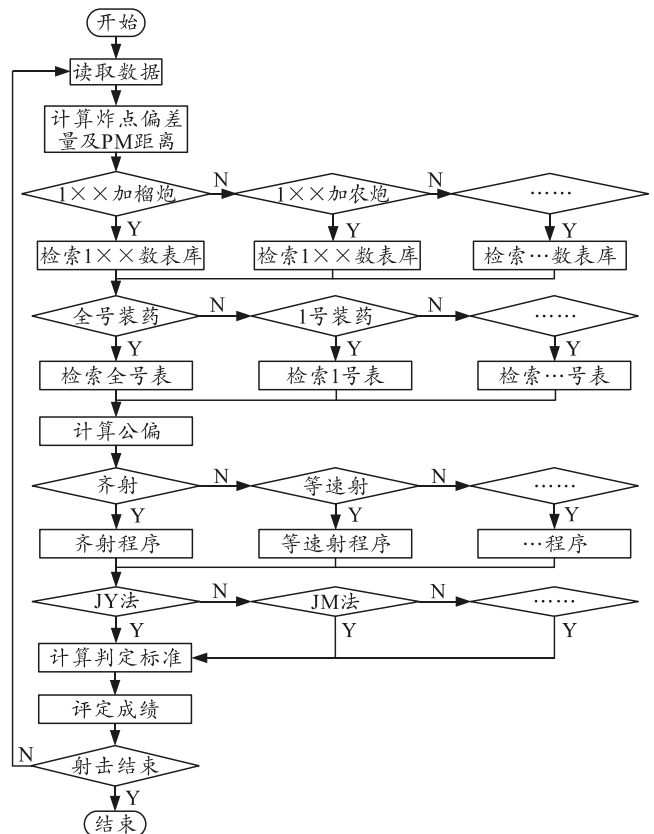


图 4 计算评判算法流程

3.3 炸点图解模块

为增强评定结果的直观性,系统读取评判结果数据表中相关数据,调用图形处理插件,以炸点图解的形式一键绘制检验图。

系统嵌入了 DynamicDataDisplay 绘图插件,并对其 ChartPlotter 控件相关函数进行重载,使得系统方便拓展、易于维护^[4]。图解炸点时,系统首先根据炮目方向,调用 AddLineGraph()函数,绘制以目标位置为原点、以炮目方向为纵轴向的炸点偏差坐标系,并根据炮目方向将其进行逆时针旋转得到高斯平面直角坐标系。其次在炸点偏差坐标系上,根据射击结果评判标准,调用 Rect 类相关函数,绘制评判标准区域边界框。最后,再根据相关坐标信息和坐标系旋转关系,将目标点、炮阵地、炮日线、观察所、观目线和炸点等要素用不同颜色绘制于检验图上,同时加上相应文字注记。如图 5,射击考核对应的单位、时间、目标、射击次数、评判结果等信息显示于两侧控制栏内。

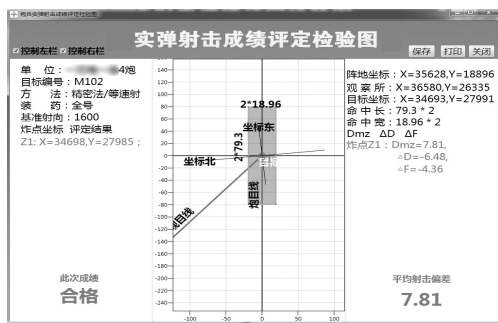


图 5 炸点图解检验

在炸点图解模块中添加鼠标响应函数,实现对检验图的浏览、缩放和漫游,以提升评判系统的用户体验。生成检验图后,根据需要可将结果另存为 JPG、BMP 等格式的图形文件,或点击打印生成纸质文件留档备案。

3.4 网络通信模块

网络通信模块主要解决评判过程中数据发送与

接收问题、报文通信问题和通信呼叫问题。系统利用 TcpListener 类的特定事件和方法,指定 IP 地址和专用端口号,实现服务器和终端间的数据通信。系统软件初始化时,创建 TcpListener 类的实例和通信专用工作线程,并在主窗口登录过程中启动监听程序,随时接收通信数据。系统采用“头文字”+“通信数据”的报文格式,前 4 个字节为报文头文字,后面为实质数据信息,最大容量为 8 096 字节。另外,系统采用事件触发的通信模式^[5],在系统启动时,主线程创建 Timer 类的实例,每隔 1 s 在 Tick 触发事件中对通信接收报文进行一次检索。系统检索到新报文后,首先读取头文字并识别区分,再读取数据内容,尔后根据区分结果对数据进行处置,完成炸点信息接收、报文通信、呼叫提醒等响应。响应完成后,系统清空通信报文接收字符数组,以便系统接收和识别新报文。

4 结束语

系统研制完成后,已在多家单位年度实弹射击考核中得到应用。结果表明:该系统操作简单、实时性强、评判结果准确、图解精确直观,能较好地改善炮兵实弹射击考核评判作业现状,改进了炮兵实弹射击考核成绩评定保障手段,也为其他装备的保障训练和考核提供了良好的借鉴。

参考文献:

- [1] 刘永鸿,张文红.一种高炮武器系统射击准备精度综合检测方法[J].兵工自动化,2011,30(6):1-2.
- [2] 赵建平,赵建辉,顾培,等.一种基于数据库和面向对象的软件复用技术[J].兵工自动化,2011,30(8):92-96.
- [3] 骆祺,廖瑞.基于熵权模糊评判的自行火炮作战效能评估[J].兵工自动化,2012,31(5):39-41.
- [4] 尚伟,田瑞丽,白洁,等.基于插件技术的图形标绘软件设计[J].计算机与网络,2010(3):95-97.
- [5] 陈基昕,王忠,赵锦宇.导弹侧发控系统 CAN 通信协议的设计与实现[J].兵工自动化,2018,37(10):17-23.