

# 美国M60A3坦克火控系统

国别	美国
名称	M60A3坦克火控系统 M60A3 Tank Fire Control System
研制单位	休斯飞机公司 Hughes Aircraft Co., US
生产单位	休斯飞机公司、科尔斯曼仪表公司 Hughes Aircraft Co., US Kollsman Instrument Co., US
现状	完成生产计划
装备情况	M60A3坦克

## 概述

M60A3坦克是M60A1坦克的改进型，主要在火控系统方面采用了休斯飞机公司研制的LTFCS坦克火控系统。LTFCS系英文Laser Tank Fire Control System的缩写，意为激光坦克火控系统。综合式坦克火控系统(Integrated Tank Fire Control System)是其又一名称。该系统用AN/VVG-2型红宝石激光测距仪代替了M60A1坦克的M17型合像式光学测距仪；用M21型全求解的电子模拟和数字混合式全固态计算机代替了M60A1坦克的M16型电子模拟式计算机，从而提高了测距精度、计算精度和可靠性，缩小了体积，并且可以自动计算运动目标的提前量。上述改进的结果，使M60A3坦克能以较高的首发命中率射击固定和运动目标。

该火控系统的进一步改时包括配用炮口校正传感器，将原来的红宝石激光测距仪改为Nd:YAG激光测距仪。

## 系统组成

### 1. 观瞄设备

(1) 炮长昼/夜瞄准镜 1979年中期以前，M60A3坦克采用M35E1型微光潜望式昼/夜瞄准镜，此后该瞄准镜为AN/VSG-2型热成像瞄准镜所代替。

该热成像瞄准镜由得克萨斯仪器公司(Texas Instruments Inc.)研制，能在昼夜和恶劣的气象条件下使用，并能透过烟雾和伪装，最大作用距离达2000m。

热成像瞄准镜采用低速并行扫描、光学多路传输和发光二极管显示，部分组件与M1坦克的热成像瞄准镜通用。它有1×的昼间观察通道、8×的昼间瞄准通道和8×的热成像夜视通道3条光路。主要部件有头部和支架、炮长用显示器、车长用显示器以及电源转换器。头部和支架固定在炮塔上，露出部分有防护罩防护。炮长用显示器采用液晶显示。为了使车长也能看到炮长瞄准镜中的图像，在该热成像瞄准镜上装了1个光学肘管，延伸到车长瞄准镜处。

(2) 车长激光测距瞄准镜 车长使用的AN/VVG-2型激光测距瞄准镜由红宝石激光发射接收机、光学系统、车长控制面板和电子装置组成。激光瞄准镜的望远式光学系统采用变倍物镜，搜索目标时用低倍率(6×)、大视场(10°)；瞄准和测距时用高倍率(12×)、小视场(5°)。因为车长激光瞄准镜的光轴与炮长瞄准镜的光轴准直，激光瞄准镜有一遥控开关安装在炮长操纵手柄上，因此炮长或车长都能直接发射激光和测量目标距离。该激光测距瞄准镜采用红宝石激光器，用光电倍增管接收，体积大，重量重、耗能多，并且发射波长0.69μm的可见红光，不易于隐蔽，属于性能已落后的第一代激光测距仪。

### 2. 火控计算机及其外围设备

采用M21型全固态电子计算机是一个模拟和数字混合的计算机，以模拟的方式处理信息，基本上是一个模拟机，但有存储能力，并且可以预编程序。炮长或车长可以在计算机的不同存储单元中存储6种不同弹种的弹道。计算机中模拟部件全部采用电子模拟部件，如时间分割式乘法器等。电子线路采用集成电路，使计算机全部固态化，从而减小了计算机的体积、重量、提高了计算精度和可靠性。计

算机的平均无故障间隔时间为2000h。

M21计算机是一种全求解的弹道计算机，它乍动接收自动输入的距离、目标角速度、炮耳轴倾斜和横风信息以及手动输入的气温、气压和弹种信息。除上述参数外，火控计算机还能对炮膛磨损、瞄准视差进行修正。经计算后的高低向弹道修正传送给瞄准角调节器，并以电信号的形式传送给火炮控制系统，而方位向的弹道修正以电信号的形式传送给炮长瞄准镜的分划投影装置和车长瞄准镜的分划投影装置。计算机内装有自检电路，可监视计算机的工作并检测火控系统各部件的故障。

火控计算机的外围设备有：

(1) 炮长控制装置 这是炮长手动向计算机输入信息的主要装置。炮长通过此装置可选择计算机的工作方式和4种不同弹种，手动输入弹道修正参数，并使计算机进入自检状态。控制装置面板的上半部有3个手动输入旋钮和一排自检指示灯。3个旋钮用来手动输入气温、海拔高度(气压)、距离(需要时)。自检指示灯用来指示系统故障情况，当绿灯亮时指示炮长控制装置出现故障；红灯亮时指示坦克火控系统出现故障；橙色灯亮时指示坦克火控系统可能照常工作，但精度较低。这种带自检指示灯的自检系统，减轻了炮长检查系统故障的工作负担。控制装置面板的下半部(通常盖着)装有各种旋钮和开关，用来校准瞄准镜的光轴，归零，手动输入横风(如果需要)以及从6种没弹种中选择4种。

(2) 弹种选择装置 车、炮长各配1个，可供从脱壳穿甲弹、破甲弹、碎甲弹或黄磷烟幕弹、榴霰弹中选择一种火炮装填的弹种。还可供选择坦克的射击方式(静止或行进间射击)。

(3) 分划投影装置 车、炮长各配1个，与瞄准镜配套使用，根据计算机输出的电信号，自动调整分划的位置，给出对目标射击的适当提前量。安装了自带分划系统的AN/VSG-2型热瞄准镜后，可不必配用此装置。

(4) 输出装置 将M21计算机计算出的瞄准信息转换成机械量(模拟量)信息，用来精确控制火炮相对于瞄准线抬高的角度。

### 3. 修理量传感器

火控系统目前配有自动测量目标角速度、炮耳轴倾斜、横风速度3个自动弹道修正传感器，数据自动输入M21计算机。

(1) 目标角速度传感器 当本坦克不动时，用测量速电机测量跟踪运动目标的角度。当本坦克运动时，则转接为由火炮系统的陀螺提供目标角速度信号。

(2) 横风传感器 此传感器为一热线式风速计。为防止炮塔周围空气涡流的影响并防止坦克遇到低洼地面和河沟时损坏传感器，它高于炮塔弹性地安装在车体外。M21计算机中的电路能够连续接收该传感器的输出。当传感器发生故障时，横风速度可由炮长通过炮长控制装置手动输入M21计算机。

(3) 炮耳轴倾斜传感器 自动输入计算机进行弹道修正计算。

(4) 炮口校正传感器 通过炮口附近安装的反射镜和炮塔上的光源，与坦克瞄准镜的光学系统配合使用，可在车内随时检查火炮轴线与瞄准线的校准情况并予修正。这一传感器目前尚未安装。

### 4. 火炮稳定和伺服系统

M60A3坦克配有火炮双向稳定器，炮塔可在15s内完成360° 旋转。

## 原理与特点

该火控系统是典型的分划扰动式坦克火控系统，炮长瞄准镜和车长激光瞄准镜与火炮机械连接，随动于火炮。瞄准分划的偏移由M21计算机控制，此后由炮长通过手控装置控制火炮伺服系统再次瞄准目标。这种扰动式的系统反应慢，从发现目标到火炮射击需15s。

该火控系统是一种综合坦克火控系统，采用的全求解弹道计算机在弹道计算中计算了多种弹道参数对弹道的修正，其中很多参数是用传感器精确测定的，因而坦克静止状态射击固定目标或运动目标时有较高的首发命中率。

## 性能数据

测距范围	200~5000m
距离分辨力	20m
测距精度	±10m
目标角速度	0~50mrad/s
倾角	±15°
横风	
自动输入	0~18m/s

手动输入	0~25m/s
气温	-54~+52℃
海拔高度	-200~+3000m
计算机的平均无故障间隔时间	2000h
热成像瞄准镜视距	
一般	1200m
最大	2000m
首发命中率	
(2000m射程对固定目标)	90%
发现目标到火炮射击的时间	不超过15s