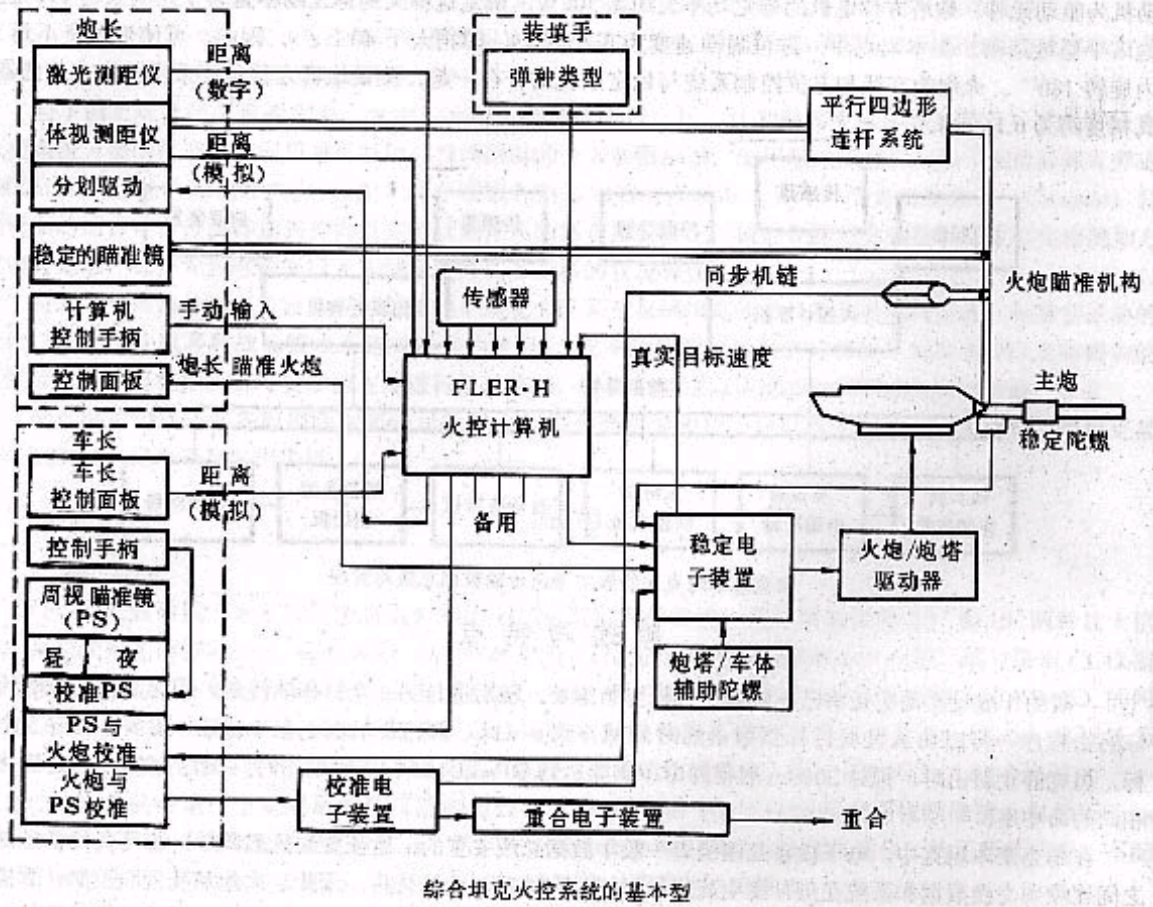


联邦德国综合坦克火控系统

国别	联邦德国
名称	综合坦克火控系统 Integrated Tank Fire Control System
研制单位	通用电气德律风根公司 AEG-Telefunken, DE
生产单位	通用电气德律风根公司\ AEG-Telefunken, DE
现状	生产
装备情况	装备于联邦德国的豹1A4坦克、在为阿根廷研制的TH-301 (TAM4) 中型坦克和豹2坦克前17辆样车中

概述

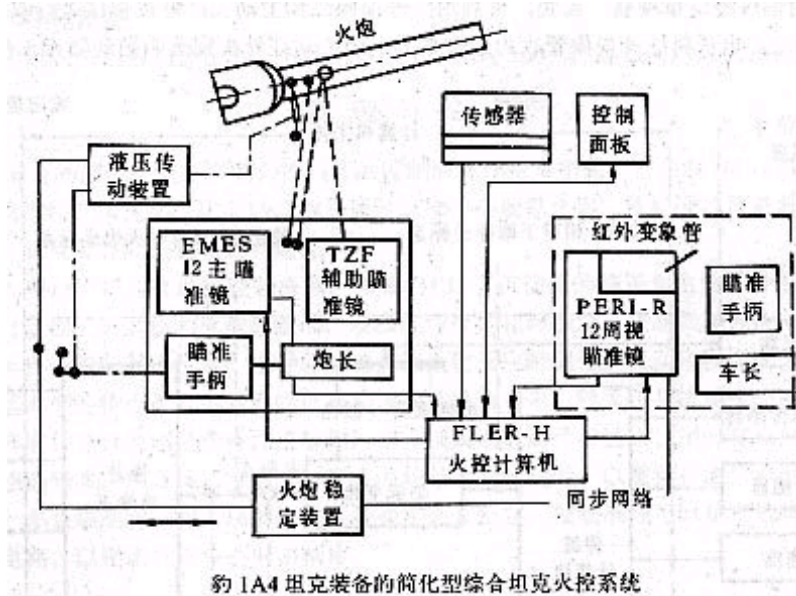
该火控系统1971年研制成功，1973年投产，1974年系统的主要部件开始装备豹1A4坦克。



综合坦克火控系统的基本型

该火控系统有两种型式，一为基本型，由弗勒-H (FLER-H) 混合式弹道计算机 (包括作为计算机外围设备的各种自动弹道传感器)、稳定的炮长激光/体视测距瞄准镜、稳定的车长周视瞄准镜、火炮和炮塔稳定驱动装置组成 (如图所示)。另一种是简化型，由基本型中的主要部件组成。

豹2坦克样车试用的是基本型，炮长采用稳定的EMES-12激光/体视测距瞄准镜，车长采用PERI-R12周视瞄准镜。



豹1A4坦克装备简化型，炮长采用EMES-12稳定的体视测距瞄准镜，基本型中的激光测距部分和弗勒-H计算机的某些部件没有装备，系统的控制原理也基本型简单(如图所示)。

TH-301(TAM-4)坦克样车配用的也是一种简化型系统，去掉了基本型中的体视测距部分，仅用钽激光测距仪测距，测距范围400~5000m，测距精度 $\pm 10\text{m}$ 。距离数据自动输入计算机，也可由车长或炮长人工输入。炮长瞄准镜采用稳定的与激光测距仪组合的望远式瞄准镜，放大倍率为 $8\times$ 。车长瞄准镜采用PERI-R12稳定的周视瞄准镜。弗勒-H型弹道计算机只配了垂直传感器和目标角速度传感器，自动测定和输入倾角和目标角速度。弹种由人工输入。夜间作战时采用安装在火炮防盾上的微光电视摄像机。车长和炮长都装有电视监视屏，屏上除显示光学十字分划线外，还显示电产生的十字分划线，此分划线重合在电视图像上，其位置根据计算机解算的瞄准角确定，炮长和车长利用光、电两种十字分划线可以瞄准和射击目标。火炮稳定系统共有5个陀螺，火炮高低向和水平向各借助于2个陀螺来稳定，第5个陀螺用来测量车体的运动。炮长与车长瞄准镜的瞄准线都由稳定装置稳定。

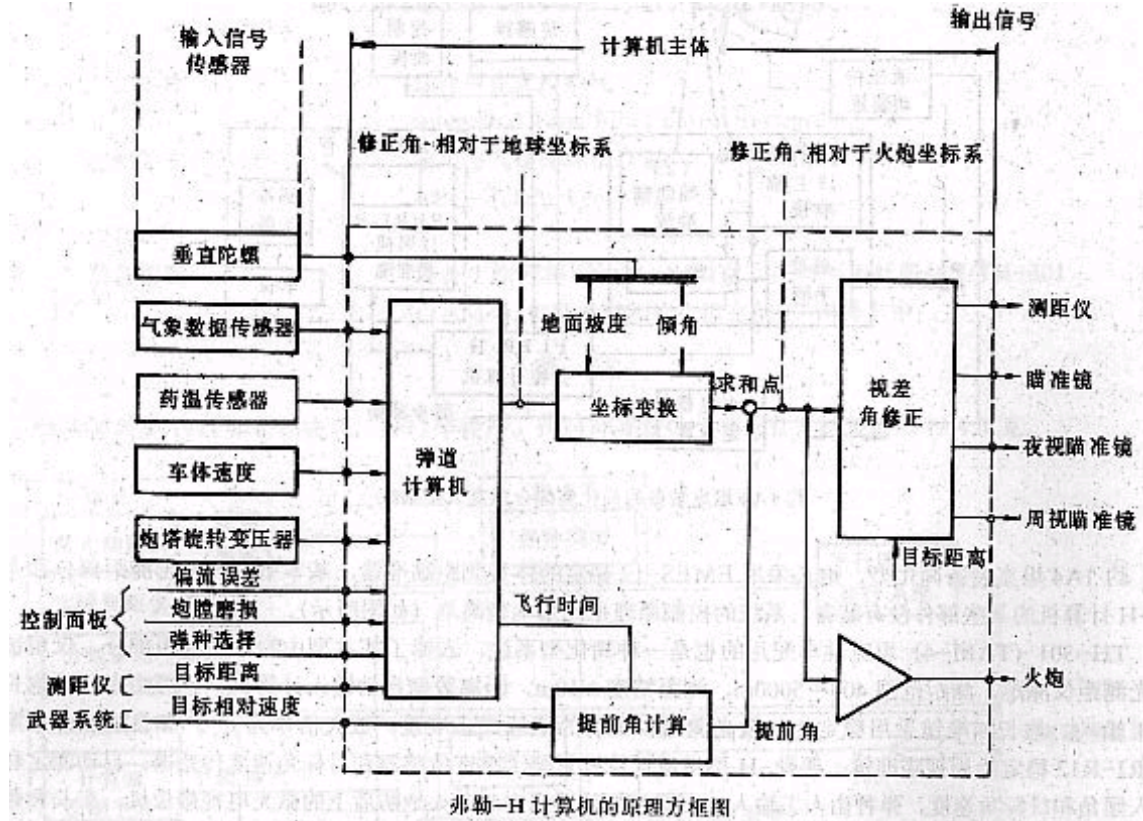
系统组成

1. 观瞄设备

(1) EMES-12炮长测距瞄准镜 该瞄准镜安装在豹1A4坦克中，与弗勒-H型计算机电气连接，与火炮机械联动，包括1台基线长为1.72m的双目镜式的光学体视测距仪，放大倍率为 $8\times$ 和 $16\times$ 。它也可用作炮长的主瞄准镜，瞄准线通过一辅助的瞄准线稳定装置稳定，因此当坦克行进时，也能使瞄准线稳定地瞄准和跟踪目标。为了提高火炮行进间射击目标的命中率，装有射击闭锁电路，只有当火炮已驱动到命中位置所容许的误差范围内时才解脱击发电路的闭锁，火炮才进行射击。

为了提高测距精度，曾装在豹2坦克试验样车上的EMES-12的改进型加装了1个激光测距仪，此时体视测距仪主要用来验证激光测距仪测量的距离，消除假目标造成的误测。

(2) PERI-R12型车长周视潜望瞄准镜 该瞄准镜供车长观察和瞄准目标用，通过电路与计算机和火炮连接。当车长不使用火控系统进行观察时，可断开瞄准镜上与火控系统连接的开关。当瞄准镜与火控系统接通时，车长可以通过瞄准镜监视目标并向炮长指示目标，指挥炮长射击或对火炮实施超越控制。整个瞄准镜系统由光学部件和电子部件组成，光学部件悬挂在炮塔顶部的减振支座上，电子装置安装在炮塔尾舱，有减振装置。物镜双轴安装，水平向可转动 360° ，高低向可转动 $-10^\circ \sim +60^\circ$ ，放大倍率为 $2\times$ 、 $8\times$ ，视场为 30° 、 8° 。瞄准线用陀螺仪单独稳定，稳定精度为 0.2mrad 因此坦克行进间车长可以观察和瞄准目标。在白天，该镜用单目潜望镜观察；夜间，可利用红外探照灯和主动式红外夜视仪进行双目观察，视场为 6° ，放大倍率为 $5.6\times$ 。也可将红外变像管改为像增强器，由主动红外夜视改为被动微光夜视。



2. 弗勒-H型混合式弹道计算机

该计算机由通用电报德律风根公司和瑞典菲利普电信有限公司(Philips Teleindustri AB.)于1968年开始研制,1973年投产,1974年开始交付使用。

该计算机主要供坦克火控系统使用,是一种采用组件结构的混合式计算机,H是Hybrid(混合)的缩写。该机基本是一数字机,但用数字和模拟混合的计算方式进行数据处理,因而称为混合式,由计算机主体和计算机控制装置两大主要部件及垂直传感器、气象数据传感器、药温传感器等外围设备组成。

计算机主体大部分由集成电路构成。电源由坦克24V直流电源稳压供电。非线性弹道数据(高低角数据和修正数据)采用混合乘法器处理,用多项式逼近法代替过去使用的直线分段逼近法。弹道装置组件上有4个弹道插件板,通过这4个弹道插件板上纯电阻无源网络处理4个弹种的弹道参数。更换新的弹种时,只需更换该弹种的弹道插件板。计算机装有机内检测和故障监视电路,以提高计算机的可靠性。

计算机控制装置上装有人工输入弹道数据的控制机构,由人工输入炮膛磨损和弹种数据。当弹道传感器损坏或检修时,可由人工输入气温、气压、横风、药温等数据。

该计算机处理的弹道输入参数有距离、目标方位角速度、目标高低角速度、气温、气压、横风、炮耳轴倾斜、药温、偏流误差、视差等。这些弹道参数可以自动输入,也可以人工输入。

3. 修理量传感器

垂直陀螺传感器用来测量炮耳轴的倾斜和地面的坡度。若用摆式传感器测量,易受车辆加速的影响,使3个轴的测量误差加大。为了提高行进中的射击精度,不受加速的影响,采用了垂直陀螺传感器。

气象数据传感器组合了气压、气温和横风传感器,每种传感器都采用电子测量方法,因此不存在零件磨损问题。整个传感器密封防水。

此外,还有药温传感器。

4. 火炮稳定和控制系统

豹1A4配有电液式火炮双向稳定器。方位向可在15s旋转360°,高低向的最大角速度是4.1°/s。

豹1A4坦克装备的简化型综合坦克火控系统的控制原理比基本型简单，弗勒-H计算机的输出只输送给炮长瞄准镜，使瞄准线产生扰动，扰动后，炮长通过瞄准手柄操纵火炮，使瞄准线重新对准目标，属于扰动式控制，因而存在着反应时间较长等固有缺点。

该系统的基本型则采用非扰动式控制原理，弗勒-H计算机输出的修正角电信号分别输送给炮长、车长瞄准镜和火炮，自动修正瞄准镜和火炮的瞄准，使瞄准线保持相对稳定，在高低和方位向都不扰动，始终压住目标，而火炮则自动指向射击位置，这种非扰动式的系统反应时间短，自动化程度高。

该火控系统基本型的特点是具有较高计算精度和首发命中率。除采用非扰动式控制原理外，还采取了如下一些措施：弹道计算机处理非线性弹道数据，用多项式逼近法代替过去使用的直线分段逼近法；配用的自动弹道修正传感器较多；从各接口点引入计算机的信号为交流信号，以避免直流信号的电压降等原因所产生的误差；炮长、车长瞄准镜采用一辅助的瞄准线稳定装置稳定，使瞄准线可以稳定地瞄准跟踪目标，并装有射击闭锁重合电路，以提高行进中的射击精度。

性能数据

弗勒-H计算机和修正量传感器

弹种	4种
计算距离	400~3000m
计算精度	400~995m时0.08mrad, 1000~3000m时0.05mrad
目标角速度	
方位	40mrad/s
高低	15mrad/s
气压	81~121.5kPa, 精度0.2kPa
气温	-35~+65℃; 精度0.3℃
横风	±20m/s; 精度0.7m/s
药温	-30~+45℃; 精度1℃
炮耳轴倾斜	±12°; 精度15'
地面坡度	±20°; 精度15'
环境条件	
气温	炮塔外的装置-40~+60℃, 炮塔内的装置-30~+50℃
贮存温度	-40~+70℃
振动	2g、10Hz, 0.2g、150Hz
重量与尺寸	
计算机本机	21kg, 360×272×240 (mm)
垂直陀螺传感器	4.5kg, 250×190×190 (mm)
气象数据传感器	6.8kg, 345×220×178 (mm)
药温传感器	4.1kg
控制面板	3.2kg, 180×215×106 (mm)
电源	直流28V、90W, 交流400Hz、26V、10W
火炮稳定装置	水平、高低双向稳定
火炮驱动系统	电液式