

战术导弹动力装置靶场试验与评定

余 永 林

(试验基地)

摘要: 介绍了战术导弹动力装置靶场试验与评定情况, 主要内容包括有战术导弹动力装置试验类型、分析内容、参数信息和评定方法, 也概略地谈到动力装置靶场试验与评定的发展前景。

主题词: 战术导弹, 动力装置, 飞行试验, 评价

RANGE TEST AND EVALUATION FOR PROPULSION SYSTEM OF TACTICAL MISSILE

Yu Yonglin

(The Test Base)

Abstract: The range test and evaluation of propulsion system of tactical missile are presented in this paper. It mainly covers test type, analysis items, parameter information and evaluation method. And the development of range test and evaluation of propulsion system for the future is also discussed.

Keywords: Tactical missile, Power plant, Flight test, Appraisal

一、引 言

各类型战术导弹动力装置在进入靶场前, 尽管已在地面做过多种性质试验, 但由于地面条件难以真实地模拟出飞行状态下各种环境因素的综合作用, 也极难建立实际的动力学模型, 用以描绘动力系统各部分的工作, 所以必须进行装弹后的飞行试验。

80年代后, 美国和西欧一些国家, 曾相继按导弹分阶段试验与评审, 提出了综合试验与鉴定问题, 即以加强地面试验、仿真试验, 采用成熟技术、回收技术和一体化试验方法。但

这也只是以尽可能减少飞行试验次数，力求达到质量、进度与经费的统一，并从中获得最佳的综合效益。所以，导弹从研制到装备部队使用的整个过程中，靶场飞行试验是一个极其重要环节。靶场赋有进行试验和对武器性能作出客观的分析与评价，提出能否定型或装备部队的建议的使命。

二、靶场试验类型

战术导弹在靶场的试验，一般分为研制性试验、定型试验、鉴定性试验、抽检试验和作战使用试验、科学研究性试验数种。

1. 研制性试验

是研制、生产单位为验证导弹（含改型、革新、仿制等）设计方案的正确性，检验各分系统工作协调性和可靠性，检验总体技术性能、工艺质量、命中精度所进行的系统试验。

其中海军战术导弹，按反舰导弹（包括舰舰、空舰、潜舰）和舰空导弹类型，研制试验又有陆上模型弹试验、海上系泊发射试验、自控段与全弹飞行试验，以及闭合回路遥测弹与战斗弹试验，机载不同高度下投放试验之分。

在研制试验阶段，弹上动力装置（包括起飞助推器和主发动机）的主要试验内容不外乎是，检查第一级动力（即助推器）的工作性能；检验助推器脱落机构可靠性；确定助推器与导弹分离时间和分离时导弹所达速度与加速度；检验助推器与弹分离时可能产生的扰动；评价多发助推器同时工作的点火同步性，以及工作协同性；分析助推器点火时，火焰、振动与燃气流对发射装置（包括箱体）、载体，以及人员安全性的影响；检查环境因素，或外界条件变化时对动力装置工作的干扰；检查动力装置工作协调性、适应性与工作可靠性；确定发动机点火、加速和巡航段工作特性；分析导弹机动飞行或过载时对动力装置工作的影响；检验动力装置最大工作能力和储备裕度等。

2. 定型试验（包括设计与生产定型）

设计定型，是对导弹系统进行的全面考核，确定其性能是否达到批准的战术、技术指标要求和规定的设计定型标准的试验。

生产定型，是按设计定型图纸试生产的导弹或按引进的图纸、资料仿制的导弹，进行战术技术指标考核，检验其是否符合生产定型要求和作战使用要求所进行的试验。

在此阶段，动力装置的试验，重点考查性能是否满足技术文件规定要求，并检验其工作稳定性、可靠性、使用性，以及与导弹系统工作的协调性。

3. 鉴定性试验

分三种情况：

1) 对已定型的导弹，由于转厂生产或恢复生产，为鉴定其是否满足原战术技术指标所进行的试验；

2) 对定型的导弹，在不改变其基本战术技术性能和结构情况下，作局部改进后，为检验其是否满足原战术技术性能和改进效果所进行的试验；

3) 小批量生产或技术简单的新型导弹，为检验其战术技术性能所进行的试验。

动力装置检验内容，基本上同于定型试验，只是个别情况下更强调工作的协调性。

4. 抽检试验

是对批生产或库存的导弹，为检验其性能质量是否符合验收标准或规定的战术技术指标所进行的试验。

5. 作战使用试验

动力装置在试验中,重点检验对环境的适应性,以及导弹处于不同工作状态时,检验使用效果。

是为检验导弹设计方案,或属某一预研成果所进行的试验。

三、试验参数与分析

这些仪器、设备可获取大量参数信息。但对动力装置而言，只能利用其中很少一部分。原因是受传感器数据采集、测量值精度，以及信息传送波道数量分配的局限。

定工作段（或巡航段）的推力、总冲量等。还可以光测胶片实况、特征点画幅分析工作连续性和某些典型特性。

在液体火箭发动机中，一般测量燃烧室、燃气发生器、泵前、泵后或调节器出口压力，以及转级压力信号，并由燃烧室压力计算发动机稳定工作段推力，分析工作平稳性、起动加速性，确定工作连续性并转换工作状态时间；由泵前、泵后压力变化，分析系统增压与燃料输送系统工作；由泵后压力与调节器出口压力计算燃烧室流量、比冲和组元比；由泵前、泵后、燃烧室、燃气发生器、调节器出口压力，分析整个系统工作协调性，确定节流特性和外界因素影响；由压力信号确定转级时间。

在涡轮喷气发动机中,常以扩压器进出口总压、燃烧室压力、喷管出口前总压与总温、燃油流量、涡轮转速、滑油箱压力与温度、泵前、泵后压力等,分析增压特性、不同工作状态下工作稳定性,计算推力、燃油耗油率,确定输送系统工作的协调性,以及最大负荷能力与附件工作特性。

在冲压发动机中,经常以飞行 M 数、扩压器进出口总压与大气参数,分析扩压器的特性;以燃烧室压力、喷嘴环前油压、喷管出口前总压计算巡航段推力、有效比冲;以涡轮泵扩压器进口总压、泵出口总温和泵前、泵后压力分析燃油输送系统工作特性,计算性能;以调节器特性腔内压力,或是调节器差值放大器电桥分电压确定其工作特性,等等。

当然,这里所提到的试验参数与分析,还仅仅是一些思考,实际运用中还要进行大量工作,包括建立方程式和由地面试验结果统计整理得出某些系数或特征值等。

四、试验结果评定

导弹飞行试验结果评定是以试验大纲和设计、生产技术文件为依据的。也就是说,按试

表示经济性,如此等等。则评价对象的模糊集合

$$u = \{ u_1, u_2, u_3, \dots, u_n \};$$

2. 确定评价等级

按隶属度关系,将评价因素分为多种等级,如完全满足技术文件要求的,或是已达预期效果时为很好;以基本符合的为好;而超出技术文件要求的,或达不到预期期望的为不好,以此类推,于是评价等级的模糊集合

$$v = \{ v_1, v_2, \dots, v_n \};$$

3. 建立模糊逻辑关系

令 γ_{ij} 为从第 i 个评价因素(或评价项目)对被评对象给出的第 j 种等级(或隶属度)评语,则 $\gamma_{i1}, \gamma_{i2}, \dots, \gamma_{im}$ 便是 v 上的一模糊集,表示从第 i 个评价项目,对被评对象所作的单因素评价

$$\tilde{R} = \begin{Bmatrix} \gamma_{11}, & \dots, & \gamma_{1j}, & \dots, & \gamma_{1m} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{i1}, & \dots, & \gamma_{ij}, & \dots, & \gamma_{im} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{n1}, & \dots, & \gamma_{nj}, & \dots, & \gamma_{nm} \end{Bmatrix}$$

4. 设 A 为 u 中各元素权重的集

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_n \};$$

5. 确定综合评价结果

即按最大最小法则进行运算, 并归一化处理

$$\tilde{\beta} = (a_1, a_2, \dots, a_n) \begin{pmatrix} \gamma_{11}, & \dots, & \gamma_{1j}, & \dots, & \gamma_{1m} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{i1}, & \dots, & \gamma_{ij}, & \dots, & \gamma_{im} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{n1}, & \dots, & \gamma_{nj}, & \dots, & \gamma_{nm} \end{pmatrix}$$

可见方法的关键是评价因素的确定和各因素的权重值, 以及评议组的形成。其中权重值应在大量统计基础上, 按不同的试验性质科学地分配。

五、结 束 语

战术导弹靶场试验与鉴定, 目前基本上是采用直接试验与鉴定的方法, 即以飞行试验结果为鉴定的全部内容。这很难全面评价武器的质量, 尤其是武器作战效能、环境适应性能力与可靠性、维修性检验。今后应加强地面试验和仿真技术的应用, 多为飞行试验提供先验信息, 同时在导弹上应更多的采用成熟的先进技术, 严格控制质量, 使武器试验与鉴定逐步向综合方法发展, 以尽量减少飞行试验次数, 提高武器研制、生产、试验最佳综合效益。

动力装置是导弹全系统中的重要组成部分, 试验充分与否将关系到导弹的使用和效能的发挥, 今后靶场不仅应加强测控设备的建设, 同时也应加强试验与鉴定方法的研究, 并逐步建立接近实战条件的试验环境, 提高作战效能、环境适应性与可靠性的综合试验能力。