

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1310

QJ 20588—2016

地地导弹光学成像末制导系统抗干扰 性能外场测试方法

Field test method for anti-jamming ability of ground-to-ground missile optical
imaging terminal guidance system

2016—12—14 发布

2017—03—01 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天科技集团公司第一研究院第十二研究所。

本标准主要起草人：张伯川、王亚辉、李全运、肖利平、韦海萍、高 磊、徐 力、云红全、刘 涛。

地地导弹光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试方法

1 范围

本标准规定了地地导弹光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试的测试目的、测试要求、测试系统组成与功能、测试项目、测试程序、测试数据处理与结果评定、测试报告等内容。

本标准适用于地地导弹红外与可见光成像末制导系统抗干扰性能外场测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GJB 479—1988 机载悬挂物的地面适配及相容性试验程序

GJB 891 电子对抗术语

GJB 1063 机载悬挂装置试验方法

QJ 1279 红外导引头术语

3 术语和定义

GJB 891 和 QJ 1279 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

组合干扰 combination interference

烟幕干扰、红外诱饵干扰、伪装干扰和激光干扰四种干扰中两种或两种以上干扰的干扰形式。

4 测试目的

4.1 验证地地导弹光学成像末制导系统设计的正确性及参数选择的合理性。

4.2 验证地地导弹光学成像末制导系统在烟幕干扰、红外诱饵干扰、激光干扰、伪装干扰和组合干扰条件下的捕获精度。

4.3 验证地地导弹光学成像末制导系统在烟幕干扰、红外诱饵干扰、激光干扰、伪装干扰和组合干扰条件下的捕获概率。

5 测试要求

5.1 测试文件

测试文件一般要求如下：

- a) 评审归档的光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试任务书；
- b) 评审归档的光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试大纲；
- c) 审批完整的试验系统设备操作规程。

5.2 测试设备

5.2.1 受试设备

QJ 20588—2016

受试设备一般要求如下：

- a) 出厂测试结果应符合设计要求，并明确技术状态版本；
- b) 技术资料完整、配套齐全，应附有必要的随机文件、专用仪器、专用工具等；
- c) 针对测试需求更改的硬件、软件应满足要求，并通过相应的测试或评审。

5.2.2 参试设备

参试设备一般要求如下：

- a) 自研参试设备各项技术指标应满足使用要求，并通过鉴定测试；
- b) 通用参试设备应检定合格，并在有效期内，其测量误差应小于被测参数允许误差的三分之一。

5.3 测试环境

测试环境一般要求：

- a) 温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：不大于 98% (25°C)；
- c) 干扰试验施放区域云底相对高度不低于 5km，无雷电天气；
- d) 光学成像末制导系统满足电磁兼容性要求，系统所有接口与飞机电气系统不产生干扰。

5.4 测试人员

参加测试人员应通过相关技术和安全培训，并遵守岗位操作规程。

5.5 测试载机

测试载机应满足测试内容所需的飞行要求，根据飞机飞行高度、飞行速度、飞行机动、飞机结构特点以及续航能力等内容选择相应的载机。载机改装时，悬挂物装载间隙和外挂间隙按 GJB 479—1988 中 4.3.1 和 4.3.2 以及 GJB 1063 的相关规定。

5.6 航线规划

测试飞行航线的确定主要考虑下列内容：

- a) 测试项目；
- b) 载机飞行能力；
- c) 空域范围；
- d) 干扰分布情况等。

5.7 基准数据准备

测试用光学遥感影像基准数据应进行正射校正，并根据光学成像分辨率、数据分析精度要求确定遥感影像基准数据制备精度需求。

5.8 异常情况处理

测试中出现故障或数据异常时，应中断测试，记录测试状态和数据，分析排查问题，采取有效措施，故障排除后继续或重新进行测试。

6 测试系统组成与功能

6.1 测试系统组成

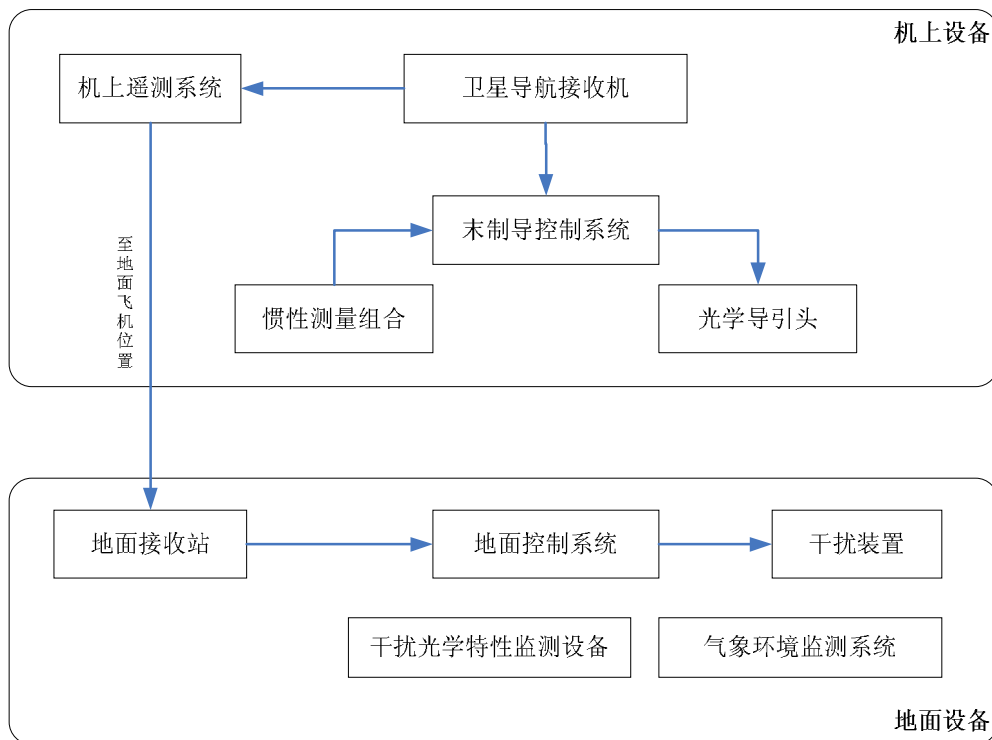


图 1 测试系统组成示意图

地地导弹光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试系统组成示意图见图 1。一般由以下部分组成：

- a) 光学导引头；
- b) 惯性测量组合；
- c) 卫星导航接收机（含天线）；
- d) 末制导控制系统；
- e) 机上遥测系统；
- f) 地面接收站；
- g) 地面控制系统；
- h) 干扰装置；
- i) 干扰光学特性监测设备；
- j) 气象环境监测系统。

6.2 系统各部分功能

6.2.1 光学导引头

用于指向目标区域并进行探测成像，在典型人为干扰条件下对目标进行捕获、跟踪。

6.2.2 惯性测量组合

用于提供实时导航信息，确定飞机位置、姿态。

6.2.3 卫星导航接收机（含天线）

辅助惯性测量组合和末制导控制系统对飞机实时位置和速度进行修正，同时将飞机位置信息提供给机上遥测系统。

6.2.4 末制导控制系统

用于模拟弹上计算机，采集惯组信息，接收机上卫星导航接收机的定位信息，进行位置与姿态解算

及导引头指向目标区域所需的预置角度解算，预置导引头视场并接收导引头输出信息。

记录导引头数字图像数据和导引头状态数据。

6.2.5 机上遥测系统和地面接收站

机上遥测系统将机上卫星导航接收机的飞机位置信息发给地面接收站。

6.2.6 地面控制系统

用于接收地面接收站的飞机位置信息，分析飞机相对地面目标的位置关系，向干扰装置发出干扰实施指令。

6.2.7 干扰装置

产生烟幕干扰、红外诱饵干扰、伪装干扰、激光干扰和组合干扰的装置。

6.2.8 干扰光学特性监测设备

用于监测并记录干扰及周围场景的光学特性。

6.2.9 气象环境监测系统

用于监测并记录干扰施放点附近大气温度、湿度、风速、风向等气象参数。

7 测试项目

光学成像末制导系统抗干扰性能外场测试项目一般包括：

- a) 抗烟幕干扰性能测试；
- b) 抗红外诱饵干扰性能测试；
- c) 抗激光干扰性能测试；
- d) 抗伪装干扰性能测试；
- e) 抗组合干扰性能测试。

8 测试程序

8.1 抗烟幕干扰性能测试

8.1.1 测试要求

测试要求如下：

- a) 测试试验应在不同时间段、不同天候等条件下进行；
- b) 烟幕干扰施放一般应考虑烟幕类型、烟幕位置、遮蔽面积、烟幕持续时间、风速与风向等条件参数；
- c) 干扰测试目标场景与烟幕干扰组合样式一般应覆盖作战条件下典型的干扰样式。

8.1.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 根据测试大纲要求，设定 K_1 种干扰测试目标场景与烟幕干扰组合样式；
- b) 确认设备状态，协调飞行时间和飞行方案；
- c) 地地导弹光学成像末制导系统准备，包括装订模板、设备加电、导航初值计算；
- d) 导航初值计算结束后，飞机启动发动机，飞机起飞；
- e) 地面试验人员在目标及附近布设样式 1 烟幕干扰；
- f) 飞机飞至目标区，沿预定挂飞路线飞行；

- g) 地面试验人员根据飞机与烟幕干扰释放点位置关系、导引头安装角度及飞机速度, 计算飞机到达干扰释放点区域上空的时间、飞机在干扰释放点上空驻留时间, 再结合烟幕持续时间来确定烟幕干扰施放时机, 末制导控制系统使导引头自动指向目标, 采集目标和干扰的红外、可见光图像数据, 进行目标的捕获和跟踪试验, 诱饵源干扰施放需满足的约束条件参见附录 A;
- h) 地面人员监测并记录干扰及周围场景的光学特性数据, 同时记录环境温度、湿度、压力、风速、风向、光照强度、大气能见度等数据;
- i) 重复步骤 e) ~h), 完成其余 K_1-1 种组合样式下的抗烟幕干扰性能测试;
- j) 测试项目完成后, 按顺序关闭各设备电源, 返回机场。

8.2 抗红外诱饵干扰性能测试

8.2.1 测试要求

测试要求如下:

- a) 测试试验应在不同时间段、不同天候等条件下进行;
- b) 红外诱饵干扰施放一般应考虑红外诱饵干扰位置、诱饵数量、诱饵发射方向、诱饵间距、诱饵持续时间、风向风速等条件参数;
- c) 干扰测试目标场景与红外诱饵干扰组合样式一般应覆盖作战条件下典型的干扰样式。

8.2.2 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 根据测试大纲要求, 设定 K_2 种干扰测试目标场景与红外诱饵干扰组合样式;
- b) 确认设备状态, 协调飞行时间和飞行方案;
- c) 地地导弹光学成像末制导系统准备, 包括装订模板、设备加电、导航初值计算;
- d) 导航初值计算结束后, 飞机启动发动机, 飞机起飞;
- e) 地面试验人员在目标及附近布设样式 1 诱饵干扰;
- f) 飞机飞至目标区, 沿预定挂飞路线飞行;
- g) 地面试验人员根据飞机与诱饵干扰释放点位置关系、导引头安装角度及飞机速度, 计算飞机到达干扰释放点区域上空的时间、飞机在干扰释放点上空驻留时间, 再结合诱饵作用持续时间来确定诱饵干扰施放时机, 末制导控制系统使导引头自动指向目标, 采集目标和干扰的红外图像数据, 进行目标的捕获和跟踪试验, 诱饵源干扰施放需满足的约束条件参见附录 A;
- h) 地面人员监测并记录干扰及周围场景的光学特性数据, 同时记录环境温度、湿度、压力、风速、风向、光照强度、大气能见度等数据;
- i) 重复步骤 e) ~h), 完成其余 K_2-1 种组合样式下的抗红外诱饵干扰性能测试;
- j) 测试项目完成后, 按顺序关闭各设备电源, 返回机场。

8.3 抗激光干扰性能测试

8.3.1 测试要求

测试要求如下:

- a) 测试试验应在不同时间段、不同天候等条件下进行;
- b) 激光干扰一般应考虑激光干扰源位置、干扰源功率等条件参数;
- c) 干扰测试目标场景与激光干扰组合样式一般应覆盖作战条件下典型的干扰样式。

8.3.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 根据测试大纲要求，设定 K_3 种干扰测试目标场景与激光干扰组合样式；
- b) 确认设备状态，协调飞行时间和飞行方案；
- c) 地地导弹光学成像末制导系统准备，包括装订模板、设备加电、导航初值计算；
- d) 导航初值计算结束后，飞机启动发动机，飞机起飞；
- e) 地面试验人员在目标及附近布设样式 1 激光干扰；
- f) 飞机飞至目标区，沿预定挂飞路线飞行；
- g) 地面试验人员根据飞机与激光干扰释放点位置关系、导引头安装角度及飞机速度，计算飞机到达干扰释放点区域上空的时间、飞机在干扰释放点上空驻留时间，再结合激光干扰作用时间来确定激光干扰施放时机，末制导控制系统使导引头自动指向目标，采集目标和干扰的红外、可见光图像数据，并进行目标的捕获和跟踪试验，诱饵源干扰施放需满足的约束条件参见附录 A；
- h) 地面人员监测并记录干扰及周围场景的光学特性数据，同时记录环境温度、湿度、压力、风速、风向、光照强度、大气能见度等数据；
- i) 重复步骤 e) ~h)，完成其余 K_3-1 种组合样式下的抗激光干扰性能测试；
- j) 测试项目完成后，按顺序关闭各设备电源，返回机场。

8.4 抗伪装干扰性能测试

8.4.1 测试要求

测试要求如下：

- a) 测试试验应在不同时间段、不同天候等条件下进行；
- b) 伪装干扰施放一般应考虑伪装类型、伪装部位、伪装面积等条件参数；
- c) 干扰测试目标场景与伪装干扰组合样式一般应覆盖作战条件下典型的干扰样式。

8.4.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 根据测试大纲要求，设定 K_4 种干扰测试目标场景与伪装干扰组合样式；
- b) 确认设备状态，协调飞行时间和飞行方案；
- c) 地地导弹光学成像末制导系统准备，包括装订模板、设备加电、导航初值计算；
- d) 导航初值计算结束后，飞机启动发动机，飞机起飞；
- e) 地面试验人员在目标及附近布设样式 1 伪装干扰；
- f) 飞机飞至目标区，沿预定挂飞路线飞行；
- g) 飞机到达目标区域上空时，末制导控制系统使导引头自动指向目标，采集目标和干扰的红外图像数据，并进行目标的捕获和跟踪试验；
- h) 地面人员监测并记录干扰及周围场景的光学特性数据，同时记录环境温度、湿度、压力、风速、风向、光照强度、大气能见度等数据；
- i) 重复步骤 e) ~h)，完成其余 K_4-1 种组合样式下的抗伪装干扰性能测试；
- j) 测试项目完成后，按顺序关闭各设备电源，返回机场。

8.5 抗组合干扰性能测试

8.5.1 测试要求

测试要求如下：

- a) 测试试验应在不同时间段、不同天候等条件下进行；
- b) 组合干扰一般应结合打击目标可能的防护措施，考虑烟幕干扰、红外诱饵干扰、激光干扰、伪装干扰两类及以上干扰的组合。

8.5.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 根据测试大纲要求，设定 K_5 种干扰测试目标场景与组合干扰组合样式；
- b) 确认设备状态，协调飞行时间和飞行方案；
- c) 地地导弹光学成像末制导系统准备，包括装订模板、设备加电、导航初值计算；
- d) 导航初值计算结束后，飞机启动发动机，飞机起飞；
- e) 地面试验人员在目标及附近布设样式 1 组合干扰；
- f) 飞机飞至目标区，沿预定挂飞路线飞行；
- g) 地面试验人员根据飞机与组合干扰释放点位置关系、导引头安装角度及飞机速度，计算飞机到达干扰释放点区域上空的时间、飞机在干扰释放点上空驻留时间，再结合组合干扰作用时间来确定组合干扰释放时机，末制导控制系统使导引头自动指向目标，采集目标和干扰的红外、可见光图像数据，并进行目标的捕获和跟踪试验，诱饵源干扰释放需满足的约束条件参见附录 A；
- h) 地面人员监测并记录干扰及周围场景的光学特性数据，同时记录环境温度、湿度、压力、风速、风向、光照强度、大气能见度等数据；
- i) 重复步骤 e) ~h)，完成其余 K_5-1 种组合样式下的抗组合干扰性能测试；
- j) 测试项目完成后，按顺序关闭各设备电源，返回机场。

9 测试数据处理与结果评定

9.1 测试数据处理

9.1.1 测试数据记录

测试过程中应详细记录测试状态参数和结果数据，并将数据记录在图 2 所示表格中。

序号	干扰源参数	目标场景与干扰组合样式	理论目标捕获坐标	实际目标捕获坐标	捕获跟踪状态	气象参数	试验时间	备注

图 2 抗干扰性能测试记录表格式

9.1.2 数据处理方法

9.1.2.1 目标捕获精度的计算

目标捕获精度可采用像素或角度表示。当采用像素表示时，目标捕获精度按公式 (1) 计算。

$$\begin{cases} \delta_{cxi} = x_{cti} - x_{cri} \\ \delta_{cvi} = y_{cti} - y_{cri} \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- δ_{cxi} ——第 i 种干扰样式方位向捕获精度的数值，单位为像素 (pixel)；
- δ_{cvi} ——第 i 种干扰样式俯仰向捕获精度的数值，单位为像素 (pixel)；
- (x_{cti}, y_{cti}) ——第 i 种干扰样式理论捕获点的坐标值，单位为像素 (pixel)；
- (x_{cri}, y_{cri}) ——第 i 种干扰样式实际捕获点的坐标值，单位为像素 (pixel)。

当采用角度表示时，目标捕获精度按公式 (2) 计算。

$$\begin{cases} \Delta\theta_{cxi} = \frac{\theta_{cx}}{M_{cx}} \delta_{cxi} \\ \Delta\theta_{cvi} = \frac{\theta_{cy}}{M_{cy}} \delta_{cvi} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\Delta\theta_{cxi}$ ——第 i 种干扰样式导引头方位向捕获精度的数值，单位为度 (°)；
- θ_{cx} ——导引头方位向视场角的数值，单位为度 (°)；
- M_{cx} ——导引头方位向像素数；
- $\Delta\theta_{cvi}$ ——第 i 种干扰样式导引头俯仰向捕获精度的数值，单位为度 (°)；
- θ_{cy} ——导引头俯仰向视场角的数值，单位为度 (°)；
- M_{cy} ——导引头俯仰向像素数。

9.1.2.2 干扰目标捕获概率的计算

每类干扰目标捕获概率按公式 (3) 计算。

$$P = \frac{N_1}{N_2} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- P ——目标捕获概率；
- N_1 ——成功捕获目标次数；
- N_2 ——每类干扰试验总次数。

9.2 结果评定

依据光学成像末制导系统研制任务书，分析测试数据和状态给出以下测试结果评定意见及结论：

- a) 判断光学成像末制导系统方案是否正确，工作参数是否合理；
- b) 判断光学导引头目标捕获精度是否满足研制任务书要求；
- c) 判断光学导引头捕获概率是否满足研制任务书要求。

10 测试报告

测试结束后，应编写测试报告，一般包括以下内容：

- a) 测试概述，包括测试时间、测试地点、测试目的、测试实施过程及考核技术指标；

- b) 测试设备状态、测试项目；
- c) 测试结果；
- d) 测试过程中存在的主要问题和改进建议。

附 录 A
(资料性附录)
诱饵干扰施放约束条件

设导引头安装于机腹且与机身的角度为 α ，导引头俯仰方向起始框架角为 β_1 ，导引头俯仰方向终始框架角为 β_2 ，飞机水平飞行速度为 v ，飞机距地面高度为 h ，则飞机在干扰释放点上空驻留时间 t_z 按公式 (A.1) 计算。

$$t_z = \frac{h}{v \operatorname{tg}(\alpha + \beta_1)} - \frac{h}{v \operatorname{tg}(\alpha + \beta_2)} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- t_z ——飞机在干扰释放点上空驻留时间的数值，单位为秒 (s)；
- h ——飞机距地面高度的数值，单位为米 (m)；
- v ——飞机水平飞行速度的数值，单位为米每秒 (m/s)；
- α ——导引头与机身的角度的数值，单位为度 (°)；
- β_1 ——导引头俯仰方向起始框架角的数值，单位为度 (°)；
- β_2 ——导引头俯仰方向终始框架角的数值，单位为度 (°)。

设机上向地面发出诱饵干扰施放命令时刻，飞机与诱饵干扰释放点水平方向距离为 η ，飞机到达干扰释放点区域上空的时间 t_1 按公式 (A.2) 计算。

$$t_1 = \frac{\eta}{v} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- t_1 ——飞机到达干扰释放点区域上空的时间的数值，单位为秒 (s)；
- η ——诱饵干扰施放命令时刻飞机与诱饵干扰释放点水平方向距离的数值，单位为米 (m)。

设诱饵理论持续作用时间为 t_c ，天地通信延时及接收命令后诱饵施放响应时间为 Δt ，则诱饵干扰施放需满足的约束条件见公式 (A.3)。

$$t_1 + t_z > \Delta t + t_c > t_1 \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- Δt ——天地通信延时及接收命令后诱饵施放响应时间的数值，单位为秒 (s)；
- t_c ——诱饵理论持续作用时间的数值，单位为秒 (s)。

根据上述诱饵干扰施放约束条件来确定诱饵干扰施放时机。

中华人民共和国航天行业标准

地地导弹光学成像末制导系统
抗干扰性能外场测试方法

QJ 20588—2016

*

中国航天标准化研究所出版

北京市丰台区小屯路 89 号

邮政编码：100071

中国航天标准化研究所

印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2017 年 2 月出版

定价：26 元