

# QJ

## 中华人民共和国航天行业标准

FL 1380

QJ 20418—2016

---

### 防空导弹武器系统导引头跟飞试验方法

Flying targets tracking test method of seeker for air defense missile  
weapon system

2016—01—19 发布

2016—03—01 实施

---

国家国防科技工业局 发布



## 前 言

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八研究院第八设计部。

本标准主要起草人：黄伟忠、陈德红、杨革文、王晓丽、赵文静、胡天俊、程剑熹。



# 防空导弹武器系统导引头跟飞试验方法

## 1 范围

本标准规定了防空导弹武器系统导引头跟飞试验的试验目的、试验要求、试验程序、数据采集与处理、试验结果评定及试验报告。

本标准适用于防空导弹武器系统级导引头跟飞试验。目标携带干扰机的武器系统抗干扰跟飞试验可参照使用。

## 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 3588 导弹控制系统术语

QJ 2348—1992 照射雷达发射信号特性测试方法

## 3 术语和定义

GJB 3588 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**导引头跟飞试验** **flying targets tracking test of seeker**

导引头在地（舰）面静态或准静态条件下跟踪飞行目标的试验。

### 3.2

**阵地布置** **position arrangement**

参与防空导弹武器系统导引头跟飞试验的各设备相对位置的布置。

## 4 试验目的

防空导弹武器系统导引头跟飞试验（以下简称导引头跟飞试验）的试验目的一般包括：

- a) 检查武器系统各环节数据传输的正确性，武器系统给导引头预装参数的准确性；
- b) 检查制导系统射频接口的匹配性，验证导弹武器系统电气接口的匹配性及导引头与武器系统相容性；
- c) 检查导弹武器系统作战流程的协调性和导引头工作逻辑的正确性；
- d) 检查导引头跟踪飞行目标的功能与性能和导弹制导系统对目标的截获距离。

## 5 试验要求

### 5.1 文件要求

试验现场文件一般包括有效的防空导弹武器系统导引头跟飞试验大纲及试验中所用的其他相关文件。

## 5.2 参试产品和设备要求

### 5.2.1 参试产品要求

参加试验的武器系统一般配置有雷达、照射系统（半主动制导）、火控系统、发控装置、导弹等产品，试验中可根据实际系统组成予以调整。参加导引头跟飞试验的各参试产品应经出厂检验合格，具有产品质量证明材料。跟飞导弹一般为前弹身、全弹或箱弹，不带火工品。前弹身一般应包含导引头、弹上计算机、惯测装置等设备；全弹或箱弹一般为训练弹，采用模拟发动机，箱弹应保持导引头露出箱外。

### 5.2.2 参试设备要求

参试设备主要包括供电设备、弹动模拟设备和数据采集设备等，各参试设备应在计量有效期内。供电设备应具有独立为导弹供电的功能，导弹一般通过发控装置供电，弹动后通过供电设备模拟弹上供电；弹动模拟设备应具有模拟弹动信号，并向发控装置回告导弹起飞状态的功能；数据采集设备应具有完整采集目标、导弹和武器系统相关数据的能力。

## 5.3 操作要求

参加试验的操作人员应按照导引头跟飞试验大纲或细则操作，参加试验前应熟悉自己岗位的操作内容、程序和口令，在试验过程中应注意电磁辐射安全，不得进入雷达主瓣辐射区域。

## 5.4 试验环境要求

试验场环境一般满足下列要求：

- a) 跟飞试验阵地应尽量避免大型建筑物，大功率电台和高压线等；
- b) 在跟飞试验航路方向上应尽可能没有遮蔽物，如果无法避开遮蔽物，遮蔽角应尽量小，具体以不影响最低航线高度为准；
- c) 试验场不应有影响导引头工作的其他射频信号存在。

## 5.5 目标要求

目标一般满足下列要求：

- a) 应根据武器系统典型目标的雷达反射截面或红外辐射特性选择合适的跟飞目标，由目标提供单位提供目标雷达反射截面和红外辐射特性数据，必要时目标应加装雷达或红外增强器。被动雷达导引头跟飞试验时，还应在目标上加装相应辐射源。
- b) 目标飞行航路与阵地布置密切相关，应避开高山、大型建筑物等，航路捷径以小航路捷径为宜，进入点应大于制导威力范围，目标飞行高度一般不低于 1000m，超低空目标飞行高度最低可以降到 100m 以下。对于红外导引头，目标航路设计应避免太阳辐射直射进入导引头。

## 6 试验程序

### 6.1 试验流程

在进行半主动雷达导引头跟飞试验时，一般试验流程见图 1。主动雷达导引头、被动雷达导引头试验流程类似。

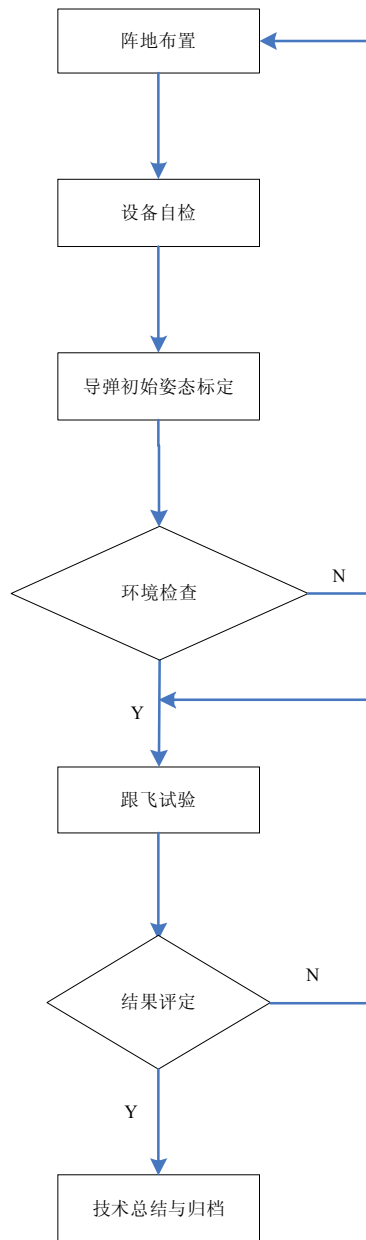


图 1 试验流程图

## 6.2 阵地布置

### 6.2.1 半主动雷达导引头跟飞试验阵地布置

在阵地布置时，应先根据目标相对照射雷达的航路及照射雷达的位置，结合照射雷达天线方向图和导引头接收天线方向图确定导弹的位置，通过阵地布置使得导引头接收到的泄漏信号满足导引头跟飞试验要求，必要时还应调整目标飞行航路。一般情况下，导弹应布置在照射雷达的侧前方，如图 2 所示。导引头所接收的泄漏信号功率按公式 (1) 计算。

$$P_L = P_t + G_t(\theta) + G_r(\varphi) + 20\lg(\lambda) - 20\lg(4\pi R_{TM}) - L \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_L$  ——导引头回波接收机接收的直波泄漏功率，单位为分贝毫瓦 (dBmW)；

$P_t$  ——照射雷达的发射功率，单位为分贝毫瓦 (dBmW)；

- $G_i(\theta)$ ——照射天线在导弹方向上的旁瓣增益，单位为分贝 (dB)；
- $\theta$  ——照射雷达天线主波束轴向与导弹—照射器连线方向的夹角，单位为度 (°)；
- $G_r(\varphi)$ ——导引头回波天线在照射雷达方向上的旁瓣增益，单位为分贝 (dB)；
- $\varphi$  ——导引头回波天线主波束轴向与导弹—照射器连线方向的夹角，单位为度 (°)；
- $\lambda$  ——照射信号的波长，单位为米 (m)；
- $R_{IM}$  ——导弹与照射雷达的距离，单位为米 (m)；
- $L$  ——照射雷达发射与导引头接收系统损耗，单位为分贝 (dB)。

一般通过调整  $R_{IM}$ 、 $\theta$  和  $\varphi$  等参数使导引头回波天线接收到的泄漏信号能量保持合理水平，要求小于导引头机内噪声。

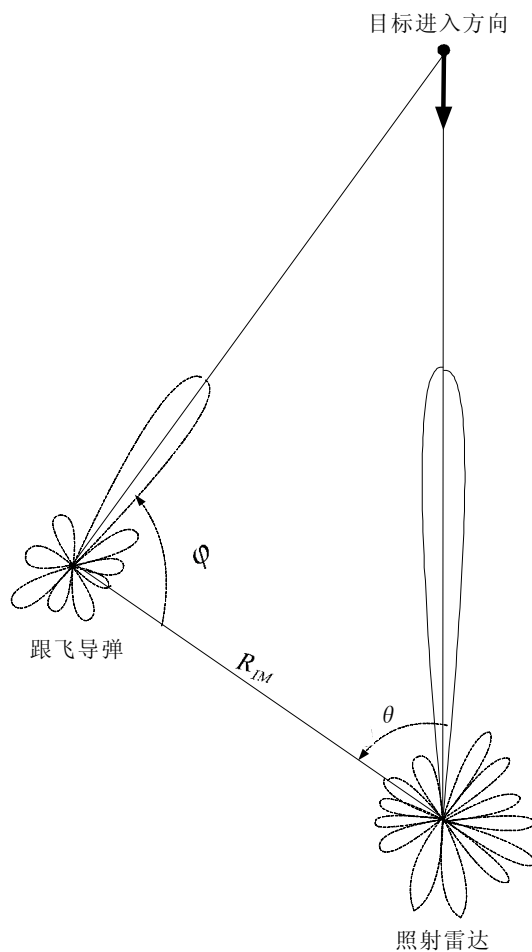


图 2 半主动雷达导引头与照射雷达阵地布置图

### 6.2.2 主动雷达导引头跟飞试验阵地布置

主动雷达导引头跟飞试验阵地布置应考虑地/海杂波影响，合理设计导弹架设高度。

### 6.2.3 被动雷达导引头跟飞试验阵地布置

被动雷达导引头阵地布置应保证工作频段内无超出规定范围的其他辐射源；红外导引头阵地布置应避免太阳辐射直射进入导引头，导引头视场范围内无其他热源。

### 6.3 设备自检

试验前参加导引头跟飞试验的参试产品和设备应进行加电自检，确保参试产品和设备工作正常。

对于半主动制导，还应对照射系统进行射频接口检查，一般用频谱仪对照射信号的频率准确度、相干与非相干调频噪声等参数进行检查，若照射信号存在调制，还应对调制频率和调制度进行检查，相关检查方法按 QJ 2348—1992 的规定。

#### 6.4 初始姿态角标定

导弹初始姿态角标定应满足系统精度要求，标定方法如下：

- a) 对于倾斜发射方式武器系统，导弹一般安放在发射架上，导弹初始方位指向目标航路方向，导弹初始方位/俯仰姿态角精度由武器系统传递保证；
- b) 对于垂直发射方式武器系统，导弹一般放置在水平支架上，也可通过使发射装置倾斜实现，根据目标航路确定弹轴的初始方位指向，导弹初始方位角可采用 GPS 或寻北仪标定方式获得，也可采用导弹—雷达互瞄方式获得，发控系统再根据该初始方位角引导弹上软件进行自对准，获得导弹初始姿态角四元数。

#### 6.5 环境检查

##### 6.5.1 环境检查流程

一般根据跟飞试验的目标航路模拟相应虚拟目标进行系统联动，检查导弹武器系统电气接口的协调性，并进行环境噪声检查，具体流程如下：

- a) 武器系统各分系统开机并建立通讯；
- b) 武器系统根据目标飞行航路编制模拟目标，并将目标信息发送给火控系统；
- c) 对导弹加电，导弹回告自检信息；
- d) 数据采集设备开始记录；
- e) 武器系统向导弹发送目标数据，半主动制导需火控系统引导照射雷达主瓣指向目标，照射雷达开辐射；
- f) 导弹模拟发射；
- g) 导弹进入飞控程序，弹上计算机根据目标和导弹信息对导引头进行角度和多普勒频率预定，具有指令线和修正指令复合制导的导弹，一般通过指令线和修正指令链路获得目标信息；
- h) 在“允许截获”指令后，导引头由预定状态转为稳定跟踪状态；
- i) 根据导引头回波功率数据，判断环境噪声是否满足要求，如不满足一般应采取措施减小环境噪声，采取措施后还应重新进行初始姿态角标定，并重复步骤 a)~h)。

##### 6.5.2 环境检查判读要求

一般环境检查判读要求如下：

- a) 系统联动过程中导弹与武器系统接口、通信、工作应协调；
- b) 导引头天线应根据装订角度偏向模拟航路方向；
- c) 在“允许截获”后导引头不应错误锁定，对于半主动制导，导引头直波接收机还应锁定照射频率；
- d) 观测导引头接收到的航路方向环境噪声，一般要求环境噪声小于导引头机内噪声，复杂环境下应采取措施使环境噪声最小；
- e) 红外导引头环境辐射度应低于机内噪声。

##### 6.5.3 减小环境影响处置措施

一般减小环境影响处置措施如下：

- a) 通常可采用安装吸波罩等方法减小环境噪声影响；

- b) 红外导引头可采用安装遮光罩等方法减小环境辐射度影响；
- c) 半主动制导还可采用调整阵地布置，增大导弹与照射器之间距离或改变导弹与照射器的相对位置等方法减小环境噪声。

### 6.6 跟飞试验

射频环境检查正常之后可以进行导引头跟踪飞行目标试验。武器系统作战流程见图 3，一般包括：

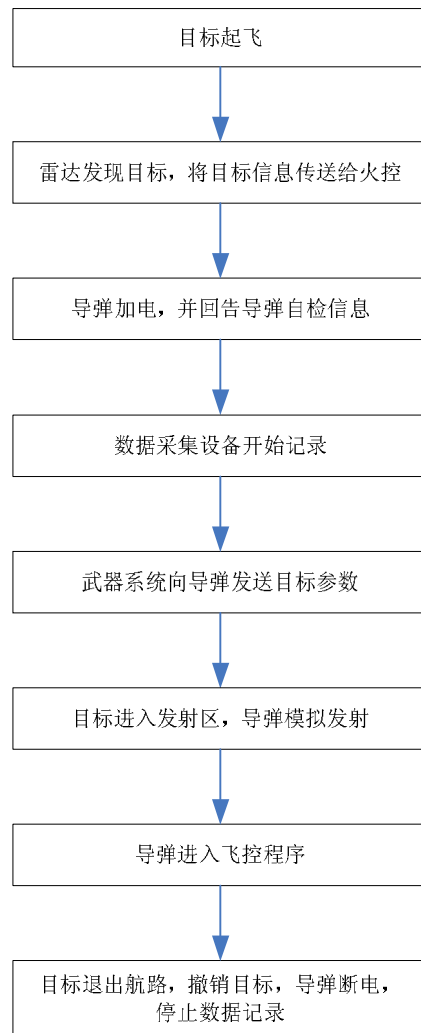


图 3 武器系统作战流程图

- a) 目标起飞；
- b) 雷达发现并跟踪目标，将目标信息发送给火控系统；
- c) 对导弹加电，导弹回告自检信息，根据需求，也可提前对导弹加电；
- d) 数据采集设备开始记录数据；
- e) 武器系统向导弹发送目标参数，半主动制导需火控引导照射雷达主瓣指向目标；
- f) 目标进入发射区，执行导弹发射，半主动制导还需控制照射雷达开辐射；
- g) 导弹开始进入飞控程序，导引头根据工作逻辑实现指令接收、预定和对目标的截获跟踪；
- h) 在目标退出或目标过顶导引头天线转角接近限位前，火控系统撤销目标，导弹断电，停止记录；
- i) 新的目标进入，重复步骤 b)~h)。

## 7 数据采集与处理

### 7.1 数据采集

数据采集一般包括：

- a) 目标参数：一般通过光学测量数据、基地雷达测量数据或 GPS 数据获得目标的位置和速度等参数；
- b) 导引头参数：一般通过遥测设备或数据采集设备从导弹测试口获得导引头完整的工作参数数据，采集数据一般应包含反映导引头特性和工作状态的相关参数，主要包括回波功率、天线偏转角、多普勒频率、目标截获指示和弹动零点等工作状态和参数，主动导引头还应采集发射机检波电压、测距等信息；
- c) 武器系统参数：一般通过数据采集设备获取完整的武器系统工作数据，主要包括发射零点、目标速度和位置及火控、发控数据，半主动制导还应采集照射雷达偏转方位/俯仰角。

### 7.2 数据处理及判定

#### 7.2.1 数据处理

数据处理时，应注意时间的统一和采样率的区别，目标数据、武器系统数据及导弹数据一般以弹动时刻为零点对准，试验数据中对于野值应予以剔除。

#### 7.2.2 武器系统功能判定

在“允许截获”后，导引头能够及时截获目标，并稳定跟踪目标直至目标撤销，则可判定导弹与武器系统电气接口、通讯接口、射频接口工作协调，导引头与武器系统相容，武器系统作战流程协调，导引头工作逻辑正确。

#### 7.2.3 导引头跟踪功能与性能判定

将根据目标真值计算出的弹目多普勒频率、目标与弹轴的方位/俯仰夹角与导引头输出的弹目多普勒频率测量值和方位/俯仰天线反馈值进行比较，若两者变化趋势一致，可判定导引头跟踪功能正常，如果两者差值满足误差要求（应考虑跟飞导引头初始安装误差）可判定为导引头跟踪性能正常；在超低空条件下由于镜像目标的影响，对导引头天线反馈角度与目标真值角度的误差不做要求。

#### 7.2.4 弹目多普勒频率预定精度判定

将“允许截获”时的弹目多普勒频率预定值和根据目标真值计算的弹目多普勒频率进行比较，若两者差值小于武器系统要求的误差，则弹目多普勒频率预定精度满足要求；在缺乏目标真值的情况下，也可将“允许截获”前的弹目多普勒频率预定值和导引头截获目标时的弹目多普勒频率进行比较，若两者差值小于武器系统要求的误差，也可判定弹目多普勒频率预定精度满足要求。

#### 7.2.5 角度预定精度判定

将“允许截获”时的天线偏转角反馈值与根据目标真值计算的弹目角度值进行比较，两者差值小于武器系统要求误差（角度误差应考虑跟飞导引头初始姿态角标定误差和惯导漂移误差），可判定角度预装精度满足要求。在缺乏目标真值时，也可将“允许截获”前的天线偏转角反馈值与导引头截获目标时的天线偏转角反馈值进行比较，若两者差值小于武器系统要求误差（角度误差应考虑跟飞导引头初始姿态角标定误差和惯导漂移误差），也可判定角度预装精度满足要求。

#### 7.2.6 导引头截获距离判定

由于导引头截获距离与目标反射截面或红外辐射特性相关，而目标反射截面和红外辐射特性与照射和接收的角度相关，此外，试验场地的环境噪声对截获距离也有影响，故一般对导引头截获距离只做功能性判定，符合理论预期即可。

一般情况下，将采集的距离信息与目标真值计算的理论距离进行比较，评判制导系统截获距离是否符合理论预期。若导弹发射后在理论末制导威力距离，导引头立即截获目标，可判定导引头截获距离符合制导系统作用距离理论预期；若导弹发射后“允许截获”时，弹目距离小于最大作用距离要求，应根据目标反射截面均值计算的理论回波功率与导引头截获目标时回波功率进行比较，两者符合也可判定截获距离符合理论预期；若环境噪声过大，影响了导引头作用距离，应根据导引头截获距离与当前噪声下计算的导引头截获目标的理论最大作用距离进行比较，两者相符也可判定截获距离符合理论预期。

### 7.2.7 试验结束判定

在同样试验条件下，要求试验结果按照 7.2.2 判定成功、获得有效数据两次以上，该项试验才可以结束。对于跟飞结果不正常的试验数据，应分析原因给出说明，一般导引头截获距离以多次试验结果最好的一次为准。

## 8 试验结果评定

试验结果应根据数据处理及判定方法，按照下列标准进行评定：

- a) 武器系统作战流程和导引头工作逻辑是否正确、协调；
- b) 制导系统射频接口、电气接口是否匹配，导引头与武器系统是否相容；
- c) 武器系统各环节数据传输是否正确，武器系统给导引头预装参数是否准确；
- d) 导引头跟踪飞行目标的功能与性能是否正常，导弹制导系统对目标的截获距离是否符合理论预期。

## 9 试验报告

按技术文件及试验大纲要求，对进行的各项试验作出技术总结与结果分析，试验报告应包括下列主要内容：

- a) 试验概况、试验日期与地点、试验环境条件；
  - b) 试验的技术状态；
  - c) 试验项目及其工作内容；
  - d) 试验中出现的故障及其原因；
  - e) 试验的数据分析，基本结论，存在的问题和建议；
  - f) 试验大纲规定的其他内容。
-

中华人民共和国航天行业标准

**防空导弹武器系统导引头  
跟飞试验方法**

QJ 20418—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**

\*

2016 年 2 月出版

定价：22 元