



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 1380

GJB 1199A-2023

代替 GJB 1199-1991

## 战略导弹运输试验方法

Transport test method for strategic missiles

2024-01-19 发布

2024-03-01 实施



中央军委装备发展部 颁布

## 前 言

本标准代替 GJB 1199-1991《战略导弹运输试验方法》。

本标准与 GJB 1199-1991 相比,主要有以下变化:

- a) 试验条件的选取做了重新规定,增加了水上运输试验条件。
- b) 在试验技术要求中做如下改动:
  - 1) 增加了带有液体贮箱的导弹由于气压的变化而对贮箱的特殊要求;
  - 2) 增加了关于相对位移、力和弯矩的测量要求;
  - 3) 增加了各通道测量的同步要求和对结构受力薄弱环节的应变测量要求;
  - 4) 增加了内部和外部环境参数的监测要求;
  - 5) 修订了对测量系统的要求。
- c) 在试验程序当中增加了试验数据的初步处理和判断,对试验数据不满足要求的情况,增加了试验中断的处理方法。
- d) 在力学环境参数的处理和分析当中作了如下修订:
  - 1) 增加了运输响应测量信号的特征描述;
  - 2) 区分了起步、制动工况和行驶工况在数据处理上的要求;
  - 3) 针对行驶工况下得到的非平稳响应信号,推荐了时变自谱的处理方法;
  - 4) 对存在明显瞬态冲击响应的信号推荐了冲击响应谱分析;
  - 5) 针对有工作模态分析需求的运输试验增加了模态分析内容;
  - 6) 增加了测量信号的测量和处理误差分析。

本标准由中国航天科技集团有限公司提出。

本标准起草单位:中国航天科技集团公司第一研究院第七〇二研究所、中国航天科技集团公司第一研究院第一设计部。

本标准主要起草人:王建民、冯颖川、李 宁、李昊宇。

GJB 1199 于 1991 年 10 月首次发布。

# 战略导弹运输试验方法

## 1 范围

本标准规定了战略导弹运输试验的目的、条件、技术要求和程序等。

本标准适用于战略导弹及其分系统的公路(含机动运输)、铁路和水上运输试验。战术导弹运输试验可参照使用。

本标准不适用于室内模拟和核爆环境下的运输试验。

## 2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本标准,但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GJB 806.7-1990 地地战略导弹通用规范 环境条件及试验

GJB/Z 222 动力学环境数据采集和分析指南

JTG B01-2014 公路工程技术标准

## 3 试验目的

3.1 考核战略导弹对运输环境的适应性。

3.2 验证战略导弹在运输车或发射车上支撑方式的合理性。

3.3 验证战略导弹的运输设计条件,为制定室内模拟运输试验条件积累数据,为战略导弹的鉴定和定型提供依据。

3.4 验证提高战略导弹运输距离和运输速度的可能性。

## 4 试验条件

### 4.1 试验条件的制定与选择原则

应按照战略导弹武器系统战术技术指标的规定制定运输试验条件。如无特殊规定,可按照本标准规定的条件执行。试验条件分为公路运输条件、铁路运输条件和水上运输条件。在战略导弹的不同研制阶段可根据需要选择进行不同的运输试验项目,选择原则见表1。

表1 运输试验项目选择

型号阶段状态	试验项目		
	公路运输	铁路运输	水上运输
工程研制阶段	▲	○	△
定型(鉴定)阶段	▲	▲	△
批生产阶段	○	○	○

注：“▲”表示应做的试验项目；“○”表示根据需要协商选择做的试验项目；“△”表示海基发射型号应做的试验项目。

### 4.2 公路运输条件

#### 4.2.1 试验工况

试验工况主要包括行驶(含起步、转弯、爬坡等)和紧急制动。

4.2.2 路面分类

路面可以分为：

- a) 高等级路面，应符合 JTG B01-2014 中高速公路、一级至三级公路(含匝道)路面的规定；
- b) 低等级路面，应符合 JTG B01-2014 中四级公路的规定或等同于四级公路的其他路面；
- c) 特殊路面，不作为交通运输正式使用的路面和急造路，如搓板路、凹凸不平路、碎石路等路面。

4.2.3 各类路面行驶车速

各类路面行驶车速为：

- a) 高等级路面，车速 60km/h~80km/h；
- b) 低等级路面，车速 30km/h~50km/h；
- c) 搓板路面(波峰深度参考值为 20mm~30mm，波长参考值为 750mm~900mm)，车速 10km/h~45km/h；
- d) 凹凸不平路面(鱼鳞坑深度参考值为 30mm~70mm)，车速 8km/h~20km/h；
- e) 碎石路面，车速 10km/h~50km/h。

4.2.4 推荐的试验条件

表 2 给出了一种典型的试验条件，可以作为战略导弹运输试验条件参考。

表 2 典型试验条件

路面	最大车速 km/h	运输距离 km	运输距离分配比例 %
高等级路面	60~80	一次最大机动距离为 200~1000； 累计运输里程选 6000~10000	70~80
低等级路面	30~50		10~15
特殊路面	10~20		10~15

4.2.5 制动

在平直路面上进行紧急制动试验，制动时初速为 30km/h~40km/h，制动次数不少于三次。

4.3 铁路运输条件

4.3.1 试验工况主要包括行驶(含起步、转弯、爬坡等)、挂钩和制动。

4.3.2 路况应包括弯道、岔道、坡道、隧道和桥梁。

4.3.3 最大车速为 80km/h~120km/h。

4.3.4 累计运输里程按战术技术指标要求，推荐 10000km 以上。

4.4 水上运输条件

根据水上运输实际情况(水路、船舶类型、包装和安装方式等)制定水上运输试验条件。

4.5 自然环境条件

应符合 GJB 806.7-1990 中 3.1~3.10 的规定。

5 试验技术要求

5.1 战略导弹

5.1.1 战略导弹的技术状态应符合试验大纲的规定。

5.1.2 战略导弹需要包装时，按出厂规定包装。

5.1.3 液体战略导弹和带有贮箱的固体战略导弹在有气压变化的自然环境下试验时，应考虑气压对密闭贮箱的影响，采取适当技术措施，防止出现故障。

5.2 试验用车

试验用车为运输车或发射车，应符合产品设计技术状态要求。

### 5.3 测量和测试要求

#### 5.3.1 力学参数测量

##### 5.3.1.1 测量条件选择

原则上应对试验条件中规定的不同等级路面、不同速度、不同工况的组合情况进行力学参数测量，但当这种组合情况过多时，可以利用恶劣的组合情况代替非恶劣的组合情况进行力学参数测量。

##### 5.3.1.2 测量坐标规定

测量坐标分为垂向、纵向、侧向，分别规定为：

- a) 垂向：垂直于地面方向；
- b) 纵向：试验用车运行方向；
- c) 侧向：与以上两个方向垂直的方向。

##### 5.3.1.3 振动加速度测量

5.3.1.3.1 振动加速度测量分为低频过载和低频振动两类加速度测量。

5.3.1.3.2 低频过载测点应布置在地面-车-筒-导弹组合的力传递路径的关键部位、导弹振动较大部位(如弹的自由端等)，表征弹、筒、车整体结构模态振型特征部位(有工作模态参数识别需求的试验)。

- a) 导弹上测点为：
  - 1) 与车连接的支撑点；
  - 2) 固定段和悬臂端；
  - 3) 结构部段的连接处；
  - 4) 适配器附近测点；
  - 5) 结构模态振型测点。
- b) 车上测点为：
  - 1) 车悬架传递路径测点(如车桥、车架、托座、回转支耳等)；
  - 2) 结构模态振型测点；
  - 3) 与导弹相关的关键部位(如发射筒)。

5.3.1.3.3 高频振动测点用于振动环境测量，应布置在导弹和车上重要仪器的安装部位，分系统的重要部位。

5.3.1.3.4 运输行驶、转弯、爬坡工况下，加速度测点采用三个方向测量；起步、制动工况下加速度测点以纵向和垂向测量为主。

##### 5.3.1.4 应变测量

应变测点应布置在结构的薄弱处、运输载荷作用下可能存在的高应力区。根据部位的具体受力情况可采用一至三个方向的应变测量。

##### 5.3.1.5 位移测量

通常测量以下部位的位移：

- a) 辅助支撑的变形量；
- b) 适配器变形量；
- c) 弹体相对锁紧机构的滑动位移。

##### 5.3.1.6 力测量

通常测量以下部位的力：

- a) 所关心接触面的接触力；
- b) 所关心连接的预紧力；
- c) 辅助支撑力。

如果力的直接测量有困难，可以采用相应部位的位移测量、应变测量或弯矩测量替代。

### 5.3.1.7 弯矩测量

以静态弯矩标定为基础,通过对指定运输试验条件下试件关键截面的应变测量,获取相应截面的动态弯矩数据,关键截面包括:

- a) 重要分离截面;
- b) 结构薄弱截面;
- c) 其他关注截面。

### 5.3.1.8 同步测量

所有测量通道应保持同步采集。

### 5.3.1.9 记录时间

数据测量的记录时间应根据测量的频率范围、频率分辨率和路面的平稳性要求确定,一般为:

- a) 起步、制动、转弯等短时工况全程记录;
- b) 行驶工况下,选用典型路段或时段,单次记录时间一般为2min~3min,一般记录三次;
- c) 采样频率应大于分析频率上限的2.5倍。

### 5.3.2 内部环境参数监测

试件运输当中有内部环境的特殊要求时,应监测运输当中内部环境的保障能力,一般测量温度、相对湿度和气压。测点布置在试件的前、中、后、上、下等部位。

### 5.3.3 外部环境参数监测

#### 5.3.3.1 自然环境参数监测

按照试验大纲的规定,监测试验当中的自然环境参数,包括温度、相对湿度、气压、风速等。

#### 5.3.3.2 行驶速度监测

对运输速度进行实时记录,车速信息与各参数的采集同步,可进行对应分析。

#### 5.3.3.3 车发动机转速监测

对行驶过程中,车的发动机转速进行同步记录,以分析车发动机工作引起的振动。

#### 5.3.3.4 行驶状态视频监控

在条件允许的情况下,对运输过程中的行驶状态及路面情况进行视频记录,视频影像记录应与各参数的采集同步,可进行对应分析。

### 5.3.4 制动距离测量

紧急制动时,需要对制动距离进行测量。

### 5.3.5 各分系统性能测试

按试验大纲规定对下列分系统进行性能测试:

- a) 对控制系统进行单元和综合测试;
- b) 对动力系统的相关参数进行检测;
- c) 对弹体结构和外观进行检查;
- d) 对弹头进行检测;
- e) 其他。

## 5.4 测量系统

### 5.4.1 测量系统构成

测量系统由传感器、信号调理器、记录设备和传输电缆构成。

传感器可以是加速度传感器、位移传感器、力传感器和应变片等;信号调理器和传感器配套使用,用于将传感器的信号进行调理输出;记录设备可以是模拟信号记录设备,也可以是数字采集设备,对模拟信号采集并记录离散的时域信号。

### 5.4.2 测量系统技术要求

测量系统的搭建应满足如下技术要求:

- a) 测量系统的量程、频响特性和精度应满足试验测量要求：低频过载用加速度传感器应满足频率范围 0.2Hz~200Hz，量程 20g，相位误差小于 5%；高频振动用加速度传感器应满足频率范围 1Hz~5000Hz，量程 50g；位移传感器应满足频率范围 0Hz~50Hz；
- b) 传感器应满足测量环境的温度要求；
- c) 电源可采用蓄电池供电，也可采用车上电源，供电须保证电压的稳定性和供电时间；
- d) 测量系统体积小、重量轻、耐振性能好；
- e) 满量程信噪比不小于 60dB；
- f) 线性允许误差应小于 1%；
- g) 测量仪器应经过计量部门检定合格并在检验有效期内；
- h) 记录设备(或信号采集设备)应有足够的记录容量，满足记录时间要求；
- i) 传输电缆应具有良好的抗外界干扰能力，信号与外壳绝缘良好。

## 6 试验准备

### 6.1 技术文件准备

#### 6.1.1 试验大纲

6.1.1.1 试验大纲的编写依据为研制试验任务书和具体型号的导弹战术技术指标。

6.1.1.2 试验大纲一般包括如下内容：

- a) 试验目的；
- b) 试验时间、地点；
- c) 试件技术状态；
- d) 试件装载方法；
- e) 试验用车要求；
- f) 试验条件(试验路面、路线、车速、运输距离、工况要求)；
- g) 试验内容；
- h) 试验程序；
- i) 地面测试要求；
- j) 测量和数据处理要求；
- k) 试件配套表；
- l) 参试设备配套表；
- m) 试验场地和技术准备场地的要求(包括环境条件、电源、气源、吊装设备和地面测试设备等)；
- n) 人员组织及分工；
- o) 试验质量保证措施；
- p) 试验安全措施；
- q) 试验结果的评定要求。

6.1.1.3 试件配套表的内容包括：

- a) 导弹及技术状态；
- b) 试验用车及技术状态。

6.1.1.4 参试设备配套表的内容包括：

- a) 类别、型号、数量；
- b) 技术指标；
- c) 检测记录表；
- d) 其他。

## 6.1.2 试验实施方案

6.1.2.1 试验实施方案依据试验大纲编制。

6.1.2.2 试验实施方案的内容包括：

- a) 具体的试验路线、跑车的时间、里程的安排；
- b) 试件在每次试验前后的装卸方法；
- c) 参数测量的时机(应考虑分组测量的需求)；
- d) 对试件性能进行检测的时机、次数和方法；
- e) 参数测量方法。

6.1.2.3 参数测量方法应包括：

- a) 测量设备的选择；
- b) 测量设备的安装方法和要求；
- c) 测量参数的测量分组方案(如果有分组)；
- d) 测量信号的记录方法和记录时间；
- e) 测量信号的处理方法；
- f) 测量设备配套表。

## 6.2 试验硬件准备

6.2.1 试件和其他参试设备齐套，并进行总装测试，满足性能要求后试件运往技术准备场地，其他参试设备运往试验场地。

6.2.2 需在内部安装传感器及布置导线的，应在导弹装配或装载过程中进行传感器安装与布线，并设置导线出线口，传感器安装后，进行加电测试，确保测试状态良好后，进行总装及相应测试。

6.2.3 在技术准备场地对试件进行性能测试并作记录，满足要求后，按 6.1.1.2 d) 的规定将试件装载到试验用车上，运往试验场地。

6.2.4 对试验用车进行检查。

6.2.5 将合格的测量仪器安装、固定到试验用车上。

6.2.6 根据试验实施方案的要求在试件和试验用车上安装传感器，然后进行测点分组和布线。

6.2.7 测量仪器加电联调，确认工作正常。

## 7 试验程序

7.1 按 6.1.1.2 d) 的规定对试件安装进行检查，按 6.1.2.3 b) 的规定对测量仪器的安装进行检查。

7.2 在静态下对测量仪器进行自测。

7.3 在平坦路面上用低速短距离进行运输测量的预试验，无异常现象出现，可进行正式试验。

7.4 按照试验实施方案规定的力学环境参数测量时机进行力学参数测量，同时记录试验前后的内部环境参数以及外部环境参数。

7.5 试验中，运行到规定的里程时，按试验要求对试件进行外观、连接紧固情况和系统性能检测，并初步处理力学环境测量数据，判定是否符合设计要求。

7.6 完成运输里程后，对试件进行外观、连接紧固件、各分系统性能检查及单元测试。

7.7 试验总结和撤收。

## 8 试验的中断与处理

试验的中断与处理如下：

- a) 测量中测量仪器设备工作出现异常时应中断试验，排除故障后，从中断处恢复试验；
- b) 对测量参数初步数据处理后发现测量数据无效时，应中断试验，对无效数据工况进行补充试验，并在补充测量后恢复试验；

- c) 试验条件被破坏时应中断试验,待满足试验条件后从中断处恢复试验;
- d) 当数据初步处理后,不符合设计要求时,应中断试验,经评估后可采取措施恢复试验或中止试验;
- e) 试件结构被破坏或试件性能出现异常应中断试验,分析原因并进行修复或修改设计,决定从中断处恢复试验或重新试验。

## 9 试验结果的处理和分析

### 9.1 力学参数的处理和分析

#### 9.1.1 信号特点

##### 9.1.1.1 行驶工况下信号特点

###### 9.1.1.1.1 时域特点

行驶工况环境下的力学环境参数信号特征能与试验工况对应,通常为接近于稳态随机信号的基础上间隔性地叠加量级变化的冲击信号。

###### 9.1.1.1.2 频域特点

频域有以下特征:

- a) 振动信号以低频成分为主(200Hz 以下);
- b) 振动信号中存在因发动机工作引起的倍频成分;
- c) 垂向和侧向振动信号均存在低频整车振动成分。

###### 9.1.1.2 起步、制动工况下信号特点

起步、制动工况下信号为一短时单向增长信号,且制动工况下信号达到最大值后近似周期振荡衰减。

#### 9.1.2 处理要求

##### 9.1.2.1 起步、制动工况信号处理要求

起步、制动工况信号处理时要求给出如下结果:

- a) 测量全过程的时域曲线;
- b) 测量全过程的最大值(绝对值)。

##### 9.1.2.2 行驶(包含转弯、爬坡)工况信号处理要求

根据实际情况,对该工况要求给出下面列出的部分或全部结果:

- a) 测量参数全过程的时域曲线;
- b) 全过程最大峰值(正、负);
- c) 功率谱密度;
- d) 均方值或均方根值;
- e) 幅值概率密度;
- f) 传递函数;
- g) 互相关与相干函数;
- h) 时变自谱;
- i) 导弹和车的整体结构弹性振动固有特性参数(包括模态频率、阻尼和振型等)。

#### 9.1.3 处理方法

##### 9.1.3.1 按信号处理要求对信号进行时域和频域处理。

##### 9.1.3.2 对信号的时域历程进行目视检查,其形态应符合 9.1.1 的信号特征。

9.1.3.3 处理行驶响应信号时,检查信号的平稳性。如果信号平稳性不好,应适当增加平均次数,一般功率谱密度和均方根的计算平均次数至少 20 帧。

9.1.3.4 当信号平稳性很差时,可以采用时变自谱代替功率谱进行处理,按 GJB/Z 222 中相关内容执行。

9.1.3.5 对存在明显瞬态冲击响应的信号可进行冲击响应谱分析。

9.1.3.6 对测量信号进行处理，选定参考信号，根据参考信号与各测点信号的自功率谱密度和互功率谱密度，可通过随机子空间识别法或最小二乘复频域法等方法分析，得到工作模态参数。

#### 9.1.4 误差分析

##### 9.1.4.1 误差来源

误差按照来源可以分为：

- a) 测量系统误差；
- b) 信号处理误差。

##### 9.1.4.2 测量系统误差产生的因素及分析

测量系统误差来源于以下因素：

- a) 传感器本身的测量误差；
- b) A/D 及 D/A 变换器的精度；
- c) 放大器/信号适调器的档差；
- d) 测量各个环节的信号衰减。

测量系统误差可以通过各个环节的测量进行统计分析得出，也可以利用标准物理量的标定进行估计。这部分误差将直接加到时域信号，时域信号误差又会传递给最终的信号处理结果，传递后的误差可依据不同的信号处理方法，进行具体分析。

##### 9.1.4.3 信号处理误差分析

信号处理误差来源于以下因素：

- a) 连续信号离散后的误差；
- b) 平稳性假定与实际不符产生的误差。

通过缩短采样间隔和加长采样时间，可以不断地降低因素 9.1.4.3 中 a)。通过平稳性的检查，适当增加平均次数，可以降低因素 9.1.4.3 中 b)。当信号平稳性很差时，可以处理成时变自谱代替功率谱。

#### 9.2 性能测试结果分析

分析试验前后和试验中对试件性能检测的结果是否符合设计要求。

### 10 试验评定

根据试验大纲和试验结果对试验进行评定，评定内容为：

- a) 试验结果是否满足试验大纲的要求；
- b) 试验是否达到预期目的。

### 11 试验记录

试验记录的内容包括：

- a) 试件名称、型号、规格及技术状态；
- b) 试验运输车或发射车及其技术指标；
- c) 测试和测量仪器设备的名称、型号、技术指标和校验结果；
- d) 试验时间、地点、试验条件和试验内容；
- e) 试验的中断和处理；
- f) 试件在试验前、后和试验中的测试结果；
- g) 力学环境参数的测量记录；
- h) 环境监测记录；
- i) 其他。

## 12 试验报告

试验报告的内容一般包括:

- a) 试验概况(试验目的、试验时间、试验地点、试验内容、组织分工等);
  - b) 导弹及车的技术状态;
  - c) 试验条件;
  - d) 试验技术要求;
  - e) 试验方法;
  - f) 试验设备;
  - g) 产品性能测试结果及分析;
  - h) 参数测量结果及分析(或测量报告);
  - i) 试验中出现的主要问题、处理方法和结果;
  - j) 测量结果和力学环境条件的对比;
  - k) 结论。
-

中华人民共和国  
国家军用标准  
战略导弹运输试验方法  
GJB 1199A—2023

\*

国家军用标准出版发行部出版  
(北京东外京顺路7号)  
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷  
国家军用标准出版发行部发行  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字  
2024年2月第1版 2024年2月第1次印刷

\*

军标出字第 15927 号