



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 42432—2023

## 航天器吊装通用要求

General requirements of hoisting for spacecraft

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)提出并归口。

本文件起草单位：北京卫星环境工程研究所、中国空间技术研究院、北京空间飞行器总体设计部、西昌卫星发射中心、首都航天机械有限公司、清华大学、上海航天设备制造总厂有限公司、上海卫星装备研究所、蓝箭航天空间科技股份有限公司。

本文件主要起草人：宋晓晖、边玉川、傅浩、张彬、徐奕柳、张建斌、季晓明、魏玮、王益红、赵璐、邱铁成、邓家权、黄垒、郑丽得、李志明、王再成、单明、郑鹏、郭涛、蒋志广、雷义、侯森浩、代海林、王晓臣、齐海雁、陈伟男、刘薇、薛峰、章潜、任振岳、刘小义、姜旭、王健。

# 航天器吊装通用要求

## 1 范围

本文件规定了航天器吊装的一般要求和详细要求。

本文件适用于航天器整器和舱段在总装厂至发射场各阶段的吊装工作。航天其他大型零部件产品可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5082 起重机 手势信号
- GB/T 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分：总则
- GB/T 6974.1 起重机 术语 第1部分：通用术语
- GB/T 26079 梁式吊具
- GB/T 29084 航天器接地要求
- GB/T 32296 航天飞行器常用坐标系
- GB/T 32301 航天器包装、运输通用要求
- GB/T 37833—2019 航天器安全防护通用要求

## 3 术语和定义

GB/T 6974.1、GB/T 26079、GB/T 32296、GB/T 32301 和 GB/T 37833—2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**吊具 hoisting device**

用于起重机与航天器之间悬挂连接，并满足航天器升降、运移等要求的装置。

### 3.2

**吊装 hoisting**

通过起重机和吊具，将航天器吊起，使其位置或姿态发生变化并重新安装到位的作业过程。

注：一般情况下吊装包括起吊、转移、翻转和对接等过程。

### 3.3

**机械地面支持设备 mechanical ground support equipment; MGSE**

用于航天器装配、测试、试验、运输和贮存的地面设备总称。

注：一般包括吊装、停放、转运、包装、运输和展开等设备。

## 4 一般要求

### 4.1 吊装环境

#### 4.1.1 航天器宜在包装容器内进行室外吊装。

#### 4.1.2 除另有规定外,非净化环境下吊装规定如下:

- a) 天气:应避免雨、雪及雷电天气;
- b) 风速:地面风速宜不大于 8 m/s;
- c) 照度:吊装现场应有足够的照度,必要时应辅助照明;
- d) 场地:作业区域内,不应放置无关的易燃、易爆物品,并应清除影响吊装的沙土、水、雪、冰等物,防止危害吊装安全。

#### 4.2 作业人员

作业人员由一名指挥人员、一名司机和操作人员、检验人员、安全员组成,并满足以下要求。

- a) 应掌握航天器及吊装的基本知识,并经培训合格方可上岗。
- b) 应身体健康,无妨碍从事本岗位工作的生理缺陷、疾病。
- c) 应熟悉安全标识,对危险源知情并掌握应对措施。
- d) 指挥人员应唯一并具有上岗资质,宜佩戴鲜明的“指挥”袖标等标识,并符合 GB/T 6067.1—2010 中 12.5 的规定;当指挥人员不能同时掌握司机和起吊动态过程时,应增设副指挥逐级传递信号。
- e) 指挥人员应熟悉航天器的状态和专用技术文件规定的吊装要求。
- f) 指挥人员和司机应掌握起重机的性能,能正确识别和使用 GB/T 5082 中规定的吊装指挥信号和联络方法。
- g) 司机应符合 GB/T 6067.1—2010 中 12.3 的规定,并取得上岗资格。
- h) 司机应按指挥人员的信号进行操作,信号不明确时,不应进行吊装作业。
- i) 安全员应提前知悉吊装过程的安全防护要点,宜佩戴醒目的袖标等标识。
- j) 检验人员应对吊装现场的操作、各连接部位和航天器的状态及时检查、记录,必要时进行影像记录。

#### 4.3 起重机

航天器室内吊装宜采用桥式起重机,室外吊装应根据条件优选性能优良、固定配置的起重机,必要时可选用汽车起重机。起重机应符合 GB/T 6067.1—2010 的规定,并满足以下要求。

- a) 应经检定合格后方可使用,且应具有可靠制动装置、速度控制装置和紧急停止开关,并满足起重量、起升高度、作业半径、安全距离等要求。
- b) 应保持洁净,表面喷涂的保护层不应脱落,转动、滑动等部位应灵活。
- c) 吊钩应具有可靠的防松脱闭锁安全装置,避免吊具安装后脱落。
- d) 应有断电保护功能;断电时,自动刹车装置应可靠;恢复供电时,起重机不应自动运行。
- e) 发射场技术区推进剂加注厂房、塔架等有特殊安全要求的区域应采用防爆型起重机。
- f) 停用一年及以上的起重机,在使用前应再次检验,且宜重新进行负载试验,检验、试验合格后进行航天器吊装。
- g) 任何情况下均不应超载使用,其中室内起重机宜设有起重量限制器并满足以下要求:
  - 1) 当起吊重量达到设备额定起重量的 90% 时,应能发出报警信号;
  - 2) 当起重量超过设备的额定起重量时,应能自动切断起升电源,并发出禁止性声光报警信号;
  - 3) 当起重量限制器动作后,应允许吊钩向下降方向运行。
- h) 与吊具的连接处应具备接油防护措施,避免污染航天器。
- i) 用于航天器翻转的起重机应具有双钩分动结构形式,双钩间距宜不小于 1.5 m。

#### 4.4 吊具

吊具要求如下：

- a) 航天器吊装时,应配备专用吊具,吊具应具有良好的适用性,吊具与起重机、航天器之间的连接部位应协调、匹配;
- b) 应有足够的强度和刚度,使用中应能保持良好的稳定性,强度安全系数一般为 5,且最低不应小于 3;
- c) 应有水平调节功能,以保证航天器对接面与被对接面平行;
- d) 活动部位应灵活、可靠,并具备有效的防松脱措施;
- e) 应通过专用技术文件规定的试验和检验,合格后方可使用。

#### 4.5 航天器

除另有规定外,航天器应处于 GB/T 37833—2019 规定的环境,并满足以下要求。

- a) 重量 20 kg 及以上的航天器或体积较大的航天器宜采用吊装等辅助方式进行位姿转移作业,并应设计有吊装接口。
- b) 航天器上的火工品、放射源、高压部件、活动部件、密封件(舱)、工艺件、保护件等产品的状态应符合专用技术文件的规定。
- c) 航天器上的活动部件(如电缆、管路、支架、舱门、多层隔热组件等)应固定牢靠;器体上应无多余物,各部位的状态应不影响吊装作业。
- d) 航天器在吊装过程中应处于断电状态。

#### 4.6 接地

接地要求如下：

- a) 吊装场地应具备接地的条件;
- b) 起重机应具有机体接地措施,并应符合 GB/T 6067.1—2010 的规定;
- c) 吊装过程中,航天器宜可靠接地,并应符合 GB/T 29084 的规定。

#### 4.7 安全

应符合 GB/T 37833—2019 中 5.1.6 的规定,并符合以下规定。

- a) 宜设定吊装作业区域,无关人员及物品不应入内,场地环境、起升高度等应满足专用技术文件的要求。
- b) 作业人员应正确使用劳动防护用品;在港口、发射场塔架等区域吊装时,应佩戴安全帽。
- c) 起重机吊钩与航天器之间应有绝缘措施,防止吊钩漏电。
- d) 吊点宜位于航天器的质心上方且应留有足够的距离;吊点在航天器质心下方时,应采取有效的防倾覆措施或航天器应具有可有效避免倾覆的吊点布局。
- e) 在航天器上进行吊装相关操作时,应采取有效的防坠落措施,避免损伤航天器。
- f) 吊装作业应按预定程序连续进行,且应避免将航天器长时间悬留在空中。
- g) 吊装过程中,升降和平移不宜同时进行。
- h) 吊装过程中,应由操作人员对航天器进行保护,航天器与四周物体的安全距离宜不小于 1 m,否则应采取扶持航天器等方法确保姿态稳定。
- i) 吊装过程中,如遇紧急情况,司机应服从任何参与吊装的人员发出的紧急停止信号,并采取紧急措施。
- j) 吊装过程中暂停作业时,司机不应离开控制器或驾驶室及吊装现场。



- k) 除另有规定外,航天器吊装速度应为:
  - 1) 平移速度不大于 3 m/min;
  - 2) 上升速度不大于 1 m/min;
  - 3) 下降速度不大于 0.5 m/min;
  - 4) 对接速度不大于 0.2 m/min。
- l) 除另有规定外,航天器翻转速度应为:
  - 1) 整器翻转速度不大于 30°/min;
  - 2) 舱段翻转速度不大于 60°/min。

#### 4.8 其他要求

其他要求如下:

- a) 存在多个对接面的嵌入式对接、分离作业应按照专用技术文件的规定执行;
- b) 在空间环境模拟设备内部等有限作业空间吊装时,应确保其与航天器保持合适的安全距离,并按照专用技术文件的要求执行;
- c) 航天器通过包装容器在公路运输车、飞机、轮船和火车等运输载体上进行装卸时,吊装作业应符合 GB/T 32301 的规定;
- d) 室外进行航天器吊装作业之前,必要时应先对起重机进行负载试验,并按照专用技术文件的规定执行;
- e) 航天器在发射场吊装上塔架及在塔架上吊装时,应符合 GB/T 37833—2019 中 5.4.3 和 5.4.4 的规定。

### 5 详细要求

#### 5.1 吊装准备

吊装准备要求如下:

- a) 吊装开始前,应对所有参与吊装的作业人员进行安全、技术交底,并明确分工;
- b) 应检查起重机等设备、吊具等机械地面支持设备有合格证并在周检期内,外观完好,功能正常;
- c) 航天器和机械地面支持设备应停放到位,摆放位置合理;
- d) 吊装路线不应有障碍物;
- e) 航天器吊装应采用单台起重机完成,当采用两台起重机联合吊装时,载荷质心应处于两个吊钩之间,且各起重机均不应超载;
- f) 应对吊具外观进行检查,表面状态应良好,无锈蚀、裂纹等缺陷,各连接部位应可靠且防脱落措施有效,钢丝绳应无脱丝、无压痕,吊带应无破损、无拉丝。

#### 5.2 吊具装联

吊具装联要求如下:

- a) 吊具应在调水平后,方可将吊具与起重机吊钩连接;
- b) 检查起升高度大于 1.8 m 时,应采取在吊索适当部位拴缚牵引绳等防晃措施,且牵引绳的数量宜不少于 2 根,并应设专人牵拉;
- c) 各岗位就位后,指挥人员方可指挥开始作业,并按照规定的路径将吊具吊装至航天器上方,操作人员应按专用技术文件的要求将吊具与航天器连接。

### 5.3 起吊

起吊航天器要求如下：

- a) 应先对吊具进行对中调整，直至从两个正交方向观察吊索处于垂直状态，并应检查吊具及航天器各部位状态正常；
- b) 应采取点动方式起升吊具，直至吊索呈略微绷紧状态。

### 5.4 连接拆卸

拆卸待起吊航天器与对接面的连接要求如下：

- a) 操作人员应对称拆除航天器与对接面的连接；
- b) 检验人员应对拆卸下的连接件进行清点，数量应符合专用技术文件的规定；
- c) 检验人员应对起吊状态进行检查，确认无误后方可起吊。

### 5.5 分离

起吊航天器与对接面分离时，应慢速起升，并按照以下要求执行。

- a) 当吊具起升使得吊索处于拉紧状态时，应暂停起升并检查确认吊具连接状态正常；应再从两个方向观察确认吊索处于垂直状态，否则应下落吊具重新调整对中状态，此时航天器不应离开对接面。
- b) 继续起升吊钩，直至航天器离开对接面时，应再次暂停起升并检查确认吊具连接状态正常；目视观察对接面应平行，否则应将航天器落放至起吊前状态，并调节吊具，重复起吊、调整直至航天器与对接面平行。
- c) 继续起吊航天器离开对接面约 100 mm 时，应第三次暂停起升，检查确认航天器处于稳定状态，否则应落放航天器进行调整。

### 5.6 转移

转移航天器要求如下。

- a) 应再次检查确认航天器与对接面无任何连接后，方可继续起升。
- b) 检查确认航天器完全离开对接面后，应将航天器转移至指定位置，并完成初步对正。
- c) 起吊物下方应避免人员通过或停留；确需在起吊物下方作业时，应有保护措施并暂停吊装，作业完成后应及时撤出。
- d) 转移过程中，应保持航天器平稳，避免晃动、紧急刹车，防止航天器受力过载。

### 5.7 翻转

除另有规定外，翻转航天器规定如下：

- a) 翻转操作应使用专用设备或专用吊具，并通过翻转支架或翻转接头实施翻转，且宜使用起重机的双钩（主、副吊钩）翻转，不宜采用单钩实施航天器翻转作业；
- b) 翻转前，应检查确认吊具与翻转支架（或翻转接头）之间的活动部位转动灵活、可靠、无阻挡；
- c) 宜采用起重机的双小车进行翻转，且翻转过程中吊索宜保持基本处于垂直状态；
- d) 吊装航天器离开地面不小于 2 m 后，方可进行翻转作业；
- e) 翻转过程中，产品质心的水平投影应始终处于吊点包络水平投影范围之内，防止航天器倾覆；
- f) 翻转过程中，应设专人监视产品与周围环境的干涉情况，并保持航天器最低点距离地面的距离不小于 1 m，否则应在提升高度后方可继续翻转。

## 5.8 对接

航天器与被对接物进行对接时,应慢速靠近,并满足以下要求。

- a) 航天器转移至距离对接面约 100 mm 时,应对航天器和对接面的相对位置进行调整,以保证对接面平行。
- b) 宜采用安装导向杆的方法以引导对接,并应采取点动的方法控制航天器移动。
- c) 应对航天器进行位姿调整,直至销钉、销孔对正导入;无销钉、销孔的航天器应按照对接面轴线进行对正,并应慢速移动直至平稳对接,对接完成后应拆除导向杆。

## 5.9 吊具拆除

吊具拆除要求如下:

- a) 司机应按照指挥人员的要求,将吊具继续下落至吊索松弛,牵引绳应可靠牵拉;
  - b) 操作人员应按照专用技术文件的规定拆除吊具与航天器的连接,并应将吊具妥善存放。
-



# www.bzxz.net

免费标准下载网