

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1610

QJ 20517.1—2016

航天器三维设计数字样机 第1部分：通用要求

3D digital mock-up for spacecraft design—
Part 1: General requirements

2016—01—19 发布

2016—03—01 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

QJ 20517《航天器三维设计数字样机》分为六个部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：模型体系；
- 第 3 部分：协同设计；
- 第 4 部分：装配；
- 第 5 部分：着色；
- 第 6 部分：设备。

本部分为QJ 20517 的第 1 部分。

本部分由中国航天科技集团公司提出。

本部分由中国航天标准化研究所归口。

本部分起草单位：中国航天科技集团公司第五研究院总体部。

本部分主要起草人：谢 政、袁 义、王嘉春、张 亮、范海涛。

航天器三维设计数字样机

第1部分：通用要求

1 范围

本部分规定了航天器三维数字样机的术语和定义、分类、构成、建模、应用及管理要求。
本部分适用于航天器工程设计三维数字样机。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB/T 24734.1 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第1部分：术语和定义

GB/T 26099.1 机械产品三维建模通用规则 第1部分：通用要求

GB/T 26100 机械产品数字样机通用要求

GJB 421 卫星术语

GJB 3206 技术状态管理

QJ 1714.5 航天产品设计文件管理制度 第5部分：设计文件的编号

QJ 20517.3 航天器三维设计数字样机 第3部分：协同设计

QJ 20517.4 航天器三维设计数字样机 第4部分：装配

QJ 20517.5 航天器三维设计数字样机 第5部分：着色

3 术语和定义

GB/T 24734.1、GB/T 26099.1、GB/T 26100 和 GJB 421 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

数字样机 **digital mock-up (DMU)**

对机械产品整机或具有独立功能的子系统的数字化描述，这种描述不仅反映了产品对象的几何属性，还至少在某一领域反映了产品对象的功能和性能。产品的数字样机形成于产品设计阶段，可应用于产品的全生命周期，这包括：工程设计、制造、装配、检验、销售、使用、售后、回收等环节；数字样机在功能上可实现产品干涉检查、运动分析、性能模拟、加工制造模拟、培训宣传和维修规划等方面。

[GB/T 26100—2010，定义 3.1]

3.2

航天器三维设计数字样机 **3D digital mock-up for spacecraft design**

面向航天器系统级方案设计和详细设计工作，以三维模型为表征形式的数字样机。

4 分类

4.1 按阶段分类

按照航天器设计的递进关系，航天器三维设计数字样机可分为方案设计三维数字样机和详细设计三维数字样机，见图 1。

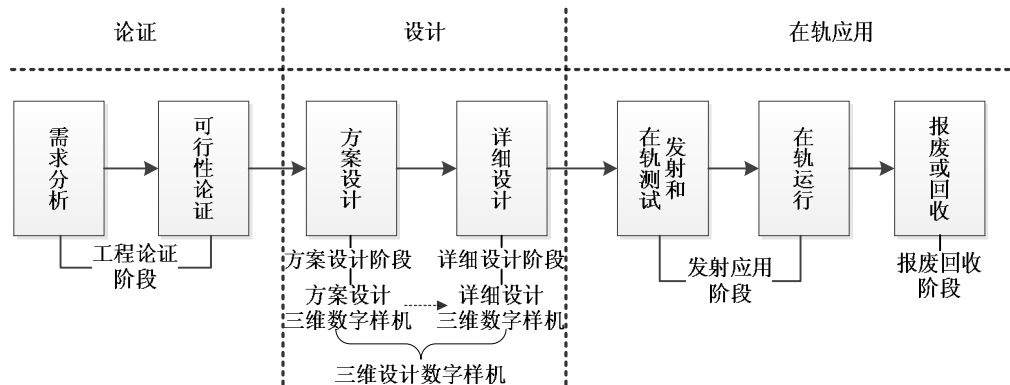


图 1 按研制阶段划分的航天器三维设计数字样机类型

方案设计三维数字样机形成于航天器方案设计阶段，用于完成技术攻关、方案论证，确定总体和分系统的指标、接口及组成。

详细设计三维数字样机形成于航天器详细设计阶段，用于完成分系统和设备设计、系统级布局和优化，确定实物生产的依据。

4.2 按用途分类

按照航天器设计、验证目的不同，三维设计数字样机可分为总体、结构、热控、总装四类，见图 2，各类数字样机的内涵如下：

- a) 总体三维设计数字样机反映总体构形、设备布局意图，表达航天器设备、有效载荷的空间位置等；
- b) 结构三维设计数字样机反映结构与机构的设计意图，表达航天器结构构形、部装连接方式等；
- c) 热控三维设计数字样机反映热控设计意图，表达航天器热控措施的类型、规格、布局等；
- d) 总装三维设计数字样机反映航天器总装状态，用于表达航天器设备布局、大部件安装、电缆走向、管路连接等。

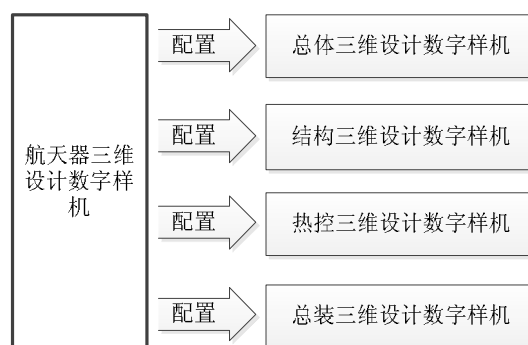


图 2 按用途划分的航天器三维设计数字样机类型

5 构成

5.1 几何信息

航天器三维设计数字样机的几何信息包含点、线、面、体等几何相关信息。

5.2 约束信息

航天器三维设计数字样机的约束包含接口约束、空间约束、重量约束及数字样机内部和外部的参照等约束。

5.3 标注信息

航天器三维设计样机的标注信息包含尺寸标注、视图标注、截面标注、技术要求等。

5.4 工程属性

航天器三维设计数字样机的工程属性包含材料类型、运动副、设计重量等。

5.5 层级结构

按照航天器数字样机的组织形式可分为系统、舱段级装配、舱板级装配、设备级装配四个层级，见图3。

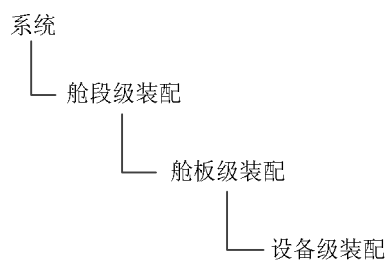


图3 数字样机的层级结构

各层次结构的内涵如下：

- 航天器系统由所有舱段、系统级部件、附件完整装配而成，反映航天器系统组成及相互协调关系；
- 舱段级装配由隶属于该舱段的所有舱板、舱段级部件、附件完整装配而成，反映航天器舱段组成及相互协调关系；
- 舱板级装配由隶属于该舱板的所有设备、舱板级部件、附件组成，反映舱板上设备、附件的布局、位置、走向及相互协调关系；
- 设备级装配是由零组件构成，反映设备的外形尺寸和工程属性。

6 一般要求

6.1 构建

航天器三维设计数字样机构建应满足以下要求：

- 凡反映实物外形的尺寸应按照1:1比例建模，实物产品相关属性应在数字样机中有对应的表达；
- 样机内容随设计工作的深入逐渐丰富，按照系统、舱段、舱板、设备自顶向下逐层细化；
- 下级样机的结构化组合形成上级样机，每级数字样机建立应遵循统一的建造规范和要求；
- 样机模型装配应符合QJ 20517.4的规定。

6.2 简化

航天器三维设计数字样机应根据不同阶段和目的进行简化，在简化和轻量化时应保证在满足应用场合下保真性的最低要求：

- 在满足精度及其他要求的情况下，各类数字样机构建的模型宜进行简化，参与航天器数字样机构建的数字模型应进行简化和轻量化；

QJ 20517.1—2016

- b) 对数字样机仅用于协调的部分可仅示出外形轮廓，但应给出质量特性、接口部位尺寸等信息，外形应准确以保证协调关系；
- c) 可根据产品对象特点及应用场合进行必要简化，简化后数字样机应反映产品真实特性。

6.3 着色

应符合 QJ 20517.5 的规定。

6.4 标识

应符合 QJ 1714.5 的规定。

6.5 派生

应能根据不同应用需求派生出相应的应用模型。

7 详细要求

7.1 总体数字样机

总体三维设计数字样机形成于方案设计阶段，贯穿方案设计和详细设计过程，应至少包括以下要求：

- a) 应能精确反映航天器与运载火箭间机械安装接口尺寸；
- b) 应能反映舱段、舱板、设备与航天器的接口和外形轮廓，对舱段、舱板、设备的具体实现不做要求；
- c) 应能够表达航天器的整体构成，反映设备、有效载荷的布局、位置和走向。

7.2 结构数字样机

结构三维设计数字样机形成于方案设计阶段，贯穿方案设计和详细设计过程。

方案设计阶段，应至少包括以下要求：

- a) 应能反映航天器结构组成，表达各组成部分的外形轮廓、相对位置和连接关系，对结构设计细节不做要求；
- b) 应包含开展力学分析工作的必要属性和参数。

详细设计阶段，应至少包含以下要求：

- a) 应反映航天器结构的真实外形和实际组成、表达各组成部分之间的连接关系和连接方式；
- b) 应包含开展力学分析工作的必要属性和参数；
- c) 应包含与总体设计、热控设计的协同数据接口；
- d) 应具备必要的工艺信息描述。

7.3 热控数字样机

热控三维设计数字样机形成于方案设计阶段，贯穿方案设计和详细设计过程。

方案设计阶段，应至少包括以下要求：

- a) 可由方案阶段总体三维设计数字样机简化获得；
- b) 应包含能开展航天器热分析必要属性和参数。

详细设计阶段，应至少包括以下要求：

- a) 应能反映航天器热控设施的规格、数量、外形、安装位置，以及热控设施之间的连接关系；
- b) 应能反映航天器设备热耗信息；

- c) 应包含与总体设计、结构设计的协同数据接口；
- d) 应具备必要的工艺信息描述。

7.4 总装数字样机

总装三维设计数字样机形成于详细设计阶段，应至少包含以下要求：

- a) 应包含航天器舱段、舱板、设备、电缆网、管路、接地、热控设施等三维模型，完整表达航天器组成；
- b) 应能够反映舱段、舱板、设备、管路、电缆网的几何外形、布局、位置和走向，尺寸要求精确；
- c) 应按照模型装配要求按层级构建；
- d) 应具备必要的工艺信息描述。

8 应用要求

8.1 总体数字样机

应包含系统级分析工作的必要属性和参数，如根据设定的轨道、指向、运动副等，开展航天器在空间不同位置、不同姿态下的太阳翼遮挡、羽流干涉、视场遮挡、质量面密度计算等系统级分析工作。

8.2 结构数字样机

应用要求如下：

- a) 可用于结构力学分析、振动试验等专项工作的输入；
- b) 可通过配置、重组的方式，派生出面向制造的样机对象。

8.3 热控数字样机

应用要求如下：

- a) 可作为开展热分析工作的输入；
- b) 可通过配置、重组的方式，派生出面向制造和总装的样机对象。

8.4 总装数字样机

应用要求如下：

- a) 可用于开展整星干涉检查、质量特性分析、精测等专项试验、分析工作；
- b) 可验证机构在空间运动过程中物理位置的准确性，分析机构运动过程中的间隙、干涉性以及机构的可靠性（如卡死、中断等情况），并能对运动期间几何元素或者点的加速度、速度等进行数值分析；
- c) 可通过配置、重组的方式，派生出面向制造、总装具体工作的样机对象；
- d) 可作为开展总装工艺设计的输入条件。

9 管理要求

9.1 数字样机管理要求

数字样机管理要求如下：

- a) 数字样机对象应在 PDM 系统中进行技术状态管理；
- b) 总体、结构、热控、总装三维设计数字样机应在 PDM 的不同位置进行存储，应根据实际业务需求，配置不同样机的访问、修改等操作权限；
- c) 总体、结构、热控、总装三维设计数字样机中一个或多个发生更改，应能够在相关联的样机中

有所反映；

d) 设计过程结束后，以数字样机作为设计向工艺进行信息发布的数据源。

9.2 数据管理要求

数据管理应满足如下要求：

a) 定期对样机数据的安全性、完整性、有效性进行检查；

b) 建立有效的数据安全权限管理机制，实现数据的定时备份，对日常涉及的数字样机数据、文件应采用多机存档、多介质备份。

9.3 状态管理

按 GJB 3206 及有关规定执行。

9.4 协同工作要求

按 QJ 20517.3 及有关规定执行。

9.5 数字样机评审

评审的数字样机模型应处于受控状态，并满足数字样机评审的相关标准、要求或规定。

中华人民共和国航天行业标准
航天器三维设计数字样机
第 1 部分：通用要求

QJ 20517.1—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：18 元