

HB

中华人民共和国航空行业标准

FL 0112

HB 7756.1—2005

基于 CATIA 建模要求 第 1 部分：通用要求

CATIA modeling requirements—
Part 1: General

2005-12-26 发布

2006-05-01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	3
4 一般要求	3
4.1 建模一般原则	3
4.2 建模一般要求	3
4.2.1 三维几何特征的定义	3
4.2.2 三维几何特征的表达	4
4.2.3 三维模型基本要求	6
4.2.4 标准的使用	7
5 详细要求	7
5.1 坐标系定义与使用	7
5.1.1 坐标系定义	7
5.1.2 坐标系使用	7
5.2 CATIA 模型命名	7
5.3 图层定义及管理	7
5.4 三维模型要求	7
5.4.1 总则	8
5.4.2 专用建模要求	8
5.4.3 模型链接要求	8
5.4.4 约束的使用	9
5.4.5 DFM 要求	9
5.4.6 装配件建模及预装配要求	9
5.4.7 产品结构树的管理要求	9
6 模型检查要求	10
附录 A (规范性附录) 图层设置	11
附录 B (规范性附录) 几何精度的标准环境设置	12

前 言

HB 7756《基于 CATIA 建模要求》分为十四个部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：坐标系；
- 第 3 部分：飞机外形；
- 第 4 部分：机体结构件；
- 第 5 部分：机加件；
- 第 6 部分：锻铸件；
- 第 7 部分：钣金件；
- 第 8 部分：复合材料结构件；
- 第 9 部分：夹层结构件；
- 第 10 部分：地板件；
- 第 11 部分：内装饰件；
- 第 12 部分：绝缘件；
- 第 13 部分：管路；
- 第 14 部分：线束敷设。

本部分为 HB 7756《基于 CATIA 建模要求》的第 1 部分，是对应用 CATIA 软件进行飞机产品建模提出的通用要求。

本部分的附录 A 和附录 B 为规范性附录。

本部分由中国航空工业第一集团公司提出。

本部分由中国航空综合技术研究所归口。

本部分起草单位：中国航空综合技术研究所、中国航空工业第一集团公司第一飞机设计研究院。

本部分主要起草人：张亚莉、郑朔昉、夏晓理。

基于 CATIA 建模要求

第 1 部分：通用要求

1 范围

本部分规定了应用 CATIA 工程软件实施三维建模的通用要求。

本部分适用于应用 CATIA 工程软件实施三维零件、组件和部件设计。

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。

HB 7730—2003 图层定义与管理

HB 7753—2005 CATIA 制图规则

HB 7754—2005 CATIA 文字、尺寸与公差标注

HB 7755—2005 CATIA 文件命名

HB 7756.2—2005 基于 CATIA 建模要求 第 2 部分：坐标系

HB 7756.3—2005 基于 CATIA 建模要求 第 3 部分：飞机外形

HB 7756.4—2005 基于 CATIA 建模要求 第 4 部分：机体结构件

HB 7756.5—2005 基于 CATIA 建模要求 第 5 部分：机加件

HB 7756.6—2005 基于 CATIA 建模要求 第 6 部分：锻铸件

HB 7756.7—2005 基于 CATIA 建模要求 第 7 部分：钣金件

HB 7756.8—2005 基于 CATIA 建模要求 第 8 部分：复合材料结构件

HB 7756.9—2005 基于 CATIA 建模要求 第 9 部分：夹层结构件

HB 7756.10—2005 基于 CATIA 建模要求 第 10 部分：地板件

HB 7756.11—2005 基于 CATIA 建模要求 第 11 部分：内装饰件

HB 7756.12—2005 基于 CATIA 建模要求 第 12 部分：绝缘件

HB 7756.13—2005 基于 CATIA 建模要求 第 13 部分：管路

HB 7756.14—2005 基于 CATIA 建模要求 第 14 部分：线束敷设

HB 7757—2005 飞机数字样机通用要求

HB 7776—2005 基于 CATIA 标准件建模与模型装配要求

HB 7795—2005 CATIA 模型检查规定

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1.1

三维建模 three dimension design

应用三维造型软件（如：CATIA V4、CATIA V5、UG 等）进行三维零件、组件及部件设计的过程。

3.1.2

三维数字模型 three dimensional digital model

三维实体在计算机内部的几何描述,它记录了实体的点、线、面、体等几何要素及其之间的关系。

3.1.3

数字化产品定义 digital product definition

对产品的功能特性和物理特性进行数字化描述的过程。

3.1.4

数字化预装配 digital preassembly (DPA)

对零部件的三维数字模型进行装配模拟的过程。该过程可以是一次或多次,以进行干涉检查、运动分析等。

3.1.5

数字样机 digital Mock-Up

对产品整机或系统等的真实化、集成化的虚拟仿真,是支持产品数字化设计与制造而形成的数据平台。用于工程设计、虚拟装配、干涉检查、运动机构仿真、拆装模拟、加工制造和维护检测等过程。

3.1.6

CATIA 文件 CATIA document

用 CATIA 软件对产品及其零部件进行数字化描述而形成的各类文件,包括后缀名,如: CATPart、CATProduct、CATDrafting、catalog、CATMaterial、CATAnalysis 等。

3.1.7

外形数模 lofting/shape digital model

飞机外形的数字化描述,表达了飞机外形设计所有的信息,作为气动、结构、工装等设计的依据。

3.1.8

实体 solid/body

由 CAD 软件所生成的三维几何体在 CATIA V4 中为 Solid,在 CATIA V5 中为 Body 或 partbody。

3.1.9

非实体元素 open body

非实体元素是指不占有空间的几何元素(也可称为开放性元素),如:点、线、面等。

3.1.10

零件实体 partbody

由 body 和 openbody 组成的实体。

3.1.11

参考形体 reference geometry

建模中所需参考的其它模型中建立的几何图形。

使用 CATIA V5 建模时,参考形体的获得可通过发布和引用来实现,且参考形体是参与模型建立的,当相关选项打开时,特别是在关联设计中,会在结构树上有一个单独的分支(External Reference)。

而在 CATIA V4 里,参考形体是通过拷贝的方式获得。

3.1.12

零件特征树 specification/part feature tree

体现零件设计过程及其特征(如:点、线、面、体等)组成的树状表达形式,反映模型特征之间的相互逻辑关系。

零件特征树包含两部分,一部分是几何特征(如:点、线、面、体等),另一部分是知识特征,也就是生成零件时应用的关系、参数(Relation、Parameter),这是 CATIA V5 特有的。在 CATIA V4 里用 CSG 树(Constructive Solid Geometry Tree)表达设计历史。

3.1.13

产品结构树 product structure tree

体现产品组成的树状表达形式，反映产品零组件的装配层次关系。

3.1.14

成熟度 maturity

在工程发放前对设计完成及完善程度的量化描述。数值范围为 1~100，分别表示完成设计工作的百分数值。

3.1.15

“污染”模型 corrupt model

不能正常工作，并会反复引起系统出错的模型。

3.1.16

重复元素 duplicate elements

重复元素是指数学定义与另一元素相同的元素。

3.1.17

刷新 update

对某一数据用最新状态覆盖原数据状态的操作功能。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本部分。

DFM——Design For Manufacture，面向制造的设计；

DMU——Digital Mock-UP，数字样机；

DPA——Digital Pre-Assembly，数字化预装配；

DPD——Digital Product Definition，数字化产品定义；

MDS——Master Dimension Surface，理论外形曲面；

REF——Reference，参考模型。

4 一般要求

4.1 建模一般原则

基于 CATIA 建模至少应遵循以下原则：

- 所有的机体结构、系统件、标准件都应建立三维模型，以支持 DPA 和二维工程图的生成；
- 模型的修改应在其生成的工作环境下进行；
- 模型构建应具有唯一性和稳定性，不允许有冗余元素存在；
- 几何模型应是封闭的，且不应带有额外的线架和曲面，产品模型应是完整的；
- 在满足要求的情况下，尽量使模型最简化，使其数据量减至最少；
- 应在建模的同时，建立数据间应有的链接关系和引用关系；
- 建模过程应充分体现 DFM 的设计准则，在模型上表达必要的制造相关信息，并尽量提高其工艺性；
- 模型预发放或工程发放前应通过模型检查。

4.2 建模一般要求

4.2.1 三维几何特征的定义

CATIA 提供了点、线架、曲面和实体等基本三维几何特征。其中：

- 用点产生直线和曲线，定义位置(如：表示所有孔和开口位置、基准点位置等)；
- 线架用于建立所有曲面的相交线和切线、基准线、零件边界线和草图轮廓线；
- 用点和线产生草图与线架；
- 曲面用于建立零件的非平面表面；
- 实体用于构建零件三维模型，完整的零件由若干实体组合为复杂实体表示，支持产品 DPA，

并用于产生相应的二维图样。

4.2.2 三维几何特征的表达

4.2.2.1 点元素

空间基准点以“X”表示，其余所有的点都以“+”类型表示。

若孔轴线垂直于表面，则在孔轴线和曲面或平面相交处标注一点，不必给出向量线。若孔在曲面上或孔轴心不垂直于平面，则在孔轴线和曲面或平面相交处标注一点，并给出向量线。

向量线是孔轴线的一部分，起点在标注点上，长度至少远离曲面 13mm，如图 1 所示。

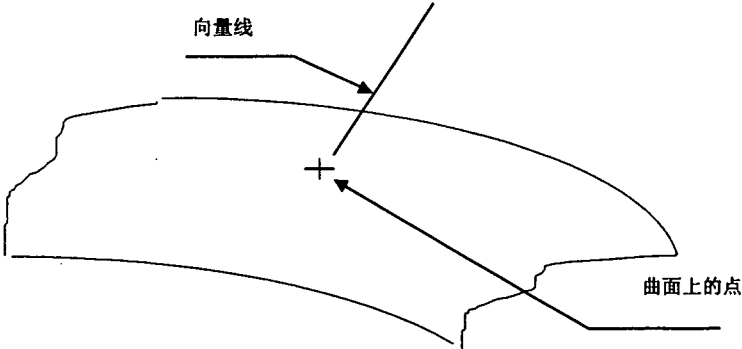


图 1 用点和向量线定义的孔位置

4.2.2.2 线架元素

使用线架元素应满足以下要求：

- a) 用实线标注边界线；
- b) 用点划线表示基准线；
- c) 元素最简化：用最简化的形式构建线架。如：用一个元素来代替几个分段的元素。见图 2；
注：被分离的 CATIA 模型其线架元素在分离点应分开。
- d) 曲线的指数：用最低次幂的曲线来建立线架，用 ARC 或 CIRCLE 来建立弧线；
注：此条文仅适用于 CATIA V4。
- e) 元素间隙(GAP)：制造所允许的两个元素间的最大间隙是 0.001mm，见图 3；

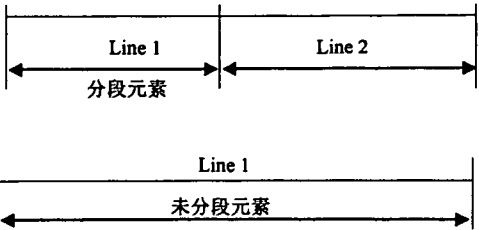


图 2 分段元素和未分段元素

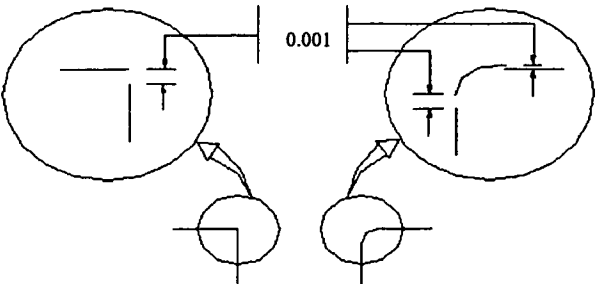


图 3 最大间隙

- f) 重叠: 制造所允许的两个元素最大重叠值是 0.001mm, 见图 4;

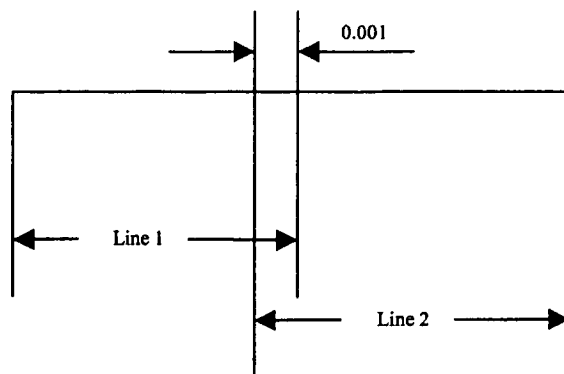


图 4 最大重叠

- g) 过盈: 当两个相连元素的端点位置不重合时就会产生过盈, 两元素端点处所允许的最大过盈值是 0.001mm。见图 5;

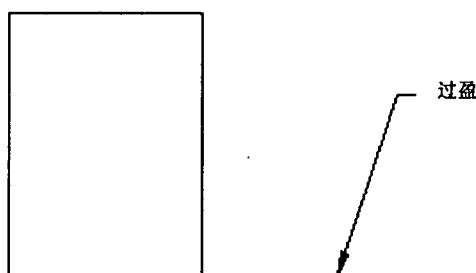


图 5 过盈元素

- h) 相切: 相切的线架元素相切度应在 0.23° 之内;
i) 相连: 由于制造的要求, 在所有设计完成的模型中打断所有用 CATIA 的 CONCATENATE 功能相连上的元素。

注: 此条文仅适用于 CATIA V4。

4.2.2.3 曲面元素

4.2.2.3.1 基准面的定义

基准面的定义应符合以下要求:

- 所有在二维模式下的基准线都应有 3D 基准面与之对应;
注: 此条仅适用于 CATIA V4。
- 建立一个用实线型表达的平面, 并在零件特征树上将其特征的缺省名改为相应的基准面名称。

4.2.2.3.2 单个曲面元素

单个曲面元素的建立和使用应符合以下要求:

- 曲面的幂次数: 用可满足工程设计制造的精度要求、且保证曲面是准确光滑的最低次幂多项式来定义曲面, 但在 U、V 方向上的幂指数不宜超过 5。应尽可能地采用直纹曲面。
- 控制曲线: 对非直纹曲面, 尽量用低次幂的曲线来生成曲面。构成控制曲面的各部分应连续、相切, 并且在切点应满足点、斜率和曲率的限制要求。
- PATCH: 用最少的 PATCH 来生成曲面以满足制造和设计对曲面的准确性和光滑性的要求。不要为了减少每个曲面中的 PATCH 的数量而随意分割曲面。
- 曲面的法线: 调整曲面, 使其法线指向远离零件, 法线反向常发生在三边的曲面中, 此时可以在曲面的退化点处用小段曲线来代替尖点, 使其成为一个四边曲面, 见图 6。

用半径 0.005mm 的曲线代替退化点。注：曲线长度必须大于 0.001mm

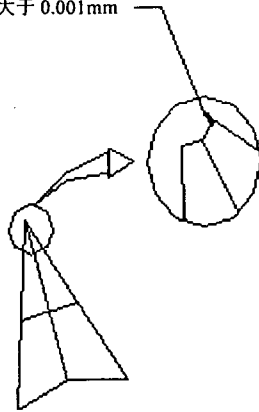


图 6 变三边曲面为四边曲面

e) 相邻曲面元素：

- 间隙：曲面间所允许的最大间隙是 0.001mm；
- 重叠：曲面间所允许的最大重叠值是 0.001mm；
- 相切：相切曲面的相切度应在 0.23° 之内；
- 连接：不应连接制造所用曲面，连接曲面容易造成曲面边界问题，增加了曲面复杂的程度，使其后工序变得困难；
- 等参线：尽可能地使相邻曲面的等参线方向一致。

f) 需用曲面的情况：

- 除特殊限制外，一般用曲面构成零件的非平面表面；
- 曲面用于建立实体轮廓，如用一个曲面与其它曲面或平面相交建立零件的边缘线；
- 用曲面和线架来建立非规则倒圆；
- 用曲面和线架建立倒圆的相交区域模型，可以保留非工艺要求的曲面；
- 若必须分割带曲面的模型，在分割的任一模型中尽可能保留完整的曲面。

4.2.2.4 实体元素

实体元素的建立和使用应符合以下要求：

- a) 不要遮盖以前实体的特征，如：不应在原开孔的位置上再覆盖一个更大的孔以修订原孔的尺寸及位置；
- b) 当 DPA 需要或做装配协调、干涉检查时，零件实体所有的倒角和倒圆都应示出；
- c) 受 CATIA 功能限制而不能定义的倒角及倒圆可忽略，但倒角或倒圆半径需用一个独立的线或面定义。

4.2.3 三维模型基本要求

4.2.3.1 模型的简化

模型的简化应符合以下要求：

- a) 表示直径小于或等于 8mm 孔的几何特征可不示出，如需要应示出其中心线；
- b) 与制造有关的一些几何图形，如内/外螺纹，退刀槽等可以省略；
- c) 标准的钣金下陷、型材下陷，其折弯部分可用直纹面代替；
- d) 长桁与飞机蒙皮贴合时，在小范围内允许长桁的贴合面用直纹面代替曲面，但两者的间隙应控制在 0.2mm 内；
- e) 在不影响飞机气动外形的情况下，允许用直纹面代替双曲面。采用直纹面代替曲面时，与被替代模型的误差值不得大于 0.1mm。

4.2.3.2 模型的比例

应建立全尺寸(1:1)的零件模型,并采用零件的精确公称尺寸。

4.2.3.3 自身对称零件

具有自身对称面的零件要建立完整的零件实体。

4.2.3.4 左右件

左右件的建模应符合以下要求:

- a) 左右件均应建立各自的三维模型,并用不同的件号标识;
- b) 所有提交给数字化预装配(DPA)的CATIA模型都应给出左右件的位置;
- c) 若零件位置在飞机中是对称的,应给出对称平面,在零件特征树上选中该特征,并使用“Properties”功能改写为“对称面”,对称面的定义类似于基准面的定义。

4.2.4 标准的使用

4.2.4.1 标准、规范的使用

建模过程中应贯彻项目研制所指定的标准及型号规范的要求。

4.2.4.2 标准件的使用

标准件的使用应符合以下要求:

- a) 3D标准件主要用于数字化预装配(DPA)中的干涉检查、装配协调、产品拆装等。标准件应从标准件库中提取,其在三维模型上的表达可采取装配后的简化形式,但应以不影响空间和工艺性检查为原则;
- b) 未在三维模型中示出的标准件,应在三维上按部件给出质量和重心的估计值,并在相应的二维图样上给出标识和数量。

4.2.4.3 结构要素

结构要素应从库中提取或在建模时给出,所有的结构要素应在CATIA三维模型上给出其实际位置和形状,并符合相关标准。

4.2.4.4 其它标准的使用和表达

系统管路、电缆线束模型中,除表达真实的位置和走向外,应按有关标准的要求,确定其最小转弯半径。线束应依据标准给出合理的返修余量。

5 详细要求

5.1 坐标系定义与使用

5.1.1 坐标系定义

坐标系的定义应符合HB 7756.2-2005中飞机机体坐标系、辅助坐标系和局部坐标系的要求。

5.1.2 坐标系使用

坐标系的使用应遵循下述原则:

- a) 建立的三维模型要含有坐标系信息。大部件和全机装配中应建立飞机机体坐标系,必要时可定义相应的辅助坐标系,如机翼、平尾、垂尾等,也可视情使用局部坐标系;
- b) 飞机机体坐标系应由总体专业给出;
- c) 飞机辅助坐标系应由各大部件主管设计给出,并将其定义于协调基准的零件模型上。

5.2 CATIA模型命名

CATIA模型命名的构成和要求按HB 7755-2005。

5.3 图层定义及管理

CATIA模型数据图层的定义、使用和标识应符合HB 7730-2003的规定要求。CATIA V5的图层基本设置按照附录A,建模时可按HB 7730-2003规定要求定义标准层和自定义层。

5.4 三维模型要求

5.4.1 总则

三维模型要求除按照 5.2 规定之外, 还需满足以下条文:

- a) 曲面几何精度应保证在 0.001mm 以内, 相应的设置见附录 B;
- b) 应删除从基本实体到形成最终实体的逻辑过程中没有贡献的基本实体, 确认在最终实体中包含的基本实体都不是孤立的;
- c) 只有当零组件的实体包含在装配件或安装件的 CATIA 模型中时, 才隔离零组件实体, 即删除其历史。否则不隔离零组件实体, 为生产制造保留其形成的历史;
注: 此条仅适用于 CATIA V4。
- d) 若实体模型过于复杂, 且使用高精度实体确定其重量、重心时发生错误, 可改用低精度实体表示;
注: 此条文仅适用于 CATIA V4。
- e) 除制造方有特殊的要求以外, 一般情况下, 曲面的边界离零件(模型)的边界最少 25mm;
- f) 与外形有关的结构件建模, 其 MDS 模型均取自 MDS 模型库。用户在调用 MDS 模型数据时, 应与其使用的外形曲面片建立“Link”关系;
- g) 模型提交前, 进行体的运算或使用“Surface”模块下进行“Split”(切)、“Trim”(剪)后, 应将不属模型本身的多余信息, 通过“No Show”操作予以隐藏;
- h) 应删除零件模型中的重复元素;
- i) 受污染的模型不能发出, 不要将已受污染的模型写进库中。应删除受污染的模型, 并用未污染模型将其取代;
- j) 所有的实体模型都应在零件级确定材质, 材质库可以按需扩展;
- k) 只有经过规范检查及相应审批手续才能进行模型发放, 发放的模型应是受控模型;
- l) 在发出 CATIA 模型前, 模型的 UPDATE 按钮是不可操作的。

5.4.2 专用建模要求

按不同的加工方法和功能特征划分的零组件, 应详细执行以下条文要求:

- a) 飞机外形建模应符合 HB 7756.3-2005;
- b) 机体结构建模应符合 HB 7756.4-2005;
- c) 机加件建模应符合 HB 7756.5-2005;
- d) 锻铸件建模应符合 HB 7756.6-2005;
- e) 钣金件建模应符合 HB 7756.7-2005;
- f) 复合材料结构件建模应符合 HB 7756.8-2005;
- g) 夹层结构件建模应符合 HB 7756.9-2005;
- h) 地板件建模应符合 HB 7756.10-2005;
- i) 内装饰板建模应符合 HB 7756.11-2005;
- j) 绝缘垫建模应符合 HB 7756.12-2005;
- k) 系统管路建模应符合 HB 7756.13-2005;
- l) 电气、电子系统的线束、电缆建模应符合 HB 7756.14-2005;
- m) 标准件建模应符合 HB 7776-2005。

5.4.3 模型链接要求

模型链接应符合以下要求:

- a) 建模中应建立模型间应有的链接关系, 模型的链接应通过 CATIA 提供的“Publication”(发布)功能和相应的工具实现。对有引用需求的模型数据或要素, 应由模型生成者负责实施发布, 引用者可在“Publication”(发布)界面中对需引用的模型数据或要素进行选中, 并对拟建立的引用关系加以确定。未经发布的模型数据, 仅能建立参考关系;

- b) 参考或引用的模型数据，应在产品结构树中置于“External-References”下，并注明其原有的命名号；
- c) 模型数据发放前，应检查链接关系是否确定，当需引用的模型数据或要素未被发布时，应向数据的生成者提出发布的请求。

5.4.4 约束的使用

约束的使用应符合以下要求：

- a) 装配建模应尽可能利用坐标系确定模型关系，一般结构件的装配中尽量少地采用约束关系；
- b) 运动机构应使用约束，以保证建模中模拟实际运动姿态、功能和干涉的检查。

5.4.5 DFM 要求

在三维建模过程中，针对 DFM 应考虑下列因素：

- a) 外形方面：
 - 外形曲面应光顺；
 - 曲面片应尽量采用直纹曲面；
 - 外形曲面片的划分应便于加工和成形；
 - 带外形的机载成品部件，其外形应取自实际安装位置的外形数模。
- b) 数控及其它加工零件：
 - 模型数据应提供加工所需的基准面信息；
 - 模型数据应提供加工、安装零件所需的工艺孔、定位孔等；
 - 应提供所有实体定义中忽略表示的孔的中心线；
 - 有特殊加工要求的零件应提供所要求的加工信息，如：机加长桁应提供与外形一致的交叉线；
 - 蒙皮类零件和复合材料结构件应给出零件边界线等。
- c) 其它零件：模型的设计应考虑优化生产加工程序和可生产性。

5.4.6 装配件建模及预装配要求

装配件建模及预装配应符合以下要求：

- a) 带有装配变形零部件的建模要求：
 - 对于如橡胶材料、海棉材料零部件以及其它弹性或有装配变形的非金属零部件建模，应表达其自由状态的尺寸和形状，允许其在自由状态下产生干涉，但应保证其在装配情况下不产生其功能以外的干涉；
 - 管路及线束的卡箍以及其它弹性零件的建模，应在模型中表达其装配状态，但应在建模方案中考虑其维修时分解成自由状态所需的空間。
- b) 预装配的流程与原则：
 - 预装配的流程应按有关规定执行；
 - 预装配一般按产品结构的隶属关系进行；
 - 应在 CATIA V5 的“Assembly Design”模式下实施装配；
 - 供预装配使用的模型应是精确模型，并应尽量使用已完成的模型；
 - 应建立预装配基准，并合理选择约束基准；
 - 装配约束应充分利用同轴 (Coincidence Constraint)、共面 (Contact Constraint) 等，但不允许产生过约束。

5.4.7 产品结构树的管理要求

产品结构树的管理至少应符合以下要求：

- a) 产品结构树/零件特征树应表达完整有效的信息和层次关系；
- b) 零、组、部件均存在的装配模型中，在产品结构树上应分别以其件号标识；

- c) 应对零件模型在产品结构树上相应表达的信息进行审查;
- d) 完成模型装配后, 应对装配模型产品结构树上的所有信息作最终检查。

6 模型检查要求

所有待发放的模型都应按规定的程序完成模型检查, 模型检查按 HB 7795-2005 进行。

附 录 A
(规范性附录)
图层设置

CATIA V5 图层设置基本界面见图 A.1。

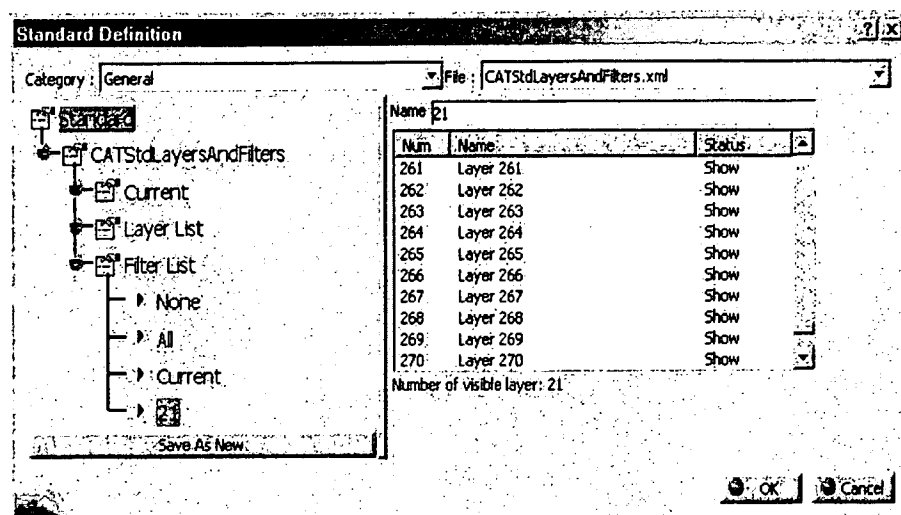


图 A.1 CATIA V5 图层设置标准界面

附录 B
(规范性附录)
几何精度的标准环境设置

几何精度的标准环境设置见附图 B.1。

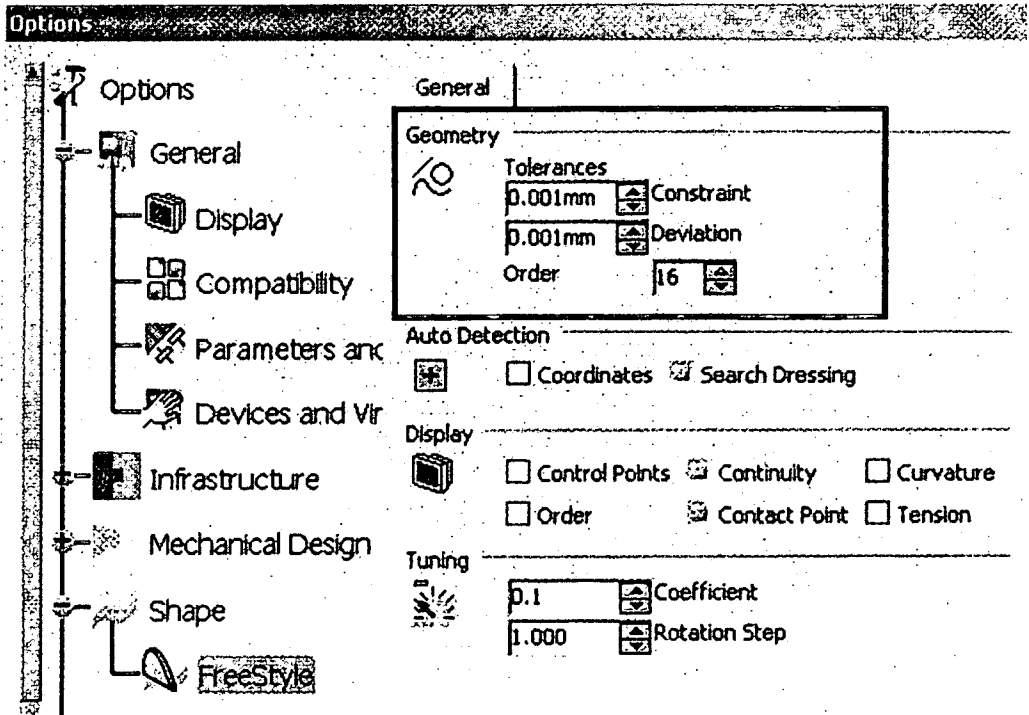


图 B.1 几何精度标准环境设置

中华人民共和国航空行业标准
基于 CATIA 建模要求
第 1 部分：通用要求
HB 7756.1—2005

*

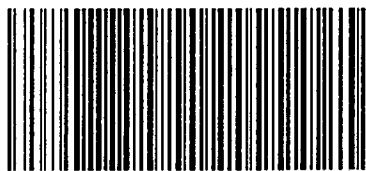
中国航空综合技术研究所出版
(北京东外京顺路 7 号)
中国航空综合技术研究所印刷车间印刷
北京 1665 信箱发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 34 千字
2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷
印数 1—200

*

书号：标 301.2207 号 定价 10.00 元



H B 7 7 5 6 . 1 - 2 0 0 5