

ICS 01.100.01

J 04

SCGS

中国图学学会标准

T/SCGS 303003—2019

机械产品三维建模通用要求

General requirements for three-dimensional modeling of mechanical products

2019-08-07 发布

2019-08-08 实施

中国图学学会发布

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
4.1 三维数字建模的分类.....	2
4.2 三维数字模型的构成.....	2
4.3 三维数字模型文件的命名原则.....	2
5 三维建模通用要求.....	3
5.1 建模环境设置.....	3
5.2 模型比例.....	3
5.3 坐标系的定义与使用.....	3
6 零件建模要求.....	3
6.1 一般要求.....	3
6.2 详细要求.....	4
6.3 DFM 要求.....	5
6.4 标准件与外购件建模要求.....	5
6.5 模型简化.....	6
6.6 模型检查.....	6
6.7 模型的发布.....	6
6.8 模型的应用.....	7
7 装配建模要求.....	7
7.1 通用原则.....	7
7.2 总体要求.....	7
7.3 装配层级定义原则.....	8
7.4 装配约束的总体要求.....	8
7.5 装配结构树的管理要求.....	9
7.6 装配建模的详细要求.....	9
7.7 装配模型的封装.....	10
8 三维数字模型的应用及管理要求.....	11
8.1 三维数字模型检查.....	11
8.2 三维数字模型发布.....	11
8.3 数据管理.....	11

8.4 技术状态管理要求.....	12
附录 A (资料性附录) 零件建模的一般流程.....	13
附录 B (资料性附录) 典型零件建模要求.....	14
附录 C (资料性附录) 自底向上装配建模的设计流程.....	17
附录 D (资料性附录) 自顶向下装配建模的设计流程.....	18
参考文献.....	19

中国图学会团体标准

前 言

本标准按照GB/T 2000.1—2017给出的规则编制。

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这些专利的责任。

本标准由中国图学学会提出并归口。

本标准起草单位：中机生产力促进中心、中国电子科技集团第三十八研究所、北京无线电测量研究所、徐工集团工程机械集团有限公司。

本标准主要起草人：杨东拜、王云锋、潘康华、张晓璐、张红旗、程五四、田富军、刘宏宇、赵正龙、武瑞、王连坤。

本标准首次发布。

中国图学学会团体标准

引 言

随着数字化制造技术的迅猛发展和CAD技术在机械制造企业的深入推广应用，机械产品的研发设计模式正从基于图样和实物逐渐演变为基于三维模型。这种变革使得三维模型逐渐取代二维工程图，成为机械产品定义信息的源头和产品生命周期各阶段中的重要依据。

这种数字化研发设计模式下，三维模型作为机械产品设计、制造和检测等信息表示的唯一载体，其数据质量的好坏会对机械产品的结构功能、数据管理和重用、数据交换等许多方面造成影响，进而间接影响机械产品开发的成本和效率。因此，提高三维模型的质量，保证其信息完整、数据健壮和颗粒度适当，并对其规范化管理，既是提升机械制造企业研发能力、提高产品质量和降低产品研制成本的重要手段，也是推进机械制造企业数字化和信息化的首要任务。

制定本标准的目的是为了提高三维模型的数据质量，进一步规范机械产品三维模型的构建、应用及管理要求。包括：

- 1) 通用要求，包括三维建模相关的术语定义、模型的分类与构成、模型文件的命名原则，以及模型检查、模型发布与模型管理的基本要求；
- 2) 零件建模要求，包括零件建模的一般流程与要求、典型零件的建模要求等方面；
- 3) 装配建模要求，包括装配建模的一般流程与要求、以及装配层级定义、装配约束定义、装配结构树管理和装配模型封装等方面的要求。

机械产品三维建模通用要求

1 范围

本标准规定了三维建模相关的术语定义，三维建模通用要求，三维数字模型的分类、构成、文件的命名原则、应用及管理要求等。

本标准适用于机械产品三维建模过程中三维数字模型的构建、应用及管理。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 4458.5 机械制图 尺寸公差与配合注法

GB/T 6403.1 球面半径

GB/T 6403.2 润滑槽

GB/T 6403.3 滚花

GB/T 6403.4 零件倒圆与倒角

GB/T 6403.5 砂轮越程槽

GB/T 16722.1~16722.4 技术产品文件 计算机辅助技术信息处理 文件管理与检索系统（ISO 11442:2006, NEQ）

GB/T 18784 CAD/CAM数据质量

GB/T 18784.2 CAD/CAM数据质量保证方法

GB/T 24734.1~24734.11—2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则(ISO 16792:2006, NEQ)

3 术语和定义

GB/T 24734.1、GB/T 26099.1 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

三维建模 Three-dimensional modeling

应用三维机械CAD软件建立产品零部件三维数字模型的过程。

3.2

三维数字模型 Three-dimensional digital model

计算机中反映机械产品几何要素、约束要素和工程要素信息的集合。

3.3

装配模型 Assembly model

按照规定的技术要求，将若干个零件模型接合成部件或将若干个零件和部件接合成产品的模型。

3.4

装配建模 Assembly modeling

应用三维机械 CAD 软件对零件和部件进行装配设计，并形成装配模型的过程。

3.5

装配约束 Assembly constraint

在两个装配单元之间建立的关联关系，它能够反映出装配单元之间的静态定位和动态运动副关系。

3.6

几何要素 Geometric elements

三维数字模型所包含的表达零部件几何特性的模型几何和辅助几何等要素。

3.7

约束要素 Constraint element

三维数字模型所包含的表达零部件内部或零部件之间约束特性的要素，例如尺寸约束、表达式约束、形状约束、位置约束等。

3.8

工程要素 Engineering elements

三维数字模型所包含的表达零部件工程属性的要素，例如材料名称、材料特性、质量、技术要求等。

4 总则

4.1 三维数字建模的分类

4.1.1 按模型类型

根据模型对象的类型分类，一般可分为零件模型和装配模型。

4.1.2 按建模特点

根据零部件的建模特点分类。一般可分为机加类、铸锻类、钣金类、线缆管路类等。

4.1.3 按模型用途

根据三维数字模型的具体用途分类。

注：例如设计模型、分析模型、工艺模型等。

4.1.4 按研制阶段

根据三维数字模型不同研制阶段技术特点分类。

注：例如概念模型、工程设计模型等。

4.2 三维数字模型的构成

完整的零部件三维数字模型由几何要素、约束要素和工程要素构成。

4.3 三维数字模型文件的命名原则

4.3.1 为了适应三维数字模型的建模、文件管理、存储、发放、传递和更改等方面要求，模型文件应按 GB/T 24734.2—2009 中第 4 章的规定，采用统一规则进行命名。

4.3.2 三维数字模型文件的命名应遵循以下原则：

- 使模型文件得到唯一的存储标识，例如，可以采用文件名使之唯一，亦可通过其他属性使之唯一；
- 文件名应尽可能精简、易读，便于文件的共享、识别和使用；
- 文件名应便于追溯和版本（版次）的有效控制；
- 同一零部件的不同类型文件名称应具有相关性，如同一零部件的三维模型文件与其工程图文件之间应具有相关性；
- 文件命名规则亦可参照行业或企业规范进行统一约定。

5 三维建模通用要求

5.1 建模环境设置

在建模前应对软件系统的基本量纲进行设置，这些量纲通常包括模型的长度、质量、时间、力、温度等。其余的量纲可在此基础上进行推算，例如当长度单位为毫米（mm）、时间单位为秒（s）、力的单位为牛顿（N）时，可以推算出速度的单位为毫米每秒（mm/s）、弹性模量单位为兆帕（MPa）。

此外还应应对建模环境进行设置，这通常包括公差设置、缺省层设置、缺省路径设置、辅助面设置、工程图设置等。

5.2 模型比例

模型与零部件实物一般应保持1:1的比例关系。在某些特殊应用场合（例如采用微缩模型进行快速原型制造时），可使用其他比例。

5.3 坐标系的定义与使用

坐标系的使用应遵循以下原则：

- a) 三维数字模型应含有绝对坐标系信息；
- b) 可根据不同产品的建模和装配特点使用相对坐标系和绝对坐标系，坐标系的使用可在产品设计前进行统一定义；
- c) 坐标系应给出标识，且其标识应简明易读。

6 零件建模要求

6.1 一般要求

零件模型三维建模一般应符合以下要求：

- a) 零件模型应能准确表达零件的设计信息，包含零件的几何要素、约束要素和工程要素，不允许冗余元素存在，不允许含有与建模结果无关的几何元素；
- b) 零件模型的信息表达应具备在保证设计意图的情况下可被正确更新或修改的能力；
- c) 零件建模应考虑数据间应有的链接和引用关系，例如，模型的几何要素、约束要素和工程要素之间要建立正确的逻辑关系和引用关系，应能满足模型各类信息实时更新的需要；
- d) 建模时应充分体现面向制造的设计（Design for Manufacturing — DFM）准则，提高零件的可制造性。

- e) 一般采用公称尺寸按 GB/T 4458.5 中的规定进行建模，尺寸的公差等级可通过通用注释给定，也可直接标注在尺寸数字上；
- f) 一般先建立模型的主体结构（例如框架、底座等），然后再建立模型的细节特征（例如小孔、倒圆、倒角等）；
- g) 某些几何要素的形状、方向和位置由理论尺寸确定时，应按理论尺寸进行建模；
- h) 推荐采用参数化建模，并充分考虑零部件及零部件间参数的相互关联；
- i) 对于管路及其线束的卡箍等零件建模，推荐以其装配状态建立模型，但在设计中应考虑其维修或分解成自由状态时所需的空间；
- j) 在满足应用要求的前提下，尽量使模型简化，使其数据量减至最少；
- k) 工业设计要求较高的零部件对象，应进行相应的工业造型设计评审；
- l) 模型在发放前，应对其进行检查。

6.2 详细要求

6.2.1 建模流程

零件建模的一般流程参见附录A，典型零件建模要求参见附录B。

6.2.2 模型工程属性

零件模型应包含正确的工程属性，通常包括以下内容：材料名称、密度、弹性模量、泊松比、屈服极限（或强度极限）、折弯因子、热传导率、热膨胀系数、硬度和剖面形式等。应将常用的工程材料特性存储在数据库中，并便于扩展。

6.2.3 特征的使用

零件建模特征的使用应符合以下要求：

- a) 特征应全约束，不得欠约束或过约束，另有规定的除外；优先使用几何约束，例如平行、垂直或重合，其后才使用尺寸约束；
- b) 特征建立过程中所引用的参照应是最新且有效的；
- c) 为了便于表达和追溯设计意图，可以将特征重命名为简单易读的特征名；
- d) 推荐采用参数化特征建模，不推荐非参数化特征；
- e) 不应为修订已有特征而创建新特征，例如在原开孔位置再覆盖一个更大的孔以修订圆孔的尺寸和位置。

6.2.4 草图特征的使用

草图特征的使用应符合以下要求：

- a) 草图应尽量体现零件的剖面，且应按照设计意图命名；
- b) 草图对象一般不应欠约束（概念设计中的打样图和草图允许欠约束）和过约束。

6.2.5 倒角（或倒圆）特征的使用

倒角（或倒圆）特征的使用应符合以下要求：

- a) 除非有特殊需要，倒角（或倒圆）特征不应通过草图的拉伸或扫描来创建；
- b) 倒角（或倒圆）特征一般放置在零件建模的最后阶段完成，除某些特殊情况，可将倒角（或倒圆）特征提前完成。

6.2.6 表达式（或关系式）的使用

表达式的使用应符合以下要求：

- a) 表达式的命名应反映参数的含义；
- b) 表达式中变量的命名应符合应用软件的规定；
- c) 对于经常使用的表达式和参数可在模板文件中统一规定；
- d) 对于复杂表达式应增加相应的注释。

6.2.7 模型着色与渲染

在评价模型的可视化效果时，为了提高模型的可读性和真实性，可对模型进行合理的着色处理。着色时，可参照零件实物的颜色或纹理进行。在进行渲染处理时，应包括以下内容：

- a) 灯光照明效果渲染；
- b) 材料及材料表面纹理效果渲染；
- c) 环境与背景的效果渲染。

6.3 DFM 要求

6.3.1 三维建模设计中的要求

在三维建模设计时，针对DFM应考虑以下因素：

- a) 外形曲面应光滑；
- b) 曲面片尽量采用直纹曲面；
- c) 外形曲面片的划分应便于加工和成形。

6.3.2 数控及其它加工零件要求

在数控及其它加工零件的三维建模设计中，针对DFM应考虑以下因素：

- a) 模型数据应提供加工所需的基准面信息；
- b) 模型数据应提供零件加工和安装所需的工艺孔、定位孔等；
- c) 应提供所有实体定义中忽略标识的孔的中心线；
- d) 有特殊加工要求的零件应提供所要求的加工信息。

6.4 标准件与外购件建模要求

6.4.1 标准件建模

标准件模型应优先采用具有参数化特点的一系列族表方法建立。对于无法参数化的零件，亦可建立非系列化的独立模型。为了满足快速显示和制图的需要，标准件应按GB/T 24734.11规定的方法采用简化级表示。

6.4.2 外购件建模

外购件产品的模型推荐由供应商提供。用户可根据需要进行数据格式的转换，转换后的模型是否需要进一步修改，由用户根据使用场合自行确定。转换后的初始模型应予以保留，并伴随装配模型一起进入审签流程。

对无法从供应商处获得外购件的三维模型，可由用户自行建立。允许根据使用要求对外购件模型进行简化，但简化模型应包括外购件的最大几何轮廓、安装接口、极限位置、质量属性等影响模型装配设计的基本信息。

6.4.3 结构要素的建模要求

球面半径、润滑槽、滚花、零件倒圆与倒角、砂轮越程槽等结构要素按GB/T 6403.1~GB/T 6403.5中的规定允许不建模，但应采用注释对其进行说明。

6.5 模型简化

6.5.1 简化原则

为了缩短三维数字模型的建模时间，节省存储空间，提高模型的调用速度，三维数字模型的几何细节简化应遵循以下原则：

- a) 模型的简化应便于识别和绘图；
- b) 模型的简化不致引起误解或不会产生理解的多义性；
- c) 模型的简化不能影响自身功能表达和基本外形结构，也不能影响模型装配或干涉检查；
- d) 模型的简化应考虑到三维模型投影为二维工程图时的状态；
- e) 模型的简化应考虑技术人员的审图习惯。

6.5.2 详细的简化要求

模型的简化应符合以下要求：

- a) 与制造有关的一些几何图形，如内螺纹、外螺纹、退刀槽等，允许省略或者使用简化表达，但简化后的模型在用于投影工程图时，应满足机械制图的相关规定；
- b) 若干直径相同且成一定规律分布的孔组，可全部绘出，也可采用中心线简化表示；
- c) 模型中的印字、刻字、滚花等特征允许采用贴图形式简化表达，必要时，亦可配合注释说明；
- d) 在对标准件、外购件建模时，允许简化其内部结构和与安装无关的结构，但应包含正确的装配信息。

6.6 模型检查

在对模型提交和发布前，应对模型进行如下检查：

- a) 模型是稳定的，且能够成功更新；
- b) 具有完整的特征树信息；
- c) 所有元素是唯一的，没有冗余元素存在；
- d) 零件比例为全尺寸的 1:1 三维模型；
- e) 自身对称的零件应建立完整零件模型，并标识出对称面；
- f) 左、右对称的一对零件应建立各自的零件模型，并用不同的零件编号进行标识；
- g) 模型应包含供分析、制造所需的工程要素。

6.7 模型的发布

6.7.1 完成后的模型需要提供给相关用户使用，应经由发布流程进行发放，相关用户一般包括：分析工程师、工艺工程师和制造工程师等。

6.7.2 三维数字模型的发布应遵循以下原则：

- 模型在发布前应进行必要的清理，需要时，可去除与下游相关用户使用无关的信息；
- 模型发布时，应根据不同应用场合确定其所包含的几何要素、约束要素和工程要素信息的构成，例如：将原始模型发布为轻量化模型，以满足对模型调用速度要求较高的场合；
- 模型发布时，可根据企业或行业的规定对模型的视角、颜色、零部件状态（如：自由状态或装配状态）等进行统一规定；
- 下游相关用户应以发布模型作为设计输入；

- 一旦进入发布阶段，模型就处于“锁定”状态，不得在未经变更审批情况下对其进行修改；
- 如需对模型进行修订，应由模型的创建人或授权人提出申请，经批准后方可修订；
- 修订后的模型新版本重新发布时，应通知相关用户，以保持发布模型的及时更新。

6.8 模型的应用

6.8.1 已发布的模型可根据需要用于不同应用场合，这些应用通常包括：工程分析与优化、装配建模、加工制造、变型设计、宣传与培训等。

6.8.2 为了满足不同应用环境，发布的数字模型应至少包含以下内容：

- 对于工程分析类应用，发布的模型应包括几何信息、材料信息（例如名称、密度、弹性模量、屈服极限、强度极限、泊松比等）和优化变量等；
- 对于投影二维工程图应用，发布的模型应包括几何信息、技术要求、尺寸公差、几何公差、表面结构和剖面信息等；
- 对于加工制造应用，发布的模型应包括几何信息、尺寸公差、几何公差、表面结构和制造要求等；
- 对于装配建模的应用，发布的模型应包括几何信息、配合公差和摩擦系数等；
- 对于宣传与培训的应用，发布模型应包含几何信息、材质与纹理、光源信息和环境信息等。

7 装配建模要求

7.1 通用原则

在装配建模设计中，应遵循以下通用原则：

- a) 所有的装配单元应具有唯一性和稳定性，不允许冗余元素存在；
- b) 应合理划分零部件的装配层级，每一个装配层级对应着装配现场的一道装配环节，因此，应根据装配工艺来确定装配层级；
- c) 装配模型应包含完整的装配结构树信息；
- d) 装配有形变的零部件（例如弹簧、锁片、铆钉、开口销、橡胶密封件等）一般应以变形后的工作状态进行装配；
- e) 装配建模过程应充分体现面向制造的设计（Design for Manufacturing — DFM）与面向装配的设计（Design for Assembly — DFA）准则，要充分考虑制造因素，提高其工艺性能；
- f) 装配模型中使用的标准件、外购件模型应从模型库中调用，并统一管理；
- g) 装配模型发布前应通过模型检查。

7.2 总体要求

在装配建模设计中，应遵循以下总体要求：

- a) 装配建模采用统一的量纲，长度单位通常设为毫米，质量单位通常设为千克；
- b) 模型装配前，应将装配单元内部的与装配无关的基准面、轴、点及不必要的修饰进行消隐处理，只保留应装配单元在总装配时需要的参考基准；
- c) 为了提高建模效率和准确性，零件级加工特征允许在装配环境下采用装配特征建构，但所建特征反映在零件级；
- d) 装配工序中的加工特征在零件级应被屏蔽掉；
- e) 在自顶向下设计时，可在布局模型设计中，将关键尺寸定义为变量，以驱动整个模型，实现产品的设计、修改；

- f) 只有在装配模型中才能确定的模型尺寸,可采用表达式或参照引用的方式进行设定,必要时可加注释;
- g) 复杂零部件参与装配时,可使用轻量化模型,以提高系统加载和编辑速度;
- h) 在进行模型装配前,宜建立统一的颜色和材质要求,给定各种漆色对应的 RGB 色值和材料纹理,以满足模型外观的统一性要求;
- i) 可根据应用需要,建立装配模型的三维爆炸图状态,以便快速示意产品结构分解和构成;
- j) 每一级装配模型都应进行静、动态干涉检查分析,必要时,进行装配工艺性分析和虚拟维修性分析。

7.3 装配层级定义原则

每一级装配模型对应着产品总装过程中的一个装配环节。根据实际情况,每个装配环节可分解为多个工序。在分解工序和工步过程中应遵DFA原则:

- a) 根据生产规模的大小合理划分装配工序,对于小批量生产,为了简化生产的计划管理工作,可将多工序适当集中;
- b) 根据现有设备情况、人员情况进行装配工序的编排。对于大批量生产,既可工序集中,亦可将工序分散形成流水线装配;
- c) 根据产品装配特点,确定装配工序,例如,对于重型机械装备的大型零部件装配,为了减少工件装卸和运输的劳动量,工序应适当集中,对于刚性差且精度高的精密零件装配,工序宜适当分散。

7.4 装配约束的总体要求

装配约束的选用应正确、完整,不相互冲突,以保证装配单元准确的空间位置和合理的运动副定义。装配约束的定义应符合以下要求:

- a) 根据设计意图,合理选择装配基准,尽量简化装配关系;
- b) 合理设置装配约束条件,不推荐欠约束和过约束情况;
- c) 装配约束的选用应尽可能真实反映产品对象的约束特性和运动关系,选用最能反映设计意图的约束类型;对运动产品应能够真实反映其机械运动特性。

7.4.1 对于无自由度的装配模型

对于无自由度的装配模型,每个装配单元均应形成完整的装配约束。对于常用的平面与平面配合,一般采用面与面的对齐与匹配方式进行约束;对于常用的孔轴类配合一般采用轴线与轴线对齐的方式。

常用的静态装配约束通常包括平面与平面、轴线与轴线、曲面相切、坐标系等,具体要求如下:

- a) 平面与平面
可约束两个平面相重合,或具有一定的偏移距离。若两平面的法向相同,简称为“面对齐”约束;若两平面的法向相反,简称为“面匹配”约束;若两平面只有平行要求,没有偏距要求,简称为“面平行”约束。
- b) 轴线与轴线
可约束两个轴线相重合。这种约束常用于轴和孔之间的装配约束,通常简称为“轴线对齐”或“插入”。
- c) 曲面相切
可控制两个曲面保持相切。
- d) 坐标系

可用坐标系对齐或偏移方式来约束装配单元的位置关系。可将各个装配单元约束在同一个坐标系上，以减少不必要的相互参照关系。

7.4.2 对于具有自由度的装配模型

对于具有自由度的装配模型，应根据其实际的机械运动副类型进行装配。所形成的约束应与实际机械运动副的运动特性保持一致。

常用的机械运动副包括转动副、移动副、平面副、球连接副、凸轮副、齿轮副等，具体如下：

- a) 转动副，又称“回转副”或“铰链”，指两构件绕某轴线做相对旋转运动。此时，活动构件具有1个旋转自由度。
- b) 移动副，又称“棱柱副”，指一个构件相对于另一构件沿某直线仅作线性运动。此时，活动构件具有1个平移自由度。
- c) 平面副，一个构件相对于另一构件在平面上移动，并能绕该平面法线做旋转运动。此时，活动构件具有3个自由度，分别是2个平动和1个转动自由度。
- d) 球连接副，一个构件相对于另一构件在球心点位置作任意方向旋转运动。此时，活动构件具有3个转动自由度。
- e) 凸轮连接副，凸轮连接属于高副连接，用以表达凸轮传动的特性。
- f) 齿轮连接副，齿轮连接属于高副连接，用以表达齿轮传动特性。

7.4.3 装配模型中的机构运动分析基本要求

装配模型中的机构运动分析应符合以下要求：

- a) 针对具有运动机构的区域，定义装配约束关系、运动副类型、机构的极限位置；
- b) 对运动机构分别进行运动过程模拟，进行碰撞检查和机构设计合理性分析，并基于分析结果做出设计改进；
- c) 对产品各装配区域进行全局机构运动分析，直到得到最优的设计结果。

7.5 装配结构树的管理要求

装配结构树的管理应符合以下要求：

- a) 装配结构树应能表达完整有效的装配层次和装配信息；
- b) 应对零、部件模型在装配结构树上相应表达的信息进行审查；
- c) 完成模型装配后，应对装配模型结构树上的所有信息进行最终的检查。

7.6 装配建模的详细要求

7.6.1 装配建模设计流程

产品的装配建模一般采用两种模式：自顶向下设计模式和自底向上设计模式。根据不同的设计类型及其设计对象的技术特点，可分别选取适当的装配建模设计模式，也可将两种模式相结合。

7.6.2 装配建模流程的选用

两种设计模式各有特点，应根据不同的研发性质和产品特点选用合适的流程。

对于产品结构较简单或对成熟度较高产品的改进设计，建议采用自底向上设计模式。对于新产品研发或需要曲面分割的产品更适宜采用自顶向下的设计模式。两种设计模式并不互相排斥，在实际工程设计中，也常将两种设计模式混合使用。

7.6.3 自底向上装配建模的设计流程

自底向上装配建模的设计流程参见附录C。

7.6.3.1 完成装配单元设计

在进行装配建模设计前，应分别完成参与装配的零部件设计。

7.6.3.2 创建装配模型

通过新建装配文件，创建产品的装配模型。装配模型可在行业或企业预定义的模板文件上产生。

7.6.3.3 确定装配的基准件

根据装配模型的结构特点和功能要求，确定装配基准件。其它装配单元依据此基准件确定各自的位置关系。

7.6.3.4 添加装配单元

根据装配要求，按顺序将已完成设计的装配单元安装到装配模型中，逐步完成模型装配。装配时应选择合适的装配约束，减少不相关的参照关系。

7.6.4 自顶向下装配建模的设计流程

自顶向下装配建模的设计流程参见附录D。

7.6.4.1 创建装配模型

依据行业或企业预定义的模板文件产生初始的装配模型。

7.6.4.2 创建顶层布局模型

根据装配模型特点，建立顶层布局模型，并在布局模型中建立控制顶层装配模型位置和姿态的关键点、线、面、坐标系，以及顶层模型的关键装配尺寸和装配基准参照等信息。

7.6.4.3 逐级创建装配单元

根据产品的结构分解，在总装配模型中依次创建参与各级别装配的装配单元，并根据需要对子装配模型分别建立各自的子布局模型，形成该子装配模型设计所需的几何信息和约束信息。子布局模型从顶层布局模型中继承模型信息，并随之更新；子布局模型可随着装配设计逐步细化和完善。

7.6.4.4 定义全局变量

在总装配模型中定义全局变量，并通过全相关性信息逐级反映到各级子装配模型及其子布局模型中，形成产品设计的控制参数。

7.6.4.5 在装配模型中设计实体元件

根据从上级装配模型中传递来的设计信息，分别设计出满足要求的实体零件，通过零件装配形成子装配模型。

子装配模型设计可独立进行，亦可协同并行完成。各子装配模型设计完成后，通过数据更新可实现顶层装配模型的自动更新。

7.7 装配模型的封装

装配模型的封装应符合下列要求：

- a) 简化的实体在去除内部细节的同时，应确保正确的外部几何信息；
 - b) 对模型进行容积和质量特性分析时，可以封装模型；
 - c) 为消隐专利数据，实体可以在提供给供应商或子合同商之前简化或删除专利细节；
- 注：用于有限元分析的模型可以进行封装。

8 三维数字模型的应用及管理要求

8.1 三维数字模型检查

8.1.1 检查的基本原则

在将三维数字模型发放给设计团队或相关用户前，应进行模型检查。模型检查的基本原则是：
以产品规范及相关建模标准等为技术依据；
以模型的有效性和规范性检查为重点；
在设计的关键环节进行，通常应在数据交换或数据发放之前完成。

8.1.2 检查的基本内容

模型检查按GB/T 18784和GB/T 18784.2进行，其基本内容通常包括以下内容：

- a) 模型中几何信息的完整性、正确性和可更新性；
- b) 工程属性信息描述的完整性（包括零件的材料、技术要求和互换性等）；
- c) 三维模型与其投影生成二维工程图的信息应一致、无歧义。

8.2 三维数字模型发布

8.2.1 发布的内容

可根据模型的不同应用要求发布不同的模型信息。

8.2.2 发布的要求

模型发布应符合以下要求：

- a) 发布模型是下游相关用户获得有效模型的合法途径；
- b) 发布模型应处于锁定状态，任何人和部门在没有获得更改权力前不得对其进行修改；
- c) 根据发布用途，确定发布模型的性质、对象和应用场合。

8.2.3 发布数据的使用

发布数据的使用应符合以下要求：

- a) 下游的设计活动应以上游正式发布的数据为设计输入；
- b) 发布数据应具有唯一的数据源，能够有效的控制版本和版次；
- c) 发布数据的信息应能够满足本设计环节所需的设计信息。

8.3 数据管理

三维数字模型数据的管理应按GB/T 16722.1~16722.4中的规定，在产品的全生命周期中，都能提供必要的信息，以保证对数据的管理和跟踪。数据管理还应考虑到以下内容：

- a) 建议将模型数据放在产品数据管理系统（PDM）中进行管理；

- b) 应建立数据安全权限管理机制，定时对数据进行备份。对于所有涉及三维数字模型日常工作进程的数据、文档资料，都应当实行多机存档、多种存储介质（至少两种）备份，以避免因自然或人为因素而造成的灾难性数据、资料损失。

8.4 技术状态管理要求

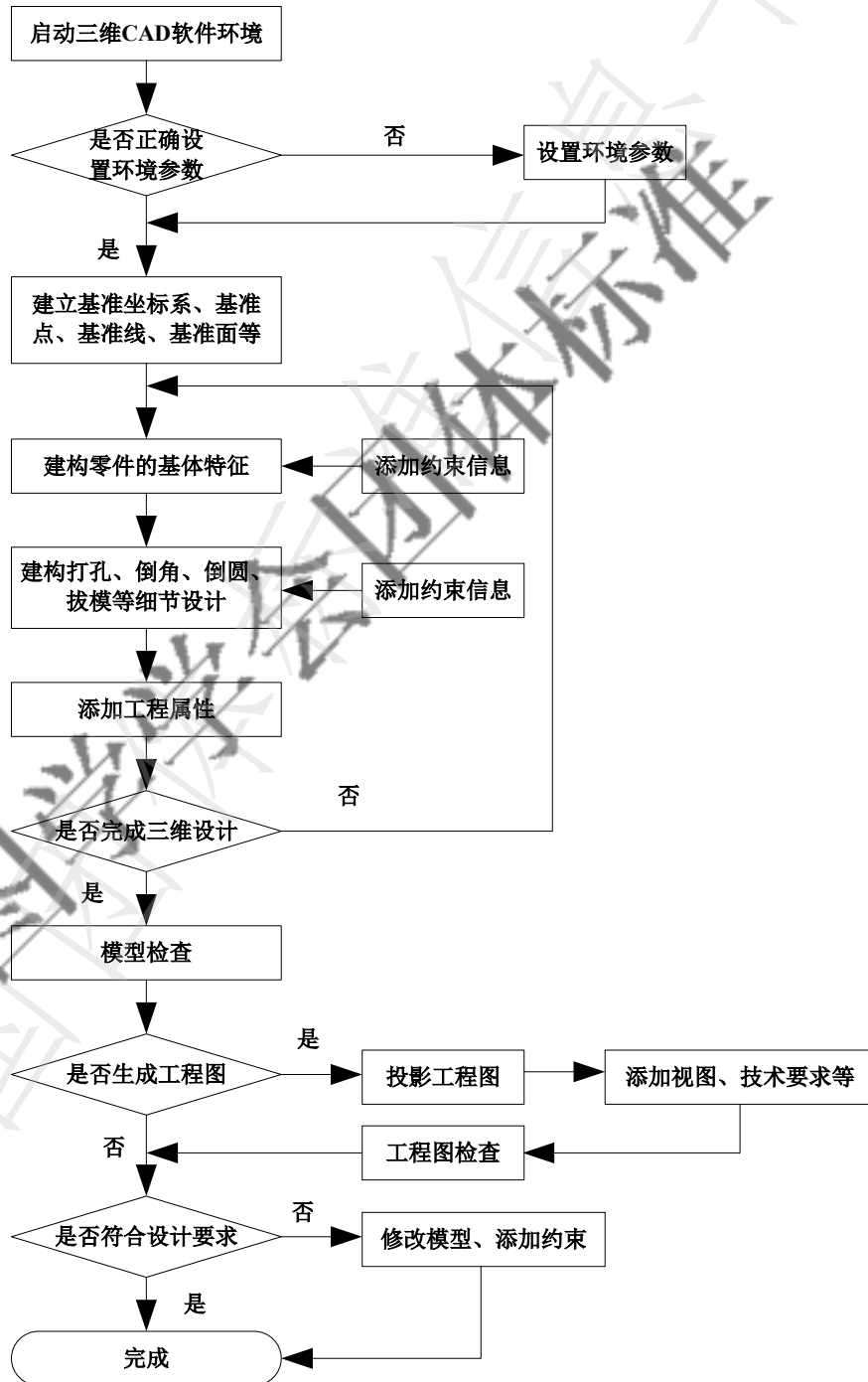
三维数字模型技术状态更改应符合下列要求：

- a) 所有更改需按程序提出更改申请；
- b) 重大更改应由授权部门（例如技术状态控制委员会）审查后才能实施更改；
- c) 应保证所有相关的部门都及时获得最新的更改信息，确保数据的协调一致性；
- d) 具体的更改要求亦可参照行业或企业有关规定执行。

中国图学会团体标准

附录 A
(资料性附录)
零件建模的一般流程

零件建模的一般流程如图A.1所示。



图A.1 零件建模的一般流程

附 录 B

(资料性附录)

典型零件建模要求

B.1 机加类

机加零件设计需考虑零件刚、强度要求、工艺性要求、制造成本等方面，应考虑零件的装配、拆卸和维修。

B.1.1 机加零件建模的总体原则

机加零件建模时应考虑以下总体原则：

- a) 零件的建模顺序应尽可能与机械加工顺序一致；
- b) 在保证零件的设计强度和刚度要求的前提下，应根据载荷分布情况合理选择零件截面尺寸和形状；
- c) 设计时应充分考虑零件抗疲劳性能，尽量使零件截面均匀过渡，尽量采用合理的倒圆，以降低应力集中；
- d) 机加零件设计时应充分考虑工艺性（包括刀具尺寸和可达性），避免零件上出现无法加工的区域；
- e) 铣削加工的零件应设计相对统一的圆角半径，以减少刀具种类和加工工序。

B.1.2 机加零件建模的总体要求

机加零件建模时应满足以下总体要求：

- a) 采用自顶向下设计零件时，零件关键尺寸（例如主轴孔、定位孔的关键尺寸等）应符合上一级装配的布局要求；
- b) 对零件进行详细建模时，可以把零件装配在上级装配件中，利用装配件中相对位置，对零件进行详细建模，也可以在零件建模环境下直接建构；
- c) 为了获得较高的加工精度和较好的零件互换性，设计基准和工艺基准应尽量统一，避免加工过程复杂化；
- d) 钻孔零件应充分考虑孔加工的可操作性和可达性，对于方孔、长方孔等一般不应设计成盲孔；
- e) 选用合理的配合公差、几何公差和表面结构。

B.2 铸锻类

B.2.1 铸锻零件建模的总体原则

锻件一般包括自由锻件和模锻件，铸件一般包括砂型铸件和特种铸件。铸锻零件建模应符合以下总体原则：

- a) 采用铸造工艺成形的零件，应考虑流道、浇口、纤维方向和流动性等要素；
- b) 采用锻造工艺成形的零件，应考虑纤维方向、流动性和应力集中等要素；
- c) 铸锻成形的零件建模时应考虑材料的收缩率。

B.2.2 铸锻零件建模的总体要求

铸锻零件建模时应满足以下总体要求：

- a) 模锻件建模时可采用注释给出零件的纤维方向信息；
- b) 铸锻零件模型上的起模特征一般应建出；
- c) 铸锻零件模型上的圆角特征通常应建出，如确实需要简化，应在注释中给出说明；
- d) 铸锻零件中的机加特征应符合机加零件的建模要求。

B.3 钣金类

B.3.1 钣金零件建模的总体要求

可展开的钣金零件模型至少应包含以下内容：

- a) 准确的折弯系数表；
- b) 成形曲面；
- c) 以成形曲面上直线和曲线定义的零件边界；
- d) 弯折线和下陷线；
- e) 紧固件的安装孔位；
- f) 零件厚度、弯曲半径等信息。

B.3.2 钣金零件建模的基本流程

钣金零件建模的基本流程如下：

- a) 设置环境参数；
- b) 选取或创建坐标系、基本目标点、基准线、基准面；
- c) 构造零件特征轮廓线；
- d) 几何特征设计，生成三维模型；
- e) 模型检查与修改。

B.4 管路类

B.4.1 选择管路零件的材料

管路零件材料的确定，一方面应根据系统的工作压力和工作温度范围，另一方面应考虑导管中介质的特性，以及满足耐油性和耐腐蚀性的要求。

B.4.2 管路零件建模总体原则

管路零件建模一般应遵循下列原则：

- a) 确定合理的直径保证油泵、液压马达等附件所需的流量和压力要求；
- b) 根据系统设计要求，选择适当的导管连接形式，保证管路组件具有良好的密封性、抗震性和耐疲劳性；
- c) 在满足导管安装协调的情况下，一根导管应采用一个相同弯曲半径值，以简化制造工艺；
- d) 管路敷设的层次应考虑安全性和维修性，走向避免迂回曲折，减少复杂形状，减小流体阻力；
- e) 导管的支承、固定应合理而可靠。

B.4.3 管路零件建模基本流程

管路零件建模基本流程如下：

- a) 管路参数的设定;
- b) 管线的设计;
- c) 管线的修改;
- d) 管路构建;
- e) 管路修改。

B. 4. 4 线缆类

B. 4. 5 线缆敷设总体原则

线缆敷设应至少应满足以下原则:

- a) 安全可靠要求;
- b) 电磁兼容性要求
- c) 便于检查和维修;
- d) 防止机械磨损和损坏;
- e) 便于拆卸和完整地更换线缆。

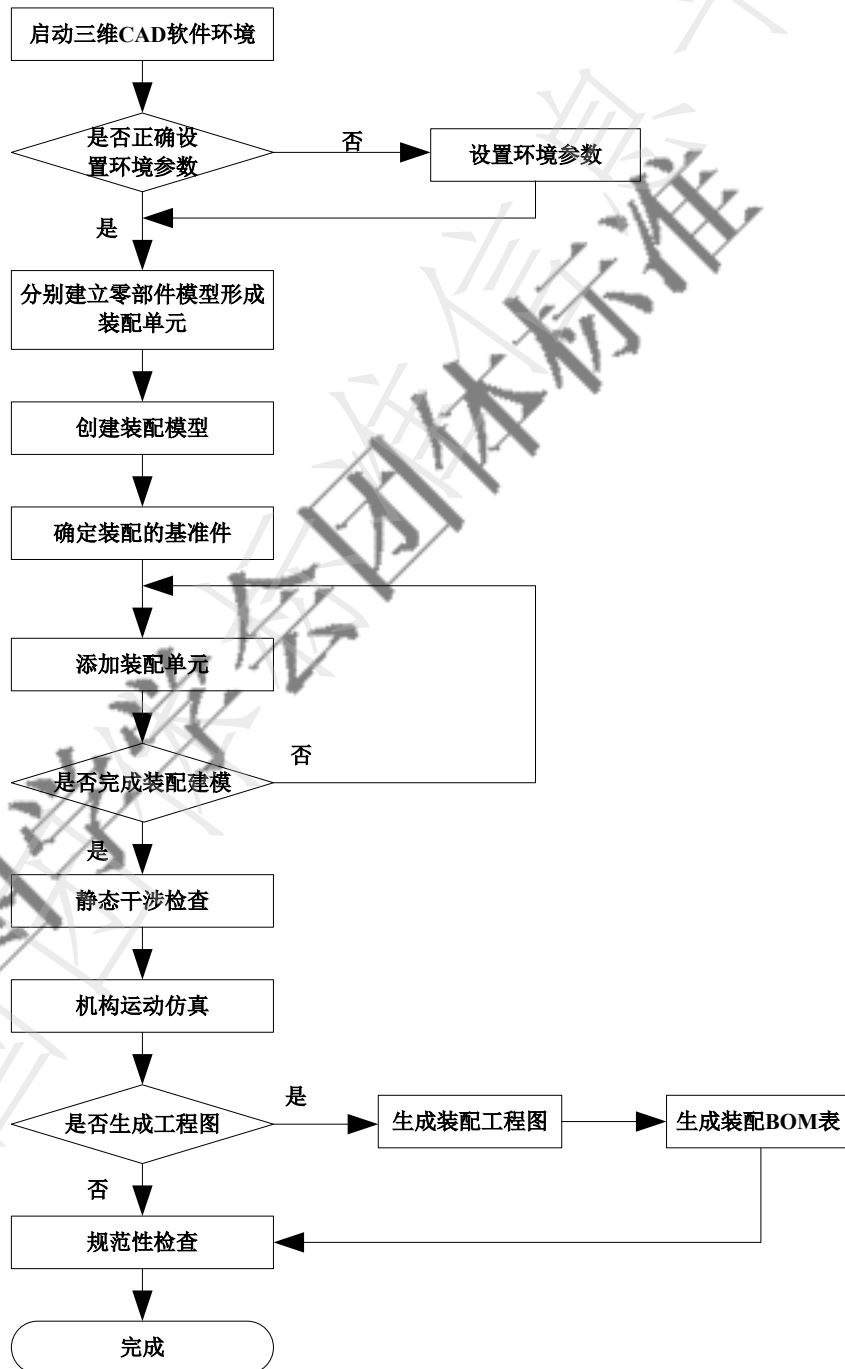
B. 4. 6 线缆建模的基本流程

线缆建模的基本流程如下:

- a) 系统环境设置;
- b) 接线图设计;
- c) 电器零件模型建立;
- d) 进行线缆敷设, 根据需要可输出敷设二维图;
- e) 定义电线路径, 根据需要可输出接线图; 输出展开的线缆二维图。

附录 C
 (资料性附录)
 自底向上装配建模的设计流程

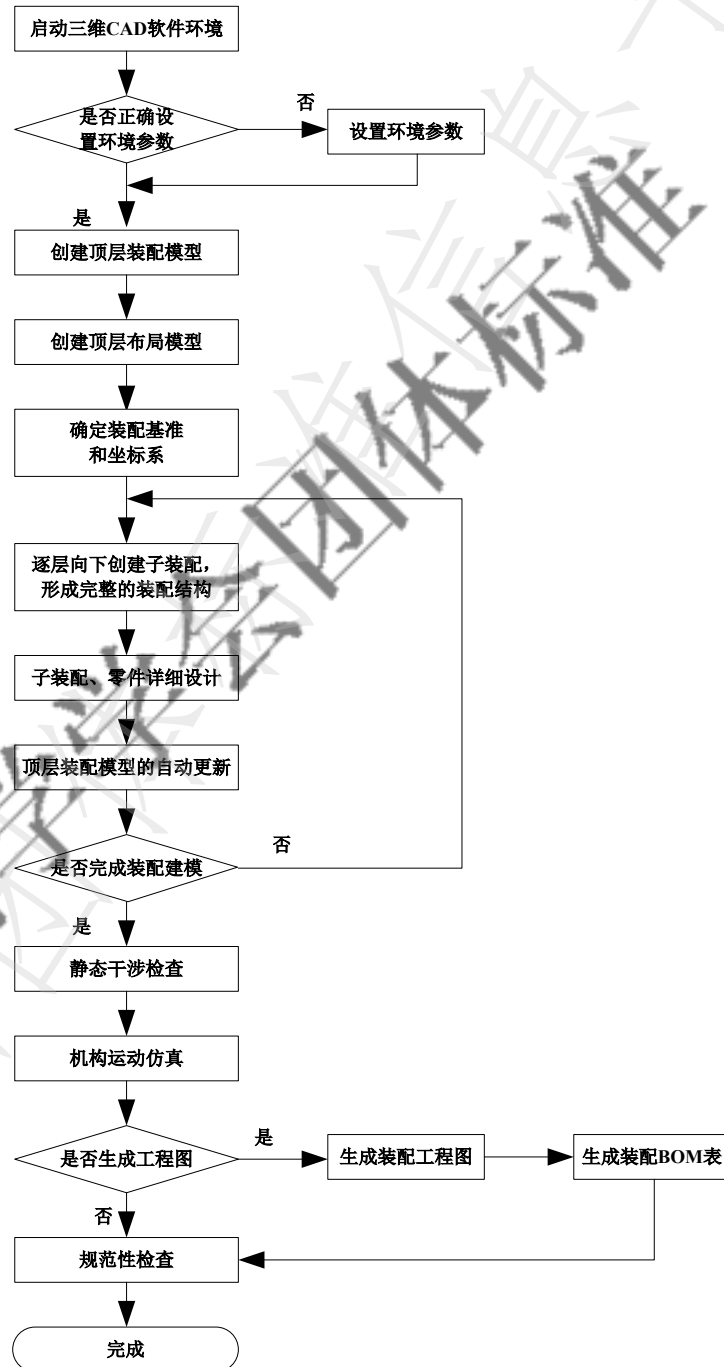
自底向上装配建模的设计流程如图C.1所示。



图C.1 自底向上装配建模的设计流程

附录 D
(资料性附录)
自顶向下装配建模的设计流程

自顶向下装配建模的设计流程如图D.1所示。



图D.1 自顶向下装配建模的设计流程

参 考 文 献

- [1] 王国庆, 胡新平. 以三维数字化设计制造为突破口, 实现研制模式变革[J]. 2012.
- [2] 丁红宇, 张红旗. 《机械产品三维建模通用规则》系列标准研究[J]. 机械工业标准化与质量. 2009(11): 30~32.
- [3] 邹玉堂. CAD制图及CAD文件管理国家标准应用指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 125.
- [4] 罗阿妮, 张桐鸣, 刘贺平, 李杨. 机械行业三维建模技术综述[J]. 机械制造. 2010(10): 1~4.
- [5] Deabler Ga. The implementation of integrated product teams on the delta II program[J]. AIAA, Space Programs and Technologies Conference. 1994: 52~60.
- [6] Gujar U G, Nagendra I V. Construction of 3D solid objects from orthographic views[J].
-

中国图学会团体标准