



中华人民共和国国家标准

GB/T 42383.5—2023

智能制造 网络协同设计 第5部分：多学科协同仿真

**Intelligent manufacturing—Network collaborative design—
Part 5: Multidisciplinary collaborative simulation**

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施



国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目次

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 多学科协同仿真系统架构要求 2

5 多学科协同仿真系统技术要求 2

6 多学科协同仿真系统功能要求 3

 6.1 多学科协同仿真系统功能框架 3

 6.2 工作流程管理 4

 6.3 仿真任务管理 4

 6.4 模板管理 4

 6.5 仿真数据管理 4

 6.6 运维管理 4

7 多学科协同仿真系统建设 4

 7.1 概述 4

 7.2 需求分析 4

 7.3 工作流程管理逻辑 4

 7.4 封装逻辑 5

 7.5 数据管理逻辑 6

 7.6 分布式计算环境 6

 7.7 系统测试 6

8 多学科协同仿真流程建设 6

 8.1 概述 6

 8.2 多学科协同仿真流程需求 6

 8.3 多学科协同仿真数据梳理 6

 8.4 多学科协同仿真流程封装 7

 8.5 与外部系统集成 8

 8.6 多学科协同仿真流程测试 8

9 多学科协同仿真系统应用逻辑 8

附录 A (资料性) 多学科协同仿真流程需求梳理表示例 10

参考文献 11

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。

本文件是 GB/T 42383《智能制造 网络协同设计》的第5部分。GB/T 42383 已经发布了以下部分：

- 第1部分：通用要求；
- 第2部分：软件接口和数据交互；
- 第4部分：面向全生命周期设计要求；
- 第5部分：多学科协同仿真。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：上海工业自动化仪表研究院有限公司、上海宇航系统工程研究所、大全集团有限公司、中国电子技术标准化研究院、中国航发上海商用航空发动机制造有限责任公司、国机工业互联网研究院(河南)有限公司、南京优倍自动化系统有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海智能制造功能平台有限公司、卡奥斯工业智能研究院(青岛)有限公司、东莞理工学院、深圳未来智控技术有限公司、申能(集团)有限公司、沈阳工业大学、瑞立集团瑞安汽车零部件有限公司、杭州沃镭智能科技股份有限公司、浙江铭博汽车部件股份有限公司。

本文件主要起草人：王英、刘靖华、李少阳、冯雪晴、何宏宏、苏巧灵、张保刚、张艾森、肖红练、孙瑜欣、张玲艳、冯夏维、柳军、孙明、张兆云、魏天财、梅军、樊灵旻、张晓玲、董赢、王嘉宁、欧阳文、张再伟、郭斌、周建兵、邹薇、王勇。

引 言

GB/T 42383《智能制造 网络协同设计》拟由以下 5 个部分构成。

- 第 1 部分：通用要求。目的在于规定网络协同设计的总则、一般要求和网络协同设计平台要求。适用于异地设计参与方在网络协同设计平台的支持下，开展智能制造领域复杂产品系统协同设计的实施和管理，也适用于网络协同设计平台的搭建。
- 第 2 部分：软件接口和数据交互。目的在于规定智能制造领域网络协同设计平台中软件接口和数据交互设计中需满足的技术要求，并给出了软件接口类型和数据交互基础协议的说明。适用于智能制造领域复杂产品和设备的网络协同设计平台设计过程中软件接口和数据交互架构的构建及技术的实施。
- 第 3 部分：知识库。目的在于规定网络协同设计系统知识库的模型及管理要求、知识库构建、知识库功能和知识库应用要求。适用于网络协同设计系统知识库的构建、管理、应用及维护。
- 第 4 部分：面向全生命周期设计要求。目的在于规定面向全生命周期设计通用要求、面向全生命周期协同设计要求和面向产品生命周期各阶段的具体设计要求。适用于智能制造领域复杂产品系统及其子系统的全生命周期网络协同设计与管理。
- 第 5 部分：多学科协同仿真。目的在于规定网络协同设计过程中的多学科协同仿真系统架构要求、技术要求、功能要求、仿真系统建设、仿真流程建设和系统应用逻辑等内容。适用于智能制造领域网络协同设计过程中的多学科协同仿真，领域范围可包含多场强耦合仿真、多场弱耦合仿真和多学科联合仿真等领域。

智能制造 网络协同设计

第5部分：多学科协同仿真

1 范围

本文件规定了网络协同设计过程中的多学科协同仿真系统架构要求、技术要求、功能要求、仿真系统建设、仿真流程建设和系统应用逻辑等内容。

本文件适用于智能制造领域网络协同设计过程中的多学科协同仿真。

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 19000 质量管理体系 基础和术语

GB/T 42383.1—2023 智能制造 网络协同设计 第1部分：通用要求

3 术语和定义

GB/T 19000 和 GB/T 42383.1—2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多学科协同仿真 multidisciplinary collaborative simulation

根据系统分析的目的，在分析系统各要素性质及其相互关系的基础上，建立能描述系统结构或行为过程，且具有一定逻辑关系或数量关系的多个学科或专业协同的仿真模型和仿真流程，并进行多学科或专业的协同仿真分析。

注1：多学科协同仿真包括多场强耦合仿真、多场弱耦合仿真和多学科联合仿真等。

注2：多场强耦合仿真是运用多场耦合解耦技术，建立符合产品的耦合仿真模型，通过单元矩阵或载荷向量把多场的耦合作用构造到控制方程中，然后对控制方程直接求解，得到多场强耦合分析结果。

注3：多场弱耦合仿真是建立符合产品各物理场的耦合仿真模型，合理安排仿真的计算次序，先进行一个物理场的计算，将计算结果作为外载荷施加于第二个物理场，再进行第二个物理场计算，将计算结果作为外载荷施加回第一个物理场，通过这样的一次迭代或者多次迭代以得到多场弱耦合的仿真结果。

注4：多学科联合仿真是针对多学科、多专业等工程要求的复杂系统，建立以数字化模型为基础、以功能/性能样机为载体，贯穿需求、功能、逻辑与物理构建模型在环、软件在环、硬件在环、人员在环的数字化综合仿真环境，实现功能/性能需求在开发早期等各阶段的验证与确认。

3.2

工作流程 workflow

由若干个通过流程线及数据映射关系建立串行、并行或条件执行的任务组成，通常用工作流程图来进行展示。

3.3

组件 component

仿真流程的基本组成部分，是将工程应用与软件功能的数据和方法封装而成的软件功能模块化、数

据接口标准化的应用对象。

3.4

仿真流程 simulation workflow

由若干个通过流程线及数据映射关系建立串行、并行或条件执行的组件组成,是按照任务执行逻辑进行组装而形成的一种可自动化执行的流程,主要用于一个或多个仿真程序的自动计算。

4 多学科协同仿真系统架构要求

在构架仿真系统时按如下要求进行:

- 应围绕“协同设计”,综合集成协同仿真过程、软件工具和方法、规范、模型、知识和数据等多方面内容,作为复杂产品设计业务的有效支撑;
- 应提供面向仿真人员的综合集成的“协同仿真工程环境”,使仿真人员快速完成协同仿真工作任务;
- 可建立贯穿多个单位门户、多个部门、多个学科领域的协同仿真流程,且能够控制产品研发中的协同仿真过程、协同仿真数据传递和协同仿真数据管理;
- 可支持本地计算也可支持远程、分布式计算,能够有效连接起来并进行同步和控制各仿真软件工具。

多学科协同仿真系统架构见图 1。

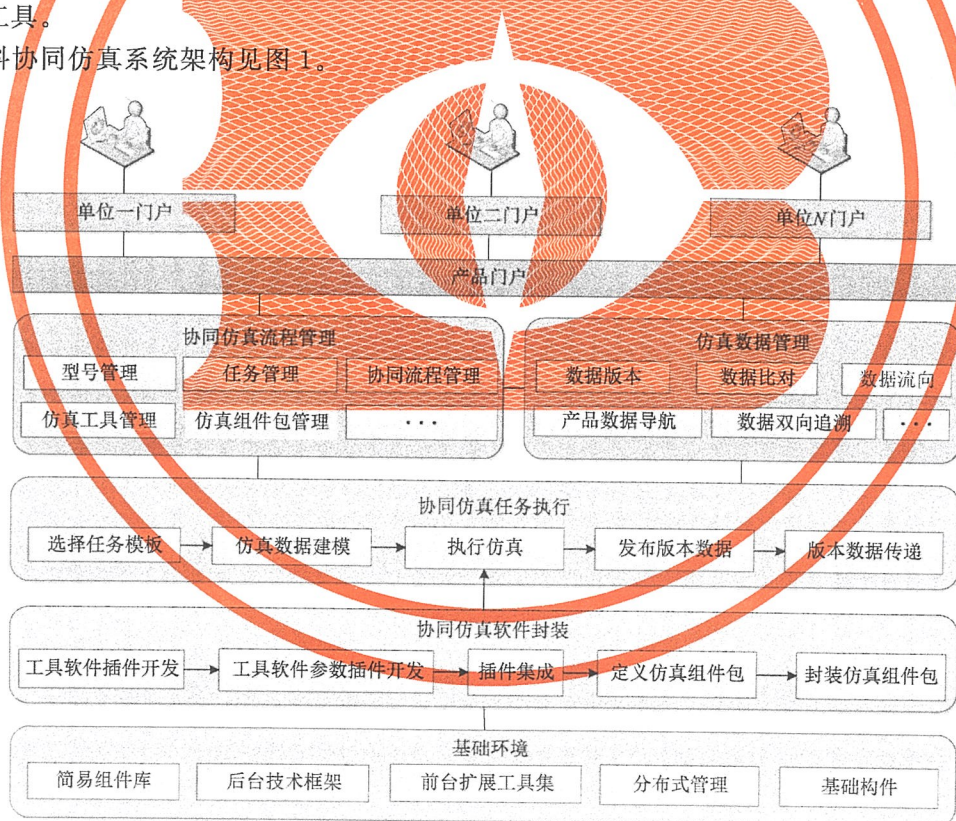


图 1 多学科协同仿真系统架构

5 多学科协同仿真系统技术要求

多学科协同仿真系统技术要求如下:

- 能提供与多种仿真软件的封装接口,能够集成各种商业软件和自编软件,具备与产品数据管理

(PDM, Product Data Management) 等系统的接口, 具备与高性能计算 (HPC, High Performance Computing) 等远程计算系统或分布式计算的接口;

- b) 各学科可模块式建设, 宜采用子模块编制, 多个子模块能够封装组成大的流程模块, 子模块设计可与各专业设计人员协商确定;
- c) 应具有协同仿真数据处理和管理功能, 能够对各学科模块的输入数据、建模数据、中间数据、结果数据等信息进行存储和管理, 能够实现多方案的协同仿真结果与试验数据及历史设计结果之间的数据对比功能;
- d) 应具有数据加密机制, 有效保护网络环境下的仿真数据安全, 保护用户对分布式资源访问的安全性;
- e) 应具有可视化操作界面, 系统界面友好, 使用方便, 符合设计人员操作习惯;
- f) 可具有多学科优化功能, 优化界面应简洁方便。

6 多学科协同仿真系统功能要求

6.1 多学科协同仿真系统功能框架

多学科协同仿真系统功能框架见图 2。

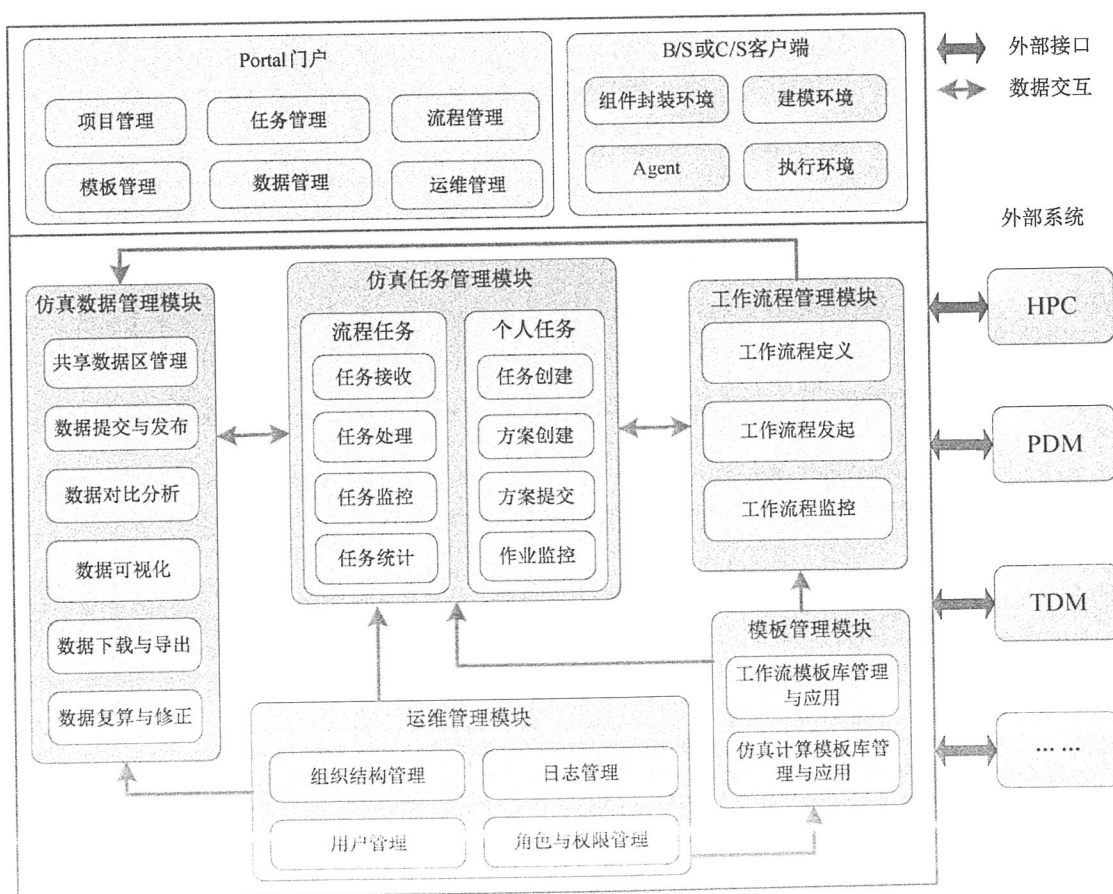


图 2 多学科协同仿真系统功能框架

6.2 工作流程管理

应指定协同工作流程负责人对多学科协同仿真任务的先后顺序、逻辑关系、启动激活条件、过程状态等进行组织、管理、控制。

6.3 仿真任务管理

应能够管理流程任务和个人任务这两类不同的任务。

流程任务指的是某个协同工作流程中分配给用户的仿真任务,仿真任务来源于协同工作流程,与协同工作流程中的其他学科的仿真任务有数据传递关系,数据传递关系可通过协同工作流程预先定义。

个人任务是指用户自己创建的仿真任务,所得到的仿真数据仅限自己访问。

6.4 模板管理

具体要求如下:

- a) 应能够管理协同工作流程模板、学科仿真任务模板、组件模板等各种类模板;
- b) 应能够对各种类模板进行管理维护,包括模板的发布、归档等;
- c) 在多学科协同仿真的实施过程中形成的知识模型应由统一规范的知识库进行管理,包含多学科协同仿真的模型库、模板库,所有相关的知识模型都应进行保存、积累和重用。

6.5 仿真数据管理

流程负责人、设计人员等用户应能够根据各自的管理权限来访问各类协同仿真结果数据,包括协同仿真的中间数据、上下游的输入输出数据等。

6.6 运维管理

应指定专职系统维护人员进行系统管理、人员权限分配等设置。

7 多学科协同仿真系统建设

7.1 概述

确定系统的架构、技术要求及功能模块要求后,系统建设方和用户可按照如下各项工作内容和要求等开展系统的建设。

7.2 需求分析

用户可根据研发、项目规划、产品应用需求等总体需求,提出所需的协同仿真系统的功能要求和技术要求。

7.3 工作流程管理逻辑

协同仿真系统建设应明确工作流程、任务流程、仿真流程等流程之间的逻辑关系。

工作流程管理逻辑见图 3。

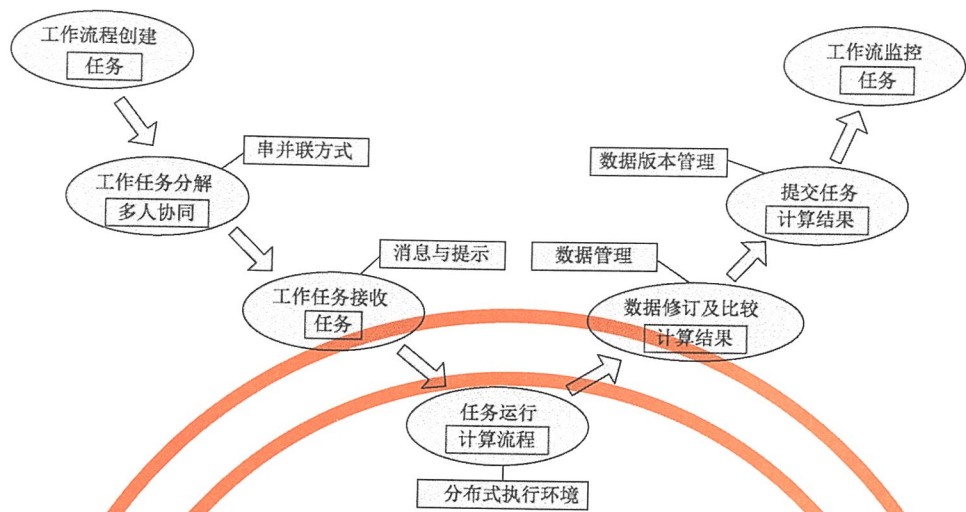


图3 工作流程管理逻辑

7.4 封装逻辑

要求如下：

- a) 系统应具有集成模型、商业软件程序、或可以形成组件和流程的封装工具。
- b) 可通过系统提供的集成工具,对各专业工作流程中涉及的各种商业计算软件或自编计算程序进行集成封装,并定义或解析计算程序相关的输入输出数据。封装后的组件可以发布到组件库中供其他人员共享重用。

封装逻辑见图4。

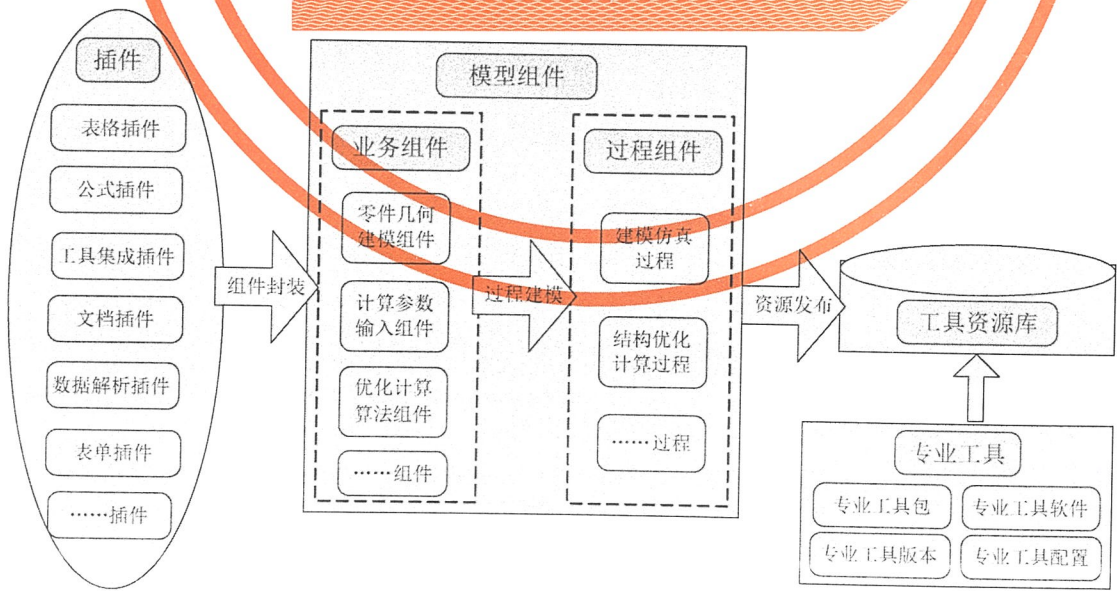


图4 封装逻辑

7.5 数据管理逻辑

系统能够对协同仿真数据进行有效管理,其内容可包括:数据定义、研发过程数据自动记录、网络文件管理、数据应用集成、数据审批等功能,可用于全面存储和管理计算过程中的各类仿真数据。

7.6 分布式计算环境

系统可通过分布式执行环境对各类软硬件资源进行管理和共享,对计算过程进行统一调度,实现计算过程中计算资源的分配、数据的传递、组件数据的自动连接,以及进行分布式高性能计算。

分布式计算环境见图 5。

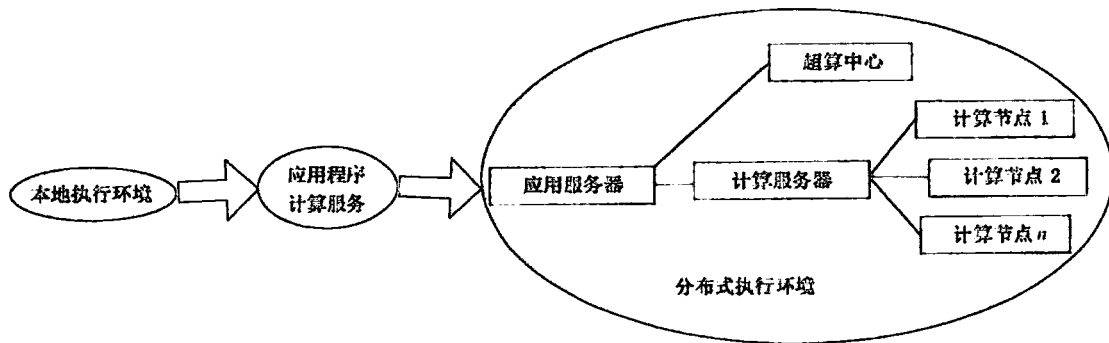


图 5 分布式计算环境

7.7 系统测试

系统建设后应能够通过软件测试(软件测试要求可参考 GB/T 25000.51—2016),系统应功能稳定、界面操作简洁、具有良好的开发性和可扩展性,能够支持跨平台应用,可针对应用需求进行定制和重构,能够充分满足不同的项目需求。

8 多学科协同仿真流程建设

8.1 概述

在多学科协同仿真系统搭建完成后,需要以仿真设计人员为主、系统建设方为辅进行多学科协同仿真流程的建设,可按照以下各项工作顺序开展建设。

8.2 多学科协同仿真流程需求

可根据设计及仿真的需要,梳理多学科协同仿真流程的计算需求,明确协同仿真流程中所需的上下游协同仿真专业计算要求、计算程序、计算方法等。多学科协同仿真流程需求梳理表示例见附录 A。

8.3 多学科协同仿真数据梳理

可根据多学科协同仿真流程的专业计算顺序,梳理上下游各协同仿真专业所需的输入、输出数据及其格式要求,明确数据传递关系。

数据传递关系见图 6。

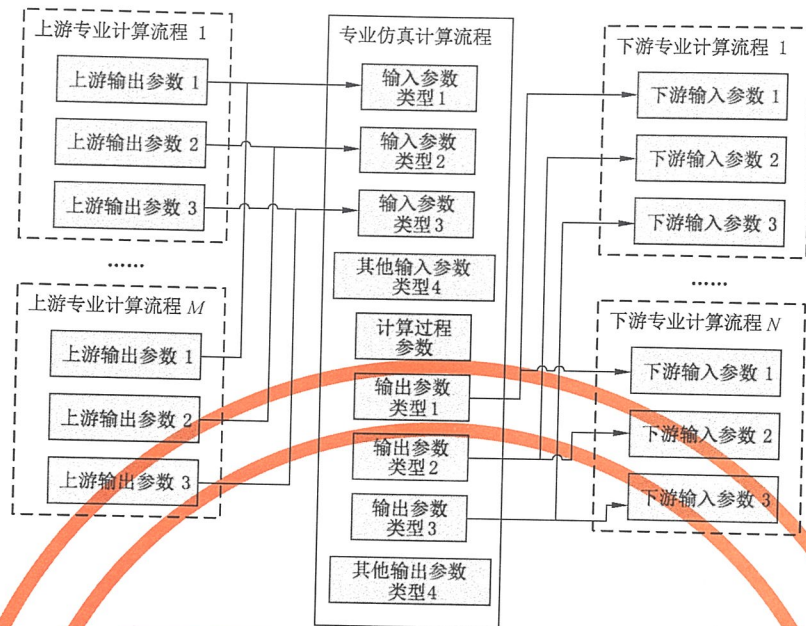


图6 数据传递关系

8.4 多学科协同仿真流程封装

可根据多学科协同仿真流程的需求和数据传递要求,采用串行或者并行的形式,完成多学科协同仿真流程中各仿真模型、文件、数据、仿真软件等的集成和封装。

封装后的仿真流程见图7。

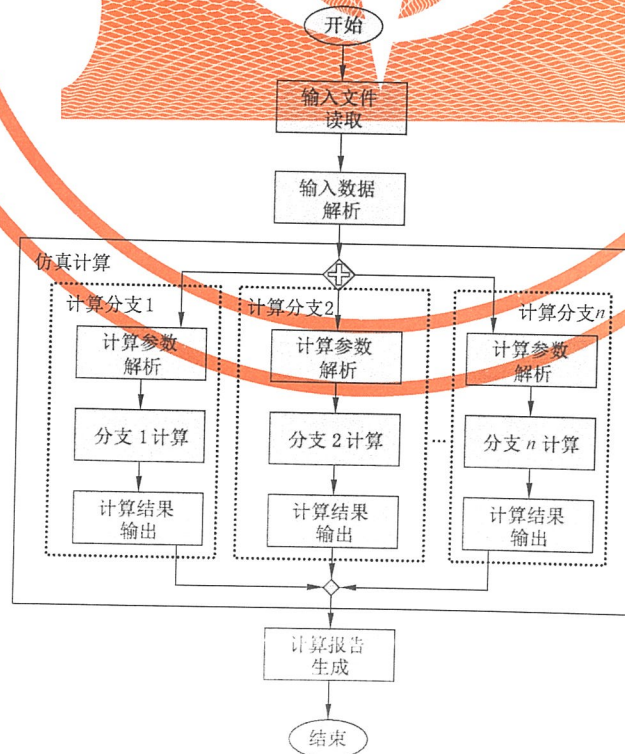


图7 仿真流程图

8.5 与外部系统集成

可根据设计及仿真的需要,能够按照软件接口标准要求集成外部 PDM 系统传递产品结构数据及文档数据等,能够按照软件接口标准要求集成外部测试数据管理(TDM, Test Data Management)系统传递试验数据等。

8.6 多学科协同仿真流程测试

流程建设后应通过测试验证多学科协同仿真流程的功能是否满足需求。再经工程实际应用测试,协同仿真流程应运行正常,协同仿真结果与各协同仿真专业在原有仿真方法下的计算结果应基本一致,误差在许可范围内,才可应用于工程实际。

9 多学科协同仿真系统应用逻辑

多学科协同仿真系统建设完成后,在实际的工程应用中,其应用逻辑可考虑下述内容:

- a) 多学科协同仿真流程由协同工作流程负责人新建和发起,可指定企业内或者企业外的设计人员参与协同仿真,协同工作流程负责人和审核者均可对流程进行监控;
- b) 设计人员可以新建个人任务,选择已封装好的单专业或者多专业计算模板进行多轮次的计算和比对分析,任务流程中的所有计算数据仅限个人访问;
- c) 设计人员可以领取流程分配给自己的任务,并选用不同的仿真模板进行计算,计算后提交的数据可供下游任务设计人员使用。

多学科协同仿真系统用户角色和应用逻辑见图 8。

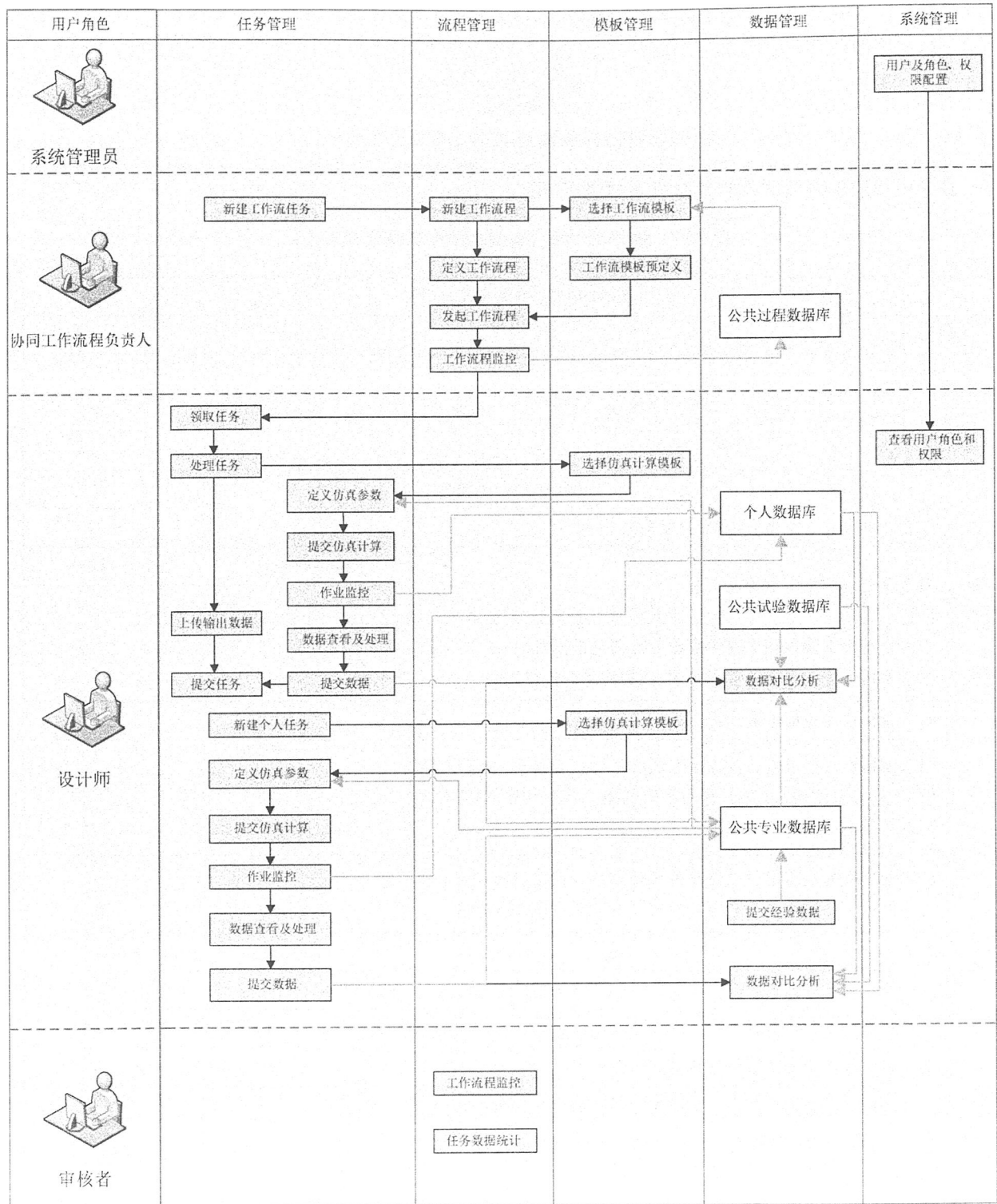


图 8 系统用户角色和应用逻辑

附录 A

(资料性)

多学科协同仿真流程需求梳理表示例

多学科协同仿真流程需求梳理表示例见表 A.1。

表 A.1 多学科协同仿真流程需求梳理表示例

协同仿真流程需求基本信息					
调研专业				记录人	
时间				地点	
专业人员	姓名	职务	手机	座机	办公室
协同业务流程调研					
1	本专业的业务工作内容、产品适用范围等				
2	确定本专业的上下游协同专业			上游协同专业	下游协同专业
3	本专业与上下游协同专业的当前的数据传递模式。 上游协同专业是否有任务书输入,数据传递的格式				
4	对下游协同专业的数据输出格式				
5	对上游协同专业的设计输入是否需要进行处理,如果是报告,如何提取数据,以及在何处提取数据。传递的数据格式能否满足计算的要求				
6	给下游协同专业传递的数据能否满足下游专业的计算要求,针对不同的下游专业是否有不同的数据输出模式和数据格式				
7					
协同仿真流程调研					
1	仿真计算的流程和步骤,是否含有子流程				
2	明确本专业的专业计算程序及输入输出格式				
3	专业程序是否是可以适用于不同产品设计的通用计算程序,如果不是,需要做哪些修改				
4	明确本专业使用的商业软件及输入输出格式				
5					

参 考 文 献

- [1] GB/T 25000.51—2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价(SQure) 第 51 部分:就绪可用软件产品(RUSP)的质量要求和测试细则
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
智能制造 网络协同设计
第 5 部分：多学科协同仿真
GB/T 42383.5—2023

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室：(010)68533533 发行中心：(010)51780238
读者服务部：(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 32 千字
2023 年 3 月第一版 2023 年 3 月第一次印刷

*

书号：155066·1-72095 定价 26.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话：(010)68510107



GB/T 42383.5-2023



码上扫一扫 正版服务到

