

# 团 体 标 准

T/GSNAME 036-2021

---

## 船舶建造现场可视化系统 总体要求

Ship construction site visualization system: General requirements

2021 - 07 - 30 发布

2021 - 10 - 30 实施

---

中国造船工程学会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 系统架构与功能 .....	1
4.1 系统架构 .....	1
4.2 系统功能要求 .....	2
4.3 系统性能要求 .....	2
4.4 系统集成要求 .....	2
5 系统业务流程要求 .....	2
6 输入功能要求 .....	3
6.1 装配工艺输入要求 .....	3
6.2 三维模型输入要求 .....	3
6.3 二维图文档输入要求 .....	3
7 管理功能要求 .....	3
7.1 数据管理 .....	3
7.2 关联管理 .....	4
7.3 系统管理 .....	5
7.4 反馈管理 .....	6
8 输出功能要求 .....	6
8.1 信息发放要求 .....	6
8.2 虚拟装配计划 .....	6
8.3 工艺仿真 .....	6
9 现场终端要求 .....	8
9.1 终端操作要求 .....	8
9.2 终端应用要求 .....	8
9.3 现场反馈 .....	8
10 部署要求 .....	8
11 软硬件要求 .....	9
11.1 数据库要求 .....	9
11.2 三维设计系统服务器要求 .....	9
11.3 图文档服务器要求 .....	9
11.4 可视化系统服务器要求 .....	9
12 系统升级扩展要求 .....	9

## 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。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：中国船舶重工集团公司第七一六研究所、江苏杰瑞科技集团有限责任公司、中船重工信息科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七一四研究所、中国船舶重工集团公司第七〇四研究所、大连船舶重工集团有限公司、大连船舶重工集团钢结构制作有限公司、渤海船舶重工有限责任公司、哈尔滨工程大学。

本文件主要起草人：班继新、陈卫彬、曹荣祥、廖良闯、王进宁、封雨生、张成、赵川、刘子豪、陈琳、崔俊、王大伟、张宝民、李政润、王常涛、刘佳文、张成顺、王远志、龙涛、富威。

# 船舶建造现场可视化系统 总体要求

## 1 范围

本文件规定了船舶建造现场可视化系统的架构与功能、业务流程要求、输入功能、管理功能、输出功能、现场终端显示、部署、软硬件、系统设计扩展等要求。

本文件适用于船舶建造现场可视化系统的设计和部署。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**船舶建造现场** ship construction site

船舶分段、组立、舾装零件等生产与装配现场。

### 3.2

**现场可视化** site visualization

把产品信息传递给制造部门，在现场将所需的产品信息综合在一个界面上。

## 4 系统架构与功能

### 4.1 系统架构

船舶建造现场可视化系统主要由三个层面组成（如图1所示），具体如下：

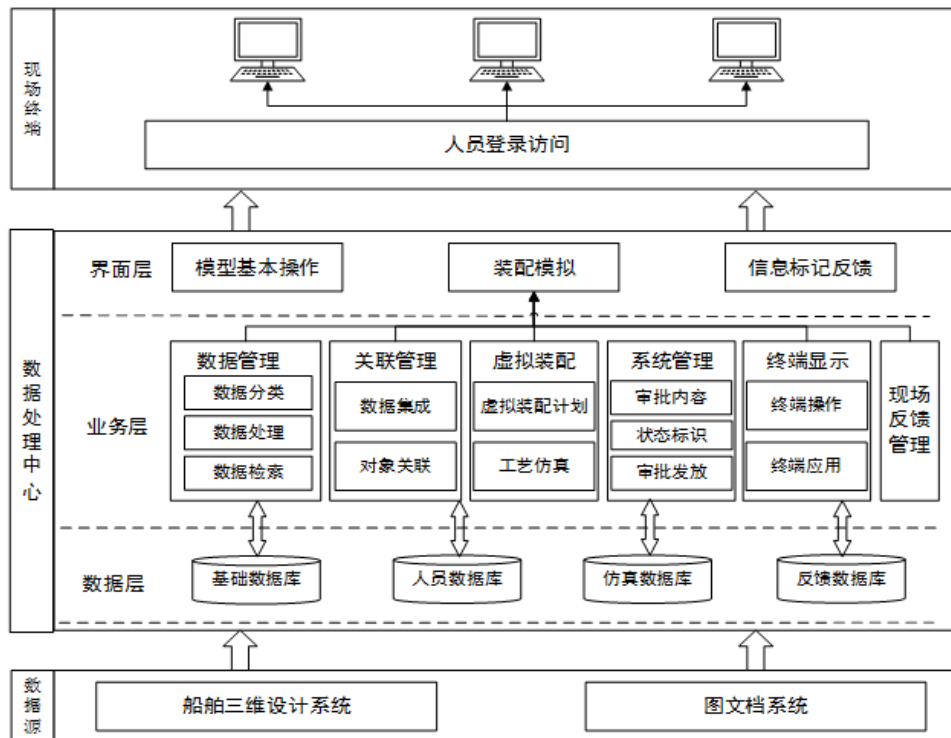


图1 船舶建造现场可视化系统架构示意图

- a) 数据层：主要包括基础数据库、人员数据库、仿真数据库、反馈数据库。用于存储在设计与仿真过程中形成的二维图纸数据、三维模型数据、文档数据及结构化数据、工艺数据等，各类型数据具备关联性，结构化数据应使用 XML 等通用格式及关系型数据库进行搭建；
- b) 业务层：为系统的主体部分，主要包括数据管理、关联管理、虚拟装配、系统管理及现场反馈等；
- c) 界面层：界面层是用户和系统的交互接口，用户可根据不同的权限浏览访问相应的数据。

#### 4.2 系统功能要求

船舶建造现场可视化系统一般应包括以下功能（如图2所示）：

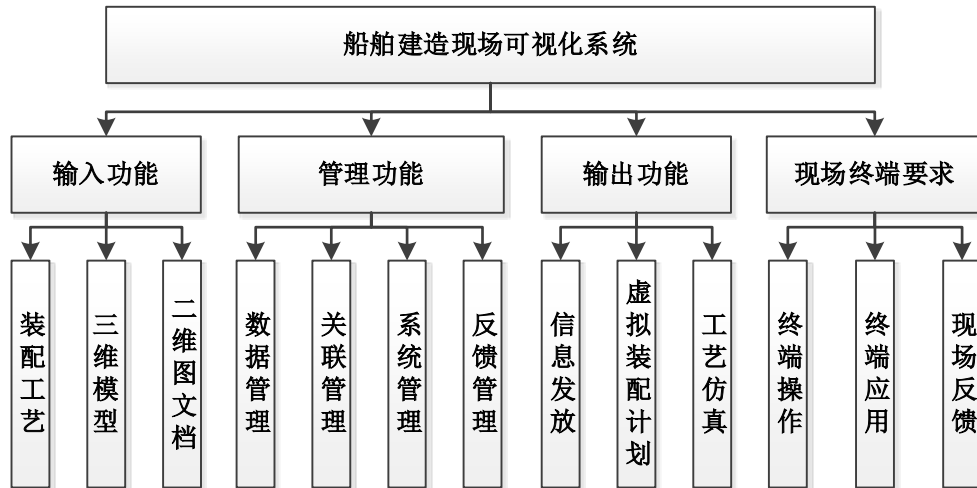


图2 船舶建造现场可视化系统功能结构图

- a) 输入功能：接收装配工艺信息、三维模型、二维图文档等外部数据文件；
- b) 管理功能：实现系统管理、数据管理、关联管理、可视化管理；
- c) 输出功能：输出虚拟装配信息及结果、三维模型、二维图文档、分段制造与吊装仿真过程模拟与结果；
- d) 现场终端要求：现场可对发布的数据在终端进行操作、应用以及标记与反馈。

#### 4.3 系统性能要求

船舶建造现场可视化系统性能要求如下：

- a) 轻量化后模型文件大小为原设计模型文件的 1%~10%；
- b) 支持当前主流浏览器进行浏览；
- c) 对于仿真动态功能不低于 30fps；
- d) 轻量化的模型信息应包括体现模型外形信息、不同模型间位置关系等信息。

#### 4.4 系统集成要求

船舶建造现场可视化系统应具备与三维设计系统、图文档系统、吊装可视化系统集成与信息交互功能，要求如下：

- a) 可从三维设计系统接收轻量化后的三维模型信息，可对模型进行查看与修改，并将信息反馈至三维模型设计系统；
- b) 可从图文档系统接收图文档信息，对信息进行查看、标记、修改等，并提供信息上传接口，用于反馈现场修改信息；
- c) 可接收吊装可视化系统下发的吊装过程仿真、动力学分析云图等结果，提供信息反馈接口，将现场信息发送至吊装可视化系统。

#### 5 系统业务流程要求

船舶建造现场可视化系统是以船舶三维设计系统和图文档系统为基础,形成的工艺仿真、虚拟装配、信息发布与反馈的一体化系统。船舶建造现场可视化系统的业务流程主要包括信息输入、信息管理、信息输出、现场可视化四部分,如下所示:

- a) 信息输入:系统接收装配信息、三维模型、二维图文档数据,并对其进行标记识别;
- b) 信息管理:系统对输入的数据进行管理,主要包括系统管理、数据管理要求、关联管理要求、审批管理、反馈管理;
- c) 信息输出:系统发放数据文件、进行虚拟装配及工艺仿真;
- d) 现场可视化:设计与工艺信息实现现场可视化,并对存在疑问信息进行反馈。

## 6 输入功能要求

### 6.1 装配工艺输入要求

装配工艺输入要求包括:

- a) 装配工艺信息:应包含装配场地、设施及工装设置的具体情况等;
- b) 模型标准:应包含装配信息的模型标注、技术参数等;
- c) 装配工艺原则:应包含各专业装配范围、装配时机与装配信息标注、装配结构树等;
- d) 协同设计指导原则:应包含多专业(如船体装配、舾装装配、管路装配等)的协同设计信息。

### 6.2 三维模型输入要求

三维模型输入要求包括:

- a) 工艺信息:包括构件的装配阶段、舾装模装配位置、装配顺序号等;
- b) 基本参数信息:包括构件名称、构件尺寸、构件重量、构件材质等信息。

### 6.3 二维图文档输入要求

二维图文档输入要求包括:

- a) 系统应支持接收多种格式的二维图文档;
- b) 每一类二维图文档数据都应设有其各自的属性及特征,具有独立唯一的类别标识号;
- c) 每一个具体的二维图文档都应具有系统内唯一的标识号。

## 7 管理功能要求

### 7.1 数据管理

#### 7.1.1 数据分类

可视化系统的数据包括以下类型:

- a) 三维模型:船体模型、舾装模型、设备模型、管件模型等三维模型信息;
- b) 二维图文档:包含船体、管舾、机装、铁舾、电舾、居舾、工艺等信息,如表1所示。

表1 可视化系统的二维图文档分类

序号	名称	内容
1	船体	包含船体结构、零件、加工、工艺等信息
2	管舾	包含管子材料、安装位置、安装工艺、附件等信息
3	机装	包含机装件类型、参数、安装工艺、分布位置、设备及其舾装件等信息
4	铁舾	包含铁舾制作、安装、布置、附件等信息
5	电舾	包含电舾布置、系统、安装、附件等信息
6	居舾	包含舾装区域、制作、安装、附件等信息
7	工艺	包含检测、分段划分、吊装眼板布置、吊装设计、调试、合拢顺序等工艺信息

### 7.1.2 数据转换处理

可视化系统可通过转换接口将输入数据转换为系统可识别、显示的格式，转换接口描述包括：

- a) 配置工具：可将三维模型和二维图文档转换为可在信息系统中显示的格式；
- b) 文件索引：可索引多种格式的文件，如：pdf、doc、xls、dwg 等格式，从而生成文档到标记的关联。

### 7.1.3 数据检索

数据检索可在图文档中进行快速定位和高亮显示，检索结果可以导出表单，进行排序、打开等操作，应包括以下几种方式：

- a) 数据导航：可按零部件类型、文档类型、构件结构、装配计划等方式进行分类展开；
- b) 快速检索：应支持指定的关键字进行快速检索；
- c) 组合检索：可使用多个组合条件精确检索信息，其中包括属性、关联关系、对象状态等条件类型；
- d) 信息关联导航：可利用不同数据项之间的关联关系进行检索。

## 7.2 关联管理

### 7.2.1 数据集成

#### 7.2.1.1 三维模型集成

可视化系统可实现三维模型与装配计划及构件描述信息的集成管理，如图3所示，主要包括：

- a) 可视化系统可将船体、舾装、设备、管件等三维模型进行集成管理；
- b) 可视化系统可将构件描述信息与构件模型进行集成管理；
- c) 可视化系统可实现装配计划与三维模型的集成管理。

#### 7.2.1.2 二维图文档集成

可视化系统将导入的二维图文档进行集成管理，如图3所示，应包括：

- a) 可视化系统宜按船舶专业进行二维图文档分类管理，分类如表 1 所示；
- b) 可视化系统可以构件为单位实现二维图文档的集成管理，如：详细信息、生产信息、工艺信息、装配信息等；
- c) 可视化系统可根据界面要求实现文字、图纸、模型等的集成。

### 7.2.2 对象关联

#### 7.2.2.1 关联方式

可视化系统可根据编码进行自动关联，如下所示：

- a) 应在可视化系统内进行全文检索，提取出所有与输入相关的信息；
- b) 应通过可视化系统查出构件与其他构件之间的层次关系。

#### 7.2.2.2 关联对象

可视化系统内的构件应与其相关的信息进行关联，在系统内点击某一构件后，应显示出与其相关联的其他信息，如型号、属性、文档、序列号及其他构件等如图3所示。

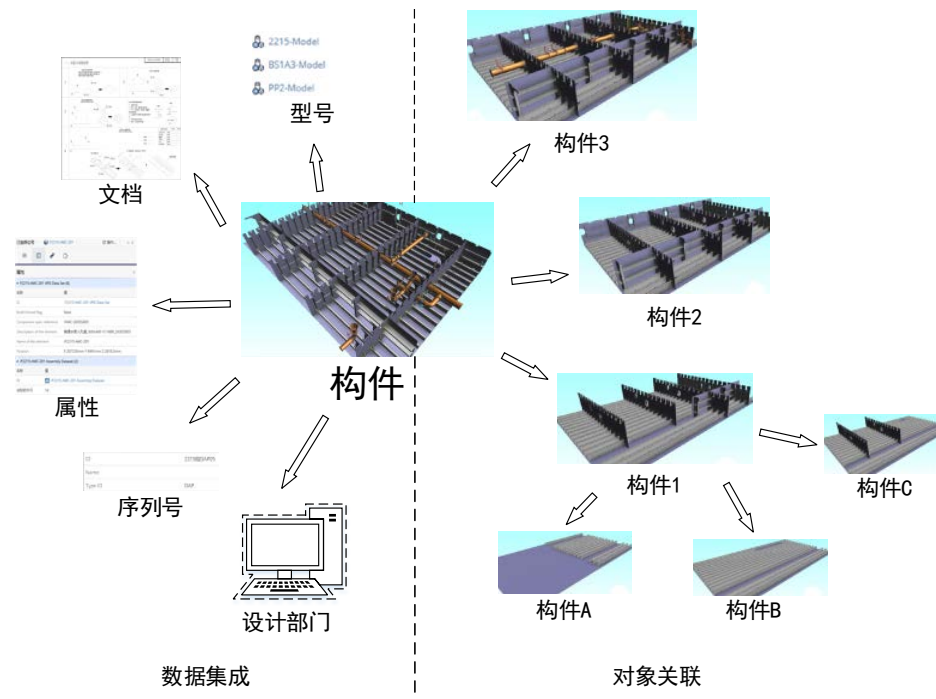


图3 可视化系统的数据集成与对象关联

### 7.3 系统管理

#### 7.3.1 审批内容

审批内容一般包括二维图文档、三维装配模型、虚拟化装配方案等。

#### 7.3.2 状态标识

文件流转过程中，应对文件的过程状态进行标识，文件只有在有效状态下才能应用于生产制造。可视化系统应对文件的全过程状态进行管理。

#### 7.3.3 审批发放

有权限的操作人员应对文件进行审批发放。文件经过可视化系统的最终审批后，传送到发布数据库内进行保存并发放，如图4所示。



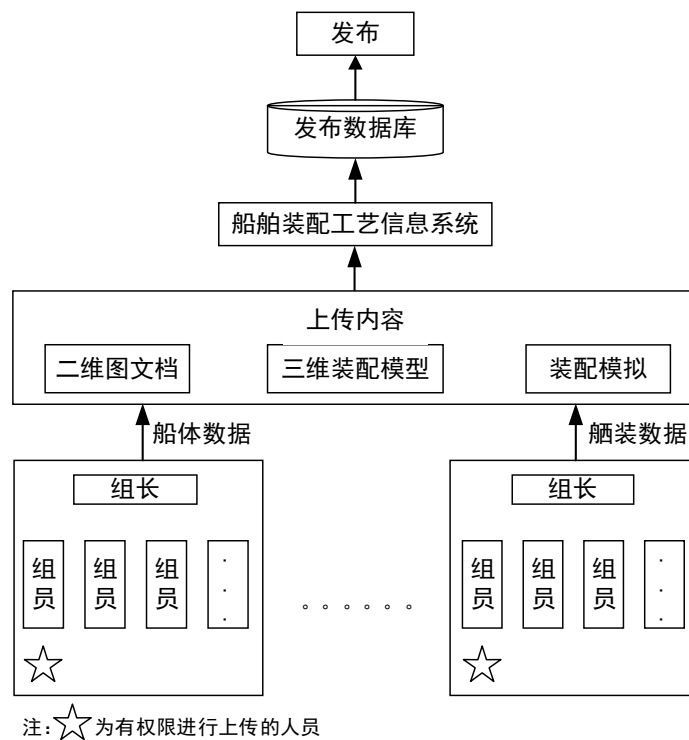


图4 船舶建造现场可视化系统的审批发放过程示意图

#### 7.4 反馈管理

反馈管理主要包括：

- 反馈信息状态管理：包含反馈信息处理状态、标识等；
- 反馈信息发布管理：对处理完成后的反馈信息进行重新发布。

### 8 输出功能要求

#### 8.1 信息发放要求

信息在发放过程中应遵循以下要求：

- 文件上传前应具有检查功能；
- 文件上传时，应支持多人同时存放，但上传应受权限限制；
- 应根据已完成的文件进行批量发放；
- 文件发放后，应显示发布信息已经提交处理，或已完成处理；
- 系统数据更新时，应根据增量更新，上传内容更改时，系统数据才会更新；
- 通过和三维设计系统集成，可将船体装配和舾装装配等的设计和工艺信息发布到系统，发布的信息应包括：分段模型、设计参数、零部件编码、装配计划等；
- 三维模型、构件参数、装配计划的集成应是自动发布的，图文档应自动化处理及发布。

#### 8.2 虚拟装配计划

虚拟装配计划应实现船舶在装配过程中的装配顺序规划，主要包括：

- 装配过程整体规划：包含三维模型之间的嵌套关系和衔接顺序、装配顺序；
- 多专业（如船体装配、舾装装配、管路装配、涂装等）协同规划：包含各专业作业时机、作业顺序等节点规划；
- 虚拟装配计划：包含装配工艺、各专业装配顺序节点，要体现和实际生产一致的装配顺序。

#### 8.3 工艺仿真

##### 8.3.1 分段制造仿真

### 8.3.1.1 分段制造仿真过程

可视化系统的分段制造仿真过程主要包括以下几点，如图5所示：

- a) 输入仿真数据：输入基本信息及其制造计划信息等仿真数据；
- b) 初始化系统：建立虚拟仿真环境；
- c) 开始仿真：开始进行任务调度；
- d) 调度程序：调取最先执行的工序信息；
- e) 控制时间：将时间推进到当前的工序时刻；
- f) 突发事件：可视化系统按照事先定义的概率，随机产生突发事件；
- g) 过程影响：当前工序受到突发事件的影响，应按照影响程度延长该工序的时间；
- h) 统计数据：统计系统的性能参数；
- i) 输出仿真结果：输出仿真系统性能数据，供后续优化使用。

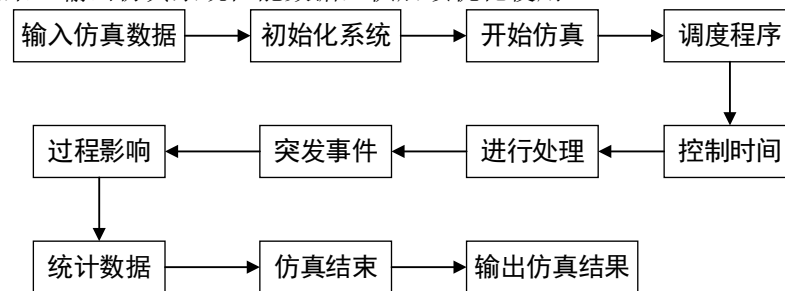


图5 分段制造仿真过程示意图

### 8.3.1.2 分段制造仿真功能

分段制造仿真应包括装配干涉仿真、装配过程仿真、工艺布局仿真、警告信息、人机工程仿真等功能，主要包括：

- a) 装配干涉仿真：装配干涉应分析船舶分段产品与设备之间的干涉和操作空间情况；
- b) 装配过程仿真：装配顺序和路径定义；
- c) 工艺布局仿真：在三维工艺布局中，按照已经设计好的装配工艺流程，进行产品、资源、流程及操作者之间融为一体的三维动态仿真，使工作现场更加符合工艺布局原则；
- d) 警告信息要求：如果零件的装配工序有错误，干涉功能应能够发出警告。警告可以由各零件颜色的变化来表示，也可以通过在界面上弹出对话框来实现；
- e) 人机工程仿真：在虚拟环境中，分析校验装配人员在装配过程中的各种姿态、视野，对装配人员的工作状态进行评估，人机工程仿真主要包括以下几方面：
  - 1) 可视性：人眼和视觉、测量工具等可达到的感知或工作范围；
  - 2) 可操作性：装配人员的身体能否到达装配位置进行装配操作，空间是否便于操作；
  - 3) 安全性：对人员、设备的安全生产要求及造成的影响进行仿真；
  - 4) 舒适性：负荷、空间、时间、色标、劳动强度等因素是否在装配人员体力、心理、触觉、视觉等承受范围内。

## 8.3.2 吊装模拟仿真

### 8.3.2.1 吊装模拟仿真过程

可视化系统的吊装模拟仿真过程主要包括以下几点，如图6所示。

- a) 船体模型重构：输入仿真数据后，可视化系统可根据模型的属性信息自动重构船体模型；
- b) 吊装过程模拟：根据实际吊装情况设置起吊姿态、吊挂点位置、绳索及吊机、吊梁及滑轮等，可展现吊装过程中船体结构的运动姿态；
- c) 动力学仿真分析：实时显示吊绳和吊码的受力状况，可及时发现吊装过程中的过载现象；
- d) 有限元仿真分析：可生成载荷计算文件，对吊装结构进行强度分析；
- e) 输出仿真结果：可输出位移、应力及应变等结果云图。

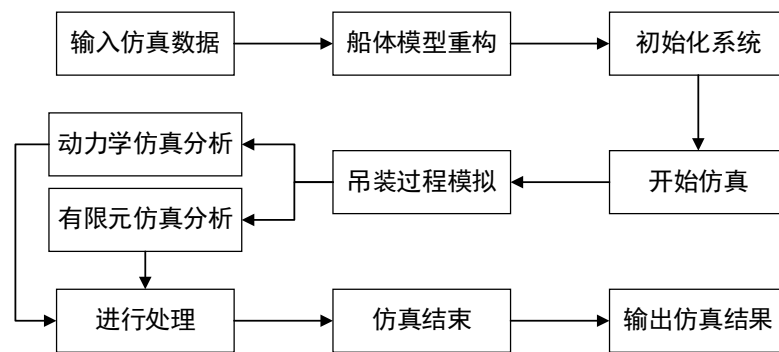


图6 吊装模拟仿真过程示意图

### 8.3.2.2 吊装模拟仿真功能

吊装模拟仿真应包括接口转换、模拟吊装作业、结构变形及应力有限元分析等功能。

- 接口转换功能：可视化系统应直接能在通用的船体建模软件中提取模型的属性信息，通过参数设置自动重构船体模型，并根据计算精度的要求对模型进行简化及网格划分；
- 模拟吊装作业功能：可视化系统可通过模拟吊装作业功能模拟吊装工艺方案，该过程应有力学仿真计算功能，可分析吊装过程、检测吊装作业期间的不良现象（如：结构不稳定、吊绳干涉、过载、过应力及过位移等）；
- 结构变形及应力有限元分析功能：可视化系统可对吊装结构的变形及应力进行分析，输出位移、应力及应变等结果云图。

## 9 现场终端要求

### 9.1 终端操作要求

现场终端可对可视化系统发布的信息进行操作，主要操作如下所示：

- 三维模型可视化操作，应可使三维模型易被车间使用，不依赖设计工具，且可实现测量、剖切及其他便捷查看的操作；
- 现场客户端应可对其三维模型实现一些基本操作，如：旋转、平移、缩放、复位、隐藏、显示、隔离、测量等。

### 9.2 终端应用要求

终端的应用包括二维图纸及文档可视化、一体化浏览、信息检索和统计、虚拟装配及扩展，如下所示：

- 二维图纸及文档可视化：应使技术资料能够在车间通过客户端进行查看；
- 一体化浏览：所有数据应通过构件编码来组织，可在同一界面内集成浏览；
- 信息检索和统计：应利用检索工具进行数据检索，可利用报表工具进行数据统计；
- 虚拟装配及扩展：在系统中可从三维模型发布过来的装配计划中，形成可自动演示的装配顺序动态过程模拟画面。

### 9.3 现场反馈

车间现场应具备现场反馈功能。

- 车间现场在客户端查看轻量化后的三维模型和二维图文档时，可对三维模型和二维图文档中含有疑问的地方进行标记，进行标记的三维模型和二维图文档可传送到可视化系统中；
- 若反馈信息属实设计人员可直接对反馈信息进行修改，修改后重新发布到可视化系统中，进行变更。

## 10 部署要求

船舶建造现场可视化系统可采用域管理形式的总线型结构，拓扑结构如图7所示。

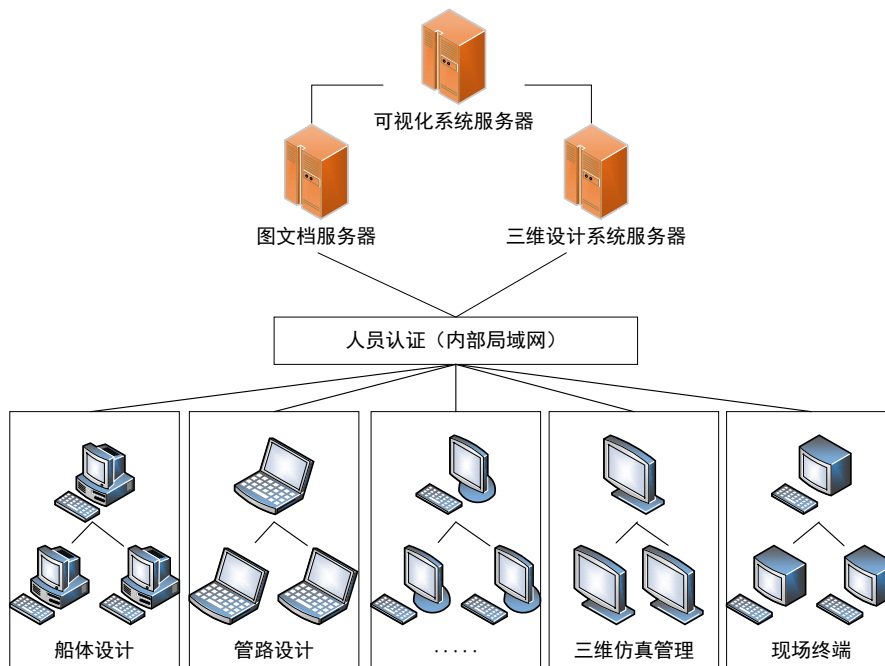


图7 船舶建造现场可视化系统的拓扑结构示意图

## 11 软硬件要求

### 11.1 数据库要求

船舶建造现场可视化系统的数据库的要求为：

- 产品工艺信息应可通过与可视化系统的接口导出为中性格式文件上传至数据服务器；
- 可使用关系型数据库或对象数据库进行数据存储；
- 交换数据应采用中性格式进行传递；
- 从集成的角度，可将系统本地数据与共享数据设置不同权限。

### 11.2 三维设计系统服务器要求

三维设计系统服务器可自动保存接收到的船体模型、舾装模型、管路模型等设计模型，存储容量应不低于当前所有模型大小的总和。

### 11.3 图文档服务器要求

图文档服务器可将各设计部门（如：船体设计部门、舾装设计部门、管路设计部门等）上传的图文档材料进行自动分类存储及更新，存储容量应不低于当前所有图纸的总和。

### 11.4 可视化系统服务器要求

可视化系统服务器应与图文档服务器和三维设计系统服务器相关联，图文档服务器和三维设计系统服务器保存、转换处理后的数据应传送到可视化系统服务器内，存储容量不低于所有轻量化后的模型与图纸大小的总和。

## 12 系统升级扩展要求

可视化系统升级扩展要求如下：

- 系统应提供多接口，用于接收船舶主流设计、建模、分析等软件形成的数据；
- 系统在设计、建模、分析软件升级时可进行升级；
- 系统应可与装配现场进行联网；
- 系统应支持通用显示终端。