

船舶产品数据管理集成开发与应用

龚成刚

(沪东中华造船集团有限公司, 上海 200129)

摘要: 为缩短船舶产品的设计与生产周期, 解决设计过程中产生的大量图纸、文档等技术资料的统一管理问题, 实现对设计、制造和管理过程的跟踪和信息的反馈, 故需建立船舶产品数据管理集成开发与应用平台。平台以产品数据管理 (PDM) 技术为手段, 通过研究开发船舶产品数据管理系统, 实现船舶设计过程控制与设计数据的管理, 并通过系统集成, 实现设计数据向制造数据的转换, 为制造管理系统提供基础数据。

关键词: 造船; 产品数据管理; 系统集成

中图分类号: U662.9

文献标识码: C

文章编号: 1005-9962(2011) 04-0069-04

Abstract: In order to shorten the design and production cycle of ship product, to help with the centralized management of a large number of drawings, documents and other technical profiles, and to realize the tracking and information feedback of the design, construction and management process, it is necessary to establish an integrated development and application platform for managing ship product data. Based on the research and development of ship product data management system, the platform utilizes Product Data Management (PDM) technologies to realize the control of design process and management of design data; and achieves the date transformation from design stage to construction stage through system integration, thus providing the construction management system with the basic data.

Key words: shipbuilding; product data management; system integration

0 引言

造船生产计划管理对提高生产管理水平和生产效率有着决定性的作用^[1]。解决设计制造和管理过程中产生的大量图纸、文档等技术资料的统一管理, 实现对设计制造和管理过程的跟踪和信息的反馈, 包括版本的控制、设计更改的控制、设计计划、设计工时等, 提高船舶设计质量、降低设计成本, 优化目前的管理方式, 规范船舶产品的设计流程和变更流程, 并集成现有的设计系统和制造管理等信息系统, 实现产品设计信息、工艺信息和制造信息的集成管理, 建立船舶 PDM 集成开发与应用平台。

平台以 PDM 技术为手段, 实现船体设计、舾装设计、涂装设计工作流程和图文档的过程管理与控制, 通过与生产、制造系统的集成, 实现船体、

舾装、涂装设计数据向生产、制造数据的转换, 为生产、制造系统提供基础数据。

通过该项目开发和应用, 在设计部门建立了一套适应于船舶企业的产品数据管理系统, 并对船舶产品设计过程中所产生的各类数据和流程进行全数字化存储和管理, 为船舶产品设计提供高效的数字化管理平台。

1 项目主要内容

1.1 功能模块

船舶产品数据管理集成开发应用平台主要包括 3 大模块: 船舶设计系统、船舶产品数据管理系统 (即 PDM 系统) 和制造管理系统。

1) 设计系统。包括 AutoCAD、SPD、Tribon 等船舶设计工具, 用于设计船舶产品, 作为整个平台的数据源, 负责提供原始的设计数据。

2) 产品数据管理系统。用于船舶设计数据及设计过程的管理, 负责管理设计过程中产生的各类设计数据和辅助管理数据, 并作为设计结果的管理中

作者简介: 龚成刚, 男, 工程师。2006 年武汉大学管理科学与工程专业毕业, 主要研究船舶产品数据管理。

收稿日期: 2011-02-22

心,为后续制造管理系统提供统一的数据来源。船舶产品设计管理系统主要通过编码管理、版本控制、流程管理、分类管理等现代信息管理手段管理船舶设计过程和设计数据,其管理内容主要包括:图样和技术文档、专业协作单、送退审单、出图单、改图单(临改单和永改单)、工务通知单、模型和属性数据等,进行设计计划、工时以及出图管理,并进行定额和放样任务的分配管理。

3) 制造管理系统。包含计划管理系统、设计工时管理系统、质量成本管理系统、企业资源配置计划管理系统、船体建造管理系统以及其他制造管理系统,通过与 PDM 的信息交换,获取各类设计数据,以供制造管理分析和应用。

整个集成开发与应用平台以 PDM 为中心,实现设计、制造、管理信息共享和流转。

1.2 项目创新点

通过船舶产品数据管理系统集成开发和应用,主要实现了以下管理创新:

- 1) 国内领先的船舶产品数据管理系统;
- 2) 船舶产品数据编码管理体系和编码库;
- 3) 对设计数据,包括图样和技术文档、改图单、工务通知单、专业协作单、出图单及其他各类管理单证等,进行基于版本、电子流程、生命周期状态的全数字化管理;
- 4) 基于图纸目录的图样和技术文档管理模式;
- 5) 基于数字管理的送退审管理机制;
- 6) 数字化出图管理系统;
- 7) 电子改图管理模式,集成设计变更与设计质量管理;
- 8) 与船舶设计工具 SPD/Tribon 的集成,对其设计模型和属性进行有效管理;
- 9) 基于设计计划和设计任务的计划与工时集成管理模式。

2 项目主要实施过程

2.1 产品设计数据管理机制

为实现有效管理船舶产品设计数据,PDM 系统均提供一套完整的设计数据管理机制,主要采用以下管理方式:

1) 分类管理。船舶产品设计过程会产生多种设计对象,不同对象的属性、状态等差异较大,为此采用不同对象分别定义不同的对象类型的分类管理,如属性、存储机制、生命周期、 workflow、编码

方案。基于船舶设计数据的实际应用情况,将设计文档分为图样和技术文档、专业协作单、出图单、工务通知单、改图单等若干种文档子类型。

2) 版本管理。版本管理的目的是记录开发过程中的数据变化,控制版本的生成、传播,以减少不必要版本的生成。在 PDM 系统中通过版本化进行有效性控制及跟踪文档的变化历史。

3) 编码识别。根据系统特性,系统内的对象必须有一个唯一的全局编号,便于识别、查找和解析。

4) 生命周期标识。图文档在实际业务过程中会处于不同的业务技术状态,因此在系统中采用了对象生命周期状态来进行管理,并根据分类管理技术分别定义不同类型文档的生命周期状态。

5) workflow 控制。不同图文档对应着不同的业务处理流程,在 PDM 系统中,分别定义不同的 workflow 来处理对应电子文档的流程,并自动更新图文档的生命周期状态。

6) 动静态权限控制。为保证系统内各类文档数据的有效性,对数据进行访问权限控制。总体采用严格控制修改权限的原则,具体采用动静态权限控制方式。静态权限主要用于控制类型和存储位置等的查看权限,动态权限主要用于控制对象在特定生命周期状态、 workflow 节点的修改、修订等权限。

2.2 编码管理

编码管理是整个船舶产品数据管理集成开发应用正常运行的主要支撑模块,鉴于船舶产品对象多、编码规则复杂,大量使用了分类编码方式,同时考虑后续编码类型扩展情况,故采用了一套相对独立的编码管理系统。

编码管理系统需实现编码类别和编码规则的管理和维护功能,包括下述 7 个子功能模块:

1) 访问权限控制。编码系统是系统运行的基础支持模块,只有具有特定权限的管理人员才能访问该功能,对编码类型和规则进行维护,因此需具备权限访问控制功能。

2) 编码规则导入。提供批量导入编码规则功能,简化编码规则的初始化工作,特别适用于大批量数据的编码规则,如工程区分的编码规则、按区域和不按区域舾装的生产设计图纸编码规则。

3) 编码获取。提供在创建图样和技术文档、工务通知单、专业协作单以及改图单等各类单证和其他设计对象时获取符合企业编码规范的编码功能。

4) 编码校验。对进入系统的各类设计对象编码进行自动校验,检查是否符合对应类型的编码规

则，同时判断是否在系统内重号。

5) 编码解析。提供简单明了的编码解析功能，自动分解编码码段，并提供各码段的含义。

6) 编码类型管理。根据船舶设计数据的对象不同，提供不同对象类型对应的编码类型管理，方便扩展编码类型。

7) 编码规则管理。提供编码规则维护功能，对编码的组成、码段的数据类型等进行管理，便于编码的扩展维护。

2.3 图样和技术文档管理

图样和技术文档是 PDM 所需要管理的主要文档对象。其主要包含审签、送审、发布、入库、出图等业务过程，因此在系统中定义图样和技术文档的生命周期状态为：正在提交审签、重新工作、正在审阅、送审中、已发布、已入库。

图样和技术文档有严格的审签程序文件，该程序文件规定的完整审签环节为“编制→校对→标检→审核→会签→审定→批准”，其中一般性图样和技术文件可以只进行“编制→校对→标检→审核”。

在 PDM 系统中的审签流程需包括如下节点：编制、校对、标检、审核、会签、审定、批准、送审，并根据具体情况，动态判断所需执行环节。

在审签流程的不同阶段，系统自动设定图样和技术文档的生命周期状态，便于及时准确地把握设计的进度和状态。

2.4 送退审管理

送退审是船舶企业在产品设计和制造过程中非常重要的一项业务。根据船东和船级社对图样和技术文档的审核意见进行修改。并对反馈意见进行管理，对图文档的送退审信息进行跟踪。

1) 送退审业务管理策略。基于上述送退审业务，在系统中采用“送审单”来组织管理送审文档，用“退审意见单”来组织管理船东、船级社和第三方的退审意见。并通过建立送审单、退审意见单与送审文档间建立多对多的关联关系，实现对送审文档的送退审信息进行跟踪。并采用类似图文档管理方式进行管理，即采用版本管理、编码识别、生命周期标识、工作流控制和权限控制，其权限控制只采用动态权限控制修改权限。同时为保证送退审图纸状态的唯一性，送审单和退审意见单与送审文档的关联关系采用关联小版本方式管理。

2) 送退审业务对象状态和业务流程处理。送退审业务过程中，需要通过生命周期状态对送退审业务对象状态进行标识。送审单的业务状态包括：正

在工作、提交审签、重新工作、已提交、已送出；退审意见单的状态包括：正在工作、结果判定中、已处理。对应于送退审单的状态，还定义了相关的工作流程，实现流程任务驱动送退审业务状态的变化。

2.5 专业协作单管理

专业协作是设计过程中一种常用的业务，专业协作单用于记录专业之间的委托设计、执行协作任务以及最终的协作结果。其电子审签流程：编制、提出方主管审核、协作方主管审核、执行协作任务、校对协作结果；对应的协作单生命周期为：正在工作、提交审签、正在审阅、已指派、已执行。跟踪协作单可以实施了解协作任务的审批状态、完成进度和最终结果。

2.6 出图管理

出图管理是设计业务向生产业务转换的必要途径，根据实际的业务，系统提供了 4 种类型的出图管理：底图入库、底图已入库、工作图、底图退回。

根据不同的出图类型，系统定义了对应的出图单生命周期状态，并定义对应的电子审签流程和流程参与角色；由流程的流转来驱动出图单的状态，出图单随着出图文档编制了新的出图计划，会作自动更新。

对于底图入库和已入库类型的出图单，系统直接从设计部门延伸到档案馆，实现电子入库和晒发。

所有类型的出图单，完成了审签流程，都会自动启动下发流程，用于下发接收反馈，便于查询出图下发接收情况。

2.7 项目计划管理

项目计划管理主要用于设计部门计划的编制，设计计划分为 3 个阶段，即送审设计、详细设计和生产设计。送审设计计划用于控制图样和技术文档的送审节点；详细设计计划用于控制专业内部的设计进度；出图计划进行出图进度控制。

系统根据实际的项目计划管理要求，提供项目和计划的建立与拷贝功能，并将各类计划与系统中的图样和技术文档关联管理，当图样和技术文档审签流程、送审流程或出图流程到达一定节点，由系统自动驱动计划状态的更新，并同步更新企业资源配置计划管理系统的出图计划完成情况；同时提供计划的重新计算与手动调整功能；根据设计出图的统计要求，提供计划进度和计划状态完成报表。

2.8 TRIBON/SPD 模型和属性集成管理

Tribon/SPD 是船舶企业常用的设计工具, 通过 Tribon/SPD 与 PDM 的集成管理, Tribon/SPD 只需要将原始的设计数据及属性信息按照约定格式提供给 PDM, 由 PDM 按照各应用系统需求处理并产生适用的数据提供给各制造管理系统应用, 实现船舶设计数据的有效管理和应用。

Tribon/SPD 与 PDM 的集成管理包括 2 部分: 轻量化可视化模型, 用于脱离设计环境浏览应用, 并进行全船装配和标注; 格式化属性数据, 用于 PDM 内产品结构重构, 并据此生成分段零件明细、托盘管理表等各类统计数据, 用于定额、工艺项目、套料、集配以及各制造部门作为领料依据。

2.9 设计变更与设计质量成本集成管理

船舶设计变更主要包括改图管理和工务通知单管理。改图管理主要是设计改图, 其中又包括临改单和永改单两种改图方式; 而工务通知单主要处理非改图性的设计变更事务。

设计质量成本集成管理主要是设计变更与质量成本管理系统的集成管理, 设计人员在 PDM 中开工务通知单或改图单时, 系统会自动将单据的各类数据及单据发送到设计质量成本管理系统, 作设计质量成本分析。

设计质量成本集成管理一方面减轻了设计部门重复录入数据的工作量, 并统一了更改数据的数据源, 实现更改数据的共享, 消除了因数据源差异造成的数据不一致现象; 另一方面, 使操作简单化: 设计部门所有的操作均在 PDM 中, 其他部门通过质量成本管理系统完成改图数据的接收和统计分析。

2.10 设计工时集成管理

设计工时管理包含针对在 PDM 内进行管理的文档、模型、放样和定额等对象开具任务单。文档包括: 图样和技术文档、专业协作单、永改单、临改单、工务通知单等; 模型包括: 船体分段、舾装托盘。系统在文档流程审签过程中, 建模与放样任务分配过程中, 自动生成派工任务单, 其类型包括: 针对图样技术文档和其他单证有编制、校对等任务单; 针对模型有建模、放样、放样校对、套料、外

板、定额等任务单; 针对定额有编制定额、校对定额、编制工艺项目、校对工艺项目等任务单。

派工任务单的产生与更新方式均在后台由系统自动生成, 满足了 PDM 系统内管理的文档和模型自动开任务单的要求, 同时在 PDM 系统内提供页面支持实际工时反馈, 提供基于图档的计划与工时统计功能, 为后续的设计负荷平衡提供必要的基础数据。

3 实施效果

船舶产品数据管理系统已经在公司设计部门得到了全面应用。其中包括图样和技术文档管理、专业协作管理、送退审管理、改图管理、工务通知单管理、出图管理、设计工时集成管理等。在运行期间共有 5 个不同型号的 8 个产品 40 多条船舶在系统内进行数据管理。管理的各类设计数据在系统内进行电子审签和出图, 实现与档案馆连接进行电子入库、晒图和发图控制, 并通过 PDM 系统进行开改图单和工务通知单, 实现了与企业内部 (OA) 网集成, 同时通过与设计计划、设计工时系统集成管理, 实现设计过程、计划、工时一体化管理。

4 结语

船舶产品数据管理集成开发与实际应用情况表明, 以 PDM 为数据中心的船舶集成应用可以给船舶企业在设计、制造、管理等各方面带来有效的提升, 具有良好的应用前景, 且还有很大的提升空间, 后续研究的重点在于:

- 1) 基于产品结构的船舶产品模型数据集成管理方式研究;
- 2) 进一步分析船舶制造管理业务, 改进系统之间的集成管理方式, 充分发挥 PDM 的数据中心的功能。

【参 考 文 献】

- [1] 郑冬标, 邢晓龙. 江南造船数字化生产计划关键技术应用[J]. 上海造船, 2010, (2): 72-78.