

船舶生产设计与制造过程中决策协同方法的研究

陈 宁, 王 军, 高 霆, 李永旺, 唐春丽

(江苏科技大学 CAD 中心, 江苏 镇江 212003)

提 要 本文讨论了船舶生产设计与制造过程中利用 Windchill 建立企业 TIS 平台, 辅助企业利用该平台进行设计决策协同和生产组织决策协同的方法。

主题词 造船 生产设计 生产管理
计算机辅助决策

1 引言

船舶产品的复杂性决定了其研制建造过程是一项系统工程, 需要企业的多部门, 以及地点分散的车间、加工分厂、设备供应商等多场所的协同工作。众多的矛盾体现在, 船舶设计是一个需要不断作出决定的多准则决策过程^[1], 其内容的广泛性及矛盾的复杂性使得设计中关键性问题和主要矛盾也相当复杂, 有时甚至达到难以确定的程度(尤其对于新型船舶的开发设计)。由于目前国内工业化信息管理技术尚处于起步阶段, 所以还普遍存在各部门之间信息交换不流畅的“信息孤岛”现象, 上道生产设计资料与建造指令不能快速地传递到下道工序的生产部门和相关的管理职能部门; 现场的信息不能及时地反馈到设计部门, 同时, 各部门间又缺乏协同工作的有效机制, 这时, 如果仅凭经验和主观判断, 往往会作出不合理的决策(设计), 所积累的各级矛盾冲突会集中到装配阶段, 甚至船台合拢阶段才暴露出来, 浪费宝贵的船台资源, 最终影响产品生产周期。而且更重要的是, 在建造过程和后期阶段, 为解决这类冲突所耗费的人力、财力与时间, 将远远大于上道工序——零件制造阶段或设计阶段。因此, 这些因素严重地制约了船舶行业生产力的发展。加快工厂 TIS^[2]平台建设, 提高信息流通度, 增强设计、生产、制造各部门的协同工作, 是各大型企业为提高自身竞争优势, 加快设计和制造过程所面临的挑战与机遇。

基金项目: 江苏省船舶先进设计与制造重点实验室资助项目 (2000209)

作者简介: 陈宁(1963—), 男, 副教授。

2 应用实例

2.1 工厂概况

某造船厂是一家军民结合的大型造船企业, 担负着军品、民品船舶的建造任务, 年生产船舶吨位近 50 万 dwt。

2.2 项目实施方案及范围

实施范围将以船研所为主, 局部向生产车间、管理部门、设计所、船东延伸。利用美国 PTC 公司的 Windchill 平台, 建立基于因特网的分布在设计所、车间、工厂、管理部门的微机终端, 作为使用 TIS 平台的产品协同环境构架。使用这一 TIS 平台, 除了采取必要的安全保密机制、防火墙等系统设计外, 无需构架另外的网络通道。

2.3 系统的集成

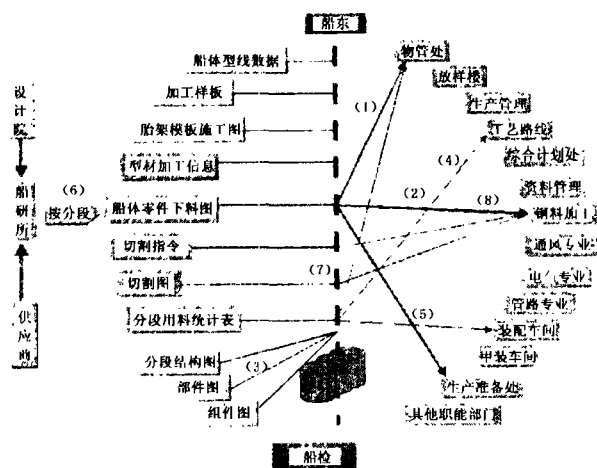
Windchill 采用 Web centric 的结构, 提供多种联盟环境, 可满足企业对信息管理的需要, 并可以实现工厂对 TIS 管理系统进行分步实现的策略, 还可和船厂目前使用的瑞典 KCS AB 公司的 Tribon M1, 以及美国 PTC 公司的 CADDS5-3D CAD 系统实现集成。

3D 设计系统在帮助船厂提高生产设计质量和水平中起到了一定的作用, 同时从 3D 设计模型中所产生的大量电子化生产设计数据和制造信息, 为实现企业各部门间的信息共享, 提供了必要的信息载体。利用 Windchill 构建的船厂 TIS 平台, 为产品的协同设计与制造, 提供了一个宽广的环境空间。TIS 构成框架如图所示。

3 产品生产协同设计的决策作用

3.1 提高车间建造水平降低废品率

利用二维图纸及相关技术文件来制定加工及装配方案, 很难及时发现加工及装配过程中的空间矛盾冲突, 这会导致返工和材料的浪费。有必要将三维模型发送到车间, 用于生产前进行加工及装配过程仿真, 以避免或减少不必要的返工和材料浪费。



TIS 构成框架

通过产品协同设计可视化工具,产品线上的各级人员根据规定的要素,提取、查询、测量相应级别的产品资料——3D模型、2D图纸和各类电子化设计文件,用以指导加工和装配。生产管理人员也可从3D模型中查看矛盾冲突发生的空间环境,作出合理的决策或解决方案,而不受时间和空间位置的限制。

3.2 合理调配工作计划明确各部门职责

产品建造进程的前移,设计所和相关设备厂家提供图纸的进度、完备性,以及其他外来资料目录、标准件图纸目录的到厂情况,都将直接影响船厂一系列工序节点进度。所以,有必要记录、跟踪每次图纸到厂情况,以及各次修改通知,使各级主管部门能够全面及时查看,以便对外督促,对内合理安排和调整设计人员的工作计划。

目前普遍存在两种问题,一是上道工序(如设计所等)的设计更改,由于没有及时通知下道相应工序,而造成连锁返工的发生;二是由于各种原因,物管部门采购到的钢材规格与订货清单往往不完全相符,采购部门与生产设计部门或钢料车间又缺乏必要的信息沟通,从而造成设计成批返工,导致生产车间停工。

比如第一个问题,当设计已发生更改,而钢料车间仍按更改前的图纸下料并下发到船体车间,船体车间仍按错误的下料长度组织装配等等,这就必然造成层层返工和材料浪费。如果加强设计、加工、建造过程的协同,就可确保一旦设计更改发生时,通过工厂TIS平台的协同工作环境,将修改通知单、工期通知单、技术通知单等信息及时下发到下道工序,就能避免或制止返工和材料浪费继续发生。

关于第二个问题,例如订货清单中有一批钢材

的规格为 $12\text{mm} \times 1200\text{mm} \times 12000\text{mm}$,而实际采购的是 $12\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 8000\text{mm}$,车间领不到生产所需规格的钢材,无法继续工作,只有等待设计部门重新套料,重新提供下料磁盘。所以,如果建立了物管部门与生产科室、设计所间的协同工作环境,让设计部门及时了解到物管部门的到货规格及库存情况,生产设计就可以按库存的钢材规格组织套料,实现材料的有效利用,避免或减少返工与停工现象的发生。管装、电装、机装也存在同样的问题。

3.3 跟踪产品建造节点使生产计划可控

无论是上道工序的生产设计部门,还是下道工序的钢料加工、船体车间以及相关的生产组织部门,都非常希望了解对方的实际工作状态、工作完成情况,以便作出相应的合理的工作调配。通过工厂TIS平台的产品设计协同环境,各分厂的各级管理人员就能及时查看设计部门的设计进度和各生产节点的实际进展情况,帮助计划可控,并建立对影响节点进度等重要事件的自动发布机制或公告板^[5],使管理人员及时了解情况,作出快速决策,如图所示。物管部门的采购也能根据设计部门的材料、设备托盘(如管系托盘、电气托盘等)分批采购。生产部门希望尽可能提前了解目前正在进行的生产准备情况。通过工厂TIS平台的产品设计协同环境,生产部门的相关人员根据各自的访问权限,可随时查询相关的托盘配套情况,进行虚实对比。生产设计部门和生产组织部门也可以通过TIS平台了解自制件的配套情况,以便合理组织生产。这样,就可避免漏定或供货不及时造成待料、误工。

3.4 建立产品建造知识库提高造船精度

在生产建造过程中,车间对每个建造环节,每个分段都进行了严格的工量测量,这些测量数据都是船厂的宝贵资源。由于缺乏对这些资料的合理管理机制,这些资料和信息并没有得到有效的利用。建立对这些测量资料的知识库,供后续船只在设计与建造中查寻和参考,将会不断提高造船精确度,为无余量造船技术提供有用的资料和建造知识库。同时,由于目前缺乏对车间零部件配套情况的有效管理,零部件的丢失现象严重,尤其是关键材料由于丢失而造成的材料短缺,已构成影响建造成本和节点进度的因素之一。通过工厂TIS平台的产品协同环境,建立与车间零部件配套体系,跟踪从分段零件清册、钢材下料、分段组立,到船台台拢的整个过程,

[下转第37页]

因此在 Tendon Force 的作用下,整个框架模型产生了扭曲变形,因此在中央部分的变形比较大。

5 结论

(1)得到了对接接头和 T 形接头固有应变与焊接热输入参数的关系。

(2)采用固有应变法对低温储罐总体结构的焊接变形进行了预测。计算结果表明,采用固有应变的方法,能够对船用大型焊接结构进行有限元分析。

6 参考文献

- 1 谢雷,罗宇.基于固有应变的大型焊接结构变形的预测.焊接学报,2004,(2):107
- 2 Luo Y, Murakawa H, Ueda Y. Prediction of welding deformation and residual stress by Elastic FEM based on inherent strain (report I). Trans JWRI, 1997, 26(2): 49.
- 3 汪建华,陆皓.固有应变有限元法预测焊接变形理论及其应用.焊接学报,2002,

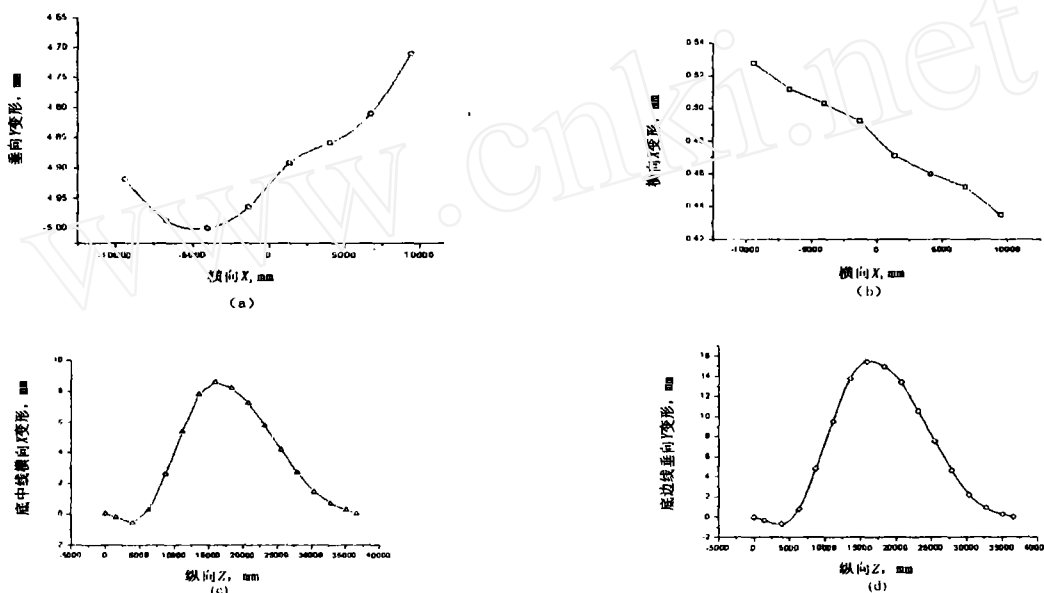


图9 低温储罐框架总成的底面变形分布

a—Line1 上的垂向(Y)变形分布曲线;b—Line1 上的横向(X)变形分布曲线;
c—Line2 上的横向(X)变形分布曲线;d—Line2 上的垂向(Y)变形分布曲线

[上接第7页]以控制零件在计划的时间内到达规定的工位。同时,相关的职能部门,可随时监控零部件在各工位的流向状态,以保证生产节点按计划进行。

4 总结

综上所述,建立协同工作环境来解决目前在项目管理、产品数据管理方面的问题,以提高客户、厂、所、车间各部门对产品信息共享,加强协同工作,可收到改善企业运作效率的效果。产品线的管理人员,可以及时地了解项目的实际进展情况,帮助计划可控。建立对重要事件的自动发布系统或公告板,可使管理人员及时了解情况,作出快速决策。同时可以根据规定的权限,通过 Web 浏览器查寻相应级

别的产品数据,包括三维模型、二维图纸和各类电子文档。通过 TIS 协同平台,将以纸张形式存放的图纸按照项目执行的过程,有序地存储于数据库中,以便所需部门随时查询并发放至相应部门(如车间),实现数据共享及电子化图档发放。

5 参考文献

- 1 杨松,杨晔.船舶设计中多准则决策方法综述.武汉造船,2001,(1): 19
- 2 陈宁,姚寿广,王军,等.船舶生产设计中的 TIS 一体化解决方案.造船技术,2002,(3): 33
- 3 陈宁江,苏德富.基于 Agent 的电子白板系统模型.计算机工程,2000,(11): 33