

支持设计决策的材料信息模型*

Material Information Model Supporting Design Decision

西北工业大学管理学院 刘永振 同淑荣 宋德强

[摘要] 材料信息是支持并行设计决策信息的重要组成部分。本文在深入分析了产品与工艺设计决策需求的材料信息基础上,建立设计决策支持的材料信息需求框架;并在此基础上,提出基于XML的材料信息三层表示模型,即基础层、逻辑层和应用层;最后,从应用层上,建立基于IDEF0的设计决策支持的制造质量信息功能模型。

关键词: 设计决策 并行设计 材料信息

[ABSTRACT] Material information(MI) is very useful for supporting design decision-making. In deep analysis of the product and process design decision-making needs of material information, material information requirement framework for supporting design decision is built, and on this basis, the XML-based representation of three layers of MI model is proposed, that is, the underlying layer, logical layer, and application layer. Finally, from the application layer, decision-supported manufacturing quality information feature model is built based on IDEF0.

Keywords: Design decision Concurrent design Material information

材料是影响制造质量的重要因素,将材料信息反馈支持产品质量设计有助于设计质量目标和制造质量目标一致,作为保证产品与设计质量目标在生产制造中有效实现的材料信息是设计决策的重要组成部分。支持产品质量设计决策的材料质量信息的需求分析、建模、表示和管理是设计质量保证的基础和瓶颈问题。

近年来,国内外学者就产品设计与工艺设计的数据和知识集成^[1]、XML产品信息模型表示及应用^[2]和面向信息挖掘的XML知识表示方法^[3]展开了卓有成效的研究;这些研究主要从信息表示的应用层来说明材料对设计的约束,对与设计决策相关的制造阶段材料信息研究不够深入,从而不能有效保证设计质量目标在制造过程中完全实现;而且,大多研究对质量信息与CAD/CAPP/ERP/PDM/MQIS等集成研究也不充分。因而,对支持设计

决策的材料信息模型有待进一步研究。其中,本文所指的材料质量信息是与质量设计决策相关的材料信息。

1 设计决策支持的材料信息需求分析

设计决策是集分析、综合、评价等活动为一体,信息驱动的创造性思维过程,它需产品全生命周期相关信息支持,是确保设计与制造质量目标统一实现的关键所在。产品的设计决策过程是一个不断分析、综合、评价和选择的过程,支持设计决策的质量信息既是形成方案的约束条件也是进行方案选优的依据。并行设计的出现要求设计者进行决策时考虑产品生命周期中如市场、制造、装配、维护、环保等所有因素。因而,制造阶段中与设计决策有关的材料质量信息是构成支持并行设计决策需求信息的重要组成部分,在产品设计与工艺设计进行质量决策时,如果考虑到相关材料信息,就能保证设计质量目标(如技术指标、性能指标、面向环境的产品材料的选择)等很好在制造阶段实现,从而提高设计质量。

产品设计与工艺设计阶段有关的材料质量决策以及进行决策时所需材料信息之间关系如图1所示。

2 基于XML的材料信息统一表示模型

材料信息是指在产品生产制造过程中形成各种与材料有关的制造质量信息,涵盖了在企业内外部信息源中以文本、图表、各种数据库文件以及在专业技术人员头脑中等形式存在的信息。在本文中,主要研究与设计各阶段决策相关程度高的材料质量信息,这些信息以不同的存储格式存在于不同的信息源中。从设计者需求分析开始,追溯到制造过程中产生这些信息的源头,发现制造过程中信息管理工作方面不足并给予改进,并将相应材料信息建立独立的质量信息系统(Quality Information System,QIS)或与ERP/PDM/CAD/CAPP等系统集成的方式及时反馈给设计阶段,以方便设计者获取。

图2所示为基于XML的材料信息统一表示模型,从图2中可看出,整个统一表示模型分为三层,即基础层、逻辑层和应用层。基础层是对制造过程中的材料信息以

* 国家自然科学基金(70472066);航空科学基金(2007ZG53074)资助。

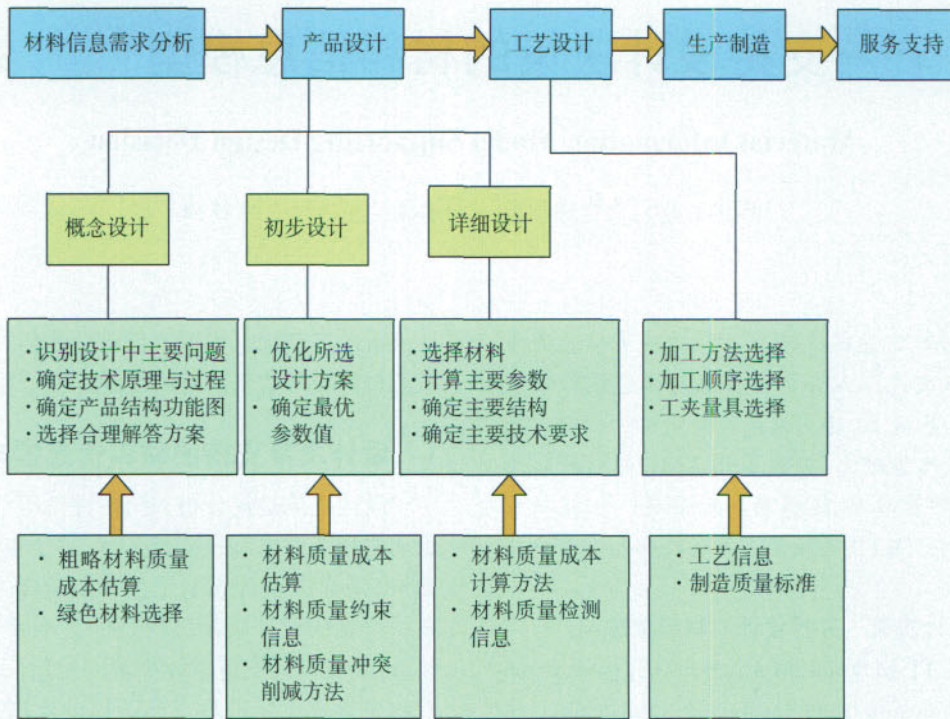


图1 设计决策支持的材料信息需求框架

Fig.1 Design decision supporting material information requirement framework

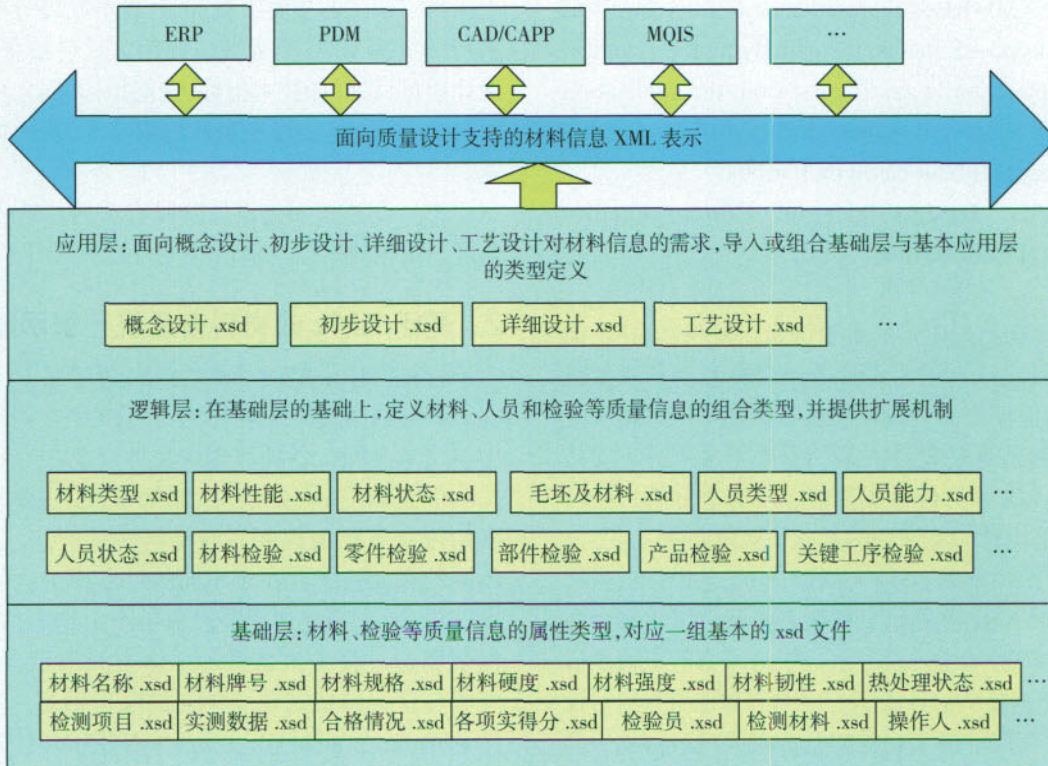


图2 基于XML的材料信息统一表示模型

Fig.2 XML-based representation of material information model

及制造过程中产生的与材料相关的检验信息的属性类型进行定义,对应着一组基本的 .xsd 文件,比如材料信

息具有材料名称、材料牌号、材料硬度等属性,同样,对检验记录(材料)等信息的属性建立相应的 .xsd 文件。

逻辑层是在基础层的基础上,定义材料、人员及检验等信息的组合类型,比如根据材料信息的基本属性,可以定义材料类型、材料性能、材料状态等组合类型,同样,可根据人员和检验信息的基本属性,定义它们的组合类型。这些组合类型的建立是根据面向质量设计对制造质量信息的需求进行的。

应用层是根据面向质量设计中的概念设计、初步设计、详细设计和工艺设计对材料信息的需求,组合基础层和逻辑层的类型定义。比如,在概念设计阶段,设计人员需要从材料类型、人员能力及产品检验信息中了解企业实现功能质量的能力,因此,需对逻辑中的材料质量、人员能力(材料)和产品检验(材料)3个组合类型进行组合定义。

在建立的面向质量设计的材料信息统一表示模型的基础上,通过在ERP/PDM/CAD/CAPP及制造质量信息系统(MQIS)等系统上装有XML文档的解析器,就

可以从制造质量信息的XML文档中获取相应的材料信息,运用数学算法对其进行处理后,设计人员通过CAD/CAPP/MQIS等系统利用分析处理结果,从而辅助设计人员做出面向制造质量的设计。

3 支持设计决策的材料信息模型

在基于XML材料信息统一表示模型基础上,从应用层上对支持设计决策的材料信息表示进行深入研究,分析了产品与工艺设计各阶段决策需求的材料质量信息,采用IDEF0方法^[4]建立了设计决策支持的材料信息模型如图3所示。

面向质量设计环境下,根据产品规划阶段产生的可行性分析报告与设计要求,概念设计人员进行识别设计要求中主要问题、产品功能分解、确定技术原理以及选择合理解决方案等决策,形成产品工程说明书,主要考虑粗略材料成本信息、绿色材料信息和制造质量标准

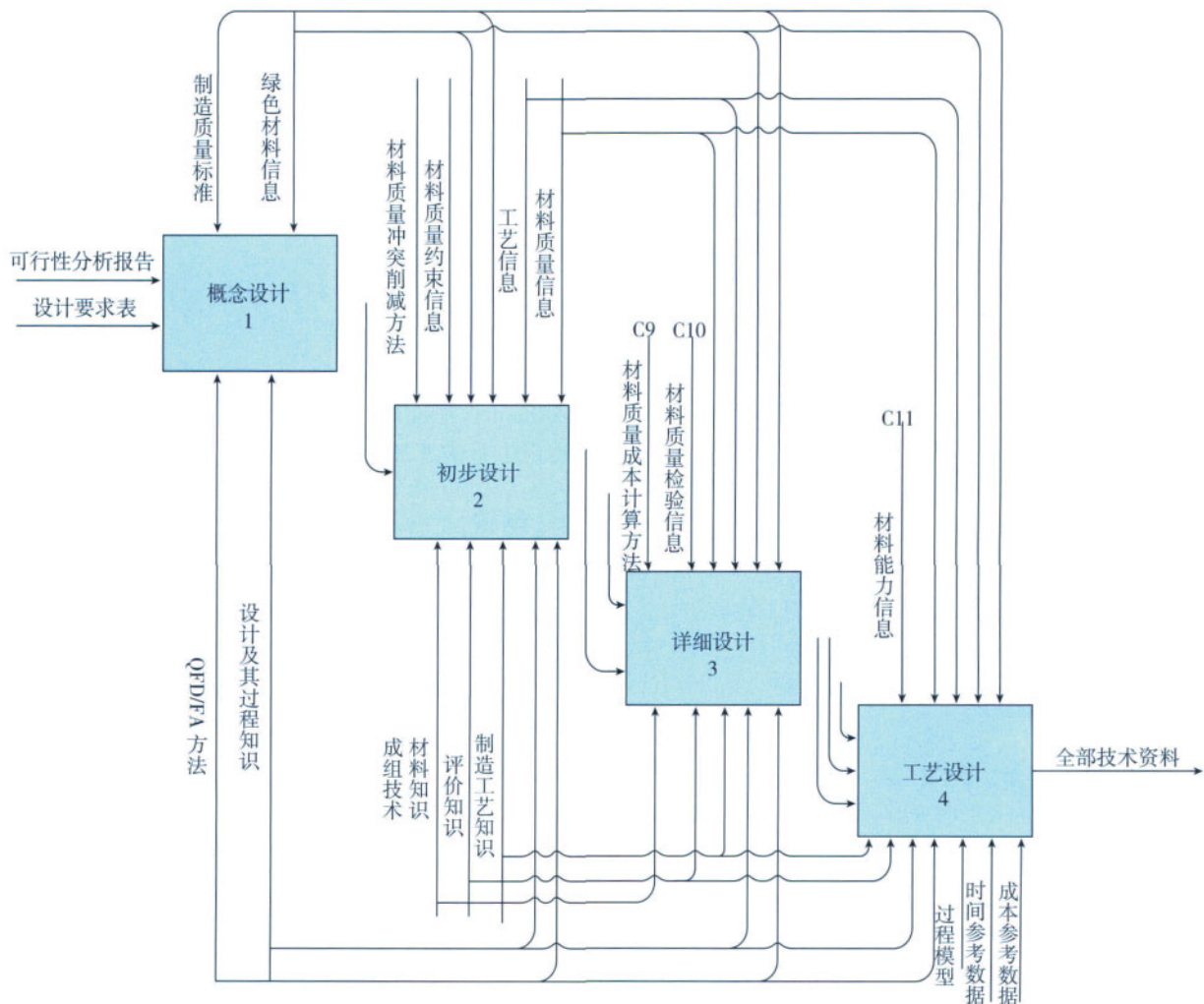


图3 支持设计决策的材料信息模型

Fig.3 Material information model supporting design decision

等。初步设计人员根据概念阶段产生的设计说明书,进行优化结构设计、初步选择材料、确定最优参数值等决策,主要考虑材料成本信息、绿色材料的选取、材料质量冲突的削减办法和材料质量约束信息等。详细设计人员则根据产品设计草图、组件说明书及相应的注释进行计算主要参数、选择材料、确定主要结构、技术要求等决策,主要考虑材料质量成本计算方法和材料质量检验信息等。工艺设计人员根据详细设计阶段提供的设计总图进行选择加工方法、加工顺序、工夹具选择等决策,该阶段主要需要信息有工艺信息和材料能力信息等。

产品与工艺设计决策中,都需要考虑到 ISO-9000 质量标准、国标、部标以及企业质量标准。各设计阶段需求的制造质量信息既有继承又有差异,如概念设计、详细设计、工艺设计都需要制造质量标准,但是不同阶段对制造质量标准的需求又存在差异,概念设计需要从整体水平了解企业所能达到的制造质量水平;详细设计需考虑到材料加工能达到的几何公差、精度等;工艺设计则需考虑设计实际材料能否达到加工要求等。在设计过程中同样需要面向设计质量方法如质量功能配置(Quality Function Deployment, QFD)/故障分析(Failure Analyze, FA)、材料知识、成组技术、制造工艺知识等知识、技术、方法的支持,在此基础上,设计人员在根据有关材料信息进行有关质量设计决策,就能有效保证设计决策各阶段质量目标在制造阶段得以实现,从而达到设计与制造真正并行。

4 结束语

材料信息可以有效地支持质量设计决策,首先,在深入分析设计各阶段决策对材料信息需求的基础上,建立设计决策支持的材料信息需求框架。接着,对设计者利用信息研究中信息表示这一“瓶颈”问题,提出了基于 XML 的材料信息表示模型,有效解决信息与异构系统集成问题,方便设计者获取。最后,采用 IDEFO 方法建立设计决策支持的材料信息模型。本文为设计决策支持的材料质量管理提供了有益的指导。

参 考 文 献

- [1] Ramana K V, Rao P V M. Data and knowledge modeling for design-process planning of sheet metal components. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2004, 15: 607-623.
- [2] 谢来勇, 郝永平, 张秉权. 基于 XML 的产品信息模型表示及应用. *计算机集成制造系统*, 2004, 10(12): 1492-1496.
- [3] 陈廷斌, 孙福权. 面向信息挖掘的 XML 知识表示方法研究. *计算机工程与应用*, 2006, 9: 161-165.
- [4] 郁鼎文, 陈肯. 现代制造技术. 北京: 清华大学出版社: 2006.

(责编 晓立)

(上接第 68 页)



图3 玄武岩纤维复合材料管、高强-2纤维复合材料管及无碱纤维复合材料管破坏形貌
Fig.3 Destroy morphology of CBFC, SGC and EGC tubes

高强-2 玻璃纤维复合材料、无碱玻璃纤维复合材料管件水压试验破坏形貌照片。

从表 8 及图 3 可知,玄武岩纤维缠绕复合材料 $\phi 60\text{mm}$ 管性能略高于无碱玻璃纤维,低于高强-2 玻璃纤维,且破坏部位均位于筒身段,且均为环向破坏。

3 结论

- (1) 玄武岩纤维与目前常用的环氧树脂基体有良好的浸润性和界面粘接性能;
- (2) 玄武岩纤维增强的环氧复合材料有较高的力学性能,其主要力学性能优于无碱玻璃纤维复合材料、略低于高强玻璃纤维复合材料,有广泛的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 石钱华. 国外连续玄武岩纤维的发展及其应用. *玻璃纤维*, 2003(4): 27-31.
- [2] 徐磊. 新型的高性能纤维——玄武岩纤维的应用. *新纺织*, 2005(9/10): 15-17.
- [3] 胡显奇, 申屠年. 连续玄武岩纤维在军工及民用领域的应用. *高科技纤维与应用*, 2005(12): 8-13.
- [4] 黄根来, 孙志杰, 王明超, 等. 玄武岩纤维及其复合材料基本力学性能实验研究. *玻璃钢/复合材料*, 2006(1): 24-26.

(责编 晓立)