

电池装备多学科协同设计的数据管理方法

陈朝猛,樊蓓蓓,蔡红霞

(上海大学 机电工程与自动化学院 上海市机械自动化及机器人重点实验室,上海 200072)

摘要:针对太阳能电池装备多学科协同设计过程中数据管理效率低下、数据交互困难、数据冗余等问题,文中提出了基于ECA规则的动态数据管理方法。该数据管理过程中利用电池装备多学科协同设计过程的数据有机机械、电气、化学、物理等多学科数据的特点,通过对设计对象类进行扩展的方法建立了太阳能电池装备多学科协同设计的数据管理模型。同时,采用这样的数据管理方式为改善电池装备的协同设计水平提供了支持。通过实例验证了该数据管理方法大大地提高了企业的数据管理水平。

关键词:电池装备;多学科协同设计;数据管理;数据组织模型

中图分类号:TP391.72

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)09-0171-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.09.039

Data Management Method for Multidisciplinary Collaborative Design of Battery Equipment

CHEN Chao-meng, FAN Bei-bei, CAI Hong-xia

(Shanghai Key Laboratory of Mechanical Automation and Robotics, School of Mechatronic Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: Aiming at the problems of low data management efficiency, difficult data interaction and data redundancy in the multidisciplinary collaborative design process for battery equipment, put forward a method of dynamic data management based on ECA rules. According to the features which the data includes mechanical, electrical, chemical, physical and others in the multidisciplinary collaborative design process for battery equipment, through the method of extending the design object class, set up solar equipment data management model of multidisciplinary collaborative design. At the same time, the use of such data management approach can provide the collaborative design level of battery equipment with support. It is illustrated by an instance that the data management method can improve greatly the management level of enterprises.

Key words: battery equipment; multidisciplinary collaborative design; data management; data organization model

0 引言

目前,对协同设计的研究主要集中在协同环境的构建、协同设计过程中的产品数据管理以及协同设计冲突的消解方法方面^[1-4],很少有针对协同设计过程中的数据管理方面的研究。太阳能光伏电池装备的多学科协同设计与一般的产品设计相比有它的独到之处,如具有大量的工艺设计和协调工作、设计所涉及的部门众多、设计更改频繁、工作量大、数据繁多、信息交互频繁、涉及的知识门类众多等特点,导致了太阳能电池装备设计过程的数据管理极其复杂和困难。因此,

对太阳能光伏电池装备多学科协同设计中的数据进行有效管理,对企业具有重要的意义。

产品数据管理的广泛应用吸引了众多的软件厂商,已经有不少产品数据管理系统被开发出来。这些产品数据管理系统通过对文件的管理将产品信息和相关过程集成到一起,使得产品开发人员协同工作更加方便。吴丹等提出了多PDM系统间的数据通信方法、安全保证机制和一致性控制策略,满足了协作企业对产品数据的共享要求,保证了数据的一致性和完整性^[5];郝静等提出了研究协同式工厂设计系统的结构模式、数据管理动态模型以及主要的数据管理方法,为

收稿日期:2013-10-31

修回日期:2014-02-12

网络出版时间:2014-07-17

基金项目:上海市科技创新项目(12dz1124100,13521103600)

作者简介:陈朝猛(1988-),男,贵州铜仁人,硕士研究生,研究方向为产品数据管理;蔡红霞,博士,副研究员,硕士研究生导师,博士生导师,研究方向为PDM、网络信息安全。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140717.1235.056.html>

协同式工厂设计系统的实现打下了良好的基础^[6];纪杨建等针对产品族数据特点提出了数据模型体系结构,并对生命周期数据演化过程进行了深入研究^[7];尹建伟等构建了产品全生命周期信息模型及其应用框架,支持分布式制造环境中产品数据的描述、传递与共享^[8];王昊光等利用 FPGA 高速数据处理能力及 SOC 动态调度特性结合的方式,针对不同数据特性,采用中低速率和高速率通道独立处理、统一调度的管理方式,并提出面向应用过程的业务数据管理方法,实现多设备间的灵活数据共享,具有良好的扩展性和可实现性^[9]。

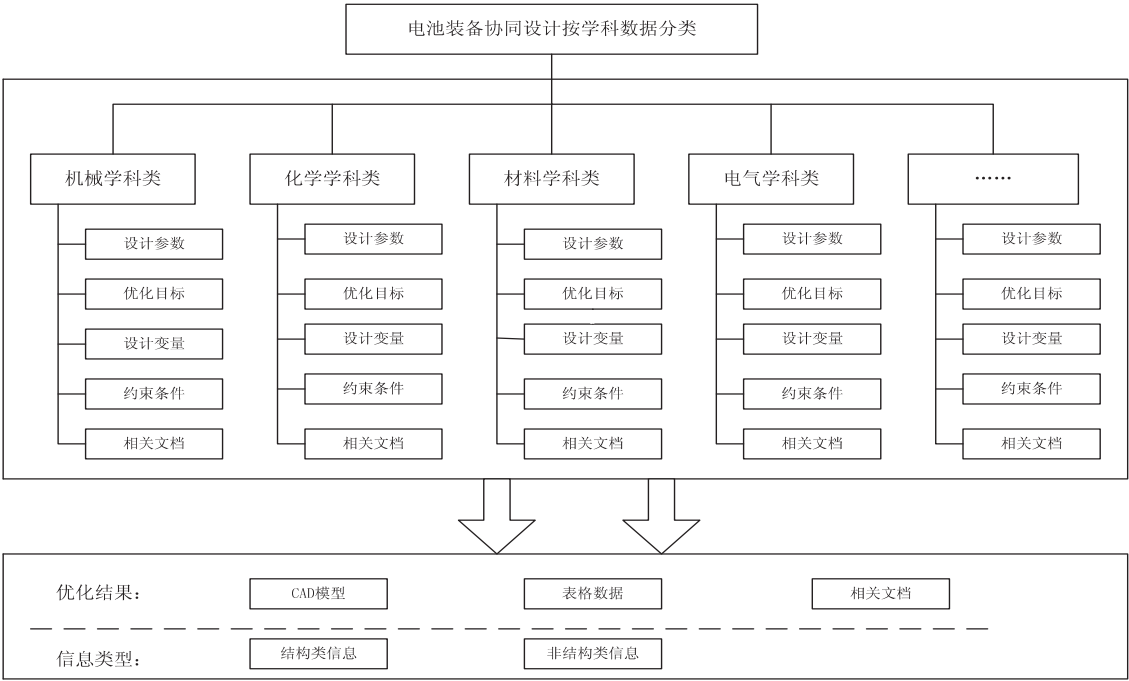
此类研究有效地解决了产品在某一设计阶段的数据管理,在数据的共享和实时交互方面也取得了较大的成果。但也存在一些不足,主要有:没有针对多学科知识的集成数据协同管理和交互平台;没有充分考虑一个产品在其设计过程中数据继承性的特点,造成冗余数据多,维护工作量大。

鉴于此,在对太阳能电池装备多学科协同设

计过程的数据分析基础上,将其分为规划数据、装备设计方案数据和施工设计数据。分析了多学科数据交互的特点与方式,提出一种以装备结构为核心的数据管理模型,并建立了数据管理架构。以协同设计过程数据的交换与管理作为实例进行了分析说明。

1 太阳能电池装备多学科协同设计中的数据分类

太阳能电池装备的设计是典型的多学科综合设计,涉及物理、化学、光学、材料、化工、电子、半导体、机械等专业。由于采用的设计方法和设计重点不同,限制了各学科之间的相互交流;由于缺乏多学科设计手段、分析和仿真工具,没有考虑相互的联系和影响,导致研究所得到的结果往往和实际加工出来的太阳能电池产品性能存在差异。考虑到对太阳电池装备进行多学科协同设计所产生的数据的特殊性和复杂性,将其数据按照学科知识分类,具体如图 1 所示。



上述的多学科数据最终的优化结果为 CAD 模型、表格数据、相关文档三大类,可将它们归类为:

- (1)结构化数据:存储在数据库里,可以用二维表结构来逻辑表达实现的数据。
- (2)非结构化数据:不方便用数据库二维逻辑表来表现的数据即称为非结构化数据。

2 太阳能电池装备多学科协同设计的数据管理模型

通过上述的数据管理模型,可以筛选出在太阳能

电池装备的协同设计过程中的合理设计数据。现在需要建立合理的数据管理模型对这些数据进行管理,如图 2 所示。

在这里,数据管理对象是对太阳能电池装备要设计的对象,对不同的数据管理业务,数据管理对象有不同粒度的划分,以太阳能电池装备的核心装备层压机为例:按照粒度划分可将太阳能电池装备多学科协同设计的数据管理对象划分为装备层、系统层、配置层、模块层、零组件层,以此来建立 BOM 结构树,便于数据的管理。如果没有 BOM,就无法制造出同样

的产品,无法准确地将设计部门产生的数据和变更信息传送到制造部门,实现全局数据信息的统一^[10-13]。

针对太阳能电池装备的层压机,装备层即指层压机装备本身这一整体;系统层包含真空系统、加热系统、气动系统、控制系统;配置层即按照太阳能电池装备的构造和配置进行分类的层,它通过构型控制来确定太阳能电池装备的产品结构信息、几何信息、工艺信息、分析结果等;模块即一系列零部件的集成整体,它是组成配置层的一部分;零组件层即太阳能电池装备的零部件。以上层级是依次隶属的,太阳能电池装备的数据组织信息以其产品结构为核心进行管理,图2为层压机的数据管理模型。将层压机的数据分为结构化类和非结构化类两类,它们包含装备协同过程中的CAD模型、表格数据和设计过程的相关文档,而这些数据又包含设计过程中的机械、化学、材料学、电气学等学科数据。

同理,对于其他的太阳能电池装备同样可以按照上述方式进行结构化分,而数据的分类与管理方法则

完全一样。

3 多学科间基于 ECA 规则的动态数据交换方式

设计数据实时交流是实现太阳能电池装备多学科协同设计的关键技术,但是如果在协同设计中每一步的设计信息都进行实时交换,那必然在动态数据交换中包含了不必要的数据。为了解决这个问题,采用基于ECA规则的动态数据交换技术。ECA规则是嵌入在主动数据库系统中的一种规则,设置触发器,在某一事件发生时引发主动数据管理系统检测当前数据库状态,只要条件满足,就触发规定动作的执行。它包含三个部分:事件(Event, E),条件(Condition, C)和动作(Action, A), E 表示引发主动数据库系统状态发生改变的事件; C 表示数据库状态发生改变时触发事件的条件; A 表示当数据库中的事件满足事件触发条件时去执行某一个操作或动作。对于ECA规则有如下定义^[14]:

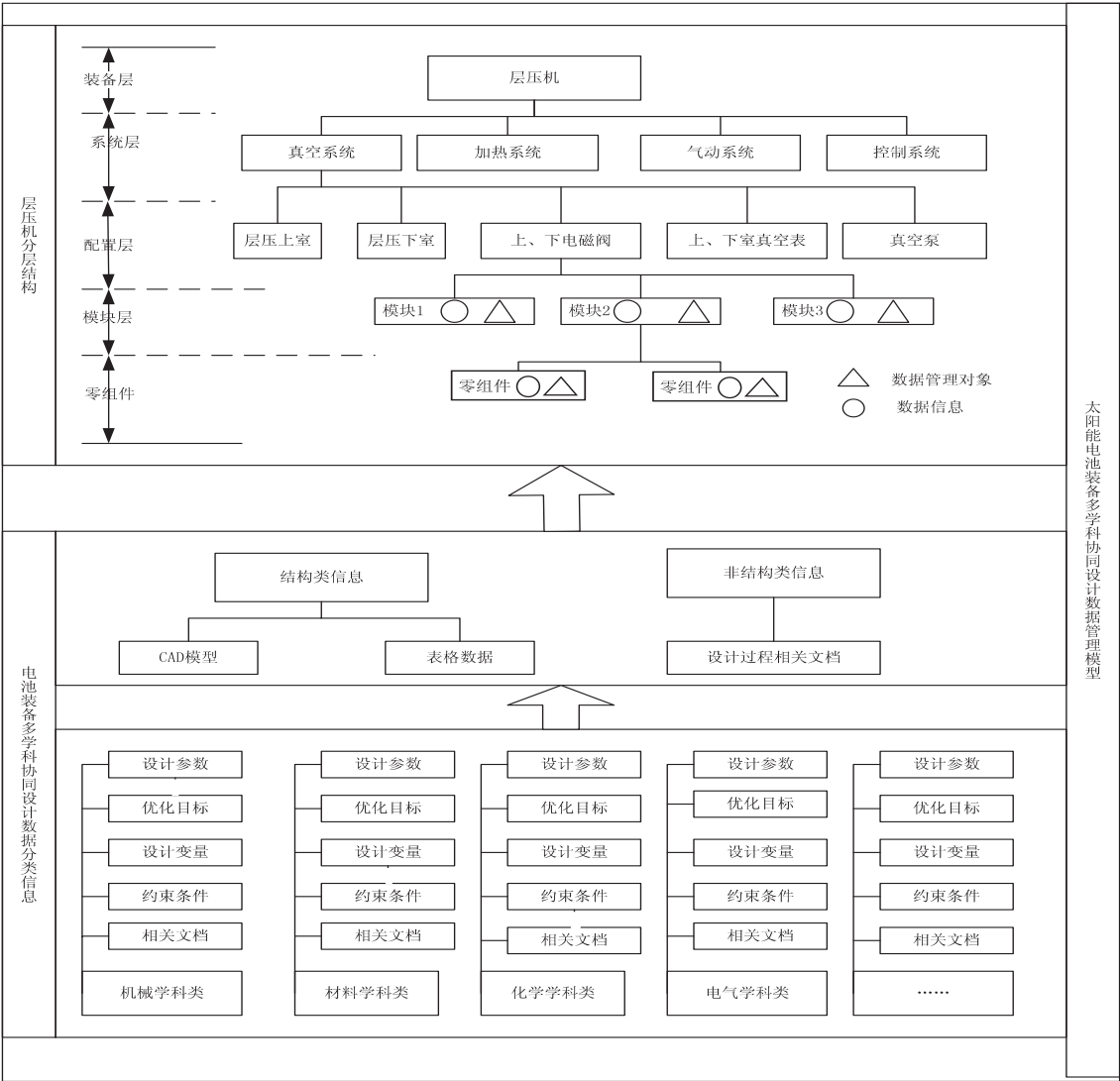


图2 以层压机为例的电池装备数据管理模型

ECA 可定义为 $R = (E, C, A)$ 。其中, E 为激活该规则的事件; C 为条件集, 用以反映系统和环境中的不同情况; A 为操作集(或动作集合)。

在协同设计过程中对数据进行管理时需要相互进行数据交换, 交换过程中对结构化数据则统一采用 XML 格式, 对非结构化数据则采用轻量级的 PDF 格式。在进行动态数据交换时, 基于 ECA 规则的动态数据交换按图 3 的体系结构进行数据交流与协商。不同学科的设计人员对装备进行设计或者对原来的设计数

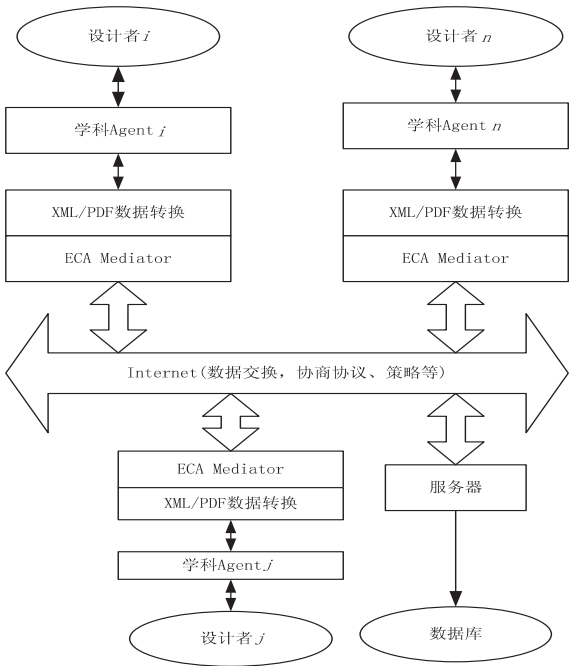


图 3 各学科间的数据交流与协商结构体系

据进行修改后, 首先经过自身客户端 XML/PDF 数据转换成标准格式, 然后由 ECA 监控器根据 ECA 规则检测是否满足数据交换条件, 如果满足则通过网络进行数据交换, 否则不进行交换。

4 应用实例

考虑到协作学科间高度的自主性, 同时, 又要共享部分产品信息的特点, 图 4 是太阳能电池生产过程中的金属有机化学气相沉积(MOCVD)设备的协同设计工作模式及数据交互过程。该装备的设计由 A、B 两个学科部门协作完成。学科部门 A 是主设计机构负责装备 X 的总体设计、部分产品设计、设计数据的合成以及完整产品的数据发送, 以使制造企业按照设计要求生产。协作学科部门 B 负责完成部门 A 发送的任务, 完成部分产品的设计, 当接受设计任务后, 学科部门 B 需要根据自身机构的实际结合设计任务要求判断是否有要求的设计能力, 如果没有学科机构 A 的要求设计能力, 那么需要改变一些设计参数等, 并通过协同会议向 A 部门发送修改后的设计方案。在发送过程中将修改后的数据存入数据库系统, 学科部门 A 通过 ECA Media(ECA 监控器)判定数据更新情况, 如果有更新则将更新的数据通过 XML/PDF 数据转换器转换成标准格式, 然后发送给 A 部门, 学科部门 A 再审核是否通过学科部门 B 的修改方案, 或者给出修改意见与协商解决对策向网络传输, 同样地, 经过 ECA Media 检测数据更新情况与标准转换, 实现与学科部门 B 之间的设计数据和意见交换与共享、设计过程的

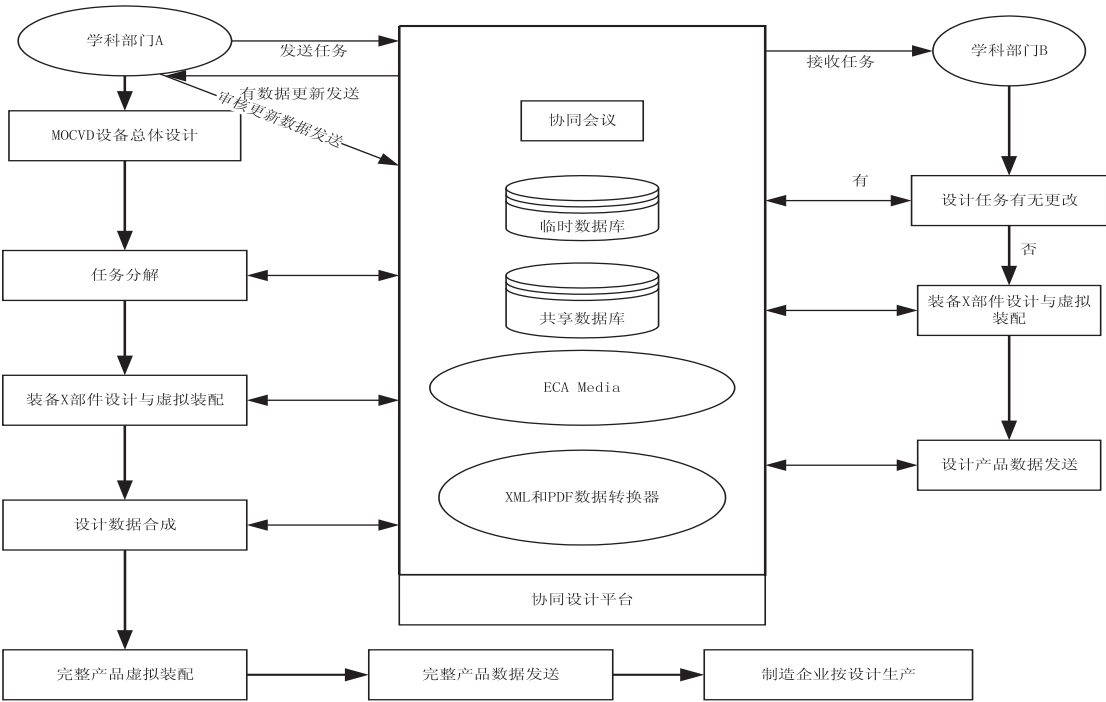


图 4 某太阳能电池装备 X 的多学科协同设计工作模式

运行和控制。

在上述装备的协同设计过程中,总体设计阶段形成一系列总体设计文件和数据,如设计基准、设计说明文件、设计任务等都在学科部门 A 的数据管理系统中进行,这些数据通过网络传输给学科部门 B 作为其详细设计依据。而学科部门 B 在详细设计阶段产生的设计数据在临时数据库系统中进行审批、更改和发放。并通过网络发送给学科部门 A。学科部门 A、B 之间随时可以进行数据交互、保证数据一致性。

5 结束语

文中在面向对象方法的基础上提出了太阳能光伏电池装备多学科协同设计的数据管理模型。该模型能够为太阳能光伏电池装备协同设计商对太阳能电池装备的设计过程中的数据交互与管理提供参考,并在此模型的基础上提出了基于 ECA 规则的动态数据管理方法,使多学科协作设计成员间能够对数据信息实时共享,并且能够即时交换意见,以提高协作设计效率,使得太阳能光伏电池装备设计的数据管理更加科学化、合理化。有利于形成具有核心优势的数据信息管理体系,促进企业管理水平的提高。

参考文献:

[1] Roy U, Liao Jianmin. Application of a blackboard framework to a cooperative fixture design system[J]. Computers in Industry, 1998, 37(1): 67-81.

[2] Zhao Gang, Deng Jiati, Shen Weiming. CLOVER: an Agent-based approach to systems interoperability in cooperative de-

+++++

[J]. Heredity, 2008, 100(2): 132-140.

[8] Whitacre J, Bender A. Degeneracy: a design principle for achieving robustness and evolvability[J]. Journal of Theoretical Biology, 2009, 263(1): 143-153.

[9] Whitacre J M. Degeneracy: a link between evolvability, robustness and complexity in biological systems[J]. Theoretical Biology and Medical Modelling, 2010, 7(6): 1-17.

[10] Edelman G M, Gally J A. Degeneracy and complexity in biological systems[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2001, 98(24): 13763-13768.

[11] Whitacre J M, Axel B. Networked buffering: a basic mechanism for distributed robustness in complex adaptive systems[J]. Theoretical Biology and Medical Modelling, 2010, 7: 1-20.

[12] 刘尚合, 原亮, 褚杰. 电磁仿生学—电磁防护研究的新领域[J]. 自然杂志, 2009, 31(1): 1-7.

[13] Mei Yi, Tang Ke, Yao Xin. Evolutionary computation for dynamic capacitated arc routing problem[J]. Evolutionary Com-

sign systems[J]. Computers in Industry, 2001, 45(3): 261-276.

[3] Taratoukhine V. Conflict management in computer supported collaborative design[C]//Proceedings of IEEE international conference on artificial intelligence systems. [s. l.]: IEEE, 2002: 152-157.

[4] 王雪聪. 以顾客满意为中心的大规模定制质量改进体研究[D]. 北京: 北京航空航天大学, 2003.

[5] 吴丹, 王先遼, 魏志强, 等. 基于协同服务平台的分布式产品数据管理[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2002, 42(6): 791-794.

[6] 郝静, 何涛, 李士才, 等. 协同式工厂设计系统中的数据管理方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2006, 18(4): 563-567.

[7] 纪杨建, 祁国宁, 顾巧祥. 产品族生命周期数据模型及其演化研究[J]. 计算机集成制造系统, 2007, 13(2): 240-245.

[8] 尹建伟, 陈刚, 董金祥. 一个通用 PDM 安全管理模型及实现[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2001, 13(11): 971-976.

[9] 王昊光, 董众. 面向航天器设备的数据管理应用研究[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24(1): 188-191.

[10] 程存有, 叶晓俊. BOM 的建立及在 PDM 与 ERP 集成系统中的应用[J]. 计算机工程, 2003, 29(4): 143-145.

[11] 倪莉, 秦鹏飞. 企业 BOM 的集成管理[J]. 中国纺织大学学报, 1998, 24(6): 26-29.

[12] 王国鸿, 宁汝新. 对制造业物料清单的研究[J]. 北京理工大学学报, 2001, 21(2): 196-200.

[13] 胡敏. 企业集成环境下的 BOM 研究[J]. 计算机工程, 2001, 27(6): 22-24.

[14] 周伟. 基于网络的协同设计系统数据交换及管理关键技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.

+++++

putation for DOPs, 2013, 490: 377-401.

[14] Whitacre J M, Rohlfshagen P, Bender A, et al. Evolutionary mechanics: new engineering principles for the emergence of flexibility in a dynamic and uncertain world[J]. Natural Computing, 2012, 11(3): 431-448.

[15] Macia J, Solé R V. Distributed robustness in cellular networks: insights from synthetic evolved circuits[J]. Journal of the Royal Society Interface, 2009, 6(33): 393-400.

[16] 张宏, 方路平, 范影乐, 等. 神经系统的简并性[C]//Proceedings of the 8th biennial conference of the Chinese society for neuroscience. [s. l.]: [s. n.], 2009.

[17] 张宏, 刘淑芳, 钱鸣奇, 等. 神经系统的简并与序空间编码分析[J]. 物理学报, 2009, 58(10): 7322-7329.

[18] 张子阳. 无线通信网络中简并性的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2011.

[19] 张子阳, 唐俊华, 李建华. 简并性—生物理论在无线通信中的应用[J]. 信息安全与通信保密, 2011, 9(5): 80-81.

电池装备多学科协同设计的数据管理方法

作者：[陈朝猛](#)，[樊蓓蓓](#)，[蔡红霞](#)，[CHEN Chao-meng](#)，[FAN Bei-bei](#)，[CAI Hong-xia](#)
作者单位：[上海大学 机电工程与自动化学院 上海市机械自动化及机器人重点实验室, 上海, 200072](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2014(9)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201409039.aspx