

RFID 技术在汽车整车总装物料配送过程中的应用

蒋明哲¹, 朱义生²

(1. 合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009;

2. 合肥工业大学 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009)

摘要:针对汽车整车总装过程中零部件物料采购、配送和消耗等环节信息采集不及时、准确性差等问题,在分析汽车整车制造物料配送业务流程的基础上,运用 RFID 技术对汽车整车总装过程中的物料信息进行自动、实时的采集和处理;结合汽车整车总装生产实际环境和技术要求,研究了 RFID 技术在汽车总装物流中的工作机理和关键技术,在此基础上,构建了汽车整车制造企业物料的联合库存管理模型。最后,通过应用研究,开发了基于 RFID 的汽车整车制造物料配送管理系统,提高了物料配送效率,降低了库存成本。

关键词:无线射频识别;中间件;整车总装物流

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)01-0249-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.061

Application of RFID Technology in Automotive Vehicle Assembly Process of Logistics

JIANG Ming-zhe¹, ZHU Yi-sheng²

(1. School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. Key Laboratory of Process Optimization and Intelligent Decision-making of Ministry of Education, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract:For some problems like not timely and inaccurate of information collection in automotive vehicle assembly process of material, based on analysis of the materials business process of vehicle assembly, use RFID technology to carry on automatical and real-time acquisition and processing of the materials' data in automotive assembly process. Combined with the actual environment and technical requirements in car assembly production, research the work mechanism and key technology of RFID technology in automotive assembly logistics. Based on this, it has constructed the joint inventory management model of auto manufacturing enterprise materials. Finally, develop the automobile manufacturing material distribution management system based on RFID and then improve the efficiency of supply material and reduce the storage cost through the application.

Key words:radio frequency identification; middleware; automobile assembly logistics

0 引言

准时生产方式(Just In Time 简称 JIT)是一种在多品种小批量混合生产条件下高质量、低消耗的生产方式,在汽车制造企业得到了广泛的应用。尤其在汽车总装物料配送和管理过程中,汽车厂商越来越重视如何保证零部件的配送节拍和生产节拍一致,以避免库存浪费、搬运浪费和等待时间的浪费^[1]。

但在零部件的配送过程中,还存在以下问题:

①与生产线上零部件的需求相比,整车制造商提供给零部件供应商的订单具有一定的滞后性;

②由于操作不当,导致零部件损坏,却无法将责任落实到个人;

③传统的条码方式无法跟踪到单个零部件,从而在一定程度上阻碍了 JIT 的效率。

采用 RFID 技术可以实现汽车整车装配过程和零部件配送过程相关信息的实时、自动采集和监控,通过 MES 和 ERP 系统实现生产能力均衡化^[2]。国外关于 RFID 技术的应用相对成熟,如:韩国现代汽车集团旗下的格鲁维斯物流公司采用无源超高频的 RFID 射频

收稿日期:2012-05-15;修回日期:2012-08-21

基金项目:国家“863”高技术发展计划项目(2006AA04A126)

作者简介:蒋明哲(1991-),男,安徽合肥人,研究方向为射频识别技术。

技术管理汽车配件的供给^[3],通过 RFID 标签可以对零部件物流供应链的各个环节和步骤进行追踪管理,并实时采集数据信息。本田英国制造公司在本田 CR-V 和本田思域两个零部件供应链上应用 RFID 技术进行物品的跟踪和数据采集^[4~6]。我国关于 RFID 技术的研究起步相对较晚,国内多数汽车厂商已逐步意识到射频识别技术的重要性,如中国重卡自主开发的 RFID 标签,该标签内包含车辆的订单号、车架号、型号等基本信息,将物资条码管理系统、生产管理系统、整车库存管理系统等多个系统整合,实现多系统之间的数据共享^[7,8]。但总体来说,在汽车产业中应用案例相对较少,目前大都还停留在条形码加人工数据采集水平上^[9~12]。

1 汽车总装生产过程物流业务分析

汽车制造企业的生产模式一般可分为:JIT 模式、JIS 模式和计划生产模式。对应的零部件采购模式分别为 JIT 采购模式、JIS 采购模式和计划批量采购模式。JIT 生产与采购模式是企业为适应多样化的市场需求、降低企业库存成本所推行的一种强调准时生产的生产与采购制度。JIS 生产是在 JIT 生产的基础上发展起来的,是它的延伸和扩展。它要求零部件供应商对总装物流及时配送零部件的同时,还要对所提供的零部件进行排序,以便配送到生产线边的物料与排产计划中的物料型号、规格一致,提高线边装配工作效率。

1.1 基于 JIS 的整车装配生产流程

拉动 JIS 的源头是客户需求。汽车制造企业以客户的实际需求制定生产计划、排产计划和采购计划。依据采购计划执行物料采购与配送,生产物料配送涉

及企业内部采购部门、生产职能部门、零部件供应商以及零部件物流部门(企业),基于 JIS 的整车装配生产流程如图 1 所示。

在传统的计划生产模式中,采购订单主要是由采购部门负责的。在客户需求拉动的基于 JIS 的整车装配生产流程中,整车制造企业的采购管理部门依据生产计划和排产计划,制定采购计划和零部件配送计划,并通过电子看板系统向供应商发布,供应商确认供货后,将零部件在指定的时间内配送到制定的地点(车间仓库或生产线边)。零部件物流是 JIS 生产与采购模式实现的关键。企业内部零部件物流部门负责零部件的接收、配送以及人员与车辆的调度等工作,其目的是确保线边零部件满足排产计划和生产节拍。装配车间是生产执行部门,零部件在装配车间消耗掉,并由装配车间库存和排产计划拉动供应商的零部件配送。

1.2 RFID 在总装物流中的应用

目前,国内汽车零部件物流和总装过程中涉及的零部件信息采集主要采用条形码技术,有些甚至采用纸质单据手动录入,使零部件物流信息采集实时性和准确性差,无法满足基于 JIS 的整车装配业务流程需要。而采用 RFID 技术能够对整车装配过程中的零部件信息进行自动、实时、准确的采集,为基于 JIS 的整车物流配送管理、库存管理和跟踪管理提供直接的数据支撑。

RFID 技术在汽车总装物流中的应用可实现以下几个功能。

(1) 零部件跟踪和动态监控。

采用 RFID 对零部件进行跟踪与监控。将 RFID 电子标签贴附在零部件器具上,并将该器具装运的零部件信息(编码、规格、型号、厂家等)写入 RFID 电子

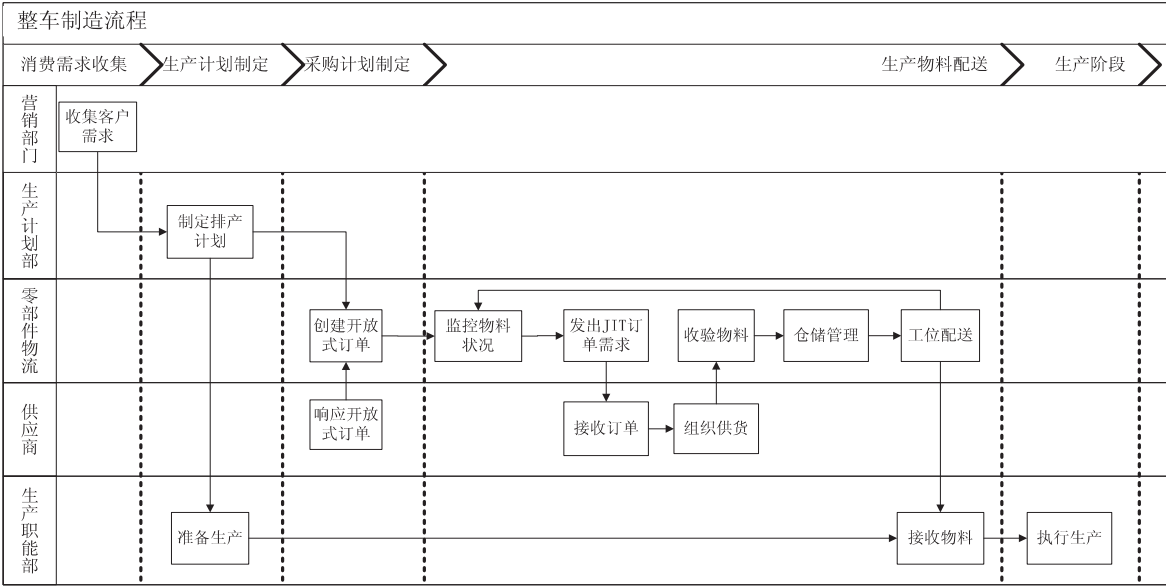


图 1 基于 JIS 的整车装配业务流程

标签,再通过数据库系统将电子标签信息与装运零部件的器具进行关联。当装运零部件的器具通过物流相关节点的 RFID 读写设备时,RFID 读写设备自动读取器具上 RFID 标签信息,实现对零部件物流和装配过程的自动跟踪和动态监控。

(2) 零部件物流过程可视化。

通过 RFID 标签,采集零部件供应商物料装配、配送以及企业内部物料库存、配送和消耗等信息,结合业务逻辑对采集数据进行业务逻辑处理,通过电子看板和可视化软件,可以全程跟踪和显示零部件物料在整个物流和装配过程状态,实现零部件物流全过程的可视化。

(3) 周转箱(器具)管理。

周转箱是盛放零部件的器具,是一种循环使用的容器,周转箱在供应商、物流企业(第三方物流)和汽车总装企业内多个部门之间流转,贯穿物流配送作业的始终。当周转箱中的零部件在汽车总装车间消耗完后,要返回到零部件供应商处循环使用。因此,周转箱在零部件物料配送和空箱返回过程中容易丢失或出现差错,造成企业大量财产损失。通过在周转箱上贴附 RFID 标签,并将周转箱和所盛放的物料信息写入 RFID。当周转箱经过物流路径的相关采集点时,自动读取周转箱 RFID 标签信息,不仅可以跟踪周转箱内的零部件,还能够对周转箱进行追踪管理。

2 RFID 在汽车总装物流中工作机制研究

2.1 供应链管理的协同

虽然采用 JIS 模式生产的整车制造企业能降低企业自身的零部件库存,减少库存成本,但从整个供应链的角度来看总体库存成本没有减低,降低的成本实际上转移给了上游供应商,并最终转嫁给整车制造企业。这是因为上游零部件供应商在面对整车生产商的小批量、多频次的零部件需求指令时,为了获取订单,没有选择权和自主决策权,不得不在整车制造企业周边建立自己的周转库。从而将原先由整车制造企业承担的库存转移到供应商那里,整个供应链的平均库存却没有变化;同时还会造成零部件配送过程中车辆运输效率不高、运力浪费、运输成本增加等问题。

为了避免上述情况,整车制造企业需要实时、准确地采集生产现场的物料信息,分析需求缺口。目前大部分整车生产企业都采用条形码与人工清点相结合的方法采集生产现场的零部件情况,数据采集效率低、实时性差、差错率较高。针对上述问题,需要解决供应链管理协同问题,包括:

①供应链各方战略目标的协同。只有协同优化供应链所有参与方的总体物流成本,才能降低整车生产

厂的原材料成本。考察供应链整体物流成本,如果忽略供应商的成本决策权将增加供应商物流成本,并最终转嫁成零部件成本和整车企业的生产成本。

②供应链作业的协同。小批量多频次的供应越多,对物流部门的压力就越大,所以需要增强供应链作业的协同。

③支持 JIS 体系的信息技术和信息系统。实时信息采集处理能力与快速的物流配送能力是构成 JIS 的基础。基于 RFID 的供应链管理系统和信息发布平台为基于 JIS 的整车生产与零部件物流配送提供了保证。

④实时数据采集是实现 JIS 的关键。如果不能实时、准确地获取上百种零部件的信息,JIT 生产将无法实现。

2.2 基于 JMI 的总装物流库存管理

联合库存管理(Jointly Managed Inventory,JMI)是近年来在供应商与销售商之间出现的一种新的供应链库存管理方法。JMI 强调供应链企业间的信息沟通与协同,认为库存管理不是某一企业的任务,而是供应链相关企业的共同责任。JMI 能有效减低库存成本、控制供应链中库存风险,体现了供应链的集成化管理思想。联合库存管理能提高供应链同步效率、减少牛鞭效应。联合库存管理在汽车整车制造物流中应用具有如表 1 所示的优点。

表 1 引入联合库存管理后的优点

生产模式	整车制造厂 库存成本	零部件物流决策	零部件物流 过程优化	对信息技 术要求
计划生产	高	整车企业	否	低
准时生产	低	整车企业	否	一般
联合库存管理	低	整车企业与供应 商共同决策	是	高

采用 RFID 技术实时采集和管理汽车整车制造企业生产车间的现场仓库、生产线的线边库存以及即时消耗水平,并通过网络在供应链范围共享,可以将零部件的配送管理权分散给供应商,实现协同采购和配送。具体实现方法是:设定仓库零部件库存的一般波动范围值,当库存量在该范围内时,整车制造企业不再发布零部件需求信息,而是从现场车间仓库向线边补货;零部件供应商根据联合库存管理信息发布平台的即时库存信息,自主优化决策,决定是否及何时向车间仓库或线边仓库补充零部件。当库存水平低于设定的范围时,整车生产企业才强制介入,向供应商发送配送指令。基于 JMI 的总装物流库存管理比整车制造商寡头管理更具优势,使供应链各协作方耦合成一个整体,增强了整个供应链的竞争力。

3 RFID 中间件技术

RFID 中间件不是一类程序,而是一系列规范和服

务的集合,实现 RFID 中间件可以达到应用之间互操作的目的,是一种分布式软件,用于解决应用系统与 RFID 硬件的接口问题。应用程序调用 RFID 中间件提供的一系列通用应用程序接口(API),就可以连接到 RFID 读写器,并通过 RFID 读写器对 RFID 标签信息读写。同时 RFID 中间件用来屏蔽上层应用程序的差异性,因此,当存储 RFID 标签数据的数据库软件或后端应用程序增加,或者当读写 RFID 读写器种类增加时,直接通过 RFID 中间件对 RFID 低层进行操作,不需修改应用端程序,简化了维护操作。

从代码角度划分,RFID 中间件技术包括 9 个部分,它们分别具有不同的功能,如:rfid.middleWare.buffer 为处理事务层缓存,将读取的信息存放在缓存区中,rfid.middleWare.action 为信息发布层,对外暴露的方法以供调用,上层应用可以根据自身业务的需要选择关注某台读写器,并且指定按照何种有效读取事件生成模型来获取数据。根据包结构的分类,文中给出了具体的类结构图,如图 2 所示。

4 应用研究

结合汽车整车总装工作环境和零部件物流配送特

点,汽车零部件物流数据采集集中采用遵循 ISO18000-6 通信协议的超高频频段(UHF)的 RFID 设备,在天线和读写器选择上,本实验结合现场工作环境选择方向性较好、抗干扰能力强、信号覆盖范围相对较小、容易定向且与其他读写器场强发生重叠的线极化天线。

4.1 设计思路

基于 JIS 和 JMS 思想,RFID 技术在汽车总装物流中的应用需要实现两个目标:

- ①保证生产线物料的及时供应;
- ②优化零部件物流配送过程,降低供应链的整体成本。

因此,解决物流管理过程中存在的几个关键问题。(1)供应链作业过程看板电子化。

看板管理能够使生产环节中的物料状态细分,参与零部件物流配送管理的各职能部门能实时共享供应链信息。电子化看板管理是实现拉动式零部件物流配送的技术支撑手段,电子化看板管理的实施需要企业内各部门之间以及企业与外部供应商之间严格执行预先订制的规范与作业流程。使用 RFID 技术存储和采集供应链中各种物料信息,并实时、准确地反馈至信息系统,能够为供应链各参与方的管理与决策提供有效

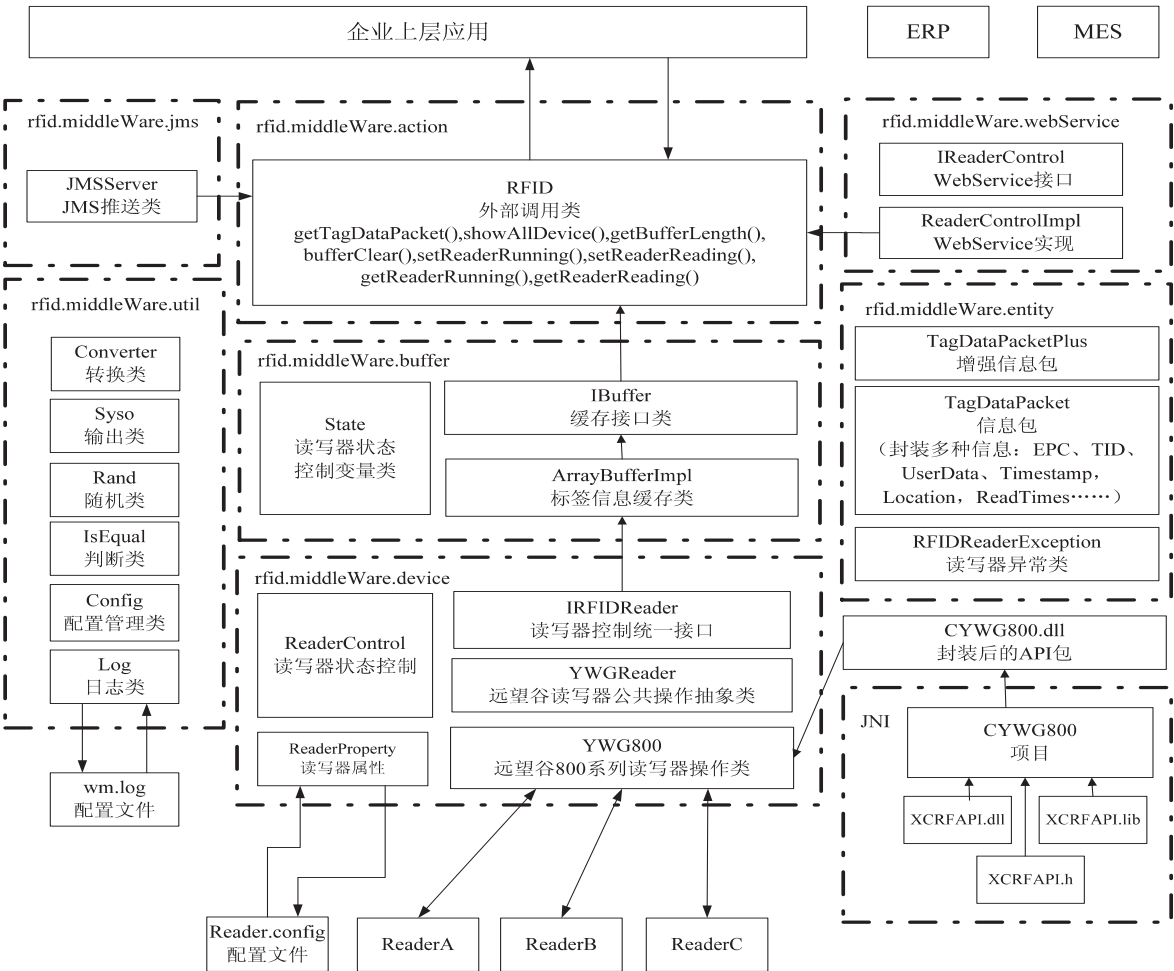


图 2 RFID 中间件类结构图

的数据支持。

(2) 整车制造过程与零部件物流数据源实时采集与处理。

在混装线上,根据生产的车型不同,生产过程会安装大量不同种类、型号的配件和总成。因此,整车制造与零部件物料配送过程中数据采集量巨大、数据处理复杂。同时,国家和行业有相关法令还规定关键零部件信息必须有详细记录。所以,在整车制造与零部件物料配送中,需要准确、快速地对相关数据实时采集和处理。

(3) 业务功能模块化。

基于 JIS 模式的总装物流配送过程流程复杂、涉及部门众多、环境复杂,既有制造企业内部员工参与,也有供应链企业参与,管理难度大。因此,基于 RFID 技术的整车物流管理系统需要针对不同用户角色进行权限管理,按业务功能进行模块化管理。

4.2 基于 RFID 的整车总装物料管理系统模块划分

整车总装物料管理系统主要包括供应链管理、生产现场物料配送管理、器具标签管理三个管理功能模块。

(1) 供应链管理模块。

供应链管理模块包括供应商协同管理子模块和供应商零部件物流管理子模块,两者共同完成供应商的物料供应管理、物料配送和配送过程监控。

供应商协同管理子模块的功能包括:

① 供应商物流看板监控。对看板环的状况进行实时监控,获取供应的零部件在各物流环节的状况,提供辅助决策功能;

② 在物流配送的全过程,通过 RFID 标签对零部件进行跟踪管理;

③ 器具标签扫描。出货时读取周转器具上的 RFID 标签信息,对器具进行跟踪管理,提供物流作业的基础数据。

供应商零部件物流管理子模块的主要功能是获取 ERP 的排产信息、创建开口订单、确定与供应商之间的供货关系;以及通过看板环实时监控物料状态,获取供应的零部件在各物流环节的状况,做出决策。

(2) 生产现场物料配送管理模块。

生产现场零部件物料配送管理由总装车间入库管理、总装车间库存盘点、生产线边配送与出库管理以及生产现场物流看板监控四个管理模块组成。其中总装车间入库管理包括零部件入库质检、零部件入库信息采集和零部件供应清单签收;总装库存盘点是为了获取现场仓库的实际库存。生产线边配送与出库管理是记录车间仓库的物料消耗与去向。生产现场物流看板

监控实现进行现场供货补给的功能性提示。

(3) 基于 RFID 的器具管理模块。

基于 RFID 的器具管理模块包括标签管理和器具资产管理,完成零部件标签的回收和空周转箱的循环使用过程。

5 结束语

文中在分析了 JIT 和 JIS 背景下的汽车总装制造供应链现状的基础上,对 RFID 技术在国内外总装物流中的应用现状进行了分析和研究,设计了基于 RFID 技术的供应链协同机制,提出基于联合库存管理的总装物流库存管理。结合 RFID 中间件技术,针对实际的汽车总装车间进行了案例研究。研究成果对基于 RFID 的汽车总装物流供应链管理具有借鉴作用。

参考文献:

- [1] 马士华,林 勇. 供应链管理[M]. 北京:高等教育出版社,2003:219-225.
- [2] 梁昌勇,叶 娟,沈浩杰. RFID 技术在汽车生产线的应用模式研究[J]. 机械设计与制造,2010(12):79-81.
- [3] RFID 中国网. 韩国现代汽车物流供应链将应用 RFID 技术[EB/OL]. 2008. <http://www.rfidchina.org/readinfos-28953-234.html>.
- [4] RFID 信息网. 本田汽车在英国实施 RFID 超高频供应链应用[EB/OL]. 2006. <http://www.rfid.cn/html/62/n-2162.html>.
- [5] CMWIN. RFID 技术在汽车供应链管理中的应用[EB/OL]. 2008. <http://www.cmwin.com/cbpresource/stagehtmlpage/a293/a2932008599240421.htm>.
- [6] Campagna M J. RFID systems and methods for probabilistic location determination[P]. United States:7388494,2008.
- [7] 吴 彬. 联合库存管理在汽车制造物流中的应用研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(9):184-187.
- [8] Derakhshan R,Orlowska M E,Li X. RFID data management: challenges and opportunities [C]//Proc of 2007 IEEE Int Conf on RFID. Gaylord Texan Resort, Grapevine, TX, USA: [s. n.],2007.
- [9] 张怡远. RFID 中间件及其在汽车整车制造领域中的应用研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2009.
- [10] 赵 文,李信鹏,刘殿兴,等. 供应链环境下一种分布式 RFID 发现服务[J]. 电子学报,2010,38(z1):99-106.
- [11] Serial-level inventory tracking model[R]. Cambridge: Cambridge University,2007.
- [12] Park Hyun-Sung, Kim Jong-Deok. Design of an RFID Air Protocol Filtering Technique [C]//International Conference on Computational Science and Engineering. [s. l.]:[s. n.], 2009:101-108.

RFID 技术在汽车整车总装物料配送过程中的应用

作者：蒋明哲， 朱义生

作者单位：蒋明哲(合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009)， 朱义生(合肥工业大学 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009)

刊名：计算机技术与发展

英文刊名：Computer Technology and Development

年，卷(期)：2013(1)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201301063.aspx