

# TRIZ 理论在矿山自动发货业务 模型设计中的应用研究

成 锦<sup>1</sup>,徐 伟<sup>1</sup>,于继明<sup>2</sup>

(1.南京梅山冶金发展有限公司矿业分公司,江苏 南京 210041;2.金陵科技学院机电工程学院,江苏 南京 211169)

**摘要:**创新能力是提升企业核心竞争力的关键,TRIZ理论体系为企业创新提供了科学指导和方法工具。结合矿山当前发货业务优化需求,从TRIZ理论解决发明问题的路径出发,利用TRIZ理论的标准问题解决工具、矛盾矩阵表、应用分割、抽取、组合等发明创造原理,对主产品发货业务进行流程再造和创新研究,根据研究结果设计出自动发货业务最终解决方案。方案具有系统性、实用性以及良好的可操作性。

**关键词:**TRIZ理论;矿山自动发货业务;信息系统;创新设计

中图分类号:TP311.52

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2019)01-0029-05

## Research on the Application of TRIZ Theory in the Design of Mine Automated Delivery Business Model

CHENG Jin<sup>1</sup>, XU Wei<sup>1</sup>, YU Ji-ming<sup>2</sup>

(1. Nanjing Meishan Metallurgical Mining Development Company, Nanjing 210041, China;

2. Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

**Abstract:** Innovation ability is the key to enhance the core competitiveness of enterprises. The theoretical system of TRIZ provides scientific guidance and methodological tools for the innovation in enterprises. Combined with the actual demand of mine delivery business optimization, the research, which starts from the path of TRIZ to solve the invention problem, employs the TRIZ standard problem solving tool, contradiction matrix table, and some other invention creation principles in application, such as segmentation, extraction, and combination. According to the research result, the final solution of the automatic delivery service is designed. The solution is systematic, practical and has good operability.

**Key words:** TRIZ theory; mine automated delivery business; information system; innovative design

创新设计能力是企业生存的关键,需要学习先进的创新思维、创新工具和创新方法,促进企业的生产技术提升。TRIZ理论体系为企业创新提供了科学指导和方法工具。该理论由前苏联根里奇·阿奇舒勒总结创立。利用TRIZ理论的创新工具可以识别业务中模糊、不确定因素丛生、流程复杂的项目风险,研究设计出成功的解决方案。梅山矿业公司产品销售现场环境恶劣,发货操作员、放矿操作员、计量操作员、司机、销售人员等角色职能复杂,发货业务流程长,监管风险大效率低。企业利用TRIZ理论工具,将复杂

收稿日期:2019-03-08

基金项目:金陵科技学院校企合作项目(jit-h-2017-10)

作者简介:成锦(1977—),女,山西吕梁人,工程师,主要从事物联网方面的研究。

问题逐步分解,设计出了一种高效的自动发货业务模型。

## 1 TRIZ 理论简介

TRIZ 理论使创新走出了盲目、高成本的试错和灵光一现的偶然。TRIZ 理论以技术系统进化法则为理论基础,从技术系统/技术过程、矛盾、资源和理想化 4 大基本概念出发,运用功能分析、物-场模型、矛盾分析和资源分析工具,运用发明问题标准解法、效应知识库、技术矛盾创新原理和物理矛盾分离方法、发明问题解决算法(ARIZ)工具求解,将复杂的解题过程转化为一门精确的科学运作工程。

TRIZ 理论中发明问题的解决路径如图 1 所示。对具体问题进行理论分析,将实际问题转化为 TRIZ 标准问题,提取通用工程参数,查找矛盾矩阵表,运用 40 个发明原理求解;确定为物理矛盾的,运用分离原理配合 40 个发明原理求解;在矛盾表述不太清晰的情况下,运用物场分析工具,建立物-场模型,通过 76 个发明问题标准解和效应知识库求解,对于更复杂问题通过发明问题解决程序(ARIZ),逐步分离出关键矛盾后,得出解决问题的特定方案<sup>[1-2]</sup>。

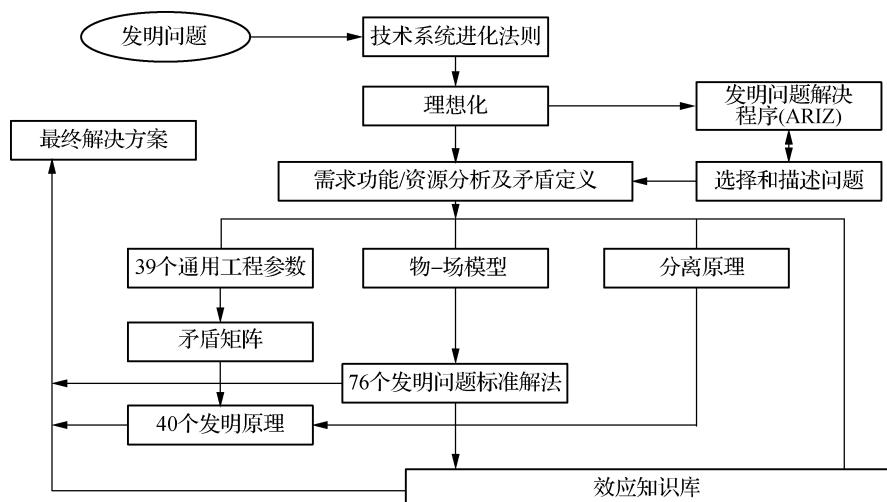


图 1 TRIZ 理论中发明问题解决路径

## 2 TRIZ 理论在矿山自动发货流程设计中的应用

### 2.1 问题描述

矿山生产主要产品是铁精矿、废石,这些产品存储场所分散、发货场地狭小,设备安装受限。不同的仓储区域配置不同发货人员监管协调。发货过程中,操作人员需多方核对票据的一致。整个发货业务流程冗长,人工干预环节多,数据流低效不顺畅,业务风险也在增加。图 2 所示为矿山当前发货业务示意。随着企业优化人力资源和提升劳动效率要求,考虑设计一种高效协同的发货业务模式。

### 2.2 矛盾说明

观察事情初始状态,力求找到它的起因。本问题的最终理想解(IFR)是矿山多种产品均实现自动发货,提高发货劳动效率。而提高发货劳动效率是一个管理矛盾,根据 TRIZ 理论建议要由管理矛盾转移到技术矛盾来解决问题。要提高发货劳动效率,必须对发货业务执行过程中所有任务进行分析,用已知方法解决问题。创新模式为:1)改变发货员发货模式,由司机自助发货;2)改变发货员监管模式,由装卸人员监管发货,或由设备自动监管发货;3)改变发货员工作任务,实现发货员一岗多能;4)通过合理组织安排运输,错时发货,减少发货员数量。

通过对所有结果进行分析后,可以得出:发货过程需要人数越少,操作步骤越少,方便性越高,但自动判断业务流所需的操作任务,对编程和自动控制的要求越高,系统也会越复杂,所需要的测量和控制的复

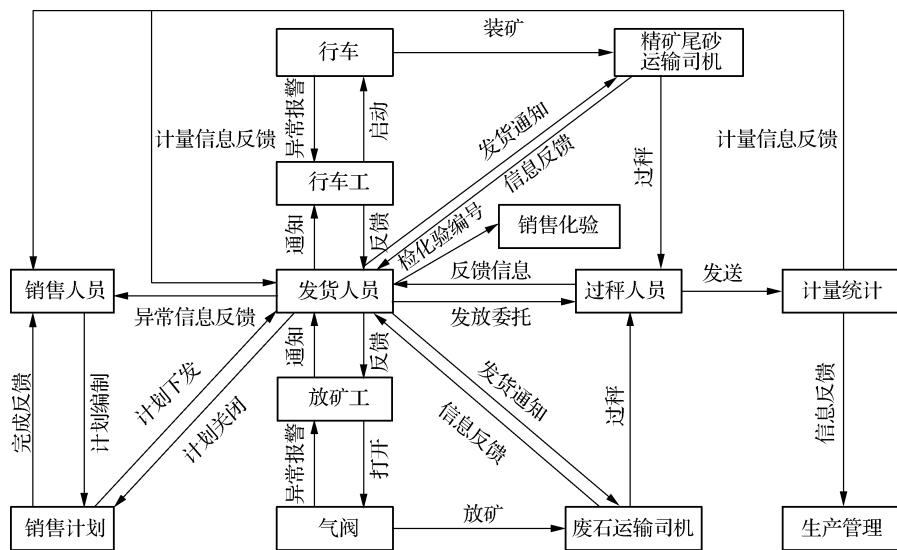


图 2 矿山当前发货业务示意图

杂性会越高。这样,以上实际问题由管理矛盾转移到了技术矛盾。

本任务中技术矛盾是:提高流程的方便性(33 操作流程的方便性)和自动化程度(38 自动化程度)之间技术矛盾(1,12,34,3),提高流程的方便性(33 操作流程的方便性)和系统复杂性(36 系统复杂性)之间技术矛盾(27,9,26,24),提高流程的方便性(33 操作流程的方便性)和控制、测量的复杂性(37 控制和测量的复杂性)之间技术矛盾(2,5)。其中提高流程的方便性是改善的工程参数,自动化程度、系统复杂性等是恶化的通用工程参数。

## 2.3 矛盾矩阵表和创造原理应用

根据上述完整技术矛盾,确定了系统中需要改善的参数和不允许恶化的参数,使用矛盾矩阵表寻找解决办法。矛盾矩阵表中每一行是恶化的工程参数,每一列是改善的工程参数。找到最符合不允许恶化的参数的行,然后找到最符合需要改善参数的列,其相交的小方格就是推荐的技术矛盾解决的解集。

查询矛盾矩阵后找到合适创新原理(1,2,3,5,9,12,24,26,27,34),综合发现,1,2,5,9,24 更加适用本问题(表 1)。

### 3 矿山自动发货模型设计

通过对业务细节分析优化,最终设计出矿山自动发货业务模型如图3所示。营销人员根据合同信息生成不同优先等级的客户计划任务单,任务单依据客户固定车辆方式的不同进行分类处理。任务单通过数据交互平台实时同步到自动发货控制系统。现场条件具备后开始发货,车辆首先进入发货场地,采用料位刷卡或RFID进行任务单合法性确认,确认合法后自动发货控制系统启动。控制程序自动打开不同的装卸装置,进行装矿。装矿过程同步完成车辆状态记录、车牌信息自动读取、发货状态显示等功能。装卸完毕,根据不同委托逻辑算法生成并发送电子提货单到数据交互平台,计量司秤系统收到电子提货单信息后自动匹配,根据合法毛重皮重信息,生成计量结果,并同步传输数据交互平台供远程监管。模型设计关键技术为:

1)多源数据的智能协同处理设计。现场作业车辆无法固定,频次、时间、车号均无法提前获知,需要对现场数据精确记录并高效交互,系统采用智能优先比较逻辑保证了自动提货单程序的正常运行。

2)废石空气阀开关联动控制与声光电按钮联动设备研发。系统根据读卡识别结果,自动控制相应的气阀,同时记录所有控制与操作信息。结束按钮在完成语音和警示灯提示车辆出仓的同时联动生成电子委托逻辑设计,发出指令后及时关闭阀门。

表1 发明创造原理推理结果

创新原理	明细	自动发货模式设计思路
1 分割原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 一个物体分割成几个独立的部分；</li> <li>b. 使物体成为易于组装和拆卸几部分；</li> <li>c. 提高物体的分割程度。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 铁精矿发货与废石发货在计划完成环节模式不同,将计划完成功能做分割处理；</li> <li>2. 将发货员工作任务细化分割,分别查找替代环节；</li> <li>3. 对废石气阀放矿任务进行分割,对气阀打开前置条件进行多种设计,从任务单合法性、料位情况、操控单元综合考虑,多种设计方式保证委托的信息传输；</li> <li>4. 对铁精矿人工装矿环节进行分割,从作业环境确认、任务单合法性、车辆状态、有效装矿量到任务装载业务完成,对精矿装矿过程进行多项分割设计,多种设计方式保证委托信息传输。</li> </ul>
2 抽取原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 从物体中抽出产生负面影响的部分或属性；</li> <li>b. 只从物体中抽取必要的部分或属性。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 只从物体中抽取必要的部分或属性,为了实现废石全流程过程跟踪,需要抽取唯一可供识别的信息。而废石发货客户无法提前确认车号,仅能确认客户信息,所以将客户信息作为唯一能抽取的准确信息加以利用；</li> <li>2. 抽取发货业务单上所有关键信息并考虑用自动化代替。</li> </ul>
5 组合原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 把相同或相似物体组合在一起并行运行；</li> <li>b. 把邻近或并行的作业安排在同时进行。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 组合司机和提货单,由司机自助通过发货验证<sup>[3]</sup>；</li> <li>2. 组合装卸人员和提货单,考虑由装卸人员自助操作及验证；</li> <li>3. 组合认知设备本身和发货单,由 RFID 设备<sup>[4]</sup>自动监管发货；</li> <li>4. 组合发货业务和司秤业务,设立多技能工岗位。</li> </ul>
9 预先反作用原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 事先施加反作用,来消除事后可能出现的不利因素；</li> <li>b. 在部件上建议预应力,以抵消事后出现的不希望的工作应力。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 事先施加反作用,来消除事后可能出现的不利因素,考虑到现场环境的复杂,对可能出现的问题进行提前考虑,行车路线、排队规则、出入方式,减少后期反作用；</li> <li>2. 对作业现场多车号、多任务的业务匹配信息获取采用智能优先比较等多种算法,减少关键信息缺失的不利因素。</li> </ul>
24 借助中介物	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 使用中介物实现所需的动作；</li> <li>b. 把一个物体与另一极易去除(分开)的物体暂时结合。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 利用卡片、摄像头、RFID 进行有效信息的获取；</li> <li>2. 利用人工声光电指示按钮,将有效委托信息与自动化操作结合进行获取。</li> </ul>

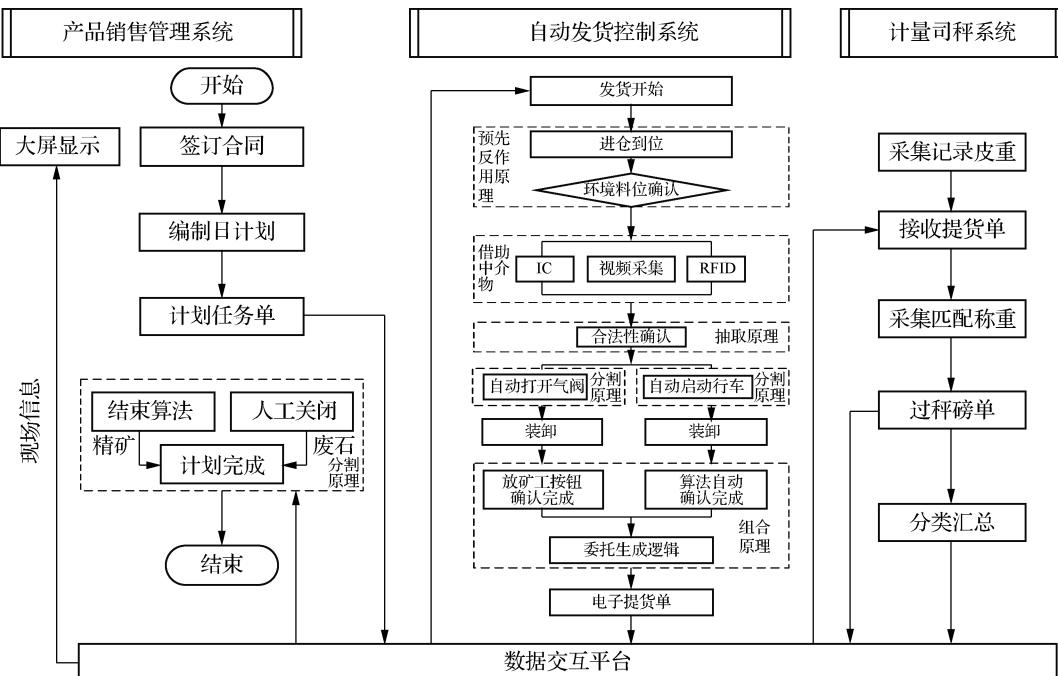


图3 自动发货系统数据流程图

3)精矿 RFID 车辆状态监测模型设计。光栅式传感器和 RFID 读卡器用于监测车辆进出状态,光栅式传感器和 RFID 读卡器将逻辑组合送给中控系统。当有车辆进入时,任何一道的光栅传感器根据车辆进入顺序,检测被遮挡信号链(位于 1 处,放开为 0,遮挡为 1)形成进入 00-10-11-01-00 和出去 00-01-11-10-11 的相反过程,同时与 RFID 信息,形成车辆 IN 和 OUT 信号,准确记录车辆的进入信息<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

利用 TRIZ 创造发明原理,研究设计出矿山企业发货模式的创新应用,使本解决方案具有系统性、实用性和良好的可操作性。下一步将在项目应用现场反复实践,进一步运用 TRIZ 创新方法、创新工具解决项目的问题,减少项目风险,有序、高效、可信地取得项目预期成效。

### 参考文献:

- [1] 徐伟.梅山铁矿智能生产管控物联网应用系统研究与实现[J].金属矿山,2016,45(11):137-142
- [2] 赵萍萍.发明问题解决理论(TRIZ)培训教材[M].南京:江苏科学技术出版社,2011:10-11
- [3] 成锦.基于 RFID 技术的矿山计量发货系统设计与实现[J].金陵科技学院学报,2015,45(2):41-44
- [4] 于继明,何雷,乐振彬.多车道车辆进出检测算法设计与实现[J].金陵科技学院学报,2017,33(2):5-8
- [5] 于继明,徐英东.无人发货系统 RFID 采集关键技术研究[J].金陵科技学院学报,2017,33(3):10-13

(责任编辑:谭彩霞)

### 声 明

- 1. 本刊已许可相关合作单位以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文,相关著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。
- 2. 本刊已加入“中国知网”学术期刊优先数字出版平台。

作者向本刊提交文章发表的行为视为同意我刊上述声明。

本刊编辑部