

Analysis for Overspeed Problem of Electromobile Based on TRIZ Theory

Haizhen Li, Fusheng Yu, Guohai Zhang, Jiali Zhang, Lei Qi

School of Mechanical and Electrical Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong
Email: 535126477@qq.com

Received: Sep. 8th, 2016; accepted: Sep. 25th, 2016; published: Sep. 30th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This paper analyzes the overspeed problem system of electromobile based on TRIZ theory. This problem system is dissected by problem definition, ideal final result (IFR), resource analysis, nine screens analysis, causal analysis and library of scientific effects. Then the roots of contradictions are found and the improved schemes and specific designs are proposed. Finally an innovative evaluation for the schemes and designs according to TRIZ is put forward.

Keywords

TRIZ Theory, Electromobile, Overspeed, Nine Screens Method, Resource Analysis, Causal Analysis, Ideal Final Result (IFR)

基于TRIZ理论的电动车超速问题分析

李海祯, 于复生, 张国海, 张佳丽, 漆 镭

山东建筑大学机电工程学院, 山东 济南
Email: 535126477@qq.com

收稿日期: 2016年9月8日; 录用日期: 2016年9月25日; 发布日期: 2016年9月30日

摘 要

基于TRIZ理论, 对现实生活中电动车超速问题进行系统的分析。通过问题定义、最终理想解(IFR)、资

源分析、九屏幕分析法、因果分析与科学效应库等TRIZ分析手段对问题系统进行详细剖析，找到矛盾根源，并利用TRIZ发明原理针对各种技术矛盾提出改进方案与具体的设计。最后对提出的方案与设计根据TRIZ理论进行了创新性评价。

关键词

TRIZ理论，电动车，超速，九屏幕法，资源分析，因果分析，最终理想解

1. 引言

TRIZ 理论是由苏联发明家根里奇·阿奇舒勒于 1946 年提出的一套具有完善理论体系的创新方法。它提供了分析工程问题所需要的方法，包括矛盾分析、功能分析、资源分析和物场分析等，同时还提供了相应的问题求解工具，包括技术矛盾创新原理、物理矛盾分离原理、科学原理知识库和发明问题标准解法等[1]-[3]。电动车在城市交通中起着重要的作用，越来越多的人使用电动车作为代步工具。它具有：速度快、操作方便、能源清洁、绿色环保以及价格低等优点。速度快是人们选择电动车的因素之一，但速度快同时又是一把双刃剑。由于电动车的加速很快，驾驶者很容易在不知情的情况下将车速加到 40 km/h 甚至 60 km/h 以上，易造成交通事故。本文将运用 TRIZ 理论，对如何抑制电动车在驾驶者不知情的情况下超速的问题展开研究。

2. 问题分析

2.1. 最终理想解(IFR)

本文要实现的最终目的是电动车的超速能被驾驶员察觉，其理想解可以为：电动车可设定最高速度，不会长时间超速，或电动车的超速能被知晓或被抑制。在该问题系统中，存在三个达到理想解的障碍：当前电动车无速度设定装置、无速度测量装置和无超速报警装置。由于在本问题中，电动车因驾驶员需超车等短期的超速是允许的，有意识的高速也是允许的，但无意识的加速或长时间的高速是不允许的。因此，本文将最终理想解定义为：电动车可超速报警或根据不同情况自动调速。

2.2. 资源分析

最终理想解定义后，进一步分析该技术系统的资源，希望能够充分利用系统中的资源，逐步实现上述理想解。针对本技术系统中的“人-电动车-车速”的组成结构，表 1 分析了该系统构成的内部资源、外部资源、场资源、功能资源、差动资源、时间资源、信息资源等[4] [5]。

确定了本系统中的所有资源后，为了进一步理清各技术系统之间的关系，现将控制器作为当前系统进行九屏幕分析，以便进一步对电动车超速这个问题进行多时段、多层次、多方面的分析，进一步拓宽分析界面，发散思维角度，增加决策信息，为下一步改善有问题的技术系统、实现发明创新提供信息参考。图 1 为该系统的九屏幕分析图。

从子系统、技术系统和超系统的角度来分析，图 1 给出了解决问题的一些方案。在图中：

1.利用子系统资源，可能的解决方案有：

- 1) 将现行的调速把手改为可限位调速把手，通过旋转角度的限位来控制速度的上升；
- 2) 采用数字式手把，不同级别速度之间手把按钮不同；

2.利用超系统资源，可能的解决方案有：

- 1) 采用转速适中的电机；

Table 1. Resources classification of overspeed problem of electrombile
表 1. 电动车超速问题资源分类

资源类别	资源名称
内部资源	调速手把、控制器、电池、电机、车轮、车架；手、眼、耳；
外部资源	风阻、路面、行人、信号灯；
差动资源	车速差值、转速差值、驾驶员反应时间与刹车时间之间的差值；
直接利用资源	手把、控制器、电机、车轮、车架；手、耳、眼；
信息资源	电机转速、车轮转速、电动车速度、路况；
场资源	机械场、电场、风场、时间场；
功能资源	手把操控性、电机驱动性、车轮滚动性、刹车制动性、风阻、喇叭音响；视力、听力；
空间资源	路面、与障碍物或阻挡物间的距离

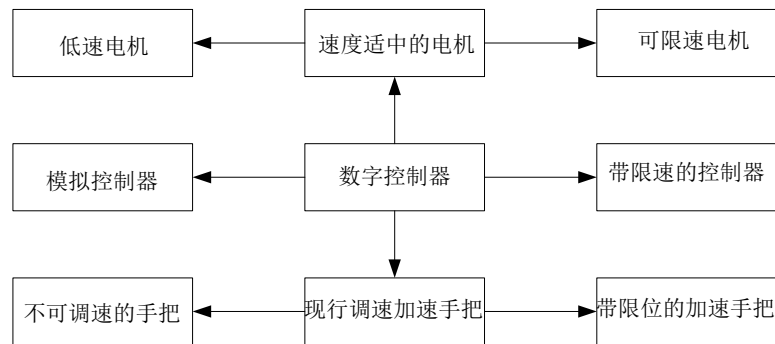


Figure 1. The nine screens analysis based on the controller
图 1. 基于控制器为技术系统的九屏幕图

2) 短时可加速，长时间可自动限速的电机；

3. 从系统未来发展的角度，可能的解决方案有：车轮自动限速，手把能够限位，控制器进行长时间限速。

2.3. 因果分析

在针对电动车超速问题进行分析之后，下面利用因果分析法，来逐级分析电动车超速问题的根源。电动车系统超速的因果分析树如图 2 所示。

根据上面的因果链分析示意图可以看出：驾驶员对电车车速控制不到位，易造成电车超速的原因是由四方面所致：一是由于电动车的加速过程时间短，提速快；二是因为驾驶员在行车过程中不注意，精神懈怠导致的；三是因为电动车的加速过程及不同速度下噪声差别小，驾驶员很难意识到加速的程度；四是由于传统的电动车上不具备超速报警的设备。

其中，造成电动车加速快的原因有两方面：一是由于车轮的转速较快；二是由于电车的质量较轻导致的。而车轮的转速较快是因为驱动电机的转速快所致的。电动车的质量较轻是因为电动车通常采用比较轻的材料制作的；造成“加速过程噪声小而使驾驶员很难察觉到到加速程度”的有两方面原因：一是由于电动车的运行机构本身噪声较小；二是因为电动车采用电机驱动，电机本身具有噪声小的优点；最后，传统的电动车不具备超速报警装置是由于目前市场上还未开发此类产品。通过因果分析，对整个系统所产生问题的原因有了深入的了解，也为接下来新方案的提出提供了依据。

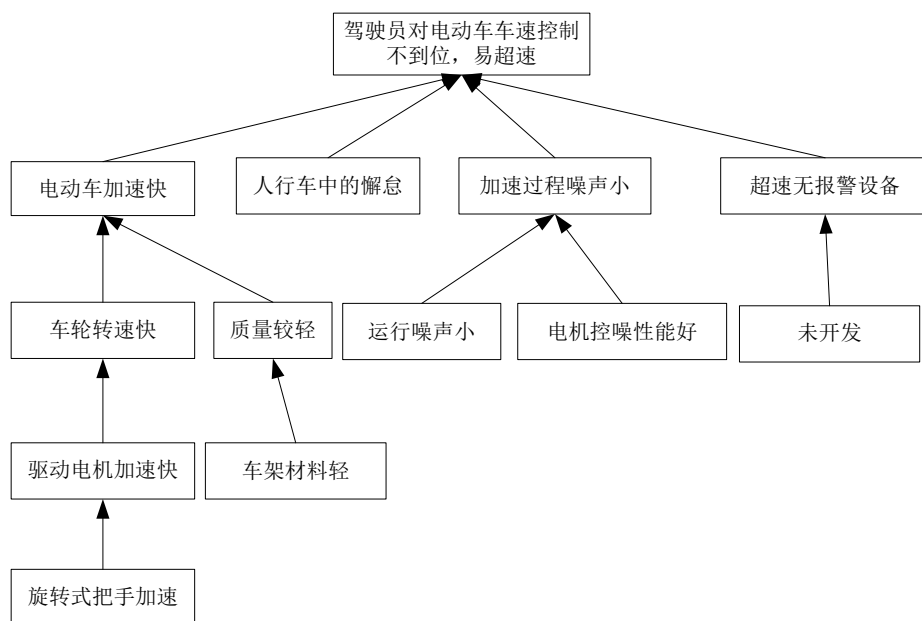


Figure 2. The causal chain analysis diagram of overspeed problem of electromobile
图 2. 电动车超速问题因果链分析示意图

3. 提出方案

3.1. 方案整理

针对本问题，重点在于速度的控制和测量，表 2 的科学效应库给出了可以测量速度的效应列表[6]。

通过以上效应，为本问题的解决方案提供了方向性的指导。针对最终理想解：电动车可超速报警或根据不同情况自动调速，提出如下几个方案：

- 1) 在车轮上安装离心力超速报警器检测超速情况；
- 2) 在车轮上安装转速检测器检测超速情况；
- 3) 检测电机通过的电流大小从而测定转速；
- 4) 运用加速度计测量电动车加速度；
- 5) 利用电磁感应原理测量电动车轮的转速；
- 6) 通过测量电动车轮胎与路面的挤压力来确定电动车的时速；
- 7) 通过测量电动车转向时的惯性力来检测电动车的速度；
- 8) 在车架安装光电对射管，测量车轮转速；
- 9) 控制器根据传感器测得的速度进行自动调速；
- 10) 将车把手的调速器设计为带有限位装置，从而起到限速作用；
- 11) 在车把手上安装指纹识别装置，电动车可以根据不同驾驶员来调节不同的速度；
- 12) 将调速把手设计为数字按键式的，不同的按键对应不同的车速。

3.2. 方案分析

下面就方案 1 进行设计。图 3 为本方案 1 的一种设计图。

本设计的特点在于，应用离心力原理，当电动车的速度越高时，磁铁块受到的离心力就越大，因而穿在导杆上的磁铁块有克服拉簧的拉力向外飞出的动作，当速度达到一定值时，离开原位的磁铁块将在

车轮的旋转中靠近安装在车叉上的干簧管，从而使干簧管电路导通，给触发音乐芯片一个触发信号，尽管含簧管电路接通的时间很短，但该电路已经给触发音乐芯片发出了一个触发信号脉冲，触发音乐芯片收到触发脉冲信号后，向喇叭发出一个长为 3 秒的声音，以提示骑车者速度过快，需要尽快将车速降下来；当车速降下来后，磁铁块受的离心力减小，将会向原位方向移动，从而离开干簧管的触发位置，干簧管电路便无法再次接通，从而触发音乐芯片一次触发的声音播完后不再播新的声音段，从而起到提示骑车人注意速度的目的。

3.3. 创意评价

对于提出的设计，以 TRIZ 理论的标准对其进行创新性评价，表 3 为本设计创新评价表[7]。

Table 2. Effects table about measuring speed

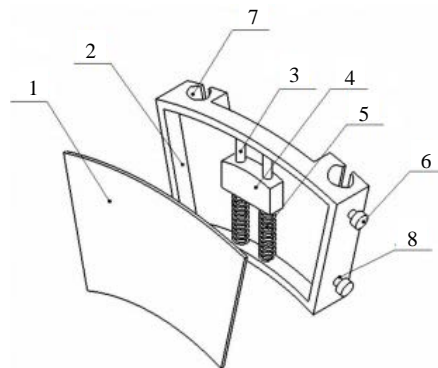
表 2. 有关测量速度的效应表

属性参数	效应库
27.Speed 测量速度	加速度计、气动弹性颤振、弹道摆、巴涅特效应、伯努利效应、电容、动量守恒、科宾诺效应、科里奥利力、电晕放电、多普勒效应、多恩效应、阻力(阻尼)、回声波、涡流、电水动力学、电磁感应、霍尔效应、铰链、卡门涡流街、激光多普勒测速像测速仪、洛伦兹力、磁流体动力效应、微机电系统、莫尔效应、粒子图料、雷达、后向反射器、萨尼亚克效应、阴影、声雷达、声波风速计、声音、摄影、压电式加速计、声音、频闪效应、热致变色、飞行时间、摩擦电效应、涡轮机、超声波、传动比、文丘里效应、水轮机、磨损、韦根效应

Table 3. Resources classification of overspeed problem of electrombile

表 3. 电动车超速问题资源分类

指标	与现有技术系统的比较结果
1、技术系统原有的有害特征是否已消除？	是的，电动车超速已具备报警提示。
2、有用特征是否得到保留？是否产生了某些新的有用特征？	是的，充分利用了电动车车轮的圆周性与转动性等特征，运用离心力原理进行设计方案。产生了电动车超速报警的新特征。
3、是否出现了新的有害特征？	是的，给电车增加了一定重量，车轮的平衡性下降。
4、系统是否变得更加复杂？	是的，添加了新的测速装置与报警装置。
5、原问题中核心矛盾是否得到了解决？	是的，电动车超速无报警这一矛盾得以解决。
6、以往被人们忽略的闲置易得资源是否得到了巧妙应用？	是。车轮的圆周性与转动性，离心力原理等得到了有效应用。
7、其他指标：易于操作，可推广性强	是。设备制造成本对于大部分企业易接受



1. 上盖 2. 底座 3. 导杆 4. 磁铁块 5. 拉簧 6. 安装螺钉 7. 轮辐安装孔 8. 螺孔

Figure 3. An overspeed alarm for electrombile

图 3. 一种电动车超速报警器

4. 小结

针对电动车易在驾驶者不知情的情况下超速的问题, 本文进行详细的描述, 分析了其最终理想解, 进行了资源分析, 建立了以控制器和车轮为技术系统的九屏幕模型, 绘制了电动车超速问题的因果分析链。在此基础上, 提出了解决电动车超速问题的 12 条方案, 并提出了基于方案 1 的一种设计, 最后对该设计进行了基于 TRIZ 理论的创新性创意评价。

基金项目

山东省高等学校科研计划项目(J14LB05); 山东建筑大学博士科研基金项目(XNBS1014)。

参考文献 (References)

- [1] 杨清亮. TRIZ 理论全接触[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 5-7.
- [2] 高常青, 陈伟, 密善民, 杨波. 基于 TRIZ 的技术预测方法研究与应用[J]. 机械设计, 2014, 31(8): 1-5.
- [3] 付敏, 范德林, 李锐. 基于 TRIZ 和 AD 的集成创新设计模型及其应用[J]. 机械设计, 2014(3): 10-14.
- [4] 卢希美, 张付英, 张青青. 基于 TRIZ 理论和功能分析的产品创新设计[J]. 机械设计与制造, 2010(12): 255-257.
- [5] 张付英, 张林静, 王平. 基于 TRIZ 进化理论的产品创新设计[J]. 农业机械学报, 2008, 39(2): 116-119.
- [6] 赵敏, 张武成, 王冠殊. TRIZ 进阶及实战[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 248-252.
- [7] 罗以洪, 邵云飞. 基于混合多属性决策的 TRIZ 集成创新方法评价[J]. 纺织学报, 2014, 35(2): 29-33.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: met@hanspub.org