数据驱动型决策研究框架与应用
——以电动汽车领域为例*

张英杰[1]，张旭明[2]，彭洁[1]
（1. 中国科学技术信息研究所，北京 100038；2. 北京中汽虹图汽车技术开发有限公司，北京 100038）

摘要：伴随着数据密集型科学的发展与成熟，决策也出现了非线性、去中心化、自下而上、群体智慧等方面的新动向。通过梳理数据驱动型决策的基础理论，综述国内外研究进展，介绍其主要应用领域，最后从决策框架角度出发，针对电动汽车产业发展情况，总结面向决策导向型的电动汽车多源多维数据整合时，在整合范围、时效和展示方面的特点，提出了面向电动汽车的数据驱动型决策框架，并结合两个电动汽车领域的决策实践，介绍了其具体应用。

关键词：电动汽车；数据驱动型决策；决策框架；决策实践
中图分类号：F407.471；C934
DOI：10.3772/j.issn.1673—2286.2014.12.007

1 背景

近几年来，科技发展环境正在发生变革，数据密集型科学初露端倪，而科研范式的转变最终反映为人们思维模式和决策模式的转变。区别于此前专家、精英、权威主导的战略决策，数据驱动型决策通过综合利用各类开源和内部的数据，可为决策者提供基于不同情景的应对策略，从而提升决策者的风险管控和应对能力。一个非线性、去中心化、自下而上、发现群体智慧的决策模式正在逐步成型[1]。

2 数据驱动型决策的国内外进展

我们正面临一个大数据的时代。在过往的小数据时代，人类对事物的判断多数基于直觉、经验和臆想，偏见随处可见。当信息爆炸积累到量变引发质变的阶段，大数据将把数学算法运用到海量数据上，以此来修正人类的偏见和直觉，并预测未来。从依靠自身作判断作决策，发展到依靠数据作决定并获得竞争优势，这个转变是大数据的最大贡献，这将引发巨大的管理变革。

2.1 数据驱动型决策基本理论与方法

决策是人类文明社会发展中无时无刻不存在的一种社会现象。“理性主义决策”与“渐进主义决策”是决策理论中的两种根源性模型。针对两种模型的不足，1967年，阿米泰•埃泽奥尼教授（Amitai Etzioni）在《混合扫描理论：决策的第三种方法》中提出了混合扫描决策模型（Mixed Scanning）[2]。它一方面要求进行多角度探视，观察全部空间，了解事物全貌，同时根据多角度探视中的线索，能够深入细微的局部，发现个性特征。这正是混合扫描的优势所在，既有宏观的战略

* 本研究得到国家科技支撑计划课题“电动汽车专题数据库建设”（编号：2013BAG06B02）、“电动汽车技术预测及决策支持应用示范”（编号：2013BAG06B04）以及中国科学技术信息研究所预研课题“基于混合扫描决策模型的科研立项决策框架研究”（编号：YY-201412）资助。

方向和视野，也有微观执行中的重点和改进。迈入大数据时代，围绕决策问题，对数据进行采集、存储、分析利用，支撑决策业务实践与完善的数据驱动型决策正在蔚然成风。它要求决策者不能仅仅靠经验、直觉，还需要关注决策活动的内外部数据，通过数据融合与分析，了解决策环境全貌，指导决策活动。正如戴明（W. Edwards Deming）所言："除了上帝，其他任何人都必须用数据说话。"[3]

在政府投资方向方面，美国国防部围绕大数据服务决策，重点开展了"数据到决策"的计算技术和软件工具研究，以分析那些与动态推理和推理机制相连的海量数据（包括表格等半结构化数据和文本等非结构化数据）；自动化"数据到决策"研究，使之能够识别趋势、适应现实世界的条件，并可不依赖于人类的干预而在复杂的动态环境中成功运行[4]。

在学术与商业方面，Foster Provost和Tom Fawcett认为数据驱动型决策是基于数据分析，而非单纯依靠直觉的决策实践[5]。Ivy Wigmore则将数据驱动型决策视为一种商业治理方法，认为决策应该有基于经过校验数据的支持。伴随着数据激增和市场竞争的压力，数据驱动型方法在企业正变得日益普及。数据驱动型决策常被用以获取竞争优势。麻省理工数字商务中心的研究表明，采用数据驱动型决策的机构与其他机构相比，生产率要高4%，利润率要高6%[6]。耶鲁大学法学院教授埃蒂斯表示，"要实施数据驱动的决策方法，我们不仅要使用新的技术，还要改变目前的决策过程。一旦打破这些障碍，我们将从中获益：政府将更有效率、更加开放、更加负责，引导政府前进的将是基于实证的事实，而不是意识形态，也不是利益集团在政府决策过程中施加的影响。"[7]

在国内，中科院王飞跃在分析了当前的知识生产方式和科技决策支撑环境后，提出需要面向大数据和开源信息，基于ACP的科研决策支撑服务；贺德方提出了事实型数据是科技情报研究工作的基础，一直倡导"重视事实型数据支持，提升科技决策质量"，比如可以在科技预测以及战略制定、项目立项、机构与人员选择、技术转移、科技计划和项目评估的过程中，分析事实型数据如何支撑面向创新的科技政策研究。具体在科研项目立项方面，提出可以对项目研究进展的知识产权态势进行客观评价，通过对文献、专利等事实型数据的分析来帮助创新主体甄别项目领域内的关键科学问题、技术发展形态、亟须发展的关键技术点、研发陷阱，确定技术研发路线以及把握项目知识产权化预期可达成性和阶段性目标的可行性等[8]。贺德方[9]、张旭[10]等围绕事实性数据进行实证研究，展示基于事实型数据的科技评价与预测方法的研究思路及过程。冷伏海等人从影响未来科技创新演化的互动因素出发，在现有科技演化计量分析方法的基础上，引入循证决策的方法，探索从科学数据资源和各类型文献资源中提取面向科技决策的证据基础，构建支持科研决策的创新演化循证分析理论与方法[11]。

2.2 数据驱动型决策的应用领域

如今，数据驱动型决策广泛应用于教育领域、医疗诊断、企业经营和政府公共管理等方面。

在教育辅助决策方面，数据驱动型决策是教育行业中教师、校长和官员对数据（包括输入、过程、输出和满意度数据）进行系统性收集、分析、检查和推理，促进教育决策实践和政策完善的一种决策方式。2001年美国颁布的《不让一个孩子落后法案》要求使用数据改进学校成绩，这极大地促进了数据在教育行业的应用[12]。它也是2009年《美国复兴与再投资法案》的四大支柱之一，该法案要求联邦官员在政策制定过程中，要寻求数据和证据支持。相关概念可追溯到1978年，Gage提到教学当中有科学、艺术，同样在决策过程中也需要严谨和实验，诸如可通过数据了解哪些学生在阅读方面比较吃力，哪个方面的指导将会满足哪部分学生的学习需求[13-14]。

在医学诊疗决策方面，主要体现为循证医学（Evidence Based Medicine，EBM），它提倡将临床医师个人的临床实践和经验与客观的科学研究证据结合起来，将最正确的诊断、最安全有效的治疗和最精确的预后估计服务于每位具体患者。Myonghwa Park等人将统计分析和决策树算法结合，提出了一套循证决策支持模式，用于早期抑郁症的发现[15]；Gert van Valkenhoef等利用开源的ADDIS系统，整合医学数据/证据，开展半自动的元分析、网络分析和收益-风险分析，并将所有结果都可视化[16]。Carolyn等则提倡在医学实践中要整合全球的证据，开展本地化应用。数据驱动型决策模式带给医学诊疗的最大改进是促进了诊疗的透明、可复制性[17]。

在政府公共决策方面，2005年，美国总统科技顾问约翰•马伯格首次提出了"科学政策学"的概念，即通过科学、严谨的方法帮助政策制订者更好地评价国家科技的发展，更好地分析推动科技发展的因素以及对可能产

生的结果作出判断[18]。2008年，美国出台了一份名为“科学政策学：联邦研究路线图”的报告[19]。报告指出，虽然许多联邦部门有自己的研究团队，但相关数据的采集和分析杂乱而缺乏系统性，用于决策判定的数据基础很缺乏。为此，美国科学基金会正在努力建立一个以事实型数据资源为基础的科技战略研究工作平台，发展及改进应用在科技政策决策过程中的模型、分析工具、数据和方法等，从而使政策制定者和研究人员可以客观地观察和衡量科研和创新活动[20]。2013年，阿联酋政府发布了“通过在政府中实施数据驱动型决策获得卓越影响力”的报告，分析了在数据驱动型决策与阿拉伯世界的相关性及其在公共领域管理中的应用[21]。

综上所述，伴随着大数据时代的到来，数据驱动型决策在上述相关领域已经取得较为广泛的应用。在科技管理领域，多应用在科技预测以及战略制定方面，相关理论基础、决策方法和决策者框架方面涉及较少。

3 数据驱动型决策框架

3.1 数据驱动型决策框架的最新进展

从数据驱动型决策框架的实践案例来看，目前Mu Sigma作为世界最大的决策科学与分析公司，在实施数据驱动型决策中，规划了确定商业目标、分析设计与数据筛选、数据质量分析等八个步骤，以实现从数据工程、数据科学再到决策科学的过程，如图1所示[22]。Nick Charney在基于事实的政策制定过程中，提出了面向联邦政府、州和区县的数据驱动型决策概念框架，包含了从数据类型、信息、指导性知识到决策类型的一个闭环框架[23]。Ken McLaughlin则将数据驱动型决策分为三类：战略、战术和操作性决策，并提出了开展数据驱动型决策的六个步骤，包括设定目标、模型备选、确认需求数据、收集组织数据、分析数据和执行[24]。在菲尼克斯医学院教学实践中，则将数据驱动型决策分为包括评估、收集、分析、改进、计划、实施六个环节，如图2所示[25]。

LinkedIn自2011年商业数据分析部成立以来，已经在公司各内部环节实现了数据驱动的自动快速的商业决策，并通过不断创造自动化工具，将金字塔型的框架变为菱形结构，然后又变为球形结构，形成决策闭环框架，决策周期从三个月提升到了一分钟，具体如图3所示[26]。

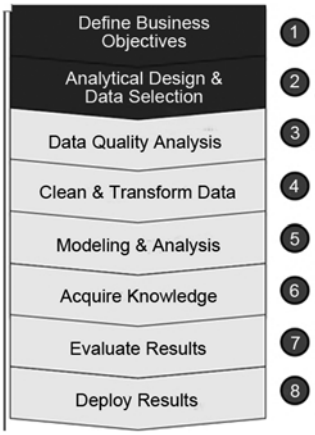

图1 Mu Sigma数据决策型框架

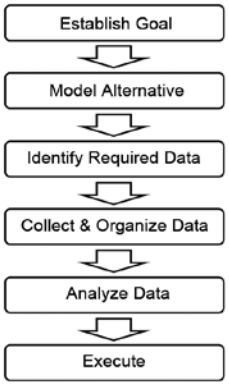

图2 Ken McLaughlin数据驱动型决策六步框架

图3 LinkedIn数据驱动型决策框架演变

3.2 面向电动汽车的数据驱动型决策框架

3.2.1 决策导向型的电动汽车多源多维数据整合

决策导向型数据库是面向管理决策主题的，其整合范围更广、类型更为多样、数据的混杂性较为突出；在数据时效性上要求更为及时、时间跨度更长；在决策响应上，突出了以快捷、简单、丰富和直观的形式，将查询报表、统计分析、多维联机分析和数据发掘的结论展现到决策者面前。在电动汽车技术研发和产业化推进过程中，

积累了大量的数据，这些数据分散在不同的产业环节，具有链条长、范围广、种类多、集成难度大等特点。为此，我们结合电动汽车产业链条[27]，从研发与标准制定、生成制造、销售服务、售后服务、能源服务等环节对多种类型的、来自不同来源的数据进行了整合，如图4所示。

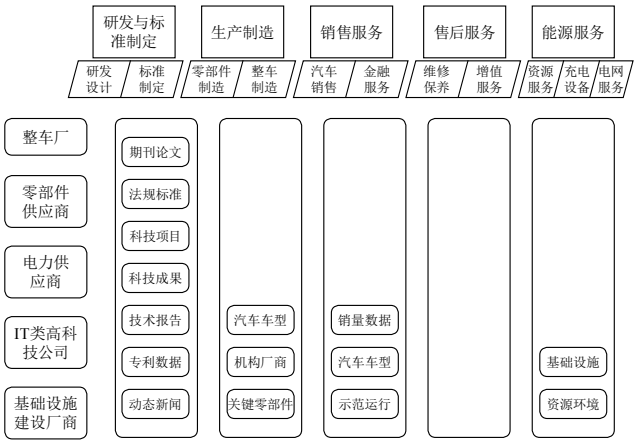

图4 电动汽车多源多维数据整合示意图

3.2.2 面向电动汽车的数据驱动型决策框架

通过分析电动汽车产业链条的决策现状，我们发现“业务专家”作为主要的决策咨询主体扮演着非常重要的角色，在这类传统决策行为中，决策方式更多地依靠决策专家的业务经验，而同时，我们也发现在电动汽车产业中，各个厂商也正在悄然发生着改变，如通过互联网采集各类电动汽车论坛对电动汽车的评价，以此来改进现有车型，确定未来的产品研发方向。

在互联网经济蓬勃发展的时代，数据正在成为驱动这种转型的重要动力，它已渗透至各个行业，正在成为核心资产和创新驱动力。因此，拥有数据的“普通大众”在未来将拥有更多的决策影响力，从“业务经验驱动”向“数据量化驱动”转型也将日益显现，主动的“事先预测”，防控风险与不测，进一步弥补“事后诸葛”的不足，将成为未来决策的发展趋势。

电动汽车具有由于产业链条长、涉及主体多，产业发展尚不成熟等特征[28]，因此围绕电动汽车的决策更需要汇集多渠道信息，通过整合内外部的电动汽车数据，针对不同主题、不同类型、不同阶段的数据进行管理，打破数据分散、重叠等桎梏，形成一个全面、实时的决策信息视图，并以决策图表、决策简报、专业决策工具等形式，为产业内的决策者提供多种形式的服务，使得决策行为更透明、更可信。图5为电动汽车数据驱动型决策框图示意。

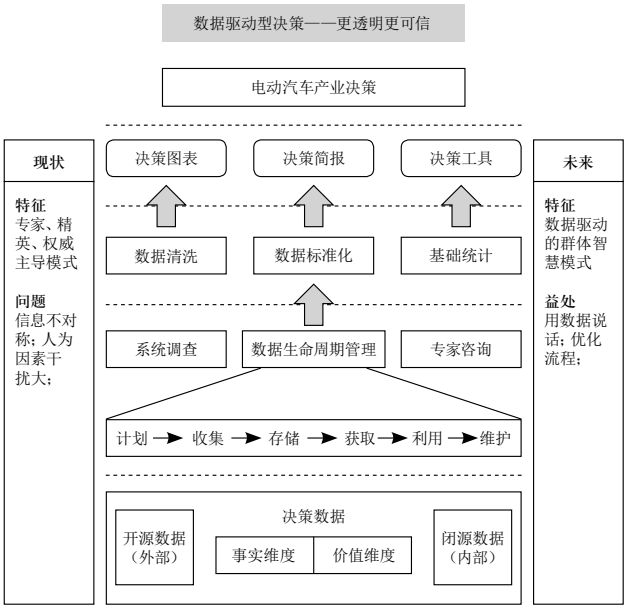

图5 电动汽车数据驱动型决策框图

4 数据驱动型决策在电动汽车工程开发决策中的实践

4.1 基于可插电式电动汽车（PEV）的纯电续驶里程的电池容量决策

对于可插电式电动汽车而言，一方面纯电里程越长，节能效果越显著；但另一方面需要装载的电池容量也越大，由于电池成本较高，长纯电里程车辆的成本就越高。因此要在PEV的纯电里程（电池容量）与实际需求之间取得平衡。纯电里程的确定需要参考大量的出行数据，以满足大多数日均出行需要。

如美国进行的全国家庭出行调查(National Household Travel Survey，NHTS）收集了大量的出行数据[29]，数据表明，40英里（64公里）可以满足50%的日均出行需求。清华大学也进行了类似的出行调研[30]，34公里就可以满足50%的日均出行需要。这表明：不同地区，如本例中美国和中国，日均行驶里程不同，从而满足同样比例的出行需求所需要的纯电里程也不相同，在中国纯电里程可以更短，从而装载的电池可以更少，成本可以更低。通过对比中美两国出行里程的不同，我们可以发现不同的出行情况，从而对纯电动汽车电池

容量的设计提供基础性决策参考。

4.2 利用数据进行电动汽车相关政策决策实践

目前，围绕着插电式混合动力汽车（PHEV）是否应列入北京新能源汽车目录存在着许多争论。正方认为PHEV应该列入目录，因为PHEV的纯电里程可以减少汽油消费；反方则认为目前由于充电基础设施缺失，PHEV更多是燃油发动机在工作，节能减排的效果不显著。因此争论的核心其实是插电式混合动力汽车纯大多数的行驶里程是用电还是用油。

要回答这个问题，需要对现有的PHEV用户进行调查，以检验实际使用中PHEV纯电里程以及燃油里程各占多少。车联网技术的应用为车辆行驶状态数据的采集提供了极大的便利。美国通用汽车根据对上千辆车辆实际运行的远程监测，发现截止至2014年12月30日，某型号增程式电动汽车2172万英里的运行数据显示，72%的里程是用电。这就很好地回答了是否有必要将混合动力汽车纳入政策支持目录的问题。

表1 某型号增程式电动汽车行驶里程表

总行驶里程（英里）	纯电行驶里程（英里）	纯电里程占比
30,168,424.79	21,721,726.23	72.0%

来源：http://www.voltstats.net/，截止至2014年12月30日4:37:14AM的数据。

因此，如果政策制定者拥有这方面的数据，或者说注意到这方面的数据，就可以明确PHEV的实际运行效果，政策也就有了足够的数据支撑，更具有针对性。

5 结论

总之，伴随着大数据时代的到来，数据作为重要的核心资产，正在成为驱动决策转型的重要动力，而传统的“精英、专家型”决策模式，正在结合来自“普通大众”的智慧，为各行各业提供了全新的服务模式。

电动汽车作为一个链条长、主体多、发展尚不成熟的产业，其作为新兴产业发展的同时，离不开大规模、高质量的数据整合，要想在未来赢得发展先机，获取市场收益，基于数据的决策能力无疑将是产业决策层需要拥有的核心能力之一。本文基于电动汽车产业发展现状，提出了数据驱动型决策框架，并结合两个实践案例，介绍了如何通过数据引导决策，提供决策参考，从实践角度分析了数据驱动型决策在电动汽车产业发展决策中的可行性，探索数据驱动型决策在产业决策中的理论基点、步骤方法和决策者框架策略。

当然，我们在强调数据驱动型决策的同时，并不是否定专家的经验，以及专家在决策中的作用，而是想通过各类数据整合工具，强调大数据时代如何更聪明地决策，通过全息数据的获取，弥补专家型决策的不足，从而使决策行为更透明、更可信。

参考文献

[1] Data-informed decision-making [EB/OL]. [2014-10-10]. http://en.wikipedia.org/wiki/Data-informed_decision-making.

[2] 刘文婧.混合扫描决策模型:理论与方法[J].理论界,2014,(1):176-179.

[3] DEMING W E. [EB/OL]. [2014-10-10]. http://en.wikipedia.org/wiki/W._Edwards_Deming.

[4] 唐川,张娟,徐婧,等.大数据研究国际发展态势分析[M].2014国际科学前沿报告,2014:306.

[5] PROVOST F, FAWCETT T. Data science and its relationship to big data and data-driven decision making [J]. Big Data, 2013, 1(1): 51-59.

[6] data-driven decision management (DDDM) [EB/OL]. [2014-10-10]. http://whatis.techtarget.com/definition/data-driven-decision-management-DDDM.

[7] 决胜大数据[EB/OL]. [2014-10-10]. http://news.xinhuanet.com/finance/2013-07/26/c_125066639_2.htm.

[8] 王飞跃.知识产生方式和科技决策支撑的重大变革:面向大数据和开源信息的科技态势解析与决策服务[J].中国科学院院刊,2012,(5):527-537.

[9] 贺德方.事实型数据:科技情报研究工作的基石[J].情报学报,2010,29(5):771-776.

[10] 张旭,佟贺丰,傅俊英,等.基于事实型数据的科技评价与预测方法研究:以DNA测序技术为例[J].情报学报,2011,30(9):911-915.

[11] 冷伏海,王建芳.科技创新演化循证分析理论与方法研究论纲[J].图书情报工作,2009,53(6):21-23.

[12] Data-driven decision making in K-12 schools [EB/OL]. [2014-10-10]. http://www.technology-alliance.com/pubspols/dddm/dddm.html.

[13] Using Data to Influence Classroom Decisions [EB/OL]. [2014-10-10]. www2.ed.gov/teachers/nclbguide/datadriven.pdf.

[14] INGRAM D, SEASHORE L K, SCHROEDER R. Accountability policies and teacher decision making: Barriers to the use of data to improve practice [J]. The Teachers College Record, 2004, 106(6): 1258-1287.

[15] PARK M, SON C S, KIM S K. An evidence based Decision Support Model to Discover the Characteristics of the Elderly with Depression [J]. IST 2013, ASTL, 2013, 23: 222-226.

[16] VAN VALKENHOEF G, TERVONEN T, ZWINKELS T, et al. ADDIS: a decision support system for evidence-based medicine [J]. Decision Support Systems, 2013, 55(2): 459-475.

[17] CLANCY C M, CRONIN K. Evidence-Based Decision Making: Global Evidence, Local Decisions [J]. Health Affairs, 2005, 24(1): 151-162.

[18] LANE J, FEALING K, MARBURGER III J, et al. The science of science policy: A Handbook [M]. Stanford University press, 2011.

[19] The science of science policy roadmap - The White House [EB/OL]. [2014-08-29]. http://www.whitehouse.gov/files/documents/ostp/NSTC%20Reports/39924_PDF%20Proof.pdf.

[20] 程如烟.美国发展科学政策学的举措及对我国的启示[J].全球科技经济瞭望,2012,27(3):36-40.

[21] Big Data Transforms Decision-Making for Middle East Businesses [EB/OL]. [2014-08-29]. http://www.cisco.com/web/ME/about/news/2014/090314.html.

[22] Mu Sigma, one of the world's largest Decision Sciences and analytics firms, helps companies institutionalize data-driven decision making and harness Big Data [EB/OL]. [2014-10-10]. http://www.mu-sigma.com/analytics/aboutus/who-we-are.html.

[23] Achieving Excellence via Data Driven Decision Making in Government [EB/OL]. [2014-10-10]. http://www.thegovernment-summit.ae/media/1105/achieving_excellence_via_data-driven_decision_making_in_government_eng.pdf.

[24] The Six Steps of Data-Driven Decision Making [EB/OL]. [2014-10-10]. http://data-to-decisions.com/post/2012/08/15/The-Six-Steps-of-Data-Driven-Decision-Making.aspx#.UyDX7bLs4Rs.

[25] The College of Medicine - Phoenix uses the following data driven decision making model to evaluate its programs [EB/OL]. [2014-10-10]. http://phoenixmed.arizona.edu/students/assessment/evaluation.

[26] Linkedin如何用大数据变现[EB/OL]. [2014-10-10]. http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MTQzNzU2NA==&mid=202208767&idx=1&sn=be408804c267830c761612fa09f3cd97&3rd=MzA3MDU4NTYzMw==&scene=6#rd.

[27] 马钧,周碧云.电动汽车产业链模式的研究[J].上海汽车, 2012,(11):2-6.

[28] 柳文灿,杨帆,孔德洋,等.电动汽车产业数据库建设初探[J].中国科技资源导刊,2014,(4):25-30.

[29] Andrew Burke, Bryan Jungers, Christopher Yang, et al. “Battery Electric Vehicles: An Assessment of the Technology and Factors Influencing Market Readiness”. Advanced Energy Pathways (AEP) Project, Task 4.1 Technology Assessments of Vehicle Fuels and Technologies, Public Interest Energy Research (PIER) Program, California Energy Commission, June 2007.

[30] Cong Hou, Hewu Wang, Minggao Ouyang. “Survey of daily vehicle travel distance and impact factors in Beijing”. [EB/OL]. [2014-12-10]http://www.tsinghua.edu.cn/publish/dae/4364/20101220102833065470806/13%20Survey%20of%20daily%20vehicle%20travel%20distance%20and%20impact%20factors%20in%20Beijing.pdf.

作者简介

张英杰，男，1979年生，博士，副研究馆员，研究方向：未来技术分析、科技信息资源管理，E-mail：zhangyj@istic.ac.cn。
张旭明，男，1972年生，北京中汽虹图汽车技术开发有限公司，研究方向：电动汽车、能源、智能交通。

Data-driven Decision Making Framework and Application in the Field of Electric Vehicles

ZHANG YingJie[1], ZHANG XuMing[2], PENG Jie[1]
(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China;
2. Beijing Bright Future Auto-industry Consulting Co, Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: With the development and maturity of data-intensive science, decision has some new trends, such as nonlinear, decentralized, from bottom to top and group wisdom. The paper summarizes the fundamental theory, the inner and outer development, main applications of data-driven decision making. From the view of decision framework, it sums up the main characteristics of decision-oriented multi-source and multi-dimensional data integration in the fields of integration scope, time-sensitive and output representation by combining with electric vehicle industry. Finally, two decision practices are introduced in the electric vehicle decision making.

Keywords: Electric vehicle; Data-driven decision making; Decision framework; Decision practice

（收稿日期：2014-12-11）