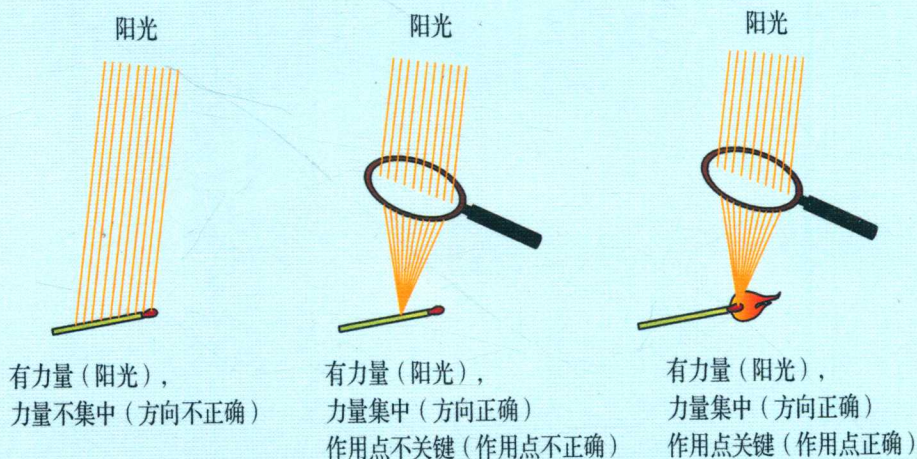


使用物理学分析管理学，让管理学从艺术变为科学！

第一性原理的思想方式是用物理学的角度看待世界，也就是说一层层拨开事物表象，看到里面的本质，再从本质一层层往上走。 ——埃隆·马斯克（Space X 和特斯拉CEO）

可以量化的管理学

高广宇◎著



可以量化的管理学

高广宇◎著



 经济日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可以量化的管理学 / 高广宇著. —北京: 经济日报出版社, 2018. 7

ISBN 978-7-5196-0403-5

I. ①可… II. ①高… III. ①物理学—应用—管理学
IV. ①C93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 156592 号

可以量化的管理学

作 者	高广宇
责任编辑	王春光
出版发行	经济日报出版社
地 址	北京市西城区白纸坊东街 2 号经济日报社综合楼 710
邮政编码	100054
电 话	010-63567683 (编辑部) 010-63538621 63567692 (发行部)
网 址	www. edpbook. com. cn
E - mail	edpbook@ sina. com
经 销	全国新华书店
印 刷	北京市金星印务有限公司
开 本	710×1000 毫米 1/16
印 张	31. 75
字 数	482 千字
版 次	2018 年 9 月第一版
印 次	2018 年 9 月第一次印刷
书 号	ISBN 978-7-5196-0403-5
定 价	98. 00 元

版权所有 盗版必究 印装有误 负责调换

可以量化的管理学

目的：成果最大化。管理学本质是广义动量的产生

基础理论：德鲁克理论 { 企业宗旨：创造顾客
企业两项职能：创新和营销

广义动量定理
 $Fat=nmV$

- 力量派 F : { 托夫勒的《权利的转移》
贝克尔的人力资本
哈默尔的核心竞争力
科特的领导力
- 方向派 a : { 西蒙的管理决策理论
波特的《竞争战略》
企业战略
- 作用点: { 聚焦理论
特劳特的定位理论
高德拉特的TOC制约理论
克里斯坦森的破坏性创新
- 时间 t : { 柳比歇夫时间管理
德鲁克时间管理
科维时间管理
番茄工作法时间管理
- 数量派 n : 工业工程 { 泰勒的作业研究
吉尔布雷斯夫妇的动作研究
- 竞质派 m : 质量管理 { 戴明的十四要点
朱兰的质量三部曲
克劳士比的零缺陷
六西格玛
- 速度派 V : { 福特流水线生产
丰田生产方式和精益生产
高德拉特的TOC制约理论

系统思考

- 彼得·圣吉的《第五项修炼》
- 负反馈 { 德鲁克的目标管理与自我控制
西蒙的组织均衡
戴明的PDCA循环
稻盛和夫的阿米巴经营
- 正反馈 { 马太效应
比尔·盖茨的正反馈战略
巴菲特的滚雪球理论
乔布斯的平台理论
索罗斯的反身理论
- 分析：企业家精神、价格、成本和利润的分析等

影响：基于正义基础上的自利可以使物质财富最大化

此书出版过程中，首先要感谢家人对我研究管理学的支持和理解，然后要感谢秋水伊人创始人姚虞坚的慷慨资助，没有他的资助，这本书不可能如此顺利的出版。

谨以此书献给所有喜欢管理学的人，希望大家可以学会使用物理学的思维分析管理学，从而以更少的精力和时间产生更大的成果。

前言一 为什么可以使用物理学分析管理学?

为什么可以使用物理学分析管理学呢?这是一个根本性的问题。如果可以_{使用物理学分析管理学},那么管理学将变得更简单,更加合乎逻辑,也会让管理学从艺术变为科学。由于物理学的实证性和完善性,使用物理学分析管理学,可以更快、更准确地到达管理学的本质,减少学习的精力成本和时间成本,从而可以指导管理学快速增加成果。

埃隆·马斯克使用物理学的方式来看待世界,在管理学中取得了巨大的成功。埃隆·马斯克是全球最大支付系统 Paypal 创始人,颠覆了传统汽车概念的电动汽车特斯拉 CEO,他还创立了实现人类太空商业旅行的 Space X,个人屋顶光伏电站 Solarcity,从旧金山到洛杉矶只需要半个小时的 Hyperloop 超级高铁。这其中任何一项技术的成熟并规模化,都将改变地球,改变人类的生活。一个人挑战这么多新技术,取得了让人难以企及的成功,所以他也被称为钢铁侠的原型。

埃隆·马斯克之所以可以在商业上取得如此巨大的成功,是因为他的方法论,也就是使用物理学的角度看待世界,他将这种方法称为第一性原理。埃隆·马斯克说:“第一性原理的思想方式是用物理学的角度看待世界,也就是说一层层拨开事物表象,看到里面的本质,再从本质一层层往上走。”

第一性原理这个概念最早是由亚里士多德提出,他在书中对第一性原理是这样表述的:“在每一系统的探索中,存在第一性原理,是一个最基本的命题或假设,不能被省略或删除,也不能被违反。”从这段话中,我们可以了解到,这里的第一性原理相当于数学里面的公理。

第一性原理思维强调事实和少量假设,从问题的最本质出发,进行推理思考。运用第一性原理思考问题,强调在基本事实的基础上探究问题的本源,不被过去的经验知识所干扰。

让我们进一步看看马斯克是如何描述第一性原理的，他在一次公开访谈中说道：“我们运用‘第一性原理思维’而不是‘比较思维’去思考问题是非常重要的。我们在生活中总是倾向于比较——别人已经做过了或者正在做这件事情，我们就也去做。这样的结果是只能产生细小的迭代发展。‘第一性原理思维’的思考方式是用物理学的角度看待世界的方法，也就是说一层层剥开事物的表象，看到里面的本质，然后再从本质一层层往上走。这要消耗大量的脑力。”

马斯克举了以下这个例子：“在特斯拉早期研制电动汽车的时候，我们遇到了电池高成本的难题。当时储能电池的价格是 600 美元/千瓦时，因为它过去就是这么贵，它未来也不可能变得更便宜。那么我们从第一性原理角度进行思考：电池组到底是由什么材料组成的？这些电池原料的市场价格是多少？电池的组成包括碳、镍、铝和一些聚合物。如果我们从伦敦金属交易所购买这些原材料然后组合成电池，需要多少钱？天哪，你会发现只要 80 美元/千瓦时。”

马斯克并没有按照别人认为的情况接受电池的高价，而是从最本质出发，研究电池都是由什么材料组成，再推算这些原材料加在一起的价格，从而得到了电池的最低价格，通过这样的方式，电池的价格被大幅度降低，使电动车的商业化成为可能。别人考虑问题的出发点是这件事没人成功过，所以我也不能成功。但是马斯克的想法是，如果这件事在物理层面行得通，那么我为什么做不成？

使用物理学的角度去看待世界，可以透过重重的迷雾，最快速的看到事物的本质，而不会被事物的表象所欺骗。马斯克说：“物理学的基础理论是最有用的。物理学的思维框架是迄今为止最有用的框架。”有人问马斯克：“你相信命运和宗教吗？”马斯克毫不犹豫的摇了摇头，说：“不，我只相信物理学。”

伯克希尔公司副主席查理·芒格也深受物理学思维方式的影响，在过去的 45 年里，他和巴菲特联手创造了有史以来最优秀的投资纪录——伯克希尔公司股票账面价值以年均 20.3% 的复合收益率创造投资神话，每股股票价格从 19 美元升至 84 487 美元。

《查理·芒格传》写道：“当时芒格开始接触物理学，他说：‘它真是让我大开眼界。’虽然芒格只修了入门课，但解决问题的物理学方法却在他的脑海中留下了永久的烙印。‘永远用最基本的方法去寻找答案——这是一个

伟大的传统，也为这个世界节省了很多时间，当然所有的问题都很艰深，你必须学会做到勤奋刻苦，我一直很喜欢这字眼，因为对我而言，这意味着你得坐下来，直到问题解决。’芒格说如果他是在经营整个世界，他聘用的任何人都要学习物理，只是因为物理学教会一个人如何思考。芒格坦承，‘我没想过要当专业或业余的科学家，但我对科学有非常深入的领悟，并且发现这些方法在科学领域之外仍大有用武之地。’芒格从物理学家身上学到，寻求最简单、最直接的答案来解决问题，最简单的方式总是最好的方式。”

马斯克和芒格在商业上创造了一个又一个的奇迹，而他们的方法就是使用物理学的角度看待世界。使用物理学分析管理学，可以最简单直接地得到管理学本质，并且可以通过物理学的方法指导管理学如何快速地产生和增加成果。

我也是使用物理学的角度来分析世界，其基本方法为广义动量定理 $F \Delta t = \Delta MV$ 和系统思考两大分析方法。广义动量定理是物理学动量定理的扩展，用来分析如何产生和增加成果，其本质是力在时间上的积累效应。系统思考来源于控制理论，它用来分析系统，分析各种因素之间的相互影响。

为什么可以使用广义动量定理来分析管理学、经济学和军事学呢？

在物理学中，有牛顿三大定律，这是物理学的“第一性原理”。第一定律说明了力的含义：力是改变物体运动状态的唯一原因；第二定律指出了力的作用效果；第三定律揭示出力的本质：力是物体间的相互作用。

牛顿第一定律：任何物体都保持静止或匀速直线运动的状态，直到受到其他物体的作用力迫使它改变这种状态为止。

说明：物体的这种性质称为惯性，所以牛顿第一定律也称为惯性定律。物体都有维持静止和做匀速直线运动的趋势，没有外力，它的运动状态不会改变，即力是改变物体运动状态的唯一原因。物体除了运动状态，还有形变，物理学中也陈述力对形变的影响：力是改变物体形变的唯一原因。所以就得到了：力是改变物体状态（运动和形变）的唯一原因。从这里可以看到，所有物体状态的改变都是由力引起，因此物体状态的改变就都可以通过力来解释。

在管理学、经济学和军事学中存在着各种变化，比如企业产出速度的增加，销售量的提高，战斗的胜利等，这些变化都是由力引起的，并且力是引起这些变化的唯一原因，那么管理学、经济学和军事学的各种理论和

现象就都可以使用力学进行分析。

牛顿第二定律：物体的加速度与物体所受的合外力成正比，与物体的质量成反比，加速度的方向与合外力的方向相同。

第二定律定量描述了力作用的效果，定量地量度了物体的惯性大小。物理学的动量定理是第二定律的推论，其本质是力在时间上的积累效应。广义动量定理是物理学动量定理的扩展，将动量定理应用到其他领域。从第二定律还可以得到，合外力决定力的作用效果，而合外力=动力-阻力。广义动量定理为管理学的量化提供了基础。

广义动量定理的本质是力在时间上的积累效应，就是随着时间的变化，力产生了什么成果。比如随着时间的变化，工厂产出数量 n 的增加。广义动量定理将力和时间两大要素引入分析，从而使管理学、经济学和军事学具备了动态的分析基础。

合外力决定成果也可以用于管理学、经济学和军事学中。比如在金融家索罗斯的反身理论中，主流趋势决定了股票的走向。一些人会看多一只股票，然后对这只股票进行购买；另一些人会看空这只股票，而将自己的这只股票卖出。买入导致股票的需求量增加，股票的价格会上升；卖出导致股票的需求量减少，股票的价格会下降。买入股票是这只股票价格上升的动力，卖出股票是价格上升的阻力，而一些人买入，一些人卖出，当他们相互抵消，剩下的就是索罗斯所说的主流趋势，即合外力，也就是这个合外力决定的股票的价格走向。

在经济学中，科斯定理的本质也是合外力决定成果。产权是资源配置的动力，交易费用是资源配置的阻力，二者的合外力为产权-交易费用，而成果就是指资源配置的结果。比如科斯定理第一条是这样论述的：“在交易费用为零的情况下，不管权利如何进行初始配置，当事人之间的谈判都会导致资源配置的帕雷托最优。”当交易费用为零时，合外力就等于产权，而这个产权赋予谁，合外力大小不变，所以资源的配置结果不变，都是帕累托最优。

牛顿第三定律：两个物体之间的作用力和反作用力，在同一条直线上，大小相等，方向相反。

说明：要改变一个物体的运动状态，必须有其他物体和它相互作用。物体之间的相互作用是通过力体现的。并且指出力的作用是相互的，有作用力必有反作用力。在均衡（即不变）的情况下，两种作用力的大小相等，

方向相反。比如在马歇尔的均衡价格论中,供给方和需求方的共同作用使得价格均衡,供给方和需求方的力量大小相等,方向相反,从而使得价格均衡不变。

既然可以使用广义动量定理来分析各种管理学、经济学和军事学问题,那么为什么还需要系统思考呢?

因为力学不容易处理多种因素的相互影响。比如一个国家向某个几千里之外的小岛发射一枚导弹,无论你将导弹的动力、风力、空气的摩擦阻力等力量计算的如何准确,导弹也不能命中那个小岛。因为现实中,风力和空气的摩擦阻力等都是随时、随机变化的,没有人可以进行精确的计算,所以也就不可能使导弹按照力学的计算轨迹准确地击中小岛。

那么如何才能解决这个问题呢?系统思考的负反馈给出了解决的方法。它给导弹设定的目标就是击中那个小岛,然后在导弹的飞行过程中,不断的测量小岛和导弹之间的方向偏差,随时纠正这个偏差。比如发现导弹的方向向东偏离了小岛,那么它就向西调整自己的方向;如果导弹的方向向西偏离了小岛,那么就向东调整自己的方向,通过不断的调整自己的方向,就像司机调整自己的方向盘一样,最终击中小岛。系统思考除了负反馈模型,还有正反馈模型。负反馈系统通过目标与实际值之间的偏差来控制自己的输出,其中偏差=目标-反馈,当偏差为0时,即实际值和目标值相等时停止输出,它是一个趋于稳定的系统。正反馈系统通过目标与实际值之间的和来控制自己的输出,导致系统的输出不断增加,正反馈是趋于增强的系统。

使用物理学分析管理学、经济学和军事学的方法是我看了几千本书后受到启发而找到的通用分析方法。

我最开始研究的是军事学,包括兰切斯特法则和世界十大兵书。兰切斯特法则包含两个法则,分别为第一法则,远距离作战时:战斗力=武器性能×兵力数,即 $E = mv$ 。第二法则,近距离作战时:战斗力=武器性能×兵力数的平方,即 $E = mv^2$ 。我为兰切斯特法则建立了一个递归的模型,当将其结果推到极限时,递归模型获得的结果和兰切斯特法则计算的结果完全相同。而兰切斯特第一法则的表达形式和动量定理 $Ft = \Delta mv$ 很像,第二法则的表达形式和动能定理 $Fs = 1/2mv^2$ 很像。经过多次计算和思考,我发现兰切斯特第一法则的本质是动量定理,描述的是恒力在时间上的作用结果;而第二法则的本质是动能定理,描述的是合力 F 在空间 s 上的积累效果。军

事家、政治家拿破仑·波拿巴说：“军队的力量与力学中的动力相似，是质量与速度的乘积。快速的行军，能够提高军队的士气，足以增加取胜的机会。”拿破仑也说军事的力量是质量和速度的乘积，这和动量定理右边的表达式相同。后来我看了日本经营四圣之一稻盛和夫的很多书，他创立了两家世界五百强：京瓷和KDDI；并于78岁时临危受命，在短短一年时间内就挽救了亚洲最大的航空公司，并且创造了日航60年来最高的盈利记录。稻盛和夫在《活法》中写道：“人生·工作的结果=思维方式×热情×能力。总之，人生或工作的结果是由这三个要素用‘乘法’算出的乘积，绝不是‘加法’。”

稻盛和夫的结果方程式和动量定理的形式是一样的，动量定理为 $Ft = \Delta mv$ ，右边的动量增量对应于人生·工作的结果，均表示积累效果，左边力的方向对应于思维方式，时间 t 对应于热情，力 F 对应于能力。

伟大的物理学家阿尔伯特·爱因斯坦说：“我已经发现了成功的公式。我可以把这公式的秘密告诉你，那就是 $A = X + Y + Z$ ！ A 就是成功， X 就是正确的方法， Y 是努力工作， Z 是少说废话！”通过分析，我们会发现 X 、 Y 和 Z 三个要素需要同时满足，才能得到成功 A ，所以 X 、 Y 和 Z 是相乘的关系，它和动量定理表达的形式也是相同的。动量定理为 $Ft = \Delta mv$ ，右边的动量增量对应于成功 A ，力的方向对应于正确的方向 X ，力 F 对应于努力工作 Y ，时间 t 对应于少说废话 Z ，少说废话才能有更多的时间用于工作。

至此，我发现动量定理不仅存在于物理学，也存在于军事学和管理学。著名的物理学家、军事学家和企业家已经在不知不觉中将动量定理应用于军事学和管理学中，并且取得了巨大的成功。由于物理学中对于力的定义均是物理学的力，如重力和阻力等，和其他领域的力的含义不同。另外物理学的动量定理中，力是矢量，包含了大小、方向和作用点三个要素，在军事学、管理学和经济学中为了使用方便，我将力分解为3个变量，分别为力的大小 F 、方向 α 和作用点，而动量增量变为 MV ，其中 M 是数量 n 和质量 m 的乘积。广义动量定理在受到这些名人理论的启发应运而生，其表达式为 $F\alpha t = MV$ ，成果（广义质量 $M \times$ 广义速度 V ）= 力量 $F \times$ 方向 $\alpha \times$ 时间 t ，其本质是力在时间上的积累效应。未来学家阿尔文·托夫勒说人类的力量有三个终极来源，分别为暴力（包括武力和体力）、财富和知识。暴力对应着农业时代，财富对应着工业时代，知识对应着信息时代。那么就可以使用力学来分析人类的各种行为，以及力产生的各种影响。在我发现广义动

量定理可以用来分析各种军事学和管理学理论后，我想它应该也适合分析经济学，因为军事学的核心力量是暴力，管理学的核心力量是财富，而经济学的核心力量是知识，那么就应该可以使用物理学的力学来分析经济学，于是我出版了《可以量化的经济学》，使用广义动量定理和系统思考分析经济学的各种理论和现象。

除了广义动量定理，另外一种基础分析方法是系统思考，它来源于我的大学专业控制理论，也受到了彼得·圣吉的《第五项修炼》的启发。彼得·圣吉将系统动力学引入管理学，写了管理学巨著《第五项修炼》，对管理学产生的重大的影响。由于我自己的专业，彼得·圣吉和我读的其他书的影响，我发现系统思考的负反馈和正反馈可以用来分析各种军事学、管理学和经济学理论。系统思考适合分析系统，分析各种因素之间的相互影响。

比如现代管理学的创始人彼得·德鲁克说：“目标管理的最大好处就在于：管理者能因此而控制自己的绩效。自我控制意味着更明确的工作动机：要追求最好的表现，制定更高的绩效目标和更宏伟的愿景，而不只是达标而已。……目标管理的主要贡献在于：它能够使我们用自我控制的管理方式来代替强制式的管理。……为了控制自己的绩效水平，管理者除了要了解自己的目标外，还必须有能力通过目标的实现与否，衡量自己的绩效和成果。……每位管理者都应该拥有评估自己绩效水平所需的信息，而且应该及早获取这些信息，以便能做出必要的修正，并达到预定的目标。”

目标管理和自我控制的本质就是系统思考的负反馈模型。目标管理是管理者努力产生想要的成果，然后通过反馈获取自己成果的信息，与目标进行比较来调整自己的行为，并达到预定的目标。目标与结果比较，然后以偏差修正行为的方式是系统思考的负反馈。

世界有三大生产理论，包括流水线生产、精益生产（包括 TPS）和 TOC 制约理论。这三大生产理论的主要目标都是加快系统的流动速度，其实现方法都是负反馈模型。三大生产理论分别通过控制目标缓冲的方式，来实现系统的稳定性、快速性和准确性的控制目标。

经济学家阿尔弗雷德·马歇尔的均衡价格论的本质也是负反馈模型。

对于正反馈，也有很多理论的本质是正反馈模型。在圣经《新约·马太福音》写到：“因为凡有的，还要加给他，叫他有余；没有的，连他所有的也要夺过来。”这被称为马太效应，马太效应是一种正反馈现象，这一次

的成功（输出）会增加此人的某种能力（输入），从而使下一次成功的可能性增大，而下一次的成功又会促进再下一次的 success，从而使此人的成功越来越大。

微软创始人比尔·盖茨在其著作《未来之路》中写到：“事实标准常常通过经济机制在市场上发生演变，这种经济机制与推动商业成功的正向螺旋的概念十分相似，它使一个成功推动另一个成功，这一概念叫做正反馈，它说明事实标准之所以常常出现在人们寻求兼容性的时候的原因。”所以，比尔·盖茨使用正反馈模型打败竞争对手，使得微软的操作系统成为行业标准，而他自己也多次蝉联世界首富。

几乎所有的稳定系统都有一个负反馈控制系统，否则它不可能稳定的运行。德鲁克的目标管理与自我控制、西蒙的组织均衡、戴明的 PDCA 循环、稻盛和夫的阿米巴经营、福特的流水线生产、大野耐一的丰田生产方式、沃麦克的精益生产和高德拉特的 TOC 制约理论的本质都是负反馈模型。圣经里的马太效应、比尔·盖茨的正反馈、巴菲特的滚雪球理论、乔布斯的平台理论和索罗斯的反身理论都是正反馈模型。

著名物理学家牛顿说：“如果说我比别人看得更远些，那是因为我站在巨人的肩上。”牛顿在伽利略等前人的研究基础上创立了牛顿力学，成为一代科学巨匠。TOC 制约理论的创始人站在流水线生产和丰田生产方式的基础上，创立了 TOC 制约理论，并且在《站在巨人的肩膀上》一文中，详细论述了这三大生产理论之间的关系、核心原则和区别等，是一篇非常重要的生产理论文章。牛顿和高德拉特的成功诠释了这样一个道理：只有站在巨人的肩上，才可能成为巨人。

我所创立的广义动量定理并不是我自己凭空想出来的，首先有了物理学动量定理这样一个基础的存在，其次是受到各位成功人士的方法论影响，他们的方法论和动量定理很像，我总结和深化了他们的方法论，站在他们的肩膀上才创立的广义动量定理。

系统思考的来源则相对简单些，在我的专业中，有《自动控制原理》这门课程，其中最基础的模型就是负反馈和正反馈模型。所以系统思考的方法并不需要向广义动量定理那样去创立，可以直接拿来使用。

通过站在巨人的肩膀上，我总结了前人的成功理论，深化而创立广义动量定理，并将力学分析引入军事学、管理学和经济学等学科。在分析系统时，各种因素的相互影响使用力学分析太过于复杂，而转用系统思考的

方法进行分析，这样就形成了广义动量定理和系统思考两大基础分析方法。

几乎每一个学科都存在着一个类似“第一性原理”的基础理论，在管理学中，由于彼得·德鲁克创立了现代管理学，所以将德鲁克的理论作为管理学的基础派。

在广义动量定理中，它包含了力的大小 F 、方向 α 、作用点、数量 n 、质量 m 和速度 V ，根据这 7 要素，可以将管理学划分为力量派 F 、方向派 α 、作用点派、时间派 t 、数量派 n 、质量派 m 和速度派 V 。在系统思考中，包含负反馈和正反馈两种模型，可以将管理学划分为负反馈派和正反馈派。

这样就形成了管理学十大理论学派：基础派、力量派 F 、方向派 α 、作用点派、时间派 t 、数量派 n 、质量派 m 、速度派 V 、负反馈派和正反馈派。

广义动量定理和系统思考是两大基础分析方法，不仅可以用来分析管理学、经济学和军事学，还可以应用于其他学科。

使用物理学分析管理学、经济学和军事学，透过层层迷雾，可以快速地到达其本质。这就像没有牛顿力学之前，人们对事物的分析全凭经验和猜想，有了牛顿力学之后，分析是基于逻辑的，既简单又明确。

前言二 埃隆·马斯克 ——用物理学思维改变世界

埃隆·马斯克用物理学思维改变着世界。他是全球最大的支付系统 PayPal 的创始人，通过物理学的正反馈效应使得 PayPal 的用户以指数的速度增长，最终以 15 亿美元卖给了 eBay。他是电动汽车特斯拉的 CEO，颠覆了传统汽车，以物理学思维大幅降低了电池成本，为电动车商业化奠定了基础，创造了媲美超跑速度的电动汽车。他是太空探索技术公司 Space X 的 CEO，以“把人类送上火星”作为公司的目标，使用物理学思维核算火箭成本，要以 1/10 的价格制造火箭，从而减少太空旅行成本。他是屋顶光伏电站 Solarcity 的董事会主席，该公司发展家用光伏发电项目，为客户提供太阳能发电服务。马斯克还提出了超级高铁项目，Hyperloop 超级高铁未来可能达到 1 200 公里/小时的速度。其中任何一项技术成熟并规模化都将改变地球，改变人类的生活方式。马斯克以物理学的思维创造着一个又一个的奇迹，也被称为现实版的钢铁侠。

一个人在一个领域成功可能是偶然的，但是马斯克可以在多个高端领域成功，那么必然有着成功的方法，本文将使用《可以量化的管理学》中的两种基本的物理学方法分析埃隆·马斯克的成功，这两种方法分别为广义动量定理和系统思考。

埃隆·马斯克方法论是使用物理学的角度看待世界，他将这种方法称为第一性原理。埃隆·马斯克说：“第一性原理的思想方式是用物理学的角度看待世界，也就是说一层层拨开事物表象，看到里面的本质，再从本质一层层往上走。”

在研发电动汽车时，开始电池的价格很高，这样就很难将电动汽车商业化。马斯克使用第一性原理，分析电池由什么组成来推算电池的极限价格，从而使得电池价格大幅度降低，为电动汽车的商业化奠定了基础。

由于电池的设备太重，所以必须从材质入手减轻车身重量。马斯克要

求工程师们用铝来代替钢。但是，当时整个北美地区能生产铝车身板材的汽车制造厂屈指可数。铝材在巨大的压力机下容易拉伸变形，从而形成像妊娠纹一样凹凸不平的表面，导致上色不均。面对巨大的操作困境，团队屡次劝说马斯克放弃这个想法。

为什么要用质量轻的铝代替钢呢？因为特斯拉要的是高速度的超级跑车，如果跑车的百公里加速太慢，那么这个超跑就不是“超跑”。从动量定理 $Ft = \Delta mv$ 角度来说，百公里的速度 v 为 100 公里/小时，那么要想加速时间 t 变短，通过公式 $t = \Delta mv / F$ 可知，增加汽车动力 F 或减少汽车质量 m 都可以减少百公里加速的时间 t 。所以使用质量轻的铝来代替质量重的钢，可以有效减少汽车整体质量，从而使得汽车的百公里加速时间变短。物理学为马斯克指出了优化特斯拉超跑的正确方向，即使研发团队屡次劝说放弃，但马斯克不为所动，毫不妥协。他说：“我知道我们一定能够做到，只是花多少时间和精力的问题。”最后的结果证明他是对的。他永远要求同事们去考虑“实现路径”，而不是争论“是否可行”。特斯拉创造了百公里加速性能优越的超跑 Roadster，如图 0-1 所示。



图 0-1 特斯拉跑车 Roadster

得益于铝车身带来的整车质量的降低，甚至于量产的中型轿车 MODEL S 的百公里加速也只需 2.7 秒，而一般中型轿车的百公里加速都需要 8 秒以上，MODEL S 的加速时间是这些中型轿车望尘莫及的，甚至超越了很多超级跑车。

没有物理学的指导，马斯克可能就会放弃铝制车身的想法，因为从比较的思维来看，大家都认为做不到，但是物理学为马斯克提供了正确的方

向和信心，只要不违反物理学，那么就能做到，只是需要更多的时间和精力。从广义动量定理 $Fat = MV$ 的角度说，增加时间 t 和力量 F 都可以增加成果 MV 。马斯克认为只要一种想法不违反物理学，那么通过增加时间和力量就能做到。

马斯克为什么创立 Space X 呢？他说道：“我们之所以没去火星，不是不想去，而是认为没有能力去。大家有意愿去，都觉得没有成功的可能，于是就放弃了。所以我决心创立一家公司，减少太空旅行的成本，同时改进火箭技术，因为火箭技术自 60 年代以来根本没取得什么进展。从某种意义上说，情况变得更糟，因为将物质送入轨道需要花费的成本更高。所以，这就是我创立 Space X 的初衷，不过在公司刚创立的时候，我觉得公司的存活几率只有 10%。”马斯克想要降低旅行成本，改进火箭技术，并且将人类送上火星。所以尽管“把人类送上火星”的言论给人愚不可及的感觉，但却赋予马斯克的 Space X 一句独特的战斗口号。

对于马斯克来说，即使火箭技术上可以将人类送上火星，但如果成本难以承受，那也是不能实际推广的。所以降低火箭发射成本成为了马斯克需要重点解决的问题。那么马斯克如何使用物理学思维来降低火箭成本呢？马斯克通过他的第一性原理，从最基础的材料开始推算，得到火箭的成本只需要之前的 $1/10$ ，并且通过重复利用火箭，甚至可以将火箭发射成本降低到之前的 $1/100$ 。

马斯克说道：“火箭到底应该花费多少才合理？可以看看过去的火箭造价，然后就以此作为现在火箭的造价，还是看一下火箭的组成材料？你可以确定铝、钛、铬镍铁合金、碳纤维等元素的重量，把它们堆成一堆放在房间里，然后像变魔术一样把它们变成你想要的物理形状，就可以确定实物的最低造价。问题在于如何将这此元素变成你想要的形状，如果你真能够这么干，你就会发觉原材料的成本对于确定火箭用完就扔还是重复利用作用很小，只占总价的百分之几。所以，关键在于如何高效地重新组合这些原材料，变成你想要的形状。”

马斯克说道：“火箭关键在于重复利用。在这里用第一原理分析就很有意义了。如果用仿照先例的话，我们可以看看前人在重复使用方面的努力，比如太空梭或俄罗斯暴风雪计划，这些重复使用的努力并未降低太空飞行的成本，反而增加了成本。关于太空飞行的成本，太空梭的预算大约是 40 亿美元/年，每年一般飞四次，所以每艘太空梭的成本大约就是 10 亿美元/