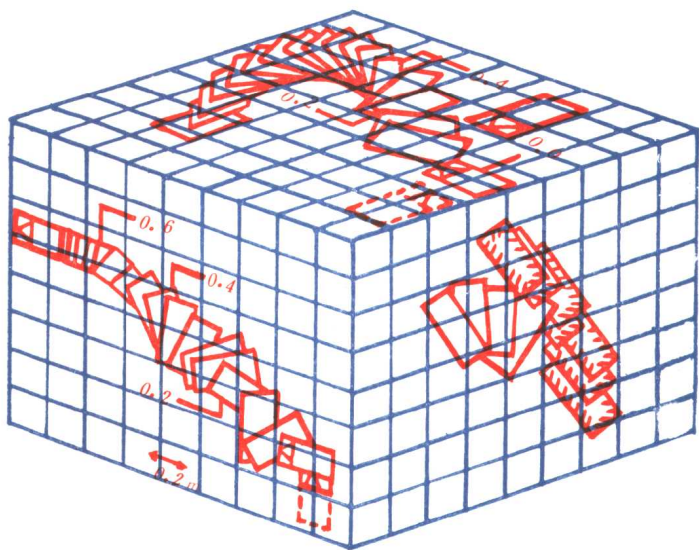


汽车事故工程

● [日] 江守一郎 著

● 刘 晞 柏 译



● 人民交通出版社

QICHE SHIGU GONGCHENG

汽车事故工程

〔日〕江守一郎 著

刘 晞 柏 译

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书论述了与汽车事故有关的理论问题，其主要内容有：交通安全与汽车事故的基本思考方法；与汽车事故有关的人体特性与车辆特性；汽车事故的力学分析，汽车事故的现场调查与记录等。在实例介绍中，对几起典型汽车事故案例进行了再现过程分析。

本书可供交通管理人员及汽车运输企业的安全技术人员阅读，也可供有关专业的师生及科研人员参考。

自動車事故工学 —事故再现の手法—

江守一郎 著

株式会社 技術書院

昭和49年3月25日第1版

昭和54年11月15日第4版

汽车事故工程

〔日〕江守一郎 著

刘 晞 柏 译

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：5.25 字数：110 千

1987年12月 第1版

1987年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—10,200册 定价：1.10元

前 言

汽车事故都是各不相同的。因此，不可能为分析汽车事故设计出数种模式，运用电子计算机求解答案。归根到底，在分析汽车事故时，只能对事故本身进行周密调查，从中找出解决问题的关键，除此以外，没有别的方法。

在着手分析汽车事故时，首先应当按照最普通的常识，在自己头脑中设想出事故发生的状态，即车辆的什么部位与何处发生了接触？有无二次接触？车辆是保持原样停住的，还是回转一圈后才停住的？等等，以完全脱离数学公式的方法来推断车辆和人的运动情况，并且对事故状态的这种推断，必须能对现场上留下的全部物证作出合乎情理的说明。这一阶段完全不必涉及数学。由于本书中有很多力学方面的计算公式，因而有的读者可能会产生这样的误解，即如果不进行这些计算就不能分析汽车事故，这种看法是完全不对的。也就是说，只要理解了本书中用文字表述的一般原理，任何人无须引用数学公式，就可以进行事故分析，或者自己所作事故分析不用数学公式便可以使任何人都信服。

笔者曾在许多以完整的力学计算作出的事故分析中，发现过不少明显违背普通常识之处。这就是说，计算方法本身可能很正确，但作出的事故状态分析却完全不符合该事故的实际情况。本书中的力学计算，也只能在正确地肯定了事故状态之后，作进一步详细的充实论证时才开始发挥作用。

基于上述理由，笔者深感，为了说明分析汽车事故过程

的方法，不举出具体案例是不行的。由于篇幅所限，本书只能列举几个涉及到较多基本原理的案例。如果在掌握分析汽车事故过程的要点方面，能对读者有所帮助，笔者将感到荣幸。

在事故案例原稿的写作过程中，岡田恭子女士给予多方面援助，在此深表谢意。又，本书原稿的交付时间虽然超过预定日期很多，但技术书院的各位先生仍很快接受并终于给予出版发行，在此一并表示谢意。

江守一郎

1976年秋于武藏野

译 者 的 话

随着我国公路运输事业的迅速发展,汽车的数量不断增加,行驶速度也不断提高,在这种情况下,不可避免地会发生一些汽车事故。正确地处理好汽车事故,不仅可以分清当事各方的责任,而且可以从事故中引出许多有益的教训,为以后的交通安全提供出许多宝贵的、用其他方法难以获得的资料。为了达到上述目的,首先必须科学地对事故过程进行分析,也就是根据各种证据,按照有关的科学原理,对事故发生的经过作出合乎实际的推断。鉴于目前专门论述汽车事故过程分析的书籍尚少,为此,译者将日本成蹊大学教授江守一郎所著“汽车事故工程”一书译出,供广大交通管理干部和运输企业的安全技术人员及其他有关人员在工作中学习和参考。

江守先生曾在美国加利福尼亚大学任教多年,同时从事汽车事故分析方面的研究工作,经常以事故分析专家身份出席法庭,参与汽车事故的处理(在美国,当发生了汽车事故时,由法院裁决当事者中的哪一方负主要责任)。书中所介绍的内容虽然都是美国和日本的情况,但其基本原理和方法对于我国来说还是很有价值的。为了便于各方面读者的阅读和理解,书中对于基本原理的说明多以文字表述,尽量减少数学公式。原书中有个别章节的内容与我国目前实际情况相距较远,故略去未译。

由于译者水平所限,译文中错误及不妥之处在所难免,敬请读者予以批评指正。

目 录

第一章 什么是汽车事故工程.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 交通安全问题的系统与层次.....	5
第三节 解决系统问题的思考顺序.....	7
第二章 分析汽车事故过程的目的.....	10
第三章 与事故有关的人体特性.....	12
第四章 汽车的性能.....	17
第一节 动力性能.....	17
第二节 曲线行驶特性.....	23
第三节 制动性能.....	27
3.1 发动机的制动作用	28
3.2 液压制动器的作用	29
第五章 轮胎的滑移和水膜滑溜现象.....	38
第一节 制动时轮胎的摩擦.....	38
第二节 轮胎的拖印.....	45
第三节 水膜滑溜现象的机理.....	51
第六章 汽车事故的分析.....	57
第一节 汽车事故的力学分析.....	57
第二节 汽车对墙壁或其他固定物体的碰撞.....	64
第三节 汽车对汽车的一维碰撞.....	73
3.1 正面相撞	73

3.2	追尾相撞	77
第四节	汽车与汽车的二维碰撞	83
4.1	二维碰撞力学	83
4.2	二维碰撞后汽车的运动	92
第五节	轿车与其他车辆的碰撞	100
第六节	汽车与行人相撞	104
第七节	无碰撞的汽车事故	107
第七章	事故的调查与记录	109
第一节	留在路面上的证据与车辆停止位置	110
第二节	物体的损坏	115
第三节	汽车的损坏	115
第四节	证词	117
第五节	现场照片	118
事故分析实例		121
实例 1		122
实例 2		134
实例 3		146
实例 4		154
附录 1	加速及制动时车轮负荷的变化	158
附录 2	恢复系数	159

第一章 什么是汽车事故工程

第一节 概 述

汽车事故工程，就是将我们所掌握的与汽车事故有关的知识集中起来，用以分析汽车事故产生的原因，防患汽车事故于未然，和改进汽车的设计，以使汽车在发生碰撞时能更加安全的一门学科。

首先请看图 1.1 所示日本警察厅交通局发表的交通统计资料。由图可知，虽然日本汽车的保有量每年都在增加，但

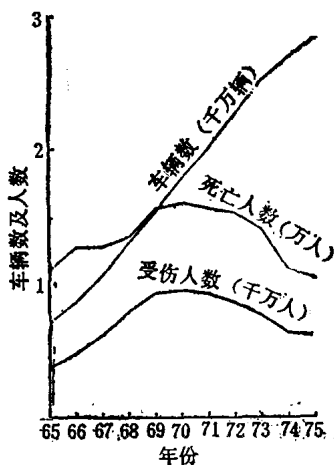


图1.1 日本汽车保有量与汽车事故伤亡人数的变化

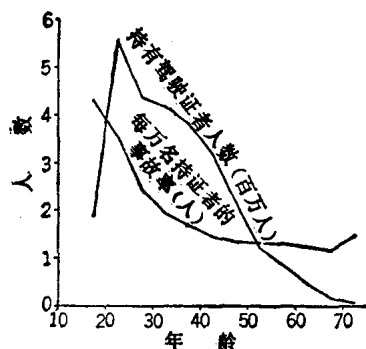


图1.2 日本持有驾驶证的人数与事故率

交通事故造成的受伤及死亡人数自1970年达到最高峰以后，却逐年降了下来。从这份统计资料中又可看出，在1975年一年中，日本全国发生的交通事故总数达47万件，有60万人受伤，1万多人死亡。由图1.2可知，20~30岁年龄层的人发生的事故占绝大多数。

为什么会发生这么多事故，造成这么多人的伤亡呢？从表面上看事故原因有驾驶员开车时旁视，酒后驾车，闯信号灯及超速行驶等等。然而，即使把上述原因全部排除，也不见得就能彻底杜绝交通事故。这是笔者在美国研究交通安全问题时的体会，如果读者看了下面介绍的事实，想必能够理解为什么交通事故是一种非常复杂的现象。

众所周知，汽车是美国最主要的交通工具。在交叉路口（此处当指无信号灯的交叉路口——译注），必须停车，确认没有行人或其他车辆之后再行通过。可是近年来，由于人们健身和消闲的需要，自行车的数量急剧增加，与此同时，自行车与汽车相撞的事故也多起来了。在进行事故调查时，很多汽车驾驶员讲，当时没有发现自行车。

在调查中，受害的骑车者证实汽车驾驶员向自己方面观察过并停了车。但是，正当骑车者准备穿越交叉路口时，汽车也开动起来，结果被车撞倒。

从上述现象可用下述理由来解释，即汽车驾驶员当时只注意观察的是行人和其他汽车。人们对于那些没有想去看的事物有时会“视而不见”，也就是虽然看到了，却仅仅是看了而已，并没有留下印象。在学校附近的区域内，由于学生们常骑自行车，在这样的场所，当然会有自行车出现。但在普通的街道上一般不会有自行车，因此，驾驶员即使看见也可能没有在意。这说明，光开车不旁视还不行，只要汽车是

由人来驾驶，就仍然存在发生事故的可能性。由此可知，研究汽车事故产生的原因，并非是一件容易的事情。

我们通常是通过各种感觉器官（视觉、听觉等五种感官）接受到信息而后边判断边驾驶。但是，信息并不是通过所有的感官来同时接受这些信息，而是分别通过各个感官依次进行接受，再加以判断的。如果同时接受信息的感官过多，就会来不及判断，或者使判断的速度变慢。例如驾驶员常有这样的体会，如果边收听广播边驾驶汽车，车速降下来就是这个原因。

然而，在行车过程中，外界传给驾驶员的信息数量却是非常多的。有交通信号、交通标志、其它车辆、自行车以及行人和动物的动态，还有那些无须看的广告牌及某些显眼的行人背影，再加上收音机的广播声等等，这些信息已足够使驾驶员的感觉器官超负荷了。在这种状态下，即使驾驶员对于出现在眼前的某些意想不到的事物没有意识到，也是可以理解的。

下面介绍一份很有意思的研究资料，从这份资料可以看出，驾驶员在行车中所遇到的各种情况究竟多到什么程度。

汽车每行驶1km，遇到约300起各种事件

这里所谓的“事件”不一定是很大的事。例如一只鸟飞过，一只狗跑过，某行人的衣裙被风吹拂飘动等，都算做是事件。这些事件不一定全都引起驾驶员的注意。

汽车每行驶1km，被驾驶员注意到的事件约为130件

对于这些被注意到的事件，不是每一件都需要驾驶员作出判断并采取相应的措施。这里所说的判断和措施，不是指什么大的明显的动作，而是指踏一下加速踏板和稍微转动一下方向盘之类的行为。从这个意义上讲：

汽车每行驶1km，遇到需要作出判断的事件约为13件

驾驶员就是这样边判断情况边驾驶汽车，有时也会判断失误。这里所说的失误，不是指严重的错误，而是指类似加速踏板踏得晚了一些，或方向盘转得稍稍过分了一些。从这个意义上讲：

汽车每行驶3km，可能有一次判断失误

行车过程中的小小失误有时会酿成严重的错误。但是，并不是一切严重错误都立刻造成事故，一般仅是出现非常危险的情况。

汽车每行驶800km，可能会遇到一次非常危险的情况

如果按一年行驶16000km计算，大约每两周半会遇到一次。在非常危险的情况下，有可能发生实际的撞车事故。

汽车每行驶10万km可能会发生一次实际的撞车事故

也就是说，大约6年发生一次。但并非所有的撞车事故都会使人员受到伤害。在大多数情况下，只是在事故中造成汽车挡泥板稍许凹陷或保险杠弯曲之类的损伤。不过，继续这样行驶下去，则可能会发生人员伤害事故。

汽车每行驶70万km，可能会发生一次伤害事故

如果按一年行驶16000km计算，则相当于44年发生一次这样的事故。但伤害事故不一定是死亡事故。

发生死亡事故的可能性，约2600万km一次

相当于在37件伤害事故中有一件死亡事故。

以上是美国的研究资料，可能与日本的统计有些不同，但我们可以由此而得到一个大的印象。在美国，一个人一生中驾驶汽车44年是极为平常的事。如果按照上述资料考虑，每37个人中就要有一个人死于汽车事故。可见，对汽车事故决不可掉以轻心。

汽车事故既然是如此重大的问题，究竟如何解决呢？对汽车事故的研究大体上可以分为事故前，事故时和事故后三个方面。汽车交通是由人、汽车和环境构成的一个复杂的人机系统，必须在上述三个方面都能使这个系统的安全机能充分发挥出来。为了评价某项措施对于交通安全是否有效，首先要定一个判别标准。一般均以减少死亡事故作为这种标准。

不过，这个标准也还存在问题。例如，有一段道路上经常发生汽车正面相撞事故。经判断，发生正面相撞的原因是上下行车道之间没有分隔带，于是设置了分隔带。这样一来，确实消灭了正面相撞事故，可是事故总次数却急剧增加了。这是因为在没有设置分隔带时，即使汽车越过了道路中心线，在大多数情况下还可以再返回原来的车道不致发生事故。而设置分隔带后，汽车碰触到分隔带上会失去控制，导致与同方向行驶的汽车发生相撞事故。

上述情况表明，设置分隔带虽减少了因正面相撞造成的死亡事故，却使伤害事故的总数增加了。如果交通安全的判别标准是减少死亡事故，无疑设置分隔带就是正确的。但考虑问题的观点如有不同，则对标准本身的评价就还有讨论的余地。虽然如此，在本书中仍然沿用一般的做法，把减少死亡事故作为判别标准。

第二节 交通安全问题的 系统与层次

上面说过，汽车事故工程的研究目的是尽量减少死亡事故，但不能把这一目的孤立起来考虑。否则，为了彻底消灭

汽车事故，尽可以在一切道路上禁止汽车通行。当然，谁也不会提出这样的建议。如果把减少事故当作唯一的目的，这未尝不是一项好建议，但我们并不这样做，因为努力提高运输效率同安全问题一样，也是非常重要的。此外，不论多么安全，运输能力多么大的交通系统，如果严重污染环境，或经济效益不高，那么从整体上看，也算不上是个好系统。

这就是说，除了交通安全以外，还存在着其他一些重要问题，我们要综合考虑这些问题，努力创造出具有高度整体效率的交通网。但是，同样不能把这一目标孤立起来，否则，为了这一目标尽可以把房屋都用推土机推倒，把城市全部改变成道路。我们所以不这样做，是因为除了交通外，人们还需要有良好的居住条件，还希望扩大休息娱乐的场所和工厂企业等。总之，只要系统大小的差别存在，在研究交通安全问题时，就必须结合其他因素综合考虑，不然就无法判断某项措施是否合理。

由上述讨论可知，具有某种目的的综合体形成一种层次结构，也就是一个个系统都被包含在另一些更大的系统之内。包含着低水平系统的系统称为“超系统”（Super-system），而被高水平系统所包含的低水平系统称为“子系统”（sub-system）。这种层次结构可以用图1.3来表示。

在讨论系统问题时，必须首先决定在哪一个水平（hierarchy）上来考虑。有些看法上的分歧，常常是因为考虑问题的水平级（hierarchical level）不一致引起的。在这种情况下，必须首先将水平级统一起来。有些人常常把在低水平上的结论，原封不动地搬到高水平上去充作结论。他们认为，在低水平上考虑问题简单，而把结论搬到高水平上去提出显得高明。这种认识是不正确的。

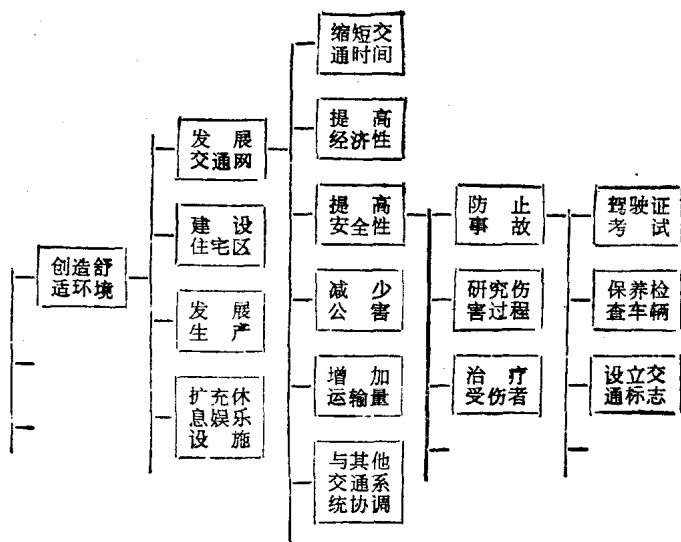


图1.3 系统的层次结构简图(以交通安全问题为例)

第三节 解决系统问题的思考顺序

如上所述，与交通有关的一切问题都应该作为系统问题来考虑。只有这样才能提出有实际意义的办法和措施，才能避免在毫无意义的调查上浪费人力，对此必须充分注意。

在研究交通安全问题时，首先需要决定应在哪一水平上进行考虑问题。即首先要确定思考的出发点，然后才能给出问题的定义。如果出发点不同，即使是对同一个问题，也可能有各种不同的解释，因而处理方法也将不同。

给出问题的定义说起来简单，实际上往往是很困难的。

如前所述，关于交通安全就可以给出各种定义，如死亡事故的减少，事故总次数的减少，以及损失金额的减少等等。这些不同的定义是由于思考问题的出发点不同而形成的。如果先把问题的水平级别明确下来，不同的意见就可能大大减少。

归纳起来，关于系统问题的思考顺序可以用图 1.4 来表示。

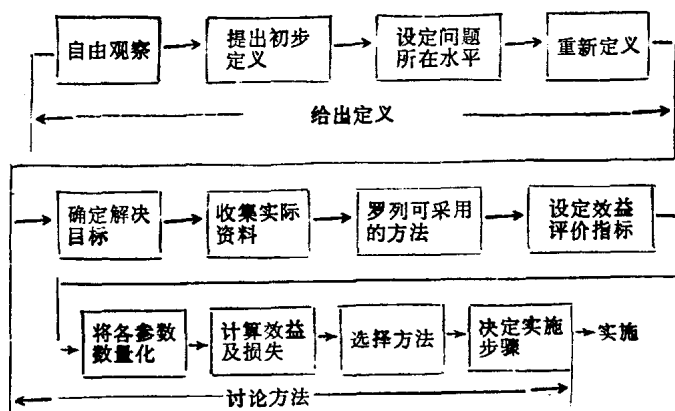


图1.4 解决系统问题的思考顺序简图

这个逻辑方框图所表示的顺序是，首先明确考虑问题的观点，然后给出问题的定义，其次是讨论解决问题的方法。不过，越是特殊领域的专家，越有不按此顺序思考的倾向。在极端情况下，有人甚至在自己专业的领域内，首先给出问题的结论，为了使自己的结论有意义，再到实践中去寻找证据。在纯理论性的学术研究中常常这样做，即越过了上述思考顺序的所有步骤而直接给出答案。这种与图 1.4 所示顺序完全相反的思考方法，用于发现新问题可能是合适的，但不

适于解决已经给出的问题。

交通安全问题与工程学、心理学、医学、数学等许多学科有关。如果这些方面的专家各持己见，都用本位主义的态度考虑问题，就难于找到协调的解决方法，这是应该注意的。