基于Heteroskedasticity Ordinal Logit模型的翻车事故严重程度影响因素分析

石小林1 罗 望2\*

（1.重庆市交通规划研究院，重庆400020；2.中南大学交通运输工程学院，长沙410075）

摘要：为厘清影响翻车事故严重程度的主要因素，引入放松方差一致性假设限制的变方差有序Logit模型(HOL, Heteroskedasticity Ordinal Logit），研究驾驶员、车辆、道路、环境与管理等四方面因素对翻车事故严重性的影响，计算各变量边际效应值并分析其对不同严重程度事故发生概率的影响。使用HOL模型对北卡罗来纳州385个翻车事故样本进行回归分析，并对比使用极大似然、HOL参数估算结果发现，引入变方差后驾驶员身体状况、性别、道路线形、管理措施、路面宽度和车辆类型等变量参数由正变负，通过Z检验找出影响翻车事故严重性的主要因素是安全带、车型、限速、路面环境、道路线形等5个因素，边际效应分析发现安全带对轻微事故并不显著，但对严重事故和恶性事故的影响较非常显著，不系安全带导致严重和恶性事故发生的可能性分别增加8.74%、17.94%，相比较其他因素其影响最大。

关键词：交通安全工程，事故严重性分析，翻车事故，HOL模型，边际效应

中图分类号：X93 文献标识码：A

Analysis of the influencing factors of the severity of rollover accidents based on Heteroskedasticity Ordinal Logit model

Xiaolin Shi, Wang Luo

Abstract: In order to clarify the main factors that affect the severity of rollover accidents, HOL (Heteroskedasticity Ordinal Logit) is introduced to relax rollovers from four aspects: driver, vehicle, road, environment and management The severity of accidents, the marginal effect of each variable is calculated and its impact on the probability of accidents with different severity is analyzed. The HOL model was used to analyze the regression analysis of 385 rollover accidents in North Carolina. Comparing with HOL parameters, the results of HOL parameter estimation showed that after the introduction of variable variance, the driver's physical condition, gender, road alignment, management measures, Width and type of vehicle variables from positive to negative, through the Z test found that the main factors affecting the severity of rollover accidents are seat belts, models, speed, road environment, road alignment and other five factors, the marginal effect analysis found that seat belts The minor accident is not significant, but the impact on serious accidents and serious accidents is very significant. The probability of not wearing seatbelts causing serious and vicious accidents increases by 8.74% and 17.94% respectively, which is the most influential factor compared with other factors.

Key words: traffic safety engineering, rollover accidents, HOL model, marginal effect

## 0引言

交通安全旨在通过规范驾驶行为、优化车辆设计与制造水平、改善道路设施条件、预防不良环境因素、提高交通管理水平等措施来预防交通事故的发生，降低交通事故严重的严重性。交通事故分析作为交通安全研究的重要内容，是把握事故规律，定制科学的交通安全措施必要前提。为降低事故伤害的严重性，提高道路的可靠性，有必要对影响交通事故严重程度的因素进行分析。

收稿日期：2023-10-15 修改日期：

作者简介：石小林，男，重庆江津人，硕士，从事交通规划、交通安全工程方面的研究.

通讯作者：罗 望，男，四川南充人，博士研究生在读，从事交通安全、智能交通等领域研究.

国内外学者对影响交通事故严重程度的因素做过诸多研究，主要集中于应用计量经济学模型、统计分析模型、事故树法、因果分析法等手段分析人的特性、车辆特征、道路条件、交通环境和交通管控等因素对事故严重程度的影响。Logistic系列模型是使用较为频繁的分析工具之一，马壮林[1]采用有序Logit模型和广义有序Logit模型分析时间、季节、地点、天气、AADT等13个因素对隧道交通事故严重程度的影响程度，他[2]还采用累积 Logistic 模型从时间、道路空间结构和交通运行环境等因素建立交通事故严重程度时空分析模型，Krull等[3]通过Logistic模型分析车辆类型、道路线型、AADT、限速和驾驶员特性因素对不同严重性事故的影响程度。由于事故严重程度可以依据财产损失、伤亡人数等划分为不同等级，使被解释变量可以按一定的顺序排列，有序选择模型恰好满足这一特性，因而被广泛使用。如胡骥[4等使用有序Logistic 模型分析驾驶员特性、安全带、道路线形等13个因素对翻车事故严重性的影响，张巍等[5]采用有序Logit 模型分析昌金高速公路183 起有伤亡交通事故影响因素。

以上研究，在使用Logistic系列模型进行回归分析时都有两个既定的假设条件：①解释变量相互独立且同分布；②误差项服从服从方差不变的Gumbel分布的假设。在解释变量满足这两个假设条件时，所进行逻辑回归分析研究能够准确揭示影响因素与事故严重程度之间的相互关系，但实际的交通事故一方面由于存在一些难以被观测、被量化的因素及测量所产生的误差等因素而引起的随机误差，另一方面由于影响因素之间存在内在的相互关联性，指示个体数据的差异性，因此事故影响因素变量之间多是相互关联且方差不一致的。因此，为建立更符合实际的交通事故分析模型，明晰各种影响因素对交通事故的影响程度，笔者将以北卡罗来纳州翻车事故为研究对象，以交通事故严重程度为被解释变量，从驾驶员属性、道路空间结构、交通管理、车辆类型和交通运行环境等角度初步选择15个解释变量，使用变方差Ordinal Logit 模型分析解释变量与交通事故严重程度之间的关系，建立影响翻车事故严重程度的分析模型，分析各影响因素的变化对交通事故严重性的影响程度，为降低交通事故严重程度奠定理论基础。

## 1变量说明

本文采用了HSIS（Highway Safety Information System）中北卡罗来纳州2010年至2015年公路上所有的翻车事故数据，数据包括事故、车辆、驾驶员以及道路等四个方面的要素。数据中将事故分为5种严重性等级，这里为了便于分析将其合并为3个类别，分别为：轻微事故，严重事故和恶性事故。其中，“恶性事故”表示事故中有人员死亡；“严重事故”表示事故中有人员受伤（重伤或轻伤，但没有死亡）；“轻微事故”表示事故中没有人员伤亡，只有财产损失。参考北卡罗莱纳州数据指导书，确定包括驾驶员、车辆、道路、环境三个类型的15个变量作为分析变量，具体如表1所示。根据所需变量的特征在数据库中进行数据整合与筛选，最终选择出385个满足要求的完整事故样本。

## 2模型描述

## 2.1模型结构

HOL模型源于计量经济学模型，在常见OL模型基础上放松了对变量方差一致性的限制[6]将潜在的、难以观测的、连续的变量映射成一个表示事故严重性的可观测有序变量，，变量通过(1)式中的与联系起来。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 如果 | (1) |

式中：表示交通事故严重程度分级点的集合，且。

交通事故严重程度观测值排序结果为，影响交通事故严重程的各种因素用表示，模型的

一般形式为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

式中：为事故严重程度影响因素观测值的向量；为影响因素对应的参数；其中为第个事故的第个影响因素的观测值；为事故样本的总数；为每一个事故的影响因素数；为随机误差项，难以观测但对事故严重程度产生影响的其他因素的总和；

有序选择模型中假设的概率密度函数，累积分布函数为， ，由(1)式和(2)式得第个事故的严重程度为的概率为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

这里是第个解释变量中对事故结果具有影响，但不可观测的随机误差项的方差。通过指数函数将其参数化以变得明确。其表达式为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |
|  |  | (5) |

式中：为第个观测对象的解释变量误差项方差的集合，表示相关参数集合；在OL模型中假设方差相同，限制。

**表1 翻车事故严重程度的影响因素和变量设置**

**Table 1 Factors and variables of rollover accident severity**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 变量类型 | 变量名称 | 变量解释 | 变量类型 | 独立变量定义/数据分布范围 | 数量/个 | 所占比例(%) |
| 事故 | 事故类型 | 事故中最严重的伤害 | 绝对值  因变量 | 1：轻微事故  2：严重事故  3：恶性事故 | 157  185  43 | 40.78%  48.05%  11.17% |
| 人 | 酒精浓度 | 驾驶员发生事故前饮酒、吸食毒品（HSIS规定0.08%BAC为判断依据） | 绝对值  自变量 | 1：饮酒或者使用毒品(>0.08%BAC)  0：未使用酒精(<0.08%BAC) | 326  59 | 84.68%  15.32% |
| 身体状况 | 当事故发生时驾驶员的身体状况 | 绝对值  自变量 | 1：处于疲劳、带病 或用药状态  0：表现正常 | 358  27 | 93%  7% |
| 性别 | 事故中驾驶员性别 | 绝对值  自变量 | 1：男性  2：女性 | 298  87 | 77.4%  22.6% |
| 年龄 | 事故中驾驶员年龄 | 绝对值  自变量 | 年龄分布/岁：17～68 | Min=17 | Max=68 |
| 安全措施 | 驾驶员所采取的安全措施，这里分析安全带 | 绝对值  自变量 | 1：未使用安全带  0：使用安全带 | 155  230 | 40.3%  59.7% |
| 车 | 车型 | 事故车辆类型 | 绝对值  自变量 | 0：摩托车  1：小客车  2: SUV  3：大货车 | 150  235 | 38.96%  61.04% |
| AADT | 事故点的年平均日交通量 | 绝对值  自变量 | 车辆数值分布/辆：60~20000 | Min=60 | Max=20000 |
| 道路 | 道路线型 | 事故发生点的道路类型 | 绝对值  自变量 | 1：曲线线型  0：直线线型 | 207  178 | 53.8%  46.2% |
| 路面宽度 | 发生事故点道路横断面总宽度 | 绝对值  自变量 | 路面宽度分布/米：4.88~14.63 | Min=4.88 | Max=14.63 |
| 路面类型 | 事故点路面建设类型 | 绝对值  自变量 | 1：砂石路面  0：沥青、柏油、砖石 | 215  170 | 55.8%  44.2% |
| 环境 | 路面环境 | 发生事故地点，道路表面环境 | 绝对值  自变量 | 1：路面结冰、雨水  0：路面干燥 | 48  337 | 12.5%  86.5% |
| 光线 | 事故发生时的光线环境 | 绝对值  自变量 | 1：黄昏、夜晚、光线相对较差  0：白天光线较好 | 261  124 | 67.8%  32.2% |
| 路段地形 | 路段的地理形态 | 绝对值  自变量 | 1：平原型  2：起伏型  3：多山型 | 89  239  58 | 23%  62%  15% |
| 管理 | 路段管理 | 事故点的交通管理控制措施 | 绝对值  自变量 | 1：信号、标志、提醒等管理措施  0：没有控制措施 | 73  312 | 19%  71% |
| 限速 | 发生事故地点的限速值 | 绝对值  自变量 | 限速分布/km/h：30~55 | Min=30 | Max=55 |

## 2.2参数估计

使用极大似然估计对各影响因素系数进行估计，对（3）式取对数似然函数的最大值得到极大似然函数 HOL模型的似然函数如下式所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (6) |

式中：是权重或其他关于第个观测对象（例如乘客）遭受伤害等级为的因素；得到参数估计值和。

## 2.3边际效应

HOL模型的边际效应相对OL模型显得较为复杂，因为解释变量不仅影响事故严重性等级而且还影响方差，HOL模型中解释变量的边际效应可以表示为（7）式[8]：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (7) |
|  |  |

式中：表示解释变量的观测值；表示解释变量观测值的平均值；表示解释变量方差的均值；表示解释变量的均值向量；表示严重性等级为时解释变量的系数；表示方差相同解释变量的系数；

由（7）式可看出：第*t*个解释变量的边际影响，不仅与其自身系数有关，而且还与它的均值及规范方差系数值有关。因此，即使极端概率的边际影响也不能通过简单的参数估计值进行推导。当解释变量仅用来解释事故严重程度，其边际效应既可简化为（8）式，这时解释变量边际影响可被简化为同方差的OL模型形式。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (8) |

## 3.模型检验

检验的必要性：首先，由于在进行回归建模前，假设解释变量与被解释变量之间存在着线性关系，对于假设的合理性需要进行检验；其次，样本数据估计的回归方程是否真正的反应解释变量与被解释变量之间的统计性规律，被解释变量的变化能否通过模型中的解释变量去解释等问题，需要进行检验；同时，回归模型的拟合效果，即用影响因素去解释受伤严重程度的变化的程度如何。因此，在对翻车事故严重性影响因素变量进行回归建模后，需对模型进行评价和检验，才能得出准确的分析结论。由于解释变量的方差、总体标准差未知，且样本容量大于30，这时一切可能的样本平均数与总体平均数的离差统计量呈Z分布，因此这里选用Z检验进行显著性检验。

Z检验[9]：主要用于检验自变量对因变量的影响统计上是否显著。假设任意参数，其中。检验统计量Z值为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (9) |

式中，是回归系数估计量的抽样分布的标准误差。

在给定显著性水平时，根绝自由度确定拒绝域的临界值，统计量的值，若或，则拒绝原假设，表明回归系数显著，即与之间存在着明显的线性关系。

## 4建立模型

目前对HOL模型进行处理的软件有LIMDEP、STATA、EVIEW，本文选用被广泛用于统计数据分析的STATA软件进行回归分析与拟合检验，经回归分析得到翻车事故严重程度影响因素分析的HOL模型及解释变量的边际影响，模型的具体参数和各个解释变量的边际效应估计值分别见表2和表3所示。

**表2 翻车事故严重程度HOL模型参数标定结果**

**Table 2 severity of rollover accidents HOL model parameters calibration results**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 变量类型 | Coef. | Std.Err. | z | P>|z| | [95% Conf. Interval] | |
| 酒精浓度 | -0.22218 | 0.250456 | -0.89 | 0.375 | -0.71306 | 0.268705 |
| 身体状况 | 0.142557 | 0.223157 | 0.64 | 0.523 | -0.29482 | 0.579936 |
| 驾驶员性别 | 0.026099 | 0.095982 | 0.27 | 0.786 | -0.16202 | 0.214219 |
| 驾驶员年龄 | 0.004453 | 0.005193 | 0.86 | 0.391 | -0.00572 | 0.014631 |
| 安全带 | 0.536941 | 0.571782 | 0.94 | 0.348 | -0.58373 | 1.657613 |
| 路面状况 | -0.3262 | 0.354075 | -0.92 | 0.357 | -1.02017 | 0.367773 |
| 光照条件 | 0.142785 | 0.157069 | 0.91 | 0.363 | -0.16506 | 0.450635 |
| 道路线形 | 0.291434 | 0.299479 | 0.97 | 0.33 | -0.29553 | 0.878402 |
| 管理措施 | 0.132306 | 0.175292 | 0.75 | 0.45 | -0.21126 | 0.475872 |
| 地形 | -0.18024 | 0.19906 | -0.91 | 0.365 | -0.57039 | 0.209913 |
| 限速 | -0.01088 | 0.015567 | -0.7 | 0.485 | -0.04139 | 0.01963 |
| 路面类型 | 0.138378 | 0.160399 | 0.86 | 0.388 | -0.176 | 0.452754 |
| AADT | -8.25E-06 | 1.55E-05 | -0.53 | 0.595 | -3.9E-05 | 2.22E-05 |
| 路面宽度 | 0.012913 | 0.01467 | 0.88 | 0.379 | -0.01584 | 0.041666 |
| 车型 | 0.014203 | 0.017544 | 0.81 | 0.418 | -0.02018 | 0.048588 |
| lnsigma |  |  |  |  |  |  |
| 酒精浓度 | 0.042 | 0.235558 | 0.18 | 0.858 | -0.41968 | 0.503685 |
| 身体状况 | -0.14624 | 0.366098 | -0.4 | 0.69 | -0.86378 | 0.571296 |
| 驾驶员性别 | -0.11808 | 0.190065 | -0.62 | 0.534 | -0.4906 | 0.254444 |
| 驾驶员年龄 | 0.003863 | 0.006391 | 0.6 | 0.546 | -0.00866 | 0.016388 |
| 安全带 | 0.368767 | 0.195671 | 1.88 | 0.019 | -0.01474 | 0.752275 |
| 路面状况 | -0.20518 | 0.263332 | -0.78 | 0.436· | -0.7213 | 0.310945 |
| 光照条件 | 0.134669 | 0.169569 | 0.79 | 0.427 | -0.19768 | 0.467017 |
| 道路线形 | -0.17208 | 0.175494 | -0.98 | 0.327 | -0.51605 | 0.171877 |
| 管理措施 | -0.21938 | 0.227841 | -0.96 | 0.336 | -0.66594 | 0.227182 |
| 地形 | 0.043619 | 0.140331 | 0.31 | 0.756 | -0.23142 | 0.318662 |
| 限速 | -0.01139 | 0.013524 | -0.84 | 0.4 | -0.03789 | 0.01512 |
| 路面类型 | 0.074097 | 0.171493 | 0.43 | 0.666 | -0.26202 | 0.410218 |
| AADT | -2.9E-05 | 4.03E-05 | -0.73 | 0.468 | -0.00011 | 4.97E-05 |
| 路面宽度 | -0.01501 | 0.029599 | -0.51 | 0.612 | -0.07302 | 0.043007 |
| 车型 | -0.02112 | 0.013908 | -1.52 | 0.129 | -0.04838 | 0.006139 |
| /cut1 | -0.15158 | 0.738233 | -0.21 | 0.837 | -1.59849 | 1.295331 |
| /cut2 | 0.998389 | 1.001201 | 1 | 0.319 | -0.96393 | 2.960707 |

## 4.1模型参数分析

表2的极大似然估计模型计算结果显示，酒精浓度、路面状况、地形、限速、AADT等因素对翻车事故的严重程度影响具有负影响，而身体状况、驾驶员性别、驾驶员年龄、是否系安全带、光照条件、道路线形、管理措施、路面类型、路面宽度、车辆类型因素对翻车事故的严重程度有正影响。这一结论与前人的研究结论存在一定的差异，前人研究表明，随着酒精浓度BAC增加，跟踪变化、速度变化和冲出道路的事件增多，随着速度感受偏差的增大，受试者驾驶速度逐渐加快，所发生事故越加严重[10]；起伏、多山等不良地形条件会加重交通事故的严重性。

表2通过引入变方差分析对极大似然估计所得回归模型进行矫正，在引入变方差后酒精浓度、地形两个解释变量对翻车事故的严重程度的影响方向发生变化，由原来的负影响变为正影响，这一变化符合实际认知，也印证了前人的研究[11]。同时，驾驶员身体状况、驾驶员性别、道路线形、管理措施、路面宽度和车辆类型等变量对翻车事故严重程度的影响方向，在引入变方差分析后由原来的正影响变为负影响，这些变化与一般认知有一定的偏差。这里对其变化进行分析如下：驾驶员身体状况，由于驾驶员处于疲劳、带病、用药等状态时会导致感觉模糊、判断失误、反应不当、甚至无法控制自己的行为，将直接影响车辆行驶轨迹、速度、稳定性，特别在下坡、急转弯、路面起伏较大的不良道路条件下更易引发翻车事故的发生，但由于处于不良身体状态下的驾驶员驾驶行为相对较为保守，发生恶性翻车事故的可能性较低，因此该变量系数方向的变化符合实际；驾驶员性别，由于生理因素、生活习惯和社会影响，导致女性驾驶员性格相对胆小、细心，驾驶行为谨慎、细致，具有较强的法制观念和安全意识，并且女性驾驶行为中攻击性、支配性、勇敢性、冒险性的驾驶行为相对较少，因此性别变量系数方向的变化切合实际；道路线形，处于平直路段驾驶员容易从心理上放松警惕，发生超速行驶、瞌睡、对道路线形判断等失误，产生错误的驾驶行为而引发事故，在曲线路段由于曲线半径过小影响驾驶员视距，驾驶员常处于警惕状态，驾驶行为相对平直路面更为谨慎安全，从驾驶员心理角度分析在曲线路段驾驶员发生严重事故的可能性低于平直路段。但从车辆和道路角度分析，由于在弯曲路段车辆行驶受到离心力的作用容易发生侧滑和翻车，曲线半径太小、视距不足等都易引发交通事故[12]。交通组织管理措施，常见的管理措施有标志标线、信号灯、防眩板、隔离栏、警示广播等，由于这些措施多是管理人员根据实际经验所设置的安全措施，提醒驾驶员注意路况调整驾驶行为，因此交通组织管理措施变量系数方向的变化切合实际；路面宽度，总体来看翻车事故率与路面宽度呈现线性关系，路面越宽，事故越少。翻车事故多为驶离道路，当路肩和中央隔离带加宽，发生驶离道路的翻车事故将会减少，进而降低事故的严重性，因此路面宽度因素系数的变化更符合实际；

通过Z检验，发现安全带因素与翻车事故的严重程度具有直接关系，其P值为0.019。同时发现车型因素、道路线形、管理措施、限速、光照条件、路面状况等因素对事故的严重程度也具有一定的额影响，其置信度均大于50%。

## 4.2边际影响分析

由于解释变量的边际影响，不仅与其自身系数有关，而且还与它的均值及规范方差系数值有关。因此对所得到的变方差模型进行边际影响分析，并计算各个解释变量对不同严重程度事故发生概率的影响，得表3所示翻车事故严重程度HOL模型解释变量的边际效应。

由表3可看出：安全带因素对翻车事故严重程度有很大影响，不系安全带导致发生轻微事故的概率将会降低26.68%，可以看出安全带对翻车轻微事故的影响并不显著，但会使发生严重翻车事故的概率增加8.74%，也将会导致恶性翻车事故发生的概率增加17.94%，其对恶性翻车事故影响较之其他因素最为严重；路面状况对轻微翻车事故的影响相对较大，冰雪、雨水等不良里面环境导致发生轻微翻车事故的可能性增加22.11%，由于不良路面环境下驾驶员行车相对谨慎使得发生严重翻车事故的可能性降低15.50%，发生恶性翻车事故的可能性将降低6.61%；道路线形因素对翻车事故也具有较大的影响，不良弯曲线形条件下发生轻微翻车事故的概率降低19.99%，发生严重翻车事故的概率增加17.6%，发生恶性翻车事故的可能性将会增加2.31%。由于不良道路线形条件下驾驶员注意力较为集中，将会减少轻微翻车事故的发生，但严重翻车事故的发生不仅受驾驶员自身因素的影响还受到来自外界客观因素的影响，不良线形往往受制于不良地形，导致对应路段驾视距受限、安全行车间距不足、车辆避让条件不足等危险驾驶环境，使得发生严重翻车事故和恶性翻车事故的概率均有增加；同时交通管理措施对翻车事故的严重性也有一定的影响，如合理设置标志标线、信号灯、防眩板、隔离栏、警示广播等管理措施将会导致发生轻微翻车事故的可能性降低11.78%，发生严重交通事故的可能性增加13.00%，发生恶性交通事故的可能性减少1.218%；地形和酒精浓度因素对于发生轻微翻车事故影响较大，不良地形将会使发生轻微事故的可能性增加11.84%，饮酒将使其增加13.78%；驾驶员处于吸毒、带病、疲劳等不良身体状况将使发生严重翻车事故的可能性增加10.06%。

**表3 翻车事故严重程度HOL模型解释变量的边际效应**

**Table 3 rollover accident severity HOL model explanatory variables marginal effect**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 边际影响 | | |
| 变量类型 | 轻微事故 | 严重事故 | 恶性事故 |
| 酒精浓度 | 0.1376856 | -0.0979103 | -0.0397753 |
| 身体状况 | -0.099767 | 0.1005656 | -0.0007985 |
| 驾驶员性别 | -0.0313315 | 0.0468083 | -0.0154768 |
| 驾驶员年龄 | -0.0022982 | 0.0008341 | 0.0014641 |
| 安全带 | -0.2668222 | 0.0874174 | 0.1794048 |
| 路面状况 | 0.2211108 | -0.1550004 | -0.0661104 |
| 光照条件 | -0.0776483 | 0.0325023 | 0.0451461 |
| 道路线形 | -0.1999125 | 0.1767775 | 0.023135 |
| 管理措施 | -0.1178495 | 0.1300282 | -0.0121787 |
| 地形 | 0.1184003 | -0.0933268 | -0.0250735 |
| 限速 | 0.0053683 | -0.0014578 | -0.0039104 |
| 路面类型 | -0.0783987 | 0.0414979 | 0.0369009 |
| AADT | 1.46E-06 | 5.03E-06 | -6.48E-06 |
| 路面宽度 | -0.0099907 | 0.0102256 | -0.0002348 |
| 车型 | -0.011575 | 0.0126224 | -0.0010474 |

## 5.结论与建议

本文引入放松方差一致性假设限制的HOL模型，对影响翻车事故严重程度的因素进行探索。选取北卡罗来纳州385例翻车事故数据作为样本，从驾驶员、道路、环境、管理等4个方面选取15个因素作为解释变量，事故的严重程度作为被解释变量，利用HOL模型进行变量分析与信息挖掘，并对计算解释变量的边际影响，通过分析得到以下结论：

1）安全带因素对翻车事故的严重性具有最为直接的关系，其P值为0.019，置信度大于95%。同时发现车型因素、道路线形、管理措施、限速、光照条件、路面状况等因素对事故的严重程度也具有一定的额影响；

2）驾驶员身体状况、驾驶员性别、道路线形、管理措施、路面宽度和车辆类型等变量对翻车事故严重程度具有负影响，即在相对较差的身体状况、弯曲道路、驾驶员为男性、有交通管理措施、宽幅路面及大型车等条件下，翻车事故的严重程度会有所降低；

3）边际影响分析认为安全带对翻车轻微事故的影响并不显著，而对严重事故和恶性事故的影响较为显著，不系安全带导致其发生的可能性分别增加8.74%、17.94%，较之其他因素其影响最大。不良好路面状况会导致发生轻微交通事故的可能性增加，但对严重事故和恶性事故具有一定的减缓效果。不良道路线形条件下驾驶员由于自身的警惕性可以减少轻微事故的发生，但会增大严重翻车事故和恶性翻车事故发生的可能性。

## 参考文献：

[1]马壮林,张祎祎,杨杨等.公路隧道交通事故严重程度预测模型研究[J].中国安全科学学报,2015,25(5):000075-

79.

[2]马壮林,邵春福,董春娇,等.基于累积Logistic模型的交通事故严重程度时空分析[J].中国安全科学学报2011,21 (9) : 94.

[3] Krull K, Khattak A, Council F. Injury Effects of Rollovers and Events Sequence in Single-Vehicle Crashes[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2000, 1717(1): 46-54.

[5]张巍,武艳,张春波.基于有序Logit模型的山区高速公路事故影响因素分析[J].青海交通科技,2016,(03):115 - 117.

[6] Bogue S, Paleti R, Balan L. A Modified Rank Ordered Logit model to analyze injury severity of occupants in multivehicle crashes[J]. Analytic Methods in Accident Research, 2017, 14:22-40.

[7] Arnedt JT , Wilde GJ, Munt PW , et al .How do prolonged wake fulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task?[J] .Accid Anal Prev , 2001 , 33(3):337-344

[8]Lemp J D, Kockelman K M, Unnikrishnan A. Analysis of large truck crash severity using heteroskedastic ordered probit models[J]. Accident Analysis & Prevention, 2011, 43(1):370-380.

[9]智冬晓,许晓娟,张皓博.z检验与t检验方法的比较[J].统计与决策,2014(20):31-34.

[10]陈伟,邓世雄.酒精与交通事故相关性研究进展[J].创伤外科杂志,2004,6(6):475-477.

[11]殷凯,黎明强,钟柳青.饮酒与道路交通事故相关性研究进展[J].中华疾病控制杂志,2007,11(4):392-394.

[1]闫章存. 基于变方差有序Logit模型的事故严重性影响因素分析[D].西南交通大学,2018.

[1]王鹏,卢小钊,闫章存等.基于Ordered Probit模型的追尾事故严重性影响因素分析[J].公路交通科技,2018,35(04):102-107+122.

[1]胡骥,闫章存,卢小钊等.基于Ordinal Logistic模型的事故严重性影响因素分析——以翻车事故为例[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2018,37(04):80-86.

[1]胡骥,闫章存,卢小钊等.基于Ordinal Logistic模型的事故严重性影响因素分析——以翻车事故为例[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2018,37(04):80-86.

[1]王鹏,卢小钊,闫章存等.基于Ordered Probit模型的追尾事故严重性影响因素分析[J].公路交通科技,2018,35(04):102-107+122.