

# 前海再保險觀察

QIANHAI REINSURANCE OBSERVATION

第六期  
2023年7月



**QHR**  
前海再保險

前海再保险股份有限公司

深圳市南山区海德一道88号中洲控股中心A座37层

电话: +86 755 8898 0900

www.qianhaire.com

神经网络模型在重货车险定价中的应用

反事实预测模型与“平行宇宙”

浅谈Chat GPT及在保险业的应用展望

主办 前海再保险股份有限公司

## 序言

盛夏始，万物秀。在这充满生机和希望的季节，我们真诚地期待着与客户、行业伙伴等展开更深度地探索与合作，充分利用数字技术和科技手段，积极开展防灾减灾等风险减量服务，保护人民的生命和财产安全。前海再保险自2016年创立以来，就面临着国内外激烈的竞争环境，我们深刻地认识到，唯有坚持紧跟行业新趋势、以创新驱动发展，才能为保险行业贡献价值，从而在激烈的竞争中站稳脚跟、发展壮大。

长期以来，保险主要扮演“付款人”的角色，即在事故发生后发挥损失补偿的功能。而保险风险形态以及客户需求的不断变化，让只扮演“付款人”角色的保险产品将难以为继，我们需要主动参与并帮助客户进行风险预防和风险管理，快速发展的数字技术能够有助于“保险+数据+服务”新生态的构建。

在财险领域，本期再保险观察探讨了重货车险定价模型、自动驾驶风险分析以及厄尔尼诺对东亚季风区的气候影响等话题。重货车的风险减量管理及产品定价一直是困扰行业多年的难题，本期探讨了神经网络模型在重货车险定价中的应用，并介绍了前海再保险基于神经网络模型开发的“货车保险智能定价引擎API”，直保客户可以实时通过API接口远程调用我们训练的模型定价结果及再保险核保规则，更加精准地为每张保单计算纯风险成本，从而可以逐单计算再保险手续费率和折扣系数，解决了车险再保险核保面临的后续业务组合变化及费率变化的问题，并可用于承保后的业务质量监控。另外，气候变化一直是影响保

险业的重大因素，世界主流的气象组织和研究机构认定上一轮的拉尼娜现象在今年上半年结束，并于夏季进入厄尔尼诺年，通过提前分析厄尔尼诺对东亚季风区气候的影响，可以让国内保险业更好地对气候变化引发的灾害做出科学的认知，从而加强对气候变化影响的风险评估和风险管理，提升综合防灾减灾能力。

在人寿与健康险领域，本期再保险观察探讨了大数据和机器学习对冠心病个性化风险的评估和干预、阿尔茨海默病的治疗与药物研发进展以及“凯撒三角”对国内健康保险经营的启示等话题。前海再保险一直致力于推动健康保险与健康管理服务的深度融合，落实《“健康中国2030”规划纲要》，使健康保险更好地服务于人民，提升人民健康水平。我们申报的“标准化促进健康保险与健康管理行业融合发展研究”的课题已获得中国保险行业协会立项审批通过，期待与大家一同探索出适合我国国情的“健康保险+健康管理”模式。

最后，谨代表公司党委和董事会对关心和支持前海再保险发展的社会各界同仁致以最诚挚的感谢，我们将一如既往为客户提供优质的风险保障服务，“让保险更可靠，让世界更有力”！

王焱侠

前海再保险股份有限公司 党委书记、董事长

# 目录 CONTENTS

QIANHAI REINSURANCE OBSERVATION

神经网络模型在重货车险定价中的应用 文/赵星	02
基于公开事故数据的自动驾驶(L2-L5)风险分析 文/程源	12
厄尔尼诺对东亚季风区气候的影响 文/陈思	20
反事实预测模型与“平行宇宙”—基于大数据和机器学习对冠心病个性化风险进行评估及干预 文/Yves Hude	28
阿尔茨海默病的治疗与药物研发进展 文/魏昊华	36
“凯撒三角”对国内健康保险经营的启示 文/朱爱华	44
浅谈Chat GPT及在保险业的应用展望 文/程琦 李伟华	58



2023年7月

# 神经网络模型在重货车险定价中的应用

文/赵星 财产与意外险业务线

## 前言

车险作为国内产险的第一大险种，具有产品及服务相对标准化、风险分散及个体间风险特征差异较大的特点。在2020年车险综改后，2023年商业车险的自主定价系数浮动范围将进一步扩大，保险公司的车险定价能力变得更加重要。相比其他车型，重型货车的定价模型开发难度更大。一方面是因为不同车辆的驾驶习惯及行驶环境差异较大但是缺乏因子量化这种差异，另一方面是因为多数保险公司这类业务历史数据积累较少。近年来随着车联网技术的进步，不少保险公司基于车载卫星导航系统的评分来制定重型货车核保政策。这类评分将车载卫星导航系统(北斗/GPS)采集的驾驶行为和环境因素相关的高纬度数据综合到一个评分上，是一种动态定价因子。从经验数据来看这类评分有较强的风险区分能力，但单一评分只是定价模型中的一个重要因子，需要将其和静态因子(如NCD信息、车龄、保额及区域等)结合起来才能为保单计算风险成本。本文通过整合重货车险定价中的静态因子及三种动态评分因子，用实证分析法对比了现在行业主流的广义线性模型(GLM)及我们开发的神经网络模型，发现神经网络模型对于重货商业险出险频率及案均赔款均有更好的预测能力。我们最终选择神经网络模型作为智能定价引擎的核心算法。为了将本文的理论联系到实际再保业务，我们开发了一个API(Application Programming Interface)接口，可以开放给合作伙伴查询我们智能定价引擎计算的商业车险纯风险保费及再保险政策。

我们在文章的结尾也讨论了智能定价引擎在再保险核保中的应用及未来模型的优化思路。

## 一、广义线性模型与神经网络模型的对比

近年来大多数国内的非寿险保险公司已经开始使用车险定价模型为每辆承保的车辆计算风险保费，现在的主流模型框架为广义线性模型(GLM)及其衍生的模型，如广义可加模型(GAM)。但是随着算法及计算机性能的提升，神经网络模型已经成为解决分类和回归问题的重要手段，尤其是在图像识别、自然语言处理等领域已经由神经网络模型主导。

广义线性模型(GLM)诞生于上世纪70年代，可以理解为一般线性回归模型的推广，GLM由三部分组成：

1. 随机分布：即需要拟合的随机变量的统计分布假设，比如正太分布、二项分布、泊松分布等。
2. 线性函数： $\eta = X_1 * \beta_1 + X_2 * \beta_2 + X_3 * \beta_3$ ，其中X为输入特征变量(比如车险定价中的 NCD信息、车龄等)， $\beta$ 是模型参数。
3. 连接函数： $g(\mu) = \eta$ ，其中 $\mu$ 为需要拟合的随机变量的期望值， $g()$ 函数将 $\mu$ 和线性函数 $\eta$ 连接起来，常见的连接函数由log函数、logit函数等。它们的主要作用是将取值范围不同的两个变量关连起来。

相对而言GLM最大的优势在于：

1. 模型参数的可解释性较强，有完善的统计检验量；
2. 基于GLM的车险精算技术较为成熟。

GLM的不足在于：

1. 高纬度变量数据处理困难，变量的共线性容易导致算法无法收敛；
2. 无法自动识别变量之间的交互作用。



神经网络模型的灵感来源于人脑的工作方式。目前在信用风险评估、图像和自然语言识别方面都有广泛的应用。图1是一个简单的前馈神经网络模型。包括一个输入层(包含三个特征变量),一个隐含层(包含一个神经元)及输出层一个神经元(这种输出结构通常用来做回归分析,如果是分类问题则输出层为多个神经元)。X为输入特征变量(比如车险定价中的NCD信息、车龄等),w对应的为某个特征变量对于某个隐含层神经元的权重参数、b为偏差参数, f()是激活函数。图2神经网络模型包含3个隐含层和每层5个神经元。

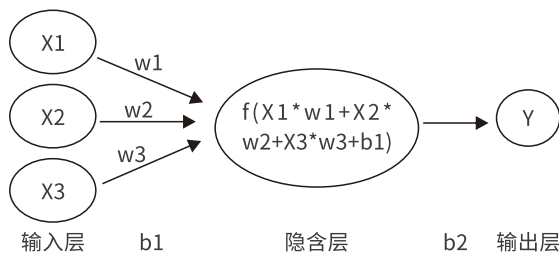


图1:神经网络结构及计算示例

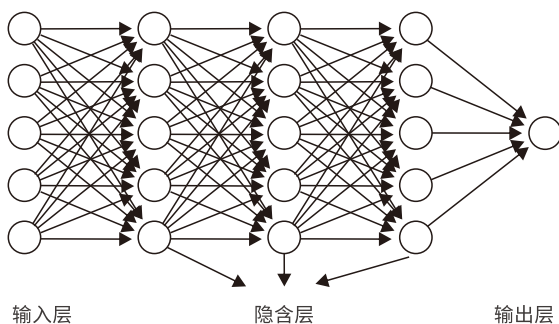


图2:包含多个隐含层及神经元的神经网络结构

神经网络模型的优势在于:

- 1.处理高纬度海量数据能力强于GLM;
- 2.和能够自动识别和处理变量之间的交互作用及非线性关系。

神经网络模型的不足在于:

- 1.参数解释性较差并且容易出过度拟合,但是可以通过正则化方法来增强模型泛化的能力;
- 2.模型结构参数比如隐含层数、神经元的个数、激活函数类型、损失函数的选择等组合较多,找到最佳的组合需要的计算时间明显长于GLM。

二、实证分析

数据来源为我们收集的重型(10吨以上)货车商业车险承保理赔清单(包含的信息包括车牌、NCD信息、厂牌车型、车龄、保额、车辆评级信息、理赔信息等)。建模的货车类型主要包含牵引车、自卸车、厢式货车、仓栅式货车,车辆评级信息包括两种基于卫星导航系统的评分及一种基于ADAS系统的评分。ADAS(高级辅助驾驶系统)在记录行驶数据的同时为司机提供防碰撞预警、疲劳驾驶预警,帮助司机避免事故的发生。

生。ADAS设备上采集的信息与驾驶风险关联更加直接,维度更丰富。为了对比经典的广义线性模型与神经网络模型的预测能力,我们分别建立了两套模型。

对于广义线性模型(GLM),我们对出险频率建模假设的是比较经典的泊松分布加对数连接函数这一模型结构,案均赔款模型假设的是伽马分布及对数连接函数。我们发现NCD(无赔款优待记录)、车龄、车牌属地及车辆卫星导航系统/ADAS评分都是较为显著的定价因子。GLM训练使用的统计软件是R。

对于我们建立的前馈式神经网络模型,我们通过对不同组合下模型对于测试集的预测能力,最终针对出险频率和案均赔款这两个预测模型分别选择隐含层数、神经元个数和激活函数类型。训练使用的深度学习软件包为Keras。

为了测试GLM和神经网络模型的真实预测能力(即泛化能力),我们采用了100次5折交叉验证的方法,根据每次拟合模型在测试集上的预期出险频率排序后,分别计算预期频率最高的10%、20%、30%样本的平均实际出险频率与对应最低的10%、20%、30%平均实际出险频率,计算它们之间差异的绝对值,该指标反映了模型的风险筛选能力,差值越高说明模型的风险筛选能力越强。

图3展示的是两个模型在不同分位数(10%, 20%, 30%)下的预测差值分布箱形图,我们发现神经网络模型(DL)对于出险频率的风险筛选能力明显强于广义线性模型(GLM)。这说明神经网络模型结构在预测能力这个尺度上是较好的,实践中车险定价人员往往会在广义线性模型(GLM)拟合后人工平滑一些因子的参数来增强模型的预测能力,当然这个过程对车险精算技术要求很高。

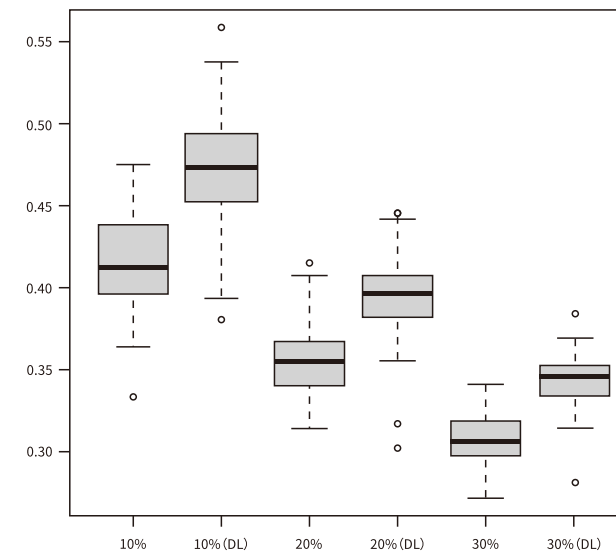


图3:不同分位数下频率模型的交叉验证结果对比

在训练了出险频率的神经网络模型后,我们也训练了案均赔款的神经网络模型,通过对比发现相比GLM也具有更强的预测能力。最终我们建立了基于神经网络商业车险纯风险保费定价模型:预期纯风险保费=预期出险频率X预期案均赔款(以下简称神经网络模型)。图4展示的为最终纯风险保费模型的交叉验证结果。

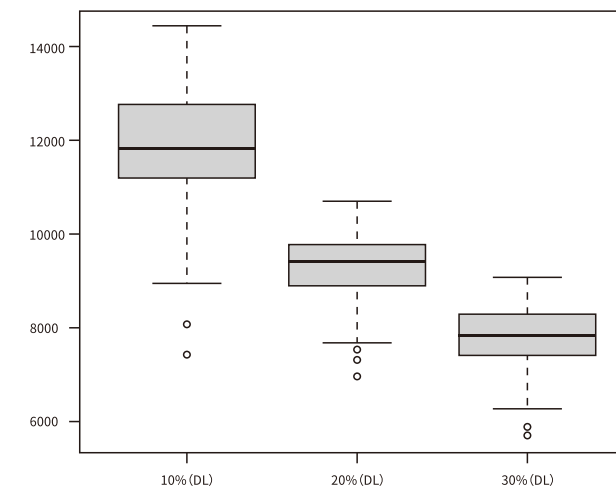


图4:神经网络模型下纯风险保费的交叉验证结果





除了统计学意义上的预测能力较强外,我们也用历史数据回溯分析了神经网络定价模型风险筛选效果。图5展示的是我们按照预期纯风险保费从低到高将业务分为A-J类,并统计不同类别下的实际风险成本与预期风险成本,可以看到实际风险成本相对系数与预期风险成本相对系数趋势基本一致,体现了该模型对历史数据有较好的拟合能力。图6展示的是针对卫星导航系统评分较低的这部分车辆神经网络模型的拟合能力,即使在评分较低的业务中该模型也能筛选出低风险业务。这也说明了综合使用静态、动态定价因子的必要性。

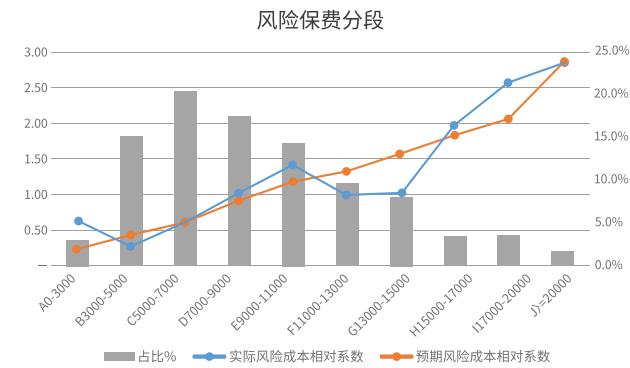


图5:神经网络模型对历史数据的风险筛选效果

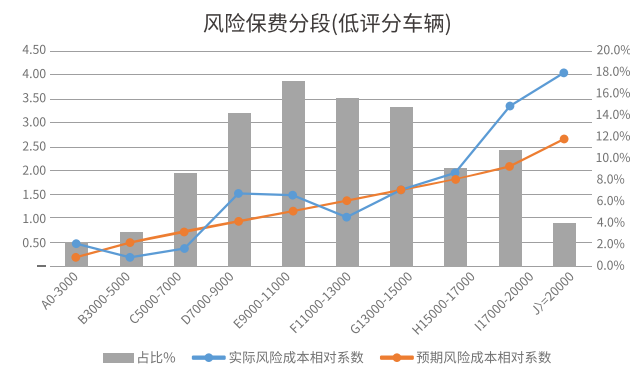


图6:神经网络模型对评分较低的车辆风险筛选效果

图7展示了两个等级的卫星导航系统评分(C>E评分)在不同NCD系数分类下的含NCD基准保费满期赔付率对比。可以看到,E类评分低于C类并且整体赔付率水平高于C类,但是图中的C\_NCD<1和E\_NCD>=1这两类业务满期赔付率的对比表明,E类评分较低但是NCD系数高的业务赔付率低于评分较高但是NCD系数低的业务类别。背后的主要原因是部分NCD系数较高的车辆卫星导航系统评分虽然较低,但是由于历史出险次数较多则NCD系数的上浮已经提升了费率充足性。这也进一步说明了依靠单一评分来制定核保规则存在局限性。

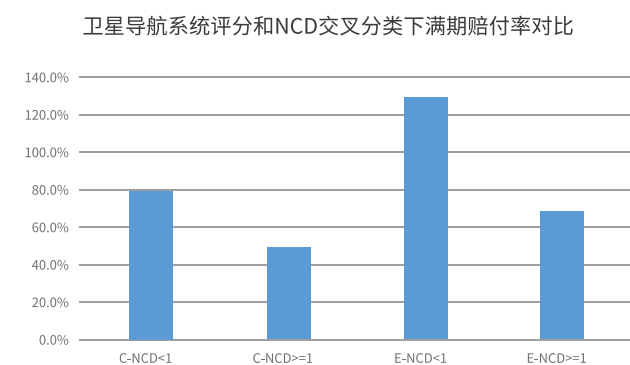


图7:卫星导航系统评分和NCD交叉分类下满期赔付率对比

图8-图10展示了神经网络定价模型对于三种动态评级因子(两种基于卫星导航系统的评级和一种基于ADAS信息的评级)的学习能力。可以看到经过训练后神经网络定价模型也“学会”根据三种评分来判断车辆风险的高低,其预期风险水平的高低与历史风险水平的趋势基本一致,当然神经网络模型还需要考虑泛化能力所以无法完全与历史经验贴合。

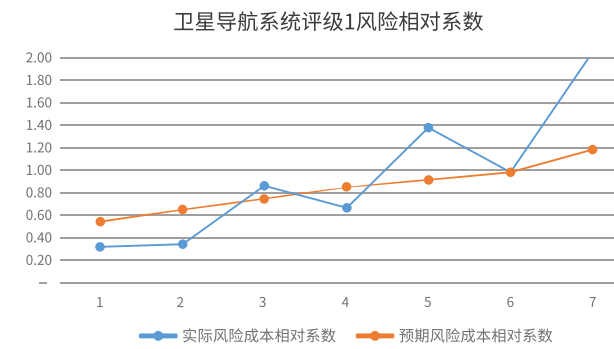


图8:卫星导航系统评级1不同风险等级下模型预期与实际风险保费相对系数

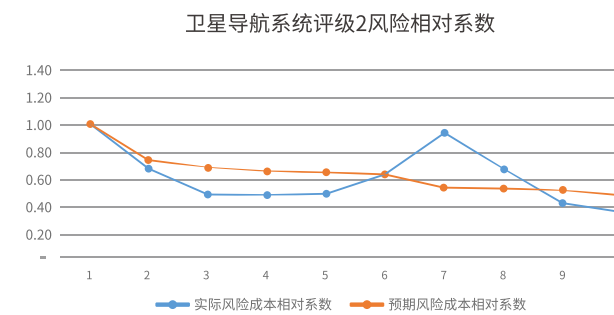


图9:卫星导航系统评级2不同风险等级下模型预期与实际风险保费相对系数

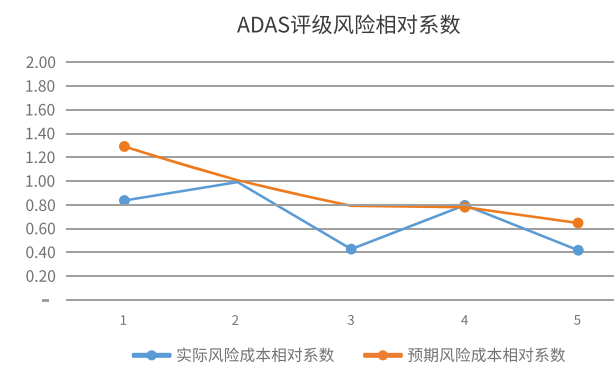


图10:不同ADAS评分等级下模型预期与实际风险保费相对系数

牌因子的学习能力。在经过训练后,模型已经“学习”到这些因子与车辆风险水平的相关性。

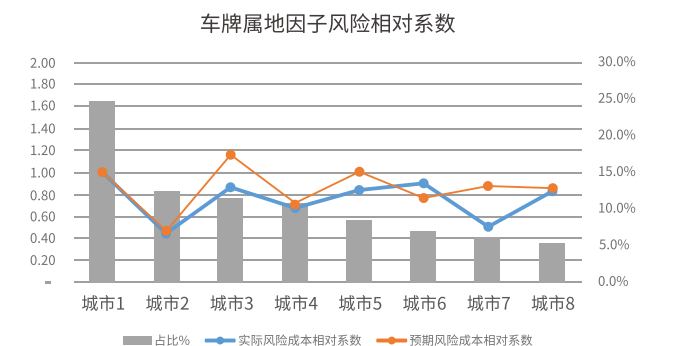


图11:车牌属地因子风险相对系数

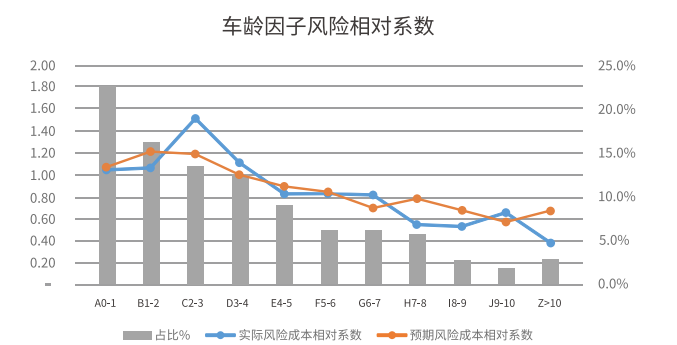


图12:车龄因子风险相对系数

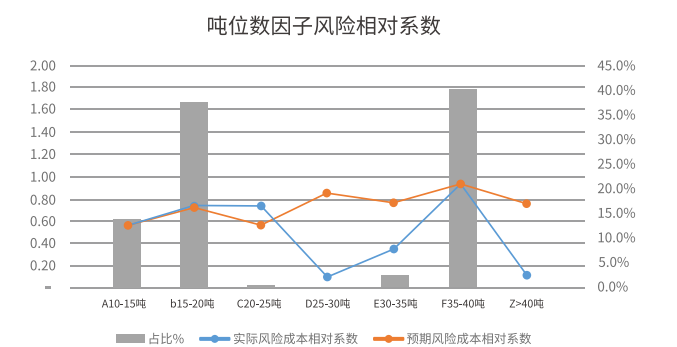


图13:吨位因子风险相对系数

图11-图15展示了神经网络定价模型对于传统静态定价因子如车牌属地因子、车龄因子、吨位因子、NCD因子及车辆品





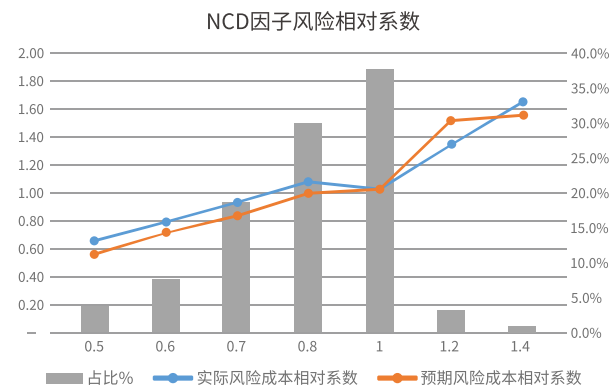


图14: NCD因子风险相对系数

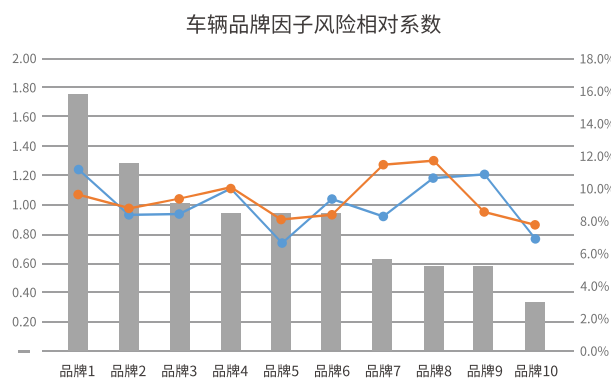


图15: 品牌因子风险相对系数

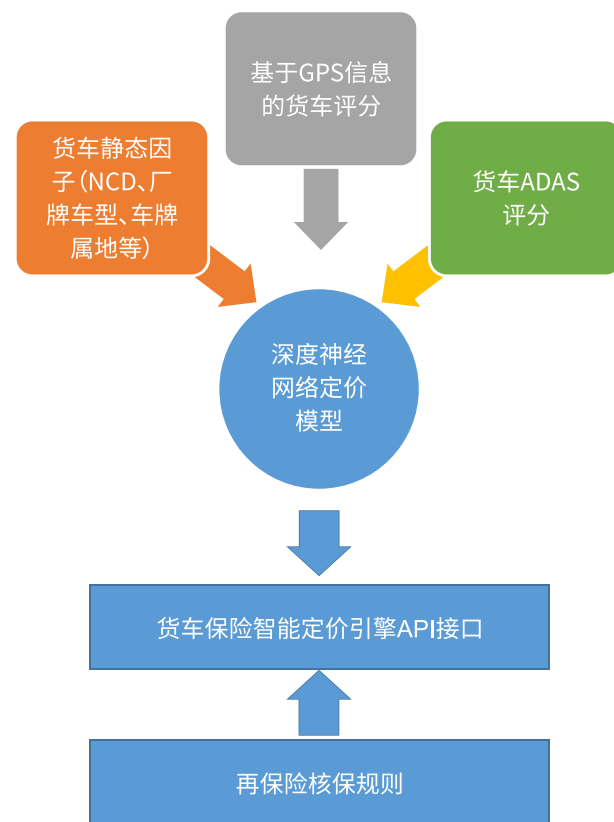


图16: 货车保险智能定价引擎



### 三、实际应用——货车保险智能定价引擎API接口

我们根据建立的神经网络定价模型开发了商业车险定价引擎应用程序接口(API)(见图16),客户可以实时通过API接口远程调用我们训练的模型定价结果及再保险核保规则(见表1、表2)。

调用API接口时,需要输入的基本参数如下:

参数名	类型	是否必须	说明
Password	String	是	合作方须向前海再申请访问密码,1-20位字符组成
VIN_in	String	是	车辆识别代码(VIN码),字段长度17位
NCD_in	Float	是	商业车险NCD系数,取值范围如下: (0.5,0.6,0.7,0.8,1,1.2,1.4,1.6,1.8,2)
Ownerchange_in	String	是	过户车标识,取值范围:是、否
Newtruck_in	String	是	新车标识,取值范围:是、否
NCD_Renewyears_in	integer	是	商业车险连续承保年数
NCD_claimcount_in	integer	是	商业车险连续承保期间出险次数
GPS_rating1_in	Float	是	卫星导航系统评级1类别1-8类(包含无评分类)
GPS_rating2_in	Float	是	卫星导航系统评级2评分0-100(0表示没有评分)
ADAS_rating_in	Float	是	ADAS货车评分0-100(0表示没有评分)
Vechno_in	String	是	车牌号:如粤AR#####,字段长度0-8
Vech_Age_in	Float	是	车龄(起保日期-车辆登记日期)/365,取值范围(0-15)
Vech_type_in	String	是	车辆类型,取值范围:牵引车、自卸车、厢式货车、仓栅式货车
Tonnage_in	Float	是	吨位数,取值范围:10000kg-50000kg
Sum_insured_in	integer	是	商业车险保额(取值范围:500000-2000000)
TPL_Limit_in	integer	是	三责险保额(取值范围:500000-2000000)
PHD_Limit_in	Float	是	车损险保额(取值范围:0-2000000)
PA_Limit_in	integer	是	车上人员责任险(司机+乘客)保额(取值范围:0-2000000)
Base_Prem_in	Float	是	商业险基准保费(含税)(取值范围:9500-50000)
model_in	String	否	车型代码:如乘龙LZ3310H5FB自卸汽车,字段长度0-50
Branch_in	String	否	机构名称,字段长度0-20

表1:输入的基本参数表

参数名	说明
VIN	车辆识别代码(VIN码)
预期商业险纯风险成本	神经网络模型计算的商业险纯风险保费
预期赔付率	含NCD基准保费(不含税)下预期赔付率
最低自主系数要求	根据预期风险保费、基准保费、NCD系数及手续费率计算的再保险分保关于最低自主系数的要求
自主系数范围检查	检查最低自主系数要求是否超过浮动范围
再保手续费率(不含税保费下)	不含税保费下再保摊回手续费率

表2:输出结果展示



#### 四、实际应用——再保险核保

一般情况下车险再保定价分析的对象主要是分出公司的一揽子业务组合,比如分出公司承保的所有商业车险或者保额较高的高价车商业车险,再保定价主要参考这类业务组合的历史赔付率,然后报出分保手续费率。但是如果该业务组合结构承保后产生变化,比如车型、地区这类对赔付水平有较大影响的定价因子,或者费率发生较大变化,则会导致最终的赔付水平与根据历史赔付经验得出的预估产生较大的偏差。而承保后业务组合结构的变化及费率的变化是比较常见的。另一个车险再保险核保的难点在于承保后业务质量的监控,由于车险的出险频率高于其他产险业务,如果合约承保后的赔付情况与定价假设有较大偏差(比如满期出险频率、案均赔款、费率及业务类型等),则可以在较短期限内发现并及时调整预期和政策。但如果定价时只考虑合约整体赔付率预期,则无法知道偏差来源及影响,而且合约赔付率的发展也需要更长的观察时间。从分出公司角度来看,市场上不同车险业务类别直保的承保条件差异较大,统一的再保条件很多情况下难以满足业务发展需求。

为了在定价中考虑业务组合变化的因素及费率变化的因素,我们需要在统计赔付率时细化业务分类。但也会导致数据在每个分类都很少,甚至没有数据,每个分类下经验赔付率可信度较低。这也是为什么需要用定价模型来根据有限的经验数据抽象出赔付风险与定价因子的数理关系,并用模型产生无穷多定价因子组合下的定价结果。在有了定价模型后,我们可以更加精准的为每张保单计算纯风险成本,从而可以逐单计算再保险手续费率和折扣系数要求,通过这种方式解决

了上述提到的车险再保险核保中关于业务组合变化问题及费率变化问题。而且这种方法也可以更加智能的根据保单预期风险水平调整再保条件在满足定价充足性原则的条件下更加贴合直保业务的实际需求。

车险再保险的定价过程是数据驱动的,这个过程本质上可以描述为通过融合再保险核保人的经验与分出公司自身的数据经验,为未来的业务测算预期赔付率或预期风险成本,从而制定对应的再保险政策。这一过程其实就是建立一个车险定价模型的过程,这个模型可以用历史赔付率来对未来合约整体估计预期赔付率,也可以是针对保单维度的更加精准的广义线性模型或者神经网络模型。这些模型的差异在于后者能从数据中“学习”到更多有用的核保经验,并且在定价中区分保单风险的差异。

神经网络定价模型与API接口为车险业务的再保险分保及核保提供了新的工具。通过API接口,分出公司可以便捷的实时调用定价模型结果及再保险核保规则。分出公司也可以根据再保公司的定价模型发现预期赔付水平较低的业务大类,从而可以更精准的制定承保政策及销售策略。

#### 五、关于优化定价模型思考

1.定价因子中除了考虑个体间差异的因子,还需要进一步考虑决定整体风险变化的因子,比如疫情因素对汽车出险频率会有明显的影响,汽车的出险频率也与经济活跃程度有较强的关联。

2.保中风险管理的作用对最终赔付成本的影响也应该考虑,广东省绝大部分重型货车都统一加装了ADAS设备。这类安全管理设备通过疲劳驾驶预警、碰撞预警等功能有助于降低

重型货车的风险成本。比如我们承保的部分车辆除了加装ADAS设备还接入了保中风控服务,虽然按定价模型计算整体的预期赔付率较高,但实际的赔付水平明显低于预期赔付率。我们目前的经验数据表明,加入ADAS和保中风控服务可以降低货车纯风险赔付成本20%-25%。

3.各种外部货车评级其实是将高纬度的底层变量(比如平均行驶里程、平均驾驶时间、高速占比、驾驶行为相关的变量等)压缩到一个维度上来衡量风险的高低,而理论上任何降维的过程虽然可以使变量更易于理解,但是一定会损失部分甚至大部分信息。将底层的变量数据直接加入到定价模型的训练过程中可以提升模型的预测能力。

4.模型虽然可以帮助核保人提升风险筛选能力和效率,但是模型的提升也是需要核保人的经验作为输入。定价模型与核保判断这两者是相辅相成、相互促进的关系,不是替代或对立的关系。现实世界中还有很多影响风险水平的因素需要人的判断,比如物流公司对于司机的管理、运输的货物种类、主要行驶路线甚至当地货车监管政策的变化等。这些因素无法完全在数据中体现,需要核保人对于车险业务较深的理解才能掌握其与风险的关系,而模型可以帮助量化与验证这种关系。

#### 参考文献

1.A Practitioner's Guide to Generalized Linear Models  
Casualty Actuarial Society 2007

2.Neural Networks v.GLMs in pricing general insurance

1996 General Insurance Convention

3.孟生旺,神经网络模型与车险索赔频率预测2012

4.吴喜之,张敏应用回归及分类——基于R与Python的实现第2版

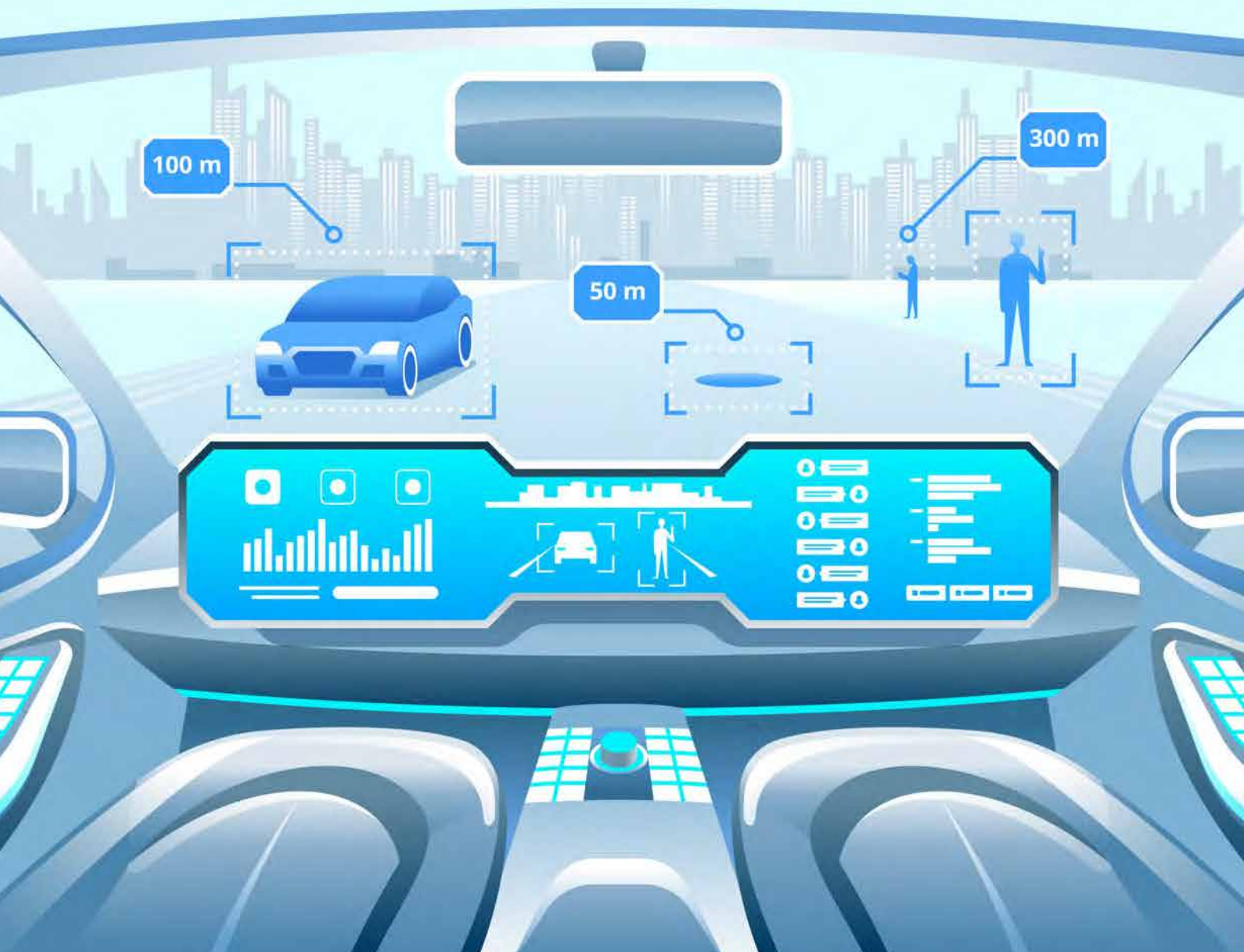




2023年7月

## 基于公开事故数据的自动驾驶(L2-L5)风险分析

文/程源 前海再保险与中国科学院深圳先进技术研究院联合培养的在站博士后



### 前言

自动驾驶当下已经呈现出两条泾渭分明的发展路径,以Tesla为首的L2级高级辅助驾驶(ADAS)和以Waymo/百度为首的L4级高度自动驾驶(ADS)。前者在动态驾驶任务中以驾驶员为主要角色,决定是否启动自动驾驶系统并且随时观察行驶环境来决定是否进行接管;后者在动态驾驶任务中以自动驾驶系统为主,系统不仅需要完成更为复杂的行驶任务,而且需要具备判断环境是否适合符合系统运行的条件的能力,在条件不满足的时候主动采取安全措施,出于监管和安全的原因,通常会配备安全驾驶员在有必要的时候进行人工干预。由于市场渗透率和数据透明度等因素,公众对于不同等级的自动驾驶系统的风险认知仍处于较为模糊的水平,这种模糊的认知会增加消费者面对新技术时的不安,甚至某种程度上增加了由于误用和误判导致的事故风险。

为了能获得及时且透明的事故数据,美国高速安全局(NHTSA)在2021年实施了一个常设总则(Standing General Order),要求美国本土的配备ADAS和ADS的车辆上报其在公开道路遭遇的交通事故,从2021年7月到2023年4月,总共记录了916起装备了ADAS车辆的交通事故以及281起装备了ADS车辆的交通事故。另外,加州作为自动驾驶企业密集地区,公布了从2014年10月到2023年6月期间记录的604起装备了ADS车辆的事故报告。(Zheng,2023)AVOID数据集结合上述两个官方渠道的数据以及媒体、地图、天气等数据渠道对全球范围内的L2-L5级自动驾驶事故数据进行了归纳和完善。本文将依据AVOID对ADAS和ADS在不同环境下的风险进行量化分析。

### 一、数据选取

为了保证分析的结果具有较高的可信度,我们希望从AVOID中提取相对完整和具有一定规模的数据。AVOID中装载了ADAS车辆的事故总数为871起,其中有660起来自Tesla,数量排在第二的Honda贡献了82起,其他品牌的事故均值不足6起。从数据的完整程度来讲,Honda在光照和天气这两个对自动驾驶系统有重要影响的因子上存在99%的数据缺失,而在启动了ADAS的472起Tesla事故中仅有5起事故光照情况未知以及8起事故天气情况未知,占比分别为1.1%和1.7%。另外AVOID中装载了ADS车辆的事故总数为640起,而启动了ADS的事故占比32.7%,其中Waymo的事故比例为47.4%,Cruise和Zoox的事故占比分别为16.7%和12.0%。在所有启动了ADS的事故中,只有一起事故的光照情况未知,光照和天气数据的完整度几乎为100%。综合考虑上述情况,本文将提取AVOID数据集中启动了ADAS的Tesla事故数据以及所有启动了ADS的事故数据,分别分析不同光照和天气情况下ADAS和ADS的事故风险。

### 二、风险分析

在车险中风险通常被分解为事故频率和事故严重程度,虽然基于大量真实数据的风险研究相对较少,但仍有一些可以用作参考。(Sinha, 2021)基于加州DMV的ADS事故数据利用决策树模型对影响事故严重程度的因子进行重要性排序,其中车辆类型、车辆损失程度、是否为交叉路口以及是否有信号牌是重要程度最高的四类因子。(Novat, 2023)同样基于加



州DMV的数据利用贝叶斯网络对ADS汽车事故和传统汽车事故的类型进行对比分析,研究发现ADS汽车比传统汽车发生追尾事故的概率高43%,发生侧面碰撞/刮蹭的概率低16%。(Wang,2023)基于AVOID数据集利用逻辑回归模型对影响事故严重程度的因子进行分析,研究发现雨天以及处于交叉路口会降低微小程度人员伤害发生的概率,增加无人员伤亡和中等/严重程度人员伤害的概率,湿滑的道路会增加微小到严重程度人员伤害的概率,降低无人员伤亡的概率。

上述研究的结果主要围绕在事故类型以及严重程度的解释性分析,本文将针对事故发生概率(频率)进行解释性分析。AVOID数据集中包含十分丰富的事故信息,比如事故时间、车辆型号、车辆里程、是否开启ADAS/ADS、数据来源、事故坐标、道路状况、速度限制、光照情况、天气情况、碰撞对象、最大损伤程度、碰撞部位等。我们将包含所有事故信息的集合定义为  $Z = \{\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n\}$ , 分析的对象为事故的发生与否,用A表示 ( $A=1$ 表示发生事故,  $A=0$ 表示没有发生事故)。如果用Z和A构建一个贝叶斯网络,我们会得到一个十分复杂的网络,并且由于缺乏的  $A=0$ 数据,我们很难基于数据推导对网络的合理性进行验证。基于以上原因,本文将选取三个具有可解释性的因子从经验角度构建关于事故发生概率的贝叶斯网络:光照情况、天气情况、是否开启ADAS/ADS。

首先,ADAS和ADS均会配置光学摄像头,摄像头对光照情况具有较高的敏感度,光照强度和变化速度会影响其感知性能,恶劣天气如雨、雾、雪也会对摄像头的感知能力造成一定影响。另一方面大部分ADS会搭载激光雷达,恶劣天气也会造成一定程度的干扰。最后,我们关心的是在启动

ADAS/ADS的时候车辆发生事故的概率,但是决定是否启动ADAS/ADS(不论是由人来决定还是系统自行决定)均会受到光照情况和天气情况的影响,尤其ADS的运行通常会遵循更加严格的ODD(Operational Design Domain)。对于ADAS的启动而言,普通驾驶员(比如特斯拉司机)的决策机制可能更加随意,我们假设其在任何光照和天气组合的情况下都有同样的可能性启动辅助驾驶系统。这些事实和假设将会影响到我们接下来的条件概率的设定。在进行计算之前,图1展示了我们需要分析的贝叶斯网络。

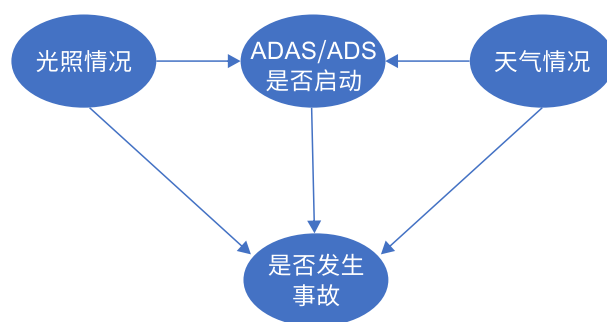


图1: ADAS/ADS事故风险贝叶斯网络

我们需要评估的条件概率是:

$$p(A|\epsilon_l, \epsilon_s, \epsilon_w)$$

其中 $A=1$ 表示发生事故; $\epsilon_l$ 指光照情况,存在四种状态:Dark-lighted(夜间有路灯), Dark-Not Lighted(夜间无路灯), Dawn/Dusk(黎明/黄昏), Daylight(白天); $\epsilon_s$ 指ADAS/ADS是否启动,存在两种状态:On(启动), Off(关闭);  $\epsilon_w$ 指天气情况,存在三种状态:Clear(晴天), Cloudy(多云), Rain(雨天)。事实上AVOID数据集中存在更多的天气种类,比如雾天、大

风、雪天等,但是这几类天气下的事故数据几乎为0,可能的原因是这类天气发生的概率相对较低或者系统更少在此类天气中启动。为了保证分析的一致性和可靠性,我们仅保留了数据相对完整的三种天气情况。

表1和表2分别是我们提取的ADAS和ADS事故数据。

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Total
Lighting				
Dark-Lighted	79	24	5	108
Dark-Not Lighted	43	18	3	64
Dawn/Dusk	18	4	4	26
Daylight	158	62	37	257
Total	298	108	49	455

表1: 不同光照+天气组合下ADAS参与的事故数据统计

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Total
Lighting				
Dark-Lighted	56	0	3	59
Dark-Not Lighted	1	0	0	1
Dawn/Dusk	5	1	0	6
Daylight	118	14	4	136
Total	180	15	7	202

表2: 不同光照+天气组合下ADS参与的事故数据统计

表1和表2提供了以下概率的数据:

$$p(\epsilon_l, \epsilon_w|A=1, \epsilon_s=On)$$

比如在表1的ADAS数据中,  $p(\epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear|A=1, \epsilon_s=On) \approx \frac{158}{455}$ ; 在表2的ADS数据中,  $p(\epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear|A=1, \epsilon_s=On) \approx \frac{118}{202}$ , 另外, 我们可以进行以下计算:

$$p(\epsilon_l, \epsilon_w|A=1, \epsilon_s=On) = \frac{p(A=1, \epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w)}{P(A=1, \epsilon_s=On)}$$

$$= \frac{p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_s=On|\epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_l)p(\epsilon_w)}{\sum_{\epsilon_l, \epsilon_w} p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_s=On|\epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_l)p(\epsilon_w)}$$

让  $T = \sum_{\epsilon_l, \epsilon_w} p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_s=On|\epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_l)p(\epsilon_w)$ , 那么

$$p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w) = T \frac{p(\epsilon_l, \epsilon_w|A=1, \epsilon_s=On)}{p(\epsilon_s=On|\epsilon_l, \epsilon_w)p(\epsilon_l)p(\epsilon_w)}$$

需要注意的是我们缺乏对应的数据来计算, 即事故发生同时ADAS/ADS处于启动状态的概率。因为AVOID数据集只记录发生事故的数据, 我们无法得知车辆在哪个行驶期间启动ADAS/ADS并且未发生事故的次数。如果将每次行驶的时间进行标准化分段, 并且记录下每个时间段内ADAS/ADS是否启动以及是否发生事故, 那么我们可以进行以下的计算

$$p(A=1, \epsilon_s=On) \approx \frac{\#(A=1, \epsilon_s=On)}{\#(A=0, \epsilon_s=On) + \#(A=1, \epsilon_s=On) + \#(A=0, \epsilon_s=Off) + \#(A=1, \epsilon_s=Off)}$$

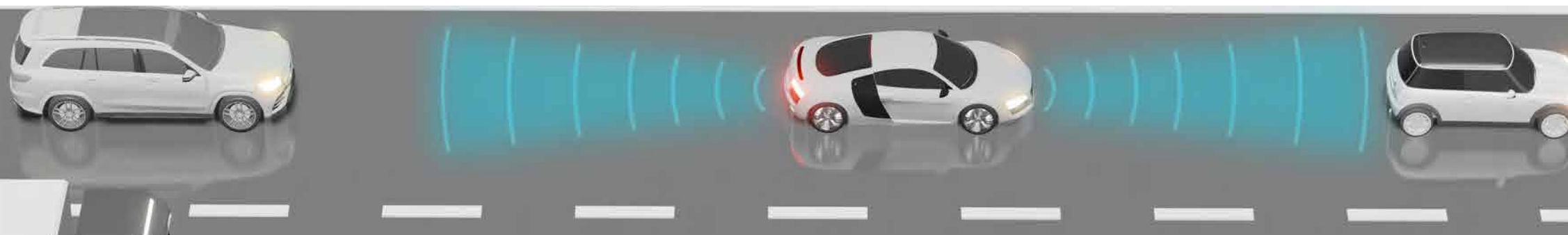
但是很显然, 如此充分的数据可能永远不会出现在公开数据集中。因此我们很难计算目标概率  $p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l, \epsilon_w)$  的绝对数值, 但可以通过一些合理假设来计算在不同的  $\epsilon_l, \epsilon_w$  取值下(即不同的光照和天气组合下)目标概率的相对值。比如“雨天+黑暗有路灯”启动ADAS发生事故的概率是“晴天+白天”启动ADAS发生事故的概率的多少倍:

$$\frac{p(A=1|\epsilon_l=Dark-lighted, \epsilon_w=Rain, \epsilon_s=On)}{p(A=1|\epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear, \epsilon_s=On)}$$

$$= \frac{p(\epsilon_l=Dark-lighted, \epsilon_w=Rain|A=1, \epsilon_s=On)}{p(\epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear|A=1, \epsilon_s=On)}$$

$$\times \frac{p(\epsilon_s=On|\epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear)p(\epsilon_l=Daylight)p(\epsilon_w=Clear)}{p(\epsilon_s=On|\epsilon_l=Dark-lighted, \epsilon_w=Rain)p(\epsilon_l=Dark-lighted)p(\epsilon_w=Rain)}$$

$p(\epsilon_l, \epsilon_w|A=1, \epsilon_s=On)$ 的数据我们可以从表1和表2中得到, 为了完成计算, 我们需要对  $p(\epsilon_s=On|\epsilon_l, \epsilon_w)$ ,  $p(\epsilon_l)$  以及  $p(\epsilon_w)$  的





绝对值或者相对值进行假设。对Tesla车辆我们进行了如下假设：

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Total
Lighting				
Dark-Lighted	0.08	0.08	0.08	0.25
Dark-Not Lighted	0.08	0.08	0.08	0.25
Dawn/Dusk	0.08	0.08	0.08	0.25
Daylight	0.08	0.08	0.08	0.25
Total	0.33	0.33	0.33	1.00

表3:不同光照+天气组合下ADAS处于启动状态时的相对概率

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Prob.
Lighting				
Dark-Lighted	0.05	0.02	0.03	0.1
Dark-Not Lighted	0.05	0.02	0.03	0.1
Dawn/Dusk	0.05	0.02	0.03	0.1
Daylight	0.36	0.11	0.23	0.7
Prob.	0.52	0.16	0.32	1.00

表4:驾驶ADAS汽车遭遇不同光照+天气组合下的概率

表3对  $p(\epsilon_s = On|\epsilon_l, \epsilon_w)$  的相对概率进行了均匀分布假设,即平均而言Tesla车主在任何光照+天气组合的情况下启动ADAS的概率一样。表4对  $p(\epsilon_l)$  和  $p(\epsilon_w)$  的相对概率进行了非均匀假设,即平均而言Tesla车主在不同天气和光照情况下驾驶的概率不完全一致,比如其在白天开车的概率高于夜晚,在晴天开车的概率高于雨天。对于光照的假设存在的合理性在于人类的活动时间通常更多分布在白天,而晚上的大部分时间则用于休息;对于天气的假设的合理性在于我们所选取的AVOID数据中42.9%的ADAS事故和70.3%的ADS事故发生在加州,根据WRCC(西部地区气候中心)的数据,加州平均每年降雨的天数为51天,每年晴天和多云的天数分别为168天和104天。结合表1, 3, 4我们可以得到如下结果:

Weather	Clear	Rain	Cloudy
Lighting			
Dark-Lighted	3.5	3.5	0.4
Dark-Not Lighted	1.9	2.6	0.2
Dawn/Dusk	0.8	0.6	0.3
Daylight	1.0	1.3	0.4

表5:不同光照+天气组合下ADAS处于启动状态时发生事故的风险系数

表5中风险系数以  $p(A=1|\epsilon_s=On, \epsilon_l=Daylight, \epsilon_w=Clear)$  为概率基准的相对事故概率,即将“白天+晴天”作为风险对比的基准情景。如表5中显示,在“白天+雨天”情景下使用ADAS发生事故的概率是“白天+晴天”下使用ADAS发生事故的概率的1.3倍。相对风险最高情形组合是“晴天+夜间有灯”和“雨天+夜间有灯”。通过计算我们可以得到单一光照或者天气条件下各自的风险系数如下:

Clear	Rain	Cloudy
1.00	1.19	0.27

表6:不同天气情况下ADAS处于启动状态时发生事故的风险系数

Dark-Lighted	Dark-Not Lighted	Dawn/Dusk	Daylight
2.94	1.74	0.71	1.00

表7:不同光照情况下ADAS处于启动状态时发生事故的风险系数

由于搭载了ADS的车辆相对于ADAS车辆会遵循更加严格的运行条件,即在同样光照+天气组合下启动ADS和启动ADAS的概率不一致,我们需要对相对  $p(\epsilon_s = On|\epsilon_l, \epsilon_w)$  概率(表3)采用新的假设。ADS数据集中69%的数据来自Waymo和Cruise两家公司,根据CPUC(California Public Utilities Commission)的文件显示,(Waymo-CUPC, 2022)Waymo2022年被批准的ODD中运行时间为全时段并且包括除了雪、冰雹的其他天气;(Cruise-CUPC, 2022)Cruise2022年被批准的ODD中运行时间为全时段但是除外了诸如大雨、大雾、雪等恶劣天气,但是(Cruise-CUPC, 2021)Cruise2021年被批准的ODD中对运行时段进行了限制,只能在深夜(late evening)和清晨(early morning)行驶。我们可以看到,ODD的范围会随着时间和技术发展发生变化,并且不同公司的初始定义和变化情况也不尽相同,最合适的方法是根据不同公司在每年定义的ODD对其进行独立分析。但是如果按照公司和年份来拆分数据,会导致大量的数据空缺,因此我们目前采取统一

的概率表来对整体ADS车辆的启动概率进行假设(表8)。我们的假设条件是ADS车辆会尽量避免在雨天启动,这符合当下ADS技术的风险逻辑,但必然与真实情况存在偏差。对于表3中的概率,  $p(\epsilon_l)$  和  $p(\epsilon_w)$ , 我们假设ADS车辆在行驶过程中遭遇到不同天气的概率和ADAS车辆是一致的,但是由于ADS车辆相对会花更多时间在夜间(根据Waymo和Cruise的ODD中的运行时间范围),我们将调整其光照情况的概率(表9)。

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Grand Total
Lighting				
Dark-Lighted	0.12	0.01	0.12	0.25
Dark-Not Lighted	0.12	0.01	0.12	0.25
Dawn/Dusk	0.12	0.01	0.12	0.25
Daylight	0.12	0.01	0.12	0.25
Grand Tota	0.48	0.04	0.48	1.00

表8:不同光照+天气组合下ADS处于启动状态时的相对概率

Weather	Clear	Rain	Cloudy	Prob.
Lighting				
Dark-Lighted	0.10	0.03	0.06	0.20
Dark-Not Lighted	0.10	0.03	0.06	0.20
Dawn/Dusk	0.05	0.02	0.03	0.10
Daylight	0.26	0.08	0.16	0.50
Prob.	0.52	0.16	0.32	1.00

表9:驾驶ADS汽车遭遇不同光照+天气组合下的概率根据表2、8、9我们可以得到如下的风险系数表:

Weather	Clear	Rain	Cloudy
Lighting			
Dark-Lighted	1.19	0.00	0.10
Dark-Not Lighted	0.02	0.00	0.00
Dawn/Dusk	0.21	1.67	0.00
Daylight	1.00	4.69	0.05

表10:不同光照+天气组合下ADS处于启动状态时发生事故的风险系数

Clear	Rain	Cloudy
1.00	3.29	0.06

表11:不同天气情况下ADS处于启动状态时发生事故的风险系数

Dark-Lighted	Dark-Not Lighted	Dawn/Dusk	Daylight
0.51	0.01	0.29	1.00

表12:不同光照情况下ADS处于启动状态时发生事故的风险系数

由于ADS的事故数据有1/3的情景组合空缺,相对于ADAS的事故风险系数,ADS的事故风险系数的可靠度更低。比如在“雨天+夜间有灯”的情景下没有事故,可能的原因是ADS车辆几乎不会在该情景下启动系统,比如安全员在夜间行车的时候一旦发现任何可以观测的降雨就立刻关闭ADS,如此一来我们无法从现有的数据上对该情形下的事故风险进行评估。

### 三、结论和讨论

对比表6和表11我们可以看到在雨天使用ADS或者ADAS的风险相对于晴天更高,这和我们的常规认知是一致的,雨天不仅会增加系统的感知风险还会增加控制层面的风险。而多云天的风险一致偏低,原因可能是多云天时阳光强度会被云层削弱,摄像头或者驾驶员的眼睛接收到的光线强度更加稳定从而降低了感知风险。对比表7和表12可以看到,ADAS在夜间使用的风险是高于日间的,但是对ADS来说夜间的风险反而更低,原因可能是Tesla的ADAS配置相比于大多数ADS配置缺少了一些应对弱光环境的关键传感器,比如激光雷达。而装备了激光雷达的ADS车辆在具备良好的弱光感知能力后利用夜间行车交通顺畅的特点呈现出更低事故风险。

本文的分析结果对表3、4、8、9中的概率假设表现出较高的敏感度,虽然我们尽可能利用公开的数据以及常识来设定合理的概率,但是不能排除与真实情况具有较大偏差的可能性。另外AVOID数据集中大部份的数据来自于2021-2023年,数据总量仍相对较少,这也会影响结论的准确性。如果未来上述数据的质量能得到提升,通过本文的分析方法可以得到更为可靠的结论。



参考资料

1.Zheng,O.A.-A.(2023).AVOID:Autonomous Vehicle Operation Incident Dataset Across the Globe.arXiv preprint arXiv:2303.12889.

2.Sinha,A.V.(2021).A crash injury model involving autonomous vehicle: Investigating of crash and disengagement reports.Sustainability,13(14),7938.

3.Novat,N.K.(2023).A comparative study of collision types between automated and conventional vehicles using Bayesian probabilistic inferences.Journal of safety research, 84, 251-260.

4.Wang,D.D.-A.(2023).Exploratory analysis of injury severity under different levels of driving automation (SAE Level2-5)using multi-source data.

5.Waymo-CUPC.(2022,11 9).Statement and Map of Operational Design Domain.Retrieved from <https://www.cpuc.ca.gov/-/media/cpuc-website/divisions/consumer-protection-and-enforcement-division/documents/tlab/accessforall/waymo-cpuc-advice-letter-0001-tier-3--2022-phase-i-driverless-deployment-permit-application-december.pdf>

6.Cruise-CUPC.(2022,12 6).Retrieved from <https://www.cpuc.ca.gov/-/media/cpuc-website/divisions/consumer-protection-and-enforcement-division/documents/tlab/av-programs/phase-i-av-deployment-program-al-status/2021-11-05-advice-letter---cruise-application-for-driverless-deployment-permit.pdf>

enforcement-division/documents/tlab/av-programs/phase-i-av-deployment-program-al-status/2021-11-05-advice-letter---cruise-application-for-driverless-deployment-permit.pdf

7.Cruise-CUPC.(2021,11 5).Retrieved from <https://www.cpuc.ca.gov/-/media/cpuc-website/divisions/consumer-protection-and-enforcement-division/documents/tlab/av-programs/phase-i-av-deployment-program-al-status/2021-11-05-advice-letter---cruise-application-for-driverless-deployment-permit.pdf>





2023年7月

## 厄尔尼诺对东亚季风区的气候影响

文/陈思 前海再保险与深圳大学联合培养的在站博士后

### 引言

近年来,由于全球气候和天气系统的剧烈波动,许多地区都经历了极端暴雨、特大洪水、极端高温、极端干旱、森林山火、超级寒潮、超强台风等。2022年夏季甚至出现了横跨亚欧大陆的极端高温干旱。2023年多个国家气象部门发布的报告显示,过去一年是这些国家有气象记录以来最热的一年。世界气象组织不久前发布的《2022年全球气候状况》临时报告指出,2022年高温、干旱和洪水等极端天气灾害对全球数百万人造成影响,带来的经济损失达数十亿美元。

目前全球各主流研究机构的气候模型模拟结果均表明,北半球在2023年夏季会迎来厄尔尼诺现象,2023年或2024年可能会创下新的全球最暖纪录。气候变化确实提高了极端天气发生的频率和强度,创纪录或者破纪录的极端天气事件无疑会对人类的生命财产安全带来极大的威胁,尤其是人口最稠密的东亚、南亚和东南亚,总人口近42亿,占全球人口半数以上,生命财产受气候波动带来的极端天气影响更甚,是名副其实的气候变化敏感区。

如果将人口分布密度图与气候分区对比,不难发现这一区域又正好处于全球最大的季风区域--亚洲季风区。据统计资料显示,亚洲季风区是洪涝、干旱、台风等自然灾害最频发的区域。亚洲季风区是如何形成的?季风区的气候有何特征?气候变化,特别是目前正在消退的拉尼娜与发展中的厄尔尼诺又会给亚洲、尤其是东亚带来怎样的影响?

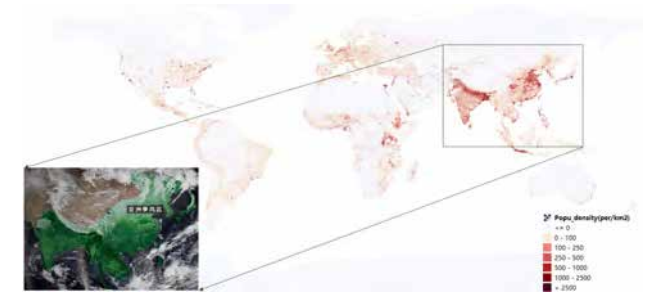


图1:全球人口密度分布及亚洲季风区示意图

### 一、行星气压带风带与亚洲季风

要理解亚洲季风区的形成机制,首先要理解地球的大气环流以及季风的成因。假设太阳直射赤道,且地球表面性质均一(无地形起伏、无海陆差异)。引起大气运动的因素是地球高低纬之间的受热不均和地转偏向力,由于不同纬度接受太阳辐射的热量不均产生了气压差异,形成了气压梯度力,大气由高压区向低压区运动,同时地转偏向力会使得北半球所有的运动物体的运动轨迹向右偏转而南半球向左。

因此,赤道上空的大气由于热力差异,在初始的气压梯度力的作用下向南北极方向运动,但由于地转偏向力,大气的运动方向在南北半球分别逐渐向左向右偏转,直到南北纬30°N附近的天空,大气运动的方向由南北完全偏转为东西、并堆积下沉,致使近地面气压升高,形成了南北半球的副热带高压带。

近地面,在气压梯度力作用下,大气由副热带高压带向南北流出。北半球向南的一支流向赤道低压,在地转偏向力影响下,由北风逐渐右偏成东北风,称为东北信风。同理南半球





西,在印度尼西亚和北澳大利亚受阻,堆出一个非常厚的暖水层,其温跃层深达上百米,称为西太平洋暖池;而太平洋东部,表层海水刚刚被晒热就被源源不断向西吹走。正是在风力作用下,赤道太平洋的海面上出现了一个东冷西暖的局面。海水温度又影响了大气,东太平洋上方的空气遇冷下沉,形成晴朗干旱的气候,而印尼和北澳大利亚一带的大气受热膨胀上升,形成多云多雨的气候,同时这样导致东边的气压比西边的气压更高,气压差进一步强化了东南信风,更多温暖的海水被吹走,由此构成了一个完整的环流—沃克环流。

但是在某些年份,东南信风会比较弱,大量的东太平洋暖水到不了西太平洋,只能堆积到中太平洋,甚至有一部分会回流到东边,厄尔尼诺就这样发生了,变暖的海水在东太平洋加热了上方的空气,也就削弱了前面所说的沃克环流,西太平洋则是暖水不足,上升气流甚至会被你转为下沉气流,引发干旱。拉尼娜与厄尔尼诺则刚好相反,更强烈的东南信风把更多暖水堆积到西太平洋,使得这里的海洋温跃层更深,海水进一步加热大气,激发更强烈的上升运动和降水,而东太平洋则显著变冷,大气下沉、干旱加剧,整个沃克环流被大幅加强(图6)。

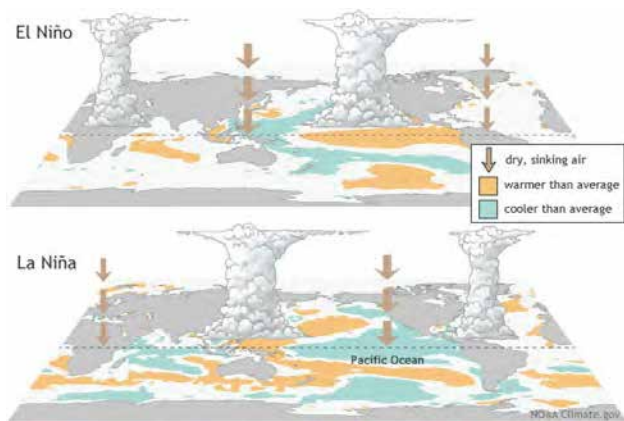


图6:厄尔尼诺和拉尼娜的沃克环流示意图及海温异常分布图(来源:Noaa)

科学地认定海温指数选区,制定厄尔尼诺/拉尼娜事件监测指标和判别方法,有助于我们更好地认识此气候现象,国际主流标准以NINO3.4区或者NINO3区海表温度距平指数作为基本监测指标来设计业务方案 and 标准。NINO3.4区的海温指的是热带太平洋中东部 120°-170°W 的连续3个月平均海面温度。在NINO3.4这一关键区域,海表温度3个月的滑动平均绝对值达到或超过0.5°C、且持续至少5个月,就被判定为一次厄尔尼诺/拉尼娜事件(指数≥0.5°C为厄尔尼诺事件;指数≤-0.5°C为拉尼娜事件)。



图7:太平洋厄尔尼诺指数区域及印度洋偶极子示意图

每隔2-7年,拉尼娜和厄尔尼诺往往交替往复出现一次,这样的过程就叫做El Niño-Southern Oscillation,简称ENSO(恩索)循环。这一交替往复出现的原因,目前科学界还没有定论,但这一震荡却是全球气候最显著的年际变化,许多气候事件的背后都有ENSO的影子。厄尔尼诺期间,西太平洋暖池变冷,形成高压和下沉气流,导致印尼和北澳大利亚干旱,澳大利亚爆发山火的概率显著升高。在大洋另一边,海水显著变暖使得南美沿岸形成低压系统,降水显著增加,在秘鲁至美国西海岸引发洪涝灾害,东太平洋的飓风也会增加。此外,ENSO循环还间接影响着亚洲季风及其降水。根据历史资料统计结果来看,拉尼娜往往对应着印度北部1-5月份的高温干燥,例如2021年-2023年上半年,太平洋上拉尼娜发生的时候,印度迎来创纪录的超级热浪,北印度气温比正常年份高出5-8°C。同时,拉尼娜往往伴随着爆发时间更早,规模更大的亚洲季风,意味着第二年6-10月份可能迎来更多的降水。

### 三、厄尔尼诺对我国的气候影响

目前,世界主流的气象组织和研究机构都认定上一轮的拉尼娜现象在2023年上半年结束,并将于夏季进入厄尔尼诺年(图8、9)。确定出现的厄尔尼诺现象虽发生在距离我国比较遥远的东太平洋,并不对我国的天气气候产生强烈的直接影响。但厄尔尼诺会通过大气环流的变化来间接影响东亚季风区,所以厄尔尼诺的出现与否是影响中国东部天气气候异常的一个强信号。

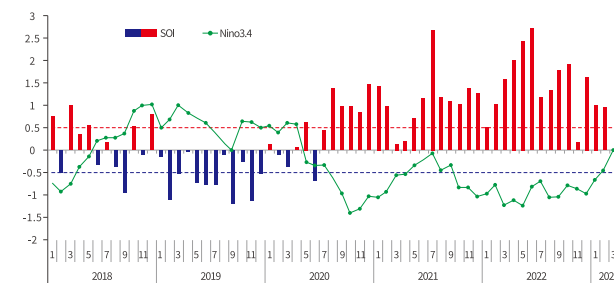


图8:Niño3.4区海温指数(°C)和南方涛动指数逐月演变(源:国家气候中心,2023.5.27)

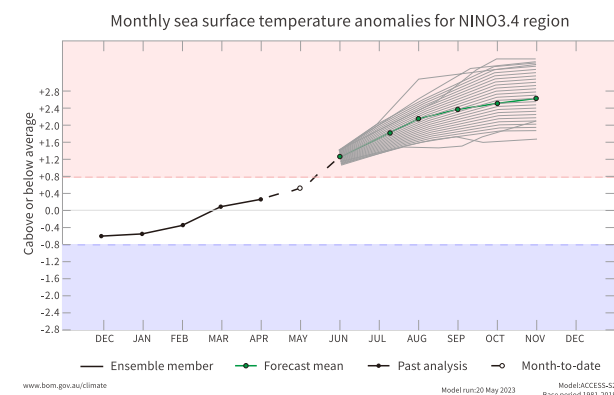


图9:2023年5~10月太平洋的厄尔尼诺3.4指数的集合预报(源:澳大利亚气象局,2023.5.20)

厄尔尼诺年夏季,由于赤道东太平洋海温升高、哈得来环流加强,太平洋副热带高压强度增强;但西太平洋海温降低,大气对流活动减弱,却使副高位置偏南。研究表明,西太平洋副高对厄尔尼诺的响应要落后几个月,因而往往厄尔尼诺发生第二年这种相关关系更加显著一些。另外,受环流形势的影响,冷空气活动比较偏南,加之夏季风偏弱,暖湿气流北上势力不强,因此冷暖空气交汇产生的季风雨带也随之偏南,从而使长江中下游地区多雨以至发生洪涝,黄河及华北一带少雨并形成干旱。

根据历史数据统计,近50年来大多数厄尔尼诺年我国夏季主要雨带都出现在淮河以南地区。比如1969年长江中下游梅雨持续时间较长,6月下旬至7月中旬多次出现大雨或暴雨,发生严重洪涝。1983年夏季,长江流域梅雨强度与1969年相当,部分地区降水量比常年偏多5成到一倍半。强厄尔尼诺的1997年,夏季主要多雨带出现了长江以南地区,而北方出现了持续高温少雨天气,为50年来最干旱的年份之一。长期干旱使得水资源严重减少,黄河下游发生了累计220多天的断流事件。1998年受到厄尔尼诺的滞后影响,加之其他因素的综合作用,使长江流域发生了本世纪以来仅次于1954年来的特大洪水。此外,在厄尔尼诺的秋冬季,我国东部容易出现北少南多的降水分布型。即北方大部地区降水比常年偏少,南方大部地区降水比常年偏多。

#### 2.热带风暴偏少

西北太平洋和中国南海是全球热带水域上生成热带气旋最多、发展最强的地区,我国也是受热带气旋影响最大的国家之一。热带风暴伴随着狂风暴雨常常给我国东南沿海地区造成严重灾害,给人们的生命财产造成重大损失,但是在我国南方伏旱季节,它又是南方降水的重要来源。

#### 1.干旱和洪涝



西北太平洋大部分热带气旋都是热带辐合带的低云或者云团发展起来的,而在厄尔尼诺年赤道东太平洋变暖时,热带西北太平洋则变冷,大气稳定度增加,不利于积云对流在热带太平洋地区的发展,热带风暴和台风的数量也就相应的会减少,登陆我国的数量也会比常年偏少。从近50多年的统计情况来看,西北太平洋平均每年有29个热带气旋发展成热带风暴或者台风,其中平均有7个左右在我国沿海登陆。而在大多数厄尔尼诺年,热带风暴和台风有20~26个,登陆数仅为3-5个,比多年平均明显偏少,但生成及登陆的台风强度可能会更强,厄尔尼诺与热带风暴的活动可能确有一定关系。

### 3.东北冷夏

厄尔尼诺与我国东北夏季温度也有一定的关系。统计资料表明,在厄尔尼诺年的夏季,我国东北地区冷空气活动势力往往加强,导致我国东北夏季气温异常偏低,形成低温冷害,造成粮食减产。1951年以来,东北地区曾多次出现夏季低温冷害,特别是1954、1957、1969、1972、1976等均为范围较大的严重低温冷害年,除了1954年为拉尼娜事件外,其余都是厄尔尼诺年。不过,厄尔尼诺和东北冷夏并不是一一对应的关系,比如厄尔尼诺极强的1997年,东北夏季反而异常偏高,说明厄尔尼诺可能并不是东北冷夏的唯一影响因素。

### 4.暖冬

冬季,亚洲大陆受强大的西伯利亚冷高压控制,而海洋上相对暖和得多,气压相对较低,空气从高压部分流到低压部分,从大陆流向海洋,因而我国大部盛行来自高纬度的西北气流,常有寒潮和冷空气天气过境,气候寒冷而干燥。冬季风的强弱是导致我国冬季冷暖的直接原因。研究表明,厄尔尼诺发生年的冬季,东亚极锋锋区位置往往较常年偏北,冷空气活动也偏北、偏弱,而南方暖气团势力相对较强。据统计,近

50年80%的厄尔尼诺年中国出现了暖冬,上世纪90年代厄尔尼诺频繁发生,中国连续出现暖冬。因此,在厄尔尼诺发生时我国出现暖冬的机率较大。

## 结语

我们刚刚经历了有气象记录以来最暖的八年,尽管过去三年里出现了具有冷却作用的拉尼娜现象,它起到了暂时遏制全球升温的作用。厄尔尼诺现象的发展很可能导致全球升温出现新高峰,并增加打破温度记录的可能性。根据气象组织此前发布的《全球气候状况》报告,2016年之所以成为有记录以来最暖的一年,就是因为受到了一次非常强大的厄尔尼诺事件和人类活动引发的气候变暖所带来的“双重暴击”。

由于厄尔尼诺现象对全球温度的影响通常在其出现的第二年逐渐展开,因此2024年这一影响可能会最为明显。我国的天气气候变化还受其他因素的影响,不应简单地把任何气候异常都归结为受厄尔尼诺的影响,也不能说厄尔尼诺发生后必然对中国气候产生某种特定的影响。例如印度洋偶极子、北极海冰的变化等,也都会在不同层面对我国的气候产生显著的影响,限于篇幅本期我们不做更多展开。保险业应提前对气候变化引起的灾害做出科学的认知,强化气候变化监测预测预警,加强气候变化影响和风险评估以及风险管理,提升综合防灾减灾能力,开展风险减量管理,才能在灾害发生时最大程度地减少生命和财产损失。



### 参考资料:

- 1.《厄尔尼诺/拉尼娜事件国家标准》,中国气象局
- 2.《以更强有力的行动应对气候变化》,人民日报
- 3.《未来数十年 高温将成为一种新常态》,中国气象报
- 4.《2021年气候状况:极端事件与重大影响》,世界气象组织(WMO)
- 5.《2022全球气候状况》,世界气象组织(WMO)
- 6.《今年出现厄尔尼诺的可能性正在增加》,2023,世界气象组织(WMO)
- 7.《中国气候变化蓝皮书(2022)》,中国气象局气候变化中心
- 8.《青藏高原—亚洲季风的发动机》,阳坤,中国科学院青藏高原研究所,
- 9.《今年厄尔尼诺有些“怪”?》,周兵、罗京佳,中国气象报
- 10.《厄尔尼诺与拉尼娜背景资料》,香港天文台
- 11.Wang,Y.,K.Hu\*,G.Huang\*and W.Tao(2021).Asymmetric impacts of El Niño and La Niña on the Pacific-North American teleconnection pattern:the role of subtropical jet stream, Environmental Research Letters. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac31ed>
- 12.Shu-feng Li.The growth of the Tibetan Plateau shaped hydrologic cycle and ecosystem in eastern Asia: Progress and perspectives.Chinese Science Bulletin, Volume 68,Issue12:1567-1579(2023)
- 13.Shu-Feng Li et al.,Orographic evolution of northern Tibet shaped vegetation and plant diversity in eastern Asia.Sci. Adv.7,eabc7741(2021).DOI:10.1126/sciadv.abc7741
- 14.Dai, X.,Yang,Y.&Wang,P.Asian monsoon projection with a new large-scale monsoon definition.Theor Appl Climatol 147,1003-1013(2022). <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03866-9>
- 15.Sun,H.,Liu,X.Impacts of dynamic and thermal forcing by the Tibetan Plateau on the precipitation distribution in the Asian arid and monsoon regions.Clim Dyn 56,2339-2358(2021).<https://doi.org/10.1007/s00382-020-05593-9>



2023年7月

## 反事实预测模型与“平行宇宙” —基于大数据和机器学习对冠心病个体化 风险进行评估及干预

文/Yves Hude 前海再保险与中国科学院深圳先进技术研究院联合培养的在站博士后



### 一、概论

反事实预测模型的基本思想是通过生成模型来模拟干预后的数据分布，并将其与原始分布进行比较，以分析干预的效果和原因。具体地，反事实预测模型在建模时，除了输入观测数据及因果变量之外，还考虑干预方案，例如将某些特征的值全部设置为特定值，从而生成干预后的数据分布。然后，通过比较包括干预后和干预前的原始数据分布的差异，可以推断出干预策略的影响和结果。

反事实预测模型在应用上有很多潜在的优点。例如，它可以在没有干预数据的情况下进行干预效果评估，这对在生物医学和社会科学等领域中的因果推断研究尤为重要。此外，与传统的干预方法相比，反事实生成模型具有更高的可解释性，更加容易理解干预对因果变量的影响。对于保险领域，反事实生成模型有多种应用场景，例如可以在承保时对投保人进行评估，并基于个体预测通过干预危险因子后风险的变化。

反事实预测模型的搭建可以理解为一个并不存在的“平行宇宙”。反事实预测模型和平行宇宙都是基于想象和推断的理论。反事实预测模型假设某种情况是真实的，即使它并没有真正发生，然后根据这个假设去预测事件的后果。平行宇宙理论则假设存在与我们现实宇宙相似的、并行的多个宇宙，每个宇宙里都有独特的历史和事件。反事实预测模型和平行宇宙可以互相借鉴，可以在真实宇宙无法实验的情况下，通过建立反事实预测模型去探索问题的答案。在实际应用中，反事实预测模型和平行宇宙理论的交叉应用可以为一些干预和决策提供新的思路和依据。例如在医疗领域中，反

事实预测模型可以用来研究某种疾病的干预策略，而平行宇宙理论可以衡量这种策略在其他可能性的世界里的影响，从而提高模型的可靠性和泛化能力。

对比经典的医学统计学模型，其给出的相对危险度(Relative Risk)、比值比(Odds Ratio)、风险比(Hazard Ratio)等都是基于群体平均的概念。反预测模型将问题转化为针对个体的干预效果预测，并能够考虑具体干预方案对个体的影响。例如，如果希望判断特定没有运动习惯的投保人在规律运动后冠心病发生风险会下降多少，反事实预测模型可以用来预测这个效果，并给出具体的影响因素和概率。这为保险公司提供了更具体、更准确的承保决策支持以及后续的疾病管理方案。

### 二、基于该理论利用大数据和机器学习进行 冠心病个体化风险及干预评估

为了阐述上述理论的应用，本文采用真实健康医疗大数据集并应用机器学习算法研究基于个体的运动干预对冠心病风险的影响。预测模型的选择为LightGBM，模型的准确性用受试者工作特征曲线下的面积来评估。对于个体的干预效果通过其个人特征在“运动组”和“不运动组”模型下得到的个体相对危险度(Personalized Risk Ratio)来评估。

本文研究的数据来源于2020 Behavioral Risk Factor Surveillance System Survey (BRFSS)公开数据集，是美国疾病控制和预防中心(CDC)执行的关于美国成人的健康相关行为、疾病和风险因素的调查。该问卷调查使用了随机抽样的方法，通过电子邮件、电话、邮政信件等方式，对全美各州的成年人进行了调查。



2020年的问卷涵盖了心血管疾病(包括冠心病)、糖尿病、癌症、健康保险、抑郁症、戒烟等多个方面的内容。纳入本文研究的数据集共包含319,795名参与者,并纳入了13个与冠心病相关的风险因素包括:年龄、性别、脑卒中病史、糖尿病史、哮喘病史、肾脏疾病史、身体质量指数、吸烟情况、饮酒、行动困难、运动情况等,其中“运动”定义为:过去一个月中,除了工作外,是否参加过体育活动或锻炼,如跑步、健美操、高尔夫、园艺或步行锻炼。

LightGBM是一种基于梯度提升决策树模型(GBDT),已经在疾病预测领域有所应用。LightGBM采用了基于直方图的决策树算法,使得决策树的分裂过程更加高效,加速了训练过程,同时LightGBM可以通过可视化工具,生成决策树的解释,具有较好的可解释性。在疾病预测领域,该算法能够对大规模、复杂的临床数据进行处理,通过对各种不同的相关危险因素进行分析和学习,快速有效地实现疾病预测。

受试者工作特征曲线(ROC曲线)显示的是根据不同的阈值计算得到的真阳率(TPR)和假阳率(FPR)之间的关系。受试者工作特征曲线下的面积(Area Under the receiver operating characteristic Curve, AUC),是一种广泛用于评估二分类模型性能的指标。在疾病研究领域,ROC曲线和AUC通常用于评估分类模型的预测效果。通过绘制ROC曲线,可以便于比较不同分类模型的性能表现。AUC是ROC曲线下的面积,其取值范围在0.5到1之间。当AUC的值大于0.7时,该模型预测效果相对良好。

BRFSS冠心病数据集根据运动情况分为了“运动”组(n=247957)和“不运动”组(n=71838)。两组数据集都以70:30的比例被均匀地分为训练集和测试集。使用LightGBM对“运动”组对冠心病发病概率进行建模,训练集的AUC为0.841,测试集的AUC为0.833。对于“不运动组”,冠心病风险预测模型在训练集和测试集合的AUC分别为0.809以及0.811。

通过LightGBM分别对“运动”和“不运动”组进行冠心病发病风险建模都表现出了有效性和泛化能力。图1展示了“运动”组与“不运动”组测试集的受试者工作特征曲线。

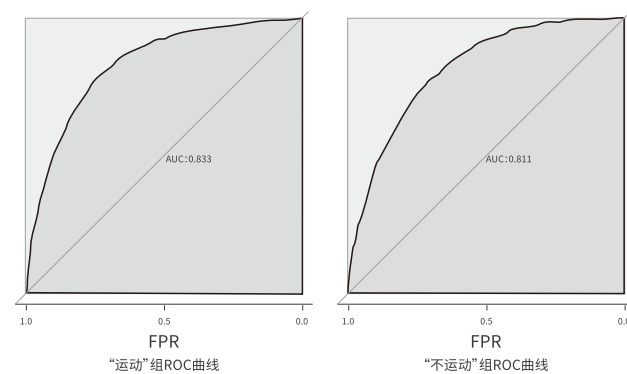


图1:“运动”组与“不运动”组通过LightGBM进行冠心病风险模型搭建在测试集的ROC曲线以及AUC

根据上述搭建的两个预测模型针对每一个个体特征进行风险评估,并计算个体“不运动”相对危险度: $P(Y=1|运动=0)/P(Y=1|运动=1)$ ,其中Y代表冠心病事件。用Bootstrap法(n=1000)计算得到的平均个人“不运动”相对危险度的95%置信区间为(1.613, 1.615)。

个人“不运动”相对危险度的分布图展示如图3。对于大部分的参与者(n=300450,94%)的个人“不运动”相对危险度>1,即为不运动的情况中冠心病风险要高于运动的情况之下。需要注意的是,尽管平均个人“不运动”相对风险显著大于1,仍有少部分参与者(n=19345,6%)的个人在运动的情况之下冠心病的风险在反事实分析框架之下反而更高(图2)。

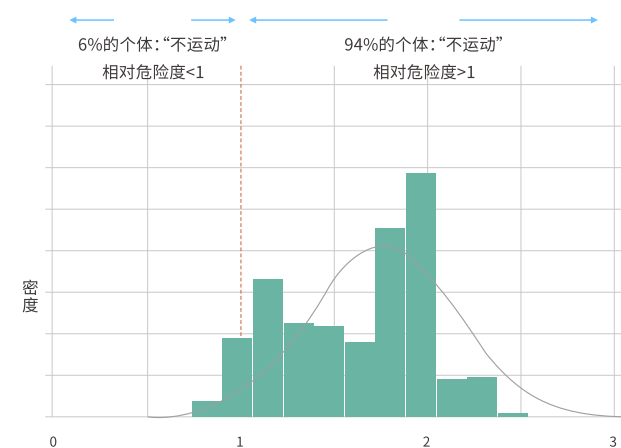


图2:个体“不运动”相对危险度

(94%的个人“不运动”相对危险度>1,即不运动的情况下冠心病风险要高于运动的情况之下。6%的个人“不运动”相对危险度<1,即运动的情况下冠心病风险反而高于不运动的情况之下。)

### 三、在保险健康管理的应用与结论

该研究采用真实的健康医疗大数据集,应用LightGBM预测模型,用以评估个体运动干预对冠心病风险的影响。结果表明,预测模型对“运动”组和“不运动”组的冠心病发病概率建模均表现出有效性和泛化能力。通过Bootstrap法计算平均个人“不运动”相对危险度的置信区间,并对个人相对危险度进行分布分析,发现大部分参与者的个人相对危险度>1,即

在不运动的情况下,冠心病风险要高于运动的情况,但少部分参与者(6%)在运动的情况下冠心病风险反而更高。因此,在实际应用中,需要对与个体特有的特征有针对性地进行干预和管理。

传统的医疗保险健康管理通常是根据标准化的指南和方案,这些方案往往是基于针对整个人群的平均效应所得出的结论。然而,我们的研究表明,个体之间存在差异性,因此需要针对性地制定“治未病”和疾病管理方案。为了更好地实现个性化的健康管理,我们需要更细的用户画像来进行更准确的识别和差异化处理。特别是对于冠心病患者来说,因经常合并其他疾病和危险因素,其风险的差异性更为显著,因此不能采用一刀切的健康管理方法。相反,需要制定差异化的健康管理策略,根据个体的具体情况来确定最终的风险,并采取相应的个性化管理措施来减少风险。这种个性化的健康管理方式,不仅可以有效地减少风险,而且还可以使患者获得更好的健康状况和生活质量。因此,我们强调采用差异化的“风险减量”而非增量的方法来进行健康管理,从而更好地提高干预效果和患者满意度。

该研究为反事实分析提供了有力的实践证据,可以在保险行业的风险评估,尤其时个体化评估和干预中发挥重要作用,为更精准的风险定价、个性化的健康管理策略提供可靠依据。最后,反事实分析的应用需要遵循伦理和法律原则,确保个人信息的保护和隐私的保密。同时,反事实分析的结果需要与现实场景相结合,结合实际需求进行解读和应用,实现因果关系的探究与实践意义的有效转化。





Nguyen, Tri-Long, Gary S.Collins, Paul Landais, and Yannick Le Manach. "Counterfactual Clinical Prediction Models Could Help to Infer Individualized Treatment Effects in Randomized Controlled Trials—An Illustration with the International Stroke Trial." *Journal of Clinical Epidemiology* 125(September 1,2020):47–56.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.05.022>.

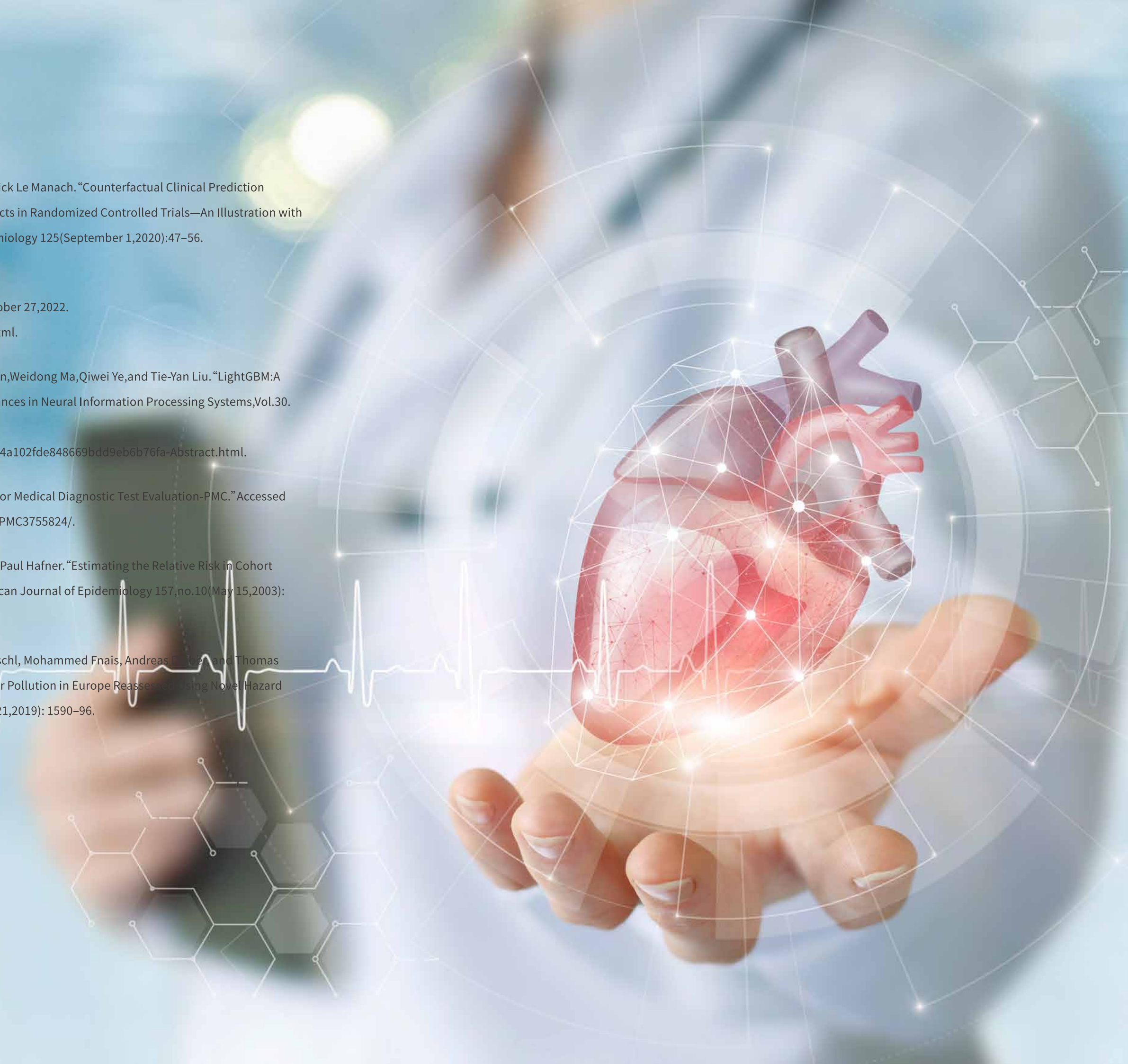
"CDC-2020 BRFSS Survey Data and Documentation," October 27,2022.  
[https://www.cdc.gov/brfss/annual\\_data/annual\\_2020.html](https://www.cdc.gov/brfss/annual_data/annual_2020.html).

Ke,Guolin,Qi Meng, Thomas Finley,Taifeng Wang,Wei Chen,Weidong Ma,Qiwei Ye,and Tie-Yan Liu. "LightGBM:A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree." In *Advances in Neural Information Processing Systems*,Vol.30. Curran Associates, Inc.,2017.  
<https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/hash/6449f44a102fde848669bdd9eb6b76fa-Abstract.html>.

"Receiver Operating Characteristic (ROC)Curve Analysis for Medical Diagnostic Test Evaluation-PMC." Accessed May 4,2023.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3755824/>.

McNutt,Louise-Anne,Chuntao Wu,Xiaonan Xue,and Jean Paul Hafner. "Estimating the Relative Risk in Cohort Studies and Clinical Trials of Common Outcomes." *American Journal of Epidemiology* 157,no.10(May 15,2003): 940–43.<https://doi.org/10.1093/aje/kwg074>.

Lelieveld,Jos,Klaus Klingmüller,Andrea Pozzer,Ulrich Pöschl, Mohammed Fnais, Andreas T. G. and Thomas Münzel. "Cardiovascular Disease Burden from Ambient Air Pollution in Europe Reassessed Using Novel Hazard Ratio Functions." *European Heart Journal* 40,no.20(May 21,2019): 1590–96.  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>.





2023年7月

## 阿尔茨海默病的治疗与药物研发进展

文/魏昊华 前海再保险与中国科学院深圳先进技术研究院联合培养的在站博士后



### 引言

二十世纪五十年代以来,在社会和经济迅速发展的背景下,全球人口以前所未有的速度快速上升。同时由于预期寿命的延长,世界人口快速进入老龄化。世界卫生组织(WHO)预计,2015年至2050年,全球60岁以上人口比例将升高一倍多,预计将从9亿增加到20亿。与老龄化伴随而来的是老年疾病患者的增加。痴呆症是老龄化背景下影响迅速扩大的一个重要健康问题,目前影响着全球约五千万人,到2050年这一数字将达到目前的三倍。痴呆是老年人失能的主要原因,患者失去自主生活能力的同时,给照护者、家庭带来严重不良影响,同时给社会造成巨大的经济负担。而大部分痴呆症患者(约60%~80%)是阿尔茨海默病相关痴呆(Alzheimer's disease related dementia, ADRD)。

作为一种主要发生于老年人的神经退行性疾病,阿尔茨海默病(Alzheimer's disease,AD)最基本、往往也是最早出现的临床表现是选择性记忆障碍,其他主要症状还有执行力/解决问题的能力下降,通常还伴随不同程度不同表现的精神症状。虽然现有的治疗手段能改善该病的某些症状,但尚无治愈方法,所有患者都无法避免疾病进展。

AD的治疗一直都是神经科学的重点研究领域,1993年美国FDA批准第一个用于治疗AD的胆碱酯酶抑制剂他克林(Tacrine)至今,已经过去整整三十年。全球的临床医生和药企在改善AD患者的症状体征、延缓疾病进展上不懈努力,开发出诸多药物和疗法。本文将AD药物治疗为主线,梳理该疾病当下主流的治疗手段和研发进展。

### 一、当前的AD治疗方法

#### (一) 药物治疗

##### a. 认知症状的治疗

截止至本文成稿(2023年5月),美国FDA批准的阿尔茨海默病治疗药物仅有8个(表1),分别是他克林、多奈哌齐(donepezil)、卡拉巴汀(rivastigmine)、加兰他敏(galantamine)、美金刚(memantine)、阿杜那单抗(aducanumab)以及仑卡奈单抗(lecanevab)。此外,多奈哌齐和美金刚联合用药被批准用于中到重度AD患者的治疗。

编号	通用名	商品名	获批时间	药物类型	药物作用
1	他克林 Tacrine	Cognex	1993年	胆碱酯酶抑制剂	改善症状
2	多奈哌齐 Donepezil	Aricept	1996年	胆碱酯酶抑制剂	改善症状
3	卡拉巴汀 Rivastigmine	Exelon	1998年	胆碱酯酶抑制剂	改善症状
4	加兰他敏 Galantamine	Razadyne	2001年	胆碱酯酶抑制剂	改善症状
5	美金刚 Memantine	Namenda	2003年	NMDA抑制剂	改善症状
6	美金刚+多奈哌齐复方制剂	Namzaric	2014年	胆碱酯酶抑制剂&NMDA抑制剂	改善症状
7	阿杜那单抗 Aducanumab	Aduhelm	2021年	单克隆抗体	干预病变
8	仑卡奈单抗 Lecanevab	Leqembi	2023年	单克隆抗体	干预病变

表1:美国FDA批准上市的阿尔茨海默病治疗药物



以上药物根据作用目标可分为两类：改善AD认知功能损伤症状的传统药物和针对性治疗AD神经病理变化的创新药物。1993至2003年的十年间，获批上市的药物都属于改善症状一类。这类药物无法修复患者脑内由AD产生的病变损伤，也无法逆转或缩短疾病不断进展的过程。它们的药效主要是在AD的轻中度时期(多奈哌齐、卡拉巴汀、加兰他敏)改善患者的认知损伤。此外，美金刚作为NMDA抑制剂，能够保护大脑不受高水平谷氨酸的损害，对于重度AD痴呆的症状有一定缓解作用。2014年上市的美金刚+多奈哌齐复方制剂，可以用于治疗中到重度AD痴呆患者，改善认知功能衰退。然而，以上传统药物都具有一定副作用，主要是在神经系统，可能导致AD痴呆患者出现头疼、恶心、呕吐等不适。并且随着疾病进展，最终都无法达到缓解症状的目的。

**b. 针对病变的治疗**

2003年美金刚获批上市用于治疗中到重度AD痴呆，之后近二十年内再也没有一个AD新药通过FDA审批上市。而在2021年，FDA通过快速通道批准了一个与之前AD治疗药物迥然不同的新药——阿杜那单抗(Aducanumab)上市(图1)。



图1:2021年获批上市的AD新药——阿杜那单抗(Aducanumab)

阿尔茨海默病的发病原因和机制至今尚未明确，目前各大药企和研究机构都是基于各种假说理论开发AD的治疗药物，这些假说包括大脑β-淀粉样蛋白(Aβ)沉积、神经纤维缠结、神经炎症、颅脑外伤等等。其中最受关注的就是β淀粉样蛋白沉积，即大脑中β淀粉样蛋白斑块的积累是阿尔茨海默病的一个明确的病理生理特征，AD患者脑内β淀粉样蛋白形成斑块后，再怎么传统药物治疗，也达不到期望疗效。而β淀粉样蛋白正是阿杜那单抗的作用靶点。在经历了一系列失败与重复实验后，研究者在早期的基础研究和临床研究发现，阿杜那单抗能够显著减少患者脑内β淀粉样斑块。在一定范围内，阿杜那单抗的使用剂量和时间与斑块减少的程度呈正比。

然而病理学上的蛋白斑块沉积被清除，并不代表患者认知功能就恢复了。阿杜那单抗在一些临床试验中被发现存在问题：低剂量使用时改善认知水平效果不明显，而较大剂量注射阿杜那单抗时，有约35%患者出现了脑水肿或脑出血的副作用。加之该药物价格昂贵，年使用费大约5.6万美元，相对于有限的临床效果，阿杜那单抗的性价比并不高，上市后在临床实践中远不及预期(一季度实际销售额280万美元 vs. 一季度预计销售额1600万美元)。虽然2021年阿杜那单抗成功在美国上市，但在同年年底欧洲药品管理局拒绝了阿杜那单抗的上市申请。药物开发企业已退还权益，集中研发资源开发另一个AD单克隆抗体药物。

诚然药物治疗是AD患者管理的一个非常重要部分，但并不是AD治疗的全部。痴呆会综合性地影响患者多个系统的功能，抗AD药物无法做到的事情，需要其他干预手段共同参与。

**c. 精神行为症状的治疗**

AD作为神经退行性疾病，一般还伴随一系列精神情绪和行为障碍，如情感淡漠、社会脱离和易激惹以及攻击行为、游荡，甚至精神病等。AD患者的治疗内容除了改善认知症状以及干预疾病病程，还需要对精神行为症状进行治疗。治疗药物主要分两类：非典型抗精神病药物和5-羟色胺类药物。非典型抗精神病药物如奥氮平、利培酮等，能减轻AD患者的躁动、攻击倾向、幻觉、妄想等精神异常和行为症状，但副作用是可能有认知功能损害加重等风险。与之类似的，5-羟色胺类药物虽然作用机制不同，对AD痴呆患者的精神症状有改善作用，但是药物带来的收益有效期较短。

**d. 中医药治疗**

除了上述治疗手段，我国阿尔茨海默病诊疗指南中还提出了中药治疗AD的方案：通过补肾、化痰、活血、泻火、解毒等中医治法，改善AD痴呆患者临床表现。指南提出根据AD患者的临床分期，通过中医中药个体化治疗，对前驱期、早中期AD痴呆患者的认知、行为和功能有轻微疗效。同时，中药序贯疗法(表2)结合常规AD药物(多奈哌齐等)，对患者的认知和行为有协同增效的作用。

病期	早期	中期	晚期
症状特征	记忆减退	认知	精神
证候演变	肾虚	痰蒙	血瘀
补肾法	[Bar]		
化痰法	[Bar]		
活血法	[Bar]		
泻火法	[Bar]		
解毒固脱法	[Bar]		
多奈哌齐	[Bar]		
美金刚	[Bar]		

表2:阿尔茨海默病中医药序贯疗法

我国与美国类似，在美金刚之后多年未批准AD新药上市，而在2019年11月2日国家药监局有条件地批准了甘露特纳胶囊(GV-971, 九期一)上市，“用于轻至中度阿尔茨海默病，改善患者认知功能”。不同于上文提到的靶向单克隆抗体药物，甘露特纳是从海藻中提取有效成分的分子药物，通过调节氨基酸代谢来抑制神经炎症。其通过重塑肠道菌群平衡，降低相关代谢产物的积累，减轻脑内神经炎症，进而改善认知障碍，达到治疗AD痴呆的效果。2020年4月，GV-971在美国进行临床试验。事实上，在过去一段时间内，GV-971 这款新药一直伴随着学术界和业界的争议。鉴于AD疗法的紧缺性和病患的需求，中国国家药监局有条件地批准了GV-971的上市申请，要求GV-971上市后，仍然被要求继续进行药理机制方面的研究，继续进行长期安全性有效性研究。2022年5月，





GV-971的国际临床III期宣布终止,要评价其疗效和安全性,尚需要更多研究作为证据。

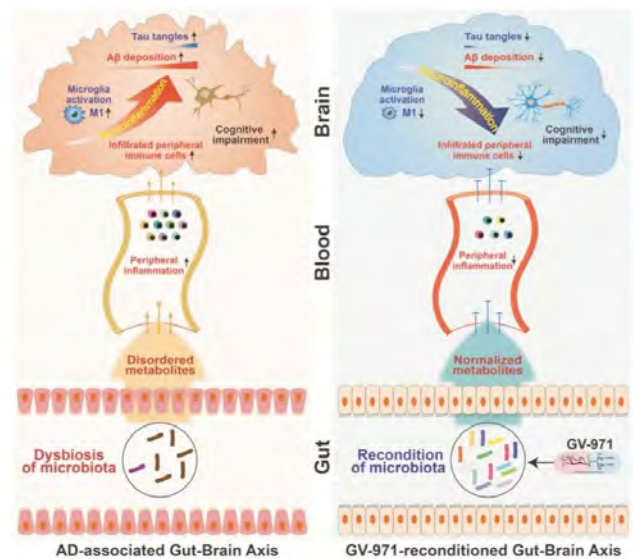


图2:甘露特纳治疗AD作用机制

综上所述,目前AD痴呆患者虽然有一些药物可以使用,但是大部分药物仅能作用于轻中度AD,而且均无法逆转或阻止疾病进展过程。AD的发病机理不清楚是当前药物疗效有限的其中一个重要原因。在AD被发现至今的一百多年里,基于有限观察基础之上的推测和假设,AD的发病原因被归纳为前文提到的多种假说,每一种假说都能解释AD的一部分发病,但是没有有一个假说能够完全解释AD的产生与变化。传统药物治疗的有效性因理论受限而无法更进一步。

(二) 非药物治疗

柳叶刀委员在2020年的痴呆报告中提出,40%痴呆症等发生可以归因于12项可控危险因素(低受教育程度、听力损伤、创伤性脑损伤、高血压、酗酒、肥胖、吸烟、抑郁、社交孤立、缺乏锻炼、空气污染、糖尿病),认为对危险因素的有效管控可以降低痴呆的发生率。除此之外,该报告指出干预措施是减少神经精神症状的首选治疗方法。可见不仅是药物治疗,

AD的非药物疗法同样能让患者受益。

然而从疗效上看,与药物治疗一样,非药物治疗也无法改变该疾病的病理变化。非药物治疗通常用于维持或改善认知功能,提升整体生活质量和自主性,以及完成日常生活活动(activities of daily livings, ADLs)的能力。常见的非药物治疗包括体育锻炼,记忆力和定向力练习,以及音乐、美术等艺术治疗。

非药物治疗可用于更具体的治疗目标,比如改善精神、行为异常,例如抑郁、冷漠、徘徊、睡眠障碍、躁动和攻击性等。有相关研究表明,非药物治疗可能在这些症状的处理上比抗精神药物干预更有效。在临床上,非药物治疗是用于解决躁动和攻击的主要工具,不仅比抗AD药物更有效,还对老年患者造成的风险或伤害最小。

如果非药物治疗不成功,AD患者的行为和精神症状有可能对自身或他人造成伤害,目前医生一般会用其他精神疾病的药物来治疗AD患者的精神症状,如严重幻觉、攻击性和躁动。然而,使用抗精神病药物治疗痴呆症患者的决定必须非常谨慎。专门用于AD精神情感障碍和行为学异常的药物仍非常缺乏,因而非药物治疗方法的重要性更为突出。

二、AD治疗药物研发进展

当下被发现可能对治疗AD痴呆有效,并地开展临床和临床前研究的药物不可谓少。然而这些药物开发的研究超过一半无进展,只有约30%的研究仍在进行中,当中只有约3%进入III期临床,目前能够走到获批上市这一步的药物仅占1%。过去的几十年,AD药物的研发,简单归纳起来就是99%的失败率,可谓是制药企业的药物研发深渊。多家制药巨头投入巨

大,但是收获寥寥,绝大多数药物都未能通过临床试验。然而由于人口老龄化使AD患者人数不断增加,该疾病造成了日益严重的公共卫生压力和社会经济负担。对AD进行预防、延缓进展,乃至改善症状的需求在持续地提高。面对AD这块巨大的蛋糕,治疗药物探索仍是大型药企的重要研究方向。幸运的是近年来AD药物研发的确取得了一定进展。

当然AD作为一个发病机制不明的疾病,当下众多正在开发

的药物靶点和作用目标并不只有β淀粉样蛋白单克隆抗体。截止至2023年1月,在美国国立卫生研究院进行临床研究登记的(clinicaltrials.gov)进行到I至III期临床药物就有141个。下图(图3)外圈代表I期临床药物,中圈代表II期临床,内圈代表正在进行III期临床的药物。根据药物临床试验的目标终点可以分为干预疾病的药物、改善神经精神症状的药物和改善认知功能的药物。其中干预疾病的药物根据其药物类型分为生物制剂和小分子制剂。

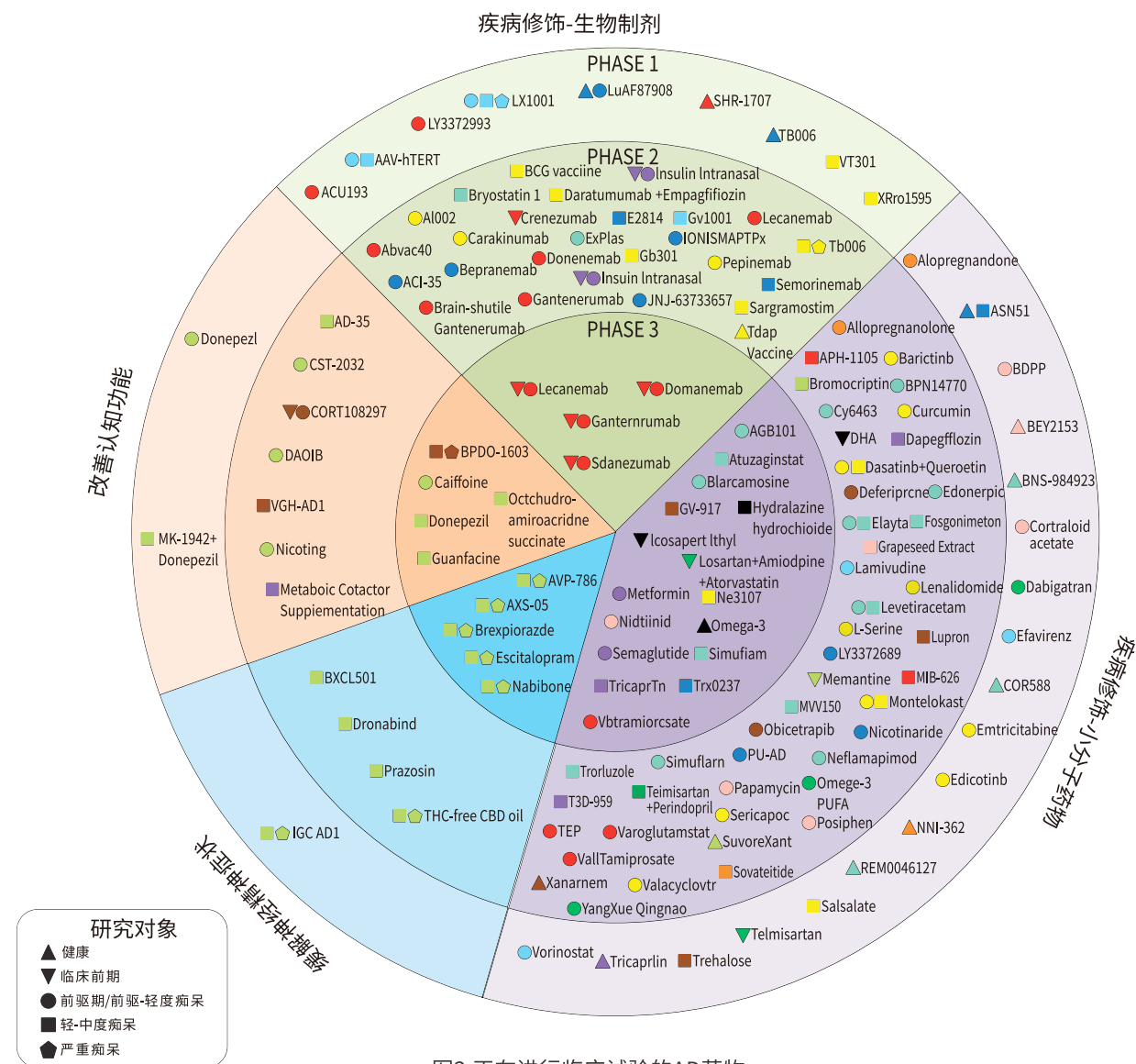


图3:正在进行临床试验的AD药物



### (一) 疾病修饰疗法的生物制剂

在生物制剂方面,除了首先打破AD药物近二十年未获批上市窘境阿杜那单抗之外,仑卡奈单抗(Lecanemab)、多奈单抗(Donanemab)、更汀芦单抗(Gantenerumab)等β淀粉样蛋白单克隆抗体也不断在临床试验上取得成功。仑卡奈单抗在2023年1月成功获批上市,相关药企已向中国国家药品监督管理局提交仑卡奈单抗上市申请,治疗AD所致轻度认知障碍(MCI)和轻度(早期)AD痴呆。

值得一提的是仑卡奈单抗和阿杜那单抗属于同一家美国制药企业,在阿杜那单抗因为其疗效和副作用遭受质疑的同时,仑卡奈单抗III期临床结果在2022年发表,经治疗的患者认知功能衰退的速度被延缓了27%,虽然依旧无法逆转或者阻止病情的发展,但是很大程度上改善了病人的症状,使其能够独立生活且自由与他人沟通。

紧随其后,2023年5月,多奈单抗(Donanemab)的一项III期临床研究结果公布:多奈单抗在III期临床研究中达到主要终点和所有关键次要终点,同样能使患者认知功能衰退的速度相对于未接受治疗的患者延缓30%。在此基础之上,接受多奈单抗治疗的患者出现了长达一年以上的“认知衰退停止”,堪称AD药物研发史上的最大突破。英国Alzheimer's Society报道中称多奈单抗的成功标志着阿尔茨海默病“结束的开始”。目前多奈单抗在美国已经进入注册前阶段,在欧美中日多国正在继续进行III期临床试验。

据CPM新药研发监测数据库显示,全球共有157种作用靶点为β淀粉样蛋白的药品正在进行各个阶段的临床和临床前试验。不过,一些临床试验中也出现脑肿胀和脑出血的风险,也有患者死于相关副作用。这些为AD患者带来重要希望的药物背后的安全性也需要进一步验证。

### (二) 疾病修饰疗法的小分子药物

和生物制剂在本世纪的迅猛发展不同,小分子药物一直是AD药物研发的重要方向。目前处于临床试验阶段的小分子药物也是生物制剂之外最大的一类AD治疗药物研究方向。进入III期临床的小分子药物甚至多于生物制剂。与生物制剂主要作用于MCI和轻度痴呆患者不同,不少处于III期临床研究中的小分子药物可以用于轻至中度痴呆患者。例如抗癫痫药左乙拉西坦(levetiracetam)作为一种神经保护剂,在不同临床试验中,被用于保护从轻度认知障碍(MCI)至中度痴呆患者脑内的记忆相关细胞不受损害。左乙拉西坦的相关临床试验已分别进入II期和III期临床。2023年刚刚公布1b期临床试验数据的口服小分子药物CT1812是另一个小分子神经保护剂。研发公司表示,CT1812已取得了其首个人体试验积极结果:可迅速从神经突触中的驱除β淀粉样蛋白,保护神经突触。该药物有望从β淀粉样蛋白引发的神经毒性反应中保护患者的认知功能。目前,CT1812已进入II期临床研究。

小分子药物的作用目的相对于生物制剂更为多样,除了起到神经保护作用,还包括改善代谢、对抗氧化应激效应、抗炎、保护脑血管等。虽然目前小分子药物中仍然缺乏突破性成果,但是在改善认知障碍症状和提升日常生活活动能力上,小分子药物有较为良好的表现。

### (三) 缓解神经精神症状的药物

如前文所述,AD的诊疗过程中往往需要处理患者的神经精神症状,如躁动、抑郁、攻击性行为等。传统抗精神病药物虽然能够改善部分症状,但是往往伴随认知功能损害加重、随着AD痴呆病程进展抗精神病药物失效、缺乏AD部分精神症状针对性治疗药物等问题。所以这一类药物的新药研发也是制药企业的一个重要方向。近年来这些药物也取得了较好的研究成果,有望近几年上市销售。

临床试验进展顺利的神经精神症状的药物多为神经递质受体抑制剂,通过抑制大脑内异常的信息传递,控制患者的精神障碍。一直以来,部分AD患者伴随出现的激越症状(如暴躁易怒、攻击性行为等)缺乏针对性药物。Rexulti(brexpirazole)在已经完成的治疗AD激越行为的III期临床试验中展现出理想的疗效,且相对于传统抗精神病药物具有更低的副作用发生率。在本文成稿的当月(2023年5月),Rexulti成功获得FDA的批准,成为美国首个用于治疗AD痴呆患者激越行为的药物。同样已经完成III期临床的AXS-05(右美沙芬/安非他酮调释片)也在研究中达到了主要终点事件,不仅能够快速有效地显著降低AD痴呆患者的激越行为,还能降低复发率。AXS-05也有望上市作为AD患者激越症状的治疗药物。

### (四) 改善认知功能的药物

改善AD认知功能的药物从疗法上看,和缓解神经精神症状药物同属对症治疗。所以大部分这类药物的靶点也是脑内的神经递质受体。传统改善认知症状药物最大的局限在于长期用药之后疗效的下降乃至最终无效。2022年已完成II期临床的口服对症药物AR1001今年将开始进行III期临床试验,以评估该药物对于接受治疗26周和52周之后的认知症状改善情况。根据制药公司公布的数据,该药物的II期临床中,“pTau181在治疗52周后比基线减少了25%以上,与最近获得加速批准的阿杜那单抗和仑卡奈单抗相比,其改善率高出一倍多”。

除了类似于AR1001的新药,咖啡因、多奈哌齐、胍法辛(一种治疗多动症的药物)这些“老面孔”也在进行改善轻到中度AD患者认知功能水平的III期临床试验,在早期缓解AD症状的用药选择也在不断扩展。

AD作为一个发病机制不清楚的疾病,基于假说进行药物研发实属无奈之举。众多发病假说中β淀粉样蛋白斑块沉积假说一直是最重要的研究方向之一。然而多年来大量药物研发的失败,让研发的方向更为多样化(图4)。目前在美国进行的I-III期AD药物临床试验中,针对神经递质理论和抗炎疗法的药物已经超过了淀粉样蛋白,基于突触可塑性理论的相关在研药物也超过了20个。

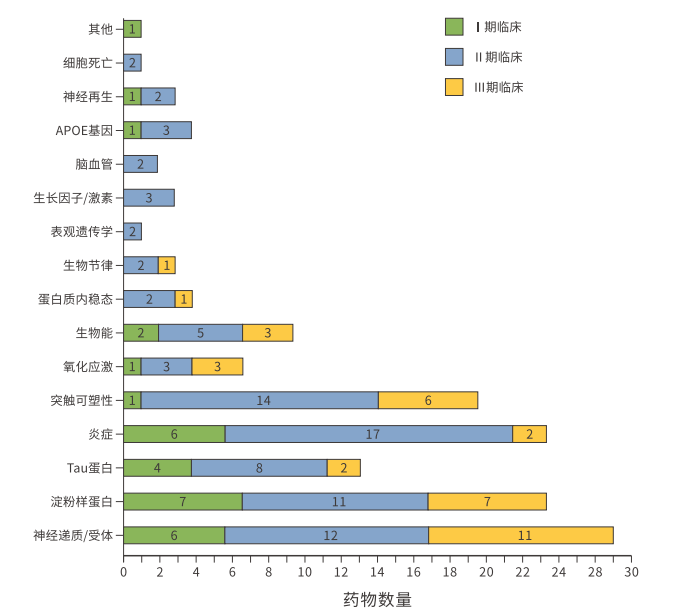


图4:正在进行AD临床试验药物的作用机制

尽管过去AD药物研发多以失败告终,但随着AD早期生物标志物研究不断取得突破,新的发病机制理论不断涌现,以及更多治疗靶点和不同类药物联合治疗策略的探究,AD的药物研发依然是一条充满希望的道路。早年累积的大量失败经验,终将成为人类终结这一老年困境的坚实阶梯。





## 参考文献:

1. WHO: 关于痴呆症的重要事实.<https://www.who.int/zh/news-room/facts-in-pictures/detail/dementia>
2. WHO: 痴呆症.<https://www.who.int/zh/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
3. 2023 Alzheimer's disease facts and figures.(2023).*Alzheimer's&Dementia*,19(4),1598–1695 .
4. 2022 Alzheimer's disease facts and figures.(2022).*Alzheimer's&Dementia*,18(4),700–789.
5. 田金洲,等.中国阿尔茨海默病痴呆诊疗指南(2020年版)[J].*中华老年医学杂志*,2021,40(3):269-283.
6. 任汝静,etal."中国阿尔茨海默病报告2021."*诊断学理论与实践*20.04(2021):317-337.
7. Livingston,G.(2020).*Dementia prevention, intervention, and care:2020 report of the Lancet Commission*.*The Lancet*,396(10248),413–446.
8. Jia,J.(2018).The cost of Alzheimer's disease in China and re-estimation of costs worldwide.*Alzheimer's&Dementia*,14(4),483–491.
9. [clinicaltrials.gov](http://clinicaltrials.gov)
10. Cummings,J.,Lee,G.,Nahed,P.,Kambar,M.E.Z.N.,Zhong,K.,Fonseca,J.,&Taghva,K.(2022).Alzheimer's disease drug development pipeline:2022. *Alzheimer's & Dementia:Translational Research&Clinical Interventions*, 8(1).
11. Cummings,J.,Zhou,Y.,Lee,G.,Zhong,K.,Fonseca,J.,& Cheng,F.(2023).Alzheimer's disease drug development pipeline:2023.*Alzheimer's&Dementia:Translational Research&Clinical Interventions*,9(2),e12385.
12. Wang,Xinyi et al."Sodium oligomannate therapeutically remodels gut microbiota and suppresses gut bacterial amino acids-shaped neuroinflammation to inhibit Alzheimer's disease progression." *Cell research* vol. 29,10(2019):787-803.
13. Budd Haeberlein,Set al."Two Randomized Phase3 Studies of Aducanumab in Early Alzheimer'sDisease." *The journal of prevention of Alzheimer's disease* vol.9,2(2022):197-210.
14. Salloway,Stephen et al."Amyloid-Related Imaging Abnormalities in2Phase3Studies Evaluating Aducanumab in Patients With Early Alzheimer Disease." *JAMA neurology* vol.79,1(2022):13-21.
15. van Dyck, Christopher H et al."Lecanemab in Early Alzheimer's Disease." *The New England journal of medicine* vol.388,1(2023):9-21.
16. Sevigny,Jeff et al."The antibody aducanumab reduces Aβ plaques in Alzheimer's disease." *Nature* vol. 537,7618(2016):50-6.
17. The Lancet."Lecanemab for Alzheimer's disease: tempering hype and hope." *Lancet(London, England)*vol. 400,10367(2022):1899.
18. Mintun,Mark A et al."Donanemab in Early Alzheimer's Disease." *The New England journal of medicine* vol. 384,18 (2021):1691-1704.
19. Ross,Eric L et al."Cost-effectiveness of Aducanumab and Donanemab for Early Alzheimer Disease in the US." *JAMA neurology* vol.79,5(2022):478-487.
20. Grossberg, George T et al."Efficacy and Safety of Brexpiprazole for the Treatment of Agitation in Alzheimer's Dementia: Two 12-Week,Randomized,Double-Blind,Placebo-Controlled Trials." *The American journal of geriatric psychiatry :official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* vol.28,4(2020):383-400.
21. Vossel,Keith et al."Effect of Levetiracetam on Cognition in Patients With Alzheimer Disease With and Without Epileptiform Activity: A Randomized Clinical Trial." *JAMA neurology* vol.78,11(2021):1345-1354.
22. Ward,Kristen,and Leslie Citrome."AXS-05:an investigational treatment for Alzheimer's disease-associated agitation." *Expert opinion on investigational drugs* vol.31,8(2022):773-780.
23. Larsson,Susanna Cet al."Plasma Caffeine Levels and Risk of Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease: Mendelian Randomization Study." *Nutrients* vol.14,91697.19 Apr.2022,
24. Paiva,Isabel et al."Caffeine intake exerts dual genome-wide effects on hippocampal metabolism and learning-dependent transcription." *The Journal of clinical investigation* vol.132,12(2022):e149371.
25. Arnsten,Amy F T et al."Hypothesis:Tau pathology is an initiating factor in sporadic Alzheimer's disease." *Alzheimer's & dementia:the journal of the Alzheimer's Association* vol.17,1(2021):115-124.
26. Fitzgerald,Paul J."Norepinephrine May Oppose Other Neuromodulators to Impact Alzheimer's Disease." *International journal of molecular sciences* vol.22,147364.8Jul.2021,
27. Larkin,HowardD."First Donepezil Transdermal Patch Approved for Alzheimer Disease." *JAMA* vol.327,17 (2022):1642.
28. Singh,Jatinder Vir et al."Donepezil-Inspired Multitargeting Indanone Derivatives as Effective Anti-Alzheimer's Agents." *ACS chemical neuroscience* vol.13,6(2022):733-750.





2023年7月

## “凯撒三角”对国内健康保险经营的启示

文/朱爱华 前海再保险研究院副院长

国内人寿和健康保险行业纷纷在研究和推崇海外的管理式医疗(Managed Care)模式,认为它是未来国内健康保险发展的方向,并积极投入客户健康服务和健康管理中,为客户提供越来越丰富的、贴近客户健康需求的服务。

本文借助“凯撒三角”模型,深入剖析管理式医疗的真义,探究保险公司经营客户健康风险的深层次思考,为保险公司的转型发展提供有价值的建议。

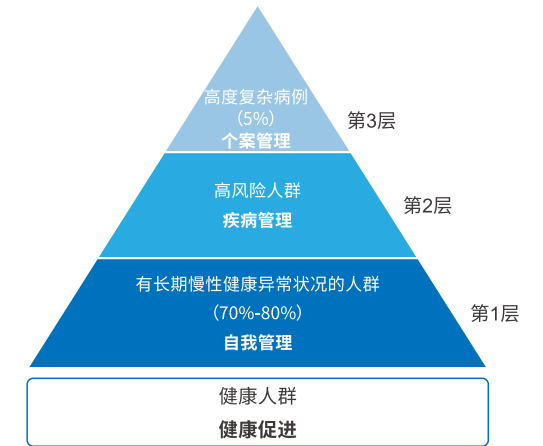


图1: “凯撒三角”模型示意图<sup>(1)</sup>

### 一、“凯撒三角”模型的来源和含义

顾名思义,“凯撒三角”模型来源于美国凯撒集团的健康保险业务实践。美国凯撒集团(Kaiser Permanente Group)成立于1945年,是一家非营利性的“健康维护机构”。其早在1930年代就开始为加州沙漠中修建水坝的工人提供预付医疗保障服务,已经有近百年的历史。这家企业作为管理式医疗的典型,“健康保险+医疗+健康管理”的典范,被众多的国内人寿和健康保险公司学习和研究。同时它也是健康维护组织(HMO)、综合健康管理(Integrated Health Care)、高质量健康照护(Quality Health Care)等方面的代表,用高效的管理让客户在缴付较低保费的同时获得高质量的医疗和健康服务。作为凯撒医疗精髓的“凯撒三角”模型(Kaiser Triangle Model)却没有引起国内太多的关注,然而该模型却揭示了管理式医疗的本质。“凯撒三角”模型的示意图如下。

“凯撒三角”模型将健康异常人群按照服务需求分为三个层次,并为每一类保障群体制定了相应的健康管理服务策略。

图形中的最底部的第1层为有长期慢性健康异常状况的人群,人员的数量比例为70-80%,对应的风险管理措施为支持该组人群进行自我管理;第2层为高风险人群,人员的数量比例为15%-25%,对应的风险管理措施为支持该组人群进行疾病管理;顶部的第3层为高度复杂病例,人员的数量比例为5%,对应的风险管理措施为支持该组人群进行个案管理。<sup>(1)</sup>

Kaiser Permanente依据该模型,广泛使用人群的健康和医疗数据及其跨专业医疗实践经验,对承保人群开展综合健康管理。通过人群风险分层,对大多数的低风险人群强调预防和自我管理,对疾病人群采用疾病管理,对有复杂病情和需求的患者客户进行病例个案管理。

#### (一)“凯撒三角”模型的起源

“凯撒三角”模型来源于凯撒集团的业务实践,但并不是凯撒集团公司发明了“凯撒三角”模型理论,而是由研究社会医疗保障的学者、专家对凯撒医疗的经营实践深入研究后,总结出的医疗健康保险经营管理的模型,并贴上了“凯撒”的



标签,在医疗健康保险的研究领域广泛引用。

最早提出根据客户健康服务需求开展分类管理的是一批研究健康保障的学者,Feachem RGA、Bodenheimer T、Wagner EH、Goodwin N、Chris Ham等从2002年开始对凯撒医疗和英国的国家医疗保障系统(NHS)进行比较研究,对整合健康管理持续研究,提出客户分类进行健康需求管理,并不断对该分类进行提炼和总结,最终总结出了“凯撒三角”模型。<sup>(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)</sup>也有一些学者将“凯撒三角”模型称为“凯撒金字塔”模型<sup>(9)</sup>，“凯撒三角”模型的基础展示是用一个分成三层的三角形来表示人群健康需求的不同层次和数量。

在美国健康保险行业内,虽然参与者都在应用这个模型指导经营,但由于是对客户区别对待,提及这个用语会引起不必要的纠纷,所以健康保险公司包括凯撒医疗在内都不会在其展示中使用“凯撒三角”模型的词汇,处于秘而不宣的状态,在这么做却不说。但这恰恰是健康保险公司客户健康风险管理的精髓所在,是管理式医疗的真谛。

在实践中,Kaiser Permanente将其关注的焦点从那些长期患病、病情最复杂的“三角尖”的人群转移到了所承保的所有人群,并利用其全系统电子健康记录提供的数据来了解成员的健康需求和健康情况分布,提供一系列针对不同个人和人群需求的干预措施,并在他们患病时提供精准的治疗方案。

**(二)“凯撒三角”模型的两种版本**

目前在研究领域使用的“凯撒三角”模型有两种不同的版本,不同的学者专家有不同的理解,还没有完全统一,Kaiser Permanente也没有进行解释和澄清。

“凯撒三角”模型有两种分类类型,一种是用于所有的客户群体,包括健康人群和非健康人群,将所有人群分为三层。<sup>(10)</sup>如

图2,将无疾病的健康人群分为第1层,针对性提供自我管理的支持服务;将患有慢性疾病和具有慢性健康风险的人群放在第2层,针对性提供慢病管理、疾病预防服务;将患有严重复杂疾病的人群放在最顶端的第3层,为这类客户人群提供个案管理服务。

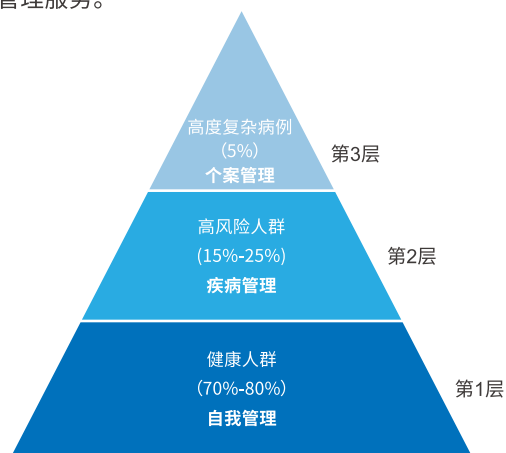


图2:包括所有人群的三层“凯撒三角”模型

第二种是将出现了某种慢性疾病和风险状况之后的客户群体分为三层,三层中不包括健康的客户群体。<sup>(1)</sup>在健康异常的群体中,将有长期慢性健康异常的人群分为第1层,针对性提供自我管理的支持服务;将有重大疾病患病高风险的人群放在第2层,针对性提供慢病管理、疾病预防服务;将患有严重复杂疾病的人群放在最顶端的第3层,为这类客户人群提供个案管理服务。

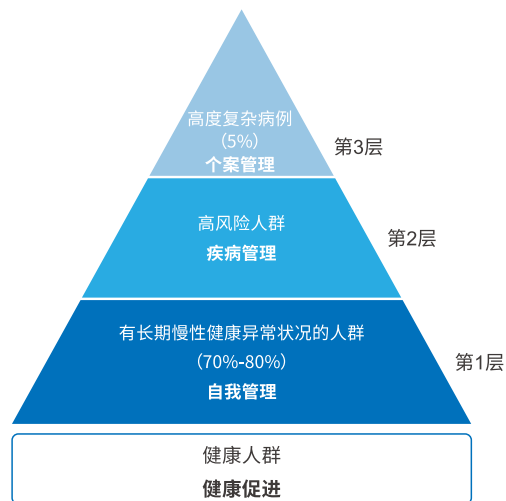


图3:非健康人群分三层的“凯撒三角”模型

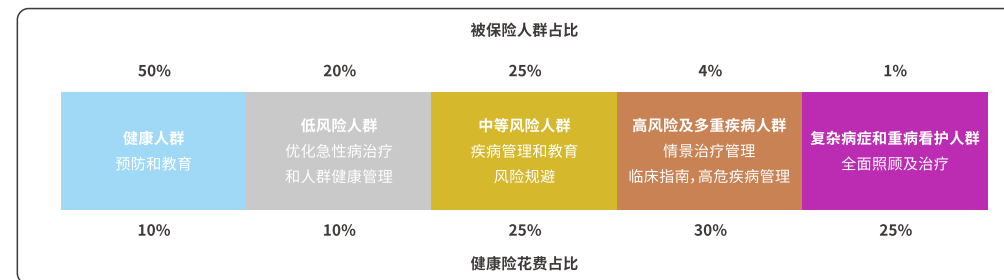


图4:威鹏的5类客户分类图(资料来源:威鹏公司公开业务介绍)

这个模型是将更广大的健康人群群体放在这三层之外,健康人群开展健康促进,实际是将所有人群分为了四层。

这两种分法对健康险的经营都有较好的指导作用,其核心指导思想是一致的,作者更倾向于应用第二种分类方法。

在保险公司的实践中,各家保险公司对客户分类的做法也不尽相同,例如美国威鹏(WellPoint),现在的安森健康保险公司(Anthem)的前身,就是将客户分为5类。

虽然分法和分层数量有所不同,但模型背后的逻辑是相同相通的。

经过不断充实和完善,模型又增加了一条分隔线,即下图图中从左上到右下的分割线,这条线揭示了自我管理和专业照护的关系。<sup>(1)</sup>在线下部分是要进行自我健康管理的部分,线上部分是需要专业照护的部分,对健康保险的经营管理也有非常重要的指导意义。

这条线背后的含义是:线的左下方为自我健康管理,右上方为专业医疗和康护管理,并且在三个层次的人群中的比重是不同的,第1层中自我管理占据绝大部分比重,表示针对这部分人群,保险公司主要的管理策略是帮助人群做自我健康管理,为客户提供各种自我管理的工具和支持,少量的服务集中在急诊等就医服务。第2层的中等风险客户中专业医疗健

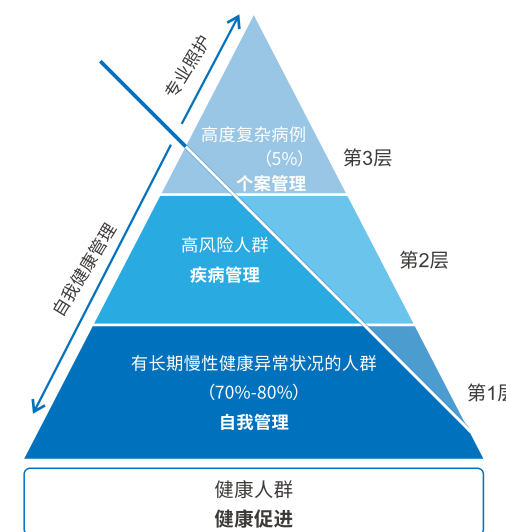


图5:带管理方式分割线的“凯撒三角”模型

康服务的比重加大,保险公司要在专业医疗服务的提供和管理方面给予更多的服务。而第3层的客户,主要提供的服务集中在专业的医疗健康服务方面,保险公司给予的服务主要集中在医疗和康护服务的支持方面。

**(三)模型揭示健康风险管理的规律**

“凯撒三角”模型揭示了如下一些健康风险管理的规律:

- 1.客户的风险人群分布呈正三角形形态分布。三角形从下往上风险渐次增加,最大比例的基数是健康人群,顶端高风险人群的比例最低。如何划分不同风险层次的人群,制定什么样的标准是保险公司需要研究的重要课题。



2. 针对不同风险层次的人群采取不同的风险管理策略。区别在于采用针对群体管理的方案,还是针对个案管理的方案,抑或两者兼具的管理方案,群体管理和个案管理如何搭配是保险服务要回答的问题。

3. 风险管理资源分配,保险公司需要根据客户健康风险的大小来分配管理资源,大部分的服务资源和服务投入在高风险的少数人群的管理上,如何投入是保险经营的重要决策内容。

“凯撒三角”模型的三分法和我国公共卫生专业领域的“三级预防”有异曲同工之处,针对不同人群使用不同的疾病预防策略是两者的共同之处,但也存在不同。首先,出发点不一样,“三级预防”是用于公共卫生的疾病预防,“凯撒三角”是用于保险公司的客户健康管理,凯撒三角模型更加具体;其次,“凯撒三角”有着更加量化的数字,这些数字来源于保险公司长期的实践数据,凯撒三角和保险经营的环节是契合的,它明确了保险人群医疗负担的比例划分,能指导保险公司管理资源分配,可以将保险理赔的客户划分为第3层次的人群,并采取相对应的管理措施;再者,“凯撒三角”将二级预防中的对象又进行了划分,分为有长期慢性健康异常的人群和高风险人群,使风险有了高低之分,更便于采取有针对性的高效健康风险管理措施。

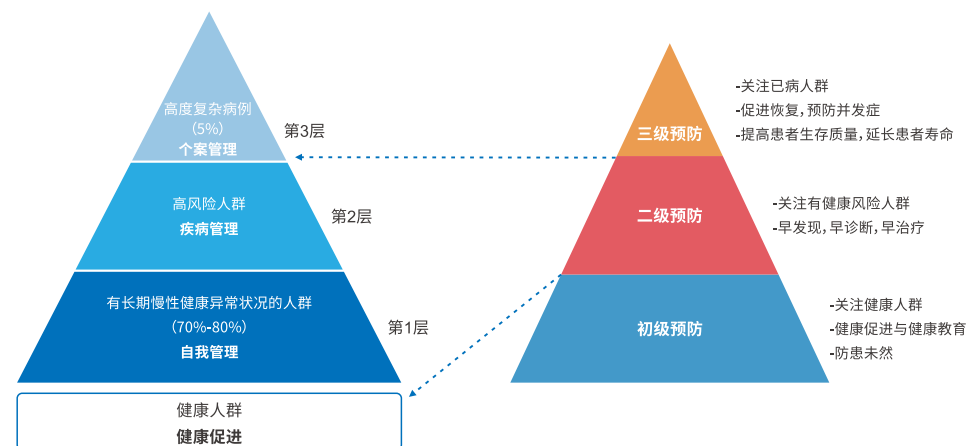


图6: “凯撒三角”模型和三级预防模式对比图

## 二、从“凯撒三角”看健康保险经营的发展趋势

“凯撒三角”模型是2000年以后出现的研究成果,是健康保险经营近百年精华的研究总结,它的出现也揭示了健康保险发展的新方向和趋势。

### 1. 从服务提供端的风险管理向需求端的风险管理转移, 聚焦客户健康风险

“凯撒三角”模型是基于客户医疗和健康需求的分类模型,是对客户端需求的分类管理,是在健康保险的风险管理重心从医疗健康服务供给端的风险管理向服务需求端即客户端的风险管理转变的大背景下产生的。保险行业从以严格的就医服务网络管理为代表的HMO模式,向对医疗网络限制较为宽松的PPO、POS模式转变。在医疗服务网络限制放松的同时,保险公司逐渐增加了对客户健康风险管理,产生了“凯撒三角”模型,对保险公司的客户健康风险管理有着重要的指导作用。根据KFF(Kaiser Family Foundation)雇主健康福利调查报告显示,从上世纪90年代开始,客户选择从传统的首诊医生(PCP)、限制医疗网络的HMO模式转向了对网

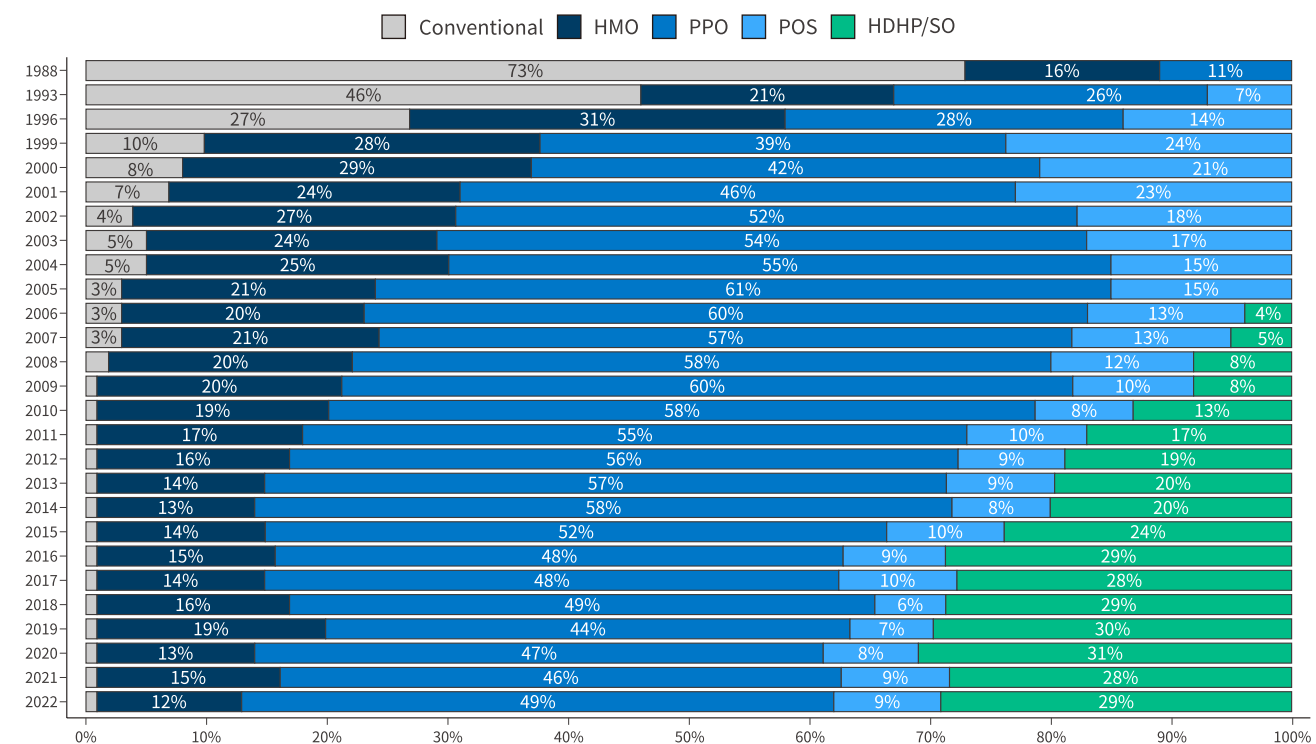


图7: 美国1988-2022年健康保险服务提供模式变化图<sup>(11)</sup>

络机构限制较为宽松的PPO、POS模式,1988年传统模式和HMO模式占比达到了89%,到2000年这一数据下降到了37%,而PPO模式达到了42%,就医网络的限制得到了大幅度的放松。<sup>(11)</sup>

保险公司的风险管理从传统的对服务网络和服务提供端的风险管理,转向了服务需求端的客户健康风险管理,这是一个明显的转变。

我们现今也处于这样一个变革时期,客户的医疗健康保障需求在发生着变化,客户对健康保障的需求已经不仅仅停留在支付医疗费用的层面上,还希望能够从保险人处获得健康风险管理方面的建议、意见和指导等方面的支持,能够帮助客户规避、避免重大疾病和医疗事件的发生,并减小这些重大疾病和医疗事件带来的健康和财务损害。

### 2. 保险采用双轨运营策略

随着健康保险公司经营客户健康风险的“凯撒三角”模型的提出,客户健康风险管理逐渐成为健康保险公司重要的主动管理内容之一,健康保险公司纷纷加大客户健康风险管理系统的建设。凯撒从2000年以后开始加强了客户健康保险计划和医疗健康信息的整合,为客户建立健康档案,收集来源于诊所、医院、药房、检测机构、保险理赔等的客户健康数据,并对这些数据进行整理,对客户健康风险进行评估和分类。并依据客户健康风险的大小采取不同的策略和措施。

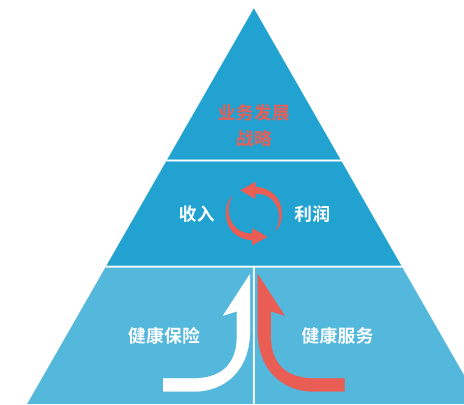


图8: 健康保障和健康服务共同支撑健康保险的发展战略



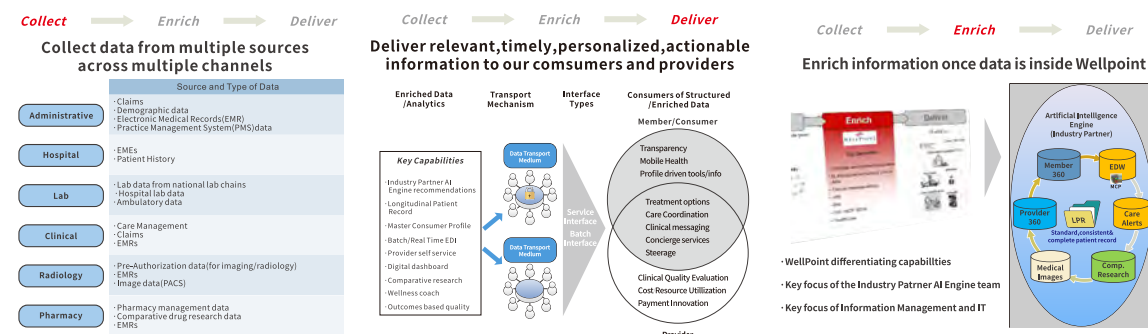


图9: 威鹏(WellPoint)健康风险管理系统建设三步走(资料来源:威鹏公司公开业务介绍)

凯撒医疗从2004年到2010年投入了40亿美元进行系统改造,建设了自有的电子医疗记录系统HealthConnect,覆盖所有会员及全部8个区域的全部医疗和诊所,使系统在管理客户保险计划的同时也在管理客户的健康风险。有近50%的Kaiser会员参与在线管理个人健康信息,患者的病历在整个Kaiser系统中共享,降低了诊查成本和误诊误治的概率。电子医疗记录与综合数据系统使得Kaiser有能力为医疗技术、药品以及疾病预防的研究提供依据。<sup>(12)</sup>

除了凯撒,美国其他大型的健康保险公司也在积极推进建设客户健康信息系统,WellPoint将客户健康风险管理系统建设分成了三步走,即健康信息的收集(Collect)、充实(Enrich)、递送(Deliver)。

并不是由于凯撒集团同时拥有健康保险和医疗服务,才同时建立客户健康保险计划和客户医疗健康信息两套系统并打通。只拥有健康保险业务的公司例如WellPoint(现为Anthem)也在更新建设客户医疗健康信息系统,作为和客户健康保险计划平行运营的系统。这就揭示了现代健康保险发展的一个趋势,就是需要同时运行客户的健康保险保单系统以及客户健康风险管理系统,采用双轨运行的模式来经营和管理客户的健康保险和风险。<sup>(13)</sup>

(三)客户的需求升级,向健康风险管理的需求转变

“凯撒三角”模型产生的背景是客户健康保障需求发生变化的情况下,保险机构对客户健康需求进行分类管理是健康保险发展的一个必然结果。海外商业健康保险通过近百年的发展,纵观其发展历史,保险客户对健康保险的需求及期待的作用在发生潜移默化的变化,有以下的一些阶段:一是互帮互助功能,健康保险也是产生于这种互帮互助的需要;二是医疗支付功能,使健康险具有了横向的保障能力;三是健康储蓄功能,时间维度上的保障使健康保险具备了纵向保障功能;四是健康福利功能,使健康保险向满足个性化的服务功能转变;五是风险管理功能,对参保人的健康和疾病风险进行评估,帮助参保人消除患病风险隐患,及早进行疾病的诊断和治疗,减少疾病的负担和危害,发挥保险的防灾减损功能。<sup>(13)</sup>

客户对健康保险所期待的作用在进入二十一世纪后发生了变化,希望健康保险可以给他们提供真正的健康保障,而不是仅为健康财务保障,他们希望保险可以提供有效的疾病预防、健康管理、慢病管理等功能,切实达到保护健康的目的。在这样的情况下,保险公司就需要针对不同健康状况的人群,为他们提供不同的服务,自然而然地就产生和形成了“凯撒三角”模型。这也是我们国内目前现阶段客户健康保障需求发生升级和转变的逻辑所在,所以在现阶段给国内健康保险行业介绍“凯撒三角”模型有特别的意义,可以帮助行业开展深入思考和研究,探讨健康保险转型的目标和方向。

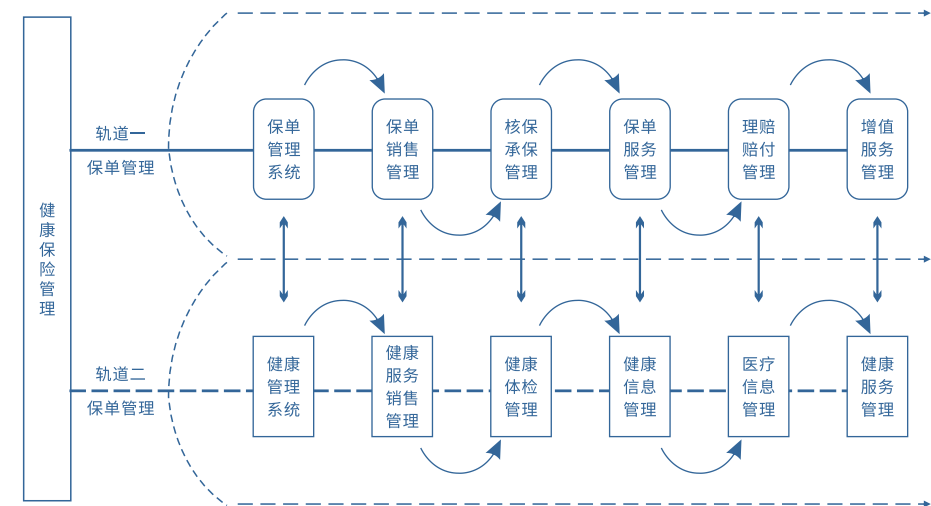


图10: 健康保险双轨运营示意图

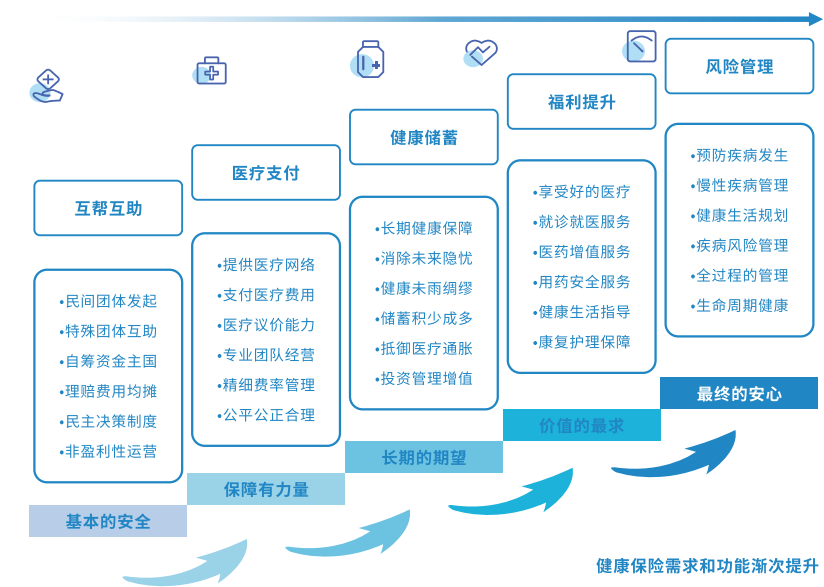


图11: 保险客户健康保障需求演变示意图

(四)健康风险管理分三段式开展

对客户的健康需求和风险进行分类的目的是要对客户的健康风险进行有效管理,所以在提出“凯撒三角”模型的同时,也提出了针对每个层次的健康管理策略和措施,并对各个策略和措施进行了总结,提出了保险行业使用的三类健康管理方法,即有支持的自我管理(self-management)、疾病管理(disease management)和个案

管理(case management)。如果从群体、团体和个体的角度来看,可以分为对整个群体的群体健康管理,对分类团体的团体健康管理,以及针对每个个体的个案管理。这两种分类方法是对应的。

1.有支持的自我管理,即针对占保险人数70-80%的健康、无疾病群体的管理,这部分的人群数量占比大,主要的管理策略是为群体提供自我健康管理的各种工具和支持,推动



群体进行健康促进和疾病预防,例如提供健康教育、运动、营养饮食、生活方式、免疫预防等知识、管理工具和支持。这些知识、管理工具和支持是以开放的方式放在群体可及的电话服务平台、网络平台、APP等,由客户群体根据需要调取和使用,保险公司也不一定为这些使用进行记录和管理。

2. 疾病管理,即针对保险群体中的有特定疾病或有长期健康风险状况的分类团体的健康管理。这类分类团体管理,除了为他们提供有针对性的疾病管理知识、工具、咨询以外,也会根据个体的严重程度和需求提供个性化的健康管理服务,例如为其建立健康服务和管理档案,个性化地提供就医、用药、康复等指导,并且对疾病和风险状况、健康指标、治疗、健康管理状况等进行记录和信息档案管理。

3. 个案管理,即针对有复杂、有重大疾病病情的客户个体。保险公司会提供一对一个案的管理,管理的主要目的是帮助客户个体获得好的、及时有效的医疗治疗服务,减少病情发展加重的风险,减少疾病的后遗症,减少医疗费用和负担。这些个案管理也需要保险公司为个人建立医疗和健康档案,记录疾病治疗、管理服务的信息和数据,并且通过系统平台,有效管理客户治疗、用药、康复的过程,使客户的治疗更加有效率。

(五)在“凯撒三角”基础上发展出整合健康风险管理的概念,并被健康保险公司广泛使用

在“凯撒三角”模型提出后,在此基础上发展出了“整合健康风险管理(integrated health Risk management)”的概念。“凯撒三角”很少被行业公司提及,但整合健康风险管理的理念已经被广泛使用和推广。整合健康风险管理的概念也有宏观和微观两个层次的理解和应用,其中宏观的健康风险管理概念和凯撒三角的理念是一致的。<sup>(1)(14)</sup>

宏观理念将客户群体进行风险分类,并针对不同程度风险的客户采取不同的健康管理策略和措施;微观理念针对个人的综合健康风险管理,这是保险公司在宣传中通常使用的概念,即为客户提供全方位、全生命周期的综合性的健康管理服务。全方位的服务包括健康促进、疾病预防、检测、医疗用药、康复、居家康护等健康相关的整体性服务。

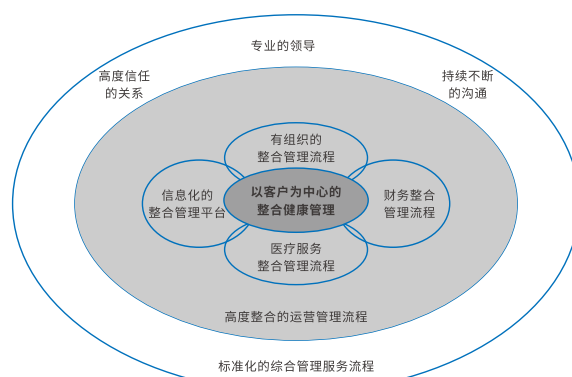


图12: 整合健康管理的6个整合流程<sup>(14)</sup>

(六) 保险公司提供的健康管理服务从碎片化连接向系统化的管理转变

海外成熟健康保险市场中提供健康管理服务的发展,经历了从碎片化到整体服务的过程。健康管理服务提供的内容和方式在转变,保险公司提供健康服务从服务连接(Linkage),到服务协调(Coordination),再到完全整合服务(Full Integration)进行一体化管理。<sup>(14)</sup>

1. 碎片化的服务,凡是对健康有帮助的服务,客户有需求的

服务都可以提供。服务的主要目的是提升产品和销售的竞争力,增加公司的服务吸引力和品牌影响力,服务对业务质量、客户健康风险的影响、对理赔和死差的影响大小难以评估。我国目前保险行业的健康管理发展尚处于这一阶段。

2. 提供有目标的健康管理服务,提供的服务是有明确的服务目标,例如服务于糖尿病、高血压、防癌等目标。针对某些有特别疾病和健康风险的客户,提供有利于该疾病和风险的服务,可以监控和计算服务对理赔发生的影响,但需要较长的时间和积累才能看到效果。

3. 服务于保险死差的健康管理服务,降低死亡率、大病发生率、门诊住院发生率和费用的服务。保险公司找到能够有效降低客户健康风险,减少保险事故发生率的健康管理服务,持续推动并能看到明显的效果。服务内容和项目的确定,可以用从理赔反推的方式结合疾病预防的医学实践来实现。这个阶段可以为客户提供整体的健康保障解决方案,是健康保险要追求的理想阶段。

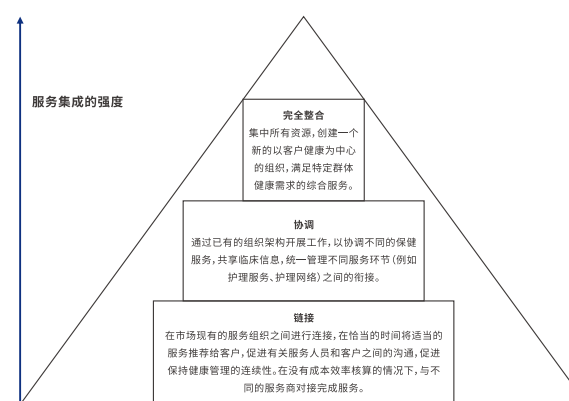


图13: 健康管理服务集成的强度示意图<sup>(14)</sup>

### 三、“凯撒三角”对我国健康保险经营的启示和指导作用

健康保险发展和社会经济发展情况、社会保障制度等众多因素密切相关,有其自身发展的规律。“凯撒三角”是在发展较为成熟的商业健康保险市场上形成的理论模型,虽然有其特定的经济发展、社会保障、法律体制环境,但还是对正在发展中的其他国家地区的商业健康保险的经营有着重要借鉴作用。“凯撒三角”模型是商业健康保险在发展了百年左右所形成的产物,其发展也在逐步的升级完善中,并逐渐接近健康保险经营的真谛。西方发达国家以及发展中国家也正在汲取其经验发展的营养,更好地建设各自的商业健康保险和整体的社会保障体系。

“凯撒三角”模型对国内健康保险经营有诸多启示,分析模型背后的深刻含义会给我们现阶段的商业健康保险的发展、转型、升级有巨大的指导意义,帮助业界摆脱发展的困惑,少走弯路,快速找到发展方向,并指导行动。

首先,“凯撒三角”揭示了保险公司进行死差管理的真谛。即从整体客户的健康风险管理中获取承保利润。客户的风险由低到高呈底部大顶部小的三角形构成结构,三角形不同层次的客户的健康风险程度不同,医疗和健康需求不同,管理的策略和措施不同,获得的管理效益也不同。其次,客户健康管理是一个动态风险管理的过程。客户的健康风险是变化的,随着年龄增加、发生疾病,风险会增加,应用科学合理的健康管理可以降低客户风险增加的程度和进度,不同阶段客户风险管理的收益是不同的。<sup>(15)</sup>第三,保险公司给客户提供的应该是综合性的、分类的管理。包括对整个人群的综合管理,也包括对分类个体的综合性的健康管理。

国内健康保险可以在“凯撒三角”模型的启发下,推动健康保险的发展转型。

(一) 提供综合性健康管理服务,丰富保险产品服务责任



“凯撒三角”模型既是客户群体健康需求分类管理的模型，也是对客户全面健康保障需求的一个总的概括。这些需求中既包括医疗检查、医疗治疗、门诊、住院、医药等的保障需求，也包括像疾病预防、自我健康管理、慢病管理、康复护理、临终关怀、心理健康等方面的保障，是一个全面的医疗和健康保障模型，在不同健康阶段给不同保障需求的人员提供不同的服务内容。

目前我国的商业健康保险的保障内容尚局限于为直接医疗相关服务提供保障，而在医疗以外的，例如疾病预防、自我健康管理、慢病管理、康复护理等内容，尚难以成为健康保险保障责任的一部分。从文字上剖析，这应该是名副其实的医疗保险，而不是健康保险，尚未建立为健康提供保障的模式。目前国内在医疗保障开发上已经走到了极致，有针对特药、特殊疗法、特别高费用、特殊疾病、罕见病等提供保障，在医疗相关保障方面的空间已经比较狭小了，健康保险需要开辟第二战场，围绕“健康”保障创新发展。

目前阶段需要全行业共同研究，拓宽思路，在医疗保障之外积极寻找健康保障中的断点，并围绕这些健康保障断点构建商保健康保险产品和生态体系。这些健康保障的断点包括疾病预防、自我健康管理、慢病管理、康复护理、居家康护等，我们可以向海外发展历史更长的市场学习。

**(二)采用主动的方式对客户健康风险进行管理**

我们应积极探索将目前的经定价和核保后，在承保期间很少对客户健康风险进行管理的模式，转变为主动为客户提供健康风险管理的模式，并将管理的过程与保险责任相联系。在管理过程中，充分利用保障奖励的手段来鼓励客户进行积极主动的健康风险管理，例如针对重大疾病前期的高风险病症设计保险责任，如果客户积极应对并去除了重大疾病危险

病症，保险公司可予以保障的奖励。目前市场上出现的重疾前症保障责任的做法值得鼓励推广，针对癌前疾病的积极筛查和及时治疗可以有效降低癌症的发生。美国HEDIS的数据表明，由于美国保险公司普遍将宫颈癌筛查作为保险责任之一，多年以来，保险客户宫颈癌筛查比率始终维持在70%以上，这导致美国近30年来的宫颈癌发生率下降了50%，<sup>(16)</sup>健康保障责任的设置带来了保险公司、客户以及检测服务提供者多赢的结果。开发此类的健康保险保障责任，会极大拓宽健康保险保障的空间，同时提升商业健康保险的经济效益和社会效益。

对客户健康进行主动管理有许多基础性的工作要做，例如为客户建立健康档案，对客户健康风险进行分类管理，为不同类型的风险客户分配相应的管理资源，提供适合的风险管理手段和支持等。

**(三)启动客户服务管理体系和系统平台改造**

要按照“凯撒三角”模型的方式进行客户的健康需求分类管理，在目前国内多数保险公司的管理体系下是非常难以实施的，大部分保险公司需要启动对客户服务管理体系和系统平台改造。

要增加客户健康风险管理，首先需要为每个客户建立各自的健康档案，健康档案能接受来自内部理赔、医疗系统、客户等的医疗和健康信息，在获得这些信息的后通过系统健康风险评估和监测平台的判断，针对该客户的健康服务和支持措施。

凯撒集团的KP HealthConnect系统平台通过电子方式将成员与其医疗保健团队、个人健康信息和相关医学知识连接起来，以促进综合医疗保健。会员可以完成在线健康风险评估，收到关于行为干预的定制反馈，参与健康行为改变计划，并

选择是否将结果发送到HealthConnect，以便与医生沟通。为了让患者更充分地参与到他们的健康管理中来，医生和工作人员鼓励他们注册在线服务。健康计划成员使用一个名为My health Manager的门户网站，跟踪电子病历中的医疗信息，查看医生访问历史和预防性护理提醒、安排和取消预约，以及重新开具的处方，并向护理团队或药剂师发送电子信息。<sup>(12)</sup>

**(四)系统化地开展健康服务的标准化建设**

要按照“凯撒三角”模型的方法对保险客户进行健康风险管理，首先要推动针对健康服务体系的标准化建设，有了标准化的顶层设计，可以使健康风险管理服务按照特定的轨道发展，减少发展的弯路。同时聚集全行业的力量，将服务力量集中于影响死差的风险管理，培养合格的服务供给方，并快速积累风险管理的数据，取得健康管理的效果。

这些标准贯穿整个服务的过程、流程，从建立标准化的客户健康档案，到客户健康风险分类标准、标准化的服务内容和质量标准，以及服务提供商标准和服务评价标准等。

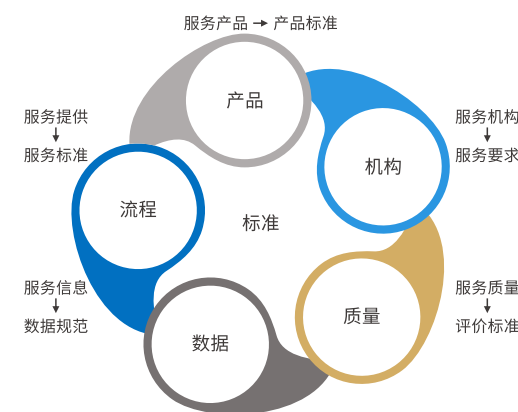


图14: 体系化建设健康管理标准

对对应到“凯撒三角”模型，主要需要建立两大类标准。

1.要建立模型中三个层次之间的划分标准，特定的疾病病症和风险状况可以作为划分不同层次风险的标准，1、2层之间可以用慢病和特定风险状况作为划分标准，2、3层之间可以使用“重大疾病前高风险病症”(重疾前症)作为划分标准。制定划分不同层次风险的关键，就是找出上述的重大疾病前高风险病症、慢性疾病和风险状况的列表，用是否属于列表中的疾病和状况来判断风险的层次。<sup>(17)</sup>

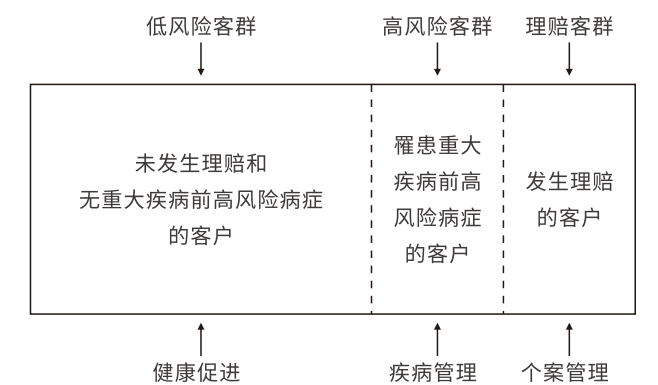


图15: 利用重疾前症进行风险客户分类示意图<sup>(17)</sup>

2.要建立针对三个层次客户的标准化服务目录，不同客户管理的方式、目标和内容不同，需要针对不同的风险状况，制定针对性的服务内容、方式和手段，并且把这些服务项目标准化，在此标准化的基础上管理服务提供、服务数据、服务质量、服务评价等工作。中国保险行业协会和中国健康管理协会联合发布的《保险机构健康管理服务指引第2部分:服务内容》中提出的健康管理服务“矩阵模块分类法”可作为设计标准化服务目录的工具和依据。<sup>(18)</sup>





健康管理基础构成成分	健康管理信息推送(内容服务)	健康管理工具提供(工具服务)	健康管理咨询(咨询服务)	健康管理干预(干预服务)	健康数据管理(数据服务)
重病前症筛查	SAA01C	SAA01T	SAA01Q	SAA01I	SAA01D
重病前症风险评估	SAA02C	SAA02T	SAA02Q		SAA02D
健康教育	HMS01C	HMS01T	HMS01Q		
重病早查方案	HMS02C	HMS02T	HMS02Q	HMS02I	HMS02D
营养饮食管理	HMS03C	HMS03T	HMS03Q		HMS03D
运动管理	HMS04C	HMS04T	HMS04Q	HMS04I	HMS04D
医嘱管理	HMS05C	HMS05T	HMS05Q	HMS05I	HMS05D
健康方式养成	HMS06C	HMS06T	HMS06Q	HMS06I	HMS06D
健康教练	HMS07C	HMS07T	HMS07Q	HMS07I	
专家咨询	HMM01C	HMM01T	HMM01Q		
就医支持	HMM02C	HMM02T	HMM02Q	HMM02I	HMM02D
健康指标和监测	HMM03C	HMM03T	HMM03Q	HMM03I	HMM03D

图16: 健康管理服务“矩阵模块分类法”模块代码表<sup>(18)</sup>

参考文献

1.WHO Regional Office for Europe.Integrated care models:an overview,Working document.Nick Goodwin,Viktoria Stein,International Foundation for Integrated Care;Altynai Satylganova,WHO Regional Office for Europe;2016.Page15.

2.Feachem RGA,Sehri NK,White KL.Getting More for Their Dollar:A Comparison of the NHS with California's Kaiser Permanente.British Medical Journal. 2002;324:135-41.

3.Bodenheimer T,Wagner EH,Grumbach K.“Improving primary care for patients with Chronic Illness”JAMA 2002;288:1775-9;p.1776-1777.

4.Goodwin N,Shapiro J.The road to integrated care working.Health Services Management Centre, University of Birmingham;2001.

5.Ham,C.,York,N.,Sutch,S.and Shaw,R.(2003),Hospital bed utilisation in the NHS,Kaiser Permanente, and the US Medicare Programme:analysis of routine data, British Medical Journal,327: 1257-60.

6.Ham,C(2005),Lost in Translation?Health Systems in the US and the UK,Social Policy and Administration, 39:192-209.

7.Ham,C.(2006)Developing integrated care in the NHS: adapting lessons from Kaiser Birmingham: Health Services Management Centre.

8.Chris Ham and Debra de Silva.Integrating Care and

Transforming Community Services:What Works? Where Next?Health Services Management Centre, University of Birmingham.2009.

9.Ahmed Fadhil.Intelligent Conversational Agent Assisted Health Coaching System:The CoachAI Approach.ResearchGate.2019.

10.Jenny Tennigkeit,Tim Feige,etc.Structured Care and Self-Management Education for Persons with Parkinson’s Disease:Why the First Does Not Go without the Second—Systematic Review,Experiences and Implementation Concepts from Sweden and Germany.J.Clin.Med.2020,9(9),2787.

11.Kaiser Family Foundation.Distribution of Health Plan Enrollment for Covered Workers,by Plan Type, 1988-2022.KFF.2023.

(<https://www.kff.org/report-section/ehbs-2021-section-5-market-shares-of-health-plans/attachment/figure-5-1-18/>)

12.Robert N.Charette.Kaiser Permanente Marks Completion Of Its Electronic Health Records Implementation.IEEE Spectrum 2010.

(<https://spectrum.ieee.org/Kaiser-Permanente-Marks-Completion-Of-Its-Electronic-Health-Records-Implementation-IEEE-Spectrum>)

13.朱爱华.健康管理推动健康保险双轨运营转型.[J].中国保险.2022(8):18-20.

14.Brigid Pike,Deirdre Morgan.The integration of health and social care services.Health Research Board.2014.

15.Roger G Kathol,Rebecca Perez.The Integrated Case Management Manual.Case Management Society of America.2010.

16.ACS.National Center for Health Statistics(NCHS), Centers for Disease Control and Prevention,2022.

(<https://cancerstatisticscenter.cancer.org/?ga=2.141989623.411050675.1686117374-1177019494.1686117364#!/>)

17.朱爱华,李明.保险机构健康管理服务指引第3部分:风险分类.T/IAC CHAA 39.3-2020.中国保险行业协会,中国健康管理协会.2020.

18.朱爱华,李明.保险机构健康管理服务指引第2部分:服务内容.T/IAC CHAA 39.2-2020.中国保险行业协会,中国健康管理协会.2020.



2023年7月

# 浅谈Chat GPT及在保险业的应用展望

文/程琦 李伟华 信息技术部

## 前言

虽然,人工智能早已经成为工业化4.0、自动驾驶以及数字化转型的一部分,但是自从OpenAI在去年(2022年)11月发布了轰动性文本生成机器人ChatGPT以后,生成式人工智能(AIGC,又称人工智能生成内容)凭借这个有趣的工具登上了头条,普通大众似乎才真正近距离地触摸到了可能比人类更加聪明的人工智能系统。当可以在不需要任何编码技能的情况下使用它,很多人可以开始思考这会对他们的工作流程、工作前景产生什么样的影响,这表明人工智能的新时代即将到来。

本文将尝试理解ChatGPT、探讨Chat GPT技术的特点、应用场景和潜在影响,以及如何将其应用于保险业,从而思考我们该如何利用Chat GPT等新兴技术。

## 一、什么是Chat GPT

2022年11月30日,人工智能研究实验室Open AI发布了聊天机器人Chat GPT。其各种表现,堪称十分惊艳。从流畅的人机对话能力、生成摘要、翻译文档,到信息分类、写代码、找Bug、做海报、编剧本、做作业和写论文,Chat GPT几乎都能应对自如。自发布以来,Chat GPT迅速引发了全球轰动,上

线5天就突破100万用户。2023年1月末,在推出仅两个月后,Chat GPT月活跃用户已达1亿,成为历史上增长最快的消费应用。

现实生活中,我们或多或少都接触过人工智能聊天机器人,比如线上购物沟通时接入的人工智能客服,从直观的感受上,这些人工智能有时“笨笨的”,似乎不能完全明白用户在问什么问题。相比之下,Chat GPT就显得“很聪明”。这可能要归功于“Chat GPT”这个聊天机器人背后的GPT模型。

### (一)GPT模型

GPT是一个基于神经网络深度学习的自然语言处理(NLP)模型,是Generative Pre-trained Transformer的缩写。下面我们分别从“G”、“P”、“T”三个方面来理解这个模型。

#### G:Generative生成式

生成式模型是指由AI来产生新的、与训练数据不同的语言文本,而非仅对给定的输入文本进行分类、标注等。

很多人都会错误地认为,Chat GPT是“搜索引擎的升级版”,是在庞大的数据库中通过超高的运算速度找到最接近的内容,然后进行一些比对和拼接,最终给出结果。

但实际上,Chat GPT并不具备那种搜索能力。因为在训练过程中,学习材料并不会被保存在模型中,学习材料的作用只是“调整模型”以得到“通用模型”,为的是能处理“未被数据库记忆的情况”。所有结果都是通过“所学到的模型”根据上

1、渐构, April 2023, ChatGPT专栏:万字科普ChatGPT-4为何会颠覆人类社会



文,逐字生成的,因此 Chat GPT 也被称为”生成模型”。

“生成模型”与”搜索引擎”非常不同,搜索引擎无法给出”没被数据库记忆的信息”,但生成语言模型却可以推理和创造出新的信息,这正是生成式模型的优势。<sup>1</sup>

“生成模型”除了能应用于诸如机器翻译、问答等文本-文本生成之外,还能完成文本-语音、文本-视频等多模态生成任务。事实上,在2021年Chat GPT开发公司OpenAI已经推出了一款通过文本描述生成图像的AI工具:DALL-E。

**P:Pre-trained预训练**

预训练是ChatGPT采用的机器学习方法。预训练的目的是从大量的语料库中学习语法、逻辑等公共知识。

机器学习中的预训练包含了监督学习和无监督学习两种方式。监督学习一般通过人工标注数据来对模型进行训练。监督学习可以想象成小朋友常用的看图识字,每个图片是什么物体已经实现人工进行了判断并做了提前标注,学习的过程就是老师在教小朋友的过程。

监督学习的最大问题是需要大量的人工来进行标注工作,甚至有些专业领域的信息需要专家资源。GPT是大语言模型,使用了海量的互联网文本进行训练,这样规模的数据不可能采用人工方式进行标注,因此,GPT采用无监督学习是必然的,可以说没有无监督学习就没有ChatGPT。

无监督学习是如何在没有标注的情况下生成大量用来训练的数据集的?我们可以从以下简单的例子中尝试简单理解:

我们可以通过以下方式自动得到大量的样本:

- 1.先是获取大量文本数据(互联网文章、新闻、维基百科等)

- 2.然后我们建立一个可以沿着文本滑动的窗口(假定一个窗口包含三个单词)

- 3.利用这个滑动窗口就能为训练模型生成大量的样本数据。

假如文本内容是:“我是一名在深圳工作的技术工程师”,那么我们就可以得到的大量样本数据如下:

样本编号	样本	输入(前面的两个单词)	预测值(最后的单词)
样本-1	我是一	我是	一
样本-2	是一名	是一	名
样本-3	一名在	一名	在
样本-4	名在深	名在	深
样本-5	在深圳	在深	圳
样本-n	.....	...	...

图1:无监督学习的简要演示图

但是,GPT其实并不仅仅是使用了无监督学习来完成模型的训练。事实上,GPT模型采用的策略是在完成了大数据量的预训练(即已经学习了语法、逻辑等公共知识)后,还采用微调的方式来完成特定类型的训练和适配(我们可以理解为强化学习),包括基于道德、伦理等方面的反馈模型的训练。微调主要使用的是人工标注方式的监督学习。

经过了预训练的模型已经具备通用人工智能的语言处理能力,因此可以在企业应用时,利用预训练的模型进行快速的部署,也可以节省成本。

**T:Transformer架构**

Transformer架构是Google在2017年发表的论文《Attention Is All You Need》中提出的一种用于处理自然语言数据的神经网络架构。神经网络通过层层互连的节点处理信息,模拟人脑的工作方式。把神经网络想象成一支曲棍球队:每个球员都有自己的角色,但他们在有特定角色的球员

之间来回传球,所有人一起努力进球。

transformer架构通过使用“自我注意”来处理单词序列,以在进行预测时权衡序列中不同单词的重要性。“自我注意”类似于读者回顾前一句或前一段,了解理解书中新词所需的上下文。转换器查看序列中的所有单词,以理解上下文和单词之间的关系。

例如:“一个机器人必须按照人类给它的指令来进行工作”。在处理这句话时,“自我注意”机制就是用来识别这句话中的“它”与句中位于左侧的“机器人”这个单词是高度关联的(而跟“人类”这个单词的关联度极低)。可以想象有了“自我注意”机制,模型对于文本上下文的理解将更加准确。

Transformer架构的提出,抛弃了过去的RNNs、LSTM神经网络,可以说Transformer神经网络架构的出现使得Chat GPT这样超大规模的大语言模型(LLMs)的开发成为可能。

**(二)为什么是Open AI**

Open AI成立于2015年,诞生的初衷,部分原因是为了避免谷歌在人工智能领域形成垄断。有意思的是,马斯克(Elon Musk),特斯拉(TESLA)、太空探索技术公司(SpaceX)及推特(Twitter)的首席执行官,也和Open AI有渊源,他曾是Open AI的联合创始人之一,但目前他已经退出Open AI的日常运营。

市场上做人工智能的公司很多,为什么是Open AI的Chat GPT成功破圈,引发了全球的关注呢?其实可以归因于“大力出奇迹”。

增加模型规模和训练数据量能带来自然语言处理性能(尤其是推理能力)的突破一直没有确切的研究来佐证。Open AI是少数愿意在性能目标不确定的前提下持续投入的大语言模

型的实践者之一,2022年11月份GPT3.5以及ChatGPT的推出,终于突破了那个通用人工智能的强大阈值。这个阈值我们可以描述为通常比人类更加聪明的通用人工智能系统。

**(三)GPT的迅速升级**

自从2018年Open AI推出了GPT-1以来,短短的4年时间,GPT进行了三次版本更新,每次版本的推出都比前一版本带来了巨大的性能和应用场景的提升。目前最新版本是GPT-4版本,目前还不能确定下一个版本GPT-5什么时候到来。2023年4月份,Open AI的CEO在麻省理工学院(MIT)的一次活动中否认了公司目前正在进行GPT-5的训练的传闻,但同时也确认了Open AI公司正在GPT-4的基础上做其他事情。

版本	发布时间	训练数据集	多数量	Token数	任务与场景
Pre-GPT	2017年	—	—	—	Google提出了GPT技术的基础模型Transformer架构,由此开始,GPT、ELMO和BERT等大语言模型开始有了架构理论基础
GPT-1	2018年6月	Common Crawl: 一个数十亿字的网页组成的数据集 BookCorpus: 一个收集了11000多本书籍的数据集	1.17亿	1024	文本阅读理解、常识、推理
GPT-2	2019年1月	WebText:40GB的互联网文本数据集	15亿	2048	散文、诗歌、编程
GPT-3	2020年6月	Common Crawl(410亿Token)、WebText2(19亿Token)Books1(12亿Token)、Books2(55亿Token)、Wikipedia(3亿Token)等	1750亿	4096	能够生成连贯的文本、编写计算机代码,甚至创作艺术、对话聊天、内容创作、语言翻译
GPT-4	2023年3月	Common Crawl(1804亿Token)、WebText2(551亿Token)Books1(22.8亿Token)、Books2(23.65亿Token)、Wikipedia(10.2亿Token)等	100万亿	8000	多模态功能:外理图形、文本、视频、声音等的生成和处理

图2:GPT演进图

如上图所示,随着版本快速迭代升级,Open AI的研究从原有的文本单一模态,扩展到了文本-图片、文本-语音、文本-影像等多模态的应用中。

目前版本的ChatGPT结合GPT-4,已经能够很好地完成文本

以及文本-图片方面的大部分任务,也可以很好地完成基础文本的问题回答、文章诗歌创作、语言翻译、知识介绍、基于文本描述的图片生成等任务。通过GPT这样的大语言模型结合其他3D模型、影像模型和语音模型的方式,我们可以期待将来同样能很好地处理文本-3D、文本-语音以及文本-影像的生成任务。

## 二、生成式人工智能的影响

以GPT为代表的生成式人工智能的技术突破,让人们对身体可能的应用场景有了遐想空间。用中国的一句话“近水楼台先得月”来形容现在各行业对新人工智能技术的拥抱程度或许是恰当的。

大型科技公司成为了第一批生成式人工智能的先行者。2023年1月份,微软对Open AI进行了更多投资,希望通过与GPT技术的整合来提高微软公司的Office办公软件以及Bing搜索引擎的产品能力。今年3月份,云平台厂商Salesforce宣称将在其流行的Slack产品中推出ChatGPT应用程序。此外,他们将启动一项2.5亿美元的风险资本投资基金,瞄准生成式人工智能初创公司。谷歌同样在今年3月份宣布将在Gmail、Docs和其他一些广泛使用的产品中使用其新的生成式人工智能工具。

随着企业争相寻找使用这项技术的方法,重新思考如何从新

一代人工智能中获得最大利益的窗口已经打开。

### (一)将对诸多行业带来广泛的影响

如图3所示,正因为现在的生成式人工智能的基础技术已经具备了模拟人类思维的能力,因此除了带给我们惊喜的ChatGPT这样文本聊天机器人,现在的生成式人工智能能完成的任务已经从文本扩展到了图像、图表、3D、视频、语音等多模态处理任务。在许多领域中都分布着这些生成式人工智能擅长的处理任务。虽然我们已经不断地收集到越来越多行业中引入生成式人工智能的信息,并放入我们整理的受影响产业名单中,但是伴随着生成式人工智能的持续发展和突破,相信生成式人工智能技术的影响是更广泛的。



图3:生成式人工智能的功能及影响

### (二)生成式人工智能影响分析

根据Open AI、Open Research和宾夕法尼亚大学在2023年3月份的最新分析<sup>2</sup>,大约80%的美国劳动力会受到如GPT这样的大语言模型(LLM)技术的影响。其中,这些劳动力的工作任务中至少10%的工作任务因为大语言模型的产生而发生改变。而有大约19%的工作者的50%的工作任务中会受到这些GPT新人工智能的影响。他们的研究结论表明,像GPT这样的大语言模型表现出来的通用能力,可能具有相当大的经济、社会和政策启示。

纽约大学的Robert Seamans教授、沃顿商学院的Manav Raj(PhD'23)和普林斯顿大学的Edward W.Felten评估了人工智能(AI)如何影响某些行业,以及随着AI的不断发展,哪些工作面临被人工智能取代的风险最大。通过使用一种称为AI职业暴露(AI Occupational Exposure, AIOE)的方法<sup>3</sup>,对上千种不同类型的行业及职业进行了评分并排序,根据评分结果可以看出:

- 1.目前最容易受到ChatGPT这样的大语言模型影响的行业,包括证券、商品合约和其他金融投资及相关活动。法律服务、保险和员工福利基金,以及代理、经纪和其他与保险相关的活动,也是未来发展受GPT等大语言模型影响的几大行业。
- 2.最容易受到GPT等语言模型影响的职业包括:电话销售、高等教育的老师等;最不容易受到GPT等语言模型影响的职业包括:印刷、纺织、泥瓦匠、油漆工、舞者、绿化工人等;
- 3.工资较高的工作更有可能受到Chat GPT等技术快速发展的影响。

IBM在其最新的《七个战略性押注》的报告中<sup>4</sup>提到,生成式人工智能的市场规模可能在2030年达到15.7万亿美元。

## 三、Chat GPT在保险行业的应用

### (一)保险同业使用类Chat GPT技术案例

Chat GPT目前在保险行业的应用和传统人工智能的应用思路具有相似性,从以下几个案例中我们可以总结出ChatGPT在保险行业的探索主要集中在赋能代理人、客户服务、风险评估、欺诈识别、理赔数据分析以及承保方面的应用等。

#### 1、微软、Nuance宣布推出人工智能自动化临床文档应用程序

2023年3月20日,微软公司Nuance Communications宣布推出Dragon Ambient eXperience(DAX)Express,这是第一款将对话和环境人工智能(AI)与OpenAI的最新模型ChatGPT-4相结合的临床文档应用程序,旨在通过在患者就诊后几秒钟内,自动生成临床记录草稿,帮助减轻临床医生的行政工作负担。

#### 2、Nabla的基于GPT-3的Copilot临床笔记产品

法国数字健康初创公司Nabla推出了Copilot产品。这是利用Chat GPT技术,将对患者的对话转换为行为的服务。医生

2. GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models March 27, 2023

3. Felten, Ed ; Raj, Manav; Seamans, Robert. (January 2023). How Will Language Modelers like Chat GPT Affect Occupations and Industries

4. IBM John Granger, Jesus Mantas, Salima Lin 2023 IBM Institute for Business Value Seven bets



每天几乎有一半的时间用于管理患者记录(例如处方、后续预约和咨询摘要等),利用该产品,通过咨询的自动转录,Copilot会生成一个结构化的临床笔记,并且直接集成到患者的电子健康记录中。并且基于临床记录,Nabla Copilot自动化每一项管理任务,将医生在这些任务上花费的时间减少一半,同时提高临床文档的质量。

Nabla的长期目标是推出能够根据特定的医疗保健需求进行定制的大规模语言模型。目前,Copilot仍在开发中,但已经被美国和法国的20家数字和线下诊所使用。Nabla计划在未来几周推出该工具的线下咨询版本。

### 3. 苏黎世保险利用ChatGPT进行理赔和数据挖掘实验

苏黎世保险正在研究该技术的应用,从理赔说明和其他文件中提取数据。目前,该公司提供了最近六年的理赔数据,试图找出整个理赔部分的具体损失原因,从而改善承保。

在利用人工智能提升理赔效率方面,苏黎世保险之前也做过尝试,与Sprout.AI达成合作,将解决财产险理赔所需的时间缩短至24小时以下。

苏黎世保险还创建了一个新的专利计划来保护其知识产权,重点关注自动化风险检查和处理账单的人工智能系统等领域。

### 4. Helvetia推出聊天机器人

Helvetia是一家瑞士保险公司,推出了基于Chat GPT技术的直接客户联系服务。Helvetia正在通过其聊天机器人

Clara进行测试,用户可以通过它获得有关保险、养老金和房屋所有权的答案。该聊天机器人的训练数据信息来自Helvetia Switzerland的自身的网页内容,包括产品页面和信息指南。

Helvetia希望权衡Chat GPT等语言模型所能提供的潜力,并深入了解客户如何看待此类服务。

### 5. 水滴公司研发智能聊天机器人

水滴公司内测了一个类Chat GPT功能,期望智能聊天机器人可以使用文本或语音,独立完成简单的保险营销工作,如向客户介绍保险条款更简单的短期保险产品,以及在此过程中回答客户的问题。<sup>5</sup>

#### (二)生成式人工智能的应用探讨

虽然过去人工智能已经被应用到了各个行业,但是过去传统的人工智能主要是基于规则和特定算法的人工智能,往往通过人工制作规则和算法的方式来解决特定场景的问题,主要是在内容理解和分析上,可能需要比较高的成本和耗费更多的人力。并且往往事先无法预测所有的可能场景导致处理性能问题。而生成式人工智能则是在大数据训练出来的大模型的基础上处理任务,优势在于能够从大型或者多样性的数据集中自动学习,并可以创建不限于预定义规则和场景的新内容,除了原有传统人工智能的能力外,还有创造的能力。

生成式人工智能一般是预训练+微调模式开发,因此人工智能提供商可以预先通过大数据的训练开发出通用套件,提供这些“开箱即用”的通用套件给接受人工智能的企业,减少企

业部署的成本,加快项目落地的效率。

当我们从传统人工智能切换到生成式人工智能来考虑改善我们的业务时,可能有些应用场景是跟传统人工智能一样的,只是在解决方式和达到的效果上有差异。但是因为生成式人工智能具有比传统人工智能更具备创造力,因此应用的业务场景将会更加广泛。

1、客户服务改进:Chat GPT可以通过提供一个以自然对话的方式与客户互动的虚拟助理,在医疗保险公司的客户服务中发挥重要作用。这可以包括回答常见问题、提供政策信息和帮助客户浏览索赔流程。在客户服务中使用Chat GPT的主要好处之一是可以同时处理大量交互,并可以提供全天候服务。它还可以很容易地集成到不同的平台中,如网站、移动应用程序和社交媒体,允许客户在需要时访问信息和获取帮助。在经过大量企业自身资料的学习后,虚拟客户服务将能提高更加准确、灵活、有效的回答,如果对接图片、视频、语音等资料系统,可以嵌入更加丰富的多媒体展示能力。

2、智能化理赔处理:可以将保险索赔系统与Chat GPT集成,帮助加速理赔处理过程。它可以根据客户提供的信息自动填写理赔表单,识别并提取必要的文件和证据,并与客户进行

实时对话以获取更多细节。这样,理赔人员可以更快地处理索赔请求,提高效率并减少人为的错误。除此之外,还可以自动标注索赔以便进一步调查或自动化批准有效索赔。

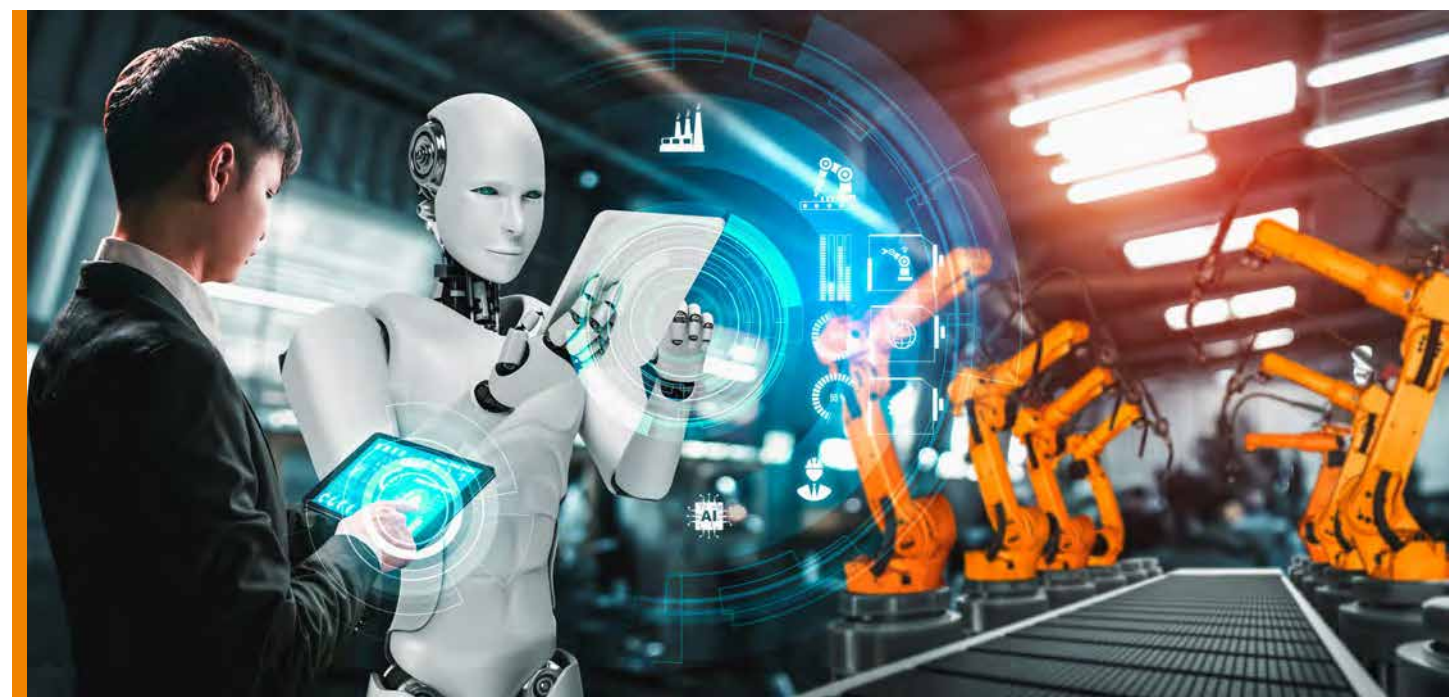
3、个性化推荐保险产品:通过对客户的历史记录和需求进行分析,可以利用GPT技术来生成个性化的保险产品推荐。它可以根据客户的偏好、风险承受能力和预算,提供最合适的保险解决方案。这有助于提高交叉销售率,并增强客户的忠诚度和满意度。

4、客户风险评估与预测:Chat GPT可以通过分析大量数据和识别模式来帮助保险公司评估风险。这可以通过使用自然语言处理(NLP)技术从非结构化数据源(如客户互动、社交媒体帖子和新闻文章)中提取信息来实现。这些信息可用于创建潜在客户的档案,评估他们的风险水平,并检测潜在的欺诈者。

此外,我们还可以根据历史数据对Chat GPT进行训练,以识别通常与欺诈相关的趋势和模式,并用于自动标记可疑索赔,以便开展进一步调查。

5、信息获取和学习:作为保险从业者,我们需要不断更新和

5、保观, Apr.2023,“保险+Chat GPT”加速落地,这些保险公司都在用Chat GPT做什么?





学习行业知识和最新发展。Chat GPT可以作为一个强大的信息获取工具,帮助我们获取准确、及时的行业新闻、法规变化和市场趋势等信息。它可以浏览和分析大量的文本数据,并提供摘要、关键点和洞见,使我们能够更高效地获取所需信息。Chat GPT可以辅助生成培训教程、演讲PPT等,方便针对企业内的知识传递。

6、多语言支持:再保险是一个全球化的市场,借助Chat GPT等工具的支持,语言将不再是一个障碍。Chat GPT可以处理多种语言,使我们能够与来自不同国家和文化背景的客户进行无障碍的交流。使用AI进行企业电子邮件编写和响应处理,这将为跨国保险公司和国际保险业务提供便利和竞争优势。

#### 四、生成式人工智能的局限和风险

尽管像Chat GPT这样有趣的工具受到了广大用户的喜欢,Chat GPT这样的生成式人工智能在跨领域的内容生成和多样化的输出方面也取得了显著的成功,但在实际应用中仍然存在许多挑战。除了需要大量的训练数据和计算资源限制了应用的可能性外,还存在如下挑战:

##### (一) 缺乏可解释性

虽然生成式人工智能可以产生令人印象深刻的输出,但理解起来仍然很有挑战性,人们不知道这个“像人类的东西”是怎么生成这样的内容的,即便是OpenAI内部的技术人员也无法精确控制模型生成不合适的内容。这种不可控、缺乏解析性的行为在很多场景(比如企业将Chat GPT用于面向客户的服务时)中是不允许的。

Open AI已经看到了这点,内部已经在开发可以针对内容进行回溯的技术。我们已经知道了Chat GPT是基于深度学习的神经网络,其中构成的单元是类似人脑的神经元,将来的回溯技术将能解析到每个神经元做的判断。

##### (二) 道德和法律问题

Chat GPT模型容易产生数据偏差或者“幻觉”。例如,一个语言模型被微调用于某方面的应用,如果主要对英语文本进行训练可能会偏向西方文化。如果这个模型被开放到互联网上,则产生的不公平言论可能成为问题。

此外,Chat GPT因为是基于上下文产生的最可能的输出,其实与人类的大脑相比,工作原理完全不一样。目前的ChatGPT缺乏道德、情感、人文环境、家庭环境等影响的考虑,因此可能会生成虚假的组合式回答,我们称之为人工智能的“幻觉”,比如Chat GPT可能会生成虚假新闻,这样新闻从业人员就可以利用这个工具制造并传播虚假新闻。学生也可能利用Chat GPT进行毕业论文的编写,并作为自己的研究成果提交。

##### (三) 特定领域的技术挑战

目前,不管是Chat GPT还是其他生成式人工智能,在特定领域的挑战仍然存在。虽然Open AI公司在他们GPT-4版本中做了一项专业考试的测试并取得了接近专业人员水平的得分,比如,在美国律师资格考试中,GPT4的分数位于前10%左右。但是在专业领域,比如说Open AI公司的DALL-E(一款根据文本生成图片的工具)偶尔会生成与用户期待相去甚远的输出。例如:把人画成动物,一个人画成两个人等等。而其他专业领域,如医疗领域方面的图像人工智能识别也仍有待探索和验证。

#### 五、总结

Chat GPT及类似的技术对保险业来说是一个全新的机遇与挑战,虽然生成式人工智能并不是未来人工智能的唯一选择,但是至少是目前我们所能触碰到的“可能比人类更加聪明”的通用型人工智能,何况它还如此的容易使用。生成式人工智能可以给没有相应知识的人快速带来技能的提高,并因此带来工作的机会。另一方面,拥有知识的人的重要性可能会被消减,也因此给这些人带来危机感。我们还无法准确预知新人工智能的出现最终会给整个社会带来什么样的变化,或许“实践才是检验真理的唯一标准”。





## 关于 前海再保险

前海再保险股份有限公司于2016年12月5日在深圳前海成立,是一家专业、稳健、创新,以风险管理为专长的首家国有资本控股的混合所有制再保险公司。公司经营范围包括财产与意外再保险、人寿与健康再保险以及与再保险有关的咨询业务。

前海再保险秉承“让保险更可靠,让世界更有力”的使命,“立足前海、携手香港、聚焦中国、辐射全球”,为客户提供有竞争力的风险管理和资本管理综合解决方案,致力于成为国际化的风险管理和资本管理专家。

前海再保险获得贝氏国际评级“A-”,展望为稳定。