大数据视域下的教育考试安全模型的构建与

评价研究[[1]](#footnote-0)\*

——以上海市教育考试为例

张三1, 2，李四1，王武红2

1. 上海市教育考试院，上海市 200433

2. 上海市社会科学院，上海市 200020

摘 要：随着数字化转型的持续推进，教育考试机构积累了越来越多的各类数据。但与此同时，考试机构的组考安全压力却越来越大，能否在数据和考试组考安全管理之间找到某种联系？本文探索从大数据的视域，尝试建立目前广受关注的教育考试安全模型，让大量沉睡在硬盘和光盘中的数据活起来，并就实际数据与理论模型之间如何形成闭环提出了新的方法，该方法以省级考试机构的实际应用为场景展开，通过现有各种已经存在或可以实时采集到的数据，基于教育考试安全模型，形成一定的风险预判和决策支持支撑。该安全模型具有快速预判考试风险和优化突发事件决策的优点，对教育考试低成本安全试错研究具有一定的借鉴意义。

关键词：大数据；教育考试安全；安全模型

## Construction and evaluation of educational examination security model from the perspective of big data

——Take Shanghai Education examination as an example

*Zhang San 1, 2, LI Si \* 1, WANG Wuhong 2*

1. Shanghai Municipal Educational Examinations Authority, Shanghai 200433

2. Shanghai Academy of Social Sciences, Shanghai 200433

*Corresponding author Email:* *testyou@shmeea.edu.cn*

**Abstract:** As digital transformation continues to advance, educational testing agencies are accumulating more and more types of data. However, at the same time, the security pressure of test organizations is increasing, can we find some connection between data and test security management? From the perspective of big data, this paper tries to establish a widely concerned education examination security model, which makes a large number of data sleeping in hard disk and CD come to life, and proposes a new method on how to form a closed loop between actual data and theoretical model. The method takes the practical application of provincial examination institutions as the scene. Based on the educational examination security model, a certain degree of risk prediction and decision support can be formed through various existing data or real-time collection. This security model has the advantages of quickly predicting exam risk and optimizing emergency decision making, and has certain reference significance for the study of low-cost safety trial and error in educational exams.

**Keywords:** Big data; Educational examination security; Security model

引 言

党的二十大报告指出，国家安全是民族复兴的根基，社会稳定是国家强盛的前提。必须坚定不移贯彻总体国家安全观，把维护国家安全贯穿党和国家工作各方面全过程，确保国家安全和社会稳定。新时期，中国共产党在团结带领全国各族人民全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标过程中，只有立足中国，放眼世界，基于全球性视野、前瞻性思维和战略性考量，统筹发展和安全、国内和国际两个大局，防范和化解各类安全风险和社会矛盾，以新安全格局保障新发展格局，建设更高水平的“平安中国”，才能实现人民的福祉、社会的和谐及维护海外中国的利益与安全，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。

党的二十大报告提出，推进国家安全体系和能力现代化，坚决维护国家安全和社会稳定。新时期，高水平“平安中国”建设，需要以总体国家安全观为指导，把党的领导和我国社会主义制度优势转化为社会治理优势，着力加强治理体系化建构。

1. 系统安全理论模型构建与评价

为明晰大数据视阐下的系统安全理论建模范式变革，首先，分析数据和信息在系统安全研究中的双重性质演变。其次，构建包括数据维、系统维和安全维的系统安全理论建模范式转变框架，采用理论思辨法，分析大数据视阐下现有系统安全理论建模面临的挑战与机遇。最后，在分析建模技术路径、建模逻辑主线和建模原理的基础上，构建基于大数据的系统安全理论建模新范式。

对于任何一个系统，其安全科学核心问题是理论安全模型构建。理论安全模型是系统安全各要素间逻辑关系和机制的抽象表述，是安全科学知识体系的基石，是事故预防与控制的钥匙，是构筑系统安全的指南。构建理论安全模型，把安全理论建模作为系统安全研究的一种手段与方法，是人类在认识系统安全和塑造系统安全过程中的一大创造。社会技术系统复杂性的提高，系统复杂性与耦合性、数字化与智能化的快速提高，使传统的理论安全模型不能满足复杂系统安全研究与实践需求。

数据是科学研究的重要基础，大数据已经成为各行各业的研究热点，《自然》（Nature）和《科学》（Science）杂志分别于2008年、2011年推出有关大数据的专刊。尽管现在还存在大数据的出现是否推动了科学研究第四范式（即数据密集型科学研究）产生的质疑，但不可否认的是，大数据作为人类认识世界的一种新方法与新工具，在改变我们的生活、工作和思维方式的同时，也对科研思维和科研方法产生深远影响，产生了数据密集型和驱动型科研方法，并在诸多领域得到广泛应用。无论是大数据应用于其他领域还是安全科学领域，其基础性问题都是理论模型构建。正文作为论文的核心组成部分，应充分阐明全部的研究或思考过程及结果。一般包括：研究目的（问题或思考的由来）、研究或思考内容、研究方法或过程纪实、研究结果分析和讨论等内容。根据需要，正文可以分层深入，逐层剖析，按层设分层标题。文章标题分为三级。

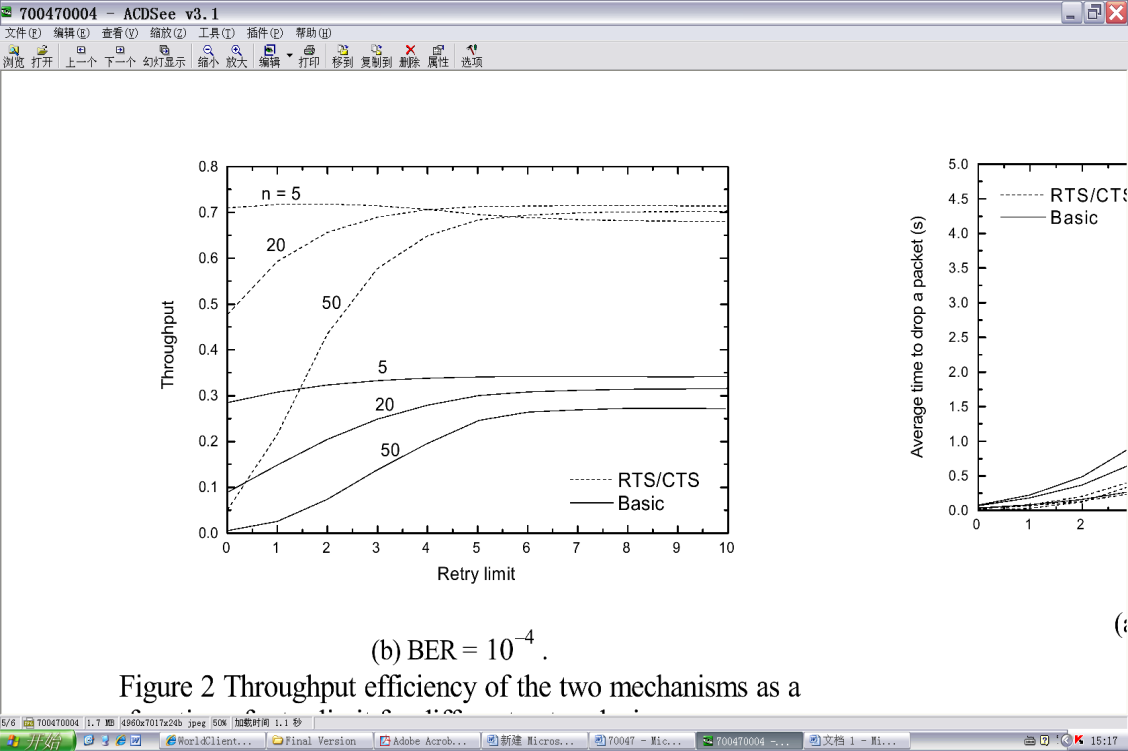
一级标题采用四号黑体，段前12磅，段后6磅，除引言（或前言，段前18磅，段后6磅）、致谢外的一级标题皆用序号“1,2,…”标注。参考文献采用五号黑体，居中，段前12磅，段后6磅。

二级标题采用小四号黑体，段前9磅，段后6磅，用序号“1.1，1.2,…”标注。

三级标题采用五号黑体，段前6磅，段后6磅，用序号“1.1.1，1.1.2,…”标注。标题编号应顶格书写。

* 1. 教育考试安全模型构建

基于数据和信息在系统安全中的双重性质演变分析，可构建系统安全理论建模范式转变的数据-系统-安全三维模型（图1）。解析如下∶①数据维，根据安全数据技术自身的发展，以及人们对数据在安全生产活动中的角色演变的认识，可将数据维划分成经验型认识阶段、小数据时代和大数据时代。②系统维，根据人们对安全的认识范围（系统）的扩大，从系统粒度视角，可将系统维划分为微系统、中系统和宏系统三阶段，例如生产车间、工段属于微系统，生产企业或组织属于中系统，生产组织所属的经济社会系统属于宏系统。③安全维是对安全科学研究阶段的划分，将系统安全研究划分为三个阶段，分别是农业社会时期的古典安全范式、工业社会时期的近代安全范式和信息社会的大安全范式。

(a) 曲线变化原理图 (b) 输出三个单项半波正弦波形示意图

图1 产生三相基本正弦原理示意图

根据上述三个维度的划分，可将数据驱动的系统安全研究分为三范式∶

1）范式一处于农业社会时期，该时期人们只关注来自自然环境的危险，主要靠日积月累的经验面对危险，所关注的也只是个体所在的局部范围（微系统），但并没有系统安全研究，可称之为经验型-微系统-古典安全范式。文章的中文标题一般不超过20个字（采用二号黑体，居中，单倍行距，段前段后8磅），可添加副标题（采用小三号宋体，居中，段后8磅）。中文标题下面一行为作者中文姓名（五号华文仿宋，行距为固定值16磅），按顺序分别为第一作者，第二作者，…，最多可列8位作者的姓名。中文姓名下面为各作者的单位列表（小五号宋体，行距为固定值16磅）。单位相同时，只写一个即可，并在姓名右上角标注相应的单位序号。默认第一作者为通讯作者。

* + 1. 现有理论安全模型面临的挑战

在现有的中小系统型理论安全模型方面。目前的理论安全模型主要集中于微观系统和中观系统，但是随着社会技术系统（Sociotechnical system）复杂性、耦合性和智能性的快速提高，中小系统型理论安全模型将不能满足复杂系统安全分析需求。而这些变化都是以数据和信息驱动为基础的，复杂系统安全对数据和信息的依赖性更强；同时复杂社会技术系统将产生大量安全数据，由于传统数据统计和分析方法的限制，传统的事故致因建模可能忽视或简化了一些致因因素，将不能适应安全数据的指数型增长。传统的系统安全理论建模思维和方法将不能满足复杂系统安全需求，未来复杂系统安全研究需要以现代计算机技术和信息技术为基础的新技术与新思维。

在现有的还原型理论安全模型方面。安全理论建模方法论从宏观来说主要由整体论方法论和还原论方法论构成。基于还原论的安全理论建模方法预设系统安全问题的“某一侧面”，针对某个问题来获取安全数据。基于整体论的安全理论建模方法不分解系统，把系统视作一个整体，主要从系统的输入输出判断系统结构和功能。传统安全理论建模主要采用还原论方法，把复杂、多样、多变的安全现象首先通过还原论还原为某个逻辑基点，即将系统不断地分解，找出系统的构成组分及其内部机制（可能遗漏一些关键要素），针对各个逻辑基点和系统组分构建理论安全模型，以解释系统的行为和功能。从事故致因模型的发展与演变主线，即点型事故模型（以人或机为中心）→线型事故模型（链式事故模型）→面型事故模型（轨迹交叉类事故模型）→体型事故模型（系统事故模型），以及从不同系统粒度视角对理论安全模型的划分（微系统安全模型、中系统安全模型和宏系统安全模型）可以看出，随着安全科学的发展，安全理论建模已经进入系统范式，需要系统论（或整体论）思想与方法，从系统安全本源出发构建安全模型。需指出的是，还原论和整体论安全理论建模方法并不冲突，而是互相补充。

* + 1. 基于大数据的系统安全理论建模机遇

在现有的“解释型”理论安全模型方面。解释已经发生的安全现象和预测将来可能发生的安全现象是复杂系统理论安全模型的两个主要功能。所谓解释，就是对已经发生的现象找出因果或相关关系来说明现象之间的规律或关系。所谓预测，就是已知一些现象，通过因果或相关关系来预见未来即将发生的现象。以事故致因模型为例，现有的事故模型大都属于事故发生以后，通过总结和提炼事故致因的共性规律而构建，并随着新事故致因的出现不断丰富和完善已有事故模型。解释型理论安全模型能够分析与解释事故致因，也能根据模型制定事故预防策略，但只限于分析与预防已经发生过的类似事故，不能实现对没发生过的、未知的事故进行分析与预测也是一般事故和较大事故能够有效预防预控，而重特大事故频发的重要原因，因为重特大事故总是孕育着新的事故致因原理。因此，急需借助新思维范式开展预测型理论安全模型研究。

* 1. 教育考试安全模型评价

在现有的简化型理论安全模型方面。由于传统安全分析方法、安全思维模式的限制，在安全理论建模时，首先是对目标系统进行简化，找出基于当下安全理论水平的主要因素、主要属性、主要矛盾和主要关系（该过程本身还具有主观性），对目标系统所处的状态、环境和条件进行分析比较，做出合理的简化与假设，以便能够运用已有的科学知识和科学工具，用低层次事物和比较简单的模型去解释复杂系统安全问题。该类模型只是基于系统的某一侧面与某一假设，没有把系统固有的安全属性、安全矛盾和安全关联关系100%地描述出来，可能遗漏了一些关键因素，这对于复杂系统安全理论建模将是致命性缺陷。

英文“Abstract:”和“Keywords:”采用小五号，加粗字。摘要及关键词的内容采用小五号字，行距为固定值17磅。英文摘要内容可不拘于中文摘要的直译，实词个数一般在150词左右，尽量使用短句。用过去时态叙述作者工作，用现在时态陈述作者结论。一般都应使用动词的主动语态。英文关键词的首字母要大写，专有名词除外，用“; ”号隔开。

1. 基于大数据的系统安全理论建模逻辑主线

系统理论安全模型或系统安全研究的主要功能可以分为三个模块∶①面向过去，分析导致目前安全现象的原因，即系统事故致因调查与分析；②面向现在，对目前的系统安全现象做出评价，即系统安全管理；③面向未来（预测未来的安全现象，并做出决策，即系统安全预测、决策与执行）。这三个模块都是基于系统目前的安全现象做出的。更重要的是，安全数据是安全现象的直接体现。因此，以系统安全现象作为系统安全理论建模的逻辑起点具有科学性。根据建模目的不同，系统安全现象又可分为微系统、中系统和宏系统安全现象。可将上述过程的逻辑主线概括为安全现象（Safety Phenomenon）→安全数据（Safety Data）。

根据数据研究数据-信息-知识-智慧（Data-Information-Knowledge-Wisdom，DIKW）框架，以及对大数据应用于安全科学领域和事故调查的相关研究，可将这一过程概括为安全数据（Safety Data）→安全信息（Safety Information）→安全洞见（Safety Insight），其中安全洞见（Safety Insight）包括安全知识（Safety Knowledge）和安全智慧（Safety Wisdom）或安全科学（Safety Sci-ence）。安全数据→安全信息过程主要是从海量安全数据中提取有用的安全信息（现状信息、解释信息、预测信息、决策信息和执行信息）。安全信息→安全洞见过程是指从获取的安全信息中提炼安全知识和安全智慧，作为安全理论建模的基础。又根据基于大数据的系统安全理论建模技术路径，可将系统安全行为归纳为安全描述（Safety Description）→安全解释（Safety Inquisition）→安全预测（Safety Predietion）→安全决策（Safety Decision）→安全执行（Safety Action）。综上，可将系统安全理论建模路径（或逻辑主线）概括为“Safety Phenomenon→Safety Data→Safety Information→Safety Deseription→Safety Inquisition→ Safety Prediction → Safety Decision → Safety Action”

表用三线表。表名（小五号黑体，单倍行距，段前1行，段后0.3行）随文出现。表序号与表名之间空1个字距。表中文字：小五号宋体；表中数字：小五号Times New Roman。线条粗细为：顶线和底线用1磅，中间线条用0.75磅，表后空0.5行。

表1 因素水平表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 因素 | 水平1 | 水平2 | 水平3 | 水平4 |
| 源极电压U/V | 1050 | 900 | 950 | 1000 |
| 极间距d/mm | 15 | 22.5 | 25 | 20 |

请用公式编辑器编写（右对齐），忌截图，若公式不能完全显示，行距可调为单倍行距。公式按(1)(2)…等顺序编号。

 (1)

 (2)

 (3)

1. 结论与展望

本文提出了基于大数据的系统安全理论建模新范式，并解析∶①在技术路径方面，将大数据分析技术分为一次分析技术（文本数据分析技术、音频数据分析技术、视频数据分析技术、社会媒介数据分析技术等）和二次分析技术（描述性分析技术、解释性分析技术、预测性分析技术、决策性分析技术、执行性分析技术）；②逻辑主线概括为∶安全现象→安全数据→安全信息→安全描述→安全解释→安全预测→安全决策→安全执行；③将建模原理归纳为∶安全数据全样本原理、安全数据叠加原理、安全数据核心原理（或数据处理导向原理）、安全数据隐含原理、安全数据价值转换原理、安全关联交叉原理、安全资源整合原理、安全超前预测原理、安全科学导向原理、系统科学导向原理，并分析各个原理在建模过程中的作用阶段。并以上海市教育考试为例，对教育考试安全模型的构建与评价提出系统框架和评价方法，通过在上海市教育考试的实际应用和评价，对教育考试安全管理产生了显著地促进作用，对提高教育考试安全管理质量具有重要的意义。

参考文献

1. 专著: 作者.书名[M]. 版本(第1版不标注). 出版地: 出版商, 出版年
2. 期刊: 作者(作者不超过3人应全部写出, 用“,”号隔开, 3人以上只列出前3人, 后加“, 等”或相应的文字如“, et al”等). 题名[J]. 刊名, 出版年份, 卷(期): 起止页码
3. 学位论文: 作者. 题名 [D]. 保存地点: 保存单位, 年份
4. 专著中析出文献: 文献作者. 题名[文献类型标志]//专著作用. 专著题名. 出版地: 出版者, 出版年. 析出文献页码
5. 主要责任者. 文献题名[N]. 报纸名, 出版日期(版次)
6. 技术标准: 主要责任者. 标准代号. 标准名称[S]. 出版地: 出版者, 出版年
7. 专利所有者.专利题名[P]. 专利国别: 专利号, 出版日期
8. 电子文献: 主要责任者. 题名[文献类型标志/文献载体标志]. 出版地: 出版者, 出版年. 获取和访问路径http://
9. 外文文献的引用格式: 与中文格式相同. 外文作者名前姓后, 名可缩写, 题名的首字母及各个实词的首字母应大写
10. 会议论文集: 主要责任者. 论文题名[C]//会议名称, 会议地点, 会议年月日. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码
11. 论文集中析出文献: 析出文献主要责任者. 作者. 析出文献题名[A]//会议论文集名[C]. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码

致 谢

感谢上海市社会科学院和上海市有关区级招生考试机构对本课题研究及本文撰写过程中给予的大力支持和帮助。

**【作者简介】**

张三（1990-），女，汉族，博士，副教授，研究方向：考试管理、考试安全、数据管理。Email:zhangsan@qq.com。

李四（1991-），男，汉族，博士，副研究员，研究方向：考务管理。Email: lisi@qq.com

王武红（1992-），女，汉族，硕士，讲师，研究方向：数据安全。Email: 132653211@qq.com

1. \*基金资助：本文受上海市教育考试院院内课题“教育考试安全模型的构建与评价研究”（编号：2023Z09-04）资助。 [↑](#footnote-ref-0)