

高等教育安全科学与工程类系列规划教材



安全统计学

Safety Statistics

吴超 王婷 等编著

郑洲顺 主审



免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

安全统计学

Safety Statistics

吴超 王婷 栗继祖 编 著
李冀 吕焜伙 谭波
郑洲顺 主 审



机械工业出版社

本书共十四章,主要包括:绪论——统计学与安全统计学概述、安全统计调查与分析、安全统计指标体系、安全统计数据的分布特征与安全统计指数、安全统计的抽样推断与估计、安全数据的回归分析与预测、安全数据动态序列分析与预测、安全数据的聚类分析和判别分析、安全信息灰色预测法、安全统计决策、自然灾害统计、生产事故统计、职业健康统计、安全经济统计。本书从多视角形成了安全统计学的各个分支,并注重培养学生的安全科学思想,使学生通过学习和掌握安全统计学的基本概念、理论、方法之后,能够去分析、解决安全领域的各种统计实务问题并发现安全统计规律;本书每个章节都配置了适当的思考与练习题。

本书可作为安全科学与工程类、管理类和统计类专业的本科生或研究生教材,也可供安全领域科技工作者或相关领域行政管理人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

安全统计学/吴超,王婧等编著. —北京:机械工业出版社,2014.2

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-111-45450-2

I. ①安… II. ①吴…②王… III. ①安全统计—统计学—高等学校—教材 IV. ①X913.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第005676号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:冷彬 责任编辑:冷彬 李乐

版式设计:常天培 责任校对:赵蕊

封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20.25印张·501千字

标准书号:ISBN 978-7-111-45450-2

定价:39.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

安全工程专业教材编审委员会

主任委员：冯长根

副主任委员：王新泉 吴 超 蒋军成

委 员：（排名不分先后）

冯长根	王新泉	吴 超	蒋军成	季顺利	沈斐敏
钮英建	霍 然	孙 熙	王保国	王述洋	刘英学
金龙哲	张俭让	司 鹄	王凯全	董文庚	景国勋
柴建设	周长春	冷 彬			

序

“安全工程”本科专业是在1958年建立的“工业安全技术”“工业卫生技术”和1983年建立的“矿山通风与安全”本科专业基础上发展起来的。1984年，国家教委将“安全工程”专业作为试办专业列入普通高等学校本科专业目录之中。1998年7月6日，教育部发文颁布《普通高等学校本科专业目录》，“安全工程”本科专业（代号：081002）属于工学门类的“环境与安全类”（代号：0810）学科下的两个专业之一。^①据“高等院校安全工程专业教学指导委员会”1997年的调查结果显示，自1958~1996年年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生8130人。近年，安全工程本科专业得到快速发展，到2005年年底，在教育部备案的设有安全工程本科专业的高校已达75所，2005年全国安全工程专业本科招生人数近3900名。

按照《普通高等学校本科专业目录》（1998）的要求，原来已设有与“安全工程专业”相近但专业名称有所差异的高校，现也大都更名为“安全工程”专业。专业名称统一后的“安全工程”专业，专业覆盖面大大拓宽。同时，随着经济社会发展对安全工程专业人才要求的更新，安全工程专业的内涵也发生了很大变化，相应的专业培养目标、培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化，学生毕业后的执业身份是注册安全工程师。但是，安全工程专业的教材建设与专业的发展出现不适应的新情况，无法满足和适应高等教育培养人才的需要。为此，组织编写、出版一套新的安全工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。

机械工业出版社是有着60多年历史的国家级优秀出版社，在高等学校安全工程学科教学指导委员会的指导和支持下，根据当前安全工程专业教育的发展现状，本着“大安全”的教育思想，进行了大量的调查研究工作，聘请了安全科学与工程领域一批学术造诣深、实践经验丰富的教授、专家，组织成立了“安全工程专业教材编审委员会”（以下简称“编审委”），决定组织编写“高等教育安全工程系列‘十一五’规划教材”^②。并先后于2004.8（衡阳）、2005.8（葫芦岛）、2005.12（北京）、2006.4（福州）组织召开了一系列安全工程专业本科教材建设研讨会，就安全工程专业本科教育的课程体系、课程教学内容、教材建设等问题反复进行了研讨，在总结以往教学改革、教材编写经验的基础上，以推动安全工程专业教学改革和教材建设为宗旨，进行顶层设计，制定总体规划、出版进度和编写原则，计划分期分批出版30余门课程的教材，以尽快满足全国众多院校的教学需要，以后再根据专业方向的需要逐步增补。

① 按《普通高等学校本科专业目录》（2011版），“安全工程”本科专业（专业代码：082901）属于工学学科的“安全科学与工程”类（专业代码：0829）下的专业。

② 自2011年10月，更名为“高等教育安全科学与工程类系列规划教材”。

由安全学原理、安全系统工程、安全人机工程学、安全管理学等课程构成的学科基础平台课程,已被安全科学与工程领域学者认可并达成共识。本套系列教材编写、出版的基本思路是,在学科基础平台上,构建支撑安全工程专业的工程学原理与由关键性的主体技术组成的专业技术平台课程体系,编写、出版系列教材来支撑这个体系。

本系列教材体系设计的原则是,重基本理论,重学科发展,理论联系实际,结合学生现状,体现人才培养要求。为保证教材的编写质量,本着“主编负责,主审把关”的原则,编审委组织专家分别对各门课程教材的编写大纲进行认真仔细的评审。教材初稿完成后又组织同行专家对书稿进行研讨,编者数易其稿,经反复推敲定稿后才最终进入出版流程。

作为一套全新的安全工程专业系列教材,其“新”主要体现在以下几点:

体系新。本套系列教材从“大安全”的专业要求出发,从整体上考虑,构建支撑安全工程学科专业技术平台的课程体系和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时,统一协调与整合,形成一个完整的、各门课程之间有机联系的系列教材体系。

内容新。本套系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它既注重知识的系统性、完整性,又特别注意各门学科基础平台课之间的关联,更注意后续的各门专业技术课与先修的学科基础平台课的衔接,充分考虑了安全工程学科知识体系的连贯性和各门课程教材间知识点的衔接、交叉和融合问题,努力消除相互关联课程中内容重复的现象,突出安全工程学科的工程学原理与关键性的主体技术,有利于学生的知识和技能的发展,有利于教学改革。

知识新。本套系列教材的主编大多由长期从事安全工程专业本科教学的教授担任,他们一直处于教学和科研的第一线,学术造诣深厚,教学经验丰富。在编写教材时,他们十分重视理论联系实际,注重引入新理论、新知识、新技术、新方法、新材料、新装备、新法规等理论研究、工程技术实践成果和各校教学改革的阶段性成果,充实与更新了知识点,增加了部分学科前沿方面的内容,充分体现了教材的先进性和前瞻性,以适应时代对安全工程高级专业技术人才的培育要求。本套教材中凡涉及安全生产的法律法规、技术标准、行业规范,全部采用最新颁布的版本。

安全是人类最重要和最基本的需求,是人民生命与健康的基本保障。一切生活、生产活动都源于生命的存在。如果人们失去了生命,一切都无从谈起。全世界平均每天发生约68.5万起事故,造成约2200人死亡的事实,使我们确认,安全不是别的什么,安全就是生命。安全生产是社会文明和进步的重要标志,是经济社会发展的综合反映,是落实以人为本的科学发展观的重要实践,是构建和谐社会的有力保障,是全面建设小康社会、统筹经济社会全面发展的重要内容,是实施可持续发展战略的组成部分,是各级政府履行市场监管和社会管理职能的基本任务,是企业生存、发展的基本要求。国内外实践证明,安全生产具有全局性、社会性、长期性、复杂性、科学性和规律性的特点,随着社会的不断进步,工业化进程的加快,安全生产工作的内涵发生了重大变化,它突破了时间和空间的限制,存在于人们日常生活和生产活动的全过程中,成为一个复杂多变的社会问题在安全领域的集中反映。安全问题不仅对生命个体非常重要,而且对社会稳定 and 经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会首次提出“安全发展”的重要战略理念。安全发展是科学发展观理论体系的重要组成部分,安全发展与构建和谐社会有着密切的内在联系,以人为本,首先就是要以人的生命为本。“安全·生命·稳定·发展”是一个良性循环。安全科技工作者在促进、保证这一良性循环中起着重要作用。安全科技人才匮乏是我国安全生产形势严峻的重要原因之一。加快

培养安全科技人才也是解开安全难题的钥匙之一。

高等院校安全工程专业是培养现代安全科学技术人才的基地。我深信,本套系列教材的出版,将对我国安全工程本科教育的发展和高级安全工程专业人才的培养起到十分积极的推进作用,同时,也为安全生产领域众多实际工作者提高专业理论水平提供了学习资料。当然,由于这是第一套基于专业技术平台课程体系的教材,尽管我们的编审者、出版者夙兴夜寐,尽心竭力,但由于安全学科具有在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性,开办安全工程专业的高等院校所依托的行业类型又涉及军工、航空、化工、石油、矿业、土木、交通、能源、环境、经济等诸多领域,安全科学与工程的应用也涉及人类生产、生活和生存的各个方面,因此,本套系列教材依然会存在这样和那样的缺点、不足,难免挂一漏万,诚恳地希望得到有关专家、学者的关心与支持,希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议。谨祝本系列教材在编者、出版者、授课教师和学生的共同努力下,通过教学实践,获得进一步的完善和提高。

“嘤其鸣矣,求其友声”,高等院校安全工程专业正面临着前所未有的发展机遇,在此我们祝愿各个高校的安全工程专业越办越好,办出特色,为我国安全生产战线输送更多的优秀人才。让我们共同努力,为我国安全工程教育事业的发展作出贡献。

中国科学技术协会书记处书记[○]

中国职业安全健康协会副理事长

中国灾害防御协会副会长

亚洲安全工程学会主席

高等学校安全工程学科教学指导委员会副主任

安全工程专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师



2006年5月

[○] 现任中国科学技术协会副主席。

前 言

安全科学是从人体免受外界因素（事物）危害的角度出发，并以在生产、生活、生存过程中创造保障人体安全健康条件为着眼点，对涉及安全的整个客观世界及其规律总结的基础上产生的知识体系。安全科学的研究是在人们的生产和生活中，为了生命和健康得到保障，使得相关设备、财产以及事物免受危害等，揭示安全的客观规律并提供安全学科理论、应用理论和专业理论。安全科学的重要研究内容之一是各种事故，由于事故的发生具有随机性和突发性等特征，统计方法正是解决随机问题最有效的工具，因此，事故统计方法是安全科学的核心方法之一，安全统计学也由此应成为安全科学的重要分支，为解决安全领域里各种安全问题提供系统的方法和手段。

实际上，在安全科学发展史中，事故统计分析方法早已运用于安全科学的研究中，例如，海因里希曾搜集 5000 多起伤害事故，进行较为深入的研究，得出著名的海因里希法则：重大伤亡事故次数：轻微伤害事故次数：无伤害事故次数：不安全行为次数 = 1:29:300:∞。尽管统计分析方法应用于安全科学的研究已有了大量的实践和成果，但从建立安全统计学学科分支的高度和层面来创建安全统计学，在现有的中外文文献中尚未发现，而且，可作为安全科学与工程类本科生教材的安全统计学更是没有。基于此，近几年我们开展了以下研究，构建了安全统计学学科框架及其理论知识体系，从行业安全、事故统计、自然灾害统计、职业健康统计、安全经济统计、安全社会统计进行实践研究，进而形成了编著本书的计划和基本内容。

安全统计学是运用统计分析方法，对客观事实大量观察，来分析安全现象的特征和变化规律，反映安全现象发展变化规律在一定时间、地点等条件下的数量表现，揭示事件及事故的本质、相互联系、变动的规律性和发展趋势。安全统计学是安全科学和统计学的交叉学科，它为安全资料的收集、整理、分析和研究等提供统计技术手段，对所研究的对象和数据资料去伪存真、去粗取精，从而可分析与安全问题有关的各种现象之间的依存关系和潜在规律性。由上可进一步定义：安全统计学是综合利用安全科学、系统科学和统计学的原理和方法，研究人们在生产、生活领域中与安全问题有关的信息的数量表现和关系，揭示安全问题的本质与一般规律，对安全生产、生活规律进行预测和决策，并提出具体的应对措施，保障安全运行的一门综合性应用学科。

安全统计学具有综合和交叉属性。安全统计学既属于安全学与方法学的交叉学科，又属于统计学的分支，具有边缘性和交叉性。由于统计学具有以数据

为研究对象的特征,安全统计学是建立在有安全数据的学科分支的基础上。

根据辩证唯物主义关于存在决定意识的原理,安全统计学依照质与量辩证统一的原理,从对大量个别事物的观察中,总结出现象的总体特征。安全统计研究的指导方法还包括认识论、事物普遍联系和不断运动发展等原理。

安全统计学的基础学科包括安全科学、统计学、数理统计学、经济学、系统科学、社会学和自然科学各学科等,它们为安全统计学实践和应用提供理论基础,并将这些基础学科的基本原理、知识体系与方法等理论广泛应用于安全统计学规律的研究中,满足安全统计学交叉属性对理论基础的广泛要求。

安全统计学涉及的应用学科包括安全信息工程和各种安全工程技术、防灾减灾工程、安全法律法规、安全管理工程、安全经济、系统可靠性、系统风险分析技术等,它们与安全统计学有着紧密联系。

我国对事故统计一直有严格的要求和规定,例如,2010年4月,由国家安全监管总局制定、中华人民共和国国家统计局批准的《生产安全事故统计报表制度》,对生产安全事故情况、地区生产安全事故综合情况、生产安全事故按单位控制类别情况、生产安全事故按所属行业情况、生产安全事故按事故类型情况、生产安全事故按事故原因情况、煤矿生产安全事故、火灾事故情况、火灾死亡事故情况、火灾重伤事故情况、火灾直接经济损失事故情况、道路交通事故情况、水上交通事故情况、铁路交通事故情况、民航飞行事故情况、房屋建筑及市政工程事故情况、农业机械事故情况、农业机械死亡事故情况、渔业船舶事故情况、特种设备事故情况等46种情况的事故统计都作了明确的强制规定。

基于上述分析,本书第一作者经过较长时间的思考和文献检索与调研,并开展了一些创新性研究,才决定编著此书。本书的特色如下:

(1) 该书是我国第一部“安全统计学”教材,其唯一性和创新性体现了该书的最大特色。

(2) 该书从构建“安全统计学”学科框架及理论知识体系的高度编写,在系统叙述安全统计学基础理论的同时,从多个视角讨论了安全统计学的诸多分支,如生产事故统计、自然灾害统计、职业健康统计、安全经济统计等。

(3) 该书注重培养学生的安全科学方法思想,使学生掌握安全统计学的基本概念、理论、方法,运用“三基”去分析、认识、解决安全领域的各种问题和统计规律。同时书中枚举了许多安全统计算例,以便于读者理解和掌握相应的计算方法。

(4) 该书每章开头都有本章学习目标和本章学习方法,每章结尾都有本章小结,并配置了适当的思考与练习题,使学生能够很快地参与到安全统计学的创新研究和实践中。

如上所述,安全统计学是一门新兴的安全学科分支,作为首部这方面的著作,作者深感许多内容还需要深入研究和进一步发展。虽然作者做了很大的努力,但由于水平有限,书中肯定有疏漏和不妥之处,恳请大家批评指正。

本书第1~10章由王婷和吴超共同编写,第11章由李冀和吴超共同编写,第12章由李冀、谭波和芮妮欣共同编写,第13章由栗继祖编写,第14章由芮妮欣和吴超共同编写。全书纲目设计和统稿由吴超完成。

在本书的编写过程中,安全工程专业编审委员会积极组织专家对本书的编写大纲和书稿进行审纲和审稿工作,与此同时得到了许多专家、同仁的关心与指点,在此向他们表示衷心的感谢。

最后,非常感谢中南大学数学与统计学院郑洲顺教授审阅了此书,另外,还要衷心感谢本书所引用的参考资料的所有作者们。

吴 超

2013年6月

目 录

序	
前言	
第1章 绪论——统计学与安全统计	
学概述	1
1.1 统计与统计学	1
1.2 统计学与安全统计学的内涵	5
1.3 安全统计学的学科基础分类及其 分支研究	9
1.4 安全统计学的应用	14
1.5 安全统计学的展望	16
1.6 本章小结	16
思考与练习	17
第2章 安全统计调查与分析	18
2.1 安全统计的研究对象	18
2.2 安全统计的研究分析方法与流程	19
2.3 安全统计的基本流程	23
2.4 安全统计工作的主要环节	24
2.5 本章小结	30
思考与练习	31
第3章 安全统计指标及安全统计指 标体系	32
3.1 概述	32
3.2 安全统计指标体系	37
3.3 安全特征统计指标体系	46
3.4 本章小结	54
思考与练习	54
第4章 安全统计数据的分布特征与 安全统计指数	55
4.1 安全统计数据分布的集中趋势	55
4.2 安全统计数据分布的离散程度	66
4.3 安全统计数据分布的偏度和峰度	73
4.4 安全统计指数	75
4.5 本章小结	79
思考与练习	80
第5章 安全统计的抽样推断与估计	81
5.1 抽样概述	81
5.2 抽样误差与抽样设计	86
5.3 安全数据的抽样推断	93
5.4 安全数据的抽样估计	98
5.5 本章小结	105
思考与练习	105
第6章 安全数据的回归分析与预测	107
6.1 回归分析概述	107
6.2 安全数据的简单线性回归分析与 预测	112
6.3 安全数据的多元线性回归分析与 预测	120
6.4 安全数据非线性回归分析与预测	127
6.5 本章小结	130
思考与练习	131
第7章 安全数据动态序列分析与 预测	133
7.1 动态数列的概述	133
7.2 安全数据的水平分析	136
7.3 安全数据的速度分析	144
7.4 安全数据的趋势预测	150
7.5 本章小结	159
思考与练习	160
第8章 安全数据的聚类分析和判别 分析	162
8.1 聚类分析和判别分析概述	162
8.2 安全数据系统的聚类分析	165
8.3 安全数据的判别分析	171
8.4 本章小结	176
思考与练习	177
第9章 安全信息灰色预测法	179
9.1 灰色预测理论概述	179
9.2 安全信息的灰色预测	185
9.3 安全信息的灰色决策	193
9.4 本章小结	200
思考与练习	200
第10章 安全统计决策	202

10.1 安全统计决策概述	202	思考与练习	272
10.2 风险型决策方法	205	第 13 章 职业健康统计	273
10.3 多目标决策法	211	13.1 职业健康危害因素识别与调查 方法	273
10.4 本章小结	222	13.2 职业健康危害因素的分类	275
思考与练习	222	13.3 职业病统计	279
第 11 章 自然灾害统计	223	13.4 本章小结	284
11.1 灾害统计概述	223	思考与练习	284
11.2 灾因统计	225	第 14 章 安全经济统计	285
11.3 灾情统计	230	14.1 安全经济指标体系	285
11.4 灾害损失统计	236	14.2 安全经济损失核算	292
11.5 减灾统计	243	14.3 事故经济损失统计估算方法	294
11.6 本章小结	249	14.4 安全投入统计	298
思考与练习	250	14.5 安全效益统计	301
第 12 章 生产事故统计	251	14.6 本章小结	303
12.1 行业生产事故概述	251	思考与练习	303
12.2 交通事故统计	252	附表	304
12.3 矿业生产事故统计	256	附表 A 正态分布概率表	304
12.4 危险化学品和化工事故统计	259	附表 B t 分布分位数表	306
12.5 建筑事故统计	267	参考文献	308
12.6 本章小结	272		

绪论——统计学与安全统计学概述

本章学习目标：了解统计学的发展简史、统计学的定义、安全统计学的定义；明确安全统计学研究的重点、范围、对象，认识安全统计学的分支体系及各分支体系主要研究内容等，理解安全统计学的重要意义。

本章学习方法：以了解、理解和分析为主，用跨学科的视角理解统计学与安全学科的交叉和彼此之间的关系，同时积极思考和审视安全领域需要开展统计研究的各种问题。

1.1 统计与统计学

1.1.1 统计的含义

统计的实践活动先于统计学理论产生，早在原始社会，人类就已经通过各种形式来统计他们所需记录的事物。然而真正形成统计学理论是近 300 年间的事，17 世纪英国经济学家、古典经济学和统计学的创始人威廉·配第（W. Petty, 1623—1687）在《政治算术》中首创了运用大量数据来阐述和对比分析社会现象，并配以朴素的图表来表现，提出了一种崭新的方法来分析数据、事物^[1]；比利时统计学家和数学家阿道夫·凯特勒（Adolphe Quetelet, 1796—1874）在数理统计学中把自然科学的研究精神和研究方法，如实验法、归纳法，带到社会现象的研究中，并利用概率论原理分析人类各种知识中具有数量变化性的各种现象，概括出了统计学的研究范围^[2]。

随着时代的发展，统计学作为一门方法论学科的性质已得到普遍认可，其理论、方法已广泛运用到各个学科领域，世界各国也都设有专业的统计机构。例如，联合国设有统计署；美国设有普查局、交通统计局、劳工统计局、国家农业统计署等；我国最高的统计研究机构和统计数据信息发布机构是中华人民共和国国家统计局，各级地方政府都设有专业的统计工作机构，基层单位设有专职的统计工作人员。

“统计”这个词一般包含三个方面的内容，即统计工作、统计资料和统计学。这三者之间存在着密切的联系：统计资料是统计工作的成果，统计工作是统计资料和统计学的基础，统计学既是统计工作经验的理论概况，又是指导统计工作的原理、原则和方法。

1. 统计工作

统计工作即统计实践，是指在一定的理论指导下，对某种特定现象的数量方面进行收集、整理、分析和研究的全部活动过程，是一种调查研究活动。统计工作的基本要求是准确、及时、完整地提供统计资料，是统计的基础。

2 安全统计学

2. 统计资料

统计资料是指通过统计工作所取得的、用来反映各种社会和经济现象的状况、过程的统计数字和文字分析说明,即统计信息。统计资料包括原始的调查资料以及经过加工处理的综合统计资料等。

统计资料是统计工作的成果,包括各种调查数据、调查表格,根据调查数据绘制的各种图表及对社会经济现象进行的定性分析和定量分析等。统计资料是反映社会某种现象发展变化规律的重要的数据资料,对于描述现象发展的现状和发展规律、进行发展趋势的预测、开展科学研究等有着重要作用。数据或图表是现代统计资料的主要表现形式,借助于计算机技术和统计分析软件,可对统计资料进行深入的分析,并撰写统计分析报告等。

3. 统计学

统计学是指系统地论述统计的理论、原则和方法的一门独立的学科,是统计实践的科学总结,它来源于实践,同时又是指导实践的原则和方法。统计学是统计实践活动的经验概括,是从统计工作中提炼出来的,对正确进行统计工作具有指导作用,是“统计”的最高层次含义,与统计工作是理论与实践的关系。

现代社会生活中,统计学已经成为一门重要的方法论科学,没有统计学提供的数据收集方法、数据分析方法和分析技术,我们就无法深刻了解社会现象发展的现状,无法进行社会现象发展趋势的预测,因而也不利于作出科学的决策。

目前,统计学的研究对象是客观现象总体的数量特征和数量关系(包括数量概念、数量界限、数量关系和数量分析方法等),以及通过这些数量反映出来的客观现象发展变化的规律性。通过对某种特定现象在一定时间、地点和条件下的数量方面的研究,可揭示该现象的规模、水平、结构、速度、趋势、各种比例关系和依存关系,达到对该现象的本质特征和规律性的认识。

随着统计学的逐渐完善,以及学科与学科间的相互渗透、结合,统计学已不再局限于经济、医学、生物等学科的应用,自然学科、社会学科逐渐开始重视统计学在自己学科领域内所起的作用。因此,统计学是适用于所有学科领域的通用数据分析方法,是一种通用的数据分析语言学科,几乎只要有数据的地方就会用到统计方法。

1.1.2 统计学的作用

统计学是对人类社会统计实践活动的高度概括,目的在于指导人们更好地进行各种社会实践活动。统计学是一门古老的科学,统计的社会实践活动最早产生于还没有文字的原始社会,然而统计学作为一门学科仅有三百多年的历史。统计学的概念在不同的使用情况下具有不同的含义,其定义也各不相同。例如,1768—1771年撰写出版的《大英百科全书》指出,统计学是一门收集数据、分析数据、并根据数据进行推断的艺术和科学;已故的国际著名数理统计学家、中国科学院院士陈希孺先生认为,统计学是有关收集和分析带有随机性误差的数据的科学和艺术;一般说来,统计学是一门根据数据的分析结果进行统计推断其规律性的具体方法论特征的复合性、综合性学科。

统计学研究有很广泛的作用,在安全领域的作用主要体现在三方面。

(1) 统计能提供一个准确的数量概念,能够探求事物变化的数量界限,描述客观事物之间的数量关系,在质与量的联系中,观察并研究客观事物现象的数量方面的特征。例如,

1919年英国的格林伍德和伍兹搜集了许多工厂里的事故资料,通过泊松分布、偏倚分布和非均等分布的统计方法,发现了工人中更易发生事故的人群。

(2) 统计是监督和管理的重要手段。人们认识世界的目的在于能动地改造世界,统计既然是人们认识社会的有力武器,就必然成为人们监督、管理、改造社会的手段。例如,在社会经济发展上,若没有标准的统计,就没有科学的决策,经济建设就难以顺利进行。在安全生产领域中更需要科学的统计,借此来有效预测安全生产事故,为安全决策提供有力支持,从而保障人身安全、企业安全和社会安全。

(3) 统计是科学研究的有效工具。通过统计,我们可以反映事物的现状,揭示事物的内部构成和相互关系,掌握事物运动的规律,比较事物的优劣,挖掘事物的发展潜力,预测事物发展的前景。安全生产中要求“预防为主”,利用统计的方法,分析已有的数据资料,预测未来的安全发展趋势,进而判断安全生产趋势,预测事故发展过程,对安全工作的开展具有重要的指导作用。

1.1.3 统计学的发展简史

人类的统计实践源于人类的记数活动,随着人类社会的进步和国家管理的需要而发展。统计的起源可追溯到远古的原始社会,但统计由实践活动上升到理论进而予以总结和概括成为一门系统的统计学,却发生在近代,距今只有300多年的历史。回顾统计科学的渊源及其发展过程,对我们了解统计学的研究对象和性质、学习统计学的理论和方法、提高我们的统计实践和理论水平,都是十分必要的。

从统计学的产生和发展过程来看,大致可以划分为三个时期:统计学的萌芽期、统计学的近代期和统计学的现代期。

1. 统计学的萌芽期

统计学初创于17世纪中叶至18世纪,主要分为国势学派和政治算术学派。

(1) 国势学派。国势学派又称记述学派,产生于17世纪的德国。由于该学派主要以文字记述国家的显著事项,故称记述学派。其主要代表人物是康令(H. Conring, 1606—1681)、阿亨瓦尔(G. Achenwall, 1719—1772),代表作品是《近代欧洲各国国势学概论》,他们在大学中开设了一门新课程,最初叫做“国势学”,所做的工作主要是对国家重要事项的记录,但这些记录偏重于事件的叙述,而忽视量的分析。严格地说,这一学派的研究对象和研究方法都不符合统计学的要求,只是登记了一些记述性材料,借以说明管理国家的方法。

国势学派对统计学的创立和发展作出了巨大的贡献:首先,国势学派为统计学这门新兴的学科起了一个至今仍为世界公认的名词“统计学”(statistics),并提出了至今仍为统计学者所采用的一些术语,如“统计数字资料”“数字对比”等;其次,国势学派在研究各国的显著事项时,主要是系统地运用对比的方法来研究各国实力的强弱,统计图表实际上也是“对比”思想的形象化的产物。

(2) 政治算术学派。该学派起源于17世纪的英国,当时在英国,从事统计研究的人被称为政治算术学派。政治算术学派与国势学派的研究的区别在于国势学派主要采用文字记述的方法,政治算术学派主要采用数量分析的方法。因此,严格说来,政治算术学派作为统计学的开端更为合适。其主要代表人物是威廉·配第(W. Petty, 1623—1687)和约翰·格朗

特 (J. Graunt, 1620—1674)。

政治算术学派在统计发展史上有着重要的地位。首先,它并不仅满足于社会经济现象的数量登记、列表、汇总、记述等过程,还要求把这些统计经验加以全面系统地总结,并从中提炼出某些理论原则。在收集资料方面,较明确地提出了大量观察法、典型调查、定期调查等思想;在处理资料方面,较为广泛地运用了分类、制表及各种指标来浓缩与显现数量资料的内涵信息。其次,政治算术学派第一次运用可度量的方法,力求把自己的论证建立在具体的、有说服力的数字上面,依靠数字来解释与说明社会经济生活。然而,政治算术学派毕竟还处于统计发展的初创阶段,它只是用简单的、粗略的算术方法对社会经济现象进行计量和比较。

2. 统计学的近代期

统计学的近代期是 18 世纪末至 19 世纪末,这时期的统计学主要有数理统计学派和社会统计学派。

(1) 数理统计学派。最初的统计方法是随着社会政治和经济的需要而初步得到发展的,直到概率论被引进之后,才逐渐形成为一门成熟的科学,在这方面,法国天文学家、数学家、统计学家拉普拉斯 (Pierre-Simon Laplace, 1749—1827) 作出了重大的贡献,阐明了统计学的大数法则,并进行了大样本推断的尝试;比利时统计学家和数学家阿道夫·凯特勒 (Adolphe Quetelet, 1796—1874) 完成了统计学和概率论的结合。从此,统计学开始进入更为丰富发展的新阶段。

(2) 社会统计学派。自阿道夫·凯特勒之后,统计学的发展开始变得丰富而复杂起来。由于在社会领域和自然领域统计学被运用的对象不同,统计学的发展呈现出不同的方向和特色。19 世纪后半叶,德国兴起了与数理统计学派不同的社会统计学派。由于它在理论上比政治算术学派更加完善,在时间上比数理统计学派提前成熟,因而对国际统计学界影响较大,流传较广。1850 年,德国的统计学家克尼斯 (K. G. A. Knies) 发表了题为《独立科学的统计学》的论文,提出了统计学是一门独立的社会科学,是一门对社会经济现象进行数量对比分析的科学。这一学派的主要代表人物还有恩格尔 (C. L. E. Engel, 1821—1889) 和梅尔 (G. V. Mayr, 1841—1925),他们认为,统计学的研究对象是社会现象,目的在于明确社会现象内部的联系和相互关系;统计应当包括资料的收集、整理,以及对其分析研究。同时,他们还认为,在社会统计中,全面调查包括人口普查和工农业调查,居于重要地位;以概率论为理论基础的抽样调查,在一定的范围内具有实际意义和作用。

3. 统计学的现代期

统计学的现代期主要是指自 20 世纪初到现在的数理统计时期,数理统计学发展的主流从描述统计学转向推断统计学。19 世纪末和 20 世纪初的统计学主要是关于描述统计学中的一些基本概念及资料的收集、整理、图示和分析等,后来逐步增加概率论和推断统计的内容。直到 20 世纪 30 年代,费希尔 (Ronald Aylmer Fisher, 1890—1962) 的推断统计学才促使数理统计进入现代范畴。

现在,数理统计学的丰富程度完全可以独立成为一门学科,但它也不可能完全代替一般统计方法论。传统的统计方法虽然比较简单,但在实际统计工作中运用仍然极广,正如四则运算与高等数学的关系一样。不仅如此,数理统计学主要涉及资料的分析和推断方面,而统计学还包括各种统计调查、统计工作制度和核算体系的方法理论、统计学与各专业相结合的

一般方法理论等。由于统计学比数理统计学在内容上更为广泛,因此,数理统计学相对于统计学来说不是一门并列的学科,而是统计学的重要组成部分。

从世界范围看,自20世纪60年代以后,统计学的发展有几个明显的趋势:第一,随着数学的发展,统计学依赖和吸收的数学方法越来越多;第二,向其他学科领域渗透,或者说以统计学为基础的边缘学科不断形成;第三,随着统计学应用日益广泛和深入,特别是借助电子计算机后,统计学所发挥的功效日益增强;第四,统计学的作用与功能已从描述事物现状、反映事物规律,向抽样推断、预测未来变化方向发展。它已从一门实质性的社会性学科,发展成为方法论的综合性学科。

1.1.4 统计学在我国的发展

我国统计活动起步早,可追溯到春秋战国时期,但统计理论发展较晚,在清末时期才从国外引进系统的数理统计研究理论。新中国成立后,统计学受到社会各界学者的关注,但当时我国主要沿用前苏联的社会经济统计学理论;经过一个较长时期的探讨,我国的统计学理论和方法的研究取得了很大的进步,也将统计学正式作为一门学科在众多高校建立:1992年颁布的国家标准《学科分类与代码》(GB/T 13745—1992)中将统计学设定为一级学科,划分了12个二级学科、36个三级学科;1998年教育部进行的专业调整也将统计学设定为一级学科,正式确立了统计学一级学科的地位;2009年新颁布的《学科分类与代码》(GB/T 13745—2009)在1992年标准的基础上,将统计学调整为10个二级学科、36个三级学科,内容更充实、完整。在2012年教育部新版《普通高等学校本科专业目录》中,统计学由原来归属经济门类改为归属理学门类。

统计学是一门综合性很强的边缘科学,它既不是数学,也不是经济学。统计学是研究如何对事物随机现象总体数量(包括人文与社会、自然等广泛的领域)进行收集、加工、整理以及推断、分析、预测和决策的科学。由于统计学的边缘性,最初我国将统计学划分为社会经济统计学和数理统计学,这严重阻碍了统计学的发展。随着对统计学的正确认识,1993年召开的中国统计学会上,提出了“大统计”的观点,社会经济统计学和数理统计学不再是两个独立的学科,而是与统计学结合的综合性学科,统计学作为一门独立的学科也得到了在场所有学者的认可。在2011年,新修订的《学位授予和人才培养学科目录》中,统计学被列为一级学科,代码0714。

1.2 统计学与安全统计学的内涵

1.2.1 统计学的内涵

统计学是研究如何测定、收集、处理、分析、解释数据并从数据中得出结论的方法论科学。在进行安全统计之前,应先了解统计学的特点与统计的工作过程,这不仅是统计学的基本学习内容,也是安全统计工作者应该掌握的内容。

1. 统计学的特点^[3-4]

统计学的研究对象是指统计研究所要认识的客体。只有明确了研究对象,才能根据研究对象的性质、特点使用相应的研究方法,从而达到认识对象客体规律性的目的。统计认识事