

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

★ 转型时代的中国财经战略论丛 ▲

BP神经网络视角下的 高科技企业人才流失预警机制研究

徐 茜 著



中国财经出版传媒集团



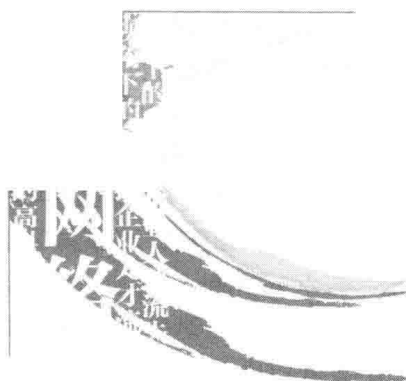
经济科学出版社
Economic Science Press

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

★ 转型时代的中国财经战略论丛 ▲

BP神经网络视角下的 高科技企业人才流失预警机制研究

徐 茜 著



中国财经出版传媒集团

 经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

BP 神经网络视角下的高科技企业人才流失预警机制研究/

徐茜著. —北京: 经济科学出版社, 2018. 11

(转型时代的中国财经战略论丛)

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9985 - 7

I. ①B… II. ①徐… III. ①人工神经网络 - 应用 - 高新技术企业 - 人才流失 - 预警系统 - 研究 - 中国
IV. ①F279.244.4 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 263711 号

责任编辑: 郎 晶

责任校对: 王肖楠

责任印制: 李 鹏

BP 神经网络视角下的高科技企业人才流失预警机制研究

徐 茜 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 9.75 印张 150 000 字

2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9985 - 7 定价: 35.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 打击盗版 举报热线: 010 - 88191661)

QQ: 2242791300 营销中心电话: 010 - 88191537

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn)



总 序

转型时代的中国财经战略论丛

山东财经大学《转型时代的中国财经战略论丛》(以下简称《论丛》)系列学术专著是“‘十三五’国家重点出版物出版规划项目”,是山东财经大学与经济科学出版社合作推出的系列学术专著。

山东财经大学是一所办学历史悠久、办学规模较大、办学特色鲜明,以经济学科和管理学科为主,兼有文学、法学、理学、工学、教育学、艺术学八大学科门类,在国内外具有较高声誉和知名度的财经类大学。学校于2011年7月4日由原山东经济学院和原山东财政学院合并组建而成,2012年6月9日正式揭牌。2012年8月23日,财政部、教育部、山东省人民政府在济南签署了共同建设山东财经大学的协议。2013年7月,经国务院学位委员会批准,学校获得博士学位授予权。2013年12月,学校入选山东省“省部共建人才培养特色名校立项建设单位”。

党的十九大以来,学校科研整体水平得到较大跃升,教师从事科学研究的能动性显著增强,科研体制机制改革更加深入。近三年来,全校共获批国家级项目103项,教育部及其他省部级课题311项。学校参与了国家级协同创新平台中国财政发展2011协同创新中心、中国会计发展2011协同创新中心,承担建设各类省部级以上平台29个。学校高度重视服务地方经济社会发展,立足山东、面向全国,主动对接“一带一路”、新旧动能转换、乡村振兴等国家及区域重大发展战略,建立和完善科研科技创新体系,通过政产学研用的创新合作,以政府、企业和区域经济发展需求为导向,采取多种形式,充分发挥专业学科和人才优势为政府和地方经济社会建设服务,每年签订横向委托项目100余项。学校的发展为教师从事科学研究提供了广阔的平台,创造了良好的学术

生态。

习近平总书记在全国教育大会上的重要讲话，从党和国家事业发展全局的战略高度，对新时代教育工作进行了全面、系统、深入的阐述和部署，为我们的科研工作提供了根本遵循和行动指南。习近平总书记在庆祝改革开放 40 周年大会上的重要讲话，发出了新时代改革开放再出发的宣言书和动员令，更是对高校的发展提出了新的目标要求。在此背景下，《论丛》集中反映了我校学术前沿水平、体现相关领域高水准的创新成果，《论丛》的出版能够更好地服务我校一流学科建设，展现我校“特色名校工程”建设成效和进展。同时，《论丛》的出版也有助于鼓励我校广大教师潜心治学，扎实研究，充分发挥优秀成果和优秀人才的示范引领作用，推进学科体系、学术观点、科研方法创新，推动我校科学研究事业进一步繁荣发展。

伴随着中国经济改革和发展的进程，我们期待着山东财经大学有更多更好的学术成果问世。

山东财经大学校长



2018 年 12 月 28 日

前 言

转型时代的中国财经战略论丛

人才是高科技企业价值创造的主要来源，其稳定性是高科技企业持续发展的基础。但由于技术生命周期、行业竞争性以及人才自身的特点，高科技企业中人才的流动性普遍较高。人才的流出将会给高科技企业带来各种显性和隐性损失，如人员的替换成本、技术/知识链的断裂、士气的降低、核心技术的外泄和企业声望的降低等，有些核心人才的流出给企业带来的损失更是难以计算。因此，高科技企业对人才尤其是核心人才进行流失风险管理，建立流失风险预警系统显得尤为重要。

目前国内外对于人才流失的研究尽管蓬勃，但针对高科技企业这一特定企业类型中人才流失的研究尚处于起步阶段。同时，在目前研究中关于人才流失风险预警指标的准确性与客观性，以及预警过程的时变性、自适应性和自学习性仍然没有很好地解决。本书旨在弥补这一不足，采用 BP 神经网络方法对高科技企业人才流失风险预警进行研究，以开发出用于人才流失风险预警的新方法，对高科技企业的人才流失风险进行监测、识别和报告，帮助高科技企业建立人才流失风险管理机制，及时发现人才流失动向，采取有效措施。

本书的工作主要体现在三个方面：一是对高科技企业人才流失诱因进行分析，从企业外部环境因素、企业内部环境因素以及人才个体因素三个方面提炼出高科技企业人才流失的诱因。二是构建包括预警指标体系、预警指标评估体系和预警模型三大体系的高科技企业人才流失风险预警系统。三是对建立的高科技企业人才流失风险预警模型进行实例应用。应用预警模型对 BH 企业的人才进行流失风险判定，析出 BH 企业人才流失风险的主要来源，提出防范对策。

本书的贡献在于从高科技企业人才流失的实际出发，系统地分析了

高科技企业人才流失诱因，从目标层、系统层、指标层三个层次建立了高科技企业人才流失风险预警指标体系，并且引入层次分析法和熵权法对指标体系进行评价和赋权，使高科技企业人才流失风险预警指标体系更具独立性和准确性。然后进一步地将 BP 神经网络应用于本研究，建立起高科技企业人才流失风险预警模型。通过应用 BP 神经网络，一方面较好地解决了高科技企业人才流失风险预警指标的非线性和模糊性问题，实现了对人才流失风险的定量评估和识别；另一方面提高了高科技企业人才流失风险预警模型的自适应能力，使预警模型具有时变性和自适应能力特征，使预警模型可以应用于不同高科技企业，以及同一企业不同时期的人才流失风险的预警工作。

本书将有助于丰富和完善人才流失风险预警理论，促进人才管理系统功能的健全和发展。同时，为高科技企业的人才流失风险预警管理提供有效的方法支持，对建立有效的人才流失风险管理机制，实现及时、准确的人才流失风险监控有积极的实践价值。

目 录

转型时代的中国财经战略论丛

第1章 序言	1
1.1 问题的提出与研究意义	1
1.2 研究内容与研究思路	4
1.3 研究目标与研究方法	6
1.4 本章小结	8
第2章 人才流失与风险预警的一般理论	9
2.1 人才流失的内涵	9
2.2 人才流失的诱因	10
2.3 人才流动的心理过程模型	18
2.4 对人才流失风险的评估	29
2.5 人才流失的预警与防范	31
2.6 目前对人才流失及预警方面的研究缺陷	35
2.7 本章小结	36
第3章 高科技企业人才流失的诱因	37
3.1 高科技企业人才的特点	37
3.2 高科技企业人才流动的特点	40
3.3 高新技术企业人才流失诱因分析	42
3.4 本章小结	53

第 4 章 高科技企业人才流失风险预警系统的构建	54
4.1 风险预警系统的构建思路与目标	54
4.2 预警系统的功能	56
4.3 预警系统的结构与运行模式	56
4.4 高科技企业人才流失风险预警系统的介绍	59
4.5 本章小结	60
第 5 章 预警指标体系的构建	61
5.1 预警指标的选取原则	61
5.2 风险识别	62
5.3 主要预警指标的选取	64
5.4 本章小结	67
第 6 章 高科技企业人才流失风险预警指标的评估	68
6.1 样本选取、数据收集与指标测量	68
6.2 利用层次分析法和熵权法对预警指标赋权	78
6.3 利用主成分分析法对预警指标体系进行精简	88
6.4 本章小结	91
第 7 章 预警模型的构建与检验	93
7.1 BP 神经网络概述	93
7.2 BP 神经网络预警模型的设计与创建	97
7.3 BP 神经网络预警模型的训练与检测	106
7.4 本章小结	109
第 8 章 基于 BP 神经网络的高科技企业人才流失风险预警模型的 实例应用	110
8.1 BH 高科技企业人才流失的风险状况	110
8.2 BH 高科技企业人才流失风险的主要来源	114
8.3 BH 高科技企业防范人才流失风险的对策	114
8.4 本章小结	119

第9章 结论与展望	121
9.1 结论	121
9.2 创新点	123
9.3 研究局限与展望	124
附录	126
职业倾向性调查问卷 I	126
职业倾向性调查问卷 II	130
参考文献	134

第1章 序 言

1.1 问题的提出与研究意义

在知识经济背景下，企业的技术创新日趋活跃，新的产业和企业不断涌现，社会经济结构也产生了巨大的变化。高科技企业以科学技术的发明、创造和应用为主，在我国经济结构中所占的比重正不断扩大，逐渐成为我国社会经济可持续发展的重要助推器。它们的快速形成和发展，也成为社会经济发展的主要动力之一。

对于高科技企业而言，知识创新、技术创新及管理创新是推动其迅猛发展的主要动因，而这些创新又是由掌握丰富知识的人才所推动的。人才对于高科技企业而言，是指那些具有脑力和体力，能够被企业所利用，为企业带来价值创造的员工。人才是高科技企业最重要的资本。可以说，人才资源是推动高科技企业发展的核心资源，现代高科技企业的管理核心就是人才资源价值的开发与利用，高科技企业的竞争在一定意义上也是人才资源的竞争。

然而，目前大多数高科技企业的人才保持现状不容乐观。一方面，相对于传统企业而言，高科技企业的人才有其自身的显著特点。他们普遍拥有相对较高的学历，更看重自己在企业中的成长和发展机会，自主性比较强，要求更为自由、宽松的工作环境。如果他们认为目前的工作缺乏吸引力，或是目前的工作不能促进其个人的成长与发展，或者不能满足其对自主性的要求，他们会更倾向于寻求新的工作机会，流向能更好地发挥自身潜能、实现自身价值、满足自身需求的企业和工作岗位。同时他们是高科技企业技术创新最主要的力量，这使得他们相对于一般

员工而言占有了一种特殊的资源——知识，这进一步提高了他们在劳动力市场上的聘用价值。因此，高科技企业中的人才有更强烈的流动意愿和更高的流动能力。另一方面，随着经济全球化的发展，越来越多的拥有雄厚资金和技术实力的企业开始在全球范围内展开人才搜罗，人才竞争不断加剧，人才流动的地域障碍和制度障碍也正不断被打破，这使得高科技人才流动的机会越来越多。因此，高科技企业有着较传统行业更高的人才流动性。

人才是高科技企业进行价值创造的源泉，人才保持相对稳定才能够给高科技企业的长期健康发展带来可能。但由于高科技企业人才自身的特点，行业的竞争性，以及人才流动障碍的消除，使得其人才保持的压力较大，人才的流动性偏高。众所周知，人才的流失会给企业带来严重的损失和破坏性。首先，人才流失不仅会提高或浪费企业的投资成本，还因为企业需要重新选配合适人员，给企业带来高昂的重置成本；其次，人才流失不仅会使企业的核心技术、重要信息等知识资本随之外泄，同时流失的人才往往会加入竞争对手企业，增强竞争对手的竞争实力；最后，人才流失会使日常工作因无合适人员而面临无法正常开展的窘况，还会使企业内部员工的士气低落，工作效率降低，甚至会造成企业声誉的降低等。由此可见，高科技企业建立人才流失风险预警系统，有效地管控人才的流动性，对企业人才进行必要的流失风险管理，以防范或降低人才流失的各种损失是十分重要的。

人才的保持和流失成为高科技企业必须关注的重点问题，如何防范人才流失风险的发生，留住人才是事关高科技企业发展的关键，也是高科技企业管理层必须面对和解决的问题。现阶段，有不少国内外学者针对人才流失进行着广泛研究，但具体针对高科技企业中的人才流失问题的研究并不多，且大多仍处于摸索研究过程中。并且研究中构建的人才流失风险预警指标的准确性与客观性，以及预警过程的时变性、自适应性和自学习性问题仍然没有很好地解决。本书旨在在这一方面做进一步的努力，拟通过预警理论、人才流失理论、应急管理理论以及神经网络等相关知识对高科技企业的人才流失风险进行预警研究，以期提出用于高科技企业人才流失风险预警的新方法，对人才的流动性进行实时监控、动态识别和及时报告，帮助高科技企业及时、准确地识别人才流失风险，采取有效的管理措施，降低人才流失率，从而最大限度地将因人

才流失给高科技企业所带来的损失降到最低。

目前,国内外关于人才流失问题的研究已有 50 多年的历史,对人才流失的动因,以及流失过程均进行了大量深入的研究,并产生了一系列影响面很大的成果。同时,在风险预警领域,学者们也开展了大规模的研究,形成了很多成熟的理论和方法。但管理理论具有很强的环境依赖性,高科技企业由于技术生命周期、行业竞争性,以及人才自身的特点,其人才流失具有极强的异质化色彩,这对现有理论模型在高科技企业人才流失风险预警中的应用效果提出了挑战。因此,本书的意义主要集中在以下几个方面。

一是对高科技企业人才流失风险预警指标体系的考察。目前对人才流失风险的研究尽管蓬勃,但针对高科技企业这一特定企业类型中人才流失的研究尚处于起步阶段。高科技企业中人才流失风险的发生,除了受到一般因素的影响外,还具有显著的知识特征和行业特征。因此,本书根据高科技企业人才流失的实际情况,系统地分析了具有高科技企业特征的人才流失的诱因,进行了高科技企业人才流失风险的识别,建立起了高科技企业人才流失风险预警指标体系。

二是引入层次分析法和熵权法对指标体系进行评价和赋权。人才流失风险预警会涉及大量非线性和模糊性指标,现有研究方法对指标权重向量的确定受人为因素影响较大,准确性与客观性难以保证。本书利用层次分析法对指标进行主观赋权,利用熵权法对指标进行客观赋权,在此基础上得到高科技企业人才流失风险预警指标的综合权值。研究方法在指标评价和指标筛选方法上的选择,使高科技企业人才流失风险预警指标体系更具独立性和准确性。

三是将 BP 神经网络应用于本研究,建立起高科技企业人才流失风险预警模型。目前,在风险预警研究的学术领域中,学者们围绕两方面展开研究:一方面偏重定性研究,如头脑风暴法、德尔菲法、专家评价法等,这方面的研究带有较强的主观性。另一方面则偏重定量研究,多使用 Logistic 回归、模糊评价、多元判别分析等定量方法。但近似处理、模糊性问题或前提条件过多会极大地影响预测精度。并且,在以上定量方法中,预警线一般采用确定的方式,不具备时变特性,缺少自适应能力。BP 神经网络具有强大的非线性逼近、自组织、自学习能力和容错性等特征,考虑到 BP 神经网络的这些特征,为解决以上问题,本书应

用 BP 神经网络方法构建预警模型,以提高预警精度。

总之,本书对丰富和完善人才流失风险预警理论,促进人才管理系统功能的健全有重要的理论意义。同时,本书为高科技企业的人才流失风险预警管理提供了有效的方法支持,对建立有效的人才流失风险管理机制,实现及时、准确的人才流失风险监控有积极的实践价值。

1.2 研究内容与研究思路

本书围绕“如何对高科技企业的人才流失进行及时、准确的预警”这样一个命题,通过不同的研究角度和不同的研究层次,对高科技企业这一特定企业类型中的人才流失风险预警机制进行分析和研究。

本书根据研究内容共分为 9 章:

第 1 章提出了研究背景和具体的研究问题,说明了研究的理论及现实意义,并进一步阐述了研究思路、研究框架、研究方法和研究的创新点。

第 2 章是人才流失与风险预警的一般理论,着重从五个方面对相关研究进行了综述:一是对人才流失内涵的研究,二是对人才流失诱因的研究,三是对人才流动心理过程模型的研究,四是对流失风险评估的研究,五是对人才流失的预警与防范措施的研究。最后,指出目前研究中尚未解决的问题。

第 3 章分析了高科技企业人才流失的诱因。对高科技企业人才的特点进行分析,在此基础上结合前人的研究成果对高科技企业人才流失的特点进行探究,得到高科技企业人才流失的诱因,并将其划分为企业外部环境诱因、企业内部环境诱因以及人才个体诱因三个方面。

第 4 章构建了高科技企业人才流失风险预警系统。根据预警系统的构建思路与目标,从信息收集、风险监测、风险评估和风险源追溯四个方面提出了预警系统的四大功能,以及与之对应的四个子系统,即信息收集子系统、风险评估子系统、风险准则子系统和风险发布子系统,并介绍预警系统的运行模式。最后,在上述基础上,构建高科技企业人才流失风险的预警系统。

第 5 章构建了高科技企业人才流失风险预警指标体系。根据第 4 章

对高科技企业人才特点和流失诱因的分析, 寻找出高科技企业人才流失风险的三个来源: 个体、组织和外部环境, 并对其风险特征进行了分析。在此基础上, 构建起高科技企业人才流失风险预警指标体系。

第6章对高科技企业人才流失风险预警指标进行了评估。运用层次分析法和熵权法对预警指标体系进行评价、赋权, 并通过主成分分析对指标体系进行精简, 最终得到由14个指标组成的高科技企业人才流失风险预警指标体系。

第7章构建了高科技企业人才流失风险预警模型, 并对模型进行了检验。先是介绍了人工神经网络的基本内容和相关原理, 提出了BP神经网络用于高科技企业人才流失风险预警的设想, 并对其可行性进行了说明。然后在MATLAB工作环境下, 设计、创建了基于BP神经网络的高科技企业人才流失风险预警模型, 并利用训练样本对模型进行训练。最后, 通过检测样本对所构建模型的预测能力进行检验。

第8章对预警模型进行实例应用。根据已建立的基于BP神经网络的高科技企业人才流失风险预警模型, 以BH高科技企业为例, 对预警模型做了实例应用。在BH企业中选取了18名监测对象, 根据预警指标对其进行监测, 将监测结果输入预警系统, BP网络预警模型输出监测对象各自的流失风险状态, 以及BH企业人才流失风险的平均水平。同时, 给出了BH企业人才流失风险的主要来源, 并就风险源提出了相应的防范对策。

第9章给出了研究结论, 指出了本书的局限性和今后的研究展望。

本书研究思路如图1-1所示。

一是根据提出的研究问题, 建立研究框架, 并针对具体的相关文献进行研究综述。二是开展理论研究, 分析高科技企业人才流失的诱因, 从预警指标体系、预警指标评估体系和预警模型体系三个方面建立高科技企业人才流失风险预警系统。三是从个体层面、组织层面和环境层面构建预警指标体系。四是进入实证研究阶段, 运用层次分析法、熵权法和主成分分析法对指标体系进行评估和精简, 并在MATLAB工作环境下运用BP神经网络创建高科技企业人才流失风险预警模型, 并进行验证。五是进入实例应用阶段, 通过BH企业对预警模型进行实例应用。六是得出研究结论, 并做出今后进一步的研究展望。

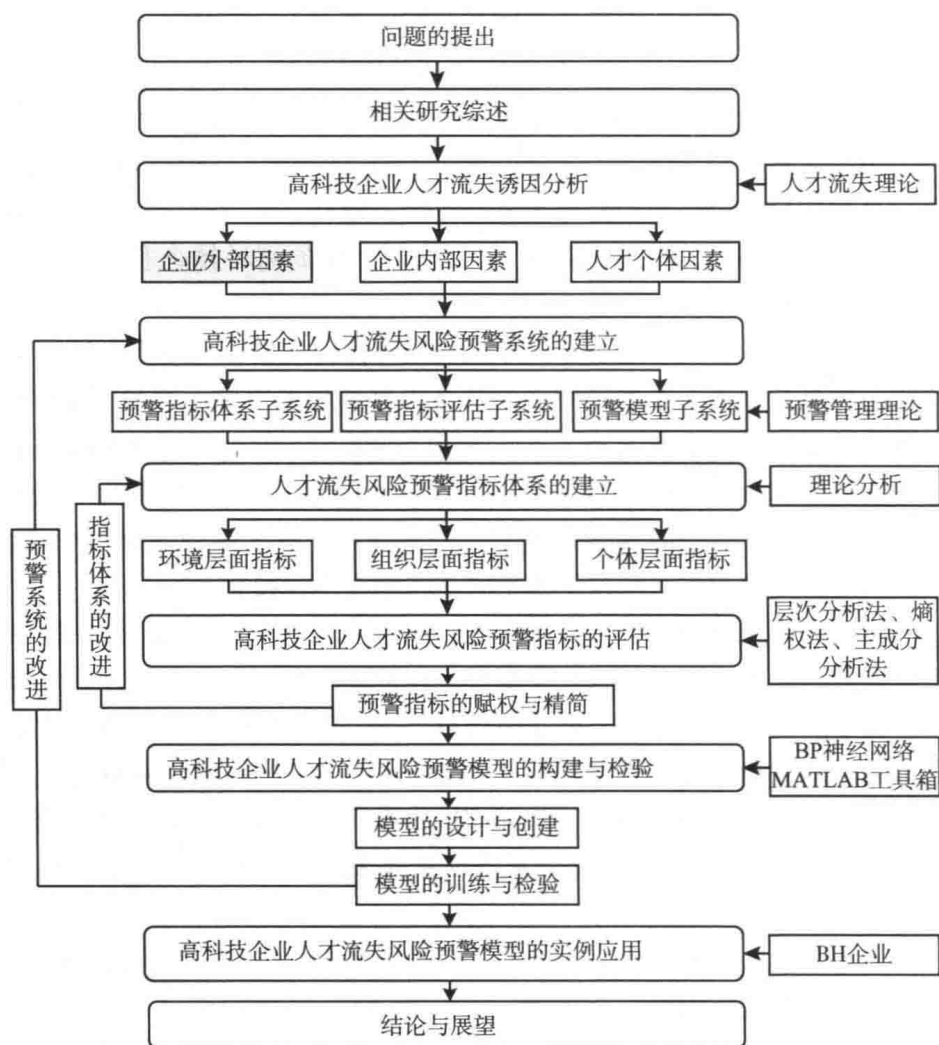


图 1-1 研究思路

1.3 研究目标与研究方法

本书以高科技企业人才为研究对象，对高科技企业人才流失风险预警机制进行研究，目的在于通过分析高科技企业人才流失的诱因，确定人才流失风险的预警指标体系，进而构建流失风险预警模型，对企业人才流失风险进行监测、识别和报告，以达到更好地进行人才管理的目的。

在研究过程中，主要采用了理论与实证研究相结合的研究方法。与此同时，针对不同的研究内容又选择性的采用了一些不同的研究方法。具体包括以下方法。

1. 文献分析

本书在文献综述的基础上对现有人才流失及预警的研究成果进行归纳、分类和总结，找寻研究中存在的问题与不足，试图有效把握本书的切入点，并确定本书拟解决的主要问题以及问题的主要方面，最终构建合理的理论分析框架和研究模型。运用预警管理理论，搭建人才流失风险预警系统，并根据现有理论研究成果，通过对人才流失诱因的理论研究，确定高科技企业人才流失风险预警指标体系。

2. 问卷调查

在收集数据时采用了调查问卷的方法。针对本书的研究内容，在对预警指标体系进行评估时，编制了《职业倾向性调查问卷Ⅰ》；在对预警模型进行设计、创建、训练和检验时，编制了《职业倾向性调查问卷Ⅱ》。以上两份调查问卷均采用李克特（Likert）五点评分法进行作答。问卷设计是基于相关研究以及对相关文献资料的查阅而形成初步的构思，在此基础上编制了调查问卷，并通过对小样本的测试进一步修改和完善了问卷，形成定稿，然后根据研究设计，进行正式调查。

3. 层次分析法、熵权法与主成分分析法

运用层次分析法对预警指标进行主观赋权，确定各指标的主观权重；运用熵权法对预警指标进行客观赋权，确定各指标的客观权重。在主客观赋权的基础上，计算得出各指标的综合权重。利用主成分分析法对预警指标进行指标间的相关性分析，并采用因子分析对筛选出的指标进行降维，得出主成分因子作为高科技企业人才流失风险预警模型的主指标，以实现指标体系的精简。

4. BP 神经网络

应用 BP 神经网络方法建立高科技企业人才流失风险预警模型。选择研究样本，采用设计好的问卷进行相关调查，收集、整理和分析调查