

1.1 统计分析简介

在我们的生活中，存在着许许多多待解决的问题，其中有些问题可以使用统计分析的方法来解决。统计分析方法以数学为基础，有严谨的逻辑和标准，需要遵循特定的规范，从确立目的、发展和选用问卷题项、提出假设、进行抽样、收集数据，到分析和解释数据，最终得出结论，提供给决策者帮其作出正确的决定。

在一般的统计课程中都会提到，统计分析可分为描述性统计和推断统计。

描述性统计

描述性统计是将研究中的数据加以整理、归类、简化或绘制成图和表，用来描述和归纳数据的特征（例如：人口变量统计），是最基本的统计方法。描述统计主要提供数据的集中趋势、离散程度和相关强度，例如：均值（ \bar{X} ）、标准差（ σ ）、相关系数（ r ）等。

推断统计

推断统计是用概率形式来判断数据之间是否存在某种关系，以及用样本统计值来推测总体的统计方法。推断统计包括假设检验和参数估计，最常用的方法有 Z 检验、 t 检验、卡方检验等。

描述性统计和推断统计两者息息相关，相辅相成，描述性统计是推断统计的基础，推断统计是描述性统计的进一步运用。在一般的研究中，是采用描述性统计还是推断统计，需要根据研究目的而定。如果研究目的需要描述性统计的数据，则需使用描述性统计；若需要以样本信息来推断总体，则需要用推断统计。在社会科学研究中，常常需要严谨的处理方式，描述性统计和推断统计经常是一起使用的，以解决复杂问题。

在社会科学研究中，待解决的问题通常相当复杂，需要严谨的处理方式（研究流程），一般社会科学的研究流程有：确立研究动机→拟定研究目的→探讨相关文献→建立研究模型与假设→决定研究方法→数据的搜集、分析与讨论→研究结论与建议，我们整理了一般的研究流程，如图1-1所示。

在我们日常生活或工作中找出有意义的问题，形成研究动机，进而拟定研究目的。接着根据研究动机与目的来进行文献探讨，从文献探讨中建立观念性的研究架构，根据此架构决定所应使用的研究方法，包括问卷设计、数据分析工具的选择及分析方法的使用。在问卷回收结束后开始进行数据分析，以提供给研究者进行讨论，

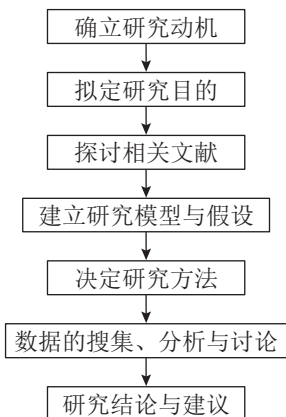


图1-1 研究流程

最后作出研究结论及建议。

在社会科学研究中，统计分析扮演的角色十分重要，是社会科学研究中的一部分。统计分析前先确定总体的范围，设计出量表（问卷设计），然后就是统计分析的工具选择及分析方法的使用，接着在问卷回收结束后开始做数据分析，呈现出正确的数据分析结果。统计分析的实施步骤如图 1-2 所示。

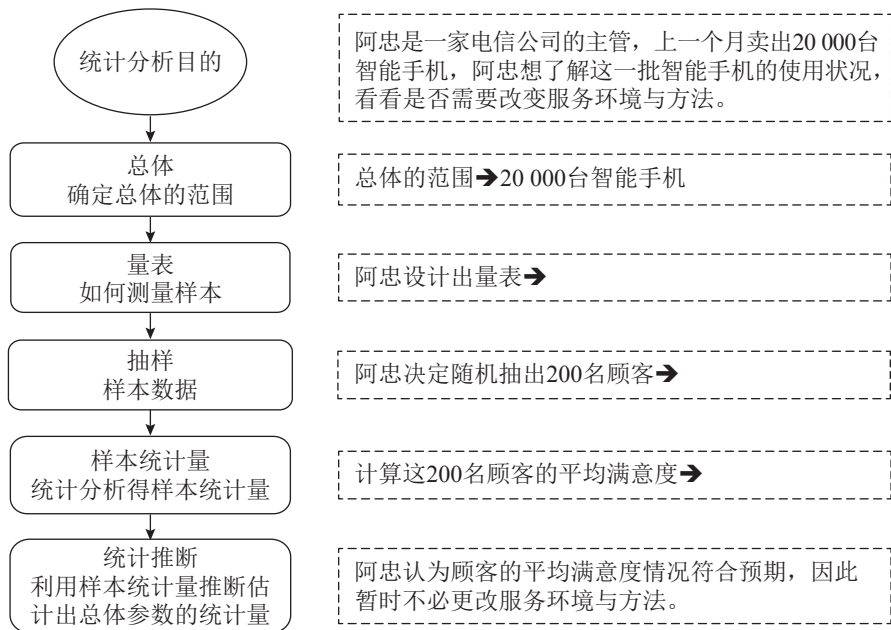


图 1-2 统计分析的实施步骤

在整个社会科学研究中，涉及统计分析的部分相当广泛，包括理论、量表（问卷设计）、抽样（问卷发放和回收）、统计分析的基础统计学和常用的统计分析（多变量分析，或称为数量方法）。因此本章节将分别介绍统计分析简介与数量方法的基础，包括理论简介、量表简介、抽样简介、基础统计学和常用的统计分析（多变量分析，或称为数量方法）。

1.2 理论

在日常生活中，理论是一组叙述或原理，用来解释事实或现象。在社会科学研究中，理论是社会现象的系统观，也可以是一个用来引导行动的信念或原理，帮助人们了解或判断社会现象。在社会科学研究里有实证性研究，实证性研究是以某个理论为基础，对相关现象进行验证，在学术上，可以延伸和扩展理论的应用，在实际中，可以为实际工作者提供可遵循的根据。理论在社会科学的研究流程中常常扮演着主导的角色，从确立研究动机到拟定研究目的，常常会提到以什么观点进行探讨，相当多的研究会使用一个或多个理论观点进行探讨，接着在相关文献探讨中，就必须整理“理论观点”的相关文献。建立的研究模型也常来自理论，研究结论与建议也需要提到研究议题的理论贡献和学术上的意涵。理论在社会科学的研究中扮演着核心角色，科学研究是通过由理论建构起的系统来理解社会现象。因此，我们更应该深入和广泛地掌握和理解理论。

什么是理论？有关理论的说明是多样的，理论是一组叙述或原理，用来解释事实或现象，特别是可以验证，可以用来预测或是已经被广泛接受的自然现象。理论是社会现象的系统观，也可以是用来引导行动的一个信念或原理，帮助人们了解或判断。理论使用的分类也是多样的，2006年，格雷戈尔（Gregor）在《管理信息系统季刊》（*MIS Quarterly*）的一篇文章中，将理论的作用分为五类：①理论用来分析（Theory for Analyzing）；②理论用来解释（Theory for Explaining）；③理论用来预测（Theory for Predicting）；④理论用来解释和预测（Theory for Explaining and Predicting）；⑤理论用来设计和行动（Theory for Design and Action）。

理论与研究是什么关系？我们所做的研究可以是研究先于理论（探索性研究）或理论先于研究（实证性研究），探索性研究是对某些尚未了解的现象进行初步探讨，以熟悉此现象，取得的结果可作为后续研究的基础。理论在各个学科，例如：教育学、艺术学、体育学、图书信息学、心理学、法律学、政治学、经济学、社会学、传播学、人类学、管理学（人力资源、组织行为、策略管理、医务管理、生管、交管、营销、资管、数量方法与作业研究应用）等当中，都扮演着相当重要的角色，我们整理常见的理论如下。

1.2.1 印象管理理论

印象管理理论（Theory of Impression Management）是由欧文·高夫曼（Erving Goffman）于1959年提出，如图1-3所示。印象管理理论解释了复杂人际互动和事实背后的动机，也说明每个人都会配合情境，运用合适的策略呈现自己。

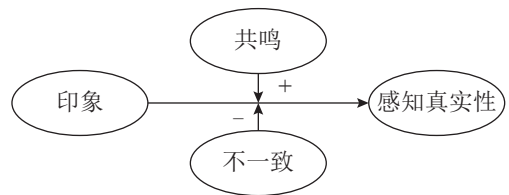


图 1-3 印象管理理论模型

相关资料：

- Dillard, C., Browning, L.D., Sitkin, S.B., and Sutcliffe, K.M. 2000. "Impression Management and the Use of Procedures at the Ritz-Carlton: Moral Standards and Dramaturgical Discipline," *Communication Studies* (51:4), pp. 404-414.
- Giacalone, R.A., and Rosenfeld, P. 1989. *Impression Management in the Organization*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Giacalone, R.A., and Rosenfeld, P. 1991. *Applied Impression Management*, Newbury Park, CA: Sage.
- Goffman, E. 1959. *The Presentation of Self in Everyday Life*, New York, NY: Doubleday.
- Schlenker, B.R. 1980. *Impression Management: The Self-Concept, Social Identity, and Interpersonal Relations*, Monterey, CA: Brooks/Cole Publishing Co.

1.2.2 交易成本理论

交易成本理论（Transaction Cost Theory）由诺贝尔经济学奖得主科斯（Coase）在1937年提出，交易成本是指“当交易行为发生时，所随同产生的各项成本”。然而不同的交易往往涉及不同种类的交易成本，例如：威廉姆森（Williamson）在1975年提出的交易成本包含搜寻成本、信息成本、议价成本、决策成本、交易进行的成本、违约成本。使用交易成本理论的研究模型如图1-4所示。



图 1-4 交易成本理论模型

资料来源：决策支持系统（梁和黄，1998）

相关资料：

- Coase, R.H. 1937. “The nature of the firm”, *Economica, New Series* (4:16) , pp. 386-405.
- Liang, T.P., and Huang, J.S. 1998. “An Empirical Study on Consumer Acceptance of Products on Electronic Markets: A Transaction Cost Model”, *Decision Support Systems* (24:1) , pp. 29-43.
- Oliver, W. 1975. *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications*, New York, NY: Free Press.

1.2.3 任务技术适配理论

古德休（Goodhue）与汤普森（Thompson）于 1995 年提出任务技术适配理论（Task Technology Fit Theory），如图 1-5 所示。

任务技术适配理论认为信息技术可以正向地影响使用者个人的绩效，并且可以匹配任务的特征，使得信息技术很容易被使用者所使用。



图 1-5 任务技术适配理论模型

资料来源：古德休和汤普森（1995）

相关资料：

- Goodhue, D.L. 1995. “Understanding user evaluations of information systems”, *Management Science* (41:12) , pp. 1827-1844.
- Goodhue, D.L., and Thompson, R.L. 1995 “Task-technology fit and individual performance”, *MIS Quarterly*(19:2), pp. 213-236.
- Zigurs, I., and Buckland, B.K. 1998. “A theory of task/technology fit and group support systems effectiveness”, *MIS Quarterly* (22:3) , pp. 313-334.

1.2.4 长尾理论

2004 年 10 月，《连线》（*Wired*）杂志主编克里斯·安德森次（Chris Anderson）提出长尾理论（The Long Tail），以简单的图表解释了电子商务的利基所在。只要渠道够大，即便商品不是主流，需求量也小，也能够达到主流的、需求量大的商品的销量。在互联网上的实例就是亚马逊和谷歌，因此，长尾理论使得电子商务拥有了一个具说服力的理论基础。

1.2.5 制度理论

制度理论（Institutional Theory）由塞尔兹尼克（Selznick）在 1948 年提出，迪马乔（Dimaggio）和鲍威尔（Powell）在 1983 年倡导。制度理论认为，组织在某种制度环境（Institutional Environments）下采取某一种组织结构或某项措施是为了取得所需的资源及组织内部成员和外部社会的支持，期望获得组织生存的合法性（Legitimacy）。

相关资料:

- Selznick, P. 1948. “Foundations of the Theory of Organizations”, *American Sociological Review* (13), pp. 25-35.
- DiMaggio, P.J., and Powell, W.W. 1983. “The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields”, *American Sociological Review* (48:2), pp. 147-160.

1.2.6 服务质量理论

服务质量理论 (Service Quality, SERVQUAL) 主要由帕拉苏拉曼 (Parasuraman)、贝里 (Berry) 和蔡特哈姆尔 (Zeithaml) 于 1985 年提出。服务质量理论用来衡量服务质量, 其定义是认知服务质量为顾客期望与感受之间的差距。帕拉苏拉曼等人在 1988 年提出服务质量的五个构面: ①有形性 (Tangibles)——硬件设施、设备、员工仪表等。②可靠性 (Reliability)——可靠和准确地实施服务的能力。③响应能力 (Responsiveness)——帮助和回应客户需求的意愿。④信赖感 (Assurance)——员工激发信心和信任的能力。⑤关怀度 (Empathy)——提供个性化关怀服务的程度。服务质量理论不仅大量应用于营销领域, 而且目前涉及服务的各个领域, 大多认同以服务质量理论作为衡量服务质量的标准。

相关资料:

- Parasuraman, A., Berry, L.L., and Zeithaml, V.A. 1985. “A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research”, *Journal of Marketing* (49: 4), pp. 41-50.
- Parasuraman, A., Berry, L.L., and Zeithaml, V.A. 1988. “SERVQUAL: A Multiple-Item Scale For Measuring Consumer Perceptions of Service Quality”, *Journal of Retailing* (64:1), pp. 12-40.
- Parasuraman, A., Berry, L.L. and Zeithaml, V.A. 1991. “Refinement and Reassessment of the SERVQUAL Scale”, *Journal of Retailing* (67:4), pp. 420-450.

1.2.7 技术接受模型

技术接受模型 (Technology Acceptance Model, TAM) 是戴维斯 (Davis) 于 1986 年提出的, 戴维斯以理性行为理论 (Theory of Reasoned Action, TRA) 和计划行为理论 (Theory of Planned Behavior, TPB) 模式为基础, 发展出技术接受模型 (见图 1-6), 用来研究使用者接受信息技术 (Information Technology, IT) 的影响因素。技术接受模型认为影响使用者行为意愿 (Behavioural Intention) 的主要有感知有用性 (Perceived Usefulness, PU) 和感知易用性 (Perceived Easy of Use, PEOU), 使用意愿会进一步实际地使用信息技术。



图 1-6 技术接受模型

资料来源: 戴维斯等 (1989), 文卡塔斯等 (2003)

相关资料:

- Davis, F.D. 1986. “A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results”, Doctoral dissertation, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

- Davis, F.D. 1989. "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Quarterly* (13:3), pp. 319-339.
- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., and Davis, F.D. 2003. "User acceptance of information technology: Toward a unified view", *MIS Quarterly* (27:3), pp. 425-478.

1.2.8 计划行为理论

计划行为理论 (Theory of Planned Behavior, TPB) 为美国心理学家阿耶兹 (Ajzen) 所倡导, 是用来预测行为的重要理论。计划行为理论 (阿耶兹, 1985, 1991) 指出“行为意愿 (Behavior Intention, BI) 是个人从事某项行为 (Behavior, B) 的意愿, 是预测行为最好的指标”。意愿由三个构面所组成: ①对该行为所持的态度 (Attitude Toward the Behavior, ATB); ②主观规范 (Subjective Norm, SN); ③感知行为控制 (Perceived Behavioral Control, PBC)。计划行为理论模型如图 1-7 所示。

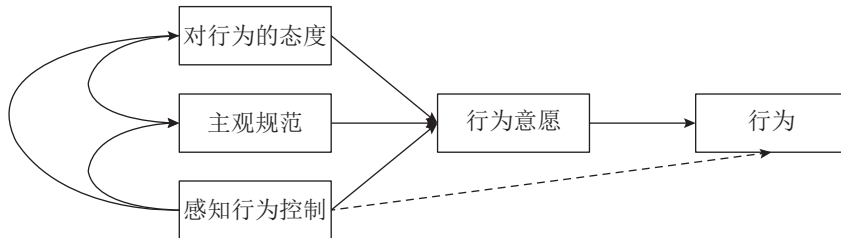


图 1-7 计划行为理论模型

资料来源：阿耶兹 (1991)

相关资料：

- Ajzen, I. 1985. "From intentions to actions: A theory of planned behavior", In *Springer Series in Social Psychology*, J. Kuhl, and J. Beckmann (eds.), Berlin: Springer. pp. 11-39.
- Ajzen, I. 1991. "The theory of planned behavior", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*(50:2), pp. 179-211.

计划行为理论可以分析出行为与心理之间的关系, 进而从研究结果中找出可以影响行为的因素。

1.2.9 理性行为理论

理性行为理论 (Theory of Reasoned Action, TRA) 是由菲什拜因 (Fishbein) 和阿耶兹 (Ajzen) 于 1967 年所提出的预测个人行为态度意向的理论。理性行为理论认为, 行为意愿 (Behavior Intention) 会受到态度及主观性规范的影响。态度是指个人对行为的想法, 主观性规范是指社会习俗、他人意见或压力。理性行为理论的模型如图 1-8 所示。



图 1-8 理性行为理论模型

资料来源：菲什拜因和阿耶兹 (1975)

相关资料:

- Ajzen, I., and Fishbein, M. 1973. "Attitudinal and normative variables as predictors of specific behavior", *Journal of Personality and Social Psychology* (27:1), pp. 41-57.
- Fishbein, M. 1967. "Readings in attitude theory and measurement", in *Attitude and the prediction of behavior*, M. Fishbein (ed.), New York: Wiley. pp. 477-492.
- Fishbein, M., and Ajzen, I. 1975. *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*, Reading, MA: Addison-Wesley.

1.2.10 期望确认理论

期望确认理论 (Expectation Confirmation Theory, ECT) 最早由奥利弗 (Oliver) 在 1977 年和 1980 年提出, 是研究消费者满意度的基础模型, 其定义为消费者购买前对产品或服务的预期和实际购买后的绩效进行比较, 形成正向或负向的差异, 最后产生满意度上的差异, 如图 1-9 所示。

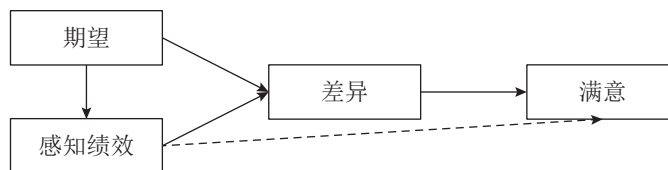


图 1-9 期望确认理论模型

资料来源: 奥利弗 (1977, 1980)

巴塔克里 (Bhattacharjee) 修正了期望确认理论, 提出“持续使用信息系统意愿模式”, 以使其符合信息系统的情境, 如图 1-10 所示。

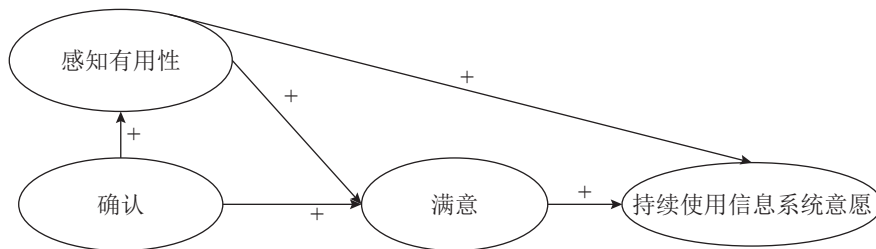


图 1-10 持续使用信息系统意愿模式

资料来源: 巴塔克里 (2001)

相关资料:

- Oliver R.L. 1977. "Effect of Expectation and Disconfirmation on Post exposure Product Evaluations-an Alternative Interpretation", *Journal of Applied Psychology* (62:4), pp. 480.
- Oliver R. L. 1980. "A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions", *Journal of Marketing Research* (17:3), pp. 460.
- Spreng, R.A., MacKenzie, S.B., and Olshavsky, R.W.1996. "A reexamination of the determinants of consumer satisfaction", *Journal of Marketing* (60:3), pp. 15.
- Bhattacharjee, A. 2001. "Understanding information systems continuance: An expectation-confirmation model", *MIS Quarterly* (25:3), pp. 351.

1.2.11 信息系统成功模型

杰洛涅（DeLone）和麦克林（McLean）于1992年提出信息系统成功模型（Information Systems Success Model）。信息系统成功模型有六大构面：系统质量（Systems Quality）、信息质量（Information Quality）、使用（Use）、使用者满意（User Satisfaction）、个人的影响（Individual Impact）与组织的影响（Organizational Impact），如图1-11所示。

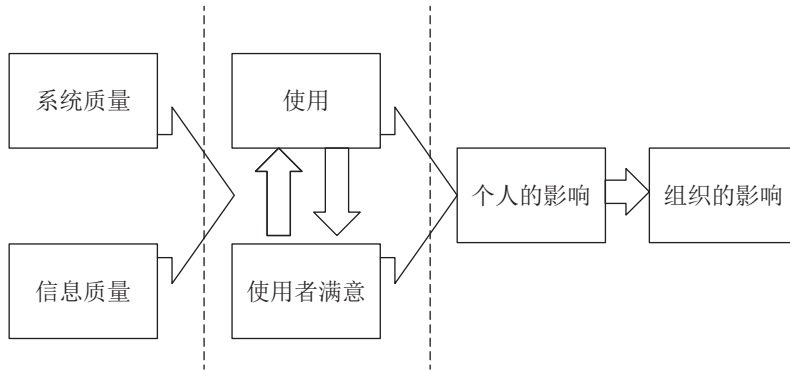


图 1-11 信息系统成功模型

资料来源：信息系统成功模型（杰洛涅和麦克林 1992）

杰洛涅和麦克林（2003）回顾十年（1993年到2002年中期）期刊，研究提出了更新的模型，如图1-12所示。

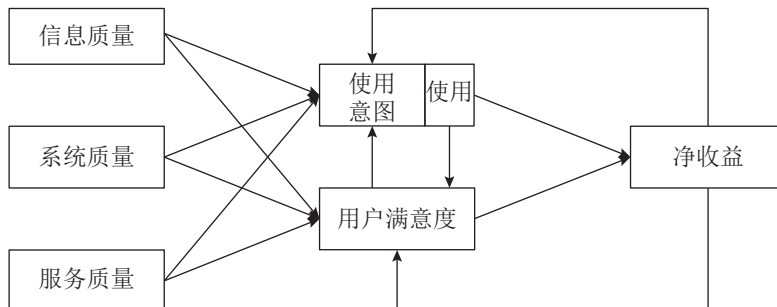


图 1-12 更新的信息系统成功模型

资料来源：更新的信息系统成功模型（杰洛涅和麦克林 2002, 2003）

相关资料：

- DeLone, W.H., and McLean, E.R. 1992. "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable", *Information Systems Research* (3:1), pp. 60-95.
- DeLone, W.H., and McLean, E.R. 2003. "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update", *Journal of Management Information Systems* (19:4), pp. 9-30.

1.2.12 资源依赖理论

资源依赖理论(Resource Dependency Theory, RDT)由普费弗(Pfeffer)和萨兰西克(Salancik)于1978年提出。资源依赖理论是指组织在一个开放性的社会系统和不确定性的环境下，无法

自给自足，组织为了求生存需要外部资源的供给，并适时提供资源给外部组织，与外部环境不断地互动，组织才能持续生存下去。

相关资料：

- Pfeffer, J., and Salancik, G. 1978. *The external control of organizations: A resource dependence perspective*, New York: Harper & Row.
- Ulrich, D., and Barney, J.B. 1984. "Perspectives in organizations: Resource dependence, efficiency, and population", *Academy of Management Review* (9:3) , pp. 471.

1.2.13 资源基础理论

资源基础理论 (Resource-based Theory) 是由潘罗斯 (Penrose)、沃纳菲尔特 (Wernerfelt) 和巴尼 (Barney) 等学者提出。资源基础理论的先驱是 Penrose (1959)，在其《企业的成长理论》(*The Theory of the Growth of the Firm*) 一书中，提到企业为获取利润，不仅要拥有优越的资源，更要具备有效利用这些资源的能力，以追求企业成长。沃纳菲尔特 (1984) 延续潘罗斯的论点，在其《企业的资源基础观点》一书中，首先提出资源基础观 (Resource-based View, RBV)，以“资源观点”取代“产品观点”来分析企业。巴尼 (1986) 则延续沃纳菲尔特所提出的观点，认为不同的企业对于不同的策略资源，所产生的价值也不相同，所以企业绩效不只来自产品市场的竞争，也由企业不同的资源产生。因此企业进行策略规划时，应先分析本身所具备的各种具有竞争优势的资源，例如：有价值的资源、稀有性的资源、不可模仿性的资源、不可替代性的资源。对于资源基础理论，不同的学者或许会有不同的见解与看法，但共通的最终目的是探讨企业如何获取最大利益。

相关资料：

- Barney, J.B. 1986a. "Strategic factor markets: Expectations, luck and business strategy", *Management Science*(32), pp. 1512-1514.
- Barney, J.B. 1986b. "Organizational culture: Can it be a source of sustained competitive advantage?" *Academy of Management Review* (11) , pp. 656-665.
- Barney, J.B. 1986c. "Types of Competition and the Theory of Strategy: Toward an Integrative Framework", *Academy of Management Review* (11) , pp. 791-800.
- Penrose, E.T. 1959. *The Theory of the Growth of the Firm*, New York: Wiley.
- Wernerfelt, B. 1984. "A resource-based view of the firm", *Strategic Management Journal* (5) , pp. 171-180.

1.2.14 满意度

满意度 (Satisfaction) 一般是指一个人感觉到愉快或失望的程度。由于对象不同，使用的范围和方式也会有所不同，以顾客对产品的满意度为例，米勒 (Miller, 1977) 认为顾客满意度是由顾客对产品的预期和实际感知两者交互作用所形成的满意程度。科特勒 (Kotler, 1991) 也认为顾客满意度的高低是取决于顾客感知的价值和顾客的期望水平。以顾客对服务的满意度为例子，赫伦 (Hernon) 等人 (1999) 认为建立顾客满意度应包含对待人员的满意度和整体服务满意度两部分。以使用者对信息系统的满意度为例子，柏雷 (Bailey) 和皮尔森 (Pearson) (1983) 通过文献研究、专家访问与访问调查等方式，归纳整理出 39 个题项 (如正确性、及时性与人员的态度等)，根据测量受访者对各题项相对信息需求的认知反应结果与强度，进而

从研究结果中找出可以影响信息系统满意度的因素。对于一个组织而言，提供顾客满意的服务，是组织生存的必要条件之一，所以各行各业对于顾客满意度都相当重视。

相关资料：

- Bailey, J.E., and Pearson, S.W. 1983. “Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction”, *Management Science* (29), pp. 530-545.
- Hernon, P.N., Danuta, A, and Altman, E. 1999. “Service Quality and Customer Satisfaction; an assessment and future direction”, *The Journal of Academic Librarianship* (25), pp. 9-17.
- Kotler, P. 1991. *Marketing management: Analysis, planning, implementation, and control* (7th ed.), Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, pp. 455-459.
- Miller, J.A. 1977. “Studying Satisfaction Modifying Models, Eliciting Expectation, Posing Problem, and Meaningful Measurement”, in *The Conceptualization of Consumer Satisfaction and Dissatisfaction*, H. Hunt (ed.), Cambridge: Marketing Science Institute.

1.2.15 权变理论

权变理论（Contingency Theory）由菲德勒（Fiedler）于1964年提出。一个简化的权变理论模式如图1-13所示。

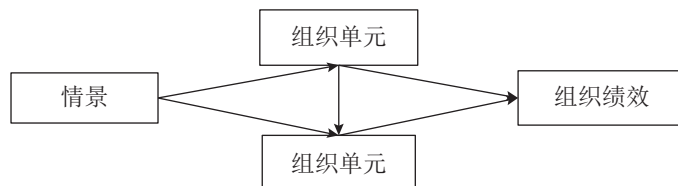


图 1-13 权变理论模型

资料来源：组织研究中权变理论的一个简化模型（菲德勒，1964）

权变理论认为组织效能依赖于组织设计与其所面临情境的适配度，其特别强调情境因素的重要性。

相关资料：

- Fiedler, F.E. 1964. “A Contingency Model of Leadership Effectiveness”, *Advances in Experimental Social Psychology* (1), New York: Academic Press. pp. 149-190.
- Weill, P., and Olson, M. H. 1989. “An Assessment of the Contingency Theory of Management Information Systems”, *Journal of Management Information Systems* (6:1), p. 63.

1.2.16 认知适配理论

维塞（Vessey）于1991年提出认知适配论（Cognitive Fit Theory），用来说明任务（Task）与信息呈现格式（Presentation Format）的关系“适配（Fit）”时，会提高个人的任务效能，相反的，当任务（Task）与信息呈现格式（Presentation Format）的关系不“适配（Fit）”时，会降低个人的任务效能。

夏福特（Shaft）和维塞（2006）探讨了在软件的理解和修正之间的关系中认知适配的角色，如图1-14所示。夏福特和维塞提出问题范畴的内部表征和外部问题的呈现，以及解决问题的任务会影响解决方案的心理表征，进而影响解决问题的绩效。

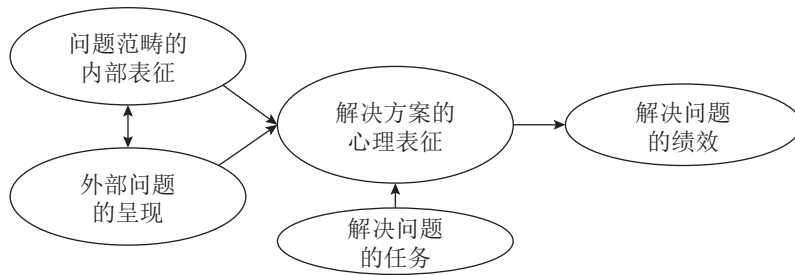


图 1-14 认知适配理论模型

资料来源：夏福特和维塞（2006）

相关资料：

- Vessey, I. (1991) . Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature. *Decision Sciences* 22 (2) , pp. 219-240.
- Vessey, I. and Galletta, D. (1991) . Cognitive Fit: An Empirical Study of Information Acquisition. *Information Systems Research*, 2 (1) , pp. 63-84.
- Shaft, T. M. and Vessey, I. (2006) “The Role of Cognitive Fit in the Relationship between Software Comprehension and Modification”, *MIS Quarterly*, 30 (1) , pp. 29-55.
- Shipp, A. J. and K. J. Jansen (2011) . “Reinterpreting time in fit theory: Crafting and recrafting narratives of fit in mediasres”, *Academy of Management Review*, 36 (1) , pp. 76-101.

1.2.17 双路径模型

双路径模型（Elaboration Likelihood Model, ELM）由佩蒂（Petty）和卡乔波（Cacioppo）于 1986 年提出，用来说明态度改变的说服理论模型，如图 1-15 所示。

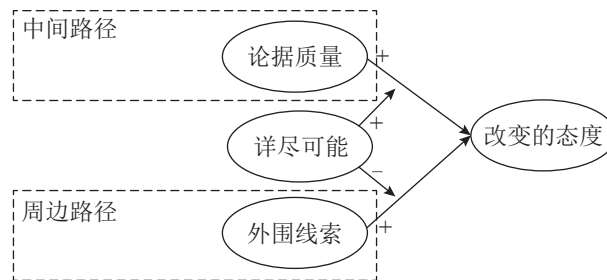


图 1-15 双路径模型

资料来源：佩蒂和卡乔波（1986）

双路径模型认为信息处理有两种方式，分别为中央路径（Central Route）和周边路径（Peripheral Route）。当人们深入思考的可能性或者涉入程度（Involvement）高时，例如有高度的动机和能力，或愿意花精力对信息加以分析，会考虑走中央路径；当人们深入思考的可能性或者涉入程度低时，例如个人的动机与能力相对较弱时或涉入程度低，会考虑走周边路径。

相关资料：

- Petty, R. E., and Cacioppo, J. T. (1986) . “The elaboration likelihood model of persuasion”. *Advances in experimental social psychology* p. 125.
- Petty, R.E., and Cacioppo, J.T. (1986) . *Communication and Persuasion: Central and Peripheral Routes to Attitude Change*. New York: Springer-Verlag.

- Angst, C. M., and R. Agarwal (2009) “Adoption of Electronic Health Records in the Presence of Privacy Concerns: The Elaboration Likelihood Model and Individual Persuasion”, *MIS Quarterly*, (33) 2, pp. 339-370.
 - Bhattacharjee, A., and C. Sanford (2006) “Influence Processes for Information Technology Acceptance: An Elaboration Likelihood Model”, *MIS Quarterly*, (30) 4, pp. 805-825.
 - Cheung, C. M.-Y., C.-L. Sia, and K. K. Kuan (2012) “Is This Review Believable? A Study of Factors Affecting the Credibility of Online Consumer Reviews from an ELM Perspective”, *Journal of the Association for Information Systems*, (13) 8, pp. 618-635.
 - Dinev, T. (2014) “Why Would We Care about Privacy?”, *European Journal of Information Systems*, (23) 2, pp. 97-102.
- 信息系统理论参考资料来源：
- The Theories Used in IS Research Wiki (http://is.theorizeit.org/wiki/Main_Page) .

1.3 量表简介

研究人员想使用统计技术来分析数据时，大都需要严谨的量表，但是量表如何测量数据呢？这就需要先了解数据的测量标度，因此，本节将介绍数据的测量标度和量表。

1.3.1 数据的测量标度

社会科学的数据拥有多种性质，因此，我们在测量这些数据时，就需要有不同的标度，测量标度（Scales of Measurement）是对数据赋予适当的代表值，以作为统计运算的基础，一般我们常用的测量标度有名义标度（Nominal Scale）、顺序标度（Ordinal Scale）、区间标度（Interval Scale）和比率标度（Ratio Scale），我们分别介绍如下：

- **名义标度：**名义标度是用来处理分类的数据的，也称为类别标度（Categorical Scale），在分类的数据中，都会以一个数字来代表一个类别，我们常用的范例如下：
 - 性别：0 代表男性，1 代表女性
 - 婚姻：0 代表未婚，1 代表已婚
 - 企业规模：0 代表中小企业，1 代表大企业
- **顺序标度：**顺序标度用来处理有前后关系的数据的，以表示高、低，好、坏，等级等，这些数据可以赋予大小不同的值，这些值只代表顺序，不代表差距大小，也不代表有相同的距离，我们常用的例子如下：
 - 教育程度：0 代表小学，1 代表初中，2 代表高中，3 代表本科，4 代表硕士，5 代表博士
 - 职位层级：0 代表实习生，1 代表职员，2 代表部门经理，3 代表总经理，4 代表董事长
- **区间标度：**区间标度用来处理单位和距离标度相同的标准化的数据，这些数据并无真正的零（无数据），我们常用的例子如下：
 - 温度：有 -5℃、0℃、10℃等
 - 时间：有时、分、秒等

区间标度的大小是有意义的，数值之间的差距也有代表的意义，由于处理的是相同距离标

度的数据，也称为等距标度或间距标度。

■ **比率标度**：比率标度用来处理其有标准化的测量单位和绝对零值的数据，绝对零值的意思是数值为零时，就代表无此数据，我们常用的比率标度例子如下：

- 年龄：1岁、10岁、20岁、40岁、60岁、80岁、100岁
- 身高：20厘米、60厘米、100厘米、150厘米、200厘米
- 体重：20千克、40千克、60千克、80千克

以上介绍数据的4种测量标度，若是以处理数据的范围来看，名义标度（类别）范围最小，接下来是顺序标度、区间标度，范围最大的是比率标度，我们以图1-16来表示。

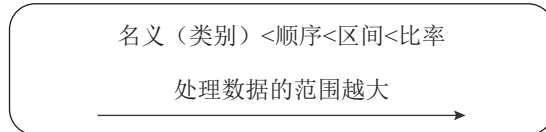


图 1-16 标度测量数据的范围

数据处理的范围越小，其处理的程度越不精确，例如：名义标度的数据最不精确，反之，数据处理的范围越广，其处理的程度越精确，例如：比率标度的数据最精确，至于我们该用何种测量标度，则是视研究的数据形态而定，而并非随意指定，读者对此需要多加注意。

数据的分布

数据的各种分布情况代表的是通过测量得到的各种特性，例如：我们调查某一家连锁超市的顾客消费行为，就可以知道顾客消费的大致情况，一般我们最常想了解的数据的分布情况有数据的集中趋势（Measure of Central Tendency）和数据的离散程度（Measures of Dispersion）我们分别介绍如下。

1) 数据的集中趋势：是在一组数据中，找出一个值，使得其他数值往它集中，常用的测量指标有众数、中位数、几何平均数、算术平均数和加权算术平均数，我们对其简介如下。

- 众数（Mode）：计算出次数最多的观察值
- 中位数（Median）：计算出位置排列在中央的数值
- 几何平均数（Geometric Mean）：用来处理等比级数的平均值，观察值相乘 n 次就开 n 次根号，我们以几何平均值 G ，观察值 X_1, X_2, \dots, X_n 为例，数学式如下：

$$G = \sqrt[n]{X_1 X_2 X_3 \cdots X_n} = \prod_{i=1}^n (X_i)^{\frac{1}{n}}$$

- 算术平均值（Arithmetic Mean）：将观察值加总，再除以观察值的个数，我们以算术平均值 \bar{X} ，观察值 X_1, X_2, \dots, X_n 为例，数学式如下：

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

- 加权算术平均值（Weighted Arithmetic Mean）：在算术平均值中，每个观察值都是相同的比重，若是遇到观察值的重要程度不一样，我们可以对每个观察值给以权重，再

计算其平均值，我们以加权算术平均值 \bar{X}_w 、观察值 X_1, X_2, \dots, X_n 为例（ X_1 的权重是 W_1 ， X_2 的权重是 W_2 ， \dots ， X_n 的权重是 W_n ），数学式如下：

$$\bar{X}_w = \frac{X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_iW_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

2) 数据的离散程度：数据的离散程度是用来确认数据的集中趋势（例如：平均值）是否具有代表性，数据的离散程度低时，平均值就具有高的代表性，反之，数据的离散程度高时，平均值就具有低的代表性，常见的数据的离散程度测量有全距、方差和标准差。

- 全距（Range）：一组观察值中最大值与最小值的差，我们以 R 代表

$$R = \text{最大值} - \text{最小值}$$

R 越大，代表离散程度越大
 R 越小，代表离散程度越小

- 方差：方差也称为平均平方离差（Mean Squared Deviation）是观察值与平均值离差（相减）的平方和，除以观察值的个数。我们以总体方差为 σ^2 ，总体观察值为 X_1, X_2, \dots, X_n ，总体平均值为 μ 为例，数学式如下：

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x - \mu)^2}{N}$$

当方差的数据来源是样本时，由于样本方差 S^2 失去一个自由度（Degree of Freedom, DF），所以样本方差分母为 $n-1$ ， X 为观察值， \bar{X} 为平均值，数学式如下：

$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n-1}$$

- 标准差：用来解释数据分散的情况，由于方差是平方值，不易解释，通过开根号会得到标准差，标准差同样分为总体的标准差和样本的标准差，数学式如下：

σ 总体的标准差： σ^2 为总体方差

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

S 样本的标准差： S^2 为样本的方差

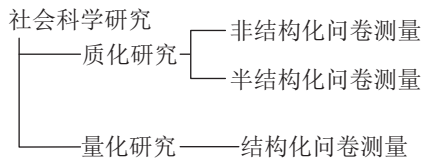
$$S = \sqrt{S^2}$$

- (1) 标准差会保留方差的所有特性，也易于解释，所以我们一般都用标准差解释。
- (2) 标准差越大，代表数据越分散；标准差越小，代表数据越集中。

1.3.2 量表

在社会科学中，研究分为质化研究和量化研究，无论是在质化研究，还是量化研究中都可以进行测量，只是测量的标准化程度不同。在质化研究中，研究者尽可能地收集受访者的各种信息，因此，拥有最丰富的信息，但由于题项未经严谨处理，因此，标准化程度低，一般这

样的测量方式是使用非结构化的问卷（Unstructured Questionnaire），非结构化的问卷由于未设定明确的问卷主轴内容，容易导致数据分析时，没有一定的方向可以遵循，因此，许多研究者会先设定问卷的主轴，只在一定范围内收集受访者数据时，进行非结构化的处理，这样的测量方式是使用半结构化的问卷（Semi-structured Questionnaire）。半结构化的题项适用于质化研究，因为使用统计技术分析，仍有相当的难度。研究人员想使用统计技术来分析数据时，大都会先制订一个测量的工具——量表，其具有一定的测量格式，提供给受访者自行填答（Self Reported），我们称这样的测量方式为结构化的问卷（Structured Questionnaire），我们将结构化和非结构化的测量方式整理如下：



在量化研究中，通常我们需要一个量表来进行问卷调查，量表是用一个以上的指标（Indicator）来衡量待测物体或对象的特性，并且可以将此特性数值化，一般常用的量表格式有瑟斯顿量表（Thurstone Scale）、格特曼量表（Guttman Scale）、语意差异量表（Semantic Differential Scale）和李克特量表（Likert Scale），具体表述如下。

■ 瑟斯顿量表

研究人员在编制瑟斯顿量表时，会先写好要测量的项目，然后交由专家来筛选项目（11个等级的评分方式），我们对每一项计算其平均值和四分差（Q Score），四分差较高的题项代表一致性较差，适合被删除。我们会选出一致性较强的题项，进行后续的工作，由于瑟斯顿量表的编制较复杂，还存在专家主观性过强的问题，因此，现在较少使用，在一般的期刊论文中也较少看到。

■ 格特曼量表

研究人员在编制格特曼量表时，会先将题项根据一定的方向排列，也就是说，题项的意涵是由强到弱或由弱到强的方式编排，填答者依序作答时，会遇到转折的题项，在转折之前，填答者的回答和题项的意涵一致性的所有回答的分数之和，就代表累积了多少分数，因此，也称格特曼量表为累积量表。

■ 语意差异量表

研究人员在编制语意差异量表时，主要是使用形容词表现出语意上的差异，这些形容词常常是成对出现，语意经常是正好相反的，例如：快的 - 慢的，好的 - 坏的，重的 - 轻的，强的 - 弱的，忙的 - 闲的，等等。研究人员可以计算每个题项的平均值，还可以使用因素分析所取得的构面进行加总后，再进行后续的工作。

■ 李克特量表

李克特量表在社会科学研究中，是最常出现的量表，广泛地应用在营销、组织行为、人力资源、教育、财务管理、心理测验等领域，特别适用于感受或态度上的衡量，例如：商业品牌代表着产品的销售好坏，李克特5级量表，可以使用数值1代表非常不同意，2代表不同意，3代表不一定，4代表同意，5代表非常同意。李克特5级量表的数值与数值之间是等距的，经由因素分析后的构面可以加总，以得到一个加总计分值，形成一个构面可以由一个值代表，因此，李克特量表也是可加总量表的一种。

在量表的使用上，理论一直是很重要的因素，因为理论可以协助我们概念化测量问题，通过理论，我们可以发展或使用具有一致性的、有效的、可应用的量表。

1.4 抽样

为什么我们需要抽样（Sampling）？原因是总体太大，我们无法取得所有总体的数据，或者是因为取得总体数据的成本太高，因此，我们可以通过抽样取得的样本来推断总体，如图 1-17 所示。



图 1-17 统计推断

抽样的好坏会直接影响推断的结果，也就是说，样本的正确性和准确性是相当重要的影响因素，因此，我们进行抽样的目的是获得具有代表性的样本，这样的样本才能代表总体。然而，总体的类型很多，我们必须针对不同的总体采取不同的抽样方法，这样才能获得代表性的样本，常见的抽样方式有简单随机抽样（Simple Random Sampling）、分层抽样（Stratified Sampling）、整群抽样（Cluster Sampling）和便利抽样（Convenience Sampling），具体描述如下：

■ 简单随机抽样

在简单随机抽样中，总体的每一个单位被抽中的概率都一样，例如：A 班有 60 位学生，我们要从 A 班抽出 10 位学生参加啦啦队比赛，就可以使用简单随机抽样，常用的方式是使用随机数表（Random Number Table）来辅助选出适当的样本。

优点：当总体较小时，易取得适当的样本容易执行。

缺点：当总体较大时，总体的完整名册不易获得，造成抽样时的成本较大，执行起来很困难。

使用时机：1. 总体有完整的数据，可以进行编号。

2. 总体的抽样单位差异小，才不会抽出有偏误的样本。

■ 分层抽样

分层抽样是将总体根据某个准则，区分成 N 个不重叠的组，这些组我们称为“层”（Strata），我们先将总体区分成几个不同的层，再从每一层中分别抽取样本，最后将各层抽取的样本集合起来，成为我们所需要的总样本，这就是分层抽样。例如：B 系有博士班、硕士班和本科班，我们可以从这三个不同的层中抽出一定比例人数参加“校长座谈”，这就是分层抽样。

优点：样本分配较平均，可以提高精确度，并且可以比较各层样本的差异，可以用来进行比较分析。

缺点：分层的特性若是没有考虑好，则会有抽样不均的情况，反而降低精确度。

使用时机：1. 总体的抽样单位差异较大时。

2. 总体经分层后，层与层之间的变异较大，层内的变异较小。

■ 整群抽样（随机抽样的一种）

整群抽样是将总体分成几个群集（例如：部落或市、县、乡、村），随机选取群集后，对选中的群集进行抽样或普查，例如：研究人员想调查高校学生的生活支出时，可以从全国

150 所高校中，先随机抽出 15 所高校，再从这 15 所高校中，每所学校抽出 100 位学生当作样本，这就是整群抽样。

优点：可以大大降低抽样成本，容易实行。

缺点：容易发生抽样偏误，风险较高。

使用时机：群集与群集之间变异小，群集内的变异大时适用，刚好与分层抽样的使用时机相反。

■ 便利抽样（非随机抽样）

便利抽样从字面上解释，是属于很方便进行抽样的方式，例如：街头访问、信息展的访问等。

优点：成本低，样本容易取得。

缺点：抽样取得的样本缺乏代表性，所以较少使用。

在量化研究的抽样使用上，可以分为预测抽样（Pretest）和实测抽样，预测抽样的目的是验证量表的适用性和构面的正确性，实测抽样则是为了研究的结果所做的抽样，这两种抽样取得的样本，都得根据后续章节介绍的数量方法进行运算，得到我们需要的统计量，这样才能对研究的结果下结论。

1.5 统计分析的基础统计学

本节讨论的是在统计分析（多变量分析或称为数量方法）中会用到的基础统计，方便读者理解统计分析的内涵，并不是讨论或介绍深奥的统计学。

1.5.1 描述性统计数据

基本的统计数据要能描述数据的特性，例如：平均值、中位数、众数、标准差（Std Deviation）、方差（Variance）等，以了解数据的集中趋势（Central Tendency）和离中趋势（Dispersion）。我们整理了常用的一般统计测量。

1. 百分位数值（Percentile Values）

- 四分位数（Quartiles），将数值排序后，分成四等份。
- 自定的几个相等分组（Cut Point for Equal Groups）。
- 百分位数（Percentile），将数值排序后，分成 100 等份，用来观察数据较大值或较小值百分比的分布情况。

2. 集中趋势

- 平均值，将观察值加总，再除以观察值的个数，用来观察数据的平衡点，但是较容易受到极端值的影响。
- 中位数，计算出位置排列在中央的数值，适用于顺序数据或比例数据，较不受到极端值的影响。

- 众数，计算出次数最多的观察值，适用于类别数据，例如民意调查，不受到极端值的影响。
- 总和，将观察值加总。
- 分组的中间点的值。

3. 离中趋势

- 标准差，将方差开根号，回归原始的单位，标准差越大代表数据越分散。
- 方差，将观察值与平均值的差，平方后进行加总，再除以观察值的个数，方差越大代表数据越分散。
- 全距，将观察值中的最大值减去最小值。
- 最小值。
- 最大值。
- 平均值的标准差，标准差越小，数据的可靠性越大。

■ 分布形状

- 偏度（Skewness）：数据的分布，以偏度来看，除正态分布外，有可能是左偏或右偏的数据分布。
- 峰度（Kurtosis），数据的分布，以峰度来看，除正态分布外，有可能是尖峰分布和平峰分布。

1.5.2 概率分布

在社会科学中，我们常听到随机抽样，其表示抽样是随着某个“概率”而产生的，若是我们可以知道某个概率的分布情况，我们便能够推算可能的结果，也就可以从样本推算总体，一般我们知道的概率分布，根据随机变量的不同可以分为“间断的概率分布”和“连续的概率分布”。

■ 间断的概率分布

- 二项式概率分布（Binomial Probability Distribution）——常用于每次测试成功或失败各 1/2 的概率分布，例如：掷铜板。
- 超几何概率分布（Hypergeometric Probability）——常用于抽出的样本不放回总体，计算抽出成功的次数的概率分布的情况，例如：乐透彩。
- 泊松概率分布（Poisson Probability Distribution）——常用于一段时间内，随机发生的概率分布的情况，例如：1 小时内到某家超市消费的人数。

■ 连续的概率分布

- 正态分布（Normal Distribution）——数量方法中使用最多、最重要的分布，稍后介绍。
- 均匀分布（Uniform Distribution）——用在连续的一段时间内，其事件的分布是平均分布的情况，例如：机械化生产的产品。
- 指数分布（Exponential Distribution）——用来描述两次事件发生之间的等待时间。

1.5.3 正态分布

正态分布在统计学中是相当重要的分布，其适用于相当多的自然科学和社会科学情境，例

如人类的身高和体重，大致上都呈现正态分布，其函数表达式如下：

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (-\infty < x < \infty)$$

其中，

π 是指 3.14159；

σ 是指标准差；

e 是指 2.71828；

μ 是指均值；

∞ 是指无限大。

正态分布如图 1-18 所示。

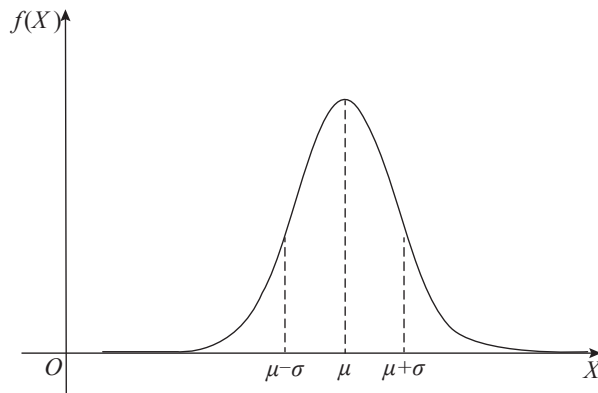


图 1-18 一个标准差正态分布

正态分布的曲线最高点（最大值）是在平均值处，平均值可以是正值、负值，也可以是零，图形以平均值为中心会呈现对称分布，整个正态分布所涵盖的面积总和等于 1，刚好等于正态随机变量的概率。

我们常用几个标准差来代表质量的好坏，其意义是指有多少机会会落在可以控制的范围内，例如 1 个标准差、2 个标准差、3 个标准差，如图 1-19 所示。

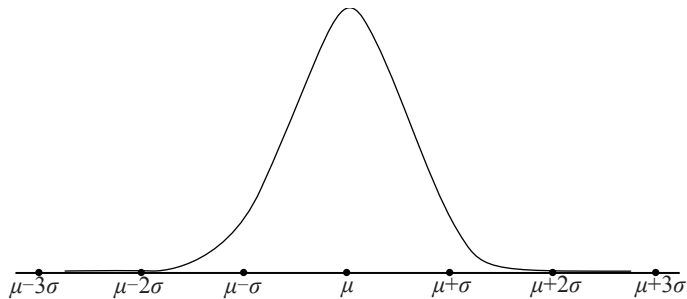


图 1-19 三个标准差正态分布

其中，

μ 是指平均值；

σ 是指标准差。

转换成数值后，如图 1-20 所示。

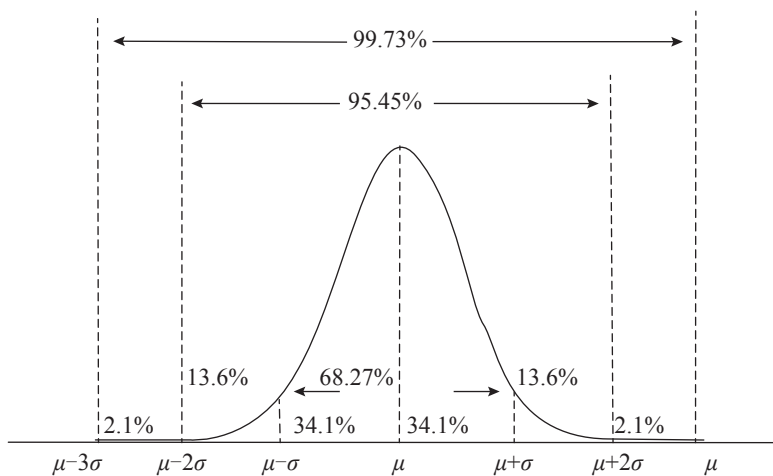


图 1-20 正态分布标准差概率图

- 1 个标准差：有 68.27% 的概率会落在离平均值 ± 1 个标准差的范围内。
- 2 个标准差：有 95.45% 的概率会落在离平均值 ± 2 个标准差的范围内。
- 3 个标准差：有 99.73% 的概率会落在离平均值 ± 3 个标准差的范围内。

我们通常使用正态分布来进行统计推断，由样本来推断总体，这经常必须假设总体为正态分布，我们通过由样本的抽样分布，例如： t 分布、 F 分布和卡方分布，才可以进行统计估计和假设检验，以推断结果是否如我们所预期，所以正态分布在统计学中是相当重要的分布。

标准正态分布（Z 值表）

标准正态分布就是将正态分布进行标准化，使平均值 = 0，方差 = 1，标准差 = 1，以得到一个 Z 值的概率分布，如图 1-21 所示。

标准正态分布曲线下方的面积和为 1，也就是概率和为 1，以平均值 0 为中心，呈现对称分配，所以其概率表可以只给一边，也就是左边或右边概率表。

为什么需要标准正态分布呢？因为不同的正态分布，其平均值和标准差也有所不同，会形成不一样的曲线，我们想要得到其区间估计的概率，得使用积分的方式，对于一般人而言，相当烦琐而且也不容易使用，于是研究人员通常会将正态随机变量（例如： A ），标准化成标准正态随机变量 Z ，经由查标准正态随机分布表（Z 值分配表）求得概率值。

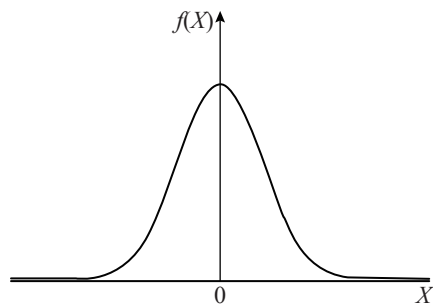


图 1-21 标准正态分布 Z 值的概率分布

1.5.4 决定样本数的大小（使用于总体平均值）

样本数的大小会影响我们估计的准确性，如果样本数较大，误差会较小，准确性会较高，但是调查的成本也会随样本数增大而增大；反之，如果样本数较小，误差会较大，准确性会低，

成本也较低。因此，在做抽样调查时，通常会考虑所需要的成本，另外，还有一个很重要的考量因素是可容忍的误差，因为误差值直接影响正确性，我们可以借由可容忍的误差值，反推出所需要的样本数，由抽样误差不超过 e 值，演变至估计总体平均值的样本数，如下：

$$\begin{array}{l} \text{抽样误差} \quad \bar{X} - \mu \leq e \\ \quad \quad \quad Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq e \end{array}$$

$$\text{平方后：} \quad (Z_{\alpha/2})^2 \frac{\sigma^2}{n} \leq e^2$$

$$\text{移项后，样本大小 } n, \quad n \geq \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \sigma^2}{e^2},$$

当总体方差未知时，使用样本方差 S^2 取代总体方差 σ^2 ，

$$\text{总体样本数 } n \geq \frac{(Z_{\alpha/2})^2 S^2}{e^2}。$$

例如：有一家机械业的制造商，主要生产钻孔的轴承，目前正在生产一批轴承，品控人员随机抽样 16 个轴承，平均大小为 46 毫米，标准差为 5.7 毫米，在 95% 的置信水平时，我们可以估算轴承可能的范围大小为 42.96 ~ 49.04 毫米，但是顾客要求在 95% 的置信水平时，估计误差不得超过 2 毫米，这时候，我们需要多少样本，才可以达到顾客的要求？

估计误差 ≤ 2 ，

$$\bar{X} - \mu \leq 2,$$

$$Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq 2,$$

$$\text{平方，移项后 } n \geq \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \sigma^2}{2^2},$$

$$n \geq \frac{1.96^2 \times 5.7^2}{2^2},$$

（总体方差未知，使用样本方差 S^2 取代，总体方差 σ^2 ； $S=5.7$ ）

$$n \geq 31.2,$$

$$n = 32。$$

我们需要抽样达 32 个样本，才能达到顾客提出的在 95% 的置信水平时，估计误差不超过 2 毫米的要求。

1.5.5 中心极限定理

当总体为正态分布时，不论我们的抽样数量是多少，样本平均值的抽样分布都是正态分布。问题是在很多情况下，总体的分布并非正态分布，那怎么办？这时候，就要用到中心极限定理。

中心极限定理：不论总体是否为正态分布，抽样的样本数足够大时，样本平均值的抽样分布会趋近正态分布。

注意：中央极限定理只适用于大样本，至于需要多大才能称为大样本，则决定于总体的分布情况，一般样本 ≥ 30 时，样本平均值会趋近于正态分布。

总体为正态分布和非正态分布时，样本大小的分布如下：

- 总体为正态分布
 - 大样本：样本分布为正态分布；
 - 小样本：样本分布为正态分布。
- 总体为非正态分布
 - 大样本：样本分布接近正态分布（中心极限定理）；
 - 小样本：取决于总体的分布情况。

1.5.6 估计及区间估计

统计推断（Statistical Inference）主要包含两大部分，分别是估计（Estimate）与假设检验（Hypothesis Testing）。估计是用来推估我们感兴趣的参数，包括点估计及区间估计；假设检验则是先建立虚无假设（Null Hypothesis），再利用检验的方式，计算是否有足够的证据来拒绝或接受我们所建立的假设关系。

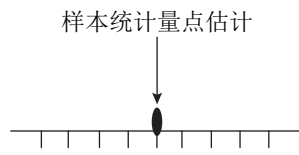


图 1-22 点估计

点估计如图 1-22 所示。

说明：

1. 从总体中抽出的样本观察值，用点估计式计算值作为总体参数的估计值。
2. 提供未知总体参数大小的大概估计，但无法知道多接近总体参数值。

例如：

样本平均 \bar{X} 是一个总体平均值 μ 的点估计式。若 $\bar{X}=60$ 美元，则 60 美元是总体平均值 μ 的点估计值。

区间估计如图 1-23 所示。

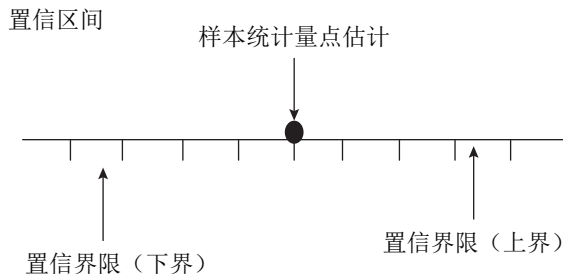


图 1-23 区间估计

说明：

1. 使用样本观察值计算出一个区间的上界与下界，其称为置信界限；使得在重复抽取样本时，未知参数落在计算的置信界限的比例达到需要的准确度，称为置信水平。
2. 当抽取随机样本后，可以根据事先选定的置信水平，如 0.95 或 95%，利用区间估计式计算置信界限，如下界为 45 美元，上界为 75 美元。
3. 对于上面的计算结果，我们的解释为：有 95% 的信心相信未知总体的平均值介于 45 美元与 75 美元之间。

例如： μ 的 95% 置信区间（95% 置信区间，95% CI），表示此区间有 95% 的机会涵盖真

实总体平均值。 μ 的置信区间公式如下：

点估计 \pm 临界值 \times 标准差

当 σ (标准差) 已知时, μ 的置信区间是

$$\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

其中,

\bar{X} 是指点估计;

$Z_{\alpha/2}$ 是指正态分布下, Z 的 $\alpha/2$ 单尾概率的临界值;

σ/\sqrt{n} 是指标准差。

当 σ (标准差) 未知时, μ 的置信区间是

$$\bar{X} \pm t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

其中,

\bar{X} 是指点估计;

$t_{\alpha/2}$ 是指正态分布下, t 的 $\alpha/2$ 单尾概率的临界值;

S/\sqrt{n} 是指标准差。

区间估计与置信水平

正态分布标准差概率图见图 1-24。

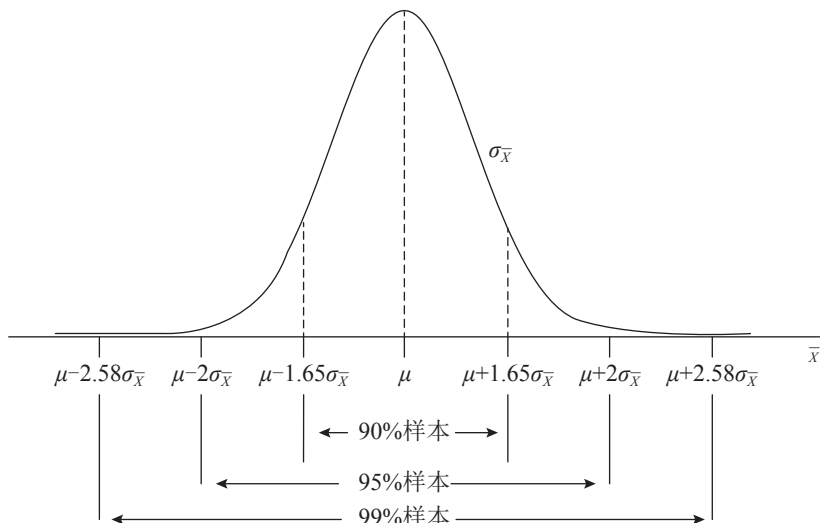


图 1-24 正态分布标准差概率图

置信水平

1. 未知的总体参数位于置信界限以内的概率。
2. 概率 $1-\alpha$ 通常以百分数 $100(1-\alpha)\%$ 表示, α 为未知总体参数不落在置信区间的可能性 (换言之即估计错误的概率)。

3. 常用的置信水平为：99%、95%、90%。

置信水平与概率区间的关系

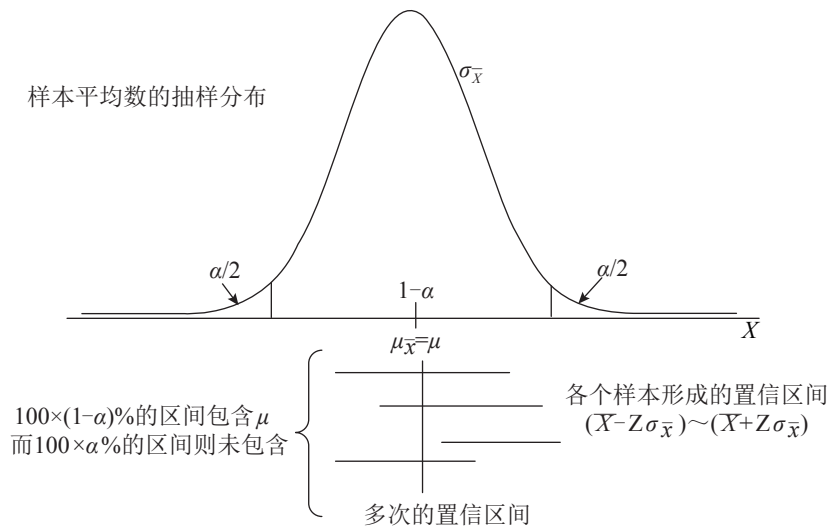


图 1-25 置信水平与概率区间关系图

区间估计的意义

在相同的情境、置信水平与样本数下，不停从总体重复地抽取样本，并利用区间估计式计算置信区间。在这些计算的区间中会有 $100 \times (1 - \alpha)\%$ 的区间包含 μ ，而 $100 \times \alpha\%$ 的区间则不包含 μ 。

例如 $\alpha = 5\%$ 时，区间中会有 $100 \times (1 - \alpha)\%$ 的区间包含 μ ，也就是 95% 的区间包含 μ 。而 $100 \times \alpha\%$ 的区间则不包含 μ ，也就是 5% 的区间不包含 μ 。

问题：为何使用区间估计？

点估计：从评断的标准所要求的无偏性、有效性、最小变异、无偏性、一致性，可知点估计无法知道估计的准确性。

区间估计：通过从总体中抽取的样本，根据一定的正确度与精确度的要求，构造出适当的区间，以作为总体的分布参数（或参数的函数）的真值所在范围的估计。

因此，常用的正态检验、Z 检验、t 检验、F 检验、回归分析和结构方程模型（SEM）都是使用区间估计。

1.5.7 t 分布

t 分布适用于总体为正态分布，标准差 σ 未知，小样本的情况，我们可以使用 t 分布求出平均值 μ 的置信区间，以便作统计推断，所以说，t 分布是适用于总体平均值的分布。

在一般的社会科学中，总体为正态分布，总体的标准差 σ 未知，样本大小的处理方式不同，大样本仍呈现正态分布，小样本则不趋近正态分布，而是呈现自由度 $n-1$ 的 t 分布，估计方式我们整理如下：

大样本：使用 $Z = \frac{\bar{x} - u}{s/\sqrt{n}}$ 作估计

小样本：使用 $t = \frac{\bar{x} - u}{s/\sqrt{n}}$ (以样本标准差 S 代替总体标准差 σ)

t 分布使用参数为自由度，自由度指的是在统计量中，随机变量可以自由变动的数量， t 分布的自由度为 $n-1$ (n 为样本数)。

t 分布的特性

- t 分布是以平均值 0 为中心，呈现对称分布情况，如图 1-26 所示。
- t 分布下的总面积等于 1。
- 当自由度趋近 ∞ 时， t 分布会近似标准正态分布。
- 在一般情况下，样本数 ≥ 30 时，我们会以标准正态分布取代 t 分布。

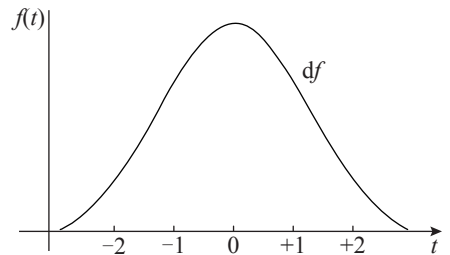


图 1-26 t 分布示意图

1.5.8 卡方分布 (χ^2 分布)

t 分布适用于总体平均值，而卡方分布则是适用于总体方差。在日常生活中，总体方差或标准差对于生活用品有很大的影响，例如：我们使用的光盘片（听音乐、储存数据、看影片），其中心直径大小的圆圈关系着能否播放，也就是说，光盘片中心孔的方差不可以太大，它代表着光盘片的质量，我们可以利用抽样方式来检验其产品的质量，这时候，总体方差是未知的，我们则可以使用样本方差来进行估计，也就是说，我们使用卡方分布来推断总体方差。

卡方分布的自由度为 $n-1$ ，自由度指的是在统计量中，随机方差可以自由变动的数量，从样本方差演变至卡方分布，如下：

$$\text{样本 } X_1, X_2, \dots, X_n, \text{ 其方差 } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$S^2(n-1) = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

$$\frac{S^2(n-1)}{\sigma^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{\sigma^2} \sim \text{趋近 } \chi_{n-1}^2 \text{ (卡方分布)}$$

卡方分布会呈现大于等于 0 的分布，如图 1-27 所示。

卡方分布的特性

- 卡方分布会随着自由度的增加，呈现对称分布。
- 卡方分布的自由度趋近 ∞ 时，可以由正态分布取代卡方分布。

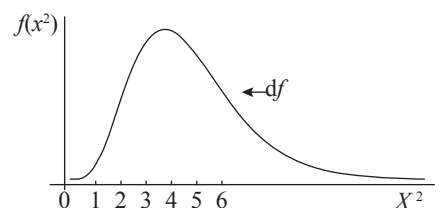


图 1-27 卡方分布示意图

- 卡方分布的平均值等于自由度，方差等于 2 倍的自由度。

1.5.9 F 分布

t 分布适用于总体平均值，卡方分布适用于总体方差，而 F 分布则适用于比较两个总体方差的大小，也就是说，两个总体方差的比较，可以使用 F 分布来作估计和推断，使用的方法是用样本的方差比来推断总体方差是否相等。

F 分布有 2 个自由度，分别是由分子项的自由度决定 F 分布的第 1 个自由度，分母项的自由度决定 F 分布的第 2 个自由度，从样本方差演变至 F 分布如下：

$$\begin{aligned} \text{样本 A 的方差 } S_A^2 &= \frac{\sum (X_A - \bar{X}_A)^2}{n_A - 1} \\ \text{样本 B 的方差 } S_B^2 &= \frac{\sum (X_B - \bar{X}_B)^2}{n_B - 1} \\ \frac{S_A^2 / \sigma_1^2}{S_B^2 / \sigma_2^2} &\sim \text{趋近 } F_{n_A-1, n_B-1} \text{ (F 分布)} \end{aligned}$$

F 分布会呈现大于等于 0 的分布，如图 1-28 所示。

F 分布的特性

- F 分布是由 2 个自由度 df_1 和 df_2 所决定。
- F 分布的倒数还是呈现 F 分布。

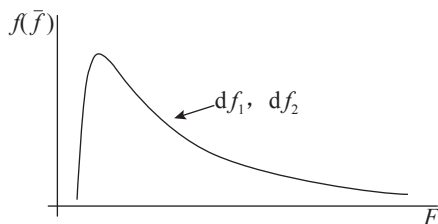


图 1-28 F 分布示意图

1.5.10 统计估计和假设检验

我们在前面章节介绍过， t 分布用来推断总体平均值 u ，卡方 (X^2) 分布用来推断总体方差 σ^2 或标准差 σ ， F 分布用来推断两个以上总体方差 σ^2 的比值或标准差 σ 的比值，如表 1-1 所示。

表 1-1 统计分布类型

分 布	推 断
t	总体平均值 u
X^2	总体方差 σ^2 或标准差 σ
F	两个以上总体方差 σ^2 的比值或标准差 σ 的比值

统计估计

统计估计是先设定分布的概率值，再推断总体的数值。

例如：

设定 t 分布的概率值，可以推断出总体的平均值 u 的值；

设定 X^2 分布的概率值，可以推断出总体方差 σ^2 的值或标准差 σ 的值；

设定 F 分布的概率值，可以推断出总体方差 σ^2 的比值或标准差 σ 的比值。

■ 假设检验

假设检验是先对总体的特性提出一个假设，再利用抽样取得的样本统计量，来检验总体特性是否符合提出的假设，从而拒绝或接受此假设。

我们推断总体时，都会使用到抽样的样本，利用样本的统计量（平均值、方差、标准差）推断总体可能的数量，抽样时，在概率分布图上是一个个的点，因此，我们称为点估计，点估计随着样本的不同变化颇大，所以点估计的准确度常常存在问题，于是，将点估计的范围加大，形成一个总体会出现的区间，我们称之为区间估计，使用区间估计时，我们将总体可能会出现的区间称为置信区间，以 $1-\alpha$ 表示，也就是接受区， α 代表显著水平，在 α 显著水平内的区域，我们称为拒绝区，如图 1-29 所示。

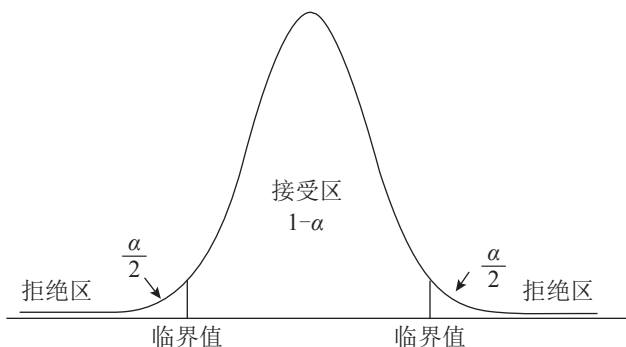


图 1-29 假设检验

图 1-29 的中间为置信区间，也就是接受区，两端为拒绝区，临界值是接受区与拒绝区的分界值，若是只有一端拒绝区，则是使用 α ，两端拒绝区时为 $\frac{\alpha}{2}$ ，拒绝区在检验时，我们称为双尾检验（Two-tailed Test），拒绝区只出现在右端时，我们称为右尾检验（Right-tailed Test），拒绝区只出现在左端时，我们称为左尾检验（Left-tailed Test），无论是使用右尾检验，还是左尾检验，我们都称作单尾检验（One-tailed Test）。

在进行检验前，我们必须先对总体设定好两个假设，一个是虚无假设，用 H_0 表示，另一个是对立假设（Alternative Hypothesis），用 H_1 表示，虚无假设是先设定总体的事件为真的，再进行检验，对立假设则是对总体的事件提出不同的假设，而使用样本的统计量作决策时，有 2 种情况，一种是会拒绝 H_0 ，另一种是不会拒绝 H_0 ，所以有四种组合（2 个假设和 2 个决策），其中有 2 种组合是正确的判断，另外 2 种组合是错误的判断。

我们使用样本的统计量作决策时，有可能产生判断错误，也就是说，总体 H_0 为真，而样本的决策为拒绝 H_0 ，我们称其为第一类错误（Type I Error），用 α 表示第一类错误的概率，另一个可能产生判断错误的情况，是当总体 H_0 为假（ H_1 为真），而样本的决策为不拒绝 H_0 ，我们称其为第二类错误（Type II Error），用 β 表示第二类错误的概率，如表 1-2 所示。

表 1-2 统计决策情形组合

		总体实际情况	
		H_0 为真	H_0 为假 (H_1 为真)
样本统计量决策	拒绝 H_0	α	$1-\beta$
	不拒绝 H_0	$1-\alpha$	β

我们希望得到的情况是总体 H_0 为真，样本统计量决策为不拒绝 H_0 ，其概率用 $1-\alpha$ 表示，另一种情况是总体 H_0 为假（ H_1 为真），样本统计量决策为拒绝 H_0 ，其概率用 $1-\beta$ 表示。但是，在作假设检验时，第一类和第二类的判断错误很难避免，因此，我们只能想办法降低错误的概率，也就是说， α 与 β 越小越好。不幸的是， α 变小时， β 会变大，反之亦然， β 变小时， α 也会变大，因此，我们通常是先固定好 α ，决定临界值，再根据假设的情况进行双尾检验、左尾检验或右尾检验。

我们整理假设检验的步骤如下：

1. 设定两个假设（虚无假设和对立假设）。
2. 确认抽样的样本分布（例如： t 分布， χ^2 分布），设定显著水平 α ，一般设为 0.05，定出接受区和拒绝区。
3. 确定使用双尾、左尾或右尾检验，根据显著水平 α 、样本数、样本标准差进行计算后，查表得到临界值。
4. 比较检验的统计量与临界值的大小，若是落在接受区，则接受虚无假设 H_0 ，若是落在拒绝区，则拒绝虚无假设 H_0 ，接受对立假设。
5. 根据检验的结果——对接受虚无假设或拒绝虚无假设（接受对立假设）进行讨论，并得出结论。

1.5.11 两个总体的估计与检验

在前面章节中，我们讨论的是单一总体的统计估计和假设检验，若是要比较两个总体是否有差异，可以使用的方法如下：

- 两个总体平均值差的估计和检验——独立样本
- 两个总体平均值差的估计和检验——成对样本
- 两个总体方差比的估计和检验—— F 检验

我们在进行两个总体的估计与检验时，同样地，需要抽出两个样本，以进行统计推断，若是两个样本来自两个不相关的总体，则称为独立样本，若是两个样本来自两个相关的总体，则称为成对样本（相依样本）。

1.5.12 三个（含）以上总体的估计与检验——方差分析

在进行三个（含）以上总体的估计与检验时，我们通常是比较三个（含）以上总体的平均值是否相等，也就是说，比较多个总体平均值之间是否有差异（变异），会使用方差分析（Analysis of Variance），方差分析除用来检验三个（含）以上总体的平均值是否相等外，更常用来检验因子对因变量是否有影响。因此，若是进行单一因素对因变量的影响分析，就称为单因素方差分析（One-way Analysis of Variance），若是分析两个因素对因变量的影响，就称为双因素方差分析（Two-way Analysis of Variance），我们在后面的章节中，会有详细的介绍。

1.6 常用的统计分析（多变量分析或称为数量方法）

常用的统计分析（多变量分析或称为数量方法）：

- 方差分析：也就是平均值比较
- 因素分析（Factor Analysis）
- 多元（复）回归（Multiple Regression）
- 区别分析（Discriminant Analysis）
- 逻辑回归（Logic Regression）
- 单变量方差分析（Univariate Analysis of Variance, ANOVA）
- 多变量方差分析（Multivariate Analysis of Variance, MANOVA）
- 典型相关分析（Canonical Correlation Analysis）
- 联合分析（Conjoint Analysis）
- 结构方程模型（Structure Equation Model）

简介如下（详细内容，请参考后面各章节）。

1.6.1 方差分析

方差分析适用于因变量是计量，自变量是非计量的情况，方差分析可以分为单变量和多变量方差分析，单一因变量（也称为单一准则变量）的计算，我们称为单变量方差分析，如下：

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k$$

（计量）（非计量，例如：名义变量）

多个因变量（也称为多个准则变量）的计算，我们称为多变量方差分析，如下：

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k$$

（计量）（非计量，例如：名义变量）

方差分析的目的是发掘多个类别的自变量对于单一或多个因变量的影响，检验的方式是比较平均值是否有显著的差异。

1.6.2 因素分析

因素分析包含：

- 主成分分析（Principal Component Analysis）
- 一般因素分析（Common Factor Analysis）

主成分分析是由皮尔逊（Pearson）于1901年提出，在1993年时由霍特林（Hotelling）加以发展和推广的分析方法。因素分析的目的是压缩原始的较多的变量，形成较少的代表性变量，并且，这些代表性的变量具有最小的信息损失，并保有最多原变量的信息（最大的方差）。简单地说，我们常用因素分析来去除不重要的变量，以形成少数的构面（Dimensions），这些构面

可以用来形成研究构面，或形成加总的标度（Summated Scales），以方便后续的统计技术分析。

1.6.3 复回归

复回归也称为多元回归，适用于因变量和自变量都是计量的情况，如下：

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k$$

(计量) (计量)

复回归的目的是预测当自变量 X 改变时，因变量 Y 的改变量是多少，通常使用最小平方方法来计算。

1.6.4 区别分析

区别分析：对现有的样本进行分类，建立判别标准（区别函数），以判定新样本应归类于哪一群中。

区别分析适用于因变量是非计量，自变量是计量的情况：

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k$$

(非计量，例如：名义变量) (计量)

区别分析的因变量最好是可以分为几组，在单一因变量情况下，可以分为二分法（例如性别：男、女）和 multifactor 法（例如工资：高、中、低），区别分析的目的是了解组别的差异和找到区别函数，用来判定单一受测者应该归于哪一个组别或群体。

1.6.5 逻辑回归

逻辑回归适用于因变量为名义二分变量，自变量为连续变量的情况：

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \dots$$

(名义为二分变量) (连续变量)

■ 逻辑回归、复回归和区别分析的比较

逻辑回归和复回归的差别是，复回归要求数据必须符合正态分布，常用普通最小平方方法进行估计，而逻辑回归则要求数据必须呈现“S”形的概率分布，也称为逻辑分布，常用最大似然法（Maximum Likelihood Estimate, MLE）进行估计，如图 1-30 所示。

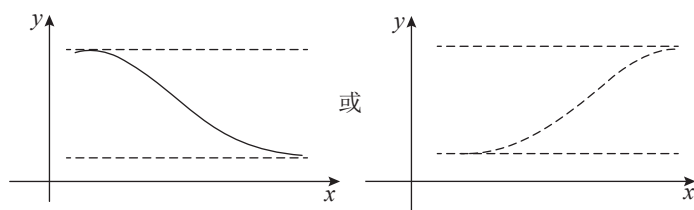


图 1-30 逻辑分布示意图

复回归的因变量和自变量都是连续性的变量，逻辑回归的因变量是名义二分变量，自变量是连续变量。逻辑回归和区别分析的差异是，区别分析需要符合方差和协方差相等的条件，而逻辑回归不易受方差和协方差的影响（海尔 Hair, 1998），但是逻辑回归需要符合的是“S”型的逻辑分布，逻辑回归和区别分析相同的是，因变量是名义二分变量，自变量是连续变量。

1.6.6 单变量方差分析

因变量只有一个的方差分析，称为单变量方差分析，也就是 $y = x_1 + x_2 + \dots$ [x 可以是一个（含）以上，y 只有 1 个]。

单变量方差分析的 2 种设计方式：①独立样本；②相依样本。

1. 独立样本

受测者随机分派至不同组别，各组别的受测者没有任何关系，也称为完全随机化设计。

- (1) 各组人数相同：HSD 法，纽曼 - 基尔法（Newman-Keuls）；
- (2) 各组人数不同（或每次比较 2 个以上平均值时）：雪费法（Scheffe）。

2. 相依样本：有二种情况

- (1) 重复测量：同一组受测者，重复接受多次（ k ）测试以比较其差异；
- (2) 配对组法：选择一个非实验因素作为分组的条件将受试对象分配到不同组，以比较 k 组受测者在因变量不同时的差异。

方差分析的基本假设条件：

- 正态：样本来自正态分布总体；
- 方差齐性：只有一个因变量时，用莱文检验（Levene）
当有 2 个或 2 个以上因变量时，用博克斯检验（Box's M）

1.6.7 多变量方差分析

多变量方差分析是单变量方差分析的延伸，是用来作多个总体平均值比较的统计方法。

多变量方差分析的基本假设与单变量方差分析相同，都是共变量分析的基本假设：

- 正态：样本来自正态分布总体；
- 方差齐性：只有一个因变量时用莱文检验（Levene）
当有 2 个或 2 个以上因变量时，用博克斯检验（Box's M）

多变量方差分析可以同时两个或两个以上因变量进行方差和协方差分析（针对单一因变量的方差分析，请使用单变量方差分析），多变量方差分析也可以分别对每个方差进行检验（如同单变量方差分析），问题是分开的个别检验无法处理因变量间的复（多个）共线性问题，必须使用多变量方差分析才能处理。

1.6.8 典型相关

典型相关适用于因变量为计量或非计量，自变量也是计量或非计量的情况：

$$Y_1+Y_2+Y_3+\cdots+Y_j=X_1+X_2+X_3+\cdots+X_k$$

(计量, 非计量) (计量, 非计量)

■ 典型相关和回归的不同

典型相关分析可以视为复回归的延伸，复回归的因变量(Y)只有一个，自变量(X)有多个，典型相关则可以处理多个因变量和多个自变量。

典型相关分析的目的是找出因变量的线性结合和自变量的线性结合，要求这两个线性结合相关最大化。简单地说，就是找出 Y 这一组的线性结合和 X 这一组的线性结合，要求这两个线性结合相关最大化。换句话说，典型相关分析就是要求得一组的权重以最大化因变量和自变量的相关。

■ 典型相关和主成分的不同

主成分分析是处理一组变量内最大的萃取量，典型相关则是处理两组变量的关系最大化。

适用于典型相关分析的数据是2组变量，这二组变量的相关性需要得到理论上的支持，一组为因变量，一组为自变量，通过分析所得到的典型相关，可以用在很多地方，因此，典型相关的目的，可以有下列几项：

- 决定2组变量的关系强度。
- 计算出因变量和自变量在线性关系最大化下的权重，另外，线性函数则会最大化剩余相关，并且和前面的线性组合相互独立。
- 用来解释因变量和自变量关系存在的本质。

1.6.9 联合分析

联合分析适用于因变量是计量或顺序，自变量是非计量的情况：

$$Y=X_1+X_2+X_3+\cdots+X_k$$

(计量或顺序) (非计量, 例如: 名义变量)

联合分析是分析因子的效果，其目的是将受测者对受测体的整体评价予以分解，通过整体评价求出受测体因子的效用。

联合分析特别适用于了解客户的需求，例如，我们可以将新的产品或服务分解成项组合，如将手机分解成品牌（2种）、形状（2种）和价格（3种），如此一来，总共有 $2 \times 2 \times 3 = 12$ 种组合，让客户对这12种组合评分，最后再根据客户的整体评价求出各个组合的效用，以了解客户对于新产品的喜好。

1.6.10 结构方程模型

结构方程模型是一种统计的方法学，其早期的发展与心理计量学和经济计量学息息相关，

之后，逐渐受到社会学的重视，因为结构方程模型除结合了因子分析和路径分析两大统计技术外，更是多用途的多变量分析技术。

在前面章节介绍的多变量分析技术，大都是处理单一关系的因变量和自变量，而结构方程模型则可以处理一组（两个或两个以上）关系的因变量和自变量，数学方程式如下：

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= X_{11} + X_{12} + \cdots + X_{1j} \\
 Y_2 &= X_{21} + X_{22} + \cdots + X_{2j} \\
 &\dots\dots \\
 Y_i &= X_{i1} + X_{i2} + \cdots + X_{ij} \\
 &(\text{计量}) \quad (\text{计量, 非计量})
 \end{aligned}$$

结构方程模型常用来具体地呈现和估计各变量的线性关系模型，也常用在因果模式、因果分析、同时的方程模式、共变结构的分析、潜在变量路径分析和验证性的因素分析。研究中，结构方程模型可以用来处理相关的（可观察到的）变量或实验的变量，在一般情况下，大都使用在相关的变量。结构方程模型在相关的研究设计中，会使用截断面的（Cross-sectional Designs）研究设计和纵向的（Longitudinal Designs）研究设计。截断面的研究设计，简单地说，就是取得一次数据，例如：我们最常使用的方式，就是发一次问卷；而纵向的研究设计至少需要取得三次数据，例如：对于相同的受测者，在不同时间，发放了三次问卷。结构方程模型已经广泛地应用到各种领域，例如：企业管理、信息管理、人力资源管理、健康医疗、社会学、心理学、经济学、宗教的研究、国际营销、消费者行为、渠道的管理、广告、定价策略、满意度的调查。

1.6.11 简易数量方法的记忆

口诀：单变量多变量联合起来去区别典型的复回归和结构方程模型。

整理如表 1-3 所示。

表 1-3 数量方法汇总表

	因变量 (y)	自变量 (x)
单变量方差分析 (ANOVA)	计量	名义
多变量方差分析 (MANOVA)	计量	名义
联合分析 (Conjoint Analysis)	计量, 顺序	名义
区别分析 (Discriminate Analysis)	名目	计量
典型相关分析 (Canonical Correlation Analysis)	计量	计量
复回归 (Multiple Regression)	计量	计量
结构方程模型 (Structure Equation Model)	计量	计量, 非计量

在整个社会科学研究中，涉及统计分析的内容相当多，本章已经介绍了统计分析简介与数量方法的基础，包括理论简介、量表简介、抽样简介、基础统计学和常用的统计分析（多变量分析或称为数量方法）。