

先生之风，山高水长

——纪念陈希孺院士逝世一周年

赵林城

白志东

(中国科学技术大学统计与金融系, 合肥, 230026) (东北师范大学数学与统计学院, 长春, 130024)

我们敬爱的老师、中国科学院院士陈希孺教授于去年8月8日不幸因病逝世, 离开我们已经一年了. 在这一年内, 他的音容笑貌、学识为人和高尚风范时常萦回在我们的脑际, 构成一幅幅鲜活的画面, 就仿佛他仍然在我们中间. 抚今追昔, 崇敬、痛惜和怀念之情不禁油然而生. 值此纪念陈希孺院士逝世一周年专刊出版之际, 我们特撰此短文, 以寄托我们的悼念之情.

陈希孺先生 1934 年 2 月 11 日出生, 湖南望城县人, 1956 年毕业于武汉大学数学系, 分配到中国科学院数学研究所工作. 1960 年由数学所调到中国科学技术大学数学系任教, 1980 年晋升为教授, 1981 年批准为首批博士生导师, 1997 年当选为中国科学院院士. 他还相继当选为 ISI 的 member, IMS 的 Fellow. 自 1960 年 8 月至 1986 年 4 月, 他在中国科学技术大学数学系工作了 26 年, 其后调至中国科学技术大学研究生院 (北京) 工作. 1980 年, 他参与创建了中国概率统计学会, 担任过一届理事长. 他还担任过中国现场统计学会理事长, 中国统计学会副会长, 中国科协第四届委员等. 他长期担任《应用概率统计》主编, 《中国科学》、《科学通报》、《数学年刊》以及国际著名杂志 “Statistica Sinica” 等重要刊物的编委或副主编. 多年来他一直参与概率统计界的学术领导工作, 做了大量的工作.

陈希孺教授是杰出的国际知名的数理统计学家和教育家. 多年来, 他在科学研究上取得了令人瞩目的成就, 在国内外学术刊物上发表论文 130 多篇, 出版专著和教科书 14 本 ([1-14]), 统计学科普读物 3 本 ([16-18]), 主编了统计专集 [15]. 他曾于 1980 年以 “线性模型中误差方差估计的相合性” 获中国科学院科技成果二等奖, 1984 年以 “数理统计中的若干极限理论问题” 获中国科学院科技成果一等奖, 1990 年以 “关于非参数统计的若干问题” 获中国科学院自然科学奖二等奖, 1991 年该项目获得国家自然科学奖三等奖, 1998 年又以 “线性统计模型大样本理论的研究” 获中国科学院自然科学奖一等奖. 他的研究工作不仅受到国内统计学界的推重, 在国际上也有一定的影响. 1986 年 9 月至 1988 年 5 月, 他应邀访问了美国 Pittsburgh 大学, 与 P.R. Krishnaiah 教授和 C.R. Rao 教授进行了近两年的合作研究, 并应邀访问了 Columbia 大学、加州 Berkeley 大学、Wisconsin 大学等美国多所著名大学, 多次访问台湾中央研究院和加拿大及港台的多所大学. 他还曾率领学术代表团访问日本. 下面我们简要介绍一下他在有关方面取得的一些成就. 由于水平所限, 难免挂一漏万.

时间追溯到 “文革” 之前. 那时成平在数学所主持了一个参数估计的讨论班, 陈自 1962 年秋季起参加了这一讨论班. 参数估计是数理统计学的一个重要的基础分支, 二战前已有了初步的发展, 到 50 年代, 这个分支的热门是基于 Wald 的统计决策理论而引进的一些新概念和新问

题. 例如, 以往仅把均方误差作为衡量估计优良性的准则, 一般损失函数的引进打破了这一局限, Minimax 估计、Bayes 估计、同变估计和容许性等新概念则拓展了估计优良性的研究范围和深度. 成平当时是国内这个研究方向的学术带头人, 他在 Minimax 估计和容许估计方面, 获得了具有国际先进水平的重要成果. 陈在这方面也取得了一些有意义的成果, 突出的有: 他解决了在一般同变损失下位置-刻度参数的序贯 Minimax 同变估计的存在和形式问题, 此问题以往只在平方损失这个特例下解决过. 他确定了上述序贯估计蜕化为固定样本估计的条件, 这中间包括了重要的正态总体 ([19]). 他在 [22] 中解决了在固定、两阶段和序贯等抽样机制之下, 作为分布泛函的一般参数存在精确区间估计 (即长度可任意小而置信系数可任意接近于 1 的估计) 的条件, 还在 [20] 中否定了 R. Singh 关于“参数对分布的 d -连续性是存在精确序贯置信区间的充分条件”的猜测, 他证明了, 即使 d -一致连续也仍是不充分的. 在这段时间内, 他还开展了其他统计领域的一些研究工作, 主要是非参数统计中新发展起来的 U -统计量和秩统计量方面的工作, 发表了一些论文. 但应当说, 陈在“文革”前的主要研究成果是在参数估计方面, 成平和他在这个领域的成就代表了当时我国在这方面的水平, 在国际上有一定的影响.

线性回归模型是数理统计学中最重要、应用最广泛的模型之一. 一方面, 随着应用的日益广泛, 传统的最小二乘 (LS) 方法的理论研究需要突破正态误差的假定, 另一方面, 最小绝对偏差 (LAD) 估计、 M -估计等相继被引进并得到重视. 作为极值问题或方程的解, 这些估计没有显式表达, 这使得经典的小样本方法无能为力, 因此近几十年来统计渐近理论的研究构成了回归分析研究的主流.

陈希孺教授是我国最早涉足这个领域的统计学家, 是我国线性回归大样本理论研究的开拓者. 自上世纪 70 年代末至今, 他带领学生们在这个领域辛勤耕耘, 获得了一系列有根本意义的结果, 在一定程度上改变了这个领域的面貌. 他得到的结果常常是假定简单而结论深刻, 其中不少得到了充要条件. 例如他最早开展了在 Gauss-Markov 条件下回归系数 LS 估计的强相合问题的研究, 在 1979 年 ([23]) 得出了一个沿着那个方向无可改进的充分条件, 1995 年他又与金明仲一起提出了充要条件, 把有关估计的强相合性归结为一类正交随机变量级数的收敛问题 ([42]). 他得出了在 LS 估计不为弱相合时, 存在其他线性弱相合估计的充要条件, 并在 [41] 中得出了在误差只有低于 2 阶矩时 LS 估计弱相合的充要条件, 这个问题以往只在误差有 2 阶矩时解决过. 1981 年他在 [25] 中在最弱条件 (误差有 6 阶矩) 下证明了误差方差估计的分布逼近于正态分布的理想的一致速度 $O(n^{-1/2})$. 对这个问题 P.L. Hsu 教授于 1945 年研究过模型只含常数项的特例. 一般情况也有学者研究过, 但在更强的条件下也未能达到 $O(n^{-1/2})$ 的理想速度. 在此基础上, 他与他的学生赵林城通过精深的分析, 解决了这个逼近的非一致速度以及学生化误差方差估计分布的正态逼近的速度问题. 陈在这方面另一项成果是在误差独立但不必同分布的条件下, 得出了误差方差估计弱相合性的充要条件, 并与赵林城一起得出了这一估计强相合的充要条件.

LAD 估计的问世比 LS 估计还要早, 但由于它没有显式表达, 导致了计算和理论上的种种困难, 使其研究长期没有得到开展. 直到 20 世纪 50 年代, 人们发现了 LAD 估计与线性规划的联系, 加上计算机和计算技术的发展, 使得计算问题得以解决; 同时, 概率极限理论的进展提供了大样本研究的工具. 理论上首先要解决的问题是其相合性和渐近正态性的条件. 70 年代以

来, 学者们针对这些问题发表了许多研究论文, 但条件多过于繁复且限制过多, 有的论文在论证中包含有不可修正的错误. 陈与学生们合作, 自 80 年代中期研究这个问题. 他与白志东、赵林城、吴月华在 1990 年发表的工作 [32] 中, 以一种独创的逐步分割法, 经过精细的论证, 在最弱的条件下得到了 LAD 估计渐近于正态的重要结论, 这一条件相当于独立和渐近正态理论中的 Lindeberg 条件, 因而是无法改进的. 在 LAD 估计的强相合问题上, 陈与其学生们得出了一个只依赖于一个指标 d_n 的充分条件, 简化和深化了已有结果 ([37]). 他后来又证明了, 所加条件基本上已无法再改进. 上述逐步分割的方法, 后来曾被国内同行用于误差为 NA 序列时线性模型中 M -估计强相合性的证明.

M -估计是由美国统计学家 Huber 在 1964 年引进的, 它包含了 LS 和 LAD 这两类重要估计作为特例, 因其包罗之广而备受统计学家重视. Huber 原来的定义基于极值问题的解, 它在一定条件下可转化为方程之解而较易处理, 故后来有不少研究者沿用后一模式. 陈注意到后一模式在某些场合存在一个根本问题, 即脱离了极值问题的依傍的方程, 其解的存在性成为问题, 而文献中多置此不顾. 1990 年他与白志东、缪柏其、吴月华在合作发表的论文 [31] 中, 分析了有关文献中的一件工作, 证明了即使对文中用作为出发点的那个简单方程, 其解不存在的概率也可以任意接近于 1. 以此陈一直主张, 研究 M -估计应从极值定义出发.

70 年代在对 LS 估计的研究中, 得出了一个深刻而精美的结果, 即在误差独立同分布且具非零有限方差的条件下, 回归系数 LS 估计弱相合与强相合等价且都等价于 $S_n^{-1} \rightarrow 0$, 其中矩阵 $S_n = x_1 x_1' + \cdots + x_n x_n'$, 而 x_i 是 p 维自变量 x 在第 i 次观察或试验中的取值. 对其他的 M -估计, 例如 LAD 估计, 强弱相合性已不再等价. 对一般的 M -估计的弱相合性的研究, 在以往的文献中, 有的加上了一些不易验证的条件, 且排除了 LAD 估计这一重要的特殊情形, 有的把它作为渐近正态性定理的一个推论, 因而条件很强. 1993 年, 他与赵林城及印度著名统计学家 C.R. Rao 合作, 经过精巧的分析, 在与 LS 情形相当的极其简洁的条件下, 建立了回归系数 M -估计的弱相合性, 而加在设计点列上的条件即为 $S_n^{-1} \rightarrow 0$ ([38]). 对于 LAD 估计的情形, 一般猜测在关于误差分布的合理的假定之下这一条件也是必要的. 陈解决了 $p = 1$ 的特例, 并与学生们先后几次研究必要性问题, 在关于误差分布的不同假定之下, 得到了 LAD 估计弱相合的不同的必要条件, 但都接近于上述的猜测. 他在 1988 年关于回归系数 M -估计强相合的一项工作中, 突破了定义 M -估计时的凸假定, 他创建的证明方法后来被国外同行用于非线性回归的 M -估计. 他对 M -估计的另一方面的工作是其线性表示. 这一研究始于 1966 年印度统计学家 Bahadur 关于样本中位数 (即位置参数的 LAD 估计) 用线性和强逼近的速度, 后来的学者把这一研究扩充到一般线性回归的 LAD 估计和 M -估计, 但都是在凸假定的前提下. 陈 1993 年的工作 [40] 突破了这一限制, 并用所得结果导出了 M -估计的重对数律及依分布收敛于正态的一致速度.

陈及其合作者关于线性回归大样本理论的研究成果, 大部分收集在他们撰写的两本专著 ([4]、[10]) 内, 并在国外出版物中介绍过.

在我国, 非参数统计的研究始于张里千 20 世纪 50 年代关于 Kolmogorov 和 Smirnov 统计量真确分布和渐近展开的工作. 但自 50 年代后期以来后继无人, 而那一段正好是这个重要分支得到较快发展的一个时期. 从 70 年代末开始, 陈花了不少精力投入这个方向, 并影响和带动

了一些人投入这个领域. 他与其合作者取得了多项成果, 较为系统且重要的有以下几个方面:

一是概率密度估计问题, 以 $f(x)$ 和 $f_n(x)$ 分别记待估计的密度函数及其基于容量为 n 的样本的估计量. 一个重要的问题是: 对一种特定的估计 f_n , 它在某种意义下收敛于 f 的速度最高能达到多少, 又在无限制估计量的类型时能达到多少, 陈在这个问题上获得了一系列的精确结果. 例如, 他在 1983 年的一项工作中, 对 f 满足 α 阶 Lipschitz 条件的情况, 证明了 f 的近邻估计的一致强收敛的最优阶的主部为 $O(n^{-\alpha/(1+3\alpha)})$, 在 1984 年的一项工作中, 他在 m 元密度 f 的 k 阶混合偏导数有界的族中, 证明了它在任一点的值 (例如 $f(0)$) 的任何估计的均方误差达不到 $o(n^{-2k/(2k+m)})$, 但可以达到 $O(n^{-2k/(2k+m)})$. 他在 90 年代与其合作者的工作中, 分别对直方图估计与核估计的情况, 解决了 $\int |f_n(x) - f(x)|^r dx$ 及 $E\left(\int |f_n(x) - f(x)|^r dx\right)$ 收敛于 0 的充要条件 ($r \geq 1$), 以往这个问题只解决了 $r = 1$ 的情况. 在非参数回归和判别等方面, 他也作出了若干重要工作. 他的上述成果在专辑 [15] 199–217 页 Zhao 和 Chai 的综述文章中有详细的表述, 他自己创建的一些方法对国内同行产生了重要影响.

他关于非参数统计另一方面的工作涉及到一些重要的非参数统计量, 包括秩统计量、置换统计量与 U -统计量, 尤以后者为最著.

U -统计量是美国统计学家 Hoeffding 在 1948 年提出的, 它是统计学中最常用的统计量——算术平均的直接推广, 在非参数统计和检验问题中有重要应用, 且从纯概率的角度也提供了许多有深度的研究课题, 因此很受概率统计学者的重视. 陈在“文革”前即涉足过这个领域, 从统计应用方面作过一点工作. 80 年代初他与赵林城合作重新投入这个领域, 把重点转向偏于纯概率的方面. 1980 年在 [24] 中, 他在核有 r 阶矩 ($1 < r < 2$) 的假定下, 得到了 U -统计量强收敛及 r 阶矩收敛速度的确切阶, 但更为深刻及重要的成果则在其分布收敛方面.

1948 年 Hoeffding 在他那项关于 U -统计量的奠基性工作中, 即已证明了它的渐近正态性, 以后有许多学者研究其分布收敛于正态的一致速度, 经过 30 年, 到 1978 年才由 Callaert 和 Janssen 在核有 3 阶矩的条件下得到了 $O(n^{-1/2})$ 的阶. 但这个估计从某种意义上说仍嫌粗糙, 因为当 $|x| \rightarrow \infty$ 时, 标准化 U -统计量的分布 $F_n(x)$ 与标准正态分布 $\Phi(x)$ 之差 $\Delta_n(x) = |F_n(x) - \Phi(x)|$ 趋于 0, 故在 $\Delta_n(x)$ 的更精确的估计中, 还应包含一个与 x 有关的项, 这就是所谓“非一致性估计”. 1982 年陈与赵林城合作在 [27] 中解决了这个问题, 得到估计 $\Delta_n(x) = O(n^{-1/2}(1 + |x|)^{-3})$, 其中因子 $(1 + |x|)^{-3}$ 是无可改进的. 这一成果受到国际同行的相当重视, 美国出版的“Encyclopedia of Statistical Sciences”引述了上述结果, 苏联著名学者 Koroljuk 和 Borovskich 的专著“Theory of U -Statistics” (“Mathematics and Its Applications” Vol. 273, Kluwer Academic Publishers, 1994) 在其引言中介绍本领域重要工作时, 提到了上述工作, 并在书中以 8 页的篇幅作了详细的论述.

陈与其合作者撰写了这个领域的教材和专著 [7].

此外, 陈还涉足过其它一些统计领域的研究工作. 例如, 他首先在我国开展了经验 Bayes 估计的研究, 他证明了 R.S. Singh 的一个有关猜测: 在一定条件下经验 Bayes 估计的 Bayes 风险与真正的 Bayes 估计的 Bayes 风险的差距不能达到数量级 $O(1/n)$. 近年来, 他带领学生们在 Errors in variables (EV) 回归模型和广义线性模型的研究方面, 也获得了若干重要成果. 对于线性 EV 回归模型, 参数估计的存在性及其相合性问题比经典的模型要复杂的多. 在非重复观测情形, 通常都要另外 (例如对测量误差的方差) 作一些假定, 见 Fuller (Measurement Error

Models. John Wiley & Sons, 1987). 为避免这些人为的假定, 可在有重复观测的条件下用所得数据估计未知参数. 文献中对此模型的研究大都是在自变量为随机, 且其分布和误差分布均服从正态的假定下, 对于自变量非随机, 非正态情形, 特别是在有重复观测的条件下, 参数估计的大样本性质所知甚少. 正是在这种一般的情形, 他与学生们作出了一些重要工作, 例如, 他与张三国在一般条件下证明了参数估计的强弱相合性、渐近正态性, 并给出了渐近方差的估计以便用于统计推断. 他们还将此方法应用到多项式 EV 回归模型 ([44]), 而这种模型本质上是非线性的. 在小样本性质的研究中, 他与刘继学 ([45]) 解决了 EV 模型中回归系数无偏估计的存在性问题, 证明了在一些常见的识别条件下, 无偏估计并不存在; 并对“可信率已知”的条件加以推广, 指出了一种使无偏估计存在的重要情况, 给出了无偏估计存在的充要条件和形式. 广义线性模型是对经典线性模型理论的重要推广, 自 1972 年 Nelder 和 Wedderburn 提出该模型以来, 已广泛应用于许多领域的统计建模. 陈和学生们对固定设计和自适应设计, 自然和一般联系函数等多种情形进行了系统的研究, 建立了极大似然估计的强相合性、强收敛速度和渐近正态性, 与陈夏合作, 在 [46] 中构造了回归参数的最优渐近正态的自适应估计, 其极限分布的协方差阵重合于当响应变量的协方差阵完全已知时似然估计的极限分布的协方差阵.

陈先生治学严谨, 十分重视打好基础. 十年文革的冲击, 曾使他的科研一度中断, 面对概率统计的新发展, 他以惊人的毅力更新知识, 重打基础, 并及时调整了研究方向. 他十分喜爱做题, 还常常用来“考考”我们, 即使在一起旅游时也不例外. 他经常强调多做习题, 尤其是多做难题对于打好基础的重要性, 认为这方面修为的深浅, 直接关系到在今后的研究工作中攻克难点的能力和科研工作的品位. 他撰写的《高等数理统计学》一书汇集了五百多个习题, 其中除少量选摘自有关著作外, 大半属作者自创. 他在研究中很善于提出问题, 并常能在克服难点的过程中提出自己创立的方法, 正是他“积于中”而“发于外”的最好体现. 他学而不厌, 诲人不倦. 有一次他在为人阅看一份稿件时, 从各个角度分析并寄出了五千字的书面意见, 这个材料后来曾化名在一家杂志上发表过. 作为他的学生, 我们有幸能得到他的直接的教诲和指导, 加之跟他密切的接触和合作, 耳濡目染, 受益匪浅. 只要他看准某个方向, 他总是把有关资料整理的井井有条, 并在他刚开始进入这个研究方向时, 就通过讲学或举办讨论班等方式, 与同行及学生们分享. 他进行的学术研究也从不对人保密, 即使是尚未完成的工作, 也会毫无保留地告诉他的学生或向他请教的人. 我们之间的有些合作, 就是他正在做的工作, 我们在半路插进去参与的. 他跟不少同行也都有过类似的成功合作. 他的统计研究以纯理论性的居多, 对于这类研究, 他欣赏和追求假定简单自然, 结论简洁明确, 证明又有相当难度的工作, 他认为这样的工作具有“数学美”, 这反映了他的风格和学术趣味, 值得一记.

陈希孺教授毕生致力于人才培养和统计队伍的建设, 为我国统计事业的发展作出了不可磨灭的贡献. 就职业而言, 他应算是一个教员. 确实, 在“文革”前, 他主要的时间是花在教学上, 1978 年以后, 大部分时间花在研究工作及著述上. 他后一段属于教学性质的工作, 除了带研究生以外, 还在一些全国性的统计讲习班上担任主讲. 中国科技大学概率统计学科和博士点能有今天这样的发展, 是跟他在学科建设方面奠基性的工作及一贯的指导和关心分不开的, 他把这看成了他的事业的一部分. 在“文革”之前, 科大在 59、61、63 三个年级开办了概率统计专门化, 他作为一个骨干青年教师, 讲授过从基础到专业的大量课程. 在我国 18 个首批博

士中，3个概率统计专业的博士，都是陈老师指导的。他先后带出了15个概率统计专业的博士，连同“文革”前科大概率统计专门化的三届毕业生，许多人已成为相关领域的学术带头人。在经过“文革”十年的停顿，我国统计队伍十分衰微的情况下，他先后在桂林、北京、九江、屯溪、成都、郑州等地主办统计讲习班，并担任主讲，带领、培养和联系了一批人投入研究工作，这对于我国数理统计队伍的振兴和建设起到了重要作用。他在学术上乐于助人，目前我国数理统计界的骨干队伍中，不少人在进入研究工作的关键阶段都曾得到过他的指导和帮助。近年来陈先生还先后在全国二十多所大学和科研院所讲学或应聘为兼职教授。他还应武汉大学数学与统计学院的邀请，毅然挑起帮助母校振兴统计学科点的担子，自2001年起，每年集中一到三个月的时间，在武大讲授有关统计专题，带讨论班，亲自指导博士生和硕士生。在他的诸多著作中，教科书占了重要的位置，最早的一本是1981年由科学出版社出版、1997年重印的《数理统计引论》，一直被广泛用作研究生的基础教材，在青年教师和研究人员中也拥有许多读者，影响了我国统计学界几代人。

《数理统计与管理》2005年第1期刊登了《采访陈希孺院士》一文。陈先生在接受采访时，回顾了“文革”以来我国数理统计发展的进程，分析了我国统计学科和统计队伍的现状、存在的问题及其原因，对影响学科发展的一些重要问题发表了自己的看法，对这一学科未来的发展表示了极大的关注。没想到这竟然是他少有的、也是最后一次接受一家杂志的采访！

“云山苍苍，江水泱泱，先生之风，山高水长！”陈希孺先生的一生，为我国的教育和科学事业鞠躬尽瘁，献出了一片赤诚之心！他在我们心中竖起了一座永远的丰碑。他的逝世不仅使我们失去了一位好师长，无疑也是我国统计界的重大损失。他的风范将永远激励后学者，特别是年轻一代的科学和教育工作者不断前进！

陈希孺论著和代表性论文目录

(一) 专著和教材

- [1] 陈希孺，数理统计引论，科学出版社，1981；第二版1997.
- [2] 陈希孺，王松桂，近代实用回归分析，广西人民出版社，1984.
- [3] 成平，陈希孺，陈桂景，吴传义，参数估计，上海科学技术出版社，1985.
- [4] 陈希孺，陈桂景，吴启光，赵林城，线性模型参数的估计理论，科学出版社，1985.
- [5] 陈希孺，王松桂，近代回归分析——原理方法及应用，安徽教育出版社，1987.
- [6] 陈希孺，倪国熙，数理统计学教程，上海科学技术出版社，1988.
- [7] 陈希孺，方兆本，李国英，陶波，非参数统计，上海科学技术出版社，1989.
- [8] 陈希孺，概率论与数理统计，中国科学技术大学出版社，1992.
- [9] 陈希孺，柴根象，非参数统计教程，华东师范大学出版社，1993.
- [10] 陈希孺，赵林城，线性模型中的 M 方法，上海科学技术出版社，1997.
- [11] 陈希孺，高等数理统计学，中国科学技术大学出版社，1999.
- [12] 陈希孺，王松桂，线性模型中的最小二乘法，上海科学技术出版社，2002.
- [13] 陈希孺，数理统计学简史，湖南教育出版社，2002.

- [14] 陈希孺统计文选, 中国科学技术大学出版社, 2003.

(二) 主编的论文专辑

- [15] Chen, X.R., Fang, K.T. and Yang, C.C. (Editors), *The Development of Statistics: Recent Contributions from China*, *Pitman Research Notes in Mathematics Series* 258, Longman Scientific & Technical, 1992.

(三) 科普著作

- [16] 陈希孺, 苏淳, 统计学漫话, 科学出版社, 1987.
 [17] 陈希孺, 统计学概貌, 科学技术文献出版社, 1989.
 [18] 陈希孺, 机会的数学, 清华大学出版社, 2000 (院士科普书系).

(四) 部分学术论文

- [19] Chen, Hsi-ju, On minimax invariant estimation of scale and location parameters, *Scientia Sinica*, Vol. 13, No. 10, 1964, 1569–1586.
 [20] Chen, Hsi-ju, On a conjecture of Singh, *Scientia Sinica*, Vol. 14, 1965, 1073–1076.
 [21] 陈希孺, 拟秩统计量的一极限定理, 数学学报, Vol. 15, No. 5, 1965, 720–730.
 [22] 陈希孺, 具任给精确度的区间估计的存在问题, 科学通报, Vol. 17, No. 10, 1966, 465–467.
 [23] Chen, X.R., Consistency of least squares estimates in linear models, *Scientia Sinica*, Special Issue, 1979, 162–176.
 [24] 陈希孺, 关于 U -统计量和 Von-Mises 统计量的极限性质, 中国科学, 第 10 卷, 第 6 期, 1980, 522–532.
 [25] Chen, X.R., Berry-Esseen bounds for error variance estimates in linear models, *Scientia Sinica*, Vol. 24, No. 7, 1981, 899–913.
 [26] 陈希孺, 最近邻密度估计的收敛速度, 中国科学, 第 11 卷, 第 12 期, 1981, 1419–1428.
 [27] 赵林城, 陈希孺, U -统计量的分布的非一致性收敛速度, 中国科学, 第 12 卷, 第 12 期, 1982, 1066–1078.
 [28] Chen, X. R., Exponential posterior error bound for the k -NN discrimination rule, *Scientia Sinica*, Ser. A, Vol. 28, No. 7, 1985, 673–682.
 [29] 陈希孺, 只有一个转变点的模型的假设检验和区间估计, 中国科学 A 辑, 第 18 卷, 第 8 期, 1988, 817–827.
 [30] Chen, X.R. and Wu, Y.H., Strong consistency of M -estimates in linear models, *J. Multivariate Anal.*, Vol. 27, No. 1, 1988, 116–130.
 [31] Bai, Z.D., Wu, Y.H., Chen, X.R. and Miao, B.Q., On solvability of an equation arising in the theory of M -estimates, *Comm. Statist. Theory and Methods*, Vol. 19, No. 1, 1990, 363–380.
 [32] 陈希孺, 白志东, 赵林城, 吴月华, 线性模型中最小一乘估计的渐近正态性, 中国科学 A 辑, 第 20 卷, 第 5 期, 1990, 449–463.

- [33] Zhao, L.C., Krishnaiah, P.K. and Chen, X.R., Almost sure L_r -norm convergence for data-based histogram density estimates, *Teor. Veroyatnost. i Primenen (Theor. Probab. and Appl.)*, Vol. 35, No. 2, 1990, 391–397.
- [34] Bai, Z.D., Chen, X.R., Miao, B.Q. and Rao, C.R., Asymptotic theory of least distance estimate in multivariate linear models, *Statistics*, Vol. 21, No. 4, 1990, 503–519.
- [35] Bai, Z.D., Chen, X.R., Krishnaiah, P.R., Wu, Y.H. and Zhao, L.C., Strong consistency of maximum likelihood parameter estimation of superimposed exponential signal in noise, *Teor. Veroyatnost. i Primenen (Theor. Probab. and Appl.)*, Vol. 36, No. 2, 1991, 392–397.
- [36] Zhao, L.C. and Chen, X.R., Asymptotic behavior of M -test statistics in linear models, *J. Combin. Inform. System Sci.*, Vol. 16, No. 2-3, 1991, 234–248.
- [37] Chen, X.R., Bai, Z.D., Zhao, L.C. and Wu, Y.H., Consistency of minimum L_1 -norm estimates in linear models, *Pitman Research Notes in Math. Series*, 258, 1992, 249–260.
- [38] Zhao, L.C., Rao, C.R. and Chen, X.R., A note on the consistency of M -estimates in linear models, *Stochastic Processes*, Springer-Verlag, 1993, 359–367.
- [39] Chen, X.R. and Wu, Y.H., On a necessary condition for the consistency of L_1 estimates in linear models, *Comm. Statist. Theory and Methods*, Vol. 22, No. 3, 1993, 631–639.
- [40] Chen, X.R., Linear representation of M -estimates of multiple regression coefficients, *Science in China*, Ser. A, Vol. 37, No. 2, 1994, 162–177.
- [41] 陈希孺, 低阶矩条件下线性回归最小二乘估计弱相合的充要条件, 中国科学 A 辑, 第 25 卷, 第 4 期, 1995, 349–358.
- [42] 陈希孺, 金明仲, Gauss-Markov 条件下最小二乘估计的强相合性, 中国科学 A 辑, 第 25 卷, 第 9 期, 1995, 391–397.
- [43] Zhang, S.G. and Chen, X.R., Consistency of modified MLE in EV model with replicated observations, *Science in China*, Ser. A, Vol. 44, No. 3, 2001, 304–310.
- [44] Zhang, S.G. and Chen, X.R., Estimation in the polynomial errors-in-variables model, *Science in China*, Ser. A, Vol. 45, No. 1, 2002, 1–8.
- [45] Liu, J.X. and Chen, X.R., Existence of unbiased estimate of regression parameters in simple linear EV models, *Science in China*, Ser. A, Vol. 48, 2005, 915–928.
- [46] Chen, X. and Chen, X.R., Adaptive quasi-likelihood estimate in generalized linear models, *Science in China*, Ser. A, Vol. 48, 2005, 829–846.