

土力学可靠性原理

高大钊 编著



中国建筑工业出版社

土力学可靠性原理

高大钊 编著

中国建筑工业出版社

本书系统地介绍了土力学中可靠性理论的基本问题及其最新发展，其中包括岩土参数的统计分析、荷载和自然条件的统计分析、概率极限状态方程、土坡稳定的概率分析、地基稳定性的概率分析、变形问题的概率分析以及系统可靠性分析与优化决策。每一主要问题都附有例题以帮助读者理解原理。

本书可供岩土工程技术人员、科学研究人员与教师参考，也可作为研究生的教学参考书。

* * *

责任编辑：高峰

土力学可靠性原理

高大钊 编著

*
中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*
开本：850×1168毫米 1/32 印张：9¹/₈ 字数：244千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数：1—2,130册 定价：7.85元

ISBN7—112—00830—1/TU·587

(5913)

序

学科的高度分化和高度综合是现代科学技术发展的重要特征之一，学科之间相互渗透、相互交叉，产生了许多边缘学科与分支学科。土力学学科也在经历着这种深刻的变化，在高度综合的同时出现了高度分化，发展了一些新的分支。例如，土力学与振动测试技术、振动理论、随机过程理论的结合，形成了土动力学；大型、高速计算机用于土力学计算，发展了土力学中的数值方法，正在逐渐形成计算土力学；数值方法的广泛应用推动了土的应力、应变和时间的本构关系的研究，并成为近代土力学的一个重要标志。

土力学发展的另一个分支是研究土的亚微观结构的统计规律以及用概率方法研究土的性状与行为的变异性与不确定性，三十年来得到了很大的进展，特别是可靠性理论已在工程安全度方面开始应用，发展的趋势将形成一门学科分支——统计土力学。这一领域中涉及的面相当广泛，本书只对土力学中的可靠性原理作比较系统的归纳与论述，其目的是便于读者了解和研究这一分支领域中的基本问题。

本书是在教学和科学研究过程中形成的，作者曾将本书的一部分内容在岩土工程师进修班多次讲授，大部分是为研究生讲授的内容。这些内容多数取材于国内外最新的文献资料，同时也吸收了作者近年来的一些科研成果。在这一领域中，文献资料是非常丰富的，但由于篇幅的限制，没有能反映更多的内容；也限于作者的水平，内容取舍和论述也不一定最合适，不当之处，祈请各方面专家和读者指教。

作者
于同济大学

主 要 符 号

A 事件	D 基础埋置深度
A 线性回归系数	D 最大水平位移
A' 事件 A 的互补事件	D 需求
A_0 基础的有效面积	$\tilde{D}$ 需求的上限估值
a 非线性经验公式参数	D_0 需求的标准化变量
a_i 第 i 个方案	d_0 深度系数
B 基础底面宽度	d_0 相关距离
B 线性回归系数	E 总造价
$B()$ Beta函数	E 事件
B_0 基础的有效宽度	$E()$ 数学期望
b 非线性经验公式参数	E^* 相对总造价
$b(x, n, p)$ 二项分布概率密度函数	E_0 施工造价
b_1, b_2 与基础底面倾斜有关的系数	E_1 失效时需要付出的代价
C 能力	E_{s_i} 第 i 层土的压缩模量
C_T 总期望造价	e_k 第 K 个试验
$\tilde{C}$ 能力的下限估值	F 方差比
C_0 压缩指数	F 最大波浪力
C_1 应力面积系数	$F()$ 概率分布函数
C_2 再压缩指数	$F_M()$ 极大值的分布函数
C_0 能力的标准化变量	$F_N()$ 极小值的分布函数
CDF 概率分布函数	FS 安全系数
CFS 中心安全系数	FS_0 内聚力的分项安全系数
COV 协方差	FS_0 恒载的分项安全系数
c 土的内聚力	FS_1 活载的分项安全系数
C_u 土的固结系数	FS_2 内摩擦角正切的分项安全系数
	F F 分布分位值

f 频数
 f 与贴现率有关的系数
 $f(\)$ 概率密度函数
 $f(t)$ 样本函数
 $f'(\theta)$ 先验的概率密度函数
 $f''(\theta)$ 后验的概率密度函数
 $f_M(\)$ 极大值的密度函数
 $f_N(\)$ 极小值的密度函数
 $G_X(S)$ 矩母函数
 g_1 偏度系数
 g_2 峰度系数
 I 基本造价
 i_r, i_q 与合力倾斜度有关的系数
 K 误差传递系数
 k 潜在危险系数
 L 滑动圆弧长度
 $L(\theta)$ 似然函数
 L_o 基础的有效宽度
 M 区间数目
 M 随机变量族中的极大值
 M_k k 阶原点矩
 m_k k 阶中心矩
 N 随机变量族中的极小值
 N_s 土坡稳定系数
 n 样本容量
 n 工程使用年限
 P^* 设计验算点
 P_i 失效概率
 $P(A)$ 事件 A 的概率
 $P(AB)$ A 和 B 积事件的概率
 $P(B/A)$ 条件概率
 $P'(\theta_i)$ 先验概率
 $P''(\theta_i)$ 后验概率

PDF 概率密度函数
 P'_i 区间频率拟合值
 P_o 年失效概率
 $P_{i, i+1}$ 转移概率
 p' 有效覆盖压力
 p_o 前期固结压力
 Q 作用在基础上的水平力
 Q_M 设计基准期荷载最大值
 q 地基承载力
 R 可靠性
 r 相关系数
 r 滑动圆弧半径
 r 置信水平
 S^2 子样方差
 SM 安全储备
 S_i, S_q 与基础形状有关的系数
 s_v 十字板抗剪强度
 T 时间因素
 T 方差分析中全部数据总和
 T_1 泊松过程中第一次发生的时间
 T_j 方差分析中每一列数据总和
 t_α 学生氏分布分位值
 U 固结度
 U 必然事件
 u 标准正态变量
 u 极值I型分布参数
 $u(\)$ 效益值
 u_k k 阶未调整原点矩
 V 变异系数
 $V(\)$ 方差
 $V(t)$ 方差函数
 X 随机变量
 $\bar{x}$ 子样平均值

目 录

第一章	绪论	1
第一节	可靠性理论的发展	1
第二节	岩土工程是一门综合性学科	4
第三节	土力学中的不确定性	5
第四节	土力学中的系统研究方法	7
第二章	工程中的概率概念和统计方法	13
第一节	随机事件与概率运算	13
第二节	随机变量的分布	20
第三节	随机变量的函数运算	50
第三章	岩土参数的统计分析	55
第一节	数据的整理与经验分布	55
第二节	经验分布的矩	60
第三节	概率分布模型的拟合	65
第四节	联合分布	81
第五节	设计参数估计	87
第六节	经验公式拟合	91
第七节	方差分析	106
第四章	荷载和自然条件的统计分析	120
第一节	概述	120
第二节	随机过程特征	121
第三节	极值分析	123
第四节	极值分布的参数估计	127
第五节	自然条件的变化规律	133
第五章	概率极限状态方程	140
第一节	安全系数	141
第二节	安全储备与失效概率	145
第三节	正态变量的极限状态方程	148

第四节	多个正态变量的极限状态方程	151
第五节	非正态分布变量的变换	156
第六节	非正态分布失效概率计算公式	162
第六章	土坡稳定的概率分析	167
第一节	土坡稳定的失效概率	167
第二节	土坡连续破坏的概率分析	175
第三节	逐渐发展的破坏	178
第四节	一些特殊的考虑	183
第七章	地基稳定性的概率分析	189
第一节	按地基承载力设计	189
第二节	抗滑稳定验算	200
第三节	地基承载力的概率取值方法	203
第四节	地基土强度指标的统计	210
第八章	变形问题的概率分析	217
第一节	变形极限状态方程	217
第二节	地基基础设计规范公式	218
第三节	考虑前期固结压力对沉降的影响	224
第四节	海洋平台的水平位移	231
第五节	沉降置信区间的估计	234
第六节	固结问题的概率分析	240
第九章	系统可靠性分析与优化决策	244
第一节	多重破坏模式系统分析	244
第二节	优化	260
第三节	决策分析	268

第一章 绪 论

第一节 可靠性理论的发展

本来，可靠与不可靠往往是指某人是否恪守信义，或某事物是真是伪而言的一种主观推测，而且是一个模糊的、无法预测的概念。但是，在近代发展起来的可靠性理论中，已经赋予一个可以测度定量的指标，是指人们对于一个系统可靠而又有效地工作的能力的总的认识，并用概率的语言来表达。现在已被人们广泛接受的可靠性是指一个系统在预计的时间内，在给定的条件下能满足工作的概率，与此相反的概率则是系统的失效概率。

可靠性理论萌芽于第二次世界大战期间而在战后才得到完善与发展。一九四四年，纳粹德国把扭转败局的希望寄托在刚刚研制成功的飞弹上，但大失所望的是大部分飞弹发生了故障。很多飞弹在起飞后不久，就一头栽进了英吉利海峡。在第二次发射时，竟有一枚失灵的飞弹掉过头来直奔柏林，在希特勒的防空指挥部顶上爆炸。为了研究飞弹的失灵，引用了概率论和统计学的方法，将整个火箭失灵的原因分解为由于动力部分、导航部分、引爆部分等的故障，认为飞弹不失灵的概率就是各部分不出故障概率的乘积。如果想轰炸某一军事目标，同时发射飞弹的数目应该大于这些概率乘积的倒数。与此同时，美国与日本正在太平洋海域进行激战。美军的后勤基地大多设在南太平洋的岛屿上。由于赤道附近的高温、潮湿以及运输途中的震动和冲击，军用电子器材运达这些基地时，竟有百分之六十失效。待送到前线岛屿和舰船上时，其中又有百分之五十不能工作。于是，美国军方也组织了大批专家来研究如何提高电子设备的可靠性的问题。经过浩繁的试验之后，终于摸到了电子元件失效的普遍规律。这些围绕

着军事目的的研究工作却孕育了一门新的学科——可靠性理论，为这门学科的发展奠定了基础。

在第二次世界大战以后，可靠性理论才得到了很大的发展，并在许多工程领域内得到应用，取得了显著的成效。象宇宙飞船、人造卫星、核潜艇等一些高可靠性的装备，都在研究可靠性规律的基础上，进行了极为苛刻的环境试验之后才制造成功的。现在，可靠性已被越来越多的领域列为一项不可缺少的技术指标。可靠性和质量管理的结合积极地推动了工业生产的改革，可靠性理论研究的任务就从追求可靠性这个单一目标，转变为追求包括最少投资、最节省能源、最低维护费用、最合理使用人员等在内的多目标合理规划，大大扩展了可靠性学科的领域。

可靠性理论在土木工程的结构方面的应用是开始得比较早的一个领域。早在一九四七年，苏联的尔然尼钦(А.Р.Ржаницын)^[1]就提出了用一次二阶矩理论的方法来估计结构的失效概率。美国的弗罗伊詹特(A.M.Freudenthal)在四十年代开创了美国结构安全度的研究工作。他的研究与同时代苏联尔然尼钦的工作，有某些相似之处。他在一九五一年提出，破坏概率的选择，应使结构建造费用与期望的破坏损失费的总和为最小的概念^[2]。这些都是早期的研究工作。尔后，美国的康乃尔(C.A.Cornell)、洪(A.H-S)，和邓(W.H.Tang)发展了工程技术中应用的概率概念和方法^{[3][4]}。在六十年代和七十年代，土木工程结构可靠度的研究工作广泛地开展并逐步进入了实用阶段。六十年代美国成立了结构安全度委员会，七十年代由欧洲混凝土委员会倡议成立了结构安全度联合委员会，并着手编制《结构统一标准规范的国际体系》，北欧五国(丹麦、芬兰、冰岛、挪威及瑞典)房屋建筑规程委员会于一九七五年提出了《结构荷载与安全设计规程》。

我国从五十年代初期开始用数理统计方法确定超载系数和材料强度系数。七十年代成立了工业与民用建筑规范系列的《建筑结构设计统一标准》编委会和专题研究组，参考国际上的研究成

果,进行了大量的研究工作^{[5][6]},提出了《建筑结构设计统一标准》并经有关部门批准,作为制订建筑结构荷载规范,钢结构、薄壁型钢结构、钢筋混凝土结构、砖石结构、木结构设计规范以及地基基础和建筑抗震等设计规范应遵守的准则。近年来,我国已在着手编制工程结构设计统一标准,将概率极限状态设计原则推广到水利、铁道、公路、桥梁、港工等工程领域中。

岩土工程是可靠性理论应用的一个重要领域。早在一九五六年,卡萨格兰特(A.Casagrande)提出了土工和基础工程中计算风险的问题^[7]。从六十年代开始,到七十年代取得了大量的研究成果,其中有影响的开拓者是T.H.Wu^{[8]~[11]}, P.D.Lumb^{[12]~[14]}, E.H.Vanmarcke^{[15]~[17]}, O.G.Ingles^{[18][19]}, M.E.Harr^[20]。从一九七二年开始,每四年一届,召开统计学和概率论在土工和结构工程方面应用的国际学术会议,在这个会议的论文集上也发表了不少的研究成果。在历届的国际土力学和基础工程学术会议上,都有一些有关概率论和统计学在岩土工程中应用的文章发表。在第十一届国际土力学和基础工程学术会议上有一个小组专门讨论这一课题。由国际标准化组织岩土工程技术委员会(ISO/TC182)主持编制的国际标准(草案)中规定采用极限状态设计原则和分项系数方法,并对各级岩土工程提出了可靠性指标 β 的建议值,这是岩土工程中可靠性研究进入实用阶段的标志。用可靠性理论与方法研究岩土工程问题的许多成果表明,在岩土工程领域中,可靠性理论的应用有着广阔的前景。这是因为岩土工程本身是一门综合性的学科,存在着许多不确定性,更加需要用概率论与统计学的方法去研究和解决工程问题。

我国从七十年代末才开展土力学中可靠性问题的研究。中国力学学会岩土力学专业委员会于1983年初在同济大学举行了《概率论与统计学在岩土工程的应用》专题学术座谈会,1986年夏在长春召开了岩土力学参数的分析与解释讨论会,推动了这项研究的开展。近十年来发表了一系列的论文,其中有系统性论述

的^{[21]~[24]}，有关于沉降概率分析^{[25] [26]}，地基承载力概率分析^{[27] [28]}，岩土参数概率模型^{[29] [30]}，渗透问题^[31]和岩土参数统计规律^{[32]~[39]}，集中反映了我国土力学可靠性研究领域的进展情况。近年来，概率有限元和蒙特卡罗模拟在土力学中的应用日益受到重视和发展值得注意的是，对于桩基础可靠性的研究，国际上很少有报导，但在我国研究工作却十分活跃。在这些方面预计，将会有可喜的成果问世。

第二节 岩土工程是一门综合性学科

可靠性方法在岩土工程中得到了发展，但由于岩土工程是一门综合性学科，给可靠性设计带来许多特殊性。什么是岩土工程呢？根据文献^[40]的观点，认为岩土工程是把土力学与岩石力学应用于广义的土木工程，并与工程地质密切结合的学科。所谓广义的土木工程，包括水利、矿冶、港工、公路、铁道、桥梁、航空港、工业厂房、房屋建筑与市政工程等，这些工程既是岩土工程服务的对象，而岩土工程同时也是这些工程的组成部分。因此，岩土工程并不是孤立于土木工程以外，而是土木工程的一个部分，是与各种类型的土木工程密切有关的工程学科。也可以说，岩土工程是在广义的土木工程中，解决与土和岩石有关的工程问题的学科。从工程过程的各阶段来说，在勘察、设计、施工和运行过程中都有岩土工程问题，每个阶段特点不同，要解决的岩土工程问题也不一样，考虑可靠性的角度也就不同，解决问题的方法也是多样的。土和岩石都是岩土工程研究的对象，但土和岩石的工程地质特征有极大的差别，勘探试验方法大不一样，计算方法也各有特点，施工条件也不相同，因此可靠性问题的特点也各有异，这就使岩土工程的可靠性问题极其复杂。在本书中只能讨论岩土工程可靠性问题的一般方法和原理，而有更多的方面有待于研究发展。

岩土工程既然是一门综合性的学科，更需要用系统的方法来

研究。将复杂的岩土工程作为一个系统，用概率、统计、运筹、模拟等方法进行系统分析，建立系统模型，求得最优的结果，使工程过程的各个阶段之间、各个环节之间互相协调，互相配合，以获得技术上先进、经济上合算、运行中可靠、时间上最省的效果。这种系统的研究有两个方面的含义，一方面的含义是与上部结构的联系，将岩土工程作为整个工程系统中的一个子系统来研究；另一方面的含义是将整个工程过程看作一个系统，选址、勘察、设计、施工和运行都是整个岩土工程过程的子系统。这种系统研究给人们一种新的观点和方法来处理岩土工程问题。

岩土工程是一门综合性学科，包括土力学、岩体力学和工程地质三门学科，涉及的问题很多，本书讨论的问题只限于土力学方面应用可靠性方法的几个领域，而没有顾及在岩体力学和工程地质学方面的应用。因此，在本书以后的章节中虽多处出现岩土工程一词，但它的含义只限于土力学和基础工程的范围，而没有涉及更广泛的岩土工程问题。当然，本书阐述的原理与方法，在原则上也适用于岩土工程的其它领域。

第三节 土力学中的不确定性

岩石和土是在漫长的地质年代里形成的，又经历着各种变化着的过程，包括自然条件的变化和人类活动所引起的变化。岩土的物质组成、组织结构特点、干湿或疏密状态等性状都是自然历史的产物，是在人类无力控制的条件下形成的，完全是随机性的，因此岩土的性状表现出很大的变异性；岩土的工作条件，如自然环境的变迁，荷载的变化也往往是随机性的。人们只能在某些特定时刻，在一些特定的部位抽样试验测定，这就使得对于岩土性状及其工作条件的认识有很大的局限性。工程师的估计与实际情况之间的差别称为不确定性，岩土工程常常在许多不确定性条件下进行设计，在知道得不太多的条件下来研究人类工程活动对于岩土的影响，这就要凭经验作出判断，选择设计参数。

传统的设计方法采用“确定性”途径。这种途径是这样的，取土样，做一定数量的试验（物理性试验，力学性试验或原位试验）来确定某些指标的数值，再选用合适的公式来计算某些特定条件下土体的反应（有时用安全系数表示），最后校核得出的反应是否满足人们预期的要求。在这个方法中，计算所用的土工指标作为一个确定性的量来考虑。由于计算指标的选择是凭经验的，就使计算结果带有人为因素，可能与实际的反应相差甚远，许多原型观察结果或事故分析都说明了这一点。例如，哈恩斯和凡马克（M.E.Hynes, E.H.Vanmarcke）^{〔4〕}报导了一个很有说服力的例子，说明岩土工程中存在着不确定性，当人们用经验的方法来作出判断和估计时，预测的可靠性是很差的。他们向十位知名的岩土工程师提供了一个堆堤试验的基本资料，包括地基土的勘察资料和堆堤的尺寸、方法等，要求每位工程师按自己的经验与方法预测这个堆堤试验的各项反应（如沉降、孔隙水压力、破坏时的填方高度等等）。然后开了一次讨论会，由十位预测者报告各自的估计结果，听众可以随便提问，也可以发表自己的见解，最后公布原型观测的结果。对比分析表明岩土工程中预测的可靠性是非常之低的，对于破坏时的填方高度，十个预测者中七个给出了估计的最大最小区间，三个只给出了定值估计，区间上限的最大估计值是9.1米，下限的最小估计值是1.5米，而实际的观测结果是5.7米；在七个给出区间的观测者中间，只有三个预测者估计的区间覆盖着观测值，命中率为43%。其实，出现这种情况并不奇怪，岩土工程中既然存在着众多的不确定性，工程师的估计偏离实际情况是很自然的事。问题在于用确定性的途径来解决岩土工程问题的做法本身不符合岩土工程实际，应当寻求更合理的途径。

可靠性理论所采用的概率途径方法，就是以随机事件和随机过程为研究对象的，用来研究岩土工程问题在很大程度上可以改善和弥补确定性方法的不足。因此，概率途径方法或概率方法在岩土工程中的应用得到了越来越广泛的重视。

采用概率途径方法并不意味着否定确定性途径的方法，它只是确定性途径方法的发展与补充。对土力学问题的概率分析，还是立足于对土体平衡与运动的确定性分析，采用确定性分析方法的简化图式与力学模型。不同之处仅在于将参数作为随机变量来考虑，在力学分析中采用概率的模式来描述参数，从而对力学计算的结果赋以概率的含义，对岩土体的性状与行为作出概率的预测。

第四节 土力学中的系统研究方法

人们早已发现了岩土工程中预测的不可靠性，预测者经常需要用实际观察到的资料来修正自己的估计，使之能逐步地掌握客观规律，比较有把握地进行预测，这就是经验积累的过程。在这个过程中，岩土工程师应当对全过程进行系统地研究，包括取得参数的试验方法、参数的可靠性及其对岩土工程反应预测的影响、设计计算方法的精度、对施工中可能出现问题的估计、以及实际施工及运行过程中的观测，只有进行系统的研究才能指导施工并丰富经验。裴克（R.B.Peck）总结了岩土工程中贯穿于勘察、设计、施工全过程的系统研究方法，称为观察法^[42]。观察法对于岩土工程的发展有重大的影响，是符合系统工程原则的、有反馈的封闭系统的研究方法。观察法主要包括以下几项：

1. 要有足够的勘察工作，至少要求能够确定沉积物的大概情形、类型及其性质，但不一定要求很详细。

2. 在勘察工作基础上，对沉积物的最可能情况作出评价；并且要求估计在最不利情况下，实际条件对于以上评价可能偏离多少。这一点是非常重要的、有些评价常常并不估计最不利条件下的偏离，而是盲目地信任勘察的结果，将特定条件下得到的试验数据绝对化了。

3. 根据以上两项资料，针对所估计的最可能情况下的地层特征和工程性状，提出实用的简化假设（Working hypot-

hesis)，并进行计算和设计。

4. 选择在施工过程（甚至运行过程）中必须要进行观察的那些量（例如沉降、孔隙水压力等）；并且按第3项的简化假设，预先估计这些量的数值可能是多少。

5. 根据已经掌握的关于地层情况的数据，估计在可能的最不利情况下，第4项要观察的那些量的相应数值。

6. 要预先估计到施工时所观察到的数据可能会偏离于预先估计的值。因此，要考虑在最不利的情况下，如果出现了这种偏离，应如何选择补救措施，或者改变设计。

7. 在现场观察第4项所选择的那些物理量，并对现场的实测资料作业及时的分析与评价以指导施工。

8. 必要时修改设计以适应于现场所发生的实际情况。

裴克指出了观察法的局限性，它只适用于有可能在施工过程中观察反应并修改设计的场合，其结果也只适用于特定的场合而不能推广到一般情况。

雷生第斯（Resendiz）对观察法提出了批评的意见^[43]，他认为土力学研究的进展很慢，原因之一是由于土力学工作者太相信几十年来发展起来的观察法，因此过多地依赖于原型观察，过分强调从理论上找到普遍性规律的困难及危险。这样，一系列的原型观察结果只能成为互不相干的一堆资料。

雷生第斯认为在土力学的领域内作出理论上的概括，同其它学科一样，要有四个过程：

1. 识别过程，即从原型观察的个别事例来识别哪些是有意义的（有效的）变量，这一过程就是用反演方法来作系统辨识以识别参数的过程，这是从特殊到一般的第一步。

2. 归纳过程，把有关的变量归并成最少数的独立变量，这里要求舍弃一些无关的、次要的变量，在许多情况下要用到量纲分析，归纳的过程就是去粗取精的过程，只有这样才能抓住问题的关键。

3. 模拟过程，即探求从归纳过程得到的诸独立变量之间的关

系式，这是从实践上升到理论的阶段。有三种不同的模拟方法，即模型试验、数学分析和数值分析方法，前面的两种是经典的方法，后一种是借助电子计算机发展起来的。模型试验由于受到模拟材料性质的限制而不容易满足相似条件；数学分析一般只能用于比较简单的弹塑性力学课题，因而他们的使用受到了局限。数值分析法虽能用以解决比较复杂的课题，但它对参数的要求更高，如果不注意模型参数的研究，数值计算结果的可靠性是存在问题的。

4.验证过程，即把以上求得量之间的关系式同现场事例比较，以验证理论与实际的符合程度。

在上述四个过程中，归纳和模拟过程是从实践上升到理论的过程，是尤其重要的。雷生第斯的四个过程，对于发展土力学理论是有指导意义的。

海切奇和凡马克 (W.Hachich, E.H.Vanmarke)^[44]给观察法赋予概率的含义，认为观察法基本上是一种凭经验处理不确定性的方法，因此可以预期概率理论（研究不确定性和机会的理论）对观察法的定量化方面将起重要作用，并分析观察法的几个“要素”以及考察它们的概率解释与引伸。

1.在勘察这个领域中，概率方法用得越来越广泛，对于勘察方法和试验设计都可以用到概率方法。

2.在对勘察结果作出评价时，特别是对于最可能的不利偏差的估计，概率方法不仅要求假设公式化，而且还要求对其概率作出估计。在这方面，即使是对概率方法持怀疑态度的工程师，在他们作出决策时事实上也在采用概率方法，对于自然状态在资料不很充分的条件下作出可能性的估计。

3.简化假设对于设计的作用是明显的，设计时使用的概率方法是对简化假设及设计中的不确定性对于设计结果的影响，提出定量的评价。

4.对观察量的选择以及仪表类型与安装位置的选择，通过决策分析及正确使用概率方法使之达到最佳状态。