

结构数学丛书

可 靠 性 数 学

李继华 编著

中国建筑工业出版社

本书论述统计数学在建筑结构可靠性方面的应用。

前三章介绍可靠性的基本概念及可靠性问题的历史发展，并针对结构可靠性简要叙述概率论和数理统计有关的理论和方法。第四章的概率统计模拟，即所谓蒙特卡洛法，第五章分析工程界所采用的各种传统设计方法。第六章专门论述结构可靠性分析理论。第七章简介结构系统可靠性。第八章是我国当前所采用的概率设计法，其中包括随机过程理论的应用。书中内容完全切合土建结构专业的问题，在有关章节中附有实例。

本书对象为高等学校土建专业学生，以及有关专业的技术人员。

结构数学丛书
可靠性数学
李继华 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：5¹/₄ 字数：140千字

1988年5月第一版 1988年5月第一次印刷

印数：1—5,130册 定价：1.90元

ISBN7-112-00105-6/TU·63

统一书号：15040·5417

出版说明

工程理论的发展与数学理论有着密切的关系，为使结构工程技术人员掌握有关的数学理论，便于采用新的结构设计计算方法和进行结构理论研究，我社组织出版这套结构数学丛书。丛书的对象是已学过目前大学工程专业中数学、结构力学，以及工程结构设计等课程的高年级大学生和在职工程技术人员。

本丛书介绍一系列有关土建结构设计计算新方法的数学理论和方法。每一种书中集中介绍一门数学的学科或一个专题；着重于使读者能充分掌握和学会运用各种数学的基本方法，而不过分强调数学理论推导的阐述。书中以数学基本理论和概念为主线，以结构设计的应用为横线，尽量多举土建结构计算中有代表性的实例进行阐述。内容除包括基本方法的介绍外，也旁及国内外该门数学在工程结构中的应用情况，使读者对其有一概括性的了解。叙述力求简明扼要，重点突出，有介绍，有分析，有评价，易为读者接受。

本丛书已拟订的选题计有：变分学、模糊数学、数学规划方法、可靠性数学、数值计算方法、福氏变换与谱分析、统计数学。今后有条件时将陆续拟订新选题组织出版。

本丛书在组织过程中得到胡海昌教授、王光远教授、钟万勰教授、李继华教授大力支持，王光远教授还直接参加了拟订选题和组稿工作，我们在此表示感谢。

前 言

这本书针对建筑结构可靠问题进行论述。1976年和1978年原国家基本建设委员会先后下达了“建筑结构安全度及荷载组合”的科研课题和“建筑结构设计统一标准”（以下简称“统一标准”）的编制任务。在中国建筑科学研究院的组织协调下，各建筑结构设计规范管理单位以及全国一些高等院校、科研和生产部门派员参加，成立了课题研究和“统一标准”编委会。笔者参加了这一工作，并担任理论组组长。这一科研课题和“统一标准”的编制工作，经参加单位近十年的努力取得了显著的成果。最后由国家计委审查批准，《建筑结构设计统一标准》GBJ68—84为国家标准，自1985年1月1日起试行。该标准获得了国家科技进步二等奖。各种材料的建筑结构设计规范、抗震结构设计规范、地基基础设计规范，以及建筑结构荷载规范，都须以“统一标准”为依据重新修订。《统一标准》和新规范采用的设计方法是以概率理论为基础的极限状态设计法简称概率极限状态设计法。这种方法在理论上涉及一些数学分支，如概率论、数理统计、随机过程、概率统计模拟等。因此，为使读者特别是新规范使用者便于了解这一方法的理论要点，将其基本理论原理及应用方法，具体结合建筑结构的实际，写一本《可靠性数学》，看来是很有必要的。

可靠性的理论基础是统计数学，已出版的概率论和数理统计方面的书籍不少？本书与一般概率论和数理统计数学书籍的区别在于：第一，一般概率论和数理统计是数学的分支，有其数学方面的严格系统性，而可靠性数学实际上是数学在可靠性中的应用，尽

管一些理论来自概率论和数理统计,但其选用只限于可靠性范围,有一定的目的性,不强调数学的系统性,也不必象数学理论的阐述那样严格。第二,本书假定读者对概率论和数理统计并不熟悉的情况下,有针对性地选讲一些与可靠性理论有关的概率论与数理统计内容,以减少读者东翻西阅有关专门书籍之劳,和难于选择所需内容之苦。第三,本书写的是建筑结构可靠性的数学,因而从基本理论到例题都尽量甚至完全切合这一实际,不泛泛而论,以别于一般概率论和数理统计的书籍。

工程结构可靠性的研究是当前世界各国土建工程技术人员热门课题之一。“国际结构安全性和可靠性会议”到现在为止已经开了四次。第四次会议是1985年在日本神户召开的,有19个国家、468人参加,论文集三大厚册,由此可见一斑。我国对建筑结构可靠性问题的研究起步较晚,但经过十年努力已打下了基础,并可初步应用于设计实践,为今后继续研究创造了有利的条件。

本书内容得助于书后所列参考文献者甚多;特别要说明的是,其中第七章及全书许多例题皆取材于参考文献[2],其它一些例题则参考“统一标准”编委会的资料。第六章的“优化法”是作者于1982年提出的,并写成论文送交1985年日本神户第四届国际结构安全性和可靠性会议交流。

作 者

目 录

第1章 可靠性	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 可靠性定义	4
§ 1-3 可靠性的必要性	8
§ 1-4 工程结构可靠性研究的历史和发展	10
第2章 工程结构可靠性的概率基础	12
§ 2-1 工程结构的极限状态	12
§ 2-2 极限状态函数的 $R-S$ 模型	14
§ 2-3 随机变量 R 或 S 的概率分布	15
§ 2-4 对随机变量 R 或 S 的基本描述	17
§ 2-5 结构可靠性常用的概率分布	23
§ 2-6 二元随机变量 R, S 的联合概率分布	41
第3章 R 和 S 的数理统计方法	45
§ 3-1 R 和 S 的母体与子样	45
§ 3-2 对 R 和 S 统计参数的估计	45
§ 3-3 R 和 S 经验分布的估计和推断	48
第4章 概率统计模拟	58
§ 4-1 引言	58
§ 4-2 伪随机数的产生	63
§ 4-3 随机数的检验	67
§ 4-4 随机变量抽样	70
第5章 结构可靠性的数学模型	76
§ 5-1 引言	76
§ 5-2 不定性的定值处理	77
§ 5-3 不定性的非定值处理	80

第6章 一次二阶矩法	91
§ 6-1 引言	91
§ 6-2 中心点法——平均值二阶矩公式	92
§ 6-3 验算点法——改进的二阶矩公式	101
§ 6-4 实用分析法	114
§ 6-5 优化法	119
第7章 结构系统可靠性	125
§ 7-1 引言	125
§ 7-2 多重失效模式	125
§ 7-3 静定和超静定系统	130
第8章 基于概率理论的设计准则	142
§ 8-1 引言	142
§ 8-2 建筑结构荷载的统计分析	143
§ 8-3 结构构件抗力的统计分析	154
§ 8-4 分项系数设计法	157
参考文献	159

第 1 章 可 靠 性

§ 1-1 概 述

一、事物发展过程的两种性质

世界（自然界和人类社会）事物的发展过程总是表现出两种性质：一是确定性；一是非确定性。

确定性也叫必然性。在一定条件下，必然发生或必然不发生的事件，谓之必然事件。必然不发生的事件也叫做不可能事件。在一个标准大气压下，水温升至 100°C ，水会沸腾，这是必然事件。反之，在同样条件下，水不沸腾这是不可能事件。混凝土强度是个负值，如果条件是一般应力，这是不可能事件；但若定义受拉为正，受压为负，而又正在受压的条件下，这却是一个必然事件。

非确定性也叫偶然性，或随机性。非确定性事件，如其外延（所包括的事物）是清晰的，谓之清晰随机事件，简称随机事件；反之，若它的外延是不清晰的，则谓之模糊随机事件，简称模糊事件。

随机事件在试验前是不确定的，即这事件可能发生，也可能不发生；但在试验之后，其结果都是明确的。最简单的例子是掷骰子，掷一枚骰子，它朝上一面出现几点，在掷之前是无法预料的，只有掷了之后才能知道。但经多次投掷，就会发现每一个点数朝上出现的次数大致相等，约为总投掷数的 $1/6$ 。这种现象的特点是：在个别试验中具有不确定性（偶然性），但在大量重复试验中又表现出一定的规律性（这谓之统计规律性）；具有这种现象的事件称为随机事件。

模糊事件也是随机事件，但哪些事物符合这事件的概念却是不清晰的。比如，掷一枚骰子，如果问：出现小点数的可能性多大？要回答这个问题，首先要弄清楚什么是小点数，但这是弄不清楚的，因为小点数这个概念，其本身就是模糊的。这个问题具有两重不定性：一是骰子掷后朝上出现什么点数，不能确定，这是事物的随机性；二是什么点数才算小点数也不明确，这是事件的模糊性。

必然性寓于偶然性中，偶然性比必然性更为广泛，更为一般。没有偶然性就没有世界，偶然性使世界丰富多彩，变化万千。

必然性也叫做精确性，精确性的反面是模糊性。人们喜欢精确性，要求做事要准确，进行科学研究要严格，这无疑是正确的。但是客观世界却存在着大量的模糊现象，如人的思维和语言就有许多模糊概念。上面说的“准确”和“严格”，实际上是不清楚的，因为这两个概念的定义就不清楚。一个系统越复杂，它的精确性越小，复杂与精确互不相容，这称互克律。世界事物往往很复杂，过分求精确，反而模糊；适当模糊，反而精确。模糊比精确更高，更一般。那么，应该如何进行工作和科学研究呢？首先应该要求“正确”，即思路要力求符合客观规律性，然后才是“精确”，适当的精确。

二、事物性质的数学模型

上面提到了事物的必然性、随机性和模糊性。为了把握这些事物，人们总是企图使用抽象性很强而实用性又很高的一门科学——数学去研究它，解决它。因而，就提出了对事物的多种性质如何分别建立数学模型的问题。

对于必然性或确定性，由于它具有因果关系，人们就用代数方程来表示它，而代数方程则表示了变量（变物）之间的相互依存关系——函数关系。有时变量之间的关系不直接表为函数关系，而是表现为一个变量与另一个变量的变化率——导数的关系，由这样的关系建立的方程，谓之微分方程。无论古典代数学或分析学，都可通过解方程的演算，得出唯一确定的解。这样的数学，人们

称之为经典数学。经典数学对人类的贡献很大，诸如力学、热学、光学、电磁学、电子计算机，乃至天体的运动规律等，其基础都是经典数学。

但是，许多事物都表现有随机性，我们知道，随机性即不确定性，它是一因多果的。经典数学对不确定性问题，无能为力。因而，建立和发展了随机数学，或叫统计数学；它包括概率论和数理统计等。

经典数学的基础是（经典的）集合论。集合论采用二值逻辑：一事物对一个集合，或者“属于”，或者“不属于”；或者是“真”，或者是“假”。总之，二者必居其一，且仅居其一。

客观事物是非常复杂的，充满了模糊概念，因而，集合论或二值逻辑不能表示所有事物。如好与坏，可以细分为很好、较好、不好不坏、较坏、很坏等。这叫做多值逻辑或模糊逻辑。模糊逻辑符合许多事物的客观规律。

如前面提到的掷骰子问题，究竟掷一枚骰子出现小点数的概率有多大？这问题既有随机性问题，又有模糊性问题。现在来回答这个问题。

记 $\tilde{A}$ 为“小点数”这一模糊子集。一枚骰子的点数为1至6点，分别用 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 、 B_6 来表示，这为 $\tilde{A}$ 所属的范围，即所谓“论域”。若凭直观决定1至6点属于“小点数”这个概念的程度（谓之隶属度）分别为：

1	2	3	4	5	6
1	0.7	0.4	0	0	0

则得

$$\tilde{A} = 0.4/B_3 + 0.7/B_2 + 1/B_1$$

我们又知道，骰子出现每一点的概率为 $1/6$ ，因此，小点数出现的概率可按下式计算：

$$\begin{aligned} P(\tilde{A}) &= 0.4 \times P(B_3) + 0.7 \times P(B_2) + 1 \times P(B_1) \\ &= 0.4 \times 1/6 + 0.7 \times 1/6 + 1 \times 1/6 \\ &= 0.35 \end{aligned}$$

式中： $P(A)$ 为 A 的概率，余类推。

由此例可知，每点属于小点数的程度即隶属度，是由主观确定的。隶属度因点不同而改变，称为隶属函数。显然，隶属函数是描述事物模糊性的重要手段。

概率论和模糊数学都是研究事物的不确定性的；而度量不确定性，无论概率或隶属函数都是在闭区间 $[0, 1]$ 中取值，但两种不确定性即随机性与模糊性是有本质区别的。这已在前面说明。

综上所述，可以写出如下两个公式：

确定性	——	因果律	——	经典数学	
非确定性	{	——	随机律	——	统计数学
		——	互克律	——	模糊数学

§ 1.2 可靠性定义

一、可靠性和可靠度

本书目的是为建筑结构可靠性的研究提供必要的数学基础，所以对可靠性问题讨论的范围，仅限于建筑结构。当然，某些基本理论和方法也可通用于土木工程结构，如桥梁结构、水工结构等。

无论什么物质产品都有一个质量问题，建筑结构也不例外。为了保证建筑结构的质量，必须规定它的质量指标，通常称为性能指标。建筑结构的性能指标有三：一是安全性；二是适用性；三是耐久性。

安全性是结构承受正常施工和正常使用时可能出现的各种“作用”的能力，和在偶然事件（冲击、爆炸等）发生时和发生后仍能保持必需的整体稳固性（不发生连续倒塌）的能力。这里“作用”一词是指施加在结构上的集中力或分布力的集合（直接作用），或指引起结构外加变形或约束变形的原因（间接作用）。过去都用“荷载”一词表示直接作用。为照顾使用习惯，本书仍经常使用“荷载”一词作为“作用”的同义词使用。安全性涉及

到国家财产、人民生命和社会影响等问题，是建筑结构重要性能的指标；建筑工程技术人员，必须特别予以注意。

适用性是结构在正常使用条件下能满足预定使用要求的能力。人们根据使用条件规定了一些合于正常使用的性能指标。超过这些指标，例如结构的变形或振幅过大，影响人们的工作和生活，或损害结构外形的美观，尽管它并未危及结构的安全性，这就认为不符合人们规定的标准。

耐久性是结构在正常维护条件下，不致因材料性能随时间退化而出现不可接受的失效概率的能力。对这一性能，当前只能用构造方法和维护手段来保持和提高它，还未能建立什么数学模型进行数量化的处理。

一个建筑结构具有安全、适用和耐久这些性能，人们就认为它存在可靠性。因此，可将安全性、适用性和耐久性合称为可靠性。可靠性是在一定条件下实现的，其定义为：在规定的条件下和规定的时间内，完成预定功能的能力。

什么是“能力”？什么是“可靠性”？这是两个含糊不清的非数量化的概念。为了把可靠性作为建筑结构性能的数量化指标，我们把这种指标叫做“可靠度”并定义如下：

在规定的条件下和规定的时间内，完成预定功能的概率。

规定的条件，是指正常设计、正常施工和正常使用。工程设计必须由具有一定资格的工程师来担任，并且应当遵守有关规范与标准的规定和根据可靠性的理论和经验来进行计算和其它工作。工程施工必须按照有关施工规程进行，要保证材料和构件质量符合检验标准，制作和架设要满足验收要求。房屋建筑使用要符合预定的功能要求，房屋功能不同，设计的荷载也不一样，切忌随意变更用途。根据目前的研究水平，在实用上，设计、施工和使用中的人为过失，不在可靠度考虑的范围之内。

规定的时间，是指结构的设计基准期。可靠度与时间有着密切的关系，没有时间概念就无所谓可靠度。规定时间的长短将随对象和使用目的不同而不同。一般说来，同一对象，规定时间愈长，

可靠度愈低。建筑结构的使用超过设计基准期后，并不意味着这建筑结构就会立即不能使用，而只是其失效概率将比预计值增大。所以，建筑结构可靠度设计中的规定时间与一般产品的（平均）寿命不同，寿命含有到期可能寿终的意义。

预定的功能，通常以建筑结构各种性能指标（或称为技术指标）来刻画。实现了规定的性能指标就叫完成了预定的功能，否则就是丧失功能，谓之失效。完成与失效都以概率来度量。

必须指出，前面所述的可靠性和可靠度定义，是根据我国专业工作者的意见提出的。从英语国家来说，“RELIABILITY”这个单词，既指可靠性，也指可靠度，而一般译为“可靠性”，它显然含有定量化的意思。

二、可靠性的数学模型

在前面已经阐述了世界事物的各种性质及其相应的数学模型；又知道了什么是结构的可靠性和可靠度。那么，事物可靠性是什么性质？而它又与什么数学模型相关联呢？

根据可靠性的定义，很显然，结构可靠性是属于非确定性或随机性的性质。结构可靠性问题之所以提出，是由于结构的一系列基本变量具有不确定性。我们必须占有大量有关信息，才能确定其可靠性的大小—可靠度。因此，和可靠性相对应的数学模型应当是统计数学。应用统计数学的理论和方法来处理结构问题的随机性，必须将研究的问题数量化为抽象的数学模型。例如，把结构抗力模拟成随机变量概率模型（简称概型），把风、雪荷载和楼面活荷载模拟成随机过程概型，把地震作用模拟成时间序列概型等。

为了求得结构设计各基本随机变量的分布或其数字特征，必须通过大量的试验、观察，搜集有关数据，经过整理分析，绘成频率直方图，并用切合实际的理论曲线进行拟合，从而获得许多有益信息。例如，用正态分布规律来拟合钢材的屈服强度或混凝土的抗压强度，用极值Ⅰ型来拟合年最大基本风压和楼面活荷载等。

上述多种问题都是结构可靠性的重要组成部分，要处理它们，必然涉及许多数学理论和方法。归纳起来这些数学有：概率论、

数理统计、随机过程论、概率统计模拟—蒙特卡洛法、随机反应与随机分析, 随机有限元, 以及模糊数学等。

由于概率论、数理统计和随机过程等已有专书介绍, 本书只能从应用角度, 一般不加证明地对这些数学内容予以引述, 使理论联系实际, 学以致用。至于模糊数学, 它也是研究结构可靠度的有力工具, 但因这一工作才开展不久, 尚不成熟, 故本书不予介绍。

三、可靠性的尺度

我们已经知道, 可靠性的尺度是用概率来度量的。概率是在闭区间 $[0, 1]$ 上取值的, 它是一个小数或百分数。如取为0, 则无可靠度可言; 取为1, 即百分之百的可靠; 取为0.5, 则可靠与不可靠机会相等, 即各占50%, 等等。这和人们日常工作和生活的习惯相符, 我们说什么事物可靠, 不会说它是1.2倍或1.5倍可靠, 而是说百分之几或几十可靠, 如百分之九十可靠, 即俗话说“十拿九稳”。如果说百分之一百二十可靠, 则是不科学的, 因为从概率来说, 最大是百分之百。当然它也不会小于零。因此, 可靠度如以 $R(t)$ (t 表示时间) 表示, 则 $R(t)$ 的上下界为

$$0 \leq R(t) \leq 1$$

但具体的可靠度尺度, 对工程结构来说, 却有三种:

一是可靠度, 即可靠概率(P_s)。它是结构或构件能完成预定功能的概率。对于工程结构问题, 我们要求的可靠概率一般在90%以上。

二是不可靠度, 或称失效概率(P_f)。它是结构或构件不能完成预定功能的概率。它与可靠概率是互逆的或互补的, 即 $P_s + P_f = 1$ 。因此, 在实际工程中, 一般是计算失效概率, 并提出失效概率的限值。

三是可靠指标(β), 或称安全指标。它也是度量可靠性的一种数值指标。在结构分析中其值就是结构功能函数(以基本变量为自变量, 反映结构完成功能状态的函数)的平均值除以功能函数的标准差的商, 并取 $\beta \geq 1$ 。它与失效概率有数值上的对应

关系。

从可靠性和可靠度定义的本身知道，这二者都与时间有密切关系。构成结构构件抗力因素的材料强度和几何因素，都会因时间的增长而有所变异。但一般说来，这种变异较小，可以忽略不计，因而所选择的数学模型可以不是与时间有关的随机过程概型，而是随机变量概型。至于荷载或荷载效应，则与时间有显著的关系，不可忽视，按理应选择随机过程概型。这样一来，结构极限状态方程就成为

$$R - S(t) = 0$$

式中， R 为抗力，是随机变量， $S(t)$ 为荷载效应，是随机过程。这样的概型（可谓之半随机过程概型）是一个新问题，尚待研究。为了协调一致起见，对这个问题采取了将随机过程转化为随机变量的办法来处理。这从目前对可靠度的研究水平来看，应该说是合适而可行的。

§ 1.3 可靠性的必要性

一、可靠性的必要性

可靠性的必要性或重要性已经在电子工业、航空和航天工业等部门得到了充分的认识。无论从经济观点看，为了减少总费用；或者从安全角度讲，为了避免人身事故；或者从推销商品来说，为了企业信誉，都说明可靠性对这些工业部门是非常必要的。当然，对这些部门提倡可靠性而达到目前这种状况，也不是一帆风顺的。国外可靠性工作者曾为此而感叹：要使公司董事会相信可靠性在经济上是有利的，为此付出的精力并不亚于执行可靠性计划本身。

那么，可靠性能否在工程结构方面应用呢？回答自然是肯定的，但实际上却发展很慢，且远远落后于电子工业等部门的现况。原因大概有二：一是土建结构工程比较复杂，研究和计算其可靠性将遇到许多难题，如数学模型如何建立？失效标准如何规定？影响结构安全的诸因素如何归纳和分析，等等。二是人们的认识

不一致：有人认为这项工作没有前途，在数学上太难，不可能搞出什么名堂；有人则认为这项工作没有意义，即使数学问题能解决，也不会有什么新的突破，传统的处理方法本来就是无可厚非的。

中国的可靠性工作者坚持这一工作，经过长达十年的努力，在建筑结构领域打下了可靠性研究的基础，制订出了《建筑设计统一标准》，使各有关建筑结构设计规范，如建筑结构荷载、钢结构、冷弯薄壁型钢结构、混凝土结构、木结构、砌体结构、抗震、地基基础等设计规范能够根据《统一标准》的原则和方法，结合各种结构材料的特点，提出以概率理论为基础的极限状态设计方法，从而使结构的可靠度具有明确的概念；按此方法设计的结构具有满足要求，并在同等条件下基本相等的可靠度；各种不同材料的结构和不同受力特性的构件的可靠性有了可比性，使所设计的结构在经济和安全两个方面可获得较佳的平衡。由于可靠性工作者的倡议、解释，特别是通过实践活动，提出了可资应用的具体成果，时至今日，可以肯定地说，认识到土建工程领域可靠性的必要性的已经不是少数人而是多数人了。

二、可靠性应用在土木工程领域中的工作进程

在土木建筑工程领域，可靠性的研究首先是在房屋建筑结构范围内开展，然后才逐渐推广到铁道工程、公路工程、水利工程等。这无论就世界范围还是就我国情况来说，大抵都是如此。我国的可靠性研究，在房屋建筑结构范围内，首先涉及的是各种材料的结构，即钢结构、冷弯薄壁型钢结构、混凝土结构、砌体结构、木结构，然后是抗震结构和地基基础，研究面较广。

以工程结构本身而言，可靠性研究也有一个进程。目前，研究得比较成熟，并可以用于设计实践的，是结构的构件或杆件的可靠性，甚至可以说只是杆件截面的可靠性。关于结构体系和各种连接的可靠性的研究，则正在开展，还不能广泛地用于实践。

一根杆件或其一个截面的可靠性研究和应用，目前还停止于静力作用下的结构；对直接承受动力作用的结构的可靠性研究，虽已开始，但离应用还较远。各种结构设计规范中有关反复动态

荷载作用下材料的疲劳设计,至今还应用古典的容许应力法。

尽管如此,在世界范围内,可靠性在结构工程中的应用已经打下了坚实的基础,而且正在开展有关的各种课题的研究;前景是非常令人鼓舞的。

§ 1-4 工程结构可靠性研究的历史和发展

对可靠性的研究是在第二次世界大战时才开始的。那时雷达系统发展很快,但常出故障,因而引起了对可靠性研究的重视。直到本世纪50年代初,美国才成立专门机构,展开了对可靠性的系统研究;不到十年,取得了显著成果,奠定了可靠性研究的基础。日本于50年代中期引进可靠性技术,和美国一样,首先是从电子技术部门开始的。我国在第一个五年计划期间建立了可靠性和环境适应性的试验研究基地,也是首先重视电子产品的可靠性工作。在第二、第三个五年计划期间,还对产品的失效机理进行了分析研究,并采取了相应措施,提高了电子产品的可靠性水平。

在土木建筑工程领域进行可靠性研究,是从本世纪40年代末到50年代初开始的。在这初创时期,苏联学者斯特列律茨基(Н.С. Стрелецкий),尔然尼采(А.Р.Ржаницыи)和美国弗罗依登彻尔(A.M.Freudenthal)等作出了较大贡献。弗罗依登彻尔教授的影响特别大,他创议的国际结构安全性和可靠性会议(ICOSSAR),第一次是1969年在美国华盛顿(Washington D. C.)召开的。从此,这一国际学术性会议隔几年就召开一次,第二次是1977年在慕尼黑(Munich),第三次是1981年在挪威春德黑姆(Trondheim),第四次是1985年在日本神户(Cobe)。

弗罗依登彻尔研究了全分布概率方法,它适用于理想的情况,要求知道随机变量或随机变量函数的概率密度函数,并须进行二重积分或多重积分。这在实际上是很困难的,因而不能用于一般的设计实践。同一时期,对这方面的工作及其相关的工作做出贡献的还有辛诺苏卡(A.M.Shinozuka)、土尔克斯除阿(C.