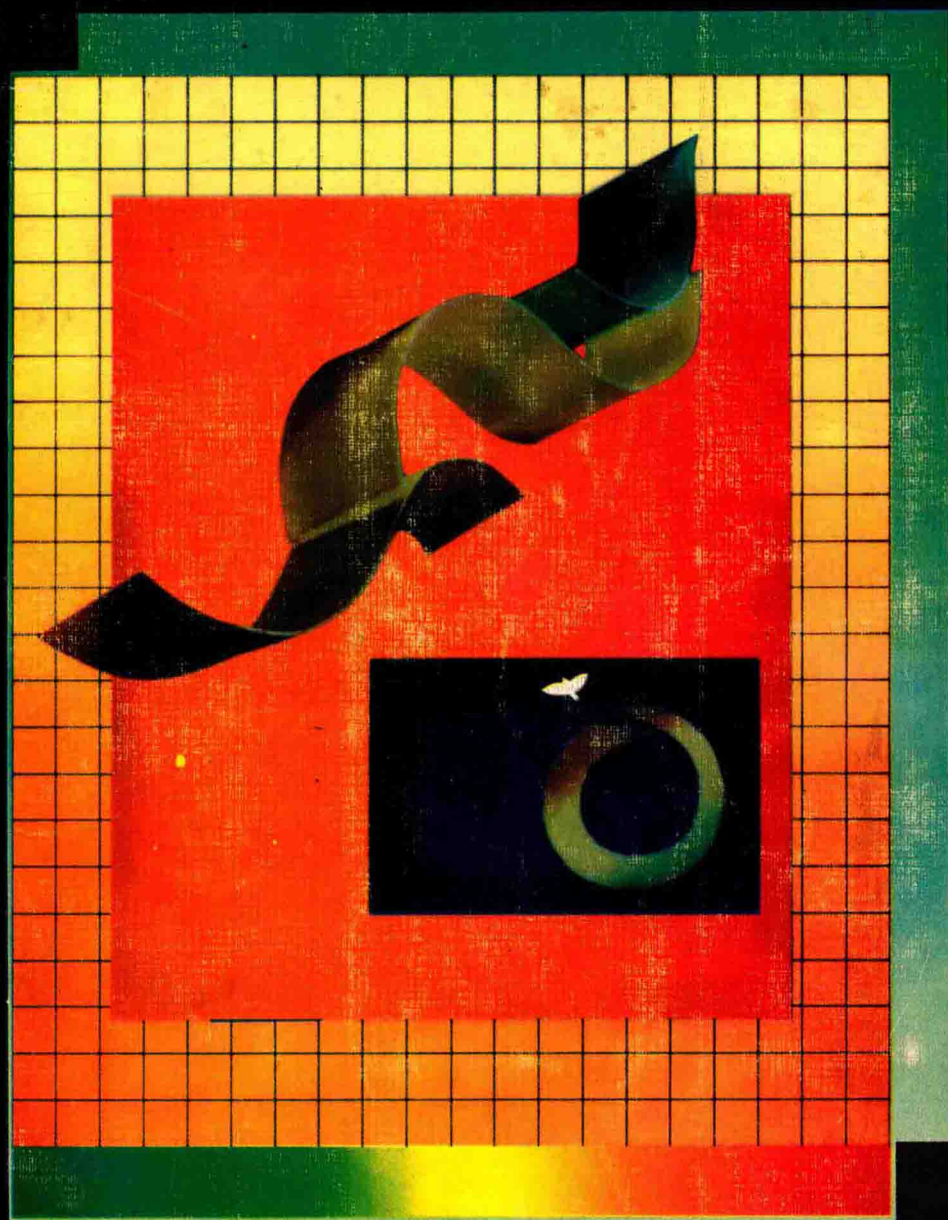


水电科技论文集

SHUI DIAN KE JI LUN WEN JI

张镜剑 魏群 主编



河北科学技术出版社

水电科技论文集

张镜剑 魏 群 主编

河北科学技术出版社

水电科技论文集

张镜剑 魏 群 主编

河北科学技术出版社出版发行(石家庄市北马路45号)
邯 郸 地 区 印 刷 厂 印 刷

787×1092毫米 1/16 23 印张 428000 字 1990年8月第1版

1990年8月第1次印刷 印数: 1-1000 定价: 12.70元

ISBN7-5375-0530-3 /TV·1

祝贺水电科技论文集出版

教学科研生产相互结合

总结提高推广喜结硕果

黄理
1980.6.19.

序 言

近年来,华北水利水电学院的广大教师,在努力搞好教学工作的同时,积极开展科学研究活动,并在总结科研成果的基础上,编辑出版了这本《水电科技论文集》。

这本论文集共选编36篇论文。作者有从事多年教育的老教师,更多的是活跃在教学、科研第一线的青年教师,体现了华北水利水电学院传帮带的优良传统和青年教师的进取精神,也反映了他们对水利水电事业的执着追求。

论文的内容主要是数值计算、试验研究以及在工程中的应用,涉及到有限元、边界元、散体元、模型试验、岩土工程、流体动力学、水力机械和系统分析等多个领域,内容比较广泛,既有一定的理论深度,有的颇有创见,又直接为生产服务,解决了一些难题。可以说这本论文集从一个侧面反映了我国水利水电事业的发展,可供水利水电专业工作者参考,对其他土木工程专业技术人员也有所裨益。

希望今后有更多的水利水电方面的专家学者和广大教师,结合生产实际,积极开展科学研究,并勤于总结。我相信会有更多的优秀科技成果在今后的论文集中出现。

何璟

1990年5月

前 言

我国水利水电事业的发展,规模日益扩大,前景极为广阔,已经取得了非常巨大的成就。但是我国得天独厚的水电资源开发利用与世界水电发达的国家相比,存在着很大的差距,因此在加快水电建设的同时,也急待水电科技工作者把科学技术水平不断提高,研究和解决水电建设中需要解决的问题。近年来,华北水电学院的教师和科研人员在各自专业领域的研究中,刻苦努力,发挥了很大作用,作出了不少贡献,涌现了一批工作出色的新生力量。为了检阅和交流科技成果,以便发现人才,培养人才,以适应加速水电建设的需要,由华北水电学院水利系发起,于1989年5月在全院范围内发出征文,得到了广大教师和科研人员的积极响应,在国外攻读学位的青年教师以及兄弟院校单位的学者也提交了论文。经过评审,本文集选用了其中的36篇论文,分为三大部分,其中数值计算与分析12篇,理论与应用20篇,试验研究4篇,涉及了水能规划、坝工建设、边坡问题、地下工程、机电等多个学科、多个专业的内容。这些论文多半是作者们多年来在学术工作和教学实践中所积累的素材和研究心得的基础上整理而成,凝结了作者的心血。我们特组织编纂出版这本水电科技论文集,以飨读者。

这本论文集的编辑出版,得到了院系领导的重视和支持,院党委书记黄瑾副研究员为本论文集题写了热情洋溢的贺词,鼓励广大科技人员与生产实践相结合,不断总结提高,多出成果,水利部总工程师何璟高级工程师在百忙之中,挥毫为本书题写序言,肯定了我们的成绩,并提出了新的希望,这些都给了我们极大的鼓励和鞭策。

在本文集出版过程中,高传昌、章美文、孙文怀等同志在中英文校核、绘制插图、描图等工作中付出了大量艰苦的劳动,并进行了细致的组织工作,丁伏、李建华等同志也作了大量的工作,马吉明、张占庞同志参加了论文前期的征集工

作,在此一并致谢。

在取材内容和写作编撰等方面,限于编者水平,容有疏漏不当,尚请读者不吝指正。

张镜剑

魏 群

1990年5月

整体单元法的基本原理及计算应用

第一编 基础理论

第一章 绪论

第一节 整体单元法

第二节 整体单元法

第一部分

数值计算与分析

不是同种材料所组成,致使问题变得更为复杂,甚至难以求得精确解。从某种意义上讲,有限元法就是为了解决这类问题而发展起来的。在几十年的研究过程中,不断发展和完善之中,而且逐渐形成了解决这类问题的方法,一种是利用传统的连续介质力学方法,另一种是利用有限元法。有限元法的基本思想是:把连续介质力学问题离散化为有限个单元,每个单元采用某种简单的函数来近似描述,然后将所有单元组合起来,形成一个整体,从而求解整个问题。有限元法的基本思想是:把连续介质力学问题离散化为有限个单元,每个单元采用某种简单的函数来近似描述,然后将所有单元组合起来,形成一个整体,从而求解整个问题。有限元法的基本思想是:把连续介质力学问题离散化为有限个单元,每个单元采用某种简单的函数来近似描述,然后将所有单元组合起来,形成一个整体,从而求解整个问题。

有限元法的基本思想是:把连续介质力学问题离散化为有限个单元,每个单元采用某种简单的函数来近似描述,然后将所有单元组合起来,形成一个整体,从而求解整个问题。有限元法的基本思想是:把连续介质力学问题离散化为有限个单元,每个单元采用某种简单的函数来近似描述,然后将所有单元组合起来,形成一个整体,从而求解整个问题。

目 录

第一部分 数值计算与分析

1. 散体单元法的基本原理及计算应用..... 魏群 张镜剑 陈兴华 刘光廷 (1)
2. 模拟坝基岩体渐近破坏全过程的散体单元法..... 魏群 刘光廷 陈兴华 王宙 (21)
3. HS1三维变结点等参元程序的若干处理与探讨 张镜剑 孙大风 涂金良 吕海涛 (37)
4. 闸底动水压力的计算研究..... 吴凤合 (49)
5. 岩体边坡动态有限元与程序..... 薛守义 张镜剑 王思敬 (58)
6. 应用二次曲线隶属函数对地下水水质污染评价..... 赵风岭 刘汉东 (75)
7. 有限元网格自动生成方法综述..... 吕海涛 王民富 (82)
8. 计算机计算与计算机绘图在水库调洪计算中的应用..... 赵晓慎 (93)
9. 内燃机与变矩器共同工作特性曲线的计算机绘制..... 刘仕平 (104)
10. 地表水与地下水统筹管理的动态规划方法..... 赵风岭 李树文 李亚鹏 (119)
11. 邯郸市供水工程输水管路水击计算..... 李义芹 (129)
12. 表达混流式水轮机最优工作特性的数学模型及其建立方法..... 赵林明 (137)

第二部分 理论及应用

13. 一个考虑岩体体积膨胀的孔洞洞壁位移公式..... 张镜剑 涂金良 孙大风 (143)
14. 关于水电站大坝坝基地质问题的处理措施..... 王荣 漆富冬 赵风岭 (150)

15. 并联管道中水击波传递与反射特性分析.....高传昌 (161)
16. 具有外包软垫层的坝内埋管极限设计.....盛旭平 袁素芬 (168)
17. 从软弱泥化夹层的空间分布特征分析其综合抗剪强度效应.....
.....孙文怀 (179)
18. 重力坝深层抗滑稳定刚塑性极限分析—楔体极限分析法.....张忠义 (187)
19. 关于水体“辐射阻尼”的讨论.....吴凤合 (196)
20. 悬臂梁与分层变密度流体的自由耦合振动.....马吉明 (200)
21. 试论应力—通量方程模式在剪切紊流中的简化.....刘沛清 (207)
22. 渗流对大坝及基础的影响.....郭雪萍 林皋 (217)
23. 葛州坝坝区砂岩的结构及其力学性质.....张勇 刘汉东 (224)
24. 地震时孤立平板上的动水压力.....马吉明 (230)
25. 三门峡水库入出库细沙输沙率关系式的建立与验证.....沈志刚 (236)
26. 黄河下游冲淤规律的初步分析.....孙保沐 (243)
27. 峡谷型水库淤积量预测的探讨.....金富 杨小荟 孙文怀 (248)
28. 灰色建模法在百泉岩溶地下水系统动态模拟中的应用.....
.....苏万益 林庚宜 王景廷 (260)
29. 邯郸市供水源地水资源系统优化管理研究.....
.....孙绪金 陈淑敏 李维鼎 (269)
30. 我国水工混凝土的硫酸盐侵蚀问题.....亢景富 (279)
31. 我国现行电价体系改革的分析.....张道军 (289)
32. 耗散结构理论与地质学.....隋绍珍 李宏宇 (295)

第三部分 实验研究

33. 土工织物力学性能试验研究及初步分析.....魏群 高传昌 章美文 (303)
34. 原状泥化夹层动力特性试验研究.....王思敬 张镜剑 薛守义 (318)
35. 云纹技术及其在地质力学模型材料力学特性测试中的应用.....
.....章美文 (330)
36. R型电网络模拟试验方法在朝阳电厂第二贮灰场渗流研究中的应用
.....林庚宜 苏万益 张忠义 潘永保 王向东 宋学让 (337)

CONTENTS

PART I. NUMERICAL CALCULATION AND ITS ANALYSIS

1. A Basic Principle of Discrete Element Method and Computing Application
.....Wei Qun, Zhang Jingjian,
Chen Xinghua, Liu Guangting (1)
2. Simulating the Whole Procedure of Progressive Failure of Joint Rock by the D. E.M
.....Wei Qun, Liu Guangting, Chen Xinghua, Wang Zhou (21)
3. Some Research on the HSI Programme of Isoparametric Element with Variable Nodal for Three Dimensional Problem
..... Zhang Jingjian, Sun Dafeng, Tu Jinliang, Lu Haitao (37)
4. A Study on the Calculation of Hydrodynamic Pressure at the Gate Bottom
.....Wu Fenghe (49)
5. Dynamic FEM and Program for Rockmass Slopes
.....Xue Shouyi, Zhang Jingjian, Wang Sijing (58)
6. An Approach of Fuzzy Set Theory in Groundwater Quality Assessment of a Chemical Industry Area
..... Zhao Fengling, Liu handong (75)
7. The Classification of Finite Element Mesh Autogeneration Generation
.....Lu Haitao, Wang Minfu (82)
8. Computing and Drawing with a Computer Used for Floodregulating Researches
.....Zhao Xiaoshen (93)
9. Drawing with a Computer the Characteristic Curves of a Internal Combustion Engine Working Together with a Hydraulic Torque Converter

- Liu Shiping (104)
10. Dynamic Programming to Generally Controlling Surface and Groundwater
..... Zhao Fengling, Li Shuwen, Li Yapeng (119)
11. A Calculation of Water Hammer for Water Transport Pipeline of city Water Supply Project, Handan
..... Li Yiqin (129)
12. A Mathematical Model Representing the Optimum Characteristics of Francis Turbines and Its Establishment
..... Zhao Linning (137)

PART II: THEORY AND APPLICATION

13. An Opening Displacement Equation Considering the Volume Expansion of Rock
..... Zhang Jingjian, Tu Jinliang, Sun Dafeng (143)
14. Solution to Geological Problem of Dam Foundation of Hydropower Station
..... Wang Rong, Qi Fudong, Zhao Fengling (150)
15. An Analysis of the Behaviour of the Transmission and Reflection of Water-hammer Waves in the Parallelpipes
..... Gao Chuanchang (161)
16. Ultimate Strength Design of Covered Penstocks in Dam with Outer Soft Mats
..... Sheng Xuping, Yuan Sufen (168)
17. Analysis of Space Distribution Feature and Comprehensive Shear Strength Effect on Soft-mudding Intercalation
..... Sun Wenhui (179)
18. A Limit Analysis of the Undeformation Plasticity against Deeplevel Sliding Stability on the Gravity Dam A Method of Wedge Limit Analysis

- Zhang Zhongyi (187)
19. A Discussion on the Waters "Rediant Resistance"
..... Wu Fenghe (196)
20. On the Free Coupling Vibration of Beams with Uniform Density Water
..... Ma Jiming (200)
21. Simplification on the Stressflux Equation Model in Shearflow
Turbulences
..... Liu Peiqing (207)
22. The Influence of Seepage on the Stress State and Stability of
Large Dam and Its Foundation
..... Guo Xuemang, Lin Gao (217)
23. The Texture Mechanic Properties of Gezhouba Sandstone
..... Zhang Yong, Liu Handong (224)
24. Hydrodynamic Pressure Acting on an Isolated Plate during
Earthquake
..... Ma Jiming (230)
25. A New Fine-sediment Flux Formula of the Flood Flowing into
and from The Sanmen Gorge Reservoir
..... Shen Zhigang (236)
26. A Preliminary Analysis of the Laws of the Wash and Silt of
Lower Reaches of The Yellow River
..... Sun Baoshu (243)
27. The Study of Silt Deposition Calculation on Canyon Reservoir
..... Jin Fu, Yang Xiaohui, Sun Wenhual (248)
28. An Application of The Method of Grey Establishing Model to
the Dynamic Simulation of Baiquan Spring Karst Groundwater
System
..... Su Wanyi, Lin Gengxuan, Wang Jingting (260)
29. Optimum Management of Water Resource System of Water Supply
District in Handan City
..... Sun Xujin, Chen Shumin, Li Weiding (269)

30. Sulphate Attack on the Concrete of Hydroelectric Projects in
China

..... Kang Jingfu (279)

31. Analysis of the Reform of China's Electricity Price System in
Effect

..... Zhang Daojun (289)

32. Theory of The Dissipation Structure and Geology

..... Sui Shaozhen, Li Hongyu (295)

PART III. EXPERIMENTAL STUDY

33. A Preliminary Analysis of Experimental Study on Mechanical
Properties of Geotextile

..... Wei Qun, Gao Chuanchang, Zhang Meiwen (303)

34. Test Investigation on in-situ Siltized Interlayer Dynamic
Properties

..... Wang Sijing, Zhang Jingjian, Xue Shouyi (318)

35. An Application on The Geological Mechanics and Material
Mechanics Properties Test of Moire Technique

..... Zhang Meiwen (330)

36. Applying R-type Electric Network Simulating Test Method to
Seepage Flow Research in Chao-yang Electric Factory Second
Store Coal-ash Field

..... Lin Gengxuan, Su Wanyi, Zhang Zhongyi,

Pan Yongbao, Wang Xiangdong, Song Xuerang (337)

散体单元法的基本原理及计算应用

魏 群 张镜剑
(华北水电学院)

陈兴华 刘光廷
(清华大学)

提 要

70年代发展起来的散体单元法是一种适用于节理岩体稳定分析的数值计算方法。本文阐述了散体单元法的基本理论及其在岩体稳定分析中的应用,借助于计算机和CDA技术,不连续岩体的破坏过程、应力应变场、位移场及力场的分布可以迅速直观地显示出来。本文介绍了作者用散体单元法进行岩体抗滑稳定的初步研究,并用高速摄影机和激光散斑方法做了验证试验,计算结果和试验有着相当好的吻合。

关键词:散体元法,节理岩体

一、引 言

不连续岩体的应力、应变及其破坏过程是非常复杂的,尽管国内外诸多学者从事此项研究,目前也还没有成熟和完善的计算岩体各力学参量和性态的模型和方法,但这个问题的研究却正处在不断发展和前进之中,并且逐渐形成了通过两种途径解决问题的方法:一种是沿用传统的连续介质力学的方法,寻求反映不连续岩体特性的本构关系式,把节理裂隙的力学性态做为附加条件加以考虑求解,例如现在岩体数值计算中最常用的有限元方法,边界元方法;另一种是把岩体抽象成为被裂隙切割成分离的块体体系,即用所谓块体力学的理论进行研究。在这之中,由Cundall首先提出的散体单元法(discrete element method)自70年代以来发展至今成为一种比较有效的分析节理岩体的数值方法。^[1-5]这种方法在欲考察的区域充分考虑到节理岩体的不连续性,以裂隙切割成的块体为基本单元

散体单元,它的几何形状取决于岩体中节理的空间位置与产状,每个单元相应于一个岩体。与有限元不同之处在于散体元可以与任何其它的单元相互作用,

每个块体可以承受大范围的形变和回转运动,在建立以每个单元刚体的运动方程式为基础,描述整个破坏状态的显式方程组之后,基于牛顿第二运动定律,并结合不同的岩体本构关系,以动力松弛法按时步进行迭代计算,结合CAD技术,可以形象直观地反映出岩体变化的力场,位移场,速度场等各力学参量的全场变化,是一种很有潜力的解题手段。本文介绍了散体元法(DEM)的基本原理,也介绍了作者将其应用于岩体稳定分析的初步研究及其所做的模型试验验证。

二、散体单元法的基本理论

(一)基本假定

将岩体视为非连续介质,各个块体按照岩体的裂隙相互镶嵌排列,在空间有其固定的位置,处于平衡状态,当所考虑范围内的作用力系或边界约束条件发生变化时,某些块体在重力及外力的作用下产生一定的加速度及相应的位移,使块体的空间状态发生变化,位移后的块体与所接触的块体产生“叠合”,根据力—位移关系,产生新的作用力系状态,使更多的块体由于作用力的传递,产生运动和位移。在迭代计算过程中,各个时步的结果模拟了块体位移和转动的全部过程,采用适于岩体的破坏准则,可判断出岩体的开裂程度及破坏范围。计算过程中,遵循如下假定:

(1)在各个计算步骤中认为块体为理想刚体,各个块体只是空间位置的平移或转动,而其本身的形状和大小不变(本文仅讨论此种情况,块体变形的讨论已在另文中论述)⁽⁶⁾。

(2)所有块体的接触,当为面接触时,假定其只有两个点接触,若为非面接触时,只有一个点接触(见图1)。

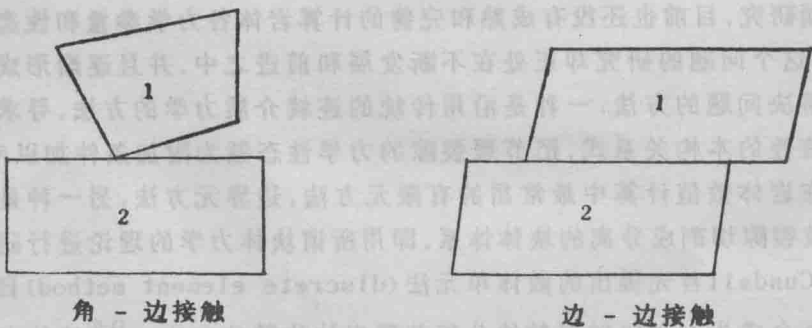


图1 块体接触假定

(二)数学模型

散体单元法的计算过程可简单表示成图2的形式

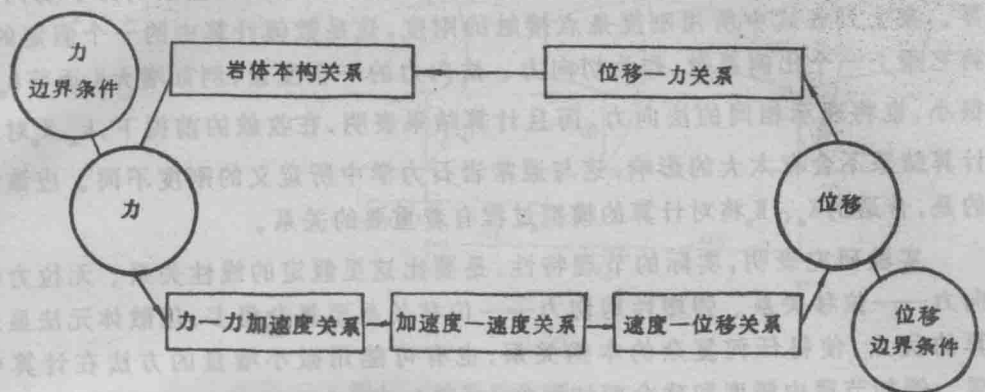


图2 计算循环过程

图中的各个环节需要如下的各个关系和方程：

(1)力——位移关系：

散体元采用了最简单的力——位移关系，并且认为这个关系是可逆的。两块体相互作用的力与接触块体之间的叠合量有关(见图3)。

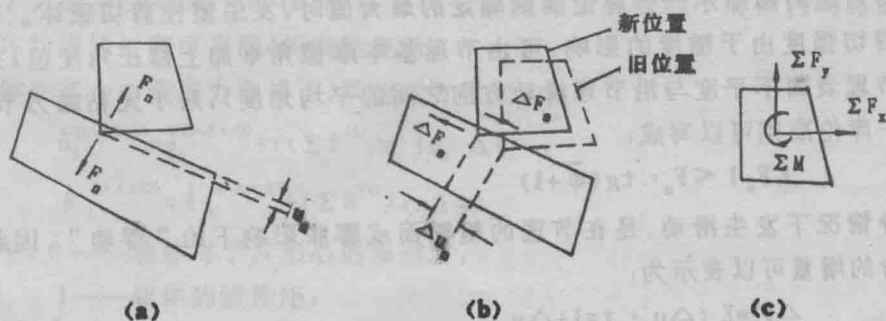


图3 叠合量与作用力关系图

对于法向力 F_n 正比于法向“叠合”位移 u_n 。

即：
$$F_n = K_n \cdot u_n$$

对于切向力 F_t ，由于与运动状态和加载历史有关，所以宜用增量的形式表达

$$\Delta F_t = K_t \cdot \Delta u_t \quad (2-2)$$

$$F_t = F_t^{old} + \Delta F_t \quad (2-3)$$

$$\text{由摩尔——库伦准则可知最大切向力 } |F_t| \leq C + F_n \cdot \tan \phi \quad (2-4)$$

式中， K_n 、 K_t ——接触点法向和切向的刚度系数，(力/位移)

u_n ——为总的法向叠合量，(量纲为位移单位)

Δu_t ——剪切位移增量，(量纲为位移单位)