

Selections from Academician Qian Qihu's Theses

钱七虎院士

论文选集



科学出版社
www.sciencep.com

TU-53/47

2007

钱七虎院士论文选集

科学出版社

北 京

内 容 简 介

钱七虎院士长期从事防护工程、地下工程、岩土工程及结构工程等领域的研究。本书收集了钱院士具有代表性的科研学术论文,内容广泛,包括防护工程系统分析、结构抗爆减爆理论、岩土中爆炸效应及其与结构的相互作用、弹体的侵彻冲击效应、岩土力学与工程、地下空间开发利用等方面,基本反映了钱七虎院士在上述领域进行理论创新的研究思想、研究方法 & 工程实践取得的重要成果,也反映了当前这些领域研究的最新成果。

本书可作为土木工程领域的在校大学生、教学和科研人员、工程技术人员及相关领域的专家、学者的教学科研参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钱七虎院士论文选集 / 钱七虎著. —北京: 科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-020412-7

I. 钱… II. 钱… III. 建筑工程—文集 IV. TU-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 155393 号

责任编辑: 侯俊琳 宋 旭 王新玉 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 10 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2007 年 10 月第一次印刷 印张: 48 1/2 插页 4

印数: 1—1 000 字数: 1 100 000

定 价: 298.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

序

钱七虎同志四十多年来一直致力于国防科技的教学与研究工作，在防护工程、结构工程、岩土工程和地下工程等领域颇有建树，是著名的防护工程、地下工程专家和我国国防工程、人防工程软科学研究领域的奠基人、开拓者，中国工程院首届院士，在国内外享有声誉。由于多年的工作关系，我对钱七虎同志比较了解和熟悉，此次阅读《钱七虎院士论文选集》，更加深刻地感受到他严谨治学的态度和开拓创新的精神。

钱七虎同志 20 世纪 60 年代初曾赴苏联留学，师从国际知名防护工程专家彼留金教授，获副博士学位。回国后，他紧紧围绕国防工程建设需要，积极开展理论研究和工程实践，取得了一系列创新性研究成果。1965 年，在国内首次应用空气动力学原理与方法，解决了防护工程孔口防护的计算难题。20 世纪 70 年代，在国内首先采用大型电子计算机数值计算和有限元数值分析方法，解决了地下飞机库大跨度钢与钢筋混凝土防护门的分析计算和柔性工事抗爆计算理论等问题。1975 年撰写了《有限单元法在工程结构计算中的应用》专著。

20 世纪 80 年代初，钱七虎同志研究了动载作用下结构中的横向变形波、浅埋结构复土层中卸载波等问题，建立了应力波与结构相互作用的三自由度计算理论、三相饱和土中爆炸波传播和与结构动力相互作用理论等，形成了我国土中应力波与结构相互作用问题的理论体系和计算方法，受到了张维、李国豪等老一辈科学家和同行的高度评价。

与此同时，钱七虎同志还在国内率先开展了系统工程在防护工程中的应用研究，提出了防护工程的“防护效率”概念和通用公式、浅埋掘开式工程，坑地道工程及混合式目标在常规武器、核武器攻击下破坏效果及防护效率等一系列理论见解，为防护工程的评价、设计方法的优选、设计标准的正确判定奠定了理论基础；提出了我军防御阵地稳定性概念及理论分析方法，并应用该方法模拟研究了在敌火力与兵力冲击下防御阵地的稳定性；提出了城市防护学理论，对我国城市受战争灾害影响的研究以及城市人防建设的规划起到了重要的指导作用；提出了我国工业经济防护研究的理论和宏观工业经济体系在战略攻击下的响应、防护与恢复的途径及方法的研究；建立了军事大系统以及人防系统的动态理论模型，包括系统综合性的动态模拟、预测与决策等。

20 世纪 90 年代初以来，钱七虎同志把研究重点转到了信息化条件下国防工程和人防工程抗高技术武器精确打击的新课题，带领学术团队开展了天然断层和软衬垫的消波隔震机理和计算方法、防护结构抗冲击爆炸的局部和整体破坏效应的理论计算与数值模拟等方面的研究工作，取得了令人瞩目的研究成果。他担任珠海炮台山大爆破工程总指挥，实施了装药量达万吨的峒室定向大爆破，创造了多层多列条形装药爆破的世界纪录。他十分关注国内外科学技术的前沿发展动态，亲自组织并积极倡导开展深部非线性岩体力学的理论与应用、地下空间开发利用等方面研究，取得了重要进展。由于为国防科技和军队建设做出了重大贡献，他曾获“国家有突出贡献的中青年专家”和“全国高校先进科技工作者”称号以及“中国人民解放军专业技术重大贡献奖”。

在 1983 ~ 1996 年担任中国人民解放军工程兵工程学院院长期间, 钱七虎同志始终坚持“军队院校必须站在时代的前沿, 培养适应未来作战需要的高素质人才”的指导思想, 从完善人才培养和使用机制入手, 大胆引进、选拔学科建设带头人和管理人才, 对学科专业进行整体设计和调整, 加大科研投入, 使中国人民解放军工程兵工程学院取得了一大批在军内外颇具影响的科研成果, 并跻身于全军重点院校先进行列。由于领导学院工作的业绩以及勤政、廉政的先进事迹, 他被选为总参系统的唯一代表, 参加了“全军爱国奉献先进事迹干部报告团”, 在全军巡回作题为“永葆共产党人的政治本色”的报告。

1996 年钱七虎同志离开领导岗位后, 仍以满腔热忱认真履行全国政协委员、总参科技委常委、总装科技委顾问等职责, 并担任国防科工委核废物深地质处置专家组副组长、国家南水北调工程专家委员会成员、国家能源储备工程专家组成员、建设部科技委委员等职, 积极为国家经济建设和军队科技发展献计献策, 主持完成了《21 世纪中国城市地下空间发展战略及对策》、《我国重要经济目标防护措施及对策》、《反爆炸恐怖科学技术问题研究及对策》等多项国家重要咨询课题; 主编了《民防学》、《冲击爆炸效应及防护结构计算》、《中国城市地下空间开发利用》、《地下城市》、《我国重要经济目标防护措施及对策》、《反爆炸恐怖对策研究》和《信息化战争中的防御与防护》等专著。

《钱七虎院士论文选集》汇集了钱七虎同志公开发表的、具有代表性的科研文章 87 篇, 体现了他的学术思想和研究方法, 反映了他自强、博学和奉献的精神境界。文集的出版, 不仅能弘扬钱七虎同志热爱祖国、献身国防教育与科研事业的精神, 而且能使广大的科技工作者尤其是年轻的一代从中受到教育和启迪。

希望在国防科技战线上能培养、成长和涌现出更多像钱七虎同志这样爱岗敬业、勇攀高峰的学科将帅之才, 为科技强军做出更大的贡献。

中央军委副主席、国防部部长



2007 年 6 月



钱七虎院士

钱七虎院士简介

钱七虎,防护工程和地下工程专家。1937 年生于江苏昆山,1960 年毕业于哈尔滨军事工程学院,1965 年获苏联古比雪夫军事工程学院副博士学位,1983~1996 年任解放军工程兵工程学院院长,1988 年被授予少将军衔,1994 年当选为中国工程院首届院士。现任解放军理工大学教授、博士生导师;总参科技委常委;全国政协委员。兼任国务院学位委员会土木工程学科评议组召集人、国防科工委核废物深地质处置专家组副组长、国家南水北调工程专家委员会成员、国家能源储备工程专家组成员、建设部科技委委员、总参军队科技进步奖评审委员会副主任委员、总装科技委顾问等职。并担任国际岩石力学学会副主席、中国岩石力学与工程学会理事长;国际城市地下空间联合研究中心亚洲区主任;中国土木工程学会常务理事、防护工程分会理事长;清华大学等十多所高校的名誉教授和兼职教授。

钱七虎院士长期致力于国防科技的教学与研究工作,创立了防护工程理论体系;解决了冲击波作用下土与结构动力相互作用的系列重大理论问题;建立了应力波与结构相互作用的三自由度计算理论、相互作用荷载理论以及爆炸波作用下三相饱和土与结构动力相互作用模型等;研究了重要防护结构利用天然断层的消波隔震机理和爆炸波通过断裂构造衰减规律的计算方法;形成了我国自己的浅埋结构冲击波与结构相互作用问题的理论体系和计算方法;解决了一系列军事重大工程项目的计算与设计问题;提出了防护工程的“防护效率”概念和通用公式;首次提出了我国工业经济防护研究的理论并开展了宏观工业经济体系在战略攻击下的响应、防护与恢复的途径与方法的研究;建立了军事大系统以及人防系统的动态理论模型。出版专著 11 部,发表学术论文 200 多篇。其教学和科研成果曾获国家科技进步二、三等奖各 1 项,军队科技进步一、二等奖 6 项,军队级教学成果奖 2 项,国家人防委科技进步一等奖 1 项,全国科学大会重大科技成果奖 1 项。1990 年被评为全国高校教育先进工作者和国家有突出贡献中青年专家。1999 年获中国人民解放军专业技术重大贡献奖。



1953 年钱七虎(左二)在上海中学学习



1954 年钱七虎免试推荐进入哈军工学习



1959 年钱七虎(前排中)在广州实习



1962 年钱七虎(右一)在莫斯科留学



钱七虎(站立者)为研究生授课



钱七虎(左二)在实验室做实验



钱七虎做学术报告



钱七虎(前排中)主持工程设计评标会



钱七虎(中)出席国际岩石力学大会



钱七虎(站立者)在中国申办 2011 年国际岩石力学大会成功后的答谢宴会上致辞



在人防科研工作会议上,钱七虎(左一)受到原军委副主席迟浩田上将的接见



2001 年钱七虎在北戴河参加中央领导同志对国防科技与社会科学专家的接见



1998 年钱七虎重访母校古比雪夫军事工程学院



1998 年钱七虎(左一)与研究生导师
彼留金教授在莫斯科重聚



1984 年全家合影



2000 年与夫人在莫斯科访问

目 录

序	曹刚川 (i)
---------	---------

一、防护工程系统分析

系统工程在人防工程建设中的应用	钱七虎 (3)
论城市防护学问题	程立国, 钱七虎 (11)
运筹学在防护工程中的应用——防护工程的破坏概率、抗力和方案论证比较	钱七虎 (16)
人防系统工程与城市地下空间对武器防护的效费分析	钱七虎, 程立国 (38)
应用系统工程方法在研究人防建设发展战略的尝试与探索	钱七虎, 程立国 (46)
工程兵发展趋势动态模型总体设计及建模方法	钱七虎, 李伟钢 (51)
城市防空疏散研究的基本原理与方法	钱七虎, 程立国 (59)
高技术局部战争条件下的工程防护	钱七虎, 刘光寰, 徐飞等 (66)
重要经济目标防护措施及对策	钱七虎, 陈志龙, 郭东军 (77)
重要目标防护综合集成探析	刘建永, 邬建华, 钱七虎 (83)
从阿富汗战争特点看美国军事高技术和作战理论新动向	钱七虎 (90)
知识军事漫谈	钱七虎 (94)

二、结构抗爆减爆理论

孔口防护中的空气动力学计算原理	钱七虎 (101)
结构动力分析中横向变形波影响的理论分析	钱七虎 (123)
冲击波荷载与冲量荷载作用下构件的动反力	钱七虎, 俞儒一 (134)
关于土中结构自振频率问题的探讨	钱七虎 (141)
在小容量计算机上计算结构自振频率及振型的一个方法	钱七虎, 陈震元 (146)
拱型结构的自振频率计算及轴向变形对自振频率的影响	钱七虎, 孙乃光, 陈震元等 (153)
考虑面力作用的钢筋混凝土承载力研究	钱七虎, 黄小平, 郭志昆 (161)
抗爆结构研究的若干进展 (综述)	钱七虎 (165)
冲击荷载作用下有限元方法求解波动过程的精度研究	钱七虎, 黄小平, 唐德高等 (176)
Elasto-Viscoplastic Finite Element Analysis of Blast Loaded Reinforced Concrete Structures	Qian Qihu, Fang Qin, Zhang Yadong (185)
冲击作用下单体两自由度系统耦合非线性振动分析	严东晋, 钱七虎, 唐德高 (195)
爆炸冲击震动下隔震系统设计的可靠性	严东晋, 钱七虎, 唐德高 (203)

- 防护结构设计中应变速率效应问题 方 秦, 钱七虎 (212)
- 速率相关混凝土模型中一个值得商榷的问题 方 秦, 钱七虎 (219)
- 硬质聚氨酯发泡体系发泡动力学模拟 王伟力, 钱七虎, 毕亚军等 (226)

三、岩土中爆炸效应及其与结构相互作用

- 冲击波作用下浅埋结构复土层中的卸载波 钱七虎, 陈震元 (239)
- 柔性地基上浅埋土中结构抗核爆空气冲击波作用的计算 钱七虎, 翟纪生 (252)
- 刚性基底软土层上土中结构抗核爆动力计算 钱七虎, 翟纪生 (259)
- 核爆作用下成层式工事支撑结构上荷载的确定 钱七虎, 翟纪生, 赵洪顺 (263)
- 空气冲击波作用下土中浅埋刚性工事的实用动力计算 陈震元, 钱七虎 (267)
- Two Important Problems on Defining Loads on and Dynamic Analysis to Shallow-Buried Structures Qian Qihu, Fang Qin (273)
- Some Rock Mechanics Problems Related to Underground Nuclear Explosions Fang Qin, Qian Qihu (286)
- 核爆条件下浅埋结构荷载理论与试验结果的对比研究 钱七虎, 王明洋 (301)
- 三相介质饱和土自由场中爆炸波的传播规律 钱七虎, 王明洋 (311)
- 三相饱和水土中爆炸波在障碍物上的反射荷载 (I) 钱七虎, 王明洋, 赵跃堂 (319)
- 应力波与带软衬垫的地下结构动力相互作用 方 秦, 钱七虎 (325)
- 爆炸应力波通过节理裂隙带的衰减规律 王明洋, 钱七虎 (335)
- 应力波作用下颗粒介质的动力特性研究 王明洋, 钱七虎 (341)
- 爆炸波作用下三相饱和土本构研究 赵跃堂, 钱七虎, 王明洋 (352)
- 爆炸荷载作用下三相饱和土中气体运动的几个影响因素分析 赵跃堂, 钱七虎, 王明洋 (360)
- 大压力爆炸动载作用下地下复合圆形结构研究 田志敏, 钱七虎, 吴步旭 (368)
- 战略防护工程面临的核钻地弹威胁及连续介质力学模型的不适用性 钱七虎 (374)

四、弹体的侵彻冲击效应

- 弹体对岩体侵彻深度研究 王明洋, 钱七虎, 尹放林 (383)
- 钢纤维高强混凝土单轴压缩下应力—应变关系 严少华, 钱七虎, 孙伟等 (387)
- 超短钢纤维高强混凝土静力与动力抗压特性对比试验及分析 严少华, 钱七虎, 姜锡全 (393)
- 钢筋混凝土震塌厚度计算公式对比研究 郑全平, 钱七虎, 周早生等 (399)
- The Challenge of High-tech Weapons to the Research Efforts of the Effects of Penetration and Explosion of Projectiles Qian Qihu (407)

五、岩土力学与工程

- 岩体的构造层次黏性及动力强度 戚承志, 钱七虎, 王明洋 (413)
- 深部坑道围岩的变形与承载能力问题 钱七虎, 陈士林, 王明洋 (426)

关于岩石的剥离破坏过程及混合破坏准则	戚承志, 钱七虎 (440)
岩石等脆性材料动力强度依赖应变率的物理机制	戚承志, 钱七虎 (448)
地铁工程结构破坏的竖向地震力影响分析	于 翔, 钱七虎, 赵跃堂等 (456)
隧洞开挖的三维有限元计算	金丰年, 钱七虎 (461)
确定软土流变模型参数的回归反演法	许宏发, 钱七虎, 吴华杰等 (469)
三峡围堰渗流状态的边界元计算分析	钱七虎, 许宏发, 金丰年等 (476)
Determination of Passive Earth Pressure Coefficients by the Method of Triangular Slices	Zhu Dayong, Qian Qihu (483)
Active and Passive Critical Slip Fields for Cohesionless Soils and Calculation of Lateral Earth Pressures	Zhu Dayong, Qian Qihu, LEE C. F. (493)
严格极限平衡条分法框架下的边坡临界滑动场	朱大勇, 钱七虎 (520)
深部岩石工程中的岩体力学问题——深部岩体力学的若干关键问题	钱七虎 (530)
深部岩体工程响应的特征科学现象及“深部”的界定	钱七虎 (542)
深部地下空间开发中的关键科学问题	钱七虎 (549)
从河床冲淤分析沉管法修建长江水下隧道问题	钱七虎 (569)
Явление Зональной Дезинтеграции Горных Пород Вокруг Выработок на Глубоких Горизонтах	Qian Qihu (575)
Some Key Problems Related to Non-Linear Rock Mechanics at Great Depth	 Qian Qihu (582)
Достижения, Развитие И Проблема Работы Горных Пород (Подземных) В Китае	Qian Qihu (595)
从全局观点谈圆明园湖底的防渗工程	钱七虎 (613)
高放废物深地质处置中的多场耦合与核素迁移	罗嗣海, 钱七虎, 李金轩等 (616)
高放废物地质处置系统安全评价及其指标体系	李金轩, 钱七虎, 罗嗣海等 (627)
深地下防护工程中的科学问题	钱七虎, 任辉启 (635)

六、地下空间开发利用

可持续城市化与地下空间开发利用	钱七虎 (647)
岩土工程的第四次浪潮	钱七虎 (655)
长江越江通道工程应实行桥隧并举	钱七虎, 何益寿 (662)
琼州海峡通道宜隧不宜桥	钱七虎, 何益寿 (667)
俄罗斯地铁建设考察	钱七虎 (672)
俄罗斯地铁建设考察综述之一: 俄罗斯地铁建设总情况及设计总要求	钱七虎 (688)
美国波士顿地下空间开发利用与城市更新	钱七虎, 王秀文 (694)
充分开发利用地下空间建设资源节约型和环境友好型城市	钱七虎, 陈晓强 (699)
国内外地下综合管线廊道发展的现状、问题及对策	钱七虎, 陈晓强 (706)
Present Situation and Future Prospect of Application of Tunneling Machine to Chinese Underground Engineering Construction	Qian Qihu (712)

岩土工程领域若干工程途径的辩证对比思考	钱七虎 (726)
关于缓解北京交通拥堵问题的探讨——城市地下物流系统	
.....	钱七虎, 郭东军, 陈志龙 (731)
The Motivation and Prospect of Developing Underground Logistics System in China's	
Metropolis	Qian Qihu, Guo Dongjun (739)
建设节约型城市应充分开发利用地下空间——在地下空间国际学术大会上的讲话	
.....	钱七虎 (752)
中国大都市地下空间后发优势探析	奚江琳, 钱七虎 (754)
建设特大城市地下高速路和地下物流系统——解决中国特大城市交通问题的新思路	
.....	钱七虎 (762)

一、防护工程系统分析

