

徐秉业 主编

基础
力学的
教学
与实践

北京理工大学出版社

庆祝中国力学学会成立四十周年

基础力学的教学与实践

徐秉业 主编

北京理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础力学的教学与实践/徐秉业主编. —北京:北京理工大学出版社,1997.6

ISBN 7-81045-271-1

I. 基… II. 徐… III. 理论力学-高等教育-教学研究
IV. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 05357 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

房山先锋印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 10.25 印张 225 千字

1997 年 6 月 第一版 1997 年 6 月 第一次印刷

印数:1—1000 册 定价:15.00 元

※ 图书印装有误,可随时与我社退换※

《基础力学的教学与实践》编委会名单

主 任：徐秉业

副主任：赵学仁

委 员：(按汉语拼音排序)

丁皓江 范钦珊 刘 肃

单辉祖 武际可 王 克

吴望一 杨挺青 赵经文

朱 峰

前 言

基础力学在工程技术人才培养的过程中起着举足轻重的作用,因为在工程实践中有大量的力学课题需要工程技术人员去分析、研究和解决。理论力学、材料力学或工程力学在高等工科院校和中等技术专科学校都是重要的基础课程,学时占有很大的比例。如何教好这些力学课程,使学员学好这些力学课程并且在将来的工作中发挥更大的作用,是摆在广大力学教师和力学工作者面前的重要任务。

中国力学学会教育工作委员会于1996年9月1日至5日在山东长岛召开了全国理论力学和材料力学课程教学经验交流会,会议共收到210余篇学术论文,全国80余所院校的124名代表参加了会议。

会议中就面向21世纪力学课程改革以及力学教师所肩负的责任交换了意见,指出基础力学最终是要为工程实际服务的。基础力学教学不仅要使学生获得力学知识,更重要的是使学生掌握力学知识与工程实践相结合的本领,高水平地完成工程实践任务;只有这样,力学教育才有生命力,力学才能不断发展,才能更多地为我国国民经济发展作出贡献。会议就理论力学、材料力学、中专力学和综合教学等四个方面的内容进行了交流和讨论,讨论热烈、认真、具体;既有各种各样的改革设想,又有丰富多彩的教学经验和体会,可谓百花齐放、百家争鸣,反映了我国近年来基础力学教育的成绩和教学水平。

为了更广泛地进行学术和教学经验交流,我们精选了 50 篇论文出版了这本论文集。我们衷心地期望这本论文集能受到广大力学教师的重视和欢迎,并在提高我国力学教学水平方面起到良好的促进作用。

我们谨以这本文集献给中国力学学会成立四十周年。

《基础力学的教学与实践》编辑委员会

1997 年 1 月

目 录

理论力学部分

理论力学教学内容改革的几个关系问题 (薛克宗)	(3)
培养学生研究能力的探索与实践 (赵文奇)	(12)
关于当前理论力学课程改革中若干问题的探讨 (张义忠 周纪卿 张克猛)	(16)
理论力学课程体系改革实践 (李宗芬 胡秀章)	(21)
运动学问题的数值计算 (唐驾时)	(27)
培养创新思维,造就开拓人才 ——在理论力学课程教学中的教改探索 (刘又文)	(34)
谈谈理论力学课的学习方法 (朱金荣)	(42)
关于理论力学课程改革的思考 (李 苹)	(49)
抓好理论力学课程建设,促进课程教学质量的提高 (林茉君)	(54)
《理论力学测试与指导课件》的教学实践与效果 (罗晋华 黄 飞 张佳鑫)	(59)
在教学中加强对学生的思维能力的训练 (张怀瑾 李万琼)	(65)
采用多种途径努力改善理论力学的教学条件 (王月梅 谢占魁 曾新宇 彭晓东)	(71)
70~90学时《理论力学精编教程》教材的初步构想 (许志新)	(77)
工科理论力学教材内容的改革要“高、精、新” (彭 祝)	(82)

“摩擦”的内容及其讲授方法 (李国义 季长柱 鄂毅男)	(87)
用速度损失量计算对心正碰撞时的动能损失 (赵兰水)	(93)
关于实施理论力学 CAI 的阶段及效用研究 (王建省)	(97)

材料力学部分

夹层梁的改进及教学实践 (徐育澄)	(109)
材料力学实验教学体系改革实践与探索 (陈忠安 姜稚清)	(117)
寓材料力学教学于美学之中 (洪彩霞 李 忱)	(123)
“授人以渔”——材料力学课堂教学的点滴体会 (何惠际)	(128)
以计算机分析为主线改革材料力学的传统教学内容 (王复兴 林祖森 孙华东 曾昭煌)	(135)
根据课程特点和学生认识规律组织教学 (崔玉玺)	(140)
从材料力学的发展史浅议本学科的科学 思想与科学方法论 (施燮琴)	(145)
教师的助手 学生的朋友——浅谈《力神》材料力学 软件包的开发和教学实践 (曾国平)	(151)
材料力学中应力理论与强度理论的教学探讨 (张展福)	(157)
材料力学课程改革刍议 (梁枢平)	(163)
材料力学教学法研究成果——《内力图的快速画法》简介 (李印生 庄弘炜 安晓宁 臧胜远 赵雁)	(169)
材料力学教学内容和教学方法改革的认识与实践 (鄂毅男 季长柱 李国义)	(177)

机械类材料力学课程改革的思考与实践探索 (武广号 蔡怀崇 章真声)	(181)
横截面对称且边界外凸梁正应力控制 强度的经验公式判别法 (薛福林)	(187)
将共轭梁法引入梁的电算教学中来 (薛福林 牟宗花)	(195)
试谈材料力学教学改革 (王树勇 周际平)	(200)
延伸基础理论,更新计算手段 (杨玉贵 刘会川)	(206)

中专力学部分

教学与兴趣 (宣荷英)	(213)
对城建中专建筑力学课程的探讨 (国艳红)	(218)
导课方法的研究与实践 (吴绍莲)	(223)
优化工程力学教学过程,提高教学质量 (郭春芳)	(233)
试论杆件基本变形中应力、应变计算的共性规律 (胡宗一)	(240)
对力学及其应用形式的再认识 ——兼谈工程力学教材体系变革方案 (王思涌)	(252)
试论教学要素的设计 (林红)	(259)
用《高等数学》——函数的间断点内容来讨论梁 的内力图 (李华)	(265)
优化工程力学教学,培养跨世纪的高 素质的机械技工人才 (方素范)	(271)
“讲、议、练”教学法的探索与实践 (李 平)	(275)

综合部分

顺应市场要求,开发学生潜能	
——工程力学教学中培养学生能力的探索	
(谢芝馨)	(283)
认真压缩学时,努力提高质量	
——工程力学课压缩学时教改实践	
(邱支振)	(290)
高等工程专科学校力学课程改革与实践	
(莫淑华 孙 林)	(296)
针对矛盾,改革工程力学教学 (蔡文海)	(300)
关于基础力学教学方法的探讨与尝试	
(沈晓阳)	(305)
整合·开放·超越——对改革我国工科力学	
教材的思考 (黄 毅)	(311)

理论力学部分

理论力学教学内容改革的几个关系问题

薛克宗

(清华大学工程力学系)

一、现代与经典

现代科技的迅猛发展已为世人所瞩目。在这种情况下,怎样看待已有二三百年的历史理论力学经典教学内容?怎样更新内容?这是近些年来困惑教师的一个问题。

理力的主要内容是动力学。它一般分为矢量力学和分析力学初步两部分。以下从现代动力学发展的两个重要学科,看它们的地位。

第一,多体系统动力学。它在航天器、空间机械和机器人、高速车辆、生物力学等领域得到广泛应用。它是经典理论力学、分析力学这棵“古树”上开出的“新花”。多体动力学建模仍为矢量力学和分析力学两种方法。如,Roberson/Wittenburg方法用质系动量和动量矩定量建模;Kane方法的理论依据是d'Alembert—Lagrange原理。它在理力中称动力学普遍方程。

第二,有限单元法。它已广泛成为力学、物理、工程等领域中处理计算问题的有效方法之一。它是古典的变分方法,即Ritz—Galerkin方法的改进或发展。理力中讲授的虚位移原理与最小位能原理分别是Galerkin法及Ritz法的力学背

景，或称后两者分别源出于前两者。

由上看出，现代动力学迅猛发展并没有提出全新的力学原理，从而宣布经典动力学规律已经过时，将其抛弃。相反，后者仍是前者的重要理论基础。理力介绍的经典力学基本原理和方程有较大的相对稳定性；另一方面，现代动力学以前所未有的方式，将经典动力学规律与计算机相结合，解决了仅靠这些规律无法解决的现代实际力学问题。在这一结合中经典动力学方程必然产生的“变形”或“变奏”具有时代特点。

作者认为，理力教学内容改革和更新应该区别不同情况，分为加强部分、增加部分和改进叙述三种情况：

(1) 加强分析力学（初步），使之与矢量力学并重。

上述现代动力学的发展，有力证明这样做的必要性。作者于 1988 年在 [1] 中已提出这个问题。但实际中需要商榷，如，[2] 认为：“普遍定理是整个动力学的中心，必须讲深讲透”。[3]：“质系普遍定理是理论力学的重点，将其放在突出位置”。

(2) 加强三维刚体动力学。

经典及现代动力学的发展都是从“二维”走向“三维”。自 60 年代，人类进入太空时代以来，美国的工程力学教材在加强理论的深广度上有了明显变化。其中也包括大大加强了三维刚体动力学^{[4][5]}。如 [6] 中，“三维”占 76 页，与“二维”之比为 45 : 55；[7] 中“三维”占 136 页，约占全部动力学（578 页）的 1/4。

(3) 增加适宜于计算机应用的矩阵方法及对非线性动力学方程的数值解法。如，[8] 在静、运、动三篇分别列专章介绍矩阵方法。

(4) 增加结合工程和生活实际，特别是反映科学技术新成就的新例题和新习题（详见本文第二部分）。

(5) 用现代力学的观点、方法和语言等改进叙述经典的理力教学内容。

在今天，理力讲授的经典力学规律是不变的，但科学技术发展了，人们对这些规律的认识和应用会有变化，所以有“改进叙述”问题。如同爱因斯坦相对论问世，并没有改变牛顿力学的教学位置，但可以从更高、更科学的观点阐述牛顿力学。

如，引入计算机后，使评价动力学方程应用优劣的标准发生很大变化。过去认为，具有自然科学的美学形式，又为最少量方程的拉氏方程是最好的。现在则认为，适于上机，使人的参与工作量最少，数值处理方便的动力学方程最好。因此，需将原有方程予以“变形”或“变奏”，使之成为程式化的动力学模型。[9]谈及类似问题。教学中，应按以上观点“改进叙述”有关内容。

顺便指出，不能对教学要适应计算机的需要做简单理解。如，求解静力学问题需要选择平衡方程，过去强调尽量做到“一个方程解一个未知数”。现在再强调它，也并不“落后于时代潮流”。那是为了在打基础阶段，加强学生受力分析的基本功。这是专业课教师提出的意见。

二、理论与实际

现在经常谈论一个话题：力学不景气。可以说出种种表现。但是，还应看到另一个事实：近十几年来，各校与力学有关的系或单位都长出了一大块力学。这说明，不是力学不景气，而是力学系的某些方面不景气（不再详述）。现代科技

发展，从来没有像今天这样需要力学。力学已经从力学家的“圈圈”里走了出来，为广大非力学的科技工作者所熟悉，所拥有，所应用。力学在有关的各专业中愈来愈广泛地找到了“用武之地”。[10] 论述现代力学发展的特点时指出，“力学已从单纯地认识自然，到把这一认识和重大的新兴工程的发展结合起来，使应用力学各分支成为现代许多大工业的基础”。

力学理论和工程实际的这种紧密结合关系，已在国外工程力学教材中有了明显反映。打开近 10 多年对中国理力教学有较大影响的 [11] 的 1991 年新版本，发现有两个明显变化：

(1) 在每章文字的前一页，都有一张占整页版面的实物照片。它们一般都是大型或重型的实际结构或机构。如，第一卷本 (statics) 的两章所附照片是：

第三章平衡 重型龙门吊车吊起装了货的船用集装箱，并将其定位。这是物体平衡的例子。

第七章虚功 向飞机装货的载荷平台是应用虚功原理的例子。

(2) 在前版的基础上，进一步引入有特色的联系实际的例题和习题。

它们大致分成两类：一类是联系高、新科技的 (图 1~3)。图 1 为航天飞机及其中心燃料箱和两枚助推火箭。要求解它在初瞬时的加速度及飞行过程中三个主发动机的燃料消耗率。图 2 为人造地球扫描卫星及其内部的反作用轮姿态控制系统。若使卫星满足一定的姿态要求，求应作用在飞轮上的控制力矩。图 3 是五自由度的机械臂系统，已

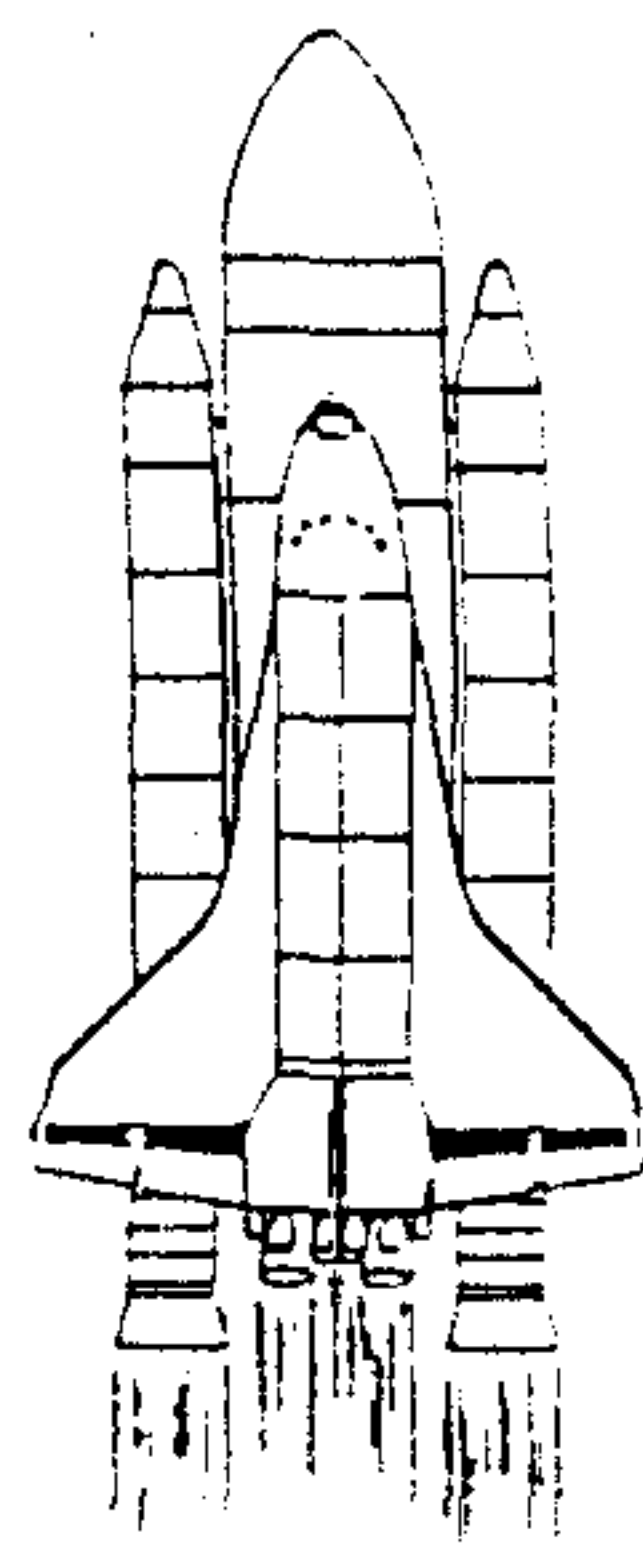


图 1 航天飞机及推进设备

知相对角速度 $\omega_1 \sim \omega_5$ ，试分析抓举物 A 的运动。这些要求都是高、新技术中存在的实际问题；另一类是联系生产和生活实际的（图 4~6）。

图 4 为安放在电冰箱开门支架上的罐头。当冰箱被砰地关上时，求罐头不致滚落的冰箱运动条件。图 5 为细长的烟囱由于根部断裂而倒地。在倒地之前，它的某一横

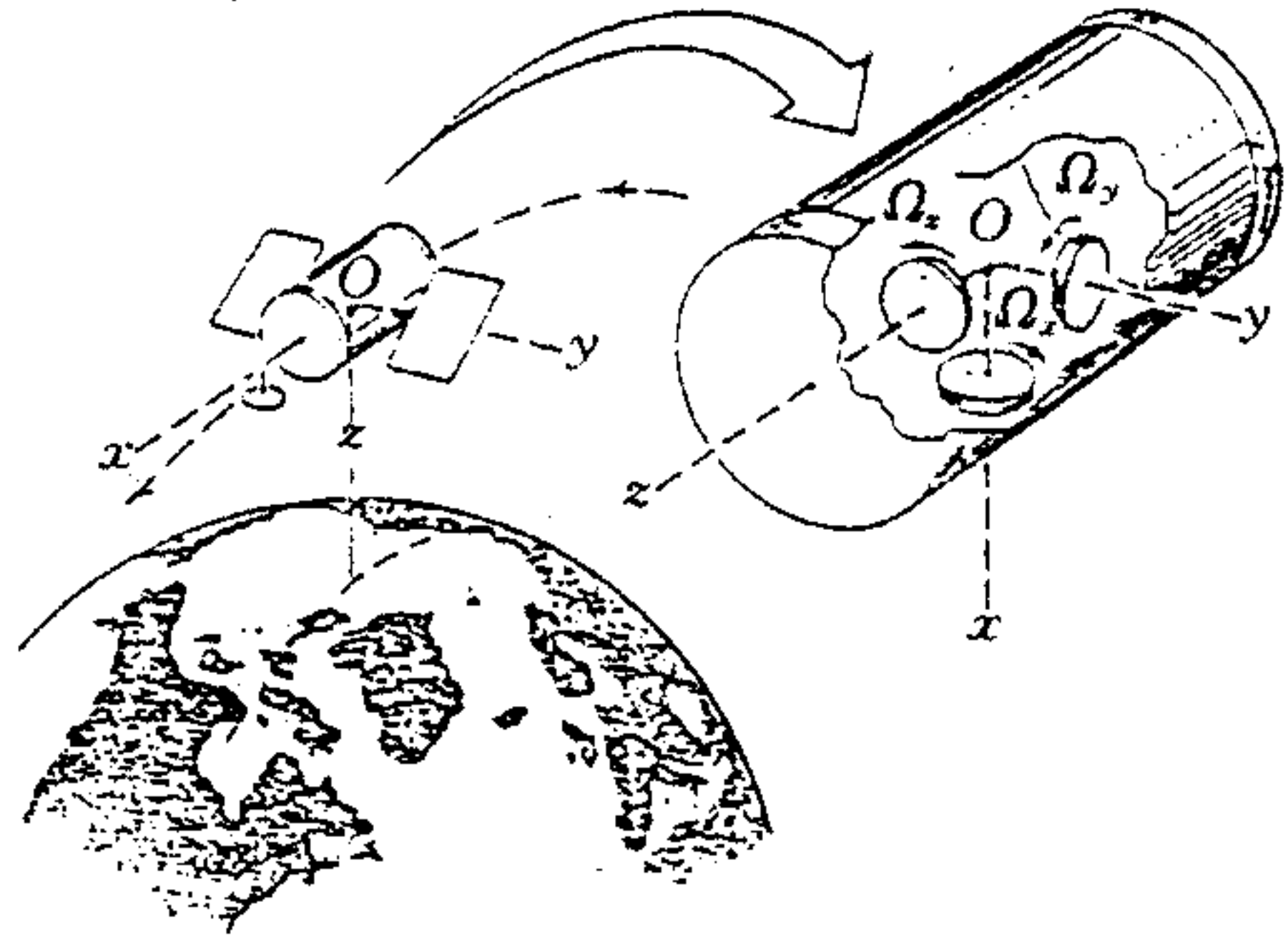


图 2 人造卫星的姿态控制系统

截面还会发生断裂。

求此横截面的位置，并说明它就是细长烟囱的打击中心。图 6 是工人在运输大型玻璃板时，求解其所用夹持工具的自锁条件（两者间的最小摩擦系数）。这些题目都使读者感到实实在在，饶有兴趣。理力的理论和概念，甚至一些传统习题

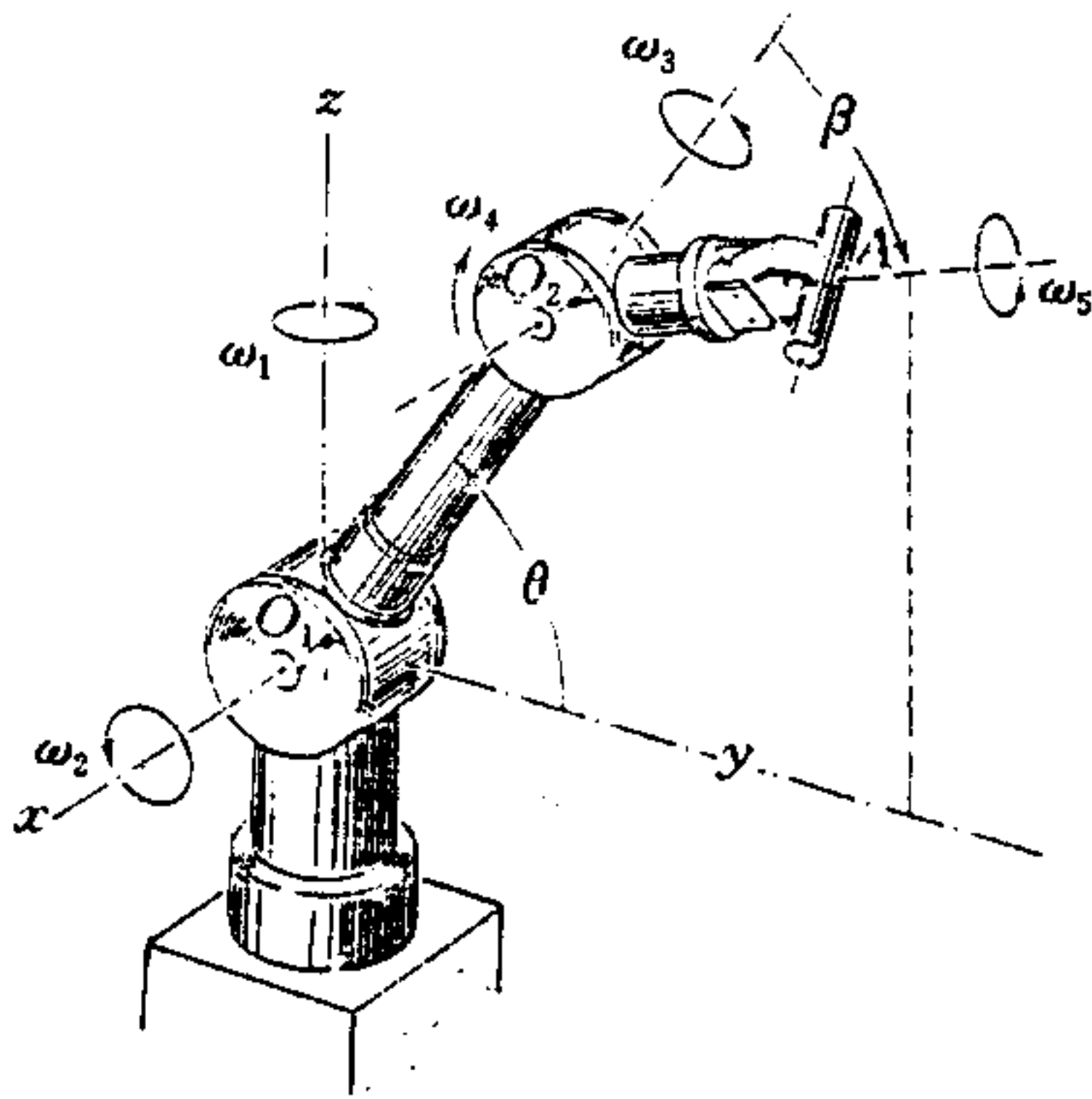


图 3 五自由度机械臂

的力学模型，都有新的丰富应用。如图 6 和传统习题中工人爬电线杆用的“脚蹬子”等的力学模型就是完全一样的。