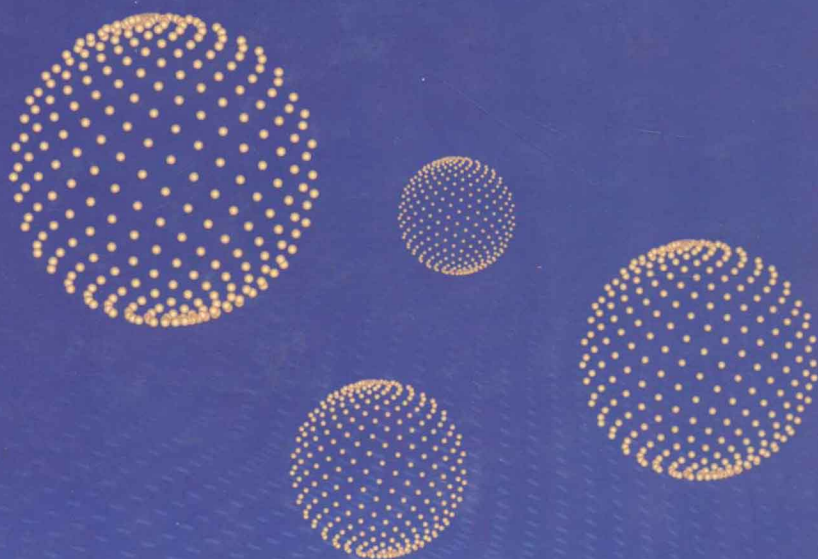


数学化的场论： 球面世界的哲学

任 伟◎著



科学出版社

杭州电子科技大学出版资助

数学化的场论： 球面世界的哲学

任 伟 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者多年研究成果的总结,也是研究过程的报道和研究方法的展现。仅就篇幅而论,科学内容居多;但就内在精神而论,本书可作为一本哲学书来读。本书将电磁场理论的核心概念用于研究人类,用数学化的场(而不是实证意义上的场)穿透主体间性的哲学难题,引导读者进入球面世界的哲学。旨在让读者成为哲学的人而不是科技的某种人。作者对每章的简要点评远比每章的知识本身重要。

本书可供电磁理论、人类思想史、哲学、语言学、宇宙学、数学物理、微波遥感、微波声学等专业的科技人员、研究生、本科生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

数学化的场论:球面世界的哲学/任伟著. —北京:科学出版社, 2013
ISBN 978-7-03-038622-9

I. ①数… II. ①任… III. ①电磁场-场论 IV. ①O441.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 217918 号

责任编辑:余 丁 / 责任校对:郑金红

责任印制:张 倩 / 封面设计:迷底书装

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>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 8 月第一次印刷 印张:48 3/4

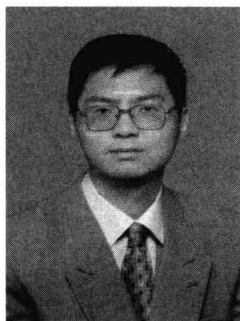
字数:1 117 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

怀着敬意与感激谨将此书献给我的父亲和母亲

作者学术成果



数学上

创立有界均匀各向异性介质的波函数理论；

创立无界均匀各向异性介质的并矢格林函数理论；

揭示哲学上意志论的数学结构；

证明时间的奔腾向前与时间的永恒轮回的定量关系，解答不同时强制同时何以可能的问题。

哲学上

完成对费尔巴哈、黑格尔在辩证法上的超越，用二维数字信号处理的方法给出辩证法的当代定型；

回答海德格尔“为什么在者在而无却不在？”的提问，完备了笛卡儿和康德没有完成的二元论哲学；

建立既与物理学不矛盾又与经济学一致的价值论；

用数学化的场结合物理学上的多重散射理论解决主体间性难题；

用完备二元论统一了本体论和认识论。

物理学上

建立作者的时空相对论，完成对牛顿和爱因斯坦的否定之否定；

给出相对论性量子力学狄拉克方程解的诠释；

开启电磁场和引力场统一场论的规范场路径；

在牛顿用向径，黎曼和爱因斯坦用速度构造力学体系的基础上，用加速度作为出发点构建力学体系，因此库仑定律和牛顿万有引力定律可以统一为匀加速运动；

发现第四守恒定律并给出惯性系的自恰定义和根源。

宇宙学上

将量子力学中量子化概念用于天体运动研究；

给出太阳系的五个自旋不同的方程；

探索光的加速度，在常识理解的零加速度的基础上，提出光的加速度为光速的平方的算符理解和光的加速度在数值上等于光速的对偶空间理解。

电磁学上

通过电偶极子的考察建立空间相对论和时间相对论；

通过对高斯定理的 30 年研究，打通了量子力学、电动力学、相对论和规范场论；

开创时域压电学研究；

证明地球引力场中电磁场的三个矢量位分量和一个标量位分量等于作者的统一场论中的二个电磁位加二个引力位，俗称 $3+1=2+2$ 的问题，以此为基础，研究宇宙微波背景辐射下的有源电磁场理论。

语言学上

发现语言与言语有与 Maxwell 方程中电场和磁场相似的时变规律;

用意义和音响形象重写二元论的意识哲学;

通过对语言中句段关系和联想关系的研究,开启哲学的纤维丛时代,并推动其代表的泛函分析时代和分析哲学代表的函数论时代;

提出语言学的实践论,用无声的话语作为完备二元语言学实践论的第四个元素。

思想上

第一次定义了绝对静止(=绝对运动);

在哥伯尼原著中找到自旋的思想萌芽,通过现象学提纯实现了自旋的哥伯尼革命;

在宠加莱猜想的物理对应研究中,提出时空并不代表宇宙的思想;

用分析力学上的 Hamilton-Jacobi 体系重审一切科学与哲学,揭示了世界的显隐动作,完成生存论存在论的信息化重铸。



任伟夫妻和马君岭夫妻 2009 年于加拿大



任伟一家 2012 年于加拿大

前 言

本书是作者主持的两个国家自然科学基金项目(编号 60471011, 60872091)的成果总结,受到国家自然科学基金的支持和杭州电子科技大学的资助。在此特别感谢杭州电子科技大学历届各级领导方华、叶明、薛安克、费君清、孙玲玲、朱泽飞、郭林松、余建森、吕金海、陈光亭、邵根富、田野、严义、刘敬彪、鲁剑伟、黄良、胡建萍、官伯然和秦会斌等的指导和帮助。

本书第九章和第十章较好地反映了作者的研究兴趣和研究现状。书中有少量内容的重复主要是为了研究型章节的相对独立性(self-contained),也可以说是为了每章的自足性。重复并不是完全无用的,至少容易加深读者对有关内容的理解和掌握,正好比一首歌曲往往有些不同时的重复,交响乐更有同时的重复,而且,有的读者只是选择性地看书中某一章甚至某一节,自足性就十分重要。所以,我们没有刻意避免重复。

第一章,传输线的函数变换解,是博士论文的工作,师从林为干院士,体现了很好的师传。林为干院士在保角变换方面做了很多研究工作,我在他那里学保角变换的确是事半功倍的。

第二章,导电柱体的低频散射是对林为干院士和潘威炎老师早年工作的改进,方法还是保角变换。

第三章,椭圆直波导理论也是林为干院士擅长的领域,对我来说则是完成了几何各向异性区域内波动方程的数学结构的认识,为我日后的突破性原创工作奠定了思想基础。

第四章,条带散射研究。林为干院士在我一上博士时就叫我关注时域微波的问题。当时人年轻,有点不听老人言,一切以自己的兴趣为转移,在快毕业的时候勉强开始了一点工作,没法写进博士论文。但是听了一些有用的课,如聂在平、阮颖铮老师的几何绕射理论和复射线理论。还听了冯志超老师的光学原理,卢亚雄老师的激光原理,谢汉德老师的高等量子力学。博士期间通读了吴大猷的《理论物理》(七卷集),基本框架能够背诵,为我日后的物理学研究打下了良好的基础。在此,特别感谢我妈妈从小给我思想的自由。一个人的博士经历无疑是重要的,本科学习也很重要。要特别感谢本科阶段的杨义先、张连文、张志勇、杨耀武和向中贵同学,以及成孝予、赵家升、冯潮清、何云娇和任丽君老师。

博士毕业以后,出国前,应用已故华罗庚教授在《数论导引》前言中介绍的方法(从这里可看出本科数学教育的痕迹),系统地研究已故的美国麻省理工学院教授 Kong 及其学生的作品,这是第五~七章的工作,对我的学术水平有很大提升。直接的好处是 1994 年 Vasu 教授邀请我到美国宾州州立大学访问。Vasu 教授对我当时的工作充分肯定,认为是与国际研究潮流齐头并进的。我从 Vasu 教授那里学到了研究物理的方法,她告诉我 Maxwell 方程不要了,我们另搞一套。她是美国芝加哥大学物理学博士,芝加哥大学数学系 Twersky 的学生,对原创性研究的选题有敏锐的目光。Vasu 教授对我的鼓励和指导直接造就了第八~十章的成果。可以说是 Vasu 教授塑造了我的物理学研究风格(按照

玻尔的话说,卢瑟福是他的第二位父亲,依此类推,Vasu 教授是我的第二位母亲)。整个第八~十章是物理学、数学、哲学思想的交响曲。

① 根据康德内外感知学说的启示,用旋转的车轮测量耦合着的时间和空间,实现了狭义相对论四维时空的三维描述;提出并证明了任伟定理;根据任伟定理,引力质量=惯性质量,狭义相对论为广义相对论奠基;完成在时空观上对牛顿的绝对时空和爱因斯坦的相对时空的否定之否定,创立了作者的空间相对论和时空相对论;在人类思想历史上第一次用等式“绝对静止=绝对运动”定义了绝对静止;发现继能量守恒、动量守恒和角动量守恒定律之后的第四守恒定律,对应于时空的第四种对称性。从而将物理学的出发点从匀速直线运动改变为匀转速运动,实现整个物理学的推进。

② 通过对高斯定理的研究,在坚持无源 Maxwell 方程正确性的前提下,发现了有源 Maxwell 方程的新的物理意义,实现了量子力学、相对论、规范场和电磁场与引力场的统一场论的贯通。给出量子力学相对论性狄拉克方程解的个人诠释。

③ 创立有界均匀各向异性介质的波函数理论和无界均匀各向异性介质的并矢格林函数理论。问题由作者提出,方法是原创的,结果是新的,在经典物理学各个领域都有应用。特别是否定了文献上求解无界均匀各向异性介质并矢格林函数的傅里叶变换法、Radon 变换法和平面波展开法。

④ 完成对费尔巴哈、黑格尔在辩证法上的超越,用二维数字信号处理的方法给出辩证法的当代定型。

⑤ 回答海德格尔“为什么在者在而无却不在?”的提问,完备了笛卡儿和康德没有完成的二元论哲学。

⑥ 完成对自旋解释的哥白尼革命,写出太阳系的五个不同自旋的方程。将量子力学中的核心量子化概念用于研究天体运动。

⑦ 改变了人类关于宇宙就是时空的思想,用基于绝对时空(时间有先后)的封闭体系的自然哲学补充目前基于广义相对论(不同时可强制同时)的开放体系的(耗散结构的)宇宙论。

只对作者最近工作感兴趣的读者读第九章和第十章即可。第九章是数学化的场论,第十章是球面世界的哲学,与本书副书名相吻合。

第十一章则进一步以本书特有的平面波主线介绍弹性波基础,这些知识对电磁学专业的读者也是有用的,因为材料的研究和学科的交叉使得不了解这些知识就难以进行一些前沿的研究课题。

第十二章深入探讨声电耦合场问题,提出声电耦合场的初边值问题,将一种电磁场中常用时域数值计算方法引入到声场。据我的导师 Smith 教授说,2002 年他在德国超声年会上的演讲引起包括美国国防部、美国海军实验室在内的世界各地研究团体的强烈反响,带去的 30 多份论文预印本被一抢而空,会后还有很多来信来电索取。目前杭州电子科技大学在这一方面的研究领先于 Smith 教授在加拿大的工作,也领先于其他研究小组。

第十三章以大量篇幅详细讨论波函数理论,也就是无源波动方程的解,第十四章研究有源情况下波动方程的解。这两章是作者在专著《电磁散射理论》中撰写的两章内容的更新。这部分可作为博士研究生的教材。

第十五~二十一章的内容是两个国家自然科学基金资助课题的阶段性的成果小结。我

指导的研究生焦志伟、徐广成、潘伟良、杜铁钧、董志龙、王丹、姚军烈、郑洲官、朱合、肖刘琴、刘松柏和刘宁做了大量的协助工作,这部分内容可作为相关学科的教材。

这次成书,限于作者学识水平,虽然数易书稿,仍然不很满意,特别是哲学方面的研究,遵照母命压缩到第八章,甚为遗憾。这些年实际做的工作是第八章的十倍以上。哲学研究成果只能按照妻子的建议将来出下一本著作时去体现了。书中内容难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

目 录

作者学术成果

前言

第一章 传输线的函数变换解	1
1.1 由圆及正 N 边形组成的同轴线的研究	1
1.1.1 级数反演方法及其精度	2
1.1.2 möbius 变换理论	6
1.2 单根和耦合正 N 边形平板线特性阻抗计算	9
1.2.1 正 N 边形平板线的分析	9
1.2.2 耦合正 N 边形平板线的分析	10
1.3 由圆及矩形组成的同轴线新研究	12
1.3.1 外矩内圆同轴线的区域变分原理解	12
1.3.2 外矩内圆同轴线特性阻抗的简化计算	15
1.3.3 平行板间的耦合圆棒	17
1.3.4 外圆内矩同轴线	18
1.4 由圆和椭圆组成的同轴线分析外椭圆内圆同轴线的解	19
1.4.1 外椭圆内圆同轴线的解	19
1.4.2 外圆内椭圆同轴线的解	20
1.5 分析电磁小室的新方法	20
1.5.1 电磁小室的保角变换分析	21
1.5.2 $a \leq b$ 时的均匀矩形同轴线的分析	23
1.5.3 隔板放在等宽介质切片上的电磁小室的直接保角变换分析	24
1.5.4 保角变换结合对偶变分原理方法及应用	26
参考文献	28
第二章 导电柱体的低频散射	30
2.1 关于早期工作的注记	30
2.1.1 引言	30
2.1.2 理论	30
2.2 导电柱体的低频散射	35
2.3 椭圆导体柱的低频散射	36
2.4 高斯束对导体椭圆柱的散射	36
2.4.1 引言	36
2.4.2 分析	37
参考文献	39
第三章 椭圆直波导理论	40

3.1 引言	40
3.2 基本方程	40
3.3 衰减常数问题	42
3.4 积分的解析处理	43
3.5 主模与第一高次模特性	45
3.6 小椭圆度椭圆波导的新理论	46
参考文献	47
第四章 条带散射研究	48
4.1 关于瞬态分析中的频段简化问题	48
4.2 条带散射的高频渐近解	50
4.3 导体条带的低频渐近解	51
4.4 关于条带的边缘奇异性	52
4.5 窄带积分方程的解	53
4.6 导体条带积分方程的解	54
4.6.1 第一类奇异积分方程的直接解	54
4.6.2 第一类奇异积分方程的正则解	56
4.6.3 条带对称性的利用	57
4.6.4 第一类奇异积分微分方程的解	57
4.6.5 关于激励项的展开问题	58
4.6.6 特征模理论	59
4.6.7 不同介质半空间的条带散射	59
4.6.8 散射远场计算	60
4.7 电阻、电导、阻抗和介质条带积分方程的解	60
参考文献	62
第五章 随机离散散射体的多散射理论	64
5.1 引言	64
5.2 混合物有效介电常数的自治理论	65
5.2.1 静电学近似自治理论	65
5.2.2 强扰动理论	66
5.2.3 相干位有效场自治理论	71
5.2.4 等效介电常数的 T 矩阵理论	73
5.3 矢量辐射传输理论及其修正	73
5.3.1 VRT 方程的形式结构	74
5.3.2 各向异性强起伏随机介质层的 VRT	76
5.3.3 致密介质 VRT(DVRT)及其在全极化测量中的应用	77
5.3.4 二层各向异性随机介质的修正辐射传输(MRT)方程	80
5.3.5 非球形粒子和各向异性球形粒子的消光率和相位矩阵	81
5.4 含 N 成分致密分布介质球的随机介质的有效传播常数	81
5.4.1 多散射方程与色散关系	81

5.4.2 能量守恒与二阶矩的梯形近似	85
5.4.3 含多种尺寸粒子的随机介质的对分布函数	88
5.4.4 含中等尺寸粒子的随机介质的有效传播常数	90
5.5 强扰动理论、输运理论与多散射理论	95
5.5.1 对多散射理论的解释	95
5.5.2 三种理论的相似之处	97
5.5.3 现有理论存在的问题	98
参考文献	99
第六章 计算含随机离散散射体介质的等效介电常数	101
6.1 随机离散散射体的多散射理论	102
6.1.1 多散射的基本方程	102
6.1.2 准晶近似	103
6.1.3 对分布函数	103
6.2 递推算法研究	104
6.2.1 递推算法的基本概念	105
6.2.2 递推算法在随机介质中的应用	107
参考文献	125
第七章 随机离散介质球颗粒等效介电常数的计算	127
7.1 静电学近似	127
7.2 瑞利混合公式	128
7.3 成层球计算公式	129
7.4 相干波效应	129
7.5 相干位下的色散方程	131
7.6 总结与展望	142
参考文献	142
第八章 任伟的哲学提纲	143
8.1 引言	143
8.2 社会化历史性的人的场论摘要	147
8.2.1 存在论域的划分	148
8.2.2 社会的人的场论	151
8.2.3 思想来源之一——姜井水的哲学探索	153
8.2.4 思想来源之二——空集的引入	153
8.2.5 思想来源之三——相对论与量子力学的数字信号处理观点	153
8.2.6 双螺旋哲学的认识论(意识、自我意识)	153
8.2.7 双螺旋哲学的美学	157
8.2.8 双螺旋哲学的道德观	157
8.2.9 意志论	157
8.3 场论化的语言和言语:时间步进观点	158
8.4 基于时间区间的世界划分与单子论	159

8.5	基于强制同时的社会理论	161
8.6	作者的初步哲学探讨与前人思想的关联	162
8.6.1	作者的初步哲学探讨与哈特曼思想的关联	162
8.6.2	作者的初步哲学探讨与爱因斯坦思想的关联	164
8.6.3	作者的初步哲学探讨与牛顿思想的关联	164
8.6.4	作者的初步哲学探讨与达尔文思想的关联	164
8.6.5	作者的初步哲学探讨与海德格尔思想的关联	164
8.6.6	作者的初步哲学探讨与霍金思想的关联	167
8.6.7	作者的初步哲学探讨与康德思想的关联	167
8.6.8	作者的初步哲学探讨与笛卡儿思想的关联	167
8.6.9	作者的初步哲学探讨与 Maxwell 思想的关联	168
8.6.10	作者的初步哲学探讨与尼采思想的关联	168
8.6.11	作者的初步哲学探讨与萨特思想的关联	168
8.7	《普通语言学教程》选讲	169
8.7.1	语言学的对象	170
8.7.2	语言的语言学和言语的语言学	171
8.7.3	静态语言学和演变语言学	171
8.7.4	语言的具体实体	173
8.7.5	句段关系和联想关系	173
8.7.6	语言的机制	173
8.8	《普通语言学教程》绪论中心思想	173
8.9	哲学就是去生活	175
8.10	从语言学的观点看作者的双螺旋哲学	178
8.11	从索绪尔的语言学研究到作者的纤维丛时代的哲学	180
8.12	评杨本洛《两类“相对论”形式逻辑分析》	181
8.12.1	批判性继承杨本洛的思想	181
8.12.2	对杨本洛关于狭义相对论批判的评论	183
8.12.3	对杨本洛关于广义相对论批判的评论	186
8.12.4	对《两类“相对论”形式逻辑分析》附录 3 的评论和回应	187
本章附录	哲学就是去生活	191
	参考文献	247
第九章	数学化的场论	248
9.1	引论	248
9.1.1	常见坐标系	248
9.1.2	惯性系与非惯性系	256
9.1.3	惯性质量	261
9.1.4	基本相互作用	263
9.2	自旋	268
9.2.1	引言	268

9.2.2 倾角运动	269
9.2.3 引力子的自旋	278
9.3 万有引力定律的波动化和太阳系的五个方程	279
9.3.1 引力波	279
9.3.2 太阳系的五个方程	282
9.4 什么是相对论	283
9.5 什么是广义相对论	285
9.6 纠缠态之谜与薛定谔猫:爱因斯坦与波尔之争	287
9.7 普朗克公式的第三种解释与狄拉克方程的诠释	291
9.8 空间相对论	292
9.9 时空相对论	292
9.10 量子力学与相对论的共同点	294
9.11 时间量子化与规范场的关系	294
9.12 统一场论的核心:散度为零和平方根的正负号(左旋与右旋)	294
参考文献	295
第十章 球面世界的哲学	296
10.1 求解无界均匀各向异性介质时谐并矢格林函数的传统方法的证伪及其克服	297
10.2 无界均匀各向异性介质中并矢格林函数的正确解	299
10.3 单位球面积分的数值计算	304
10.3.1 梯形公式	305
10.3.2 关于 $\int_0^{2\pi} \int_0^\pi f(\cos\theta, \sin\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi$ 理论公式的计算	306
10.3.3 关于 $\int_0^{2\pi} \int_0^\pi f(\cos\theta, \sin\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi$ 的数值计算	309
10.3.4 具体数值举例	312
10.4 电磁场与规范场的深度研究	313
10.4.1 经典约束方程	313
10.4.2 对经典电磁场理论体系电磁波方程的重新构造	315
10.5 高斯定理的 30 年沉思:球面世界的哲学的画龙点睛	316
10.6 基于规范势的广义变分原理与统一场论	319
10.7 统一无穷理论	319
10.8 庞加莱猜想的数学证明	324
10.9 庞加莱猜想的物理对应:猜想的宇宙学或自然哲学模型	330
参考文献	331
第十一章 弹性波理论基础	333
11.1 质点位移和应变	333
11.2 应力和动力学方程	338
11.2.1 牵引力和应力	338
11.2.2 平动运动方程	339

11.2.3 弹性劲度和顺度	341
11.3 声学 with 电磁学的类比	342
11.3.1 电磁与声的类比	342
11.3.2 电磁场方程和声场方程	343
参考文献	344
第十二章 压电固体的时域有限差分法	345
12.1 材料的电磁学、声学支配方程	346
12.1.1 电磁场方程	347
12.1.2 声场方程	347
12.2 电磁场和声场方程的归一化	349
12.2.1 电磁场方程归一化	350
12.2.2 声场方程归一化	350
12.3 压电材料中的声电耦合场	351
12.3.1 压电材料中的本构关系	351
12.3.2 声电耦合场的支配方程	352
12.3.3 声电耦合场的归一化	352
12.4 声电耦合场的降维	354
12.4.1 声电耦合场方程三维展开形式	354
12.4.2 声电耦合场方程从三维到二维的降维	360
12.4.3 声电耦合场方程从三维到一维的降维	362
12.5 声电耦合场中的边界条件	364
12.5.1 电磁场边界条件	364
12.5.2 声场边界条件	366
12.6 声电耦合场场量的离散方式	367
12.7 差分格式	368
12.7.1 中心差分格式	368
12.7.2 指数差分格式	369
12.8 微分方程的离散化	370
12.8.1 微分方程的离散化方法	370
12.8.2 声电耦合场方程离散式	372
12.9 吸收边界条件	377
12.9.1 复坐标变量 PML	377
12.9.2 PML 参数的设置	378
12.10 数值稳定性条件	379
12.10.1 时间离散间隔的稳定性要求	379
12.10.2 空间和时间离散间隔关系	380
12.10.3 数值色散对空间间隔的要求	380
12.11 激励源	380
12.12 FDTD 方法分析声电耦合场实例	381

12.12.1 声电耦合场方程展开式和离散方式	381
12.12.2 运用复坐标变量 PML 的声电耦合场	384
12.12.3 声电耦合场方程的离散化	386
12.12.4 数值仿真	390
参考文献	398
第十三章 矢量波函数及其变换	400
13.1 正交曲线坐标系	400
13.2 标量波函数	403
13.2.1 平面波函数	403
13.2.2 圆柱波函数	404
13.2.3 圆球波函数	407
13.2.4 椭圆柱波函数	408
13.2.5 长(扁)旋转椭球波函数	413
13.3 标量波函数的平面波展开与变换叠加定理	418
13.3.1 圆柱和圆球波函数的积分表达与变换叠加定理	418
13.3.2 格林函数与长球函数的变换叠加定理	422
13.4 矢量波动方程的直接解与矢量波函数	424
13.4.1 电磁场矢量的分解	424
13.4.2 自由空间电磁场的 L, M, N 展开	426
13.4.3 有界区域电磁场的 L, M, N 分解	428
13.4.4 自由空间的矢量波函数及其正交性	430
13.5 矢量波函数的旋转、平移变换叠加定理	431
13.5.1 柱面矢量波函数的变换叠加定理	431
13.5.2 长旋转椭球矢量波函数与球矢最波函数的变换	431
13.5.3 长球矢量波函数的旋转加法定理	432
13.5.4 球与长球矢量波函数的平移加法定理	434
13.5.5 球与长球矢量波函数的旋转平移加法定理	436
13.6 标准与非标准矢量波函数的转换关系及其应用	439
13.6.1 标准和非标准矢量波函数	439
13.6.2 标准与非标准圆柱矢量波函数的转换关系及其应用	439
13.6.3 标准与非标准圆球矢量波函数的转换关系及其应用	441
13.7 长球矢量波函数与多个长球体的电磁散射	444
13.7.1 入射与散射场的长球矢量波函数展开	444
13.7.2 散射场系数的确定与散射截面	447
13.7.3 长球坐标系下 Maxwell 方程的分离变量解	449
13.8 矢量波函数应用举例——求解多体散射的递推集成 τ 矩阵方法	454
13.8.1 求解单散射问题的 T 矩阵理论	454
13.8.2 求解多散射问题的递推集成 τ 矩阵方法	456
13.8.3 求解导体和均匀介质体散射的模拟集成 τ 矩阵方法	460

13.9	劈形波函数的变换叠加定理及其在多边形导体柱散射上的应用	461
13.10	各向异性介质的球矢量波函数	463
13.10.1	各向异性介质内的平面波传播	463
13.10.2	各向异性介质的球矢量波函数解	467
13.10.3	各向异性弹性介质的本征函数解	470
13.11	单轴各向异性介质的球矢量波函数	472
13.12	长(扁)旋转椭球谐合函数的变换叠加定理	475
13.13	各向异性介质的圆柱本征函数解	480
13.13.1	各向异性均匀介质柱二维问题的本征函数	480
13.13.2	各向异性介质柱三维问题的本征函数	482
13.14	双各向异性均匀介质的矢量本征函数	485
13.14.1	回旋介质的矢量波函数	485
13.14.2	双各向异性介质的色散关系	487
13.14.3	双各向异性介质的矢量波函数	488
	参考文献	489
第十四章	并矢格林函数与高斯束	492
14.1	E 面扇形喇叭的并矢格林函数及其应用	492
14.2	单轴各向异性介质填充的矩形波导的并矢格林函数	495
14.2.1	静电、静磁场的解	495
14.2.2	并矢格林函数	495
14.3	单轴各向异性介质半空间的并矢格林函数	497
14.4	弹性各向异性介质的并矢格林函数	498
14.5	无耗各向异性介质电磁场的并矢格林函数	501
14.6	求解电磁场并矢格林函数的直接方法	503
14.6.1	平面分层双各向异性介质的并矢格林函数	503
14.6.2	圆柱分层双各向异性介质的并矢格林函数	505
14.6.3	圆球分层双各向异性介质的并矢格林函数	505
14.7	均匀各向异性介质的并矢格林函数在弱非线性问题上的应用	506
14.8	均匀各向异性介质的 T 矩阵理论和积分方程法	508
14.9	高斯束及其矢量波函数展开	509
14.9.1	复宗量拉盖尔高斯束与厄米特高斯束及其线性变换	509
14.9.2	普通拉盖尔高斯束与厄米特高斯束及其线性变换	511
14.9.3	实宗量与复宗量拉盖尔和厄米特高斯束的线性变换	513
14.9.4	复(实)厄米特(拉盖尔)高斯束的矢量波函数展开	514
14.10	电磁导弹后向散射的几何光学分析	516
	参考文献	518
第十五章	压电固体的压电耦合场理论	521
15.1	压电效应和压电耦合场	522
15.1.1	电磁场方程	523