

<<同步辐射科学基础>>

图书基本信息

书名：<<同步辐射科学基础>>

13位ISBN编号：9787313063588

10位ISBN编号：731306358X

出版时间：2010-4

出版时间：佐藤繁、渡边诚、丁剑、乔山 上海交通大学出版社 (2010-04出版)

作者：佐藤繁 编

页数：296

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## &lt;&lt;同步辐射科学基础&gt;&gt;

## 前言

同步辐射 (synchrotron radiation) 是电子以接近光速的速度作圆周运动或蛇行运动, 在改变运动方向时, 沿着运动轨道的切线方向发出的电磁辐射, 或称作光。这种辐射覆盖从红外线、紫外线、软X射线到硬x射线的宽广的波段, 即它是可在宽广的能量区域中利用的高亮度的性能优越的光。

特别在软X射线和硬x射线波段, 除了同步辐射, 尚无强度足够并且可以自由选择波长的光。

另外, 在合成或提炼新物质的过程中, 研究物质的微细构造非常重要。

利用同步辐射得到的物质的吸收谱学、光电子谱学、发光谱学和X射线结构解析、扩展X射线吸收精细结构 (EXAFS)、X射线荧光分析、图像摄影等测量手段, 目前在物质科学、生命科学的评价和分析中不可或缺。

全世界正在运行的同步辐射设施多达50台以上, 从中也可看出同步辐射的重要性。

在中国大陆, 从20世纪80年代末开始, 有两台同步辐射光源供用户使用。

2009年, 上海光源的建成并投入运行, 更是标志着中国的同步辐射应用研究进入了一个新的阶段。

本书的原著是日本东北大学在倡议同步辐射设施计划的建议时, 为了促进有关人员对于同步辐射的了解, 由东北大学研究人员执笔的关于同步辐射科学的一本入门书。

本书可以作为有志于利用同步辐射开展研究或对同步辐射光源用电子加速器感兴趣的学者的教科书。

主编者重点阐述有关同步辐射的基础知识, 各领域的专家主要根据他们的研究成果解说各自的同步辐射应用研究。

本书的读者须具备电磁学、量子力学和固体物理学等基础。

第1章是序论, 主要阐述同步辐射科学总体概要, 并侧重对同步辐射的特征加以说明。

第2章从公式的导出详细说明同步辐射产生的原理。

第3章阐述光源加速器的原理和基础知识。

第4章阐述光和物质相互作用的基础, 这是学习后续章节的必要基础性理论, 但并未详细阐述有关固体物理等理论。

第5章简单介绍基于同步辐射的新的分光与光谱技术。

第6章起是关于应用研究的解说。

根据真空紫外、软X射线波段的光谱学, 第6章和第7章分别介绍气体 (原子、分子) 和固体 (晶体及晶体表面) 的电子构造是如何利用同步辐射理论来阐明的。

第8章的主题是同步辐射的一个很大的应用研究领域, 即利用同步辐射的工艺研究, 跨越软X射线与硬X射线的应用。

第9、10、11和12章是关于硬X射线的应用研究, 分别阐述关于X射线衍射的结构解析、EXAFS的局域结构分析、利用X射线荧光的分析和结构解析, 以及关于非弹性散射的电子结构研究等, 研究对象涉及无机材料和有机材料的晶体、非晶体、液体、表面和界面以及蛋白质等多方面。

第13章是在长波长波段的研究, 即红外光谱学的介绍。

第14章阐述从红外线到软X射线和硬X射线波段的成像研究。

相信通过对第6章及之后各章的学习, 可望全面了解同步辐射在物质科学及生命科学研究领域的重要性。

另外, 附录中阐述了若干基本且重要的公式及其导出过程。

本书除个别有特殊说明之处外, 统一使用SI单位。

## <<同步辐射科学基础>>

### 内容概要

同步辐射是被加速到接近光速的电子，在磁场中因向心加速度而改变运动方向时产生的亮度极高、性能极佳的辐射。

基于同步辐射的各种现代实验技术，在凝聚态物理和材料科学、化学与聚合物科学、生物和医学、分子环境科学、农学和林学等众多领域以及广泛的工业应用中，已是不可或缺的手段。

该书从同步辐射的特性及其产生原理说起，阐述了同步辐射光源和光束线技术；解说了原子、分子，晶体及晶体表面的关于真空紫外、软x射线谱学和光电子能谱的电子结构研究；解说了利用硬X射线的X射线衍射的晶体结构解析，利用扩展X射线吸收精细结构技术的物质局域结构分析，以及X射线荧光分析和关于非弹性散射的电子结构研究，等等。

研究对象涉及无机材料和有机材料的晶体、非晶体、液体，表面与界面以及蛋白质等诸多方面。

此外，还介绍了利用同步辐射的工艺应用研究、红外线谱学、从红外线到软X射线、硬X射线的成像研究等。

《同步辐射科学基础》可以作为同步辐射科学研究人员的教材和参考工具。

## &lt;&lt;同步辐射科学基础&gt;&gt;

## 作者简介

译者：（日本）渡边诚 丁剑 乔山 等 编者：（日本）佐藤繁 渡边诚（WATANABE, Makoto）1941年生于日本京都，1963年毕业于京都大学理学部物理学科。

1967年起，担任京都大学理学部助教，参与利用日本东京大学原子核研究所电子同步加速器产生同步辐射（INS.SOR）的研究。

1973年担任东京大学物性研究所助教，负责储存环SOR-RING电子注入系统，该储存环完成后，研究碱卤化物真空紫外吸收谱。

1979年担任日本分子科学研究所副教授，负责UvSOR整体设计，之后担任同步辐射光束线负责人，研究碱卤化物等离子晶体真空紫外激发吸收和发光。

1993年起，担任日本东北大学科学计测研究所、多元物质科学研究所教授，研究软x射线多层膜和利用它的显微镜及铁磁多层膜磁旋光谱。

2004年起，担任日本东北大学名誉教授，作为上海市外国专家受聘为上海电机学院客座教授以及上海交通大学金属基复合材料国家重点实验室特任教授，日本佐贺大学同步辐射应用研究中心特任教授以及同大学Venture Business Laboratory特任教授。

日本物理学会会员，日本放射光学学会会员，1991年Synchrotron Radiation International Conference. 国际会议咨询委员。

研究领域：加速器物理、真空紫外光学技术、固体分光。  
理学博士。

佐藤繁（SATO, shigeru）1940年生于日本岩手，1964年毕业于日本东北大学理学部物理学科。

1966年担任东北大学教养部助教，1967年参与利用日本东京大学原子核研究所电子同步加速器产生同步辐射（INSOR）的研究，1968年担任东北大学理学部助教。

1973年担任东京大学物性研究所助教，负责储存环SOR-RING磁铁，该储存环完成后，研究碱金属真空紫外吸收谱。

1979年起，历任日本高能物理研究所光子工厂（Photon Factory）副教授、教授，负责同步辐射光束线前端区，研发高速阀门、SiC前置镜等。

1989年起，担任东北大学理学部教授，1995年担任东北大学大学院理学研究科教授，1999年~2001年担任理学研究科科长，开展稀土金属、金属介观体系、纳米电子材料的同步辐射光电子谱研究。

2004年起，担任日本东北大学名誉教授、日本东北工业大学教授、日本广岛大学同步辐射研究中心顾问。

日本物理学会会员，日本放射光学学会会员，1999~2000年日本放射光学学会会长，1992~1998年Vactlum Ultra Violet Radiation Physics国际会议咨询委员。

研究领域：加速器物理、同步辐射光束线工程、固体光电子分光。  
理学博士。

张新夷，复旦大学教授，物理教学实验中心主任。1964年毕业于中国科学技术大学物理系。

1981年获法国国家博士学位。

曾任中科院长春物理所副所长，中国科技大学副校长，国家同步辐射实验室副主任、主任，兼任中国物理学会同步辐射专业委员会主任和发光分科学会副理事长等职，主要研究领域为元激发态光谱、发光动力学，稀磁半导体和铁电体等功能材料的结构与性能，以及人体穴位的物质基础等同步辐射应用研究。曾主持国家自然科学基金和国家“九五”大科学工程等多项课题。

现为“国家级实验教学示范中心建设单位”和“大学物理实验国家级精品课程”负责人，获中国科学院自然科学奖三等奖，中科院优秀研究生导师和宝钢优秀教师奖等奖励多项。

马礼敦，复旦大学教授。

1956年毕业于复旦大学化学系。留校任教，工作至2007年。

主要从事结构化学的教学与科研。

开出过六门本科或研究生课程。

负责国家自然科学基金和上海市科研项目七个。

## <<同步辐射科学基础>>

主要研究络合物、催化剂、非晶态和纳米材料的合成、结构及和性能的关系，同时进行x射线粉末衍射和x射线吸收精细结构光谱的方法学研究、发表论文130余篇，四项研究曾获国家或省部级奖励六次。

撰写、参与编撰或翻译的著作有八本，其中二本已出第二版，曾三次获省部级奖励参加中国物理学会、中国化学会、中国晶体学会、中国分析测试协会、国际x射线吸收精细结构学会等多个国内和国际学会。

周映雪，复旦大学物理系教授、博士生导师。

1966年毕业于复旦大学物理系。

在中科院长春物理所从事光电材料的研制和材料物理研究；1981~1982年在法国巴黎第六大学固体物理实验室进行高压物理研究；1993年调入中国科技大学国家同步辐射实验室，从事同步辐射在材料科学中的应用和光学工程研究；2001年调入复旦大学物理系，从事II-VI族宽禁带材料、ZnO稀磁半导体的研制及同步辐射应用研究。

曾到美国Brookhaven国家同步辐射光源（NSLS）、日本光子工厂、SPring-8，台湾新竹同步辐射实验室和德国吉森大学第一物理研究所等访问及开展实验研究。

获中国科学院科技进步二等奖1项，中国科学院长春分院科技进步三等奖2项。

## &lt;&lt;同步辐射科学基础&gt;&gt;

## 书籍目录

1. 绪言——同步辐射的特征及用途1.1 发展历史1.2 同步辐射的特性1.2.1 电子束的形状及同步辐射强度的单位1.2.2 来自弯转磁铁(圆周运动产生)的辐射1.2.3 波荡器产生的辐射1.2.4 相干性1.2.5 光束线站处的同步辐射1.3 应用研究1.3.1 真空紫外、软X射线的应用研究1.3.2 硬X射线的应用研究1.3.3 红外线的应用研究1.4 同步辐射光源与其他光源的比较参考文献2. 同步辐射产生的机理2.1 电子运动的相对论描述2.1.1 狭义相对论概要2.1.2 电磁场中电子的运动方程2.2 运动电子发出的电磁波2.2.1 李纳-维谢尔(Riennard-weichert)势2.2.2 运动电子产生的电磁波2.3 圆周运动产生的辐射2.3.1 辐射的方向性2.3.2 辐射功率2.3.3 辐射强度的能量分布2.3.4 角度分布2.4 波荡器产生的辐射2.4.1 平面波荡器产生的辐射2.4.2 螺旋波荡器产生的辐射3. 同步辐射光源3.1 整体结构3.2 电子束的轨道3.2.1 磁铁对电子束的作用3.2.2 磁场3.2.3 运动方程3.2.4 运动方程的解3.2.5 轨道的各种参数3.2.6 磁铁3.3 高频加速3.3.1 同步加速器振荡3.3.2 运动方程3.3.3 辐射衰减3.3.4 高频腔3.4 电子束的寿命及不稳定性3.4.1 真空3.4.2 图谢克(Touschek)效应3.4.3 不稳定性3.5 相干光的发生3.5.1 红外线相干辐射3.5.2 自由电子激光参考文献4. 物质对光的响应4.1 物质与光的电磁学4.1.1 介电常数和光学常数4.1.2 菲涅尔(Fresnel)公式4.1.3 克拉默斯-克勒尼希(Kramers-Kr6nig)分析4.2 物质和光响应的微观经典论4.2.1 洛伦兹(Lorentz)模型4.2.2 德鲁德(Drude)模型4.2.3 原子散射因子、偏振因子4.3 光跃迁的量子论4.3.1 光跃迁的一般理论4.3.2 一阶过程4.3.3 二阶过程4.3.4 俄歇(Auger)过程和辐射过程参考文献5. 分光与光谱技术5.1 物质对光的吸收5.2 聚焦镜5.2.1 单一物质的反射率5.2.2 多层膜5.2.3 成像的条件5.2.4 镜子材料、冷却和污染等问题5.3 单色器5.3.1 衍射光栅单色器5.3.2 晶体单色器5.4 滤波器5.5 起偏器5.6 探测器5.6.1 零维探测器5.6.2 一维探测器5.6.3 二维探测器5.7 时间分辨测定5.8 光束线参考文献6. 气体的真空紫外、软x射线光谱6.1 原子光谱6.1.1 单电子跃迁谱6.1.2 双电子激发——自电离6.1.3 巨大共振6.2 分子光谱6.2.1 玻恩-奥本海默(BornOppenheimer)近似和内壳层光电子谱6.2.2 形状共振效应6.2.3 简并内壳层激发态的分裂和动量画像测量参考文献7. 固体的真空紫外、软X射线光谱7.1 晶体的电子构造7.2 在晶体中的光跃迁过程7.3 光谱测量7.3.1 吸收、发光谱测量7.3.2 光电子能谱测量7.4 半导体、离子晶体7.5 金属7.5.1 贵金属及碱金属7.5.2 过渡金属7.5.3 稀土金属7.6 高温超导体7.7 有机材料7.7.1 有机材料的软X射线吸收谱7.7.2 有机材料的光电子谱7.8 金属介观体系的光电子谱7.9 固体表面7.9.1 固体表面的光电子谱7.9.2 固体表面的光电子衍射参考文献8. 利用同步辐射的工艺研究8.1 表面光反应8.1.1 固体表面的光激发反应的基本过程8.1.2 用光激发清洁半导体表面8.1.3 利用光激励表面反应生长新材料和产生刻蚀8.2 微细加工参考文献9. X射线的结构解析9.1 晶体的弹性散射9.1.1 衍射强度9.1.2 德拜-沃勒(Debye-Waller)因子9.1.3 电子密度分布9.2 衍射实验法9.2.1 粉末晶体结构解析9.2.2 单晶结构解析9.2.3 同步辐射X射线衍射的优点9.3 高温超导体、有机导体及铁电体的结构解析9.3.1 高温超导体9.3.2 有机导体9.3.3 铁电体9.4 电荷、轨道有序体系——钙钛矿型Mn氧化物9.4.1 电荷分布规律的观测9.4.2 轨道分布规律的观测9.5 高压下的结构解析.....10. 扩散X射线吸收精细胞(EXAFS)局域结构解析11. 利用荧光X射线的元素分析和结构分析12. X射线非弹性散射13. 红外光谱14. 成像附录索引



## &lt;&lt;同步辐射科学基础&gt;&gt;

## 章节摘录

插图：在波长短于人们熟知的可见光（波长：750~400nm，能量：23eV）和紫外光（波长：400~200nm，能量：3~6eV）的宽广的波段范围里，存在着人们日常生活工作中用到的很多种光，在不同波段它们分别被称为真空紫外、软X射线（200~0.4nm，6eV~3keV）和硬X射线（0.4~0.01nm，3100keV）。

同步辐射（Synchrotron radiation, SR）是一种能提供上述宽广范围中各种光的性能优越的光源。这种辐射是当电子以接近于光速的高速作圆周运动或者蛇行运动时，从电子运动轨迹的切线方向得到的。

目前，它已经成为基础科学、物质科学及生命科学等众多领域中的强有力的研究手段。

此外，同步辐射在红外线波段也得到了应用[1-6]。

1.1 发展历史同步辐射是1947年在美国通用电气公司的同步加速器中首次被观测到的。

尽管产生辐射的原理与天线中的电流振荡（电荷的交变流运动）所释放的电磁波相似，但有所不同，其不同点是发射同步辐射的电子运动是相对论性质的。

这种来自电子圆周运动的辐射曾经被认为是同步加速器加速电子时的不利副产物。

之所以这样说，是因为同步辐射的释放必须给电子额外补充能量。

不过，这种辐射的波长（能量）范围广、波长连续、强度高，而且具有优良的偏振特性。

这些性质是在20世纪60年代前半期，在真空紫外、软X射线波段尚不具备良好的实验室连续光源时，由研究原子、分子及固体光谱学的科学家们首次认识到的。

最初的实验是美国（国家标准局，NIST）利用加速能量为180MeV的电子同步加速器（SURFI）进行的双电子激发吸收谱实验。

随后，意大利（Frascati国家试验室，LNF）、日本（东京大学原子核研究所，INS-SOR）、德国（电子同步加速器研究所，DESY）、英国（Daresbury研究所，NINA）等分别发现了这种现象，物质对于真空紫外、软X射线的响应（吸收等）非常之大，这使这种辐射成为研究物质电子结构不可缺少的工具。

而随着这种辐射变为硬X射线，它对物体的透射率逐渐增大，用它可以拍摄到伦琴（Röntgen）照片。

由于其波长接近于原子间距离，从而被利用来研究晶体中的原子配置成为可能。

真空紫外、软X射线及硬X射线能够激发具有元素固有束缚能的内壳层电子。

此外，由于它们的波长短于可见光，衍射造成的图像的模糊（衍射模糊）程度理所当然地比较小。

20世纪60年代后半期开始，研究人员逐渐认识到同步辐射X射线的用途，有关它的利用研究也得到了全面开展。

同步加速器是将电子加速到高能后冲击到靶上，用于进行高能物理学（基本粒子或原子核物理学）实验的装置，它的加速频率约为每秒数十次。

这种情况下，每一次加速后的电子束强度非常离散，造成同步辐射的强度也相应离散，并不适合进行精密实验。

在这种背景下，从20世纪70年代开始，利用同步辐射的研究人员开始利用电子储存环。

## <<同步辐射科学基础>>

### 编辑推荐

《同步辐射科学基础》是材料科学与工程学科教材系列之一。



<<同步辐射科学基础>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>