

■ 材料科学经典著作选译

非线性光学晶体

——一份完整的总结

Nonlinear Optical Crystals: A Complete Survey

[俄罗斯]David N. Nikogosyan

王继扬 译

吴以成 校

 高等教育出版社

86

非线性光学晶体

——一份完整的总结

Nonlinear Optical Crystals: A Complete Survey

[俄罗斯]David N. Nikogosyan

王继扬 译

吴以成 校

07
M441

图字：01 - 2009 - 0941 号

Translation from the English language edition:

Nonlinear Optical Crystals: A Complete Survey by David N. Nikogosyan

Copyright © 2005 Springer Science + Business Media, Inc.

All Rights Reserved

图书在版编目 (CIP) 数据

非线性光学晶体：一份完整的总结 / (俄罗斯) 尼科戈相；
王继扬译. —北京：高等教育出版社，2009. 11

书名原文：Nonlinear Optical Crystals: A Complete Survey
ISBN 978-7-04-027779-1

I. 非… II. ①尼…②王… III. 非线性光学晶体-
材料科学 IV. 07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 158926 号

策划编辑 刘剑波
责任绘图 尹文军
责任印制 陈伟光

责任编辑 张海雁
版式设计 张 岚

封面设计 刘晓翔
责任校对 王 超

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 涿州市星河印刷有限公司

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 32.5
字 数 600 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 11 月第 1 版
印 次 2009 年 11 月第 1 次印刷
定 价 80.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27779-00

内 容 简 介

本书是根据施普林格出版社(Springer)出版的 D. N. Nikogosyan 著《非线性光学晶体——一份完整的总结》(Nonlinear Optical Crystals: A Complete Survey)2005 年版译出。原著作者是施普林格出版社 1999 年出版的 V. G. Dmitriev 等著《非线性光学晶体手册》(Handbook of Nonlinear Optical Crystals, 其中译本与本书中译本由我社同时出版)一书的作者之一。

本书继承了《非线性光学晶体手册》(以下简称《手册》)的特色,同时根据近年来非线性光学晶体研究和应用的进展,只收入了《手册》所选的 77 种晶体中的 34 种,其余 43 种未收入而代之以近年发展的 30 种新的非线性光学晶体。并对七个非线性光学晶体相关领域的最新进展,如深紫外激光的产生、通过差频产生太赫兹辐射、超短脉冲压缩、自倍频晶体、周期极化晶体、光子晶体和三阶非线性产生三次谐波等作了介绍。所以本书称得上是当前主要的非线性光学晶体数据大全的最新版本。但本书不包括非线性光学晶体的基本理论和概念的介绍,因为《手册》一书已总结和反映了自 20 世纪 60 年代以来非线性光学晶体的概貌,并且提供了与非线性光学晶体及其应用相关的最基础和较为完整的理论基础。因此,这两本书的结合,可使读者全面、系统地了解非线性光学晶体研究和发展的全貌。

本书实际应用性强、数据翔实准确,实为从事与非线性光学晶体及激光技术相关的科研人员、技术人员和教学人员必备的工具书和重要的参考书。

David N. Nikogosyan 教授、博士，是爱尔兰科学基金会(SFI)的研究员，在爱尔兰 Cork，Cork 学院大学物理系工作。他在非线性光学、激光物理和量子电子学领域从事了 35 年的科学研究工作，发表了 133 篇文章、综述和专著，其中包括 11 篇综述和 8 本专著。

中译本序

自 20 世纪 60 年代激光问世以来,非线性光学得到了快速发展。它是研究激光与物质相互作用所产生的各种非线性光学现象的一门学科。非线性光学有许多应用:开辟新的激光波段,压缩激光脉宽,提高光谱分辨率,消除光在传播中的畸变等。非线性光学晶体是非线性光学的重要基础。利用非线性光学晶体可以制作改变激光波长频率的变化装置:光开关等。由于它们的特殊重要性,非线性光学晶体已经成为晶体材料基础上发展起来和激光技术相关的新型交叉学科。

由 V. G. Dmitriev, G. G. Gurzadyan 和 D. N. Nikogosyan 三人编著的《非线性光学晶体手册》历经三版,收集了自 20 世纪 60 年代开始到 1999 年为止被广泛研究和应用的 77 种非线性光学晶体的基本数据资料,并完整而简明地介绍了非线性晶体光学和非线性光学晶体应用相关的基础理论,有很重要的学习和参考价值。其后,《非线性光学晶体手册》作者之一的 D. N. Nikogosyan 又在该手册的基础上,重新编著了《非线性光学晶体——一份完整的总结》一书。这本书从体例上基本上继承了《非线性光学晶体手册》的特色和优点,翔实地、有分析和选择地给出了述及晶体的重要数据,并对晶体的特点及应用作出了自己的评价。这本书根据研究和应用工作的进展,保留了《非线性光学晶体手册》中仍然有重要应用和参考价值的 34 种晶体(剔除了 43 种),又代之以新的 30 种晶体,并对所有的数据进行了更新和校对。这两本书的出版,从一个侧面反映了非线性光学晶体研究领域的快速发展。

从上述两本书所收集的晶体,我们可以欣慰地看到中国晶体生长工作者在非线性光学晶体领域的成就和贡献。自 20 世纪 80 年代以来,我国非线性光学晶体的研究从跟踪仿制到走上独立研究和发展新材料的历史,是我国科学发展的一个缩影。其中值得指出的是,我国科学工作者运用分子设计学方法相继发现了 β -BBO、LBO 和 KBBF 等重要的非线性光学晶体。2009 年 2 月《自然》杂志专门撰文介绍了中国深紫外非线性光学晶体研究在国际上的领先状况,认为“其他国家在晶体生长方面的研究目前来看是无法赶上中国的”。从第一本书修订出版的 1999 年,到后一本书出版的 2005 年,新发展的 30 种晶体中,至少有一半以上的晶体是由中国科学家首先发现或已经做了大量工作的。这两本书从一个角度反映了中国非线性光学晶体研究领域的成就。

这两本书既有相通之处又各有特点。《非线性光学晶体手册》一书总结和反映了自 20 世纪 60 年代以来非线性光学晶体的概貌，并且为读者提供了与非线性光学晶体及其应用相关的最基础和较为完整的理论基础；《非线性光学晶体——一份完整的总结》注重自 21 世纪以来在非线性光学晶体研究和应用方面的成就，并为读者提供了最新的发展领域和发展趋势。两本书都提供了在出版时能够找到的全面、可靠和有出处的资料。因此两本书的结合，为我们基本了解非线性光学晶体研究发展的全貌提供了重要的基础。

正如 D. N. Nikogosyan 教授所指出的那样，尽管今天我们可以在互联网上查到大量的信息，但真正要获得有用和可靠的数据，却要消耗大量的时间和精力。这两本手册类的专著为我们提供了可以信赖和实用的数据。

中国有一支高水平的晶体研究队伍，同时中国也有一支高水平的激光及非线性光学的应用队伍，因此非常需要一套可供参考的非线性光学晶体手册。这两本书中译本的出版将满足读者的这一需要。

非线性光学晶体的研究是我一生的追求和钟爱，能为非线性光学晶体这一领域作点贡献，是我人生中的最大快乐。值此《非线性光学晶体手册》和《非线性光学晶体——一份完整的总结》(中译本)出版之际，我也愿意和每一位读者分享这一快乐。

陈树天

作者自序

许多许多年以前，当我还是一个 12 岁的孩子时，我的父亲、著名的雕塑家 Nikalai Nikogosyan，带了我的母亲一起去拜访著名的苏联外交家、苏联驻英国大使 Ivan Maisky 教授。在那时候，我父亲正在创作教授的雕像，正如通常那样，他开始了和他的艺术创作对象的友谊。我们应邀到大使的夏季住所（俄语称为“dacha”）去共进晚餐，他的住所离莫斯科大约有 25 英里。我今天再也很难详细地描述那个六月的夜晚，但是我仍然真切地记得：那是一个分外明亮的夜晚，在其住所前面圆弧形的路边上，深红色的玫瑰盛开，散发着芬芳的香气。到今天，我仍然能够穿过 45 年时间的距离，清楚地看到大使的书房。在这间大屋子里，在许许多多书籍的旁边，放置着刚刚出版的豪华黑色皮面精装第二版《苏联大百科全书》整套书卷。我打开了其中一卷，马上被其各类深邃的知识所倾倒：彩色的地图、图表、照片、说明和参考书目，等等。“这是多么宝贵的财富！”我当时想。在我们回家的途中，我问父亲，我们能不能买一套这样神奇的书籍，哪怕是没有豪华装饰的普通版。但是他并没有理解我的激情，我母亲则很能体谅我，她告诉我：对我们来说这套书籍太昂贵了，最好还是当我自己有办法和有需要时，亲自去买一套这样的书籍。

后来，到了 20 世纪 60 年代中期，我在莫斯科大学学习物理学，我订购了新一版（第三版，也是最后一版）的《苏联大百科全书》，在其后 7 到 10 年期间，当它们一卷一卷出版时，我都把它们买了回来。我记得它们每一卷的价格是 5.5 卢布（在那个年代，官方汇率是 1 卢布换 8 美元），这对我每月 35 卢布的工资来说是一笔不小的开支。

当今，按照人们流行的想法来看，任何大百科全书都是毫无意义的了。我常常从我的学生那里听到，任何信息都可以在因特网上得到。然而，用学术语言来说，这只是一个粗浅的近似。首先，在因特网上任何一点小小有用信息的种子都会溶化在无用信息浩瀚的大海，置于无回应或无控制的状态中。在因特网获得的参考文献资料往往是不完整的、过时的，并且常常是与其他来源获得的材料相互矛盾的。任何一位不同意我观点的人可以尝试一下，将任何一种常用非线性光学晶体的名称（例如 BBO、KTP、铌酸锂等）输入 [www. google. com](http://www.google.com)，并且将出现于屏幕上的资料予以比较。结果表明，因特网的用户必须是博学的，才可能区分不同数据值之间的差异。现代计算机的电脑，尽管思维敏捷、

博学多闻，但仍是愚钝异常，并不具有对不同系列数据进行逻辑比较、选择最可靠系列的能力；换言之，在我们的因特网世界里，对于科学书籍仍然有显著的需求。

从孩提时代到现在，贯穿我整个人生(我现在 57 岁了)，我都是一个热切的收藏者。首先是集邮，再是钱币，还有书籍，然后是密纹唱片，还收集古玩，再有杜鹃花(在我们的爱尔兰花园里就收集了优良的 50 个品种)，等等。这本晶体的总结可看成是我的数据收藏品，这是我在过去 25 年中予以策划并完成的。我关于非线性光学晶体的第一次综述^[1]发表于 1977 年，在 20 年后被 SPIE 选为在光学参量振荡领域中出版物的一个里程碑^[2]。这样的个人经历也许是我为什么决定在非线性光学晶体方面再编撰一本书的原因，这件事花费了我近来的每一天(实际上是每一个晚上)时间。在这一年半时间内，每晚我都面对着我的计算机屏幕。换言之，我钟情于这一过程(再也不可能作其他解释)。

这样一本手册的明显特征是，它同时属于许多人，我愿意与每一位读者同享。我希望通过使用(阅读)我这本小小的百科全书，至少将会使读者分享我的巨大的感受，它就是编撰这本书所带给我的快乐和享受。

David N. Nikogosyan

Tower, Blarney

Co. Cork, Ireland

2003 年 12 月 20 日

■ 参考文献

- [1] D. N. Nikogosyan: Nonlinear optical crystals (review and summary of data). Kvant. Elektron. 4(1), 5-26 (1977) [In Russian, English trans.: Sov. J. Quantum Electron. 7(1), 1-13(1977)].
- [2] D. N. Nikogosyan: Nonlinear optical crystals (review and summary of data). In: *Selected Papers on Optical Parametric Oscillations and Amplifiers and Their Applications, SPIE Milestone Series, Vol. MS140*, ed. by J. H. Hunt (SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, Washington, 1997) pp. 191-203.

缩 略 语

BPM, 双折射相位匹配 (birefringent phase matching)
CW, 连续波 (continuous wave)
FiHG, 五次谐波发生 (fifth-harmonic generation)
FoHG, 四次谐波发生 (fourth-harmonic generation)
HeXLN, 六方极化铌酸锂 (hexagonally poled lithium niobate)
MOPA, 主振荡功率放大器 (master oscillator power amplifier)
NCPM, 非临界相位匹配 (non-critical phase matching)
OPA, 光学参量放大器 (optical parametric amplifier)
OPG, 光学参量发生 (optical parametric generator)
OPO, 光学参量振荡器 (optical parametric oscillator)
PPKTP, 周期极化磷酸钛氧钾 (periodically poled potassium titanyl phosphate)
PPLN, 周期极化铌酸锂 (periodically poled lithium niobate)
PPLT, 周期极化钽酸锂 (periodically poled lithium tantalate)
PPRTA, 周期极化砷酸钛氧铷 (periodically poled rubidium titanyl arsenate)
QPM, 准相位匹配 (quasi phase matching)
SFD, 自倍频 (self-frequency doubling)
SFG, 和频发生 (sum-frequency generation)
SH, 二次谐波 (second harmonic)
SHG, 二次谐波发生 (second-harmonic generation)
THG, 三次谐波发生 (third-harmonic generation)
YAG, 钇铝石榴石 (yttrium aluminum garnet)
YAP, 正铝酸钇 (yttrium orthoaluminate)
YLF, 氟化钇锂 (yttrium lithium fluoride)
YSGG, 钇钪镓石榴石 (yttrium scandium gallium garnet)

在国家点火装置(NIF)由 Natalia Zaitseva(照片中人)生长的
54 cm × 54 cm × 55 cm 的 KDP 晶体。这是为在美国加利福尼亚州
Lawrence Livermore 国家实验室建设的世界最大的激光器频率转换应
用所制备的。承蒙 Lawrence Livermore 国家实验室提供照片。

目 录

缩略语

第 1 章 引言	1
第 2 章 基本的非线性光学晶体	5
2.1 $\beta - \text{BaB}_2\text{O}_4$, 偏硼酸钡 (BBO)	5
2.2 LiB_3O_5 , 三硼酸锂 (LBO)	22
2.3 LiNbO_3 , 铌酸锂 (LN)	42
2.4 KTiOPO_4 , 磷酸钛氧钾 (KTP)	64
第 3 章 主要的红外材料	91
3.1 AgGaS_2 , 硫镓银 (AGS)	91
3.2 AgGaSe_2 , 硒镓银 (AGSe)	104
3.3 ZnGeP_2 , 磷锗锌 (ZGP)	115
3.4 GaSe , 硒化镓	130
第 4 章 常用晶体	139
4.1 KH_2PO_4 , 磷酸二氢钾 (KDP)	139
4.2 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 磷酸二氢铵 (ADP)	161
4.3 KD_2PO_4 , 氘化磷酸二氢钾 (DKDP)	175
4.4 $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$, 硼酸锂铯 (CLBO)	186
4.5 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$, 氧化镁掺杂铌酸锂 (MgLN)	193
4.6 KTiOAsO_4 , 砷酸钛氧钾 (KTA)	201
4.7 KNbO_3 , 铌酸钾 (KN)	208
第 5 章 周期性极化晶体及“衬底”材料	221
5.1 LiTaO_3 , 钽酸锂 (LT)	221
5.2 RbTiOAsO_4 , 砷酸钛氧铷 (RTA)	228
5.3 BaTiO_3 , 钛酸钡	234

5.4	MgBaF ₄ , 氟化钡镁	240
5.5	GaAs, 砷化镓	243
第6章 新发展及有前景的晶体		257
6.1	BiB ₃ O ₆ , 三硼酸铋(BIBO)	257
6.2	K ₂ Al ₂ B ₂ O ₇ , 硼酸铝钾(KABO)	261
6.3	KBe ₂ BO ₃ F ₂ , 氟硼铍酸钾(KBBF)	265
6.4	BaAlBO ₃ F ₂ , 氟硼酸铝钡(BABF)	267
6.5	La ₂ CaB ₁₀ O ₁₉ , 硼酸钙镧(LCB)	269
6.6	GdCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 硼酸氧钙钆(GdCOB)	271
6.7	YCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 硼酸氧钙钇(YCOB)	278
6.8	Gd _x Y _{1-x} Ca ₄ O(BO ₃) ₃ , 硼酸氧钙钆钇(GdYCOB)	287
6.9	Li ₂ B ₄ O ₇ , 四硼酸锂(LB4)	292
6.10	LiRbB ₄ O ₇ , 四硼酸铷锂(LRB4)	295
6.11	CdHg(SCN) ₄ , 硫氰酸汞镉(CMTC)	297
6.12	Nb:KTiOPO ₄ , 铌掺杂 KTP(Nb _x K _{1-x} Ti _{1-x} OPO ₄ 或 NbKTP)	300
6.13	RbTiOPO ₄ , 磷酸钛氧铷(RTP)	305
6.14	LiInS ₂ , 硫铟锂(LIS)	309
6.15	LiInSe ₂ , 硒铟锂(LISe)	315
6.16	LiGaS ₂ , 硫镓锂(LGS)	317
6.17	LiGaSe ₂ , 硒镓锂(LGSe)	319
6.18	AgGa _x In _{1-x} Se ₂ , 硒铟镓银(AGISE)	320
6.19	Tl ₄ HgI ₆ , 碘汞铊(THI)	323
第7章 自倍频晶体		325
7.1	Nd:MgO:LiNbO ₃ , 掺钕掺氧化镁铌酸锂(NdMgLN)	325
7.2	Nd:YAl ₃ (BO ₃) ₄ , 掺钕四硼酸铝钇(Nd _x Y _{1-x} Al ₃ (BO ₃) ₄ 或 NYAB)	329
7.3	Nd:GdAl ₃ O(BO ₃) ₄ , 掺钕四硼酸铝钆(Nd _x Gd _{1-x} Al ₃ (BO ₃) ₄ 或 NGAB)	337
7.4	Nd:GdCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 掺钕硼酸氧钙钆(Nd _x Gd _{1-x} COB 或 Nd:GdCOB)	341
7.5	Nd:YCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 掺钕硼酸氧钙钇(Nd _x Y _{1-x} COB 或 Nd:YCOB)	347
7.6	Nd:LaBGeO ₅ , 掺钕锗酸硼镧(Nd _x La _{1-x} BGeO ₅ 或 NdLBGO)	351
7.7	Nd:Gd ₂ (MoO ₄) ₃ , 掺钕钼酸钆(Nd _{2x} Gd _{2-2x} (MoO ₄) ₃ 或 NdGMO)	355
7.8	Yb:YAl ₃ (BO ₃) ₄ , 掺镱四硼酸铝钇(Yb _x Y _{1-x} Al ₃ (BO ₃) ₄ 或 Yb:YAB)	359
7.9	Yb:GdCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 掺镱硼酸氧钙钆(Yb _x Gd _{1-x} COB 或 Yb:GdCOB)	364
7.10	Yb:YCa ₄ O(BO ₃) ₃ , 掺镱硼酸氧钙钇(Yb _x Y _{1-x} COB 或 Yb:YCOB)	367
第8章 很少用的和传统的晶体		373
8.1	KB ₅ O ₈ ·4H ₂ O, 五硼酸钾四水合物(KB5)	373

8.2	CsB_3O_5 , 三硼酸铯(CBO)	380
8.3	$\text{C}_4\text{H}_7\text{D}_{12}\text{N}_4\text{PO}_7$, 氘化左旋磷酸精氨酸一水合物(DLAP)	383
8.4	α -碘酸(α - HIO_3)	387
8.5	$\text{LiCOOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, 甲酸锂一水合物(LFM)	392
8.6	CsH_2AsO_4 , 砷酸二氢铯(CDA)	395
8.7	CsD_2AsO_4 , 氘化砷酸二氢铯(DCDA)	400
8.8	RbH_2PO_4 , 磷酸二氢铷(RDP)	404
8.9	CsTiOAsO_4 , 砷酸钛氧铯(CTA)	410
8.10	$\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$, 铌酸钡钠(BNN)	414
8.11	$\text{K}_3\text{Li}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$, 铌酸钾锂(KLN)	419
8.12	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 尿素	422
8.13	LiIO_3 , 碘酸锂	426
8.14	Ag_3AsS_3 , 硫砷银(淡红银矿)	437
8.15	HgGa_2S_4 , 硫镓汞	444
8.16	CdGeAs_2 , 砷锗镉(CGA)	447
8.17	Tl_3AsSe_3 , 硒砷铊(TAS)	453
8.18	CdSe , 硒化镉	456
第9章 一些最新的应用		465
9.1	深紫外光的产生	465
9.2	通过DFG产生太赫兹波	467
9.3	通过SHG的超短激光脉冲压缩	468
9.4	自倍频晶体	470
9.5	周期性极化晶体	473
9.6	光子带隙晶体	478
9.7	通过 $\chi^{(3)}$ 非线性过程产生的THG	479
第10章 闭卷的话		481
附录A 所列举杂志的全称		482
附录B 在最后审稿时加入的最新参考文献		488
名词索引		491
译者后记		499

第 1 章

引 言

在过去 25 年中，我出版了 9 本关于非线性光学晶体的综述和数据库一类的著作^[1-9]。因此，在介绍这本书时，我很乐意回答将来读者最普遍的疑问和要问的问题：“我们为什么需要这样一本新书？如我们将它和 1995 年编撰，于 1997 年和 1999 年由 Springer 出版的手册^[8,9]来比较的话，这本晶体的总结与前面那些手册有什么重要的变化？”

写这本新书的原因，首先是在过去十年中，激光技术已经获得了巨大的发展。有三个明显的发展趋势：

(1) 向更短的脉冲方向发展，脉冲宽度压缩到了几百（或几十）飞秒。更短的脉冲可以增加辐射强度，这就使得所发生的非线性光学过程有更高的效率。同时，这种发展趋势大大提高了对非线性光学晶体激光脉冲引起的损伤阈值的要求。短脉冲宽度使人们必须考虑群速色散的影响。这种效应甚至可能是有利的，它可以在二次谐波产生过程中形成对激光脉冲的压缩。

(2) 向能发射可见、紫外和近红外波段激光的小型二极管泵浦连续波(CW)激光光源的方向发展。发明了一种称作准相位匹配

的新相位匹配方法,使我们在任何非线性光学晶体中都可采用其二阶非线性系数的最高值,而且可以在任何需要的方向上(例如非临界相位匹配)获得相位匹配。这就极大地提高了二阶三波相互作用(即 SHG)的效率,使激光二极管的频率变换输出功率相当高。另一个途径是在非线性晶体中掺入稀土离子(通常是 Nd 或 Yb),在激光二极管泵浦下,这样的掺杂材料能产生基频,同时将其转变为二次谐波。所以,它们被称为自倍频晶体。

(3) 积极地探索新的非线性光学晶体,特别是在低对称晶体中探索新晶体。在过去 10 年中,引入和发展了许多新晶体,诸如 GdCOB, YCOB, YAB, BIBO, CLBO, KBBF, LB4, MgBaF₄, GaAs 和许多其他晶体。而且它们已经在准位相匹配、自倍频和深紫外发生等方面成功得到了应用。

这本书与以前的手册^[8,9]不同。首先从结构上来说,省略了理论部分,因为现在关于非线性晶体中二阶三波相互作用的理论已经很好地确立了,关于这一题目已有其他书籍出版^[10]。我还决定在本书中删去所有关于非线性光学材料的传统应用(SHG、SFG、DFD 和 OPO 等)方面的内容,否则会很容易地增加本书的厚度,使其超出人们可以接受的水平。

第二个不同在于这本新手册的内容。在书中剔除了 43 种旧的非线性光学材料,现在代之以 30 种新的晶体。而且首次特别考虑了周期性极化及自倍频材料。对每种晶体的资料的编排结构也作了根本改变,加上了大量的晶体学、热物理、光谱学、电光学和磁光学的资料。

这一新编的对 63 种非线性光学晶体的总结包括了 1 500 份具有完整标题的参考文献。所有引用资料中有 15% 是引自 2000—2003 年的文献;其中有 41% 是过去 9 年中的(在所收集上一本书资料后到现在的时间)。最频繁的引用源是《应用物理快报》(占有参考文献的 11.3%)、《光学快报》(占有参考文献的 10.0%)和《光学通信》(占有参考文献的 9.8%)。

在晶体性质总结(2—8 章)之后的第 9 章,通过 7 篇小型综述讨论了一些普通的和新型的非线性材料(包括自倍频和准相位匹配)的最新应用,完成了整书。

最后,我乐意在此提到我的朋友和同事,我将他们的名字按字母表的顺序排列如下,衷心感谢他们中肯的批评、有益的讨论,以及送给我相关文章抽印本和电子文件等帮助。他们是:Gerard Aka 教授(法国),Vladimir Alshits 教授(俄罗斯),Ladislav Bohaty 教授(德国),Patrick Mc Carthy 博士(爱尔兰),Subhasis Das 博士(印度),Katia Gallo 博士(英国),Helmut Görner 博士(德国),Sergey Grechin 博士(俄罗斯),Alexander Gribenyukov 博士(俄罗斯),Stas Ionov 博士(美国),Ludmila Isaenko 博士(俄罗斯),Mitsuru Ishii 博士(日本),Kiyoshi Kato 教授(日本),Hideo Kimura 博士(日本),Takayoshi Koba-

yashi 教授(日本), Lev Kulevskii 教授(俄罗斯), Nikolay Leonyuk 教授(俄罗斯), Wenju Liu 教授(中国), Alla Makarova 女士(俄罗斯), Nikolai Merzliakov 博士(俄罗斯), Kiminori Mizuuchi 博士(日本), Yusuke Mori 教授(日本), Eugene Moskovets 博士(美国), Tatiana Perova 博士(爱尔兰), Katalin Polgár 博士(匈牙利), Mariola Ramirez 博士(西班牙), Martin Richardson 教授(美国), Eugeni Ryabov 教授(俄罗斯), Mark Saffman 教授(美国), Solomon Saltiel 教授(保加利亚), Ichiro Shoji 博士(日本), Yuji Suzuki 博士(日本), Eiko Takaoka 博士(日本), Daniel Vivien 教授(法国), Richard White 博士(澳大利亚), Alexander Yelissev 博士(俄罗斯), Masashi Yoshimura 博士(日本), Natalia Zaitseva 博士(美国)和 Anatoly Zayats(英国)。

我还特别愿意再单独感谢 Cork 学院大学网上图书馆 Loans 服务中心的 Eileen Heathy 女士、Phil O'Sullivan 女士和 Garret Cahill 先生。

我特别要感谢 Springer-NY 书店的编辑, Hans Koelsch 博士, 感谢他建设性的建议和卓有成效的合作。同时, 我总是无限感激我亲爱的夫人 Danielle, 感谢她对我的鼓励和宽容。

■ 参考文献

- [1] D. N. Nikogosyan: Nonlinear optical crystals (review and summary of data). *Kvant. Elektron.* 4(1), 5 - 26 (1977) [In Russian, English trans.: *Sov. J. Quantum Electron.* 7(1), 1 - 13 (1977)].
- [2] D. N. Nikogosyan, G. G. Gurzadyan: Crystals for nonlinear optics. Biaxial crystals. *Kvant. Elektron.* 14(8), 1529 - 1541 (1987) [In Russian, English trans.: *Sov. J. Quantum Electron.* 17(8), 970 - 977 (1987)].
- [3] G. G. Gurzadyan, V. G. Dmitriev, D. N. Nikogosyan: *Nonlinear Optical Crystals. Properties and Applications in Quantum Electronics. Handbook* (Radio i Sviyaz, Moscow, 1991), pp. 1 - 160 [In Russian].
- [4] V. G. Dmitriev, G. G. Gurzadyan, D. N. Nikogosyan: *Handbook of Nonlinear Optical Crystals*. Springer Series in Optical Sciences, Vol. 64, ed. by A. E. Siegman (Springer, Berlin, 1991), pp. 1 - 221.
- [5] D. N. Nikogosyan: Beta barium borate (BBO). A review of its properties and applications. *Appl. Phys. A* 52(6), 359 - 368 (1991).
- [6] D. N. Nikogosyan: Lithium triborate (LBO). A review of its properties and applications. *Appl. Phys. A* 58(3), 181 - 190 (1994).
- [7] D. N. Nikogosyan: *Properties of Optical and Laser-Related Materials. A Handbook* (John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1997), pp. 1 - 594.