

中国科学院
派往国外的访问学者、进修人员
科技成果选编
(四)

中国科学院教育局
中国科学院图书馆
一九八三年十二月

前 言

目前，我院结束在国外工作、学习后回国的访问学者、研究生已达一千五百余人。他们经过辛勤的劳动，多数人在科技工作中取得了可喜的成绩，其中有不少人的科研工作有创新、突破，接近或达到了国际水平，或填补了我国某些空白学科，为祖国和人民争得了荣誉。

本刊的宗旨是交流、推广他们的科研成果，以达到一人出国，更多人受益之效果；报道他们热爱祖国，为振兴中华勇攀科学高峰的事迹，使读者从中吸取有益的养分，更好地为祖国“四化”建设发挥自己的才干。为把《选编》办成交流我院访问学者、研究生在国外工作、学习的园地，希望各单位给予积极配合。

在院有关单位的协助下，《选编》第四期已编辑出版，由于人力和水平有限，难免有错误和不当之处；恳请读者批评指正。

院教育局

院图书馆

一九八三年十二月

目 录

1. 许文源获信号处理好方法 (3)
2. 用普通设备做出显著成绩 (记物理所
助理研究员汤晓) (5)
3. 范希武在英国研究成果显著 (6)
4. 王全坤采用分子束外延法首次制备成功
ZnSe单晶膜 (9)
5. 黄锡珉获得新的发光晶体材料 (10)
6. 不求虚名求实用 (记上海原子核所陈茂柏) (13)
7. 一人出国, 全室受益 (记上海原子核所
付研究员卢宋林) (14)
8. 访问学者黄润乾成绩显著 (16)
9. 努力攀登, 为国争光 (记水生所付研究员
俞敏娟) (19)
10. 为振兴中华而拼搏的林植芳 (20)
11. 吴七根在鸢尾属植物系统解剖研究方面
取得好成绩 (23)
12. 热爱祖国科学事业的黄步汉 (25)
13. 洪国藩在 DNA 顺序测定方面有重大突破 (27)
14. 坚韧不拔, 努力工作, 为祖国争得荣誉
(记林土所付研究员崔启汉) (29)
15. 一心为我国新农药研究贡献力量的王克欧 (32)
16. 沈师孔重视学习掌握先进技术 (34)

17. 石广玉在大气幅射传输研究中有创新 (36)
18. 丁一汇在台风、季风和暴雨研究中
 取得显著进展 (38)
19. 史继扬在生物标志物——石油勘探新途径
 ——的研究中取得好成绩 (40)
20. 吴文裕在古哺乳动物研究中的新观点 (42)
21. 陶学禹发明一种计算机局部网多路访问协议
 在美申请专利 (43)
22. 方廷健、熊范伦在三维物体识别研究中
 成绩显著 (46)
23. 发扬了中国人民的才智 (记长春光机所
 助理研究员胡家升) (48)
24. 木星磁层理论新模式 (记空间物理所
 付研究员刘振兴) (50)

许文源获信号处理好方法

系统科学所助理研究员许文源，于1981年4月到1983年4月赴美国纽约理工学院电机工程和计算机科学系进行信号处理的数学方法方面的研究。合作教授是著名的科学家A. Papoulis。

留美期间他勤奋工作，在频增有限信号的外推、自适应滤波和谱估计等方面，共完成有水平的论文七篇，受到Papoulis的赞扬。

信号处理是一门近十几年来得到迅速发展的学科。信号是信息的载体，任何信息都以某种形式的信号出现，如通讯中发送的电磁波信号和光信号、语声、地震波、弹道、脑电波、太阳黑子和经济动态曲线都属于信号。人们观测到的信号往往是经过变换的与噪声或干扰混杂在一起的信号，有时只能得到信号的一部分。信号处理的目的是要从观测到的信号中消除噪声或干扰，恢复有用信号，获取所需信息；或者由部分信号恢复全部信号。所以信号处理应用十分广泛，目前已应用于声学、生物与医学工程、数据通讯、经济分析、地球物理勘探、图象处理和天文学等方面。

许文源在频谱有限信号处理的外推方面的工作较为突出。所谓频谱有限信号处理的外推问题，指的是如何利用这类信号在时间域上某有限区间上的数据去确定它在该区间外的值。由于频谱有限信号是解析函数，所以上述外推问题等价于解析延拓，而一般解析延拓的方法并不能应用于工程实际中。因此六十年代许多学者都在探索能实际实现的外推方法。1973—1975年提出的Papoulis—Gerchberg递推算法是公认的比较好的方法。经过实践，发现此算法存在下面几个问题：（1）如果已知信号段存在误差，而受干扰的信号

段不再为频谱有限的信号段，则该算法发散，不能达到外推的目的。（2）有随机噪声的频谱有限信号外推估计问题如何给出统计提法及其相应的算法。（3）如何提高算法的收敛速度。（4）关于算法计算机实现即量化问题的合理性。而在这四个问题中，（1）是最关键的。因为实际问题中，不可避免地存在测量和量化误差以及其它随机因素引起的误差，且这些误差的频谱很宽，所以受干扰后的信号段，几乎完全不可能是频谱有限信号的信号段，这样就限制了上述算法的应用。于是许与Chamzas博士合作针对上述问题，主要是第一个问题进行了一系列研究，获得了一些结果，写成论文五篇，其中尤可称道的是“能量约束下频谱有限信号的外推”一文。（全文已被IEEE的汇刊之一ASSP接受，即将发表。其它已投国内外有关杂志）在此文中，许首先推进了Slepian—Viano等人的讨论，详细讨论了作为病态问题的频谱有限信号外推问题，在信号能量约束、噪声能量约束和信号与噪声能量约束下的三种正规解，最后给出了求这类正规解的递推算法，同时论述了算法中有关参数的确定方法。这个递推算法是Papoulis—Gerchberg算法的改进，它可以适用于受了干扰的数据情形。该文还详细论述了频谱有限序列和频谱有限周期序列两种离散情形下相应问题的解，据此论证了该算法在计算机上实现的合理性。Chamzas提供了数值的例子，该例表明许所提供的算法效果良好。

Papoulis教授评价许：“来此不久就对我们所研究的一个基本问题（频谱有限信号的处理）做出了重要的贡献。……许的勤奋工作、科研才能，对问题的深刻理解的高度的事业心，给我留下深刻印象的”。

用普通的设备做出显著成绩

1980年8月，物理所助理研究员汤晓，以访问学者的身份赴美国进行化学物理方面的研究。在美国近三年的时间里，他相继在美国福特汽车公司科学研究实验室和华盛顿哈瓦德大学化学系激光化学分部工作。主要进行了原子的共振多光子激发饱和效应的研究，大气中氢氧基浓度的野外测定和小分子光分解动力学研究等项目。在此期间，他完成学术论文五篇，其中有的在美国物理学会年会上宣读，有的在《化学物理快报》等杂志上发表。在美期间，汤晓还出席了1982年国际激光会议，并宣读了有关论文。

汤晓初到福特汽车公司科研所时，合作教授提供使用的部分仪器设备的性能不佳，无法适应研究工作的需要。汤晓和研究生一起，利用假日对这套系统进行了改装，提高了稳定性和功能密度。汤晓使用改装后的、其功率密度高达 10^4 W/cm^2 的强激光系统观察了铯原子中具有共振中间能做的多光子跃迁的饱和行为，使该项研究在这一领域中达到了较高的水平。同时，为进一步深入研究该领域的工作奠定了基础。81年秋天，他与国外同行在科罗拉多州的落基山上，用激光感生的荧光法测量大气中氢氧基的浓度。大气中氢氧基的浓度对于研究高层大气、同温层和气象学来说是一个重要参数，目前，国际上先进国家对此很关心。他在原有工作的基础上，对实验方法作了改进，缩短了共振与非共振的交替时间，使目前的氢氧基探测灵敏度由 $1 \times 10^6 / \text{cm}^3$ 提高到 $3 \times 10^5 / \text{cm}^3$ ，取得优良成绩。这种高灵敏度探测方法在环境保护、大气科学研究中的应用很为广泛。

82年2月，汤晓又在哈瓦德大学化学系合作进行激光化学方面的研究。他用短短6个月的时间组装了一套使用方便、效率较高、稳定可靠的小分子光解离动力学研究的实验装置，使实验系统的灵敏度提高了两个数量级。这项成果使他合作教授的原有工作有了突破性的进展，解决了许多原来悬而未决的问题。

使用上述装置，汤晓在短短的6个月内完成了三项研究：测定了氟自由基A态的辐射寿命和淬灭速率；测定了氟自由基A态到B态跃迁的振子强度；还测定了入射光的波长与光介产物的能量分布之间的关系。目前，许多关于光分解的理论工作尚处在初步阶段，结果很不一致。汤晓在这方面的实验工作中积累了大量数据资料，具有一定的学术价值。为此，合作教授曾多次挽留他继续工作，并来信高度赞扬：“汤博士是一位杰出的研究工作者，在实验室里他工作非常努力，有出色的工作能力，……”。由于他的工作赢得对方对我访问学者的信任，对方教授来信希望我方再派科学工作者赴美共同工作。

83年2月汤晓结束了在国外的研究工作回到了祖国。目前，他正以更高的热情投入祖国的四化建设。

范希武在英国研究成果显著

范希武同志，1957年大学毕业后，分配到中国科学院物理研究所发光学研究室，廿多年来，一直从事“固体发光”研究工作。具有丰富的实验经验。

根据中国科学院与英国皇家学会科学交流协议，范希武于1979年5月到英国杜伦大学应用物理和电子学系，作为访问学者与

J. Woods 合作, 采用不同途径和方法对发光二极管进行研究, 取得有意义结果, 完成了“在电场激发下, 高纯 ZnSe ZnSe_xSr_x 和 CdS 晶体中近带边缘发射”的研究工作。该研究项目包括四个研究课题, 共取得四项研究成果, 发表了五篇论文, 其中有两篇分别在国际学术讨论会上发表。四项成果是:

1. 在电场激发下, 高纯 ZnSe 和 CdS 晶体中的自由激子发光

利用通常气相技术生长的高纯 ZnSe 和 CdS 晶体制备了 MIS 发光二极管。本工作证明了利用通常的气相技术生长晶体, 能够得到足以出现自由激子发光占主导地位的高化学纯 ZnSe 和 CdS 晶体, 指出了有可能制成在室温下的 ZnSe 兰色和 CdS 绿色发光二极管, 提出了当增加驱动电流脉冲时, 有可能获得电场激发下 ZnSe 兰色和 CdS 绿色受激发射的前景。此项工作达到国际先进水平。

2. 在正向电压激发下, 发兰光的 ZnSe MIS 发光二极管

利用高纯 ZnSe 单晶, 制成了在室温下发兰光的 ZnSe MIS 二极管。该工作首次报导了在室温下 ZnSe MIS 二极管发射两个纯的兰色发光谱带, 并阐明了它们的形成机理。这项结果, 对利用 ZnSe 晶体制备纯兰色发光二极管具有理论和实践上的指导意义。

3. 在 CdS 单晶中的绿色电致发光和光致发光

该工作研究了在室温下发绿色光的 CdS MIS 二极管。首次报导了在室温下 CdS MIS 二极管同时发射两个纯绿色的发光谱带。提出了在熔融 Cd 中萃取, 以及电场激发皆有助于自由激子的发光。

4. 发兰光和紫光的 ZnSe_xSr_x MIS 发光二极管

从高化学纯的混合单晶 $\text{ZnSe}_{0.8}\text{S}_{0.2}$ 和 $\text{ZnSe}_{0.5}\text{S}_{0.5}$ 制备了 MIS 发光二极管。该工作首次报导了在室温下从混晶 $\text{ZnSe}_{0.5}\text{S}_{0.5}$ MIS 二极管中获得紫光发光。对利用 ZnSe_xSr_x 混晶制备兰色和紫色发光

二极管提供了基础。并且提出，利用高纯 ZnS 单晶，可期望获得发紫外光的电致发光。

范希武回国后，长春物理所联席会议任命他为第二研究室主任，同时任命他为所学术委员会委员。在近一年的时间里，根据我国实验室的现有条件，取英国实验室之长，对室里的工作进行了合理的改革调整：

1. 加强学术上的统一领导

对原有的几个课题组，在不改变原有建制的基础上，实行学术统一领导，按需要组织临时的跨组题目组，以期在短期内攻下一个具体目标，效果明显。

2. 完善各个实验环节

用升华法生长了 ZnSe 单晶。这是英国实验室行之有效的方法，范希武将它“移植”到我国的实验室。结果现已成功地生长出 ZnSe 单晶；

建立了制备MIS结中绝缘层的设备，成功地制备了 ZnS 和 ZnSe 绝缘层，可供科研使用；

在英国实验室工作时间，对其测试技术设备有所了解，根据该所测试工作的需要，取长补短，正在试制具有我国特点的电导——电容——电压（G—C—V）设备。今年初在所计划会议上，范希武对二室的材料研究又有了更明确的方向。由于他既是学术带头人，又善于调动科研人员的积极性，同志们一致反映，这样的室领导信得过。最近，长春物理所学术委员会已提升他为付研究员。

王全坤采用分子束外延法 首次制备成功 ZnSe 单晶膜

长春物理所工程师王全坤，于1979年3月赴日本东京工业大学工学部电子物理系高桥清实验室进行分子束外延生长的ZnSe及其发光的研究。他利用国外先进的分子束外延设备，成功地生长了低阻ZnSe单晶膜和掺锰 ZnSe 直流电致发光薄膜，达到先进水平，并就有关内容合作发表了四篇论文。

分子束外延法可用作发光材料的制备，结果良好，有些结果是其它外延法无法完成的，例如超晶格材料的制备。王全坤使用分子束外延设备制成了发光性能良好的单晶膜，表明分子束外延技术完全可以用来生长和开发新的发光器件。单晶生长及杂质可控性对于发光机理的深入研究亦有重要意义。王全坤采用分子束外延法生长出的低阻ZnSe单晶膜，是一种动量生长，有可能避免自补偿效应，生长出来的膜本身就是低阻的。他采用同一方法制备的掺锰ZnSe: Mn直流电致发光膜薄是单晶的，电子的扩散长度长，容易被电场加速。

总之，采用分子束外延法，由于生长温度低，用来生长II—VI族化合物有可能减少这类化合物的自补偿现象。王全坤得出的低阻ZnSe单晶膜电阻率很低，有利于制作新的光电器件和进行物理研究，而ZnSe: Mn直流电致发光膜则具有足够的实用亮度，工作电压低，有可能直接用集成电路来驱动。以上结果无论是单晶薄膜的制备，还是分子束外延技术本身都是世界首创。为此，《日本工业

新闻》日报社记者曾两次专题来访，并先后做了报道。王全坤的研究成果受到日本科技界和企业家的重视，有二十余家公司亲临现场参观，有的公司还派出研究生进行实习。

王全坤在日本工作期间，利用工作、学习之余还为所里做了大量工作。

黄锡珉获得新的发光晶体材料

长春物理所助理研究员黄锡珉，于1981年7月赴日本东北大学工学部从事 $\text{Zn Sx Sel}-x$ 单晶生长及其缺陷控制的研究，取得好结果，赢得国外同行的好评。

60年代起半导体工业突飞猛进的发展，促进了固体发光器件的应用研究。首先在Ⅲ—V族化合物材料上实现了红绿光发光二极管和红外、红光的半导体激光器，这些器件被广泛用于光通信和各种显示设备上。但未能实现兰色光器件，使应用范围受到限制。当前大力开展研究兰光的发光晶体材料中， ZnSe ， $\text{ZnSxSel}-x$ ， Zns 是有前途的兰光发光晶体。为了获得新型材料的发光器件，必须要研制出完整性良好的发光晶体，同时要开展材料的应用基础研究。

$\text{ZnSxSel}-x$ 是通过对其组分的控制而取得特定值的禁带宽度（在2.8~3.6ev之间）的直接跃迁型宽禁带发光材料。但这种三元系单晶的组分控制难，且难以获得完整性良好的单晶。因而，尚未报道在这种单晶中本征缺陷的控制和在晶格中杂质原子占据位置等基础研究的结果。黄锡珉为了制备出完整性好的单晶并分析其性能，采用了气相输运的升华法，在严格控制组分分压条件下生长了高纯的接近正化学配比的单晶，并以激子光谱评价了单晶，研究了

本征缺陷和杂质原子的行为。在完成本项课题的过程中得到了如下结果：

a) 为了获得高纯度单晶材料，用带有液氮冷阱的真空蒸馏法提纯了6个9的硫和5个9的硒，分析结果表明纯度提高了1个量级左右。这种方法是与常规蒸馏法不同的，适合于高纯材料中难蒸发的微量杂质的分离，受到井恒导师的赞扬。

b) 他们原先采用气相硫（或硒）和锌固相表面反应方法合成 ZnS 和 ZnSe ，需要 1000°C ，2周以上时间。这种方法合成速度慢，又加上高温反应时间长而引起污染等问题。从原理上改进合成反应，气相硫（或硒）和气相锌反应，使反应速度加快，反应时间缩短到半天左右，并减少了在合成过程中污染问题。

c) 在单晶生长过程中，为了在一个晶核上生长单晶，一般采用温度消除法和子晶等方法，经过分析前人的几种方法的优缺点，设计了特殊形状的成核室，得到了重复性良好的大块单晶。日本晶体学方面权威人士学习院大学小川哉智教授对井恒教授说：“多年晶体测试工作中未见到这样完整性好的II—VI族单晶”。

d) 为了评价 $\text{ZnS}_x\text{Se}_{1-x}$ 单晶，进行了液氮温度下激子光谱的测试，首次观察到自由激子光谱的谱线，其强度也很强，有的样品中自由激子谱线强度比束缚激子谱线强好几倍。在 ZnSe 的激子光谱中不仅观察到很强的自由激子光谱，还观察到束缚激子光谱的精细结构（可分离到 0.1meV ）。这些结果进一步证实了在生长单晶方面采取各种措施的结果，改善了单晶的完整性。目前为止在文献中尚未报道这样好的结果。这些结果发表在1983年春季日本应用物理学术会议上，得到同行们的赞扬，主持会议的主席东京工业大学格元宏教授建议“论文内容很有意义，建议延长时间提问题和讨论”。

e) 在三元系单晶中观察到中性受主束缚的激子光谱随组分比变化而变化的现象。实验方法证明了这些束缚激子光谱和声子伴线之间关系，并提出了这些谱线有关的中性受主能级随组分比而变化的模型。在日本应用物理学术会议和博士论文上发表了这种模型，得到同行们的支持。

f) 实验方法证明了当前争论的ZnSe的束缚激子光谱的谱线(I_{deep})的起源(Origin)，Dean等人认为：这条谱线是占据在Zn付晶格上的Cu的中性受主引起的，Röppischer等人认为是Zn空位的Cu的中性受主引起的。在本工作中完整性良好的单晶里分别引入Zn空位和Cu杂质，然后进行激子光谱的测试，得到结果表明两者都是I_{deep}谱线的起源，但它们之间存在着非常微小的差别，一般难以分离两者的差别。要观察这些现象，必须做到生长高质量单晶并能控制低浓度的Zn空位和Cu杂质。往往未能分离两者，强调某一方，出现了片面的结论。

g) 以激子光谱测试手段寻找在控制组分分压情况下产生本征缺陷的热处理条件和掺杂条件之后，可以分别控制进行产生本征缺陷和掺杂的两个过程。这样在样品中预先热处理而产生的本征缺陷情况不同，掺入Cu原子在晶格中占据位置不同的现象，即同一种杂质Cu有时起受主作用，有时起施主作用。这些结果表明在晶格的特定位置上掺入杂质的可能性。在半导体器件研制过程中在特定晶格位置上掺入杂质的意义是重大的。井恒教授拿着20年前同行的信件对他说：“我们20年前开始谈论的问题，由你实现了。祝贺实验成功”。

在日本应用物理学术会议和晶体生长学术会议上黄锡珉先后发表了八篇论文，在日本国际性刊物JJAP上已发表和有待于发表的

论文五篇，部分内容列入申报文部省的研究成果报告书。由于他在这方面取得的成果，1983年10月获得日本东北大学博士学位。

黄锡珉同志能在两年另三个月的时间里取得这样显著的成绩，是因为他人在国外，心里时刻想着社会主义祖国，他把自己的一言一行与祖国的荣誉联系在一起。对他刻苦努力的工作国外同事感叹地说：“不久中国一定能超过我们”。

不求虚名求实用

上海原子核所陈茂柏，1979年7月至1981年7月赴美国学习加速器有关技术。

陈茂柏刚到美国时，在密西根州立大学加速器实验室搞加速器物理设计和束流诊断。虽然该大学的500Mev和800Mev的超导回旋加速器是世界上最先进的，教授们的水平是第一流的，那里的一整套大型计算机也是先进的，但这些世界上最先进的技术和国内、所内的差距太大，回国后较长时间用不上。他考虑到原子核所30Mev回旋加速器的改建工作已开始，迫切需要借鉴他人的先进经验，因此决定中止搞世界上第一流的加速器，转而去搞较落后的但与国内对口的加速器。他只在密西根大学学习八个月，对这种先进加速器的技术做了全面了解，整理了有关资料，以便日后作为参考，然后转到了科勒拉陀大学加速器实验室。科勒拉陀大学的加速器与原子核所的一样大小，而且也即将进行改造，实验室的PDP—11/60型计算机也和原子核所的相当。这是一个很好的学习机会。在那里，陈茂柏同志根据在密西根大学进行物理设计的一整套先进的资料、方法，结合科勒拉陀的改进任务，进行了一次系统的实践。回国后，一整套的物理设计、方法和全部计算机程序完全适合原子核所的改

器工作。这包括以下几个方面：

(1) 中心区电场的计算。中心区电场在密西根大学是用先进的电介槽模拟获得的。科勒拉陀大学未建成电介槽、陈茂柏用松驰法计算、并推导了一个边界修正公式，不仅提高了精度，而且使PDP—11这种小型计算机适合于计算复杂的三维电场。陈回国后，将这套办法全部应用于计算原子核所加速器的中心区电场。而这在上海既没有现成的模拟电介槽、也不可能建造的情况下更显重要。

(2) 根据密西根大学的程序原理，他编制了一整套研究等时性回旋加速器粒子动力学程序。在美国有加速器的实验室不少，但有自己独立或体系的计算机程序的不多。原子核所回旋加速器室已发展了一套多功能的适用于PDP—11小型计算机的程序。

(3) 加速器束流规划的步骤和方法在文献上是没有的。现以陈茂柏同志为主，从理论和实践结合，摸索出了一套有效的适合我们自己加速器的计算步骤和方法，完成了调束工作所必须的束流规划工作。

陈茂柏在国外工作期间，不图虚名，根据国内的实际情况选择研究内容，针对性强，收效也大。回国后，用其在国外学习、掌握的先进技术，为所在单位的设备改建工作做出了贡献。

一人出国，全室受益

上海原子核所付研究员卢宋林，1980年5月至1982年5月赴美国加州大学劳伦斯贝克莱实验室，在核电子学仪器研究组工作了二年。卢宋林基础扎实，知识面较广，实践经验丰富，动手和分析能力强，对该专业的国内外现状比较了解。到美国后，他从美方提供的几个工作项目中选择了一项和国内工作关系比较密切的前置放大

器——放大器测量系统。按对方的要求,从设计、试验电路到样机调试用了约一年时间,最后使线路定型,交付该实验室复制了六十台,较好地完成了任务,第二年,卢主要带着他在国内工作中存在的问题,利用贝克莱实验室的条件和同事的经验,以期改进国内的研究工作。比如有一种快“定时”线路,过去国内的指标总达不到文献水平。试验后,发现在测量仪器,测量方法和关键元件方面都存在问题。只需花少量的钱,添置一些必要的设备,可使原子核所的工作较快赶上国外水平。他在国外工作时始终着眼于和国内的工作紧密联系,经常考虑如何改进室里的各项工作。这期间,他经常把了解到的新技术新方法及时介绍给国内正在做这方面工作的同志,另一方面要求国内的同志尽量提出各种工作上碰到的问题,他尽力设法去找美国同事讨论,解决了室里工作中的不少问题。例如:

(1) 改进了低噪声前置放大器的性能。原子核所在这方面的的工作起步较晚,与贝克莱实验室相比有不少差距。这中间最重要的是挑选关键元件场效应管。以前我们是按文献上订货,有时买一千只管子也没有一只好的。根据别人经验,实际上每个厂家、型号、批号都有很大的不同。我们改为试买少量,发现挑选率高的再去大量购买,结果在美国买到一批好管子,节省了外汇。此外还学到了把管子外壳改为低噪声材料的方法以及场效应管的测试方法。这样使我所的低噪声放大器噪声降至90ev,为目前国内最好的。

(2) 弄清了半导体探测器成品率低、性能不好的原因。过去总认为是材料的纯度不够,电阻率太低。(原材料的电阻率越高、越纯,价格也越贵)。本来打算要买20000欧姆·厘米的材料,到贝克莱了解后,才知他们用的都是1500~2500欧姆·厘米的材料,