

附件 3:

内蒙古自治区重点实验室 2018 年度工作报告

实验室名称: 内蒙古自治区半导体光伏技术重点实验室
实验室主任: 班士良
主管部门: 内蒙古自治区科技厅
依托单位名称: 内蒙古大学
通讯地址: 内蒙古呼和浩特市大学西路 235 号
邮政编码: 010021
联系人: 朱成军
联系电话: 0471-4991463
E-mail 地址: ndcjzhu@126.com

2018 年 12 月 20 日 填报

2018 年制

一、基本信息

实验室名称	中文：内蒙古自治区半导体光伏技术重点实验室			
	英文：Key Laboratory of Semiconductor Photovoltaic Technology of Inner Mongolia Autonomous Region			
研究方向 (据实增删)	研究方向 1	铜基薄膜太阳能电池材料与器件		
	研究方向 2	硅基薄膜太阳能电池材料与器件		
	研究方向 3	半导体光伏技术及相关理论研究		
实验室主任	姓名	班士良	出生年月	1956. 03
	职称	教授	专业领域	半导体物理理论
	任职时间	1989 年	在依托单位职务	内蒙古大学学术委员会主任
学术委员会主任	姓名	梁希侠	出生年月	1944. 07
	职称	教授	专业领域	凝聚态物理
	任职时间	1987. 08	所在单位及职务	物理科学与技术学院

二、重点实验室年度情况

实验室经费 (合计：万元)	经费构成	运行费 (万元)	科研经费 (万元)	仪器设备购置费 (万元)	人员费 (万元)
	国家		271	205	
	部门(地方)		194	100	
	依托单位				
	合计		465	305	
科研条件 (当前情况)	实验室面积		780 平方米		
	科研仪器、设备累计		160 台(套)	2260 万元(原值)	
	大型仪器、设备(50 万元以上)累计		16 台(套)	1605 万元(原值)	
科研情况	项目(课题)		13 项	经费合计	465 万元
	承担国家级项目(课题)		6 项	经费合计	271 万元
	承担省部级项目(课题)		7 项	经费合计	194 万元

	承担地市级项目（课题）		项	经费合计		万元		
	承担横向项目（课题）		项	经费合计		万元		
人才队伍	固定人员		17 人					
	高级职称	13 人	中级职称	3 人	初级职称	1 人		
	流动人员		人					
	高级职称	人	中级职称	人	初级职称	人		
	院士		固定	人	千人计划		固定	人
			流动	人			流动	人
	万人计划		固定	人	青年千人		固定	人
			流动	人			流动	人
	百千万人才		固定	人	杰青或优青		固定	人
			流动	人			流动	人
省部级人才计划		固定		5 人				
		流动		人				
运行管理	管理制度		项	是否全部实施		是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>		
	组建学术委员会		是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	召开会议次数		1 次		
开放共享	开放课题		项	经费合计		万元		
	仪器设施对外开放机时		210 小时	开展科普活动		22 次		

三、成果统计

获奖情况	国家级奖励	一等奖	项		二等奖		项	
	省、部级科技奖励	一等奖	项	二等奖	项	三等奖	项	
	行业科技奖励	一等奖	项	二等奖	项	三等奖	项	
论文专著	发表论文	共计	篇	SCI	16 篇	EI	1 篇	
	专著	国内出版	部		国外出版		部	
知识产权	发明专利	国际	项		国内		项	
	其它专利	国际	项		国内		项	

	标准规范	国际标准	个	国家标准	个
		行业标准	个	团体标准	个
产学研合作	与高校、院所合作	项	合作经费	万元	
	与企业合作	1 项	合作经费	90 万元	
行业支撑	成果转移转化	项	转移转化收入	万元	
	行业技术服务	项	服务收入	万元	

注：以上各表中所有数据指截止到统计年度所得数据或统计年度当年情况，项目经费指每个项目的总经费。

四、实验室本年度建设情况

简要介绍实验室本年度研发条件与能力、科研水平与贡献、团队建设与人才培养、开放交流与运行管理等情况。

1.研发条件与能力

实验室现有各类实验仪器设备包括测试设备和制备设备共计 160 余台套，总价值 2260 万元。测试设备包括日本理学 Miniflex 600 X 射线衍射仪 1 台；研究物相结构；法国产 JY-U-1000 型 Raman 谱仪 1 套；PerkinElmer 公司 Lambda750 型紫外可见分光光度计 1 套；日本岛津 Amicus 型 X-光电子能谱仪 1 台，元素组分化学状态；日本小坂研究所 ET3000- I 型手动表面轮廓仪 1 台；韩国产的 HMS-3000 型霍尔效应测试仪 1 台；测量电池 I-V、QE、IPCE 的北京赛凡光电的太阳能电池测试仪；美国 PTI 超灵敏稳态瞬态微区测试系统；美国赛默飞世尔的 XRF 测试系统。薄膜制备设备包括美国 USI Prism BT 型薄膜喷涂设备系统 1 套；深圳网印巨星机电 WJ-ST1616C 型全自动丝网印刷机 1 台；PLD 中国沈科仪 JGP450 型 PLD 激光溅射沉积设备 1 台；中国沈阳科友 JGP560 型超高真空磁控溅射系统 1 台；福临科技的超高真空多靶共溅射沉积系统 1 台；德国 Zahner 公司 Zennium 型电化学工作站 1 台；沈科仪的 PECVD 沉积设备 1 套；CIGS 电池制备设备 1 套等。

本年度在一省一校项目及自治区科技厅对重点实验室项目支持下又投入 300 万元用于本实验室科研平台建设，又购入了实验室急需的实验设备如电池材料动力学热膨胀测试系统、电池材料动力学同步热分析系统、电池器件综合优化理论模拟系统和电化学分析仪等实验设备。

上述设备可以满足新型电池材料的开发与技术创新，材料的合成、器件的制作，

结构、性质及微观形态的表征和测试，基本满足了科研的需要。

2.科研水平与贡献

内蒙古的太阳能、硅资源得天独厚，根据内蒙古、呼和浩特市经济大力发展硅材料相关产业发展的新布局，紧密与光伏硅材料企业结合，本实验室以太阳能电池研发和应用为研究对象，组织内蒙古大学长期从事相关研究的中坚力量，发挥多学科交叉的综合优势，开展特色研究。拟以研制高效和新型太阳能电池为中心内容，从三个方向进行建设：

(1) 围绕铜基和钙钛矿多元化合物薄膜太阳能电池和硅系薄膜及纳米结构太阳能电池，研制高效率半导体薄膜太阳能电池材料及器件。建设高效铜基和钙钛矿薄膜太阳能电池和高效硅基太阳能电池制备研发平台及电池薄膜材料和器件检测研发平台。

(2) 采用关键工艺技术如短时双面磷吸杂工艺、表面制绒工艺和多层减反射膜工艺等攻克企业中冶金硅高效太阳能电池产业化发展的关键技术并加速其应用。同时，与企业合作，在重点实验室建立小型的电池方阵装置，对电池组件进行组装和测试研究，建成省部级“半导体光伏技术”协同创新中心。

(3) 开展半导体光伏技术及相关理论研究，对微纳米尺度下新材料的特殊电学、光学及其它物理性质乃至相关实验结果研究在理论上进行解释，并设计微纳米尺度半导体材料，预言和解释新现象，为新型光伏材料和器件的研制奠定基础。

通过实验室综合实力提升建设，我们拟以研制高效和新型太阳能电池为中心内容，围绕高效光伏电池科学和应用技术中的四个关键问题：

- (1) 新概念及新型光伏电池关键材料的合成与制备技术
- (2) 光伏电池能量存贮与转换过程中的物理与化学机制
- (3) 光伏电池系统的优化设计与性能评价
- (4) 高效晶硅太阳能电池的研发和产业化

开展工作，进行科学研究。

2018 年度，研究成果显著，实验室在半导体异质结构和低维材料、薄膜太阳能电池性能基础研究方面取得了一定进展，共获准国家和省部级科研项目 13 项（见附件表 1），其中国家自然科学基金项目 6 项（经费合计 271 万元），承担省部级项目 7 项（经费合计 194 万元），其中自治区自然科学基金重大开放课题 1 项，自治区科技创新引导项目 2 项，共获批科研经费 465 万元。在国外内核心期刊发表 18 篇（见附

件表 2)，其中 SCI 收录 16 篇、EI 收录 1 篇。

目前获批内蒙古自治区地方标准项目“并网光伏电站验收规范”，并组织撰写技术规范。本技术规范适用于分布式和并网光伏电站电质能的验收与评价，以构建内蒙古自治区光伏发电验收技术规范框架。目前，研究 CIGS 薄膜太阳能电池制备，制备的 CIGS 小面积电池效率达到了 8%，大面积电池效率达到了 6%，现设备一直处于试运行阶段，预计 2018 年 1 月份进行验收。主要针对四室-Cluster PECVD 系统制备单结非晶硅太阳电池薄膜和电池的工艺进行研究，包括 i-a-Si:H 吸收层光敏性调控、p 型掺杂层制备和 n 型掺杂层制备等工艺研究，并经过优化在本征微晶硅吸收层的厚度为 3 μ m 时所得单结微晶硅电池的效率为 7.88%。最终经过信息产业化学物理电源产品质量监督检验中心认证的单结非晶硅电池效率为 9.13%（№ 2017ST041），单结微晶硅太阳电池光电转换效率为 6.8%（№ 2017ST048）。

表 1：实验室承担的研究课题

序号	课题名称	编号	主持人	起止时间	经费（万元）	经费来源
1	II-VI 族半导体多层异质结构中电-声子相互作用及相关问题	61764012	班士良	2018.01-2021.12	41	国家自然科学基金
2	二维材料中热载流子和晶格弛豫性质的研究	11764031	赵国军	2018.01-2021.12	40	国家自然科学基金
3	内蒙古大学理论物理学科学技术交流项目	11747315	官箭	2018.01-2018.12	40	国家自然科学基金
4	高效铜基、硅基薄膜和钙钛矿薄膜太阳能电池材料与器件的制备研究		朱成军	2017.07-2021.06	50	内蒙古自治区重大基础研究开放课题
5	高效薄膜太阳能电池和抗 PID 效应常规高效 P 型单晶硅电池的研制及产业化		朱成军	2017.05-2019.05	40	内蒙古自治区创新引导奖励基金
6	基于新结构无机空穴传输材料的柔性钙钛矿太阳能电池及其界面动力学过程	2017MS0608	秦艳丽	2017.01-2019-12	6	内蒙古自治区自然科学基金
7	钠离子电池电极材料的设计、制备及储钠	2017BS0102	徐淑银	2017.01-2019-	3	内蒙古自治区自然

	机理的研究			12		科学基金
8	内蒙古自治区人才开发基金	12000-1300020243	朱成军	2016.06-2018.12	5	内蒙古自治区科技厅其他项目
9	铜锌锡硫硒薄膜吸收层的金属有机溶液旋涂法制备及其光电性能研究	11564027	朱成军	2016.01-2019.12	54	国家自然科学基金
10	产学研合作教学课程体系的研究和探索	YJG20151012606	朱成军	2015.10-2017.12	2	自治区教育厅项目
11	新型高效铜基中间带太阳能电池和 N 型单晶硅双面太阳能电池的研制与产业化		班士良	2015.07-2017-12	690 (自筹 600 万)	内蒙古自治区创新引导奖励基金
12	隧穿场效应晶体管中齐纳隧穿的理论研究	11464032	宫箭	2015.01-2018.12	50	国家自然科学基金
13	Fe 掺杂 CuGaS ₂ 中间带薄膜材料的制备及光电特性	61464009	朱俊	2015.01-2018.12	46	国家自然科学基金

表 2：实验室发表的论文

序号	论文题目	实验室作者及排序	刊物名称	年、卷(期)、页	收录情况
1	Optical absorption via intersubband transition of electrons in GaAs/Al _x Ga _{1-x} As	班士良 (3T)	Journal of Semiconductors	2018、39(12)、122002	EI
2	Significance of Nanomaterials in Wearables: A Review on Wearable Actuators and Sensors	秦艳丽 (3)	Advanced Materials	2018、1805921	SCI (IF21.95, 一区)
3	The dimensional and hydrogenating effect on the electronic properties of ZnSe nanomaterials: a computational investigation	宫箭 (3)	Physical chemistry chemical physics	2018、20(37)、24453-24464	SCI (IF3.906, 二区)
4	Optical and Electrical Properties of Copper Zinc Tin Sulfide Films	王延来 (2T), 朱俊 (3), 班士良 (4)	Russian Journal of Physical Chemistry A	2018、92(10)、2086-2091	SCI (IF0.549, 四区)

5	Suppressing the Voltage Decay of Low-Cost P2-Type Iron Based Cathode Materials for Sodium-ion Batteries	徐淑银(1)	Journal of Materials Chemistry A	2018、6(42)、20795-20803	SCI (IF9.931, 一区)
6	First-principles investigations on extrinsic acceptor defects in alkaline-earth metal and N doped CuAlO ₂	刘瑞建(1)	Physica B-Condensed Matter	2018、547、38-47	SCI (IF1.453, 三区)
7	Controlling performance of a-Si:H solar cell with SnO ₂ :F front electrode by introducing dual p-layers with p-a-SiO _x :H/p-nc-SiO _x :H nanostructure	朱俊(2), 李天天(5T)	Solar Energy	2018、171(0)、907-913	SCI(IF4.374, 一区)
8	SDC/YSZ 双层电解质薄膜的制备与特性	丁铁柱(6T)	人工晶体学报	2018、45(7)、1732-1735	CSCD(IF0.654, 四区)
9	β 型锑烯热电输运性质的第一性原理研究	赵国军(2T)	计算物理	2018、35(3)、365-372	中文核心期刊 (IF0.575,)
10	Highly wettable and metallic NiFe-phosphate/ phosphide catalyst synthesized by plasma for highly efficient oxygen evolution reaction	李天天(1)	Journal of Materials Chemistry A	2018、6(17)、7509-7516	SCI (IF9.931, 一区)
11	Electron-phonon interaction and scattering in phosphorene	赵国军(2)	Journal of Physics D: Applied Physics	2018、51(15)、155301	SCI (IF2.373, 二区)
12	Effects of ordered mesoporous structure and La-doping on the microwave absorbing properties of CoFe ₂ O ₄	尚涛(1), 秦艳丽(4)	Applied Surface Science	2018、434、234-242	SCI (IF4.439, 二区)
13	SiH ₄ enhanced dissociation via argon plasma assistance for hydrogenated microcrystalline silicon thin-film deposition and application in tandem solar cells	李天天(1)	Solar Energy Materials and Solar Cells	2018、180(15)、110-117	SCI (IF5.018, 一区)
14	Intersubband optical absorption of electrons in double parabolic quantum wells of GaAs/Al _x Ga _{1-x} As	屈媛(2), 班士良(3T)	Chinese Physics B	2018、27(2)、027103	SCI (IF1.321, 三区)
15	Surface modification of Cu(In,Ga)Se ₂ thin films by radio frequency magnetron sputtering with a gradient power	朱俊(2), 王延来(3), 班士良(4T)	Journal of Optoelectronics and Advanced Materials	2018、20(2)、78-83	SCI (IF0.39, 四区)
16	Oxygen adsorption on the	梁希侠(3),	Solid State	2018、272(0)、	SCI

	Al _{0.25} Ga _{0.75} N (0001) surface: A first-principles study	赵国军 (4)	Communications	17-21	(IF1.549, 三区)
17	The effect of Zn incorporation on the optical band gap of CuGaS ₂ : Ti thin films	王延来 (3T), 朱俊 (5)	Materials Letters	2018、210(1)、70-72	SCI (IF2.687, 二区)
18	Characterization of CuGa _{1-x} Ti _x S ₂ thin films synthesized by a facile non	王延来 (2T), 朱俊 (3), 班士良 (5)	Materials Letters	2018、210(1)、51-53	SCI (IF2.687, 二区)

2018 年度，部分研究进展如下：

在薄膜电池方面，研究了 Ti、Zn 掺杂 CuGaS₂ 杂质中间带薄膜材料的制备及光学特性。制备的 CuGaS₂ 光学带隙为 2.32 eV，1.5% Ti 掺杂 CuGaS₂ 形成的中间带位于价带顶之上 1.2 eV 处，0.6% Zn 的掺杂将中间带位置调节到了 1.01 eV（中间带被调节了 0.19 eV），当 Ti 掺杂浓度分别为 0.03、0.05 和 0.09 时，Ti-CuGaS₂ 薄膜的光学带隙分别 1.14 eV、1.1 eV 和 1.0 eV，分别掺杂 0.03 的 Zn 时，光学带隙分别被调节了 0.14 eV、0.04 eV 和 0.03 eV。Zn 能够调节 Ti-CuGaS₂ 中间带的位置，增加 Ti 的掺杂浓度，这种调节能力逐渐变弱。研究了 Sn 掺杂 CuGaSe₂ 杂质中间带薄膜的制备及特性，CuGaSe₂ 薄膜的最佳退火温度为 600 °C，最佳退火时间为 20 min。Sn 有效地掺杂进 CuGaSe₂，并引入中间带。当掺杂浓度 $x = 0.06$ 时，薄膜样品的光学带隙 $E_g = 1.41$ eV 最接近太阳能电池材料的最佳禁带宽度值（1.45 eV）。

在硅基薄膜电池方面，研究了具有产业化前景的 p 型倒结构 a-Si:H 单结太阳能电池的制备与性能，研究制备的 a-Si:H 电池中 p-nc-SiOx:H 层具有比 p-a-SiOx:H 层有更低的吸收系数，可以使吸收层吸收更多的光。用宽光学带隙的 p 层来提高 a-Si:H 电池的开压，p 型窗口层优先选用具有宽光学带隙以及良好导电性材料。p-nc-SiOx:H 薄膜相比于 p-a-SiOx:H (2.18 eV; 6.30×10^{-6} S/cm) 薄膜具有较宽的光学带隙 (2.34 eV) 和更高的暗电导率 (4.29×10^{-4} S/cm)。非晶硅氧 (a-SiOx:H) 相中 Si-O 键的增加和纳米晶硅 (nc-Si:H) 相掺杂效率高导致光学带隙变宽和暗电导率提高。因此，p-a-SiOx:H/p-nc-SiOx:H 纳米结构双 p 层优于 p-a-SiOx:H 单层结构。在 i-Si:H/n-nc-SiOx:H 界面采用 n-a-Si:H 薄膜 (厚度: 5nm) 作为缓冲层同时也可以改善电子的输运。实验结果表明，p-nc-SiOx:H 层的氧含量高于 p-a-SiOx:H 层，对应 p-nc-SiOx:H 层的光学带隙较 p-a-SiOx:H 层宽。a-Si:H 太阳能电池 J-V 特性参数 (J_{sc} ,

Voc, 填充因子(FF)和 p-a-SiOx:H/p-nc-SiOx:H 纳米结构的双层 p 层中, 不同厚度的 p-nc-SiOx:H 膜(dnc)与转换效率(Eff)的关系图。随着 dnc 从 0 nm 增加到 10 nm, 平均 Voc 从 816 mV 增加到了 892 mV。而当 dnc < 7 nm 时, Jsc 值随着 dnc 的增加而降低, 在 dnc = 7 nm 时, Jsc 值最高, 之后 Jsc 值再次降低。p-nc-SiOx:H 薄膜(3nm)的 FF 值较低, 随着薄膜厚度的增加 FF 值逐渐增大。最后, Eff 的变化趋势与 FF 的变化趋势相似, 且最高在 dnc = 7 nm 处得到的平均 Eff 为 9.57%, 比单 p 层太阳能电池的平均 Eff 提高了 12.90%。

在锂离子电池方面, 本年度对层状氧化物 $\text{P2-Na}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{CuMnO}_2$ 作为钠离子电池正极材料进行了研究, 重点表征其在充放电过程中的电压衰减问题。通过原位 XRD 技术、PDF 及 X 射线吸收谱测试发现, 导致电压衰减的主要原因是过渡金属元素 Fe 在充电末态向碱金属层的迁移, 导致电极反应过程中的极化变大, 从而放电电压不断降低, 属于动力学机制, 这不同于锂离子电池中富锂材料的电压衰减机理。同时, 实验发现通过引入 Cu 元素来调控元素比例可以明显的抑制电压衰减现象。该工作发表在 JMCA 上, 这为设计实用化高比能钠离子电池正极材料提供指导。同时针对钠离子电池负极材料进行了探索研究, 设计合成了一种层状氧化物可以作为钠离子电池负极材料, 比容量达到 90mAh/g, 与其它氧化物负极材料相比, 该材料工作电压在 1.0 V 以上, 这有效的避免了充放电过程中 SEI 膜的形成, 从而保证了较高的首周库伦效率及优异循环寿命, 这为设计实用型钠离子电池负极材料提供了新的方向。但材料的反应机理及电荷补偿机制还有待进一步表征。

在半导体理论研究方面, 对于 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 单量子阱和多量子阱结构, 获得组分和尺寸对电子子带间跃迁光吸收的调制作用。运用微观模型对纤锌矿 InGaN/GaN 量子阱太阳能电池效率进行机理分析, 获得其尺寸与组分调制的定量结果。针对 ZnMgO/ZnO 单、双量子阱中, 特别是在混相组分区间, 给出激子跃迁光吸收组分和尺寸的调制作用。对于 InGaN/GaN 核壳纳米线、AlGaIn/GaN 非对称量子阱及多层材料, 获得其中光学声子对电子迁移率影响的细致作用。上述理论研究对指导相关实验和器件开发及推动理论发展有积极作用。

在校企合作方面, 组织内蒙古日月太阳能公司与内蒙古大学申报的“高效 N 型单晶硅双面太阳能电池的研制及优化”(呼和浩特科技局, 产学研-2015-14) 验收相关工作, 项目于 2018 年 4 月 22 日顺利通过结题验收。通过与内蒙古产品质量检验研究

院的横向合作，组织内蒙古光伏发电地方标准的征集和审定，2018 年，组织新征集光伏类地方标准 6 项，审定后立项 3 项。内蒙古质检院和内蒙古大学，结合自治区科技重大专项《内蒙古新能源标准体系研究》的实施，着手内蒙古并网光伏电站性能现场检测的工作。并负责检测团队的培训。本年度组织主要团队人员，15 次下光伏电站现场培训和实训，派往国内光伏专业权威检测机构培训，熟练掌握专用测试设备。参加国内光伏电站相关的技术培训，共 14 人次取得运维工程师、光伏发电技术工程师、光伏发电系统设计师和光伏电气工程师等证书。

负责组织由内蒙古大学半导体光伏技术重点实验室承担制定的内蒙古地方标准项目并网光伏电站工程验收规范系列标准的评审，该系列标准由 6 部分构成：

第 1 部分：土建、绿化、消防和安防工程；

第 2 部分：支架和组件安装；

第 3 部分：集电线路和防雷接地安装；

第 4 部分：电气设备；

第 5 部分：并网接入；

第 6 部分：计算机监控系统

共有 10 个企业、高校和研究院所参加标准的制定：内蒙古大学、上海霆华能源科技有限公司、上海山晟太阳能科技有限公司、内蒙古东华科技有限公司、内蒙古自治区产品质量检验研究院、内蒙古盾安光伏电力有限公司、内蒙古、神舟光伏电力有限公司、天津中环能源有限公司、国网内蒙古东部电力有限公司电力科学研究所和内蒙古东华新能源运维有限责任公司。

经过 5 次的专家严格评审和 1 次专家通讯评审，通过了系列标准的工作组讨论稿。

3.团队建设与人培养

自治区高校半导体光伏技术重点实验室，于 2011 年 3 月，实验室被自治区科技厅认定为内蒙古自治区半导体光伏技术重点实验室。目前，可供实验室集中使用的面积达到 780m²。实验室下设三个分实验室：半导体光伏技术实验室、半导体理论研究室、材料测试室。半导体光伏技术实验室由 9 人组成，半导体理论研究室由 7 人构成，材料测试室由 3 人兼职。实验室的科研力量主要由自治区级重点学科凝聚态物理、物理电子学二级学科和“低维凝聚态材料和物性”创新团队人员构成。实验室

的科研力量主要由自治区级重点学科凝聚态物理、物理电子学二级学科和“低维凝聚态材料和物性”创新团队人员构成。现有教师 17 人，其中教授 7 人，副教授 5 人，副研究员 1 人，讲师 3 人；博士生导师 3 人，硕士生导师 11 人；具有博士学位 14 人，具有硕士学位 1 人。其中，35 岁以下 6 人，45 岁以下 5 人，60 岁以下 3 人，60 岁以上 3 人。专职实验人员 1 名。

实验室非常注重团队建设与人才培养，目前实验室经多年的发展，已逐渐形成了铜基薄膜电池研发团队（朱成军、王延来、徐淑银、刘瑞建、王利刚）、硅基薄膜电池研发团队（李天天、秦艳丽、朱俊）、半导体光伏技术理论研究团队（梁希侠、班士良、官箭、赵国军、屈媛、邢雁、）和校企合作团队（李健、尚涛、丁铁柱）。

在人才培养方面，积极培养实验室年轻教师，如培养徐淑银老师为学术骨干，李天天老师晋升为副研究员并长成为学术骨干。

2018 年度,内蒙古自治区半导体光伏技术重点实验室培养博士、硕士生 17 名（见表 3），新招博士、硕士生 27 名（见表 4）。

表 3. 2018 年半导体光伏技术重点实验室培养的博士、硕士

序号	姓名	导师	专业	培养层次	毕业时间
1	吕娟	官箭	物理学	博士	2018. 6
2	周晓娟	王志平	物理学	博士	2018. 12
3	任宁宇	班士良	物理学	硕士	2018. 6
4	马淑芳	班士良	物理学	硕士	2018. 6
5	王建霞	屈媛	物理学	硕士	2018. 6
6	乌达巴拉	赵国军	物理学	硕士	2018. 6
7	曹兴敏	邢雁	物理学	硕士	2018. 6
8	张文琪	王志平	物理学	硕士	2018. 6
9	钱文华	班士良	物理电子学	硕士	2018. 6
10	付强	朱成军	物理电子学	硕士	2018. 6
11	杨莹	王延来	物理电子学	硕士	2018. 6
12	李庆岩	王延来	物理电子学	硕士	2018. 6
13	李明昊	朱成军	物理电子学	硕士	2018. 6

14	鞠月玲	朱成军	电子与通信工程	硕士	2018.6
15	王凯旋	王延来	电子与通信工程	硕士	2018.6
16	樊丽慧	周文平	电子与通信工程	硕士	2018.6
17	李哲	朱成军	电子与通信工程	硕士	2018.6

表 4. 2018 年半导体光伏技术重点实验室招收的博士、硕士

序号	姓名	导师	专业	入学时间	攻读学位
1	任宁宇	朱成军	物理学	2018.9	博士
2	王建霞	班士良	物理学	2018.9	博士
3	董轶楠	官箭	物理学	2018.9	博士
4	王嫣然	班士良	物理学	2018.9	硕士
5	乌恩其	班士良	物理学	2018.9	硕士
6	王颖	朱成军	物理学	2018.9	硕士
7	武佳妮	官箭	物理学	2018.9	硕士
8	刘佳美	朱成军	物理学	2018.9	硕士
9	谢慧	邢雁	物理学	2018.9	硕士
10	付新朋	赵国军	物理学	2018.9	硕士
11	乌云达来	赵国军	物理学	2018.9	硕士
12	刘晓伟	屈媛	物理学	2018.9	硕士
13	赵喆	官箭	物理学	2018.9	硕士
14	王冬晓	徐淑银	物理电子学	2018.9	硕士
15	钟柯	李天天	物理电子学	2018.9	硕士
16	蒋孝杰	王延来	物理电子学	2018.9	硕士
17	丁语珊	王延来	物理电子学	2018.9	硕士
18	高杰	徐淑银	物理电子学	2018.9	硕士
19	张雨农	王延来	电子与通信工程	2018.9	硕士

20	帅梦茹	朱成军	电子与通信工程	2018.9	硕士
21	郝一帆	徐淑银	电子与通信工程	2018.9	硕士
22	盛子纶	李天天	电子与通信工程	2018.9	硕士
23	董和平	王延来	电子与通信工程	2018.9	硕士
24	王一鸣	朱成军	电子与通信工程	2018.9	硕士
25	杜浩	李天天	电子与通信工程	2018.9	硕士
26	李昕儒	徐淑银	电子与通信工程	2018.9	硕士
27	杨莹莹	王延来	电子与通信工程	2018.9	硕士

4.开放交流与运行管理

实验室运行与管理

自治区高校半导体光伏技术重点实验室实验室设学术委员会，并聘请国内光伏领域资深专家季秉厚为学术顾问。实验室设主任 1 人，常务副主任 1 人，常务副主任负责实验室的日常事务；学术委员会讨论决定实验室的重大学术问题和研究方向。实验室有完备的管理规章制度，具体如下：

- 1) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室管理条例
- 2) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室学术委员会工作条例
- 3) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室安全管理制度
- 4) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室 档案管理制度
- 5) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室实验室研究人员工作守则
- 6) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室实验室仪器设备的管理与使用规定
- 7) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室基本信息的收集整理制度
- 8) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室关于大型设备、精密仪器的管理规定
- 9) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室关于仪器、器材采购及供应的管理办法
- 10) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室关于实验仪器设备购置验收的规定
- 11) 内蒙古高校半导体光伏技术重点实验室关于固定资产的清查、调拨、报损、报失、报废、变价的管理规定

这些管理规章制度保证了实验室的安全有效地运行。

本年度在仪器平台建设方面，完成了大型仪器铜铟镓硒薄膜太阳能电池制备系统、四室-Cluster PECVD 薄膜电池制备系统、美国 PTI 超灵敏稳态瞬态微区测试系统和美国赛默飞世尔的 XRF 测试系统的调试验收工作；本年度顺利完成了一省一校物理学方向的科研平台项目如电池材料动力学热膨胀测试系统、电池材料动力学同步热分析系统、电池器件综合优化理论模拟系统和电化学分析仪等实验设备的招标工作；完成了自治区科技厅对重点实验室资助的科研平台建设项目（100 万元）如薄膜电池器件制备与电输运性能综合测试系统的招标工作。

在大型仪器运行方面，由于部分仪器购置较早，实验仪器在运行期间，某些重要部件出现故障，本年度用于仪器维护费用明显增多，维修维护总费用 52.28 万元，其中已支付 16.2 万元，尚有 42.08 万元未支付。具体为日本理学 Miniflex 600 X 射线衍射仪移机维护费 0.5 万元；法国产 JY-U-1000 型 Raman 谱仪 CCD 采集部件 36.98 万元（未支付）；日本岛津 Amicus 型 X-光电子能谱仪真空泵真空腔维修 6.5 万元；日本小坂研究所 ET3000- I 型手动表面轮廓仪显示器维修更换 3.5 万元（未支付）；韩国产的 HMS-3000 型霍尔效应测试仪软件更新 1.6 万元（未支付）。PLD 中国沈科仪 JGP450 型 PLD 激光溅射沉积设备气体更换 0.9 万元；福临科技的超高真空多靶共溅射沉积系统真空射频溅射靶更换维修 1.2 万元；沈科仪的 PECVD 沉积设备气路部分多处压力表和减压阀损坏更换与气瓶间搭建 4.5 万元；飞纳 Pro 电镜二次电子系统维修 2.6 万元。

实验室开放与交流

重点实验室的实验仪器面向自治区和其他各省的高校和企业全面实施开放与共享，部分重大仪器如日本理学 Miniflex 600 X 射线衍射仪；法国产 JY-U-1000 型 Raman 谱仪；日本岛津 Amicus 型 X-光电子能谱仪；日本小坂研究所 ET3000- I 型手动表面轮廓仪；美国 PTI 超灵敏稳态瞬态微区测试系统；美国赛默飞世尔的 XRF 测试系统等已逐渐在内蒙古大学的仪器开放共享平台实现开放共享。并取得了较好效果，部分企业和高校能够从中获益。

重点实验室十分重视学术交流与合作，多次邀请国内外专家学者到校进行学术交流，例如邀请英国伦敦大学学院的刘会赞教授、福州大学的刘全慧教授、南开大学新能源材料化学研究所的周震教授等进行学术报告与交流。通过与国内大学合作，

对研究生进行联合培养，进一步加强学术交流与合作，并提升学生培养质量。目前，学院与复旦大学联合培养李晓果研究生、与南开大学联合培养任宁宇研究生、与中科院半导体所联合培养储著峰研究生。鼓励师生参加国内外学术会议。2018 年，实验室先后派人参加了 21 次学术会议，每次都有学术论文宣读和发表。这些学术活动大大开拓了实验室人员的视野，使实验室的研究紧密跟踪国内外最新发展动态，促进了科研创新。

五、审核意见

实验室承诺所填内容属实，数据准确可靠。

实验室主任：

（单位公章）

年 月 日

依托单位审核意见

依托单位负责人签字：

（单位公章）

年 月 日

主管部门审核意见

主管部门负责人签字：

（单位公章）

年 月 日