

## 中科院等离子体所二〇一一年度全所工作总结

2012年1月12日

2011年是我国“十二五”规划发展的首年，是中国科学院推进实施“创新2020”，组织落实“一三五”规划的重要一年。在所领导班子和所党委的领导下，等离子体所全体员工围绕科研工作，团结进取，取得多方面进展：EAST装置全面完成内部部件改造，为下一轮物理实验奠定了基础；随着辅助加热系统工程开工，EAST装置改造升级走向“二期”；ITER计划中国制造任务的首件产品“ITER-TF超导体”启运交付，“处于引领地位”；签署了ITER超导磁体馈线系统认证部件制造合同及ITER超导磁体线圈首件馈线制造合同，我国承担的ITER计划最大采购包合同——ITER极向场变流器电源系统采购包设计及国内集成合同“落户”我所；多个ITER国内研究项目取得进展。所党委荣获“全国先进基层党组织”、“省直机关先进基层党组织”、“省先进基层党组织”等多项荣誉称号。中共中央政治局常委习近平于4月9日来所视察，给予我们很高的评价和鼓励，我所聚变事业受到党和国家领导人重视。

一年来，具体工作总结如下：

### 一、经费与知识产权

**1、经费总支出继续增长** 全所全年经费收入**74687万元**，较2010年增长约**18%**，其中：辅助加热项目10000万元、大科学工程运行费8874万元、ITER采购包到款32421万元、ITER专项经费到款13762万元。2011年ITER采购包、专项经费到款合计46183万元，占经费总收入的**62%**。全所全年经费支出**39802万元**（含自筹基建1280万元、辅助加热6544万元），较2010年增长约**69%**。近三年经费收支情况比较表如下：

	2009年	2010年	2011年
经费收入	57790万元	63316万元	<b>74687万元</b>
经费支出	19165万元	23512万元	<b>39802万元</b>

### 2、国家自然科学基金项目争取良好

2011年组织申报2011年度国家自然科学基金申请107项，获得资助的项目共32项，其中面上项目15项，青年基金17项，获资助1351万元。

### 3、科技论文与发明专利

2011 年共发表科技论文 283 篇，SCI 论文收录 140 篇。2011 年获授权专利 46 项，发明专利 29 项，实用新型 17 项。

## 二、EAST 装置与 HT-7 装置实验

### 1、历时 10 个月，完成复杂的 EAST 内部部件改造

2011 年 3 月份，进行 EAST 装置内部部件改造，在历时 10 个月的时间里，全所各有关部门，主要针对上轮 EAST 物理试验后 EAST 内部部件出现的损坏情况，完成了对损坏部件的修复改造工作，如热沉及第一壁的完善和改造，包括真空室内锂膜清洗、经纬环和热沉支撑加固、电磁测量修复、第一壁低负荷区石墨瓦更换成钨瓦、热沉的进出水管的接头从无氧铜管改成复合结构的不锈钢管、水管及波纹管的防护及固定、辉光电极修复等。

本轮改造解决了很多工程技术上的难题：改造采用真空钎焊无氧铜和不锈钢复合管的方式对热沉水嘴全部进行了更换，提高了水嘴的强度；改造将 16 根波纹管走向从低温泵下改到低温泵上，解决了波纹管受电磁力影响易抖动损伤的隐患；针对经纬环焊缝损坏及松动问题，技术及施工人员通过安装加固块、增加焊缝长度等措施对经纬环进行了加固；为解决石墨瓦破损现象，采取了按照石墨坯料强度方向取料加工新的石墨瓦、严格按照尺寸和设计要求加工更换石墨瓦压条、将第一壁低负荷区石墨瓦更换成钨瓦等措施。

### 2、辅助加热系统工程开工，EAST 升级走向“二期”

在各方的支持和努力下，2011 年 11 月，EAST 托卡马克核聚变实验装置辅助加热系统工程开工。通过建设该系统，EAST 将具有运行在 1MA 电流、中心电子离子温度之和达到一亿度的高参数等离子体的能力，从而可以在 EAST 上开展与先进聚变反应堆密切相关的最前沿性的探索研究，同时能为 ITER 安全运行和稳态实验提供强有力的支持。

詹文龙副院长表示，辅助加热系统开工建设，标志着 EAST 步入“二期”。这将极大地提高 EAST 装置性能，使 EAST 在发展稳态高性能等离子体物理的科学研究计划中始终处于世界前沿地位，可以提升我国聚变能研究的自主创新能力和在国际上的地位。

### 3、EAST 第四次国际顾委会：EAST 成为世界聚变研究的旗舰装置

2011年6月，第四届东方超环（EAST）国际顾问委员会（IAC）召开。国际聚变界的著名科学家认为：EAST非常成功地完成了上一年的物理实验。EAST开始具备为世界做独特贡献的能力，已经成为世界聚变研究设施的旗舰装置之一，开始产生对ITER有重要意义的实验结果，正朝着探索长脉冲、高参数、非圆截面等离子体的物理和技术基础这一未来聚变堆发展的重要研究方向迈进。

#### **4、HT-7装置春季实验运行取得成果。**

围绕全金属壁条件下有效的高功率离子回旋加热和低杂波电流驱动主题，开展了全金属壁和低再循环条件下的等离子体基本特性及H/H+D主动控制以及ICRF加热的不同物理机制研究等，为EAST的运行奠定了重要的基础和研究经验积累。同时在HT-7新发展TVTS诊断一项。在HT-7装置全金属壁装置氢再循环和氘氚比的降低研究取得重要进展。在HT-7装置上观测到明显的ICRF加热效果。这些成果很多都将可以在EAST实验中发挥作用。

### **三、国际热核聚变实验堆（ITER）工作取得重要进展**

2011年，我所在ITER国内配套项目、采购包生产任务以及管理方面做了大量工作，取得了诸多成果和进展。

#### **1、ITER采购包取得进展：首件产品交付，“处于引领地位”**

ITER计划中国制造任务的首件产品“ITER环向场（TF）超导体”启运交付。全长780米ITER-TF导体是中国ITER采购包的首件正式产品，是中国领先于ITER计划所有参与方完成的首件产品，意味着中国在ITER采购包中进度第一。ITER导体生产实现了100%国产化，这在ITER七方中只有中国、日本能达到。并且，在承担ITER导体任务的六方中，中国是唯一一个做到所有试验样品全部一次性通过严格苛刻的国际验证的国家，且产品性能优异，处于六方的前列。ITER总干事Motojima高度评价说，这是中国的巨大贡献，是迈向ITER成功的一大步，它将加快实现ITER建成的最终目标。

#### **2、ITER采购包合同签订：中国最大ITER采购包合同“落户”我所**

2011年4月27日，ITER国际组（IO）和中国政府（CNDA）正式签署了电源采购包的两个采购合同。经过与科技部进行沟通交流，参与价格谈判等多项工作，12月21日，北京与科技部ITER中心签署ITER极向场变流器电源系统采购包设计及国内集成合同。这是我国承担的ITER计划最大采购包合同。

2011年1月,在法国由ITER国际组(10)和中国政府(CNDA)签署了ITER超导馈线系统的采购合同。经过长时间的准备,10月16日在北京与科技部ITER中心签署关于ITER超导磁体馈线系统认证部件制造合同及ITER超导磁体线圈首件馈线制造合同。

### 3、ITER国内研究项目。

组织完成了2011年度ITER国内配套研究项目的任务书提交以及预算编制工作。有三个项目:“EAST关键物理诊断及实验基础平台”,“EAST长脉冲电子回旋加热技术及实验研究”,“低再循环准稳态高约束模式的实验研究”。有两个人才课题:“EAST托卡马克等离子体集成数值模拟与分析”,“高功率长脉冲条件下EAST边界粒子再循环和滞留行为的模拟研究”。与其他大学合作的课题有“Nb3Al材料及磁体低温特性测试平台建立及实验研究”,“ITER快控基础研究”,“钨/铜偏滤器Monoblock模块的先进连接技术研究”。我所3个项目15个课题争取经费总额达14663万元,2011年到款7770万元,为项目的开展提供了有力保障。

## 四、主要科研成果及工作

2011年,围绕科研任务各研究室取得了多项成果。围绕EAST内部部件改造,完成了热沉及第一壁的完善和改造,在修复损坏部件的同时解决了很多工程技术上难题。完成了多个导体实验短样,ITER首件产品交付。为推动落实科技部“中国聚变工程实验堆研究”计划,组建了聚变堆总体研究室(四室)。自主研制成功高功率连续波陶瓷微波窗,4.6GHz陶瓷微波窗成功通过了满功率250kW、1000秒长脉冲测试,高功率测试时间持续1小时。三台1.5MW离子回旋高功率射频发射机加热系统通过验收。完成了我所第一台兆瓦级大功率离子源,中性束注入样机主真空室、百万升抽速低温冷凝泵机组分别研制成功,强流离子源获100秒长脉冲稳定放电。此外,0.5MW染料敏化太阳能电池示范线在年底建成投产,5KW示范系统也将在近期落成。这些成果来之不易,汇聚了大家的智慧和汗水。

### 各室主要工作要点如下:

一室完成了热沉及第一壁的完善和改造,完成对EAST实验大厅整个准直系统控制网点的升级加密。在FEEDER设计、关键技术研发和实验测试,CC的设备制造及工艺预研,绝缘子研制以及IWS设计等方面都取得进展。

二室围绕EAST极向场电源、纵场电源、无功补偿及滤波系统扩容改造、EAST DNB及低杂波电源、SM高压电源、ITER电源开展了大量的工作。如完善、优化

新型数字控制器，重新设计了纵场电源的均流方案，完成 4.6GHz/6MW 低杂波系统高压电源研究、NBI 高压电源的结构优化和系统设计等。

三室完成了 EAST 超导磁体安全运行和技术诊断的改进，导体实验装置的设计建设，ITER 导体制造的 R&D，ITER 内部导体的预研，高温超导应用等工作。完成 PFCN2、CCCN2、MBCN1、CB 导体实验短样等，以及交付中国首批 ITER 产品。

新组建的四室——聚变堆总体研究室，通过整合现有资源和人才队伍，已经在反应堆堆芯物理和技术、诊断、低温和超导磁体、总体结构和真空室、真空系统、包层等方面，开展了相关研究工作。

五室的研究工作包含等离子物理理论和模拟的几个重要方面，如等离子体波动理论和托卡马克等离子体波加热和电流驱动、微观不稳定性、几何动理学、MHD 不稳定性、输运理论与模拟、边界等离子体与鞘层理论等。2011 年，IMFIT 项目进展顺利，波加热和电流驱动的理论模拟也取得一定进展。

六室完成了本年度 HT-7 实验运行，开展了全金属壁和低再循环条件下的等离子体基本特性及 H/H+D 主动控制以及 ICRF 加热的不同物理机制研究等；新研制了 FILTERSCOPE，红外等十多项诊断，并升级和改造了近十项诊断；HT-7 装置全金属壁装置氘再循环和氘氦比的降低研究取得突破性进展，发展了超声分子束及弹丸注入先进加料系统等；完成了 EAST 装置的石墨和 TZM 瓦供应/安装，继续开展了 EAST-W/Cu-PFC 研发工作，初步完成了 MAPES 建设以及与 DEMO 相关的新型钨材料研究等。

七室在控制与采集系统改进、等离子体控制模拟、电磁测量、数据采集与服务、网络服务、总控研究方面开展了大量工作。如验证了 EAST 的 TSC 模型，新添了 700 道的 250K 高速采集，实现了 EAST 的二级库接口和规范，完成了 EAST 实验区的网络更新改造，研究了基于 PXI 的中央定时系统等。

八室全年低温系统运行 75 天，保证了 HT-7 实验、EAST 高温超导电流引线实验、强磁场超导磁体实验的进行。完成了制冷机、压机站等维修改造与系统优化；完成了 900W 氦低温系统设计建设，LR70 低温制冷系统建设，EAST 小球注入系统的低温系统设计建设。开展了聚变相关低温关键技术的研究。

九室在铜陵市建立了 0.5MW 染料敏化太阳电池示范线，于今年底建成投产，5KW 示范系统也将在近期落成。该生产线的建成将进一步推动染料敏化太阳电池的产业化和实用化进程。

十室自主研发成功高功率连续波陶瓷微波窗，完成三套 1.5MW 高功率发射机的调试及验收；HT-7 传输线及 ICRF 系统天线改造；EAST-ICRF 系统天线改造；完成了 4.6GHz 低杂波微波源前级系统建设、水冷系统建设、高压电源设备的单元加工与测试、天线单元的加工等；4.6GHz 6MW 速调管系统的建设等。

十一室围绕着等离子技术在新材料制备、新能源开发、资源与环境方面的应用研究，在等离子体制备用于燃料电池质子交换膜和阴离子交换膜的研究、等离子体低温制备多晶硅薄膜光伏电池、环境放射化学研究方面取得多项成果。

十二室围绕先进反应堆设计与仿真研究、先进核材料与反应堆技术研究、核技术及应用研究开展了大量工作。在混合堆概念设计、ADS 专项、液态铅铋技术预研回路；铅铋材料与回路技术、核燃料与关键设备研制等方面取得了进展。

十三室完成了第一台兆瓦级大功率离子源，开展了多项性能测试与优化工作；完成了 NBI 样机电源系统优化和整体联调，NBI 综合测试台束线主真空室的组装调试；NBI 综合测试台束线部件整体性能良好，成功服务于束引出实验。

## **五、 技术支撑与公司经营**

**1、 研制中心（聚能公司）任务量比上年度增加 50%。**2011 年共承接了所内项目 70 余项，所外项目为 50 余项，任务量比上年度增加 50%，任务总金额 3700 万元。承担并完成了 EAST 装置真空室内部组件大规模改造和安装任务，完成了 ITER 各项工艺预研工作。研制成功浙江大学直线等离子体发生装置，研制强磁场 40T 混合磁体外超导磁体超导体模型线圈。

**2、 技术中心完成 EAST110KV 变电站工程等。**EAST110KV -334.5MVA 变电站迁移增容工程建设按期竣工，通过省市供电公司验收。由于辅助加热楼地下室建设需要，完成 EAST 氮气烘烤系统、EAST 水冷系统、冷暖系统及二次冷却水系统拆除迁移再恢复工作。冷暖两大系统运行行为科研生产和生活提供支撑服务。

**3、 美科公司完成年度目标。**全年完成近 50 万升的氦采购和销售任务，总销售额近 5000 万元，全年为国家上缴税收近 700 万元，实现利润近 600 万元。2011 年氦的供应出现了很大缩减，中国的缩减量达 50%。经过及时调整策略，公司最大限度地保证了研究院内 HT-7、EAST、ITER、强磁场及各处室的氦及时供应。

## **六、 职能管理服务工作**

**1、人事人才：**成功录用46位（博士32人，硕士及以下14人，其中遴选定向生11人）新职工，客座研究员5名，高级访问学者6名，攻读博士后5人，1位“千人计划”入选者、1位“百人计划”入选者到位上岗。不断加强人才培养，组织职工培训和各类人事人才服务工作，妥善处理突发事件，做到人文关怀，营造研究所和谐发展的氛围。

**2、国际合作：**2011年，我所国际合作出访来访共270多人次。继续做好国际合作人才互动交流培养工作，宋云涛研究员在第十届国际聚变核技术大会上获国际“聚变核技术杰出贡献奖”。2011年国际合作项目资助增多，继续加强与国际机构的合作，积极办好五个国际会议/研讨会：第四届EAST顾问委员会、第21届ITPA诊断学会议、中意双边聚变合作研讨会等。

**3、基建：**2011年新建项目有3个：超导测试中心实验室工程，总投资813万元，正在基础施工；低温综合工程，概算价2597万元，已进行主体结构验收；辅助加热及地下架空层，中标价1365多万元，已完成一层主体结构。已进行所区整体规划设计，100亩地新建主楼设计有现代和园林2种方案（草案）。此外，完成了多项基建维修改造工程。

**4、PST期刊：**全年共发文141篇，国际论文27篇，占20%。借助IOPP的海外发行优势，网络版发行覆盖100多个国家1000多个机构。根据汤森路透发布的JCR期刊检索报告，PST期刊2011年的影响因子达到了0.553。

**5、合同、器材、课题经费及其它：**2011签订合同总金额34329.00万元，较去年增长约44.8%。器材管理较圆满的完成了全年的器材供应任务，全年完成材料直发出库9778.38万元。课题及经费管理方面，完成了2011年各项经费的日常管理工作。此外，后勤服务、文献信息、安全与技术保卫、保密及纪检工作均发挥着积极作用。

## **6、所务党群与创新文化工作**

2011年，所党委荣获“全国先进基层党组织”、“省直机关先进基层党组织”、“省先进基层党组织”称号；EAST物理实验联合党支部获“中国科学院先进基层党组织”称号。组织建党90周年系列活动，接待习近平、白春礼等中央和省部级领导视察十多次。团委组织各类文体及“ASIPP关爱助学”公益项目，接待科普参观4070人次。信息宣传工作适时适度报道了我所科研成果及创新文化工作，所外部主页成功改版，有效的展示了我所良好形象。

## 七、2012 年工作要点

- 1、落实中科院创新 2020，进一步规划调整、部署研究所各项工作。
- 2、开展 EAST 实验，加快实现总体科学目标，取得高水平物理成果。
- 3、推进 ITER 国内研究项目和采购包任务。
- 4、优化机制和环境，加强人才队伍建设。
- 5、推进党建和创新文化工作。
- 6、继续提高职工待遇和福利。
- 7、提升研究所职能管理工作。