

公示材料 1

一、项目基本情况

提名者	国家市场监督管理总局	
项目名称	项目名称	纳米几何量国家量值传递体系的建立
	公布名	纳米几何量国家量值传递体系的建立
主要完成人	高思田，刘前，施玉书，景蔚萱，李伟，王奇，王琛英，郭延军，杨树明，杜华	
主要完成单位	中国计量科学研究院，国家纳米科学中心，西安交通大学	

二、提名意见

我单位认真审阅了该项目申报书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目内容均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。

该项目以建立我国纳米几何量值传递体系为目标，创建了覆盖毫米测量范围的跨尺度多原理的纳米几何量国家计量标准装置，作为纳米量值的最高源头，实现了纳米几何量值到长度基本单位的溯源，成为继德国后第二个能够在毫米测量范围内实现纳米几何量准确测量的国家，为我国纳米量值的统一奠定了基础；攻克了大批量可重复制造的纳米标准物质制备关键技术，成功研制出了国际一流水平的纳米几何结构系列标准物质，作为我国首次颁布的纳米长度量标准物质，为量值传递提供了载体；建立了从国家到地方直至产业全链条的纳米几何量国家计量传递体系，实现了全国纳米量值的统一。

项目建立了我国纳米几何量量值传递体系，为省市计量部门、高新技术企业、大学和科研院所提供校准溯源服务，满足了我国微电子集成电路、微纳制造和纳米技术领域纳米几何量量值溯源的需求，在精密测量仪器等高新技术产业和先进光刻装备等国家重大科学研究项目中发挥重要作用，支持了省市计量技术机构建立地方纳米计量标准，通过国际比对，实现了纳米量值的国际互认。该项目在我国纳米计量关键技术取得的创新，达到国际先进水平，在保障我国纳米几何量值统一方面做出了重要贡献。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

随着以纳米、信息、微电子等技术为代表的现代科技与产业的快速发展，大量具有纳米尺度几何结构的产品不断涌现，其质量性能的保证需要在纳米尺度上实现几何结构的准确测量，这对计量科学提出了严峻的挑战；由于测量原理的不同，不同仪器量值的差异极大地影响了科研和检测数据的可靠性，因此迫切需要建立由可直接溯源的国家最高计量标准装置和标准物质构成的纳米几何量国家计量传递体系，实现我国纳米几何量的量值统一。

纳米计量标准不仅仅代表一个国家纳米科技的水平，更是纳米产业相关的重要国际非关税壁垒。为了抢占纳米科技的战略制高点，世界上主要工业发达国家都大力发展纳米计量技术，建立了相应的纳米计量标准装置以及标准物质，以支撑本国相关技术和产业的发展。而我国纳米计量技术研究严重滞后，计量标准装置和标准物质几乎为空白。发达国家高质量标准物质对我国一直实施禁运和封锁，使得我国纳米量值无法溯源和统一，测量准确度无法保证，成为制约我国纳米科技、集成电路制造，特别是军工、航天等关键领域的“卡脖子”问题。

本项目历经十余年的刻苦攻关，成功研制了纳米几何量国家计量标准装置和纳米几何结构标准物质，建立了我国纳米几何量值传递体系。项目主要创新点为：1) 创建了能够覆盖毫米测量范围的跨尺度多原理的纳米几何量国家计量标准装置，作为纳米量值的最高源头，实现了纳米几何量值到长度基本单位米的溯源，使我国成为继德国后第二个能够在毫米测量范围内实现纳米几何结构准确测量的国家，为我国纳米量值的统一奠定了基础；2) 攻克了大批量可重复制造的纳米标准物质制备关键技术，成功研制出了国际一流水平的纳米几何结构系列标准物质，作为我国首次颁布的纳米长度量标准物质，打破了国外长期销售禁运和技术封锁，为量值传递提供了载体；3) 建立了从国家到地方直至产业全链条的纳米几何量国家计量传递体系，实现了全国纳米量值的统一，通过国际比对，使得我国纳米量值得到国际等效互认。

项目获得发明专利授权 14 项，建立国家计量标准装置 5 套，研制国家一级标准物质 5 种，参加国际比对 3 项，获得国际互认的校准测量能力 (CMC) 2 项，发表论文 76 篇，其中 SCI 检索 23 篇，获国家质检总局科技兴检一等奖、二等奖各一项，计量测试学会与仪器仪表学会二等奖各一项，建立了我国首支纳米计量研究团队。

基于项目成果构建的纳米几何量国家计量传递体系，为国家标准与计量法规的制定提供技术依据，规范了纳米市场，并为微电子、纳米科技、国防军工等行业的纳米尺度测量提供了量值溯源，支撑了多项国家重大装备研制和仪器研发项目的顺利进行。通过为企业和科研院所提供量值传递服务，支撑国防航天集成电路产品的质量控制，保障国家安全，实现了技术自主可控。研制的纳米几何量计量标准装置为纳米栅格、颗粒等标准物质提供定值手段；研制的标准物质为大量纳米测量仪器进口提供技术指标的评判标准。已实现国际互认的我国纳米几何量值，为我国相关产品进入国际市场扫清了障碍。项目成果大幅提升了我国纳米技术领域的精密测量水平，产生了显著的社会效益，有力地推动了相关行业的自主创新能力，夯实了质量基础并服务国家的“质量强国”战略。

四、客观评价

1、国际同行评价

1) 由英国 (NPL) 和德国 (PTB) 的纳米计量领域的专家联合发表的文章综述了当前世界上基于原子力显微镜的纳米计量仪器, 其分析汇总表明, 该项目研制的装置是继德国之后第二个能在三维测量范围均达到毫米级的计量标准装置。

2) 项目研制的多台阶标准物质得到英国诺丁汉大学和英国国家计量院专家的高度评价, 在论文中评述: “多台阶样板为表面三维形貌测量仪器校准提供了一种解决方案”。

3) 国际关键比对。项目参加了由国际计量技术委员会长度咨询委员会组织的, 全球十多个国家计量院参加的纳米台阶高度和二维栅格国际关键比对。比对结果证明了我国纳米几何量国家计量标准装置的测量准确性居于世界前列。

4) 颗粒粒径国际比对。该比对由亚太计量组织长度技术委员会组织, 全球 8 个国家计量院参加并由日本计量院主导。金纳米颗粒直径比对结果证明了纳米颗粒的定值能力位列世界先进水平。

5) 国际校准测量能力。通过国际计量组织和区域计量组织的同行专家多轮评审, 台阶高度和二维栅格的国际校准测量能力 (CMC) 已进入到国际计量局国际关键比对数据库中, 标志着我国纳米几何参量实现了国际互认, 测量数据得到国际采纳。

6) 国际同级别标准物质比较表明, 台阶高度标物均达到了世界先进水平。

7) 技术创新点相关论文的同行专家评阅意见:

项目关于原子力测头的论文经过显微技术领域权威期刊《Ultramicroscopy》专家盲审, 给予高度评价并接受发表。评审意见“项目提出一种新的针尖扫描式测头, ... 该工作对原子力显微镜研究领域尤其具有价值”。

2、国内同行评价

1) 综述文章《我国纳米标准研究进展》对纳米台阶高度标准物质做出了高度评价。

2) 华东国家计量测试中心/上海市计量测试技术研究院: “我们认为国家纳米科学中心提供的台阶高度样品均匀性良好, 图案设计合理, 使用方便。”

3) 北京航空航天大学: “通过使用, 我们认为国家纳米科学中心提供的台阶高度样品测试定位方便、样品设计合理, 台阶高度值均一性良好, 可用于台阶仪校准。”

4) 中科院微电子研究所: “几年的使用表明该标准物质具有如下特点: (1) 可溯源, 这对精密的科学研究很重要; (2) 操作简便; (3) 稳定性好; (4) 质量高, 是国家最高等级的标物。在自主研发微电子设备和相应工艺技术研究起到了重要作用。”

5) 中科院半导体所: “经两年使用, 证明标样易于操作、具有很好的稳定性, 是一个可以信赖的纳米标准物质”。

3、验收意见与所获奖励

1) 质检公益性行业科研专项项目“大范围纳米几何结构计量基准装置的研究”(成果登记号: G2015-526) 验收意见

由金国藩院士、叶声华院士等专家组成的验收专家组一致认为:

(1) 干涉仪采用差动光学倍程设计, 发明了谐波分离修正补偿算法消除非线性误差...

干涉仪布局无阿贝误差...其总体布局与综合性能处于国际领先水平。

(2)设计了无运动畸变的三维正交扫描原子力测头...在目前的商品仪器及研究论文中均无类似的设计，具有独创性。

(3)大范围位移台采用“气浮-滑动混合位移台”...是目前国际上为数不多的可利用大范围位移台直接进行扫描的纳米测量装置之一。

该成果荣获 2015 年国家质检总局科技兴检一等奖。

2) 质检总局科技项目“计量型原子力显微镜和兼容型扫描探针显微镜纳米测量系统”(成果登记号 G034-2005) 鉴定意见

由金国藩院士等专家组成的鉴定委员会一致认为：

...该测量系统在测量原理、测量精度、可溯源性方面达到了国际先进水平。

该成果荣获 2007 年国家质检总局科技兴检二等奖。

3) 质检总局科技项目“计量型扫描电子显微镜的研制及微纳校准技术的研究”(201010006)”验收专家组一致认为：“研制的计量型扫描电子显微镜填补了国内空白，技术指标达到国际先进水平”。

该成果荣获 2018 年中国仪器仪表学会科学技术奖二等奖。

4) 中国认可委组织的“纳米台阶标准物质”鉴定意见

“所研制的纳米台阶高度标准物质填补了国内空白，定值结果表明，达到了国际台阶高度标准物质的先进水平，所研制的标准物质符合国家一级标准物质技术规范(JJG1006-94)要求，具有较高的实用价值和推广意义。”

该成果荣获 2015 年北京科技进步三等奖。

5) 中国计量测试学会组织的“纳米台阶高度样板的制备、比对和溯源及相关理论与技术的研究”鉴定意见

由李同保院士等专家组成的鉴定委员会一致认为：

国际首次提出了基于原子层沉积(ALD)的纳米台阶样板制备方法，成功研制了国内首批亚 25nm 单台阶样板和国际上首批纳米多台阶样板。

该成果获 2016 年中国计量测试学会科技进步奖二等奖。

4、国家计量标准建立

国内首次建立了 5 套纳米几何量计量领域的社会公用计量标准：“毫米级纳米几何结构样板校准装置”、“纳米几何结构标准装置”、“扫描探针显微镜校准装置”、“扫描电子显微镜校准装置”与“微纳米样板校准装置”。

5、国家一级标准物质获得批准

系列纳米台阶高度标准物质通过了国家标准物质管理委员会组织的专家鉴定及评审，被授予国家一级标准物质证书，为我国首次颁布的纳米长度量标准物质。

五、推广应用情况

1) 支撑国家标准与计量校准规范制定

本项目研究成果：可溯源的纳米量值、校准方法等，已经支撑了多项国际标准、国家标准和计量校准规范的申报、制定等基础核心工作。范围覆盖了通用的方法标准、仪器标准以及产品标准。技术支持的标准和规范主要包括 ISO11039-2012《Surface chemical analysis Scanning probe microscopy Measurement of drift rate》，ISO/TC201 新提案“Effects of Temperature and Humidity on Dimensional AFM Nanoscale Measurements”、GB/T 27760-2011《利用 Si（111）晶面原子台阶对原子力显微镜亚纳米高度测量进行校准的方法》、GB/T34879-2017《产品几何技术规范(GPS)光学共焦显微镜计量特性及测量不确定度评定导则》、JJF1351-2012《扫描探针显微镜校准规范》，制定中的有《扫描电子显微镜校准规范》和《扫描电显微镜 X 射线能谱仪校准规范》等。

2) 助力区域纳米计量社会公用计量标准的建立与 CNAS 检测校准能力提升

项目建立的我国纳米几何量国家最高计量标准装置与作为纳米量值载体的标准物质和标准样板，为省市计量机构建立地区纳米计量标准装置，申报纳米计量领域新的国家认证认可的检测校准项目（CNAS）铺平了道路。已具备纳米计量相关能力的计量机构包括：华东国家计量测试中心/上海市计量测试技术研究院、华南国家计量测试中心/广东省计量科学研究院、重庆市计量质量检测研究院、浙江省计量院、辽宁省计量院、苏州市计量院、深圳市计量院等，覆盖了纳米产业相对密集的华东、华南、西南等地区。

3) 应用于纳米尺度国家一级标准物质定值溯源

纳米几何量国家计量标准装置不仅建立了我国纳米几何量值的源头，更为标准物质定值与标准器的校准提供了可靠的计量手段，解决了以往我国纳米几何量标准物质无法定值的难题。基于项目成果，中科院物理所研制的一维纳米栅格成果**获批国家一级标准物质**。项目为同济大学制备的更小尺寸的纳米栅格标准器提供校准定值和稳定性考察，拟申报新的国家一级标准物质。中国计量科学研究院、上海市计量测试技术研究院等单位研制的纳米膜厚、颗粒等国家一级、二级标准物质的量值也溯源到了项目建立的计量标准装置。

4) 保障纳米领域科学技术研究成果水平

项目成果已应用于国内多家科研院所和高校的纳米科学技术研究，用准确、可溯源且国际互认的纳米量值有力支撑和保障了科研项目的顺利开展和验收、纳米仪器设备的验收和校准，确保了论文、专利等科研成果中的数据真实性和可靠性，为我国纳米科研成果的质量提供了技术保障，支撑的项目包括国家重大仪器专项，863 项目、973 项目、国家自然科学基金等项目，获益的科研机构包括：天津大学、华中科技大学、国家纳米科学研究中心、北京理工大学、中科院微电子所、中科院半导体所、中电 46 所等。项目为中国科学院光电技术研究所承担的国家重大科研装备研制项目“超分辨光刻设备研制”提供测试服务，解决了 22 纳米分辨力检测样板的量值校准难题，确保了指标的验证，为我国自主研发新型光刻设备提供技术支撑。项

目为北京市理化分析测试中心等检测机构的测量仪器提供定期校准，保障了其测试数据的可靠性。

5) 服务集成电路等纳米相关产业，提升产品质量

项目成果为我国微电子集成电路、微纳机电系统、纳米技术和超精密加工等高新技术领域的企业提供了大量的校准检测等量值传递服务，通过保障质量体系和质量控制，有力支撑了高新技术领域产品质量和产业发展的需求。相关企业包括：中芯国际、深圳方正微电子有限公司、卡尔蔡司、三英精密仪器有限公司、北京丹青瑞华科技有限公司、北京晨晶电子股份公司等。项目为福建福联集成电路等公司进口的大型测量设备提供验收校准服务，现场调试直至达到合同指标，确保了我国企业的利益，为集成电路企业质量控制体系提供技术保障。

6) 支撑国防航天，保障国家安全

项目研究成果直接应用于西安微电子技术研究所，性能可靠。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用技术	应用及规模	起止时间
1	中国科学院微电子所	标准物质	科学研究	2010.1~2015.12
2	中国科学院物理研究所	校准定值	国家一级标物定值	2012.1~2015.12
3	中国航天科技九院十三所	校准溯源	仪器设备校准溯源	2014.10~2015.12
4	国家纳米技术与工程研究院	校准溯源	仪器设备校准溯源	2012.1~2015.12
5	中国电子科技集团十一所	校准溯源	仪器设备校准溯源	2013.1~2015.12
6	西安微电子技术研究所	校准溯源	产线设备校准溯源	2013.1~2015.12
7	中国科学院光电技术研究所	校准溯源	为光刻装备提供校准	2017.3~2018.10
8	苏州大学	标准物质	科学研究	2010.1~2015.12
9	深圳方正微电子有限公司	量值传递	标准样板校准	2014.8~2017.12
10	上海市计量测试技术研究院	量值传递	传递纳米几何量值	2011.9~2015.12
11	深圳华星光电技术有限公司	量值传递	测量仪器校准	2016.6~2018.12
12	福建福联集成电路有限公司	校准溯源	测量仪器验收与校准	2018.5~2018.10
13	卡尔蔡司管理有限公司	校准溯源	仪器与标准器校准	2010.1~2015.10
14	北京晨晶电子公司	标准物质	产品研发	2011-01-至今
15	三英精密仪器有限公司	校准溯源	标准样板校准与量传	2014.1~2015.12

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号
其他	纳米几何结构标准装置	中国	/
其他	毫米级纳米几何结构样板校准装置	中国	/
其他	100/200nm 台阶高度国家一级标物证书	中国	GBW13950/13951
其他	50/500/1000nm 台阶高度国家一级标物 证书	中国	GBW13952/13953/13954
发明专利	一种纳米线宽样板及其制备方法	中国	ZL200510124593.3
发明专利	一种纳米多台阶高度样板的制备方法	中国	ZL200610043075.3
发明专利	一种扫描电化学和光学显微镜探针及 其制备方法	中国	ZL200510022733.6
发明专利	一种超微锥电极阵列及其制备方法	中国	ZL201010013597.5
发明专利	一种在 Cu/Ti 薄膜表面生成枝晶图案的 方法	中国	ZL201210513333.5
发明专利	一种超细晶技术或合金薄膜及其制备 方法	中国	ZL201010033715.9

七、主要完成人情况表

姓 名	高思田	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
工作单位	中国计量科学研究院					行政职务	所长
参加本项目的起止时间	1999-11-15 至 2015-03-27						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目负责人，负责项目总体设计与组织实施。负责了计量型原子力显微镜、大范围纳米测量机和计量型扫描电子显微镜研究等标准装置的总体方案和关键技术创新，指导了计量装置的整体研制。攻克了气浮台，多自由度计量框架，无畸变测头等关键技术，建立了纳米量值的最高源头，对创新点1、2、3有主要贡献。</p>							

姓 名	刘前	性别	男	排 名	2	国 籍	中国
工作单位	国家纳米科学中心					行政职务	
参加本项目的起止时间	2006-10-1 至 2013-12-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主持研制了系列纳米台阶高度标物及其应用推广工作（5个标物均获得了国家一级标准物质定级证书和中华人民共和国制造计量器具许可证），参与了国家纳米校准体系的建立，对创新点2和3有主要贡献。</p>							

姓 名	施玉书	性别	男	排 名	3	国 籍	中国
工作单位	中国计量科学研究院					行政职务	主任
参加本项目的起止时间	2006-09-18 至 2015-03-27						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>承担了大范围纳米测量机的具体实施和纳米台阶标准物质的定值研究。作为项目骨干负责计量框架的整体研制与相关实验，为具有亚纳米分辨力的光学8倍程激光测长干涉仪的研制及干涉仪信号谐波分离修正补偿算法的实现做出了主要贡献，对创新点1、2、3有主要贡献。</p>							

姓名	景蔚萱	性别	男	排名	4	国籍	中国
工作单位	西安交通大学					行政职务	
参加本项目的起止时间	2001-06-01 至 2016-11-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>作为主要研究人员，深入系统的开展了纳米样板的制备研究。创新采用AFM探针诱导局域氧化工艺和多层薄膜沉积工艺开展纳米样板制备的研究工作。针对纳米样板的台阶高度、线宽、节距、表面粗糙度等评定指标开展系统深入的表征工作。 对创新点2有主要贡献。</p>							

姓名	李伟	性别	男	排名	5	国籍	中国
工作单位	中国计量科学研究院					行政职务	
参加本项目的起止时间	2010-09-20 至 2015-03-27						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>完成了项目计量型扫描电子显微镜的计量系统设计以及位移台控制系统研制，完成扫描电子显微镜校准装置等计量标准装置的建立工作并开展扫描电子显微镜校准的推广应用；作为项目骨干参加大范围纳米测量机的研制，对创新点1、3有主要贡献。</p>							

姓名	王奇	性别	男	排名	6	国籍	中国
工作单位	国家纳米科学中心					行政职务	
参加本项目的起止时间	2006-10-1 至 2013-12-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>完成纳米台阶标准物质的生产工艺优化与批量制备、均匀性和稳定性监测、定值与不确定度分析；完成鉴定、报批等相关材料撰写，对创新点2有主要贡献。</p>							

姓名	王琛英	性别	女	排名	7	国籍	中国
工作单位	西安交通大学					行政职务	
参加本项目的起止时间	2009-09-01 至 2016-11-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>纳米台阶样板的研制，采用基于原子层沉积（ALD）和湿法刻蚀的方法制备了系列纳米单台阶样板和纳米多台阶样板。参与了系列单台阶样板的测量表征及其测量不确定度的评定方法研究。对创新点2有主要贡献。</p>							

姓名	郭延军	性别	男	排名	8	国籍	中国
工作单位	国家纳米科学中心					行政职务	
参加本项目的起止时间	2006-10-1 至 2013-12-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与纳米台阶标准物质的设计、制备，负责样品的均匀性及稳定性研究。对创新点2有主要贡献。</p>							

姓名	杨树明	性别	男	排名	9	国籍	中国
工作单位	西安交通大学					行政职务	副院长
参加本项目的起止时间	2009-06-01 至 2016-11-30						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>开展纳米台阶高度样板的制备、测量表征和对比溯源的理论及相关关键技术研究，采用原子层沉积（ALD）制备了纳米台阶高度样板；完成了台阶样板的比对测量与溯源。对创新点2有主要贡献。</p>							

姓名	杜华	性别	男	排名	10	国籍	中国
工作单位	中国计量科学研究院					行政职务	
参加本项目的起止时间	2001-06-01 至 2015-03-27						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参加项目大范围纳米测量机的计量框架的研制，以及大范围气浮台的研制，参与完成项目测试实验。参与完成了台阶标物的定值。对创新点1，2有主要贡献。</p>							

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	中国计量科学研究院				
排 名	1	法定代表人	方向	所 在 地	北京市
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>中国计量科学研究院作为本项目的组织者和主要研发单位，组织实施了该项目，并为该项目研究提供了必要的配套条件。</p> <p>中国计量科学研究院深入开展纳米计量标准装置关键技术的研制和我国量值传递体系的建立；完成了纳米几何量国家计量标准装置的研制，建立了 5 项国家计量标准装置；实现了纳米几何量量值传递体系的建立，保证了我国纳米量值的统一及准确传递；完成了两项纳米几何量值的国际比对，量值实现了国际互认；通过开展对外校准检测服务，积极推进项目成果的推广应用，支持省市计量机构建立地方纳米计量标准，推动建立覆盖全国的纳米计量量值传递体系，为我国省市计量部门、集成电路制造企业、大学和科研院所提供了准确可靠的纳米几何量值。</p>					
单位名称	国家纳米科学中心				
排 名	2	法定代表人	赵宇亮	所 在 地	北京市
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>国家纳米科学中心作为本项目的主要单位，主持了项目中的标准物质研发，参与了国家纳米校准体系的建立。</p> <p>国家纳米科学中心通过成功研制系列不同纳米长度标准物质，获得了五种标准物质国家一级定级证书和相应的中华人民共和国制造计量器具许可证，构建了我国第一次颁布的纳米物理基本量标准物质；通过将研制成功地标准物质与可溯源高精度计量型原子力装置相结合，建立了国家级纳米校准体系和国家纳米量值传递体系；积极推动系列纳米标准物质的应用，支持了国家重大项目的研究和众多纳米仪器及产品的计量校准，产生了良好的社会公益效益。</p>					
单位名称	西安交通大学				
排 名	3	法定代表人	王树国	所 在 地	陕西西安
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>西安交通大学作为本项目的主要单位，主持完成的“纳米台阶高度样板的制备、比对和溯源及相关理论与技术的研究”在纳米几何量计量领域取得了突破。该项研究在国际上首次提出了基于原子层沉积（ALD）技术的纳米台阶样板制备方法。研制了国内首批亚25nm单台阶样板和国际上首批纳米多台阶样板。完成了所制备的系列台阶高度样板和VLSI标准的国际比对。该项研究总体技术水平处于国际先进，其中在基于ALD的纳米台阶高度样板制备方面达到了国际领先。所研制的系列台阶样板填补了我国亚25nm单台阶样板和纳米多台阶样板的空白。</p>					

完成人合作关系说明

本项目由中国计量科学研究院、国家纳米科学中心和西安交通大学合作完成。

中国计量科学研究院高思田作为“计量型原子力显微镜和兼容型扫描探针显微镜纳米测量系统”、“大范围纳米几何结构计量基准装置的研究”以及“计量型扫描电子显微镜标准装置的研制”等项目负责人，研究建立了系列纳米几何量国家计量标准装置。施玉书、李伟、杜华为中国计量科学研究院研究人员，共同参与了“计量型原子力显微镜和兼容型扫描探针显微镜纳米测量系统”、“大范围纳米几何结构计量基准装置的研究”以及“计量型扫描电子显微镜标准装置的研制”等项目，合著多篇论文。基于以上成果，共同作为“大范围计量型纳米测量机的研究”的主要完成人获得 2015 年国家质检总局科技兴检一等奖。

2006 年 10 月起至 2015 年 12 月，国家纳米科学中心刘前主持了“纳米级台阶高度标准样品的研制（国家重点研究计划 2006CB932603）”研制和推广工作，王奇、郭延军作为国家纳米科学中心的研究人员，参与了“纳米级台阶高度标准样品的研制”的工作。期间与中国计量科学研究院通力合作，共同开展了系列纳米长度标准物质的定值和可靠性考察研究，共同申请获得了 5 个国家一级标准物质的重要成果，在此基础上共同建立了国家纳米标准物质的定值和传递体系，共同积极开展了推广和应用工作，并共同获得了 2015 年北京市科学技术奖。

2012 年起，中国计量科学研究与西安交通大学合作研制纳米台阶高度样板，通过制备、比对及溯源定值研究，成功将 ALD 技术应用于 50nm 以下的纳米台阶高度样板制备，联合申报国家一级标准物质，并联合发表论文。景蔚萱、王琛英、杨树明为西安交通大学教师，共同参与了“纳米台阶高度样板的制备、比对和溯源及相关理论与技术的研究”，合著论文多篇。基于此，作为主要完成人获得 2016 年中国计量测试学会科学技术进步二等奖。

各完成人保证提供材料的真实性。