**项目一：**

**1 项目名称**：环境友好多吸附位点分子自组装及其金属缓蚀性能研究

**2 项目简介：**

本次申报的项目归属于光谱电化学技术领域，所属学科为物理化学，项目的主要科学研究内容是构建原位光谱电化学技术与量子化学分子模拟结合的系统研究体系，考察环境友好且具多吸附位点分子在金属表面的可控自组装，揭示不同单层分子膜结构及其对金属缓蚀性能。据统计，全世界每年金属腐蚀超1 亿吨，造成的经济损失约占国民生产总值的3.5％～4.2％，超过年各项大灾（火灾、风灾及地震等）损失的总和。在我国，每年腐蚀损失也超5000亿元，占当年国民生产总值的5%，近5 年来由于环境恶化，年腐蚀损失趋势加大。因此，科学而系统地开展金属高效缓蚀方法、技术和机理的研究，对国民生活与国民经济建设有重大的现实意义。目前，在金属表面耐腐蚀处理工艺中一些常用试剂如苯并三唑、咪唑和铬酸盐等虽已工业成功应用，经济效益好，但多数毒性高会产生次生污染危及人类健康与安全，比如铬酸盐类是强致癌物。研究和发展对人和环境友好，性能优异的新型缓蚀试剂是工业界和科学界共同关心的课题。

本项目将表面增强拉曼光散射技术和电化学分析技术，结合其它表面分析技术如XPS，电镜等和分子模拟方法，系统全面地观察多种环境友好分子在金属表面自组装成膜行为，分析成膜吸附方式，解析膜结构和缓蚀性能关系，揭示缓蚀机理。创新点是（1）构建了缓蚀机理分析的系统分析方法，（2）系统研究了一批低廉而环境友好金属缓蚀剂，（3）以分子自组装技术高效构筑均一致密的金属保护层。该项目成果为工业化应用提供了理论指导。以植酸为例，作为一种植物提取物，来源丰富、经济成本低、绿色环保，毒性低于食盐，其与金属有很强的螯合作用，能通过自组装技术在金属表面成膜。通过拉曼光谱来研究组装时间、浓度、pH值对成膜结构的影响，优化和筛选出最优的缓蚀膜结构和成膜条件。本项目除研究植酸及植酸盐类分子外， 还系统研究了氨基酸类和咪唑类分子。通过研究证明，在优化自组装成膜条件下，这些环境友好分子对金属缓蚀效率甚至传统的缓蚀剂，可高达92％。这些研究工作得到了上海市自然科学基金重点（06JC14094），国家自然科学基金委面上基金（21073121）资助。在Journal of Physic. Chemistry 和 Corrosion Science等SCI期刊上发表论文29篇，至今被引用527次。

**3 代表性论文目录：**

1. **Hai-Feng Yang**, Jie Feng, Yan-Li Liu, Yu Yang, Zong-Rang Zhang, Guo-Li Shen, Ru-QinYu. Electrochemical and Surface Enhanced Raman Scattering Spectroelectrochemical Study of Phytic Acid on the Silver Electrode. **J. Phys. Chem. B.** 2004,108: 17412-17417.

2. **Haifeng Yang**, Yanli Liu, Zhimin Liu, Yu Yang, Jianhui Jian, Zongrang Zhang, Guoli Shen, Ruqin Yu\*. Raman Mapping and In Situ SERS Spectroelectro -chemical Studies of 6-Mercaptopurine SAMs on the Gold Electrode. **J. Phys. Chem. B.** 2005, 109: 2739-2744.

3. Hui Chu, **Haifeng Yang**, Shuangyan Huan, Guoli Shen,\* Ruqin Yu.Orientation of 6-Mercaptopurine SAMs at the Silver Electrode as Studied by Raman Mapping and in Situ SERS. **J. Phys. Chem. B.** 2006,110: 5490-5497.

4. **Haifeng Yang\*,** Xiaojing Sun, Jun Zhu, Jiahua Ji, Xiaoling Ma, Zongrang Zhang. Surface Enhanced Raman Scattering, in Situ Spectro-Electrochemical, and Electrochemical Impedance Spectroscopic Investigations of 2-Amino-5-mercapto- 1,3,4-thiadiazole Monolayers at a Silver Electrode. **J. Phys. Chem. C.** 2007, 111: 7986-7991.

5．**Haifeng Yang**,\* Xuan Zhu, Wei Song, Yiping Sun, Guoping Duan, Xia Zhao,

Zongrang Zhang. N-Acetylalanine Monolayers at the Silver Surface Investigated by Surface Enhanced Raman Scattering Spectroscopy and X-ray Photoelectron Spectroscopy: Effect of Metallic Ions. **J. Phys. Chem. C.** 2008, 112: 15022–15027.

6. Rui Zhang, **Haifeng Yang,\*** Yiping Sun, Wei Song, Xuan Zhu, Na Wang, Yao Wang, YingCheng Pan, and Zongrang Zhang. Competitive Adsorption of 4-Methyl-4H-1,2,4-triazole-3-thiol and Na Salt of Phytic Acid on a Silver Surface: Raman Spectral and Electrochemical Observations. **J. Phys. Chem. C**. 2009,113:9748–9754.

7. Rui Zhang, Ying Wen, Na Wang, Yao Wang, Yingying Wang, Zongrang Zhang, **Haifeng Yang\***. Insight in the Relationship between the Structure and Property of Methimazole Monolayers on a Silver Surface: Electrochemical and Raman Study. **J. Phys. Chem. B.** 2010,114: 2450–2456.

8. Ying-Cheng Pan, Ying Wen,\* Lu-Yuan Xue, Xiao-Yu Guo, **Hai-Feng Yang\*.** Adsorption Behavior of Methimazole Monolayers on a Copper Surface and Its Corrosion Inhibition. **J. Phys. Chem. C**. 2012,116: 3532 – 3538.

**4 主要完成单位：**

上海师范大学 湖南大学

**5 主要完成人：**

杨海峰，文颖， 宦双燕， 郭小玉， 楚慧

**项目二：**

**1 项目名称****：**植物雄性不育及花粉发育

**2 项目简介：**

本次申报的项目归属于生物医药技术领域，所属学科为农业科学技术中的农业植物学等相关学科。植物雄性不育是农业上非常重要的农艺性状，是生产上杂交制种提高作物产量的基础。雄性不育的本质是不能形成有功能的花粉或花粉不能释放。本项目对雄性不育植株相关基因的克隆及功能研究，揭示了这些基因参与花粉壁合成调控、花粉壁模式决定、减数分裂等花粉的基本细胞生物学过程。

1）花粉外壁由外壁外层和外壁内层组成，我们克隆了特异调控外壁外层及外壁内层的关键因子MS188/MYB103和TEK，进一步揭示了绒毡层转录调控通路(DYT1-TDF1-AMS)对这些关键基因的直接调控作用。2）胼胝质壁和初生外壁在花粉壁模式决定过程中起到关键作用。我们克隆了花粉初生外壁形成的关键基因RPG1和NPU，揭示了CDKG1和ARF17直接调控胼胝质壁合成基因CalS5从而参与花粉壁模式的形成。3）小孢子母细胞通过减数分裂产生小孢子并进一步发育为成熟花粉。同源重组是减数分裂的关键步骤，双链断裂是同源重组的起始。我们克隆了两个参与DNA双链断裂的关键基因MPS1和DFO。这些工作不仅为植物育种提供了基因资源，也系统地揭示了这些基因如何参与花粉形成的细胞生物学过程。4）利用粳稻及籼稻品种的全基因组序列构建了水稻全基因组DNA多态性数据库，可广泛应用到水稻基因定位和分子育种。

这些研究工作得到了国家重大研究计划、国家自然科学基金重点/面上/青年基金项目、国家杰出青年基金、上海市优秀学科带头人以及其他各类基金的资助。在Nature Communations，Plant Cell, Plant Journal 和Plant Physiology等期刊上发表多篇SCI论文，其中8篇代表作至今被引用528次。

**3 代表性论文目录：**

1. Lou Yue, Xu XF, Zhu J, Gu JN, Blackmore S, **Yang ZN\***. 2014. The Tapetal AHL family protein TEK determines nexine formation in the pollen wall. **Nature Communications** 5:3855.

2. Huang Xue-Yong, Niu J, Sun MX, Zhu J, Gao JF, Yang J, Zhou Q, **Yang ZN\***. 2013. CYCLIN-DEPENDENT KINASE G1 is associated with the spliceosome to regulate CALLOSE SYNTHASE5 splicing and pollen wall formation in Arabidopsis. **Plant Cell.** 25(2):637-648.

3. Zhang Cheng, Song Y, Cheng ZH, Wang YX, Zhu J, Ma H, Xu L, **Yang ZN\***. 2012. The Arabidopsis thaliana DSB formation (AtDFO) gene is required for meiotic double-strand break formation. **Plant Journal** 72: 271-281.

4. Chang Hai-Shuang, Zhang C, Chang YH, Zhu J, Xu XF, Shi ZH, Zhang XL, Xu L, Huang H, Zhang S, **Yang ZN\***，2012. NO PRIMEXINE AND PLASMA MEMBRANE UNDULATION (NPU), Is Essential for Primexine Deposition and Plasma Membrane Undulation during Microsporogenesis in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology** 158: 264–272.

5. Zhu Jun, Chen H, Li H, Gao JF, Jiang H, Wang C, Guan YF, **Yang ZN\***. 2008. Defective of Tapetum Development and Function1 (TDF1) Is Essential for Anther Development and Tapetum Function for Microspore Maturation in Arabidopsis. **Plant Journal** 55: 266-277.

6. Guan Yue-Feng, Huang XY, Zhu J, Gao JF, Zhang HX, **Yang ZN\***. 2008. RUPTURED POLLEN GRAIN 1 (RPG1), a Member of MtN3/Saliva Gene Family, is Crucial for Exine Pattern Formation and Cell Integrity of Microspores in Arabidopsis thaliana. **Plant Physiology** 147: 852-862.

7. Zhang Zai-Bao, Zhu J, Gao JF, Wang C, Li H, Zhang HQ, Zhang S, Wang DM, Wang QX, Huang H, Xia HJ, **Yang ZN\***. 2007. Transcription Factor AtMYB103 is Required for Anther Development by Regulating Microspore Release from Tetrads and Exine Formation in Arabidopsis. **Plant Journal** 52(3): 528-538.

8. Shen Ying-Jia, Jiang H, Jin JP, Zhang ZB, Xi B, He YY, Wang G, Wang C, Qian L, Li X, Yu QB, Liu HJ, Chen DH, Gao JH, Huang H, Shi TL, **Yang ZN\***. 2004. Development of Genome-Wide DNA Polymorphism Database for Map-Based Cloning of Rice Genes. **Plant Physiol.** 135(3):1198-1205.

**4 主要完成单位：**

上海师范大学

**5 主要完成人：**

杨仲南、朱骏、张森、张丞、楼悦