

一、项目名称

基于多组学技术揭示镉污染对农田蜘蛛优势种生态毒理学机制

二、项目简介

(限1页)

重金属镉(Cd)污染普遍存在且危害严重。镉通过食物链传递并富集在稻田顶级优势捕食性天敌蜘蛛体内,导致其神经系统损伤、免疫功能下降和代谢障碍,已成为农田生态系统健康的重要威胁。因此,揭示农田蜘蛛镉毒性效应机制是明确镉污染生态毒理效应,和影响蜘蛛保护利用的关键科学问题。拟环纹豹蛛(*Pardosa pseudoannulata*)在维持农田生物多样性和农作物害虫控制中发挥关键作用,其生理功能和种群动态的改变将直接影响农田生态平衡。本项目通过研究镉对农田蜘蛛神经节、毒腺、肠道微生物、细胞色素P450、睾丸等毒性效应,阐明了镉对蜘蛛神经、免疫、肠道微生物、蜕皮和繁殖等功能的毒性机制,主要取得了以下基础理论成果:

1. 系统揭示了镉影响神经递质及离子通道,干扰转录因子调控神经功能,诱导蜘蛛捕食行为障碍的机制。围绕“镉如何损害天敌蜘蛛的神经功能并削弱生态服务”这一核心问题,整合行为学表型、亚细胞酶学、转录组学与蛋白互作网络分析,探明镉对农田蜘蛛神经及捕食功能毒性影响及机理。提出了“镉诱导金属结合/氧化还原失衡,转录因子调控重塑,神经信号组件功能抑制,最终导致捕食行为障碍的层级机制模型”的层级机制模型,不仅揭示了Cd对蛛类神经系统的损害途径,也为农田生态系统中天敌功能退化的分子与行为学监测提供了可推广的方法。

2. 创新提出蛋白合成受阻免疫因子分泌不足,导致蜘蛛毒腺免疫功能下降,阐明了蜘蛛镉免疫毒性作用及机理。建立了时间梯度(10/20/30 d)×组织部位×亚细胞分画的多维检测体系,结合毒腺特异转录组解析,提出“ERAD受抑—蛋白加工障碍—免疫功能下降”的新机制链条。综合多学科证据,创新构建镉污染抑制ER伴侣与ERAD和蛋白加工质控,阻碍免疫因子分泌,从而降低蜘蛛毒腺免疫功能的机制模型。该免疫毒理主线与神经毒理发现互为补充,形成从功能表型到分子机制的完整证据链,回答了Cd如何削弱天敌蜘蛛的科学问题。

3.首次报道了蜘蛛肠道微生物的群落结构组成,提出肠道微生物从群落结构,和物质代谢和抗氧化等功能改变,协同调控镉污染蜘蛛的解毒生理机制。开展了蜘蛛肠道微生物镉毒性效应及机制研究,探明了农田蜘蛛肠道微生物群落结构组成,提出蜘蛛肠道微生物通过改变群落结构组成,及其物质代谢和抗氧化功能,协同调控宿主蜘蛛抗镉毒性的生理机制。同时,筛选出蜘蛛肠道微生物的耐镉菌种。该研究从肠道微生物-宿主互作的角度探究了蜘蛛镉毒性效应,为农田蜘蛛保护利用、节肢动物肠道微生物功能挖掘,以及镉污染的微生物修复提供了理论和实践支撑。

4. 揭示镉改变细胞色素P450等基因表达影响蜕皮激素的生物合成,抑制幼蛛蜕皮,阐明了镉影响幼蛛生长发育的机理。通过分析镉污染对细胞色素P450基因表达的影响,发现蜘蛛体内富集的镉是通过镉转运体蛋白完成,体内富集的高浓度镉最终导致幼蛛大批死亡。蜕皮激素生物合成相关的569个CYP基因,以及dib、phm、sad和shd等基因差异表达显著。提出镉通过改变蜕皮激素生物合成和镉转运蛋白相关基因表达,从而影响蜕皮激素的生物合成,影响蜕皮激素合成和解毒功能,抑制幼蛛蜕皮而导致幼蛛死亡。

5. 系统诠释镉影响蜘蛛睾丸能量代谢，损害精子发生过程，损伤农田蜘蛛雄性生殖功能的毒性机理。以拟环纹豹蛛睾丸为对象，阐明雄性无脊椎动物的镉生殖毒性。镉对雄性蜘蛛触肢器的颜色和形状没有明显差异，但过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化物酶等抗氧化酶含量显著增加。触肢器转录组分析表明，精子发生、精子活力、胚胎后发育、氧化磷酸化以及雄性生殖器官发育等基因表达差异显著。蛋白质-蛋白质互作网络分析揭示镉污染可能影响触肢器的能量代谢过程。镉可能抑制睾丸的精子发生和能量代谢功能，从而造成雄性生殖毒性。

三、代表作（含论文、专著）目录

序号	代表作名称/刊名/作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间(年月日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者 (排序)	他引总次数	检索数据库	是否国内期刊/国内出版专著
1	Molecular response uncovers neurotoxicity of Pardosa pseudoannulata exposed to cadmium pressure/Environmental Pollution/Bo Lv, Juan Wang, Yuan He, Zhi Zeng, Yun-e Tang, Na Li, Li-jun Chen, Zhi Wang*, Qi-sheng Song	2021年280卷 117000页	2022年 12月 31日	王智	吕波	吕波/1, 王娟/2, 贺源/3, 曾智/4, 唐云娥/5, 李娜/6, 陈立军/7, 王智/8	21	WOS:000656552600006	否
2	Cadmium exposure alters expression of protective enzymes and protein processing genes in venom glands of the wolf spider Pardosa pseudoannulata/Environmental Pollution/Bo Lv, Hui-lin Yang, Yuan-de Peng, Juan Wang, Zhi Zeng, Na Li, Yun-e Tang, Zhi Wang*, Qi-sheng Song	2021年268卷 第115847页	2020年 10月 20日	王智	吕波	吕波/1, 杨惠麟/2, 彭源德/3, 王娟/4, 曾智/5, 李娜/6, 唐云娥/7, 王智/8	25	WOS:000600553000017	否
3	Metatranscriptome analysis of the intestinal microorganisms in Pardosa pseudoannulata in response to cadmium stress/Ecototoxicology and Environmental Safety/Huilin Yang, Juan Wang, Zhiyue Lv, Jianxiang Tian, Yuande Peng, Xianjin Peng, Xiang Xu, Qisheng Songg, Bo Lv, Zhaoyang Chenb, Zhiying Sunb, Zhi Wangb,f,	2018年159卷 1-9页	2018年 04月 26日	王智	杨惠麟	杨惠麟/1, 王娟/2, 吕志跃/3, 田建湘/4, 彭源德/5, 彭贤锦/6, 徐湘/7, 吕波/8, 谌朝阳/9, 孙志英/10, 王智/11	30	WOS:000436057700001	否
4	Expression and functional analysis of cytochrome P450 genes in the wolf spider Pardosa pseudoannulata under cadmium stress/Ecototoxicology and Environmental Safety/Juan Wang, Zhiyue Lv, Ziyang Lei, Zhaoyang Chen, Bo Lv, Huilin Yang, Zhi Wang, Qisheng Song	2019年172卷 19-25页	2019年 01月 09日	王智	王娟	王娟/1, 吕志跃/2, 雷梓妍/3, 谌朝阳/4, 吕波/5, 杨惠麟/6, 王智/7	28	WOS:000460196000003	否
5	Comparative analysis unveils the cadmium-induced reproductive toxicity on the testes of Pardosa pseudoannulata/Science of the Total Environment/Yun-e Tang, Juan Wang, Na Li, Yuan He, Zhi Zeng, Yong Peng, Bo Lv, Xin-ru Zhang, Hui-min Sun, Zhi Wang, Qi-sheng Song	2022年828卷 154328页	2022年 12月 31日	王智	唐云娥	唐云娥/1, 王娟/2, 李娜/3, 贺源/4, 曾智/5, 彭勇/6, 吕波/7, 吕波/7, 张鑫茹/8, 孙慧敏/10, 王智/12	6	WOS:000792713700015	否

四、主要完成人情况表

姓 名	王智	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
出生年月	1968年09月24日			出 生 地	湖南新邵	民 族	汉族
身份证号	430104196809242732			归国人员	否	归国时间	
技术职称	教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	河北大学			毕业时间	2006年06月16日	所学专业	动物学
电子邮箱	17004@hunnu.edu.cn			办公电话	15073164786	移动电话	15073164786
硕士生导师				博士生导师	王智, 湖南师范大学, 动物生态学		
通讯地址	湖南省长沙市麓山路36号					邮政编码	410081
工作单位	湖南师范大学					行政职务	无
二级单位	生命科学学院					党 派	中国民主同盟
主要完成单位	湖南师范大学					所 在 地	湖南、长沙市
						单位性质	学校
参加本项目的起止时间	2014年01月01日 至 2022年03月04日						
对本项目重要科学发现的贡献： 负责项目的设计和整体实施，是代表作1至代表作5的通讯作者，对重要科学发现中的所有内容的主要贡献者							
曾获科技奖励情况： 获2010年度湖南省科技进步三等奖 项目名称：低剂量农药对稻田蜘蛛控虫能力的影响及其作用机理研究与应用主 要参与人员：王智、田云、曾伯平，卢向阳，颜亨梅，李云龙							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。 单位（盖章） 年 月 日			

姓 名	杨惠麟	性别	女	排 名	2	国 籍	中国
出生年月	1981年11月30日			出 生 地	湖南洪江	民 族	汉族
身份证号	431201198111303229			归国人员	否	归国时间	
技术职称	副教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	湖南农业大学			毕业时间	2017年12月30日	所学专业	生态学
电子邮箱	yanghuilin@hunau.edu.cn			办公电话	0731-84635446	移动电话	13574813222
硕士生导师	杨惠麟, 湖南农业大学, 生态毒理学			博士生导师			
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区农大路1号					邮政编码	410000
工作单位	湖南农业大学					行政职务	无
二级单位	湖南农业大学					党 派	中国共产党
主要完成单位	湖南农业大学					所 在 地	湖南
						单位性质	学校
参加本项目的起止时间		2014年01月01日 至 2022年6月01日					
对本项目重要科学发现的贡献： 是该研究项目的主要参与者，是重要科学研究发现三的主要负责人之一，是重要科学发现二和重要科学发现四的主要参与者，是报奖材料总结的主要贡献者之一。							
曾获科技奖励情况： 无							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。 单位（盖章） 年 月 日			

姓 名	王娟	性别	女	排 名	3	国 籍	中国
出生年月	1990年07月18日			出 生 地	湖南岳阳	民 族	汉族
身份证号	430602199007180160			归国人员	否	归国时间	
技术职称	副教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	湖南农业大学			毕业时间	2019年06月20日	所学专业	生态学
电子邮箱	240647109@qq.com			办公电话	15073164786	移动电话	18390951544
硕士生导师	王娟, 湖南师范大学, 动物生态学			博士生导师			
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区麓山路36号					邮政编码	410081
工作单位	湖南师范大学					行政职务	无
二级单位	湖南师范大学					党 派	中国共产党
主要完成单位	湖南师范大学					所 在 地	湖南
						单位性质	学校
参加本项目的起止时间		2014年01月01日 至 2022年05月30日					
对本项目重要科学发现的贡献： 是该研究项目的主要完成人之一，是重要科学发现四的第一完成人，是重要科学发现一、重要科学发现二、重要科学发现三和重要科学发现五的主要参与者。							
曾获科技奖励情况： 无							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。 单位（盖章） 年 月 日			

姓 名	吕波	性别	男	排 名	4	国 籍	中国
出生年月	1996年10月09日			出 生 地	湖南湘西	民 族	汉族
身份证号	431222199610092637			归国人员	否	归国时间	
技术职称	无			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	湖南师范大学			毕业时间	2022年06月20日	所学专业	生态学
电子邮箱	chengwang1971@21cn.com			办公电话		移动电话	13278841515
硕士生导师				博士生导师			
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区麓山路36号					邮政编码	410081
工作单位	湖南师范大学					行政职务	无
二级单位	湖南师范大学					党 派	中国共产党
主要完成单位	湖南师范大学					所 在 地	湖南
						单位性质	学校
参加本项目的起止时间	2015年01月01日 至 2022年5月30日						
对本项目重要科学发现的贡献： 是该研究项目的主要完成人之一，是重要科学发现一和的重要科学发现二第一完成人，是重要科学发现三、重要科学发现四和重要科学发现五的主要参与者。							
曾获科技奖励情况： 无							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。 单位（盖章） 年 月 日			

姓 名	彭源德	性别	男	排 名	5	国 籍	中国
出生年月	1966年03月13日			出 生 地	湖南新邵	民 族	汉族
身份证号	43098119660313031X			归国人员	否	归国时间	
技术职称	研究员			最高学历	大学本科	最高学位	学士
毕业学校	湖南农业大学			毕业时间	1987年06月20日	所学专业	农学
电子邮箱	ibfcpyd313@126.com			办公电话		移动电话	13874956501
硕士生导师				博士生导师			
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区咸嘉湖西路348号					邮政编码	410016
工作单位	中国农业科学院麻类研究所					行政职务	无
二级单位	中国农业科学院麻类研究所					党 派	中国民主促进会
主要完成单位	中国农业科学院麻类研究所					所 在 地	湖南
						单位性质	非转制研究院所
参加本项目的起止时间	2017年01月01日 至 2021年12月31日						
对本项目重要科学发现的贡献： 是重要科学发现二和重要科学发现三的主要贡献者之一。							
曾获科技奖励情况：							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。 单位（盖章） 年 月 日			

姓 名	贺源	性别	男	排 名	6	国 籍	中国
出生年月	1990年03月05日			出 生 地	湖南长沙	民 族	汉族
身份证号	430104199003053012			归国人员	否	归国时间	
技术职称	实验师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	湖南农业大学			毕业时间	2012年06月20日	所学专业	发育生物学
电子邮箱	258054459@qq.com			办公电话	073188872726	移动电话	15576612234
硕士生导师				博士生导师			
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区麓山路36号					邮政编码	410081
工作单位	湖南师范大学					行政职务	无
二级单位	湖南师范大学					党 派	无党派人士
主要完成单位	湖南师范大学					所 在 地	湖南
						单位性质	学校
参加本项目的起止时间		2019年01月01日 至 2022年10月30日					
对本项目重要科学发现的贡献： 是重要发现一和重要发现五的主要参与成员。							
曾获科技奖励情况：							
声明：本人同意主要完成人排名，自觉遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实准确，不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一奖项。本人未受到党纪政纪处分，本人工作单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。				主要完成单位声明：本单位对该完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，不存在违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。 工作单位声明：本单位在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被提名无异议。			
本人签名： 年 月 日				单位（盖章） 年 月 日			

五、主要完成单位情况表

单位名称	湖南师范大学		统一社会信用代码	12430000444875043T	
排 名	1	法定代表人	刘仲华	所 在 地	湖南
单位性质	学校	传 真	0731-88872182	邮政编码	410081
通讯地址	湖南省长沙市麓山路36号				
联 系 人	邝俊维	单位电话	0731-88872182	移动电话	15874292539
电子邮箱	17004@hunnu.edu.cn				

对本项目科学发现的贡献：（限600字）

是项目的主持单位，是本研究项目科学发现的主要贡献者，是代表作1，代表作2，代表作4和代表作5的第一完成单位和通讯作者单位。

声明：本单位同意主要完成单位排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。

单位（盖章）

年 月 日

单位名称	湖南农业大学		统一社会信用代码	12430000444875051M	
排 名	2	法定代表人	邹学校	所 在 地	湖南
单位性质	学校	传 真	0731-84617704	邮政编码	410081
通讯地址	湖南省长沙市麓山路36号				
联 系 人	李杰	单位电话	0731-84617704	移动电话	13469467501
电子邮箱	kjc@hunnu.edu.cn				

对本项目科学发现的贡献：（限600字）

是本研究项目的主要参与单位，是代表作论文三的第一作者单位和通讯作者单位，是成果2、成果3和成果4的主要完成单位之一。

声明：本单位同意主要完成单位排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。

单位（盖章）

年 月 日

单位名称	中国农业科学院麻类研究所		统一社会信用代码	121000004469240213	
排 名	3	法定代表人	杨永坤	所 在 地	湖南、长沙
单位性质	非转制研究院所	传 真	0731-88998528	邮政编码	410001
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区咸嘉湖西路348号				
联 系 人	郑科	单位电话	0731-88998506	移动电话	18673150761
电子邮箱	zhengke@caas.cn				

对本项目科学发现的贡献：（限600字）
是本研究的主要参与单位之一。是重要科学发现2和重要科学发现3的主要贡献单位。

声明：本单位同意主要完成单位排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。如有科研失信、材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。

单位（盖章）

年 月 日