

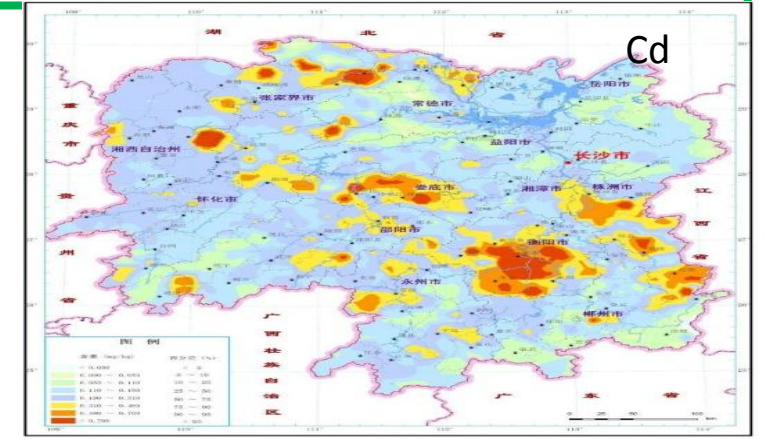
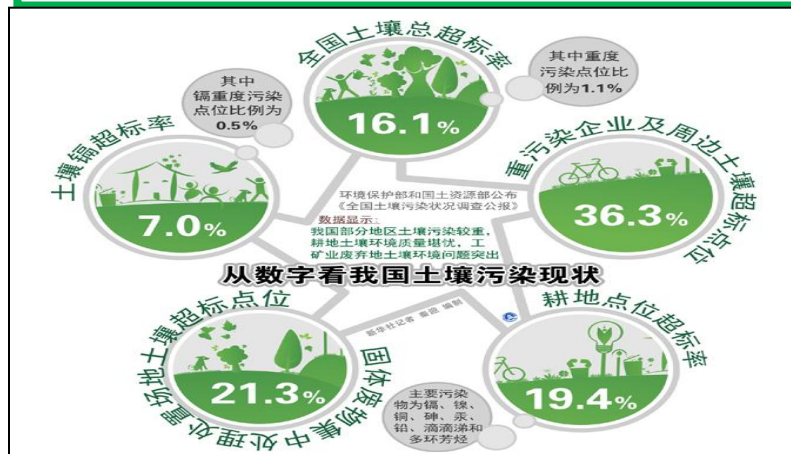
稻田镉污染源分析

主要汇报内容

- 研究背景与意义
- 研究区域
- 污染源监测
- 稻田镉污染源解析
- 稻田镉输出分析
- 稻田镉平衡分析
- 稻田镉循环过程
- 稻田镉循环模拟分析
- 农田污染治理对策

研究背景与意义

- 《全国土壤污染状况调查公报》全国耕地点位超标率19.4%，其中重金属占16.1%。
- 湖南省因有色金属开采、马蹄形封闭流域地貌、水稻栽培管理模式等综合影响，导致稻田镉污染和稻米镉超标，严重影响湘米产业经济和人民身体健康。
- 党中央、国务院及各部委高度关注湖南重金属污染问题，先后投资595亿元“湘江流域重金属污染治理”、50余亿元“湖南耕地重金属污染修复及种植结构调整试点”等项目，同时也受到国际组织（世行、亚行等）的高度关注。
- 通过修复治理实践，构建了耕地镉污染分级分区和VIP+n的应急性修复技术模式，探索了政府主导/企业承包等技术推广模式与政策引导机制。



对于稻田镉污染源仍然认识不一

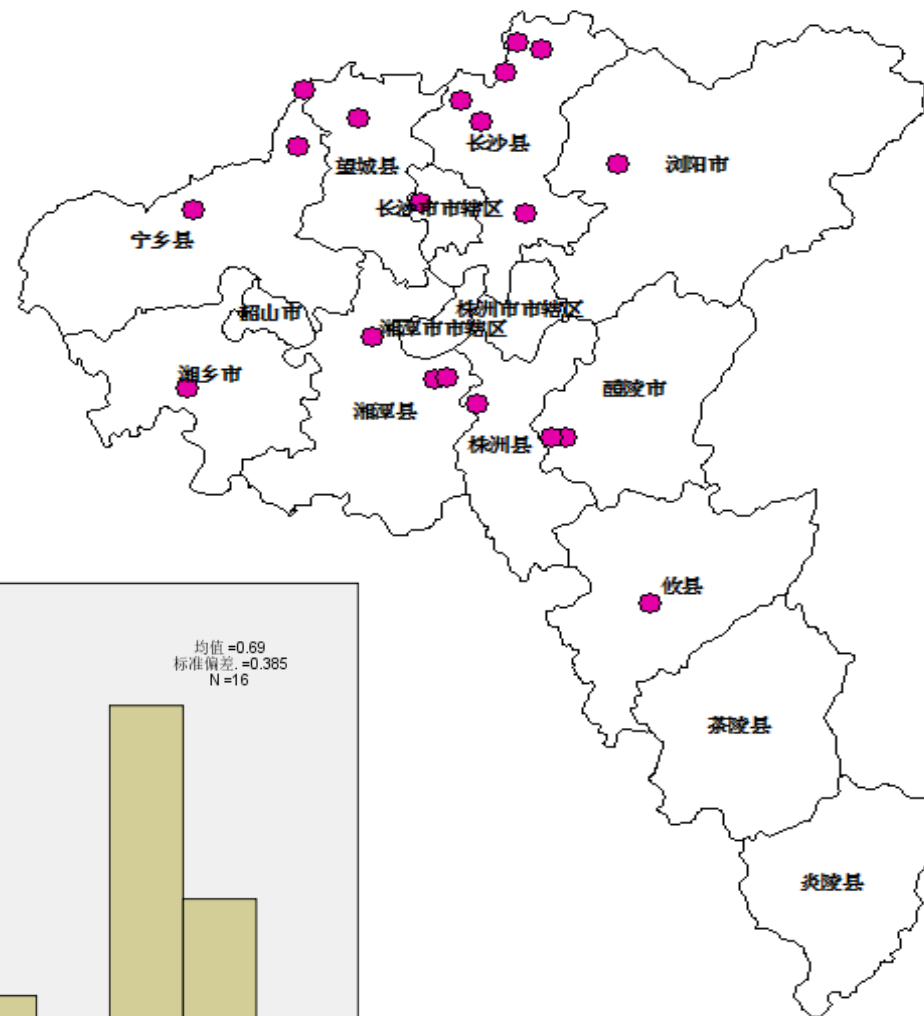
- **肥料来源。** 依据是有机肥和磷肥含镉较高，长期施用造成土壤超标：据工业污染得到严格控制的西方国家估计人类活动对土壤镉的贡献中，磷肥占54%~58%，空气沉降占39%~41%，污泥占2%~5%；进口磷肥镉含量可达30~40mg/kg甚至更高可能构成农田镉的关键污染源。
- **土壤母质源。** 一些观点认为我国一些区域土壤本底含重金属较高，是土壤超标的主要原因；河流冲积物发育的稻田土壤母质镉含量 $0.91 \pm 0.64 \text{mg/kg}$ ，历史上含镉矿的开采已引起沿河稻田土壤超标。
- **灌溉水源。** 主要理由基于我国灌溉水镉含量标准从0.005~0.01mg/L，而且灌溉水质无主管部门（农业、水利、环保）。按现有标准0.01mg/L，稻田用水量，双季稻一般在600~800m³，每年带入镉为 $0.01 \text{g/m}^3 \times 600 \text{m}^3 = 6 \text{g/亩}$ ，折 $6/150 = 0.04 \text{mg/kg}$ ，则 $0.3/0.04 = 7.5$ 年将引起清洁土壤超标。
- **大气沉降。** 汞、镉、锌同族，该族元素的规律是高原子量的汞、镉比锌更易挥发，高温炼锌时镉更易逸出。镉普遍通过电镀、采矿、冶炼等化学工业等排放到大气中。

解析稻田镉污染源的意义

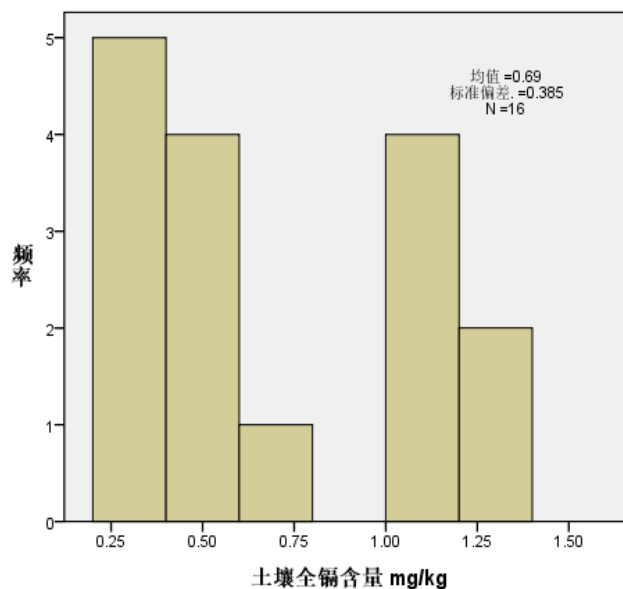
- **明确区域农田关键污染源。** 耕地重金属污染修复治理采取针对性截断或削减污染源的措施，防范污染“边治理、边加重”。
- **明确区域农田污染的发展趋势。** 从整个农田生态系统针对性采取有效的源头削减和生态循环措施，促进农田镉污染向有利于减量的方向发展。
- **明确农田管理和污染修复措施下的消长规律。** 针对性采取科学合理的治理措施确保农产品安全和农田可持续利用。

研究区域

| 污染类型 | 监测点分布 |
|------|-----------------------|
| 养殖区 | 浏阳北盛、长沙白沙、长沙青山铺、长沙开慧 |
| 工矿区 | 株洲雷打石、株洲均楚、长沙北山、湘潭梅林桥 |
| 城郊区 | 长沙安沙、望城新康、湘潭姜畲、宁乡双江口 |
| 一般农区 | 湘乡杨金、长沙干杉、宁乡大成桥、望城乔口 |



监测点土壤平均镉含量**0.68mg/kg**，中轻度污染农田（全镉含量在0.30~0.60 mg/kg）监测点占的比重达60%，中度污染农田（全镉0.6~1.5mg/kg）监测点所占的比例为40%。基本代表长株潭区域平均污染情况。



污染源监测

灌溉水镉输入监测

➤ 灌溉水量

- ✓ 人工估算法：每次灌溉根据灌溉深度进行估算；
- ✓ 自动记录仪：通过流水截面积和流速进行计算；

➤ 灌溉水质

- ✓ 水稻生长期间每次灌溉进行采样。

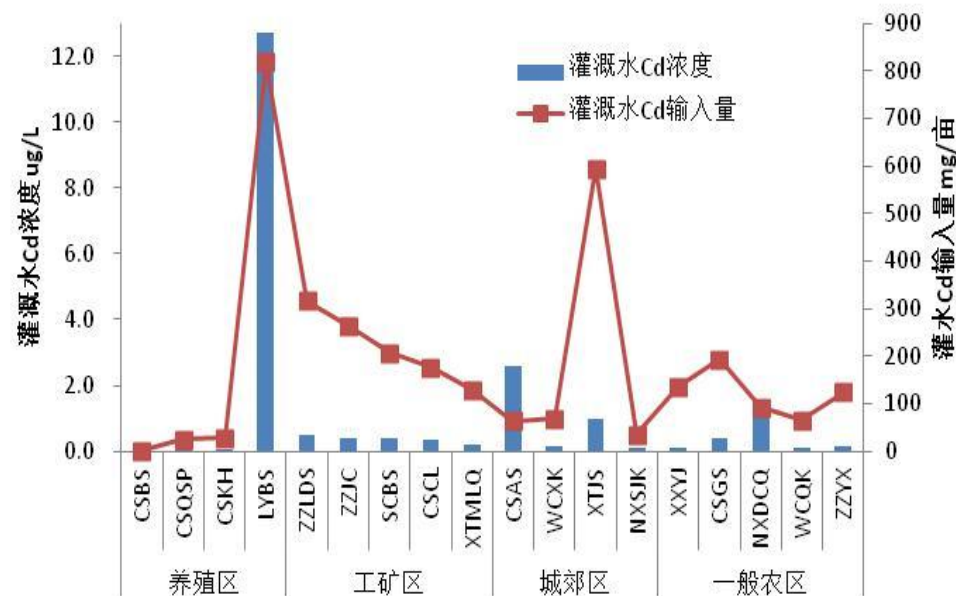
➤ 分析方法

- ✓ 酸化—蒸干—消煮—ICP-MS测定。



灌溉水质监测结果

- **灌溉水镉含量**：灌溉水镉浓度0.004~12.719 ug/L，均值为**0.457 ug/L**。
- **灌溉水镉输入量**：不同点位镉输入量2.13~819.1mg/亩/y，均值**186.3mg/亩/y**。
- **点位超标情况**：仅浏阳北盛点养殖污水直灌超过国家标准，其余点位均远低于国家灌溉水质标准**10 ug/L**，以及饮用水标准**1.0ug/L**。

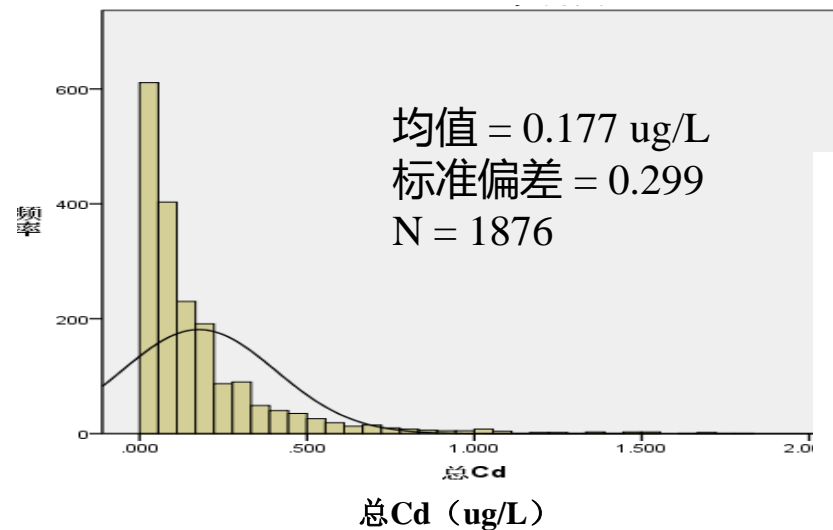
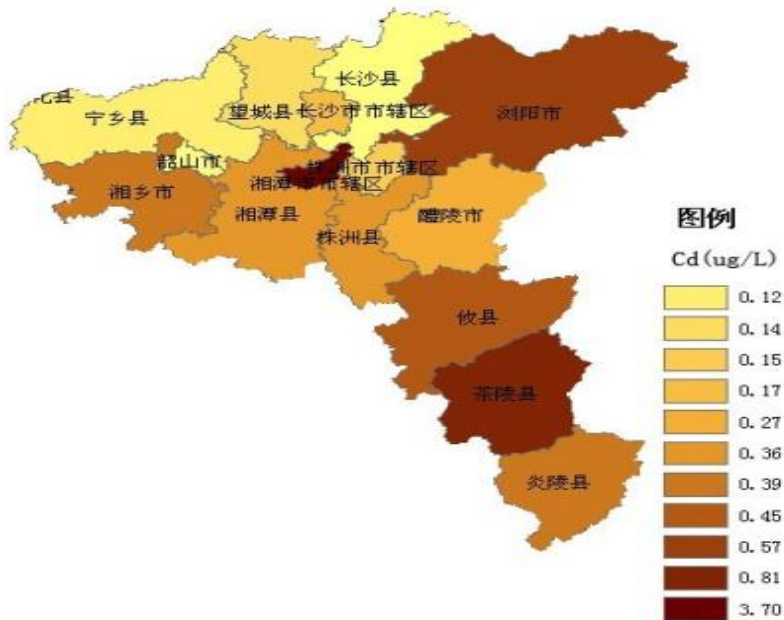


2016年监测点灌溉水镉含量及输入量

灌溉水含镉是引起少数地区稻田土壤镉超标的关键源，但不是整个区域稻田镉污染的关键源。

长株潭灌溉水源监测结果对比

- 灌溉水源监测结果：江河库塘和灌渠水质整体平均**0.177 ug/L**，部分区域超过1ug/L；
- 地球化学项目结果（2006年）：湘江流域下游灌溉水镉入田量**0.182g/亩/y**。
- 对比分析：入田灌溉水镉浓度(**0.457 ug/L**)仍超过灌溉水源的监测结果（可能底泥影响）。入田灌溉水镉通量（**186.3mg/亩/y**）与10年前监测结果一致。



《湘江流域下游区土壤重金属专题监测报告》

| 行政区 | 类别 | Cd |
|------------|-----|-------|
| 全区 (平均) | 大气 | 0.946 |
| | 灌溉水 | 0.182 |
| | 化肥 | 0.016 |

大气沉降镉输入监测

➤ 干湿沉降自动采样仪：

- ✓ 优点：自动采样、干沉降和湿沉降分开；
- ✓ 缺点：成本较高（2-30万元）、需要电和安全管理；

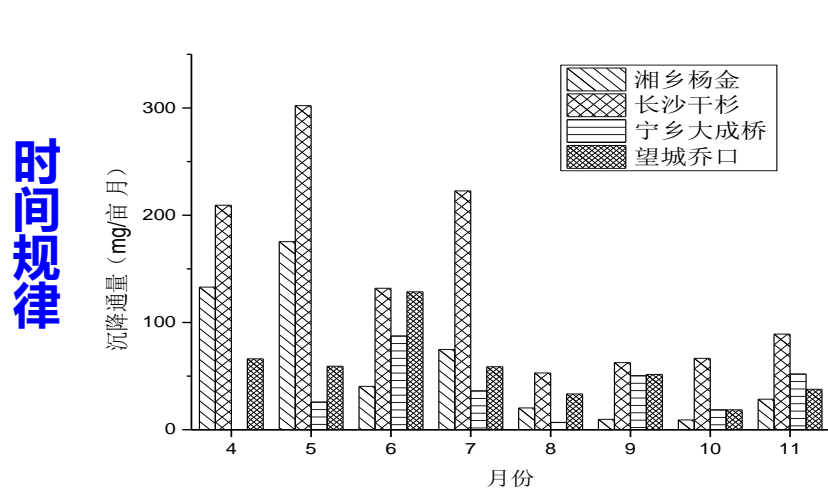
➤ 简易沉降缸监测方法：

- ✓ 优点：成本低、无需其它配套设施；
- ✓ 缺点：干湿不能分开、受外界（动物、人）影响。

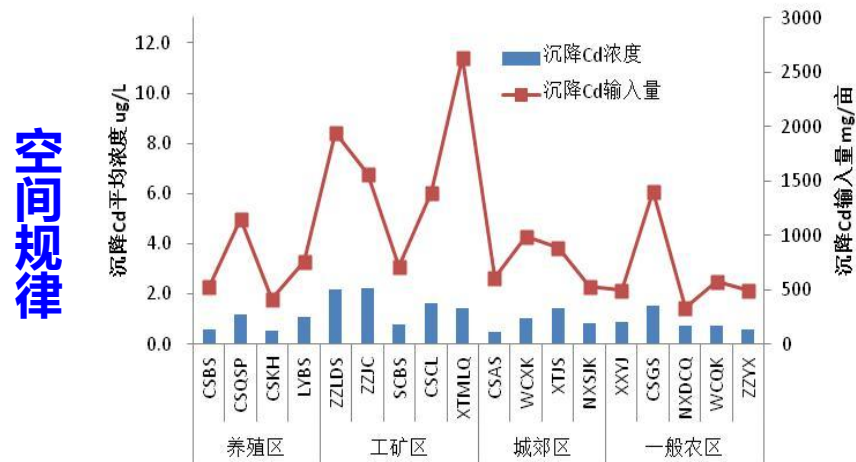


大气沉降镉输入监测结果

- **沉降水镉浓度**：0.49~2.23ug/L，均值1.10 ug/L。
- **时空规律**：春夏季 > 秋冬季；工矿区 > 其它区。
- **干湿沉降输入量**：通过干湿沉降输入稻田的镉总量为336.6~2632.7mg/亩，平均为**969.4mg/亩**。



长株潭一般农区4~11月大气沉降Cd通量



不同监测区域大气干湿沉降镉浓度及沉降量

干湿沉降是长株潭区域稻田镉输入的关键源!

干湿沉降对比分析

- **国内外对比**：1999-2007年我国农田镉干湿沉降量为 $0.35\text{mg}/\text{m}^2/\text{y}$ （ $233\text{mg}/\text{亩}/\text{y}$ ），远高于农牧业地区（新西兰），为工业发达地区（欧洲）的2倍。
- **地球化学项目结果（2006年）**：湘江流域下游干湿沉降量平均 **$0.946\text{g}/\text{亩}/\text{y}$** 。
- **对比分析**：长株潭干湿沉降镉（ **$969.4\text{mg}/\text{亩}$** ）**接近**全国最高水平，与10年前监测结果基本一致。

表2 我国农田土壤中镉的大气沉降年通量($\text{mg}/\text{m}^2/\text{yr}$)

| | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn | Date |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|
| 最大 | 3.29 | 1.77 | | | | | | 148 | |
| 最小 | 0.04 | 0.04 | 1.11 | 0.23 | 0.02 | 0.63 | 0.51 | 2.91 | |
| 平均 | 2.76 | 0.35 | | | | | | 64.7 | 1999-2007 |
| 新西兰 | - | 0.02 | 2.78 | 3.54 | - | 0.95 | 2.3 | 102.5 | 2001-2003 |
| 欧洲 | 0.02 | 0.19 | 0.93 | 3.4 | 0.06 | 1.06 | 3.8 | 22.7 | 1995-1999 |

《湘江流域下游区土壤重金属专题监测报告》

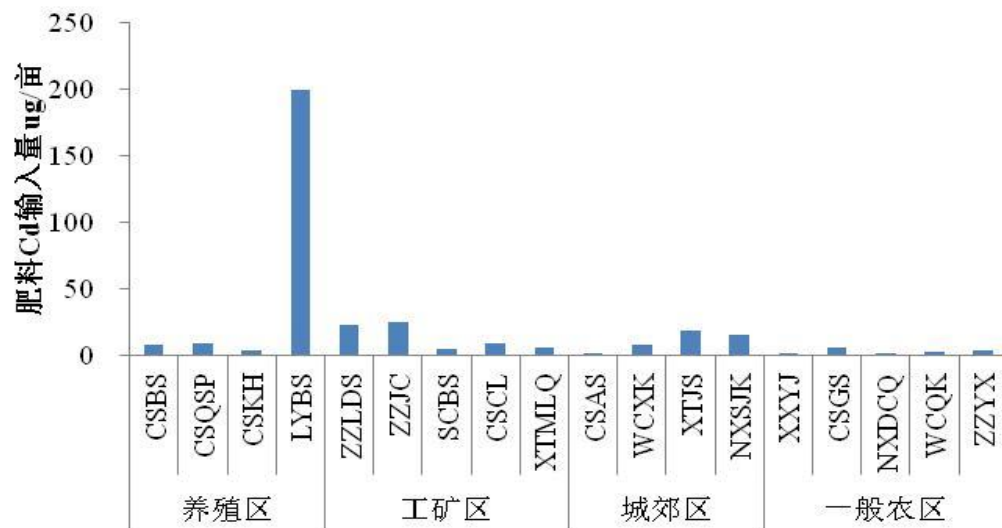
| 行政区 | 类别 | Cd |
|------------|-----|-------|
| 全区 (平均) | 大气 | 0.946 |
| | 灌溉水 | 0.182 |
| | 化肥 | 0.016 |

农业投入品-肥料

- **抽样调查方法**：主要肥料进行采样、分析。
- **肥料中镉含量顺序**：有机肥 > 磷肥 > 有机肥 > 复合肥 > 氮肥 > 钾肥。
- **监测区域肥料镉输入量**：1.00~199.61 mg/亩/y。化肥镉输入均值为8.34 mg/亩/y。

不同肥料镉含量分析 (mg/kg)

| 肥料类型 | 调查个数 | 最大值 | 最小值 | 均值 |
|------|------|-------|--------|-------|
| 氮肥 | 16 | 0.029 | 0.0005 | 0.007 |
| 磷肥 | 7 | 0.879 | 0.0005 | 0.326 |
| 钾肥 | 8 | 0.003 | 0.0005 | 0.001 |
| 复合肥 | 25 | 0.573 | 0.0005 | 0.091 |
| 有机肥 | 162 | 9.590 | 0.0650 | 1.148 |



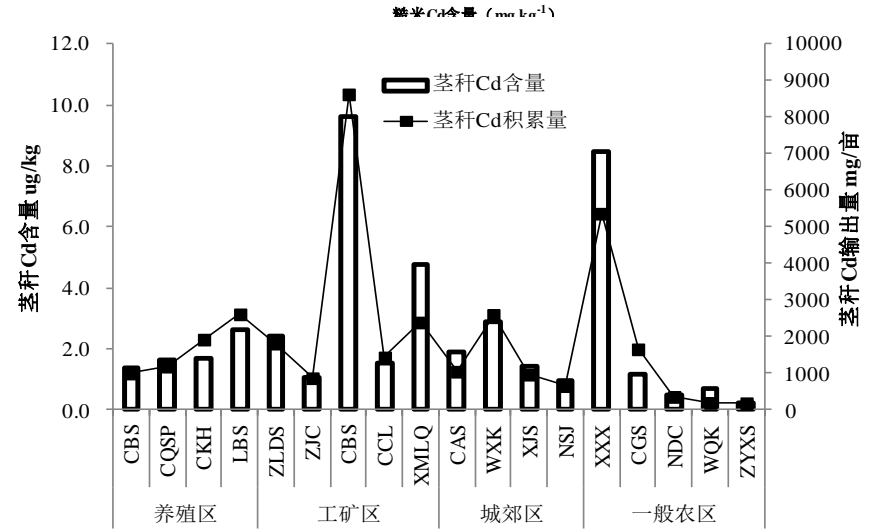
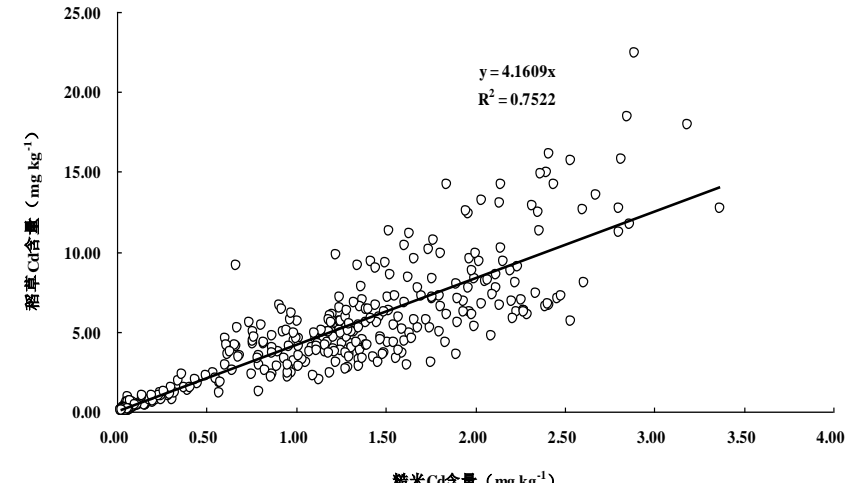
不同监测区域肥料镉输入量

正常施肥镉带入量相对很少!

农业投入品-肥料（秸秆还田）

- 长析潭地区稻草镉含量普遍是稻米的4.17倍。
- 监测区稻草镉含量：0.256~9.624 mg/kg，平均2.504 mg/kg；
- 稻草镉积累量：192.9~8627.3 mg/亩，平均1944.0 mg/亩。

当前稻草还田（焚烧/直接）是导致稻田土壤镉积累的重要因素！



不同监测区域秸秆中镉含量及秸秆镉输出量

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/348067135104006042>