

案例 9

案例名称：畜禽粪便中重金属含量、形态及转化的研究进展

案例版权：重庆大学（完成人：赵畅，学号：20171402079t）

应用场景：专业学习、兴趣选题

教学目标与知识点：掌握中英文数据库的检索与利用

案例正文

1. 选题背景与分析

随着生产条件的改善及生产方式的转变，中国畜牧业发展迅猛，在保障城乡畜禽产品供应、促进农民增收、活跃农村经济中发挥了重要作用，产生了巨大的经济效益和显著的社会效益。但畜禽养殖业在解决人类生活中肉、蛋、奶需求的同时，也带来了严重的环境污染问题。此前，国家更加注重生活污染和工业污染，而忽视了农业污染，“十二五”期间，首次将农村和农业纳入主要污染物总量减排控制范围。这间接地说明农业源污染已超过生活污染和工业污染，成为我国环境污染的首要污染源。农业污染主要来自畜禽养殖业、水产养殖业和种植业。

其中畜禽养殖业居于农业源污染首位，是农业源污染的最主要来源。畜禽养殖主要产生粪便，高浓度的有机污水及臭气等污染物，对大气、水体、土壤、农作物乃至人畜健康造成了极大的危害。其中，畜禽粪便中含有大量的重金属（主要包括镉、铅、汞等生物毒性显著的金属，砷等类金属元素及铜、锌、铬等生长必需重金属元素）。通过畜禽粪便的资源化利用，粪便中的重金属很容易在土壤中迁移并富集，并通过“生物放大作用”进入人体，对人类的身体健康造成一定的危害。又有研究表明重金属的活动性、迁移路径、生物有效性及毒性很大程度上取决于重金属在介质中的存在形式及其比例，故学者在研究重金属总含量的同时也十分关注重金属的赋存形态。

为了降低甚至消除畜禽粪便中重金属对环境及人体的影响和危害，本次课程报告探究了畜禽粪便中常见的金属（Cd、Pb、Hg、As、Cu、Zn、Cr 等）在粪便中的含量及赋存形态，并且，通过畜禽粪便常用的处理方式（好氧堆肥、厌氧沼气发酵）处理之后，分析重金属含量的变化及各形态之间的转化，为探究合理的方法处理畜禽粪便中的重金属奠定基础。

进行一个研究之前，除了了解相应的背景，还应对其基础知识有一定的了解。

对于本研究，首先，是在畜禽养殖方向进行的，故应对畜禽养殖的发展及造成的污染做简要的了解，对应查证内容要点 1。其次，需要探究畜禽养殖为何会造成重金属的污染，重金属又是怎么进入粪便的，主要的重金属类型 是哪些，每种金属 对环境及人体有何危害，对应查证内容要点 2 。接着，为了验证粪便中的重金属含量是否超标，超标率为多少，应该了解相应的 法律法规及标准（如：我国饲料相关标准（GB13078-2001）、粪便无害化 卫生标准（GB 7959-87）、畜禽养殖业污染物排放标准（GB 18596-2001）等，对应查证内容要点 3。最后，由于本研究除了要探索重金属的含量之外，也十分重视重金属的赋存形态及其比例，所以还需了解我国常用的形态分类方法（Tessier 五步连续提取法及 BCR 三步提取法）：各方法将重金属分为哪几个形态，每 一个形态如何提取，所用的提取剂和提取方法等 对应查证内容要点 4 。

本研究的题目为“畜禽粪便中重金属含量、形态及转化的研究进展”，从题目中可提取出三个关键词： 畜禽粪便；重金属含量、形态；转化 。 畜禽粪便说明了该研究的研究范围，重金属的污染存在于多个领域，该研究是探索重金属在畜禽养殖方面的相关情况，跟其他重金属污染的领域相比，它既存在重金属的共性，也存在一定的特异性。重金属的含量及形态 是本研究的核心，由于重金属的活动性、迁移路径、生物有效性及毒性很大程度上取决于重金属在介质中的存在形式及其比例，故重金属的形态和其总含量一样重要，对应查证内容要点 5 。转化 是本研究的一个延展和为后续研究做的铺垫，目前，我国处理畜禽粪便使用的最多的方法就是好氧堆肥或厌氧沼气工程，课堂通过该利用后畜禽粪便中重金属含量的变化及赋存形式的转化，从而确定这两种利用方法是否能有效的降低重金属的危害，并为以后探索 合适的去除畜禽粪便中重金属的处理方法做铺垫，对应查证内容要点 6 。

2. 课题查证要点

- （1）畜禽养殖及畜禽粪便污染现状；
- （2）畜禽粪便中重金属的来源与危害；
- （3）相关重金属含量的标准；
- （4）重金属形态分类及提取的方法；

(5) 新鲜粪便中重金属的含量及形态;

(6) 堆肥和沼气发酵后重金属含量的变化及形态的转化课题。

3. 检索词、检索式与检索范围

数据库	检索词及检索式	说明	作用
中国知网	SU%(畜禽养殖+畜禽粪便) AND SU% 重金属 AND TI=(综述+概述+进展+研究)	跨库检索只选择“期刊”、“博士”、“硕士”;学科类别选择“环境科学与资源利用”;发表年度选择2010.01-至今 筛选后 7 篇可用	对课题的大背景有基本的了解,对应 查证要点 1
	SU%(畜禽养殖+畜禽粪便) AND SU%(重金属*(来源+危害))	跨库检索只选择“期刊”、“博士”、“硕士”;学科类别选择“环境科学与资源利用”;发表年度选择2010.01-至今共搜索 21 篇 筛选后 5 篇可用	侧重重金属探究重金属与畜禽养殖的关系,对应 查证要点 2
	SU%(Tessier+ 五步连续提取法+BCR) ANDSU=(综述+概述+进展+研究)	跨库检索只选择“期刊”、“博士”、“硕士”;学科类别选择“环境科学与资源利用”;发表年度选择2010.01-至今共搜索 148 篇 筛选后 16 篇可用	侧重重金属形态的研究和提取,为后续实验做铺垫,对应 查证要点 4
	SU%重金属*(含量+形态+生物有效性) ANDSU%(畜禽+猪+鸡+鸭+牛+羊)*粪便	跨库检索只选择“期刊”、“博士”、“硕士”;学科类别选择“环境科学与资源利用”;发表年度选择2010.01-至今共搜索 119 篇 筛选后 15 篇	为文章的主体部分,了解重金属在畜禽粪便中的含量和形态,对应 查证要点 5
	SU%重金属*(含量+形态+生物有效性) ANDSU%(畜禽+猪+鸡+鸭+牛+羊)*粪便 AND SU%(堆肥+沼气+钝化剂)	跨库检索只选择“期刊”、“博士”、“硕士”;学科类别选择“环境科学与资源利用”;发表年度选择2010.01-至今共搜索 33 篇, 筛选后 19 篇可用	为文章的后续研究做铺垫,可寻找合适的处理重金属的方式,对应 查证要点 6
万方	查询畜禽粪便的相关标准	在“标准”子数据库中输入标准名称或标准标号,共搜到可用标准 6 个	对应 查证要点 4
	主题:(畜禽粪便*重金属*(含量+形态+生物有效性))	文献类型选择“期刊论文”和“学位论文”,发表时间为 2010.01-至今,学科分类选择环境科学,共搜索 90 篇,筛选后 25 篇可用	对应 查证要点 1、2、5、6
超星发现系统	关键词: 畜禽养殖+重金属	选择可视化,查看该主题的相关信息及热度,搜索相关期刊 37 篇,筛选后 23 篇可用	对应 查证要点 1、2、5、6
	TS=((livestock OR animal) NEAR manure) AND TS=((heavy metal\$) AND (harm OR damage OR hazard OR	选择“web of Science 核心合集”,学科选择 Environmental Sciences 和 Engineering Environmental,时间跨度为 2010-2018共搜索 29 篇,筛选后 11 篇可用	重点了解相关背景,对应 查证要点 1、2

	source\$ OR origin OR (pollution NEAR (status OR situation))))		
	TS=((heavy metal\$) AND (Tessier OR BCR))	选择“web of Science 核心合集”，学科选择 Environmental Sciences 和 Engineering Environmental ，由于有些方法在很早之前 就已经出现，故没有时间限 制，共搜索 715 篇，按被 引频次排序，筛选大于 50 次引用量的文章，共 21 篇	重点查询重金属 的分类方法，对应 查 证要点 4
	TS=((livestock OR animal) NEAR manure) AND TS=((heavy metal\$) AND (morphologicalOR form\$))	选择“web of Science 核 心合集”，学科选择 Environmental Sciences， 时间跨度为 2000-2018共 搜索 87 篇， 筛选后 20 篇可用	对应 查证要点 5
	TS=((heavy metal\$) AND (compost* OR (biomass OR biogas) NEAR (project OR engineering)))) AND TS=((livestock OR animal) NEAR manure)	选择“web of Science 核 心合集”，时间跨度为 2000-2018共搜索 200 篇， 筛选后 23 篇可用	对应 查证要点 6
EV	{Livestock and poultry breeding} NOT (Wastewater OR nitrogen OR antibiotic)	时间跨度为 2000-2018 共 搜索 24 篇， 筛选后 9 篇	对应 查证要点 1
	((livestock manure} OR { animal manure } OR {pig manure} OR { chicken manure}) AND {heavy metal }	时间跨度为 2000-2018 共搜58篇	对应 查证要点 5
	manure AND {heavy metal} AND (compost OR {Biogas project} OR {biogas fermentation} OR Deactivator)	时间跨度为 2000-2018 共搜索 72 篇， 筛选后 16 篇	对应 查证要点 6
Elsevier ScienceDir ect	("livestock manure" OR "animal	在“expert search”中查 询，选择“Journals”，学 科选择 Environmental	对应 查证要点 1 ， 2， 5， 6

	manure”) AND (“heavy metal”) AND LIMIT-TO(topics, “compost, heavy metal”)	Sciences，时间跨度为2000-2018共搜索131篇 筛选后16篇	
查询 Nicholson F A 学者的最新相关文献	搜索框直接搜索，查询相关学者的最新文献	为最大的门户网站，可以找到相关领域国内外最优秀的学者的主页；其次，可以找到相应学者的最新研究，也可以为该领域的最新动态做参考	查询 Nicholson F A 学者的最新相关文献

4. 检索结果分析

按之前总结的信息查证要点在各大数据库进行文献检索，根据关键词编写检索式，在进行英文检索之前，用 CNKI 中的翻译助手翻译专业词汇，学科选择环境科学与资源利用，并查找同义词。搜索出具有相关性的文献之后，进行人工筛选，将筛选出的文献导出到 Endnote 网络版，Endnote 网络版具有查重的功能，将筛选出的文献进行查重，删除重复的文献。

虽然通过编写检索式进行高级检索或专业检索，但也存在一些问题。比如，在查找畜禽粪便中重金属含量及形态的时候，会查出很多土壤中重金属含量及形态的分析；再者，在查询堆肥和沼气发酵后粪便含量的变化及形态的转化的时候，会查出很多单独研究堆肥和沼气发酵过程的文献，和很多研究堆肥和沼气发酵中，探索总氮、有机物、抗生素的文章；在利用万方的标准查找相关标准的时候，也只能找到国内的一些标准，对于国外的标准没有结果。因此，在检索之后需要对文章列表中的文献进行人工筛选，剔除相关性不高、学术价值较低的文献，留下较高质量的文献。经过筛选、查重后，收集到的文献数据如下表：

数据库	查证点	检索数目	筛选后数量	查重后数量
知网	查证点 1	84	7	5
	查证点 2	21	5	3
	查证点 4	148	16	10
	查证点 5	144	25	15
	查证点 6	42	22	13
万方	查证点 3	5	5	6
	查证点 1.2.5.6	90	25	11

超星发现	查证点 1.2.5.6	37	23	7
WOS	查证点 1.2	29	11	7
	查证点 4	715	21	1
	查证点 5	87	20	6
	查证点 6	200	23	8
EV	查证点 1.2	24	9	5
	查证点 5	58	22	9
	查证点 6	72	16	14
SD	查证点 1.2.5.6	131	16	4

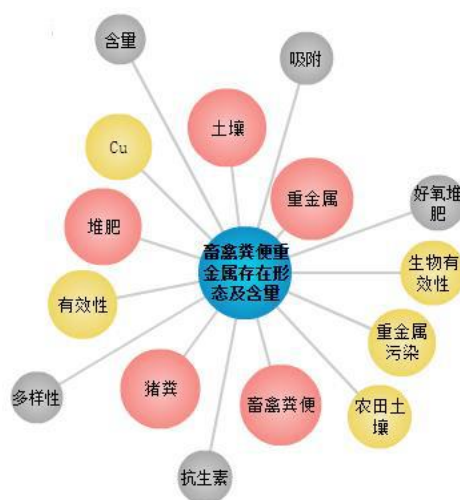
5. 课题可行性分析

本研究的题目为“畜禽粪便中重金属含量、形态及转化的研究进展”。简单来说，是研究了畜禽养殖方向的重金属。畜禽养殖中产生的废弃物会对大气、土壤和水体造成严重的环境污染，其中，畜禽粪便主要是污染土壤就地下水。在粪便堆放或资源化利用回归土壤时，由于重金属的不可降解性，它会随粪便进入土壤，并在土壤中迁移、富集，从而污染土壤，并进入植物体内，再通过“食物链”进入人体危害人体健康。从这方面看，本课题跟“土壤修复”息息相关。另一方面，由于重金属自身的不可降解性、形态多样、迁移富集方式多样、具有一定毒性且致毒浓度较低等特点，一直是学者们关注和研究的重点。由于重金属的活动性、迁移路径、生物有效性及毒性很大程度上取决于重金属在介质中的存在形式及其比例，故本文还将探索各金属的赋存形态及其生物有效性，又跟“生物毒性”所联系起来。

综上，本研究联系了“土壤修复”、“重金属”、“生物毒性”、“畜禽养殖”四方面的研究，而这四方面正是近年来学者们研究的重点和热点，对其已经做了较为深入和全面的研究，为本研究奠定了一定的基础，同时，也加强了其可行性。

6. 研究热点

将本研究的主题输入“超星发现系统”，在可视化中可以发现跟该研究相关的知识点，详见下图：



由上图可得：“畜禽粪便重金属存在形态及含量”几个比较相关的知识点有：“土壤”、“重金属”、“畜禽粪便”、“生物有效性”等。跟上述的可行性研究中提到的几个热点不谋而合，包括“土壤修复”、“重金属”、“畜禽养殖”、“生物毒性”四个方面，下面分别对这四个方面进行。

7. 重要的研究人员和机构

重要研究人员主要通过“超星发现”系统中，使用“畜禽粪便中重金属含量及形态”的检索式，在可视化功能中使用相关人员功能，点击最相关的学者（红色）对应的圆圈，看其论文是否符合该研究的方向。通过该方法查询后，国内本研究方向的学者主要有以下两位：

苏德纯教授

苏德纯教授现为中国农业大学资源与环境学院环境科学与工程系教授，同时兼任中国土壤学会土壤环境专业委员会委员，中国环境科学学会重金属污染防治专业委员会委员，中国植物营养与肥料学会农化测试专业委员会委员。其主要研究方向为重金属污染土壤的修复利用，土壤重金属污染治理与食品安全，污泥无害化处理与资源化利用。苏德纯教授及其团队对铜，锌，镍，镉的化学形态和生物有效性研究较为深入，并且，研究了许多影响上述金属化学形态和生物有效性的因素，虽然其研究的多为土壤和污泥中的重金属形态和生物有效性，但是畜禽粪便和污泥、土壤有一定的相似性，可进行类比，对本研究有较为重要的参考意义和价值。

苏德纯教授联系方式：dcsu@cau.edu.cn。

郑国砥教授

郑国砥教授现为中国科学院地理科学与资源研究所的副研究员，通过中国科学院大学中郑国砥老师的介绍，其主要研究方向包括：1、有机固体废弃物（城市污泥、畜禽粪便、生活垃圾）资源化；2、有机固体废弃物处理设施的臭气控制技术；3、堆肥土地利用的有机污染物和重金属污染风险控制；4、废弃物处理处置技术及设备标准化。其中，郑国砥老师及其团队畜禽粪便资源化、堆肥土地利用的有机污染物和重金属污染风险控制两个方向的研究对本研究有较为重要的参考意义和价值，其在堆肥方面的研究较为深入。

郑国砥教授联系方式：zhenggd@igsnrr.ac.cn。

重要期刊和机构主要通过“超星发现”系统中，使用“畜禽粪便中重金属含量及形态”的检索式，在可视化功能中使用相关机构和重要期刊功能，点击最相关的机构（红色）对应的圆圈和占比例最大的期刊，看其论文是否符合该研究的方向。排名前三的重要期刊和机构分别如下：

期刊：环境科学、农业环境科学学报、植物营养与肥料学报

机构：浙江大学、中国农业大学、西北农林科技大学

8. 对本课题的高价值论文

对本课题的高价值论文见下表：

参考文献	原因
李非里, 刘丛强, 宋照亮. 土壤中重金属形态的化学分析综述[J]. 中国环境监测, 2005, 21(4):21-27.	该文是一篇关于重金属形态分析方法较为全面的综述。对土壤重金属形态分析中选用的提取试剂以及分析流程进行了综述，比较了各种试剂和方法的优缺点。同时对形态分析的土壤样品的前处理方式进行了简要概述。
张树清, 张夫道, 刘秀梅, 等. 规模化养殖畜禽粪主要有害成分测定分析研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6):822.	该文的覆盖面较广, 研究了畜禽粪便中有害成分的含量, 包括重金属、兽药残留、盐分、有害菌、抗生素等多个方面, 作为一篇研究型的综述, 既简述了畜禽粪便中的污染物, 又有理论数据的支撑, 是一篇综合性较强的文章。
郑国砥, 陈同斌, 高定, 等. 好氧高温堆肥处理对猪粪中重金属形态的影响[J]. 中国环境科学, 2005,	该文的结构简单, 但思路清晰, 重点突出, 采用 Tessier 法研究了高温好氧堆肥处理对猪粪重金属形态变化的影响, 将堆肥前后猪粪中 Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, As 的总含量和 5 个形态进行了比较,

25(1):6-9.	得出相应的结论，并根据现象进行分析。
黄玉溢, 刘斌, 陈桂芬,等. 规模化养殖场猪配合饲料 和粪便中重金属含量研究 [J]. 南方农业学报, 2007, 38(5):544-546.	该文测定分析了饲料和猪粪中 Cu、Zn、Cr 和 Cd 含量。结果表明, 猪配合饲料与猪粪中的重金属含量差异较大。并且用 SPSS 软件对猪粪和猪配合饲料中重金属含量的平均值、变异系数等进行统计, 分析猪配合饲料重金属含量与猪粪重金属含量的相关性, 并对猪粪重金属含量现状进行评价。

9. 检索出文献列表（略）