

国外农业科技交流资料82—5

赴西德农业环境监测 考察报告

外事局
农业部
科技局

一九八二年七月十五日

赴西德农业环境监测考察报告

(一)

中国农业环境监测考察组一行五人，应西德农业和环境政策协会及政治教育和民间交流基金会的邀请，于一九八二年五月二十九日至六月十四日，对西德进行了两周的考察访问，共途经六个州，先后参观了霍斯特、拜尔、先令、鲁尔四家化学工业公司，基尔大学和一个农业公会所属的农业研究所、实验农场，联邦生物研究院农药研究所，石荷州动物营养及食品质量研究所，以及四个污水处理厂、两个奶制品加工厂，同农业及环保部门的有关专家进行了座谈。所到之处，都受到热情友好的接待，有关负责人详细的介绍了情况，并赠送了技术资料。

通过这次考察，总的来说，对西德的农业环境保护情况，有了进一步的了解，学到了一些值得借鉴的经验。给我们印象较深的有四点：

一、西德重视保护自然生态系统，把它看做是环境保护的更高阶段，是保护人类生存的空间。我们沿途所见，到处是森林、农田和草地、牧场，基本上看不到裸地，宛如“绿色世界”。农业与工业之间互相协调，农业结构比较合理，都把保护生态系统，建设美好环境当做共同的任务。

二、管理机构比较健全。除联邦政府和各部门、各州、地、县

都设有环保管理机构外，还有民间环保组织（协会），大的工矿企业也设有专门的环保管理和研究机构。农业环保工作，在全国由农林食品部负责管理，设有环境和自然保护局；全国十一个州中有七个州的环保工作，归州农林食品部的环保局管理。我们访问的石荷州农林食品部就设有环境和土壤保护局，管理农业环保工作。另四个州也有相应的机构。

三、立法健全、执法严格。联邦和各州都对环境保护制定了许多法律、法令、条例，规定的明确、具体，对搞好环境保护，有法可依，有章可循，对违反法律者，根据情节轻重严肃处理，保证了环保事业顺利发展。法兰克福一个糖厂，因污水排放不合标准，被勒令停产，400名工人失业，向工厂施加压力。

四、环保科研、监测设备齐全，手段先进，自动化程度和技术水平较高，特别是一些大的化工企业的研究机构，其仪器设备优于国家的科研机构 and 大学，这是西德科研机构的主要特点之一。

（二）

西德十分重视农业环保科研工作。一种新的农用化学物质投入生产使用和进入农业环境以前，不论是制造该化学物质的厂家，还是联邦的研究机构，都要进行大量的试验研究，取得足够的确切论证，证明不会影响环境和生态平衡，不会影响人、畜健康，才有可能被批准使用。

因此联邦政府和各生产企业都极其重视新农药（包括杀虫、杀菌、杀螨、杀线虫剂和除草剂、植物生长调节剂）和各种化肥（氮、磷、肥、复合肥、微肥）的残留物对农业生态系统影响的研究，甚

至这种研究耗资巨大，不得不提高产品价格也在所不惜。如拜尔和霍斯特公司每年用于农药试验研究的费用，约占该公司总投资的25—33%。所以，西德农业环保科研方向，是从保护环境、保护生态平衡的角度出发的，主要研究农用化学物质对农业环境生态系统的影响。其环保科研有以下几个特点：

一、研究目的明确。既开展应用基础理论研究，又密切结合生产实际，进行大量有关应用问题的研究。这主要体现在选题方面，如开展农药残留毒理学及动物毒理试验研究，农用化学物质在大气、水质、土壤和植物中的残留动态、运动规律的研究，作物正常生长与环境生态平衡的研究，化学物质对有益昆虫（蜜蜂）、天敌、蚯蚓的生态影响及对土壤微生物、地下水和人畜健康影响的研究等等。

二、重视环保科研机构建设。西德政府及各大公司、学院，对环保科研机构的建设都十分重视，一般都是设备先进，经费充足。例如拜尔公司从1980年起开始扩建植保中心，投资1.5亿马克，占地55公顷，包括化工发展和生态、动物毒理、植物生长、病毒等许多研究所。该公司用来研究农用化学物质在土壤生态环境中的变化和对地下水影响的土柱试验室为二层楼房式建筑，上层为土柱地面部分，下层为土柱地下部分，土柱长、宽、深各为1—1.5米，全部模拟自然环境，土壤各层温度完全自动控制，土柱可以自动升降。这项试验设备先进，规模宏大，可以充分研究环境因子（降雨、日照、蒸发、土壤吸附和分解）与农用化学物质对作物和地下水的影响。本装置可以随时取样分析，能观察最微小的变化。试验已经连续进行了五年，还将再进行五年。这是一项综合性的基础研究工作。

作，是环境生态学研究的重要手段，对我们有一定的启示和借鉴。

另外，各研究所设备齐全，仪器先进配套，并按专业要求设计各种专用实验室。农业环保科研是按实验室→人工气候室→温室→大田试验的程序进行的。由于各项试验安排得十分紧凑合理，既考虑到工作的连续性，又很方便，大大节约了时间、人力和物力。

三、研究步骤系统化。农业环保科研通常分四个步骤进行：

1. 实验室试验：最初的试验均于实验室内进行，主要利用小型玻璃器皿。因条件易于控制，一般有关农药、化肥对生物的生理、生化、代谢试验都在实验室进行。实验室试验以单因子试验为主，特点是简便，快速，易重复。

2. 人工气候室或温室栽培试验：当试验室已取得初步结果时，即采用小中型盆钵栽培试验，在人工控制环境条件下进行。人工气候室多数也是单因子试验，但大部分是探索性栽培试验。

3. 田间试验：在上两个步骤已取得成效的基础上，开展此类试验。田间试验由单因子转为综合多因子试验。

4. 科研成果整理：采用电子计算机整理试验结果，直到最后打印成文。

以上四个步骤，一般都尽可能多地利用第一和第二个步骤，因为这样可以大大减轻农业试验的繁重劳动量，突破季节的局限性，争取到更多的宝贵时间，从而提高了试验的质量和效率。

四、研究方法先进。

1. 普遍采用同位素示踪法：示踪法快速准确，能显示放射化合物的一切变化，常用以研究残留物的动态变化和对生物生理、生化、代谢等的试验。霍斯特分析室每年要进行1000次以上同位素示

踪试验。

2. 普遍应用人工气候室和人工气候箱群：这些装置可以严格控制温度、湿度、光照、降雨和风量大小等。全部自动化，并能模拟世界各地典型气候条件，用来研究不同化学物质对不同生态环境的影响。拜尔、先令、霍斯特的人工气候中心控制装置面积广大，相连成片，有些单间可达70—80平米。基尔大学的植保专业也拥有十个以上的人工气候箱。

3. 普遍注重试验的小型化：如在先令公司的代谢和残留评价研究实验室，我们见到在200毫升的三角瓶内研究土壤对农药分解速度的装置，以及利用平皿研究农药对昆虫幼虫影响的装置，后者系利用活动书架改装，可自行转动，既灵巧省力，又充分利用空间，试验周期5天即获得结果，大大提高了工作效率。在先令盆栽试验场，我们还见到，利用超小型塑料盆钵作除草剂对作物、杂草影响的栽培试验，方型钵长宽仅6.5厘米，每一种除草剂，面向30种不同作物和杂草，重复三次，使用90个小盆，占用面积仅0.4平方米左右，可以充分利用温室的有限面积进行大量的试验工作。小型化能大量节约劳力、时间和物资，提早出成果，值得我们学习。

五、重视田间试验：田间试验被认为是科研工作成功的关键所在，因此各单位均有自己设备良好、规模宏大的试验农场，场长均由有经验的科学家担任。如霍斯特公司的植物保护发展部有三个农场，总面积达300多公顷，其中1/3用来作试验。拜尔的兰齐荷夫农场占地180公顷，其中130公顷用作试验。农场的规划整齐，管理操作全部机械化。一般按试验性质划分长、短期试验地，短期一般指农用化学物质的田间效应试验；长期则是观察该化学物质对环

境生态的长远影响。在鲁尔公司的农场上，有些肥料试验地，已进行了二十年，目前还在继续进行中。

六、从机械与农艺结合研究环保：在农业公会和联邦生物研究院的研究所内，还建立了规模较大的农药机械喷雾实验室。农业公会利用的是一台田间大型喷雾机，联邦生物研究院是一台模拟样机。他们不仅研究喷药量、喷嘴安装距离、压力、均匀度、防治效果，而且还研究残留量大小，施用方法对环境的影响等。

七、各种科研人员配备合理：一般是课题主持人总负责，各级科研人员合理分工，各负其责。中、小型研究所，在2—3个博士领导下，有辅助人员20—30人。在联邦生物研究院农药研究所，我们看到，一个实验分析人员看管九台气相色谱仪和一台高压液相色谱仪。工作效率非常高。

(三)

西德的环境监测机构健全、管理集中、设备先进，联邦和各州环保部门在主要河流和地区，设立水质和大气监测网点；各主要工矿企业也在厂区及周围地区，设置大气和水质监测网点；邦联在一些大工业企业中还设有环境监测监督机构。对食品、饲料和土壤的监测，由联邦和各州农林食品部负责，有专门机构进行监督和检验，并进行监测方法、生态毒理及制订各种标准等项研究。如联邦农林食品部的生物研究院，州农林食品部的动物营养及食品质量研究所，既是研究机构，也是监测机构。

环境监测所使用的仪器，随着微型电子计算机的发展和普及，进一步实现了连续化、自动化和集约化，数据自动记录，贮存于电

子计算机中，集中管理，随时可以报道和提供，使人们对环境质量有系统和全面的了解。

一、水质监测

西德各主要河流都设有监测站，如莱茵河设有固定监测站(点) 30个，流动监测点 100 多个。各工矿企业在废水排放口及附近水域设置监测点，如霍斯特公司，它的废水排入美因河，除在排放口设置监测点以外，还在美因河的不同断面上，设置许多监测点。各污水处理厂的污水进出口，也实现了自动化监测，如下萨克森州工农业组合体所管辖的来恩堡污水处理厂，以处理生活污水为主，进水水质 BOD_5 300毫克/升， COD 600~700毫克/升，出水水质达到 BOD_5 10 毫克/升， COD 60 毫克/升。在二次沉淀池的出水口设置自动监测装置，每小时自动取样一次，取样前有混和器充分混匀，测定温度、pH、浊度和悬浮物四个指标，测定结果直接反映给中央控制室，以数字显示，并记录下来，贮存于电子计算机中。污泥由联邦农林食品部检测，重金属含量很低，可直接作农肥施用。

又如鲁尔公司是以煤为原料，生产氮肥为主的化工产品公司，该厂排放的污水成分复杂，除冷却水外，全部集中进行生化曝气处理。该厂的水质监测，由中心控制室管理，测定项目为 pH、导电率、溶解氧和温度四个指标，其它各项污染物由污水中心化验室测定，其中 BOD_5 的测定是用溶解氧电极探头进行。

二、大气监测

西德的大气污染主要来自工业和社会生活。由于酸雨的危害，巴伐利亚的森林已受影响。甚至扩展到捷克等国。为防止和减少废

气污染环境，目前各工厂都设有大气监测网点。如鲁尔公司的汉斯厂，厂区占地约2平方公里，在厂区及周围地区的42平方公里范围内，以方格法布设监测点，每平方公里交错设四个点，共53个监测点，以固定监测装置和流动监测车相结合的方式，测定大气污染物的含量，主要测定项目有二氧化硫、氮氧化物、碳氢化物等，此外还配合测定风向、风速、气温等气象要素；所有测定数据经中心电子计算机反映至空气净化处理控制室。中央控制台还设有二个问询台，随时可报道各点的污染物含量和气象要素，休假日还设置电话自动汇报装置。此外对特定地点还进行单独采样测定，如在废气排放口，用硅胶吸附后测定有机炭和硫化物等。值得提倡的是，西德在更新设备的同时，对老设备也注意发挥其作用。如鲁尔厂的大气监测，除具有现代化的自动监测车外，对50年代装置的手推流动监测车（车上设有电池、泵、气体流量计及二个气体吸收瓶），仍在继续使用，效果也比较好。

三、土壤和植物监测

西德对土壤和植物中污染物的残留分析极为重视，这方面的研究工作也比较深入。

1. 重金属和其他无机元素的测定：基尔大学土壤和作物栽培研究所介绍，他们应用X光荧光分析仪测定石荷州各地土壤和植物中重金属含量，研究重金属，如铅和镉在土壤和植物中的分布规律，很有实际价值；他们还对有机肥料，污水处理厂的污泥，公路两旁的土壤，以及果树树叶、食品、饲料等进行重金属元素含量的测定和研究。

重金属的监测和分析方法与我国基本相同。测定全量一般也用

王水或三酸消化，测定有效态采用乙二胺四醋酸提取。通风橱的设计有进风口和排气口，排出废气用水喷淋处理，不污染环境，不影响人体健康，效果较好。消化样品用铝块加热，试管插在铝块的孔中，一次可消化50~60个样品，然后用原子吸收分光光度计测定；功效较高。

土壤和植物无机元素分析，还尽量采用几个元素联合自动分析仪。如鲁尔公司分析氮、磷、钾、镁四种元素，采用自制联合自动分析仪，由二台比色计分别测定氮和磷，一台火焰光度计测定钾，一台原子吸收分光光度计测定镁；试样、试剂全部自动进入，测定结果经电子计算机换算成土壤或植物样品的含量，自动显示并打印出来，一小时能自动分析30个样品，120个数据，效率很高。

2. 农药残留分析

我们所参观的霍斯特、拜尔、先令、鲁尔等公司，残留分析都有专门的研究室从事研究。样品分析的前处理除一般提取纯化方法外，还用凝胶色谱，高分子聚合物柱等进行净化分离。分析所采用的仪器主要有气相色谱、高压液相色谱、薄层扫描等，而色质联用仪也较为普遍，这些仪器大部分配有电子计算机，记录并显示数据，有的还能绘制曲线和贮存数据。此外，还普遍采用放射性同位素示踪研究农药残留动态。在霍斯特公司残留分析实验室自制一台模拟氧化仪 (Sample oxid. zer)，研究农药降解产物，较为新颖。

四、生态和生物监测

西德对保护自然生态极为重视，并订有一系列法律和条例，如水质法、防止有害物质扩散法、森林管理法、废物处理法、自然保

护法。各部门和单位对保护生态也都比较重视，设有专门的生态研究机构，对所生产的化工产品进行生态和毒理方面的试验研究。如拜尔公司的生态研究所设有野生哺乳动物、鸟类、鱼类；水鸟；两栖动物（包括天然益鸟）；土壤微生物和藻类等四个研究室，研究的动植物种类广泛。每一项化工产品，都要进行一系列物理、化学及其在环境中的迁移、转化、吸附、吸收、淋洗等规律的研究。该所新成立的蚯蚓实验室，二年来进行了蚯蚓生物学特性、品种及毒理等的试验研究。在农药对土壤微生物影响的研究方面，主要根据微生物呼吸所放出二氧化碳的浓度，应用红外分光光度计测定。

在生物监测方面，如对污水进行各种水生生物的试验和监测，采用的生物种类也比较广泛，鲁尔公司汉尔斯工厂污水生物实验室，收集有世界各地的主要鱼种，进行不同浓度的污水对鱼和藻类等慢性毒性试验；也有用小鱼直接检验污水水质的。

（四）

西德在污水处理方面，立法健全，技术先进，讲究实效。全国和各州有关污水处理的法律5个，法令21个，管理条例9个，决定、方针23个。其中最主要的有《水力经营管理法》和《污水税法》。联邦政府由内务部主管污水处理，全国11个州有7个州由农林食品部主管，4个州由内务部主管。据有关资料，1960~1969年西德污水处理投资为130.9亿马克，1970~1979年为300.7亿马克，占整个环保投资的42%（另有5%的水源保护费未计入）。在污水处理投资费中，70%用于排水管道的建设，30%用于建净化设施。鲁尔氮

肥公司1980年用于环境保护的经费1.6亿马克,其中污水处理7700万马克。

西德建有完善的污水处理系统。全国6100万人口中,有4900万(80%)纳入公共净化装置,有7800多个污水处理厂,组成了一个比较完善的污水处理网。由于西德城市人口没有高度集中,超过百万人口的大城市仅有柏林、汉堡和慕尼黑,所以没有建设像伦敦、巴黎、芝加哥、莫斯科、东京型的几百万吨级的大型污水处理厂,这样可以节省管道,缩短建设周期,从而节约投资,见效快。西德的大型污水处理厂主要有鲁尔区埃姆河口中央污水处理厂,日处理能力250万立方米,BASF公司中央污水处理厂日处理63万立方米,杜塞尔多夫南部污水处理厂日处理28万立方米。

我们考察了4个不同类型的污水处理厂和1个污水灌溉工程。四个污水处理厂是:

日处理能力65,000立方米的汉堡斯台林—莫尔城市污水处理厂;

日处理能力74,400立方米的鲁尔氮肥公司汉尔斯工业污水处理厂;

日处理能力2,000立方米的雷恩堡城镇污水处理厂;

日处理能力500立方米的石荷州海台县乡村污水处理厂。

这4个污水处理厂全部为二级生化处理,工艺流程一般主要有:一级泵站→粗细机械格栅→沉砂(雷恩堡为曝气沉砂池)→初次沉淀→曝气→二次沉淀→浓缩→机械脱水→污泥处理(中温发酵后污泥消毒,余热发电)→堆肥或焚烧。拜尔公司在1977年于爱尔伯特化工厂建成日处理能力2万立方米的密闭式工业纯氧曝气污水

处理厂，投资 4,500 万马克；该公司的多尔马根石化厂日处理 10 万立方米的射流曝气污水处理厂，具有比较先进的工艺水平。

西德在污水处理方面，有以下几个特点：

一、机械化自动化程度高，减少了管理人员。如雷恩堡日处理 2,000 立方米污水厂仅有 3 名管理人员，汉堡日处理 65,000 立方米的污水厂为 27 人。

二、充分考虑节能。几乎所有污水厂都用螺旋泵提升污水和活性污泥，在低水头大流量的情况下节约大量能源。鲁尔处理厂的表面机械曝气机用调速电机控制转速，叶轮可以提升，以适应不同的水质。汉堡处理厂在鼓风机配备上采用 6 台不同规格的鼓风机供不同负荷使用，也是为了节能。雷恩堡处理厂二台鼓风机中有一台是用本厂污泥发酵产生的沼气发动，可供气 16 小时，汉堡处理厂装有一台 450 千瓦的沼气发电机，据说每天可产生 7000 KWh 动力，解决本厂能源需要的 96%。

三、注意节约用地。污水厂的整体布置一般比较紧凑，并尽量利用空地绿化，与周围的环境比较协调。汉堡污水厂的土质差，大型沉淀地的基础本来就需要很深，该厂因地制宜建造双层沉淀地，大大节约了用地。

四、污水处理设备生产配套，方便用户。西德全国专业或非专业的水处理制造厂共有八百多家，在这些厂中，有一部分是外国专业水处理公司的子公司，拥有许多专利；有一部分隶属于大公司，技术先进，实力雄厚。此外还有一些专业性很强，实际经验丰富的中小型厂。

五、技术情报交流活跃。我们参观了法兰克福的国际化工设备

博览会，水处理和环保设备占相当大的比例。单以鼓风曝气的曝气头子来说，展出的新产品五花八门，很有启发。如：微细泡曝气器，能降低动力75%，氧利用率达到60%；平板型曝气器，充氧能力 $45\text{ g O}_2 / \text{NM}^3 \cdot \text{M}$ ，空间负荷 $8\text{ kg BOD}_5 / \text{M}^3 \cdot \text{日}$ ，氧通过能力 $0.3 \sim 6.0 \text{ NM}^3 / \text{M}^2$ ，调节范围5~100%。

西德的污泥处理还存在一定的问题。7800多个污水处理厂每天产生污泥3400万吨（含固体5%），用于农业的38%，存放50%，焚烧8%，海洋扬弃2%，其他2%。汉堡污水处理厂仍以6.5公里管道将污泥送至易北河边，再用船运到45公里以外深20米的北海中倒掉。

（五）

通过这次考察，结合我国实际情况，现提出以下几点建议：

一、调整农林牧布局，重视自然环境保护

根据西德及其他国家现代化经验，建设一个良好的自然环境，关键是调整好农林牧布局，形成结构合理、分布均匀、有机结合的大农业环境。西德国土面积为24.86万平方公里，相当37,287万亩，除2%的河湖水域外，土地面积36,603万亩，其中：耕地12,852万亩，草牧场7,829万亩，林地10.748万亩，农牧林所占比例分别为35.1%、21.4%和30%，各接近三分之一。这是西德自然环境比较好的基础。我国农林牧布局不够合理，林牧比重低且分布不均，加之大气环流的影响，自然环境是相当恶劣的。虽经几年调整，林牧比重有所增加，但农林牧失调和自然生态平衡遭受破坏的现象仍很严重。因此，建议国家继续做好调整布局的工作，逐步增加林牧比

重，同时加强自然环境保护，以建立自然生态平衡的基础。为了实现这一要求，必须把生态保护纳入国家计划，特别是长远规划之中，从战略布局上加以解决。建议国家计划部门应切实重视自然生态环境保护，在国民经济建设具体指标中应充分体现出来，并组织有关部门认真实施。

二、加强农业环境监测和管理，贯彻“预防为主”的方针

农业环境，特别是土壤，一旦受到污染破坏，恢复起来是极其困难的。因此，世界各国对土壤保护非常重视，严格规定不准向土壤中倾注有毒有害物质，如重金属和其他难降解的化学品等，西德在这方面通过颁布植物保护法、水源管理法和联邦防止护散法等一系列法律、标准，防止工业“三废”和农药、化肥等对农业环境的污染，保证了土壤及其他农业环境因素不受破坏。同时西德农林食品部门还建有完善的环境监测系统和管理机构，对各种污染和危害农业环境的物质进行检测和监督，形成了一套完整的监测管理制度和办法。例如水质监测、食品监测、动物饲料监测等，都由农林食品部门专门机构负责。目前我国正在开始建立农业环境监测系统，按照国家监测任务分工，以监测土壤、灌溉水和作物为主。根据西德经验，建议各省、市、自治区要加快农业环境监测机构的建设，尽快建成农业环境监测网，以担负起检测和监督作用。为了尽快形成监测能力，可考虑先在全国建立几个农业环境监测中心，然后按不同经济区建立重点地（市）、县监测机构，逐步形成比较完整的农业环境监测系统。建立这样的监测机构，国家要在基本建设、仪器设备、科技队伍培训等方面给予重点扶持。

为了加强农业环境保护，建议农牧渔业部设立环境保护局，各

省、市、自治区农业部门设立相应的环保机构，以组织协调农业部门的环保工作。

三、加强农业环保科研、教育和推广工作

从考察中我们看到，西德的环境教育开展得是较为广泛和深入的。一方面，他们从小学、中学到大学，普遍设有环保课程或环保专业，另一方面，又很重视社会宣传。而且把环境宣传同技术推广结合起来，收到了教育和推广的双重效果。西德的大学、化学公司和民间组织，都承担教育培训、科学研究和宣传推广三位一体的任务。象拜尔、BASF、霍斯特等大化学公司，都有强大的科研和推广队伍，科研水平在世界上是屈指可数的。我国当前环境教育尚未深入，科研和教育、推广不相协调，现有成果多未普及到生产实践中去。建议加强农业环境保护宣传教育，农业院校应普遍开设环保课程，有条件的院校应设环保专业。要尽快把农业环境保护科研、教育和推广工作纳入各级农业科研、教育和推广计划中去，并逐步建立起农业环境保护的三结合体系。

四、农业环境是个整体，污染农业环境的因素既来自农业本身，也来自工业交通等部门。因此，保护农业环境既是农业部门的任务，也是全国各行各业的任务。建议国家环保部门要加强对农业环境保护的领导，统一协调农业环境监测和科研工作，组织各有关部门分工协作，各负其责。在农业监测机构建设上，国家环保部门应在投资、设备、人力上予以大力支持。

五、加强国际交流活动，不断提高我国农业环保科学技术水平

农业环保在我国是一项新的学科，今后应加强国际科技交流。据了解，西德在农药残留分析和污水处理技术方面，具有世界先进

水平。建议明年邀请西德农药残留分析专家2—3人来华讲学，以比较深入地了解西德有关的技术方法和内容。另外，希有机会派一污水灌溉考察组或访问学者赴美、澳、加拿大等国深入考察学习，以解决我国污水灌溉中的方向和技术问题。

农牧渔业部赴西德农业环境监测考察组

一九八二年六月二十四日