

国家排放标准

编制说明和分析方法

4

中国预防医学科学院情报室
环境卫生监测所

城乡建设环境保护部环保局标准处

中华人民共和国

国家排放标准

编制说明和分析方法

(4)

城乡建设环境保护部环保局标准处

一九八五年

编 者 的 话

本书汇集了国家标准《农用污泥中污染物控制标准》和《农药安全使用标准》的编制说明和分析方法，它是“中国标准出版社”出版的，《农用污泥中污染物控制标准》和《农药安全使用标准》的配套资料。可供从事环境法规，环境管理，环境监测以及农业工作者参考和应用。

本书由张旭辉，滕静同志汇集成册，书中有不当之处，欢迎批评指正。

一九八五年 北京

(一)

GB4284—84《农用污泥中污染物 控制标准》编制说明

随着城市和工业的发展，城市污水和工业废水的排放量日益增加，在污水处理过程中，必定会产生很多污泥。由于污泥中含有较多的有机质，含有一定量的氮、磷、钾和微量元素，所以在国内外都普遍将污泥当作肥料施用。1976年在全国污灌普查工作中就已发现，某些污染较严重的地区，常和农田施用含有有害物质的污泥有关。尽管污泥中含有一定量的养份，但由于同时还含有有害成份，而且污泥中有害成份的含量要比污水中高得多，所以由此而引起的污染问题就比较严重。

在我国，由于工业三废（废水、废气和废渣）而引起的环境污染，已引起了大家的密切注意。其中对工业排放废气和废水而引起的污染问题，已经进行了一些工作，并相应颁布了一些有关的大气和水质标准，但对固体废物，例如工业废渣、城市垃圾和污泥农田施用而引起的污染问题研究较少。有关这方面的环境标准，很多还没有拟定。为此，由农业部组织有关单位，开展了“农用污泥中有害物质控制标准”的研究工作。现对标准的编制作以下说明。

1 国外农用污泥控制标准概况

现在国外对污泥的处理、处置和综合利用，已进行了深入和广泛的研究，每年有大量的文献报导，美国的资源保护和回收法（1976），有毒物质管理法（1976）、联邦水污染法（1972）和修订的清洁水法（1977），都涉及到污泥的处置和利用问题。

在国外，一个污水处理厂一般要花费全厂费用的25—50%来处理污泥。这些污泥大多采用填坑掩埋、焚烧和远海扬弃的办法来处置。这些处置不仅要耗费能源和运费，同时还可能引起新的污染。现在不少国家，已将一部分污泥当作肥料施用。为了防止因农田施用污泥而引起的污染问题，许多国家制定了有关控制标准，其中有的国家规定了污泥中有害物质的最高允许含量，有的国家则规定了施用污泥，土壤中有害物质累计最高允许含量。

表1列举了一些国家农用污泥中有害物质的控制标准

对于污泥中有机物含量的控制，国外提出研究的有多环芳烃（PAH）、多氯联苯（PCBS）和有机氯农药等，但未见订有具体指标。

2 国内污泥和农田施用后的污染现状

一般污水通过沉降后，使其中的重金属大部分变成沉淀物，或被吸附而留在污泥中。因此，污泥中的重金属含量要

表1 国外农用污泥中有害物质控制标准(单位:毫克/公斤)

元素	污泥中有害物质最高允许含量			施污泥土壤中有害物质累计最高允许含量(注)							
	美国农业部	加拿大	日本	荷兰	美国环保局1977 土壤C、E、C, (mg/100)	英国	丹麦	挪威	芬兰	瑞典	
砷	1974	1976	1977		0-5	5-15	>15	1977	1978	1978	1978
硼	100	10	50								
镉	锌的1%	20	5	10	2	5	10	2.5	30	15	30
钴	1000	1000						5			15
铜	1000	500		500	62.5	125	250	75	500	1000	50
汞	10	10	2					500	700	1000	1000
锰								140		3000	3000
钼								1		7	25
钨										3000	8
铈	200	100		50				2.5			
铅	1000	200			25	50	100	35	500	500	500
硒					250	500	1000	50	1200	300	300
铊	2000	2000	2000					2.5			
铋					125	250	500	25	6000	5000	10000

注: 原资料有的单位为公斤/公顷,一律按1公斤/公顷=0.5毫克/公斤换算成本表数字。

比污水中高出许多倍。

我国污泥产量未见统计报导，粗略估算年产量约为420万吨（以干重计）。污泥的成份往往变化很大。表2列举了国内一些污泥中重金属的含量。

表2 我国一些地区污泥中重金属的含量

（单位，毫克/公斤）

元素	成都	兰州化工污水厂	保定	沈阳	上海川沙	北京高碑店
砷						3~11
镉	9.1	1.8	7.1	2.9	25~84	
铬	900	80	19.6		250~447	250~447
铜		250	45	1050	345~896	350~508
汞	3.1	2~3	7.1		10~20	17~60
锰		160	256			
镍		50	21			
铅		152	107	211	245~436	136~260
锌		5600	1061	1360	2985~11400	

由表2可见，北京高碑店污水厂污泥中，汞的含量为17~60毫克/公斤，已超过国外污泥标准，当地已出现含汞量超过食品卫生标准（0.020毫克/公斤）的大米。据调查，西安污水库污泥中镉的浓度达470毫克/公斤。此外，沈阳和上海川沙地区污泥中，镉的含量都很高。1976年污灌普查时就发现，这些地区的某些地区因施用超标污泥，使农作物受到严重污染。

3 编制说明

拟定的《农用污泥中有害物质控制标准》共分两章。第一章为“农用污泥中有害物质控制标准”，第二章为“管理制度”。现简要说明如下。

1、污泥中有害物质控制标准

1.1 说明污泥必须符合本标准才能在农田上施用。

1.2 说明农用污泥中有害物质最高允许含量。考虑到我国南方酸性土壤与北方中性和碱性土壤的差别，分别规定了两种最高允许含量。

1.3 说明污泥在农田施用时每年施用量及可连续施用年限的规定。

2、管理制度

2.1 说明防止因施污泥而引起地下水污染的规定。

2.2 说明对农田施用污泥的卫生规定。

2.3 说明在酸性土壤上施用污泥时应该同时施用石灰的规定。

2.4 说明对同时含有多种接近标准的有害物质的污泥，应该减少用量的规定。

2.5 说明对污泥和施用污泥的土壤、农作物进行监测的规定。

2.6 说明发现污泥超过标准或施污泥的土壤受到明显污染时应该采取的措施。

2.7 说明负责执行本标准 and 负责监督的部门、单位。

3、制定标准中各项指标的主要依据

本标准以协作组所规定的盆栽试验、小区试验和现场调查的结果为主要依据，并参考国外有关资料综合制定而成，在制定标准时，主要考虑污染物在土壤中的积累不致危害作物的正常生长发育；在农产品中的残留量不会超过食品卫生标准。同时还考虑到有害物质在土壤中的积累含量不对土壤的肥力性状、地下水、农田环境、卫生、造成明显不良影响。污泥用量一般照每年每亩2000公斤计算，连续施用时间为20年。

现将各项指标的主要制定依据分述如下：

3.1 镉及其化合物(以Ca计)：污泥标准5毫克/公斤(在酸性土壤上，下同)和20毫克/公斤(在中性和碱性土壤上，下同)

3.1.1 试验表明，在污泥镉浓度小于240毫克/公斤，土壤镉浓度小于60毫克/公斤时，水稻、玉米的生长和产量不受影响，水稻、卷心菜的产量和品质也不受影响。

3.1.2 由含镉污泥的盆栽试验表明，作物中的含量与土壤中镉的含量成正相关；含镉污泥不同用量试验指出，每年施用含镉20毫克/公斤的污泥2~26吨，糙米及麦粒中含镉量均小于0.1毫克/公斤。

3.1.3 试验表明，土壤含镉量小于25毫克/公斤时，对根瘤菌、大肠杆菌，以及细菌、放线菌和真菌没有危害。

3.1.4 模拟试验和污灌区浅层地下水定点观察表明，施用含镉量小于20毫克/公斤的污泥，对地下水无明显影响。

3.1.5 试验和调查统计表明，在石灰性、中性土壤上，糙米含镉在0.4毫克/公斤(日本食品卫生标准)和蔬菜含镉为0.2毫克/公斤时，土壤含镉浓度为3~5毫克/公斤

(0.1NHCl浸提)。小麦是最容易积累镉的，在石灰性土壤中，小麦含镉为0.4毫克/公斤时，土壤镉为2~3毫克/公斤。

3.1.6 如污泥施用年限为20年，每年每亩最高用量为2000公斤(下同)，则可根据上述结果和有关参数，计算出污泥中镉的允许浓度为18毫克/公斤，考虑到镉在酸性土壤中容易被植物吸收残留；提出在南方酸性土壤上污泥中镉最高允许含量为5毫克/公斤，在北方中性和碱性土壤上污泥镉最高允许含量为20毫克/公斤。

3.2 汞及其化合物(以Hg计)：污泥标准5毫克/公斤和15毫克/公斤。

3.2.1 试验表明，在土壤汞含量相同时，水稻吸收积累的汞要比小麦、玉米、大白菜和萝卜高得多，因此，选用水稻作为评价作物。

3.2.2 污泥中的汞一般不会影响作物的生长发育：因此在制定污泥标准时，只考虑农作物中可食部分是否超过食品卫生标准(我国汞食品标准为0.02毫克/公斤)。

3.2.3 在北方石灰性土壤上，施用含汞污泥的盆栽试验表明，当投加汞污泥使土壤中总汞达到0.644毫克/公斤时，水稻各器官中汞含量都有明显积累，糙米含汞量为0.037毫克/公斤，当糙米含汞量为0.020毫克/公斤时，土壤总汞含量为0.356毫克/公斤($r=0.97$)。在南方酸性土壤中种植水稻，所产糙米吸收积累的汞更比石灰性土壤高出2倍。

3.2.4 小区试验表明，当投加污泥使土壤汞浓度为2.69毫克/公斤时，糙米含汞量为0.0241毫克/公斤，已超过食品卫生标准。当糙米含汞量为0.20毫克/公斤时，土壤含汞

量为1.95毫克/公斤 ($r=0.99$)，即当土壤含汞量达 2 毫克/公斤时，有可能生产出含汞量超过食品标准的稻米。

3.2.5 从施用污泥的农田土壤的纵向分布看，进入土壤中的汞90%残留于0~20公分的表层土壤中，很少向下层移动，故一般不会污染地下水。

3.2.6 大田调查表明：北京东南郊被汞污染的地区土壤含汞量为0.7~1.5毫克/公斤，所产糙米含汞量为0.0060~0.0348毫克/公斤，农田土壤汞的背景值为0.050~0.420毫克/公斤。

3.2.7 根据试验求得，酸性土壤中汞的最高允许含量为0.5毫克/公斤，

石灰性土壤为1.5毫克/公斤。由上述结果和有关参数，计算出污泥中汞的控制标准为6毫克/公斤和17毫克/公斤，每年每亩最大投汞量是：酸性土壤9克，石灰性土壤为26克。

3.3 镉及其化合物（以pb计），污泥标准300毫克/公斤和1000毫克/公斤。

3.3.1 大田调查表明，在被镉污染的农田上，镉一般对作物的生长发育无明显影响。

3.3.2 盆栽试验指出，在石灰性土壤中，添加含镉浓度高至1960毫克/公斤的污泥时，对小麦成穗和产量无明显影响。小麦籽粒含镉量仍在食品一般含量范围内。但土壤每年积累铅达20毫克/公斤左右，按20年算，土壤含镉总量将达到日本提出的土壤镉有害临界含量400~500毫克/公斤的界限。

3.3.3 沈阳石灰性土壤盆栽试验证明，土壤铅含量

460毫克/公斤时，水稻茎叶中铅含量已明显超过对照水平。土壤铅安全临界含量为300毫克/公斤左右，按此计算在北方中至碱性土壤上污泥中的铅最高允许含量为1000毫克/公斤。考虑到在酸性土壤上铅更容易被旱地作物吸收残留，所以定在酸性土壤上污泥中铅最高允许含量为300毫克/公斤。

3.4 铬及其化合物（以Cr计），污泥标准600毫克/公斤和1000毫克/公斤。

3.4.1 我国大多数土壤中，铬的含量范围为10—100毫克/公斤。

3.4.2 国外尚无铬的食品卫生标准，但有资料说明，饲料中含有2毫克/公斤的铬是正常的。已知每人每天摄入铬达140微克对健康无害。通过对小麦、水稻、玉米、白菜、大豆、苜蓿、茄子的栽培试验和对污染地区一般作物的调查表明，在土壤铬浓度低于1000毫克/公斤时，小麦籽粒中铬的含量低于0.7毫克/公斤，糙米中铬的含量在0.2毫克/公斤以下，大白菜含铬量为2.4毫克/公斤以下。其它粮菜产品均无过分铬残留检出；由此可见，根菜铬残留不是制定污泥中铬含量标准的重要限制因素。

3.4.3 小区和盆栽试验表明，在北方石灰性粉土壤上，稻田及稻麦轮作田土壤积累铬含量在1350毫克/公斤以内时，不会影响水稻和小麦生长和造成有害残留。但稻田如果用来轮作大豆时，土壤铬含量超过300毫克/公斤，将会引起大豆显著减产。旱地土壤积累铬含量超过300毫克/公斤时，就会造成小麦明显减产。因此在北方中性至碱性土壤中累计最高允许铬含量为300毫克/公斤。在南方酸性土壤（施过石灰）上，土壤铬超过250毫克/公斤时就能引起水稻减产。

3.4.4一般城市下水污泥中的铬主要以三价形态存在,它在土壤中的移动性极小。一般地说,土壤中可溶性铬只占总铬的万分之七。所以污泥中铬不容易随土壤水下渗而造成对地下水的污染。实验发现六价铬在土壤中的移动性和对植物的毒性都很大,土壤外加六价铬超过80毫克/公斤即对水稻、玉米造成伤害。所以某些以含六价铬为主的工业废渣或废水沉淀物,不能与农用污泥等同看待,或应另订标准。

3.4.5根据上述结果及有关参数,以计算得出,在北方石灰性土壤上污泥铬不得超过1000毫克/公斤,在南方酸性土壤上污泥铬不得超过600毫克/公斤。

3.5 砷及其化合物(以AS计): 污泥标准75毫克/公斤。

3.5.1盆栽试验和小区试验表明,不同作物对砷害的反应差别很大。在小麦、玉米、大豆、水稻、萝卜、莴苣、包菜、茄子等八种供试作物中,小麦耐砷性最强,水稻耐砷性最差,因此选用水稻作为评价作物。

3.5.2小区试验和大田调查表明,当土壤砷浓度分别高至200毫克/公斤和182毫克/公斤,水稻的生长和产量虽已受到严重影响,但糙米含砷量均在食品卫生标准(0.7毫克/公斤)以下。另据日本调查,在含砷57~262毫克/公斤的稻田,所产糙米含砷为0.06~0.66毫克/公斤(平均0.26毫克/公斤)也未超过卫生标准,因此,以水稻确定土壤砷的临界浓度,主要限制因素不是糙米中砷的残留问题,而是对水稻的生长、危害和产量的影响。

3.5.3试验和调查表明,当引起水稻生长受害、产量开始下降时,土壤中砷的浓度,盆栽试验为32.3毫克/公斤,小

区试验为32.4毫克/公斤，大田调查为32.5毫克/公斤，因此将土壤中砷的临界浓度定为30毫克/公斤，以此作为制定农用污泥标准的基本依据。

3.5.4国外近期报导，土壤自然含砷为1.9~19.2毫克/公斤，平均为9.7毫克/公斤，国内报导，农田土壤自然含砷量为1.03~44.3毫克/公斤，平均为10.4毫克/公斤。因此在计算污泥标准时，将土壤中砷的本底值定为10毫克/公斤。

5.5.5在受砷污染20年的大田调查表明，水田耕层含砷31.9~161毫克/公斤，旱地高达364毫克/公斤时，在40公分以下土层中，砷的含量均无明显增加。由此可见，施入表层土壤中的砷一般是不会造成地下水污染的。

文献指出，砷在pH3~9的范围内溶出量变化不大，故在制定标准时未考虑土壤pH的影响。根据上述结果和有关参数，计算出砷的污泥标准为75毫克/公斤，土壤中每年砷的最大投加量为150克/亩。

3.6 硼化合物（以水溶性B计）：污泥标准150毫克/公斤。

3.6.1硼是作物生长发育必需的微量元素，但过量的硼又会使作物中毒，影响产量。由于国内外尚没有硼的食品卫生标准，所以作物体内残留量暂不作为考虑的因素。

3.6.2我国土壤中的含硼量平均约为64毫克/公斤，水溶性硼含量范围0.02~1.73毫克/公斤（平均0.30毫克/公斤）。影响作物产量的主要是水溶性硼。由于以上原因，以土壤水溶性硼0.3毫克/公斤作为土壤的背景值。

3.6.3水稻和小麦在水溶性硼为8毫克/公斤时，就有减产的趋势，而小白菜在12毫克/公斤时已出现减产。根据上

述结果，拟定以土壤中水溶性硼 8 毫克/公斤作为土壤最高允许含量。

3.6.4 根据试验，土壤中水溶性硼的残留率为 60 ~ 70%，由上述结果和有关参数，计算出污泥中硼的最大允许量为 150 毫克/公斤，土壤每年的最大投加量为 3000 克/亩。

3.7 矿物油：污泥标准 3000 毫克/公斤。

3.7.1 东北主要工业城市的大多数污泥中，矿物油产量都很高。例如鞍山南污水处理厂的消化污泥，其矿物油含量为 17875 毫克/公斤。

3.7.2 用含油量很高的污泥，进行田间小区试验表明，水稻生长发育正常，未产生贪青倒伏现象，并增产 10~15%。只有土壤含油量高达 70000 毫克/公斤时，水稻才会受害。

3.7.3 模拟耕层试验和沈抚灌区大面积田间调查研究证明，矿物油在土壤剖面上残留主要集中于 0~20 厘米耕作层，通过大气、日光和土壤微生物等作用，矿物油能得到充分净化和降解。沈抚灌区进行了长期污灌，除少数砂土外，一般地下水并未受到石油的污染。

3.7.4 一般正常土壤含矿物油 300~500 毫克/公斤，轻污染土壤为 500~1000 毫克/公斤，重污染土壤为 1000 毫克/公斤以上。沈抚灌区多年观察结果，土壤含油量保持在 300~500 毫克/公斤，并处于动态平衡。综上所述，现拟定污泥中矿物油标准为 3000 毫克/公斤，考虑到矿物油在土壤中被降解，当每亩地隔年施用 2000 公斤污泥时，污泥中矿物油含量可允许 5000 毫克/公斤。

3.8 苯并(a)蒽：污泥标准 3 毫克/公斤。

3.8.1 苯并(a)蒽(简称Bap)是具有代表性的多环芳

烃强致癌物。根据污泥的盆栽试验和小区试验证明，Bap含量的多少对作物的生长发育和产量无影响。

3.8.2盆栽和小区试验表明，当土壤中Bap含量增加时，稻米中Bap的含量并不增加，因此可以认为Bap对作物的污染。并不是由根部吸收引起的，故污泥中含有的Bap也不会被作物吸收而受到污染，（另有试验证明。Bap对作物的污染主要来自大气）。

3.8.3据温室模拟耕层试验和沈抚灌区田间调查表明，Bap在土壤中的残留主要集中在0~20厘米耕作层，其残留率：第一年为施入量的50%，第二年降为30%，这说明土壤对Bap有一定自净能力，Bap又有不溶解于水的特性，故它不会向下移动而污染地下水。

3.8.4日本土壤中Bap的标准：背景值为1~3微克/公斤。污染土壤大于10微克/公斤。苏联土壤中背景值为5~10微克/公斤（更典型的为1~2微克/公斤）。苏联1979年规定土壤最高允许浓度为20微克/公斤。辽宁非污染耕层土壤Bap含量为0~22.5微克/公斤。

3.8.5考虑到Bap对人体的毒性极大，现拟定污泥中Bap的最高允许量为3毫克/公斤。如果以每亩地隔年施用2000公斤污泥时污泥中Bap含量可允许5毫克/公斤。

3.9铜及其化合物(以Cu计)：污泥标准250毫克/公斤和500毫克/公斤。

此项标准是根据1982年12月在杭州召开的《农用污泥中有害物质控制标准》评审委员会专家们的建议推荐，标准研究协作组反复磋商，仔细研究了国外有关标准和国内实际情况以后议定的（3.10和3.11同）。

如果每年每亩地施干污泥2000公斤，连续施用20年后，耕层土壤积累的铜含量为67毫克/公斤（如果污泥的铜含量为250毫克/公斤）和133毫克/公斤（如果污泥的铜含量为500毫克/公斤），美国环保局1977年规定的施污泥土壤中铜最高允许含量的范围（62.5~250毫克/公斤）以内。

3.10 锌及其化合物(以Zn计)，污泥标准500毫克/公斤和1000毫克/公斤。

如果每年每亩地施干污泥2000公斤，连续施用20年后，耕层土壤积累锌含量分别为133毫克/公斤（如果污泥的锌含量为500毫克/公斤）和267毫克/公斤（如果污泥的锌含量为1000毫克/公斤），在美国环保局1977年规定的施污泥土壤中锌的最高允许含量范围(125~500毫克/公斤)内。

3.11 镍及其化合物(以Ni计)，污泥标准100毫克/公斤和200毫克/公斤。

如果每年每亩地施干污泥2000公斤，连续施用20年后，耕层土壤积累镍含量分别为27毫克/公斤（如果污泥的镍含量为100毫克/公斤）和53毫克/公斤（如果污泥的镍含量为200毫克/公斤），在美国环保局1977年规定的施污泥土壤中镍的最高允许含量范围（25~100毫克/公斤）内。

参加编制农用污泥中污染物控制标准单位及主要成员

一、项目主持单位，

农牧渔业部环境保护科研监测所

主持人：买永林

二、标准主要执笔人，买永林、王宏康、刘宝元、陶战

三、各课题研究人员名单，