沼气发酵原料产气特性及原料产气率汇总

理论上，绝大部分有机物都可以作为沼气发酵原料，沼气发酵原料一般可分为四大类：农业类发酵原料、工业类发酵原料、市政废弃物类发酵原料和水生植物废弃物发酵原料。本期对这四大类沼气发酵原料产气特性及原料产气率进行了整表汇总，方便大家随时对照查看。

畜禽粪污

表1、畜禽粪污原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	C/N	原料沼气产率			原料甲烷产率	
				m^3/kgFM	m^3/kgTS	m^3/kgVS	m^3/kgFM	m^3/kgVS
鲜猪粪	22~30	-	13	-	0.252~0.352	-	-	-
猪粪污	3~8	75~86	3~10	0.020~0.035	-	0.250~0.500	0.012~0.021	0.180~0.360
鲜牛粪	16~25	72~80	26	0.060~0.120	0.180~0.250	-	0.033~0.036	0.130~0.330
牛粪污	5~12	75~82	25	0.020~0.030	-	0.200~0.300	0.011~0.019	0.110~0.275
鲜羊粪	30~32	68	29	-	0.206~0.273	-	-	-
马粪	28	75	24	0.063	0.204	-	0.035	0.165
鸡粪	28~33	80	3~10	-	0.323~0.375	-	-	-
鸭粪	16~18	80	-	-	0.359~0.441	-	-	-
兔粪	30~37	68	-	-	0.174~0.210	-	-	-

畜禽粪便作为沼气发酵的原料有许多优势：

① 碳氮比一般在15:1~30:1，十分适合厌氧微生物的生长。

② 具有较高的缓冲能力，能应对不严重的酸化现象。

③ 一些畜禽粪便(如牛粪、鹿粪)中含有瘤胃微生物，可以为沼气发酵体系补充沼气发酵菌种。

然而，畜禽粪污作为沼气发酵原料也有一些限制因素：

① 畜禽粪污体积大、干物质含量比较低，鲜粪一般小于30%，冲洗污水低于3%，所以单位体积原料的沼气产量比较低，原料或沼液的运输成本较高。

②
饲料中重金属和抗生素的添加量日趋加大，重金属和抗生素会影响沼气发酵过程以及沼渣、沼液的处理和还田利用。

③ 畜禽粪污中氮的含量较高，容易造成沼气发酵体系氨抑制。

为解决上述问题，通常将畜禽粪污和易降解种植业废弃物混合发酵，畜禽冲洗污水可以用于稀释其他发酵原料，相对于畜禽粪污原料单一发酵，混合发酵体系更加稳定。

不同种类的畜禽粪便，具有不同的理化特性，会影响沼气工程的效率和稳定性。在沼气工程设计时，需要特别注意：

① 牛粪中草较多，沉淀物较少，浮渣量多于沉渣量。奶牛粪含砂量还比较高，要注意除砂。

② 猪粪中草和沉淀物都比较多，沉渣量多于浮渣量，由于冲洗污水量较大，所以猪场粪污水量大，浓度低，升温困难，冬季产气少。

③ 鸡粪中含有羽毛、砂石，发酵过程中沉渣较为结实。另外，不同于奶牛粪中的砂，鸡粪中的砂石包裹于有机物

中，所以对砂的去除更为困难。

④ 羊粪和兔粪中含草较多，呈颗粒状，需要在预处理阶段设置泡粪池，使其中的有机物尽可能溶于料液中。

农作物秸秆

表2、农作物秸秆原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	C/N	原料沼气产率			原料甲烷产率	
				m^3/kgFM	m^3/kgTS	m^3/kgVS	m^3/kgFM	m^3/kgVS
玉米青贮	28~35	85~98	-	0.170~0.230	-	-	0.089~0.120	0.205~0.450
玉米黄贮	70~90	80~90	53	-	0.330~0.350	-	-	0.150~0.350
小麦黄贮	80~90	-	87	-	0.320~0.330	-	-	-
水稻黄贮	80~90	-	67	-	0.300~0.310	-	-	-

相对于畜禽粪便，农作物秸秆干物质含量高，单位鲜重的沼气产气率高，对原料和沼渣的运输也较为容易。根据秸秆的贮藏方式不同，秸秆可分为青贮秸秆和黄贮秸秆。青贮是将收获的作物秸秆切碎，在无氧条件下，通过微生物的发酵产酸作用降低pH而使秸秆得以保存的方法。青贮秸秆含水率较高，通常在65%~75%，有机物损失较小。黄贮是将收获的作物自然风干而贮藏秸秆的方法，黄贮秸秆含水率低，是我国秸秆主要的贮藏方式。目前我国大部分秸秆沼气工程采用黄贮秸秆作为沼气发酵的原料，而欧洲的沼气工程则基本采用青贮秸秆或青贮秸秆与其他原料混合作为沼气发酵的原料。

但是，农作物秸秆直接作为沼气发酵原料也有一些缺点：

① 秸秆中含有大量的纤维素、半纤维素和木质素，在沼气发酵体系中，纤维素和半纤维素的降解需要较长时间，木质素基本不降解，所以，通常需要对秸秆发酵原料采用物理、化学或生物的方法进行预处理，这样就会增加沼气工程的建设和运行成本。

②
秸秆原料的碳氮比较高，一般在50以上，不适宜沼气发酵微生物的正常生长，所以纯秸秆沼气工程的启动时间较长。

③ 规模较大的沼气工程，需要原料多，秸秆收集半径大，收贮的成本高。

④ 由于长纤维和木质素的存在，在沼气发酵过程中容易产生浮渣，进料和出料比较困难。

能源作物

表3、能源作物原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	C/N	原料沼气产率			原料甲烷产率	
				m^3/kgFM	m^3/kgTS	m^3/kgVS	m^3/kgFM	m^3/kgVS
全株作物青贮	30~35	92~98	-	0.170~0.220	-	-	0.090~0.120	0.290~0.350
绿色黑麦	25	88	-	0.130	-	-	0.070	0.319
绿色黑麦青贮	25	90	-	0.150	-	-	0.079	0.337~0.555
谷物	87	97	-	0.620	-	-	0.329	0.389
牧草	20~25	90	12~25	-	0.264	0.550	-	0.300~0.550
牧草青贮	25~50	90	10~25	0.170~0.220	-	0.560	0.090~0.120	0.290~0.350
甜菜	23	90	-	0.120~0.140	-	-	0.065~0.076	0.340~0.372
甜菜饲料	16	90	-	0.075~0.100	-	-	0.040~0.054	0.322~0.364
向日葵青贮	25	90	-	0.120	-	-	0.068	0.154~0.400
苏丹草	27	91	-	0.128	-	-	0.070	0.286
甜高粱	22	91	-	0.108	-	-	0.058	0.291

沼气工程运行实践证明，大部分能源作物都适合作为沼气发酵原料，能源作物的沼气利用方式主要是与畜禽粪便混合发酵，优点是混合后原料碳氮比更利于沼气发酵微生物的生长，而且产气率也有提高。其中包括玉米、青草、谷物、甜菜、马铃薯和向日葵等。

将能源作物作为沼气发酵原料，也需要其他一些技术支撑，例如，作物收集技术、预处理技术和贮藏技术等。草本能源作物，例如，牧草、向日葵、玉米、甜菜等通常直接切碎或青贮来作为沼气发酵原料。能源作物的组分以及作为沼气发酵原料的适应性与其生长时间有关。总的来说，纤维素含量随着作物的成熟越来越高，对作物的降解和产甲烷过程越不利。但是，不成熟的作物含水率较高，会使原料的贮藏变得较为困难。

工业废弃物

表4、工业废水类沼气发酵原料特性及原料产气率

原料种类	COD/(mg/L)	BOD_5/(mg/L)	原料产气率/(m^3/kgCOD)
糖蜜酒精糟	80000~110000	40000~70000	0.360~0.495
粮薯酒精糟	50000~70000	20000~40000	0.331~0.678
淀粉废水	3000~9000	1500~5000	0.340~0.440
高浓度啤酒废水	4000~6000	2400~3500	0.420
柠檬酸废水	10000~44000	6000~25000	0.430~0.530
味精废水	30000~70000	20000~42000	0.340~0.520

表5、工业废渣类沼气发酵原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	C/N	原料沼气产率		原料甲烷产率	
				m^3/kgFM	m^3/kgVS	m^3/kgFM	m^3/kgVS
小麦酒糟	20~25	70~80	-	0.105~0.130	-	0.062~0.112	0.295~0.443
谷物酒糟	6~8	83~88	-	0.030~0.050	-	0.018~0.035	0.258~0.420
土豆酒糟	6~7	85~95	-	0.026~0.042	-	0.012~0.024	0.240~0.420
水果加工废弃物	15~20	75	35	-	0.250~0.500	-	-
粗甘油	-	-	-	0.240~0.260	-	0.140~0.155	0.170~0.200
菜籽饼	92	87	-	0.660	-	0.317	0.396
土豆渣	13	90	-	0.070~0.090	-	0.044~0.050	0.358~0.413
土豆浆	3.7	70~75	-	0.050~0.056	-	0.028~0.031	0.825~1.100
甜菜渣	22~26	95	-	0.060~0.075	-	0.044~0.054	0.181~0.254
苹果渣	25~45	85~90	-	0.145~0.150	-	0.098~0.101	0.446~0.459
葡萄渣	40~50	80~90	-	0.250~0.270	-	0.169~0.182	0.432~0.466

相较于农业废弃物，工业废弃物的产量也比较大，大多数有机工业废弃物均可作为沼气发酵原料。这些废弃物主要有食品和饮料生产废弃物、饲料加工废弃物、制糖废弃物、淀粉加工废弃物、造纸废水、水果加工废弃物等。

根据废弃物的来源不同，其组成成分、干物质含量和产沼气潜力等特性有较大的区别。一般来说，大部分可作为沼气发酵原料的工业废弃物的悬浮物都较低、性质比较单一，脂类、蛋白质和糖的含量都比较高，易于降解。基于这些性质，一些工业废弃物作为沼气发酵原料，在使用高效的厌氧反应器(如UASB、IC、EGSB)时，常能得到相对于畜禽粪便和能源作物更高的沼气产量。

但工业废弃物的来源十分复杂，加之水量加大，所以废水经沼气发酵后产生的沼液还田利用较为困难。因此，以工业废弃物为发酵原料的沼气工程都是以废水达标排放为主要建设目的，通常在沼气发酵单元的后端还需建设后处理设施，将厌氧出水进一步处理，达到排放标准。

市政及水生植物废弃物

除以上原料，市政废弃物以及水生植物废弃物也是良好的沼气发酵原料。如市政废弃物中的餐厨垃圾、有机垃圾、市政污泥等；水生植物废弃物中的水葫芦、水花生、藻类等。

表6、餐厨垃圾类沼气发酵原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	C/N	原料沼气产率	原料甲烷产率
				m^3/kgVS	m^3/kgVS
混合餐厨垃圾	9.4~19.6	87.1~95.0	15.4~22.5	0.550~0.670	0.212~0.472
熟肉	53.0	97.0	5.1	-	0.482
米饭	35.0	99.0	25.6	-	0.356
新鲜蔬菜	5.0	84.0	9.7	-	0.277

相对于其他沼气发胶原料，餐厨垃圾的油脂含量和盐含量较高，其来源也比较复杂，不同饮食习惯地区的餐厨垃圾的成分也有很大的区别。针对餐厨垃圾的特性，在沼气工程设计和运行阶段还需注意以下几点：

① 由于餐厨垃圾中含有骨头、刀叉筷子、碗等坚硬的物质，这些物质易损坏泵、管道等工艺设施，所以在预处理阶段应该设置分离装置将这些物质去除。

② 餐厨垃圾中蛋白质含量较高，所以在发酵过程中容易造成氨的积累，在沼气工程的运行中应注意原料性质和进料量的监测，防止氨抑制现象的发生。

③ 餐厨垃圾发酵产生的沼气中硫化氢含量较高，因此硫费用较高，制约了能源的有效利用。

④ 餐厨垃圾中易降解有机物比例高，容易酸化。

有机垃圾的VS/TS一般在80%以上，碳氮比为12~20，适合作为沼气发酵原料，其产沼气潜力为300~400m ^{3} CH4/tVSin。但有机垃圾通常还含有一些病原菌，在利用前后还需采取一些卫生措施使其利用更加安全。

在污水处理过程中，污泥的产量一般为污水处理量的0.23%~0.7%(污泥含水率为96%)平均值为0.359%或者0.14kg干污泥/m ^{3} 污水。初沉池和二沉池污泥的产沼气潜力与畜禽粪污的产气潜力相近，当投入的污泥含水率为96%，产生的沼气量为8~12倍污泥量，相当原料产气率0.20~0.30m ^{3} 沼气/kgTS。实际工程调查显示，单位体积的污泥产气率为4~14m ^{3} /m ^{3} 污泥，平均污泥产气率为7.54m ^{3} /m ^{3} 污泥。通常还会采取一些预处理措施来增加沼气产量，例如，化学分解、热解、酶解等方法。

表7、水生生物沼气发酵原料特性及原料产气率

原料种类	TS/%	VS/%	原料沼气产率	
			m³/kgTS	m³/kgVS
水葫芦	8	80	0.302~0.634	0.362~0.834
水花生	10	75	0.184~0.334	0.250~0.447
蓝藻	4	90	0.255~0.345	0.285~0.366

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/133360.html