



中国石油大学
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

生物天然气标准及燃气工程探讨

中欧生物天然气高峰论坛

周红军教授

新能源研究院

中国石油大学(北京)

Prof. Dr. Hongjun Zhou

Institute of New Energy (INE)

China University of Petroleum, Beijing (CUPB)

CUP

厚积薄发 开物成务



中国石油大学
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

一、有关标准与导则

——生物天然气产品质量标准

CUP

厚积薄发 开物成务²

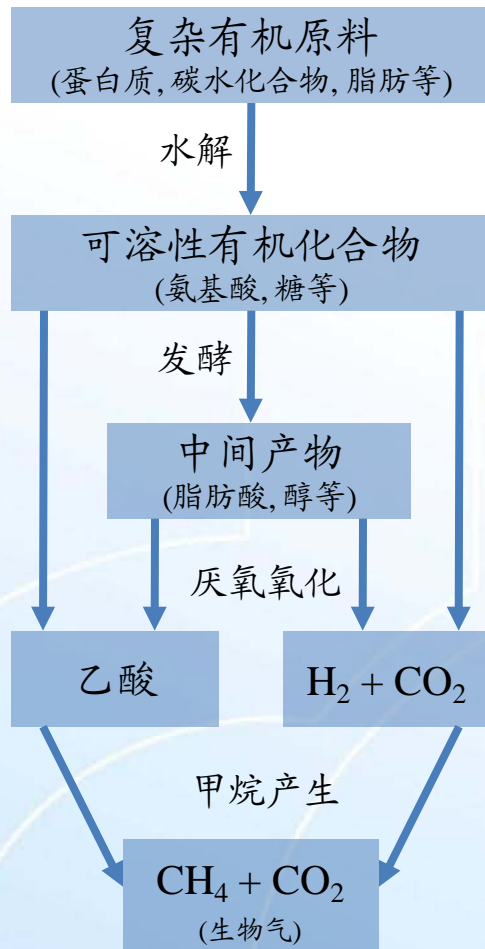
1.标准编制的主要背景

- 标准编制的目的
 - 满足用户对生物天然气产品质量的要求
 - 促进生物天然气行业发展



1.标准编制的主要背景

生物气的产生过程



垃圾场填埋气/厌氧发酵生物气/天然气比较

项目	单位	垃圾场填埋气	厌氧发酵生物气	天然气
发热值(低)	MJ/Nm ³	16	23	40
	kWh/Nm ³	4.4	6.5	11
	MJ/kg	12.3	20.2	48
密度	kg/Nm ³	1.3	1.2	0.83
沃泊指数(高)	MJ/Nm ³	18	27	55
甲烷值		>130	>135	72
甲烷	vol-%	45	65	89
甲烷范围	vol-%	35-65	60-70	--
长链碳氢化合物	vol-%	0	0	10
氢气	vol-%	0-3	0	0
一氧化碳	vol-%	0	0	0
二氧化碳	vol-%	40	35	0.9
二氧化碳范围	vol-%	15-50	30-40	--
氮气	vol-%	15	0.2	0.3
氮气范围	vol-%	5-40	--	--
氧气	vol-%	1	0	0
氧气范围	vol-%	0-5	--	--
硫化氢	ppm	<100	<500	3
硫化氢范围	ppm	0-100	0-4000	1-8
氨	ppm	5	100	0.4
总氯(以Cl ⁻ 计)	mg/Nm ³	20-200	0-5	0

1.标准编制的主要背景

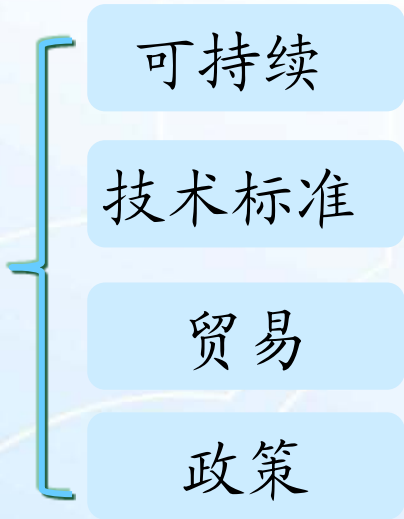
- 欧洲生物天然气的发展
 - The BIOMASTER Project:
Biomethane Use in Transport
 - 奥地利，意大利，波兰，瑞典，英国
 - 2011.05 - 2014.04
 - 投资：170万欧元



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

1. 标准编制的主要背景

- 欧洲生物天然气的发展
 - The GreenGasGrids Project:
 - 2011.06 – 2014.05
 - 研究内容:



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union



Summary of standards for biomethane. Source: Svenskt Gastekniskt Center, 2011.

成分		奥地利	法国	比利时	捷克	德国	荷兰	瑞典	瑞士	
CH ₄	% (vol/mol)	≥ 96	≥ 86	≥ 85	≥ 95		≥ 85	≥ 97 ¹	≥ 96	
CO ₂		≤ 3	≤ 2,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 6 (dry)	≤ 6	≤ 3 ²	≤ 6	
O ₂		≤ 0,5	≤ 0,01		≤ 0,5	≤ 0,5 (wet), 3 (dry)	≤ 0,5	≤ 1	≤ 0,5	
H ₂		≤ 4	≤ 6	≤ 0,1		≤ 5	≤ 12	≤ 0,5 ³	≤ 4	
CO			≤ 2	≤ 0,2			≤ 1			
总硫	mg/Nm ³	≤ 10	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 45	≤ 23	≤ 30	
H ₂ S (+COS in Fr., Be)		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 10 ³	≤ 5	
硫醇		≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 5	≤ 15	≤ 10		≤ 5 ppmV	
卤素化合物		0	≤ 1 (Cl) ≤ 10 (F)	≤ 1 (Cl) ≤ 10 (F)	≤ 1,5 (F+Cl)	0	≤ 50/25 (Cl/F)		≤ 1	
重金属			≤ 1 (µg, Hg)	≤ 1 (µg, Hg)		≤ 5			≤ 5	
硅氧烷		≤ 10 ⁴			≤ 6 (Si)		≤ 5 ppm = 6,2 (Si)			
氨		None	≤ 3	≤ 3	None		≤ 3	≤ 20	≤ 20	
H ₂ O				≤ 110				≤ 32 ⁵		
水露点		°C	≤ -8, 40 bar	≤ -5, P _{max}		≤ -10	Soiltemp.	≤ -10, 8bar	≤ t _{min} -5	Prevent conden- sation
臭味添加剂			Demands prior to consump- tion	15 – 40 mg THT/m ³			Demands prior to consump- tion	> 10, 18 – 40 mg THT/m ³	Demands prior to consump- tion	15 – 25 mg THT/m ³
颗粒物		Techn. Free	Techn. Free		No particles	No particle	Techn. Free	≤ 1 µm		

1.标准编制的主要背景

• 我国生物天然气的现状

天然气技术指标^[1]

项目		一类	二类	三类
高位发热量 ^a /(MJ/m ³)	≥	36.0	31.4	31.4
总硫(以硫计) ^a /(mg/m ³)	≤	60	200	350
硫化氢 ^a /(mg/m ³)	≤	6	20	350
二氧化碳y, %	≤	2.0	3.0	—
水露点 ^{b,c} /°C	在交接点压力下,水露点应比输送条件下最低环境温度低5°C。			

a 本标准中气体体积的标准参比条件是 101.325 kPa, 20 °C。

b 在输送条件下,当管道管顶埋地温度为0 °C时,水露点应不高于-5 °C。

c 进入输气管道的天然气,水露点的压力应是最高输送压力。

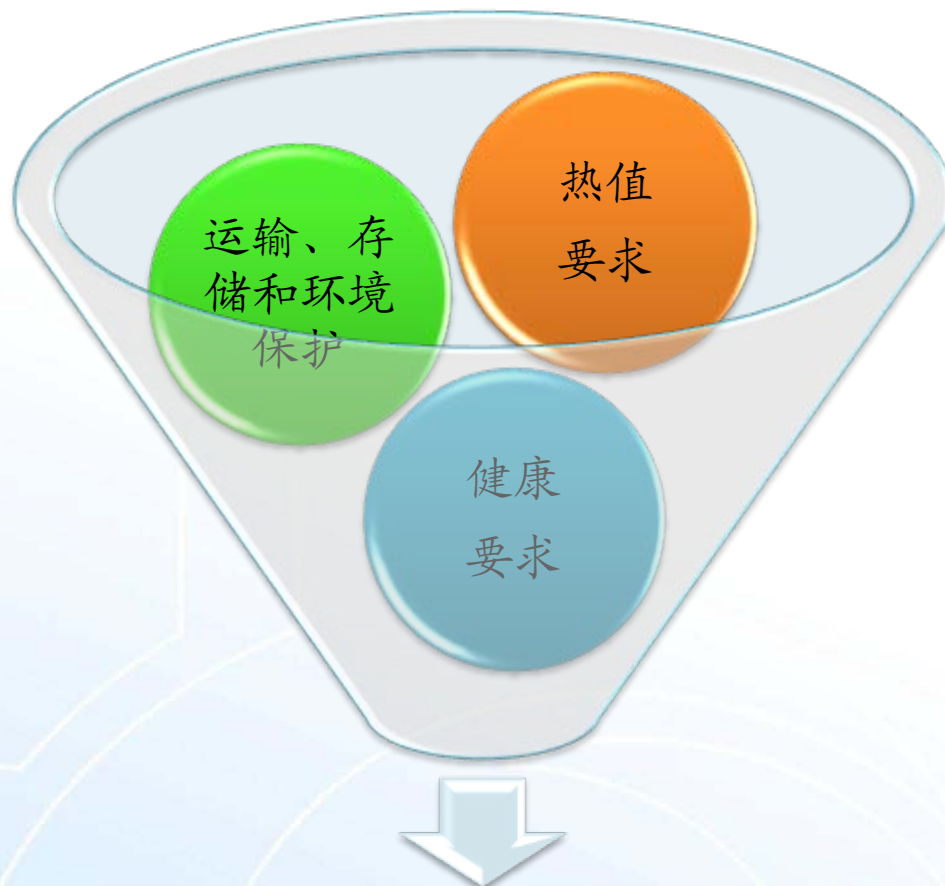
来源: GB 17820-2012 天然气

GB 18047—2000

表 1 压缩天然气的技术指标

项 目	技 术 指 标
高位发热量, MJ/m ³	>31.4
总硫(以硫计), mg/m ³	≤200
硫化氢, mg/m ³	≤15
二氧化碳 y_{CO_2} , %	≤3.0
氧气 y_{O_2} , %	≤0.5
水露点, ℃	在汽车驾驶的特定地理区域内, 在最高操作压力下, 水露点不应高于-13℃; 当最低气温低于-8℃, 水露点应比最低气温低 5℃
注: 本标准中气体体积的标准参比条件是 101.325 kPa, 20℃	

2. 标准编制的主要依据



生物天然气产品质量标准



中国石油大学
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

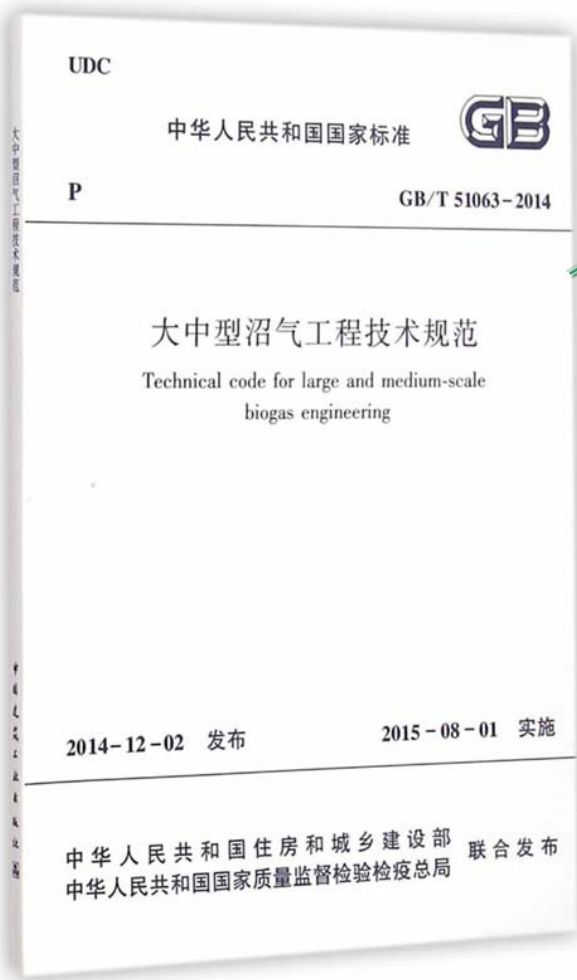
一、有关标准与导则

——沼气提纯后进入天然气管网接网标准

CUP

厚积薄发 开物成务

1.标准编制的主要背景



4.4 沼气净化

4.4.1 厌氧消化器产生的沼气应进行脱硫、脱水净化处理。净化工艺的选择应根据沼气的不同用途、处理量、沼气质量指标，并结合当地环境温度等因素，经技术经济比较后确定。

16

2.标准编制的主要依据

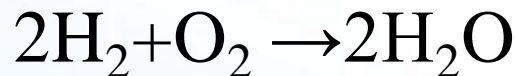
- 沼气提纯的关键技术及难点：
 - 脱硫净化——高 H_2S 沼气纯化有待突破 $H_2S > 3\%$
 - 脱氧——沼气中的氧增加纯化难度和安全风险
 - 脱二氧化碳

2.标准编制的主要依据

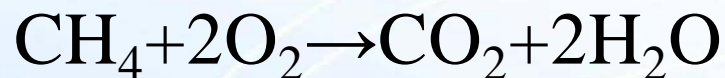
- 沼气脱硫：
 - 硫化氢
 - 羰基硫
 - 硫醇
 - 其他硫化物

- 沼气脱氧:

- 氢气氧化



- 甲烷氧化



• 沼气脱碳

指标	PSA变压吸附	WW压力水洗	Genosorb 选择分离(有机化学溶剂)	MEA单乙醇胺液洗涤分离	DEA二乙醇胺液洗涤分离
预处理(S, H ₂ O)	Yes	No	No	Yes	Yes
操作弹性	± 10%	50-100%	50-100%	50-100%	50-100%
甲烷损失	2-5%	< 1%	2-4%	< 0.1%	< 0.1%
甲烷收率	> 96%	> 97%	> 96%	> 99%	> 99%
操作压力,bar	4-7	4-7	4-7	常压	常压
电耗 (kWh/Nm ³ 沼气, 产物7bar)	0.25	< 0.25	0.24-0.33	< 0.15	< 0.12
热量消耗	No	No	55-80°C	160°C	160°C
化学品	No	No	Yes	Yes	Yes
参考来源个数	10-15	25-30	2	3	

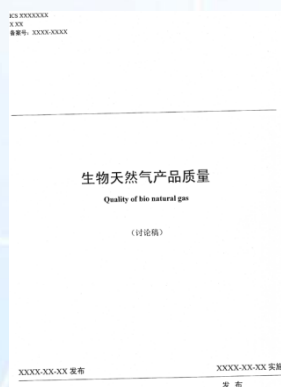
一、有关标准与导则

- 农业部

《生物天然气产品质量标准》

《沼气提纯后进入天然气管网接网标准》

《沼气提纯技术规范》



一、有关标准与导则

- 国家发改委

《中国生物天然气能源战略（十三五战略）》

《工业化生物天然气示范工程设计导则》

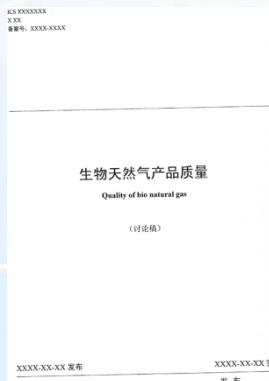
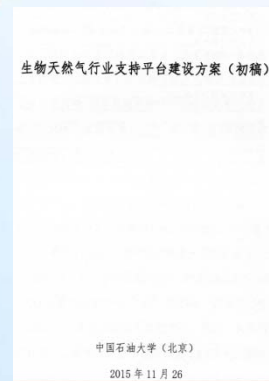
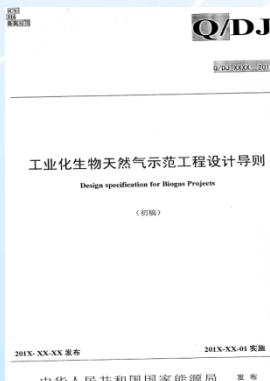
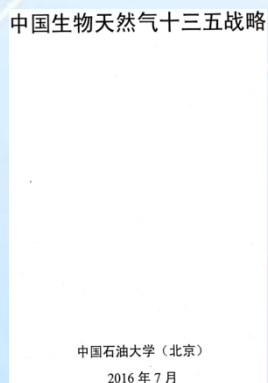
《生物天然气行业支持平台建设方案》

《生物天然气产业标准体系研究报告》

《生物天然气产品质量示范工程标准》

《沼气提纯后进入天然气管网接网示范工程标准》

中国生物天然气十三五战略



- 调峰问题
- 供暖负荷问题
- 经济性问题

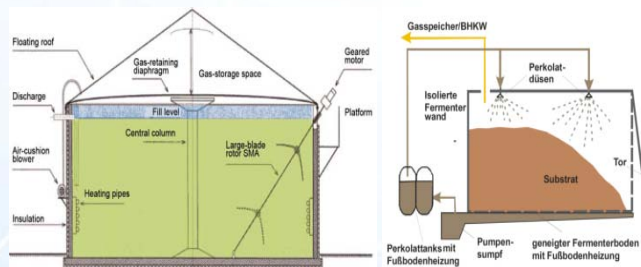


对策一：产业互补

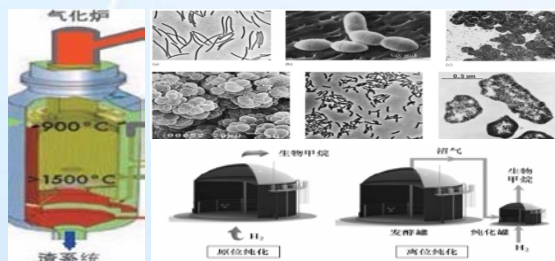
- 石油制气成套技术——工业示范



- 农林城市废弃物气、油、电和热——中试



- 煤生物制气成套技术——小试



- 技术与资本的结合
- 产业与资本的结合
- 技术转移与资本的结合



对策三： 国际交流

- 技术转移
- 国际经验
- 国际合作



谢谢

周红军教授

联系方式:

Email: zhhj63@163.com

手机: 13701071783

