沼氣事業之永續發展 Development of Sustainable Biogas Enterprise

石家興 Jason Shih 中央研究院講座 北卡州大榮譽教授 百瑞國際生技公司 (BRI) 創辦人

生質能源研討會,台北; July, 17, 2015







上海霧霾 (Shanghai smog) 2013 春







Biogas Opportunities Roadmap

Voluntary Actions to Reduce Methane Emissions and Increase Energy Independence

U.S. Department of Agriculture, U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Department of Energy

August 2014





實驗室沼氣 (1981)



北卡州大高溫沼氣 (1984)









北京留民營 高溫沼氣(1992)



北京德清源沼氣

191

50

H-

處理能力: 雑糞220頓/天(TS 30%)
沼氣產量: 20,000立方米/天
沼氣發電裝機容量: 2兆瓦
沼氣發電量: 1,400萬千瓦時/年
沼渣沼液: 年產沼肥18萬噸
減排溫室氣體: 每年80,000頓CO2當量
厭氧發酵罐: 3,000m³×4座
雙膜乾式貯氣櫃: 2,150m³



	2)通知加气车辆危险已解除。	施,以防止火势漫延烧断电缆、消防水防进引发触电中	5.14、如果泄漏后在加气强局近时,应应注意计方法。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局近时,应应注意计方法。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局近时,应应注意计方法。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局达,应应注意计方法。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局。 5.2.4、如气压强强局。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局。 5.2.4、如果泄漏后。 5.2.4、如果泄漏后在加气强局。 5.2.4、和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和和
SE (538285)	3)通知燃气分厂附近各单位和部门危险已解除。	Q: 4.5.4、发生生物增生于Pare	1.5、蜀近短調点的人用。如何加速的一個的火。 5.1.5、蜀近短調点的人用。即使運動物理点。如此 和人次火工作、配合消息,用工作加速用在的人用。如果 五、空間、加速用在的人用。即使運動物理点。如此
	4.4.3、环境恢复	员重伤或死亡应及时崩整钟、报整。	行工夫規選「「第二下方通行」」「中国政府和連邦」が開始 53、主席市「分」「東京市公司主席」の「日本には「同国」」」。 生物語「今」「日本に口の内容」、「新潟「「二」、「高品」「日本」」。
NB).RELE	1)事故应急抢险工作结束后,由现场总指按组织表	4.5.5、根据情况向110、119、120报警求救的同时及	5.1.6、雪花、天然通知周围花点,但正常成为是海花。 5.1.6、雪花、天然通知周围花点上风雨浓高。 云和花、秋雨云、风雨温和周围花点,风雨清水。在秋日、秋雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白月、水雨云、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、白日、
- Anno	实对事故应急抢险环境的恢复,尽量减少对当地生态环境	时报告站长、由站长报告公司各有关领导,并按《站内事故	5.17、如果有人受伤、加气工员类组织治疗伤伤。 5.18、进行工员类组织治疗伤伤。 5.13、进行工口类组织治疗方法。
服用宁公司委集	的影响。	4.6、报警应包括以下内容	5. 如气发展的不能发展到。各级历史正因通常是用性水。 市、空气发展有量素和气动,正正型用使生产和工作中的 全部分类和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和生产和
	2)事故应急抢险施工中做到工完、料净、场地清。	4.6.1、发生时间、地点、相关设施名称及介质;	用の佐、用約水街運活着能会是高、採用天然气空度、進 各部次火線材、防衛が見用市場が、公共の集中は またはのに見たったない、日本市場には市場になるまでのためでは、「日本市場には、日本市場には市場でのためたます。 事件が、日本市場には市場でのためたます。
以结束事故应	围环境的次生污染。	4.6.2、事故类型:泄漏、火灾、爆炸或其他。应筒要 路其持证描述法禁。	5.110、当時防、公安人民国法治、「天氣間法失党問題」、「小田本本部になり時間を発起。(2人用は現代語言) パーマネス、東江市は東京にためた方法で、また5 用素剤のないため、1450、1450、「天氣間法失党問題」、「大氣間法失力見方法公」、
	4.4.4、准备恢复运行	4.6.3、联系人姓名和电话等。	市場時期間にの期間以外の間は2次の間間重要の保存区、 気は指揮所、置け成大変更新自動原理局。 5.3.4 走行工業対策等行き上面は1、20第第5代 4.8 本型を超きたご用が出来る 4.8 本型を超きたご用が出来る 5.7 行ん21
火,现场已确	做好恢复加气站生产的准备工作及现场监管工作。	5、突发事件应急抢险预案	5.2, CNG加雪林地址和国家中心中中中中
	4.4.5、事故调查及处理	5.1、生物燃气分)发生脱管、隙管等导致压缩大物感 气重大泄漏时的应急措施。	
リアに記録しる日日	现场指挥部根据《事故管理规定》对事故进行考望 你理、并将结果报上级有关部门和领导。	5.1.1、抢险员工必须佩戴空气呼吸器、立即	
一步生产运行造	4.5、事发现场当班员工遭遇突发事故的处理原则	机液压撬气动阀,关闭进气总阀。	
		11070	
State of the second second			
Same Barnes		Although I	
and the second			
aller and a			
The second			
	P	1 MAGAN	
and a second second second			
in contain from			
		Call VIII	
		上	
		安宁能源	
		AN NING ENERGY	710 1 1
the second second			
			估 清洁汽牛
100			
	K P		
</th <td></td> <td></td> <td></td>			
-			
1 4			
4			
Annual D		the second s	

高雄石安牧場沼氣 (2015)



發現羽毛降解 (1987)



角蛋白酵素聯盟(Keratinase Alliance)



www.briworldwide.com

Industrial production (Taiwan)



Formulation (North Carolina)





Marketing (Global)

美國沼氣廠現況 (USDA, 2014)

	畜牧場 Animal Wastes	掩埋場 Landfill	污水場 Wastewater Treatment	總計 Total
現有沼氣廠 Operational	239	639	1,241	2,116
可建沼氣廠 Potential	8,241	1,086	3,681	13,008

美國沼氣潛能估計 (USDA 2014)

	畜牧場 Animal farms	掩埋場 Landfill	污水場 Wastewater treatment	總計 Total
沼氣潛力 (billion m³/yr)	10	10	4	24
年能量 (x10 ¹⁸ BTU/yr)	142	142	67	351
發電潛能 (10 ⁹ KWh/yr)	13.1	22.5	5.6	41.2
家用當量 (10 ³ homes/yr)	1,089	1,864	539	3,492
節省車用油 (10 ⁶ GGE)	1,031	1,028	441	2,499

沼氣多樣產品的市場潛價值 (美國乳牛業)

Digester products market potential



Dairy industry can generate value by repurposing food waste from landfills, converting into renewable energy and providing for ecosystem services; resulting in a business model that enables a 21st century bioeconomy for food and agriculture



沼氣技術的獲益:

- 1. 清潔燃燒,能源再生。
- 2. 收集甲烷,利用甲烷。
- 3. 減碳排放,碳權有價。
- 4. 降減廢料,轉化能源。
- 5. 密閉操作,臭味控制。
- 6. 有機肥料,土地回沃。
- 7. 病害控制, 食產安全。
- 8. 微生多樣,新奇產品。
- 但是.....成本?

雞糞料沼氣能源(Biogas Potential)

Biogas rate (60% CH4) Biogas yield, dry manure Biogas yield, fresh manure 5.0 v/v/d 500 l/kg 100 l/kg

Laying hens Manure wet/day Biogas/day Heat/day (6,000 kcal/m³ gas) kwh/day (2.0 kwh/m³ biogas) 1,000,000* 100 tons 10,000 m³ 60,000,000 kcal 20,000 kwh

* Equivalent to 100,000 hogs or 10,000 dairy.





運行費用

		US \$ 0.40M
	大型設備(發酵槽・儲氣 etc.)	1.30
	其他設備(脫硫・除砂・後處理 etc.)	2.00
	發電機組(1.0 MW)	0.96
	<u>設計、調試、技術服務</u>	0.40
	小計:	US \$ 4.66M
每:	年)	US \$ 1.75M
	約二十 :	US \$ 6.41M

收入(每年)沼氣發電(\$20,000 kWh/d) US\$0.73M CDM(40,000 ton CO_{2e}/yr) 0.40 有機肥料(400 ton/d) 1.46 總計: US\$2.59M

投資回報率(ROI): 6.41/2.59 = 2.47; 2.5 yrs

註: 1. 假設百萬蛋雞雞場, 糞料量相當十萬頭肉豬場, 或萬頭頭奶牛場。

- 2. 假設US\$0.10 per kWh。
- 3.假設有機肥料US \$ 10 per ton。



- 對沼氣技術的功能缺乏全面性了解
- 沼氣市場的不確定性
- 市場尚未成熟
- 缺少對能源、非能源產品的全面評價
- 地方、州省、國家政策、法規不一
- 缺少成功案例
- 缺乏科學、技術、應用的研究和開發: 料源開發,共發酵,再生能源尖兵,聯 通煤氣,微生物學,生物科技,有機肥料, 研發經費

永續發展 (Sustainability)

資源永續(Resource)

環境永續(Environmental)

經濟永續(Financial)

文明永續(Civilization)