

107年度  
「天然氣事業輸儲設備查核與檢測計畫」  
(3/3)

附件  
107年天然氣災害事故彙整成果

全程計畫：自 105 年 1 月 15 日至 107 年 12 月 31 日

年度計畫：自 107 年 1 月 01 日至 107 年 12 月 31 日

委辦單位：經濟部能源局

執行單位：財團法人工業技術研究院

- 1月1日至11月23日監控國內疑似天然氣事業災害事故共計220件，查證結果其中計154件屬天然氣事業事故(灰底)，66件非屬天然氣事業災害事故(如瓦斯桶火災洩漏爆炸、天然氣公司因火災啟動查報、民眾通報疑似瓦斯異味等)。監控事故如下：

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
1	2018/1/2 下午 01:16:00	臺北市	臺北市大同區重慶北路二段80巷26號暗管腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	6
2	2018/1/2 下午 07:00:00	臺北市	臺北市中山區新生北路三段與民權東路二段路口不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
3	2018/1/9 上午 08:58:00	臺南市	臺南市永康區南台街1號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
4	2018/1/10 上午 09:55:00	新北市	新北市新莊區中和街155巷24弄85號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
5	2018/1/10 下午 06:28:00	新北市	新北市三峽區文化路82巷不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
6	2018/1/13 上午 08:48:00	新北市	新北市三峽區光明路90號1樓不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
7	2018/1/12 上午 08:00:00	臺中市	臺中市南區工學路163號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	1
8	2018/1/15 下午 08:38:00	新北市	新北市中和區連城路4號其他外力損傷洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	0
9	2018/1/16 下午 03:15:00	新北市	新北市新店區中正路601號材料故障洩漏事故	洩漏	材料、焊接或其他連接故障	0	18
10	2018/1/17 上午 05:32:00	新北市	新北市土城區延和路1號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
11	2018/1/18 上午 10:40:00	苗栗縣	苗栗縣銅鑼鄉中平村中平17之6號中油苗栗供氣中心不當操作洩漏事故	洩漏	不當操作	5	0
12	2018/1/18 下午 07:40:00	臺北市	臺北市萬華區成都路110號管線腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	7
13	2018/1/17 上午 06:00:00	新北市	新北市土城區永豐路31巷1號1樓不明異味虛驚	虛驚	其它因素	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
			事件				
14	2018/1/20 下午 05:20:00	新北市	新北市林口區忠孝三路 53 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
15	2018/1/20 上午 03:20:00	新北市	新北市林口區文化二路一 段 58 號不明異味虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
16	2018/1/17 下午 07:00:00	新北市	新北市板橋區光武街 2 巷 13 號管線腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	2
17	2018/1/22 下午 02:50:00	新北市	新北市土城區立德街 74 巷 8 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
18	2018/1/24 上午 10:29:00	高雄市	高雄市仁武區八德西路 8 號管線開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	5
19	2018/1/25 下午 12:35:00	新北市	新北市中和區民治街 4 號 腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	20
20	2018/1/24 下午 08:20:00	新北市	新北市林口區自強二街 22 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
21	2018/1/25 下午 06:35:00	新北市	新北市土城區明德路一段 7 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
22	2018/1/30 上午 11:40:00	高雄市	高雄市前鎮區新生路和漁 港路路口不明異味虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
23	2018/1/31 上午 10:20:00	新北市	新北市土城區中央路四段 420 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
24	2018/2/1 下午 06:51:00	高雄市	高雄市小港區山明路 291 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
25	2018/2/1 下午 10:23:00	桃園市	桃園市龜山區萬壽路一段 80 巷 1 號不明異味虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
26	2018/2/5 上午 09:15:00	高雄市	高雄市鳥松區文前路 1 號 不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	20
27	2018/2/8 下午 03:29:00	高雄市	高雄市鳳山區過埤路與溪 濱一街路口管線開挖損傷 洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
28	2018/2/8 下午 05:45:00	高雄市	高雄市仁武區文教街 100 號前管線開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
29	2018/2/8 下午 11:51:00	新北市	新北市土城區延和路 116 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
30	2018/2/9 下午 06:40:00	新北市	新北市五股區六合街 62 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
31	2018/2/10 上午 08:48:00	新北市	新北市樹林區中山路一段 182 巷 57 號不明異味虛驚 事件	虛驚	其它因素	0	0
32	2018/2/14 上午 03:52:00	新北市	新北市泰山區新北大道七 段不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	5
33	2018/2/15 下午 03:50:00	新北市	新北市土城區學府路一段 85 號腐蝕洩漏洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	0
34	2018/2/16 下午 05:32:00	新北市	新北市林口區竹林路 15 號前不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	3
35	2018/2/14 下午 09:00:00	臺北市	臺北市松山區饒河街 168 號外暗管洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	5
36	2018/2/15 下午 03:20:00	臺北市	臺北市大同區保安街 55 號外暗管洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	0
37	2018/2/19 下午 05:00:00	新北市	新北市樹林區潭興街 143 巷不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
38	2018/2/22 下午 02:10:00	新北市	新北市樹林區佳園路二段 15 巷 8 號不明異味虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
39	2018/2/23 下午 07:22:00	高雄市	高雄市前鎮區一心一路 87-1 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
40	2018/2/26 下午 01:28:00	臺北市	臺北市內湖區文湖街 81 巷 1 號火警配合停氣事故	其它	其它因素	0	1
41	2018/2/25 下午 10:28:00	新北市	新北市土城區裕民路 61 巷不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
42	2018/2/26 上午 07:30:00	新北市	新北市樹林區三俊街 239 巷不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
43	2018/2/27 下午 03:59:00	新北市	新北市樹林區文化街 112 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	15
44	2018/3/2 下午 06:01:00	新北市	新北市三重區力行路 1 段 179 巷 7 號火警配合停氣 事故	其它	其它因素	0	3

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
45	2018/3/5 上午 08:45:00	臺中市	臺中市大里區甲園街 166 巷其他外力損傷洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	2
46	2018/3/6 下午 04:30:00	臺南市	台南市新市區南科七路與環西路口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
47	2018/3/12 上午 08:50:00	雲林縣	雲林縣斗六市莊敬路 210 號其他外力破壞洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	35
48	2018/3/15 上午 12:35:00	新北市	新北市土城區中華路一段 171 號材料故障洩漏事故	洩漏	材料、焊接或其他連接故障	0	0
49	2018/3/14 上午 11:50:00	新北市	新北市板橋區中山路一段 293 號火警配合停氣事故	其它	其它因素	0	89
50	2018/3/16 下午 04:13:00	新北市	新北市泰山區貴子路 15 巷 2 弄不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
51	2018/3/19 下午 02:53:00	新北市	新北市三峽區中正路一段 108 巷 8 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
52	2018/3/20 上午 09:00:00	高雄市	高雄市前鎮區民壽街 2-30 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	30
53	2018/3/20 上午 11:00:00	臺北市	臺北市大安區通化街 19 巷 13 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	8
54	2018/3/22 上午 03:05:00	新北市	新北市五股區成泰路三段 245 巷 16 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
55	2018/3/25 下午 09:30:00	新北市	新北市林口區文化三路一段 623 號 6 樓不明異味虛驚事件	虛驚	設備故障	0	0
56	2018/3/26 下午 03:10:00	高雄市	高雄市鳳山區正義街 105 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
57	2018/3/26 下午 09:45:00	雲林縣	雲林縣北港鎮好收國小前洩露事故	洩漏	材料、焊接或其他連接故障	0	345
58	2018/3/26 上午 09:07:00	雲林縣	雲林縣北港鎮好收路 1-6 號中油管線洩漏事故	洩漏	材料、焊接或其他連接故障	0	0
59	2018/3/27 上午 11:30:00	新北市	新北市中和區中和路 42 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
60	2018/3/29 上午 8:50:00	基隆市	基隆市中山區復興路 212 巷口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	5000

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
61	2018/3/30 下午 04:53:00	高雄市	高雄市路竹區大仁路 791 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
62	2018/3/31 上午 07:34:00	新北市	新北市林口區民治路腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	0
63	2018/3/31 下午 05:40:00	臺北市	臺北市中山區中山北路二段 62 巷 24 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	0
64	2018/4/2 上午 04:20:00	新北市	新北市三重區大同北路 220 巷其他因素事故	其它	其它因素	0	5
65	2018/4/7 下午 01:35:00	新北市	新北市土城區延和路 88 巷腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	17
66	2018/4/10 上午 10:58:00	臺中市	臺中市豐原區三豐路三段開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
67	2018/4/10 下午 01:42:00	彰化縣	彰化縣員林市靜修路 79 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
68	2018/4/13 下午 04:30:00	新北市	新北市板橋區篤行路三段 78 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
69	2018/4/16 上午 11:45:00	臺南市	臺南市永康區永二街永興路口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	290
70	2018/4/19 上午 05:30:00	新北市	新北市蘆洲區永安南路二段 258 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
71	2018/4/19 下午 04:40:00	高雄市	高雄市苓雅區四維四路 172 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	0
72	2018/4/23 下午 02:03:00	臺北市	臺北市士林區葫蘆街 29 巷腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	37
73	2018/4/23 下午 09:46:00	新北市	新北市林口區公園路 133 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
74	2018/4/24 下午 09:35:00	新北市	新北市三峽區中華路 21 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
75	2018/4/27 下午 06:00:00	臺北市	臺北市大安區忠孝東路四段 218 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	10
76	2018/4/30 上午 10:15:00	新北市	新北市中和區圓通路 190 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	130
77	2018/5/2 上午 09:05:00	新竹縣	新竹縣新埔鎮台 115 線 20 公里處開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
78	2018/5/2 下午 03:12:00	新北市	新北市鶯歌區鶯桃路與鶯桃路 365 巷口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
79	2018/5/2 下午 05:50:00	新北市	新北市樹林區復興路與樹德街口其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
80	2018/5/3 下午 02:13:00	新北市	新北市土城區中央路一段 269 之 4 號其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
81	2018/5/3 下午 04:27:00	新北市	新北市新莊區建福路 50 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	292
82	2018/5/4 下午 01:09:00	新北市	新北市土城區青仁路 12 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
83	2018/5/7 下午 05:40:00	新竹縣	新竹縣竹東鎮南寧路 91 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	61
84	2018/5/7 下午 09:20:00	高雄市	高雄市小港區沿海一路 145 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
85	2018/5/11 上午 08:51:00	新北市	新北市土城區金城路三段 42 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
86	2018/5/11 下午 04:30:00	高雄市	高雄市三民區大昌二路 121 號之 8 腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	65
87	2018/5/12 上午 11:15:00	新北市	新北市中和區秀朗路 3 段 128 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
88	2018/5/12 下午 03:11:00	新北市	新北市土城區中央路二段 189 巷 24 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
89	2018/5/12 下午 05:00:00	臺中市	臺中市北屯區崇德路二段與崇德五路路口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
90	2018/5/14 上午 10:30:00	新北市	新北市土城區裕民路 92 巷 8 號其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
91	2018/5/15 上午 09:10:00	臺北市	臺北市萬華區西藏路 199 巷 65 弄開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
92	2018/5/15 下午 01:56:00	高雄市	高雄市鳳山區文昌街與文華街口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	700

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
93	2018/5/15 下午 04:20:00	高雄市	高雄市新興區尚義街 111 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	18
94	2018/5/16 下午 04:25:00	雲林縣	雲林縣虎尾鎮光復路 197 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
95	2018/5/18 下午 11:20:00	新北市	新北市林口區忠孝三路 65 號 1 樓不明異味事件	虛驚	其它因素	0	0
96	2018/5/21 下午 12:10:00	臺北市	臺北市內湖區東湖路 188 號開挖損傷火災事故	火災	開挖損傷	1	5150
97	2018/5/26 上午 10:07:00	高雄市	高雄市林園區東林西路 87 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	5
98	2018/5/27 上午 08:00:00	新北市	新北市蘆洲區民生街 129 巷 14 號不明異味虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
99	2018/5/27 下午 02:39:00	新北市	新北市樹林區中華路與和平街口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
100	2018/5/30 下午 01:00:00	臺北市	台北市中正區仁愛路二段 91 巷 1 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	18
101	2018/6/7 上午 11:28:00	新北市	新北市樹林區中山路一段 306 巷 30 弄 1 號其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
102	2018/6/8 下午 05:30:00	臺北市	台北市大同區赤峰街 71 巷 21 號腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	6
103	2018/6/12 上午 11:55:00	彰化縣	彰化縣彰化市三民路 249 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
104	2018/6/17 下午 07:30:00	臺北市	台北市萬華區昆明街 92-4 號瓦斯管線洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	1
105	2018/6/18 下午 07:30:00	臺北市	臺北市中山區中山北路 1 段 124 號 1 樓腐蝕洩漏事故	洩漏	腐蝕	0	3
106	2018/6/18 下午 10:00:00	高雄市	高雄市三民區保靖街 45 號設備故障洩漏事故	洩漏	設備故障	0	14
107	2018/6/19 下午 10:00:00	高雄市	高雄市左營區榮總路 8 巷其他因素事故	其它	其它因素	0	21
108	2018/6/23 下午 12:15:00	桃園市	桃園市龜山區山鶯路 130 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
109	2018/6/23 下午 05:48:00	高雄市	高雄市岡山區大埤街 11 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	4
110	2018/6/22 下午 06:30:00	新北市	新北市三重區仁愛街 255 巷 47 號 2 樓材料、焊接或其他連接故障洩漏事故	洩漏	材料、焊接或其他連接故障	0	1
111	2018/6/25 下午 03:35:00	高雄市	高雄市梓官區梓官路 238 號其他外力損傷洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	1
112	2018/6/26 上午 09:47:00	桃園市	桃園市桃園區莊敬路一段 156 號開挖損傷火災事故	火災	開挖損傷	0	0
113	2018/6/26 下午 08:00:00	新北市	新北市土城區金城路三段 33 巷 12 弄 10 號 1 樓其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
114	2018/6/27 上午 10:39:00	臺南市	臺南市永康區國光五街開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
115	2018/6/27 上午 12:42:00	新北市	新北市五股區工商路 141 號其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
116	2018/6/28 上午 08:35:00	桃園市	桃園市觀音區工業三路與經建一路口設備故障洩漏事故	洩漏	設備故障	0	1
117	2018/6/28 上午 09:08:00	新北市	新北市新店區安和路二段 235 號前開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
118	2018/6/28 下午 06:16:00	新北市	新北市板橋區永豐街 55 巷 12 弄其他外力損傷洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	1
119	2018/6/29 上午 10:54:00	臺北市	臺北市大安區敦化南路一段 236 巷口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
120	2018/6/30 上午 10:15:00	高雄市	高雄市鳳山區鳳明街開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	120
121	2018/6/30 下午 03:30:00	新北市	新北市鶯歌區南雅路開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
122	2018/7/2 下午 03:02:00	新北市	新北市鶯歌區南雅路 33 巷口其他外力損傷洩漏事故	洩漏	其他外力損傷	0	163

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
123	2018/7/3 上午 10:30:00	臺南市	臺南市新營區太子路自然 力洩漏事故	洩漏	自然力	0	0
124	2018/7/3 下午 12:14:00	臺南市	臺南市新營區太子路自然 力洩漏事故	洩漏	自然力	0	0
125	2018/7/3 下午 01:10:00	臺北市	臺北市中山區大直街 9 巷 3 弄 2 號開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	44
126	2018/7/3 下午 10:20:00	新北市	新北市蘆洲區長安街 68 巷 15 號其它因素虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
127	2018/7/4 上午 01:55:00	新北市	新北市五股區成泰路四段 18 號 2 樓其它因素虛驚事 件	虛驚	其它因素	0	0
128	2018/7/4 下午 11:00:00	高雄市	高雄市鳳山區光復路 173 巷腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	3
129	2018/7/10 上午 09:50:00	雲林縣	雲林縣斗六市文華路開挖 損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	10
130	2018/7/12 上午 11:30:00	雲林縣	雲林縣斗南鎮禮文街與興 北街路口開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	20
131	2018/7/13 上午 12:30:00	新北市	新北市淡水區中正東路二 段 25 巷開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	146
132	2018/7/13 下午 04:31:00	新北市	新北市林口區仁愛一路與 公園路口開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	298
133	2018/7/13 下午 06:25:00	新北市	新北市三峽區國光街 18 巷 3 號 3 樓其它因素虛驚 事件	虛驚	其它因素	0	0
134	2018/7/16 下午 04:38:00	新北市	新北市樹林區保安街二段 287 號 1 樓其它因素虛驚 事件	虛驚	其它因素	0	0
135	2018/7/17 下午 07:00:00	新竹市	新竹市東區明湖路開挖損 傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	500
136	2018/7/18 下午 06:00:00	臺北市	臺北市大同區延平北路三 段 78 號與昌吉街 214 號自	洩漏	腐蝕	0	3

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
			然腐蝕洩漏事故				
137	2018/7/20 上午 09:44:00	臺中市	臺中市東勢區東關路與豐勢路路口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
138	2018/7/20 上午 11:30:00	高雄市	高雄市鳳山區善美路 71 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	63
139	2018/7/21 下午 08:43:00	新北市	新北市樹林區千歲街 10 號 2 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
140	2018/7/25 上午 08:10:00	高雄市	高雄市案岡山區中山南路開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
141	2018/7/27 下午 10:50:00	新北市	新北市中和區中山路二段 353 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
142	2018/7/30 下午 05:22:00	新北市	新北市三重區中正北路 315 巷 16 弄 1 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	1
143	2018/7/31 上午 11:04:00	高雄市	高雄市大樹區統嶺路 88 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
144	2018/8/1 上午 09:00:00	臺南市	臺南市永康區正強街 316 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	830
145	2018/8/1 上午 09:52:00	新北市	新北市林口區自強一街 30 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
146	2018/8/1 下午 07:20:00	高雄市	高雄市鼓山區美術東六街 143 號自然力洩漏事故	洩漏	自然力	0	408
147	2018/8/2 上午 03:45:00	新北市	新北市泰山區泰林路二段 64 巷巷口其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
148	2018/8/3 下午 04:15:00	新北市	新北市中和區景平路 581 號巷口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
149	2018/8/4 上午 10:54:00	高雄市	高雄市仁武區大正路 402 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
150	2018/8/4 上午 08:00:00	新北市	新北市八里區華峰三街 56 號其他外力損傷火警事故	火災	其他外力損傷	0	4
151	2018/8/4 上午 11:26:00	新北市	新北市土城區中華路 1 段 249 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
152	2018/8/7 下午 05:10:00	新北市	新北市泰山區仁愛路 80 號 6 樓其他因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
153	2018/8/8 上午 02:05:00	新北市	新北市八里區中山路二段 303 巷 3 號 3 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
154	2018/8/8 下午 05:30:00	臺北市	臺北市中山區龍江路 243 巷 9 號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	1
155	2018/8/11 下午 06:34:00	新北市	新北市蘆洲區得勝街 81 號 4 樓其他外力損傷火警事故	火災	其他外力損傷	0	0
156	2018/8/12 下午 08:20:00	新北市	新北市林口區文化二路一段 242 號 1 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
157	2018/8/13 下午 07:17:00	臺北市	臺北市萬華區漢中街 108 號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	0
158	2018/8/14 上午 09:40:00	臺中市	臺中市大里區塗城路 773 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	22
159	2018/8/17 上午 12:28:00	新北市	新北市樹林區啟智街 14 巷 16 號 1 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
160	2018/8/18 下午 11:00:00	臺北市	臺北市萬華區成都路 110 號 11 樓自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	23
161	2018/8/21 上午 11:50:00	嘉義縣	嘉義縣朴子市小懷鄉一路與嘉朴公路交叉口自然腐蝕事故	其他	自然腐蝕	0	251
162	2018/8/23 下午 04:26:00	新北市	新北市中和區景平路 111 巷前開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
163	2018/8/24 下午 07:25:00	臺中市	臺中市區松竹路與山西路二段 637 號前管線自然力洩漏事故	洩漏	自然力	0	26
164	2018/8/26 上午 08:26:00	臺中市	臺中市大甲區文武路 184 號管線開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
165	2018/8/29 上午 01:26:00	高雄市	高雄市前金區大同一路 200 號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	8

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
166	2018/8/29 下午 03:43:00	新北市	新北市中和區秀郎路三段 175 巷口開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	0
167	2018/8/30 下午 05:25:00	高雄市	高雄市鳳山區青年路二段 166 號前自然腐蝕洩漏事 故	洩漏	自然腐蝕	0	124
168	2018/8/31 下午 04:11:00	臺南市	臺南市安南區工業二路自 然力洩漏事故	洩漏	自然力	0	0
169	2018/8/31 下午 09:42:00	高雄市	高雄市新興區民生一路 280 號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	0
170	2018/9/6 下午 05:10:00	臺北市	臺北市大安區和平東路二 段 96 巷 17 弄 26 號其它因 素虛驚事件	火災	其它因素	0	2
171	2018/9/8 上午 08:00:00	臺中市	臺中市梧棲區臨港路三段 與自強路路口工安意外事 件	其他	工安意外	2	0
172	2018/9/8 下午 02:02:00	基隆市	基隆市中正區豐稔街 62 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
173	2018/9/8 上午 11:37:00	基隆市	基隆市安樂區新西街 57 巷 18 號自然力洩漏事故	洩漏	自然力	0	8
174	2018/9/9 下午 11:00:00	基隆市	基隆市安樂區新西街 207 巷 58 號至 60 號自然力洩 漏事故	洩漏	自然力	0	8
175	2018/9/12 下午 01:55:00	高雄市	高雄市小港區中山四路開 挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
176	2018/9/14 下午 02:33:00	臺北市	臺北市松山區八德路三段 74 巷 45 弄 1 號自然腐蝕 洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	3
177	2018/9/17 下午 06:09:00	新北市	新北市土城區裕民路 67 巷 4 樓 4 號 4 樓其它因素 虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
178	2018/9/18 下午 12:00:00	高雄市	高雄市仁武區八德東路 1000 巷開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	74
179	2018/9/19 下午 01:55:00	雲林縣	雲林縣斗南鎮興北路 70 號前開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	2

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
180	2018/9/19 下午 04:40:00	高雄市	高雄市苓雅區三多四路 77 巷 11 號自然腐蝕洩漏 事故	洩漏	自然腐蝕	0	1
181	2018/9/19 下午 03:00:00	臺北市	臺北市內湖區康樂街 186 巷 25 號 2 樓開挖損傷洩漏 事故	洩漏	開挖損傷	0	6
182	2018/9/26 下午 04:09:00	臺北市	臺北市內湖區成功路 4 段 61 巷 8 弄 11 號開挖損傷 洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	116
183	2018/9/27 上午 11:20:00	新北市	新北市土城區明峰街 15 號 1 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
184	2018/9/30 下午 09:01:00	高雄市	高雄市燕巢區角宿路自然 腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	35
185	2018/10/2 上午 09:12:00	屏東縣	屏東縣東港鎮光復路三段 (菜堂橋)開挖損傷洩漏事 故	洩漏	開挖損傷	0	18
186	2018/10/2 上午 10:28:00	新北市	新北市土城區裕民路 22 號 4 樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
187	2018/10/3 下午 08:55:00	新北市	新北市土城區延吉街 168 巷 5 弄 17 號 3 樓其它因素 虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
188	2018/10/5 上午 11:21:00	臺南市	臺南市中西區民生路二段 與金華路三段開挖損傷洩 漏事故	洩漏	開挖損傷	0	53
189	2018/10/5 下午 12:50:00	雲林縣	雲林縣斗南鎮興北路 80 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	2
190	2018/10/5 下午 02:30:00	高雄市	高雄市岡山區中山南路 207 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	10
191	2018/10/8 下午 10:10:00	新北市	新北市林口區興林路 55 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
192	2018/10/9 下午 03:49:00	高雄市	高雄市新興區民生一路 280 號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	8
193	2018/10/15 下午 01:30:00	臺中市	臺中市太平區樹孝路 196 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	200
194	2018/10/16 上午 04:45:00	新北市	新北市三峽區三樹路 237 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
195	2018/10/17 上午 10:01:00	臺南市	臺南市安平區安平路 672 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0
196	2018/10/18 下午 12:10:00	臺南市	臺南市安平區同安路 167 巷開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	73
197	2018/10/19 下午 08:28:00	新北市	新北市樹林區太元街 5 號 其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
198	2018/10/21 下午 05:50:00	臺南市	臺南市北區海安路三段 113 號其他外力損傷洩漏 事故	洩漏	其他外力損傷	0	40
199	2018/10/19 下午 10:40:00	新北市	新北市三重區自由街 35 巷 2~8 號、37 巷單雙號、 39 巷 1~5 號操作不當管線 進水事故	其他	操作不當	0	90
200	2018/10/22 下午 01:40:00	臺北市	臺北市大安區和平東路三 段 207 巷 6 弄 1 號其它因 素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
201	2018/10/23 下午 04:11:00	臺南市	臺南市安平區健康四街 116 號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
202	2018/10/24 上午 10:22:00	新北市	新北市三峽區中華路 15 巷 7 樓之 8 號其它因素虛 驚事件	虛驚	其它因素	0	0
203	2018/10/25 上午 11:50:00	高雄市	高雄市岡山區維仁路 27 號前開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	12
204	2018/10/26 下午 09:40:00	新北市	新北市土城區中央路二段 264 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
205	2018/10/31 下午 08:44:00	新北市	新北市土城區金城路三段 73 巷 9 弄 8 號 1 樓其它因 素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
206	2018/11/1 上午 10:30:00	高雄市	高雄市岡山區巨輪路開挖 損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	20
207	2018/11/1 上午 12:00:00	新北市	新北市林口區中山路 556 號材料故障洩漏事故	洩漏	材料故障	0	0
208	2018/11/3 下午 01:29:00	新北市	新北市土城區中華路一段 297 號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
209	2018/11/4 下午 02:00:00	臺中市	臺中市福安二街 37 號前 開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	0

項次	發生時間	發生地點	事故概述	事故類型	事故原因	人員傷亡	停氣戶數
210	2018/11/5 上午 10:00:00	高雄市	高雄市林園區信義路與王公路口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	55
211	2018/11/5 下午 08:35:00	新北市	新北市土城區學府路一段228巷2弄2號3樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
212	2018/11/8 下午 05:03:00	新北市	新北市土城區明德路1段221巷8號其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
213	2018/11/10 上午 11:25:00	新北市	新北市土城區明峯街9號4樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
214	2018/11/12 上午 05:50:00	新北市	新北市土城區永豐路13巷5弄7-2號2樓其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
215	2018/11/12 上午 10:50:00	高雄市	高雄市鳳山區瑞竹路140巷口開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	100
216	2018/11/15 上午 09:40:00	高雄市	高雄市鳳山區經武路357號開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	1
217	2018/11/15 下午 01:10:00	新北市	新北市瑞芳區明燈路三段開挖損傷洩漏事故	洩漏	開挖損傷	0	250
218	2018/11/21 下午 03:00:00	臺北市	臺北市中山區松江路150巷6號自然腐蝕洩漏事故	洩漏	自然腐蝕	0	3
219	2018/11/21 下午 06:48:00	新北市	新北市林口區八德路A9捷運站前其它因素虛驚事件	虛驚	其它因素	0	0
220	2018/11/25 下午 21:55:00	新北市	新北市三重區五華街92巷22樓材料故障洩漏事故	洩漏	材料故障	0	2

資料來源：本團隊整理

■ 蒐集 2018 年國外天然氣事業災害事故，累計 1 至 11 月 30 日共計 32 件事故，統計事故如下：

項次	發生日期	發生國別	事故概述	事故類型	事故輸儲設備	受傷	死亡
1	2018/01/08	加拿大	加拿大聖約翰市煉油廠丁烷管線洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
2	2018/01/10	美國	美國賓州費城天然氣洩漏事故	洩漏	用戶管線	0	0
3	2018/01/23	英國	英國倫敦市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
4	2018/01/31	美國	美國奧克拉荷馬州昆頓市天然氣鑽井平台爆炸事故	爆炸	輸儲氣設施	17	0
5	2018/02/28	美國	美國華盛頓州斯波坎谷天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
6	2018/03/05	美國	美國密蘇里州新馬德里郡天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
7	2018/03/04	波蘭	波蘭波茲南公寓天然氣洩漏爆炸事故	爆炸	用戶管線	24	4
8	2018/03/27	俄羅斯	俄羅斯莫曼斯克天然氣爆炸事故	爆炸	天然氣幹管	6	2
9	2018/03/28	美國	美國德州達拉斯市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
10	2018/03/30	英國	英國西約克郡天然氣管線洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
11	2018/04/11	英國	英國謝菲爾德市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
12	2018/05/01	巴西	巴西聖保羅市天然氣洩漏爆炸事故	爆炸	用戶管線	0	1
13	2018/05/17	美國	美國馬里蘭州羅克維爾市丙烷儲槽洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
14	2018/05/23	美國	美國喬治亞州華納羅賓斯市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
15	2018/05/24	美國	美國印第安納州萊克縣天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
16	2018/05/25	美國	美國加州威斯敏斯特市丙烷填充站爆炸事故	爆炸	輸儲氣設施	1	0
17	2018/05/30	美國	美國威斯康辛州格林代	洩漏	天然氣幹管	0	0

項次	發生日期	發生國別	事故概述	事故類型	事故輸儲設備	受傷	死亡
			爾市天然氣洩漏事故				
18	2018/06/02	美國	美國亞利桑那州鳳凰城天然氣管線火災事故	火災	用戶管線	0	0
19	2018/06/04	美國	美國佛羅里達州燃氣洩漏事故	洩漏	用戶管線	0	0
20	2018/06/10	中國	中國貴州省晴隆縣天然氣管道洩漏爆炸事故	爆炸	天然氣幹管	24	0
21	2018/06/23	美國	美國紐約州紐約市天然氣洩漏爆炸事故	爆炸	用戶管線	3	0
22	2018/06/25	美國	美國德克薩斯州天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
23	2018/07/01	中國	中國貴州省安順市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
24	2018/07/06	澳洲	澳大利亞新南威爾斯州大量天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
25	2018/07/10	美國	美國威斯康辛州天然氣爆炸事故	爆炸	天然氣幹管	6	0
26	2018/09/04	日本	日本大阪府天然氣管線洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
27	2018/09/12	墨西哥	墨西哥普埃布拉市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
28	2018/09/13	美國	美國波士頓天然氣管線連環爆裂起火事故	爆炸	天然氣幹管	9	0
29	2018/10/14	加拿大	加拿大哥倫比亞省天然氣管線爆炸事故	爆炸	天然氣幹管	0	0
30	2018/10/18	美國	美國加州天然氣管道火警事故	火災	天然氣幹管	0	0
31	2018/10/31	美國	美國加州薩克拉門托天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0
32	2018/11/19	美國	美國加州文圖拉市天然氣洩漏事故	洩漏	天然氣幹管	0	0

資料來源：本團隊整理

## 美國德州 Enterprise 公司天然氣管遭第三方破壞洩漏火災事故

- 意外事件編號：DCA-10-FP-004
- 系統型態：天然瓦斯輸送管線
- 意外型態：管線破裂及火災
- 地點位置：Cleburne, Texas 德州
- 日期：2010 年 6 月 7 日
- 時間：美國中部時間下午 2 點 40 分
- 所有人/運作者：Enterprise Products Operating, LLC 有限公司
- 傷亡情況：1 人死亡 6 人受傷
- 損害/清除費用：\$1,029,000 美元
- 洩漏物質：天然瓦斯氣
- 洩漏數量：172 百萬立方呎(1 億 7 千 2 百萬立方呎)
- 輸送管壓力：950 磅/平方英吋，表壓力
- 最大容許操作壓力：1,051 磅/平方英吋，表壓力
- 遭到影響的部分：36 英吋的輸送鋼管
- 意外事件

在 2010 年 6 月 7 日的下午 2 點 40 分，有一輛由 C&H Power Line Construction (C&H) 工程公司使用附裝鑽洞機械的卡車操作的時候鑿破一根 36 英寸直徑由 Enterprise Products Operating, LLC 公司負責運作的天然氣體輸送管線。C&H 公司是 Brazos Electric (Brazos) 電氣公司的下包商，事件發生的時候該(C&H) 公司正利用鑽洞機來挖洞，以便豎立電力配線的電線桿。意外事件發生的地點是在德州 Fort Worth 西南方約 45 英里的地方。事件發生時天然氣被點燃，同時造成鑽洞機操作員死亡以及有 6 位工人受到燒傷。輸送管線的最大容許操作壓力 (MAOP) 是 1051 磅/平方英吋表壓力 (psig)，當意外事件發生時管內的操作壓力是 950 psig。整個事件的財產損失以及後續清潔費用預估大約為 1,029,000 美元。

## ● 事件敘述

C&H 公司的鑽洞機操作員當時正準備要在靠近天然氣管線路權邊挖一個洞，以便能夠設置電線桿。臨時性的管線位置標記已經辨識出來，C&H 及 Brazos 兩家公司的員工，相信那是(ET)公司所操作唯一的直徑 36 英寸高壓天然氣的地下管線。在開始挖洞之前，Brazos 的工人把所要開挖的位置，往外移開使距離地下管線的位置更遠，以確認挖孔機的開挖位置不會靠近輸送管線。但是這些工人並不知道，他所決定的新開挖位置，正位在(另一家)Enterprise 公司所擁有的第二條沒有標記的天然氣輸送管線的上方。

在 C&H 公司鑽洞機操作員挖鑽大約 4 英尺深的時候，挖孔機鑿穿了 Enterprise 公司的輸送管線。突然破裂的高壓氣體把 60 噸重的鑽洞機拋遠至 100 英尺以外，同時發生劇烈著火燃燒(圖 1)。導致 C&H 公司的鑽洞機操作員死亡，另外有 6 位其他工人因為強烈的火焰而遭受到非生命威脅的燒傷。ET 公司的天然氣輸送管線並沒有受到損壞。

Devon Energy Corporation (Devon)公司是 Enterprise 公司天然氣體的供應商，Devon 公司的管線控制員在管線破裂之後，首先通知 Enterprise 公司氣體控制中心。Devon 公司的管線控制員注意到管線系統的操作壓力急速下降，同時告知 Enterprise 公司氣體控制中心，詢問是否發生在他們德州北部 Johnson 郡連結至 Devon 系統的 36 英寸直徑輸送管線上。



圖 1、天然氣正在 36 英寸直徑的 Enterprise 供氣管線燃燒

下午 2 點 49 分，Enterprise 控制中心的人員判定公司的 supervisory control and data acquisition(SCADA)資料監控系統已經自動的關閉了大約在破裂位置上游兩英里的地點的主要管線遮斷閥(MLBV 15)。Enterprise 公司氣體控制主管被通報說，接近現場的工作人員看到在輸送管線路權位置上有很大的火焰。該主管隨後指示現場的技術人員，把位在破裂地點下游約 7.8 英里位置的主要管線遮斷閥 MLBV 14 關掉，以便中斷氣體的流動。Enterprise 公司的 SCADA 紀錄顯示，閥門是在下午 2 點 55 分的時候關閉。在其他幾條分支管線的手動遮斷閥也都被關閉以便隔離，同時讓火焰燃燒自動熄滅。

- 緊急應變

Cleburne(CFD)的消防隊在下午 2 點 57 分的時候被派遣到達現場。在要到現場的過程中，消防隊已經接到確認說有 6 個工人受到燒傷，而且已經被用私人的車子送到附近的醫院。消防隊隊長在下午 3 點 09 分的時候到達現場，同時建立事件指揮。由 Johnson、Somervell 以及 Hood 等郡前來的一些志願消防人員(義消)協助 CFD 消防隊進行草叢火災撲滅、搜救作業以及醫護資源等工作。事件指揮官在下午 5 點 45 分的時候宣告現場區域已經安全。

事件指揮官到達現場之後除了鑽洞機的操作員之外，清查了所有現場的工人。等到氣體輸送流動終止以及現場火災撲滅之後，緊急應變人員在事情發生後的 2 個小時，發現到鑽洞機的操作員的屍體。

- **德州 811 地下管線設施標記規定**

德州開挖安全系統公司 Texas Excavation Safety System, Inc. (Texas 811) 是一間私人非營利的公司，他們是根據德州設施準則(Texas Utilities Code)標題 5(Title 5), 第 251 章(Chapter 251)法令運作的一個通報中心。開挖者，也就是申請開挖的人，必須要在 48 小時之前通知德州 Texas 811 通報中心任何他們所計畫的開挖作業，並提供資訊有關他們的工作內容、位置，以及所有必要的說明，以確認在進行任何機械開挖作業之前，正確的區域被標記出來。德州 811 通報中心會發出通知傳單，給所在附近區域紀錄上有地下設備的公司。在接到通知傳單之後每一個單位(1)必須要在 2 工作日之內進行地下設施的調查及標記(2)當標記工作完成之後通知德州 811 通報中心。德州 811 通報中心然後通知申請人說明地下設施位置定位以及標記作業已經完成。在標記區域之內，除非使用人工開挖的技術把地面下的設施暴露找出來，否則絕對禁止使用機械開挖工具設備。如果未能在施臨時標記符號完成之後，14 天以內完成所申請的工作時候，則必須要重新申請位置開挖。

德州 811 通報中心系統採用相同的程序，來定位及標示地下設施，作為營建工程計畫的部分。電力線的升級工作涉及兩個位置通知傳單的申請，一件是在 2009 年針對電力線路徑的計畫工作，另外一件是 2010 年 6 月針對電力線的架設。

- **2009 年 11 月份電力線途徑規劃計畫**

Brazos 公司與 Power Engineers 公司簽訂合約，要安裝會橫跨過 Enterprise 公司以及 ET 公司輸送管線路權線的一條 138 KV 的電力配線。管線路權包含兩條

直徑 36 英吋特高壓輸送管線，這兩條管線大約相隔 30 英尺平行埋設。Power Engineers 公司為了要建置詳細的電力線途徑圖，轉發包給 Surveying and Mapping, Inc. (SAM)公司執行。

2009 年 11 月 3 日，SAM 公司的領班向德州 811 通報中心提出開挖位置的申請，以便能夠辨識出沿著電力線途徑的所有地下設施。德州 811 通報中心向 Enterprise 公司及 ET 公司發出要求調查地下管線位置通告傳單。順著通知傳單上所指示的方向，定位的人員應該會通過電力配電站的臨接道路，在那裡有一組工作人員正在安裝電力線同時延續大概靠近管線路權約 0.5 英里的。工作的地點是距離電力分配站大約 100 英尺的地方，這個地方是 1/4 英里長的臨接道路的終點。

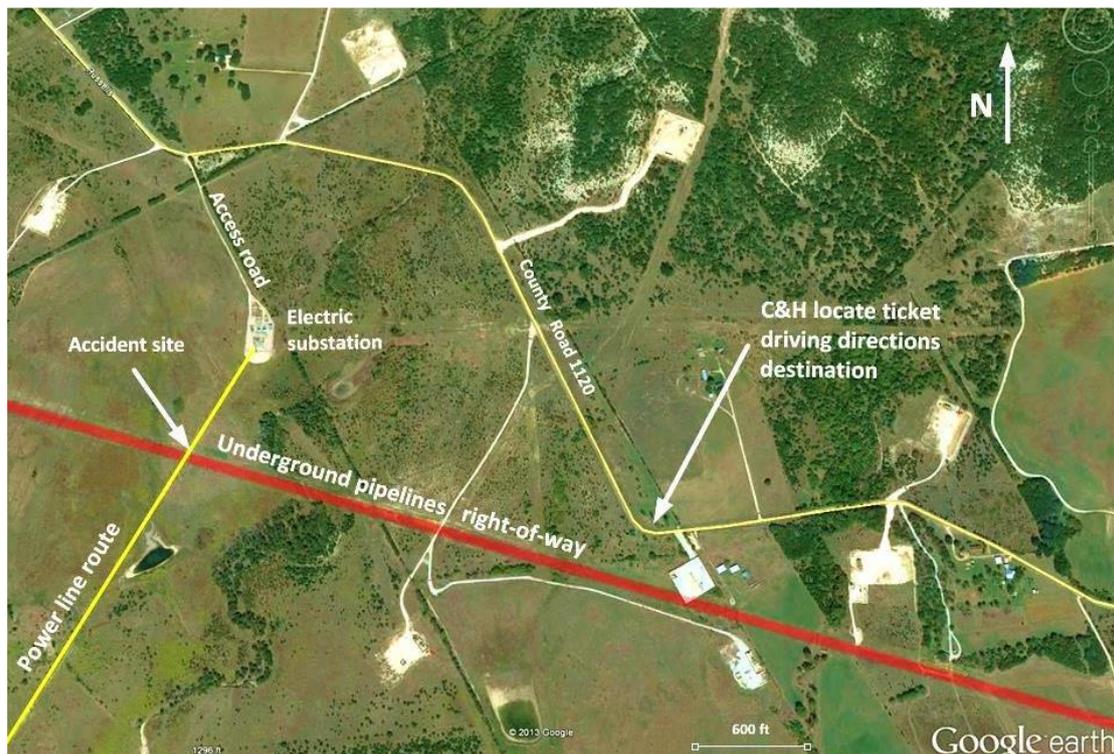


圖 2、圖面中顯示出在通告傳單上電力線的途徑、意外事故的地點、管線的路權線圖以及行駛路線的終點

ET 公司管線定位人員到達配電站，找到 ET 公司管線的位置並且作上記號，之後通知德州 811 通報中心說管線定位工作已經完成。SAM 公司的領班被告知

說 ET 公司管線已經完成標記。但是 SAM 公司的領班並不知道，Enterprise 公司的管線定位作業，還沒有被包括在這一次的定位通告傳單內容中進行。Enterprise 公司的管線仍然還沒有被定位標記。

在 2009 年 11 月 5 日，SAM 公司的資深技術員以及測量調查單位的主管，進行了一次的工作區域的走動巡檢，以便確認油漆標記以及設施旗幟被標記在 ET 公司地下管線的位置。SAM 公司的工作人員同時檢查管線路權線，但是並沒有查看地表面的情況，如果他們查看了表面的情況，他們就會建議說，有其他的地下設施，包括永久性以及臨時性的 Enterprise 公司管線的標記。測量調查單位的主管，利用全球定位系統(GPS)裝置以及可攜帶型的資料記錄器，紀錄了 ET 公司地下管線標記符號的位置。這些資料，是提供用來做新設的電力線電桿位置的地圖。

在 2009 年 11 月 9 日就是 SAM 公司工作人員完成走動巡檢之後的 4 天，以及德州 811 通報中心作業截止日之後的 2 日，Enterprise 公司管線定位員，最後打開定位通知傳單，同時叫 SAM 公司的領班，安排時間到現場去標示 Enterprise 公司管線的位置。但是 SAM 公司的領班告訴管線定位員說，他們已經完成通告清單上所列區域的路線圖調查作業。並沒有察覺到他們的簡短討論，內容錯誤的辨識出工作位置，他們同意 Enterprise 公司的管線位置定位員，不需要到現場以及標記地下管線。

SAM 公司最後所完成的管線路徑圖，只顯示出 ET 公司的管線位置，但是並沒有顯示出 Enterprise 公司的管線路權線。如果 Enterprise 公司的管線定位人員標記了管線的位置，它就會被顯示在路徑圖上。如果是一份精確的路徑圖，將會警惕 Brazos 及 C&H 兩家公司的工作人員，有兩條地下管線橫過電力線架設途徑，這兩條管線就會依據管線線路權線，在他們能夠安裝電力線電桿的之前被做好標記

## ● 2010 年 6 月電力線的架設

根據 SAM 公司所做出來的詳細路線圖，Brazos 公司僱用 C&H 公司來架設電力線。

在 2010 年 6 月 1 日為了要準備電線桿的架設擔負責任的 C&H 公司領班，向德州 811 通報中心提出開挖工作位置申請。申請書裡頭包含領班的姓名、電話號碼。該領班同時提供了行進路線以及施工地面高層、經緯度座標。德州 811 通報中心將開挖申請通告傳單分別送給 ET 及 Enterprise 兩家公司。

在 2009 年 11 月進行管線定位的那一位 Enterprise 管線定位員，熟悉在那個區域曾經工作過的管線路權線，於 2010 年 6 月 2 日使用他的筆記型電腦，取出了過去靠近配電站附近的開挖申請通告傳單。他根據開挖申請通告傳單上所附的行駛路線，開車到所標示的指定地工作地點：

我大約是花了 1 小時或 1 小時半的時間到達那裡，我開車及走路嘗試要發現工作人員或者裝備或者一些跡象顯示出他們是在哪裡工作，遵照者遵行的方向他們給我一個 **E-Call** 通知單。我並沒有發現什麼。

他並沒有看到任何證據顯示電力線架設的工作，他同時也沒有打電話給 C&H 領班，去澄清詢問他們是正在哪裡工作。他沒有在 Enterprise 公司的管線上做任何的記號就離開那個區域。

隔一天是 6 月 3 日，Enterprise 公司的管線定位員，再回到現場，查看一下他昨天去看的地方，同樣的他想尋找一些工作人員或者在管線路權線附近施工活動的證據。跟前一天一樣，他沒有發現任何活動，同時他們也沒有打電話給 C&H 公司的領班或者在管線上做上標記。

在 6 月 4 日 Enterprise 管線定位員，再一次的依照 C&H 開挖申請通告單的行駛路線第三次的回到現場。Enterprise 管線定位員告訴國家運輸安全委員會

NTSB 的調查員說，因為他並沒有發現任何證據顯示出在開挖申請單上所描述的位置有架設電線桿的活動，他決定將申請單結案，而且沒有放置任何臨時的管線標記。他在開挖申請單上註記的代碼 K，它意味著"管線定位員已經認知，在這裡沒有與 Enterprise 管線有任何衝突"，之後他將開挖申請單傳送回給德州 811 通報中心。當天稍後，位在奧克拉荷馬州 Dewey 地點的 C&H 總辦公室，收到德州 811 通報中心的通知書報告說"所有申請內容已經查清沒有衝突"。C&H 辦公室將通知單轉傳給在現場工作的 C&H 公司領班。

在 6 月 7 日的早上，Enterprise 管線定位員，由德州 811 通報中心抽出了一張新的包含相同工作地點指示說明的申請傳單。他知道他已經造訪過現場三次他認為依據申請傳單上的行徑路線正確的工作場所，並沒有發現任何工程活動的證據。他通知 C&H 領班在開挖申請單上註記。Enterprise 管線定位員告訴調查人員說，C&H 領班告訴他說，在該區域的工作已經完成。殊不知，C&H 領班告訴國家運輸安全委員會 NTSB 的調查員說，他對話中所談到的，是在另外一個配電站，幾天前已完成的另外一個電力線架設工作。

C&H 領班告訴國家運輸安全委員會 NTSB 的調查員說，他當時認為 Enterprise 管線定位員是在新的電線桿架設地點的施工現場。該領班同時對 Enterprise 公司管線定位員說，C&H 公司希望所有的電桿的豎立在隔天完成。C&H 領班並不知道 Enterprise 管線定位員並沒有在地下設施必須要先辨識出來才能進行工作的工作現場。領班告訴管線定位員說第二張開挖申請單是一張因為了持續工作的"更新的開挖申請單"，但是管線定位員確認為是他兩天前所勘驗過的相同工作。

根據兩個人的對話，再次的，管線定位員在沒有進行所要求的地下管線調查及標記作業的情況下，就在他的電腦上解(清)除了申請單的狀態。這一次他在開發申請單上標記 C，"解(清)除-沒有任何可能的干擾"。再一次的 C&H 公司的領班，被錯誤的通知說，施工地區沒有其他的地下設施。開挖申請單的解(清)除結

案，代表著說 C&H 公司已經被授權核准，只要他們是在所標記的地下設施範圍之外，就能夠使用機械設備的進行開挖工作安裝電桿。

- **鑽洞的位置以及管線的撞擊**

有一位 Brazos 的員工被指派去協助 C&H 的工作人員，注意到有一個挖洞的位置，是靠近 ET 管線臨時標示位置，為了要確認挖洞機不會太靠近 ET 的管線，這位員工把 ET 管線標竿木樁的位置，更往外遠離 10 英尺，達到一個割草區域之外，通常割草區是用來顯示管線路權線的範圍。況且，他並沒有看到，任何會使他警惕有 Enterprise 管線存在的永久性的管線標記。由於工人並不知道實際情況，所以他把一個新的電桿的位置，直接定位在沒有標記的 Enterprise 管線的上方。

當 C&H 鑽洞機器操作員開始進行鑽洞的時候，這個鑽洞機鑿穿了 Enterprise 公司的高壓天然氣輸送管線的上方，造成爆裂而且沿著管縱向裂開了大概 110 英尺(如圖 3 所示)這個爆裂的動作把重達 60 噸的鑽洞機拋到超過 100 英尺遠以外(如圖 4 所示)



圖 3、Enterprise 公司天然氣管線爆裂開的片段，約有 100 英尺長



圖 4、C&H 公司 60 噸的鑽洞卡車被翻轉過來，右下角圖所顯示的是同型的鑽洞

## 卡車

### ● 意外事件後所採取的行動

德州鐵路委員會使用一次通知計畫(one call program)，對於 Enterprise 公司發出了管理缺失通告。Enterprise 公司採取了以下的矯正措施方案以解決他們的缺失

- 在 2011 年 12 月 31 日以前，完成所有德州內陸所有管線系統的可見的沿線標記
  - 針對永久性的管線標記，修改他的作業程序文件使得能夠反映出可見標記的轉變。對於被規範使用活動中的管線，引用執行沿線可見的標記 (line-of-sight markers)
  - 針對永久性的管線標記，修改他的作業程序文件，使得能夠反映出使用沿線可見標記的要求
  - 購置新的 GPS 裝置，以提供員工能夠執行管線定位工作
  - 發展出內部訓練課程，用來教導員工如何使用 GPS 裝置來定位，同時在 2011 年第四季開始訓練員工
  - 針對使用裝備來定位地下管線，提供課堂訓練教育以及執行現場實務訓練
  - 針對如何使用設施圖面軟體，發展並執行標準化的內部教育訓練課程
  - 針對處理開挖申請通告單的作業程序，執行新的軟體應用程式 Internet Retrieval Ticketing Handling (IRTH)。執行額外的 IRTH 軟體程式訓練。IRTH 系統能夠追蹤延遲以及尚未完成的開挖申請通告單的處理狀況。德州 811 單位的人員將會和現場的工作人員、督導、經理以及主管，處理延遲的開挖申請通告單。
- 
- 可能的原因

國家運輸安全委員會決定認為可能的原因，是因為承攬商使用鑽洞機鑿穿了沒有標記的地下天然氣輸送管線而造成了管線爆裂及火災。歸咎的因素為Enterprise公司的管線，缺少永久性的沿線標記，以及Enterprise公司的管線定位人員，沒有在C&H電力線工程公司開始施工安裝之前，管線定位及標記作業的失敗。

資料來源：美國國家運輸安全委員會官網

<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAB1302.pdf>

## 美國華盛頓州液化天然氣調峰作業工廠燃燒爆炸事故

- 一、事故編號：149469
- 二、系統類別：LNG 儲存廠的純化及再生系統裝置
- 三、失效類別：燃燒爆炸
- 四、地點：西維吉尼亞州布魯克郡(Brook)弗蘭斯比區(Follansbee)
- 五、日期：2014 年 3 月 31 日
- 六、時間：早上 8 點 19 分
- 七、營運業者：Williams Partners Operating LLC
- 八、死亡/傷者：5 名員工受傷。
- 九、災損/清理費用情形：45,749,300 美元
- 十、洩漏量：234 桶液化天然氣(同時有液態及氣態狀況)
- 十一、受影響單元：D20-A 吸附槽(adsorber vessel)到 D-40 鹽浴加熱器(salt bath heater)間
- 十二、事故概述

在 2014 年 3 月 31 日星期一，大約早上 8 點 19 分太平洋地區時間的時候，位於普利茅斯(Plymouth)的液化天然氣調峰作業(Peak Shaving)廠發生了災難性的失效事件，導致廠內設施 LNG-1 的純化(purification)以及再生(regeneration)系統發生爆炸。失效發生的時間是在進行年度經常性液化作業的啟動作業時候。失效的起始，是在 D20A 吸附槽(adsorber vessel)以及通常是用來加熱氣體使得能夠產生再生吸附作用的 D-40 鹽浴加熱器(salt bath heater)之間。有 5 名員工受傷，在現場接受醫護處理，同時有 1 位員工被用飛機送到醫院接受燒傷治療。緊急遮斷被啟動，工廠的人員都被疏散。

由 D20A 吸附槽以及關聯的管線所噴飛出來的碎片，對工廠設施周遭造成了相當大程度的損害，包括穿透了 LNG-1 儲存槽的外殼、Saturn 渦輪壓縮機(Turbine compressor)的空氣洗滌器(air scrubber)、壓縮站地面上的氣體輸送管線、LNG-1 的冷凍塔(refrigerant tower)、再生壓縮機(regeneration compressor)及冷卻器(coolers)、液化天然氣氣化壓縮機(LNG boil-off compressor)、各種不同的工廠內通訊系統及電纜、備用緊急發電機以及在週遭附近的建築物及結構，包括控制室。更進一步的，在工廠外面的地面上的 Burlington Northern RR tracks 鐵路軌道，也遭受到噴射飛出的碎片的損害。

LNG-1 儲槽的外殼遭受到穿刺的結果是，在內部結構環區及外槽體之間的

珠岩(Perlite)絕緣層材質遭到破壞，因此使得氣化的液化天然氣逸散出來。蒸發氣(Boil-off gas)是液化天然氣在內槽呈現的一種持續蒸發產品，會連接到槽上方的開口處。並不能確實的知道，到底蒸發氣的來源，是直接由槽體被飛擲的物質穿透內槽所引入，還是經由上方開口處移轉進入，或是經由內外桶槽之間的結構環，以及外槽體的穿破所致。不管是怎麼樣，在 Plymouth 地區及附近社區 2 英里半徑範圍內的民眾，都要被疏散的決定被下達了。後來經過證實 LNG-1 內槽並沒有被穿刺過，內槽卻真實承受到一些微小的凹陷痕跡，這些凹陷之後被修復了。

除此之外，有一位在液化天然氣 1 號(LNG-1)桶槽下方突出的直徑 1.5 英寸的管線遭受到損壞。這個情況使得液化天然氣被噴灑出來而且發生氣化。現場並沒有發現造成意外的液體天然氣液池，也同時沒有造成(甲烷)蒸氣雲飄出工廠。在工廠變為安全之即刻，Williams 公司的人員穿著冷凍防護衣進入工廠設施內，把在損壞的 LNG-1 受損管線以及桶槽牆壁之間的閘門關閉，關掉了要進入桶槽的液化天然氣。天然氣大約持續洩漏了 25 個小時，預估大約每小時漏掉了 9.3 桶，或者是，整個總共洩漏掉 234 桶。

華盛頓設施及運輸委員會(WUTC)以及管線及危害物質安全管理局(PHMSA)針對這一事件進行對應處理，並且執行聯合調查有關造成失效的明顯的或者歸咎原因。

造成這一失效事件的顯著原因，被判定為是由於在 2014 年 3 月 18 日所執行的封裝(pack 管線歲修後的復原作業)以及驅氣排淨(purge)作業失敗(註；purge 作業，通常是使用惰性氣體驅沖吹清除管槽系統內的殘留氣體)，導致存留在管線中的混合氣體所造成的自燃現象結果。這個封裝以及驅氣排淨(purge)作業，是在開始進行液化作業的 13 天前執行的。

### **十三、Pipeline System Overview (管線系統概述)**

Plymouth 液化天然氣調峰作業廠，是一個位於 Williams Northwest 管線系統中間的一個儲存設施場所，它是太平洋西北部以及中央山脈區域(Northwest Pipeline System)的天然氣輸送的主要幹道。這一條長度大約是 3,900 英里的一條

雙向輸送系統管線，它穿過了華盛頓州、奧勒岡州、愛達華州、懷俄明州、猶他州和科羅拉多州。該西北系統提供了可以銜接英屬哥倫比亞、亞伯他、落磯山以及波多黎各盆地等地區的氣體供應。

液化天然氣廠是一座調峰作業的儲存設施，它是在春天及夏天的月份期間，將天然氣接收、儲存、並加以液化儲存，然後在秋天及冬天高需求量月份的時候，加以氣化供應。液化天然氣進行液化的過程，會將它的體積壓縮為 1/600。也就是說，600 立方英尺的天然氣會變成 1 立方呎的液化天然氣。反之亦然。1 立方英尺的液化天然氣氣化時，體積會膨脹到成為 600 立方英尺的天然氣。天然氣液化的製程，能夠允許用比較符合經濟效益的方式，將天然氣儲存，然後在稍後於需求量增高的時候，加以蒸發供應配送。

#### **十四、The Plymouth LNG Peak Shaving Plant (Plymouth 的天然氣調峰作業工廠)**

Plymouth 液化天然氣調峰作業廠包含 LNG-1 及 LNG-2 兩座液化天然氣工廠。在工廠的圍籬之內有一個加壓站，裡頭包括有四台往復式壓縮機(reciprocating compressor)以及一台 Saturn 渦輪壓縮機(Saturn Turbine compressor)工廠內的液化天然氣部分是一座調峰(調整尖峰用量)設施，是由州際西北管線運輸系統(Northwest Pipeline interstate transmission system)接取天然氣，經過移除二氧化碳以及水蒸氣之後，加以液化、儲存為甲烷產品，以便未來在尖峰需求量的時候加以蒸發後，再壓縮送回西北管線(Northwest Pipeline, NWPL)系統。它包括有兩座各具有容量 12 億標準立方英尺(14.5 百萬加侖)高 90 英尺的液化天然氣儲存槽。液化的製程包括 2 座每天 6 百萬標準立方英尺(MMCFD)冷凍塔，各塔是在整合的重疊式迴路系統(cascade loop system)中運作。廠務設施那包括有 4 座蒸發器，它的蒸發率是 75 MMCFD。在儲存槽內氣化的液化天然氣 (LNG boil-off)會被收集然後再注入管線系統之中。LNG-1 是在 1975 年設置開始運作，LNG-2 是在 1979 年設置開始運作。LNG-1 及 LNG-2 共同使用 4 座的蒸發器。

#### **十五、LNG-1 純(淨)化以及再生系統(發生失效事件的原始現場)**

純化以及再生系統，是屬於液化天然氣製程的一個子系統，它包含有兩座分

子篩選吸附塔(molecular sieve adsorbed tower)、一台再生氣體加熱器(regeneration gas heater)，同時也被稱鹽浴加熱器(salt bath heater, SBH)、一台再生壓縮機(regeneration compressor)，冷熱粉塵過濾器(hot and cold dust filters)以及相關的管線及閥件。該系統會在氣體進行液化之前，先將水分蒸氣及二氧化碳移除<sup>(1)</sup>。

吸附的過程的發生是被當作是一個液化程序作業的前置作業(precursor)。它是在兩座吸附塔之間，以時間為基礎的循環作業，當其中一個吸附塔移除水份以及二氧化碳的時候，另外一個吸附塔就進行再生作業，或者將已經通過氣體加熱器的待清潔氣體進行清淨作業。該製程確認持續順暢純化氣體，被輸送到可發生液化過程的冷凍塔。

當兩個純化器的一個，其純化過程時間達到的時候，再生循環的過程就會開始。這時，另一個待命的吸附器入口及出口閥門都被打開，使得能夠讓飼入氣體(feed gas)流通，使得該吸附器開始上線作業。這時，待進行再生的吸附器入口及出口的閥門，都被關閉，而再生器的入口及出口的閥門都被打開。由氣體主飼入管線的輸出側，往下游至吸附器的氣體過濾器之間有一條旁路管，這個通路可以允許部分的飼入氣體通過再生氣體加熱器。由再生氣體加熱器輸出的氣體，通過了經過選定的吸附器進行再生。加熱器的通道，能夠允許釋放出一些媒介物中的不純的物質。加熱的氣體，然後將不純的物質由吸附器中帶出。由吸附器排出的氣體，在經過再生氣體壓縮機之前，會先經過再生氣體過濾器以及冷卻器。再生氣體壓縮機，對進入主體輸送管線的流動氣施加壓力，同時將蒸發氣(boil-off gas)以及再生氣體頭(regeneration gas header)排出回到管線。

(1)：為了要能夠液態化，甲烷必須非常的純。吸附器是一種包含有媒介物桶槽容器，當一般品質規格的天然氣通過他們的時候，它夠移除其中的二氧化碳以及濕氣的。吸附器也被稱作分子篩檢器。

## 十六、導致失效的事件 Events Leading up to the Failure

以下的這些事件是在 2014 年 3 月 31 日上午，隨著時間進展過程，所發生導致失效的顯著重要事件。這些資訊，是摘自 Williams 公司於 2015 年 10 月 29 日所提報的根本失效原因分析(Root Cause Failure Analysis, RCFA)報告中和第 5-6

頁。PHMSA/WUTC 兩個主管單位在強調重點部分用括弧加底線【...】顯示。

2013 年 11 月 1 日：熱粉塵過濾器(D-45)附近的三個手動閥門拆除以便能夠讓空氣(包含 20.9%的氧氣)進入 LNG-1 號機組的純化及再生系統。

2014 年 3 月 18 日：在(D-45)附近的三個手動閥門被裝回去，同時用壓力由 100 psig 降到 5 psig【使用天然氣】執行三次驅氣排淨(purge)作業。因為所執行的沖放(blowdown)壓力，只降低到 5 psig，而不是產業界所認定的 0-1 psig，所以仍然有殘存氧氣在系統中。在作業程序書中所描述的閥件結構以及在吸附器附近的一些銜接管線，也都必須要進行沖吹達到 0-1 psig。該系統在完成了三次的最後壓力驅氣排淨(purge)作業之後。仍然維持在 5 psig。【在完成驅氣排淨作業之後，有一個閥門發生洩漏，慢慢的有天然氣進入系統。壓力升到 53 psig，而且一直維持到 2014 年的 3 月 31 日】。

2014 年 3 月 30 日：再生鹽浴加熱器(D-40)被啟動，同時慢慢的將溫度提高到全載運作的華氏 550 度。

2014 年 3 月 31 日上午 7:48 至 8:08：Plymouth 工廠的作業壓力系統(operators pressure system)上升到 685 psig。由於對仍然殘留在系統內的空氣以及天然氣的混合氣體加壓，加壓作業使得系統的溫度提高。

2014 年 3 月 31 日上午 8:14：再生壓縮機啟動，並確認在運轉。

2014 年 3 月 31 日上午 8:15：Plymouth 工廠的操控作業員(Board Operator)下令要使用分配控制系統(distributed control system, DCS)將閥門與正常運作狀況協調一致。自動的使閥門協調一致，可以讓天然氣流經系統。

2014 年 3 月 31 日上午 8:15：在經由 DCS 下達使閥門協調一致的命令後不久，位於鹽浴加熱器(SBH)【入口側的 V400D 的閥門被打開了，這同時使得天然氣與空氣混合氣體被陷在這一個閥門的兩端無法流動。】當空氣與天然氣混合的可燃性氣體流入了 D-40 鹽浴加熱器時，就在哪裡發生了自燃現象，這一個自燃作用，沿著天然氣的流動，經過可燃氣體區域往 D20A 的吸附槽方向，產生了連鎖式的起引爆狀況。在很接近 D-20A 距離的地方所發生的引爆(detonation，註：往外擴散燃燒速度大於音速)，所產生的壓力震波然後進入 D20A，同時由於快速

的過度壓力，使得系統槽體失效(破裂)，而釋放出天然氣到大氣中，這些逸散到大氣中的天然氣隨後被點燃，產生了一個很大的爆炸(deflagration，註：往外擴散燃燒速度低於音速)。

2014年3月31日：隨即在發生失效事件之後，工廠的運作馬上就被關閉，人員被疏散撤退，同時在當地緊急應變人員的協助之下，建立了事件應變指揮中心。

### **2014年3月31日事件發生當天的早上**

工廠那所有員工的正常開始作業時間是上午6點30分。在上午6點45分的時候，所有員工都會集合在主要行政大樓開會，規劃該週所要做的工作。這個會議大概會開一個小時左右。在開會的過程中，LNG-1及LNG-2兩套設施都會被提出討論。LNG-1機組設施的預定規劃時程目標，是在4月1日星期二上午開始作業，LNG-2機組設施的預定規劃時程目標，是在4月2日星期三上午開始作業。

在開完會之後，涉及純化作業迴路啟動作業的員工，將公司的政策及程序手冊進行覽讀，同時將LNG-1機組設施的液化作業啟動程序書取出。該程序書的影本被分送給每一位員工。各員工就回到控制室去開始進行啟動LNG-1機組設施的純化作業迴路。在這些員工團隊之中，有幾位是新進的員工，同時也包括有幾位較有經驗的員工。在這一個工廠之內，在職教育訓練，是一種確認新進員工能夠正確執行行動，完成各種不同工作任務的一項重要方法。

有三位技術員進入了控制室，另外有兩位技術員去了壓縮機房。啟動的作業需要用人力打開不同的閥門。在控制室內的技術員，使用無線電對講機，指揮在現場的技術員，執行啟動程序的每一個不同的步驟。當純化系統的壓力被建立提升起來之後，除了兩個技術員，其他的人員都回到控制室。而留在壓縮機房的兩位技術員，會靠近吸附塔的附近，他們是要觀察及聽一下再生壓縮機的啟動運作情況是否正常。

在剛啟動後的前面幾分鐘，壓縮機的運轉看起來是很正確。在這個時候，一位在工作室的員工，下達要開始啟動再生製程的命令，這一個命令是必須將閥門

的方向，與純化系統設備協調一致。位在鹽浴加熱器(SBH)在下游的 D-400 閥門(熱閥門)被打開了，天然氣及空氣混合的氣體進入了鹽浴加熱器(SBH)，就在那裡發生了自燃狀況。剛開始的爆炸，使得靠近鹽浴加熱器上游的管線產生災難性的失效效應。接著由鹽浴加熱器(SBH)的內部管線往後延伸到 D20-A 吸附槽底部擴散，發生了連動式的起引爆狀況。由失效損毀的管線可以證明，管線的失效是由內部壓力所導致。事件後的分析結果，證明有一些多重的爆炸現象，在震波還未到達吸附槽之前，就已發生在管線裡頭。那吸附槽所遭受到的失效狀況是破碎現象。

由(冶)金屬性分析的推論結果，顯示吸附器的失效是由於所造成的過負載事件所造成，同時顯示在吸附槽的內部並沒有內部燃燒的證據。在 D-20A 吸附槽所承受到的壓力預估大約高達 1,774 psig。一旦吸附器發生失效情況，洩漏出來的天然氣被點燃，所造成的爆炸將吸附槽的碎片往所有方向噴飛。

在壓縮機旁的兩位員工中的一位遭到了燒傷，他總算還能夠把他自己從有破碎雜物中自行走到行政辦公大樓，在那裡，他受到醫護急救。之後他被用飛機送到醫院去醫護處理。其他的四位員工只有遭到一點輕傷害。

在發生爆炸之後，所有在這個區域的員工都被疏散撤離。現場運作站內的緊急遮斷(emergency shutdown, ESD)開關由一位疏散中的員工啟動，而同時整個工廠的緊急遮斷(ESD)開關，由位在行政大樓辦公室的人員啟動。

## 十七、緊急應變

在發生爆炸之後，工廠經理立刻向 911 報告。工廠經理然後回到他的辦公室並且通知 Williams Gas Control 公司並告訴他們說這不是一個演練，液化天然氣工廠已經發生了爆炸，在吸附槽區域有火災以及煙霧發生，同時在管線壓縮機區域有天然氣被吹出。之後他就向 Williams 公司的營運作業督導長官報告有關爆炸及失火的狀況。然後他告訴現場行政辦公室的長官說，他要開始啟動疏散撤退的作業程序。

在上午 9 點 10 分的時候，有一位奧勒岡(Oregon)尤馬蒂拉(Umatilla)的代表，通知國家應變中心(National Response Center, NRC)(報告號碼 1078318)，報告有關

天然氣的爆炸及失火。他同時也報告大約有 200 名民眾被疏散撤退。管線及危害物質管理局(PHMSA)收到這個通報之後，立即通知在當時尚未知道這一事件的奧勒岡州公用設施委員會(Oregon Public Utilities Commission)。在經過幾分鐘的討論之後，當談到哥倫比亞河(Columbia River)區域的時後，他們判定，這個通知事件，可能是與由勒岡州的 Umatilla 位置跨過哥倫比亞河的對岸，靠近於華盛頓州(WA)的 Plymouth 地區的天然氣設施有關。

在上午 9 點 27 分的時候，有一位 Williams Northwest Pipeline 公司的代表，向國家應變中心報告 NRC(報告編號 1078325)事件的發生。他報告說，在上午 8 點 31 分的時候，在天然氣壓縮站(儲存液化天然氣)的位置發生了爆炸。這一位報告者陳述說，造成爆炸的原因並不了解，但是他相信可能是由於加熱器的爆開所致，而且在廠務設施之內有持續的火災發生，該工廠已經進行撤退疏散，有人員受傷的報告，但是並不知道受傷的人員是否被轉送到醫院，同時報告說，受傷的人員只遭受到輕微。

在這個時刻，管線及危害物質辦公室(PHMSA)的人員與華盛頓設施及運輸委員會(WUTC)(這單位是 PHMSA 在華盛頓州內針對天然氣乙級為 hi10 運動管線檢驗的合作夥伴)的人員進行聯繫。這時 WUTC 已經接到 Williams 公司的報告，同時已經針對這一事件，指派檢查員進行應變。

由於 911 的通報，當地的消防隊、警察單位以及郡區的緊急應變服務人員，都被派遣到該液化天然氣廠。首先到達現場的是消防滅火人員以及醫護急救車。在經過於工廠人員的討論之後，決定每一個人必須要離開更遠的地方。當時也同時決定，要撤退在大約距離工廠 2 英里半徑之內的所有民眾。這些民眾大概是等於華盛頓州 Plymouth 地區全部民眾。一個事件指揮中心被設置在 14 號公路以及 Plymouth 道路交叉路口的地磅站。在 2014 年的 3 月 31 日的下午稍早有一位華盛頓設施及運輸委員會(WUTC)代表到達現場，而一位 PHMSA 代表也在隔天上午到達現場。對於造成事故發生的原因開始進行調查。

## 十八、恢復運轉作業摘要

在進行事件調查以及工廠重建的過程中，Williams 公司很緊密的與 WUTC

及 PHMSA 兩個單位一起工作。所有在事件調查過程中所辨識出來的導致失效因素，不是在液化天然氣廠務設施重建的時，被“設計排除(designed out)”，就是藉由執行新的詳細作業程序要求，來對應排除。

以下的這些改變被推動執行，以降低類似事件再發生的可能：

1. 修改驅氣排淨(purge)作業程序，包括管線及驅氣排淨作業點的設計，使得所有可能的死角都被移除。
  - a. 管線的重新設計確認進行驅氣排淨作業的過程中，流動的迫清氣體能夠完全通過所有純化製程的迴路。
  - b. 執行詳細的驅氣排淨作業程序使得員工能進行安全、成功以及可重複性的驅氣排淨作業。
2. 將 LNG-1 及 LNG-2 兩組純化機組系統接合成為一個純化迴路，並與三組吸附機組結合。
3. 將在事件中所涉及的鹽浴加熱器(salt bath heater)移除，而用一個新的“緊密纏繞螺旋線圈(tight wound helical coil)”型式的加熱器來替代。這樣可以讓配送到氣體的溫度更均勻一致。
4. 修改啟動作業程序，要求加熱的程序必須要在系統必要的壓力及流量已經提升到正常作業的標準時，才可以開始進行。
5. 將控制室移離製程區。
6. 為工廠的控制系統增加檔案資料歸檔儲存的能力。
7. 針對製程作業程序進行全面的工程檢討及分析。

## 十九、事件調查細節

WUTC 及 PHMSA 兩個單位合作，共同進行該事件的事故調查。WUTC 的人員負責持續的督導那些金屬分析師(冶金專家 metallurgists)所特別關切的失效部分的管線及吸附器的評估，以及拆除的進行，以及工廠的重建及桶槽的修復。PHMSA 的人員負責監視 Williams 公司所採取的活動，並且在進行事故調查以及工廠重建的整個期間，持續於 WUTC 單位保持聯繫。

在 2014 年 3 月 31 日那一天，所有在工廠的員工，除了那一位因傷送到醫院

的員工之，都接受事件調查訪談。原始的設計文件、維修記錄、程序書以及歷年來所進行過的修改變更紀錄，都被檢討及分析。Williams 公司同時與不同的專家簽訂合約，來進行不同層面的分析。WUTC 及 PHMSA 對於所提出來的所有報告，都完成了審查及分析。以下的這些內容是摘錄自 Williams 公司的失效根本原因(RCFA)報告第 4-5 頁。

針對 2014 年 3 月 31 日所發生的事件，Williams 公司組成了一個包括員工及顧問公司的各種不同專業人員的調查團隊。在報告中，描述了一些每一個顧問所擔任的工作，以及這些報告如何能夠協助事件的調查。

ABS Consulting 顧問公司(證據的蒐集保存 Evidence Preservation)-當事故發生之後，立即被召喚到現場，維持管理系統監管權限，進行所有證據的蒐集。因為所有的碎片散佈在整個工廠，ABS 顧問公司被指派的工作任務是蒐集、分類以及維持所有證據的監護權。

Stress Engineering Services (冶金(金屬)顧問 Metallurgical Consultant)-SES 跟公司的人員針對 D-20A 吸附槽所產生的碎片送到他們在德州(TX)休士頓(Houston)的工作室進行金屬性分析，同時確認當初建造年代，桶槽使用的材料以及製造方法都是適當的。除此之外 SES 公司所準備的報告，同時下結論說，有多重的"關切注意點"顯示 D-20A 並沒有發生內部燃燒的狀況，這意味著，桶槽可能是因為暴露在快速的過多壓力情況而破裂。

Fauske & Associated (自燃測試 Auto-Ignition Testing)-該顧問公司，在芝加哥基地的團隊，被召喚到現場，針對天然氣進行加壓狀況的自燃測試。根據位在 Plymouth 工廠在發生事故當天所使用天然氣的組成份，Fauske 顧問公司用類似組成份的天然氣，進行分析實驗，測試壓力由正常大氣壓(為了要證明他們的測試起點)上升到 700 psig (也就是 Plymouth 工廠在事件發生哪一個早上的作業壓力)。測試的結論是，天然氣的自燃溫度會隨著壓力的增加而降低，同時就在事件發生的前一刻，自燃溫度可能會是在華氏 680 度那樣的低。

ABS Consulting (爆炸噴飛模擬 Blast Modeling) -在進行詳細證據的收集的過程中，ABS 公司所做成的一份損壞報告書中，註記了在製程區域的哪一些位置

發生了損壞。ABS 公司接著製作了一份製程區域的 3D 模擬軟體，同時在監視著整個系統的內部壓力的狀況下，針對整個製程區域的不同位置，進行內部引爆的模擬測試。所收集的壓力資料，然後再被用來根據每一個引爆的位置，決定可能發生損壞的區域。之後再將測試結果的預期損害區域與現場所觀察的損壞區域進行比對，特別是連結到鹽浴加熱器那一根發生由內部往外損壞現象，而不是由外部往內部衝擊的 4 英吋管。最符合的引爆位置就是在再生氣體加熱器的入口端。

Williams 公司同時與另外的一些專家，簽訂合約對於 LNG-1 的儲槽損壞進行評估。

- DBI, Inc. Quality Inspection and Consulting Services –針對 LNG-1 桶槽上已不再使用的 AP1-53 進行檢驗。
- G2MT, LLC -簽訂合約，針對桶 LNG-1 槽凹陷部分，進行殘存應力分析。
- Stress Engineering Services (Metallurgical Consultant) –對 LNG-1 在桶槽凹陷部分，在回復運作服務之前，執行服務適用性評估(Fitness- For-Service assessment)。

所有由各家顧問公司所提出來的報告，都被提報到 PHMSA 存檔。

以下的摘要報告表，是 Williams 公司提報的每月以及整體天然氣損失核算表。

Northwest Pipeline LLC Plymouth LNG Plant Incident Losses 16-Feb-16	Pipeline & Compressor Station Loss	LNG Tank & Plant Loss	Total
	Mcf	Mcf	Mcf
<b>March 2014</b>			
Pipeline Partially Closed Valve	4,263	-	
Compressor Station ESD	226	-	
LNG Plant ESD	-	33	
Tank Loss	-	9,748	
Total	4,489	9,781	14,270
<b>April 2014</b>			
Pipeline Partially Closed Valve	3,577	-	
LNG Tank Loss	-	71,212	
Total	3,577	71,212	74,789
<b>May 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	3,647	-	
LNG Tank Loss	-	14,162	
Total	3,647	14,162	17,809
<b>June 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	1,392	-	
LNG Tank Loss	-	13,405	
Total	1,392	13,405	14,797
<b>July 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	-	-	
LNG Tank Loss	-	15,898	
Total	-	15,898	15,898
<b>August 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	-	-	
LNG Tank Loss	-	13,140	
Total	-	13,140	13,140
<b>September 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	-	-	
LNG Tank Loss	-	14,061	
Total	-	14,061	14,061
<b>October 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	-	-	-
LNG Tank Loss	-	1,118	-
Total	-	1,118	1,118
<b>November 2014</b>			
Plant Pipeline Loss	-	-	-
LNG Tank Loss	-	2,332	-
Total	-	2,332	2,332
<b>Estimated Total (MSCF)</b>	13,105	155,109	168,214

調查員要求該 LNG 天然氣工廠，針對事件的發生，有關廠務設施的損失結果，提出一份摘要報告。以下是 Williams 公司所提報的，遭到衝擊廠務設施核算結果：

1. “遭到影響的系統(Systems affected)

a. T1 液化天然氣儲槽

- i. 事件發生的碎片穿透了桶槽的外殼。
- ii. 在 T1 桶槽的液化天然氣被轉移到桶槽 T2。
- iii. 桶槽經過加溫始之後，使用氮氣進行迫清作業，再用空氣進行驅氣排淨(purge)作業，排入大氣。

b. 氣化的液化天然氣 (LNG boil-off)

- i. 在事件發生的時候，由液化天然氣槽到氣化天然氣加壓器之間，遭受到損壞。
- ii. 在事件發生的時候，LNG-1 氣化天然氣加壓器遭受到損壞。
- iii. 液化天然氣桶槽 T1 及 T2 在進行維修的過程中，將排氣排入大氣中。

c. 液化天然氣蒸發器(LNG Vaporization)/送出

- i. 5 組液化天然氣送出幫浦的壓力安全閥(PSV)，再生循環以及保護的排氣管(casing vent piping)之中的 3 組回復到 T1 桶槽。由於幫浦沒有辦法使用，使得 T1 不能提供服務運作。

d. LNG-1 液化器

- i. 受損的位置延伸到冷卻箱。
- ii. 在事件發生的時候，通訊、電燈、電力以及危害氣體系統，都受到損壞。
- iii. LNG-1 馬達房的建築遭到相當程度的損壞而必須拆除。
- iv. 在事件發生的時候，氣化天然氣壓縮機、再生壓縮機以及混合冷媒壓縮機都受到損壞。
- v. 靠近 LNG-1 的控制室以及技術工作室都受到損壞。
- vi. 事件所產生的碎片，損壞了緊急發電機的散熱器。

- vii. 緊鄰在事故現場的管線槽架及結構鋼架遭到損壞。
- viii. 工廠辦公大樓受到碎片的損壞。
- ix. 維修室受到碎片的損壞。
- x. 在事件發生時，LNG-1 吸附器受到損壞。
- xi. 在事件發生時，(屬於蒸發氣(BOG)，混和冷卻機(MR)，Regen)的壓縮機  
    的空氣冷卻器以及氣體再生器遭到損壞。
- xii. 在事件發生時，冷卻製程桶槽遭到損壞。
- e. LNG2 液化器
  - i. 在事件發生時，LNG-1 及 LNG2 共通製程及管線系統遭到損壞。
  - ii. 在 LNG2 冷卻箱的電纜槽遭到事件發生的碎片衝擊。
- f. MR(混合冷卻機)
  - i. 在事件發生時，LNG-1 及 LNG2 遭受到損壞。
  - ii. 連結蒸發氣至混合冷卻機槽體之間的管線遭到損壞。
- g. 排氣管線
  - i. 在事件發生的時候排氣管線遭到損壞。
- h. NWP(西北管線系統)的管線壓力
  - i. Saturn 空氣入口過濾器(Saturn air inlet filter)銜接伸縮管箱(housing bellows)以及建築物都承受到損害。
  - ii. NWP(西北管線系統)的管線壓力遭受到損壞。”

## 二十、Findings and Contributing Factors(導致發生失效事件的歸咎因素及發現)

WUTC 及 PHMSA 兩單位的發現如下：

造成這一失效事件的首要原因，是由於 LNG-1 純化迴路，自 2013 年 11 月 1 日至 2014 年 3 月 18 日期間，開放於大氣環境情況，於隨後所進行的驅氣排淨(purge)作業低於標準要求，當機台要再啟動的時候，氣體及空氣所混合成的易燃性氣體仍然存在系統中，在進入鹽浴加熱器後發生自燃。

### 二一、導致事件歸咎因素

1. 書面程序書上面所寫的啟動順序，造成了這一事件的發生。鹽浴加熱器的啟

動，加上快速的將系統內存留的氣體及空氣混合氣體的壓力，由 53 psig 加高到 685 psig，使得當時的溫度及壓力情況，正屬於自燃的環境。

2. 在 2014 年 3 月 18 日，員工所採用執行的驅氣排淨(purge)作業及管件裝回作業程序，並沒有足夠的詳盡到，能夠確認得到成功以及可重複性的結果。
3. 在先前所執行過的驅氣排淨(purge)作業及管件裝回作業，當時可能在吸附器或附近有額外的驅氣排淨(purge)作業點。
4. 吸附器所採用的金屬材料不夠強韌，使得在發生失效的狀況下，造成破碎片段。

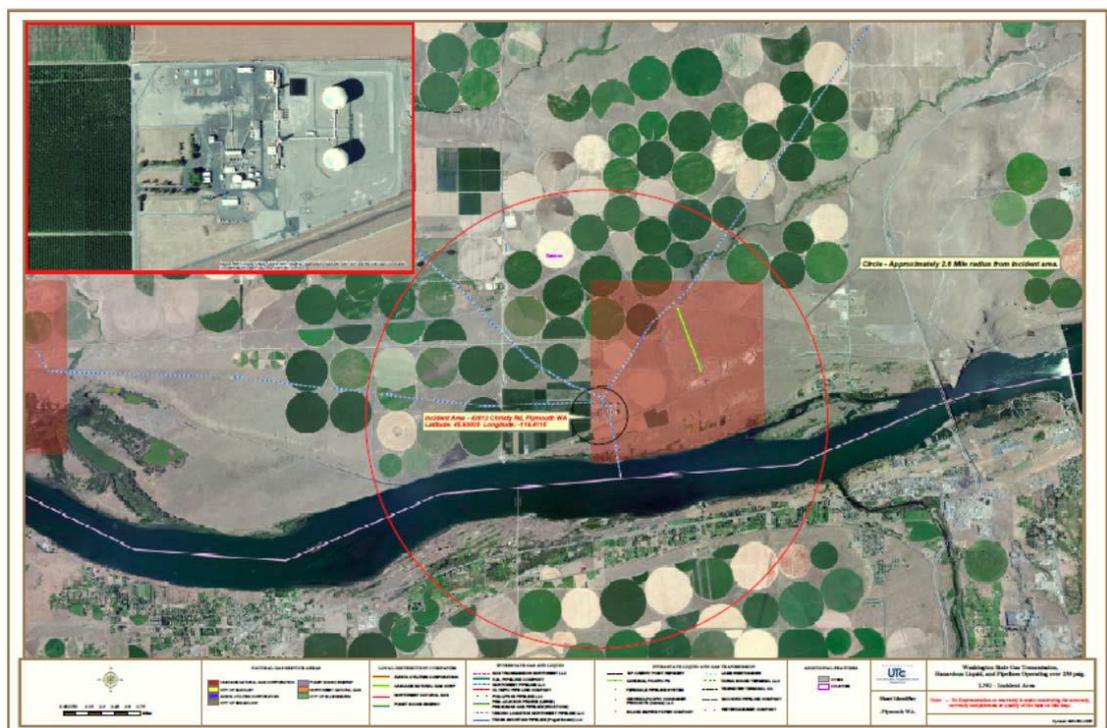


圖 1、華盛頓州 Plymouth 液化天然氣廠平面圖。紅色圈半徑約 2 英里



圖 2、液化石油氣調峰作業工廠俯視圖



圖 3、失效後不久採取的鳥瞰圖，面向南方，可以看到哥倫比亞河



圖 4、失效後不久採取的鳥瞰圖。火還在燃燒。滲透的外部 LNG-1 儲槽的珍珠岩絕緣層洩漏。控制室左下方



圖 5、面向東方，LNG 1 儲槽外觀圖。洩漏的 0.5 英寸液化天然氣管線位於儲槽左下方，在儲槽外牆有 v 型的冰層形成。地面左下方珍珠岩保溫層



圖 6、控制室(圖中間左側)。建築中心右側 LNG-1 壓縮機，冷卻塔位於壓縮機設施的左側。在失效的吸附器附近，天然氣從切斷的淨化循環管線中燃燒



圖 7、壓縮機大樓內部情形，其中 2 名員工正在監聽壓縮機啟動。在照片中，故障的吸附器位於後牆外側。因燒傷而住院的員工就在這個區域。紅色箭頭指的是一頂安全帽。



圖 8、從控制室前面向事故現場看到的 SE。其中一個吸附器位於其側面。壓縮機在中後側。左上方冷凍塔。以燒毀的卡車作為參考



圖 9、面向西方，控制室的情形。以燒毀的卡車作為參考



圖 10、面向西方，從窗戶往內看到的控制室。



圖 11、失效的吸附器基地中心的殘餘物。冷凍塔頂中心。來自失效的吸附器的大塊碎片嵌入塔的中心



圖 12、LNG-1 鹽浴加熱器自燃。紅色箭頭表示 4 英寸加熱器氣體入口中的故障點。管線向外和向下吹。它通常在加熱器後面的管架上。面向東北。LNG-2 儲罐在其後方



圖 13、鹽浴加熱器的另一個角度。用紅色箭頭表示 4 英寸進氣管，管線被吹到加熱器的左側。面向西北。



圖 14、與 LNG-1 鹽浴加熱器相同的 LNG-2 鹽浴加熱器。4 英寸進氣管線被塗成黑色。



圖 15、LNG-1 和 LNG-2 淨化系統。面向東北。未損壞的 LNG-2 吸附器，冷凍塔和鹽浴加熱器中間左側。



圖 16、未損壞的 LNG-2 吸附器，與事故前的 LNG-1 吸附器相同。



圖 17、失效的管線重新組裝在安全的證據場中，盡可能靠近原始管線配置。標樁(stake)放置在管架橫樑上。仔細觀察發現，由於“滾動爆炸(rolling detonation)”導致管道內部發生許多故障。4 英吋鹽浴加熱器進氣管放置在鹽浴加熱器 6 英吋出口管線旁。托盤裝有 4 英吋管的所有小碎片。



圖 18、此為前一張照片的相反方向。注意背景中的吸附器。



圖 19、證據場概況

二十二、參考資料：

[https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/docs/FIR\\_and\\_APPENDICES\\_PHMSA\\_WUTC\\_Williams\\_Plymouth\\_2016\\_04\\_28\\_REDACTED.pdf](https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/docs/FIR_and_APPENDICES_PHMSA_WUTC_Williams_Plymouth_2016_04_28_REDACTED.pdf)