



BITOBAR

火炬氣全回收項目 可行性研究報告

美國 **BTB** 科技有限公司
畢托巴(上海)科技有限公司

目 錄

第一章、總論.....	1
1、編制的依據和原則.....	1
第二章 中國煉油石化工廠的火炬氣排放及回收系統的研究.....	3
2.1 火炬氣排放對大氣的污染及對周圍地區居民生活的影響造成工廠、政府與居民的不和諧.....	3
2.1.1 火炬氣排放對環境的污染.....	3
2.1.2 火炬氣的回收對環境的改善.....	5
2.1.3 火炬氣排放的污染造成工廠周圍居民與工廠、政府之間不和諧.....	6
2.2 4 萬噸煉油工廠與百萬噸乙烯廠火炬氣排放狀態的研究.....	6
2.2.1 一個 1000 萬噸/年煉油廠各生產裝置向火炬系統排放火炬氣量的統計及分類.....	8
2.2.2 一個 1000 萬噸/年煉油廠主要生產裝置開、停工及設備故障放空參數。 .	14
2.3 中國火炬氣回收系統的研究.....	14
2.3.1 中國目前煉油石化工廠火炬氣的排放與回收估算.....	16
2.4.0 火炬氣回收一體化智慧系統（Flare gas recovery integrated intelligent system）FRIS 在火炬氣回收裝置的應用.....	17
2.4.1 智慧化管理的氣櫃使其儲存火炬氣的量達到最大化.....	17
2.4.2 一體化智慧系統提高壓縮機的運行效率，提高火炬氣回收效率.....	19
2.4.3 火炬氣回收 FRIS 一體化智慧系統 FCS 控制系統.....	23
2.5.0 火炬氣回收機、電儀設備一體化智慧系統 FRIS 的推廣.....	23
2.5.1 FRIS 系統與目前火炬氣回收系統的比較.....	24
2.5.2 FRIS 系統在煉油石化領域推廣問題及阻力.....	26
2.6.0 以私人資本內進行煉油、石化工廠火炬氣回收專案建設的 BOT 模式.....	26

2.6.1 BOT 模式在煉油石化工廠火炬氣回收建設的可行性	26
2.6.2 經濟效益.....	27
2.6.3 世界煉油石化工廠能力及周邊國家煉油能力及火炬氣回收.....	28
2.6.4 世界煉油石化工廠火炬氣回收分析.....	28
2.6.5 BOT 模式在東南亞地區的推廣.....	28
第三章、工藝、設備、自動控制、電氣、土建、給排水、管道.....	30
3.1、工藝.....	30
3.1.1 工藝流程及工作原理	30
3.1.2 工藝參數.....	31
3.1.3 蒸汽.....	31
3.2、設備.....	31
3.2.1 氣櫃.....	31
3.2.2 水封閥組.....	33
3.2.3 壓縮機.....	35
3.2.4 罐、容器、換熱器	35
3.2.5 機泵選用.....	36
3.2.6 管線甩頭表.....	36
3.3、自動控制.....	38
3.3.1 火炬氣回收控制系統 FCS 功能（Flare Control System）	38
3.3.2 FCS 系統主要控制設備及材料.....	39
3.4、電氣.....	41
3.4.1 電氣設計範圍	41
3.4.2 供配電系統.....	41
3.4.3 裝置環境特徵及用電負荷等級.....	42

3.4.4 電氣設備材料	42
3.4.5 電纜截面選擇	43
3.4.6 供電線路.....	43
3.4.7 防雷、防靜電、接地	43
3.4.8 照明.....	44
3.4.9 電訊.....	45
3.5、土建.....	46
3.5.1 機櫃間	46
3.5.2 壓縮機廠房（鋼排架結構）	46
3.5.3 結構部分.....	46
3.5.4 道路佈置及型式.....	46
3.5.5 壓縮機及氣櫃基礎驗收.....	47
3.6、給排水	47
3.6.1 給水.....	47
3.6.2 排水.....	47
3.6.3 消防.....	49
3.7、平面佈置.....	49
3.7.1 平面佈置原則	49
3.7.2 平面佈置方案	50
3.8、管道佈置說明	51
3.8.1 概述.....	51
3.8.2 管道間距.....	51
3.8.3 管道坡度.....	51
3.8.4 防腐設計.....	51

3.8.5 管道保溫.....	52
3.9、施工要求.....	52
第四章、安全、環保.....	54
4.1、安全部分.....	54
4.1.1 工藝安全設計評估：	54
4.1.2 風險評估.....	56
4.2、環保.....	60

第一章 總 論

一個煉油石化企業在正常生產及裝置正常開工、停工（不包括停電、停水、安全事故、操作失誤等情況）時，各裝置生產過程中產生的瓦斯氣（HC）都會由火炬氣管網匯總到火炬系統向大氣進行燃燒排放，特別是當工廠遇到停電（變電所故障）、停水、停蒸汽、停風，或者火災等事故時，其流向火炬系統的排放量可達到 400t/h-2000t/h，實際上火炬系統是煉油化工企業的安全泄放系統，不可以沒有。裝置泄放的瓦斯氣（HC）一旦排放不及時將會引起憋壓，甚至發生爆炸事故。

火炬氣的燃燒排放不但嚴重污染大氣，影響周圍居民的生活與休息，引起居民的不滿，同時又浪費大量的瓦斯氣（HC）。一個煉油化工企業包含許多加熱爐及燃燒系統，每小時都會通過瓦斯（燃料氣）管網向加熱爐提供幾十噸的燃料氣。

如果將火炬系統向大氣排放的瓦斯進行回收，並送到全廠燃料氣管網供加熱爐作為燃料氣使用，不僅可以產生巨大的經濟效益，還可以減少對大氣的污染，改善周圍居民的生活與休息環境。

本專案編制的目的就是將煉油化工企業火炬系統排放的瓦斯氣進行回收，進入火炬氣回收氣櫃系統，再經過壓縮機抽取加壓，送到全廠燃料氣管網系統，同時通過汽化器補充瓦斯氣，達到全廠燃料氣壓力平衡。同時將現有火炬氣回收技術進行優化發展，在原有基礎上進行發展、進行新技術應用建立一個智慧化、一體化火炬氣回收系統大量回收火炬氣、達到零排放（不包括停電停水）。

1、編制的依據和原則

煉油化工企業在正常運行時，裝置排放的瓦斯氣通過火炬燃燒放空來保證煉油化工廠的安全運行，如需保證裝置安全運行，又要減少火炬氣的燃燒排放，則可以通過回收火炬氣來實現節能減排的目的。

美國石油協會發佈的 API RP521 減壓、降壓系統指導標準中明確提出，對大氣排放的火炬系統，要求將排放的火炬氣進行回收，並提出了詳細的火炬氣回收流程圖及相關設備。

根據 API RP521 標準的要求，火炬氣回收系統應由回收氣櫃系統、提升壓力的火炬氣

壓縮機系統、火炬氣分液罐、水封罐系統組成，如果回收的火炬氣作為燃料氣向加熱爐提供瓦斯，則還需要對燃料氣管網系統進行壓力平衡控制，為保證火炬氣的充分回收及安全可靠性，由一整套可靠地安全聯鎖及自動控制系統 FCS（FLARE CONTROL SYSTEM）來完成，FCS 系統是保證火炬氣回收及優化的安全控制系統。

中國根據美國石油協會 API RP521 標準為基礎，將其標準進行細化，制定了《中國石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》SH3009-2013，要求新上的或者改造的煉油石化企業均按 SH3009-2013 標準實行火炬氣回收技術，而沒有火炬氣回收系統的企業要求在規定時間內整改。

根據我們調研發現，包含火炬氣回收系統的企業，不但火炬系統在裝置正常運行的情況下沒有排放，同時又回收大量火炬氣供全廠加熱爐作為燃料，其經濟效益非常可貴，實踐證明，既可以改善環境，又可以創造經濟效益。

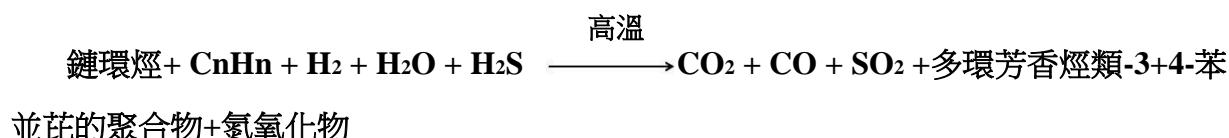
第二章 中國煉油石化工廠的火炬氣排放及回收系統的研究

2.1 火炬氣排放對大氣的污染及對周圍地區居民生活的影響造成工廠、政府與居民的不和諧

石化與煉油廠在日常生產與設備故障狀態下會排放大量可燃氣體，這些可燃氣體通過燃燒向大氣擴散污染環境。

火炬氣是由十幾個生產裝置排放出來的廢氣，它主要由甲烷、乙烷、乙烯、丙烷、丙烯、氫氣、重烴、硫化氫等組分組成（詳見：3.火炬氣回收系統 FRS 的研究部分的氣體組分表）。

由於火炬氣來自不同生產裝置，其組分及分子量不斷變化，其流量溫度均變化很大，它在火炬頭上部燃燒是一個複雜的氧化與高溫聚合反應，會產生不同的氧化物與聚合物，如果沒有充分燃燒，其化學反應如下：



由於火炬氣在火炬頭上部燃燒產生的廢氣及有毒物是不可控、無法採取淨化措施，特別是這些有機物的不完全燃燒會產生的多環芳香烴類-3，4-苯並芘等聚合物是一種強致癌物，既污染大氣，又危害人體健康。

如果人們吸入這些污染物會引起肝臟腫大，肝功能受損、致癌，並且對肺、胃、大腸、白血病、胰等有強烈的致癌作用。

2.1.1 火炬氣排放對環境的污染

根據對煉油廠、石化廠大氣環境品質實測資料並且借助于高架火炬的煙氣擴散模式對污染濃度分佈範圍的確定。

中國某地職業病預防中心與環保部門對某一石油化工企業(1000 萬噸/年原油加工)以火炬為中心，對在火炬中心 15 公里範圍對所有居住居民（包括石化企業的職工）按國際

標準 ASR（age-standardised rate）癌症標化發病率的統計，並且在火炬中心 15 公里至 30 公里範圍內進行對比統計：

1. 1996 年、1997 年、1998 年三年內平均 ASR（癌症發病率）統計表：

序號	統計範圍	標化癌症發病率 ASR（人/10 萬）	癌症類型	備註
1	火炬中心 15 公里範圍內	933.4	肝、肺、胃、大腸、 白血、胰	
2	火炬中心 15 公里至 30 公里 內	359.1	肝、肺、胃、大腸、 白血、胰	

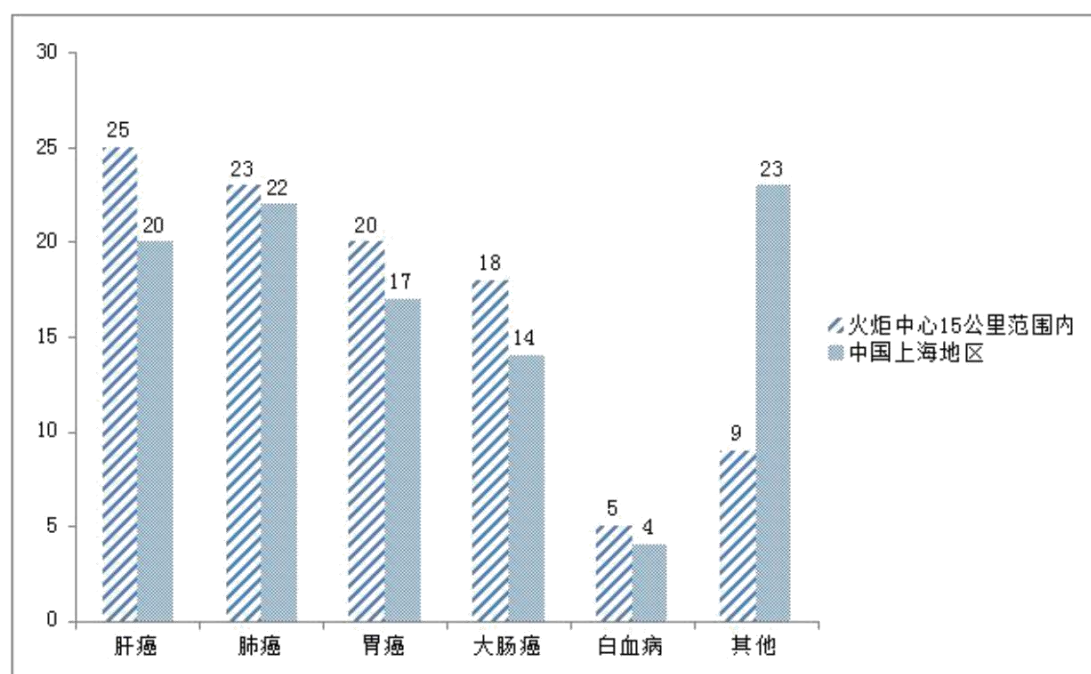
從三年平均 ASR 資料統計可以看出，在火炬中心 15 公里範圍內癌症發病率 ASR 是火炬中心 15 公里至 30 公里的 2.6 倍，此資料與煉油廠、石化廠大氣環境品質實測與高架火炬煙氣擴散模式對污染濃度分佈範圍對比基本相符。

2. 2001 年、2002 年、2003 年三年內山東某石化廠周圍平均 ASR（癌症發病率）統計表

序號	統計範圍	標化癌症發病率 ASR（人/10 萬）	癌症類型	備註
1	火炬中心 15 公里範圍 內	1345.6	肝、肺、胃、大腸、白 血、胰	
2	地區（全市）	384.9	肝、肺、胃、大腸、白 血、胰	

中國山東某地三年平均 ASR 資料統計，15 公里範圍與當地平均 ASR 之比是 3.5 倍。

3. 1996 年、1997 年、1998 年三年內各類癌症發病比例圖（中國某石化地區）



從上述統計資料可看出火炬氣排放、燃燒有毒聚合物是對人的肝、肺、胃、大腸、白血病有致癌作用，生活在火炬中心 15 公里範圍內居民對以上種類癌症 ASR 要高，這與火炬氣產生致癌物質的化學反應也相符。

所以我們說，火炬氣燃燒排放對大氣污染是相關的，火炬氣的排放已引起工廠與周圍居民不和諧的抗議，影響了社會穩定，在 1996 年，當時中國上海市長黃菊與中石化董事長李毅中發出行政指令，要求在二年之內消滅火炬排放（停電、停水、安全事故除外）。並且在上海地區首先實現消滅火炬排放，拿出專款資金，用在火炬氣回收項目，並且限時完成，從此中國煉油、石化行業的火炬氣回收項目開始實現。

2.1.2 火炬氣的回收對環境的改善

火炬氣的回收消滅了火炬的排放，原來的火炬系統作為工廠停電、停水、安全事故的應急措施。

中國某職業病預防中心與環保部門對某一石油化工企業（1000 萬噸/年原油加工）10 年後又進行了 ASR 癌症標化發病率的統計與對比。

1.2008 年、2009 年、2010 年三年內平均 ASR（癌症發病率）統計表

序號	統計範圍	標化癌症發病率	癌症類型	備註
----	------	---------	------	----

		ASR (人/10 萬)		
1	火炬中心 15 公里範圍內	496.1	肝、肺、胃、大腸、白血、胰	扣除人口老齡化因素
2	火炬中心 15 公里至 30 公里內	448.7	肝、肺、胃、大腸、白血、胰	扣除人口老齡化因素

從消滅火炬排放，將火炬氣全部回收（安裝了二套 30000M³ 氣櫃，8 套壓縮氣每年回收火炬氣 8 萬噸以上）後，大大改善了工廠周圍大氣的環境，在火炬中心 15 公里的 ASR 與 15 公里至 30 公里內 ASR 比例為 1.11 倍，比 10 年之前沒有火炬氣回收減少了 53%。

2.13 火炬氣排放的污染造成工廠周圍居民與工廠、政府之間不和諧

隨著我國城鎮化過程的加快推進，加之城市規劃缺乏統籌考慮煉化企業已逐漸被城市居民區和商業區合圍形成了城市型煉化企業，隨著民眾環境意識的提高，煉化企業與居民生活矛盾突出，政府為應對矛盾紛紛提出石化企業搬遷的規劃方案。

例如：a) 廈門與鎮海 PX 事件，民眾上街遊行

b) 昆明煉化事件造成民眾上街遊行

c) 上海金山化工區事件，民眾上街遊行

石化企業搬遷只是治標不治本的措施，煉化企業完全可以通過安全環保、節能減排的升級換代改造、應當打造讓公眾信得過、靠得住的本質安全環保的企業，實現與居民的和諧發展。

火炬的排放是煉化企業的主要污染之一，不僅發出臭味污染空氣還有產生光與噪音的污染，是一個敏感的社會問題之一。

對火炬氣的全面回收，採取升級改造達到零排放（不包括停電停水）是緩解民眾、政府、工廠之間的矛盾達到和諧，社會穩定的一個有效措施之一。

2.2 4 萬噸煉油工廠與百萬噸乙烯廠火炬氣排放狀態的研究

一個 1000 萬噸/年煉油石化工廠在一年中向火炬氣系統排放有多少？

a. 是 2 萬噸

b.是 5 萬噸

c.是 10 萬噸

說法不同

因此，煉油石化廠上了火炬氣回收裝置後，火炬還在燒。

為了保證火炬排放系統和火炬氣回收系統設計的正確性，及制定一個正確的火炬氣排放與回收系統的技術標準，在 2008 年國家發展和改革委員會組織了中石化、中石油及設計院的專家進行廣泛調查研究，認真總結實踐經驗，並在廣泛徵求意見的基礎上，制定了《石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》SH3009-2013，在 2014 年由中華人民共和國工業和資訊化部發佈。

在 SH3009-2013 標準中的火炬氣回收章節中明確提出：

一個 1000 萬噸/年級或百萬噸級乙烯廠，排放到火炬的可燃性氣體：

- 1) 一個新建的工廠，在 $5000\text{NM}^3/\text{h}$ 左右；
- 2) 對一個建設年限較長或生產管理不善的工廠，其排放量接近 $10000\text{NM}^3/\text{h}$ ；
- 3) 氣櫃緩衝時間要求在 3-4 個小時。

根據我們多年承接火炬系統排放及回收專案的總結與資料收集並且計算，取火炬氣平均分子量為 25，計算出平均密度為 $0.98\text{kg}/\text{NM}^3$ 。

計算一個 1000 萬噸/年或百萬噸級乙烯廠，一年排放可燃氣體：

最小排放量 F_{\min} ： $5000\text{NM}^3/\text{h} \times 24 \text{ 小時} \times 365 \text{ 天} \times 0.98 \text{ kg}/\text{NM}^3 = 42924000\text{kg}/\text{年}$

最大排放量 F_{\max} ： $1000 \text{ NM}^3/\text{h} \times 24 \text{ 小時} \times 365 \text{ 天} \times 0.98\text{kg}/\text{NM}^3 = 85848000\text{kg}/\text{年}$

通過計算及研究我們可以得出：

一個 1000 萬噸/年或百萬噸級乙烯廠一年排放可燃氣體在 4.3 萬噸~8.6 萬噸之間，它占年煉油處理量的 0.5~1% 之間。

這個資料基本上與中石化、中石油、大型煉油廠的排放資料相符。

不同處理量的煉油石化廠火炬氣排放參數

序號	處理能力煉油石化廠	平均排放量 (NM^3/h)	一年排放量 (噸/年)	平均熱值 (MJ/NM^3)	平均分子 量
1	1000 萬噸/年石化廠	5000~10000	5 萬~9 萬	45	30
2	500 萬噸/年石化廠	3000~6000	2.5 萬~5 萬	45	30
3	200 萬噸/年石化廠	1500~3000	1.2 萬~2.5 萬	45	30

2.2.1 一個 1000 萬噸/年煉油廠各生產裝置向火炬系統排放火炬氣量的統計及分類

火炬排放氣參數

1. 高壓火炬排放氣參數

高壓火炬承擔來自 200 萬噸/年重油加氫裝置的高壓部分、50 萬噸/年氣體分餾（Ⅲ）裝置以及 220 萬噸/年迴圈液相柴油加氫（Ⅳ）裝置的高壓部分的可燃氣體排放。

高壓火炬排放氣參數如下：

平均分子量	最大（氣體分餾（Ⅲ））	42.2
	最小（重油加氫裝置）	5.3
排放氣溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	最高（重油加氫裝置）	265
	最低（氣體分餾裝置）	48.3
設計排放流量	580000（分子量 5.3，排放溫度 150°C ）	

各裝置高壓火炬排放工況、分子量、排放工況和排放流量

裝置	工況	分子量	排放溫度 $^{\circ}\text{C}$	體積流 量	品質流量 kg/h
重油加氫	高壓工況一（停電緊急放空）	5.3	< 150	290000	
	高壓工況二（熱高分串壓）	7.65	< 150	280000	
氣體分餾 （Ⅲ）	冷卻水中斷	42.2	48.6		103320
		組分 V%: 丙烯 76，丙烷 21，乙烷 3			
	全廠停電	42.2	48.6		103320
		組分 V%: 丙烯 76，丙烷 21，乙烷 3			
	裝置局部停電	42.1	48.3		379530
		組分 V%: 丙烯 99.6，丙烷 0.4			

柴油加氫 (IV)	竄壓工況	15.35	265		184500
		主要物料為：C ₁ -C ₅ ，H ₂ ，H ₂ S, NH ₃ ，烴			

2. 低壓火炬排放氣參數

低壓火炬承擔來自 500 萬噸/年常減壓蒸餾（Ⅱ）裝置的低壓部分、200 萬噸/年重油加氫裝置的低壓部分、200 萬噸/年催化裂化（Ⅲ）裝置、220 萬噸/年迴圈液相柴油加氫（Ⅳ）裝置的低壓部分、100 萬噸/年催化重整裝置、雙脫（Ⅲ）裝置以及 150 萬噸/年 S ZORB 裝置的可燃氣體排放。

低壓火炬排放氣參數

平均分子量	最大（雙脫（Ⅲ）裝置）	112.7
	最小（SZORB 裝置）	2.3
排放氣溫度（℃）	最高（雙脫 Ⅲ 裝置）	314
	最低（催化裂化裝置）	42
設計排放流量（Nm ³ /h）	232268，（分子量 35.79，排放溫度 144.4℃）	

各裝置低壓火炬排放工況、分子量、排放工況和排放流量

裝置	工況	分子量	排放溫度 ℃	體積流量 Nm ³ /h	品質流量 kg/h
常減壓蒸餾 (Ⅱ)	常頂油氣（裝置部分停電）	96	165		234889
	常頂油氣 2（裝置全停電）	94	165		80512
	穩定塔頂油氣（裝置全停電）	62	94		57892
重油加氫	低壓放空工況一（熱低分串壓）	11.6	< 150	65000	
	低壓放空工況二（分餾塔放空）	59	< 150	19000	
	低壓放空工況三（PSA 放空）	4.7	< 150	84000	
催化裂化 (Ⅲ) 注 1	工況一（停電停水停儀錶風）	45.095	145		204609
	工況二（開工）	42.5	42		52767
	工況三（富氣壓縮機突然停機）	42.5	42		78756
	工況四（分餾塔頂安全閥起跳）	45.095	115		204609
	工況五 a（火災：分餾塔泄放）	45.095	115		204609
	工況五 b（火災：穩定塔泄放）	49.43	64		188481
柴油加氫 (Ⅳ)	停電工況	75.3	< 150		32500
	主要物料為：C ₁ -C ₅ ，H ₂ ，H ₂ S, NH ₃ ，石腦油				
	停水工況	41.8	< 150		16950
		主要物料為：C ₁ -C ₅ ，H ₂ ，H ₂ S, NH ₃ ，石腦油			

裝置	工況	分子量	排放溫度 ℃	體積流量 Nm ³ /h	品質流量 kg/h
催化重整	重整產物分離罐頂氣（停電）	15.6	95		66400
	二甲苯塔頂氣（停電）	106	225		133400
雙脫（III）	調節閥故障（氣體 1）注 2	19	43		11845
	調節閥故障（氣體 2）注 2	16.7	42		8619
	火災 注 3	50	118		73766
	火災 注 4	112.7	314		23774
SZORB 裝置	火災	50.5	90~100		28000
		最大排放量時的組成，V%： H ₂ ：13.4，C ₁ ：4.1，C ₂ ：5.4，C ₃ ：7.0， C ₄ ：20.2，iC ₄ ：1.5，NH ₃ <200PPm，H ₂ O： 4.9，C ₅₊ ：43.5			
	停電工況（停水）穩定塔頂安全閥	45	80	7560	15204
	反應系統緊急放空	7.1	43~100	11200	
	反應排放	2.3	60~100	6000	

名稱	工況一	工況二	工況三	工況四	工況五
H ₂	286.9413	243.6732	286.6743		286.9413
H ₂ S	180.0925	145.563	171.2506		693.93079
CO ₂	782.2521	654.3217	769.7903		782.970271
N ₂	2402.818	2038.276	2397.972		2402.818
O ₂	85.08005	71.99663	84.70192		85.0800606
CH ₄	2665.511	2249.356	2646.302		2665.52085
C ₂ H ₄	2715.907	2251.229	2648.505		2785.90854
C ₂ H ₆	2623.922	2150.622	2530.143		3854.57205
C ₃ H ₆	19454.47	14968.68	17610.21		88384.3304
C ₃ H ₈	3105.547	2356.808	2772.716		14085.5697
IC ₄ H ₁₀	10798.6	7185.808	8453.891		47259.2039
IC ₄ H ₈	6503.326	4182.058	4920.068		27918.0401
C ₄ H ₈	2922.578	1869.037	2198.867		12478.604
NC ₄ H ₁₀	2736.185	1675.507	1971.185		11147.382
TC ₄ H ₈	5140.37	3110.47	3659.377		20921.319
CC ₄ H ₈	4398.873	2596.391	3054.578		17174.2006
H ₂ O	30089.44	909.3939	1069.875		30089.63
汽油	107717.1	18283.42	21509.9		110074.1
合計	204609	66943	78756		393090.1

注 1：催化裂化裝置放火炬氣組成 (kg/h)

注 2：雙脫 (III) 裝置調節閥故障，按氣體 1 和氣體 2 疊加考慮。放火炬氣組成分別見下表

Mole Frac.	氣體 1	氣體 2
H ₂ S	0.00221715	0.063
CO ₂	0.02881994	0.005
WATER	0.01023533	
O ₂	0.00459	418 PPM
N ₂	0.15011984	0.065
H ₃ N	0	768 PPM
AIR	0	0.086
H ₂	0.25021108	0.468
CH ₄	0.28295194	0.135
C ₂ H ₄	0.14862107	0.008
C ₂ H ₆	0.11040153	0.082
C ₃ H ₆₋₂	0.00699406	0.02
C ₃ H ₈	0.00090725	0.025
C ₄ H ₁₀₋₂	0.00102882	0.003
C ₄ H ₈₋₅	0.00053021	983 PPM
C ₄ H ₈₋₁	0.00023568	
C ₄ H ₁₀₋₁	0.0001941	0.007
C ₄ H ₈₋₃	0.0003348	
C ₄ H ₈₋₂	0.00027218	
C ₅ H ₁₂₋₂	0	0.02
C ₅ H ₁₂₋₁	0	0.01
C ₆ H ₁₄₋₁	0.00133495	23 PPM
TOTAL	1	1
MASS FLOW Kg/Hr	11845	8619

注 3：雙脫 (III) 裝置火災，放火炬氣組成見下表

Mole Frac.	
H ₂ S	0.009
CO ₂	70 PPM
WATER	2 PPM
N ₂	5 PPM
H ₃ N	0.002
AIR	208 PPM

H ₂	37 PPM
CH ₄	407 PPM
C ₂ H ₄	553 PPM
C ₂ H ₆	0.012
C ₃ H ₆₋₂	0.363
C ₃ H ₈	0.101
C ₄ H ₁₀₋₂	0.167
C ₄ H ₈₋₅	0.085
C ₄ H ₈₋₁	0.038
C ₄ H ₁₀₋₁	0.1
C ₄ H ₈₋₃	0.062
C ₄ H ₈₋₂	0.05
C ₅ H ₁₂₋₂	0.002
C ₅ H ₁₂₋₁	856 PPM
C ₆ H ₁₄₋₁	0.007
TOTAL	1

注 4：雙脫（Ⅲ）裝置火災，放火炬氣組成見下表

ASME D-86 Distillation	
Vol. %	/C
IBP	115.98
5	120.03
10	121.63
30	125.53
50	160.95
70	164.76
90	173.26
95	179.4
FBP	185.54

密度 0.83 g/cm³

3.酸性氣火炬排放氣參數

低壓火炬承擔來自 4 萬噸/年硫磺回收（Ⅰ）裝置、150 噸/小時酸性水汽提（Ⅲ）裝置、220 噸/小時溶劑再生裝置的酸性可燃氣體排放。

4 萬噸/年硫磺回收（Ⅰ）裝置酸性氣排放參數及組成如下：

排放工況	排放流量（t/h）	物料溫度（℃）	平均分子量	排放壓力（MPaG）
------	-----------	---------	-------	------------

氣、汽事故	6.53	40	32.9	0.06	
組成名稱	H ₂	CO ₂	H ₂ S	H ₂ O	NH ³
體積百分比 V%	1.33	0.64	92.8	4.9	0.33

150 噸/小時酸性水氣提（Ⅲ）裝置酸性氣排放參數及組成如下：

排放工況	排放流量（t/h）	物料溫度（℃）		平均分子量	排放壓力（MPaG）	
連續或正常排放	0.02	48		30.7	0.15	
組成名稱	H ₂	CO ₂	H ₂ S		H ₂ O	NH ³
體積百分比 V%	11	1.5	87.5		/	/

排放工況	排放流量（t/h）	物料溫度（℃）	平均分子量	排放壓力（MPaG）	
氣、汽事故	2.193	40	33.6	0.54	
組成名稱	H ₂	CO ₂	H ₂ S	H ₂ O	NH ³
體積百分比 V%	/	/	97	1.55	1.45

220 噸/小時溶劑再生裝置酸性氣排放參數及組成如下：

排放工況	排放流量（t/h）	物料溫度（℃）	平均分子量	排放壓力（MPaG）	
氣、汽事故	4.17	50	32.9	0.07	
組成名稱	H ₂	烴類	H ₂ S	H ₂ O	NH ³
體積百分比 V%	0.19	0.026	92.91	6.87	0.004

酸性氣火炬設計排放流量按 4 萬噸/年硫磺回收（Ⅰ）裝置酸性氣排放參數：

設計排放流量（t/h）	6.53，（分子量 32.9，排放溫度 40℃）
-------------	--------------------------

根據煉化廠各裝置排放的參數我們將排放進行分類

1000 萬噸/年處理量煉油石化廠向火炬系統排放類型工況

序	類型	工況	排放量（NM ³ /h）
1	A：（泄放閥、安全閥等設備泄露進入火炬系統）	正常生產過程	3000~6000
2	B：（工藝造成可燃氣體進入火炬系統）	正常生產過程	1000~8000（非均勻）
3	C：（由於操作原因造成可燃氣體進入火炬）	不正常生產過程	500~2000（非均勻）
4	D：（設備損壞及故障原因、跳安全閥）	泵、壓縮機、閥門故障	200~30000
5	E：（開工停工）	催化裂化、常減壓裝置	10000~35000

6	F（：部分裝置及全廠停電、停水）	停電停水	500~2500（噸/h）
7	G：（安全事故）	事故	100~1500（噸/h）

根據以上表格對火炬系統排放分類的分析可以得出結論：除了全廠性停電停水 F 類及工人安全事故 G 類外，要達到火炬氣零排放必須將 A、B、C、D、E 類排放全部回收。

2.2.2 一個 1000 萬噸/年煉油廠主要生產裝置開、停工及設備故障放空參數。

煉油廠主要裝置開工放空及壓縮機故障放空參數（D 類 E 類放空）

序號	工況	向火炬排放量（噸/h）	平均分子量	平均密度（kg/M ³ ）	排放溫度（℃）	排放時間	備註
1	催化裂化開工	52	42.5	1.9	42	2~3 小時	
2	催化壓縮機故障	60	42.5	1.9	42	2 小時	
3	常減壓蒸餾穩定塔故障	57	62	2.7	94	2.5 小時	
4	重油加氫放空	14	4.7	0.21	<150	2 小時	
5	雙脫調節閥故障	231	19	0.85	42	3 小時	
6	SZOR 緊急放空	16	45/7	2.1/0.35	43~100	3 小時	

說明：1.各裝置的放空不會在同一時刻發生，不會產生重疊（除了全廠停電停水）

2.此放空表屬於 D 類與 E 類放空

3.從上放空參數中可看出催化裂化裝置、壓縮機故障與反應器開工壓力控制在整個煉油廠的 D 類、E 類放空中最大的放空量，可以作為回收 D 類、E 類數量的最大量並且作為設計依據。

2.3 中國火炬氣回收系統的研究

目前我國大大小小煉油廠數量為 241 家，分佈在 26 個省市，煉油能力為 7.55 億噸/年，煉油石化廠規模平均 313 噸/年（摘自王基銘：石化業的轉型升級與發展）。

自從 1995 年中石化董事廠李毅中下了行政命令：2 年之內消滅火炬。（除了停電停水）1996 年中石化上海煉油廠在上海市政府支持下（撥款 1 億），率先使火炬達到零排放（除了停電、停水、安全事故），至今已二十年了。

在這二十年中，全國大小 241 家煉油石化廠的 90% 以上已建了火炬氣回收裝置；儘管都建了火炬氣回收系統，但是仔細觀察，一些煉油石化廠在平時火炬還在燃燒排放（沒有停電、停水、安全事故狀態），根據我們統計：只有 20% 煉油、石化廠在沒有停電、停水、安全事故狀態下達到零排放。20% 左右煉油石化廠火炬氣回收裝置，在半開、半停，甚至停下來不工作狀態。占 60% 煉油石化廠只回收排放量 60% 的火炬氣。火炬每年還要排放燃燒 200~400 小時左右（不包括停電、停水、安全事故），按平均每小時 30~50 噸的排放量計算，60% 以上煉油石化廠每年還要向大氣排放 8000~16000 噸（一個 1000 萬噸/年煉油石化廠）。

全國煉油、石化工廠火炬氣回收情況統計表

序號	等級	回收量（噸）	回收裝置的配置	火炬氣排放時間（小	回收占全廠排放量（%）	占煉油石化比例（%）
1	I 等	6 萬~18 萬/年	1.氣櫃 2 個以上（2 萬~3 萬立方/座） 2.螺桿與液環壓縮機互配 3.配電腦安全系	每年 50 小時以下	90	20
2	II 等	2 萬~5 萬/年 (0.2~2 萬/年)	1.氣櫃 1 個（2 萬立方座） 2.螺桿壓縮機（二大二小） 3.部分配電腦監	每年 200 小時至 400 小時	60	60
3	III 等	0.5~1 萬/年	1.氣櫃 1 個（0.5 或 2 萬立方/座） 2.螺桿壓縮機	每年 4000 小時以上	20	20

說明：1.括弧內指的是 200 萬噸/年以下中小煉油石化廠。

2.壓縮機二大二小，指：大 50M³/分，小 25M³/分，出口壓力 0.7MPa。

從以上統計表中可以發現，全國 241 家煉油石化廠的 80% 沒有實現零排放，在正常情況下（沒有停電、停水、安全事故）還有 40% 以上的火炬氣在白白地燃燒，經濟效益在流失，火炬對大氣的污染還在繼續。

2.3.1 中國目前煉油石化工廠火炬氣的排放與回收估算

<1>煉油化工工廠目前仍在向大氣排放估算

a.處理量 7.55 億噸/年， M_0

b.向大氣排放量， M_1

c.回收後仍然有排放， M_2

d.排放量取處理量 0.5%， K_0

e.全國火炬氣回收率：65%（排放量）， K_1

計算：

回收後仍然有排放 $M_2=M_0 \times K_0 \times K_1$

$$\begin{aligned} M_2 &= 7.55 \times 0.005 \times (1 - K_1) \\ &= 0.01359 \text{ 億噸} \end{aligned}$$

從估算結果可以看出目前我國仍然有 135.9 萬噸火炬氣向大氣排放、燃燒，以每噸 3500 元計算，折合人民幣 47.565 億元。

<2>煉油化工工廠目前已回收火炬氣的估算

已回收火炬氣量 $M_{01}=M_0 \times K_0 \times K_1$

$$\begin{aligned} &= 7.55 \times 0.005 \times 0.65 \\ &= 0.0245 \text{ 億} \end{aligned}$$

以每噸 3500 元計算，折合人民幣 85.75 億。

從估算結果可以看出，目前我國有 245 萬噸火炬氣通過火炬回收裝置回收利用，產生了很大經濟效益，折合人民幣 85.75 億。

如何採用新的技術或者改進目前的火炬氣回收裝置將目前向大氣排放的 135.9 萬噸/年火炬氣進行回收，並且進入工廠燃料氣管網，供加熱爐燃燒，此是放在我們面前的一個研究課題。

2.4.0 火炬氣回收一體化智慧系統（Flare gas recovery integrated intelligent system）FRIS 在火炬氣回收裝置新技術的應用

火炬氣回收一體化智慧系統 FRIS 是將氣櫃智慧功能，壓縮機智能功能以及電腦資訊智慧功能進行一體化管理的系統，FRIS 嚴格按照 API-521 標準中的火炬氣回收的技術方案及中華人民共和國資訊部發佈的 SH3009-2013《石油化工可燃性氣體排放系統的設計規範》進行設計。

火炬氣回收系統其關鍵由三大部分組成：

1.氣櫃部分；

2.壓縮機部分；

3.電腦控制部分。

FRIS 採用目前新技術將三大部分進行優化、一體化，使火炬氣回收量達到最大化、最可靠化、最安全化，使其自動控制最優化，使其火炬氣回收能力達到排放量的 90% 以上，每年火炬頭排放時間縮小在 50 小時以下，比目前 II 級火炬氣回收裝置的回收率提高 20%，真正達到“零排放”（不包括停電、停水、安全事故）。

2.4.1 智慧化管理的氣櫃使其儲存火炬氣的量達到最大化

一個煉油石化工廠的火炬氣回收裝置的回收達到將 A、B、C、D、E 五類工況時的排放火炬氣全部回收，才能保證排放總量的 90% 以上火炬氣回收。

目前使用的幹式氣櫃與配有智慧化管理的幹式氣櫃主要技術對比表

序號	主要技術參數	目前使用的幹式氣櫃	配有智慧化管理的幹式氣櫃
1	儲量	大部分為 20000NM ³ (少數 30000NM ³)	2 3 套 30000NM ³ (共計 60000NM ³)
2	氣櫃活塞上升下降速度	不控制	控制上升、下降速度
3	氣櫃溫度、壓力聯鎖	聯鎖	聯鎖
4	氣櫃溫度、壓力報警	報警	報警
5	進氣櫃支路壓控	無	有
6	氣櫃與水封閥組聯鎖	聯鎖	聯鎖
7	氣櫃高度與壓縮機聯鎖	無	有

8	氣櫃高度與壓縮機一體化	無	通過壓縮機變頻控制達到氣櫃一體化
9	氣櫃洩露報警（橡膠膜）	無	氣櫃橡膠膜洩露報警
10	氣櫃活塞平衡度監控	無	有（數學模型計算）
11	氣櫃活塞自平衡監控	無	動態監控與預報警
12	氣櫃活塞偏心監控	無	有
13	氣櫃平衡力數學模型	無	有
14			
15			
	火炬排放時氣櫃工作狀況	火炬排放時氣櫃關閉 停止回收火炬氣	火炬排放時氣櫃通過進口蝶閥 控制活塞上升速度及支路壓力 控制，進行火炬氣回收縮短放火 炬時間

從上述對比表中可以看出：

1) 目前使用的幹式氣櫃在一個 1000 萬噸/年處理量煉油石化廠中都是一座 2 萬 NM^3 的氣櫃。當煉油廠在開、停工時最大排放量，火炬氣回收系統是如何工作？其能工作多少小時。

S_0 ：氣櫃緩衝儲量，設為最大儲量的 0.8 倍為 $2 \times 0.8 = 1.6$ 萬 M^3

F_{01} ：四台螺杆壓縮機最大回收量：

設：二台 $50\text{NM}^3/\text{分}$ ，二台 $25\text{NM}^3/\text{分}$ ，四台同時回收工作每小時回收 $9000\text{NM}^3/\text{h}$ 。

F_{02} ：氣櫃最大進氣量，設： $30000\text{NM}^3/\text{h}$

火炬氣回收工作時間 T_0

一個煉油石化廠在裝置開停工時，最大排放裝置是催化裂化，其排放量為： $30000\text{NM}^3/\text{h}$ ，排放時間為 3 小時以上，所以目前回收系統對裝置的開停工在最大回收量狀態下只能工作 0.76 小時，還有 2.24 小時時間由火炬頭燃燒向大氣排放。原有火炬氣回收系統，一旦火炬排放，氣櫃進口蝶閥就會關閉、停止回收。直接等到火炬排放結束完止，所以儘管 60% 煉油石化廠建了火炬氣回收裝置，但是火炬有時還是在燒的原因之一。

2) **FRIS** 火炬氣一體化智慧在一個 1000 萬噸/年處理量煉油石化廠是根據其在正常時

(不在停電、停水時) 最大排放量。

FRIS 系統根據計算，選擇 2 座 30000NM^3 幹式氣櫃。

S_0 氣櫃緩衝儲量，設為最大儲量的 0.8 倍，為 $6 \times 0.8 = 4.8$ 萬 M^3 。

F_{01} ，四台液環壓縮機最大回收量：

設：二台 $80\text{NM}^3/\text{分}$ ，二台 $25\text{NM}^3/\text{分}$ ，四台同時回收工作每小時回收 $14400\text{NM}^3/\text{h}$ 。

F_{02} ，氣櫃最大進氣量：設 $30000\text{NM}^3/\text{h}$ （二座氣櫃可以互相調節）火炬氣回收工作時間 T_0 。

一個煉油石化工廠，在裝置開停工時最大排放裝置應當是催化裂化裝置其最大排放量： $30000\text{NM}^3/\text{h}$ ，排放時間為 3 小時，一般在 2.5 小時後，其流量都開始下降。

從上述計算可以看是 FRIS 火炬氣一體化智慧系統能將工廠在開停工時排放量全部回收。與實際工廠目前運行的裝置也相符。

例如：中石化上海煉油廠，二座 3 萬 NM^3 氣櫃及多機組，達到 90% 以上回收；中石化揚子公司也是多座氣櫃，多機組，加液環壓縮機，達到一年回收 16 萬噸；中石化上海石化將 A、B、C、D、E 類排放全回收。

2.4.2 一體化智慧系統提高壓縮機的運行效率，提高火炬氣回收效率

壓縮機將氣櫃內火炬氣抽取提壓至 0.7MPa 以上，再經 MDEA 裝置脫硫，使其含硫成分 $<50\text{ppm}$ ，其熱值在 45MJ/kg 以上。作為優質燃氣進入煉油石化工廠的燃料氣管網供各加熱爐燃燒。

目前火炬氣回收升壓壓縮機基本上都是螺桿式壓縮機，由於螺桿式壓縮機價格比較便宜，但是其對火炬氣中粉塵、膠紙的敏感性造成故障率高，維護工作量大，使其回收效率降低影響了火炬氣回收系統的工作效率，而對火炬氣中粉塵、膠質不敏感，其故障率與維護工作量小的特點，特別是不需要潤滑油與密封油站，使占地面積少、工作週期長，使火炬氣系統的回收效率提高，其耗能降低，回收效率的提高運行成本降低填補了液環式火炬氣壓縮機成本高的缺點，火炬氣回收系統的回收效率提高，減少火炬氣的排放而產生的經

濟效益，大大高於其設備的投資及工人勞動強度降低的結果。

特別是液環壓縮機高壓變頻控制技術的投用，使液環壓縮機流量在 60%~100% 之間，隨著 FRIS 的智慧化電腦系統優化控制而變化，不僅是機組能耗的降低，更重要的是使它與智慧化氣櫃與火炬氣排放管道內火炬氣流量，運行資訊達到一體化控制，合理分配壓縮機負荷，使壓縮機回收效率與系統回收效率一致性，達到均勻控制，根據氣櫃儲量及全廠燃料氣管網運行情況通過調度達到優化與智慧控制。

① 螺桿式火炬氣壓縮機特點

目前國內大部分煉油廠及石化企業在火炬氣回收升壓裝置上應用螺桿式壓縮機，由於螺桿式壓縮機價格比液環式壓縮機便宜，所以近二十年來，火炬氣回收大部分壓縮機都選用螺桿式壓縮機。

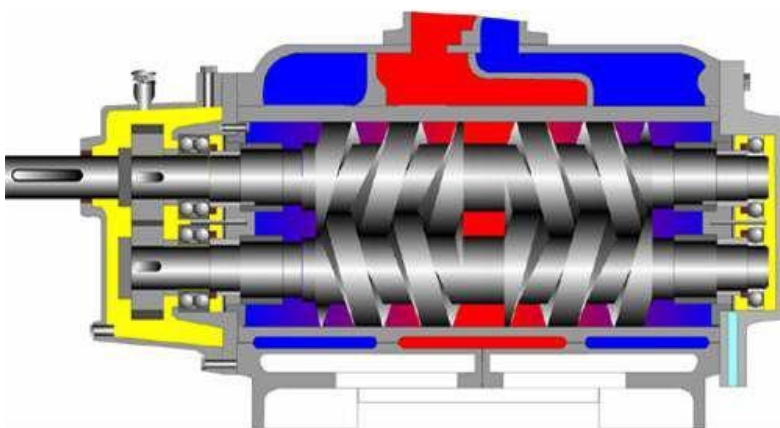
螺桿式壓縮機採用雙螺桿，利用螺紋之間咬合對火炬氣進行體積壓縮，它的密封結構複雜，螺桿間隙小造成維護量大，特別是火炬氣組分複雜並帶有粉塵及化工類型膠質，由於其對氣體的包容性差，對粉塵十分敏感，所以經常發生螺桿咬死，螺桿表面磨損，造成密封不好，由於材質單一，不能用耐酸不銹鋼，只能做表面防腐防腐處理，所以工作 6~10 個月都要進行停機檢修，並且 2 年後要返廠做動平衡，由於其檢修週期短（6~10 個月），維修工作量大，大大影響其火炬氣回收效率，由於出口溫升高（80~100℃左右）冷卻水用量大，並要建潤滑油與密封油站，故它占地面積大結構複雜，管道多工作時雜訊大（95 分貝以上）。

② 液環式火炬氣壓縮機特點

液環式火炬氣壓縮機其葉輪與泵體相對偏心，當葉輪轉動時，由於離心力的作用，注入泵內的液體會形成液環，所以叫液環壓縮機。運轉時，通過液環內表面與葉片之內的容積變化，對氣體進行抽吸與壓縮。液體起到活塞的作用。排出氣體時，會帶出一部分工作液，排出的氣體會帶走壓縮熱，工作液經氣液分離進行迴圈使用，不含造成浪費與環境污染，它的壓縮過程是等溫（進口溫度與出口溫度）。由於葉輪與泵體分配板間隙較大，液環式壓縮機對氣體包容性強，對石油膠質、粉塵不敏感，由於只有一個轉動件，密封、潤滑簡單，維護十分方便，檢修週期長（3 年以上）。

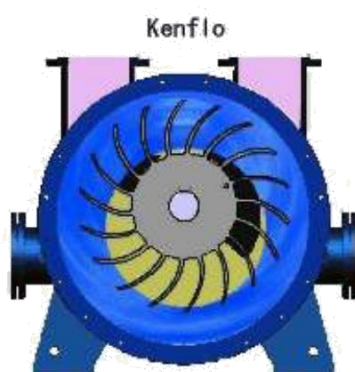


螺桿式壓縮機現場佈置



螺桿式壓縮機原理

使用壽命長（30 年以上）軸功率大，火炬氣回收效率高，工作雜訊低（80 分貝以下），目前國外火炬氣回收 90% 以上使用液環式壓縮機。



液环泵工作原理
广东省佛山水泵厂有限公司



液環式壓縮機

火炬氣螺桿式壓縮機與液環式壓縮機技術性能對比表

序號	技術參數	火炬氣螺桿式壓縮機	火炬氣液環式壓縮機
1	電機功率	400KW	580KW
2	壓縮處理量（出口壓力 0.7MPa）	50 NM ³ /m	80 NM ³ /m
3	檢修週期	6~10 月	3 年以上
4	使用壽命	20 年	30 年
5	出口溫度	90~100℃	40~50℃
6	使用材質	硬質碳鋼，表面防腐	可以選，用 316L，抗硫化 氫腐

7	粉塵及膠質	敏感	不敏感
8	維護量	維修難度大	維護量少
9	變頻控制（流量）	不可以變頻控制	可以 60%~100% 變頻控制

螺桿與液環式壓縮機 MTBF 與 MTBR 對比表

序號	名稱		螺桿式壓縮機	液環式壓縮機	備註
1	平均間隔故障時間	MTBF	6 個月	3 年	不包括軸承更換
2	平均修理間隔時間	MTBR	10 個月	4 年	指故障修理
3	維修時間		1 個月	2~3 天（檢修： 7 天）	

通過研究與比較，選用液環式壓縮機，並達到智慧化控制可以大幅度延長平均故障間隔時間 MTBF 和平均修理間隔 MTBR，大幅度降低維修次數和運行成本，提高回收火炬氣的能力和可靠性，達到最大效率。

2.4.3 火炬氣回收 FRIS 一體化智慧系統 FCS 控制系統

FCS 火炬氣監控系統，它由一套硬體平臺，是三重化的電腦系統，它具有 SIL3 安全等級，並得到 TUV 認證，其硬體有操作員站、工程師站。它的 CPU 與電腦輸入/輸出卡及相關軟體均是三重化並有 SIL3 的安全認證。

FRIS 系統的 FCS 控制系統，通過火炬氣管道、氣櫃、壓縮機、火炬頭、水封閥組的各類感測器，收集火炬氣排放及回收的所有資訊，通過資訊採集，進行優化控制，將火炬氣排放的流量、分子量、密度、溫度、壓力、熱值、氧含量、氣櫃高度、壓縮機流量、壓力、溫度等參數對氣櫃、壓縮機進行智慧化優化，並將它們與火炬頭的自動點火，消煙蒸汽優化，氣櫃上升速度，液環壓縮機的變頻，智慧控制達到一體化智慧控制從而大大提高火炬氣的回收量，並降低運行維護成本，通過延長使用壽命，延長維修時間 MTBR，延長故障間隔時間 MTBF，減少工人勞動強度將火炬氣回收效率大大提高。

2.5.0 火炬氣回收機、電、儀、設備一體化智慧系統 FRIS 的推廣

火炬氣回收一體化智慧系統 FRIS，它將目前火炬氣回收裝置的主要設備，氣櫃、液環壓縮機的新技術按 SH 3009-2013《中國石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》進行優化整合達到一體化、智慧化。

FRIS 擁有如下優勢：

1.根據 SH3009-2013 標準，根據工廠開停工時最大排放量的 3~4 小時緩衝量進氣櫃儲存。

2.以 80M3/分流量在壓縮機出口壓力為 0.7MPa 狀態下選用液環式壓縮機，將壓縮機故障間隔時間 MTBF 延長到三年以上，不僅減輕了工人勞動強度，而且大大提高了壓縮機執行時間與火炬氣回收的效率。

3.安全可靠的、三重化電腦系統將對火炬、氣櫃、壓縮機進行一體化智慧控制火炬，電腦控制系統 FCS，有火炬與氣櫃自動聯鎖功能模組、氣櫃智慧化控制模組壓縮機智能化控制模組，可以合理優化對氣櫃、壓縮機的火炬氣回收負荷的優化控制。

FRIS 的優秀功能，可以幫助煉油、石化廠的火炬氣回收效率提高 20%，使目前的火炬排放時間減少到 50 小時以下（1000 萬噸/年煉油廠，目前在火炬氣回收每年還有 200~400 小時火炬排放情況下）。

2.5.1 FRIS 系統與目前火炬氣回收系統的比較

1.大部分煉油廠火炬氣回收系統的設備配置

序號	設備名稱（專案）	規格及技術參數	功耗	數量	備註
1	幹式氣櫃	2 萬 NM^3 ， $\Phi 34377 \times 33900$ （mm）		1 套	
2	螺桿式壓縮機	50 M^3 /分（出口 0.7MPa，6000VAC）	400KW	2 套	二級
		50 M^3 /分（出口 0.7MPa，6000VAC）	250KW	2 套	二級
3	緩衝罐	$\Phi 2500 \times 3000$ （mm）		1 套	
4	地下罐（氣櫃）	$\Phi 2500 \times 5000$ （mm）		1 套	
5	電腦控制系統	火炬回收控制系統 FCS，安全等級 SIL3		1 套	（包括現場儀錶）
6	MDEA 胺脫硫裝置	6 萬噸/年，含硫小於 50ppm		1 套	
7	工藝管道			1 套	
8	電氣	機組配電		1 套	
9	土建	現場機房、氣櫃，機組基礎		1 套	包括壓縮機房
10	給排水			1 套	

投資估算為 68000 萬人民幣。

2.FRIS 新型的智慧化火炬氣回收系統的配置

序號	設備名稱（專案）	規格及技術參數	功耗	數量	備註
1	幹式氣櫃（智能化）	3 萬 NM^3 ， $\Phi 38500 \times 3500$ （mm）		2 套	配氣櫃智能化系統
2	液環式壓縮機	80 M^3 /分（出口 0.7MPa，6000VAC）	580KW	2 套	二級
		40 M^3 /分（出口 0.7MPa，6000VAC）	320KW	2 套	二級
3	緩衝罐	$\Phi 3000 \times 3500$ （mm）		1 套	
4	地下罐（氣櫃）	$\Phi 2500 \times 5000$ （mm）		2 套	
5	電腦控制系統	火炬氣回收控制系統 FCS，SIL3		1 套	包括現場儀表、優化系統
6	MDEA 胺脫硫裝置	9 萬噸/年，含硫小於		1 套	
7	工藝管道			1 套	
8	電氣	機組配、照明		1 套	
9	土建	現場機房、氣櫃，機組房基礎		1 套	包括壓縮機房

投資估算：10900 萬人民幣。

通過配置及投資可以看出：

1.FRIS 系統比目前火炬氣回收常規配置高出 4100 萬人民幣。

2. FRIS 系統比目前火炬氣回收常規配置的氣櫃緩衝空間多 3 倍，達到 60000 萬 NM^3 ，他完全能將煉油廠在開停工時排放的 60 噸/h 火炬氣回收。

3. FRIS 系統對火炬氣回收達到 I 級水準，它能高出目前火炬氣回收裝置回收量的 20%

以上，可以減少火炬排放時間 250 小時（以平均 300 小時，減少到 50 小時以下），以每小時平均排放 50 噸/h 計算，可以多回收 12500 噸/年。以每噸 3600 元計算，折合人民幣 4500 萬元。

通過研究可以看出，FRIS 系統的經濟效益是通過回收火炬氣排放的多餘部分，即減少火炬氣排放量。

FRIS 系統超出目前火炬氣裝置的投資，在運行一年之內就可以收回，它屬於一種優

秀節能、環保項。

FRIS 系統共主要設備使用壽命延長 5~10 年。

2.5.2 FRIS 系統在煉油石化領域推廣問題及阻力

1) 目前煉油石化領域自 1995 年推廣“消滅火炬”行政命令以來已有 90%以上煉油石化廠建有火炬氣回收裝置，儘管其中 I 級裝置（90%回收以上）只有 20%，其餘 60%（回收 60%以上）回收裝置屬於 II 級，但是中石化、中石油、中海油、中化等石化巨頭不可能花錢再投資，所以目前企業不會花錢投資 FRIS 系統。

2) 由於習慣思維及火炬氣回收系統概算還是按老的方案，一台 20000NM³ 氣櫃，四台螺桿壓縮機（二大二小）的方案與概算（在 6000 萬元左右）。

3) 領導的不重視，在最近原油價格低迷，煉油行業不景氣大環境下，一般領導不願將投資放在儲運中的火炬回收，一般砍投資、砍概算都是先從儲運項目開始。

綜上所述，推廣 FRIS 系統唯一有效途徑，引進地方民間資金或者外資用 BOT 型式進行投資，向火炬排放的廢氣收取經濟效益。

2.6.0 以私人資本進煉油、石化工廠火炬氣回收專案建設的 BOT 模式

BOT 是英文 Build-operate-Transfer 的縮寫，譯意為“建設-經營-移交”是現今國際上流行的、作為私營機構參與國家基礎設施建設的一種形式。在我國正被逐漸廣泛應用。

2.6.1 BOT 模式在煉油石化工廠火炬氣回收建設的可行性

1.大背景：a.為應對氣候變化美歐等發達國家已開始出臺相關法規以引導石化生產經營以節能減排方向發展，我國政府明確提出到 2020 年，我國單位 GDP 二氧化碳排放要比 2005 年減少 40%~50%等一系列約束指標。石油化行業既是能源生產大戶，又是能源消耗大戶，還是 CO₂ 排放大戶，石化工業要實現轉向走大力發展迴圈經濟，走綠色低碳發展之路，面臨著巨大的節能減壓力。火炬氣的回收與排放是煉油石化領域一個熱點。

b.石化經營的發展方式轉變，將促進石化工業進入新常態，由粗放型向精製型發展，火炬氣回收系統 FRIS 的推廣是一個粗放型向精製型發展的結果。

c.火炬排放污染大氣是煉油石化工廠一個敏感問題，也是工廠政府與周圍民眾不和諧

的熱題，造成社會不穩定因素。如果引進私營基金，遵照有關法律通過 BOT 形式將火炬氣全部回收，達到零排放是一個造福於子孫後代的“雙贏”善事。

d.火炬氣回收系統 BOT 專案在我國已有先例。

2014 年 4 月 10 日，湖南凱美特氣體股份有限公司與福建聯合石油化工有限公司已簽訂火炬氣委託回收項目備忘錄。

2.BOT 模式在煉油石化工廠火炬氣回收建設是可行

a.目前煉油石化廠建設了火炬氣回收裝置後，仍然排放火炬氣為 135.9 萬噸。

b.自 1995 年開始火炬氣回收裝置建設以來已有二十年時間，其中 30%火炬氣回收裝置接近使用壽命期，準備更新，若引進 BOT 模式改造是一個良機。

c.對 II 級、III 級火炬氣回收裝置進行改造、擴容，將火炬系統還在排放火炬氣的量作為 BOT 模式實現。

2.6.2 經濟效益

一個 1000 萬噸/年煉油石化工廠，建設一套 FRIS 系統，可以回收 90%火炬氣，我們以排放 8 萬噸/年火炬氣計算。

$8 \text{ 萬噸/年} \times 0.9 = 7.2 \text{ 萬噸/年}$

<1>FRIS 系統每年回收 7.2 萬噸/年。

<2>以每噸 3600 元/噸計算。

$7.2 \text{ 萬噸/年} \times 0.36 \text{ 萬} = 2.6 \text{ 億人民幣}$

將每年 7.2 萬火炬氣作為煉廠氣送入全廠燃料氣管網們可以減少燃料氣 7.2 萬噸/年採購資金（一個煉油廠的加熱爐消耗的能源相當於其處理量的 8%~12%）。

<3>火炬氣回收的能耗，水量消耗、汙水處理量、維護費用、設備折舊費等，是由其回收量大小決定，根據常規設定為 20%（包括相應稅費）。

$\text{其經濟效益} = 2.6 \text{ 億} \times 0.8 = 2 \text{ 億人民幣}$

綜上所述，投用 FRIS 系統一年可產生經濟效益 2 億人民幣，遵照國內有關法律與制

度與業主共同互享部分經濟效益，一年之內都可以收回全部投資（假設 FRIS 系統投資 1.09 億人民幣）。

2.6.3 世界煉油石化工廠能力及周邊國家煉油能力及火炬氣回收

1.2014 年，全世界煉油廠處理各種原油為 48.077 億噸，中國煉油處理量為 7.5 億噸，占世界煉油能力的 15.6%。

2.我國周邊國家煉油能力（以 2014 年為準）。

東南亞地區煉油能力統計表

序號	國家	煉油能力（噸/年）	火炬氣回收	火炬氣排放
1	新加坡	5800 萬	0	全排放
2	泰國	9000 萬	0	全排放
3	馬來西亞	5600 萬	0	全排放
4	印尼	5000 萬	0	全排放
5	越南	3000 萬	0	全排放
6	菲律賓	500 萬	0	全排放
7	老撾	200 萬	0	全排放
8	汶萊	200 萬	0	全排放
9	緬甸	500 萬	0	全排放
	共計	29800 萬		

2.6.4 世界煉油石化工廠火炬氣回收分析

1.據統計美歐國家火炬氣回收裝置不足 20%，火炬氣基本上排放。

2.東南亞各國 2014 年原油處理量 2.98 億噸，沒有建設火炬氣回收裝置，其煉油石化裝置基本上由歐美、日本、韓國建設，據我們 3 年調研其排放量在 $3000\text{NM}^3/\text{h}$ ~ $5000\text{NM}^3/\text{h}$ 之間，火炬的排放產生黑煙與光污染與雜訊污染比較嚴重，但是他們對火炬氣回收知識比較缺乏，泰石化 PTT 公司 ME 工程公司組織工程技術人員到中國參觀、準備實施。

2.6.5 BOT 模式在東南亞地區的推廣

1) 從上面的統計可看出東南亞地區煉油能力為 2.9 億噸，泰國、新加坡、馬來西亞占了 69%，其火炬全排放不回收，根據我們調研，由於其設備及切斷閥為歐美產品，洩漏較少，其火炬氣排放量占其處理量的 0.2~0.3%，也是 58 萬噸~87 萬噸/年，相當一部分工廠其燃料氣是外購。存在是煉油廠一方面外購瓦斯，另一方面又將瓦斯排放燃燒不正常的

現象。

如果將火炬氣排放的煉廠氣回收供加熱爐利用是一個很好措施，但是，東南亞各國煉油化工工廠工程技術人員對火炬氣回收知識很貧乏，所以需要我們深入宣傳與交流。

2) 由於世界原油價格低，造成煉油廠收益減少，資金的短缺使火炬氣回收裝置建設投資批准週期較長。

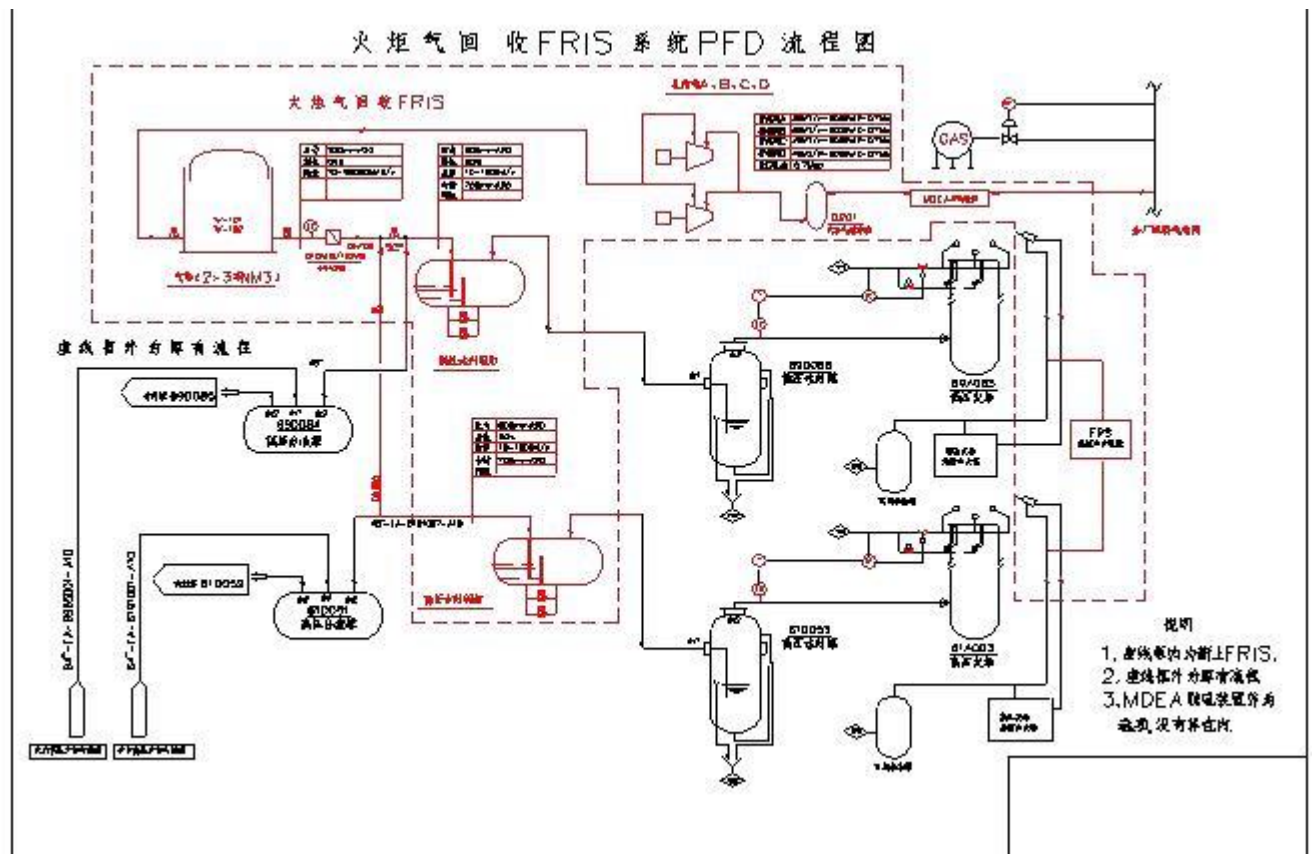
綜上所述，如果採用民間資金以 **BOT** 模式在東南亞地區進行投資，並且要根據當地的法律與法規進行風險評估，最好利用與歐美國家公司合作聯合形式投資，其效果很好。

第三章 工藝、設備、自動控制、電氣、土建、給排水、管道

3.1、工藝

3.1.1 工藝流程及工作原理

(1) 火炬燃料氣（火炬氣，溫度 $40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，壓力 $4.5\text{kPa} \sim 6\text{kPa}$ ）自火炬氣煉油分液罐出口的 48" 火炬氣放空管道上引 18"（DN450），管道經火炬氣支線雙向流量計與支線流量、壓力調節閥，進入氣櫃篩檢程式，再經過氣柜根部快速調節切斷閥後，進入幹式氣櫃（TK101、TK102）。火炬燃料氣在氣櫃內進行緩衝和儲存，氣櫃內壓力為 3KPa 。氣櫃內火炬燃料氣分別經過氣櫃根部出口快速調節切斷閥後，進入火炬氣專用液環式壓縮機（K101，K102，K201，K202）進行壓縮，升壓後的火炬燃料氣進入火炬燃料氣緩衝罐（D201）分離凝液後，經 MDEA 脫硫後燃料氣進入全廠加熱爐用燃料氣管網。（詳見火炬氣回收 FRIS 的 PFD 流程圖）。



(2) 燃料氣緩衝罐 (D201) 凝液排入凝縮油罐 (D101) 中，幹式氣櫃 (TK101、TK102) 底部的凝液自流入氣櫃凝縮油罐 (D101) 中，並通過氣櫃凝縮油罐的凝液泵 (P101) 將凝縮油送入凝縮油處理系統 (與原火炬氣分液罐的排凝液系統連接)。

(3) 在原煉油火炬氣分液罐與火炬氣水封罐中間新增一套水封閥組 D201A/B，水封閥組的水封高度控制在 700~800mm H₂O(6~7KPa),使火炬氣燃料氣進入火炬氣回收系統。如果水封閥組前管道壓力、溫度、流量以及氣櫃與壓縮機的安全參數超限，火炬氣回收系統 FCS 能夠在 8 秒內全開二組水封放水切斷閥，在 15 秒內撤除水封，使火炬氣快速向火炬頭排放。減少火炬排放管網的壓力。

(4) 氣櫃進口壓力、溫度、流量及氣櫃上升速度超限時，FRIS 系統的 FCS 進行安全聯鎖，並自動關閉氣櫃根部進口閥與氣櫃支路調節切斷閥。

3.1.2 工藝參數

火炬管網背壓	分液罐進口壓力	分液罐進口溫度	火炬氣回收最大流量	火炬氣平均分子量
1.02bar	2.5~20kpa	40~70℃	30000Nm ³ /h	30

3.1.3 蒸汽

由使用者提供蒸汽管網介面，從裝置外引進蒸汽，壓力為 5bar 以上。

3.2、設備

3.2.1 氣櫃

氣櫃選用兩座 30000m³ 的新型智慧化功能橡膠膜型 (威金斯) 幹式專用的化工介質氣櫃，氣櫃尺寸為 Φ38000X34000mm。

氣櫃主要技術參數

氣櫃編號		TK101、TK102	備註
儲存介質		火炬燃料氣	
周轉量	100000 噸/年		
	m ³ /d		

儲存溫度	50℃	
年操作天數	365	
裝滿係數	0.9	
數量	1.2	
氣櫃容積 m ³	30000Nm ³	
氣櫃結構	新橡膠膜型	
介質分子量	5~45	
使用年限	20 年以上	

3.2.2 水封閥組

水封閥組主要技術參數

序號	水封閥組		備註
1	數量（套）	1	
2	規格尺寸	Φ4050 X 6000 X 22	待定，具體等專案實施時再核算
3	介質	水/火炬氣	
4	設計排量（MAX）	1600 噸/h	
5	放空氣體溫度	34~250℃（MAX）	
6	分子量	5~60	
7	設計壓力	1.0MPa	
8	設計溫度	280℃	
9	無水封壓降（MAX）	≤9.5kpa	
10	排水閥組管徑	聯通管道 DN350，控制閥組 DN250	待定
11	閥門全開時間	≤8s	

12	撤除水封時間	≤15s	
13	罐體材質	Q345R	
14	火炬氣入口連接	48"	
15	排液側溢流管	10"	
16	水封側內溢流管	3"	
17	工業水介面	3"	
18	人孔口徑	20"	
19	地腳螺栓		待定
20	設備總重量		待定
21	設計壽命	30 年	

3.2.3 壓縮機

壓縮機主要技術參數

序號	編號	名稱	壓縮機容量	電壓：低/高	頻率	防爆等級	危險區類別
1	K101	火炬氣液環式壓縮機	330KW-40m ³ /m-0.7m	380V/6000V	50Hz	ExdIICT4	2 區
2	K102	火炬氣液環式壓縮機	330KW-40m ³ /m-0.7m	380V/6000V	50Hz	ExdIICT4	2 區
3	K201	火炬氣液環式壓縮機	580KW-80m ³ /m-0.7m	380V/6000V	50Hz	ExdIICT4	2 區
4	K202	火炬氣液環式壓縮機	580KW-80m ³ /m-0.7m	380V/6000V	50Hz	ExdIICT4	2 區

3.2.4 罐、容器、換熱器

序號	編號	設備名稱	介質	規格型號	數量	備註
1	D101	氣櫃凝縮油地下罐	凝縮油	Φ2000 X 5000 X 16	1	
2	D201	火炬氣緩衝罐	火炬氣	Φ2000 X 3200 X 16	1	
3	D102	火炬氣水洗篩檢程式	火炬氣/水	待定	1	
4	D103	火炬氣水洗篩檢程式	火炬氣/水	待定	1	
5	D201	水封閥組	火炬氣/水	Φ4050 X 6000 X 22	2	
6	E201	火炬壓縮機後冷卻器	火炬燃料氣	BES900-2.5-210-6/25-4	2	B=450
7	D301	儀錶淨化風緩衝罐	淨化風	Φ1500 X 2500	1	立式

8						其他
---	--	--	--	--	--	----

3.2.5 機泵選用

序號	編號	設備名稱	規格型號	數量	備註
1	P101	凝縮油泵	Q=50m ³ /h , H=70m , N=15KW	1	液下泵

3.2.6 管線甩頭表

火炬氣回收 FRIS 系統甩頭表格（詳見 PID 圖）

序號	連接位置	大致管道尺寸	連接方式	用途	備註
1	煉油灌區 69D084 分液罐出口管	48”/18”	開口	火炬氣進氣櫃	
2	潤滑油灌區 61D051 分液罐出口管	48”/14”	開口	火炬氣進氣櫃	
3	煉油分液罐 69D084 出口管	48”/48”	開口	煉油水封閥組進口	
4	煉油分液罐 69D084 出口管	48”/48”	開口	煉油水封閥組出口	
5	潤滑油分液罐 61D051 出口管	48”/48”	開口	潤滑油水封閥組進口	
6	潤滑油分液罐 61D051 出口管	48”/48”	開口	潤滑油水封閥組出口	

7	iRPC 全廠燃料氣總管	8"	開口	火炬氣回收緩衝罐出口	進入瓦斯總管
8	迴圈水管道進口	6"	開口	壓縮機冷卻器冷卻迴圈水	
9	迴圈水管道出口	6"	開口	壓縮機冷卻器冷卻迴圈水	
10	蒸汽管道	2"	開口	開、停工吹掃用	
11	儀錶壓縮空氣	1 1/2"	開口	控制閥氣缸供氣	
12	氮氣	3"	開口	開停工	
13	無鹽水	1/2"	開口	壓縮機密封，開停工	
14	排水	8"	開口	排洗淨水、水封水	
15	排凝縮油管道	12"/4"	開口	氣櫃凝縮油	與原分液罐排油連
16	給水（煉油）	4"/3"	開口	水封閥組給水	
17	給水（潤滑油）	4"/3"	開口	水封閥組給水	
18	排雨水	40"	開口	地下排水管道	

3.3、自動控制

3.3.1 火炬氣回收控制系統 FCS 功能（Flare Control System）

火炬氣回收控制系統 FCS 將安全聯鎖與控制集成在一個操作平臺上，並帶有 RS-485 通訊介面，能夠與現有工廠 DCS 進行通訊、交換資料，同時通過功能模組（專利）進行優化，大量回收火炬氣。

- （1）FCS 系統使火炬氣回收更加安全可靠、操作簡便。
- （2）FCS 系統根據火炬管道上的流量、壓力、溫度及氣櫃和壓縮機等參數進行優化控制。
- （3）FCS 系統能夠即時監測放空管線的相關參數，一旦參數超限聯鎖將自動點燃高空火炬、長明燈。
- （4）FCS 系統通過放空管線的壓力與水封閥組 D201 進行聯鎖，自動保護系統壓力、點燃長明燈。
- （5）FCS 系統與幹式氣櫃 TK101、TK102 進行安全聯鎖，通過優化控制氣櫃活塞上升、下降速度，並且對兩座幹式氣櫃負載進行優化分配大量回收火炬氣。
- （6）FCS 系統能夠即時監測回收火炬氣進入幹式氣櫃的溫度、壓力、流量、氣櫃活塞速度，一旦資料超限立即聯鎖水封閥組撤除水封，排放火炬氣。
- （7）FCS 系統對火炬氣壓縮機組進行優化控制，同時含有緊急停車 ESD 功能。
- （8）FCS 系統根據氣櫃聯鎖及火炬氣壓力、流量控制，能夠自動聯鎖點燃火炬頭長明燈（6~12 秒內）
- （9）FCS 系統含有自動、手動點長明燈功能（原有地面點火系統保持利用）
- （10）FCS 系統主要技術參數

FCS 系統硬體部分

序號	名稱	標準及規範	技術規格	安全認證	數量	安全等級
1	控制器	IEC61508	三重化（三取二）	TUV	3	SIL3

2	I/O 卡	IEC61508	三重化（三取二）	TUV		SIL3
3	操作員站	IEC61508			1	
4	工程師站	IEC61508			1	
5	組態軟體	IEC61508		TUV		SIL3
6						
7						

說明：操作員站設在中控室內，工程師站設在氣櫃區域的遠端機櫃室內。

（11）技術專利

FCS 火炬專用套裝軟體及系統獲得中國專利局的發明專利申請。

專利號：201310282824.8

（12）火炬氣回收控制系統 FCS 應用軟體模組

功能模組名稱	分液罐、水封閥組	氣櫃優化	壓縮機優化
用途	管道壓力、水封閥組	氣櫃運行、活塞變化率	壓縮機開、停、運行
安全聯鎖	與氣櫃聯鎖	與水封閥組、壓縮機聯鎖	緊急停車 ESD
智慧化功能	氣櫃與壓縮機	FRIS 的智能化	智能化

（13）儀錶淨化風

儀錶淨化風壓力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ，儀錶管介面尺寸 2"。最大供風量： $2\text{Nm}^3/\text{分}$ 。

（14）系統供電

系統供電採用不斷電供應系統 UPS，220VAV.50Hz，功率 4KW。

3.3.2 FCS 系統主要控制設備及材料

序號	儀錶及設備名稱	規格及型號	數量	備註
1	FRIS 三重化控制系統	控制器、I/O 三重化、SIL3 安全等級	1 套	

	FRIS 系統應用軟體	多功能應用模組	4 套	
	火炬氣畢拓巴流量計	流量、分子量、密度輸出	2 套	
	火炬氣熱值分析儀	測量回收後火炬氣熱值	1 套	分析小屋
	火炬氣氧含量分析儀	測量進氣櫃氧含量	1 套	
	火炬氣回收支路雙向流量計	測量正反向流量	2 套	測量回收的流量
	快速調節及切斷蝶閥	DN700	3 套	
	壓力變送器	3051 型	19 套	
	溫度變送器		15 套	
	切斷球閥		16 套	
	氣櫃雷達液位計	雷達、法蘭連接	3 套	
	氣動薄膜調節閥		6 套	
	液位變送器		10 套	
	差壓變送器		3 套	
	現場設備液位元計		10 套	
	儀錶引壓出口閥		60 套	
	電纜橋架			
	電纜			
	光纜			
	光電轉換器		4 套	
	浪湧保護器			
	安全柵			
	可燃氣體或有毒氣體報警儀			
	長明燈點火撬裝	長明燈點火控制、控制閥	2 套	
	高空長明燈及點火器	長明燈及點火器、高能點火器	12 套	二個火炬頭

(1) 所選儀錶及設備按本質安全或隔爆型來設計選型，隔爆等級 dIICT4。

(2) 根據火炬氣組分，火炬氣回收控制系統設置可燃/有毒氣體報警系統 FGS。

(3) 在現場機櫃內設置交流電源分配櫃、直流電源分配櫃，儀錶用 24VDC 電源裝置採用具有均流和冗餘功能的直流電源。

(4) 儀錶接地

① 儀錶接地採用等電位接地，接地電阻 $\leq 4\Omega$ 。

② 在機櫃和輔助機櫃內分別設工作接地、保護接地和防雷柵的接地匯流排

③ 中央控制室內的接地按原有的系統要求進行接地

(5) 儀錶防雷

在現場機櫃室側均加裝浪湧保護器，現場儀錶同樣需要安裝浪湧保護器，以保護系統及儀錶設備免受雷擊。

3.4、電氣

3.4.1 電氣設計範圍

本包括火炬回收裝置用電設備的配電工程、動力配線工程、照明及防雷接地工程。

裝置主要負荷

火炬回收裝置主要用電設備

(1) 壓縮機	330KW	6KV	2 台
	580KW	6KV	2 台
(2) 油泵	7.5KW	380V	6 台
(3) 液下泵	18.5KW	380V	1 台
(4) 照明系統	5KW		1 套
(5) 儀錶用電	4KW		1 套

3.4.2 供配電系統

(1) 電源情況

本裝置電源取自原廠區域變電所，由原廠區域變電所供 2 路 6KV 電源給本裝置新建變電所。

(2) 配電電壓

6kVAC 容量 > 500kW 的電機

380VAC 容量 ≤ 160kW 的電機

220VAC 儀錶電源及照明電源

(3) 配電設計

根據用電負荷增設一座變電所，建築面積 8*16 平方米，內設 10 台 6kV 中壓櫃、2 台 500KVA 幹式變壓器、8 低壓櫃。

6kV 電動機回路均採用綜合保護繼電器，實現各種保護及測量，380V 電動機的控制方式為：現場操作柱開停控制、控制室內設遠端停泵，同時，電機的運行狀態信號送至控制室顯示。為便於檢修，在新建裝置旁設 1 套防爆檢修動力箱，落地式安裝，配防護櫃。

3.4.3 裝置環境特徵及用電負荷等級

環境按《爆炸和火災危險環境電力裝置設計規範》GB50058-92 的有關規定，劃分為爆炸危險 2 區環境，此環境內電氣設備的防爆等級不低於 d II CT4；地下的溝、池等均劃分為爆炸氣體環境 1 區，此環境內電氣設備的防爆等級不低於 d II CT4。當突然停電時，會造成生產紊亂、設備損壞，故用電負荷絕大部分為二級負荷，部分特別重要負荷為一級負荷。

3.4.4 電氣設備材料

(1) 中壓開關櫃	KYN28A-12	10台
(2) 幹式變壓器	6/0.4KV 500KVA	2 台
(3) 低壓櫃		8 台
(4) 直流櫃		1 套
(5) 不斷電供應系統系統(UPS-4KVA) 包括電源櫃		1 套

(6) 照明控制		
(7) 防爆燈具	dIICT4	
(8) 防爆操作柱		
(9) 電纜橋架	400*200	
(10) 動力電纜	ZR-YJV22-6/10	3*185
(11)	ZR-YJV22-6/10	3*70
(12)	ZR-YJV22-0.6/1	3*70+1*35
(13)	ZR-YJV22-0.6/1	3*16+1*16
(14)	ZR-YJV22-0.6/1	3*6+1*6
(15)	ZR-YJV22-0.6/1	3*2.5
(16) 控制電纜	ZR-KYJV22	7*2.5
(17) 高杆燈	1 套	

3.4.5 電纜截面選擇

(1) 高壓電纜截面按電纜載流量選擇，以短路電流熱穩定校驗，最小值取 70mm^2 。

(2) 低壓電纜截面按電纜載流量選擇，以電壓降校驗。

低壓電纜長期允許載流量，不應小於所供電電動機額定電流的 1.25 倍。

(3) 控制電纜賄賂帶電流錶回路截面不小於 2.5mm^2 （銅芯）。

3.4.6 供電線路

本裝置動力及控制電纜採用電纜配線，敷設方式沿橋架敷設。

3.4.7 防雷、防靜電、接地

本裝置內工作接地、保護接地、防雷接地、防靜電接地採用共用接地網系統，其接地電阻按小於 4 歐姆設計。

幹式氣櫃利用儲罐的外壁作為防雷接閃器，在儲罐基礎四周設置環形接地網，在罐體基礎鋼結構對稱的兩點處分別接地，接地點為 4 個，接地點間弧形間距不大於 30 米，鋼罐上各金屬構件應與鋼罐可靠連接並接地，浮頂採用 25mm² 銅芯軟絞線與罐壁進行連接，連接點不少於兩處。各儲罐的環形接地網採用-40x4 的熱鍍鋅扁鋼相互連接。同時，在各個儲罐盤梯入口處分別增設一個防靜電金屬球，並與罐區內接地系統相連接。

新增電動機、操作柱的接地採用新增接地線與原有接地網相連接，更換的設備利用原有接地線接地。

新建泵房的接地裝置以水準接地體為主，局部區域打少量接地極，並儘量與建築物基礎內鋼筋相連以降低接地電阻值。接地極採用長 2.5 米 $\angle 50 \times 5$ 熱鍍鋅角鋼製作，間隔 5m，埋深 1.0m。接地幹線採用-40x4 熱鍍鋅扁鋼，接地支線採用-25x4 的熱鍍鋅扁鋼製成。接地線材質選用加強型防腐熱鍍鋅扁鋼。

3.4.8 照明

(1) 照明系統的設計應提供不低於下表中給出的持續、穩定的照度水準。

場所	平均照度 (lux)
罐區	30
泵房	100

(2) 照明裝置

氣櫃區採用集中照明方式，本次新增 1 套高杆燈，高杆燈選用直爬梯式，高度 20 米。泵房採用免維護型防爆照明燈具。照明電源均取自變電所，控制方式同原有微電腦時鐘控制。

(3) 採用標準及規範

《通用用電設備配電設計規範》	GB50055-93
《供配電系統設計規範》	GB50052-95
《低壓配電設計規範》	GB50054-95
《建築物防雷設計規範》（2000 版）	GB50057-94

《石油化工企業設計防火規範》	GB50160-2008
《工業與民用電力裝置的接地設計規範》	GBJ65-83
《石油化工企業生產裝置電力設計技術規範》	SH3038-2000
《石油化工企業電力系統設計規範》	SH3060-94
《化工企業靜電接地設計標準》	HG/T20675-1990
《電力工程電纜設計規範》	GB50217-2007
《石油化工企業照度設計規範》	SH/T3027-2003

3.4.9 電訊

(1) 設計範圍

電信系統利用原有系統，在變電所設 1 門行政、調度電話；設火災自動報警系統。

(2) 火災報警部分

本裝置內設一套火災自動報警系統，火災報警控制器安裝於變電所內。現場設火災報警按鈕與聲光警報裝置。

沿氣櫃四周設火災報警按鈕及聲光警報裝置，手動報警按鈕與聲光報警裝置均採用立柱安裝，手動報警按鈕的安裝高度為地坪上 1.4 米，聲光報警裝置安裝高度為地坪上 2.2 米。

(3) 火災自動報警系統

區內的火災報警利用原有系統進行擴展，使用者需提供原有火災報警系統的相關資料。

(4) 設備材料

a 火災報警控制器	1 套
b 防爆手動報警按鈕	6 套
c 防爆聲光警報裝置	2 套
d 控制電纜	ZR-KYJVP-0.45/0.75KV 4*1.5 1500 米

3.5、土建

3.5.1 機櫃間

本專案配電所占地面積暫按 158m^2 設計，儀錶機櫃室面積暫按 40m^2 設計。

3.5.2 壓縮機廠房（鋼排架結構）

具體見壓縮機廠房平面佈置圖。（CAD）

3.5.3 結構部分

- （1）混凝土墊層
- （2）鋼筋混凝土獨立柱形基礎
- （3）氣櫃基礎
- （4）瀝青砂
- （5）鋼筋混凝土壓縮機基礎
- （6）鋼筋砼設備基礎
- （7）素砼設備基礎
- （8）鋼筋混凝土矩形池
- （9）特殊污染防滲面積（採用 PDHE 防滲材料）
- （10）重點污染防治區防滲面積
- （11）一般污染防治區防滲面積

3.5.4 道路佈置及型式

（1）火炬氣回收裝置區內消防道路寬度為 6 米，轉完半徑根據《石油化工企業設計防火規範》（GB50160-2008）的要求設為 12 米，道路與原有道路相連接。

（2）路面結構

道路均為現澆混凝土結構。

（3）道路形式均為城市型，消防道路路面縱向坡度隨原有道路的設計，設計道路橫

坡為 2%，坡向道路兩側。

(4) 道路不妨礙生產操作、設備檢修、消防作業的行車安全。

3.5.5 壓縮機及氣櫃基礎驗收

(1) 設計根據使用者提供的地質資料，進行設計與計算，壓縮機基礎根據圖紙要求達到沉降要求，並經雙方驗收合格後，具備開車投用條件才允許開車投用。

(2) 經雙方對氣櫃土建基礎驗收合格滿 6 個月後，並具備開車投用條件後，方可進行投用。

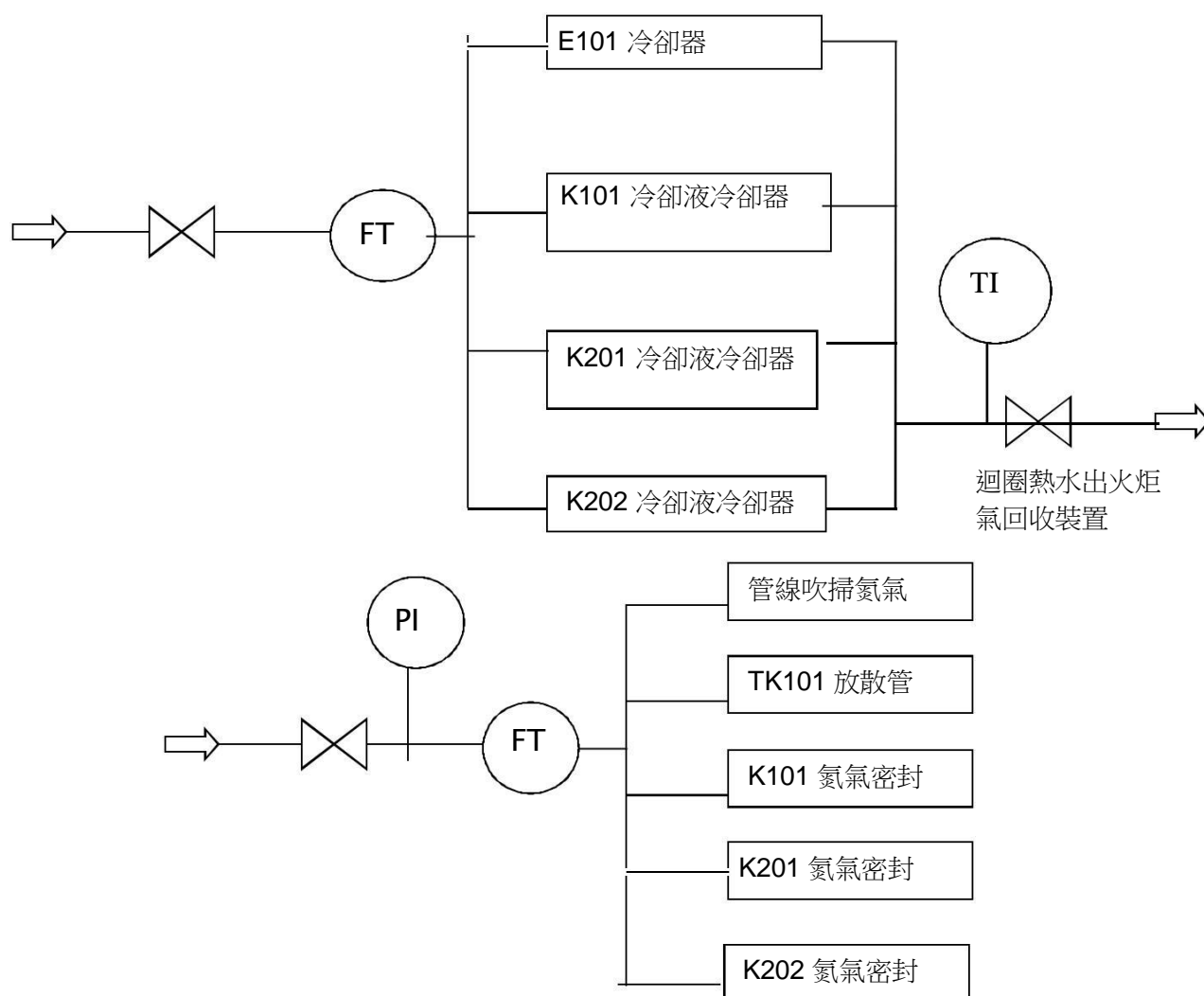
(3) 用戶需提供當地水文條件，確保地下水對混凝土無侵蝕性。

3.6、給排水

3.6.1 給水

由生產方提供給水管網的介面，從裝置外引進。（迴圈水）

迴圈水、氮氣進裝置



3.6.2 排水

(1) 滿足工藝生產需求，保證場地，道路，泵房區（壓縮機），氣櫃區等場地排雨水快捷，順暢，結合地形現狀及標高。

(2) 為了裝置區雨水能夠迅速排出裝置區，清潔雨水通過場地排入道路兩側雨水口，匯入地下排雨水暗管，地下排水暗管引入業主方原有的管水系統。含油污水同樣如此。業主應提供原有的清潔雨水，含油污水的排水資料及標高。本專案排放污水屬於輕含油污水。

(3) 將 8.1.1 供水設備配上排水設施

(4) 給排水專用設備

a.含油污水提升泵

b.清潔水提升泵

c.檢修泵

(5) 給排水管道

a.生活積水及積水管道

b.輸送流體用無縫管道

c.含油污水與清潔水管道

(6) 給排水閥門

a.生活給水及生活水閥門

b.其他閥門

(7) 井，管道，土方

a.生活積水系統，矩形鋼筋混凝土井

b.含油污水系統，圓型混凝土井

c.清潔水等矩形鋼筋混凝土閥門井

d.圓形砂雨水檢查井

e.球墨鑄鐵雨水口算子及井圈

f.埋地管線土方

(8) 採暖通風

a.空調：恒溫恒濕櫃式空調機

b.立櫃式空調機

c.壁掛式空調機

d.球形風帽

3.6.3 消防

根據《石油化工企業設計防火規範》（GB50160-2008）標準，火炬回收系統 FRIS 的消防系統與工廠原有的消防系統融合在一起。

(1) 在原有的消防系統開口向火炬氣回收系統提供穩高壓消防水。

(2) 室外消防栓安裝 16 套（估）。

(3) 手提式 CO₂ 滅火器 16 套（估），推車式磷酸銨鹽乾粉滅火器 3 套（估）。

(4) 滅火器（兩個裝）16 個（估）。

(5) 裝置內消防道路按規範的要求，道路寬度≥6 米；道路轉彎半徑 12 米，路面結構及坡度均達到消防要求。

(6) 道路上方所有管架高度達到消防的要求。

(7) 裝置配電所，儀錶機櫃室內均設計火焰報警系統。

(8) 裝置設計一套火災自動報警系統，現場設 6 個火災報警按鈕，2 個聲光報警裝置。

3.7、平面佈置

3.7.1 平面佈置原則

氣櫃、壓縮機房、水封閥組區域的平面佈置符合現行的 GB50160-1992《石油化工企

業設計防火規範》（1999 年版）的要求，並與廠區總平面佈置要求相符合（用戶應提供有單平面佈置圖）。火炬氣回收 FRIS 系統占地面積 A 方案：132 m×40 m；B 方案：106m×40m，具體佈置以現場實際情況為主。

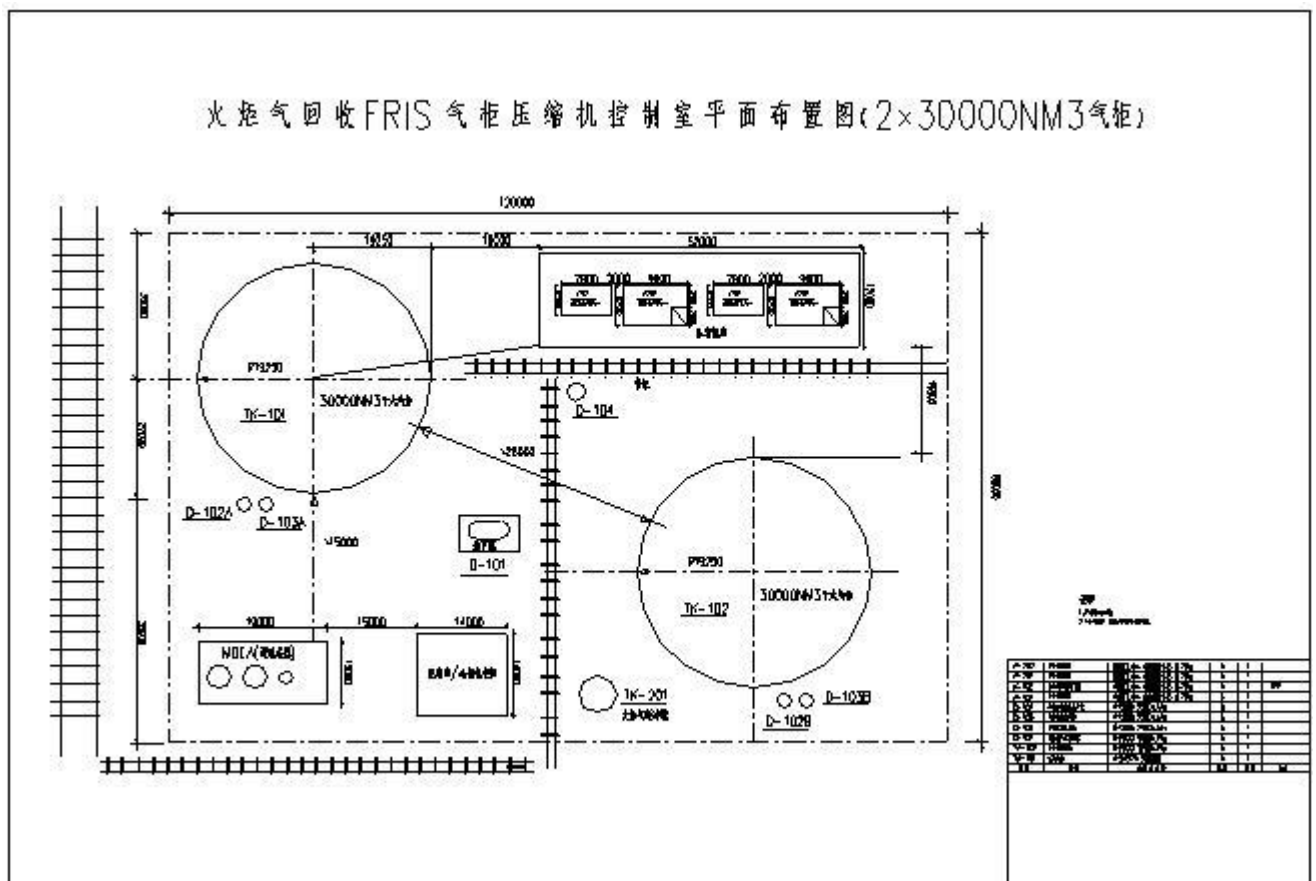
平面佈置原則如下：

（1）氣櫃、壓縮房、水封閥組、電氣變電所、儀錶機櫃室之間的距離應滿足規範規定的防火間距要求，並滿足管道安裝要求。

（2）管道佈置符合流程設計，力求做到整齊美觀，經濟合理。

3.7.2 平面佈置方案

燃料氣回收設施平面佈置圖詳見附件。（見火炬氣回收 FRIS 壓縮機平面佈置圖）（2 ×30000NM³ 氣櫃，方案 A、B）



3.8、管道佈置說明

3.8.1 概述

管道安裝應滿足工藝流程及其他方面的要求，本項目主要採用管架鋪設，管道材質根據現場具體情況而定。

3.8.2 管道間距

- (1) 管道外緣的淨距，不小於 50mm
- (2) 管道上相鄰兩閥門之間手輪突出部分的水準淨距不小於 100mm
- (3) 管道上法蘭法蘭與相鄰管道之間的淨間距不小於 100mm

3.8.3 管道坡度

地上敷設的管道坡度根據地面豎向和工藝流程要求綜合考慮。本專案管道坡度同地面坡度：地下罐前支管道坡下地下罐，坡度為 3%-5%。

3.8.4 防腐設計

管道外防腐執行《石油化工設備和管道塗料防腐蝕技術規範》（SH3022-1999）的要求進行選用，具體做法詳見表：

管道防腐塗料配套方案

序號	使用場合	防銹、防腐塗漆	圖層幹膜總厚度
1	埋地通道	表面用噴射或拋射除鏽（SA2.5） （1）環氧煤瀝青防腐塗層結構； （2）無溶劑環環氧塗料	≥0.8mm
2	不保溫管道 溫度 $t < 100^{\circ}\text{C}$	表面用噴射或拋射除鏽（Sa2.5） 底漆：一層氧富鋅底漆十二層 842 環氧鐵底漆；面漆：兩層各色環氧有機矽耐熱漆	≥210mm
3	保溫管道 溫度 $t \leq 200^{\circ}\text{C}$	表面用噴射或拋射除鏽（Sa 2.5） 底漆：兩層各色環氧有機矽耐熱漆	

4	保溫管道 200 °C < 溫 度 t≤450°C	表面用噴射或拋射除鏽 (Sa 2.5) 底漆：一層無機富鋅車間底漆十一層無機富鋅 底漆	≥70um
注：	1) 一般情況下 t 值按操作溫度考慮；2) 重要的管道應按照使用條件塗耐高溫漆； 3) 帶有蒸汽吹掃等工況的管道，t 值應按該工況最高溫度考慮；4) 帶有襯裡管道 t 值按設計壁溫考慮；5) 管道除鏽等級 sa 2.5; 管道支吊架除鏽等級 st3		

3.8.5 管道保溫

管道及其附件，小型設備的保溫執行 SH3010-2000《石油化工設備和管道隔熱技術規範》，GB 50264-97《工業設備及管道絕熱工程設計規範》，GB 50270-98《工業設備及管道絕熱工程及驗收規範》。管道保溫材料採用防水型硬質複合矽酸鹽管殼或卷氈（管道大于 DN400 的開卷氈）；保溫管道保溫層外加聚乙烯丙綸阻燃防水層，最外層設鋁皮保護。異性設備（泵，閥門等）的隔熱材料採用防水型硬質複合矽酸鹽噴塗製品。

表 12-1 保溫厚度選用表 (mm)

管道 溫度	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
≤100°C	30	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40
101-200°C	30	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
250°C	30	50	50	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	80		

3.9、施工要求

施工時應嚴格執行 SH3505-1999《石油化工施工安全及時規程》，GB50236-98《現場設備、工業管道焊接工程施工及驗收規範》的規定。

(1) 施工時應嚴格執行 SH3505-1999《石油化工施工安全及時規程》，GB50236-98《現場設備、工業管道焊接工程施工及驗收規範》的規定。

火炬氣回收 FRIS 系統包括氣櫃、壓縮機等部分均有土建基礎。根據設計要求，它有一定的沉降保養時間，要建好一個火炬氣回收系統至少在一年左右，但是考慮到檢修週期與檢修時間，一般通過分步來實現。

第一步：

a.利用目前最近的檢修時間，將進行 **FRIS** 系統的管道開口，**FRIS** 系統回收火炬氣後進入全廠燃料氣系統的管道開口及 **FRIS** 系統的水封閥組的進出口與火炬管網的連接管道介面口全部開好，並安裝雙閥及盲板，供 **FRIS** 系統完成後與其連接。

b.利用目前最近的檢修時間，將需要進 **FRIS** 系統的蒸汽管道、供水管道、迴圈水管道、氮氣、淨化儀錶風、消防穩定高壓管道、排水管道與原系統的連介面均開好，並裝上閥門。在檢修結束全廠裝置運行情況下與 **FRIS** 系統連接。

c.電氣、儀錶與原配電系統的連接、與原 **DCS** 系統的連接可以在最近的檢修時間內完成或者預先準備。

第二步：

在現場具備施工條件情況下，進行 **FRIS** 系統的施工。施工包括：土建、給排水、電氣、儀錶、電訊、管道、設備等專業，在施工時，施工現場應與原運行的裝置、設備之間採取安全隔離手段，保證施工時不影響原有裝置的安全運行。

第三步：

待 **FRIS** 系統施工完成後，各部分的安裝品質、施工要求與調試要求均達到要求，各專業的檢查已通過，由用戶與 **EPC** 方一致認為具備開工的條件後，打開火炬系統連接的進出口閥、與全廠燃料氣管網的連接介面，並將通用專業的給排水、消防用水等連接閥門打開，完成 **FRIS** 系統的正式投用。

第四章、安全、環保

4.1、安全部分

4.1.1 工藝安全設計評估：

(1) 火炬氣回收系統 FRIS 系統嚴格按照美國 API-521 及 ISO 標準中的火炬氣回收的工藝技術做方案要求進行設計。

(2) 火炬氣回收系統 FRIS 在中國已運行了二十年以上，在中石化、中石油、中化、中海油及地方石化大大小小 200 家企業運行，在二十多年運行過程中沒有發生過安全事故。

(3) 火炬氣回收系統 FRIS 在中國作為石化企業的一種標準化配置，它的技術是成熟的、可靠的、安全的，通過二十多年運行，總結優化，已由國家制定了 SH3009-2013《石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》（此標準依據是 API-521/ISO）。

(4) 火炬氣回收系統 FRIS 的裝置平面佈置嚴格按中國 GB50160-2008《石油化工企業設計防火規範》，SHJ13-2000《石油化工企業廠區豎向佈置設計規範》，此標準均得到國際石油跨國公司，殼牌、UOP、LUMUS 的認可，在中國的專案中應用。氣櫃、壓縮機、機櫃室與相鄰建築裝置均達到防火、防燥間距。

(5) 火炬氣回收系統 FRIS 的裝置按可燃氣體介質的防燥要求：GB50058-92《爆炸和火災危險環境電力裝置設計規範》，劃分為爆炸危險 2 區環境，此環境內電氣設備的防爆等級不低於 EXd II CT4；地下的溝、池均劃分為爆炸氣體環境 1 區，此環境內電氣設備的防爆等級不低於 EXd II CT4。FRIS 系統的自動化、儀錶設備按本質安全儀錶設計，每一個回路均設計有安全柵，保證現場不會發生火花，它達到無火型的本質安全要求，所有現場儀錶均達到中國國家防爆電氣產品品質監督檢驗站（NEPS1）和石油化工電氣產品防爆品質監督檢驗中心（PCEC）、國家煤礦防爆安全產品的品質監督檢驗中心（CMEXC）的標準，並有認可證書，達到 EXiallCT6 本安型。

(6) 火炬氣回收 FRIS 系統控制回路、信號線均設計有防雷抗波湧器及防雷條與安全接地系統，達到 IEC61312《防雷擊電磁脈衝 CLEMP》系統的標準。

(7) 火炬氣回收 **FRIS** 系統在裝置內設計了一套火災自動報警系統 (Fobs) 並在現場設多個火災報警按鈕及多個聲光警裝置，並且與 **GC6** 工廠的火災自動報警系統連接達到一體化。

(8) 火炬氣回收 **FRIS** 系統根據 **SH3009-2013**《石油化工企業燃料氣系統和可燃氣體排放系統設計規範》要求，設計並配置了可燃氣體報警系統 **FXS**，並且與 **GC6** 工廠可燃氣體報警系統相連接達到一體化。

(9) 火炬氣回收 **FRIS** 的自動化控制及安全聯鎖、監控系統 **FCS** 系統是一個三重化的安全系統，其 **CPU** 控制器、**I/O** 卡、運行軟體都是三重化的，均達到國家電工委員會 **IEC61508** 標準及 **SIL3** 的安全等級，並有國際 **TUV** 的認證。

(10) 火炬氣回收 **FRIS** 系統的氣櫃設計有頂部有上限機械硬限位，底部有下限機械落架硬限位元並且有三金化電腦對其上限、下限、上升、下降速率，氣櫃的壓力、溫度並配有三套雷達系統進行多參數一體化監控，一旦參數發生超限 **FRIS** 系統會自動報警與安全聯鎖，**FRIS** 系統還有氣櫃的緊急停車功能 **ESD**。

(11) 火炬氣回收 **FRIS** 系統的火炬氣壓縮機是專門用於火炬氣壓縮、升壓的流環式壓縮機，它是成熟的、可靠的，有幾十年以上運行業績，它有一套安全可靠的電腦監控子系統，它包括壓縮進口壓力、溫度、出口壓力、電機轉子、定子溫度參數一體化監控，一旦這些參數超限，電腦 **FCS** 系統均會自動報警，並且還有緊急停車功能 **ESD**。

(12) 火炬氣回收 **FRIS** 系統對火炬氣管道的壓力、濕度、流量及水封閥組、氣炬、壓縮機火炬頭的長明燈的壓力、濕度、流量平均分子量參數進行一體化監控、管理、聯鎖。這些均有三重化的安全等級達到 **SIL3** 的 **FCS** 系統自動完成。

如果火炬氣流量超過氣櫃負荷（生產裝置不正常狀況下）或者氣櫃發生故障，**FCS** 系統會：

A、8 秒鐘之內打開水封閥組，火炬氣直接通向火炬頭排放；

B、**FCS** 在 10 秒之內關閉氣櫃進口蝶閥或者自動調節氣櫃上升速度保證氣櫃的安全運行；

C、在 12 秒鐘之內，同時點燃火炬頭的三個長明燈；

D、水封閥組的水封設定為 700-900mmH₂O 水柱，一旦火炬管網壓力超過 700-900 mmH₂O 水柱，火炬氣會衝破水封閥組的水封直接向火炬頭排放，它保證火炬的背壓在 700-900 mmH₂O 水柱以下的安全狀態。

E、長明燈自動點火，點火工作壽命在 20 萬次以上，點火連續時間達 30 分鐘。主要設備在地面，方便維護，同時保持 iRPC 火炬原有地面點火裝置，使 iRPC 點火系統比原來更加可靠、方便、安全。

火炬平均可以點一盞長明燈保證安全系統同時，FCS 系統對長明燈可以自動監控，一旦熄滅會自動報警，重新自動點火。

(13) A、火炬氣回收安全系統 FRIS 的壓縮機出口，設計有返回氣櫃管道，這樣氣櫃（大容量），壓縮機壓力達到一體化與自平衡。保證回收系統壓力平衡。

B、火炬氣壓縮機出口有緩衝罐，它保證了回收系統燃料氣到燃料氣管網的壓力平衡與自平衡。

(14) 火炬氣回收系統的防腐設計（全部★1 防腐）

綜上所述：火炬氣回收系統 FRIS 的工藝、設備、電氣、自動化儀錶系統設計是成熟的、可靠的、科學的、安全的，它適合煉油石化工廠的投用與運行。

4.1.2 風險評估

(1) 火炬氣回收的介質：

火炬氣回收的介質是煉油石化工廠在正常生產過程中產生的 HC 氣體及在停電、停水，設備事故狀態下緊急排放的 HC 氣體，這些氣體現在均通過火炬氣管網向火炬頭排放，這些技術與設備均是原來就有的，經多年的運行考驗，這些管道、設備是成熟、可靠的，應當不存在風險，是安全的。

火炬氣回收系統 FRIS 在原來火炬氣管網上安裝水封閥組，將要排放的火炬氣引進氣櫃，沒有增加任何原料，其壓力、溫度（進氣櫃氣體）沒有改變，沒有化學反應，所以也是安全的。

(2) 火炬氣回收系統回收的火炬氣均在密封的管道、氣櫃容器內，它的壓力是低壓，溫度是常溫。壓縮機升壓後溫度在 50℃左右。

(3) 火炬氣回收系統 **FRIS** 的設計滿足 **SH3009-2013**《石油化工企業燃料氣系統和可燃氣體排放系統設計規範》；**GB50160-2008**《石油化工企業設計防火規範》；**SHJ13-2000**《石油化工企業廠區豎向佈置設計規範》；**GB50058-92**《爆炸和火災危險環境電力裝置設計規範》；**GB50160-2008**《石油化工企業設計防火規範》；**IEC61508**《安全系統安全等級規範》；**IEC61312**《防雷擊電磁脈衝（**LEMP**）》；

① 其控制系統 **FCS** 達到 **TUV** 認證為 **SIL3** 安全等級；

② 火炬氣回收系統設計有：可燃氣體報警系統 **FXS**；火災報警系統 **F&S**；抗浪湧、抗雷擊、安全接地、安全聯鎖、緊急停車功能 **ESD**，均達到安全規範標準。

(4) 經我們調研，火炬氣回收系統在中國已運行 20 年以上，在中國中石化、中石油、中化、中海油及地方的石化企業工廠有一百套以上，均沒有發生安全事故，經二十年一百多家工廠使用考驗是安全可靠的；

(5) 火炬氣回收系統已有一套成熟的運行操作規範；

(6) 火炬氣回收系統和核心技術及設備（氣櫃、壓縮機）已有二十多年生產經驗，並且有專門的專業生產標準與規模及流水線，其技術與產品是成熟的，品質是可靠的；

(7) 火炬氣回收系統其壓力在 **4KPa**，壓縮出口後 $\leq 0.7\text{MPa}$ ，其操作溫度在 **50℃** 以下，在石油化工行業及煉油廠來說是低壓、常溫，其介質是 **HC**、**H₂S** 含量 **0.4% VOL** 以下，是在安全狀態下操作。

經上所述與研究認為：火炬氣回收 **FRIS** 系統是一個低風險，安全可靠的系統。

附：突發安全事故的風險評估表

突發安全事故的風險評估表

No	事故	原因	可能後果			系統現有防護措施或解決方案
			工藝	環境	居民區	
1	氣櫃內火炬氣向高空大氣散放	氣櫃頂活塞衝擊出頂部限位元裝置或 者活塞向下落架超過氣櫃下限位裝置而啟動了氣櫃散放機構將氣櫃內火炬氣向高空散放	關閉二道進氣櫃的切斷閥及出口閥，待氣櫃內壓力正常。通過氮氣置換，回復原來狀態並檢查氣櫃所有部件一切正常再恢復工作	由於氣櫃壓力在 300 多 mmH ₂ O。向高空排放時間不長。在安全距離外環境無大影響，只有液化氣味，會引起周圍可燃氣體報警器的報警。	由於居民區在安全區域，距離比較遠，沒有影響。	系統對活塞的上升、下降速度，氣櫃內的壓力、溫度，氣櫃的高度均有三重化電腦安全系統進行監控，一旦超限就會聲光報警，提醒操作工處理。如果不處理繼續超限達到安全連鎖參數，電腦會自動進行安全連鎖。關閉氣櫃進口切斷閥，氣櫃停止進氣。最後一道是氣櫃上、下機械限位。共有三道安全措施。根據我們調查，中國幾百座氣櫃沒有發生過此事故。
2	氣櫃內氣囊漏氣	氣櫃使用時間長，引起氣囊老化。或者火炬氣組分帶有腐蝕性氣體對氣囊材料腐	洩漏一般情況下操作工帶防毒面具，佩戴可燃氣體報警儀及查漏儀進入氣櫃氣囊與櫃壁之間走道進行檢查與處理。此時氣櫃一般繼續工作。如果洩漏大，根據情況可以暫停進氣待氣櫃內氣體抽掉再處理，一切正	由於氣櫃壓力低。周圍均有可燃氣體報警器。在安全距離外環境無大影響，只是液化氣味。一般不會引起周圍可燃氣體報警器的報警。具體按相關預案進行處	由於居民在安全區域，距離比較遠沒有影響。	系統有相關處理的工藝規程及預案，並且有專門修補工具、材料，並有專門培訓人員參與。氣櫃周圍配有可燃氣體報警器，並且定期對氣櫃的結構與氣囊進行巡迴檢查及專項檢查與檢修。

		蝕。	常再工作。	理。		
3	液環式火炬 氣壓縮機漏水	液環式壓縮機密封液為水。由於水組成液環好像水活塞對火炬氣進行壓縮，並且與大氣與機外進行隔離密封。所以液環式壓縮機洩漏是泄漏水。	一般情況是切換備機進行修理。	由於洩漏的是水，同時水的量不大，不會對周圍環境有影響。	沒有影響	有專門修理預案，按規定操作規程及技術修理要求，程式進行。 對修理工進行修理培訓，對操作工進行巡迴檢查及專項檢查制度落實
4	火炬氣回收 管道及容器設備的洩漏	由於密封件及連接處焊點或腐蝕。	一般情況，根據可燃氣體報警器區域操作工利用查泄漏儀進行檢查找到源頭，按預案進行處理。如果洩漏嚴重應關閉上、下游閥門，並通知有關安全部門，進行預案處理。	周圍均有可燃氣體報警器。在安全距離外，環境無大影響。只是有液化氣味。設立隔離區域，事故處理完後，無環境影響。	距離比較遠，無影響。	按標準設計可燃氣體報警器，並且通過三重化電腦系統及 FRIS 系統進行報警，並提醒操作工進行巡迴檢查。對操作工進行相關技術培訓，建立事故處理的預案在現場配置相應消防滅火設備。

4.2、環保

(1) 火炬氣回收系統 **FRIS** 均在密封系統回收，可以達到全密封、無洩漏、無有毒氣質，其排放的凝液不含毒性。

(2) 火炬氣回收系統 **FRIS** 將原來向大氣排放的燃料氣進行回收，每年可以少向大氣排放 3 萬噸燃料氣，真正達到節能減排，減少 CO₂ 的排放。

(3) 火炬氣回收系統 **FRIS** 特點在正常生產與正常開工、停工時將工廠排放的燃料氣全部回收（不包含全廠停電、停水、發生事故狀態）所以它是一個很好環保裝置。

(4) 對周圍大氣污染改善、降低周圍居民 **ARS** 發病率（詳見第二章）。