

# 石油暨石化科技產業科技學術合作

## 八十九年度期末報告

### 槽車設計與其灌裝卸收作業之安全評估

計畫編號：NSC 89-CPC-7-032-004

執行期間：89年10月1日至90年9月30日

委託單位：中國石油股份有限公司

計畫主持人：陳錫仁

共同主持人：韓光榮

執行單位：淡江大學化學工程學系

中華民國90年10月31日

## 中文摘要

邇來，危險性化學品之運輸安全已成有關當局與大眾矚目的焦點。化學品之貯存與輸送過程常發生事故，輸送事故會造成火災、「開放性空間蒸氣雲爆炸」與「液體沸騰氣體膨脹爆炸」。此外，毒性化學品外洩亦可能引發毒氣雲的生成，甚而污染水源。

化工廠內槽車灌裝區可說是化學品輸、儲作業中深具潛在危害的區域，若因天然災害、人為疏失或機械故障等因素而引起火災爆炸時，往往因搶救不易而導至重大的財產損失及人員傷亡。液化石油氣槽車引起的事故，於國內最近的案例，為 87 年 2 月 27 日高雄縣林園鄉某液化石油氣灌裝場發生氣槽車爆炸，造成四死四十四輕重傷，其中還包括數名消防人員。

此研究主要之目的首先在闡釋常壓、高壓槽車在設計上之安全理念，其次進行槽車事故之後果分析，最後評估灌裝與卸收作業場所之安全作業標準。

關鍵詞：槽車設計、灌裝與卸收作業、安全評估

## ABSTRACT

In recent years, the transportation of hazardous materials has become a great concern of both the proper authorities and the general public in Taiwan. Transportation accidents occur during the transport and storage of hazardous hydrocarbons. Frequently such accidents result in fires, vapor cloud explosions (VCE) and boiling-liquid, expanding-vapor explosions (BLEVE). In addition to fires and explosions, the loss of containment of toxic chemicals from a tank lorry may give rise to a large toxic gas cloud or may pollute water supplies.

Loading and unloading area at chemical plants is usually considered as a potentially risky zone. Accidents, caused by natural disasters, or human errors, or mechanical failures, often result in heavy losses of properties and human lives. For instance, a recent incident occurred on Feb. 27, 1998, an LPG tank lorry station in Kaohsiung, Taiwan, exploded as a result of human error. The accident cost four lives and injured forty-four people including fire fighters.

The prime purposes of this study are three-fold. First, we begin with an interpretation of the safety concept in designing chemical tank lorries, including an atmospheric tank lorry and a pressure-liquefied-gas tank lorry. Second, we have conducted a consequence analysis for the tank-lorry accidents. Third, we have assessed the safety fundamentals on transport and storage operations for the tank lorries.

**Keywords :** Design of Tank Lorries, Loading and Unloading, Safety Assessment

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
目錄 .....	iii
第一章 緒論 .....	1
第二章 研究方法 .....	3
第三章 槽車之硬體設計 .....	5
第四章 槽車在灌裝區之環保與工安理念 .....	16
第五章 槽車在灌裝與卸收作業之靜電控制 .....	26
第六章 槽車安全評估與事故之後果分析 .....	33
6-1 油罐車日曬之數學模式與其槽體破孔洩漏解析 ...	33
6-2 氣槽車之熱效應模式 .....	37
6-3 熱輻射後果分析 .....	49
第七章 槽車在灌裝與卸收作業之安全作業標準 .....	56
7-1 油罐車灌裝標準作業程序 .....	56
7-2 液化石油氣灌裝場灌裝標準作業程序 .....	57
7-3 液化石油氣加氣站卸收標準作業程序 .....	59
第八章 槽車事故之緊急應變與規劃 .....	63
8-1 灌裝與卸收作業區事故 .....	63
8-2 道路運輸事故 .....	73
第九章 結論與建議 .....	77
誌謝 .....	80
參考文獻 .....	81

## 第一章 緒論

邇來，危險性化學品之輸儲安全已成有關當局與大眾矚目的焦點。化學品之貯存與輸送過程常發生事故，輸送事故會造成火災、「開放性空間蒸氣雲爆炸」與「液體沸騰氣體膨脹爆炸」。此外，毒性化學品外洩亦可能引發毒氣雲的生成，甚而污染水源。

化工廠內槽車灌裝區可說是化學品輸、儲作業中深具潛在危害的區域，若因天然災害、人為疏失或機械故障等因素而引起火災爆炸時，往往因搶救不易而導至重大的財產損失及人員傷亡。

據統計指出，化學品儲運的時間約佔全部生產過程百分之七十，在正常狀況下，佔生產成本百分之三十；但是如果發生意外，則可能血本無歸。因此，應盡量減少儲運作業，否則必須確實執行化學品儲存與運輸作業安全。化學品儲存不良造成的危害，基本上有兩種類型：(1)毒性物質外洩，及(2)火災和爆炸，兩者均會造成嚴重的生命財產損失。

汽油、液化石油氣等利用槽車運輸，搬有運無以供應國內工廠、家庭及車輛為燃料，無疑的槽車對物盡其用、貨暢其流佔有相當重要的地位。然而，大部分化學槽車運送物質不是易燃液體就是高壓液化氣，是故在使用或處置這些危險性化學品同時，往往需要採取適當措施以預防事故於未然，如此方能達成安全的目的。一般而言，易燃液體之閃火點在閉杯試驗時不高於攝氏 65 度，以汽油為例其閃火點僅為攝氏零下 43 度，低於常溫輸儲溫度甚多；高壓氣體可分以下五類：(1)可燃性氣體如天然氣、液化石油氣、乙烯、乙炔、氫氣；(2)毒性氣體如氯氣、光氣；(3)可燃與毒性氣體如氨氣、環氧乙烷、氰化氫、一氧化碳；(4)惰性氣體如氮氣、二氧化碳以及(5)助燃性氣體如氧氣。

危險性化學品之輸送與儲存過程常發生事故，輸送事故常見的結果不外乎「開放性空間蒸氣雲爆炸」(UVCE)與「液體沸騰氣體膨脹爆炸」(BLEVE) [1-4]；BLEVE 是 boiling-liquid, expanding-vapor

explosion 的縮寫簡稱，係指液體貯存溫度大於大氣壓沸點溫度時，突然從封閉容器中釋放出來的一種物理現象。由於壓力突然釋放而使部份的液體氣化產生具爆炸性的蒸氣雲。大部分的 BLEVE 與可燃性液體有關，且大部分的 BLEVE 一旦被周圍的火源點燃常形成火球 (fireball)，而產生極高的熱輻射屬於相當恐怖的事故。此外，毒性化學品外洩亦有可能引發毒氣雲的生成，甚至進而污染水源。輸送事故的起始原因肇發於高壓液化氣本身、操作過程與駕駛者之互動。化學物可能著火、爆炸或腐蝕槽體，裝載或卸載化學品的錯誤動作或過度裝載引起溢流均引發事故，槽車因車禍可能造成駕駛者受傷或死亡。因此，輸送危險包括槽車碰撞、槽車翻覆解體及在裝載或卸載操作的過程上。根據美國 Garrison 報告「三十年石油/石化製造業百大災害」指出約有 30% 竟與液化石油氣相關 [5]。

常見氣槽車、油罐車因車禍而發生碰撞甚至翻覆，進而造成火災與爆炸，這是槽車輸送過程引起的事件；尤有甚者，事故發生在儲槽灌裝區內，以最近的例子，87 年 2 月 27 日，高雄縣林園鄉某高壓液化氣灌裝場發生氣槽車爆炸，造成四死四十四輕重傷，其中甚至還包括數名消防人員。在此災害中，由媒體報導與電視轉播，曾見場區中幾個主要球型儲槽幾乎受鄰近火災侵襲，而險些釀成 BLEVE 巨災，可說是驚險萬分。高壓氣體可說是一種「既期待又怕受傷害」的化學品；它是一種利用價值甚高的產品，除了廣泛當成石化產品與其衍生物的原料與進料。此外，高壓液化氣(如 LPG)也廣泛當成車用燃料，以降低汽車排放對環境的污染。

此研究主要之目的首先在詮釋常壓、高壓槽車在硬體設計上之安全理念及灌裝與卸收作業之靜電控制，其次進行槽車事故之後果分析 (consequence analysis)，最後評估灌裝與卸收作業之安全作業標準 (SOP)。

## 第二章 研究方法

中油公司與其經銷商在槽車相關作業方面似以汽油與液化石油氣為大宗，因此在本報告中挑選為研究對象，汽油槽車與液化石油氣槽車分別代表常壓、高壓化學槽車。易燃液體的油罐車為橢圓型 (elliptic shape) 胴體，高壓氣體槽車則為圓柱型 (cylindrical shape) 胴體外加 2:1 之橢圓端板。槽車的結構安全性及意外之防範，有一定之標準和規範，非經交通監理單位檢驗合格，不得發照上路。靜電危害對於工業界安全的影響不容忽視，於煉油與石化工業，儲槽若因靜電處理不慎，發生火花放電引燃易燃性物質，會導致儲槽火災；此外，在化學槽車灌裝與卸收作業中，儲槽與槽車間之管路輸送亦會伴隨靜電產生，對於廠內之灌裝卸收區也具有相當程度的危險性。靜電理論提及任何兩種不同物體間的移動或接觸，都會產生靜電，所以流體的移動會造成電荷累積，當靜電之電壓達 350 V，且其能量達 0.25 mJ 時 [6]，就會放電而產生火花，進而點燃易燃性物質，造成燃燒甚至爆炸的危險。本研究擬闡釋此理論以探討化學槽車在其灌裝卸收過程中，靜電安全對於流體流動速度的限制。目前就汽油而言，在灌裝作業時，開始灌裝的速度不得超過每秒 1 公尺，灌裝管入口完全浸淹沒入汽油後，灌裝汽油速度應限於每秒 7 公尺。

本研究主要在闡釋油罐車與氣槽車在硬體設計、靜電控制上之安全理念，其次進行槽車安全評估與事故之後果分析，最後評估灌裝與卸收作業之安全作業標準。研究方法包括：分析槽車輸儲作業之災害案例、評估槽車之槽體附屬安全裝置、卸收作業之安全作業標準、探討槽車之運輸安全、提出槽車事故發生時相關之緊急應變與規劃等等。此研究在執行步驟上包括：

1. 蒐集國內油罐車與氣槽車目前硬體設計狀況。
2. 分析油罐車與氣槽車在灌裝區之環保及安全理念。
3. 分析槽車靜電控制在灌裝與卸收作業上之安全理念。

4. 進行槽車安全評估與事故之後果分析。
5. 評估油罐車與氣槽車灌裝與卸收作業之安全作業標準。
6. 探討槽車之運輸安全。
7. 建立槽車事故發生時之因應對策。



### 第三章 槽車之硬體設計

一般而言，易燃液體的油罐車為橢圓型胴體，高壓氣體槽車則為圓柱型胴體外加 2:1 之橢圓端板。油罐車的結構安全性及意外之防範，有一定之標準和規範，非經交通監理單位檢驗合格，不得發照上路。監理部門通常要求：槽體之外型得為圓筒型、橢圓型或具圓弧之箱型。槽體之內部應以隔板分櫃，各櫃內部並依其長度酌設防波板，櫃長三公尺以上者設兩道，未滿三公尺者設一道，防波板之中央，開一直徑三公分以上之圓孔，以防運補中油料之激盪或調節用。人孔及蓋，以隔板所分隔之油櫃，其頂部需各設 40 公分以上或 30 x 40 公分以上之橢圓型人孔及蓋，人孔及人孔蓋間，墊以耐油之墊片。通氣閥：每一人孔蓋上裝設通氣閥，通氣閥應具排氣閥和真空進氣閥之作用，排氣閥及真空進氣閥各裝有鋼珠式裝置，防止液體溢流。安全閥：裝置於罐體氣體空間之適當位置，原則上每櫃一個，安全閥之裝設需有車輛傾覆時防止液體溢流之功能。基於安全著眼，除上述配備外，槽體之頂並設置護板，槽體兩側及後端下方，皆視需要設護板或支架，罐體下緣之兩邊，配合車輛大樑之寬度，各焊設以 4.5 公釐以上厚度之支架兩條，支架長度須與罐體長度同長，並固定於車輛之大樑，使不致前後左右滑動。保險桿與槽體距離亦須符合 CNS 國家標準。圖 3-1 為 14 公秉油罐車罐體及底盤外型與各部分之零件表，圖 3-2 為 8.5 公秉油罐車之管路系統圖。

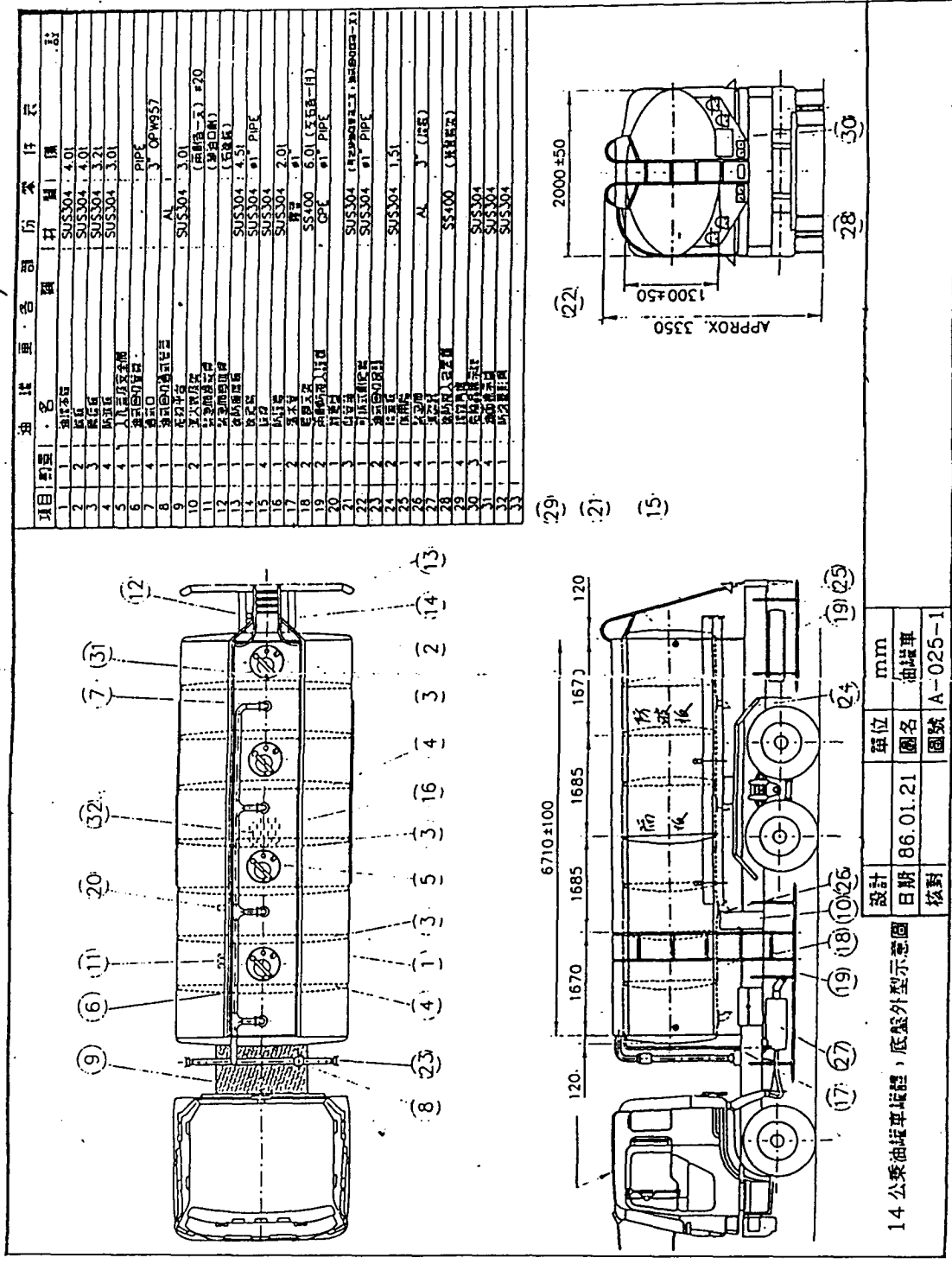
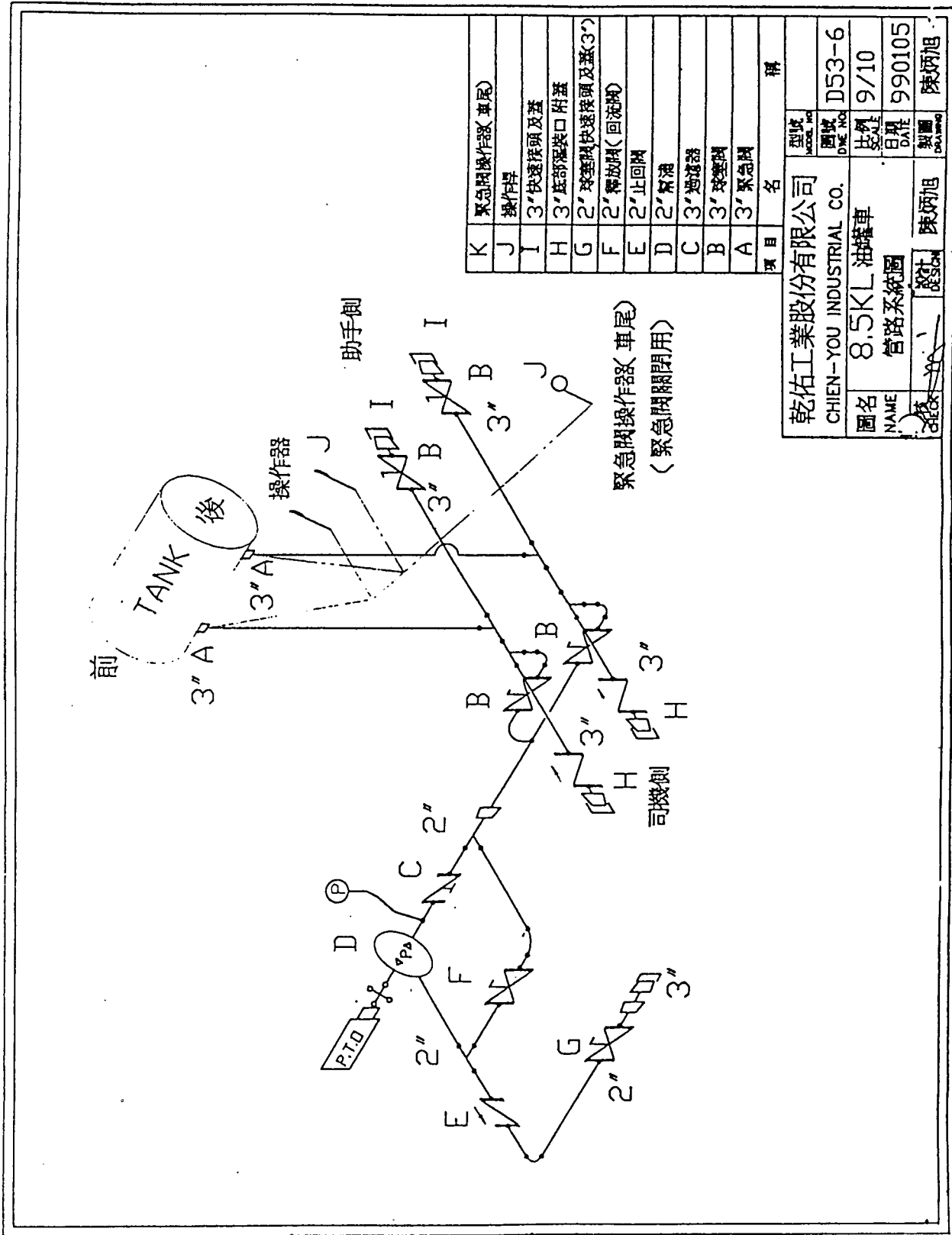


圖 3-1 14 公秉油罐車罐體、底盤外型與各部分之零件表



K	緊急閥操作器(車尾)
J	操作器
I	3" 快速接頭及蓋
H	3" 底部濕裝口附蓋
G	2" 球塞閥快速接頭及蓋(3")
F	2" 釋放閥(回流閥)
E	2" 止回閥
D	2" 幫浦
C	3" 過濾器
B	3" 球塞閥
A	3" 緊急閥

項目	名稱
乾佑工業股份有限公司	
CHIEN-YOU INDUSTRIAL CO.	
圖名	8.5KL 油罐車
NAME	管路系統圖
設計	陳炳旭
DATE	990105
製圖	陳炳旭
比例	9/10
圖號	D53-6
型式	

圖 3-2 8.5 公秉油罐車之管路系統圖