

英美日等國運輸槽車管理制度評估

**Evaluation on the Management System
of Vehicles Carrying Dangerous Goods
in UK, USA and Japan**

英美日等國運輸槽車管理制度評估

Evaluation on the Management System of Vehicles Carrying Dangerous Goods in UK, USA and Japan

研究主持人：張承明

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 97 年 05 月 19 日至 97 年 12 月 31 日

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

中華民國 98 年 3 月

摘要

運輸槽車行駛於道路，包括常壓及壓力槽車，常壓液態罐槽車之罐槽體應依「常壓液態罐槽車罐槽體檢驗及管理辦法」規定辦理。在高壓罐槽車部份，以勞委會公佈之「高壓氣體勞工安全規則」為主要遵循依據，唯該安全規則對於槽車罐槽體的管理係比照灌裝高壓氣體之移動式壓力容器之規定，並無針對罐槽體的檢驗標準。

本計畫為能有效管理運輸槽車並保護勞工及公共安全，彙整歐盟、英國、美國、日本、香港等地區之運輸槽車管理制度，比較各管理方式之差異，並針對國內廠商進口美國交通部 DOT 規範製作的運輸容器後續實施檢查作業進行評估，最後對於我國未來運輸槽車管理制度提出建議，以期能更有效地管理我國運輸槽車。

本計畫發現歐盟及美國在運輸槽車方面的規定，均以「危險物運輸」為主軸來做整體管理規劃，有關運輸槽車的管理權責，在英國和美國，均以交通部為主管機關。為能提升槽車運輸的安全，槽車及槽體宜統一管理，在法規的訂定及管理權責的劃分，建議以「危險物運輸」作為整體考量，並由交通部擔任危險物運輸的主管機關較為適當。美國素執科技牛耳，研發團隊之經驗，法令規章之嚴謹，較日本不遑多讓。進口的運輸容器若能指定適用美國 DOT 的規定，其安全性應可信賴；同時，為達管理的一致性，以美國 DOT 規定製作的運輸容器，其後續的檢查規定亦應依照 DOT 的規定辦理。同時，為完善管理體制，及掌握國外製造廠商之品管能力，建議主管機關除要求進口運輸容器的廠商提供相關證明文件外，並函請外交部及經濟部等駐外單位查詢國外製造廠商之生產及品管能力，以確保產品之品質。最後，有鑑於世界貿易愈來愈頻繁，相關國際法規標準的認可需求預期會更多，建議勞委會成立國際法規標準審議委員會，研議國際法規標準之認可事宜。

關鍵詞：槽體、移動式壓力容器、美國規格容器

Abstract

Motor vehicles carry atmospheric liquid containers are regulated by “Inspection and management of atmospheric liquid motor vehicle tanks regulations,” promulgated by Department of Transportation in Taiwan. And, transportable high pressure containers are regulated by “Regulations for high pressure gas labor safety,” promulgated by Council of Labor Affairs. The transportable high pressure cylinders were inspected in accordance with the provisions for transportable pressure receptacles for refilling high pressure gas. However, there is no inspection standard for the construction of the transportable pressure cylinders.

This study has collected the management system for transportable pressure receptacles in European Union, UK, USA, Japan, and Hong Kong. An assessment on the management of the US DOT specification cylinders is also conducted. The amendment of management of transportable pressure equipment is also recommended.

It's found that UK and USA regulate vehicles carrying transportable pressure equipment based on the transportation of dangerous goods. So, the leading authority for managing these vehicles with the containers in both countries is Department of Transportation. Both US and Japan are advanced industrialized country. The safety of U.S. DOT regulated cylinders is credible. And, for the purpose of being consistent in managing regulated cylinders, the reexamination of the imported US specification cylinders should follow US DOT regulations also. However, in order to assure the quality of foreign manufacturers, not only the agency importing cylinders should provide appropriate certificates of manufacturing, but we also recommend Ministry of Foreign Affairs or Economic Affairs provide credibility information of the foreign manufacturers to assure the quality of their products. Finally, in considering on the increasing world trade, the need for the approval of products compliant to foreign regulations will consequently increase. It is recommended to establish an international regulations verification committee to approve foreign regulations.

Key Words: tank, transportable pressure equipment, DOT specification cylinder

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	2
第三節 工作項目.....	2
第二章 英美日等國移動式壓力容器管理單位.....	3
第一節 歐盟.....	3
第二節 英國.....	6
第三節 美國.....	9
第四節 日本.....	15
第五節 香港.....	16
第六節 總結.....	16
第三章 歐美日運輸槽車之法規要求.....	18
第一節 歐盟.....	18
第二節 英國.....	20
第三節 美國.....	20
第四節 日本.....	25
第五節 香港.....	32
第四章 集合式容器氫氣槽車採用美國 DOT 規範之適用性評估.....	36

第一節 美國的運輸氫氣載具.....	37
第二節 其他國家採用美國 DOT 規格長管容器的情形	39
第三節 美國法規對 3AAX 氫氣鋼瓶的相關規定	40
第四節 美日兩國對 3AAX 無縫鋼瓶檢查要求的比較	44
第五節 美國 DOT 容器之安全性及應用性分析	50
第五章 結論與建議.....	54
第一節 結論.....	54
第二節 建議.....	55
參考文獻.....	57
附表 1 美國獨立檢查機構(Independent Inspection Agencies).....	59
附表 2 我國獲准為 DOT 容器的再檢查單位(Requalifiers)	60
附表 3 台、日、韓獲准製造 DOT 容器的廠商	61
附表 4 獲准製造 DOT-3AAX 容器的廠商	62
附表 5 49 CFR 178 編 C 分編中長管容器(Cylinders)規範	63
附表 6 日本與美國 3AAX 無縫容器檢查規定比較表	65
附表 7 危險性機械設備本會指定適用國外標準一覽表.....	84
附錄一 英國壓力容器(Pressure receptacles)的設計、建造及測試標準.....	86
附錄二 49 CFR 178.35 規格容器的一般規定	93
附錄三 49 CFR 178.37 3AA 及 3AAX 規格無縫鋼瓶.....	96
附錄四 49 CFR 180.205 規格容器重新檢驗一般規定	102
附錄五 49 CFR 180.209 容器重新檢驗規範一般規定	108
附錄六 美國 49 CFR 第 173、177、178、179 編章標題	117

圖目錄

圖 1 聯合國與歐盟運輸相關指令之關係圖.....	4
圖 2 長管拖車(TUBE TRAILER).....	36

表目錄

表 1	美國聯邦法 49 CFR 運輸法規及其第 2 卷「危害物質規則」之內容架構.....	11
表 2	英、美、日、香港的槽車主管機關.....	17
表 3	國際公路運輸危險物歐洲協定 ADR 中移動式容器之分類.....	18
表 4	日本及美國有關 3AAX 無縫容器法規條文對照表.....	45
表 5	日本與美國對於 3AAX 無縫容器之檢查規定比較.....	46
表 6	日本無縫容器工業標準.....	49

第一章 計畫概述

第一節 前言

公路運輸槽車是國內最普遍的化學品運輸方式，但其裝載著具有危害性的化學品穿梭於公路上，與大眾接觸的機會較地下管線、鐵路等其他運輸方式多，萬一車輛發生撞擊、外洩、火災、爆炸，或槽體發生故障，不僅會危害運送人員、道路使用者、救援人員及附近居民的生命財產安全，也破壞週遭自然生態，更造成龐大的社會成本支出。近年來國內道路上槽車意外事件頻傳，雖然常是因為槽車駕駛不慎所致的翻覆、洩漏等事件，但因槽車引進國內已逾20年，槽車上罐槽體之結構是否安全無虞也是主管機關所關切的。

運輸槽車包括常壓槽車及壓力槽車，因行駛於道路，其安全涉及道路交通安全及槽體安全，國內目前主管機關不限於交通部。依據交通部訂定的「道路交通安全規則」第二十五條規定，高壓罐槽車之罐槽體應依行政院勞工委員會所定有關高壓容器檢查之法令辦理；常壓液態罐槽車之罐槽體應依常壓液態罐槽車罐槽體檢驗及管理辦法規定辦理。

在「常壓液態罐槽車罐槽體檢驗及管理要點」中規定常壓液態罐槽車罐槽體的檢驗單位可為財團法人或社團法人、檢驗機構必備資格、以及罐槽體應檢驗的項目。

在高壓罐槽車部份，以勞委會公佈之「高壓氣體勞工安全規則」為主要遵循依據，唯該安全規則對於槽車罐槽體的管理係依照灌裝高壓氣體之移動式壓力容器之規定，並無針對槽車罐槽體訂定結構安全的檢驗標準，運輸方面則僅規範運輸安全設施。對於運輸槽車之相關規定還有環境保護署的「毒性化學物質運送管理辦法」、交通部的「車輛安全檢測基準」等，但只限運輸路線之規劃、毒性化學物質運送許可及車輛追蹤系統裝設、液化石油氣汽車燃料系統及壓縮天然氣汽車燃料系統的檢驗規定。目前國內有關壓力槽體的檢查標準只有針對液化石油氣及液氨兩份國家標準「CNS 7248 液化石油

氣汽車運輸槽體」及「CNS 7249 汽車液氨運輸槽安全規章」，其餘物質之壓力槽車槽體則無檢驗標準。

運輸槽車行駛於道路，尤其是壓力槽車，如果未能確保其槽體之安全，就如同一個潛在危害行走於公用道路上，因此建立良好的管理制度是相關主管機關應思考的議題。

第二節 目的

本計畫為有效的管理運輸槽車並保護勞工及公共安全，將借鏡歐、美、日等國家之運輸槽車管理制度，比較各管理方式之差異，並針對國內廠商進口美國交通部DOT規範製作的運輸容器後續實施檢查作業進行評估，最後對於我國未來運輸槽車管理制度提出建議，以期能更有效地管理我國運輸槽車。

第三節 工作項目

本研究進行之主要工作項目如下：

1. 蒐集英、美、日等國運輸槽車管理架構；
2. 蒐集英、美、日等國運輸槽車檢驗執行相關資料；
3. 針對集合式容器壓縮氫氣槽車採用美國 DOT 規範實施檢查適用性評估；
4. 針對國內槽車管理制度提出建議。

第二章 英美日等國移動式壓力容器管理單位

有關危險品運輸和移動式壓力容器的法規體系，目前在全球有兩大主流，一個是遵循聯合國危險物運輸規章範本(UN Modal Regulations)及歐盟指令(聯合國歐洲經濟委員會及歐盟 United Nations Economic Commission for Europe-European Union, UNECE-EU)的體系，其包含陸、海、空國際運輸及歐洲境內的危險品運輸；另一個體系則是美國聯邦法規 CFR (Code of Federal Regulations)和美國機械工程師協會(American Society of Mechanical Engineers, ASME)標準體系，其管轄美國境內的危險品運輸及移動式壓力容器及輸入美國的聯合國 UN 壓力容器。下面介紹歐盟、英、美、日、香港等地的相關管理架構。

第一節 歐盟

歐盟目前有 27 個成員國，佔了歐洲 42 個國家的 64%。歐盟在 1985 年頒布「關於技術協調和標準化的新方法」，修正以往歐盟指令涵蓋所有細節問題的做法，規定歐盟指令只涉及產品安全、工業安全、人體健康、及消費者權益保護，指令中提出基本安全要求，相關的技術細節則另由歐洲標準委員會(European Committee for Standardization, 以法文縮寫簡稱為 CEN)制定技術標準(European Norm, EN)。

有鑒於危險物的運輸關係到世界各國的安全，聯合國經濟及社會委員會在 1956 年頒布「危險物運輸建議書」(Recommendations on the Transport of Dangerous Goods)，爲了因應技術發展及使用者持續改變的需求，委員會定期會修正「危險物運輸建議書」。聯合國經濟及社會委員會於 1996 年採用「危險物運輸規章範本」，將其列入「危險物運輸建議書」的附件，該規章後來成爲各國制定危險物運輸法規的依據。國際上運輸相關規範則是以「危險物運輸建議書」爲藍本，聯合國下的國際海事組織(International Maritime Organization)依據該建議書制定了「國際海運危險物規則」(International Maritime Dangerous

Goods Code, IMDG)，國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)也據以制定「國際空運危險物技術規則」(Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air)。在 1994 年及 1996 年，歐盟將國際運輸法規轉換為歐盟指令「94/55/EC 國際公路運輸危險物歐洲協定」(European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, 簡稱 ADR)，及歐盟指令「96/49/EC 國際鐵路運輸危險物協定」(Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail, 簡稱 RID)。歐盟並要求其會員國須於 1997 年 1 月 1 日前，將 ADR 及 RID 兩個指令之規定納入國家法規，使國家與國際的運輸規定一致化。ADR 協定允許國與國之間的公路運輸危險物質，只要能完全符合 ADR 的要求，就可以免除運輸過程所經過國家的國家法令限制。但 ADR 並未包含執行規定，因此，若未能完全符合 ADR 的要求，則須依照當地國家法令規定辦理，包含執行面也依當地規定辦理。ADR 及 RID 每二年會修訂一次。

在 2000 年，歐洲經濟委員會與萊茵河航運中央委員會共同制定了「國際危險物內河運輸歐洲協定」(European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways, 簡稱 ADN)，參與的國家須遵守相關規定。聯合國與歐盟運輸相關規定之關係圖如圖 1 所示。

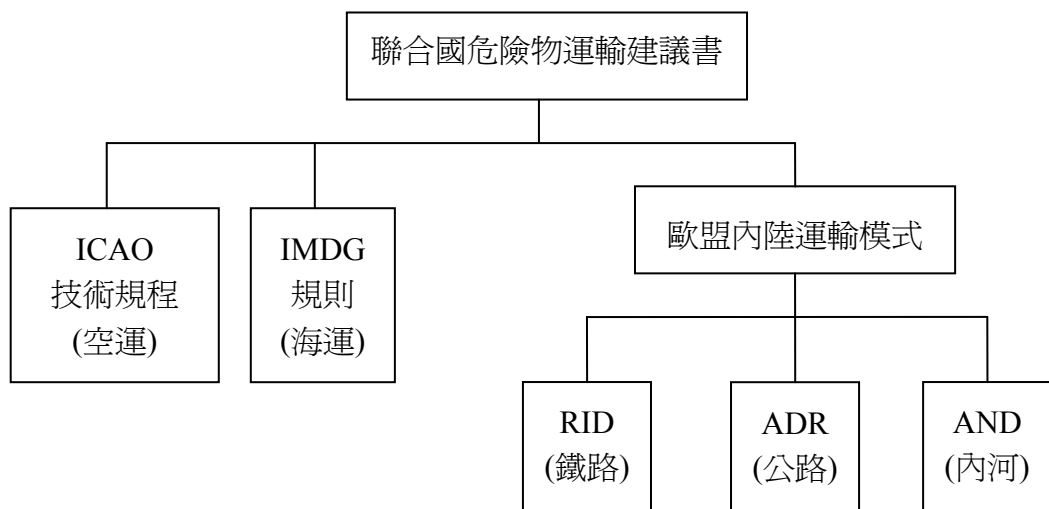


圖 1 聯合國與歐盟運輸相關指令之關係圖

另為配合 ADR，移除歐盟間的貿易技術障礙，並確保危險品運輸載具進入歐盟市場能符合特定的設計、製造及測試要求，歐盟於 1999 年 4 月頒布「1999/36/EC 移動式壓力設備指令」(Transportable Pressure Equipment Directive, TPED)。該指令適用於在歐盟境內危險物公路運輸和鐵路運輸使用的移動式壓力設備，包括新製造的、重複充填的、和定期檢驗的壓力設備，涵蓋罐式(tank)和瓶式(receptacle, cylinder, tube, pressure drum 等)容器，包括閥門和附件在內，用於運輸第 2 類危險物(氣體)以及穩定化的氰化氫(第 6.1 類)、無水氟化氫(第 8 類)、氫氟酸(第 8 類)的容器。該指令提供歐盟會員國一個統一且強制的核准及定期檢查程序架構，也包括檢查機構的認可要求，其主要目的是為避免載運危險物的容器在不同的國家辦理重複的驗證及檢查。

移動式壓力容器的符合性評估(Conformity Assessment) 模式與歐盟壓力設備指令 97/23/EC(Pressure Equipment Directive, PED)相同，允許製造商採用比規定的評估模式更佳的模式。定期檢查分為兩個模式，模式 1 為產品的定期檢查，必須經由檢查機構確認符合 ADR 及 RID 的規定；模式 2 為經由品質確認的定期檢查，由認證機構來確認壓力設備擁有者的經營品質系統能使設備符合指令的要求。

移動式壓力容器符合性標誌為 π (Pi) 標誌，以與固定式壓力容器的 CE 標誌有所區別。另外還有配套的 EN 標準，屬自願性標準，由歐盟成員國將 EN 標準轉化為本國標準後由企業自願採用。企業採用 EN 標準，符合指令的基本安全要求，則有利於產品進入歐盟市場，或在歐盟市場內流通。

依據 ADR 及 DIR 的規定，涉及運輸安全的設備須由各國政府核准的機構進行檢驗。移動式壓力容器指令中有兩種檢驗機構，一個是指定機構(Notified Body)，另一個是驗證機構(Approved Body)，分別由歐盟及各會員國管理。歐盟委員會負責管理下列事項：

1. 統一編制指定機構的註冊號碼；
2. 在歐盟官方公報上公佈指定機構及驗證機構的相關資訊，包括國別、

機構名稱、註冊號碼、業務範圍等；

3. 保證在歐盟公報上公佈最新的歐洲材料許可訊息；
4. 認為配套的EN標準不符指令所述的基本安全要求時，向常務委員會說明。

會員國應管理事項；

1. 負責設置政府機構對壓力設備進行監督和管理；
2. 明確指定機構和驗證機構的業務範圍，並通知歐盟及其他會員國；
3. 指定機構和驗證機構若不符合指令要求，撤銷其授權並通知歐盟及其他會員國；
4. 公佈配套的 EN 標準轉化為國家標準的號碼；
5. 認為配套的EN標準不符指令所述的基本安全要求時，向常務委員會說明；
6. 禁止濫用 π 標誌。

第二節 英國

英國是「國際公路運輸危險物歐洲協定 (ADR)」的簽約國，承諾會盡可能協調國家與國際之規定。英國危險物法規是從 1879 年的石油法開始，到 1974 年安全衛生法開始實施後，提出涵蓋危險物分類、標示、包裝、運輸等單一規定，之後又區隔管理內容分為三個規則，再歷經數次修正後，為能與規範公路與鐵路運輸的 ADR 與 RID 規範一致，英國在 2004 年公佈實施一個整合性的「危險物運輸與使用移動式壓力容器規則」(The Carriage of Dangerous Goods and Use of Transportable Pressure Equipment Regulations)，該規則又於 2007 年修正為危險物運輸與使用移動式壓力容器規則 2007，簡稱為 CDG 2007。CDG 2007 涵蓋所有公路及鐵路的危險物運輸規定，也涵蓋放射性物質；其條文內容直接引用 ADR 及 RID，尤其引用大量的 ADR 規定，因其有細部的規定，但仍與 ADR 及 RID 規定有些許不同，主要是在爆炸物的部份，同時也保留了英

國公路槽車標誌系統，對於純粹國內運輸，也有一些例外規定。如果是在英國國外註冊的車輛，只要在符合 ADR 的規定下，就可以在英國國內辦理運輸。

CDG 在 2005 年修正時，將移動式壓力容器的符合性評估及檢查機構的委任責任，由安全衛生署轉移到交通部。英國掌管危險物公路運輸事務之主管機關簡述如下：

1. 交通部 (Department for Transport, DfT)

- (1) 為有關運輸事務的政府主導機構，部長須對國會負責運輸事務；
- (2) 代表英國參與危險物運輸的國際協議及標準的制定，包括公路、鐵路、及海運等；
- (3) 安全衛生法(Health and Safety at Work etc Act 1974)中運輸危險物質的規定是由交通部提出;
- (4) 提交有關英國執行情形的年報與歐盟;
- (5) 負責包裝(packaging)的驗證;測試及驗證作業是由交通部下的車輛驗證機構辦理(Vehicle Certification Agency)，該單位亦提供危險物運輸車輛職業駕駛訓練；
- (6) 危險物運輸車輛的職業駕駛訓練機構須經交通部核准；
- (7) 委任移動式壓力容器的符合性評估及檢查機構。

2. 安全衛生署 (Health and Safety Executive, HSE)

HSE 主管第 1 類爆炸性物質及物品的運輸管理，並負責危險物運輸一般的執法任務，執行地點主要在運輸危險物的經營場所，確認其符合 CDG 2007 的管理要求。執行重點在於公共安全的規定，主要包含下列事項：

- (1) 包裝(package)、槽體等的完整性；
- (2) 包含緊急訊息的書面文件；
- (3) 滅火器等設備；
- (4) 其他明顯須顧慮的事項，例如，不安全的貨物；

- (5) 駕駛訓練證明；
- (6) 車輛張貼公告；
- (7) 包裝標示。

3. 國防部 (Secretary of State for Defence)

國防部主管軍事用爆炸物有關的運輸事宜。

4. 車輛與駕駛員服務機構 (Vehicle and Operator Services Agency, VOSA)

由交通檢查員負責公路上法規的執行。

5. 警察

負責公路上法規的執行。

有關各部門間的聯繫安排，是由執行聯繫委員會 (Enforcement Liaison Committee) 負責聯繫交通部、HSE、警察、VOSA 及其他政府部門，該委員會每年開 2 次會，委員會涵蓋所有危險物質，包括放射性物質及爆炸物。另外，警察、VOSA 及 HSE 每一季會舉辦執行人員討論會，可讓 HSE、警察、及 VOSA 三單位分享公路上執行實務的經驗和意見，並討論執行上的問題。歐盟指令 95/50/EC 要求其會員國的國內執行型態及定期特殊執行任務。所有的執行作業均記錄在 HSE 的資料庫中，HSE 可藉以監督執行作業的品質及一致性。

6. 檢驗機構

依據 CDG 2004 年版第 44 條的規定，可指派指定機構 (Notified Bodies) 及驗證機構 (Approved Bodies) 來實施符合性評估 (conformity assessment)、符合性重新評估 (conformity reassessment)、及定期檢查，這兩個檢驗機構的資格規定在 CDG 2007 第 77、78 條中：

(1) 指定機構 (Notified Bodies)

指定機構被任命實施下列中一項或多項程序：

- (i) 一或多項的符合性評估程序；
- (ii) 符合性重新評估程序；或

(iii) 與移動式壓力設備中壓力容器的定期檢查程序，或槽體的定期檢查程序的模式 1，兩者或其之一相關的定期檢驗程序。

被任命為指定機構的人員須符合 CDG 2007 第 79 條規定，或者是其已由其他國家任命為指定機構，並依照移動式壓力設備指令 1999/36/EC 第 8 項的規定告知歐盟及其他會員國。

(2) 驗證機構 (Approved Bodies)

驗證機構被任命實施下列中一項或多項程序：

- (i) 一或多項的符合性評估程序；
- (ii) 符合性重新評估程序；或
- (iii) 與移動式壓力設備中壓力容器的定期檢查程序模式 1，或在指定機關的監督下進行槽體的定期檢查程序的模式 2。

被任命為驗證機構的人員須符合 CDG 2007 第 79 條規定，或已由其他國家任命為驗證機構，並依照移動式壓力設備指令 1999/36/EC 第 9 項的規定告知歐盟及其他會員國。

第三節 美國

(一) 主管機關及法規依據

美國管理危險物品運輸所依據的法規主要有：

1. 聯邦危害物質法(Federal Hazardous Materials Transportation Law,簡稱 Federal Hazmat Law)

聯合法[1、2、3]中第 49 標題第 51 章為危害物質運輸，包含第 5101 至 7133 節，為基本的危害物質運輸法令。其中第 5101 節說明聯邦危險品法的目的，是為保護生命、財產、及環境，使免於在州內、州際、及外國貿易時，運輸危害物質所產生的風險。

第 5103 節規定交通部長的權責為：當部長判定以特定數量或型式進行商業運輸物質(包含爆炸物、輻射物質、傳染性物質、易燃或可燃性液/固/氣體、毒性/氧化性/腐蝕性物質、及壓縮氣體)或物質種類，可能會對安全、健康或財產造成不合理的風險時，應將其指定為有危害性的；交通部長亦應發布安全運輸規則，包括危害物質在州內、州際、及外國貿易的安全。

2. 危害物質規則 (Hazardous Materials Regulation; 49 CFR Part 100-185)

聯辦法規 (CFR) [4]共含 50 個標題，其中第 49 標題 (49 CFR) 為運輸相關規定。49 CFR 中分為兩個副標題，共 9 卷(詳如表 1)，副標題 A 是與交通部部長辦公室有關，副標題 B 是「其他與運輸有關的規則」，副標題 B 中第 2 卷是與危害物質的運輸有關，又分為 100 至 185 編 (part 100-185)，此卷內容又稱為「危害物質規則」，由交通部的「管線與危害物質安全局」(Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, PHMSA) 頒布。該局亦頒布程序規則，包括第 105、106、107、110 編有關登記與公部門訓練及規劃獎助等條文。「危害物質規則」應用於飛機、火車、船及汽車在州內、州際、及外國貿易的危害物質運輸，內容包括下列範圍：

- (1) 危害物質分類 (第 171、173 編)
- (2) 危害通識 (第 172 編—第 A-G 分編)
- (3) 包裝規定 (第 173、178、179、180 編)
- (4) 操作規則 (第 171、173、174、175、176、177 編)
- (5) 訓練與防護 (第 172 編—第 H、I 分編)
- (6) 登記 (第 171 編；第 107 編—第 G 分編)

危害物質規則中提出對政府職責、製造商責任、檢驗機構的功能及容器之設計、製造、檢驗和充填等技術的規定，其不僅包含行政規定，也提出容器壁厚的計算公式等技術要求。其中第 178 編是規範長管容器(cylinder)。

「管線與危害物質安全局」(PHMSA)的管理職責包括：

- (1) 頒布危害物質安全運輸的管理規則及細則；
- (2) 頒布、修訂及終止特別許可令(special permits)；

表 1 美國聯邦法 49 CFR 運輸法規及其第 2 卷「危害物質規則」之內容架構

卷	章	編	管理單位	編	標題
副標題 A. 運輸部秘書室				A. 危害物質以及石油的運輸	
1		1-99	交通部秘書室	105	危害物質計畫的定義及一般程序
副標題 B. 其他運輸有關的規範				106	擬定規範的程序
2	I	100-185	輸送管道及危害物質 安全管理局，交通部	107	危害物質計畫程序
3		186-199		110	危害物質公共部門的訓練以及計畫基金
4	II	200-299	聯邦鐵路管理單位 交通部	B. 石油運輸	
5	III	300-399	聯邦公路運輸安全管理單位，交通部	130	石油洩漏的預防及應變計畫
6	IV	400-499	海岸巡衛隊 國家安全部	C. 危害物質的規範	
	V	500-599	國家道路安全總署 交通部	171	一般資訊，條文規範以及定義
7	VI	600-699	聯邦公共交通管理局 交通部	172	危害物質圖表，特殊規定，危害物質通識，緊急應變資訊，訓練要求及安全防護計畫
	VII	700-799	國家鐵路乘客公司	173	裝運以及包裝的一般要求
	VIII	800-999	國家運輸安全委員會	174	鐵路運輸
8	X	1000-1199	地面運輸委員會 交通部	175	航空運輸
9		1200-1399		176	海運運輸
	XI	1420	研究與創新科技中心 交通部	177	公用道路運輸
	XII	1500-1699	運輸安全管理局 國家安全部	178	包裝的規範
				179	槽車的規範
				180	包裝品管的維持
				181-185	(保留)

- (3) 頒布、修改及終止特殊活動的核准令；
- (4) 接收、審核及保留重要紀錄(例如事故報告)；
- (5) 頒布行政判決，決定州、地方、或印地安部落的規定：(i)以聯邦危險品法為優先；或是(ii)可維持有效，免於優先權。
- (6)在國際組織中代表交通部，並努力確保國內的規定與下列國際組織等的規定具相容性：
 - ▶ 國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)
 - ▶ 國際民間航空組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)
 - ▶ 聯合國危險物運輸及化學品全球調和制度小組委員會(United Nations Subcommittee of Experts on the Transport of Dangerous Goods and on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)
 - ▶ 國際原子能機構(International Atomic Energy Agency, IAEA)

實施危害物質規則的機構除了管線與危害物質安全局外，針對不同的運輸地點與運輸設備，聯邦機動車安全局(The Federal Motor Carrier Safety Administration)、聯邦航空局(The Federal Aviation Administration)、聯邦鐵路局、及美國海岸警衛等單位也有相關管理職權。

3. 特別許可令及核准令 (Special Permits & Approvals)

「危害物質規則」是依據特定商品例如易燃物質、毒性物質或運輸等的一般特質而制定，但為因應許多不尋常的運輸情形、新概念的產生、新技術的發展、新的應用之產生等狀況，PHMSA 可採特別許可令及核准令，授權某人行使不在危害物質規則權限下的某種職務的文件[5]，依個案做特別處理，可及時將新技術或新措施應用於容器的製作程序中。其可視為規則的延伸，但安全性能不得低於現有的法規要求。二者的主要差異在於，核准令的頒發是能引用法規上的特別核准條文，由危害物質安全辦公室(Office of Hazardous Materials Safety)來頒發；如果無法引用法規的特別核准條文，則須申請特別許可令。

特別許可令(DOT-SP)原本稱為免除令(Exemptions, DOT-E)，但在 2005 年

8 月，法令將其修正為特別許可令，2007 年 10 月 1 日之後不再頒發免除令。免除令如果目前仍在有效期間，可適用至其更新重發為特別許可令。新申請的 SP，有效期限為 2 年，申請延續時可核發 4 年的有效期限。有些特別許可令可以允許其他人申請成為既有的特別許可令成員之一。

例如，美國 CPI 公司於 1999 年獲頒免除令 DOT-E 11916[5]，至 2007 年已修正為第 7 版的 DOT-SP 11916。該特別許可令授權直徑不小於 22"的 DOT-3A、3AX、3AA、或 3AAX 規格的長管容器，在定期檢驗時可以使用 100%超音波檢查程序來替代定期檢查中要求的內部目視檢查及靜水壓試驗。許可令中規定超音波儀器及性能、校正標準、系統校正、試驗程序、合格標準、標誌、測試報告、人員資格等項目。檢驗合格的容器均須在容器上標示 DOT-SP 11916 及 UE(超音波檢查)字樣。目前有效的特別許可令有 1,231 個。

至於核准令，除非產品、應用場合或法規有變動，否則核准令是沒有效期限限制。並且，每一個申請人只能有自己專屬的核准令。

4. 技術標準

前述的法令規定中引用壓縮氣體協會(CGA)和美國材料及測試協會(ASTM)制定的各種相關技術標準，例如水壓試驗、內外部目視檢查、壽命評估、音洩試驗等技術標準。

〈二〉檢查單位

在 49CFR 第 107 編第 I 分編中(107.801、107.803、107.805 編)對於獨立檢查機構、再檢查機構等有相關規定，摘要說明如下：

1. 獨立檢查機構 (Independent Inspection Agency, IIA)

獨立檢查機構(IIA) 是爲了實施 49CFR 178 及 180 編內對於 DOT 規格長管容器或 UN 壓力容器所要求的試驗、檢查、確認及驗證。獨立檢查機構不是「管線與危害物質安全局」(PHMSA)的機構或代表。要成爲 IIA，申請者不可參與使用於危險物質運輸的長管容器之製造，也不可受到長管容器製造商直接或間接的控制，且不可與其有經濟牽連，但提供獨立檢查服務除外。

美國國內目前有 12 個有效的獨立檢查機構，分別執行國內外的製造檢查及重新檢查作業，其名單及其可執行之作業項目如附表 1 所示。

2. 長管容器與壓力容器重新檢查機構(requalifiers)

每位申請人皆必須安排一家已核准之獨立檢驗機構來審查其檢查作業。申請人須承擔所有檢驗之費用。如果獨立檢驗機構執行之檢驗結果良好，申請人必須繳交一份來自該獨立檢驗機構之推薦函、一份檢驗報告、以及一份申請書。申請書須包含可在該場所接受檢驗、測試、維修或是重建之 DOT 規格或是特別許可氣體鋼瓶或是 UN 壓力容器之類型、能證明符合法規要求實施作業等相關項目。審查通過則由副部長核發「重新檢查人員識別號碼」(Requalifier Identification Number, RIN)，一般核准效期為期五年。

美國國內的重新檢查單位超過 9,000 家，國外有 167 家，分布在亞洲、歐洲、中東、中南美洲、北美洲等地區。亞洲有 35 家，其中台灣有 7 家(詳如附表 2)，各單位可針對被核准的項目實施檢查。

3. 國外的化學分析與試驗

要在美國境外製造 DOT 規格或特別許可的長管容器，必須先獲得副部長的核准後才可以在美國境外實施化學分析與試驗。申請資料中須說明製造容器以及實施化學分析與試驗的設備，並詳述擬申請製造的容器之尺寸、材質、壁厚、水容量、形狀、聯結型式、開口的位置與尺寸、及其他相關的物理性質如內壁壓力及壁厚的計算等。申請者須允許副部長或其指派的人，來檢查容器的製造與測試設備並記錄，且須提供材質與容器以供分析與試驗。檢查、分析及試驗的費用均由申請者負擔。

目前獲准製造 DOT 規格或特別許可的長管容器製造商，在國際上共有 104 個，分別獲准製造不同規格的容器。其中亞洲佔 51 家，台灣有 1 家可製造 3AL 規格的容器，日、韓、泰、印、中國大陸、馬來西亞分別有 5、8、3、4、29、1 家，其中台、日、韓廠商名單如附表 3。這 104 家廠商中，獲准製造 DOT-3AAX 規格容器的共有 6 家，分別在日本、英國、德國、韓國、義大利、及中國大陸，名單如附表 4。

第四節 日本

日本依照運載物品的不同，有不同的槽車主管機關，說明如下：

1. 危險物品槽車

(1) 總務省消防廳及其所轄消防署

依據消防法及危險物品規則之相關政令、規則管理。

(2) 經濟產業省

依據度量法及計量法管理。

(3) 厚生勞動省

依據毒劇物取締法管理。

2. 非危險物品槽車

厚生勞動省依據食品衛生法管理食品相關事宜，依據毒劇物取締法管理。

3. 高壓氣體槽車

日本高壓氣體主管機關為經濟產業省，地方則以消防單位為窗口。由高壓氣體保安協會協助管理。高壓氣體相關法規體系如下：

法令	制定單位	法規名稱
法律	國會	高壓氣體保安法
政令	內閣	高壓氣體保安法施行令 高壓氣體保安法手数料令 其他
省令	經濟產業大臣	一般高壓氣體保安規則 液化石油氣保安規則 石化工業區等保安規則 特定設備檢查規則 容器保安規則 冷凍保安規則

第五節 香港

香港主管特種設備的政府部門有三個：勞工處、機電工程署、及消防處。勞工處負責管理鍋爐、壓力容器、載貨升降機、起重機械及起重裝置、及負荷物移動機械等；機電工程署負責管理燃料氣體壓力容器、氣瓶、罐車、電梯及自動梯、遊戲機、架空纜車、建築工地升降機及塔式工作平台等；消防處負責管理壓縮氣體容器和工業氣瓶等。因此，運輸槽車主要與前述第二、三單位主管事務較有關聯。

1. 勞工處

負責執行「鍋爐及壓力容器條例」，並就「危險品條例」管轄的壓力容器，向消防處提供技術協助。

2. 機電工程署

燃料氣體安全條例的執行機關，負責管理燃料氣體的進口、生產、儲存、運送、供應及使用，及其他相關事宜以保障公共安全。應執行的相關法規有氣體安全條例、氣體安全(氣體品質)規例、氣體安全(氣體供應)規例、氣體安全(裝署及使用)規例、氣體安全(氣體裝署技工及氣體工程承辦商註冊)規例、氣體安全(氣體供應公司註冊)規例、氣體安全(雜項)規例、氣體安全(儲氣鼓檢驗)規例。有關燃料氣體(天然氣、煤氣、液化石油氣)的盛載容器及運載車輛均由機電工程署管理。

3. 消防處

負責管制危險品的使用、儲存、製造和運載，發簽危險品的製造、危險品的儲存、及危險品車輛牌照等。應執行的相關法規有危險品條例、危險品(適用及豁免)規例、危險品(一般)規例、危險品(搬運)規例、危險品(政府爆炸品倉庫)規例。有關永久氣體、液化氣體及溶解氣體的盛載容器及運載車輛均由消防處管理。

第六節 總結

英、美、日、香港的槽車主管機關彙整列表於表 2 中：

表 2 英、美、日、香港的槽車主管機關

國家	主管機關	主管事項	法規依據	備註
英國	交通部	運輸事務的政府 主導機構	危險物運輸與使 用移動式壓力容 器規則，(CDG 2007)	法規制定以聯 合國「危險物 運輸規章範 本」為依據
	安全衛生署	爆炸性物質及物 品的運輸		
	國防部	軍用爆炸物運輸		
	車輛與駕駛 員服務機構	公路上法規的執行		
	警察	公路上法規的執行		
美國	交通部「管 線與危害物 質安全局」	危險物運輸	危害物質規則 (49 CFR part 170- 185)	法規與國際運 輸法規相容
日本	總務省消防 廳及其所轄 消防署	危險物品槽車	消防法 危險物品規則	將高壓氣體運 輸槽體由危險 品運輸分出， 由經濟產業省 管理
	經濟產業省	1. 危險物品槽車 2. 高壓氣體槽車	1. 度量法及計量 法 2. 高壓氣體保安 法	
	厚生勞動省	1. 毒劇物運輸 2. 食品包裝、運輸	1. 毒劇物取締法 2. 食品衛生法	
香港	機電工程署	燃料氣體的進口、 生產、儲存、運 送、供應及使用	氣體安全條例	以燃料氣體及 其他危險物劃 分主管單位
	消防處	危險品的使用、儲 存、製造和運載	危險品條例	
台灣	交通部	1. 常壓液態罐槽 車罐槽體 2. 運輸車輛	常壓液態罐槽車 罐槽體檢驗及管 理辦法	同日本管理方 式，但無適當 法規規定
	勞工委員會	高壓罐槽車之罐 槽體	高壓氣體勞工安 全規則	

第三章 歐美日運輸槽車之法規要求

英、美、日等國家運輸槽車之檢驗相關法規要求概述如下：

第一節 歐盟

國際公路運輸危險物歐洲協定 ADR 是一部涵蓋細節要求的公路運輸規範，歐盟並沒有提供任何相關的指引文件，因為歐盟認為所有可能的疑問均可在該規範中找到答案。ADR 共包含 9 個部分，其中第 6 部分是規範包裝 (packaging)、中型容器(Intermediate bulk containers, IBCs)、大型包裝、槽、及大型容器的建造及測試。第 9 部分是有關車輛的建造及核准規定。ADR 中有關移動式容器可依形狀概分為兩類，一般稱之為瓶狀及罐狀兩類，如表 3 所示。

表 3 國際公路運輸危險物歐洲協定 ADR 中移動式容器之分類

瓶式 移動式 壓力容器	單瓶	無縫鋼瓶 (cylinder)	容量不大於 150 L
		管狀無縫長瓶 (tube)	容積大於 150 L，不大於 3000 L
		低溫容器 (cryogenic receptacle)	容量不大於 1000 L，低溫絕熱
		鼓形焊接氣瓶 (pressure drum)	容量 150 到 1000 L 之間的焊接容器
	成組瓶	集束氣瓶 (bundle of cylinders)	以總管連接在一起的一組氣瓶
		集束氣瓶車 (battery-vehicle)	以總管連接在一起的一組容量不大於 450 L 的氣瓶、管狀長瓶、集束氣瓶或鼓型焊接氣瓶，永久固定在車輛底盤上，用來運輸第 2 類氣體
罐式 移動式 壓力容器	罐式集 裝箱	普通罐式集裝箱 (tank-container)	容量大於 450 L，安裝在集裝箱運輸工具上
		聯運用輕便罐式集裝箱 (multimodal portable tank)	可供陸路、水路、鐵路和航空運輸聯運的集裝箱
	罐車 tank- vehicle	固定式罐車 (fixed tank)	含有一台或多台固定罐的運輸工具，包括公路和鐵路罐車
		可卸式罐車 (demountable tank)	容量大於 450 L，只有在空罐狀態可搬運的罐
	塑鋼罐 FRP tank		

ADR 第 6 部分規範包裝所涵蓋項目如下：

- 第6.1章 一般包裝的製造與測試要求
- 第6.2章 壓力容器、噴霧器及小型氣體容器的製造與測試要求
- 第6.3章 第 6.2 類傳染性物質包裝的製造與測試要求
- 第6.4章 第 7 類放射性物質包裝的製造與測試要求
- 第6.5章 中型容器(IBCs)的製造與測試要求
- 第6.6章 大型包裝的製造與測試要求(不含第 2 類氣體、第 6.2 類、第 7 類)
- 第6.7章 可攜式槽及 UN 集合氣體容器(multiple-element gas containers, MEGCs) 的製造、檢查與測試要求
- 第6.8章 金屬外層的固定式槽、可拆卸式槽、槽容器(tank-container) , 及集束氣瓶車(battery-vehicle)和 MEGCs 的製造、設備、型式檢定、檢查、測試與標誌要求
- 第6.9章 塑鋼(Fiber Reinforced Plastic, FRP)製的固定式槽、可拆卸式槽及槽容器的設計、製造、設備、型式檢定、測試與標誌要求
- 第6.10章 真空操作的廢物槽(waste tank)的製造、設備、型式檢定、檢查與標誌要求
- 第6.11章 大型容器的設計、製造、檢查與測試要求

對於技術上的要求，ADR 會參考 EN 的標準，有關 UN 容器則參考 ISO 的標準。例如第 6.8 章中，針對槽體的設計與建造，參考的資料為 EN 14025:2003—運輸危險物的金屬壓力槽體之設計與製造；針對測試及檢查，參考的資料為 EN 12972:2001(不含附錄 D 及 E)—運輸危險物的金屬槽體之測試、檢查與標誌；針對第 2 類氣體及液化石油等危險物也參考其他相關的 EN 標準。

第二節 英國

英國「CDG 2007：危險物運輸與使用移動式壓力容器規則」主要遵循國際公路運輸危險物歐洲協定 ADR 的規定，對於移動式壓力容器的技術標準也採用 ADR 中的參考標準或規範，如果有其他相關標準能符合 ADR 或 RID 的基本設計及建造要求，也可以向主管機關申請，一旦核可即可納入認可標準及規範的清單中。

有關壓力容器(Pressure receptacles)的設計、製造及測試標準，英國遵循 ADR 第 6.2 章第 6.2.2 節中，針對材質、設計與建造、封口、定期檢查與測試所提出，且經主管機關認可的標準；以及第 6.2.5.2.1 節中，針對 UN cylinder 的設計、製造、初始檢查及測試所提的標準，適用的標準依據材質、設計、檢查等分類，詳列於附錄一中。

固定式槽、可拆卸式槽、集合式槽車的相關槽體設計、建造及測試標準可參考 ADR 第 6.8.2.6 節中提出的 EN 標準。

第三節 美國

美國「危害物質規則」中共含 15 編(parts)，其主要內容說明如下：

〈一〉 各編項中規定事項

第 105、106、107、110 編是關於登記與公部門訓練及規劃獎助等條文，對於危害物質的規定在第 171 至 180 編中，其中第 174 至 176 編是規定鐵路、航空、及船的運輸，此處不予討論。

本規則中所用名詞定義在第 171 編中；第 173 及 177 編為公共運輸的一般規定；第 178 及 179 編為運輸載具的規定；第 180 編是為維護各種容器之品質所做的要求，例如定期檢查的項目等。規則中各編項的內容列示如下：

1. 第 105 編 危害物質方案、定義與一般程序
2. 第 106 編 規則制定程序
3. 第 107 編 危害物質計畫程序 (Hazardous Materials Program Procedures)

此部分說明危害物質計畫內的行政作業之目的、範圍及程序，包含內容如下，各分編項下又再細分為許多小項目。詳細內容請參考 49CFR。

 - A 分編 定義
 - B 分編 特別許可令 (Special permits)
 - C 分編 先買權 (Preemption)
 - D 分編 執行
 - E 分編 核准及驗證機構的選定 (designation)
 - F 分編 載貨槽體及槽車製造商、拼裝商、修理人、檢查人員、試驗人員及設計驗證工程師的登錄
 - G 分編 危害物質運輸人的登錄
 - H 分編 核准令 (Approvals)、登錄與遵守
 - I 分編 獨立驗證機構、長管容器的定期檢查人員、DOT 規格長管容器在國外的化學分析與試驗
4. 第 110 編 危害物質公部門訓練及計畫許可
5. 第 130 編 石油洩漏預防與應變計畫
6. 第 171 編 一般資訊、規則、及定義
7. 第 172 編 危害物質表，特殊規定，危害通識，緊急應變資訊，訓練要求及安全防护計畫
 - A 分編 通則
 - B 分編 危害物質表及特殊規定
 - C 分編 運輸文件
 - D 分編 標記 (Marking)
 - E 分編 標示 (Labeling)
 - F 分編 告示 (Placarding)
 - G 分編 緊急應變資訊
 - H 分編 訓練
 - I 分編 安全及保護計畫 (Safety and Security Plans)
8. 第 173 編 承運人—運送及包裝的一般規定
 - A 分編 通則

- B 分編 危害物質運輸的準備
- C 分編 第 1 類物質的定義、分類及包裝
- D 分編 第 1 及第 7 類以外的危害物質之定義、分類、包裝組別分類及例外事項
- E 分編 第 1 及第 7 類以外的危害物質之小量包裝
- F 分編 第 1 及第 7 類以外的危害物質之大量包裝
- G 分編 氣體；準備與包裝
- H 分編 （保留）
- I 分編 第 7 類（放射性）物質

9. 第 174 編 鐵路運輸

- A 分編 一般規定
- B 分編 一般操作規定
- C 分編 一般處理及裝貨規定
- D 分編 有標示的火車、運輸車輛及貨櫃之處理
- E 分編 第 1 類（爆炸性）物質
- F 分編 第 2 類（氣體）物質的細節規定
- G 分編 第 3 類（易燃性液體）物質的細節規定
- H 分編 （保留）
- I 分編 （保留）
- J 分編 第 6.1 分類（毒性）物質的細節規定
- K 分編 第 7 類（放射性）物質的細節規定

10. 第 175 編 航空運輸

- A 分編 一般資訊及規定
- B 分編 裝、卸貨及管理
- C 分編 依照物質分類的特別規定

11. 第 176 編 船運

- A 分編 通則
- B 分編 一般操作規定
- C 分編 一般處置及裝載方法
- D 分編 一般隔離規定
- E 分編 運輸工具裝載危害物質及以渡輪運輸的特別規定
- F 分編 平底貨船（barge）的特別規定
- G 分編 第 1 類（爆炸性）物質的細節規定
- H 分編 第 2 類（壓縮氣體）物質的細節規定
- I 分編 第 3 類（易燃性）及可燃性液體物質的細節規定
- J 分編 第 4 類（易燃性固體）、第 5 類（氧化物及有機過氧化物）、

及第 1、5 分類物質的細節規定

K 分編 (保留)

L 分編 第 2.3 分類 (毒性氣體) 及第 6.1 (毒性) 物質的細節規定

M 分編 放射性物質的細節規定

N 分編 第 8 類 (腐蝕性物質) 物質的細節規定

O 分編 棉花與植物纖維、機動車、及石綿的細節規定

12. 第 177 編 公共道路運輸

A 分編 一般資訊及規定

B 分編 裝貨與卸貨

C 分編 危害物質的隔離與分離圖表

D 分編 過渡期間的車輛及運輸；意外事件

E 分編 載人車輛上有危害物質的規定

13. 第 178 編 包裝規格

A 分編 (保留)

B 分編 內部容器及內裡的規格

C 分編 長管容器的規格

D~G 分編 (保留)

H 分編 可攜式槽的規格

I 分編 (保留)

J 分編 用於機動車運輸的容器規格

K 分編 第 7 類 (放射性) 物質包裝規格

L 分編 小型性能導向的包裝標準

M 分編 小型包裝及包裝物的試驗

N 分編 中型容器 (IBC) 性能導向的標準

O 分編 中型容器的測試

14. 第 179 編 鐵路槽車 (tank cars) 規格

A 分編 介紹、核准及報告

B 分編 一般設計規定

C 分編 壓力槽車槽體規格 (DOT-105,109,112,114,120 分類)

D 分編 非壓力槽車槽體規格 (DOT-111AW 及 115AW 分類)

E 分編 多單元槽車槽體規格 (DOT-106A 及 110AW 分類)

15. 第 180 編 包裝品管的維持

A 分編 通則

B 分編 (保留)

- C 分編 長管容器的限制、維護及使用
- D 分編 IBC 的限制及維護
- E 分編 貨槽的限制及維護定
- F 分編 鐵路槽車的限制及維護
- G 分編 可攜式槽的限制及維護

〈二〉槽車上的載具

「危害物質規則」中將槽車上的載具主要分為下列 6 項，第 1 至 5 項規定在第 178 編中，第 7 項在第 179 編中。

1. 長管容器(Cylinders)

長管容器，在 DOT 規格中，依照容器的材質、容量、使用壓力、運送工具等再分類命名，其中以 3 開頭的規格容器為無縫容器，包含 3A、3AX、3AA、3AAX、3B、3BN、3E、3HT、3T、3AL 等 10 種規格；以 4 開頭的規格容器為焊接或硬焊容器，包含 4DS、4B、4BA、4D、4B240ET、4AA480、4L、4DA、4BW、4E 等 10 種規格；另外還有裝填乙炔的 DOT-8 及 8AL 規格容器，以及不可重複使用的 DOT-39 規格容器，共計 23 種規格容器。另外還規範 UN 壓力容器(UN Pressure Receptacle)。前述 23 類 DOT 規格長管容器的主要規格及各規格的相關規範表列於附表 5 中。

2. 可攜式槽(Portable tanks)

為大型容器(水容量 \leq 1,000 磅的長管容器除外)，可置於運輸車輛或船上，具有止動器(skids)、裝架，可由機械方法來搬動。包含 DOT-60 規格鋼槽體的規範，依據槽的容量，以 1,200 及 1,800 加崙作為分隔點，區分為大中小 3 類，分別規範最小壁厚。除了 DOT-60 外，對於 UN 可攜式槽的設計與製造亦有詳細規範。

3. 貨物槽(Cargo tanks)

此類槽體是依照 ASME Code Section VIII 來製造及驗證。主要是載運液體、氣體、固體或半固體，且包括附加物、加強裝置、配件等，可永久固定在機動車上或者形成車子的一部分，也可不永久固定在車上；但裝、卸貨時不需從車輛上移動槽體。各規格說明如下：

- (1) MC 331 規格(178.337 編)主要載運壓縮氣體，以鋼或鋁製造；
- (2) MC 338 規格(178.338 編)為隔熱槽車，以不鏽鋼、低碳軟鋼、或鋁製造；
- (3) DOT 406、407、412 規格的材質是依照 ASME Code Section VIII 中的鋼材及鋁合金規定製造。DOT 406 規格(178.346 編)其最大容許工作壓力(Maximum Allowable Working Pressure, MAWP)介於 2.65 psig 及 4 psig 之間；DOT 407 規格(178.347 編)其 MAWP 至少為 25 psig；DOT 412 規格(178.348 編)其 MAWP 至少為 5 psig，若為真空裝載，則內部至少 25 psig，外部 15 psig；
- (4) MC 201 規格(178.318 編)用來載運爆炸物及雷管。

4. 小型容器(Non-bulk packaging)

此種容器指 5 加崙的扁容器、圓桶、箱子、袋子、木桶等採用鋼、鋁、木材、塑膠、紡織原料、紙等不同材質製作的容器。其裝載液體容量不大於 450L，裝載固體不大於 400Kg 或 450L，裝載氣體者，其水容量不大於 454Kg。

5. 中型容器(Intermediate Bulk Containers, IBC)

指堅硬或彈性的可攜式容器，使用機械搬運，此包裝類型的規範是依據 UN 建議書來制定。除一般基本規格要求外，另依據金屬、硬塑膠、木材、彈性材質等不同材質分別提出設計規範及各種測試規定。

6. 鐵路槽車(Tank Cars)

使用於鐵道上，此處不予討論。

第四節 日本

日本財團法人日本適合性認定協會依據 ISO/IEC 17020「實施檢查之各種機關營運有關之一般要求事項」、JAB RI300「ISO/IEC 17020 指引」、JAB RI200「爲了接受認定之程序與權利義務（檢查機關）」，擬定了 JAB RI321-

2008D1 壓力容器檢查機關之認定指針，其主要規定摘錄於後。

一、日本對於槽車之再檢驗的法源是依據下列法規：

1. 高壓氣體保安法
2. 液化石油氣保安規則
3. 一般高壓氣體保安規則
4. 工業區保安規則
5. 容器保安規則
6. 容器保安規則之表示等之細節及容器再檢查方法告示
7. 容器保安規則之機能性基準之運用

二、槽車容器之再檢查期間規定

日本的容器及附屬品再檢查其間之規定，依據日本壓力容器保安規則 第二十四條規定加以彙整如下表，可以分為下列三種再檢查的年數，第 1 種為熔接容器與無縫容器的經歷年數以 20 年為界限，分為 5-6 年與 2 年，一般無縫容器為 5 年與 2 年，壓縮氫氣容器因為比較危險，所以經歷年數縮短為 3 年，鋁合金容器經歷年數為 1 年 1 個月。第 2 種為壓縮或液化天然氣用的容器依照經歷年數 4 年為界限，分為 4 年與 2 年 1 個月。第 3 種為安裝在道路運送車輛法規定之汽車上的容器經歷年數為 6 年，另一個規定為由經濟產業省令規定再檢查期間之經歷年數。

槽車容器之再檢查期間規定（一）

容器及附屬品	再檢查期間	
	經歷年數 未滿 20 年	經歷年數 20 年以上
耐壓試驗壓力 3.0MPa，內容積 25 公升以下熔接容器	6 年	2 年
安裝在汽車之灌裝液化石油氣汽車燃料裝置用容器	6 年	2 年
熔接容器、超低溫容器及硬鋸容器	5 年	2 年
一般無縫容器	5 年	
一般複合容器及壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器	3 年	
鋁合金製水肺用無縫容器	1 年 1 個月	

槽車容器之再檢查期間規定（二）

容器及附屬品	再檢查期間	
	經歷年數 未滿 4 年	經歷年數 4 年以上
壓縮天然氣汽車燃料裝置用容器及液化天然氣汽車燃料裝置用容器	4 年	2 年 1 個月

槽車容器之再檢查期間規定（三）

容器及附屬品	再檢查期間
不受到第 24 條第 1 項之規定，受到道路運輸車輛法第 61 條規定之汽車，檢查合格證有效期限為 1 年，裝置於該汽車之灌裝液化石油氣之液化石油氣容器	自該容器檢查合格月之前一個月之最後一天起算 6 年。
不受到第 24 條第 1，2 項規定之容器，由經濟產業省大臣認可之容器	依據經濟產業省規定。

三、日本槽車容器之檢驗方式與合格基準

日本對於容器之檢查方法與合格基準主要參考「容器保安規則之標示等之細節及容器再檢查方法告示」第二條規定，容器保安二十五條第一項之以告示規定之容器再檢查之方法，為第 3 第 21 之 4 之規定者，於此不再重述。

以下介紹日本對於一般無縫容器之再檢查之規定，包含有檢查設備、檢查方法與合格基準。檢查種類分為外觀檢查、耐壓試驗兩種。首先介紹為檢查所需設備。其次為外觀檢查與耐壓試驗之檢查方法與合格基準。

一般無縫容器之再檢查所需設備表

檢查或試驗項目	檢查設備
殘氣回收	1. 可燃性氣體或毒性氣體之殘氣回收設備
外觀檢查	1. 容器除銹及洗滌設備 2. 照明設備 3. 容器之傷痕、腐蝕等尺度之測量設備
耐壓試驗	1. 水槽式膨脹測定耐壓設備 (JIS B7505-1994) 2. 非水槽式膨脹測定耐壓設備 (JIS B7505-1994) 3. 磅秤 4. 乾燥設備 5. 標準容器

一般無縫容器之外觀檢查方法及合格基準

檢查方法	合格基準
<p>依據保日本容器保安規則第 26 條第 1 項（細目告示第 3 條）規定 每一個容器進行檢查有必要時應使用照明器具、尺度之測量設備等，以目視檢查有無妨礙使用之腐蝕、裂隙、傷痕者為合格品。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 除去容器之銹蝕、塗料時，可以觀察到材料的素面。 2. 無電弧傷痕、熔接火焰痕跡或火災造成之痕跡。 3. 容器表面凹痕深度為外徑之 1/50 或 3.0mm 中較小值以下。 4. 容器膨脹後與正常容器之間隙值在外徑之 0.5%以下。 5. 容器頸環部位無鬆弛、龜裂、螺牙不良等缺陷。 6. 容器外部之割傷等之深度在正常容器厚度之 1/8 或 0.8mm 之中較小值以下。 7. 容器無外部與內部腐蝕。

一般無縫容器之耐壓試驗是依據容器保安規則第 26 條第 1 項（細目告示第 5 條）之規定，容器在耐壓試驗前，不得加壓超過試驗壓力之 90%之壓力。

耐壓試驗又分為水槽膨脹測定試驗與非水槽膨脹測定試驗。

1. 水槽膨脹式膨脹測定耐壓試驗

對於破壞安全率在 3.5 以上，內容積 2 公升以上之容器，以及破壞安全率在 3.5 以下之容器，每一個容器都應該實施膨脹測定試驗。（內容積 150 公升以下之容器，原則上使用水槽式試驗）

水槽膨脹式膨脹測定耐壓試驗方法與合格基準

耐壓試驗方法	耐壓試驗合格基準
<ol style="list-style-type: none"> 1. 加壓膨脹後之全增加量： 應以耐壓試驗壓力以上之壓力，使容器完全膨脹後，持壓 30 分鐘以上，以壓力表與滴定管讀取數據，確認容器無異常膨脹。 2. 永久增加量： 卸除加壓之壓力後，讀取留在滴定管之液體容積。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無洩漏或異常膨脹。 2. 永久增加率（永久增加量 / 全增加量）在 10%以下者為合格品。

2. 非水槽膨脹式膨脹測定耐壓試驗

對於破壞安全率在 3.5 以上，內容積 2 公升以上之容器，每一個容器都應該實施非水槽式膨脹測定試驗。施加耐壓試驗壓力以上之壓力，使容器完全膨脹後，持壓 30 分鐘，以目視確認無洩漏或異常膨脹者為合格品。

非水槽膨脹測定耐壓試驗方法與合格基準

耐壓試驗方法	耐壓試驗合格基準
<p>1.全增加量ΔV：</p> <p>應以耐壓試驗壓力以上之壓力，使容器完全膨脹後，持壓 30 分鐘以上，以壓力表與目視，確認容器無洩漏與異常膨脹後，讀取壓入水量，依照下式求取全增加量ΔV。</p> $\Delta V = \{A-B\} - \{(A-B)+V\}P\beta$ <p>A: 壓入容器內之水量(c.c) B: 壓入配管等之水量(c.c) V: 容器內之容積(c.c) P: 耐壓試驗壓力(MPa) β: 水之壓縮係數</p> <p>2.永久增加量：</p> <p>卸除加壓之壓力後，讀取留在容器內之液體容積。</p>	<p>3. 無洩漏或異常膨脹。</p> <p>永久增加率（永久增加量 / 全增加量）在 10%以下者為合格品。</p>

四、日本對於壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器新增之規定

日本氫氣容器於平成 16 年 10 月由民間業者提出壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器等之有關安全性之實驗數據，並由設置在日本高壓氣體保安協會內之燃料電池系統技術調查委員會（委員長 小林英男，東京工業大學大學院教授）對於安全性加以驗證、評估後，在各相關法規內新增有關壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器等之規定，相關條文如下。

主要修改內容：

1. 容器再檢查期間變更（容器保安規則第 24 條第 1 項第 5 款）

壓縮氫氣運送汽車用容器之再檢查期間，經歷年數為 3-4 年之容器之再檢查期間為 4 年，而經歷年數超過 4 年之容器，再檢查期間變更為 2 年 1 個月。

2. 在容器保安規則之標示等之細節及容器再檢查方法告示，對於壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器之規定也做了修改

- (1) 第 1 條第 3 款 重新規定標示方式。
- (2) 第 20 條 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車用容器之外觀檢查。
- (3) 第 21 條第 2 項 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車用容器之洩漏試驗。
- (4) 第 22 條第 2 項第 1 款之 2 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車用容器之再檢查之容器規格。
- (5) 第 25 條第 2 項 重新規定壓縮氫氣運送汽車用容器之附屬品氣密試驗。
- (6) 第 26 條第 2 項 重新規定壓縮氫氣運送汽車用容器之附屬品之性能試驗。
- (7) 第 27 條 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車用容器之外觀檢查。
- (8) 第 28 條 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車用容器之附屬品之洩漏試驗。
- (9) 第 28 條第 2 項等 重新規定壓縮氫氣運送汽車用附屬品之洩漏試驗。
- (10) 第 29 條 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器與壓縮氫氣運送汽車附屬品之附屬品再檢查時，附屬品之規格。
- (11) 第 33 條 重新規定壓縮氫氣汽車燃料裝置用附屬品之刻印。

2. 容器保安規則之機能性基準運用之變更部分

- (1) 追加了壓縮氫氣汽車燃料裝置用容器、壓縮氫氣運送汽車用容器、壓縮氫氣汽車燃料裝置用附屬品與壓縮氫氣運送汽車用附屬品之例示基準。

(2) 在附件 10 追加了壓縮氫氣運送汽車用容器安全閥相關之例示基準。

五、JAB RI321-2008D1 壓力容器檢查機關之認定指針

主要分爲九章，各章節摘錄如下：

第一章 序論 (ISO/IEC 17020)

第二章 JAB RI321 對象之檢查服務 (ISO/IEC 17020 第 3.3 項)

第三章 獨立性、公平性與完整性 (ISO/IEC 17020 第 4 章)

第四章 組織及營運管理 (ISO/IEC 17020 第 6.4 項)

第五章 內部檢查 (ISO/IEC 17020 第 7.7 及 7.8 項)

第六章 要員 (ISO/IEC 17020 第 8 章)

第七章 教育與訓練 (ISO/IEC 17020 第 8.2 項)

第八章 設施及設備 (ISO/IEC 17020 第 9.1 項)

第九章 檢查報告及證明書 (ISO/IEC 17020 第 13 章)

這份日本研擬認定指針不適用於下列的檢查：

1. 壓力容器之改造
2. 動用熱間加工之壓力容器大改造與等級(rating)變更
3. 適用於法令規定之審查及指名判定時

第五章 的內部監察規定，實施壓力容器檢查之人員，最少 2 年需要確實接受一次評估。

第六章規定認證機構成員必須適切地精通下列事項：

1. 壓力容器相關設計標準
2. 包含壓力容器內填充物間之相互作用的機械完整性對於運轉條件之影響
3. 相關法令要求事項及其應實踐之規範
4. 壓力容器相關檢查技巧

第五節 香港

一、使用工業氣瓶的申請及批准

根據「危險品條例」及其附屬規則「危險品（一般）規例」的規定，任何人不得使用或致使或獲准許他人使用任何氣瓶（包括銅質無縫氣瓶、鋼值焊接氣瓶、溶解乙炔氣瓶和鋁合金氣瓶）或容器儲存任何壓縮氣體，只有該氣瓶或容器屬於適合儲存該種氣瓶並經消防處處長批准才可以使用。此外，任何人如需銷毀氣瓶或氣瓶在定期檢驗中不合格，則必須通知消防處處長。

氣瓶擁有人及進口商均有責任在氣瓶使用期限內保存氣瓶的認可設計文件，製造商證明書以及檢驗和試驗報告。

（一）申請及批准程序

1. 所有關於批准使用氣瓶的申請，必須交消防處調查及研究處理。
2. 每項申請須連同一式三份的證明文件一並呈交，以證明申請批准的氣瓶已按消防處處長認可的標準設計、製造和試驗。其中一份證明文件會送交勞工處鍋爐及壓力容器科，以取得技術方面的意見，決定是否接收有關氣瓶或容器的申請。勞工處只負責處理由消防處轉來的各案及評估氣瓶在技術方面是否可以接納。
3. 如果氣瓶的設計是首次在香港推出使用，申請人必須提供下列證明文件：(1)有關氣瓶構造及附有尺寸的詳細技術圖紙；(2)依照有關標準而進行的設計及計算；(3)有關氣瓶使用的閥門規格（如材料、設計、壓力等級、入器及出氣螺紋等）；(4)製造商證明書；(5)由認可的獨立檢驗主管當局或機構發出的檢驗報告；(6)製造材料的物理測試及化學分析報告；(7)按有關氣瓶採用的標準或守則進行的測試報告；(8)熱處理詳情；(9)充裝於氣瓶內的氣體資料；(10)有關氣瓶的型號、種類及編號。
4. 如果氣瓶屬於消防處處長先前批准的類型，而這些類型或型號的批准設計圖編號和消防處處長的批准參考編號可經查核確認，以及盛氣

閥門的類型維持不變，則只須提交上面 4-9 項所述文件供評審之用。

5. 上面提到的由認可的獨立檢驗主管當局或機構發出的檢驗報告，應該是由當地監管當局授權認可的獨立檢驗主管當局或機構發出。如有需要，申請人應提供授權文件。

(二) 認可與採用的標準

目前已有下述國家的氣瓶標準在香港得到承認和採用：

英國標準 (BS)：由英國健康及安全局批准；

美國運輸部標準 (DOT)：由美國運輸部危險材料安全事宜副總監批；

澳洲標準 (AS)：按 AS 2337 的規定由澳洲標準局批准；

中國國家標準 (GB)：輸入香港的氣瓶，須由中國國家質量技術監督檢驗檢疫總局鍋爐壓力容器安全監察局批准；

日本工業標準 (JIS)：由日本國際貿易及工業部或日本高壓氣體安全協會按《日本高壓力管制法》批准。

認可的工業氣瓶連同材料、焊工資格、測試等相關標準，目前仍獲消防處處長認可。除上述標準外，其他工程標準亦可獲考慮認可。在有需要時，申請人須提供有關標準或規格及評審報告。凡不是用中文或英文書寫的文件，必須連同中文或英文評述遞交，以便評審。

(三) 處理申請

1. 一般而言，消防處會按收到申請書的先後次序處理。
2. 勞工處鍋爐及壓力容器科如認為有關氣瓶在技術上有不符合規定之處，以及需要索取關於已呈交文件的補充資料，會直接與申請人聯繫。這些補充文件亦可經消防處處長轉交勞工處。
3. 在申請人已糾正不符合規定之處後，得到勞工處建議批准有關氣瓶的申請，而消防處處長認為有關的申請符合批准申請的所有條件，並決定給予批准，便會向申請人發出批准信和一份正式加簽的證明文件。

二、氣瓶的檢驗

（一）永久氣體氣瓶和液化氣體氣瓶的檢驗及試驗

任何人不得使用或致使或准許他人使用未經試驗與檢驗的氣瓶充裝任何永久氣體或液化氣體。

1. 的永久氣體和液化氣體的鋼瓶檢驗周期為 5 年。
2. 每個永久氣體氣瓶和液化氣體氣瓶在進行水壓試驗之前，氣瓶外部須予以清潔與檢驗，而在切實可行範圍內對其內部亦須予以清潔與檢驗，以查看其是否有表面缺陷、腐蝕及外來物。
3. 如發現氣瓶內部有過量的銹或外來物，則不得在充裝氣體，直至除去銹或外來物。
4. 在對氣瓶進行試驗與檢驗後，並在充裝氣體之前，須在氣瓶上蓋印，以顯示由該人進行了試驗或檢驗及相應日期，以及氣瓶在試驗時所受的壓力。

（二）溶解氣體氣瓶的檢驗

任何人不得使用或致使或准許他人使用未經檢驗的氣瓶充裝溶解氣體。在香港使用的溶解氣體氣瓶的檢驗周期為 12 個月。

氣瓶的擁有人均須請有資格的檢驗人員進行內外部檢驗，每次檢驗的紀錄及檢驗人的姓名和地址等要妥善保存。

（三）氣瓶檢驗員

氣瓶檢驗員必須是能夠勝任並經消防處批准可以從事氣瓶檢驗的專業人員。

三、工業氣體運載車輛的管理

運送氣體的車輛（包括氣體罐車和運送氣瓶專用車），只有經消防處批准並發給牌照才能經道路運送氣體。

消防處根據危險品車輛的設計及車輛所載危險品的種類，將危險品車輛分成 7 類。管理規定如下：

1. 申請人或代理人須填寫危險品車輛牌照申請表，連同香港身分證或商業登記證副本一並提交危險品課。

2. 消防處在收到危險品車輛牌照申請書及其相關資料後，便會向申請人發出相關類型車輛的消防安全規定及有關文件，以供遵守。
3. 消防處在接到申請人的書面或口頭通知，表示已遵辦各項消防安全規定後，便會安排人員檢查有關的車輛。
4. 當消防處證實申請人完全遵守有關的消防規定後，會於 6 個工作日內簽發危險品車輛牌照。

第四章 集合式容器氫氣槽車採用美國 DOT 規範 之適用性評估

台灣區高壓氣體工業同業公會之會員近十餘年來購買之集合式氫氣及其他氣體槽車均以美國交通部之規範製造合格文件進口，惟因本會目前依「危險性機械及設備安全檢查規則」，可用於高壓氣體槽車檢查之指定適用標準僅為日本容器保安規則，美國交通部規則不在指定適用標準中。本會決定於未頒行行政命令或規則前不再採用美國交通部之規範，但也造成企業無具體依據可供依循。

國內廠商於 96 年依照往例，以美國交通部製造規範進口之高壓氣體槽車，惟迄今已一年仍未完成檢查，不僅使廠商積壓大量資金，更無法配合客戶要求，導致高科技產業可能斷貨造成生產停滯。

為協助業者辦理高壓氣體槽車之檢查，本會分別於 97 年 8 月 18 日及 9 月 8 日召開協調會，向台灣區高壓氣體工業同業公會說明本會已與交通部協商氣體槽車之部會業務分工事宜，未完成協商及相關法規修正前，過渡期間氫氣槽車之檢查仍暫由代檢機構依現行法令規定受理檢查，並於 97 年 10 月 23 日來函本所要求提出集合式容器壓縮氫氣槽車等高壓氣體槽車採用美國 DOT 規範實施勞動檢查之適用性評估。

集合式容器壓縮氣體槽車，又稱長管拖車(*tube trailer*)，在美國是由交通部 (DOT) 負責管理，如下圖所示。



圖 2 長管拖車(*tube trailer*)

摘自網路百科 Wikipedia, The Free Encyclopedi

第一節 美國的運輸氫氣載具

美國符合 DOT 法規(49 CFR)用來運輸氫氣的容器及管線，可分為下列幾類(下列資料及圖片均摘自參考文獻[11])：

(一) 一般氣瓶

DOT 3A, 3AA(鋼材)及 3AL(鋁材)，水容量不超過 1,000 磅，使用壓力一般為 2,000 至 3,600 psig。

DOT 4B、4BA、4BW(均為鋼材)，水容量不超過 1,000 磅，使用壓力 150 至 500 psig。



(二) 複合容器

依據 DOT 特別許可令製造的複合容器，例如加州 Luxfer Gas Cylinders 公司申請的 DOT-SP 10915[12]，以鋁膽碳纖維纏繞式容器裝載氫氣。但須符合 DOT FRP-1 〈Basic requirements for fiber reinforcement plastic(FRP) type 3FC cylinders〉及 DOT-CFFC 〈Basic requirements for fully wrapped Carbon-Fiber Reinforced Aluminum Lined Cylinders〉標準。



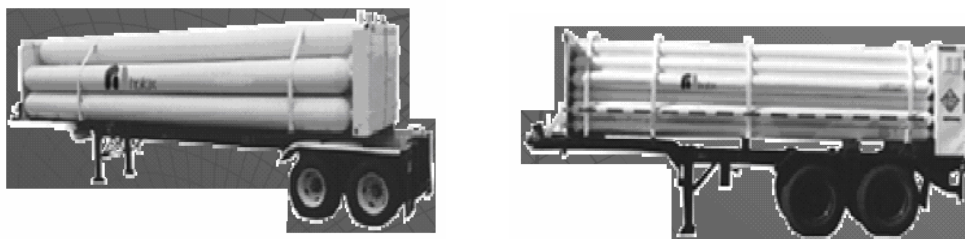
(三) 液態氫氣鋼瓶

DOT 4L(鋼材)，水容量不超過 1,000 磅，使用壓力 40 至 500 psig。



(四) 長管拖車(Tube Trailers)

DOT 規格 3AX 及 3AAX(鋼材)，水容量超過 1,000 磅，一般使用壓力 2,000 至 3,600 psig。



(五) 貨槽車(Cargo Tanks)

DOT 規格 MC-338(鋼材)，最大容許使用壓力(MAWP)100 至 500 psig。



(六) 鐵路槽車(Tank Car Tanks)

DOT 規格 113A(鋼材)，試驗壓力 175 psig。



(七) 可攜式槽(Portable tanks)

DOT 規格 UN 可攜式槽或依據 MC-338(鋼材)獲准的特別許可令，最大容許使用壓力 100 至 500 psig。



(八) 氫氣管線(Pipeline)

管線運輸規範在 49 CFR parts 190-199 中，並不在本研究範圍內，但為因應未來替代能源之一的氫燃料之興起，國際間已發展形成所謂的氫經濟，氫氣管線運輸未來將是運輸氫氣的主要載具之一，因此管線的運輸安全也是國際間目前及未來的一個重要運輸議題。

第二節 其他國家採用美國 DOT 規格長管容器的情形

許多國家准許使用所有或部分的美國 DOT 規格容器，例如，香港消防署 [7]認可的國外進口容器須依據美國、澳洲、加拿大、中國大陸、英國、及日本的認可標準所製造，其申請程序及認可的標準或規格均明訂於「申請批准使用氣瓶指南」中，其中認可的美國容器有 DOT 3A、3AX、3AA、3AAX、3AL、4B、4BA、4BW、4L、8AL、8、39 及 FRP-1 Type 3FC 等 13 種容器規

格。

紐西蘭核准從英國、澳洲、美國、加拿等國進口長管容器[8]，其中認可美國規格的有 DOT 2P、3A、3AA、3AL、3B、3E、4A、4B、4BA、4BW、4E、4L、8、8L、8WC、39、SP 6024、SP 6517、SP 6517 及其他 SP 等規格；不准許進口的有 DOT 3BN、4DS、3C、3D、3E、3A480X、3HT、3T、4、4C、4D、4B240FLW、4B240ET、4DA、4BA240、4BW240，但未提及 3AAX 規格容器。

加拿大准許美國運送容器到加拿大或路過加拿大，對於進口美國規格容器，除法規許可外，另可採用許可令的方式，企業就擬進口的容器規格及擬裝載的物質向交通部申請等效安全程度的許可令(Permit for Equivalent Level of Safety)，例如，Air Liquide Canada 公司於 2005 年申請到 SH 8172 許可令[9]，核准符合 DOT-3T 及 3AAX 規格的長管容器裝載第 2 類氣體物質(含氫氣)。

印度准許自澳洲、阿根廷、義大利、英、美、德、日等國家進口少數容器[10]，但也指定製造商及驗證單位；認可的美國規格容器有 DOT-3A、3AA、3AL 三種容器。

第三節 美國法規對 3AAX 氫氣鋼瓶的相關規定

目前國內廠商採購之氫氣鋼瓶係依據美國交通部法規所製造，型號為 DOT-3AAX 無縫鋼瓶，鋼材屬於鉻鉬鋼。49CFR 中與 DOT-3AAX 氫氣鋼瓶相關的規定，分佈在下列各編項中，條文重點摘錄如下：

(一) 49CFR 171 一般資訊、規則及定義

171.7 參考資料

本編項中將第 170 至 189 編中所應用到的其他相關標準，相對應於各編項表列出來，其中與 DOT-3AAX 鋼瓶相關的標準有 ASTM 8-99 金屬材料拉伸測試標準試驗方法、CGA C-5 容器生命週期—無縫高壓鋼瓶、CGA C-6 壓縮氣體鋼瓶目視檢查標準、CGA C-11 壓縮氣體容器製造時

的檢查實務、CGA C-14 DOT 長管容器壓力釋放裝置系統之火焰測試程序、CGA S-1.1 壓縮氣體容器壓力釋放裝置標準—第 1 部。

171.8 定義與縮寫：相關的名詞定義。

(二) 49CFR 173 運送者—運送和包裝的一般要求

173.301 長管容器 (cylinders)、UN 壓力容器 (pressure receptacles) 及球形壓力容器 (spherical pressure vessels) 運送壓縮氣體及其他危害物質的一般要求

- (a) 裝載壓縮氣體的容器必須符合 UN 標準或符合 DOT 及 ICC 規範的金屬容器，DOT 及 ICC 依據容器材質、功能、熔接或無縫、尺寸等項目，核准的容器規格有：2P、2Q、ICC-3、3A、3AA、3AL、3AX、3A480X、3AAX、3B、3BN、3E、3HT、3T、4AA480、4B、4B240ET、4BA、4BW、4D、4DA、4DS、4E、4L、8、8AL、39 等規格容器。
- (b) 容器標誌須符合 part 180 的規定。
- (f) 壓力釋放裝置系統，該裝置之尺寸型式，其裝設位置、數量之選擇及測試要遵循 CGA S-1.1 和 CGA S-7 的規定，火燄試驗 CGA C-14。
- (h) 閥的保護-閥的組合應足夠強壯，如果自 1.8m 高掉落地，也不會造成洩漏。
- (i) 運輸比 2m 長的無縫容器時，容器只允許水平地架在車輛上，或置於 ISO 框架 (framework) 中。
 - (1) 每一容器要固定在車輛或是框架的一端，另一端可膨脹。
 - (2) 閥及壓力釋放裝置的保護結構應能承受容器及框架的組合總重量 2 倍的力量，安全因子為 4，依據使用材料的根本強度。
 - (3) 壓力釋放閥須能無阻礙的排放至空氣中。另，針對可燃性氣體，壓力釋放閥應能向上排放，以避免排放的氣體接觸人員或任何周遭的容器。

173.301 a 運送規格容器的額外的一般要求

- (c) 在 21°C 時，容器壓力不可超過使用壓力。

(d) 在 55°C 時，容器壓力不可超過使用壓力的 5/4。

173.302 a 使用規格容器運送永久壓縮氣體的額外要求

(a) 充填要求

(4) DOT 3AAX、3T 容器可充填第 2.1 及 2.2 類物質及 CO，DOT 3T 容器不可充填 H₂。

(b) DOT 3A、3AX、3AA、3AAX、3T 容器充填第 2.1 或 2.3 類氣體，可超過標示的使用壓力之 10%，但須符合下列條件：

(1) 容器裝設一個易斷的圓盤壓力釋放裝置（沒有可熔融的金屬做後盾），其破裂壓力不超過最小試驗壓力。

(2) 容器的彈性膨脹在最後測試時，有測得或者用水封套方法重測。

(3) 平均內壁壓力或最大內壁壓力不超過內壁限制。

(i) 平均內壁壓力的計算公式

(ii) 最大內壁壓力的計算公式

(iii) 依據 CGA C-5 來計算彈性膨脹不合格限制。

(4) 試驗或再試驗時，要實於外部及內部目視檢查以證明容器無過度腐蝕、凹坑、或危險的缺陷。

(5) 符合前(2)、(3)、(4)項時，在容器上標示的測試日期之後註記「+」號。

(三) 49CFR 177 公用道路運輸

此部分規範駕駛訓練、物料的裝卸、有害物質的隔離等管理事項。

(四) 49CFR 178 包裝的規定 (Specifications for Packagings)

此部分規範各個核准的規格長管容器，其中 178.35 及 178.37 兩部分是與 DOT-3AAX 氬氣鋼瓶相關。

178.35 規格容器的一般規定

內容包括檢查人員的資格與職責、缺陷與附屬品、容器標記、檢查報告等

一般規定，詳細內容請參考附錄二。

178.37 規格 3AA 及 3AAX 無縫鋼瓶

3AA 及 3AAX 型號均為無縫鋼瓶，但容量及使用壓力均不同，國內廠商進口的氫氣鋼瓶為 3AAX 型號。詳細內容請參考附錄三。

(五) 49CFR 180 包裝品質的維持

180.203 定義

除了 171.8，此部分包含之定義適用於本章節。

180.205 規格容器重新檢驗的一般規定 (詳如附錄四)

- (a) 總則：每個鋼瓶應該符合本編、第 173 編、第 178 編 C 分編適用規定。
- (b) 鋼瓶檢驗人必須依據第 180.215 編規定，於每一地點填具記錄有關檢查、測試或標示鋼瓶。
- (c) 鋼瓶定期檢查：重新檢驗每個鋼瓶—原來已經美國運輸部特別核准號碼，並且予以再標示，否則任何鋼瓶均不應裝填有害物質作為商業運輸用途。重新檢驗年份日期到期或以前，得隨時重新檢驗每個鋼瓶，但是，重新檢驗到期以前已經裝填的鋼瓶得繼續留用，直到裝填物質耗盡而成為空瓶。當空瓶已核准使用壽命到期時，任何鋼瓶不論其明訂使用壽命為何，均不應再裝填物質或以供運輸用途。
- (d) 特殊使用狀況下，必須測試與檢驗鋼瓶：
- (f) 目視檢查：除非本分編另外明文規定，每個鋼瓶接受壓力檢驗測試時，也應該目視檢查鋼瓶內部與外部。
- (g) 壓力測試，測試量測之前，應該先鬆開或拆卸嵌條與其他可以拆卸的配件，使得鋼瓶能夠自由膨脹。
- (h) 判定鋼瓶不及格

180.209 規格容器重新檢驗的要求(詳如附錄五)

(a) DOT 3AAX 鋼瓶每 5 年要重新檢驗，最小試驗壓力為使用壓力的 5/3 倍。

(g) 目視檢查

規格容器如僅在指定場所使用時，當定期檢驗到期時，可執行完整的外部目視檢查，不需實施靜水壓試驗。外部目視檢查必須依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 或 C-6.3 規定，後續每隔 5 年必須檢查一次。

第四節 美日兩國對 3AAX 無縫鋼瓶檢查要求的比較

由於我國目前針對氫氣無縫鋼瓶的檢查並無相關規定，但是日本容器保安規則是本會指定適用的文件，因此將美國氫氣無縫鋼瓶的規定對照日本的相關規定，比較二者是否有重大差異處。

(一) 日本與美國對於 3AAX 容器規定比較

日本「一般無縫容器技術性標準」係針對所有的無縫鋼瓶，因此所要求的測試項目較多，對照美國 49CFR 178.35 為對一般容器的要求，49CFR 178.37 則針對 3AAX 無縫鋼瓶，表 4 列出日本「一般無縫容器技術性標準」及美國 49CFR 相互對照的法規條文。以兩者所規範的主題來看，日本技術標準所要求的試驗項目均能對應於美國的規定，而美國的要求則較日本多了 178.37 編中的(c)、(e)、(h)、(n)等項目。

日本及美國法令條文詳細內容對照及比對重點詳見附表 6，表 5 係針對兩國的檢查項目進行比較，兩者檢查項目的差異主要在於：

1. 日本要求實施衝擊試驗，但美國並無此項試驗之要求；
2. 日本要求壓壞試驗與彎曲試驗則一即可，美國要求實施壓扁試驗，因此並無差異。
3. 抗拉強度之要求，日本規定負載不可超過材料『保證抗拉強度』之 85%，美國規定應力總合不可超過材料最小降伏強度的 80%，美國比較保守。
4. 兩國對於鉻鉬鋼材料成分之規定，在磷與硫的最大值有 0.01%及 0.02% 的差異，但在鉻及鉬成分比例的要求則屬一致。
5. 美國對於容器壓扁試驗（或壓壞試驗）規定壓扁試驗壓到容器厚度的 6 倍時沒有裂縫發生，日本規定壓扁試驗壓到容器厚度的 9 倍時沒有裂縫發生。

表 4 日本及美國有關 3AAX 無縫容器法規條文對照表

日本「一般無縫容器技術性標準」	美國聯辦法規 49 CFR	說明
第一章 總則	178.37 規格 3AA 及 3AAX 無縫鋼瓶	
第一條 適用範圍	(a)型式、大小及使用壓力	
第二條 用辭定義	171.8 定義及縮寫 180.203 定義	
第二章 製造方法之基準	178.37 (b) 經核准的鋼	
第三條 材料		
第四條 厚度	178.37 (f) 壁厚 178.37 (a)(2)DOT-3AAX 無縫鋼瓶應符合的要求	
第五條 構造及規格		名詞 說明
第六條 加工、熔接及熱處理之方法	178.37 (g)熱處理	
第七條 尺度精度	178.37 (d)製造	
第三章 設計確認試驗及組試驗		與容器規則 條文對照
第八條 容器檢查		
第九條 設計確認試驗時之壓力 循環試驗		僅適用於 高強度鋼
第十條 組試驗時之外觀檢查	178.35 規格容器的一般規定 (c) 檢查員的職責 173.302a 裝載永久壓縮氣體的規格容器之額外運送要求	
第十一條 組試驗時之超音波探 傷試驗等	178.37 (g)熱處理	
第十二條 組試驗時之材料試驗	178.37 (j)壓扁試驗 (k)物理性試驗 (l)可接受的物理性和壓扁試驗結果	
第十三條 組試驗時之破裂試驗		僅適用於 小型容器
第十四條 組試驗時之耐壓試驗	178.37 (i)靜水壓試驗	
第十五條 組試驗時之氣密試驗	178.37 (m)洩漏試驗	
第四章 型式試驗		型式試驗 之內容
第十六條 型式試驗	178.37 (c)材料鑑定 178.37 (e)銲接或以銅鋅合金銲接(硬銲) 178.37 (h)容器的開口與開口的連接物(閥、熔融塞等) 178.37 (n)退回的容器	

表 5 日本與美國對於 3AAX 無縫容器之檢查規定比較

項目	日本	美國	說明																																								
法源	1. 容器保安規則第 3、6、7、58 條。 2. 一般無縫容器技術性標準	美國交通部法規 49 CFR 中與 DOT-3AAX 規格容器的相關規定																																									
同一種型式之定義	同一種型式抽取一支做一次設計確認試驗，所謂的同一种型式係在第 2 條規定，規定容器的厚度變化在 5%以下者、胴體外徑變化在 5%以下者、容器全長變化未超過 50%者、容器端部形狀及尺寸未變化者、不需要提高耐壓試驗之壓力者皆屬於同一種型式容器。		美國對於容器屬於同一型式未加以規定。																																								
容器之材料成分	第 3 條中規定鉻鉬鋼及其他合金鋼之成分限制。 <table border="1" data-bbox="352 1189 730 1778"> <thead> <tr> <th>材料成分</th> <th>成分限制 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>碳</td><td>< 0.40</td></tr> <tr><td>錳</td><td>< 1.65</td></tr> <tr><td>磷</td><td>< 0.03</td></tr> <tr><td>硫</td><td>< 0.03</td></tr> <tr><td>矽</td><td>< 0.90</td></tr> <tr><td>鉻</td><td>< 3.50</td></tr> <tr><td>鉬</td><td>< 1.20</td></tr> <tr><td>鎳</td><td>< 3.50</td></tr> <tr><td>鈮、鈮、佛爾酮等微量元素</td><td>微量元素之合計為0.35</td></tr> </tbody> </table>	材料成分	成分限制 (%)	碳	< 0.40	錳	< 1.65	磷	< 0.03	硫	< 0.03	矽	< 0.90	鉻	< 3.50	鉬	< 1.20	鎳	< 3.50	鈮、鈮、佛爾酮等微量元素	微量元素之合計為0.35	178.37(b)經過認可的鋼材中商業編號為 4130X 的鋼。 <table border="1" data-bbox="759 1238 1090 1778"> <thead> <tr> <th>材料成分</th> <th>成分限制 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>碳</td><td>0.25/0.35</td></tr> <tr><td>錳</td><td>0.40/0.90</td></tr> <tr><td>磷</td><td>0.04 max</td></tr> <tr><td>硫</td><td>0.05 max</td></tr> <tr><td>矽</td><td>0.15/0.35</td></tr> <tr><td>鉻</td><td>0.80/1.10</td></tr> <tr><td>鉬</td><td>0.15/0.25</td></tr> <tr><td>鎳</td><td>未規範</td></tr> <tr><td>微量元素</td><td>未規範</td></tr> </tbody> </table>	材料成分	成分限制 (%)	碳	0.25/0.35	錳	0.40/0.90	磷	0.04 max	硫	0.05 max	矽	0.15/0.35	鉻	0.80/1.10	鉬	0.15/0.25	鎳	未規範	微量元素	未規範	美國在磷與硫的最大值較日本規定值分別高 0.01% 及 0.02%，其餘均在日本鉻鉬鋼之元素含量要求內。
材料成分	成分限制 (%)																																										
碳	< 0.40																																										
錳	< 1.65																																										
磷	< 0.03																																										
硫	< 0.03																																										
矽	< 0.90																																										
鉻	< 3.50																																										
鉬	< 1.20																																										
鎳	< 3.50																																										
鈮、鈮、佛爾酮等微量元素	微量元素之合計為0.35																																										
材料成分	成分限制 (%)																																										
碳	0.25/0.35																																										
錳	0.40/0.90																																										
磷	0.04 max																																										
硫	0.05 max																																										
矽	0.15/0.35																																										
鉻	0.80/1.10																																										
鉬	0.15/0.25																																										
鎳	未規範																																										
微量元素	未規範																																										

表 5 日本與美國對於 3AAX 無縫容器之檢查規定比較(續)

項目	日本	美國	說明
容 器 之 厚 度 計 算	<p>1. 容器的厚度計算在第 4 條中規定，該條文中有兩個計算厚度，取其中比較大的計算值。厚度值與容器內徑、外徑、耐壓試驗之壓力、容許應力有關。</p> <p>2. 鉻鉬鋼及其他合金鋼若實施淬火與回火者，其容許應力應取降伏點之 5/6 數值。</p>	<p>178.37(f)壁厚 容器厚度計算公式，與容器內徑、外徑、耐壓試驗之壓力、內壁壓力有關。</p>	<p>厚度計算公式相同，只是公式呈現形式不同，且日本使用容許應力，而美國採用內壁壓力來計算。</p>
容 器 材 料 之 強 度	<p>容器材料的「保證降伏強度」應在該材料『保證抗拉強度』之 85%以下，換言之，施加在容器之負載應不可超過『保證降伏強度』。</p>	<p>容器是由水平支撐的兩端來承受壓力，容器內加壓後，因彎曲所造成的底部壓力應為最大抗拉強度的 2 倍，所以對容器的縱向施加的應力總合應該不可以超過材料最小降伏強度的 80%。</p>	<p>日本規定負載不可超過材料『保證抗拉強度』之 85%，美國規定應力總合不可超過材料最小降伏強度的 80%。</p>
容 器 之 外 觀 檢 查	<p>日本對於外觀檢查之厚度量測方式為在同一圈周向量測 4 點厚度。(第 10 條)</p>	<p>依據 CGA C-6 壓縮氣體鋼瓶目視標準。(包含內部與外部檢查)</p>	
熱 處 理	<p>容器保安規則第 6 條規定，對於鉻鉬鋼及低合金鋼或同等材料，應實施淬火與回火。</p>	<p>178.37(g)熱處理 (5)規定了 4130X 鋼可以在 1650°F 溫度下實施正常化處理，而不需要實施淬火，正常化處理之容器不需要回火。</p>	<p>日本規定鉻鉬鋼及低合金鋼需要淬火與回火。美國亦規定淬火與回火程序，但 4130X 型鋼可在 1650°F 溫度正常化，則不需做淬火及回火</p>

表 5 日本與美國對於 3AAX 無縫容器之檢查規定比較(續)

項目	日本	美國	說明
超 音 波 探 傷	如果經過淬火之冷卻速度超過在溫度為 20°C 冷卻速度之 80%時，應實施超音波探傷、磁粉探傷、液滲探傷。(第 10 條)	178.37(g) 熱處理 (7)規定，除了本段(g)(6)規定外，所有容器，如果使用水來淬火或使用冷卻速率超過水的冷卻速率之 80%的液體來淬火，必須經由磁性微粒、洗滌滲透劑或超音波方法來檢測淬火裂縫的存在。設計成符合 3AA 規格要求的任一容器，被發現有淬火裂縫就必須丟棄且不能重新檢查。	日本與美國之規定相同
拉 伸 試 驗	鉻鉬鋼及其他低合金鋼之試驗片之形狀及尺度，為 JIS Z2201(1980)金屬材料抗拉試驗片之形狀及尺度之 12 號試驗片，或在常溫時不予搥擊之平片之 5 號試驗片；試驗片之厚度應取試料之厚度。但試驗機之能力不足時，得使 5 號試驗片之寬在 19mm。拉伸試驗片在標點距離中至少有 20%的伸長率。	178.37(l) 可接受的物理性和壓扁試驗結果 可接受的物理性和壓扁試驗結果為在 2 英吋標點距離至少有 20%伸長率，其他個案則至少 10%伸長率。	日本與美國之拉伸試驗之伸長率要求是相同
壓 壞 試 驗	容器長度 600mm 以上，胴體外徑 57mm 以上之容器應實施拉伸試驗、衝擊試驗、壓壞試驗（壓扁試驗）或彎曲試驗。 壓壞試驗之 2 個楔子前端間之距離，即加壓楔子壓到容器胴部厚度之 9 倍時沒有裂縫發生。	178.37(j) 壓 扁 試 驗 (Flattening test) 此試驗要求從每一批含 200 個或以下的容器中隨機取一個容器進行壓扁試驗。對於每一批含 30 個或以下的容器，壓扁試驗實施於每一個容器。 178.37(l) 可接受的物理性和壓扁試驗結果 可接受的物理性和壓扁試驗結果，在 2"標點距離至少有 20%伸長率，其他個案則至少 10%伸長率。壓扁試驗壓到容器厚度的 6 倍時沒有裂縫發生。	美國 DOT 對於容器壓扁試驗（或壓壞試驗）規定壓扁試驗壓到容器厚度的 6 倍時沒有裂縫發生。而日本規定壓扁試驗壓到容器厚度的 9 倍時沒有裂縫發生。

表 5 日本與美國對於 3AAX 無縫容器之檢查規定比較(續)

項目	日本	美國	說明
衝擊試驗	與實施壓壞試驗條件相同	對 3AAX 規格容器未規定，僅對 3T 及 4L 規格容器有此要求。	
彎曲試驗	試驗片彎曲部內面半徑對試驗片厚度之 3.5 倍時沒有裂縫發生。	對無縫容器均無此要求，但對部分焊接容器有此要求(詳見附表 5)。	日本要求壓壞試驗或彎曲試驗，擇一即可。

(二)其他技術標準的應用

日本對於氫氣鋼瓶的檢驗，為符合「一般無縫容器技術性標準」，其試驗方法尚需符合日本工業標準，相關的標準如表 6 所列。其中有許多是採樣方法及量測儀器的標準。

表 6 日本無縫容器工業標準

日本工業標準	內容
JIS B 7502	「測微計」
JIS B 7516	「金屬製直尺」
JIS B 7722	「謝彼擺垂式衝擊試驗機」
JIS Z 2201	「金屬材料抗拉試驗片」
JIS Z 2242	「金屬材料試驗方法」
JIS Z 2355	「超音波脈衝反射法之厚度測定方法」
JIS B 7505	「布爾頓管壓力計」
JIS B 7518	「深度規」
JIS G 0565	「鋼鐵材料之磁粉探傷試驗方法及磁粉紋之分類」
JIS Z 2202	「金屬材料衝擊試驗片」
JIS Z 2248	「金屬材料彎曲試驗方法」
JIS Z 8703	「試驗場所之標準狀態」
JIS B7507	「卡尺」
JIS B 7721	「拉縮·壓縮試驗機」
JIS G 0582	「鋼管之超音波探傷檢查方法」
JIS Z 2241	「金屬材料抗拉試驗方法」
JIS Z 2343	「滲透探傷試驗方法及滲透指示模紋分類」

美國在實施方法上，為符合 49 CFR 的要求，執行實務可應用壓縮氣體協

會(Compressed Gas Association, Inc.)及美國材料及測試協會(ASTM)的相關規範，與氬氣鋼瓶有關的文件舉例如下：

- CGA C-1 高壓氣體容器靜水壓試驗方法
(Methods for Hydrostatic Testing of Compressed Gas Cylinders)
- CGA C-6 高壓氣體鋼容器目視檢查標準
(Standards for Visual Inspection of Steel Compressed Gas Cylinders)
- CGA C-11 高壓氣體容器製造時的檢查實務
(Recommended Practices for Inspection of Compressed Gas Cylinders at Time of Manufacture)
- ASTM E8 金屬材料拉伸試驗標準測試方法
(Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials)

CGA 及 ASTM 均為國際上著名之機械設備試驗相關機構，其所出版之試驗標準，不僅美國 49 CFR 中採用，加拿大的交通法規亦有引用。

第五節 美國 DOT 容器之安全性及應用性分析

(一) 材質成分

無縫鋼瓶主要裝載壓縮氣體，故安全性能要求高，其基本要求為：(1)強度高；(2)良好的塑性、韌性；(3)材質均勻穩定，具抗疲勞性能；(4)熱處理性能佳，淬火性能好，脆裂傾向小，回火脆性小。為因應其安全性能要求，材質由低碳鋼、中碳鋼、碳錳鋼，發展到鉻鉬鋼及合金鋼，以提升降伏強度。強度增加使瓶壁厚度可以降低，重量也因此減輕。

鋼材中添加碳、錳、鉻等是為增加強度，錳能提高鋼材的強度和硬度，但含錳量太高則會降低鋼材的塑性、韌性、可焊性及耐腐蝕性。鉻可提高鋼的高溫機械性能、抗腐蝕性和抗氧化性，但也會提高鋼的脆性轉變溫度並促進回火脆性。磷可增加強度與硬度，但會降低塑性與韌性。硫會降低鋼材的各種機械性能及韌性、耐疲勞性和抗腐蝕性。

鋼質無縫容器的材料成分在各國標準中各有不同，依據材料成分的規定方式可概分為兩類〔13〕。第 1 類為英國、美國、加拿大及 ISO 9809-3:2000，這些國家或組織對於材料成分規定較嚴格，限制鋼的種類，且成分限制範圍較窄，再結合熱處理的規定來控制品質。第 2 類如日本法規，這類規範不規定鋼的種類，只限制材料成分及機械性能，再藉由試驗來證明鋼種類的適用性。不同的法規體系有不同的規定。

(二) 壁厚

壁厚的計算在不同的標準中有不同的計算公式，日本與美國的計算公式在附表 6 中有比較過，二者使用相同的公式但不同的形式。秋長鑿〔14〕曾針對日本 JIS B 8241：継目なし鋼製高圧ガス容器、美國 DOT-3AAX、及 ISO 11120：1999 (Gas cylinders -- Refillable seamless steel tubes for compressed gas transport, of water capacity between 150 L and 3000 L -- Design construction and testing)三者的壁厚計算結果進行比較，計算所得壁厚以 DOT-3AAX 為最高，ISO 11120 次之，JIS B8241 最低。王會賞〔15、16〕也針對 DOT-3AAX 與 ISO 11120 做比較，得到相同的結果，顯示 DOT-3AAX 設計上是比較保守。原因是 DOT-3AAX 除了以公式計算壁厚外，還限制在水壓試驗壓力下的胴體部分內壁應力不得超過材料最低抗拉強度的 67%，且不得超過 70,000 psi(即 482 MPa)。因此，計算材料的抗拉強度最高為 $720 \text{ MPa}(=482 \div 0.67)$ ，超過這個強度就無法降低壁厚，可以防止製造商以提高材料的強度來減少壁厚並減輕重量，有雙重限制之效〔13、17〕。

(三) 附加應力校核的設計

由於長管容器的長度較長，僅靠兩端支撐在拖車上，容器本身的重量造成的彎曲在容器底部造成軸向拉應力。當容器在使用或進行水壓試驗時，工作壓力或水壓也會在軸向形成拉應力。因此，美國除了規定壁厚計算外，還需進行附加應力校核，原則是：彎曲形成底部最大拉應力的 2 倍，加上因水壓試驗形成軸向拉應力之和，應不超過容器材料最小降服強度的 80%〔17〕。

(四) 定期檢查

美國要求容器定期檢查須實施內外部目視檢查和水壓試驗〔18~21〕，如果容積殘餘變形率大於 10%則不合格。業者擬採替代方案者可申請特別許可令。例如 DOT-SP 11916 和 DOT-SP 10922 核准採用超音波檢測來替代內部目視檢查及水壓試驗；DOT-SP 9847 核准採用音洩及超音波檢測作為替代方案。這些均可依據 CGA 和 ASTM 的標準實施。

(五) 美國 DOT 法規應用民間專業標準

美國 1995 年通過「國家技術轉讓和促進法案」（公共法 104-113），加強民間與政府標準制定機構之間的關係。此項法律要求政府機構盡可能使用民間機構制定的標準，以節約納稅人的資金。ASME、ASTM、及 CGA 均為自願組織且經美國國家標準局認定合格的標準制定單位，標準制定過程具公開性、透明度及參與性。此三種標準被世界各地的組織所使用；許多國家的政府機構在制定法規、條例和法律時也常參考這些標準。這些標準屬「自願性」，指其並不是由標準制定單位強制推行的。然而美國政府常在法律、條例和法規中引用這些自願性標準，使之具有法律效力。DOT 所引用的工業標準均為國際上廣為應用的專業標準，其與日本的工業標準為各自發展的標準體系，二者均為工業界廣為參考應用。

(六) 我國指定適用國外標準

本會危險性機械設備指定適用的國外標準如附表 7 所示，其中壓力容器可適用美國 ASME Code Section VIII, Division I 及 II，同樣的，在美國 DOT 法規中，也要求貨槽體(Cargo tank)須依據 ASME Code Section VIII 的要求來設計、建造、驗證、及蓋印，因此，美國 DOT 法規在壓力容器的要求與我國現行實施準則是相容的。

至於長管容器，本會於 89 年針對容量超過 10 噸之液氨運輸槽，指定適用日本容器保安規則及相關基準，並未針對氫氣長管容器有任何規範，但國內代檢機構擴大日本容器保安規則及相關基準的適用範圍，將該規定實施於依據美國 DOT 規格製造的氫氣長管容器上，而造成合格認定上的困難。由於日本及美國的法規體系不同，實難以將兩國之規定逐項對應且確認其對等性。

(七) 美國 DOT 規格容器在國際上的應用

美國企業欲進口國外的容器時可以申請特別許可令，而其他國家，如加拿大、香港、紐西蘭、印度等地，也可依各國之規定申請進口使用美國 DOT 規格容器。DOT 認可的容器製造商亦遍及世界二十幾個國家，依據其獲准的資格製造核准的 DOT 規格容器。

(八) 美國法規 49 CFR 與國際標準之相容性

美國交通部負責危害物質運輸的「管線與危害物質安全局」致力於建立危害物質運輸之安全標準，除參與聯合國委員會及相關國際工作小組，並依據聯合國建議書修正法令規範。目前在危害物質規則中已准許 UN 壓力容器之進口，同時為使用航空或船隻進口或出口之容器，DOT 容器規範也須與國際海事危險物質法規(International Maritime Dangerous Goods Code, IMDG)及國際民間航空組織的運輸危險物質技術手冊(ICAO)可以相容。美國為工業先進國家，在危險物質運輸法規之制定上也認同與國際發展接軌之重要性，近年來因為替代能源的需求造成氫經濟(Hydrogen Economy)的興起，美國更與國際標準組織 ISO 共同為氫氣之運輸安全做更審慎的規劃〔22〕，期能以最好技術標準規範使運輸作業風險降至最低。

第五章 結論與建議

第一節 結論

- 一、歐盟及美國在運輸槽車方面的規定，均以「危險物運輸」為主軸來做整體管理規劃，有關運輸槽車的管理權責，在英國和美國，均以交通部為主管機關；日本則借重高壓氣體保安協會的專業，將高壓槽車的管理從消防廳掌管的危險物品槽車中抽出，高壓槽車由經濟產業省主管，高壓氣體保安協會協助管理；香港由機電工程署主管燃料氣體的運輸事宜，消防處主管危險品的運輸事宜。
- 二、英、美、日國家各自有其法規體系，針對危險物運輸的安全規範，除了法規外，還有相關的技術標準；在英國有 BS EN 標準，美國採 CGA、ASTM、ASME 標準，日本採 JIS 工業標準。這些國家均為工業先進國家，其所制定的法規及技術標準均常被其他國家作為相關規定的制定參考，安全可靠度高，恐難以逐條比較判定何者較優。
- 三、美國用於運輸的高壓氣體容器屬交通部管理，相關規定在聯辦法規第 49 篇 (49 CFR)。針對我國企業進口的美國規格 DOT-3AAX 長管容器的檢驗，分析其與日本無縫容器的相關規定，說明如下：
 1. 必須檢驗的項目中，兩國均規定實施的項目包括成分分析、厚度、材料強度、外觀檢查、熱處理、超音波探傷、拉伸試驗、壓壞試驗等，唯日本比美國多要求「衝擊試驗」一項。衝擊試驗在美國無縫容器中僅要求 DOT-3T 容器需辦理。
 2. 就容器材質比較，美國與日本在材料成分的規定方式不同，美國與 ISO 相似，限制鋼的種類，對於成分規定較嚴格；日本不規定鋼的種類，但限制材料成分與機械性能。目前國內廠商進口的 H₂ 鋼瓶屬 4130X 的鉻鉬鋼材，4130X 鋼材之金屬成分限制，除了磷與硫的最大值較日本之規定值分別高 0.01% 及 0.02% 外，其餘均在日本鉻鉬鋼之元素含量要求內。

3. 就容器厚度比較，日本及美國使用的厚度計算公式是相同的。美國除了要求附加應力校核的設計外，另限制在水壓試驗壓力下胴體部分內壁應力之上限，避免業者以提高材料強度來減少壁厚，美國在此項目較為保守。
4. 在材質相似與厚度相同的條件下，檢驗項目為確認品質的方法；日本與美國因檢驗體系不同，在檢驗標準上，抗拉強度及壓壞試驗的要求稍有差異，其餘項目之要求則相同。
5. 檢驗容器的方法，日本除依照「一般無縫容器技術性標準」的規定外，尚需符合相關的日本工業標準(JIS)；美國則須符合 49CFR 相關規定，也採用美國高壓氣體協會(CGA)及美國材料及測試協會(ASTM)的相關規範。CGA 及 ASTM 的相關規範廣泛地被世界各國所應用，為國際上所認可的檢測標準。美日兩國的法規體系不同，法規規範內容也常作為其他國家法規制定的參考，唯難以將兩國之規定逐項對應且確認其對等性。

四、加拿大、香港、紐西蘭、印度等國可依其需求申請進口使用美國 DOT 規格容器，DOT 認可的容器製造商亦遍及世界二十幾個國家，美國也准許 UN 壓力容器之進口，與國際上其他標準之交流益趨密切。美國為工業先進國家，長管容器依照美國相關交通法規製造合格應可信賴其安全性。唯國外製造廠商的品管能力是主管機關無法掌控的，建議勞委會可要求廠商提供，或請外交部或外貿協會協助查詢國外製造廠商之品管證明。

第二節 建議

一、我國高壓槽體目前以「高壓氣體勞工安全規則」為主要遵循依據，唯該安全規則對於槽車罐槽體的管理係依照灌裝高壓氣體之移動式壓力容器之規定，並無針對槽車罐槽體訂定結構安全的檢驗標準，運輸方面則僅規範運輸安全設施。為能提升槽車運輸的安全，槽車及槽體宜統一管理，在法規的訂定及管理權責的劃分，建議以「危險物運輸」作為整體考量，並由交通部擔任危險物運輸的主管機關較為適當。

- 二、本會於 89 年針對容量超過 10 噸之液氨運輸槽，指定適用日本容器保安規則及相關基準，並未針對氫氣長管容器有任何規範，但國內代檢機構擴大日本容器保安規則及相關基準的適用範圍，將該規定實施於依據美國 DOT 規格製造的氫氣長管容器上，造成合格認定上的困難。美國及日本因法規體系不同，在運輸容器上的規定自然有差異，以運輸氫氣的 DOT-3AAX 容器為例，雖有差異但差異不大。美國素執科技牛耳，研發團隊之經驗，法令規章之嚴謹，亦較日本不遑多讓。我國壓力容器已指定適用美國 ASME 的相關規定，在運輸容器的若能指定適用美國 DOT 的規定，其安全性應可信賴；同時，為達管理的一致性，以美國 DOT 規定製作的運輸容器，其後續的檢查規定亦應依照 DOT 的規定辦理。
- 三、符合美國 DOT 規定製造的運輸容器如允許進口，為完善管理體制，及掌握國外製造廠商之品管能力，建議主管機關除要求進口運輸容器的廠商提供相關證明文件外，並函請外交部及經濟部等駐外單位查詢國外製造廠商之生產及品管能力，以確保產品之品質。
- 四、有鑑於世界貿易愈來愈頻繁，相關國際法規標準的認可需求預期未來會更多，建議勞委會成立國際法規標準審議委員會，研議國際法規標準之認可事宜。

參考文獻

- [1] Federal Hazardous Materials Transportation Law, Aug 10, 2005;
<http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/regs>.
- [2] 胡軍、吳燕：美國政府氣瓶的安全監管簡介。中國鍋爐壓力容器安全 2001；第 18 卷第 2 期：24-31。
- [3] 王洪梅：美國長管拖車器氣瓶安全監察法規介紹。中國鍋爐壓力容器安全 2003；第 20 卷第 1 期：56-60。
- [4] Hazardous Materials Regulation; <http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/regs>.
- [5] DOT Special Permits & Approvals; <http://www.phmsa.dot.gov/special-permits-approvals>.
- [6] US DOT, Hazardous Materials Safety Administration, DOT-SP 11916, Jan.25, 2007.
- [7] 消防署：申請批准使用氣瓶指南，香港。
- [8] Department of Labour, "Guide to Gas Cylinders," New Zealand, 1992.
- [9] Transport Canada, "Permit for Equivalent Level of Safety, SH 8172," Canada, March 9, 2005.
- [10] Ministry of Commerce and Industry, "Gas Cylinders Rules," India, September 21, 2004.
- [11] Vinjamuri, G. K., 2004; "Challenges of Hydrogen Pipeline Transmission – Development of US-DOT Regulations for Hydrogen Transportation Systems," International Pipeline Conference and Exposition, Alberta Canada, October 5, http://hydrogen.dot.gov/speeches/2004_10_05_vinjamuri/html/text_version.html.
- [12] US DOT, Hazardous Materials Safety Administration, DOT-SP 10915, May 9, 2007.
- [13] 吳紅：鋼質無縫氣瓶材料簡述。中國鍋爐壓力容器安全 2000；第 16 卷第 6 期：22-24。
[http://scholar.ilib.cn/A-ISSN~1004-0226\(2007\)09-0041-02.html](http://scholar.ilib.cn/A-ISSN~1004-0226(2007)09-0041-02.html)。
- [14] 秋長鑿：管式拖車氣瓶壁厚計算—拖車氣瓶介紹之二。中國鍋爐壓力容器安全 2000；第 16 卷第 3 期：28-29。

- [15] 王會賞：長管拖車氣瓶壁厚的計算的探討。專用汽車 2007；第 9 期：41-42。
- [16] 王洪海：關於氫氣氣瓶安全性的討論。工廠動力 2002；第 4 期：25-29。
- [17] 吳紅：管式拖車氣瓶介紹。中國鍋爐壓力容器安全 1999；第 15 卷第 4 期：30-31。
- [18] 劉三江、沈功田、李邦憲：壓力容器無損檢測—長管拖車氣瓶的無損檢測技術。無損檢測 2005；第 27 卷第 08 期：418-422。
- [19] 劉三江、鄭暉、王勇、李邦憲：對長管拖車氣瓶定期檢驗方法的探討。中國鍋爐壓力容器安全 2005；第 21 卷第 2 期：38-41。
- [20] 秋長鑒：美國長管拖車氣瓶的定期再檢驗。中國鍋爐壓力容器安全 2001；第 17 卷第 2 期：29-31。
- [21] 秋長鑒：美國長管拖車氣瓶的定期再檢驗(續完)。中國鍋爐壓力容器安全 2001；第 17 卷第 3 期：28-31。
- [22] US Department of Transportation, “Research, Development, Demonstration, & Deployment Roadmap for Hydrogen Vehicles & Infrastructure to Support a Transition to a Hydrogen Economy,”2003。
- [23] 吳燕：美國聯邦政府運輸部(DOT)氣瓶許可的基本程序簡介。中國鍋爐壓力容器安全 2004；第 21 卷第 1 期：54。
- [24] 王紅霞、陳奇峰：大容積鋼質無縫氣瓶致脆風險的防範措施。化工裝備 2007；第 1 期：20-23。
- [25] 吳燕：美國聯邦政府運輸部(DOT)氣瓶許可的基本程序簡介。中國鍋爐壓力容器安全 2004；第 21 卷第 1 期：54。
- [26] 王紅霞、陳奇峰：大容積鋼質無縫氣瓶致脆風險的防範措施。化工裝備 2007；第 1 期：20-23。
- [27] 國家質檢總局特種設備安全監察局，香港特種設備安全管理，中國計量出版社，中國，2005。
- [28] 國家質檢總局特種設備安全監察局，歐盟特種設備安全管理，中國計量出版社，中國，2005。

附表 1 美國獨立檢查機構(Independent Inspection Agencies)

公司/地點	核對號碼	通訊資料	國外製造 檢查	國內製造 檢查	重新檢查
Arrowhead Industrial Services, Inc. 3537 South NC 119 Graham, NC 27253	1998040008	R. G. Wilson rgwilson@arrowheadindustrial.com Telephone: (366) 578-2777 Fax: (336) 578-2929	Yes	Yes	Yes
Authorized Testing, Inc. 2522 Kansas Avenue Riverside, CA 92507	1998040009	Frank Jensen f.jensen@authorizedtesting.com Telephone: (951) 682-4110 Fax: (951) 682-6090	Yes	Yes	Yes
T.H. Cochrane Laboratories 5811 N. 96th Street Milwaukee, WI 53214	1998040010	John Harris jaharris@wi.twcbc.com Telephone: (414) 476-2500 Fax: (414) 464-3786	Yes	Yes	Yes
Bureau Veritas North America, Inc 580 Waters Edge, Oak Creek Center, Suite 210, Lombard, IL 60148	1998040011	Randy Risinger randy.risinger@us.bureauveritas.com Telephone: (680) 691-4333	No	Yes	Yes
Professional Services, Inc. PSI - Special Testing Department, 850 Poplar Street Pittsburgh, PA 15220	1998040012	Paul Medwig paul.medwig@psiusa.com Telephone: (412) 922-4000x283 Fax: 412.922.4043	No	Yes	Yes
HSB Global Standards One State Street Hartford, CT 06103	2003040001	Nino Olivares Nino_Olivares@HSBCT.COM Telephone: (860)722 5661 Fax: (860)722 5705	Yes	Yes	No
Stork Herron Testing Laboratories, Inc. 5405 Schaaf Rd. Cleveland, OH 44131	2006010017	Greg Cznadel greg.cznadel@stork.com Telephone: (216)525 8007 Fax: (216)524 1459	No	Yes	No
Steigerwalt Associates 1121 South 24th Street Allentown, PA 18103	1998040013	Ernie Steigerwalt ees2@ptd.net Telephone: (610) 437-1704 Fax: (610) 437-4545	Yes	Yes	Yes
MR Wright & Associates Co., Ltd. 390 Bay Street - 5th Floor Sault St. Marie, Ontario, Canada P6A5K9	*****	Mike Figures Telephone: (705) 945-5090 Fax (705) 949-3026 Email: mrw@mrweng.ca	Yes	N/A	N/A
Cylinder Services, Inc. 15270 Westover Road, P.O. Box 52 Elm Grove, WI 53122	1998040015	Russell Stading cylserv@msn.com Telephone: (414) 479-0500 Fax: (414) 328-0500	Yes	Yes	Yes
G & C Kinney, Inc. 151 Sago Palm Drive Leesburg, Florida 34748	2001020011	Glen Kinney gandckinney@aol.com Tel: (352) 323-8816 Fax: (352) 323-8814	No	No	Yes
Global Approvals, LLC 5111 Brentwood Farm Drive Fairfax, VA 22030	2008040019	Henry H. Hansen globalapprovals@cox.net Tel: (703) 815-4945	No	No	Yes

附表 2 我國獲准為 DOT 容器的再檢查單位(Requalifiers)

核准號碼	單位名稱	地址	檢查等級
C797	Evergreen Aviation Technologies Corporation	6 Harng-Jann S. Rd. (Room E326, bottle shop) Tayuan, Taoyuan Hsien,	High Pressure Only
C846	Air Asia Company Limited	Tainan Airfield, 702, QCD Tainan	Industrial (high and low pressure cylinders)
C853	China Airlines Engineering & Maintenance	15 Han-Chin S. Rd. Pu-Shin Villi, Da-Yuan Shiung Tao-Yuan	Industrial (high and low pressure cylinders)
D052	Cea-Chain Enterprise Company Ltd.	No. 780, Sec. 3, Fulin Rd. Chiunglin Shiung Hsingchu	High Pressure Only
D976	Guan-An Occupationand Safety Company Ltd	No. 142, Sec. 4, Jhangmei Rd. Hemei Township Changhua County	High Pressure Only
G772	San Fu Gas Co., Ltd.	Ultratest Division of FIBA Technologies No. 772 Singnong Road Shanhua Township, Tainan County	Ultrasonic Only
G923	Fine Ocean Marine Industrial Corp	No. 16, Lane Chen-Hsing Road Chein-Chen District Kaohsiung	High Pressure Only

附表 3 台、日、韓獲准製造 DOT 容器的廠商

	核准號碼	製造商	地址	獨立檢查機構	規格
台灣	807-05-02	Dean Chang Enterprise Co., Ltd.	Dean Chang Enterprise Co., Ltd., 56, An Ho Rd, Sec. 3 Annan District, Tainan, Taiwan	Authorized Testing, Inc.	3AL
日本	300b-77-03	Sumikin Kiko Company	1-1 Fusocho, Amagasaki, Japan	Intertek Testing Services (Japan), K.K.	3A, 3AA, 3AX, 3AAX
	300b-78-01	Totsuka Cylinder Corp.	Totsuka Cylinder Corporation, 5 13, B Chome, Nohonbashi Chuo ku, Tokyo, Japan	Intertek Testing Services (Japan), K.K.	3A, 3AA
	300b-79-01	Asahi Seisakusho Co., Ltd.	Asahi Seisakusho Co., Ltd. 7915 Kake, Iwatsuki City, Saitama - 339, Japan	Intertek Testing Services (Japan), K.K.	3A, 3AA, 3E, SP- 12079
	300b-87-01	Kanto Koatsu Yoki Mfg. Co., Ltd.	Kanto Koatsu Yoki Mfg. Co., Ltd., 153-1 Tottori-Machi, Maebashi-City, Gunma Prefecture, Japan	Bureau Veritas	3A
	807-04-03	Koatsu Showa Cyl. Co., Ltd.	Koatsu Showa Cylinders Co., Ltd., No. 4-1, Kitakandatsu- Machi, Tsuchiura City, Ibaraki Prefecture, Japan	Intertek Testing Services (Japan)	3AA
韓國	300b-89-02	NK Co., Ltd.	NK Co., Ltd., #648-1, Shinpyung- Dong, Saha-Ku, Busan, Korea	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA, 3AAX, 3T
	300b-96-01	Korea High Pressure Cylinder Co., Ltd. (KHPC)	Korea High Pressure Cylinder Co., Ltd., 191-1, Tanwol-Ri, Taewol-Myun, Ichun-Gun, Kyunggi-Do, Korea	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA
	807-04-06	Finetec Corporation	Finetec Corporation, 329-3, Boche-Ri, Miyang-Myun, Ansung-Shi, Kyungki-Do, Korea 456-840	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA
	807-04-10	Masteco Industry Co., Ltd.	Masteco Industry Co., Ltd. 715-12 (146BL 13LT) Gojan-Dong, Namdong-Ku, Incheon, Korea 405-821	HSB Global Standards, Asia Pacific	4BW
	807-05-03	Inocom, Inc.	Inocom, Inc., 29-218 Bonri-Ri, Nongong-Eup, Dalsung-Gun, Daegu, Korea	Arrowhead Industrial Services, Inc.	SP-14003
	807-07-01	DACC Co., Ltd.	DACC Co., Ltd., 24-4 Seongju- dong Changwon, Kyungnam, 641-120, S.Korea	Arrowhead Industrial Services	SP-14238
	807-07-10	KCR Co., Ltd.	802-15, Yongam-Ri, Bongdong- EupJeon-Ju Industrial Complex #3 Wanju-Gun, Jeollabuk-Do 565-904 Korea	Arrowhead Industrial Services	3AL
	807-07-11	ENK Co., Ltd.	1172, Jisa-dong, Gangseo-gu Busan 618-230 Korea	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA

附表 4 獲准製造 DOT-3AAX 容器的廠商

核准號碼	製造商	地址	獨立檢查機構	規格
300b-77-03	Sumikin Kiko Company	1-1 Fusocho, Amagasaki, Japan(日本)	Intertek Testing Services (Japan), K.K.	3A, 3AA, 3AX, 3AAX
300b-77-04	Chesterfield Cylinders Ltd.	Chesterfield Cylinders Ltd., Chesterfield, Derbyshire, S40 2EA England(英國)	British Inspecting Engineers	3A, 3AA, 3AAX, 3T, SP-9001, SP-10603
300b-78-03	MCS Cylinder Systems GmbH	MCS Cylinder Systems GmbH, Karlstrasse 23-25, D 46535 Dinslaken, Germany(德國)	RWTUV/Essen	3AA, 3AAX, 3T
300b-89-02	NK Co., Ltd.	NK Co., Ltd., #648-1, Shinpyung-Dong, Saha-Ku, Busan, Korea(韓國)	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA, 3AAX, 3T
300b-02-04	Tenaris Dalmine S.p.A.	Tenaris Dalmine S.p.A., Via Levate, 2, Dalmine (BG) 24044, Italy(義大利)	Bureau Veritas	3AA, 3AAX, 3T
807-05-04	Shijiazhuang Enric Gas Equip. Co., Ltd.	Shijiazhuang Enric Gas Equip. Co., Ltd., North Zhangling Bridge, Xinjua District, Shijiazhuang, Hebei Province, China(中國大陸)	HSB Global Standards, Asia Pacific	3AA, 3AAX, 3T

附表 5 49 CFR 178 編 C 分編中長管容器(Cylinders)規範

編號	規格	名稱	水容量	使用壓力	成分限制	成分上下限有容許值	材質辨識	製造	焊接或硬焊	壁厚	熱處理	開口/連結	靜水壓試驗	壓力循環試驗	破裂試驗	壓扁試驗	物理試驗	可接受結果	洩漏試驗	衝擊試驗	超音波檢測	X光檢查	焊接試驗		標誌	孔隙填充	
																							拉力	彎曲			
178.36	3A	無縫鋼瓶	<1,000 磅	≥ 150psig	C 0.55 P 0.045 S 0.050			✓	✓		✓	✓	53XP _s					✓									
	3AX	無縫鋼瓶	≥1,000 磅	≥ 500psig																							
178.37	3AA	無縫鋼瓶	<1,000 磅	≥ 150psig	6 種鋼材	✓	✓	✓		✓	✓	✓	53XP _s			✓	✓	✓									
	3AAX	無縫鋼瓶	≥1,000 磅	≥ 500psig																							
178.38	3B	無縫鋼瓶	≤1,000 磅	150psig ≤ P _s ≤ 500psig	平爐或電爐鋼 C ≤ 0.55 P ≤ 0.045 S ≤ 0.050			✓		✓	✓	✓	2 X P _s					✓									
178.39	3BN	無縫鎳瓶	≤125 磅	150psig ≤ P _s ≤ 500psig	Ni + Co ≥ 99.0%		✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s					✓									
178.42	3E	無縫鋼瓶	外徑 ≤ 2" 長度 < 2 ft.	1800psig	平爐或電爐鋼 C ≤ 0.55 P ≤ 0.045 S ≤ 0.050		✓	✓				✓	✓			✓	×	×	✓								
178.44	3HT	無縫鋼瓶 限飛機用 限載非易 燃物	≤150 磅	≥900psig	平爐或電爐鋼 C 0.28/0.33 Mn 0.40/0.60 P ≤ 0.040 S ≤ 0.040 Si 0.15/0.35 Cr 0.80/1.10 Mo 0.15/0.25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	53XP _s	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
178.45	3T	無縫鋼瓶 不可裝載 氫氣	≥1,000 磅	≥1800psi	平爐、鹼性氧 氣或電爐鋼 C 0.35/0.50 Mn 0.75/1.05 P ≤ 0.035 S ≤ 0.040 Si 0.15/0.35 Cr 0.80/1.15 Mo 0.15/0.25	✓		✓		✓	✓	✓	53XP _s			✓	✓	✓	✓	✓				✓			
178.46	3AL	無縫鋁瓶	≤1,000 磅	≥150psig	Si Fe Cu Mn Mg Cr Zn Ti Pb Bi		✓	✓	✓	✓	✓	✓	P<500psig 2XP _s P>500psig 53XP _s			✓或 彎曲 試驗	機械 性質 試驗				✓						
178.47	4DS	焊接不鏽 鋼瓶限飛 機用，2 個 無縫半球	≤100 磅	500psig ≤ P _s ≤ 900psig	SS 304、SS 321、SS 347 3 種鋼材	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s		✓	✓		✓				✓		✓			

附表 5 49 CFR 178 編 C 分編中長管容器(Cylinders)規範(續)

編號	規格	名稱	水容量	使用壓力	成分限制	成分上下限有容許值	材質辨識	製造	焊接或硬焊	壁厚	熱處理	開口/連結	靜水壓試驗	壓力循環試驗	破裂試驗	壓扁試驗	物理試驗	可接受結果	洩漏試驗	衝擊試驗	超音波檢測	X光檢查	焊接試驗 拉力 彎曲	標誌	孔隙充填
178.50	4B	焊接或硬焊鋼瓶	≤1,000 磅	150psig ≤ P _s ≤ 500psig	C ≤ 0.25 P ≤ 0.045 S ≤ 0.050		✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s			✓	✓	✓					✓		
178.51	4BA	焊接或硬焊鋼瓶	≤1,000 磅	225psig ≤ P _s ≤ 500psig	Grade 1,2,3 三種鋼材	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s				✓	✓					✓	✓	✓
178.53	4D	焊接鋼瓶限飛機用(球形或圓柱形)	≤100 磅	300psig ≤ P _s ≤ 500psig	4130X SS304、SS316 SS321、SS347	✓	✓	✓		✓	✓	✓	2 X P _s			✓	✓	✓						✓	
178.55	4B240ET	焊接或硬焊容器 OD=5", L _{max} =21"	≤12 磅 或 333 in ³	240psig	C ≤ 0.25 P ≤ 0.045 S ≤ 0.050		✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s			✓	✓	✓	✓					✓	
178.56	4AA480	焊接鋼瓶	≤1,000 磅	480 psig	Grade 1,2,3 三種鋼材	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s				✓	✓					✓	✓	✓
178.57	4L	焊接隔熱容器	≤1,000 磅	40psig ≤ P _s ≤ 500psig	C,Mn,P,S, Si,Ni,Cr	✓	✓	✓	✓	✓	不可	✓	(壓力試驗2倍)				✓	✓	✓				✓	✓	✓
178.58	4DA	焊接鋼瓶限飛機用	≤100 磅	500psig ≤ P _s ≤ 900psig	4130 鋼	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s		✓	✓	✓	✓				✓		✓	
178.59	8	乙炔無縫鋼瓶多孔填充		250 psig	C ≤ 0.25 P ≤ 0.045 S ≤ 0.050		✓	✓			✓	✓	至少 750psig				✓		✓				✓	✓	
178.60	8AL	乙炔無縫鋼瓶多孔填充		250 psig	Grade 1,2,3 三種鋼材	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	至少 750psig				✓	✓	✓				✓	✓	✓
178.61	4BW	焊接鋼瓶電弧焊接縱縫	≤1,000 磅	225psig ≤ P _s ≤ 500psig	Grade 1,2,3 三種鋼材	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 X P _s				✓	✓				✓	✓	✓	✓
178.65	39	不重複使用容器	(1)55 磅 (2)10 磅	P _s ≤ 500psig P _s > 500psig	鋼(C,P,S)或鋁(依 鋁協會標準)			✓	✓	✓		✓	(壓力試驗2倍)			✓			✓					✓	
178.68	4E	焊接鋁瓶	≤1,000 磅	225psig ≤ P _s ≤ 500psig	Fe+Si,Cu,Mn, Mg,Cr,Zn,Ti		✓	✓	✓	✓		✓	2 X P _s			✓	✓	✓					✓	✓	
178.69 178.70 178.71	UN 壓力容器(UN pressure receptacle)																								
178.74 178.75	MEGC(Multiple-element gas container)																								

註：P_s指使用壓力(service pressure)

附表 6 日本與美國 3AAX 無縫容器檢查規定比較表

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法 49 CFR 與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>参考 A 2 一般無縫容器技術性標準</p> <p style="text-align: right;">平成 13(2001)年 3 月 28 日 制定</p> <p>本一般無縫容器技術性標準為符合容器保安規則技術要件之技術性內容儘可能具體地加以列示。至於是否符合該規則所定技術要件之技術性內容，則應對照該規則，如具有可確保充分安全水準之依據，則可判定已符合該規則之規定，而不受本標準所定之限制。</p> <p style="text-align: center;">第一章 總則</p> <p>(適用範圍)</p> <p>第一條 本一般無縫容器技術標準解釋(以下稱解釋)係符合容器保安規則(昭和 41(1966)年；通商產業省令第 50 號。以下簡稱「規則」。)第三條、第六條、第七條及第五十八條所定技術性要件之技術性內容中，就與一般無縫容器(以下簡稱「容器」。)相關者儘可能具體地加以規定。</p>	<p>178.37 3AA 及 3AAX 規格無縫鋼瓶</p> <p>(a) 型式、大小及使用壓力</p> <p>除了 178.35 的規定外，鋼瓶要符合下列規定：</p> <p>(1) DOT-3AA 鋼瓶為無縫鋼瓶，水容量(公稱)不超過 1,000 磅，使用壓力至少 150 psig。</p> <p>(2) DOT-3AAX 鋼瓶為無縫鋼瓶，水容量不少於 1,000 磅，使用壓力至少 500 psig，且符合下列要求：(見本頁後 5 頁)</p>	<p>日本： 適用於一般無縫容器。</p> <p>美國： 本表中僅列出適用於 DOT-3AAX 無縫鋼瓶的規定。</p>

<p>(用詞定義)</p> <p>第二條 本解釋使用之用詞，除依規則所使用者之例外，對下列列舉之用詞，悉依各該款之規定。</p> <p>一 氣密試驗壓力 為最高灌裝壓力。</p> <p>二 設計確認試驗 容器檢查時實施之試驗中，在組試驗之前，就每一型式以一次為限實施者。</p> <p>三 組試驗 在容器檢查時實施之試驗中，由一定數量構成之組或就每一各別容器實施者。</p> <p>四 型式 係指符合下列列舉事項之範圍者為一型式。</p> <p>(1) 使用同一化學成分標準以同一製造方法製造之材料，在同一容器製造所以同一製造方法製造之容器。稱材料之「同一製造方法」者，係指轉爐、平爐等之製造方法之種類相同之意。容器之「同一製造方法」意謂埃爾哈特式、曼乃斯曼式等之製造方法之區分為相同之意。</p> <p>(2) 在第四條規定之厚度計算中，有抗拉強度之必要時為同條文使用之抗拉強度值；有降伏強度或耐力之必要時為該材料之標準抗拉強度或保證抗拉強度（均為第四條之表備考一規定者）及不增加在同條文所使用之降伏強度之值者。</p> <p>(3) 變更第四條之計算厚度在5%以下者。</p> <p>(4) 變更胴部外徑在5%以下者。</p> <p>(5) 不使全長有超過50%之變化者。</p> <p>(6) 不變更端部之形狀及尺度者（除符合之變更外。）。</p> <p>(7) 不致增高耐壓試驗壓力者。</p>	<p>第 107 部分「一般資訊、法規及定義」</p> <p>171.8 定義及縮寫</p> <p>針對危險物質法規(HAZARDOUS MATERIALS REGULATIONS)使用的一般名詞下定義(原文摘錄如下)，並未特別針對容器的設計規範或試驗等相關用語做出定義。</p> <p>171.8 Definitions and abbreviations</p> <p>Approval means a written authorization, including a competent authority approval, from the Associate Administrator or other designated Department official, to perform a function for which prior authorization by the Associate Administrator is required under subchapter C of this chapter (49 CFR parts 171 through 180.)</p> <p>Approved means approval issued or recognized by the Department unless otherwise specifically indicated in this subchapter.</p> <p>第 108 部分「包裝品管的維持」</p> <p>108.203 定義</p>	<p>日本： 針對「氣密試驗壓力」、「設計確認試驗」、「組試驗」、「型式」提出定義。</p> <p>美國： 171.8 針對危害物質運送法規中之用語提出定義說明，共列出超過100項定義。 108.203 係對容器檢查之名詞說明，計有20個定義。</p>
---	---	--

第二章 製造方法之標準

(材料)

第三條 規則第三條第一項規定稱「適當材料」者，為對應下列列舉之材料之區分，分別符合各該款列舉之材料（以下稱「標準材料」。）、與此同等材料之第二項規定者（以下稱「同等材料」。）或第三項規定者（以下稱「特定材料」。）。

- 一、碳鋼（相關JIS，略）
- 二、錳（略）
- 三、鉻鉬鋼及其他低合金鋼（略）
- 四、不銹鋼（略）
- 五、鋁合金（略）

2 前項之同等材料，為符合下列者。

一 該材料符合下列列舉者。

- (1) 與標準材料為同一化學成分及機械性質，而其板厚之範圍不同者。
- (2) 與標準材料為同一化學成分及機械性質，而製造方法或形狀不同者。
- (3) 與標準材料之化學成分、機械性質、試驗方法及試料採取方法均極近似，且該材料與標準材料之性質類似者。

二 化學成分符合下列列舉者。

- (1) 碳鋼，以含碳量在0.35%以下者。
- (2) 錳鋼，以含碳量在0.40%以下者。
- (3) 鉻鉬鋼及其他合金鋼，應以下表左欄列舉之元素所對應之同表右欄之最大含量以下者。

178.37(b) Authorized steel. (經核准的鋼)

應使用品質均勻的平爐、鹼性氧氣或電爐鋼。依表 1 規格製作的一批鋼，檢查其化學分析，如果所有其他方面皆合格，且不超過表 2 中的容許值，輕微超出指定的範圍是可以接受的。使用碳硼鋼時，每一批鋼的第一個和最後一個的鋼錠必須執行硬化能試驗，此試驗結果須記錄在 178.35 要求的容器材料化學分析紀錄中。硬度測試使用喬米尼(Jominy)測定法在淬火棒的 5/16 ”淬火端處進行，硬度至少達 Rc 33，且不超過 Rc 53。下列的化學分析是經核准的：

表 1—核准的材料

Designation 命名	4130X (%) (註1)	NE-8630 (%) (註1)	9115 (%) (註1)	9125 (%) (註1)	Carbon-Boron Steel(%) (註1)	Intermediate Manganese(%)
Carbon 碳	0.25/0.35	0.28/0.33	0.10/0.20	0.20/0.30	0.27-0.37	0.40 max
Manganese 錳	0.40/0.90	0.70/0.90	0.50/0.75	0.50/0.75	0.80-1.40	1.35/1.65
Phosphorus 磷	0.04max	0.04max	0.04 max	0.04max	0.035 max	0.04 max
Sulfur 硫	0.05max	0.04max	0.04 max	0.04max	0.045 max	0.05 max
Silicon 矽	0.15/0.35	0.20/0.35	0.60/0.90	0.60/0.90	0.3 max	0.10/0.30
Chromium 鉻	0.80/1.10	0.40/0.60	0.50/0.65	0.50/0.65		
Molybdenum 鉬	0.15/0.25	0.15/0.25				
Zirconium 鋯			0.05/0.15	0.05/0.15		
Nickel 鎳		0.40/0.70				
Boron 硼					0.0005/0.003	

註 1: 這個命名是不可以被限制，但是具有商業性質的鋼鐵，其金屬成分則會被限制在顯示的表格中分析。

日本：

說明「標準材料」、「同等材料」及「特定材料」之區別；並針對「鉻鉬鋼及其他合金鋼」列出各成分元素之最大含量。

美國：認可的無縫鋼瓶有 6 種鋼材類型，其個別金屬成分限制如表 1 所示，可超過最大或最小限制的容許值，如表 2 所示。

★ 國內廠商進口的 H₂ 鋼瓶屬 4130X 的鉻鉬鋼材，4130X 鋼材之金屬成分限制，除了磷與硫的最大值較日本之規定值分別高 0.01% 及 0.02% 外，其餘均在日本鉻鉬鋼之元素含量要求內。

表2—檢查分析容許值

元素	最大含量(單位%)
碳	0.40
矽	0.90
錳	1.65
磷	0.03
硫	0.03
鉻	3.50
鉬	1.20
鎳	3.50
鈮、鈮、佛爾酮等微量元素	微量元素之合計為0.35

3 第一項之特定材料，謂美國鋁協會標準(1958)規定之鋁合金6351之意。

元素	Limit or maximum specified (%)	超過最大限度或低於最小限度的容許值(%)	
		低於最小限度	超過最大限度
Carbon 碳	≤0.15	0.02	0.03
	≥0.15 且 ≤0.40	.03	.04
manganese 錳	≤0.60	.03	.03
	>0.60 且 ≤1.15	.04	.04
	>1.15 且 ≤2.50	.05	.05
Phosphorus ¹ 磷	所有範圍		.01
Sulphur 硫磺	所有範圍		.01
Silicon 矽	≤0.30	.02	.03
	> 0.30 且 ≤1.00	.05	.05
Nickel 鎳	≤1.00	.03	.03
Chromium 鉻	≤0.90	.03	.03
	> 0.90 且 ≤2.10	.05	.05
Molybdenum 鉬	≤0.20	.01	.01
	> 0.20 且 <0.40	.02	.02
Zirconium 鋯	所有範圍	.01	.05

¹Rephosphorized steels not subject to check analysis for phosphorus.
經磷化處理的鋼材不可以用來分析磷的成分。

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明																				
<p>(厚度)</p> <p>第四條 規則第三條第二款規定之「適當厚度」，謂第二項規定之最小厚度值以上，在胴部應具有下列(1)及(2)列舉之計算式計算所得任一較大厚度以上者；胴部以外者應具有以耐壓試驗壓力不引起降伏之厚度以上者。</p> <p>(1) $t = \frac{D}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}} \right)$</p> <p>(2) $t = \frac{d}{2} \left(\sqrt{\frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}} - 1 \right)$</p> <p>上二式中，t、D、d、S及P，分別表示下列之數值。 t：厚度(單位mm)之數值 D：外徑(單位mm)之數值 d：內徑(單位mm)之數值 S：在耐壓試驗時之壓力下材料之容許應力(單位N/mm²)。為分別對應下表左欄所列材料之區分之同表右欄列舉之數值。</p>	<p>178.37(f) 壁厚 (Wall thickness)</p> <p>每一個容器的厚度要符合下列要求：</p> <p>(1) 容器的使用壓力少於 900 psig 者，內壁壓力不可超過 24,000 psi。任何容器其外部直徑大於 5"者，最小壁厚為 0.100"。</p> <p>(2) 容器的使用壓力等於或大於 900 psig 者，其最小壁厚為，內壁壓力在最小指定試驗壓力時，不可超出鋼材最小抗拉強度的 67%；抗拉強度由(k)和(l)節要求的物理性試驗結果決定，且不能超過 70,000 psi。</p> <p>(3) 計算必須依照下列公式 $S = [P(1.3D^2 + 0.4d^2)] / (D^2 - d^2)$ 其中： S=內壁壓力(psi) P=水封套試驗的最小試驗壓力，或 450 psi，採用二者中較大者 D= 外部直徑(英吋) d=內部直徑 (英吋)</p>	<p>重點說明</p> <p>日本：從耐壓試驗的壓力及容許應力計算厚度。 美國：由壁厚及試驗壓力反算最大內壁壓力。 二公式相同，驗證如下： $S = \frac{P(1.3D^2 + 0.4d^2)}{D^2 - d^2}$ (DOT 公式) $S(D^2 - d^2) = P(1.3D^2 + 0.4d^2)$ $SD^2 - Sd^2 = 1.3PD^2 + 0.4Pd^2$ $(S - 1.3P)D^2 = (S + 0.4P)d^2$</p> <p>(1) $\frac{d^2}{D^2} = \frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}$ $\frac{(D - 2t)}{D} = \sqrt{\frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}}$ $1 - \frac{2t}{D} = \sqrt{\frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}}$ $\frac{2t}{D} = 1 - \sqrt{\frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}}$ $t = \frac{D}{2} \left[1 - \sqrt{\frac{S - 1.3P}{S + 0.4P}} \right]$ [日本公式(1)]</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="136 948 349 979">材 料</th> <th data-bbox="349 948 566 979">區 分</th> <th data-bbox="566 948 891 979">容許應力之數值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="136 979 349 1023">碳鋼</td> <td data-bbox="349 979 566 1023">退火或正常化</td> <td data-bbox="566 979 891 1023">抗拉強度之5/12之數值</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 1023 349 1114" rowspan="2">錳鋼</td> <td data-bbox="349 1023 566 1066">正常化</td> <td data-bbox="566 1023 891 1066">抗拉強度之5/9之數值</td> </tr> <tr> <td data-bbox="349 1066 566 1114">淬火回火</td> <td data-bbox="566 1066 891 1114">降伏強度之5/6之數值</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 1114 349 1204">鉻 鉬 鋼、 其他低合金鋼</td> <td data-bbox="349 1114 566 1204">淬火回火</td> <td data-bbox="566 1114 891 1204">降伏強度之5/6之數值</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 1204 349 1295">不銹鋼</td> <td data-bbox="349 1204 566 1295">固溶化處理</td> <td data-bbox="566 1204 891 1295">降伏強度之9/10之數值</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 1295 349 1386">鋁合金</td> <td data-bbox="349 1295 566 1386">淬火回火</td> <td data-bbox="566 1295 891 1386">降伏強度之4/5之數值</td> </tr> </tbody> </table>	材 料	區 分	容許應力之數值	碳鋼	退火或正常化	抗拉強度之5/12之數值	錳鋼	正常化	抗拉強度之5/9之數值	淬火回火	降伏強度之5/6之數值	鉻 鉬 鋼、 其他低合金鋼	淬火回火	降伏強度之5/6之數值	不銹鋼	固溶化處理	降伏強度之9/10之數值	鋁合金	淬火回火	降伏強度之4/5之數值		<p>(2) $\frac{D^2}{d^2} = \frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}$ $\frac{(d^2 + 2t)^2}{d^2} = \frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}$ $\frac{d + 2t}{d} = \sqrt{\frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}}$ $1 + \frac{2t}{d} = \sqrt{\frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}}$ $\frac{2t}{d} = \sqrt{\frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}} - 1$ $t = \frac{d}{2} \left[\sqrt{\frac{S + 0.4P}{S - 1.3P}} - 1 \right]$ [日本公式(2)]</p>
材 料	區 分	容許應力之數值																				
碳鋼	退火或正常化	抗拉強度之5/12之數值																				
錳鋼	正常化	抗拉強度之5/9之數值																				
	淬火回火	降伏強度之5/6之數值																				
鉻 鉬 鋼、 其他低合金鋼	淬火回火	降伏強度之5/6之數值																				
不銹鋼	固溶化處理	降伏強度之9/10之數值																				
鋁合金	淬火回火	降伏強度之4/5之數值																				

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>備考</p> <p>(1)「抗拉強度」，對標準材料、同等材料或特定材料，於該標準規定有抗拉強度之最小規定值時為該最小規定值（以下稱「標準抗拉強度」。）；此外者為該容器製造者保證之抗拉強度（以下稱「保證抗拉強度」。）之值。</p> <p>(2)「降伏強度」，對標準材料、同等材料或特定材料，於該標準規定有降伏強度之最小規定值時為該最小規定值（以下稱「標準降伏強度」。）；此外者為保證抗拉強度之同時為該容器製造者保證之降伏強度（以下稱「保證降伏強度」。）之值。但保證降伏強度應在該材料之保證抗拉強度之85%以下。</p> <p>(3)降伏強度得以耐力替代。</p> <p>(4)在(3)規定之耐力，對標準材料、同等材料或特定材料，於該標準規定有耐力之最小規定值時為該最小規定值（以下稱「標準耐力」；此外者為該容器製造者保證之該材料之耐力〔以依JIS Z 2241 (1993)金屬材料抗拉試驗法之6試驗平行部之原斷面積、標點距離、降伏強度、耐力、抗拉強度、降伏伸長、破斷伸長及頸縮之求取方法規定之偏置法（但應取永久伸長之值為0.2%）求取者為限。以下稱「保證耐力」。〕之值。</p> <p>(5)於(1)，對標準材料或同等材料，於該標準規定有抗拉強度之最小規定值時，得以未滿標準抗拉強度之值為保證抗拉強度。對(2)時之保證降伏強度及(4)之保證耐力，亦同。</p> <p>P：耐壓試驗時之壓力（單位 MPa）之數值。</p> <p>2 容器應對應下列列舉之容器分類，具有各該款規定之最小厚度之值以上之厚度。</p> <p>一 外徑在50mm以下之容器 1mm</p> <p>二 外徑超過50mm、250mm以下之容器依下列計算式計算所得之值。</p> $t_m = \frac{D}{100} + 0.5$ <p>上式中之t_m及D，分別表示下列之數值。</p> <p>t_m：最小厚度（單位 mm）之數值。</p> <p>D：外徑（單位 mm）之數值。</p> <p>三 外徑超過250mm之容器 3mm。</p>	<p>178.37</p> <p>(a) 型式、大小及使用壓力</p> <p>(2) DOT-3AAX 鋼瓶為無縫鋼瓶，須符合下列要求：</p> <p>(i) 假設鋼瓶是僅靠兩端水平支撐，均勻負擔整個長度圓柱形部分的每單位長度之重量，充滿水並加壓至指定試驗壓力；因彎曲造成底部纖維最大抗拉應力的2倍，加上同樣部位因流體靜力試驗壓力造成的抗拉應力（縱向應力）之總合，不可超過鋼在這樣最大壓力下時的最小降伏強度的80%。必要時應增加壁厚以符合這個要求。</p> <p>(ii) 因彎曲造成的最大抗拉應力，使用下列公式計算：</p> $S = Mc/I$ <p>(iii) 因靜力壓試驗壓力造成的最大縱向抗拉應力，使用下列公式計算：</p> $S = A1 P/A2$ <p>其中：</p> $S = \text{抗拉應力 (psi);}$ <p>(tensile stress)</p> <p>M = 彎曲力矩-英吋磅 (wl²)/8;</p> <p>w = 充滿水的鋼瓶每英吋的重量;</p> <p>l = 容器長度 (in);</p> <p>c = 容器半徑 (D)/(2) (in);</p> <p>I = 慣性力距-0.04909 (D⁴-d⁴) (in⁴);</p> <p>D = 外徑 (in);</p> <p>d = 內徑 (in);</p> <p>A1 = 容器截面積的內部面積 (in²);</p> <p>A2 = 容器截面積的金屬面積 (in²);</p> <p>P = 靜水壓試驗壓力 (psig)</p>	<p>重點說明</p> <p>針對容器外徑(D)大小，最小厚度值(t_m)如下：</p> <p>日本：(分3個等級)</p> <p>(1) D < 50 mm $t_m = 1$ mm</p> <p>(2) 50 mm < D < 250 mm</p> $t_m = \frac{D}{100} + 0.5$ <p>(3) D > 250 mm $t_m = 3$ mm</p> <p>美國：(只提出 D > 5" 限制)</p> <p>D > 5" $t_m = 0.100$"</p> <p>換算成公制，</p> <p>D > 127 mm $t_m = 2.54$ mm</p> <p>以日本公式計算，</p> $t_m = (127/100 + 0.5) = 1.77$ mm

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>(構造及規格)</p> <p>第五條 規則第三條第三款規定之「適當之構造及規格」者，謂不以底部接合製造鋁合金製容器之意。</p>		不適用。
<p>(加工、熔接及熱處理之方法)</p> <p>第六條 規則第三條第四款規定之「適當之加工、熔接及熱處理之方法」者，謂使用第二項規定之熱處理爐，對應下列各款列舉之材料區分，實施下列列舉之熱處理後，加以洗淨，去除熔渣、石油類及其他異物之意。</p> <p>一 第三條第一項第一款列舉之標準材料或其同等材料 退火或正常化。</p> <p>二 第三條第一項第二款列舉之標準材料或其同等材料 正常化。</p> <p>三 第三條第一項第二款列舉之標準材料（以同款 列舉者中 STH12 以及同款 列舉者中 SMn420、SMn433 及 SMn438 為限。）或其同等材料 正常化或淬火回火。</p> <p>四 第三條第一項第三款列舉之標準材料或其同等材料 淬火回火。</p> <p>五 第三條第一項第四款列舉之標準材料或其同等材料 固溶化處理。</p> <p>六 第三條第一項第五款列舉之標準材料或其同等材料 淬火回火。</p> <p>七 第三條第三項列舉之特定材料 淬火回火。</p> <p>2 對熱處理爐內供加熱容器部分之各部分之溫差應在25°C以下。</p>	<p>178.37</p> <p>(g) 熱處理 (Heat treatment)</p> <p>完成的容器必須在試驗之前均勻且適當地進行熱處理。經授權分析的容器應依下列程序進行熱處理：</p> <p>(1) 所有的容器必須使用油或其它適當的媒質來淬火冷卻，但本段落(g)(5)規定除外。</p> <p>(2) 淬火冷卻的鋼溫度應為鋼鐵分析的建議溫度，但不可超過1750°F。</p> <p>(3) 所有的鋼應在對該鋼材最適當的溫度下進行回火。</p> <p>(4) 最小的回火溫度不可小於1000°F，但本段落(g)(6)指示除外。</p> <p>(5) 4130X 型鋼可在1650°F 溫度正常化(normalized)而不做淬火，這樣正常化的容器不需回火。</p> <p>(6) 中級錳鋼可在不小於1150°F 的溫度回火，且在熱處理之後，每個容器必須進行磁性試驗，以檢測出淬火裂縫；有裂縫的容器將被退回和毀壞。</p> <p>(7) 除了本段(g)(6)規定外，所有容器，如果使用水來淬火或使用冷卻速率超過水的冷卻速率之80%的液體來淬火，必須經由磁性微粒、洗滌滲透劑或超音波方法來檢測淬火裂縫的存在。設計成符合3AA 規格要求的任一容器，被發現有淬火裂縫就必須退回且不能重新檢查。被設計成符合3AAX 規格要求的容器，被發現有裂縫，須使用機械方式去除。如果3AAX 規格容器修復的區域經過審查並保證無瑕疵，而且確定設計厚度是符合要求的，這樣的容器是可接受的。</p>	<p>日本： 鉻鉬鋼屬容器保安規則第三條第一項第三款列舉之材料，處理程序為淬火回火。</p> <p>美國： 熱處理程序亦為淬火與回火；唯依據(g)(5)，4130X 型鋼可在1650°F 溫度正常化，不做淬火及回火。</p>
<p>(尺度精度)</p> <p>第七條 規則第三條第五款規定之「適當之尺度精度」者，謂下列各款規定者。</p> <p>一 垂直於容器胴部之軸之同一斷面之最大厚度與最小厚度之差，應在平均厚度之20%以下。</p> <p>二 垂直於容器胴部之軸之同一斷面之最大外徑與最小外徑之差，不得超過該最大外徑與最小外徑之平均值之2%。</p>	<p>178.37</p> <p>(d)製造</p> <p>容器應使用適當的設備及製程來製造，以確保製造出的每一個容器均符合本章節之要求。不允許有裂縫或其他缺陷，其會明顯減弱容器的強度。一個合理的平滑及均勻表面是必要的。如果原來就有缺陷，應使用機械或其他方式來消除這些表面缺陷。採焊接或用旋轉方法(spining) 形成的容器底部，其厚度絕不能小於圓柱筒最小壁厚的2 倍，底部厚度應在一個區域內測量，該區域是當容器在垂直位置，容器和地板接觸的點形成的線所圍成的區域。</p>	<p>日本： 要求同一斷面之最大與最小厚度之差、及最大與最小外徑之差的容許值。</p> <p>美國： 僅要求平滑及均勻表面。</p>

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p style="text-align: center;">第三章 設計確認試驗及組試驗</p> <p>(容器檢查)</p> <p>第八條 規則第六條第一款及第二款規定之「容器檢查之方法」，謂第九條第二項、第十條第二項、第十一條第二項第一款至第三款、第三項第一款及第四項第一款、第十二條第四項至第七項、第十三條第二項、第十四條第二項以及第十五條第二項規定者。</p> <p>2 規則第七條第一項第二款規定之「以耐壓試驗壓力以上之壓力實施耐壓試驗，並於此合格者」，謂於第十四條第一項及第三項規定之組試驗時之耐壓試驗合格者之意。</p> <p>3 規則第七條第一項第三款規定之「具有對應灌裝壓力及使用溫度之強度」者，謂於第九條第一項及第三項規定之設計確認試驗時之壓力循環試驗、第十二條第一項第一款、第二項、第三項、第八項第一款及第九項規定之組試驗時之材料試驗以及第十三條第一項、第三項及第四項規定之組試驗時之破裂試驗合格者之意。</p> <p>4 規則第七條第一項第四款規定稱「無有礙使用之缺陷者」，謂於第十條第一項及第三項規定之組試驗時之外觀檢查以及第十一條第一項、第二項第四款、第三項第二款及第四項第二款規定之超音波探傷試驗等合格者之謂。</p> <p>5 規則第七條第一項第六款規定稱「能耐預期之其使用上外在負荷者」，謂於第十二條第一項第二款及第三款、第二項、第三項、第八項第二款及第三款以及第九項規定之組試驗時之材料試驗合格者之意。</p> <p>6 規則第七條第一項第七款規定稱「應具有對應灌裝壓力之氣密性者」，謂於第十五條第一項及第三項規定之組試驗時之氣密試驗合格者之意。</p> <p>7 規則第七條第一項第九款規定稱「限制高壓氣體之種類、灌裝壓力、內容積及表示方法為適當之容器」者，謂使用下表右欄列舉之材料之容器，同款規定稱「適合於該限制者」，謂對應右欄列舉之材料不灌裝同表左欄列舉之氣體之意。</p>		<p>說明本技術性標準之第九條至第十五條之各項規定，符合容器保安規則對容器檢查之要求。</p>

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="136 316 757 368">氣 體</th> <th data-bbox="757 316 929 368">材 料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="136 368 757 456">砷、氨、乙矽烷、乙硼烷、重氫、氫、天然氣、磷、甲矽烷、甲硫醇、單鍍烷、單矽烷、硫化氫</td> <td data-bbox="757 368 929 456">高強度鋼</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 456 757 536">氯乙烷、氯化烯、氯、氯甲烷、三氯化氮、溴乙烷、氟乙烷、氯、光氣</td> <td data-bbox="757 456 929 536">鋁合金</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 536 757 603">氯化氫、溴化氫、碘化氫</td> <td data-bbox="757 536 929 603">高強度鋼及鋁合金</td> </tr> </tbody> </table>	氣 體	材 料	砷、氨、乙矽烷、乙硼烷、重氫、氫、天然氣、磷、甲矽烷、甲硫醇、單鍍烷、單矽烷、硫化氫	高強度鋼	氯乙烷、氯化烯、氯、氯甲烷、三氯化氮、溴乙烷、氟乙烷、氯、光氣	鋁合金	氯化氫、溴化氫、碘化氫	高強度鋼及鋁合金		
氣 體	材 料									
砷、氨、乙矽烷、乙硼烷、重氫、氫、天然氣、磷、甲矽烷、甲硫醇、單鍍烷、單矽烷、硫化氫	高強度鋼									
氯乙烷、氯化烯、氯、氯甲烷、三氯化氮、溴乙烷、氟乙烷、氯、光氣	鋁合金									
氯化氫、溴化氫、碘化氫	高強度鋼及鋁合金									
<p>(設計確認試驗時之壓力循環試驗)</p> <p>第九條 容器(以高強度鋼製造之容器中,內容積在150l以下者為限),應就同一型式採取之三容器,依第二項及第三項之規定實施壓力循環試驗,並於此合格者。</p> <p>2 (略)</p> <p>3 (略)</p>		不適用。								
<p>(組試驗時之外觀檢查)</p> <p>第十條 容器應就每一容器依第二項及第三項規定實施外觀檢查,並應於此合格。</p> <p>2 前項之外觀檢查應依下列各款之規定實施。</p> <p>一 將銹及其他異物剔除後,實施目視檢查。</p> <p>二 內部檢查應使用照明器具實施檢查。</p> <p>三 厚度之確認,應使用超音波厚度計,於同一周方向測定四點以上。</p> <p>3 第一項之外觀檢查,以修整面平坦,無有礙使用上之腐蝕、條痕、皺紋等,且厚度在第四條規定之計算厚度以上者為合格。</p>	<p>178.35 規格容器的一般規定</p> <p>(c) 檢查員的職責</p> <p>(1) 藉由下列事項驗證容器符合適用的規格—</p> <p>(i) 驗證材料的鑑定是適當的;</p> <p>(ii) 在封閉末端之前,檢查容器的內部;</p> <p>(iii) 驗證熱處理是適當的;</p> <p>(iv) 獲得所有試驗的樣本並檢查化學分析(註:針對特定建構設計,焊接容器其試驗樣本採取位置的建議如本分章附錄C的圖1至圖5所繪。);</p> <p>(v) 見證所有試驗;</p> <p>(vi) 使用測量儀器驗證螺紋;</p> <p>(vii) 報告容量和容器重量(參見報告形式),並註記最小壁厚;且</p> <p>(viii) 驗證每個容器是依據適用的規格來標記。</p> <p>173.302a 裝載永久壓縮氣體的規格容器之額外運送要求</p> <p>(b)(4) 實施試驗或再試驗時,要進行外部及內部目視檢查,證明無過度的腐蝕、坑洞、或危險的缺陷。</p>	<p>日本: 要求實施外觀檢查及測厚。</p> <p>美國: 在不同章節中亦有同樣的要求。</p>								

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR 與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>(組試驗時之超音波探傷試驗等)</p> <p>第十一條 經淬火之容器，其冷卻速度超過溫度 20°C 時之水之冷卻速度之 80% (除不銹鋼及鋁合金外)，應依第二項至第四項之規定，就每一容器之全表面實施超音波探傷試驗、磁粉探傷試驗或液滲探傷試驗 (以下總稱「超音波探傷試驗等」。) 並應於此合格。</p> <p>2 前項之超音波探傷試驗應依下列各款之規定實施。</p> <p>一 試驗應依 JIS G0582(1990)鋼管超音波探傷檢查法實施。但接觸媒質為水或油。</p> <p>二 對比試驗片應與該容器之外徑及厚度相同，超音波特性等者。</p> <p>三 在前款中，應使人工傷痕之種類為角溝、深度為厚度之 5±0.75% 以內，寬度為傷痕深度之 2 倍，長度為 50mm 以下。此角溝係在容器外面及內面分別於容器之縱向及周方向切削加工者。</p> <p>四 以不發生來自對比試驗片之人工傷痕之信號與同等以上之信號之容器為合格。</p> <p>3 第一項之磁粉探傷試驗應依下列各款之規定實施。</p> <p>一 試驗應依 JIS G0565(1992)鋼鐵材料之磁粉探傷試驗法及瑕疵磁粉條紋之分類實施。此時之標準試驗片應使用 A2-30/100 者，磁化方法為極間法，磁粉之撒布方式應使用濕式法及連續法。</p> <p>二 以表面無裂隙所致之瑕疵磁粉條紋者為合格。</p> <p>4 第一項之浸透探傷試驗應依下列各款之規定實施。</p> <p>一 試驗應依 JIS Z2343(1992)液滲探傷試驗法及瑕疵顯現條紋之分類實施。</p> <p>二 以表面無裂隙所致之瑕疵顯現條紋者為合格。</p>	<p>178.37</p> <p>(g) 熱處理 (Heat treatment)</p> <p>(7) 除了本段(g)(6)規定外，所有容器，如果使用水來淬火或使用冷卻速率超過水的冷卻速率之 80% 的液體來淬火，必須經由磁性微粒、洗滌滲透劑或超音波方法來檢測淬火裂縫的存在。設計成符合 3AA 規格要求的任一容器，被發現有淬火裂縫就必須退回且不能重新檢查。被設計成符合 3AAX 規格要求的容器，被發現有裂縫，須使用機械方式去除。如果 3AAX 規格容器修復的區域經過審查並保證無瑕疵，而且確定設計厚度是符合要求的，這樣的容器是可接受的。</p>	<p>重點說明</p> <p>日本： 要求淬火之冷卻速度超過溫度 20°C 時之水之冷卻速度之 80%，需做超音波探傷試驗等。並針對該等試驗之實施方式，對應相關的 JIS 標準加以敘述。</p> <p>美國： 要求使用水來淬火或使用冷卻速率超過水的冷卻速率之 80% 的液體來淬火，需做相同之檢驗。</p>

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>(組試驗時之材料試驗)</p> <p>第十二條 容器(長度在 600mm 以下且胴部外徑在 57mm 以下之容器(以下稱「小型無縫容器」。)外之容器)之材料,應在該容器或供加工前之材料(以下總稱「試料」),實施下列列舉之試驗(以下總稱「材料試驗」。),並應於此試驗合格。</p> <p>一 依第四項及第八項之規定實施抗拉試驗。</p> <p>二 下列列舉之容器應依第五項及第八項之規定實施衝擊試驗。</p> <p>(1)以具有於該容器在常用之溫度時,不引起脆性破壞之性質之鋼中,第二項規定以外之鋼製容器,其厚度在 3mm 以上、未滿 13mm 者。</p> <p>(2)厚度在 13mm 以上之鋼製容器。</p> <p>三 依第六項及第八項之規定實施壓壞試驗或依第七項及第八項之規定實施彎曲試驗。</p> <p>2 前項第二款 之具有於該容器在常用溫度時不引起脆性破壞之性質之鋼,係指下列列舉者。</p> <p>一 第三條第一項第一款 列舉之標準材料中之 STPG 370 或其同等材料。</p> <p>二 第三條第一項第一款 列舉之標準材料中之 STS 370 或其同等材料。</p> <p>三 第三條第一項第一款 列舉之標準材料或此等之同等材料。</p> <p>四 第三條第一項第一款 列舉之標準材料中之 S10C、S12C、S15C、S17C、S20C 及 S22C 或此等之同等材料。</p> <p>五 第三條第一項第二款 列舉之標準材料中之 STH12 或其同等材料(以實施淬火回火者為限。)</p> <p>六 第三條第一項第二款 列舉之標準材料中之 SMn420、SMn433 及 SMn438 或此等之同等材料(以實施淬火回火者為限。)</p> <p>七 第三條第一項第三款及第四款列舉之標準材料或此等之同等材料。</p> <p>3 第一項之材料試驗應依下列各款之規定實施</p>	<p>178.37</p> <p>(j)壓扁試驗(Flattening test)</p> <p>此試驗要求從每一批含 200 個或以下的容器中隨機取一個容器,將容器置於夾角為 60 度的楔形刀刃間,使成為 1/2 ”半徑的圓形(rounded to 1/2-inch radius)。試驗中,容器的縱向軸應與刀子的稜邊成 90 度角。對於每一批含 30 個或以下的容器,壓扁試驗實施於每一個容器依環狀切取至少 8 ”長的樣本,且與容器成品受到相同的熱處理。</p>	<p>日本:</p> <p>每一批容器,50 個容器採樣 1 個,要求實施:</p> <p>(1)抗拉試驗 依據 JIS Z2201 採樣、及 JIS Z2241 試驗方法。</p> <p>(2)衝擊試驗 依據 JIS Z2202 採樣、及 JIS Z2242 試驗方法。</p> <p>(3)壓壞或彎曲試驗: 二者擇一,壓壞試驗如條文所述,彎曲試驗依據 JIS Z2248 試驗方法。</p> <p>美國:</p> <p>每一批容器,200 個以下取 1 個樣本;每批 30 個以下,實施於每個容器:</p> <p>(1)壓扁試驗</p> <p>(2)抗拉試驗</p>

- 一 以容器實施材料試驗時，應就同一容器製造所所製造之同一批容器，其厚度、胴部外徑及形狀相同者為一組（在同一容器製造所製造之不同批容器，屬於第八項之表內同一容器材料之區分，且厚度、胴部外徑及形狀相同者，以51個以下視為1組。），自該組任意抽取一個容器實施試驗；以容器加工前之材料實施材料試驗時，應就同一批製造之同一厚度圓筒材料（以長度在胴部外徑之3倍以上者為限。）之兩端，以板封閉，將與容器同一條件實施熱處理者為1組，自該組任意抽取一個材料實施試驗。
- 二 採取後之試料及加工後之試驗片不得實施熱處理。
- 三 試驗片之修整不良時或在試驗片被認有礙試驗結果之傷痕時，應在試驗前予以廢棄，得重新自採取該試驗片之試料或採取該試驗片之試料所屬之組之其他試料採取試驗片。
- 4 第一項第一款之抗拉試驗，應就自試料採取之試驗片，依下列各款之規定實施試驗。
- 一 試驗片為自試料之軸方向採取之一個試驗片。
- 二 試驗片之形狀及尺度，為 JIS Z2201(1980)金屬材料抗拉試驗片之形狀及尺度之12號試驗片，或在常溫時不予撻擊之平片之5號試驗片；試驗片之厚度應取試料之厚度。但試驗機之能力不足時，得使5號試驗片之寬在19mm。
- 三 試驗應依 JIS Z2241 金屬材料抗拉試驗方法之5.試驗之規定實施。
- 四 試驗片自標點間之中心至標點距離之1/4外破斷，致使伸長之成績於規定不合格時，視該試驗無效，得自同一試料採取試驗片，重新實施抗拉試驗。
- 5 第一項第二款之衝擊試驗，應就採取自試料之試驗片，依下列各款之規定實施試驗。
- 一 試驗片為自試料之軸方向採取三個試驗片。
- 二 試驗片之形狀及尺度，為 JIS Z2202(1980)金屬材料衝擊試驗片之2種類之4號試驗片。但試驗片之凹口部方向之寬度無法取10mm時，得使用輔助（次尺度）試驗片。
- 三 試驗應依 JIS Z2242(1993)金屬材料衝擊試驗法之5.實施。試驗設備應使用 Sharpy 衝擊試驗機。此際，如衝擊試驗片為輔助試驗片者，應使裝設在試驗機之試驗片水平中心線高度保持與使用寬度10mm試驗片時之高度為同一高度。

178.37

(k) 物理性試驗(Physical test)

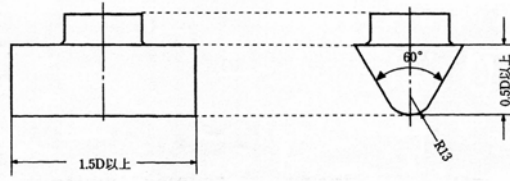
應進行物理性試驗以決定材料的降伏應力、抗拉強度、伸長率、及縮小面積，如下所述：

- (1) 此試驗要求從每一批含200個或以下的容器中隨機取一個容器，切取2個樣本。對於每一批含30個或以下的容器，准許物理性試驗實施於每一個容器，依環狀切取至少8"長的樣本，且與容器成品受到相同的熱處理。
- (2) 樣本必須符合下列要求：
- (i) 標點距離(gauge length)長8"，寬度不超過1½"；標點距離長2"，寬度不超過1½"；或者當此容器壁厚不超過3/16"時，標點距離長度至少為壁厚的24倍，寬度不超過壁厚的6倍。
- (ii) 樣本不可壓扁(flattened)，但不含把柄端(grip ends)；把柄端可壓扁至每一縮減區端頭1"之內。
- (iii) 當容器的大小不允許獲得平直的樣本，樣本可在任一個位置或方向採取，且可僅由壓力而非重吹(blow)方式將其弄直或被壓扁(flattened cold)。當如此採取和準備樣本時，檢查員的報告必須顯示與此樣本相關的物理性試驗報告細節資訊。
- (iv) 為任何目的來加熱樣本是不被批准的。
- (3) 在拉伸的降伏強度，其應力應相當於0.2%的標點距離之永久應變(strain)。應符合下列條件：
- (i) 降伏強度應依照 ASTM 標準 E8-78 規定，由「偏置(offset)」方法或「有負載的延伸(extension under load)」方法決定。(見171.7)
- (ii) 採用「有負載的延伸」方法時，總應變(或稱「有負載的延伸」)相當於0.2%永久應變產生時的應力，可藉由在適當的負載下計算標點距離的彈性延伸，再加上標點距離的0.2%，精確地算出。彈性延伸應採用彈性係數30,000,000來計算。如果有爭議情形，應畫出整個應力-應變圖，則降伏強度可從0.2%的偏置(offset)得到。
- (iii) 為達到測量應變的目的地，在樣本受到12,000psi應力下，應設定初始應變，在計算出的相對應變下設定應變顯示器的讀數。
- (iv) 在決定降伏強度期間，測試機器的夾頭速度(cross head speed)不可超過每分鐘1/8"。

四 試驗溫度應取常溫。

6 第一項第三款之壓壞試驗應依下列各款之規定實施。

- 一 以1個試料實施試驗。
- 二 試驗時應使用下圖所示之2個鋼製楔子將試料在中央部，使其與軸成直角緩緩壓壞。



D 為容器之外徑

三 胴部厚度應在壓壞試料前，使用超音波測厚計沿著進行壓壞部分之四周測定4點以上，取其厚度之平均值。

7 第一項第三款之彎曲試驗應依下列各款之規定實施。

- 一 試驗片應自試料切取寬 25mm 以上之1個環狀材料，將該材料加以三等分，分割為圓弧之三個試驗片。但因試驗片過短致不易實施試驗時，得切取2個環狀材料，分別將其二等分所得4個中之3個替代試驗片。
- 二 前款之試驗片，得在受割切之側面予以機械修整，試驗片之邊緣均得置有 1.5mm 以下之圓弧倒角。
- 三 試驗片之厚度，應取沿著切取環狀材料部位之四周測定4點以上所得之厚度之平均值。
- 四 試驗應依 JIS Z2248(1975)金屬材料彎曲試驗法之4試驗方法之押彎法或捲繞法，將容器彎曲 180°，使其內表面成內側者。

8 第一項之材料試驗，如其試料或試驗片（複數時為該複數之試驗片）於對應下表列舉之容器之材料、容器之熱處理及試驗合格標準之區分，符合下列之規定者為合格。

- 一 抗拉試驗及衝擊試驗，為同表規定項目之同表規定之數值以上者。
- 二 壓壞試驗，為壓壞至同表規定之數值乘以胴部厚度所得之距離時，在試料不發生裂隙者。
- 三 彎曲試驗，應以同表規定之數值乘以試驗片之厚度所得之數值當作彎曲試驗時彎曲部之內面半徑，於彎曲試驗片時，在該試驗片不發生裂隙者。

178.37

(1) 可接受的物理性和壓扁試驗結果

(Acceptable results for physical and flattening tests.)

可接受的物理性和壓扁試驗結果為在 2" 標點距離至少有 20%伸長率，其他個案則至少 10%伸長率。壓扁試驗壓到容器厚度的6倍時沒有裂縫發生。

日本「一般無縫容器技術性標準」條文							美國聯邦法49CFR與「DOT3AAX 無縫鋼瓶」相關規定					重點說明
		碳 鋼		錳 鋼	鉻 鉬 合 鋼 及 其 他 低 不 銹 鋼	鋁 合 金	鋁 合 金					
		0.28% 含 碳 量 在 以 下 者	0.28% 含 碳 量 超 過 者				6061	6151	美 國 鋁 協 會 標 準 規 定 之 鋁 合 金 6351			
		\		正 常 化	淬 火 回 火	\	\	\	\		\	
抗 拉 試 驗	抗拉強度或 降伏強度 (N/mm ²)	於第四條之厚度計算中，有抗拉強度之必要時為同條文規定之抗拉強度值，有降伏強度之必要者為該材料之標準抗拉強度，保證抗拉強度及同條文使用之降伏強度之值。										
	伸長率(%)	30	20	15	15	15	35	14	14	14		
衝 擊 試 驗	衝擊值 (J/cm ²)	60	60	50	70	70	\	\	\	\		
壓 壞 試 驗	2個楔子前 端間之距離 對容器胴部 厚度之倍數	5倍	6倍	8倍	9倍	9倍	6倍	10倍	10倍	10倍		
彎 曲 試 驗	試驗片彎曲 部內面半徑 對試驗片厚 度之倍數	1.5 倍	2倍	3倍	3.5 倍	3.5 倍	2倍	4倍	4倍	4倍		
備考： (1)鋁合金 6061 及 6151，分別為第三條第一項第五款規定材料中之 6016 及 6151 或此等之同等材料。 (2)「伸長率」之數值，於容器胴部厚度未滿 8mm 時，其厚度為自 8mm 減少 1mm 或每減少其尾數時減小 1 所得之數值。												

(組試驗時之破裂試驗)

第十三條 小型無縫容器，應就於同一容器製造所製造之同一批容器中厚度、胴部之外徑及形狀相同者以 501 個以下為一組，於該組任意採取 1 個容器，依第二項至第四項之規定實施破裂試驗，並應於此試驗合格。

2 前項之破裂試驗應依下列各款之規定實施。

一 對應下表左欄列舉材料之容器之區分，分別加以右欄列舉之下限壓力以上、上限壓力以下之壓力實施。

依材料之容器之區分	壓 力 (以相對於最高灌裝壓力之倍數表示)	
	下 限	上 限
使用碳鋼製造之容器	4 倍	8 倍
使用不銹鋼製造之容器	4.6 倍	9.2 倍
使用錳鋼製造之容器	3 倍	6 倍
使用鉻鉬鋼或其他低合金鋼製造之容器	2.7 倍	5.4 倍
使用鋁合金製造之容器	2.5 倍	5 倍

二 於前款之試驗，如該容器不破裂時，應在該容器加以同表上限之壓力，保持 30sec 後實施壓壞試驗。此時之壓壞試驗應依前條第六項之規定實施。

三 試驗應使用非水槽式，在容器灌滿液體至不殘留氣相部後，緩緩加壓實施試驗。

3 第一項之破裂試驗，以容器在 1 處裂縫破裂者或實施壓壞試驗時於壓壞試驗合格者為合格。

4 依第一項規定採取之容器於前項之破裂試驗不合格時，得自該容器所屬之組之其他容器，於熱處理後任意採取 1 個容器，以一次為限，再度實施破裂試驗。

不適用。

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49 CFR 與「DOT 3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明												
<p>(組試驗時之耐壓試驗)</p> <p>第十四條 容器應對應下表左欄列舉之容器之區分，分別依第二項及第三項之規定實施同表右欄列舉之膨脹測定試驗或加壓試驗（以下總稱「耐壓試驗」。），並應於此試驗合格。</p> <table border="1" data-bbox="136 491 929 826"> <thead> <tr> <th data-bbox="136 491 253 531">容 器 之 區 分</th> <th data-bbox="253 491 472 531">容 器 之 區 分</th> <th data-bbox="472 491 929 531">試 驗</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="136 531 253 786">規定對破壞之安全率在 3.5 以上之厚度之容器</td> <td data-bbox="253 531 472 746">內容積超過 2l 者</td> <td data-bbox="472 531 929 746">自第十二條第三項或前條第一項規定之組採取之容器，以 100 個以下使用 1 個容器實施膨脹測定試驗，於合格後，就該組之其他每一容器實施加壓試驗（在膨脹測定試驗不合格時，應對該組之其他每一容器實施膨脹測定試驗。）</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="253 746 472 786">內容積在 2l 以下者</td> <td data-bbox="472 746 929 786">對每一容器實施加壓試驗</td> </tr> <tr> <td data-bbox="136 786 253 826">其他容器</td> <td></td> <td data-bbox="472 786 929 826">對每一容器實施膨脹測定試驗</td> </tr> </tbody> </table>	容 器 之 區 分	容 器 之 區 分	試 驗	規定對破壞之安全率在 3.5 以上之厚度之容器	內容積超過 2l 者	自第十二條第三項或前條第一項規定之組採取之容器，以 100 個以下使用 1 個容器實施膨脹測定試驗，於合格後，就該組之其他每一容器實施加壓試驗（在膨脹測定試驗不合格時，應對該組之其他每一容器實施膨脹測定試驗。）		內容積在 2l 以下者	對每一容器實施加壓試驗	其他容器		對每一容器實施膨脹測定試驗	<p>178.37</p> <p>(i) 靜水壓試驗 (Hydrostatic test)</p> <p>每一個容器必須能通過下列的試驗：</p> <p>(1) 試驗應藉由水封套或其它適當的方法進行以獲得正確的數據。壓力計應允許度讀數準確性達 1%，膨脹計應允許總膨脹讀數準確性為 1% 或 0.1cm³。</p> <p>(2) 壓力必須維持至少 30 秒且時間長到能確認完全擴展。在熱處理之後、正式測試之前，任一施予的內部壓力不能超出測試壓力的 90%。如果因測試儀器故障使得壓力無法維持，可以增加 10% 的壓力或 100 psig，採用二者中較低者，再重新測試。</p> <p>(3) 永久體積擴展不能超過在測試壓力時之總體積擴展的 10%。</p> <p>(4) 每一個容器必須在至少 5/3 倍的使用壓力下測試。</p>	<p>重點說明</p> <p>日本及美國之規定相同：</p> <p>(1) 實施對象：每個容器</p> <p>(2) 施測前壓力：小於測試壓力 90%</p> <p>(3) 施測時間：30 秒</p> <p>(4) 膨脹容許度：10%</p>
容 器 之 區 分	容 器 之 區 分	試 驗												
規定對破壞之安全率在 3.5 以上之厚度之容器	內容積超過 2l 者	自第十二條第三項或前條第一項規定之組採取之容器，以 100 個以下使用 1 個容器實施膨脹測定試驗，於合格後，就該組之其他每一容器實施加壓試驗（在膨脹測定試驗不合格時，應對該組之其他每一容器實施膨脹測定試驗。）												
	內容積在 2l 以下者	對每一容器實施加壓試驗												
其他容器		對每一容器實施膨脹測定試驗												
<p>備考</p> <p>對破壞之安全率，為依下式計算所得之數值。</p> $S = \frac{2ft}{P(D+t)}$ <p>上式中，S、f、t、P 及 D，分別表示下列之數值。</p> <p>S：安全率之數值</p> <p>f：標準抗拉強度或保證抗拉強度（單位 N/mm²）之數值</p> <p>t：容器胴部厚度之最小值（單位 mm）之數值</p> <p>P：最高灌裝壓力（單位 MPa）之數值</p> <p>D：容器胴部外徑（單位 mm）之數值</p>														

2 前項之耐壓試驗應依下列各款之規定實施。

- 一 容器在耐壓試驗前不得加諸超過耐壓試驗壓力之90%之壓力。
- 二 膨脹測定試驗應使用水槽式同位滴定管法（內容積超過 150l 之容器及使用水槽式同位滴定管法為不適當之容器，為非水槽式），依下列列舉之方法實施。

全增加量係加諸耐壓試驗壓力以上之壓力至容器完全膨脹後，保持其壓力於 30sec 以上，就無漏洩及異常膨脹，在水槽式者為使用壓力表及滴定管，對非水槽式者應於此再加以目視確認後讀取。

永久增加量則讀取消除耐壓試驗壓力時殘留之內容積。

非水槽式之全增加量，為依下式求得之值。

$$\Delta V = (A - B) - \{(A - B) + V\} P \beta$$

上式中之 ΔV 、 V 、 P 、 A 、 B 及 β ，分別表示下列之數值。

ΔV ：耐壓試驗時之全增加量（單位 cm^3 ）之數值

V ：容器之內容積（單位 cm^3 ）之數值

P ：耐壓試驗時之壓力（單位 MPa）之數值

A ：在耐壓試驗時之壓力下壓入之水量（單位 cm^3 ）之數值，以水量計之水下降量表示者

B ：在耐壓試驗時之壓力下自水壓液泵至壓入於連結在容器入口之連結管之水量（單位 cm^3 ）之數值以壓力容器以外之壓入水量表示者

β ：耐壓試驗時水溫下之壓縮係數，依下式計算所得之數值

$$\beta = (5.11 - 3.8981t \times 10^{-2} + 1.0751t^2 \times 10^{-3} - 1.3403t^3 \times 10^{-5} - 6.8P \times 10^{-3}) \times 10^{-4}$$

上式中之 β 、 t 及 P ，分別表示下列之數值。

β ：壓縮係數之數值

t ：溫度（單位 $^{\circ}\text{C}$ ）之數值

P ：耐壓試驗時之壓力（單位 MPa）之數值

- 三 加壓試驗應使用非水槽式，將耐壓試驗壓力以上之壓力加諸至容器完全膨脹後保持其壓力於 30sec 以上，以目視實施檢查。

3 第一項之耐壓試驗，在膨脹測定試驗時，以無漏洩或異常膨脹，且永久增加率在 10%以下者為合格；在加壓試驗時，以無漏洩或異常膨脹為合格。

日本「一般無縫容器技術性標準」條文	美國聯邦法49CFR與「DOT3AAX 無縫鋼瓶」相關規定	重點說明
<p>(組試驗之氣密試驗)</p> <p>第十五條 容器(以底部熔接之曼乃斯曼式之容器為限),應就每一容器依第二項及第三項規定實施氣密試驗,並於此試驗合格。</p> <p>2 前項之氣密試驗應就耐壓試驗合格之容器,使用空氣或不活性氣體,加諸氣密試驗壓力以上之壓力 1min 以上後,塗敷起泡液或將容器浸漬在水槽,以目視實施。</p> <p>3 第一項之氣密試驗,以無漏洩者為合格。</p>	<p>178.37</p> <p>(m) 洩漏試驗 (Leakage test)</p> <p>所有旋轉容器(spun cylinders)和封頂容器(plugged cylinders),在底部被清洗且沒有濕氣之後,必須藉氣體或空氣壓力來測試是否洩漏。採用的壓力約與使用壓力相同但不小於使用壓力,施加在底部的一邊至少佔底部總面積的 1/16,但直徑不小於 3/4",且包括關閉處(closure),施壓至少一分鐘。在這段時間,另一邊底部遭受壓力,必須用水覆蓋且嚴密檢查洩漏的徵兆。除了本段落(n)規定外,容器若有洩漏就必須退回。</p> <p>(1) 一個旋轉容器是其有一端在容器轉動過程中完成結合封密。</p> <p>(2) 一個封頂容器是一個完成的容器其底部由一個 plug 造成永久封閉。</p> <p>(3) 為了安全預防措施,如果製造商決定在靜水壓試驗之前做此試驗,製造商應設計試驗儀器,使壓力能施加於最小實際可行的區域,在封口點四周,以便可使用最小量的空氣或氣體。</p>	<p>日本及美國之規定相同。</p>
<p>第四章 型式試驗</p> <p>(型式試驗)</p> <p>第十六條 規則第七條第二項之型式試驗,應依第二項至第八項之規定實施壓力循環試驗、外觀檢查、超音波探傷試驗等、材料試驗、破裂試驗、耐壓試驗及氣密試驗。</p> <p>2 前項之壓力循環試驗應依第九條之設計確認試驗時之壓力循環試驗之規定。</p>		<p>不適用。</p>

	<p>178.37</p> <p>(c)材料鑑定 材料應採用任何適當的方法來鑑定，除了熱拉延(hot-drawn)容器的 plates 及坯料(billets)應註記批號。</p> <p>(e) 焊接或以銅鋅合金焊接 (Welding or brazing) 禁止為了任何目的而使用焊接或以銅鋅合金焊接，下列情形除外： (1) 頸環和足環附屬物是准予焊接或以銅鋅合金焊接，其均為非壓力部分，且只能焊接在使用壓力等於或小於 500psig 的容器之上方和底部。容器、頸環和足環必須由可焊接的鋼製成，其碳含量不能超出 0.25%，4130X 型鋼除外，其可使用適當的焊接程序。 (2) 本段(d)所允許事項。</p> <p>(h)容器的開口與開口的連接物(閥、熔融塞等) 開口須有螺紋。 (1) 螺紋應為標準尺寸，整齊、平坦、沒有阻礙。 (2) 當使用錐形螺紋(taper threads)時，其長度應不小於美國錐形管線螺紋標準之規定。 (3) 直螺紋(straight threads)准許至少有 6 個螺紋。直螺紋應連結緊密，且其計算出的剪力強度(shear strength)至少為容器試驗壓力的 10 倍。預防洩漏的襯墊是必要的。</p> <p>(n)退回的容器 退回的容器准許進行重新熱處理。接下來，容器應通過所有前述試驗才可被接受。使用熔接或旋轉方式來修補是不被准許的。依據本段(m)節規定而被退回的旋轉容器，可藉由鑽孔來移除有缺陷的物質、開口(tapping)及封堵(plugging)方式，使其不再歸類為旋轉容器。</p>	
--	--	--

附表 7 危險性機械設備本會指定適用國外標準一覽表

指定適用標準名稱	項目	指定文號
日本地下 LNG 儲槽指針	地下 LNG 低溫儲槽	86.10.17 台 86 勞檢二字第 044108 號函
美國 ASME Code Sec VIII DIV.II	覆土式儲槽	86.8.5 台 86 勞檢二字第 033119 號函
美國 ASME Code Sec VIII DIV.II	壓力容器	86.5.13 台 86 勞安二字第 019231 號函
美國 ASME Code B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems	地下管式儲氣槽	88.2.1 台 88 勞安二字第 004473 號函
美國 ASME Code Sec VIII DIV.1	壓力容器	86.12.31 台 86 勞安二字第 055261 號函
德國 AD-Merkblätter 標準	壓力容器	87.3.18 台 87 勞安二字第 010285 號函
美國 API 620	壓力容器	86.10.8 台 86 勞安二字第 043143 號函
俄羅斯標準 The Rules Design And Safety Maintenance of The High Pressure Vessels SR10-115-96	高壓長晶爐	89.9.20 台 89 勞安二字第 0041466 號函
日本通產省「電氣事業法」及「發電用火力設備技術基準」	發電用鍋爐	88.5.7 台 88 勞安二字第 020366 號函
歐盟 EN 1495 Lifting Platforms-Mast Climbing Work Platforms	齒條攀登升降機	87.8.13 台 87 勞安二字第 035751 號函
南非 SABS 0227:2000	高壓氣體容器 (液氫運輸槽車)	90.5.11 台 90 勞安二字第 0017984 號函
英國 BS5500 (PD6550:Part1-4 : 1989)	高壓氣體容器 (液氫運輸槽車)	90.5.11 台 90 勞安二字第 0017984 號函

歐洲標準「The European Standard EN13530 2003/01/01 (Cryogenic Vessels-Large transportable vacuum insulated vessels)」	高壓氣體容器 (液氫運輸槽)	93.10.22 勞安二字第 51978 號
英國 BS466、BS2573、 BS2903 標準	固定式起重機	86.10.14 台 86 勞安二字第 042969 號函
日本勞動省建設用提升機構 造規格	營建用提升機	90.6.18 台 90 勞安二字第 0026693 號函
韓國高壓氣體安全管理法	液化二氧化碳儲槽	91.11.27 勞安二字第 0910061198 號函
歐盟壓力容器指令 Council pressure equipment directive 97/23/EC	壓力容器	91.12.19 勞安二字第 0910066536 號函
德國標準 DIN EN 25817、 DIN EN 288、DIN EN 287、 DIN EN 10204、DIN 18800- 7、DIN 15018、DIN 15019- 2、DIN 4132、ISO 4305	移動式起重機	92.1.24 勞安二字第 0920002714 號函
德國標準 DIN EN 10204、DIN 15018、 DIN 15020、DIN 15070、 DIN 15400、DIN 15401、 DIN 15402、DIN 15404、 DIN 3051、DIN 4132	固定式起重機	92.8.20 勞安二字第 09200000043700 號函
歐規 prEN1808	吊籠	92.4.23 勞安二字第 0920020967 號函
德國標準 DIN4119 part1&2	平底直立圓筒型雙層 液氧低溫儲槽	92.3.27 勞安二字第 0920016089 號函
日本容器保安規則及相關基 準	容量超過 10 噸之液氫 運輸槽	89.2.2 台 89 勞安二字第 0004289 號函
澳洲 AS1210 標準	壓力容器	92.7.31 勞安二字第 0920042635 號函

附錄一 英國壓力容器(Pressure receptacles)的設計、建造 及測試標準

一、符合 CDG 2007 容器的標準

	參考文件	文件名稱
材 質	BS EN 1797: 2001	Cryogenic Vessels - Gas/Material compatibility
	BS EN ISO 11114-1: 1997	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 1: Metallic materials
	BS EN ISO 11114-2: 2000	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 2: Non-metallic materials
	BS EN ISO 11114-4: 2005 (5.3 方法 C 除外)	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
設 計 與 建 造	附錄 I, Parts 1 to 3 to 84/525/EEC	Council Directive on the approximation of the laws of the member States relating to seamless steel gas cylinders
	附錄 I, Parts 1 to 3 to 84/526/EEC	Council Directive on the approximation of the laws of the member States relating to seamless unalloyed aluminum and aluminum alloy gas cylinders
	附錄 I, Parts 1 to 3 to 84/527/EEC	Council Directive on the approximation of the laws of the member States relating to welded unalloyed steel gas cylinders
	BS EN 1442:1998 /A2:2005	Transportable refillable welded steel cylinders for liquefied petroleum gas (LPG) - Design and construction
	BS EN 1800:1998 /AC:1999	Transportable gas cylinders - Acetylene cylinders - Basic requirements and definitions
	BS EN 1964- 1:1999	Transportable gas cylinders - Specifications for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of capacity from 0.5 litres

設 計 與 建 造		up to 150 litres - Part 1: Cylinders made of seamless steel with a Rm value of less than 1100 MPa
	BS 1975:1999 +A1:2003	EN Transportable gas cylinders - Specifications for the design and construction of refillable transportable seamless aluminum and aluminum alloy gas cylinders of capacity from 0.5 litres up to 150 litres
	BS EN ISO 11120:1999	Gas cylinders – Refillable seamless steel tubes for compressed gas transport of water capacity between 150 litres and 3000 litres – Design, construction and testing
	BS EN 1964-3:2000	Transportable gas cylinders - Specifications for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of capacity from 0.5 litres up to 150 litres - Part 3: Cylinders made of stainless steel
	BS EN 12862:2000	Transportable gas cylinders - Specifications for the design and construction of refillable transportable welded aluminum alloy gas cylinders
	BS EN 1251-2:2000	Cryogenic vessels - Transportable, vacuum insulated, of not more than 1000 litres volume - Part 2: Design, fabrication, inspection and testing
	BS EN 12257:2002	Transportable gas cylinders – Seamless, hoop wrapped composite cylinders
	BS EN 112807:2001(附錄 A 除外)	Transportable refillable brazed steel cylinders for liquefied petroleum gas (LPG) – Design and construction
	BS EN 1964-2:2001	Transportable Gas Cylinders - Specification for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of water capacities from 0.5 litre up to and including 150 litres - Part 2: Cylinders made of seamless steel with a Rm \geq 1100 MPa
	BS EN 13293:2002	Transportable gas cylinders - Specification for the design and construction of refillable transportable seamless normalised carbon manganese steel gas cylinders of water capacity up to 0.5 litres for compressed, liquefied and dissolved gases, and up to 1 litre for carbon dioxide.
BS EN 13322-1:2003+A1:2006	Transportable gas cylinders – Refillable welded steel gas cylinders – Design and construction – Part 1:Welded steel	

	BS EN 13322-2: 2003	Transportable gas cylinders – Refillable welded stainless steel gas cylinders – Design and construction – Part 2: Welded stainless steel
	BS EN 12245: 2002	Transportable gas cylinders. Fully wrapped composite cylinders
	BS EN 12205: 2001	Transportable gas cylinders – Non refillable metallic gas cylinders
	BS EN 13110: 2002	Transportable refillable fully wrapped composite cylinders for liquefied petroleum gases – Design and construction
	BS EN 14208: 2004	Transportable gas cylinders. Specification for welded pressure drums up to 1000 litre capacity for the transport of gases. Design and construction.
	BS EN 14140: 2003	Transportable refillable welded steel cylinders for Liquefied Petroleum Gas (LPG)–Alternative design and construction.
	BS EN 13769: 2003/A1:2005	Transportable gas cylinders.- Cylinder bundles – Design, manufacture identification and testing.
封 口	BS EN ISO 10297:2006	Transportable gas cylinders.- Cylinder valves: Specification and type testing
	BS EN 13152: 2001	Specifications and testing of LPG – cylinder valves – Self closing
	BS EN 13153: 2001	Specifications and testing of LPG – cylinder valves – Manually operated
定 期 檢 查 與 測 試	BS EN 1251-3:2000	Cryogenic vessels – Transportable, vacuum insulated, of not more than 1000 litres volume – Part3: Operational requirements
	BS EN 1968: 2002+A1:2005 (附錄 B 除外)	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and testing of seamless steel gas cylinders.
	BS EN 1802: 2002 (附錄 B 除外)	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and testing of seamless aluminum alloy gas cylinders.
	BS EN 12863:	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and maintenance of dissolved acetylene cylinders. NOTE: In this standard "initial inspection" is to be

充
填
時
的
檢
查

2002+A1:2005	understood as the "first periodic inspection" after final approval of a new acetylene cylinder.
BS EN 1803: 2002 (附錄 B 除外)	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and testing of welded steel gas cylinders (excluding LPG).
BS EN ISO 11623: 2002 (第 4 條除外)	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and testing of composite gas cylinders.
BS EN 14189: 2003	Transportable gas cylinders - Inspection and maintenance of cylinder valves at time of periodic inspection of gas cylinders.
BS EN 1439	Transportable refillable welded steel cylinders for liquefied petroleum gas (LPG) - Procedure for checking before, during and after filling
BS EN 1801	Transportable gas cylinders - Filling conditions for single acetylene cylinders
BS EN 1919	Transportable gas cylinders - Cylinders for liquefied gases (excluding acetylene and LPG) - Inspection at time of filling
BS EN 1920	Transportable gas cylinders - Cylinders for compressed gases (excluding acetylene) - Inspection at time of filling
BS EN 12754	Transportable gas cylinders - Cylinders for dissolved acetylene - Inspection at time of filling
BS EN 12755	Transportable gas cylinders - Filling conditions for acetylene bundles
BS EN 13096	Transportable gas cylinders - Conditions for filling gases into receptacles - Single component gases
BS EN 13099	Transportable gas cylinders - Conditions for filling gas mixtures into receptacles
BS EN 13365	Transportable gas cylinders - Cylinder bundles for permanent and liquefied gases (excluding acetylene) - Inspection at the time of filling
BS EN 13385	Transportable gas cylinders - Battery vehicles for permanent and liquefied gases (excluding acetylene) - Inspection at the time of filling

BS EN 13720	Transportable gas cylinders - Filling conditions for acetylene battery vehicles
TF01 HSE Issue 1 December 2003[7]	Transportable pressure receptacles - Welded steel pressure drums - Inspection at time of fill

二、針對 UN 驗證的容器

1. 設計、檢造、初始檢查與測試標準(UN 驗證的容器 cylinders)

ISO 9809-1: 1999	Gas cylinders - Refillable seamless gas cylinders - Design, construction and testing - Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with a tensile strength less than 1100 MPa. NOTE: The note concerning the F factor in section 7.3 of this standard shall not be applied for UN certified cylinders.
ISO 9809-2: 2000	Gas cylinders - Refillable seamless gas cylinders - Design, construction and testing - Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with a tensile strength greater than or equal to 1100 MPa.
ISO 9809-3: 2000	Gas cylinders - Refillable seamless gas cylinders - Design, construction and testing - Part 3: Normalised steel cylinders.
ISO 7866: 1999	Gas cylinders - Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders - Design, construction and testing. NOTE: The note concerning the F factor in section 7.3 of this standard shall not be applied for UN certified cylinders. Aluminium alloy 6351A - T6 or equivalent shall not be authorised.
ISO 11118: 1999	Gas cylinders - Non-refillable metallic gas cylinders - Specification and test methods.
ISO 11119-1: 2002	Gas cylinders of composite construction - Specification and test methods - Part 1: Hoop wrapped composite gas cylinders.
ISO 11119-2: 2002	Gas cylinders of composite construction - Specification and test methods - Part 2: Fully wrapped fibre reinforced composite gas cylinders with load-sharing metal liners.

2. 設計、建造、初始檢查與測試(UN 驗證的容器 tubes)

ISO	Gas cylinders - Refillable seamless steel tubes for compressed gas
-----	--

11120: 1999	transport, of water capacity between 150 litres and 3000 litres - Design, construction and testing. NOTE: The note concerning the F factor in section 7.1 of this standard shall not be applied for UN certified tubes.
----------------	--

2. 設計、建造、初始檢查與測試(UN 驗證的乙炔容器 cylinders)

(1) 容器壁

ISO 9809-1: 1999	Gas cylinders - Refillable seamless steel gas cylinders - Design, construction and testing - Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1100 MPa. NOTE: The note concerning the F factor in section 7.3 of this standard shall not be applied for UN certified cylinders.
ISO 9809-3: 2000	Gas cylinders - Refillable seamless steel gas cylinders - Design, construction and testing - Part 3: Normalised steel cylinders.
ISO 7866: 1999	Gas cylinders - Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders - Design, construction and testing. NOTE: The note concerning the F factor in section 7.2 of this standard shall not be applied for UN certified cylinders. Aluminium alloy 6351A - T6 or equivalent shall not be authorised.
ISO 11118: 1999	Gas cylinders - Non-refillable metallic gas cylinders - Specification and test methods.

(2) 容器內的孔隙材料

ISO 3807-1: 2000	Cylinders for acetylene - Basic requirements - Part 1: Cylinders without fusible plugs.
ISO 3807-2: 2000	Cylinders for acetylene - Basic requirements - Part 2: Cylinders with fusible plugs.

3. 材質

ISO 11114-1: 1997	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 1: Metallic materials.
ISO 11114-2: 2000	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 2: Non-metallic materials.

4. 設備，應用於封口及其保護裝置

ISO 11117: 1998	Gas cylinders - Valve protection caps and valve guards for industrial and medical gas cylinders - Design, construction and tests.
ISO 10297: 1999	Gas cylinders - Refillable gas cylinder valves - Specification and type testing.

5. 定期檢查及測試

ISO 6406: 1992	Periodic inspection and testing of seamless steel gas cylinders.
ISO 10461: 1993	Seamless aluminium-alloy gas cylinders - Periodic inspection and testing.
ISO 10462: 1994	Cylinders for dissolved acetylene - Periodic inspection and maintenance.
ISO 11623: 2002	Transportable gas cylinders - Periodic inspection and testing of composite gas cylinders.

附錄二 49 CFR 178.35 規格容器的一般規定

178.35 規格容器的一般規定

General requirements for specification cylinders

(a) 符合規定。符合本章節所有的細節要求。

(b) 檢查和分析。

本單元要求的化學分析和試驗必須在美國國內實施，除非依據本章第 107 部分第 I 分章，獲得副部長書面核准。檢查和驗證應由下列人員執行：

- (1) 獨立檢查機構，依據本章第 107 部分第 I 分章，獲得副部長書面核准者。
- (2) 製造商的合格檢查員，針對在美國製造的 DOT 規格 3B、3BN、3E、4B、4BA、4D (水容量少於 1,100 立方英寸)、4B240ET、4AA480、4L、8、8AL、4BW、39(註記的使用壓力等於或小於 900 psig)及 4E。

(c) 檢查員的職責

檢查員要判定每一個製造的容器是否符合其適用的規格。除非在各規格章節中特別說明，檢查員要執行下列事項：

- (2) 檢查所有的材質並將任何不符規定者退回。使用坯料沖孔(billet-piercing)製程製作的容器，在分斷、有刻痕或冷斷裂之後(after parting or, when applicable, after nick and cold break)，應檢查坯料(billets)並確認管線、裂縫、過度的偏析(excessive segregation) 及其他有害的缺陷中沒有坯料。
- (3) 藉由下列方式來證明建構材質符合規格要求：
 - (i) 每一批材料要做化學分析
 - (ii) 從材料製造商獲取每一批材料的化學分析證明(一杓(a ladle)分析是可接受的)；或
 - (iii) 假如材料製造商沒有提供每一批材料的分析資料，針對每一線圈、薄板或管子(tube)進行樣本檢查分析。
- (4) 藉由下列事項驗證容器符合適用的規格—
 - (ix) 驗證材料的鑑定是適當的；
 - (x) 在封閉末端之前，檢查容器的內部；
 - (xi) 驗證熱處理是適當的；
 - (xii) 獲得所有試驗的樣本並檢查化學分析 (註：針對特定建構設計，焊接容器其試驗樣本採取位置的建議如本分章附錄 C 的圖 1 至圖 5 所繪。)；
 - (xiii) 見證所有試驗；
 - (xiv) 使用測量儀器驗證螺紋；
 - (xv) 報告容量和容器重量(參見報告形式)，並註記最小壁厚；且

(xvi) 驗證每個容器是依據適用的規格來標記。

(5) 本分章要求提供完整的試驗報告給容器的製造者，購買者如有要求也可提供。試驗報告應由檢查員保存，從容器最初試驗日期起保存 15 年。

(d) 缺陷與附屬品

容器應符合下列規定：

(1) 容器不可使用有縫隙、裂縫、層壓(lamination)、或其他缺失的材料來製造。

(2) 容器的金屬附屬品應將稜角磨圓或去角，或採取保護措施以防止損害其他危害物包裝的可能性。此項要求應用於容器上任何暫時或永久性的附屬物，例如金屬墊木(skids)。

(e) 安全閥

壓力釋放閥及閥的保護、安全閥、及其他連結物，應符合各適用規格之要求或核准，如 173.301 之要求。

(f) 標記。DOT 規格之容器標記必須符合適用的規定。

(1) 每個容器必須標記出以下資訊。

(i) DOT 規格標記必須出現在最前面，使用壓力緊接在後。例如，DOT-3A1800。

(ii) 序號應置於 DOT 規格標記之下方，或緊接在後面。

(iii) 一個符號(字母)應置於序號的下方、前方或後方。其他標記順序的變動只有在空間不足時才會被核准。符號和數字應為製造商的代號。符號必須向副部長登記，不可複製。

(iv) 檢查員的正式標記和試驗日期(譬如 5-95 表示 1995 年 5 月)必須置於序號附近。這個資訊放置的位置，須放在方便於加入後續的測試日期處。本段(f)(1)敘述的標記舉例如下：

DOT-3A1800

1234

XY

AB 5-95

或;

DOT-3A1800-1234-XY

AB 5-95

此處：

DOT-3A = 規格號碼

1800 = 使用壓力

1234 = 序號

XY = 製造商的代號

AB = 檢查員的標記

5-95 = 試驗日期

(2) 應用於容器的額外標記應符合下列規定:

(i) 當容器的末端是採用旋轉熔接、或 **plugging** 將之封閉起來，應將「旋轉」(spun)或「塞」(plug)用字放置於接近 DOT 規格標記處。

(ii) 如適用，依照規格 3HT (178.44) 或 3T (178.45) 之規定。

(3) 例外的標記。DOT 3 E 容器不需標記檢查員的標記或序號。

(4) 除非在適用的規格中有另外說明，每個容器的標記應清楚且永久地被印在肩部、頭頂或頸部。

(5) 每個標記的大小應至少 0.25”或空間許可的大小。

(6) 其它標記如果是印在低應力區域，而非側壁處，且其大小及深度不會造成有害的壓力時，可被批准。這樣的標記不能與任何 DOT 要求的標記相衝突。

(g) 檢查員的報告

每一個檢查員應準備一個報告，內容至少包含 CGA C-11 小冊子中列的訊息(見 171.7)。或符合本分章的試驗報告要求。各規格要求的額外資訊或註記在應記載在報告中。報告中的檢查員簽名，證明有觀察容器的製造過程並滿意製造過程和熱處理。

(h) 報告保留

容器的製造商要保留報告 15 年，從容器最初試驗日期算起。

附錄三 49 CFR 178.37 3AA 及 3AAX 規格無縫鋼瓶

178.37 規格 3AA 及 3AAX 無縫鋼瓶

(a) 型式、大小及使用壓力

除了 178.35 的規定外，鋼瓶要符合下列規定：

(1) DOT-3AA 鋼瓶為無縫鋼瓶，水容量(公稱)不超過 1,000 磅，使用壓力至少 150 psig。

(2) DOT-3AAX 鋼瓶為無縫鋼瓶，水容量不少於 1,000 磅，使用壓力至少 500 psig，且符合下列要求：

(i) 假設鋼瓶是僅靠兩端水平支撐，均勻負擔整個長度圓柱形部分的每單位長度之重量，充滿水並加壓至指定試驗壓力；因彎曲造成底部纖維最大抗拉應力的 2 倍，加上同樣部位因流體靜力試驗壓力造成的抗拉應力(縱向應力)之總合，不可超過鋼在這樣最大壓力下時的最小降伏強度的 80%。必要時應增加壁厚以符合這個要求。

(ii) 因彎曲造成的最大抗拉應力，使用下列公式計算：

$$S = Mc/I$$

(iii) 因靜力壓試驗壓力造成的最大縱向抗拉應力，使用下列公式計算：

$$S = A1 P/A2$$

其中：

S = 抗拉應力 (psi);

M = 彎曲力矩-英吋磅 (wl²)/8;

w = 充滿水的鋼瓶每英吋的重量;

l = 容器長度 (in);

c = 容器半徑 (D)/(2) (in);

I = 慣性力距-0.04909 (D⁴ - d⁴) (in⁴);

D = 外徑 (in);

d = 內徑 (in);

A1 = 容器截面積的內部面積 (in²);

A2 = 容器截面積的金屬面積 (in²);

P = 靜水壓試驗壓力 (psig)

(b) 經核准的鋼(Authorized steel)

應使用品質均勻的平爐、鹼性氧氣或電爐鋼。依表 1 規格製作的一批鋼，檢查其化學分析，如果所有其他方面皆合格，且不超過表 2 中的容許值，輕微超出指定的範圍是可以接受的。使用碳硼鋼時，每一批鋼的第一個和最後一個的鋼錠必須執行硬化能試驗，此試驗結果須記錄在 178.35 要求的容器材料化學分析紀錄中。硬度測試使用喬米尼(Jominy)測定法在淬火棒的 5/16 ”淬火端處進行，硬度至少達 Rc 33，且不超過 Rc 53。下列的化學分析是經核准的：

表 1—核准的材料

命名	4130X (%) (註 1)	NE-8630 (%) (註 1)	9115 (%) (註 1)	9125 (%) (註 1)	碳硼鋼 (%) (註 1)	中級 錳鋼 (%)
碳	0.25/0.35	0.28/0.33	0.10/0.20	0.20/0.30	0.27-0.37	0.40 max
錳	0.40/0.90	0.70/0.90	0.50/0.75	0.50/0.75	0.80-1.40	1.35/1.65
磷	0.04max	0.04max	0.04 max	0.04max	0.035 max	0.04 max
硫	0.05max	0.04max	0.04 max	0.04max	0.045 max	0.05 max
矽	0.15/0.35	0.20/0.35	0.60/0.90	0.60/0.90	0.3 max	0.10/0.30
鉻	0.80/1.10	0.40/0.60	0.50/0.65	0.50/0.65		
鉬	0.15/0.25	0.15/0.25				
鋇			0.05/0.15	0.05/0.15		
鎳		0.40/0.70				
硼					0.0005/0.003	

註 1: 這個命名是不可以被限制，但是具有商業性質的鋼鐵，其金屬成分則會被限制在顯示的表格中分析。

表 2—檢查分析容許值

元素	Limit or maximum specified (%)	超過最大限度或低於最小限度的容許值(%)	
		低於最小限度	超過最大限度
碳	≤ 0.15	0.02	0.03
	≥ 0.15 且 ≤ 0.40	.03	.04
錳	≤ 0.60	.03	.03
	> 0.60 且 ≤ 1.15	.04	.04
	> 1.15 且 ≤ 2.50	.05	.05
磷 ¹	所有範圍		.01
硫	所有範圍		.01
矽	≤ 0.30	.02	.03
	> 0.30 且 ≤ 1.00	.05	.05
鎳	≤ 1.00	.03	.03
鉻	≤ 0.90	.03	.03
	> 0.90 且 ≤ 2.10	.05	.05
鉬	≤ 0.20	.01	.01
	> 0.20 且 < 0.40	.02	.02
鋇	所有範圍	.01	.05

¹Rephosphorized steels not subject to check analysis for phosphorus.

經磷化處理的鋼材不可以用來分析磷的成分。

(c) 材料鑑定

材料應採用任何適當的方法來鑑定，除了熱拉延(hot-drawn)容器的 plates 及坯料(billets)應註記批號。

(d)製造

容器應使用適當的設備及製程來製造，以確保製造出的每一個容器均符合本章節之要求。不允許有裂縫或其他缺陷，其會明顯減弱容器的強度。一個合理的平滑及均勻表面是必要的。如果原來就有缺陷，應使用機械或其他方式來消除這些表面缺陷。採焊接或用旋轉方法(spinning) 形成的容器底部，其厚度絕不能小於圓柱筒最小壁厚的 2 倍，底部厚度應在一個區域內測量，該區域是當容器在垂直位置，容器和地板接觸的點形成的線所圍成的區域。

(e) 焊接或硬焊 (Welding or brazing)

禁止爲了任何目的而使用焊接或以銅鋅合金焊接，下列情形除外：

- (1) 頸環和足環附屬物是准予焊接或以銅鋅合金焊接，其均爲非壓力部分，且只能焊接在使用壓力等於或小於 500psig 的容器之上方和底部。容器、頸環和足環必須由可焊接的鋼製成，其碳含量不能超出 0.25%，4130X 型鋼除外，其可使用適當的焊接程序。
- (2) 本段(d)所允許事項。

(f) 壁厚 (Wall thickness)

每一個容器的厚度要符合下列要求：

- (1) 容器的使用壓力少於 900 psig 者，內壁壓力不可超過 24,000 psi。任何容器其外部直徑大於 5"者，最小壁厚爲 0.100"。
- (2) 容器的使用壓力等於或大於 900 psig 者，其最小壁厚爲，內壁壓力在最小指定試驗壓力時，不可超出鋼材最小抗拉強度的 67%；抗拉強度由(k)和(l)節要求的物理性試驗結果決定，且不能超過 70,000 psi。
- (3) 計算必須依照下列公式

$$S=[P(1.3D^2+0.4d^2)]/(D^2-d^2)$$

其中：

S=內壁壓力(psi)

P=水封套試驗的最小試驗壓力，或 450 psi，採用二者中較大者

D= 外部直徑(英吋)

d=內部直徑 (英吋)

(g) 熱處理 (Heat treatment)

完成的容器必須在試驗之前均勻且適當地進行熱處理。經授權分析的容器應依下列程序進行熱處理：

- (1) 所有的容器必須使用油或其它適當的媒質來淬火冷卻，但本段落(g) (5)規定除外。

- (2) 淬火冷卻的鋼溫度應為鋼鐵分析的建議溫度，但不可超過 1750°F。
- (3) 所有的鋼應在對該鋼材最適當的溫度下進行回火。
- (4) 最小的回火溫度不可小於 1000°F，但本段落(g)(6)指示除外。
- (5) 4130X 型鋼可在 1650°F 溫度正常化(normalized)而不做淬火，這樣正常化的容器不需回火。
- (6) 中級錳鋼可在不小於 1150°F 的溫度回火，且在熱處理之後，每個容器必須進行磁性試驗，以檢測出淬火裂縫；有裂縫的容器將被退回和毀壞。
- (7) 除了本段(g)(6)規定外，所有容器，如果使用水來淬火或使用冷卻速率超過水的冷卻速率之 80%的液體來淬火，必須經由磁性微粒、洗染滲透劑或超音波方法來檢測淬火裂縫的存在。設計成符合 3AA 規格要求的任一容器，被發現有淬火裂縫就必須退回且不能重新檢查。被設計成符合 3AAX 規格要求的容器，被發現有裂縫，須使用機械方式去除。如果 3AAX 規格容器修復的區域經過審查並保證無瑕疵，而且確定設計厚度是符合要求的，這樣的容器是可接受的。

(h)容器的開口與開口的連接物(閥、熔融塞等)

開口須有螺紋。

- (1) 螺紋應為標準尺寸，整齊、平坦、沒有阻礙。
- (2) 當使用錐形螺紋(taper threads)時，其長度應不小於美國錐形管線螺紋標準之規定。
- (3) 直螺紋(straight threads)准許至少有 6 個螺紋。直螺紋應連結緊密，且其計算出的剪力強度(shear strength)至少為容器試驗壓力的 10 倍。預防洩漏的襯墊是必要的。

(i) 靜水壓試驗 (Hydrostatic test)

每一個容器必須能通過下列的試驗：

- (1) 試驗應藉由水封套或其它適當的方法進行以獲得正確的數據。壓力計應允許度讀數準確性達 1%，膨脹計應允許總膨脹讀數準確性為 1%或 0.1c m³。
- (2) 壓力必須維持至少 30 秒且時間長到能確認完全擴展。在熱處理之後、正式測試之前，任一施予的內部壓力不能超出測試壓力的 90%。如果因測試儀器故障使得壓力無法維持，可以增加 10 %的壓力或 100 psig，採用二者中較低者，再重新測試。
- (3) 永久體積擴展不能超過在測試壓力時之總體積擴展的 10%。
- (4) 每一個容器必須在至少 5/3 倍的使用壓力下測試。

(j) 壓扁試驗(Flattening test)

此試驗要求從每一批含 200 個或以下的容器中隨機取一個容器，將容器置於夾角為 60 度的楔形刀刃間，使成為 1/2 吋半徑的圓形(rounded to 1/2-inch radius)。試驗中，容器的縱向軸應與刀子的稜邊成 90 度角。對於每一批含 30 個或以下的容器，壓扁試驗實施於每一個容器依環狀切取至少 8 吋長的樣本，且與容器成品受到相同的熱處理。

(k) 物理性試驗(Physical test.)

應進行物理性試驗以決定材料的降伏應力、抗拉強度、伸長率、及縮小面積，如下所述：

- (1) 此試驗要求從每一批含 200 個或以下的容器中隨機取一個容器，切取 2 個樣本。對於每一批含 30 個或以下的容器，准許物理性試驗實施於每一個容器，依環狀切取至少 8 吋長的樣本，且與容器成品受到相同的熱處理。
- (2) 樣本必須符合下列要求：
 - (i) 標點距離(gauge length)長 8 吋，寬度不超過 1½ 吋；標點距離長 2 吋，寬度不超過 1½ 吋；或者當此容器壁厚不超過 3/16 吋時，標點距離長度至少為壁厚的 24 倍，寬度不超過壁厚的 6 倍。
 - (ii) 樣本不可壓扁(flattened)，但不含把柄端(grip ends)；把柄端可壓扁至每一縮減區端頭 1 吋之內。
 - (iii) 當容器的大小不允許獲得平直的樣本，樣本可在任一個位置或方向採取，且可僅由壓力而非重吹(blow)方式將其弄直或被壓扁(flattened cold)。當如此採取和準備樣本時，檢查員的報告必須顯示與此樣本相關的物理性試驗報告細節資訊。
 - (iv) 為任何目的來加熱樣本是不被批准的。
- (3) 在拉伸的降伏強度，其應力應相當於 0.2%的標點距離之永久應變(strain)。應符合下列條件：
 - (i) 降伏強度應依照 ASTM 標準 E8-78 規定，由「偏置(offset)」方法或「有負載的延伸(extension under load)」方法決定。(見 171.7)
 - (ii) 採用「有負載的延伸」方法時，總應變(或稱「有負載的延伸」)相當於 0.2%永久應變產生時的應力，可藉由在適當的負載下計算標點距離的彈性延伸，再加上標點距離的 0.2%，精確地算出。彈性延伸應採用彈性係數 30,000,000 來計算。如果有爭議情形，應畫出整個應力-應變圖，則降伏強度可從 0.2%的偏置(offset)得到。
 - (iii) 為達到測量應變的目的地，在樣本受到 12,000psi 應力下，應設定初始應變，在計算出的相對應變下設定應變顯示器的讀數。
 - (iv) 在決定降伏強度期間，測試機器的夾頭速度(cross head speed)不可超過每分鐘 1/8 吋。

(l) 可接受的物理性和壓扁試驗結果

(Acceptable results for physical and flattening tests.)

可接受的物理性和壓扁試驗結果為在 2" 標點距離至少有 20%伸長率，其他個案則至少 10%伸長率。壓扁試驗壓到容器厚度的 6 倍時沒有裂縫發生。

(m) 洩漏試驗 (Leakage test)

所有旋轉容器(spun cylinders)和封頂容器(plugged cylinders)，在底部被清洗且沒有濕氣之後，必須藉氣體或空氣壓力來測試是否洩漏。採用的壓力約與使用壓力相同但不小於使用壓力，施加在底部的一邊至少佔底部總面積的 1/16，但直徑不小於 3/4"，且包括關閉處(closure)，施壓至少一分鐘。在這段時間，另一邊底部遭受壓力，必須用水覆蓋且嚴密檢查洩漏的徵兆。除了本段落(n)規定外，容器若有洩漏就必須退回。

(1)一個旋轉容器是其有一端在容器轉動過程中完成結合封密。

(2)一個封頂容器是一個完成的容器其底部由一個 plug 造成永久封閉。

(3)為了安全預防措施，如果製造商決定在靜水壓試驗之前做此試驗，製造商應設計試驗儀器，使壓力能施加於最小實際可行的區域，在封口點四周，以便可使用最小量的空氣或氣體。

(n)退回的容器

退回的容器准許進行重新熱處理。接下來，容器應通過所有前述試驗才可被接受。使用熔接或旋轉方式來修補是不被准許的。依據本段(m)節規定而被退回的旋轉容器，可藉由鑽孔來移除有缺陷的物質、開口(tapping)及封堵(plugging)方式，使其不再歸類為旋轉容器。

附錄四 49 CFR 180.205 規格容器重新檢驗一般規定

§ 180.205 規格容器重新檢驗一般規定

(a)總則：必須使用已核准合格的鋼瓶填裝危害物質以供運輸之用。爲了符合已核准的容器規範標準，每個鋼瓶應該遵守本單元、本單元 173 節、本單元 178 節 C 子節適用規定。

(b)人員執行檢驗作業

除非檢驗人員依據本章 107 節 I 子節適用規定簽發合格證明，否則任何人員均不應表示已經完成修理或重新檢驗鋼瓶。除非符合本單元適用規定，否則任何人員均不應標示任何鋼瓶檢驗人身份辨識碼(RIN, Requalifier Identification Number)。與檢驗日期，或其他表示已經依據美國運輸部(DOT, Department of Transportation)規格或特別允許核准，完成鋼瓶重新檢驗。鋼瓶檢驗人必須依據 §180.215 節規定，於每一地點填具記錄有關檢查、測試或標示鋼瓶。

(c)鋼瓶定期檢查

應該依據本單元重新檢驗表，應該重新檢驗每個鋼瓶—原來已經標示美國運輸部規格，並且予以再標示。應該重新檢驗每個鋼瓶—原來已經美國運輸部特別核准號碼，並且予以再標示，以符合本節與適用特別核准條款；除非依據本單元已經檢驗鋼瓶認定合格並且予以標示，否則任何鋼瓶均不應裝填有害物質作爲商業運輸用途。重新檢驗年份日期到期或以前，得隨時重新檢驗每個鋼瓶，但是，重新檢驗到期以前已經裝填的鋼瓶得繼續留用，直到裝填物質耗盡而成爲空瓶。當空瓶已核准使用壽命到期時，任何鋼瓶不論其明訂使用壽命爲何，均不應再裝填物質或以供運輸用途。

(1)依據本節規定重新檢驗每個鋼瓶，也必須遵守§180.213 節規定，予以標示。

(2)重新檢驗每個鋼瓶，如果不合格時，則必需依據下列方式處理：

(i)依據§180.211 or §180.212，判定不及格或得以修理或改裝，或

(ii)依據本節(i)，判定不及格或收回。

(3)美國運輸部(DOT) 鋼瓶規格，若獲得協會管理員核准而且符合核准文件規定書面程序時，得以更改已經標示的使用壓力。

(4)鋼瓶規格 3, 3A, 3AA, 3AL, 3AX, 3AXX, 3B, 3BN, or 3T 裝填氣體/瓦斯，除了 Division 2.2 以外，自首次重新檢驗到期日或自 2003 年 12 月 31 日以後，爆炸壓力等級 CG-1, CG-4, or CG-5 減壓器必須按照測試壓力（公差或裕度：0%至 -10%）進行檢測；若固定器內部安裝安全破裂盤（rupture disc）時，公差或裕度增加 5%。如果鋼瓶安裝”高溫啓動減壓器 CG-2, CG-3 or CG-9 或再關閉壓力閥 CG-7，則不適用這項規定。

(d) 特殊使用狀況下，必須測試與檢驗鋼瓶：

無關於任何其他定期重新檢驗規定，依據本節規定，若符合下列特殊狀況時，尚未使用之前，必須測試與檢驗鋼瓶：

(1) 鋼瓶呈現凹陷、腐蝕、龜裂、磨損、洩漏、高溫損壞或其他狀況可能導致運輸危險（不安全）；

(2)鋼瓶已經發生意外而且受損程度可能有害其裝載承受能力；

(3) 鋼瓶明顯呈現或已知曾經遭受高溫過熱；

(4)協會管理員判定鋼瓶可能處於不安全狀況。

(e)鋼瓶裝填液體（等級 8）：

鋼瓶曾經裝填腐蝕性液體（等級 8）不應再使用於商業運輸物質（等級 2），除非鋼瓶符合下列狀況：

(1) 依據本節(f)，目視檢查鋼瓶內部與外部，然後依據§180.215 節規定，紀錄檢查結果。

(2)依據本節，重新檢驗，不論以前重新檢驗日期為何。

(3)依據§180.213 節規定，予以標示。

(4)除去污染物，清除全部明顯殘留或物質（等級 8）滯留。

(f)目視檢查：除非本子節另外明文規定，每個鋼瓶接受壓力檢驗測試時，也應該目視檢查鋼瓶內部與外部。

(1) 依據下列美國壓縮氣體協會(CGA，Compressed Gas Association)手冊規定，執行目視檢查：

鋼與鎳材質鋼瓶 C-6 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

鋁材質無縫鋼瓶 C-6.1 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

強化玻璃纖維複合材質特別核准鋼瓶 C-6.2 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

鋁材質低壓鋼瓶 C-6.3 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

DOT 3HT 鋼瓶 C-8 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

DOT 8 鋼瓶 C-13 (美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元 §171.7 節)；

(2) 如果每個鋼瓶因為表面塗裝處理或裝置配件而妨礙檢查時，執行目視檢查以前，必須拆除表面塗裝或配件。

(3) 每個鋼瓶執行目視檢查以後，必須依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊規定，予以判定是否核准、不及格或回收。

(4) 除了本子節(f)規定外，鋁材鋼瓶 6351-T6 使用於”潛水式自給呼吸器(SCUBA)”、”自給呼吸器(SCBA)”、或氧氣供應，必須依據本子節附件 C，自 2007 年 1 月 1 日以後首次重新檢驗（5 年有效期間），此後每隔 5 年重新檢驗 1 次，檢查是否持續負荷龜裂（sustained load cracking）。

(g) 壓力測試

(1) 除非另外規定，否則必須依據本子節重新測試，於加壓下測試並量測每個鋼瓶膨脹狀況。測試量測之前，應該先鬆開或拆卸嵌條與其他可以拆卸的配件，使得鋼瓶能夠自由膨脹。

(2) 除了類比式儀器外，測試儀壓力錶讀值容許值必須為最低測試壓力規定值之 1% 以內，壓力讀值容許值也可以接受內插至壓力錶標示刻度之 1/2。另外，測試儀膨脹顯示錶容許增量讀值必須至受測試鋼瓶總膨脹量之 1% 或 0.1 cc，端視這兩個數值何者較大而定，但是，也容許採用目視內插中點值。

(3) 每天重新測試以前，測試員應該使用已校正鋼瓶或協會管理員書面授權的其他方法，遵守下列事項：

(i) 測試儀器. 壓力顯示錶精確度必須為任何受測試鋼瓶壓力測試規定值之 $\pm 1.0\%$ 以內，必須驗證全部壓力顯示範圍之精確度為 $\pm 0.5\%$ 或更精確，而且必須容許壓力讀值為任何受測試鋼瓶壓力測試規定值之 $90\% - 110\%$ 。測試系統壓力顯示錶精確度能夠顯示：當測試壓力為 3000 psig 或以上時，精確度應為實際測試壓力之 500 psig 以內；當測試壓力為 3000 psig 以下時，精確度應為實際測試壓力之 10%以內。

(ii) 測試儀器膨脹顯示錶讀值必須穩定，精確度應該為任何受測試鋼瓶總膨脹量之 $\pm 1.0\%$ 以內或 0.1 cc，端視這兩個數值何者較大而定，膨脹顯示錶在其全部顯示範圍之精確度應該為 $\pm 0.5\%$ 或更精確。

(4) 應該驗證測試設備精確度為已校正鋼瓶壓力與對應膨脹值之 $\pm 1.0\%$ 以內，提出已校正鋼瓶的校驗證書顯示壓力值，同時校驗證書也證明鋼瓶合成膨脹量 (resulting total expansion) 為總膨脹值之 $\pm 1.0\%$ 以內。此外，提出已校正鋼瓶的校驗證書顯示總膨脹值，同時校驗證書也證明合成壓力 (resulting pressure) 為總壓力值之 $\pm 1.0\%$ 以內。另外，必須驗證已校正鋼瓶並無永久性膨脹，測試員應該每天就測試鋼瓶向已獲授權的檢查員顯示/證明校驗符合(g)子節，測試員必須確保執行鋼瓶已校正證書符合§180.215(b)(4)。

(5) 必須確保執行最低壓力測試至少 30 秒，只要鋼瓶完全膨脹需要。測試以前，得以測試壓力之 90%或更低值事先執行檢查系統，如果測試設備故障，得以逐次增加測試壓力之 10% or 100 psig 進行重新測試，端視這兩個數值何者較小而定。本子節(g)並未授予重新測試鋼瓶依據子節(i)其他必要的回收。

(6) 訓練師得採用訓練教材，為鋼瓶檢驗員－運用體積膨脹檢測法，負責提供教育訓練。

(h) 判定鋼瓶不及格: 目視檢查鋼瓶以後，如果符合(1) (f)子節目視檢查不及格狀況時，應該判定鋼瓶不及格；

(1) 如果符合本節規定，除非本節(h)(3) and (h)(4)另外規定，否則不應標示鋼瓶不及格。

(2) 重新檢驗員應該以書面通知鋼瓶所有人有關判定鋼瓶屬於不及格。

(3) 除非重新檢驗鋼瓶符合§180.211 規定，否則不應使用鋼瓶裝填有害物質以供商業運輸用途，商業運輸用途必須符合容器/包裝規範標準。

(4) 不及格鋼瓶使用壓力低於 900 psig，若予以修理或改裝鋼瓶而且後續檢查與測試符合下列狀況時，則得以重新檢驗並重新標示：

(i) 本節(f)目視檢查規定。

(ii) 本單元 178 節與本子節。

(iii) 任何特別核准包含製造、重新檢驗或使用該鋼瓶，而且

(iv) 依據§180.211 規定必要核准。

(v) 鋼瓶回收 (1) 若符合下列狀況時，必須回收鋼瓶：

(vi) 依據本節(f) 目視檢查規定，鋼瓶符合回收條件。

(vii) 鋼瓶壁面發生洩漏。

(viii) 明顯龜裂以致於鋼瓶可能顯著弱化。

(ix) 美國運輸部(DOT)規格鋼瓶，除了 DOT 4E 鋁材質鋼瓶或特別核准鋼瓶其永久性膨脹超過總膨脹之 10%。

(x) 美國運輸部(DOT)規格鋼瓶 3HT。

‘ (A) 壓力測試產生彈性膨脹超過不及格彈性膨脹標示值(REE)。

(B) 鋼瓶明顯呈現凹陷或鼓起。

(C) 鋼瓶標示製造廠商或原始檢驗日期，除了 24 年或自 4380 加壓以後，端視何者先發生。如果鋼瓶再裝填使用，一般而言，鋼瓶所有人或其代理人必須每隔一天正確紀錄再裝填量。

(xi) DOT 4E 鋁材質鋼瓶永久性膨脹超過總膨脹之 12%。

(xii) 美國運輸部(DOT)特別核准鋼瓶永久性膨脹超過特別容許極限值，或鋼瓶符合特別核准回收標準。

(xiii) 特別核准鋼瓶－鋁質或鋁材襯墊複合材料製造而成，已知曾經遭受過熱或明顯呈現過熱跡象。

(2) 若應該回收鋼瓶時，重新檢驗員必須：

i) 美國運輸部(DOT)規格代號上面蓋印一系列” X “，標示壓力，或使用鋼印蓋上”回收”字樣於瓶肩、瓶頂、或瓶頸。

(ii)針對複合材質鋼瓶，牢牢蓋上”回收”字樣於鋼瓶標籤，然後以環氧樹脂表面塗層處理，靠近原始廠商標籤，但是不致於模糊字樣。

(iii)如同(i)(2)說明其他打印或標示，依據所有權人指示，檢驗員得提供鋼瓶不能承受壓力。

(3) 任何人員均不應清除或擦拭除去”回收”字樣標示，此外，重新檢驗員應該以書面通知鋼瓶所有人有關判定回收鋼瓶，不應使用鋼瓶裝填有害物質以供商業運輸用途，商業運輸用途必須符合容器/包裝規範標準。

附錄五 49 CFR 180.209 容器重新檢驗規範一般規定

§ 180.209 容器重新檢驗規範一般規定

定期重新檢驗容器

(1) 定期重新檢驗日到期時，依據下列表規定，應該遵守本單元規定重新檢驗與標示；按照§180.215 表 1，必須填具重新檢驗紀錄：

表 1－重新檢驗鋼瓶

鋼瓶製造規格	最低壓力測試(psig) ²	重新檢驗週期（年）
DOT 規格 3	3000 psig	5
DOT 規格 3A, 3AA	使用壓力 5/3 倍，除了”不會腐蝕”使用（參閱§180.209(g)）。	重新檢驗週期 5, 10, or 12 年 （參閱§180.209(b), (f), (h), and (j)）
DOT 規格 3AL	使用壓力 5/3 倍。	重新檢驗週期 5, or 12 年 （參閱§180.209(j) and (m)）
DOT 規格 3AX, 3AAX	使用壓力 5/3 倍。	重新檢驗週期 5 年
3B, 3BN	使用壓力 2 倍（參閱 §180.209(g)）	重新檢驗週期 5 或 10 年 （參閱§180.209(f)）
3E	毋需檢驗測試	
3HT	使用壓力 5/3 倍。	重新檢驗週期 3 年 （參閱 §180. 209(k) and 180.213(c)）
3T	使用壓力 5/3 倍。	重新檢驗週期 5 年
4AA480	使用壓力 2 倍，（參閱 §180.209(g)）。	重新檢驗週期 5 或 10 年 （參閱§180.209(h)）
4B, 4BA, 4BW, 4B-240ET	使用壓力 2 倍，除了”不會腐蝕”使用（參閱§180.209(g)）。	重新檢驗週期 5, 10, or 12 年 （參閱§180.209(e), (f), and (j)）
4D, 4DA, 4DS	使用壓力 2 倍。	重新檢驗週期 5 年
DOT 4E	使用壓力 2 倍，除了”不會腐蝕”使用（參閱§180.209(g)）。	重新檢驗週期 5 年

4L	毋需檢驗測試	
8, 8AL		重新檢驗週期 10 或 20 年 (參閱§180.209 (i))
豁免或特別核准鋼瓶	請參閱目前豁免或特別核准	請參閱目前豁免或特別核准
國外鋼瓶 (參閱本單元 §173.301(j) 有關限制使用)	參閱鋼瓶標示, 但是不低於使用壓力或工作壓力 5 或 3 倍	重新檢驗週期 5 年 (參閱§180.209(l) and 180.213(d)(2))

任何鋼瓶外徑不超過 2 英吋，長度少於 2 英尺，豁免體積膨脹測試。

任何鋼瓶未標示使用壓力時，請參閱本單元§173.301a(b)。

(b) 美國運輸部(DOT)規格 3A or 3AA 鋼瓶

(1) 美國運輸部(DOT)規格 3A or 3AA 鋼瓶水容量 56.7 kg (125 lb)或更少，而且自任何群集、排列、組合、堆疊，或車輛工具已經拆卸鋼瓶，此時，重新檢驗週期得為 10 年，而非 5 年，如果鋼瓶符合下列狀況：

1945 年 12 月 31 日以後製造鋼瓶。

鋼瓶僅限使用於空氣、氫、氣乙烯(Ethylene)、環氧丙烷(Cyclopropane)、氮氣、氫氣、氬氣、氖氣、氮氣、氧化氮、氧氣、六氟化硫(Sulfur Hexafluoride)、氙氣、氯化碳氫化合物、氟化碳氫化合物、液化碳氫化合物、商用混合物而且不會腐蝕零組件、這些氣體容許混合物 (參閱本單元§173.301(d))、這些氣體容許混合物而且其中二氧化碳體積至多佔 30%，如果上述氣體露點為 -52 °F 或更低 (當 1 大氣壓時)。

每次已經裝填物質以前，自任何群集、排列、組合、堆疊，或車輛工具已經拆卸鋼瓶，而且依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 規定，通過撞擊測試(美國鍋爐與散熱器製造廠商協會 IBR，參閱本單元§171.7)。

水壓靜態試驗清除全部殘水微量之後，鋼瓶立即恢復乾燥。

鋼瓶不使用於潛水式呼吸器。

測試日期之後，每個鋼瓶蓋印 1 顆星(5 分，蓋印圖樣凸出高度至少 1/4 英吋)。

依據規定重新檢驗，自最近一次起，鋼瓶並未僅限使用於本節規定的氣體，但是，目前符合本節 (b)(1)全部其他條文規定，此時，重新檢驗週期得為 10 年，而非 5 年，如果依據本單元§173.302a(b) (2), (3) and (4)規定，已經執行首次重新檢驗與檢查。

除了本節(b)(2)規定外，鋼瓶蓋印 1 顆星，如果裝填除了本節(b)(1)(ii) 規定的壓縮氣體，最近檢驗日期以後蓋印顆星圖樣都必須予以清除。自標示檢驗日期起算 5 年，或如果檢驗有效期間 5 年已過，裝填壓縮氣體以前，應該重新檢驗該鋼瓶。

(c)美國運輸部(DOT)規格系列—4 型

美國運輸部(DOT)規格系列—4 型，除了容量 4L 鋼瓶，隨時明顯呈現洩漏或內部或外部腐蝕、凹陷、鼓起、或粗糙可能顯著弱化鋼瓶，或正式皮重(tare weight)損失 5%或以上，重新裝填之前，應該先重新檢驗，以供運輸之用（請參閱美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 或 C-6.3 規定，有關鋼瓶弱化）。檢驗以後，必須紀錄實際皮重，做為新的皮重。

鋼瓶 5.44 kg (12 lb)或使用壓力 300 psig 或更低

鋼瓶 5.44 kg (12 lb)或更少水容量或核准使用壓力 300 psig 或更低，當定期檢驗到期時，必須依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 或 C-6.1 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，IBR，參閱本單元§171.7 節），進行妥善完整的外部目視檢查。也必須執行鋼瓶保證耐壓力測試，如果未顯示§180.205(i)(1) (ii) or (iii) 說明的缺點時，表示鋼瓶通過保證耐壓力測試，當鋼瓶通過壓力測試與檢查之後，必須依據§180.213.標示鋼瓶。

(e)保證耐壓力測試

鋼瓶製造符合美國運輸部(DOT)規格 4B, 4BA, 4BW, or 4E 僅限使用於液化瓦斯符合 ASTM D 1835 液化瓦斯標準規範相關表 1 規定極限值(美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，IBR，請參閱本單元§171.7 節)，或類似標準擁有相同極限值容納：無水二甲胺(Dimethylamine) 甲胺(anhydrous METHYLAMINE). 三甲胺 (anhydrous trimethylamine)、氯化甲烷 (Methyl Chloride)、丙炔-丙二烯添加穩定劑 (METHYL ACETYLENE-propadiene)、二氟二氯甲烷 (dichlorodifluoromethane)、二氟乙烷 (difluoroethane)、二氟氯乙烷 (Difluorochloroethane)、二氟一氯甲烷 (Chlorodifluoromethane)、四氟一氯乙烷(Chlorotetrafluoroethane)、三氟氯乙烯(trifluorochloroethylene) 或其混合物、或混合物與三氯一氟甲烷(Trichlorofluoromethane)、與不具腐蝕性質商品、外部

耐腐蝕表面塗裝（例如，鍍鋅或塗漆）得每隔 12 年進行體積膨脹測試一次，而非每隔 5 年；此外，應該執行鋼瓶保證耐壓力測試，測試壓力為標示使用壓力值的 2 倍，自首次 12 年到期以後，每隔 7 年必須執行鋼瓶保證耐壓力測試一次。當執行保證耐壓力測試時，必須於測試壓力下謹慎檢查鋼瓶，若發現洩漏或瑕疵，應該停止測試。

(f)有毒物質

鋼瓶製造符合美國運輸部(DOT)規格 3A, 3AA, 3B, 4BA, or 4BW 使用壓力 300 psig 或更低，僅限使用於溴化甲烷 (Methyl bromide)、溴化甲烷 (Methyl bromide) 液化混合物與二溴乙烷 (Ethylene dibromide)、溴化甲烷 (Methyl bromide) 液化混合物與氯化苦劑 (chlorpicrin)、溴化甲烷 (Methyl bromide) 液化混合物與汽油溶劑、液體、或溴化甲烷 (Methyl bromide) 與不可燃性、非液化壓縮氣體混合物、液體、不具腐蝕性質商品、外部採用耐腐蝕表面塗裝（例如，鍍鋅或塗漆）與耐腐蝕內襯保護（例如，鍍鋅）得每隔 10 年進行測試一次，而非每隔 5 年；如果依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 規定，每隔 5 年執行內部與外部目視檢查一次。每次裝填時，必須檢查鋼瓶，若呈現凹陷、腐蝕、洩漏或顯示可能弱化鋼瓶時，應該判定鋼瓶不及格。

(g)目視檢查

鋼瓶符合本節有關表格列示規格，僅限依據說明使用時，當定期檢驗到期時，必須執行完整的外部目視檢查，而非定期水壓靜態測試。必須依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 或 C-6.3 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元§171.7 節），進行妥善完整的外部目視檢查。若採用外部目視檢查而非水壓靜態測試，自首次檢查以後，後續每隔 5 年必須檢查一次。。

自 2004 年 5 月 31 日以後，僅限由擁有目前身分辨識碼(RIN)的檢驗人員進行檢查，依據§180.215 規定，紀錄結果與維護管理，包含登記檢驗日期（年份與月別）、美國運輸部(DOT)規格編號、鋼瓶身分資料（註冊商標、序號、製造日期與所有權人）、鋼瓶保護表面塗裝類型（包含說明需要再表面加工或塗裝）、各種狀況檢查（例如，洩漏、腐蝕、挖鑿、凹陷、破損、保護環或腳環損壞或火災損壞）、處置鋼瓶（送回經銷商、送回製造廠商修理或回收）。外部目視檢查鋼瓶以後，若通過時，必須依據§180.213 予以標示。依據下列表格鋼瓶規格說明，僅限依據規定使用：

鋼瓶規格	僅限使用於：
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 4AA480	無水氨，純度至少 99.95%。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 3B, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW	丁二烯(抑制的)，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3A480X, DOT 3AA, DOT 3B, DOT 4AA480, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW	環丙烷(cyclopropane)，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW, DOT 4E	氯化碳氫化合物及其混合物，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW, DOT 4E	氟化碳氫化合物及其混合物，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 3B, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW, DOT 4E	液化碳氫化合物氣體，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3A480X, DOT 3B, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW, DOT 4E	液化瓦斯符合 ASTM D 1835 液化瓦斯標準規範相關表 1 規定極限值(請參閱本單元§171.7 節)，或類似標準擁有相同極限值。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3B, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW, DOT 4E	丙炔-丙二烯(穩定的) (METHYL ACETYLENE-propadiene)，不具腐蝕性質商品。
DOT 3A, DOT 3AA, DOT 3B, DOT 4B, DOT 4BA, DOT 4BW	無水甲胺、二甲胺、三甲胺，不具腐蝕性質商品。
DOT 4B240, DOT 4BW240	乙烯亞胺(ethyleneimine)、穩定的

(h) 鋼瓶裝填無水氨

鋼瓶規格 DOT 3A, 3A480X, or 4AA480 容納無水氨，不具腐蝕性質商品，外部採用耐腐蝕表面塗裝保護（例如，塗漆）得每隔 10 年進行測試一次，而非每隔 5 年。

鋼瓶規格 DOT-8 系列

(1) 鋼瓶規格 DOT-8 系列用於輸送乙炔，必須依據美國壓縮氣體協會(CGA) 手冊 C-13 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元§171.7 節），檢驗鋼瓶外殼與通氣填料，並且依據下列進度表，進行檢驗：

鋼瓶製造日期	鋼瓶外殼檢查（目視檢查）		通氣填料檢查	
	首次	後續	首次	後續
1991 年 1 月 1 日以前	2001 年 1 月 1 日以前	10 年	2011 年 1 月 1 日以前	不需要
1991 年 1 月 1 日或以後	10 年	10 年	5 - 20 年	不需要

係指自鋼瓶製造日期當年度開始起算。

自鋼瓶製造日期開始起算，不少於 5 年，且不超過 20 年。

除非 1994 年 10 月 1 日以前依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6 或 C-6.1 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元§171.7 節）執行檢驗並予以標示，否則僅限由擁有目前身分辨識碼(RIN)的檢驗人員進行檢查乙炔鋼瓶。

若更換鋼瓶閥門，應該使用相同重量的鋼瓶閥門，否則必須調整鋼瓶皮重（tare weight）用以補償鋼瓶閥門地重量差異。

依據§180.215 規定，檢驗人員執行目視檢查或檢驗，必須紀錄檢驗結果。

依據§180.213 規定，檢驗人員執行目視檢查或檢驗，必須標示鋼瓶。

滅火器鋼瓶

僅限美國運輸部(DOT)規格做為滅火器鋼瓶，而且符合本單元§172.102(c)(1)特別條款 18，必須依據本子節(j).規定，檢驗滅火器鋼瓶。

美國運輸部(DOT)規格鋼瓶 4B, 4BA, 4B240ET or 4BW，按照下列方式，進行檢驗：

(1)鋼瓶水容量 56.7 kg (125 lb)或更少，執行體積膨脹測試（使用水套方法）或保證壓力測試，自首次測試日期之後，必須於第 12 年底執行檢驗，以後重新檢驗週期得為 12 年。

鋼瓶水容量超過 56.7 kg (125 lb)

保證壓力測試

自首次測試日期之後，必須於第 12 年底執行保證壓力測試，以後重新檢驗週期得為 7 年，或

體積膨脹測試（使用水套方法）

自首次測試日期之後，必須於第 12 年底執行體積膨脹測試，以後重新檢驗週期得為 12 年。

鋼瓶規格 DOT 3A, 3AA, or 3AL，必須執行體積膨脹測試（使用水套方法），自首次測試日期之後，必須於第 12 年底執行檢驗，以後重新檢驗週期得為 12 年。

鋼瓶規格 DOT3HT

除了本節其他規定以外，鋼瓶規格 DOT3HT 必須依據美國壓縮氣體協會(CGA) 手冊 C-8 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，*IBR*，參閱本單元§171.7 節）執行檢驗。

外國製造鋼瓶裝填物質出口檢驗

尚未依據本單元 178 節規定製造、檢驗、測試與標示的外國製鋼瓶(美國境外)，本單元§171.12(a) and 171.23(a)節 規定除外，如果符合下列規定與本單元其他規定，得於美國境內裝填瓦斯但是僅限於出口：

依據本單元程序與規定已經執行檢驗、測試與標示（標示測試年度與月份），或協會管理員已經授權裝填公司依據其他檢驗方法裝填外國製鋼瓶，與

供為運輸用途符合本單元§171.12(a)(4) or §171.23(a)(4)節規定。

鋼瓶規格 DOT-3AL 使用鋁合金 6351-T6 製造

除了依據§180.205 節規定執行定期檢驗與標示以外，必須依據下表規定非壞性檢查方法，執行檢驗與檢查鋁材 6351-T6 製造鋼瓶使用於「潛水式自給呼吸器(SCUBA)」、「自給呼吸器(SCBA)」、或氧氣供應是否發生持續負荷龜裂(sustained load cracking)。依據§180.205(i)節規定，若鋼瓶發生持續負荷龜裂並擴大至瓶頸時，必須予以回收，本條文不適用於鋼瓶裝填二氧化碳、滅火器或其他工業用氣體。

執行檢驗與測試－鋼瓶規格 DOT-3AL 使用鋁合金 6351-T6 製造。

檢驗規定	檢驗程序	如果發生持續負荷龜裂，有關回收準則	檢驗週期(年)
渦流檢查與目視檢查	依據本單元附件 C 規定執行渦流檢查；依據美國壓縮氣體協會(CGA)手冊 C-6.1 規定（美國鍋爐與散熱器製造廠商協會，IBR，參閱本單元§171.7 節），執行目視檢查。	任何瓶肩或瓶頸龜裂長度 2 個螺紋線或更大。	5

依據本單元附件 C 規定，執行渦流檢查人員必須熟悉渦流設備與必需標準化系統。

必需從鋼瓶頸內部施加渦流偵測是否發生持續負荷龜裂並擴大至瓶頸線。

67 FR 51660,(2002 年 8 月 8 日)－修正為 68 FR 24662 (修正日期 2003 年 5 月 8 日)

68 FR 55544,(2003 年 9 月 26 日)－修正為 68 FR 48572 (修正日期 2003 年 8 月 14 日)

68 FR 75764(2003 年 12 月 31 日)－修正為 70 FR 73166 (修正日期 2005 年 12 月 9 日)

71 FR 51128(2005 年 8 月 29 日)－修正為 72 FR 55696 (修正日期 2007 年 10 月 1 日)

修正備註：由於修正指示不正確，下列修正不能納入§180.209。爲了使用者方便，修正指示與內容說明如下：

有關 71 FR 54397，2006 年 9 月 14 日修正(a)(1)，如表 1（第 1 與 3 欄）：

§ 180.209 鋼瓶重新檢驗規範一般規定

表 1 鋼瓶重新檢驗規範

鋼瓶製造有關規格	最小測試壓力	檢驗週期（年）
*	* * * *	* * *
4B, 4BA, 4BW, 4B240ET	使用壓力 2 倍，除了”不會腐蝕”使用（參閱§180.209(g)）。	重新檢驗週期 5、7、10 或 12 年（參閱 §180.209 (e), (f), (j))
*	* * * *	* * *
DOT 4E	使用壓力 2 倍，除了”不會腐蝕”使用（參閱§180.209(g)）。	重新檢驗週期 5 或 7 年（參閱 §180.209 (e)）

附錄六 美國 49 CFR 第 173、177、178、179 編章標題

美國運輸槽車管理之相關規範主要規範在 CFR 49 中 Part 173 (承運商--裝運及包裝的基本規定)、Part 177 (公路運輸)、Part 178 (包裝的規定) 與 Part 179 (鐵路槽車規格)。其條文標題列示如下：

Part 173 承運商--裝運及包裝的基本規定

Subpart A 一般

- §173.1 目的與範圍 (Purpose and scope)
- §177.2 危害物質的分類以及危害分類定義的索引
(Hazardous materials classes and index to hazard class definitions)
- §173.2a 具一種以上危害物質之分類
(Classification of a material having more than one hazard)
- §173.3 包裝以及例外 (Packaging and exceptions)
- §173.4 小數量的例外 (Small quantity exceptions)
- §173.5 農業方面的工作 (Agricultural operations)
- §173.5a 油場的運輸設施以及機械取代式計量概數
(Oilfield service vehicles and mechanical displacement meter provers)
- §173.6 交易特例的物質 (Materials of trade exceptions)
- §173.7 政府的運作與物質 (Government operations and materials)
- §173.8 用於州內運輸非詳述之包裝物的例外
(Exceptions for non-specifications packagings used in intrastate transportation)
- §173.9 煙燻消毒過的運輸工具或是裝貨容器 (Transport vehicles or freight containers containing lading which has been fumigated)
- §173.10 槽體的運送 (Tank and shipments)
- §173.12 運送廢棄物質的例外 (Exceptions for shipment of waste materials)
- §173.13 第 3 類，小分類 4.1、4.2、4.3、5.1、6.3 以及第 8 類和 9 類物質的例外
(Exceptions for Class 3, Divisions 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 6.3, and Classes 8 and 9 materials)

Subpart B -危險物質運輸的準備

- §173.21 禁用物質及包裝 (Forbidden materials and packages)
- §173.22 承運商的責任 (Shipper's responsibility)
- §173.22a 使用經特許授權的包裝
(Use of packagings authorized under special permits)
- §173.23 先前經授權的包裝 (Previously authorized packaging)
- §173.24 包裝及包裝物一般規定 (General requirements for packagings and packages)

- §173.24a 小量包裝及包裝物的附加規定 (Additional general requirements for non-bulk packagings and packages)
- §173.24b 大量包裝的附加規定 (Additional general requirements for bulk packagings)
- §173.25 經授權的包裝以及外包裝 (Authorized packagings and overpacks)
- §173.26 數量限制 (Quantity limitations)
- §173.27 航空運輸的一般規定 (General requirements for transportation by aircraft)
- §173.28 包裝的再利用，修理重建，再製造
(Reuse, reconditioning and remanufacture of packagings)
- §173.29 空的包裝 (Empty packagings)
- §173.30 運輸車輛的裝載與卸載 (Loading and unloading of transport vehicles)
- §173.31 槽車的使用 (Use of tank cars)
- §173.32 使用攜帶式槽體的要求 (Requirements for the use of portable tanks)
- §173.33 車輛貨槽中的危害物質 (Hazardous materials in cargo tank motor vehicles)
- §173.35 中型散裝容器中的危害物質 (Hazardous materials in IBCs)
- §173.40 有毒物質填充於圓柱容器的一般包裝要求 (General packaging requirements for toxic materials packaged in cylinders)

Subpart C -第 1 類物質的定義，分類和包裝

- §173.50 課程 1--定義 (Class 1--Definitions)
- §173.51 授權提供以及運送爆炸物(Authorization to offer and transport explosives)
- §173.52 爆炸物質分類編碼和相容群組
(Classification codes and compatibility groups of explosives)
- §173.53 使用的條文及舊型爆裂物質分類
(Provisions for using old classifications of explosives)
- §173.54 禁用的爆炸物質 (Forbidden explosives)
- §173.56 新型爆炸物質--分級與認可的定義及程序
(New explosives--definition and procedures for classification and approval)
- §173.57 新型爆炸物質的接受標準 (Acceptance criteria for new explosives)
- §173.58 新型爆炸物質的分級與分類
(Assignment of class and division for new explosives)
- §173.59 爆炸物質的項目描述 (Description of terms for explosives)
- §173.60 爆炸物質的一般包裝規定 (General packaging requirements for explosives)
- §173.61 混合包裝的規定 (Mixed packaging requirements)
- §173.62 爆炸物質的特殊包裝規定 (Specific packaging requirements for explosives)
- §173.63 包裝例外 (Packaging exceptions)

Subpart D -第 1 和第 7 類物質以外的危險物質之定義、分類及包裝分類

- §173.115 第 2 類，小分類 2.1、2.2、2.3--定義

- (Class 2, Division 2.1, 2.2 and 2.3--Definitions)
- §173.116 第 2 類--危險區域的工作 (Class 2-- Assignment of hazard zone)
- §173.120 第 3 類--定義 (Class 3-- Definitions)
- §173.121 第 3 類--包裝類的工作 (Class 3--Assignment of packing group)
- §173.124 第 4 類，小分類 4.1，4.2，4.3--定義
(Class 4, Divisions 4.1, 4.2 and 4.3--Definitions)
- §173.125 第 4 類--包裝類的工作 (Class 3--Assignment of packing group)
- §173.127 第 5 類，小分類 5.1--定義以及包裝類的工作
(Class 5, Divisions 5.1-- Definition and assignment of packing group)
- §173.128 第 5 類，小分類 5.2--定義以及類型
(Class 5, Divisions 5.2-- Definition and types)
- §173.129 第 5 類，小分類 5.2--包裝類的工作
(Class 5, Divisions 5.2-- Assignment of packing group)
- §173.132 第 6 類，小分類 6.1--定義 (Class 6, Divisions 6.1-- Definitions)
- §173.133 小分類 6.1 物質在危險區域以及包裝類中的工作
(Assignment of packing group and hazard zones for Division 6.1 materials)
- §173.134 第 6 類，小分類 6.2--定義以及例外
(Class 6, Divisions 6.2--Definitions and exceptions)
- §173.136 第 8 類--定義 (Class 8 --Definitions)
- §173.137 第 8 類--包裝類別的分配 (Class 8-- Assignment of packing group)
- §173.140 第 9 類--定義 (Class 9 --Definitions)
- §173.141 第 9 類--包裝類別的分配 (Class 9-- Assignment of packing group)
- §173.144 其他管理物質--定義 (Other Regulated Materials(ORM)--Definitions)
- §173.145 其他管理物質--包裝類別的分配
(Other Regulated Materials-- Assignment of packing group)
- §173.150 第 3 類的例外 (易燃及可燃液體)
(Exceptions for Class 3(flammable and combustible liquids))
- §173.151 第 4 類的例外 (Exceptions for Class 4)
- §173.152 小分類 5.1(氧化劑)及小分類部 5.2(有機過氧化物)的例外
(Exceptions for Divisions 5.1 (oxidizers) and Divisions 5.2 (organic peroxides))
- §173.153 小分類 6.1(有毒物質)的例外 (Exceptions for Division 6.1 (poisonous materials))
- §173.154 第 8 類(腐蝕物質)的例外 (Exceptions for class 8 (corrosive materials))
- §173.155 第 9 類(各類危險物質)的例外
(Exceptions for class 9 (miscellaneous hazardous materials))
- §173.156 ORM 物質的例外 (Exceptions for ORM materials)
- Subpart E 第 1 類和第 7 類以外的危險物質之非大量包裝
- §173.158 硝酸 (Nitric acid)

- §173.159 蓄電池，潮濕 (Batteries, wet)
- §173.160 炸彈，煙霧，非爆裂(腐蝕) (Bombs, smoke, non-explosives(corrosive))
- §173.161 化學配件以及首要救援配件 (Chemical kits and first aid kits)
- §173.162 鎂 (Gallium)
- §173.163 氫氟化物 (Hydrogen fluoride)
- §173.164 汞(包含汞類的金屬或物品)
(Mercury(metallic and articles containing mercury))
- §173.166 安全氣囊，氣囊組件，坐椅安全帶
(Air bag inflators, air bag modules and seat-belt pretensioners)
- §173.168 化學氧氣產生器 (Chemical oxygen generators)
- §173.170 用於小型武器之黑色火藥 (black powder for small arms)
- §173.171 用於小型武器之無煙火藥 (Smokeless powder for small arms)
- §173.172 飛行液壓動力單位燃料槽 (Aircraft hydraulic power unit fuel tank)
- §173.173 塗料，塗料有關之物質，黏著劑，墨水及樹脂
(Paint, paint-related material, adhesives, ink and resins)
- §173.174 冷藏設備 (Refrigerating machines)
- §173.181 自然物質(液體) (Pyrophoric materials (liquids))
- §173.182 鉍氮化--百分之 50 或是更潮濕 (Barium azide—50 percent or more wet)
- §173.183 硝化纖維素基質薄膜 (Nitrocellulose base film)
- §173.184 公路或鐵路紅色閃光訊號 (Highway or rail fusee)
- §173.185 鋰蓄電池與電池 (Lithium batteries and cells)
- §173.186 Matches
- §173.187 自燃固體，金屬，合金，n.o.s (Pyrophoric solids, metals or alloys, n.o.s)
- §173.188 白磷或黃磷 (White or yellow phosphorus)
- §173.189 包含鈉的蓄電池或是電池
(Batteries containing sodium or cells containing sodium)
- §173.192 在危險區域 A 填充有毒氣體
(Packaging for certain toxic gases in Hazard Zone)
- §173.193 溴丙酮，溴化甲烷，硝基三氯甲烷以及溴化甲烷或是氯化甲烷混合物等
(Bromoacetone, methyl bromide, chloropicrin and methyl bromide or methyl chloride mixtures, etc)
- §173.194 氣體鑑定 (Gas identification sets)
- §173.195 氫氰酸，無水的，穩定的(氫氰酸，水溶液) (Hydrogen cyanide, anhydrous, stabilized (hydrocyanic acid, aqueous solution))
- §173.196 A 種傳染物質 (Category A infectious substances)
- §173.197 醫學廢棄物的管理 (Regulated medical waste)
- §173.198 四羰化鎳 (Nickel carbonyl)
- §173.199 B 種傳染物質 (Category B infectious substances)

- §173.201 在包裝類 I 中對於液體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for liquid hazardous materials in Packing Group I)
- §173.202 在包裝類 II 中對於液體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for liquid hazardous materials in Packing Group II)
- §173.203 在包裝類 III 中對於液體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for liquid hazardous materials in Packing Group III)
- §173.204 非散裝，非詳述的危害物質包裝
(Non-bulk, non-specification packagings for certain hazardous materials)
- §173.205 用於填裝液體危害物質的圓柱容器詳述
(Specification cylinders for liquid hazardous materials)
- §173.211 在包裝類 I 中對於固體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for solid hazardous materials in Packing Group I)
- §173.212 在包裝類 II 中對於固體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for solid hazardous materials in Packing Group II)
- §173.213 在包裝類 III 中對於固體危害物質的小量包裝
(Non-bulk packagings for solid hazardous materials in Packing Group III)
- §173.214 需要相關管理員核准的包裝
(Packagings which require approval by the Associate Administrator)
- §173.216 藍，棕或白色石綿 (Asbestos, blue, brown or white)
- §173.217 二氧化碳，固體(乾冰) (Carbon dioxide, solid (dry ice))
- §173.218 魚粉或是魚渣 (Fish meal or fish scrap)
- §173.219 救生裝置 (Life-saving appliances)
- §173.220 內燃機，機動式運輸工具，包含內燃機的機械設備，以及電動運輸設備
(Internal combustion engines, self-propelled vehicles, mechanical equipment containing internal combustion engines, and battery powered vehicles or equipment)
- §173.221 聚合珠，可擴大及塑製的化合物
(Polymeric beads, expandable and Plastic molding compound)
- §173.222 機械或是裝置中的危險貨品 (Dangerous goods in machinery or apparatus)
- §173.223 二甲苯麝香 (Musk xylene)
- §173.224 對自發反應物質的包裝、控管、及危險溫度 (Packaging and control and emergency temperatures for self-reactive materials)
- §173.225 對有機過氧化物的包裝規定以及其他防備
(Packaging requirements and other provisions for organic peroxides)
- §173.226 有毒物質的吸入，小分類 6.1，包裝類 I，危險區域 A (Materials poisonous by inhalation, Division 6.1, Packing Group I, Hazard Zone A)
- §173.227 有毒物質的吸入，小分類 6.1，包裝類 I，危險區域 B (Materials poisonous by inhalation, Division 6.1, Packing Group I, Hazard Zone B)

- §173.228 五氟化溴或是三氟化溴 (Bromine pentafluoride or bromine trifluoride)
- §173.229 氯酸水溶液或是二氧化氯水合物(冷凍) (Chloric acid solution or chlorine dioxide hydrate, frozen)
- §173.230 包含可燃液體的燃料電池裝置
(Fuel cell cartridges containing flammable liquids)

Subpart F -第 1 類和第 7 類以外的危險物質之大量包裝

- §173.240 低危險固體物質的大量包裝
(Bulk packaging for certain low hazard solid materials)
- §173.241 低危險液體或是固體物質的大量包裝
(Bulk packagings for certain low hazard liquid and solid materials)
- §173.242 中度危險液體或是固體物質的大量包裝，包含具有兩種危險性質的固體
(Bulk packagings for certain medium hazard liquids and solids, including solids with dual hazards.)
- §173.243 高危險液體物質的大量包裝以及呈現中等危險具具有兩種危險性質的固體
(Bulk packaging for certain high hazard liquids and dual hazard materials which pose a moderate hazard.)
- §173.244 自燃液體的大量包裝(小分類 4.2)，潮濕物質的危險性(小分類 4.3)以及有毒液體的吸入(小分類 6.1) (Bulk packaging for certain pyrophoric liquids (Division 4.2), dangerous when wet (Division 4.3) materials, and poisonous liquids with inhalation hazards (Division 6.1))
- §173.245 劇毒物質的大量包裝，例如有毒氣體 (小分類 2.3) (Bulk packaging for extremely hazardous materials such as poisonous gases (Division 2.3).)
- §173.247 高溫物質的大量包裝
(Bulk packaging for certain elevated temperature materials)
- §173.249 溴 (Bromine)

Subpart G-氣體、準備及包裝

- §173.301 在圓柱容器中裝載壓縮氣體以及其他危害物質的一般規定，聯合壓縮容器以及球面壓縮容器(General requirements for shipment of compressed gases and other hazardous materials in cylinders, UN pressure receptacles and spherical pressure vessels.)
- §173.301a 圓柱特定容器裝運的額外一般規定
(Additional general requirements for shipment of specification cylinders)
- §173.30b 聯合壓縮容器規格裝運的額外一般規定
(Additional general requirements for shipment of UN pressure receptacles)

- §173.302 填充非液化(固定)壓縮氣體的圓柱容器
(Filling of cylinders with nonliquefied (permanent) compressed gases)
- §173.302a 裝運非液化(固定)壓縮氣體在特定圓柱容器的額外規定 (Additional requirements for shipment of nonliquefied (permanent) compressed gases in specification cylinders.)
- §173.302b 裝運非液化(固定)壓縮氣體在聯合壓縮容器的額外規定 (Additional requirements for shipment of non-liquefied (permanent) compressed gases in UN pressure receptacles)
- §173.303 壓縮氣體在溶液中(乙炔)的圓柱容器
(Charging of cylinders with compressed gas in solution (acetylene))
- §173.304 填充液化壓縮氣體的圓柱容器
(Filling of cylinders with liquefied compressed gases)
- §173.304a 裝運液化壓縮氣體在特定圓柱容器的額外規定 (Additional requirements for shipment of liquefied compressed gases in specification cylinders)
- §173.304b 裝運液化壓縮氣體在聯合壓縮容器的額外規定 (Additional requirements for shipment of liquefied compressed gases in UN pressure receptacles.)
- §173.305 填裝混合壓縮氣體以及其他物質的圓柱容器 (Charging of cylinders with a mixture of compressed gas and other material)
- §173.306 限量的壓縮氣體 (Limited quantities of compressed gases)
- §173.307 壓縮氣體的例外 (Exceptions for compressed gases)
- §173.308 點火器 (Lighters)
- §173.309 滅火器 (Fire extinguishers)
- §173.312 多單元氣體容器裝運的規定 (Requirements for shipment of MEGCs)
- §173.313 用於填裝液相壓縮氣體的聯合攜帶式儲存槽
(UN Portable Tank Table for Liquefied Compressed Gases)
- §173.314 儲存於槽車以及複合式槽車的壓縮氣體
(Compressed gases in tank cars and multi-unit tank cars)
- §173.315 儲存於貨槽以及攜帶式槽體的壓縮氣體
(Compressed gases in cargo tanks and portable tanks)
- §173.316 儲存於圓柱容器的低溫液體 (Cryogenic liquids in cylinders)
- §173.318 儲存於貨槽的低溫液體 (Cryogenic liquids in cargo tanks.)
- §173.319 儲存於槽車的低溫液體 (Cryogenic liquids in tank cars)
- §173.320 低溫液體；例外 (Cryogenic liquids; exceptions)
- §173.321 乙胺 (Ethylamine)
- §173.322 氯乙烷 (Ethyl chloride)
- §173.323 環氧乙烷 (Ethylene oxide)
- §173.334 有機磷酸鹽與壓縮氣體混合 (Organic phosphates mixed with compressed gas)
- §173.335 氣體製造設備 (Gas generator assemblies)

- §173.336 二氧化氮，液化或是四氧化二氮，液化
- §173.337 一氧化氮 (Nitric oxide)
- §173.338 六氟化鎢 (Tungsten hexafluoride)
- §173.340 催淚瓦斯裝置 (Tear gas devices)

Subpart H 【保留】

Subpart I -第 7 類（放射性）物質

- §173.401 範圍 (Scope)
- §173.403 定義 (Definitions)
- §173.410 一般設計的規範 (General design requirements)
- §173.411 工業包裝 (Industrial packagings)
- §173.412 型式 A 包裝的額外設計規定
(Additional design requirements for Type A packages)
- §173.413 型式 B 包裝的規定 (Requirements for Type B packages)
- §173.415 經授權的形式 A 包裝 (Authorized Type A packages)
- §173.416 經授權的形式 B 包裝 (Authorized Type B packages)
- §173.417 經授權的易裂物質包裝 (Authorized fissile materials packages)
- §173.418 經授權的包裝--自燃 7 級(放射性)物質 (Authorized packages--pyrophoric Class 7 (radioactive) materials)
- §173.419 經授權的包裝--氧化 7 級(放射性)物質 Authorized packages--oxidizing Class 7 (radioactive) materials
- §173.420 六氟化鈾(易裂，除易裂之外以及不易裂)
(Uranium hexafluoride (fissile, fissile excepted and non-fissile))
- §173.421 限量七級(放射性)物質的例外包裝
(Excepted packages for limited quantities of Class 7 (radioactive) materials)
- §173.422 包含七級(放射)物質例外包裝的額外規定 (Additional requirements for excepted packages containing Class 7 (radioactive) materials.)
- §173.423 複合危險限量 7 級(放射)物質的規定 (Requirements for multiple hazard limited quantity Class 7 (radioactive) materials)
- §173.424 對於放射性設備及物品的例外包裝
(Excepted packages for radioactive instruments and articles)
- §173.425 活性極限表--例外數量及商品
(Table of activity limits--excepted quantities and articles.)
- §173.426 對於商品包含自然鈾或鈷的例外包裝
(Excepted packages for articles containing natural uranium or thorium.)
- §173.427 對於的低特定活性(LSA)7 級(放射性)物質以及被毒化表面物體的運輸規定

- (Transport requirements for low specific activity (LSA) Class 7 (radioactive) materials and surface contaminated objects (SCO).)
- §173.428 無 7 級(放射)物質的包裝 (Empty Class 7 (radioactive) materials packaging)
- §173.431 形式 A 以及形式 B 包裝的活性限制
(Activity limits for Type A and Type B packages)
- §173.433 測定基本放射值以及在裝運文件與商標上放射性核素列表的規定
(Requirements for determining basic radionuclide values, and for the listing of radionuclides on shipping papers and labels.)
- §173.434 鈾以及自然鈾的活性質量關係
(Activity-mass relationships for uranium and natural thorium.)
- §173.435 表 A&bdi1；以及 A&bdi2；放射性核素值 (Table of A&bdi1; and A&bdi2; values for radionuclides.)
- §173.436 對於放射性核種避免物質的活性濃度以及運送活性限制
(Exempt material activity concentrations and exempt consignment activity limits for radionuclides.)
- §173.441 放射等級的極限以及特定的使用條款
(Radiation level limitations and exclusive use provisions.)
- §173.442 熱力限制 (Thermal limitations)
- §173.443 污染控制 (Contamination control.)
- §173.447 運輸上使用的儲存容器--一般的規定
(Storage incident to transportation--general requirements)
- §173.448 一般運輸的規定 (General transportation requirements.)
- §173.453 裂變物質--例外 (Fissile materials--xceptions)
- §173.457 裂變物質包裝的運送--特殊規定
(Transportation of fissile material packages--specific requirements)
- §173.459 易裂物質包裝與非裂變或是特殊裂變的包裝混裝 (Mixing of fissile material packages with non-fissile or fissile-excepted material packages.)
- §173.461 測試的證明遵循 Demonstration of compliance with tests
- §173.462 測試用樣品的準備 (Preparation of specimens for testing.)
- §173.465 形式 A 包裝的測試 (Type A packaging tests)
- §173.466 設計給液體以及氣體形式 A 包裝的額外測試
(Additional tests for Type A packagings designed for liquids and gases.)
- §173.467 測試證明形式 B 的能力以及易裂物質包裝在運輸中發生事故狀況時的抵抗
(Tests for demonstrating the ability of Type B and fissile materials packagings to withstand accident conditions in transportation.)
- §173.468 LSA-III 材質的測試 (Test for LSA-III material)
- §173.469 特殊形式的七級(放射)物質的測試
(Tests for special form Class 7 (radioactive) materials.)

- §173.471 美國核子管制委員會核准包裝的規定 (Requirements for U.S. Nuclear Regulatory Commission approved packages.)
- §173.472 DOT 特殊形式 B 以及裂變包裝運送的規定
(Requirements for exporting DOT Specification Type B and fissile packages)
- §173.473 國外製造包裝的規定 (Requirements for foreign-made packages.)
- §173.474 製作包裝的品質控制 (Quality control for construction of packaging)
- §173.475 每一個七級(放射性)物質運送上品質控制的規定 (Quality control requirements prior to each shipment of Class 7 (radioactive) materials)
- §173.476 特殊形式的七級(放射)物質的核准
(Approval of special form Class 7 (radioactive) materials)
- §173.477 大於 0.1 公斤非裂變或是特殊裂變六氟化鈾包裝的核准
(Approval of packagings containing greater than 0.1 kg of non-fissile or fissile-excepted uranium hexafluoride)

=====

Part 177 公路運輸

Subpart A—一般資料及規則

- §177.800 此部分的目的與範圍以及服從和訓練的責任
(Purpose and scope of this part and responsibility for compliance and training)
- §177.801 危害物質的裝運 (Unacceptable hazardous materials shipments)
- §177.802 檢驗 (Inspection)
- §177.804 聯邦公路運輸安全規則的遵從
(Compliance with Federal Motor Carrier Safety Regulations)
- §177.810 車輛隧道 (Vehicular tunnels)
- §177.816 駕駛員的訓練 (Driver training)
- §177.817 運輸證件文件 (Shipping papers)
- §177.823 車輛運輸工具在危及狀況下的應變處理
(Movement of motor vehicles in emergency situations)

Subpart B – 裝貨及卸貨

- §177.834 一般的要求規定 (General requirements)
- §177.835 第 1 類物質 (Class 1 materials)
- §177.837 第 3 類物質(Class 3 materials)
- §177.838 第 4 類 (可燃固體)物質，第 5 類(易氧化)物質以及小分類 4.2(易自燃液體)物質 (Class 4(flammable solid) materials, Class 5 (oxidizing) materials, and Division 4.2 (pyroforic liquid) materials)
- §177.839 第 8 類(腐蝕性)物質 (Class 8 (corrosive) materials)

- §177.840 第2類(氣體)物質 (Class 2 (gases) materials)
- §177.841 小分類 6.1 以及小分類 2.3 的物質 (Division 6.1 and Division 2.3 materials)
- §177.842 第7類(放射性)物質 (Class 7 (radioactive) material)
- §177.843 車輛的污染 (Contamination of vehicles)
- §177.848 危害物質的隔離 (Segregation of hazardous materials)
- §177.854 損壞的車輛以及破損或洩漏的包裝物；修復
(Disabled vehicles and broken or leaking packages; repairs)
- §177.870 載送乘客車輛的規定 (Regulations for passenger carrying vehicles)

Subpart C –危害物質的隔離和分離圖表

- §177.848 危害物質的隔離 (Segregation of hazardous materials)

Subpart D –車輛和貨物的運輸；意外

- §177.854 損壞的車輛以及破損或洩漏的包裝物；修復
(Disabled vehicles and broken or leaking packages; repairs)

Subpart E – 適用於有害物質對機動車輛的載有乘客的出租車

- §177.870 承載乘客車輛的規定 (Regulations for passenger carrying vehicles)

=====
Part 178 包裝的規定

- §178.1 目的與範圍 (Purpose and scope)
- §178.2 適用性與職責 (Applicability and responsibility)
- §178.3 包裝物的標記 (Marking of packagings)

Subpart A [保留]

Subpart B 容器內部的規定(Specifications for inside containers,and linings)

- §178.33 規格 2P；內部不可再填充之金屬容器
(Specification 2P;inner nonrefillable metal)
- §178.33-1 遵循法規 (Compliance)
- §178.33-2 種類及大小 (Type and size)
- §178.33-3 檢查 (Inspection)
- §178.33-4 檢查員的職責 (Duties of inspector)
- §178.33-5 材質 (Material)
- §178.33-6 製造 (Manufacture)
- §178.33-7 壁厚 (Wall thickness)
- §178.33-8 測試 (Tests)

- §178.33-9 標記 (Marking)
- §178.33a 規格 2Q；內部不可再填充之金屬容器
(Specification 2Q; inner nonrefillable metal)
- §178.33a-1 遵循法規 (Compliance)
- §178.33a-2 種類及大小 (Type and size)
- §178.33a-3 檢查 (Inspection)
- §178.33a-4 檢查員的職責 (Duties of inspector)
- §178.33a-5 材質 (Material)
- §178.33a-6 製造 (Manufacture)
- §178.33a-7 壁厚 (Wall thickness)
- §178.33a-8 測試 (Tests)
- §178.33a-9 標記 (Marking)

Subpart C 圓柱容器(或長管容器)的規定 (Specifications for Cylinders)

- §178.35 圓柱容器的一般規定 (General requirements for specification cylindes)
- §178.36 規格 3A 及 3AX 之無縫鋼瓶
(Specification 3A and 3AX seamless steel cyclinders)
- §178.37 規格 3AA 及 3AAX 之無縫鋼瓶
(Specification 3AA and 3AAX seamless steel cyclinders)
- §178.38 規格 3B 之無縫鋼瓶 (Specification 3B seamless steel cylinders)
- §178.39 規格 3BN 之無縫圓柱鎳桶 (Specification 3BN seamless nickel cylinders)
- §178.42 規格 3E 之無縫鋼瓶 (Specification 3E seamless steel cylinders)
- §178.44 規格 3HT 之用於航空的無縫鋼瓶
(Specification 3HT seamless steel cylinders for aircraft use)
- §178.45 規格 3T 之無縫鋼瓶 (Specification 3T seamless steel cylinder)
- §178.46 規格 3AL 之無縫鋁瓶 (Specification 3AL seamless aluminum cylinder)
- §178.47 規格 4DS 之用於航空的不鏽鋼熔接鋼瓶
(Specification 4DS welded stainless steel cylinders for aircraft use)
- §178.50 規格 4B 之熔接或銅鋅合金焊接鋼瓶
(Specification 4B welded or brazed steel cylinders)
- §178.51 規格 4BA 之熔接或銅鋅合金焊接鋼瓶
(Specification 4BA welded or brazed steel cylinders)
- §178.53 規格 4D 之用於航空的熔接鋼瓶
(Specification 4D welded steel cylinders for aircraft use)
- §178.55 規格 4B240ET 之熔接或銅鋅合金焊接瓶
(Specification 4B240ET welded or brazed cylinders)
- §178.56 規格 4AA480 之熔接鋼瓶 (Specification 4AA480 welded steel cylinders)
- §178.57 規格 4L 之絕熱熔接瓶

- (Specification 4L welded steel cylinders)
- §178.58 規格 4DA 之用於航空的熔接鋼瓶
(Specification 4DA welded steel cylinders for aircraft use)
- §178.59 規格 8 之乙炔用多孔填充式的鋼瓶
(Specification 8 steel cylinders with porous fillings for acetylene)
- §178.60 規格 8AL 之乙炔用多孔填充式的鋼瓶
(Specification 8AL steel cylinders with porous fillings for acetylene)
- §178.61 規格 4BW 之電弧縱向縫接的熔接鋼瓶 (Specification 4BW welded steel cylinders with electric-arc welded longitudinal seam)
- §178.65 規格 39 之不可再利用瓶 (Specification 39 non-reusable cylinders)
- §178.68 規格 4E 之熔接鋁瓶 (Specification 4E welded aluminum cylinder)
- §178.69 UN 壓力容器製造業的責任及規範 (Responsibilities and requirements for manufactures of UN pressure receptacles)
- §178.70 UN 壓力容器的核准 (Approval of UN pressure receptacles)
- §178.71 UN 壓力容器的規格 (Specification for UN pressure receptacles)
- §178.74 多單元氣體容器的核准 (Approval of MEGCs)
- §178.75 多單元氣體容器的規範 (Specification of MEGCs)

Appendix Appendix A to Subpart C of Part 178--圓桶拉伸樣品

Subpart D–G [保留]

Subpart H 移動式槽體的規定 (Specifications for portable tanks)

- §178.251-- [保留]
- 178.253-5
- §178.255 規格 60；移動式鋼槽 (Specification 60; steel portable tanks)
- §178.255-1 一般規定 (General requirements)
- §178.255-2 材質 (Material)
- §178.255-3 膨脹圓頂蓋 (Expansion domes)
- §178.255-4 人孔蓋及圓頂蓋的關閉 (Closures for manholes and domes)
- §178.255-5 底部排放口 (Bottom discharge outlets)
- §178.255-6 裝載與卸載的附加物件 (Loading and unloading accessories)
- §178.255-7 安全閥及附加物件 (Protection of valves and accessories)
- §178.255-8 安全裝置 (Safety devices)
- §178.255-9 區劃 (Compartments)
- §178.255-10 內層 (Lining)
- §178.255-11 槽體底座 (Tank mountings)
- §178.255-12 壓力測試 (Pressure test)

- §178.255-13 槽體的修護 (Repair of tanks)
- §178.255-14 標記 (Marking)
- §178.255-15 報告書 (Report)
- §178.273 UN 移動式槽體規範的核准
(Approval of Specification UN portable tanks)
- §178.274 UN 移動式槽體的規範 (Specification for UN portable tanks)
- §178.275 用來運輸固液態危險物質的 UN 移動式槽體之規範
(Specification for UN Portable Tanks intended for the transportation of liquid and solid hazardous materials)
- §178.276 運輸非冷藏液化壓縮氣體的移動式槽體在設計、建造、檢查、測試上的規定
(Requirements for design, construction, inspection and testing of portable tanks intended for the transportation of non-refrigerated liquefied compressed gases)
- §178.277 運輸冷藏式液化壓縮氣體的移動式槽體在設計、建造、檢查、測試上的規定
(Requirements for design, construction, inspection and testing of portable tanks intended for the transportation of refrigerated liquefied compressed gases)

Subpart I [保留]

Subpart J -- 汽車運輸用容器的規範 (Specifications for containers for motor vehicle transportation)

§178.318 ~ §178.348-5

Subpart K 第 7 類(放射性物質)材料包裝的規範(Specifications for packagings for class7 [Radioactive])

§178.350 ~ §178.360-4

Subpart L 小量績效導向的標準 (Non-bulk performance-oriented packaging standards)

§178.500 ~ §178.523

Subpart M 小量包裝及包裹的測試 (Testing of Non-bulk packagings and packages)

§178.600 ~ §178.609

Subpart N 中型容器績效導向的標準 (IBC performance-oriented standards)

§178.700 ~ §178.710

Subpart O 中型容器的測試 (Testing of IBCS)

§178.800 ~ §178.819

Part 179 鐵路槽車規格

Subpart A—介紹、核准和報告

- § 179.1 一般。
- § 179.2 定義和縮寫。
- § 179.3 安全批准程序。
- § 179.4 槽車規格的更改。
- § 179.5 建造證書。
- § 179.6 維修和改建。
- § 179.7 品質保證計劃。

Subpart B —一般設計要求

- § 179.10 槽車架設。
- § 179.11 焊接證明。
- § 179.12 內部加熱器系統。
- § 179.13 槽車容量和總重量限制。
- § 179.14 立式連結限制系統。
- § 179.15 釋壓裝置。
- § 179.16 罐車前端抗穿刺性系統。
- § 179.18 熱保護系統。
- § 179.20 維修設備；保護系統。
- § 179.22 標記。

Subpart C – 槽車壓力規格

- § 179.100 一般壓力槽車罐體規格。
- § 179.100-1 建造槽車應符合 179.100、179.101 要求，如適用，符合 179.102 和 179.103。
- § 179.100-3 類型。
- § 179.100-4 絕緣。
- § 179.100-6 厚度。
- § 179.100-7 材料。
- § 179.100-8 槽車前端。
- § 179.100-9 焊接。
- § 179.100-10 焊後熱處理。

- § 179.100-12 礦工專用坑道噴嘴，掩護和保護外罩。
- § 179.100-13 漏孔，裝卸閥門，測量和取樣裝置。
- § 179.100-14 底孔。
- § 179.100-16 附件。
- § 179.100-17 開口的封閉(closures for openings)。
- § 179.100-18 槽體測試。
- § 179.100-19 安全釋壓閥測試。
- § 179.100-20 沖壓。
- § 179.101 適用於壓力罐車的個別規格要求。
- § 179.101-1 個別規格要求。
- § 179.102 壓力罐車罐體的特殊要求。
- § 179.102-1 二氧化碳，冷凍液體。
- § 179.102-2 氯氣。
- § 179.102-4 乙烯基氟化物，穩定化。
- § 179.102-17 氯化氫，冷藏液體。
- § 179.103 第 114a 類罐車的特殊規定。
- § 179.103-1 類型。
- § 179.103-2 礦工專用坑道涵蓋的範圍。
- § 179.103-3 漏孔，裝卸閥門，測量和取樣裝置。
- § 179.103-4 安全降壓裝置和壓力監控系統。
- § 179.103-5 底孔。

Subpart D–非壓力罐車規格（DOT- 111AW 和 115AW 類）

- § 179.200 適用非壓力罐車之一般規格（法規 111 號）。
- § 179.200-1 槽車建造規格必須滿足的要求§ § 179.200，179.201。
- § 179.200-3 類型。
- § 179.200-4 絕緣。
- § 179.200-6 厚度。
- § 179.200-7 材料。
- § 179.200-8 槽車前端。
- § 179.200-9 分隔的槽體。
- § 179.200-10 焊接。
- § 179.200-11 焊後熱處理。
- § 179.200-13 礦工專用坑道圈或凸緣，壓力釋放裝置凸緣，底孔噴嘴凸緣，底部的沖蝕噴嘴凸緣其它附件和挖掘。
- § 179.200-14 擴展能力。
- § 179.200-15 禁止礦工專用坑道。
- § 179.200-16 計量裝置，頂端裝卸載裝置，通風和空氣進氣口設備。

- § 179.200-17 底孔。
- § 179.200-19 在使用時和附加物強化其它方法的明確說明。
- § 179.200-21 禁止開口。
- § 179.200-22 槽車測試。
- § 179.200-23 測試壓力紓緩閥。
- § 179.200-24 沖壓。
- § 179.201 適用於非壓力槽車的個別規格要求。
- § 179.201-1 個別規格要求。
- § 179.201-2 [保留]
- § 179.201-3 有內襯的槽車。
- § 179.201-4 材料。
- § 179.201-5 焊接後熱處理和腐蝕阻力。
- § 179.201-6 礦工專用坑道和礦工專用坑道關閉。
- § 179.201-8 取樣裝置和溫度計。
- § 179.201-9 測量裝置。
- § 179.201-10 水容量的標記。
- § 179.201-11 絕緣。
- § 179.202 – 179.202 – 22 [保留]
- § 179.220 一般規格適用非壓力槽車構成貨櫃內支持一個外殼（法規 DOT.115）。
- § 179.220-1 槽車建造規格必須滿足的要求§ 179.220 和 179.221。
- § 179.220-3 類型。
- § 179.220-4 絕緣。
- § 179.220-6 厚度板。
- § 179.220-7 材料。
- § 179.220-8 槽車前端。
- § 179.220-9 槽車分隔。
- § 179.220-10 焊接。
- § 179.220-11 焊接後熱處理。
- § 179.220-13 礦工專用道內部噴嘴和涵蓋的範圍。
- § 179.220-14 槽車開口。
- § 179.220-15 內部的支持系統。
- § 179.220-16 膨脹容量。
- § 179.220-17 計量裝置，頂端裝卸載裝置，通風和空氣進氣口設備。
- § 179.220-18 底孔。
- § 179.220-20 在使用時和附加物不同強化的說明。
- § 179.220-22 封閉開口。
- § 179.220-23 槽車測試。

- § 179.220-24 測試壓力紓緩閥。
- § 179.220-25 沖壓。
- § 179.220-26 製版。
- § 179.221 適用於槽體規格個別要求構成一個貨櫃支撐一個外殼。
- § 179.221-1 個別規格要求。
- subpart-E 多元槽車規格（法規 106 和 110 ）
- § 179.300 從汽車結構的填充和排空設計一般規格適用多單位槽車（法規 106 和 110 ）。
- § 179.300-1 槽車建造規格應符合要求§ 179.300 ， § 179.301 和適用時， § 179.302 。
- § 179.300-3 類型和一般要求。
- § 179.300-4 絕緣。
- § 179.300-6 厚度。
- § 179.300-7 材料。
- § 179.300-8 槽車前端。
- § 179.300-9 焊接。
- § 179.300-10 焊接後熱處理。
- § 179.300-12 保護裝置。
- § 179.300-13 漏孔，裝卸閥門。
- § 179.300-14 附件無不同說明書。
- § 179.300-15 降壓裝置。
- § 179.300-16 槽車測試。
- § 179.300-17 試驗壓力降壓裝置。
- § 179.300-18 沖壓。
- § 179.300-19 檢查。
- § 179.300-20 報告。
- § 179.301 個別規格要求多單位槽車。
- § 179.302 [保留]
- subpart F – 低溫液體槽車和無縫鋼瓶槽車之規格（制度 113 號和 107 號 ）
- § 179.400 適用低溫液體槽車之一般規格。
- § 179.400-1 一般。
- § 179.400-3 類型。
- § 179.400-4 保溫系統和性能標準。
- § 179.400-5 材料。
- § 179.400-6 爆破和屈曲壓力。
- § 179.400-7 槽車前端。
- § 179.400-8 厚度。
- § 179.400-9 加硬環。

- § 179.400-10 水池或虹吸式碗。
- § 179.400-11 焊接。
- § 179.400-12 焊接後熱處理。
- § 179.400-13 槽車支撐系統。
- § 179.400-14 清洗槽車內部。
- § 179.400-15 放射線透視。
- § 179.400-16 進入槽車內部。
- § 179.400-17 槽車內部智慧管線。
- § 179.400-18 槽車內部的試驗。
- § 179.400-19 閥門。
- § 179.400-20 降壓裝置。
- § 179.400-21 紓緩壓力閥之考驗。
- § 179.400-22 外殼之保護。
- § 179.400-23 作業指導書。
- § 179.400-24 沖壓。
- § 179.400-25 製版。
- § 179.401 適用於低溫液體槽車內部儲存箱的個別規格要求。
- § 179.401-1 個別規格要求。

- § 179.500 規格 107 * * * * 無縫鋼瓶槽車。
- § 179.500-1 槽車建造應符合的要求規格§ 179.500。
- § 179.500-3 類型和一般要求。
- § 179.500-4 壁的厚度。
- § 179.500-5 材料。
- § 179.500-6 熱處理。
- § 179.500-7 物理測試。
- § 179.500-8 槽車開口。
- § 179.500-10 保護外罩。
- § 179.500-11 起卸閥。
- § 179.500-12 降壓裝置。
- § 179.500-13 固定裝置。
- § 179.500-14 槽車測試。
- § 179.500-15 測試中，槽車裝卸之缺點。
- § 179.500-16 試驗壓力降壓裝置。
- § 179.500-17 標記。
- § 179.500-18 檢查和報告。

英美日等國運輸槽車管理制度評估

著（編、譯）者：張承明

出版機關：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

221 台北縣汐止市橫科路 407 巷 99 號

電話：02-26607600 <http://www.iosh.gov.tw/>

出版年月：中華民國 98 年 3 月

版（刷）次：1 版 1 刷

定價：150 元

展售處：

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話：04-22260330

國家書店

台北市松江路 209 號 1 樓

電話：02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」，網址為 <http://www.iosh.gov.tw/>。
- 本所保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所同意或書面授權。

【版權所有，翻印必究】

GPN: 1009800913