



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

工程質量保證計劃及程序

燃氣系統工程

工程質量保證計劃及程序

燃氣系統工程

一、 通則及適用範圍

本節內容適用於燃氣系統工程的質量控制工作，以保證工程的質量、確保燃氣系統工程的安全及可靠性，內容適用於燃氣系統工程氣管安裝、防腐及系統測試。燃氣包括石油氣（包括液化石油氣、丙烷或丁烷等）和天然氣，根據澳門特別行政區行政法規規定，燃氣系統工程基本上可以分為三部份：

(1) 儲存系統，包括儲存燃氣及石油氣的容器站，其每一容器最大容積為 200 立方米，或儲氣罐站，其每一儲氣罐最大容積為 150 公升，並包括那些連接至供氣控制閥前的土建、設備、管道及配件部分。(2) 供氣系統，包括從供氣控制閥連接至建築物供氣總截流裝置之間的所有設備、管道及配件部分，其最大的工作壓力為 4 巴。(3) 裝置系統，包括從建築物的供氣總截流裝置連接至每一燃氣設備的截流閥之間的所有設備、管道及配件部分。

各方面的基本要求均需要符合技術規格/承攬規則與相關標準、法規的要求。如設計單位沒有特別指明有關設計要求，建議以國家或國際標準作為參考。

二、 工程質量保證文件之要求

燃氣系統工程於各施工階段，承建單位需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

施工前階段

- ✓ 供氣系統及裝置系統
 - 澳門土地工務局相關專業範疇的註冊工程師的責任聲明書
 - 所有技術文件需由澳門土地工務局相關專業範疇的註冊工程師簽署
 - 深化設計及大樣圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）
 - 設計及大樣圖則需要包括以下資料：
 - 設計、土建、設備佈置
 - 設備、材料規格、管道及配件
 - 施工、焊接及檢測要求
 - 工作壓力和最大流量流程圖
 - 管道尺寸計算書



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

- 材料、設備資料及相關的質量證明文件
 - 管材、焊接或釐焊填充材料等材料之出廠質量證明文件
 - 轉換裝置、汽化爐、及各級壓力調節器等設備之出廠質量證明文件
- 燃氣系統工程的總體施工方案，包括：
 - 安裝方法
 - 防腐方法
 - 測試方法
- 現場安裝、防腐及系統測試各工序的詳細檢測計劃
- 由第三方焊接檢驗機構發出符合 **API 1104** 或其他在技術上相等的標準的焊接工藝規程 **WPS**、焊接工藝評定記錄 **WPQR** 及焊工資格證書 **WQ**
- 第三方檢測機構及非破壞性測試人員的資質證明文件
- ✓ 儲存系統（容器站之容器）
 - 深化設計及大樣圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）
 - 容器及支撐裝置計算書
 - 設計及生產圖則
 - 材料規格
 - 焊接、熱處理（如適用）
 - 檢測計劃及要求
 - 生產文件
 - 材料及焊接填充材料的質量證明文件
 - 由第三方焊接檢驗機構發出符合 **API 1104** 或其他在技術上相等的標準的焊接工藝規程 **WPS**、焊接工藝評定記錄 **WPQR** 及焊工資格證書 **WQ**
 - 第三方檢測機構及非破壞性測試人員的資質證明文件
- ✓ 燃氣報警系統（如適用）
 - 深化設計及大樣圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）
 - 系統圖則
 - 材料規格
 - 檢測計劃及要求
- ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格送審，送審內容包括但不限於：
 - 各專業及其子系統設備數量清單、自檢計劃安排、自檢內容及檢測表格、第三方測試單位資質及表格及抽檢數量及比例（如適用）

備註：

為了進一步保證質量，所提供測試報告的測試標準需為現行適用版本，且自報告簽發起計不多於 5 年。



工程施工階段

- ✓ 材料進場記錄，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱；
- ✓ 熱處理報告（如適用）；
- ✓ 管道第三方機械強度及化學分析測試抽檢報告；
- ✓ 安裝尺寸自檢記錄（儲存系統適用）；
- ✓ 管道吹掃自檢記錄；
- ✓ 第三方安全閥校驗報告（如適用）；
- ✓ 接地電阻自檢記錄；
- ✓ 焊縫目視檢查自檢記錄；
- ✓ 第三方非破壞性測試報告；
- ✓ 防腐塗層厚度自檢記錄；
- ✓ 管道防腐粘附層粘結力及連續性測試（如適用）；

竣工驗收階段

- ✓ 竣工圖；
- ✓ 隱蔽工程驗收記錄；
- ✓ 維修保養手冊；
- ✓ 機械強度測試自檢記錄；
- ✓ 無洩漏測試自檢記錄；
- ✓ 管道氮封自檢記錄（如適用）；
- ✓ 燃氣報警系統自檢記錄（如適用）；
- ✓ 自檢記錄內容需包含：檢測日期、檢測位置及編號、檢測參數、檢測合格標準、檢測結果、澳門註冊工程師署名欄等資料。

備註：

1. 監理單位及質量控制單位在審閱相關的檢查及測試記錄後，如對其質量有懷疑或存在未能確定的情況下，可按實際情況要求承建單位進行第三方抽樣檢測以保證質量符合要求。

三、 檢查、測試及驗收工作

燃氣系統工程中，所有檢查工作需使用合適及具有效校準證書的檢查設備，並由承建單位的具資格專業人士進行，如需提交檢查記錄供審閱，則有關記錄需由相關範疇的澳門註冊工程師簽署確認（備註中指定由澳門工務部門認可的第三方檢驗單位進行除外），檢查工作可歸納於下表：

燃氣系統工程檢查項目表							
檢查項目	檢查目的	材料控制	施工控制	檢查頻率	參考標準要求	合格準則	備註
管道連接	管道及組件材質	✓	---	全數檢查及抽樣測試 ^②	a, b, c	a, b, c	抽檢由第三方檢驗單位進行
	緊固件	✓	---	全數檢查	a, b, c	a, b, c	---
	閘門、儀器儀錶	✓	---	全數檢查	a, b, c	a, b, c	---
	安全閘校驗	✓	---	全數檢查	a, b, c	a, b, c	校驗由第三方檢驗單位進行
	焊接工藝評定記錄 WPQR 焊接工藝規程 WPS	---	✓	全數檢查	a, c API 1104 [8] AWS B2.4 [19]	a, c API 1104 [8] AWS B2.4 [19]	由第三方焊接檢驗機構進行
	焊工證書 WQ	---	✓	全數檢查	a, c API 1104 [8] AWS B2.4 [19]	a, c API 1104 [8] AWS B2.4 [19]	由第三方焊接檢驗機構進行
	焊接材料	✓	---	全數檢查	a, b, c	a, b, c	---
	管道吹掃 ⁽¹⁾	---	✓	全數檢查	a, c CJJ 94 [1]	a, c CJJ 94 [1]	提交記錄供審閱
管道防腐	塗料及防腐粘附材料	✓	---	全數檢查	a, b, c	a, b, c	---
	管材油漆厚度（暗裝管道）（如適用）	✓	---	每批次抽 ^③	a, b, c CJJ 95	(i)	提交記錄供審閱
	防腐粘附層質量 ⁽²⁾ （如適用）	---	✓	全數檢查	a, b, c CJJ 95 [6]	(i)	提交記錄供審閱

檢查項目：

✓ 管道材料

- 如設計沒有特別要求時，建議參考以下內容：
 - 鋼管需符合 API Spec 5L X42 或更高等級、ISO 3183 L290 或更高等級、GB/T 9711 L290 或 X42 或更高等級



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

- 鋼管的焊接管件需選用 ASTM A860 中的 WPHY 42 或 52 牌號或 ANSI B16.9 等效技術要求
- 套管需符合 EN 10255 或同等鍍鋅鋼管，厚度等級為 B 級或以上
- 管道的生產廠商及廠址與 API 或等效標準授予的認證書的生產廠商及廠址一致
- 管道的焊接管件產品檢驗證書上的廠商名稱及廠址與證書的廠商名稱及廠址一致
- 管道和焊接管件的生產廠商需通過 ISO 9001 認證
- 管道和焊接管件的生產廠商需向其客戶簽發符合 EN 10204-3.1 證書
- 輸氣管道材質證書需體現客戶名稱，即有明確買家，一個買家一張證書
- 法蘭材質需選用 ASTM A694 中的 F42 或 F52 牌號
- 燃氣儲存系統
 - 如設計沒有特別要求時，如使用聚乙烯管道，須符合 EN 1555-2、ISO 4437 或等效標準
- 燃氣供氣系統
 - 如設計沒有特別要求時，如使用銅管須符合 EN 1057 或等效標準
- ✓ **操作設備及配件**
 - 包括：
 - 轉換器、石油氣泵、球閥、球形閥、逆止閥、蒸發器、第一級壓力調節器
 - 球閥和球形閥、第二級壓力調節器
 - 球閥、壓力調節器、設備的喉管
- ✓ **安全及測量配件**
 - 燃氣儲存系統
 - 安全減壓閥、壓力錶及容量計（容器）
 - 燃氣供氣系統
 - 安全減壓閥、壓力錶（如適用）
 - 燃氣裝置系統
 - 燃氣計量錶
- ✓ **管道焊接工藝評定**
 - 燃氣供氣系統
 - 鋼管焊接工藝評定須符合 API 1104 標準或其他在技術上相等的標準
 - 聚乙烯連接工藝評定時如外徑 ≥ 90 mm 須使用對接熔焊焊接方法，否則使用電熔焊焊接方法
 - 燃氣裝置系統
 - 鋼管材料焊接工藝評定 WPQR 須符合 API 1104 或其他在技術上相等的標準
 - 銅材管道外徑 ≤ 54 mm 時焊接工藝評定須符合 EN 13134、ASME IX 或其等效標準
- ✓ **帶螺紋的接口**
 - 重型系列鋼管外徑 ≤ 60.3 mm，須符合 EN 10226 或其等效標準
 - 帶螺紋管道，須符合需符合 ASME B1.20.1 或 EN-10226 或其等效標準

三、 檢查、測試及驗收工作（續）

燃氣系統工程中，所有測試及驗收工作需使用合適及具有效校準證書的檢查設備，並由承建單位的具資格專業人士進行，如需提交檢查記錄供審閱，則有關記錄需由相關範疇的專業工程師簽署確認（備註中指定由澳門工務部門認可的第三方檢驗單位進行除外），測試及驗收工作可歸納於下表：

燃氣系統工程測試及驗收項目表						
測試目的 測試項目	連接 質量	系統 性能	測試頻率	參考標準要求	合格準則	備註
焊縫目視檢查 ⁽³⁾	✓	✓	參考 27/2021 號 行政法規 第四十三條	a, c GB 50236 GB/T 12605 ISO 5817 或等效標準	(i)	提交記錄供審閱
焊縫非破壞性測試 ⁽³⁾	✓	✓	參考 27/2021 號 行政法規 第四十三條	a, c GB 50236 GB/T 12605 ISO 5817 或等效標準	(i)	由第三方檢驗單位 進行
管道接地電阻測試 ⁽⁴⁾	✓	✓	全數測試	a, c ≤ 4 歐姆	(i)	提交記錄供審閱
管道機械強度測試 ⁽⁵⁾	✓	✓	全數測試	a, c 27/2021 號行政 法規	(i)	提交記錄供審閱
管道無泄漏測試 ⁽⁵⁾	✓	✓	全數測試	a, c 27/2021 號行政 法規	(i)	提交記錄供審閱
管道氣封（如適用）	---	✓	全數測試	a, c	(i)	提交記錄供審閱
燃氣報警系統（如適用）	---	✓	全數測試	a, b, c	(i)	提交記錄供審閱
系統標識	---	✓	全數測試	a, c	(i)	---

備註：

參考標準：

- (a) 工程技術規格/承攬規則
- (b) 成品供應商/生產商/加工廠商技術指引
- (c) 設計要求

檢測方法：

在招標文件及技術規範均沒有要求的情況下，可參考以下方法或標準：



澳門發展及質量研究所
 Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
 Institute for the Development and Quality, Macau

- (1) 管道吹掃：
 - 1.1 吹掃介質為壓縮空氣；
 - 1.2 拆除或隔離所有不參與吹掃的儀器儀錶及設備；
 - 1.3 吹掃壓力不得大於管道設計壓力，氣體流速不小於 20 m/s；
 - 1.4 在排氣口，用白布或塗有白色油漆的靶板檢查，在 5 min 內，靶板無鐵銹及其他雜物為合格。
- (2) 防腐粘附層質量抽樣檢查詳情如下：
 - 2.1 外觀：全數目視檢查；
 - 2.2 厚度：每根管應檢測兩端和中部共 3 個圓截面，每個圓截面測量上、下、左、右 4 個點，以最薄點為準。每 20 根抽檢 1 根（不足 20 根按 20 根計），如不合格應加倍抽檢，加倍仍不合格，則應逐根檢查；
 - 2.3 粘結力：安裝前，採用剝離法檢查，取距離防腐層邊界大於 10 mm 的任何一點測量，每 100 根抽檢 1 根（不足 100 根按 100 根計），如不合格應加倍抽檢，加倍仍不合格，則應逐根檢查；
 - 2.4 連續性：安裝前應採用電火花檢漏儀逐根檢驗，擠壓聚乙烯防腐層的檢漏電壓為 25000 V，熔結環氧粉末防腐層、雙層環氧防腐層的檢漏電壓為 5 V/um。
- (3) 焊縫檢測要求參考如下：
 - 3.1 需符合第 27/2021 號行政法規第四十三條要求：
 - a. 隨機對管道至少百分之十的焊縫進行目視檢查 VT，並對外徑大於 60.3 毫米的管道或工作壓力超過 0.4 巴的燃氣管道焊縫進行至少百分之五且至少對一個焊縫進行非破壞性測試 NDT（如果設計單位沒有特別指明有關非破壞性測試要求，建議為磁粉測試 MT）；
 - b. 對設置在地庫第一層，又或地面層的部分位置低於地面層間隔的管道或嵌入式管道的所有焊縫進行目視檢查 VT，並對至少百分之五且至少一個焊縫進行非破壞性測試 NDT（如果設計單位沒有特別指明有關非破壞性測試要求，建議為磁粉測試 MT）。
- (4) 接地電阻值不大於 4 Ω。
- (5) 管道機械強度測試及無泄漏測試需符合第 27/2021 號行政法規第五十八及五十九條要求。

建議檢測頻率：

- ❶ 當技術規格/承攬規則指明該項測試結果/參數對該工程的施工或質量有著重要的影響時，須加以考慮進行抽樣檢測。質量控制單位建議一般第三方抽樣檢測頻率為 5%，但可以按實際情況作出調整。當抽樣檢測結果不符合要求時，應對檢測件或系統進行調校或更換，然後再進行同類之檢測，質量控制單位將按實際情況增加抽樣檢測頻率以確保質量符合要求。
- ❷ 每一規格的管材抽取一個樣本，進行機械強度及化學分析測試以驗證材質與報批技術資料一致。
- ❸ 管道油漆厚度檢測頻率建議為每 10 個樣本測試 50 個測試點。

合格準則：

- (i) 當測試結果不符合要求時，應對測試件或系統進行調校或更換，然後再進行同類測試。



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

四、 引用法規/參考技術文件

- [1] CJJ 94，中華人民共和國行業標準，城鎮燃氣室內工程施工與質量驗收規範
- [2] 28/2002 及 12/2009，澳門特別行政區行政法規，容積 200 立方米以下的單個液化石油氣容器之儲存設施的安全規章及其修改版
- [3] 29/2002，澳門特別行政區行政法規，液化石油氣儲氣罐儲氣庫的安全規章
- [4] 27/2021，澳門特別行政區行政法規，建築物燃氣設施的技術規範
- [5] 11/2017，澳門特別行政區行政法規，低壓燃氣分配網的技術規章
- [6] CJJ 95，中華人民共和國行業標準，城鎮燃氣埋地鋼製管道腐蝕控制技術規程
- [7] ASME PTC 25, Pressure Relief Devices
- [8] API 1104, Welding of pipeline and related facilities
- [9] API STD 527, Seat Tightness of Pressure Relief Valves
- [10] ISO 4126-1, Safety devices for protection against excessive pressure - Part 1: Safety valves
- [11] ISO 5817, Welding – Fusion-welding joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections
- [12] GB/T 12241，中華人民共和國國家標準，安全閥一般要求
- [13] GB 50236，中華人民共和國國家標準，現場設備、工業管道焊接工程施工規範
- [14] GB/T 12605，中華人民共和國國家標準，無損檢測金屬管道熔化焊環向對接接頭射線照相檢測方法
- [15] HG/T 20679，中華人民共和國行業標準，化工設備、管道外防腐設計規範
- [16] SY/T 0414，中華人民共和國行業標準，鋼質管道聚烯烴膠粘帶防腐層技術標準
- [17] GB/T 279，中華人民共和國行業標準，膠粘帶剝離強度的試驗方法
- [18] SY/T0447，中華人民共和國行業標準，埋地鋼制管道環氧煤瀝青防腐層技術標準
- [19] AWS B2.4, Specification for Welding Procedure and Performance Qualification for Thermoplastics
- [20] GB/T 23257，埋地鋼質管道聚乙烯防腐層