



工程質量保證計劃及程序

空調系統工程

工程質量保證計劃及程序

空調系統工程

一、 通則及適用範圍

本節內容適用於建築工程中空調系統工程之安裝、施工及材料等之質量控制工作。空調系統設備的主要功能是排除室內的餘熱、餘濕、有害氣體、細菌及灰塵等，並送入已經按一定程序處理過的新鮮空氣，以保證室內空氣的溫度、濕度、風速及質素保持在一定範圍內，創造舒適的生活環境。空調系統工程包括風管系統、管道（水管）系統、管道（銅管）系統、通風系統設備、製冷（冷媒）系統設備、空調水系統設備、水管防腐與絕熱、風管絕熱等部分。

而用於新建建築物及裝修工程中室內空氣質素評估之質量控制工作，參考室內及通風系統空氣質素檢測的工程質量保證計劃及程序。

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，建議可以國家或國際標準作為參考。

二、 工程質量保證文件之要求

空調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

- ✓ 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；
- ✓ 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）

1. 風管系統

- ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
- ✓ 材料與產品資料其包括但不限於符合 EN 10346DX51D 標準的鋼板材質證明書，符合 DW/144:2016 標準的法蘭接駁位漏風量及變形量、風管變形量的測試報告；
- ✓ 產品說明書及技術文件，防火風管的澳門消防局同意使用書；

- ✓ 生產廠房資料及 ISO:9001 證書（風管不能於工地現場生產，必須於風管廠房內製造）；
- ✓ 風管施工方案（符合 DW/144:2016 的要求，防火風管需優先符合耐火報告的要求）；
- ✓ 為保證風管製造商的生產質量符合設計規範內技術要求，如果質量控制單位在審閱相關資料後，如對其生產質量有懷疑或存在未能確定的情況下，質量控制單位會於風管生產前，到製造商考察生產過程；
- ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格，包括：
 - 檢測風管的壓力
 - 表面積設計值
 - 檢測風管的位置圖則
 - 風管的目視檢測
 - 風管漏風量檢測及數量（檢測頻率建議為中壓通風管 10%，高壓通風管 100%，排煙風管 10%）

2. 管道（水管）系統

- ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
- ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件；
- ✓ 產品說明書及技術文件；
- ✓ 施工方案（包括由第三方焊接檢驗機構發出的焊接工藝規程 WPS、焊接工藝評定記錄 WPQR、焊工資格證書 WQ、相關焊接材料的儲存方式及施工步驟等）；
- ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格，包括：
 - 焊縫的目視檢測
 - 管道壓力測試壓力及時間
 - 管道塗層乾膜厚度檢測
 - 管道清洗記錄

3. 管道（銅管）系統

- ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
- ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件；
- ✓ 產品說明書及技術文件；
- ✓ 施工方案（包括由第三方焊接檢驗機構發出的鈎焊接工藝規程 BPS、鈎焊接工藝評定記錄 BPQR、鈎焊工資格證書 BQ、相關鈎焊接材料的儲存方式及施工步驟等）；

- ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格，包括：
 - 釐焊縫的目視檢測
 - 吹掃方案
 - 位置圖則
 - 吹掃記錄
 - 管道壓力測試壓力及時間
 - 抽真空測試壓力及時間

- 4. 通風系統設備**
 - ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
 - ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件；
 - ✓ 施工方案（包括設備儲存及安裝步驟）；
 - ✓ 檢測計劃、方案、檢測表格、檢測設備資料及有效證書（包括單機機組設計參數、出風口風量設計值等）。

- 5. 製冷（冷媒）系統設備**
 - ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
 - ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件；
 - ✓ 施工方案（包括設備儲存及安裝步驟）；
 - ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格、檢測設備資料及有效證書（包括單機機組設計參數）。

- 6. 空調水系統設備**
 - ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
 - ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件（包括材料、閥門及附件、冷卻塔）；
 - ✓ 施工方案（包括設備儲存及安裝步驟）；
 - ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格、檢測設備資料及有效證書（包括單機機組設計參數、水平衡閥的流量設計值等）。

- 7. 水管防腐與絕熱**
 - ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
 - ✓ 材料與產品資料及相關的質量證明文件；
 - ✓ 施工方案（包括防腐塗層）及安裝大樣圖；
 - ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格（包括防腐塗層厚度檢測數量、每層防腐塗層厚度設計值等）。

8. 風管絕熱

- ✓ 深化設計文件及圖則供設計單位及監理單位審閱（如適用）；
- ✓ 材料與產品資料及相關質量證明文件；
- ✓ 施工方案；
- ✓ 安裝大樣圖；
- ✓ 絕熱材料產品目錄（包括絕熱材料厚度、密度及導熱系數等）；
- ✓ 檢測計劃、方案及檢測表格（包括絕熱材料厚度、密度檢測等）。

9. 室內空氣質素檢測

- ✓ 可參閱其他相關的工程質量保證計劃及程序（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

1. 風管系統

- ✓ 為保證風管製造商的成品質量符合設計規範內技術要求，如果質量控制單位對其成品質量有懷疑或存在未能確定的情況下，質量控制單位會於風管生產過程中，到製造商抽查風管生產過程及出廠測試；
- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱；
- ✓ 需於現場進行風管樣板施工；
- ✓ 需在現場進行風管安裝檢查，包括風管的連接及絲桿支撐等，以確保其安裝方式符合已報批的風管安裝方案要求；
- ✓ 質量控制單位可以按實際施工情況，對現場各類已安裝的風管及包裹保溫風管，每種規格隨機抽取一節作為樣板，要求承建單位進行第三方測試，測試項目包括但不限於鋼板鍍鋅量符合 GB/T 2518-2019 標準、保溫棉（導熱系數符合 ASTM C518-17 標準、密度符合 GB/T 5480-2017 標準、燃燒性能符合 EN13501-1:2018、EN ISO 1716:2010 & EN ISO 1182:2020 標準）的測試，以確保其符合已報批的風管質量要求。

2. 管道（水管）系統

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱；
- ✓ 需於現場進行水管樣板施工；
- ✓ 焊縫目視自檢記錄；
- ✓ 管道（水管）清洗記錄。

3. 管道（銅管）系統

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱；
- ✓ 需於現場進行銅管樣板施工；
- ✓ 釩焊縫目視自檢記錄；
- ✓ 管道（銅管）壓力測試自檢記錄；
- ✓ 管道（銅管）吹掃的自檢記錄。

4. 通風系統設備

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱。

5. 製冷（冷媒）系統設備

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱。

6. 空調水系統設備安裝

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱。

7. 水管防腐與絕熱

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱。

8. 風管絕熱

- ✓ 材料與產品進場記錄，出廠合格證明書或出廠質量證明文件，需定期提交予監理單位及質量控制單位審閱；
- ✓ 質量控制單位可以按實際施工情況，對現場各類已安裝的風管保溫棉，每種規

格隨機抽取一塊保溫棉作為樣板，要求承建單位進行第三方測試，以確保其符合已報批的保溫棉質量要求。測試項目包括但不限於導熱系數符合 ASTM C518-17 標準、密度符合 GB/T 5480-2017 標準、燃燒性能符合 EN13501-1:2018、EN ISO 1716:2010 & EN ISO 1182:2020 標準的測試。

竣工驗收階段

- ✓ 竣工圖；
- ✓ 隱蔽工程驗收記錄；
- ✓ 維修保養手冊。

1. 風管系統

- ✓ 中壓及高壓系統的第三方漏風量抽檢測試報告；
- ✓ 消防排煙系統的第三方漏風量抽檢測試報告。

2. 管道（水管）系統

- ✓ 防腐塗層自檢記錄；
- ✓ 管道（水管）焊縫目視自檢記錄；
- ✓ 壓力測試自檢記錄（測試壓力為 1.5 倍工作壓力，測試時間為 24 小時）。

3. 管道（銅管）系統

- ✓ 管道（銅管）焊縫目視自檢記錄；
- ✓ 壓力測試自檢記錄（測試壓力約為 40 Mpa，測試時間為 24 小時）；
- ✓ 抽真空自檢記錄（測試壓力為 30psi / -755mmHg，測試時間為 2 小時）。

4. 通風系統設備

- ✓ 通風機的單機試運轉自檢記錄及第三方抽檢報告。

5. 製冷（冷媒）系統設備

- ✓ VRV 試運行自檢記錄及第三方抽檢報告；
- ✓ CRAC 試運行自檢記錄及第三方抽檢報告；
- ✓ 分體機試運行自檢記錄及第三方抽檢報告。

6. 空調水系統設備

- ✓ 製冷機組及熱泵試運行自檢記錄；
- ✓ 冷卻塔試運行自檢記錄及第三方抽檢報告；



- ✓ 風機盤管試運行自檢記錄及第三方抽檢報告；
- ✓ 風櫃試運行自檢記錄及第三方抽檢報告；
- ✓ 水泵試運行自檢記錄及第三方抽檢報告。

7. 系統運行時的功能測試

- ✓ 風平衡檢驗自檢記錄；
- ✓ 水平衡檢驗自檢記錄；
- ✓ 樓梯加壓檢測自檢記錄；
- ✓ 換氣次數自檢記錄；
- ✓ 壓力狀態自檢記錄；
- ✓ 與消防聯動自檢記錄；
- ✓ 現場噪音自檢記錄及第三方抽檢報告（如適用）；
- ✓ 水質第三方抽檢報告。

8. 室內空氣質素檢測

- ✓ 室內空氣質素第三方檢測報告（如適用）。

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

空調系統工程中，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，則有關檢查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），檢查工作可歸納於下表：

空調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	備註
風管系統	材料品種及性能	✓	---	---	全數檢查及抽樣檢測	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] ASHRAE 126 [3] GB 50243 [4]	抽檢由第三方檢驗單位進行
	材料規格尺寸及性能	✓	---	---	全數檢查及抽樣檢測①	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	提交記錄供審閱，抽檢由第三方檢驗單位進行
	風管外觀質量及尺寸	✓	✓	✓	全數檢查	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4]	---
	調節風閥之靈活及性能	---	---	✓	全數檢查	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	---
	風管部件及系統之安裝	---	---	✓	全數檢查	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] GB 50243 [4]	---
	風管支架、吊架安裝	---	---	✓	全數檢查	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	質量控制單位隨機對已自檢的支架進行抽檢
管道（水管）系統	材料品種及性能	✓	---	---	全數檢查	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	材料規格尺寸	✓	---	---	全數檢查	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	焊工資格 WQ	---	---	✓	全數檢查	a, b	由第三方焊接檢驗機構簽發



空調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	備註
	焊接材料控制	✓	---	全數檢查	a, b, c	---
	焊接工藝規程 WPS 焊接工藝評定記錄 WPQR	---	✓	全數檢查	a, b	由第三方焊接檢驗機構簽發
	焊前接頭準備	---	✓	全數檢查	b	---
	管道（水管）部件及系統之安裝	---	✓	全數檢查	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	管道（水管）支架、吊架安裝	---	✓	全數檢查	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	管道（水管）清洗	---	✓	全數檢查	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	需提交記錄供審閱
管道（銅管）系統	材料品種及性能	✓	---	全數檢查	a GB 50243 [4]	---
	材料規格尺寸	✓	---	全數檢查	a GB 50243 [4]	---
	鈎焊工資格 BQ	---	✓	全數檢查	a, b	由第三方焊接檢驗機構簽發
	鈎焊接材料控制	✓	---	全數檢查	a, b, c	---
	鈎焊接工藝規程 BPS 鈎焊接工藝評定記錄 BPQR	---	✓	全數檢查	a, b	由第三方焊接檢驗機構簽發
	鈎焊前接頭準備	---	✓	全數檢查	b	---



空調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	備註
	管道（銅管）部件及系統之安裝		---	✓	全數檢查	a GB 50243 [4]	---
	管道（銅管）支架、吊架安裝		---	✓	全數檢查	a GB 50243 [4]	---
	管道（銅管）吹掃排污 ⁽¹⁾		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	需提交記錄供審閱
通風系統設備	通風設備之質量		✓	---	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	通風設備與附屬設備之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	通風系統閘門之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
製冷（冷媒）系統設備	製冷設備之質量		✓	---	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	製冷設備與附屬設備之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	製冷系統閘門之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
空調水系統設備	空調水系統設備之質量		✓	---	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	水系統閘門之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	冷卻塔、水泵、水箱、集水缸、分水缸及儲冷罐之安裝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
水管防腐與絕熱	絕熱材料之質量		✓	---	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	絕熱材料及塗料之施工工藝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	防腐塗料及塗層之質量		✓	---	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	防腐塗層之施工工藝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---
	管道閘門之絕熱 ⁽²⁾		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---



空調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	備註
風管 絕熱	絕熱材料之質量		✓	---	全數檢查 及 抽樣檢測 ^①	a, b GB 50243 [4]	抽檢由第三方檢驗單位進行
	絕熱材料之施工工藝		---	✓	全數檢查	a, b GB 50243 [4]	---

備註：

檢查項目：

- (1) 管道（銅管）吹掃排污：管道（銅管）之吹掃排污應採用乾燥壓縮空氣或氮氣進行徹底清洗，並以淺色布擦拭檢查 5 分鐘，無污物為合格。
- (2) 管道閥門之絕熱：管道閥門、篩檢程序及法蘭部位的絕熱結構應能單獨拆卸。

參考標準：

- (a) 招標文件及設計文件要求
- (b) 專案工程技術規格/承攬規則
- (c) 澳門法令第 24/95/M 號-防火安全規章，第二條第 11 款，澳門消防局

建議檢測頻率：

- ① 如監理單位及質量控制單位對風管系統質量有懷疑或存在未能確定的情況下，可以按每一規格的風管系統要求抽取一個到貨或已安裝風管系統樣本，進行破壞性檢驗以驗證風管系統內部結構及材質與報批技術資料一致。

三、 檢查、測試及驗收工作（續）

空調系統工程中，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，如需提交測試及驗收記錄供審閱，則有關自檢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：

空調系統測試及驗收項目表							
測試方法	測試項目	安裝質量	系統性能	測試頻率	參考標準要求	合格準則	備註
	中壓或以上系統風管/排煙系統風管的漏風量測試 ⁽¹⁾	✓	✓	10%/100% ③	^a DW/143 [6] SMACNA [7]	(i)	抽檢由第三方檢驗單位進行
	換氣次數測試（如有設計參數）	✓	✓	5% 不少於一間	a	(ii)	提交記錄供審閱
	風口出風量（風平衡）及溫度測試（如有設計參數） ⁽²⁾	✓	✓	全數測試	^a GB 50243 [4] ASHRAE handbook [8]	(ii)	提交記錄供審閱
	壓力狀態測試 （適用於傳染病房）	---	✓	全數測試	^a ASHRAE handbook [8]	(iv)	提交記錄供審閱
	管道（包括鋼管及銅管） 焊縫的外觀質量檢驗	✓	---	全數測試	^a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	(iv)	提交記錄供審閱
	管道（水管）塗層厚度測試	---	✓	每批次抽 ①②	a	(iv)	提交記錄供審閱
	管道（水管）的水壓測試	✓	---	全數測試	^a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	(iv)	提交記錄供審閱
	管道（銅管）的壓力及抽真空測試	✓	---	全數測試	^a GB 50243 [4]	(iv)	提交記錄供審閱



空調系統測試及驗收項目表							
測試方法	測試項目	安裝質量	系統性能	測試頻率	參考標準要求	合格準則	備註
	空調水系統的水平衡測試	---	✓	全數測試	a GB 50243 [4] ASHRAE handbook [8]	(iv)	提交記錄供審閱
	室內空氣質量檢測（如適用）	---	---	---	---	(iv)	可參考相關工程質量保證計劃及程序
	空調水質檢驗	---	✓	各類冷卻塔 檢驗水質 一次	a 水冷式空調系統實 務守則 [10]	(iii)	由第三方檢驗單位進行
	空調系統中各設備的單機測試 （包括但不限於：風機、風機盤管、 風櫃、水塔、水泵、多聯式空調機 組、電腦室空調機組、分體機） ⁽⁴⁾	---	✓	全數測試 及 5%①	a	(iv)	提交記錄供審閱，抽 檢由第三方檢驗單位 進行
	樓梯加壓系統測試	---	✓	全數測試	a 澳門防火安全規章 [11] BS 5588-4 [12] 香港最低限度之消 防裝置及設備守則 [13]	(iv)	提交記錄供審閱
	現場噪音測試（如適用）	---	✓	全數測試 及 5%①	a 第 8/2014 號法律 [14] 第 248/2014 號行 政長官批示 [15]	(iv)	提交記錄供審閱，抽 檢由第三方檢驗單位 進行
	消防系統聯動測試	---	✓	全數測試	---	(iv)	提交記錄供審閱

備註：

參考標準：

(a) 招標及設計文件要求

檢查方法：

- (1) 風管漏風量檢測：利用正壓風管式漏風量測試裝置，可以對系統作整體或分段進行漏風量測試，測試時被測系統的所有開口均應封閉，不應漏風。
- (2) 風口出風量及溫度檢測：風口風量檢測應根據 ASHRAE Handbook [8] 之規定進行，可利用流速測試儀錶或 Flow-measuring Hood（流量測量罩）進行出風量及溫度等檢測。
- (3) 冷卻塔冷卻水採樣地點宜在溫水進入冷卻塔的位置、水盤或填料下收集，並必須遠離投藥點、進水口和泄放位置，如系統中設有取水樣本龍頭，於取水樣本前必須開啟龍頭及沖洗喉管至少 30 秒。

- (4) 空調系統中單體測試的項目，需包括：
- 風機：絕緣度、電壓、起動電流、運行電流、運行頻率（如適用）、風量、風壓、噪音值、急停掣（如適用）；
 - 風機盤管：電壓、運行電流、風量、出風溫度、回風溫度、室溫、制冷（制熱）功能、控制面板功能、噪音值；
 - 風櫃：絕緣度、電壓、起動電流、運行電流、運行頻率（如適用）、風量、風壓、出入水溫度、出入水壓力、出風溫度、回風溫度、噪音值、急停掣（如適用）；
 - 水塔：絕緣度、電壓、起動電流、運行電流、運行頻率（如適用）、出入水流量（如適用）、出入水壓力、出入水溫度、風量、噪音值、急停掣（如適用）；
 - 水泵：絕緣度、電壓、起動電流、運行電流、運行頻率（如適用）、流量（如適用）、出入水壓力、噪音值、急停掣（如適用）；
 - 多聯式空調機組：電壓、運行電流、出風溫度、回風溫度、室溫、制冷（制熱）功能、控制面板功能、噪音值；
 - 電腦室空調機組：電壓、運行電流、出風溫度及濕度、回風溫度及濕度、室內溫度及濕度、風量、控制面板功能、恆溫恆濕功能、警報功能（由廠方測試）；
 - 分體機：電壓、運行電流、出風溫度、回風溫度、室溫、制冷（制熱）功能、控制面板功能、噪音值。
- (5) 參考 BS5588-4 標準，一般的住宅建築物，樓梯加壓系統測試時需將測試樓梯段的全部門關閉，並測量樓梯各樓層門與隔火室（走廊）之間的壓差及開門時的拉力，再開啓需測試樓層的樓梯門並測量風量。

建議檢測頻率：

- ① 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。
- ② 管道塗層厚度檢測頻率建議為每 10 個樣本測試 50 個測試點。
- ③ 消防排煙系統/中壓系統抽檢頻率為 10%，高壓系統抽檢頻率為 100%。

合格準則：

- (i) 風管漏風量檢測之合格標準可根據標準 DW/143 [6]，有關漏風極限可見下表。若檢測結果低於合格標準，則風管經適當處理後，需再進行測試。若不能通過複測，該驗收批次中的所有風管均不予採用。

風管壓力類別	靜壓極限		最大風速 (m/s)	漏風極限 $L/s \cdot m^2$
	正壓 (Pa)	負壓 (Pa)		
低壓風管-種類 A	500	500	10	$0.027 \times p^{0.65}$
中壓風管-種類 B	1000	750	20	$0.009 \times p^{0.65}$
高壓風管-種類 C	2000	750	40	$0.003 \times p^{0.65}$

- (ii) 當測試結果與設計要求相差不超過 $\pm 10\%$ 為合格。若不能滿足設計之要求，應進行適當的調校並進行複測，而檢測的數量亦需加倍。
- (iii) 空調水質檢驗要求：

1. 冷卻塔冷卻水水質要求

	檢測參數	水質標準
(1)	異養菌總數	< 100,000 cfu/mL
(2)	退伍軍人病菌數量	< 10 cfu/mL
(3)	電導率 (25°C)	< 1,500 μS/cm
(4)	總溶解物	< 1500 ppm
(5)	懸浮物	< 180 ppm
(6)	鈣硬度	< 500 ppm
(7)	pH (25°C)	8~10
(8)	總鹼度	80~500 ppm
(9)	氧化殺菌劑 (成份為氯化物等)	遵照生產商規格
(10)	抑制劑濃度 (成份為正磷酸鹽、硫酸鹽、硅酸鹽、亞硝酸鹽、有機磷化物等)	遵照生產商規格
(11)	溫度	系統設計的最佳溫度
(12)	氯化物 (以毫克/公升 Cl 為單位)	< 200 mg/L
(13)	硫酸鹽 (以毫克/公升 SO ₄ ²⁻ 為單位)	< 200 mg/L
(14)	總鐵	< 1.0 mg/L
(15)	游離餘氯	< 0.3 ppm
(16)	5 天 生化需氧量	≤ 40 mg/L ^(a)
(17)	化學需氧量	≤ 150 mg/L ^(a)
(18)	鋁	≤ 10.0 mg/L ^(a)
(19)	砷	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(20)	鎘	≤ 0.2 mg/L ^(a)
(21)	鉛	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(22)	銅	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(23)	總鉻	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(24)	六價鉻	≤ 0.1 mg/L ^(a)
(25)	錳	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(26)	汞	≤ 0.05 mg/L ^(a)
(27)	鎳	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(28)	硒	≤ 0.5 mg/L ^(a)
(29)	鋅	≤ 5.0 mg/L ^(a)

^(a) 參考澳門供排水規章，附件十。

(iv) 當測試結果不符合要求時，應對測試機組或系統進行調校或更換，然後再進行同類測試。



備註：

1. 若水質檢驗未能通過上述參數中的任何一項要求，則需對水質進行水處理工作，及其後再進行水質檢驗測試。

四、 引用法規/參考技術文件

- [1] SMACNA HVAC Duct Construction Standards Metal and Flexible, 1995
- [2] DW/144, Specification for sheet metal ductwork- Low, medium and high pressure / velocity air systems
- [3] ASHRAE/ ANSI/ SMACNA Standard 126-2000, Method of Testing HVAC Air Ducts, American Society of Heating, Refrigerating, And Air-Conditioning Engineers, Inc. 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, Ga 30329
- [4] GB 50243-2002，中華人民共和國國家標準，通風與空調工程施工質量驗收規範
- [5] DW/142, Specification for sheet metal ductwork- Low, medium and high pressure / velocity air systems
- [6] DW/143, Ductwork Leakage Testing
- [7] SMACNA HVAC Air Duct Leakage Test Manual, 1985
- [8] ASHRAE handbook, Application 1999
- [9] ASME B31.9, Building Services Piping
- [10] 水冷式空調系統實務守則 第二部: 冷卻塔操作及維修 2006 年版, 香港機電工程署
- [11] 澳門政府六月九日法令第 24/95/M 號<防火安全規章>，澳門消防局
- [12] BS 5588-4-1998 Fire precautions in the design, construction and use of buildings – Part 4: Code of practice for smoke control using pressure differentials.
- [13] 香港最低限度之消防裝置及設備守則
- [14] 第 8/2014 號法律 – 預防和控制環境噪音
- [15] 第 248/2014 號行政正官批示
- [16] 通風空調工程施工與質量驗收實用手冊，中國建材工業出版社
- [17] Building Service Branch, Testing and Commissioning Procedure No.1 for Air-Conditioning, Refrigeration, Ventilation and Control Monitoring & Control System Installation in Government Buildings, Hong Kong. Building Services Branch, Architectural Services Department, 2002 Edition
- [18] 建築工程質量控制與驗收，中國建築工業出版社