

工程品質保證計劃及程序

鋁質建材及施工/安裝工藝

一、通則及適用範圍

鋁質建材是指凡建築用的鋁質物料，包括門窗用的鋁型材、薄板鋁材、陽極電鍍/電泳鋁材、塗裝鋁材、粉末噴塗鋁材、氟碳(PVDF)噴塗鋁材，以及其相關的框架構件如氣密性膠邊、固定用鋼製配件(元件)、鋁材框架的玻璃等。

鋁質建材需通過施工現場之監督及材料測試以確保滿足設計及有關規章之要求。

二、工程品質保證文件之要求

鋁質建材於施工/安裝前，需按每一種類之使用材料及工程承攬規則要求，提交下列文件作審閱或記錄存檔：

- ✓ 鋁型材質量證明書/產品說明書
須符合 BS EN 755、GB/T5237 等鋁合金規範要求並滿足 6063 型合金設計準則，證書上須提供下列資料：
 - 化學分析 (包括矽含量、鐵含量、錳含量、銅含量、鎂含量、鉻含量、鋅含量、鈦含量、鋁含量及其他雜質含量)；
 - 物理性質 (包括抗拉強度、延展性、硬度、鍛煉)。
- ✓ 薄板鋁材質量證明書/產品說明書
須符合 BS EN 485 Part 1-4、BS EN 515 及 BS EN 573 Part 1-4 等鋁合金標準要求，證書上須提供下列資料：
 - 化學分析 (包括矽含量、鐵含量、錳含量、銅含量、鎂含量、鉻含量、鋅含量、鈦含量、鋁含量及其他雜質含量)；
 - 物理性質 (包括抗拉強度、延展性、硬度、鍛煉)。
- ✓ 陽極電鍍鋁材及電泳鋁材質量證明書/產品說明書
須符合 BS EN ISO 7599、BS 3987、GB/T5237 等規範要求，證書上須提供下列資料：
 - 顏色、種類；
 - 電鍍層厚度 (陽極電鍍鋁材的電鍍層厚度取決於環境級別，而用於外部環境的陽極電鍍鋁材則須提交有色及無色電鍍層厚度資料)；
 - 耐久性(包括密封程度、抗磨損性、表面紋理、抗腐蝕性能)。

- ✓ 塗裝鋁材質量證明書/產品說明書
須符合 **BS 4842**、**GB/T5237** 等規範要求，證書上須提供下列資料：
 - 外觀、預處理方法、顏色；
 - 物理特性 (包括厚度、附著力、光澤度等)；
 - 耐久性能 (包括衝擊、滲透性、人工老化、抗腐蝕性等)。

- ✓ 粉末噴塗鋁材質量證明書/產品說明書
須符合 **BS 6496**、**GB/T5237** 等規範要求，證書上須提供下列資料：
 - 外觀、預處理方法、顏色；
 - 物理特性 (包括附著力、光澤度、厚度等)
 - 耐久性能 (包括衝擊、滲透性、杯突試驗、人工老化、天然老化、抗砂漿侵蝕、抗腐蝕性、抗刻劃、抗濕氣抗二氧化硫試驗等)。

- ✓ 氟碳噴塗鋁材質量證明書/產品說明書
須符合 **GB/T5237** 規範要求，證書上須提供下列資料：
 - 外觀、預處理方法、顏色；
 - 物理特性 (包括附著力、光澤度、厚度、乾薄膜硬度等)
 - 耐久性能 (包括衝擊、抗磨損、人工老化、抗砂漿侵蝕、抗腐蝕性等)。

- ✓ 氣密性及膠邊/固定用鋼製配件及元件規格資料
須符合 **BS 4873** 規範要求，須提供下列資料：
 - 材料種類 (型號、尺寸等)；
 - 材料特性 (空氣滲透性、水密性等)；
 - 安裝位置及方法。

- ✓ 鋁材框架系統及玻璃規格資料/產品說明書
須符合 **BS 952**、**GB/T 8478**、**GB/T8479**、**GB15763** 等規範要求，須提供下列資料：
 - 設計文件(材料要求、設計計算書、設計風壓值等)；
 - 生產證明書；
 - 玻璃種類及厚度；
 - 玻璃的性能 (承受風力、力學試驗、表面應力量度、沖擊測試、均質處理(heat soak)等)；
 - 框架整體系統之性能檢測報告 (空氣滲透、雨水滲漏及風壓變形性能等)；
 - 均質處理(heat soak)的要求。

- ✓ 鋁質材料、框架及玻璃的安裝施工方案；

- ✓ 檢測計劃。

三、檢查、測試及驗收工作

鋁質建材及施工/安裝工藝的檢查工作可歸納於下表：

鋁質建材及施工/安裝工藝檢查項目表						
檢查項目	檢查目的	材料控制	施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
鋁質建材	化學成份及物理性質資料核對	✓		全數檢查	BS EN 755 [1] BS EN 485 Part 1-4 [2-5] BS EN 515 [6] BS EN 573 Part 1-4 [7-10] BS EN ISO 7599 [11] BS 3987 [12] ISO 3668 [13] GB/T 5237 [31]	核對生產證明書
	構件尺寸	✓				
	外觀 / 顏色 / 光澤度/表面紋理	✓				與樣板相同
	預處理		✓			
氣密性及膠邊 & 固定用鋼製配件	材料特性	✓			BS 4873 [15]	核對生產證明書
	安裝位置		✓			
玻璃	安裝位置		✓			
	厚度	✓			BS 952 [16-17]	
鋁質建材的安裝	運輸/保護	✓			BS 4873 [15] BS EN ISO 11600[18]	
	定位/固定		✓			
	封密性		✓			
鋁窗安裝工藝 ¹			✓		AAMA 501.2 [30]	

註： 檢查項目

1 - 鋁窗安裝工藝

當窗戶安裝工作完成後，為了確保安裝位置的施工工藝，承建單位應以符合 AAMA 501.2 [30] 要求的方法進行噴淋試驗工作檢查已施工位置是否存在滲水的情況，並須提交相關的檢查記錄作為自檢的程序文件。

檢查、測試及驗收工作 (續)

鋁質建材及施工/安裝工藝的測試及驗收工作可歸納於下表：

鋁質建材及施工/安裝工藝測試及驗收項目										
檢測項目 檢測方法		材 料 性 能	覆 蓋 層 品 質 之 確 定	安 裝 系 統 驗 收	測 試 標 準	建 議 檢 測 頻 率	標 準 要 求	合 格 準 則	備 註	
鋁 型 材 、 薄 板 鋁 材	延展性	✓			BS EN 755 [1] BS EN 485 Part 1-4 [2-5] BS EN 515 [6] BS EN 573 Part 1-4 [7-10] GB/T 5237 [31]	如有需要❷	承攬規則及產品說明書要求	-		
	硬度試驗	✓						-		
	拉伸試驗	✓						-		
陽 極 電 鍍 、 電 泳 鋁 材	塗層乾膜厚度 ¹		✓		BS EN ISO 7599 [11] BS 3987 [12] GB/T 5237 [31]	每批檢測❶			i, ii	
	氧化膜封孔質量		✓			如有需要❷			iii	
	耐久性測試 ²		✓						-	
塗 裝 鋁 材 、 粉 末 噴 塗 鋁 材	塗層乾膜厚度 ¹		✓		ISO 2808 [25] GB/T 5237 [31]	每批檢測❶			i, ii	
	附著力		✓		ISO 2409 [26]	如有需要❷			-	
	耐久性測試 ³		✓		BS 4842 [27] BS 6496 [19]				-	
氟 碳 噴 塗 鋁 材	塗層乾膜厚度 ¹		✓		GB/T 5237 [31]	每批檢測❶			i, ii	
	附著力		✓			如有需要❷			-	
	耐久性測試 ⁴		✓						-	
窗 的 性 能	氣密性測試			✓	GB/T 7106 [32] ASTM E283 [37] ASTM E330 [38] ASTM E331 [39]	按承攬規則 要求❸			-	
	水密性測試			✓					-	
	抗風壓測試			✓					-	
	窗戶滲透現場測試 ⁵			✓	AAMA 501.2 [30] ASTM E783 [40] ASTM E1105 [41]	20%			iv	

鋁質建材及施工/安裝工藝測試及驗收項目									
檢測方法	檢測項目	材料性能	覆蓋層品質之確定	安裝系統驗收	測試標準	建議檢測頻率	標準要求	合格準則	備註
平面鋼化玻璃	表面應力量度	✓			ASTM C1279 [33] GB/T 18144 [34]	每批檢測④		-	
	碎片狀態試驗	✓			GB 15763.2 [35]			-	
	熱穩定性/均質處理	✓			-	每批檢測/見證		-	
	抗衝擊性	✓			GB 9962 [36]	如有需要②		-	
	霰彈袋衝擊性試驗	✓			GB 9962 [36] ANSI Z97.1 [42] DIN 52-337 [43]			-	
	隔音性	✓			-			-	

註： 檢測方法

1 - 塗層乾膜厚度測試

利用乾膜厚度計可量測鋁材覆蓋層的乾膜厚度，作為覆蓋層品質驗收的重要項目。每一個驗收試驗需分別在該批量的型材上選取 20 點，在每點約 1cm² 範圍內進行 3 次膜厚度量測，即共 60 個量測值，並計算出該批量型材的局部膜厚及平均膜厚為該項驗收試驗的結果[31]。

2 - 陽極電鍍鋁材的耐久性測試

包括密封程度、抗磨損性、表面紋理、抗腐蝕性能，測試標準及要求按 BS EN ISO 7599 [11] 進行。

3 - 塗裝及粉末噴塗鋁材的耐久性測試

包括衝擊、滲透性、抗腐蝕性、抗砂漿侵蝕 (BS 6496 [19])、人工老化、天然老化 (BS 3900 part 3 [20])、抗劃刻 (ISO 1518 [21])、抗濕氣 (ISO 11503 [22])、抗二氧化硫試驗 (ISO 3231 [23])、杯突試驗 (BS EN ISO 1520 [24]) 等。

4 - 氟碳噴塗鋁材的耐久性測試

包括衝擊、抗磨損、人工老化、抗砂漿侵蝕、抗腐蝕性能，測試標準及要求按 AAMA 2605 [14] 進行。

5 - 窗現場滲漏測試

主要採用符合 AAMA 501.2 [30] 要求之特製銅質噴嘴，且配有一控制閥和壓力計進行噴淋試驗工作，噴嘴處的水壓須達到 30~35psi (約 200~235kPa)，在窗的室外側，將水垂直地噴向窗表面，依次對選定長為 1.5m 的接縫連續噴水 5 分鐘，與此同時，在室內側檢查任何可能出現滲水的情況，如果在 5 分鐘內未有任何發現，則轉至下一個待檢測的部位。
倘若承攬規則要求時，也須進行現場漏氣測量[40]及靜態氣壓差下水滲透測試[41]。

建議檢測頻率

- ① - 建議每次到場之鋁材產品應予以測試或按工程承攬規則的要求進行，每個驗收批中至少應進行一個塗層乾膜厚度測試以作驗收。每一驗收批的數量須考慮產品之生產過程、運送、材料數量及安裝方案等而定。基本上，可考慮每 20 個單元的鋁質門、窗或幕牆須進行一個塗層乾膜厚度測試。

- ② - 當工程的設計或施工要求須特定考慮該項測試結果作為工程的指標；或該項測試結果/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。
- ③ - 應按照工程承攬規則的要求，如設計中未有指定的要求，建議對工程中最具代表性之鋁窗，製作模型樣本進行有關測試，樣本數量為 3 件。如承建單位能提供近兩年內之第三方之模型測試報告，而報告內之鋁合金窗與項目之鋁合金窗為同一生產商，同一型號或其型號可足夠代表項目之鋁合金窗型號時，可免除模型測試。
- ④ - 於每次工地驗收中，同一期間內相同品牌、類型及厚度的玻璃可訂為一批量，每一批量中，應取 3 件試件作表面應力量度。如進行碎片狀態測試，則取 2 件試件。

合格準則

- i - 當承攬規則、產品說明書或設計有指標時，應以相關要求為依據，如無相關指標依據時，可按 GB/T 5237 [31] 的要求進行評定，詳見下表：

陽極氧化	級別 ³	平均膜厚 ¹ , μm		局部膜厚 ² , μm	
	AA10	>10		>8	
電泳塗漆	AA15	>15		>12	
	AA20	>20		>16	
	AA25	>25		>20	
電泳塗漆	級別 ⁴	陽極氧化膜		漆膜	複合膜
		平均膜厚 ¹ , μm	局部膜厚 ² , μm	平均膜厚 ¹ , μm	平均膜厚 ¹ , μm
	A	≥10	≥8	≥12	≥21
粉末噴塗	B	≥10	≥8	≥7	≥16
	裝飾面上塗層最大局部厚度 ≤ 120μm 及最小局部厚度 ≥ 40μm。				
氟碳漆噴塗	塗層種類	平均膜厚, μm		最小局部膜厚, μm	
	二塗(底漆+面漆)	≥30		≥25	
	三塗(底漆+面漆+清漆)	≥40		≥34	
	四塗(底漆+阻擋漆+面漆+清漆)	≥65		≥55	

¹ 平均膜厚：於型材的裝飾面上測出的不少於 5 處局部膜厚的平均值。

² 局部膜厚：在型材裝飾面上某個面積不大於 1cm² 的考察面內作不少於 3 次膜厚測量所得的測量值的平均值。

³ 當陽極氧化的型材未有注明級別時，一般門窗型材須符合 AA10 級，幕牆型材則須符合 AA15 級。

⁴ 在一般環境條件下的室外用建築構件，型材級別須達至 B 級，而在苛刻或惡劣環境條件下的室外用建築構件，型材級別則須達至 A 級。

- ii - 當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中取雙倍數量的型材進行覆檢。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。
- iii - 最大電鍍層損失量：3.0 g/m²，封孔質量測試結果不符合要求，判該批不合格。
- iv - 當測試期間發現滲漏，應進行修補和重新測試。並應於相同驗收批中額外選取兩處等同之範圍進行測試直至所有測試範圍均沒有發現任何滲漏。

四、引用法規/參考技術文件

- | | | |
|------|-----------------|--|
| [1] | BS EN 755 | Aluminium and aluminium alloys – Extruded rod/bar, tube and profiles |
| [2] | BS EN 485-1 | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Technical conditions for inspection and delivery |
| [3] | BS EN 485-2 | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Mechanical properties |
| [4] | BS EN 485-3 | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Tolerances on dimensions and form for hot-rolled products |
| [5] | BS EN 485-4 | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Tolerances on shape and dimensions for cold-rolled products |
| [6] | BS EN 515 | Aluminium and aluminium alloys. Wrought products. Temper designations |
| [7] | BS EN 573-1 | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Numerical designation system |
| [8] | BS EN 573-2 | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Chemical symbol based designation system |
| [9] | BS EN 573-3 | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Chemical composition |
| [10] | BS EN 573-4 | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Forms of products |
| [11] | BS EN ISO 7599 | Anodizing of aluminium and its alloys. General specifications for anodic oxidation coatings on aluminium |
| [12] | BS 3987 | Specification for anodic oxidation coatings on wrought aluminium for external architectural applications |
| [13] | BS EN ISO 3668 | Paints and varnishes. Visual comparison of the colour of paints |
| [14] | AAMA 2605 | Voluntary Specification, Performance Requirements and Test Procedures for Superior Performing Organic Coatings on Aluminum Extrusions and Panels |
| [15] | BS 4873 | Specification for aluminium alloy windows |
| [16] | BS 952-1 | Glass for glazing. Classification |
| [17] | BS 952-2 | Glass for glazing. Terminology for work on glass |
| [18] | BS EN ISO 11600 | Building construction. Jointing products. Classification and requirements for sealants |
| [19] | BS 6496 | Specification for powder organic coatings for application and stoving to aluminium alloy extrusions, sheet and preformed sections for external architectural purposes, and for the finish on aluminium alloy extrusions, sheet |
| [20] | BS 3900:Part F3 | Methods of test for paint. Durability tests on paint films. Resistance to artificial weathering (enclosed carbon arc) |
| [21] | BS EN ISO 1518 | Paints and varnishes. Scratch test |
| [22] | ISO 11503 | Methods of test for paints. Determination of resistance to humidity (intermittent condensation) |
| [23] | BS EN ISO 3231 | Paints and varnishes. Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide |

- [24] BS EN ISO 1520 Paints and varnishes. Cupping test
- [25] BS EN ISO 2808 Paints and varnishes. Determination of film thickness
- [26] BS EN ISO 2409 Paints and varnishes. Cross-cut test
- [27] BS 4842 Specification for liquid organic coatings for application to aluminium alloy extrusions, sheet and preformed sections for external architectural purposes, and for the finish on aluminium alloy extrusions, sheet
- [28] BS 6375-1 Performance of windows. Classification for weathertightness (including guidance on selection and specification)
- [29] BS 5368-1 Methods of testing windows. Air permeability test
- [30] AAMA 501.2 Quality Assurance and Diagnostic Water Leakage Field Check of Installed Storefronts, Curtain Walls, and Sloped Glazing Systems
- [31] GB/T 5237 鋁合金建築型材
- [32] GB/T 7106 建築外窗抗風壓性能分級及其檢測方法
- [33] ASTM C1279 Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully Tempered Flat Glass
- [34] GB/T 18144 玻璃應力測試方法
- [35] GB 15763.2 建築用安全玻璃第 2 部分：鋼化玻璃
- [36] GB 9962 夾層玻璃
- [37] ASTM E283 Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Skylights, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen
- [38] ASTM E330 Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference
- [39] ASTM E331 Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference
- [40] ASTM E783 Standard Test Method for Field Measurement of Air Leakage Through Installed Exterior Windows and Doors
- [41] ASTM E1105 Standard Test Method for Field Determination of Water Penetration of Installed Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls, by Uniform or Cyclic Static Air Pressure Difference
- [42] ANSI Z97.1 American national standard for safety glazing materials used in buildings-safety performance specifications and methods of test
- [43] DIN 52-337 Pendulum impact test