

工程品質保證計劃及程序

支撐開挖工程

一、通則及適用範圍

本節內容適用於具有擋土及支撐系統之開挖工程(包括臨時及永久支撐)，如地下室開挖、擋土牆開挖、特殊山坡地開挖和管道開挖等，以確保在施築擋土結構體、開挖過程中與開挖完成後對開挖面、支撐結構之穩定性、安全性、適當性及符合相關法規和技術規範之要求。一般擋土開挖須待擋土結構體完成後方可開始，各層開挖須待支撐設施完成並經檢查/檢測後，方可進行下一層開挖。由於澳門的擋土及支撐結構之施工一般以鋼結構(工字型鋼及鋼板樁)和鋼筋混凝土結構為主，故本節內容主要針對上述有關的擋土和支撐材料作詳細說明和要求。

一般常用之臨時或永久擋土結構包括：

- ✓ 鋼板樁；
- ✓ 場鑄排樁(如預壘樁)；
- ✓ 現場鑽孔灌注樁；
- ✓ 預製混凝土樁；
- ✓ 用於開挖的埋置式擋牆；
- ✓ 地下連續壁。

常用之臨時或永久支撐系統包括：

- ✓ 鋼骨支撐系統；
- ✓ 預力地錨系統；
- ✓ 擋土牆。

支撐開挖之品質保證應有下列幾方面的基本要求：

- ✓ 開挖前擋土結構體本身材質及結構完整性的要求；
- ✓ 開挖過程中之適當性及安全要求，包括適當的開挖步驟/方式、支撐系統、開挖面控制、地下水位/土壓力控制、原有植被保護、對影響範圍內建築物或山坡體之監測等；
- ✓ 開挖完成後開挖面、支撐系統等之穩定性要求(如設計與現場之吻合性及長/短期監測等)。

上述基本要求均需要滿足設計與相關承攬規則、標準、法規的要求。

二、工程品質保證文件之要求

支撐開挖工程於各施工階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

- ✓ 鄰房鑑定及保護措施；
- ✓ 原有植被記錄 (如適用)；
- ✓ 工地之地質鑽探報告；
- ✓ 監測計劃 (包括長期及短期之監測)；
- ✓ 擋土設施和支撐系統的種類和說明；
- ✓ 擋土設施和支撐系統所使用材料的詳細資料，包括鋼材之產地來源證明書 (Mill Certificate)、混凝土/灌漿材料的配比及規格資料、水泥、骨料、混合劑和附加劑資料等；
- ✓ 施工人員資格證明文件 (如：焊工合格證、焊接工藝評定等)；
- ✓ 施工方案 (包括臨時/永久擋土支撐系統之設計、施工步驟、開挖方法、緊急應變措施和施工圖則等)；
- ✓ 開挖階段及完成後之臨時保護措施；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 開挖面測量圖 (含現場實際高程及範圍)；
- ✓ 土壤/岩石樣本試驗報告 (如有需要時)；
- ✓ 擋土設施和支撐系統的定期監測分析報告；
- ✓ 施工及安裝記錄；
- ✓ 當擋土設施為永久擋土結構體，須提交相關材料的試驗記錄和報告；
- ✓ 竣工圖 (包括開挖完成後之現場等高線圖/地型圖，若工程屬永久擋土結構體，須提供該部份之竣工圖)。

三、檢查、測試及驗收工作

支撐開挖工程的檢查工作可歸納於下表：

有支撐開挖工程檢查項目表							
檢查項目	位置偏差			施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
	平面	高程	坡度				
基準點控制	✓	✓	✓	✓	持續進行	b	
地形監測記錄	✓	✓	✓	✓		a, b	
基坑及鄰房之安全監測 ⁴				✓		a, c, e	
開挖土層/岩層記錄				✓		a, b	
地下水位/抽水 ¹				✓		a, b	
對影響範圍原有建築物或山坡之監測				✓		a, b, c	
開挖深度控制				✓		b	
開挖體積				✓		b	
擋土設施和支撐系統之施工、檢查及監測 ²				✓		b, c	
牆背回填工作之監測 ³				✓		a, b	
開挖面之保護及排水				✓		a, b	
受保護之植被				✓	如有需要	d	
設備檢查				✓	施工前	--	

註： 檢查項目

1 - 地下水位/抽水

部份深開挖工程設置抽水井/減壓井抽取地下水作為降低地下水位之目的，以配合工程之需要。然而過量抽取地下水會導致地層下陷，危害受影響範圍內之建築物及公共設施，故此地下水位必須保持於安全深度。但在某些情況時，出現管湧破壞可能性很高，則可考慮增加鋼板樁之貫入深度，以增長滲流路徑。

2 - 擋土設施和支撐系統之施工、檢查及監測

關於擋土設施和支撐系統之施工、檢查及監測，當擋土結構體屬地工技術規章[4]所定義之第二及三類的地工分類或擋土結構體屬永久結構，則須按照結構體的材料性質進行相關的檢查工作：

鋼材結構體：

- 有關鋼結構工程的檢查工作的要求可詳閱「鋼結構工程品質保證計劃及程序」；
- 鋼板樁的貫入深度須符合設計之深度要求；
- H型鋼橫撐、斜撐及柱之安裝準確度等。

鋼筋混凝土結構體：

- 有關鋼筋混凝土結構的檢查工作的要求可詳閱「鋼筋混凝土工程品質保證計劃及程序」和「現場灌注樁工程品質保證計劃及程序」。

- 3 - 牆背回填工作之監測
有關牆背回填的檢查、監測工作的要求可詳閱「填土工程品質保證計劃及程序」。
- 4 - 基坑及鄰房之安全監測
於施工開挖過程中應針對基地四周鄰房建物、地表和基坑部份，透過周邊建築物沉降、周邊建築物傾斜、地表沉降、圍護結構最大位移、支撐軸力、土壓力、支撐立柱沉降和基坑底部隆起等監測項目，以了解因工地施工開挖對鄰房結構和基坑變形的影響，進而研判鄰房建築物和基坑的安全性，可詳閱「土工安全監測的品質保證計劃及程序」。當工程的承攬規則或設計有判定指標時，應以相關要求為依據；如無相關指標依據時，可按 DBJ/T 15-20[13]中基坑變形的要求進行監控。

標準要求

- a - 擋土結構與土方工程規章 [1]
- b - 斜坡岩土工程手冊 [2]
- c - 專案工程技術規格/承攬規則
- d - 相關條例或規章
- e - 基礎設計指引 [3]

有支撐開挖工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

檢測項目 檢測方法	土壤分析	開挖整體穩定	擋土設施 支撐系統	建議檢測頻率	標準要求	合格準則	備註
顆粒分析	✓			如有需要①	a, f, g	i	開挖前
阿太堡限度試驗	✓				b, f, g	i	開挖前
三軸試驗	✓				c, f, g	i	開挖前
工地含水量	✓	✓			d, f, g	i	開挖前/後
單位重	✓				e, f, g	i	開挖前
鋼材驗收測試 ¹			✓	如有需要②	-	-	
焊縫無損探傷試驗 ¹			✓	如有需要②	-	-	
鋼筋混凝土材料試驗 ²			✓	如有需要②	-	-	
防鏽保護塗層測試 ³			✓	如有需要③	-	-	
濾膜/土工布強度試驗 ⁴			✓	如有需要④	-	-	

註： 檢測方法

- 1 - 鋼材驗收測試、焊縫無損探傷試驗可詳閱「鋼結構工程品質保證計劃及程序」。
- 2 - 鋼筋混凝土材料的測試工作可詳閱「鋼筋混凝土工程品質保證計劃及程序」。
- 3 - 防鏽保護塗層測試可詳閱「塗料/油漆工程品質保證計劃及程序」。
- 4 - 土工物料的測試可詳閱「填土工程品質保證計劃及程序」。

建議檢測頻率

- ① – 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作的指標；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。
- ② – 當擋土結構體屬地工技術規章[4] 所定義之第二及三類的地工分類或擋土結構體屬永久結構，則須按照結構體的材料性質進行相關的檢測工作，各項材料的建議檢測頻率、標準要求和合格準則等可詳閱相關工程品質保證計劃之內容。
- ③ – 當上述②項之永久結構體在設計上須使用防蝕塗料或土工布/濾膜等材料時，則須按照材料的性質進行相關的檢測工作，各項材料的建議檢測頻率、標準要求和合格準則等可詳閱相關工程品質保證計劃之內容。

標準要求

- a – ASTM D422 [5]
- b – ASTM D4318/D427 [6]
- c – ASTM D2850/D4767 [7]
- d – ASTM D4944 [8]
- e – ASTM D854 [9]
- f – 斜坡岩土工程手冊 [2]
- g – 專案工程技術規格/承攬規則

合格準則

- i – 如未能通過試驗，建議更改施工方案，如減少坡度/更改支撐設計等。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 法令第 32/97/M 號，擋土結構與土方工程規章，澳門政府
- [2] 斜坡岩土工程手冊，土力工程處，土木工程署，香港特別行政區政府
- [3] 基礎設計指引，土地工務運輸司，澳門政府
- [4] 法令第 47/96/M 號，地工技術規章，澳門政府
- [5] ASTM D422, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- [6] ASTM D4318, Standard Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D427, Test Method for Shrinkage Factors of Soil by the Mercury Method
- [7] ASTM D2850, Standard Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils
ASTM D4767, Standard Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils
- [8] ASTM D4944, Standard Method for Field Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Calcium Carbide Gas Pressure Tester Method
- [9] ASTM D854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
- [10] 基礎工程施工規範與解說，科技圖書
- [11] 土壤力學理論與應用，科技用書，游啟亨
- [12] GB50202, 建築地基基礎工程施工質量驗收規範
- [13] DBJ/T 15-20, 建築基坑工程技術規程