

打樁和類似操作所引致經地下傳送的震動及地面沉降

打樁（包括拔樁）及類似操作會造成震動及沉降，如控制不當，可能會對相鄰建築物／構築物／設施（尤其是當中的非結構構件）造成不良後果或損毀。就本作業備考而言，這類操作被稱為“打樁操作”。

2. 本作業備考旨在提供指引，以便有關人士控制由打樁或類似操作所引起經地下傳送的震動及地面沉降，從而減低對相鄰物業及街道可能造成的損毀。根據《建築物條例》，認可人士／註冊結構工程師有責任確保施工中的建築工程，不會影響任何建築物、構築物、土地、街道或設施的穩定性或對它們造成損毀。他們亦應作出專業判斷以挑選合適及安全的施工方法，並在建造期間嚴格監督有關工程。

呈交打樁圖則

3. 一般來說，呈交打樁圖則以供當局審批，須根據《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-18所列的規定。認可人士／註冊結構工程師須特別留意該作業備考第4(k)及4(o)項，此兩項分別列明對相鄰建築物／構築物／設施的監察規定及所需呈交的評估報告。因應相鄰建築物／構築物／設施的結構情況，建築事務監督可要求有關人士將下列細節包括在評估報告內：

- (a) 施工前狀況勘測，連同一整套記載易受震動及沉降損毀的建築物的外牆及公用地方／構築物／設施的相片記錄。如某些內部地方可容許進入，其狀況亦須記錄下來。
- (b) 建議的震動及沉降控制限度（應適當考慮本作業備考附錄A及附錄B的建議）及監察建議。註冊結構工程師須設置監察的主要位置，並將有關資料包括在監察建議內。

- (c) 對預計會受經地下傳送震動及地面沉降影響的相鄰建築物／構築物／設施的結構和非結構構件穩定性的初步評估（包括震動及沉降評估）。
- (d) 如採納的震動控制限度大於附錄 A 的建議限度，須對由打樁操作引起的經地下傳送震動的強度進行詳細評估。在此情況下，進行評估時可參考英國建造業研究及資訊協會 (Construction Industry Research and Information Association) (CIRIA) 出版的 **Technical Note 142** 或其他獲建築事務監督接納的有關指引。此外，亦應考慮地盤上所有打入樁柱的累積效應。對於受上述 (c) 項經地下傳送震動所影響的所有相鄰建築物／構築物／設施的結構穩定性，須以詳細工程分析進行評估。
- (e) 監察建議，以監察相鄰土地及建築物／構築物／設施的移動。
- (f) 如地盤接近較易受打樁操作損毀的建築物／構築物／設施，須呈交試驗樁建議，以確定震動及沉降評估的準確性，以及打樁操作對相鄰建築物／構築物／設施的影響（參考下文第 7 至 8 段）。

註冊結構工程師在申請展開打樁工程同意書前所需進行的工作

4. 在申請展開打樁工程同意書前，註冊結構工程師須與註冊專門承建商確認施工方法，包括同一時間最多可打入的樁柱數目及建造機械的相關細節。如已審批的細節有任何更改，註冊結構工程師須呈交一份修訂圖則，以及對經地下傳送的震動及地面沉降進行重新評估，並在有需要時，修改上文第 3(c) 項的評估報告。上文第 3(b) 及 (c) 項的最後報告，應與修訂圖則一併呈交。

5. 請注意，部分用撞擊／震動機械安裝的樁柱，可能會造成本作業備考附錄 A 所述對震動敏感建築物／構築物／設施的嚴重損毀。除非採用以下的試驗樁方式，以令建築事務監督滿意，否則此種施工方法一般不會獲建築事務監督接

納。在安裝試驗樁之前，可能須要提供預防措施，如安裝臨時撐柱以承托相鄰建築物的破裂結構構件。

與震動及沉降控制有關的試驗樁／測試樁

6. 如相鄰建築物／構築物／設施不易受打樁操作引起的震動所影響，按適當情況參照上文第3(b)項評估的經地下傳送震動及地面沉降的強度或按照上文第4段而重新評估的數據，可在測試樁試打操作進行時驗證。經地下傳送的震動須在下文第8段所詳述的測試樁打樁操作時量度，並在完成測試後記錄有關的沉降。註冊結構工程師須按照《建築物條例》第17條及《地盤監督作業守則》的規定，對打樁工程進行質量監督，以確保經地下傳送的震動及地面沉降不會超過可容許的上限。打樁操作對相鄰建築物／構築物／設施的影響，亦須由註冊結構工程師於打入測試樁時進行評估。

7. 如在打樁地盤附近有特別容易受震動影響的建築物或構築物（如法定古蹟或磚石建築物），認可人士／註冊結構工程師須呈交一份試驗樁建議以供審批，以便確認按照上文第3(b)項作出評估或上文第4段重新評估（視乎情況而定）位於預期會產生最大的經地下傳送震動的重要土地環境（通常在基礎水平的最高點／淺層的障礙物／岩石和土壤夾層）的經地下傳送震動的強度。有關試驗樁的數目，將視乎實際地盤環境（尤其是非常大的地盤）而定。註冊結構工程師須按照《建築物條例》第17條及《地盤監督作業守則》的規定，對打樁工程進行質量監督，以確保經地下傳送的震動不會超過可容許的上限。

8. 為監察試驗樁／測試樁的震動，以粒子移動最高速度為量度單位的最大的經地下傳送的震動，須於每打入樁柱一公尺、最終貫入度和遇上障礙物時作量度記錄。監察讀數須以適當校準的儀器量度，並在註冊結構工程師指導及建築事務監督同意下進行。如量度出來的經地下傳送震動超過可容許的數值，或當發現相鄰建築物／構築物／設施的結構或非結構構件出現損毀，所有打樁操作必須停止，並須對《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-18第4(o)項所述的協議預防措施進行檢討，並在有需要時作出修改；註冊結構工程師須呈交有關的預防措施予建築事務監

督以徵求同意。在未取得建築事務監督同意之前，不得恢復已暫停的打樁操作。

9. 在完成試驗樁工作以確定打樁操作的影響後，須檢查所有相鄰建築物／構築物／設施的狀況。在申請展開工作樁的打樁操作同意書前，須呈交兩份有關經地下傳送震動及地面沉降的試驗樁打樁報告及其對相鄰建築物／構築物／設施的影響予建築事務監督，以供其考慮。

10. 為回應受打樁操作震動影響的相鄰建築物佔用人的關注，認可人士／註冊結構工程師／註冊專門承建商須制訂一份建造工程的公共關係計劃書（下稱“公關計劃書”），設定在打樁操作展開之前和之後所需進行的工作。有關公關計劃書的指引，載於本作業備考附錄C。公關計劃書的目的是要制訂一個系統，事先通知附近的佔用人即將進行的打樁操作，以促進受影響的佔用人和承建商之間的溝通，藉此減少可能出現的投訴，並使認可人士／註冊結構工程師／註冊專門承建商可迅速有效地處理有關投訴。在打樁操作展開之前，註冊結構工程師應呈交公關計劃書予建築事務監督以徵求同意。

註冊結構工程師在打樁操作期間所需進行的工作

11. 在打樁操作展開之前，註冊結構工程師須向建築事務監督呈交有關打樁操作的工程計劃，清楚列明會引致震動的主要建造活動的類型和所需時間，並按照《地盤監督作業守則》監督有關的監察工作。註冊結構工程師須定期核查地盤情況，並在有需要時暫停打樁操作、修改預防措施及／或震動監察建議，以及在恢復打樁操作前，呈交有關措施／建議予建築事務監督以徵求同意。有關詳情可參閱《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-18第4(k)項。

由地盤平整、挖掘與側向承托工程所引起的震動及沉降的控制規定

12. 地盤平整、挖掘與側向承托工程一般會安裝臨時樁牆，如鋼板樁、鑽孔圍護樁或鋼槽板牆。這類臨時樁牆如用

撞擊式或震動式打樁方法安裝，則相當可能會產生震動及沉降，因而對相鄰（尤其是容易受震動影響的）建築物／構築物／設施造成損毀。在清除地面下的障礙物時，亦相當可能產生過度的震動。有關震動及地面沉降限度的指引數值，載於本作業備考附錄 A 及 B。在呈交予建築事務監督以供審批／接納的地盤平整或挖掘與側向承托工程圖則內，須包括一份有關所有相鄰建築物、構築物、土地、街道或設施的震動及沉降的詳細監察建議。如地盤附近有對震動敏感的建築物，在供建築事務監督審批／接納的圖則內，須包括一份確認震動評估準確性及有關打樁工程對相鄰建築物／構築物／設施的影響的測試樁建議。認可人士／註冊結構工程師／註冊岩土工程師須按照《建築物條例》第 17 條及《地盤監督作業守則》的規定，對打樁工程進行質量監督。

建築事務監督張天祥

檔 號： BD/GP/BREG/C/36

本作業備考前稱《認可人士及註冊結構工程師作業備考》289
初 版： 2004年5月
上次修訂版： 2012年2月
本 修 訂 版： 2018年10月（助理署長／拓展2）（修訂附
錄 B 及 C）

(《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-137)

因打樁及類似操作而引起的震動量度和 建議的經地下傳送震動限度

震動量度

對於由打樁工程引起的經地下傳送震動對相鄰構築物的影響，須以粒子移動最高速度的最大值評估。而粒子移動最高速度的最大值，須以有關構築物從地面水平所量度的三維直角軸線上的粒子移動最高速度估計。所有量度工作須採用調校準確的儀器進行，並須由註冊結構工程師或其代表進行監督。

建議的經地下傳送震動限度

2. 經地下傳送震動對相鄰建築物／構築物／設施的影響的詳細評估，須以工程學分析進行，該分析可參閱 BS 7385 Part 1:1990 或類似的文獻。
3. 如沒有進行工程學分析，則可採用以下經驗指引作為參考：

| 建築物類別 | 粒子移動最高速度的最大值的 指引數值 (毫米／秒) | |
|--------------|---------------------------------|----------------|
| | 瞬時震動 (如吊錘) | 連續震動 (如震動錘) |
| 一般堅固穩定的建築物 | 15 | 7.5 |
| 對震動敏感／失修的建築物 | 7.5 | 3.0 |

4. 以上建議的粒子移動最高速度的最大值的指引數值，用以令震動引發損毀的風險減至最低。至於對鄰近打樁

地盤的敏感建築物，如醫院、學校、法定古蹟、淺基礎的舊樓、舊隧道／岩洞、已安裝敏感儀器的建築物、砌石牆或有不穩定歷史的地盤、古蹟或有歷史價值的建築物等，應作特別注意。可因應地盤及這些建築物狀況，以及震動源頭的時長和頻率，就這些建築物的粒子移動最高速度可容許的上限作出一個更嚴緊的控制。

5. 認可人士／註冊結構工程師／註冊岩土工程師亦須遵行政府其他部門所訂明的規定。

6. 對現有鐵路及相關構築物的震動影響，參閱載於《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-24的技術規定，可能有用。

(2012年2月修訂)

由打樁和類似操作導致地面沉降的建議限度

地層移動

由打樁和類似操作所導致的地層移動的成因涉及多個因素，當中包括安裝方法、施工程序、底土地質、地下水情況、打樁工程的分布安排及施工技術。進行打樁和類似操作的地盤，其鄰近範圍的地層如果移動過多，可對相鄰建築物或構築物構成損害，當中以淺基礎支承、樁柱橫向抗力不足或基礎安全系數原本已低者尤甚。

容許地面沉降限度

2. 由於不同構築物可以承受的基礎移動各異，當估計地面沉降量是否可以接受時，應根據每宗個案的基礎所支承的構築物的完整性、穩定性和發揮功效的能力來決定。

3. 倘地盤相鄰範圍並無特別敏感的建築物、構築物及設施，可就《認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師作業備考》APP-18第4(k)項採用下列經驗限值為臨時三級啟動機制的數值：

| 衡量方法 | 準則 | 預警 | 警報 | 行動 |
|--------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 地面沉降指標 | 總沉降 | 12毫米 | 18毫米 | 25毫米 |
| 設施沉降指標 | 總沉降及角度變形 | 12毫米 或 1:600 | 18毫米 或 1:450 | 25毫米 或 1:300 |
| 樓宇傾斜指標 | 角度變形 | 1:1000 | 1:750 | 1:500 |

備註：

若出現任何以下情況，便須採取上述相應“行動級別”的應變行動：

- 任何監察站錄得達到以「可使用性極限」¹為基礎的指定啟動數值的讀數，或在沒有進行有關工程評估的情況下，錄得達到臨時啟動數值的讀數，視乎何者適用而定。
- 任何監測點出現過度沉降(例如連續兩日之間的每日讀數增加了5毫米)。
- 相鄰的任何構築物及／或設施出現危險或損毀的跡象。

(2018年10月)

¹ 「可使用性極限」的定義為設計所計算出的最大移動幅度；或相鄰的土地、地下水體系、構築物和公用設施所容許的最大的移動幅度或反應。

建造工程的公共關係計劃書(公關計劃書)的指引

公關計劃書須包括以下資料：

- i) 項目的背景，包括產生震動的建築工程的列表，以及預定的施工計劃；
- ii) 與項目相關的認可人士、註冊結構工程師、註冊岩土工程師和註冊專門承建商的詳細資料；
- iii) 載有公共關係主任職位的組織圖；
- iv) 公關計劃書的目標；
- v) 相關團體的名單(例如業主立案法團、互助委員會、區議會等。)
- vi) 對震動及／或沉降敏感的建築物／構築物／設施的名單；
- vii) 公共關係活動的列表(例如：簡介會、張貼告示、發出工程計劃通知等)；
- viii) 有關公眾查詢電話熱線和聯絡人員的列表；
- ix) 安排向相鄰建築物／構築物／設施的相關持份者發出通知信，告知他們如其建築物／構築物／設施在施工期間的監察讀數達到“行動級別”的啟動數值，他們會立即接獲通知，亦可要求查閱有關監察讀數；及
- x) 適時及有效地處理投訴或事故的投訴處理機制。

(2018年10月)