

# 第 10 章 住宅設計與營建技術

謝志誠、劉安琪◎譯

## 住宅設計與營建技術的指導原則

- 選擇用於重建的住宅設計與營建技術 (housing designs and construction technologies, HDCT) (可能很多) 應該考慮當地建築常規、期望的標準、文化、經濟及氣候條件。
- 用於重建的 HDCT 可能影響建築材料市場的價格與供應。有時，干預可能是需要的。
- 在選擇 HDCT 上，當地的專業性是無價的；但如果改變是提高復原力所需，則應該透過訓練去支持當地的建築業者，並以全球知識與最佳做法來增強他們的專業能力。
- 建築物的整個生命週期，從建造、維護到最終被拆除或再利用，應該在評估技術選項適用性時加以考慮。
- 修繕與補強部分受損的房屋是全部重建的合理替代方案，但應該得到相同的關注和援助，以改善它們的復原力。

## 一、引言

當災害影響住宅時，要在重建工作相關的「設計與營建技術的使用」及「是否修繕或補強而不把它拆除」等重要選擇上做出決定：這些選擇必須考慮到環境、經濟、社會、制度與技術的因素。專案的大小與規模及受災地區的地理集中度均在決策過程扮演重要的角色。忽略這些因素，或者做出錯誤的決定可能會大大影響利害關係人對重建的滿意度，以及所產生的住宅解決方案可持續性。

本章與負責房屋設計、建造與補強的利害關係人特別有關。它涵蓋與災後住宅重建工作相關的三個主要議題：(1) 設計；(2) 營建技術；(3) 決定是否進行修繕或補強與拆除。本章提供指導以幫助業者做出可導致最適解決方案的決定。這裡所提出的所有考慮與建議均與都市和農村的脈絡有關，但它們需要與脈絡相互調適，以確保所提供建築技術在都市或農村環境中的適當性。

## 二、關鍵決策

1. 災害防救業務主導機構（lead disaster agency）應該選擇與聘請多個專業的專家團隊，其可以包括來自國外的專家，來分析災害對於常見 HDCT 的影響，並幫助選擇重建中所要使用的 HDCT。
2. 已經為重建決定 HDCT 的災害防救業務主導機構必須確保它們已經完全整合融入重建政策，包括住宅的經濟救助計畫，而且必須決定如何確保準則與標準在整個災區裡具有一致性。
3. 災害防救業務主導機構必須決定推動修繕或補強的條件，以作為完全重建的替代方案。
4. 災害防救業務主導機構應該決定並貫徹一系列的機制，完整地讓當地政府、社區與建築產業參與 HDCT 的決策與重建工作的執行。
5. 參與重建的機構應該決定如何符合災害防救業務主導機構所設定的 HDCT 標準，包括針對部分受損房屋修繕與補強所設定的標準。如果大家都同意，那麼它們就是適當的方法。
6. 參與重建的機構應該共同決定，選擇的 HDCT 如何影響培訓的需求，且應該合作確保所提供的培訓有一定的品質。
7. 參與重建的機構應該決定，在規劃其方案的同時，如何降低重建對環境的影響。
8. 如果需要的話，參與重建的機構應該決定如何去管理設計與技術對於建築材料市場的影響。

## 三、住宅設計與營建技術相關的公共政策

如果已經有建築技術規則的話，那它就是統籌選擇 HDCT 的主要公共政策工具。最近那些更新建築技術規則的國家，已經把能源效率、減少建築材料和營建技術的環境影響，或使用無障礙空間的通用設計法則等（見文字框內說明）納入新興的政策目標。在沒有建築技術規則，或者是不夠完善的地方，為了開展重建的目的，它們可能需要加以更新；然而，建築技術規則的設計、與大眾諮商、認可、制定及實施所需要的時間，可能很容易就阻礙重建的進度。

更實際的做法可能是：（1）建立重建與修繕期間所使用的安全、舒適和環境影響標準與指導方針；（2）隨著重建與修繕工作的進行，調整這些標準與指導方針；（3）一旦重建方案完成，則利用這些標準與指導方針作為建立或更新建築技術規則的依據。無論是決定更新建築技術規則或制定標準與指導方針，在制定規格與法規時，讓

建築產業的專業人士，例如建築師、工程師、建築工人與特許測量師等來參與是很重要的<sup>[1]</sup>。

### 通用設計

通用設計意味著產品與環境的設計，在最大可能的範圍內，是讓所有人都可以使用的，而且不需要調整或特別的設計。通用設計的目的是藉由讓愈多的人以愈少或根本不需要額外的成本就可以使用產品、通信與建築環境，來簡化每個人的生活。通用設計的受益者，是所有年齡層與任何有無身心障礙的人。

原則一：公平使用。對不同能力的人，設計是有用的且適合在市場銷售的。

原則二：使用靈活性。設計適應於各式各樣的個別喜好與能力。

原則三：簡單且可以靠直覺使用。設計的用途易於理解，且無論使用者的經驗、知識、語言能力或目前的專心程度。

原則四：可感覺到的資訊。設計要將必要的資訊有效地傳達給使用者，無論環境條件或使用者的感官能力如何。

原則五：誤差的容忍度。設計要能將災難與有意或無意行動的不良後果降到最小。

原則六：低的體力付出。設計要可以最小的勞累，有效與舒適地使用。

原則七：接近和使用的大小和空間。無論使用者的身體大小、姿勢或移動性，設計要提供適當大小和空間，讓他們可以接近、取得、操縱與使用。

資料來源：The Center for Universal Design, 1997, *The Principles of Universal Design*, Version 2.0. Raleigh, NC: North Carolina State University. Copyright © 1997 NC State University, The Center for Universal Design.

## 四、技術課題與建議：住宅設計

房屋設計涉及形式、大小、方位、自然採光、通風與住宅空間組織。在重建中，沒有「現成的」住宅設計解決方案。審慎並把許多問題予以脈絡化整合，將決定重建房屋的利害關係人（最重要的是它的住戶）是否滿意。下表包含幾個涉及住宅設計的問題、問題間是如何相關連，以及為設計最適選項的建議。

問題	相關性	建議
城鎮、定居地、領土、土地、規劃	規劃標準決定房屋位置、大小、功能、形式和材料，以及建築物和基礎建設之間的關係。	修改、改善或刪除所提計畫中會阻礙可持續性住宅解決方案執行的元素。
政策、指導方針、建築技術規則、標準、策略	現有的文件可能無法提供適當的指示。	確定和建議可能的改善方式（災難、環境的影響、社會文化方面與靈活性等）。 為可提供更適解決方案的新替代技術，提出指導方針與標準 <sup>[2]</sup> ，其不僅可用於重建期間，而且可涵蓋進一步的長期住宅發展需求 <sup>[3]</sup> 。
基礎建設及社區服務	直接影響住宅設計的供水、排水、廢水處理、下水道設施、聯外道路、能源供應、通訊系統與社區服務。	確保房屋設計與基礎建設計畫的一致性，以便提供所有必要且不多餘的服務（無論是在社區或個人的房屋內）。 例如：衛生系統提供當地和／或社區的污水處理；廚房設計考慮到可用於烹煮的能源。
受益人的需求、社會結構、文化、生計、心願	社會結構決定空間組織和規模；文化影響形式、功能和美學；生計主宰空間組織、形態、大小、土地利用；社區的渴望決定「住宅標準」。	確保社區熱情參與設計與決策過程（住宅大小、形態、空間組織、功能、形式、在基地上的位置）。 例如：在炎熱氣候下，沒有陽臺或遮光的房屋，由於不能提供社會互動的聚集場所而影響社會結構。
氣候條件	室內條件必須在人體舒適範圍內，其可能因人們的文化、服裝穿著與活動而異。 就氣候而言，房屋的主要功能是防範和利用氣候條件。	利用氣候優勢設計房屋和景觀，並降低操作的能源需求：陽光／陰影方位、遮陽、隔熱、被動式太陽能、太陽能熱水、太陽光伏電力、雨水收集、通風系統等。 考慮提高生物多樣性作為改善當地氣候條件的工具。 例如：在炎熱天氣中，樹木是改善室內和室外條件不可或缺的，其可以幫助減少風的影響、土壤侵蝕與太陽輻射 <sup>[4]</sup> 。
靈活性需求、模組設計、可擴展性、增量式的住宅	當家庭成長時，空間與功能改變的需求；房屋需要適應這些改變。 住宅與公共建築物對所有的人來說應該是可接近的（詳見「通用設計」）。	將靈活性、模塊化設計和可擴展性納入房屋的設計和概念，以使這些工作在必要時可以更容易且更便宜的開展。 增量式的住宅提供一個基本的房屋結構，允許使用者根據自己的意志和手段去完成它。

(續前表)

		根據通用設計的原則，減少殘障者和老年人使用和移動的障礙。
環境的影響	<p>在世界各地，住宅部門對環境有巨大的影響，持續造成當地環境和自然資源的惡化。</p> <p>見第9章「環境規劃」詳細討論重建中的環境問題。</p>	<p>研究鄉土建築和傳統；它們是開發新設計以減少環境影響的最好參考。</p> <p>以房屋的整個生命週期，評估其對環境的影響。</p> <p>採用低環境影響的基本設計規則：(1) 尊重與保護土壤和生物多樣性的土地利用；(2) 簡單與合理的設計，並限制房屋大小以減少建築材料的數量與房屋的能源需求；(3) 使用對環境影響小的建築材料。<sup>[5]</sup></p> <p>在缺水地區，引進雨水集蓄系統。</p>
成本	<p>房屋的整個生命週期決定設計選項的真正成本，而不只是建造階段而已；較高的初期建造成本可能會降低整個生命週期中的成本。</p>	<p>考慮維修費用，以及初始投資，包括材料運輸成本。使用適當的因子來折扣未來的成本。</p> <p>房屋的設計要有助於未來的擴展（或減少），降低未來的修改成本。</p> <p>透過設計，限制操作能源的需求；暖氣與冷氣成本可能迫使居民放棄舒適。</p>
風險和災難暴露	<p>提高房屋的實質抗災力是降低風險和備災的基本要素。</p>	<p>透過房屋的設計元素，尤其是形式、尺寸、形態與點綴物，限制房屋對災難的脆弱性<sup>[6]</sup>。觀察房屋脆弱性的鑑定與分析，使得改善過的結構可以被設計出來。不僅考慮特別的災害風險，也要考慮來自其他可能災害的風險。</p>
可用的營建技術和建築材料	<p>房屋設計可能受到營建技術與材料的影響，反之亦然。</p> <p>下面關於2003年巴姆（Bam）地震重建案例研究，說明如何在展示場所使用示範建築物來呈現適合當地的營建技術和材料。</p>	<p>在可能和適當的時候，使用傳統技術。他們往往透過成本、氣候、文化和技術能力的整合，提供最適解決方案。</p> <p>在可能和適當的時候，透過現代技術的整合，調整傳統的解決方案。</p> <p>評估當地物力和人力的可用性，並解析設計因子，特別是在一個大規模的災害之後。</p> <p>在許多情況下，殘骸的循環再利用可以是替代材料的來源；然而，可能需要儲存、分類與碎石再處理的措施。</p>
與建築遺產的關係	<p>房屋的形式、大小和建築材料對環境具有看得見的影響，且它與附近歷史和鄉土元素的關係將影響一個地區的整體建築品質。</p>	<p>在設計新的住宅時，觀察和仔細考慮現有的建築環境；把建築環境的脈絡引進到設計中。</p>

## 五、技術課題與建議：營建技術

營建技術包括建造房屋的建築材料、技術與方法的選擇。如同房屋的設計過程一樣，謹慎考慮背景條件對於發展適當的營建技術是很重要的。此外，任何選擇的技術必須不斷地檢討，如果有必要，也要在施工過程中予以升級。下列標準可以用來比較各種施工技術，並確定最合適的技術選項。

問題	相關性	建議
政策、指導方針、建築技術規則、標準、策略	<p>現有的文件可能無法提供適當的指示。</p> <p>下面來自肯亞關於建築技術規則改革的案例研究，介紹建築技術規則如何更新以反映流行的住宅建築常規與設計。</p>	<p>確定和建議可能的改善方式（災難、環境的影響、社會文化方面與靈活性等）。</p> <p>為提供更多適合解決方案的新替代技術，提出指導方針、標準及建築技術規則<sup>[7]</sup>。</p> <p>一旦要遵循的指導方針已經獲得同意，則把它們當作一種工具，毫不含糊地決定要採用哪些技術解決方案，哪些不採用。</p> <p>仔細和系統地按照指導方針和標準予以監控。</p>
房屋設計	房屋設計影響營建技術和材料的選擇。	<p>確保某一特定技術的物理特性和限制與設計一致。</p> <p>例如：房間的大小可以決定屋面技術的選擇；一個大的房間可能不允許使用當地現有的木材作為屋頂。</p>
建築材料的可用性	本地材料——不同於從外部來的——支持當地經濟和生計。	<p>盡最大可能使用當地的材料，除非災害的規模，材料的原產地和/或可用運輸阻礙了當地材料的使用。</p> <p>盡可能使用來自被拆除房屋的材料<sup>[8]</sup>。</p>
成本：材料技術	<p>當地和豐富的建築材料，可降低運輸成本和限制外國來的材料漲價。</p> <p>容易被當地建築業者採用的技術，限制那些昂貴的外來技術人力與承包商的參與。</p> <p>耐用且價格低廉的當地技術和材料可以降低長期維護成本。</p>	<p>使用豐富、容易取得、負擔得起、耐用與易於維護的當地材料和技術，降低近期和長期的成本。</p> <p>使用易於拆解、拆除與回收的材料與技術，以節省成本<sup>[9]</sup>。</p> <p>同時考量可能出現的通貨膨脹風險及建築材料的量化需求與可用性，建立建築材料的成本/效益與比較分析。</p>

(續前表)

風險和災難 暴露	工程師和建築師並非總是能在使用最新發展的防災建築工程上接受訓練。  背景條件可指導適當解決方案的選擇。	靠融合現代技術元素與傳統建築常規來減低風險，並改善現有傳統做法。  小心謹慎，使不熟悉的解決方案適應於各種情況的背景條件 <sup>[10]</sup> 。
建造速度	材料與人力的短缺可能大大減慢重建的速度。	提供訓練以增加技術熟練的建築業工人數量。  使用大量的民眾來建造房屋而不是只靠幾個專家，因為這樣可以有更多的房屋同時建造。  業主主導的重建途徑結合推動本地技術的提升，通常會讓重建速度加快。  更多資訊見第 6 章「重建途徑」。
氣候條件、 室內舒適 度、操作能 源需求	材料的熱傳導、熱儲存與蒸汽擴散能力在決定房屋的熱舒適性及能源消耗上扮演很重要的角色。	考慮對室內舒適度的影響來選擇建築材料，以確保住宅有合適的氣候適應性。
社會文化是 否恰當及接 受度	技術和建築材料影響社區的生活方式。  民眾可能因為他們擁有的社會地位而想要現代的進口技術，卻不要更合適且維護較便宜的傳統解決方案。	藉由說明如何分析材料與技術的優缺點，以及它們（材料與技術）相關的社會與文化脈絡，來幫助社區做決定。  材料組合可能是提高替代技術接受度的一項不錯的選擇（例如核心住宅的一個房間由磚和混凝土建造，其餘部分則使用竹，如在 Bihar 的試驗）。
環境的影響 （包括運 輸、維修、 拆卸和回收 利用的可能 性）	某些技術和材料可能會大量地造成當地、全球環境和自然資源的惡化。  見第 9 章「環境規劃」詳細討論重建中的環境問題。	儘可能使用： <ul style="list-style-type: none"><li>■ 當地現有的、低能源消耗的建築材料，特別是那些以再生能源製造出來的；</li><li>■ 來自可持續性生產鏈的材料（例如避免使用野蠻濫伐來的木材）；</li><li>■ 無毒材料；</li><li>■ 易於拆解的材料（且可再循環作為建築的材料或能源）；</li><li>■ 在缺水地區，需要水量最少的材料（包括固化、乾燥和維護過程）。<sup>[11]</sup></li></ul>
當地技術的 可用性和能 力	營建品質取決於人力資源的熟練度。  來自其他地區的熟練人力資源可能遷移到災區。	以適當的培訓、管理和監控解決熟練人力的短缺。提供所有技能層次的技術操作指南給建築業者（建築工人）。營建品質必須透過系統性的品質控制程序予以監控與紀錄。見第 16 章「重建的培訓要求」。

(續前表)

---

參與及生計的機會	傳統方法和材料對當地人們來說通常是較容易實現和複製的。 在重建階段，社區參與的可行性很大程度上是由所應用的技術來決定。 在當地工匠明白問題是什麼的時候，他們往往能想出適當的解決方案。	就新增元素，例如抗震特性與外來技術，培訓和監控當地的勞工。 使用房屋模型來教導改進的技術。 在現場，設計簡單的措施來測試抵抗力。 在社區，以長期措施吸收新的技術，並確保它們的可重複性超過重建期間。
----------	---	---

---

## 5.1 與營建技術相關的教訓

### 5.1.1 熟練工人的可用性

2001年印度古吉拉特(Gujarat)地震之後，一開始，當地能正確使用空心連結壓縮固化水泥塊的砌磚熟練工人不足，導致建造進度緩慢。但是就業機會的消息很快散布開來，訓練有素的工匠從全國其他地區來到古吉拉特服務。同樣的事情也發生在1999年印度Uttarakhand地震之後：來自平原的磚塊很快到達，泥瓦匠也很快地從Bihar過來。還有，2005年Kashmir地震後，來自Bihar的泥瓦匠與勞工在加速重建上扮演舉足輕重的角色<sup>[12]</sup>。

### 5.1.2 參與和生計

2005年Kashmir地震後，在Aga Khan Development Network贊助下，當地營建系統、建築、生活方式與喜好所形成的重建設計基礎，成為備災專案人民行動全國中心(National Centre for People's Action in Disaster Preparedness, NCPDP)的一部分。當地工匠在重建技術的發展上發揮很大的作用。來自當地婦女與主要工匠的反饋意見，以及來自政府的技術指導分別被納入與轉化成實際的指導方針，並逐步改善以確保可重複性與可承受性。

### 5.1.3 技術指導方針的重要性

HDCT的技術指導方針在住宅重建過程是不可或缺的參考資料。他們應該在下列六個面向提供指導方針：(1) 需要尊重的標準與法規；(2) 損害評估；(3) 與各種風險相關的結構安全；(4) 營建技術、方法與程序；(5) 建築材料與品質；(6) 成功實施重建專案所需要的專業技能。這些要能有效，關鍵在於技術指導方針必須適合特定的脈絡。如果無法提供，那就必須制定。如果可提供，卻不適合當前的災後情況，那就必須加以修改。指導方針必須納入建築業者整體培訓課程的一部分，並作為整個重建階段的工具，包括在檢查和監控期間。



## 5.2 關於推廣鄉土技術的辯論

就成本、環境影響、氣候、文化與建築的適用性等方面而言，鄉土技術往往是適當的解決方案，而且通常應該優先考慮。然而，由於有災難脆弱性與耐久性等憂慮，使得這些技術總非最佳的選擇，而往往得需要透過引進現代化技術或組件來加以改進。重建中在社區考慮推動鄉土技術，有相當多的爭論。在資助一個大規模鄉土建築物修繕方案前，機構應該確保某一特定技術的災難復原力已經過一個有信譽的團體測試，且任何推薦的改進或補強方法都已納入住宅設計（某些從機構取得的資源致力於現代與鄉土技術的整合，以創建更合適的解決方案。見本章附件）。鄉土建築技術已於 2005 年北巴基斯坦地震後，經地震重建暨復建管理局（Earthquake Reconstruction and Rehabilitation Authority, ERRA）批准使用，將於下面案例研究討論。

## 六、技術問題和建議：修繕與補強 vs. 拆除

在重建工作中，修繕與補強房屋可能比拆卸和重建更有意義。許多從業者和決策者都認為，修繕與／或補強方案的設計和實施是有困難的。然而，修繕與補強方案可以拯救部分損壞的房屋，且常常獲得不錯的結果。就成本、環境影響、速度、資源供給、社區參與和滿意度、心理健康的恢復及古蹟維護等方面而言，對於房屋的修繕與補強提供正確的設計與監控專案可以大大提升重建的進程。此外，脆弱的結構雖然沒有因災害受損，但解決它們的脆弱性應該被視為方案的一部分。全面性的重建方案應該有一部分是放在修繕與補強，它們要解決那些類似重建所考慮的問題，包括布局、基礎建設及建築技術與材料等技術問題。提供詳細的指導方針與培訓，以確保有效和安全的修繕與補強；如果沒有，則可能需要為一個特定的脈絡制定一套指導方針。下面列出一些在修繕與補強方案中必須解決的問題。

問題	相關性
異地重建	如果房屋要異地重建，則修繕或補強選項就毫無實際意義。
損害程度	不管修繕與補強選項是否適宜，於決定之前，房屋、鄰居與基礎建設的損害程度及對於居民的相關風險等都必須加以考慮。
選擇修繕或補強的成本 vs. 重建	一般來說選擇修繕或補強的總成本應低於拆除和重建，才是合理的。
民眾修繕或補強他們房屋的意願與能力	當地居民參與修繕與補強的討論是必要的。民眾並不總是認為修繕或補強是可行或滿意的選擇。如果沒有當地的支持，修繕或補強專案甚至可能會遇到激烈的反對。溝通、大眾宣傳和培訓是修繕與補強方案能否成功的關鍵要素，如同它們在重建的重要性一樣。

(續前表)

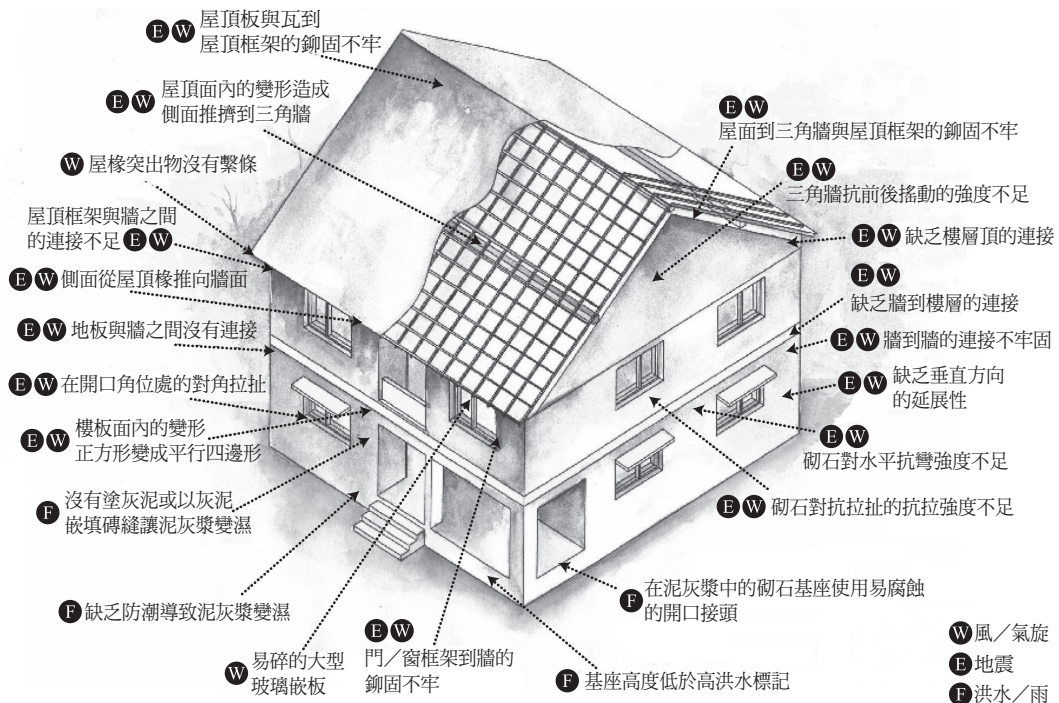
受損房屋的建築、歷史、文化與社會經濟的價值

如果一棟特殊的房屋擁有較高的建築、歷史、文化或社會經濟價值，則投入大量的努力克服任何成本或技術上的困難防止它被拆除，可能是合理的。如果房屋被認為是社區遺產的一部分，則可以提供額外的財務或技術協助給該房屋的所有權人，鼓勵他保留該房地產。

## 6.1 房屋的脆弱性與如何減少其脆弱性

災害以各種方式影響房屋的結構。因此，建造與修繕受災房屋的技術解決方案必須要反應災害的型態，並考慮使用的建築技術和材料。這一個原則適用於房屋的新建或補強上。下面資料來源一節，列出關於這個主題的各種技術材料。第 16 章「重建的培訓要求」針對建築業者的培訓方案設計提供操作指南。本章附件列出從事改進鄉土建築風險的組織。下圖取自印度防災建築手冊 (Manual on Hazard-Resistant Construction)，描述與住宅有關的一系列脆弱性。這裡呈現的例子適用於結構與非結構的建築物型態。培訓建築業者與監造人員了解這些脆弱性是很重要的。

### 非結構建築物對抗地震、氣旋與洪水災難的脆弱性



資料來源：United Nations Development Programme (UNDP) India and NCPDP, 2008, *Manual on Hazard-Resistant Construction in India: For Reducing Vulnerability in Buildings Built without Engineers* (Gujarat: UNDP India and NCPDP), [http://www.ncpdindia.org/Manual\\_on\\_Hazard\\_Resistant\\_Construction\\_in\\_India.htm](http://www.ncpdindia.org/Manual_on_Hazard_Resistant_Construction_in_India.htm).

## 七、風險和挑戰

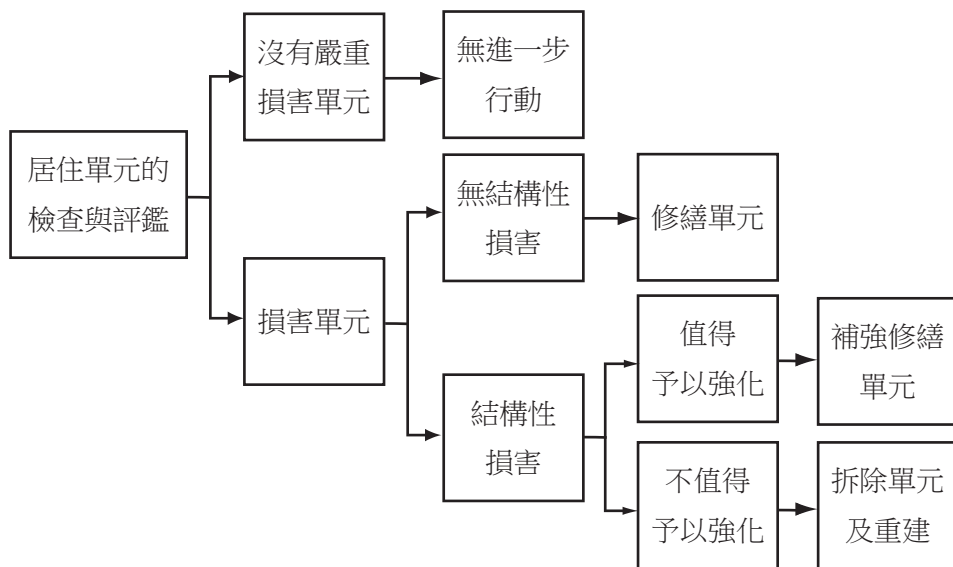
- 缺乏那些關於合適住宅設計和目前建築常規的當地知識。
- 未能提供告知建築技術如何選擇的專業知識。
- 建築材料和熟練的勞工供不應求，導致價格上脹。
- 不良的營建品質製造出脆弱、易損與高維護成本的建築物。
- 進口的建築技術和材料需要更多的能源才能獲得舒適的室內條件，導致成本增加和負面的環境影響。
- 建築技術無法適應它們所在的環境風險，或者只能適應眾多風險中的唯一一個（例如他們提供防風保護，對地震卻是脆弱的）。
- 新的住宅設計或建築技術與當地的傳統，或與當地居民想要改變的意願不相容。
- 設計和建設造成當地和全球環境的損害。
- 拆除可修復的房屋造成文化特性與古蹟的損失、減慢心理的復原、不良的環境影響及延長重建的時間。
- 修繕與補強專案的不當設計或執行，損害建築的完整性和房屋的品質。
- 捐助者不願意資助非標準的重建方法，例如維修和補強 [13]。
- 建築技術規則與規定禁止使用當地的建築技術，或沒有把當地材料和常規的使用充分地納入。

## 八、案例研究

### 8.1 伊朗巴姆地震（2003 年）：房屋損害程度分類系統

2003 年伊朗巴姆（Bam）地震後，重建規劃所依據的房屋損害評級（ranking）分成兩個部分：「對住宅區的損害」和「對居住單元的損害」。

1. 對住宅區的損害：評級考慮與地質有關的問題，例如土壤的穩定性、土地條件及村落受損的百分比（受損的住宅單元占全部住宅單元的比例）。
2. 對居住單元的損害：評級考慮到受損單元的條件、損害的型態和技術專長的型態，這些可能是制定重建計畫所需。下圖說明「對居住單元的損害」評級過程。



資料來源：：Housing Foundation of the Islamic Revolution, 2009, written communication.

## 8.2 伊朗巴姆地震（2003 年）：使用示範建築物與當地專家以提高重建成果

2003 年伊朗巴姆地震後僅幾個月，伊斯蘭革命住宅基金會（Housing Foundation of the Islamic Revolution, HF）在巴姆建立了工程和技術服務展示場所，超過 500 種住宅設計、技術與建築材料在展示場公開展示，讓民眾可以選擇他們喜歡的房屋模型。在展示現場，建築物模組與真實比例的模型展現了環境友善、成本效益與適合當地的庇護所模型。模型建築物的結構與材料經過測試，並獲得伊朗住宅部門建築與住宅研究中心的許可。

巴姆建築高級理事會動員和培訓了工程、建築與技術公司，提供專業服務給那些為自己家園選擇住宅設計與營建技術的人。在 HF-UNDP（聯合國開發計畫署）聯合方案下，工程師和建築師安排了一系列的磋商討論，確保以女性為戶主的家戶觀點可以納入住宅單元的建造與設計。法國營建研究中心 CRATerre-EAG 就如何建造具地震復原力的建築物，為建築業者提供訓練。此外，20 位熟練的當地泥瓦匠和其他建築業者，也在抗震傳統建築技術上接受培訓。在展示現場，受訓者利用他們自己建造的小模型建築物，展示了具地震復原力的建築特點。受訓者能夠把他們的知識與技能移轉給來自巴姆和該國其他地區的泥瓦匠。從世界銀行借來的 2.2 億美元復原重建貸款幫助 HF 取得大量的建築材料。聯合國開發計畫署（UNDP）所支持的培訓計畫獲得成功，鼓勵了政府和 CRATerre 於稍後把這些經驗複製到該國其他易發生地震的地區。

資料來源：Victoria Kianpour, UNDP Iran, 2009, personal communication, <http://www.undp.org.ir/>.

### 8.3 肯亞的建築技術規則修訂（1995 年）：利害關係人參與立法改革

過去幾十年來，肯亞城市人口顯著增加的結果，造成非正式的住宅定居點無所不在（事實上，肯亞首都 Nairobi 內有一半以上的人口，目前是生活在非正式的住宅內）。肯亞的建築技術規則，像所有的國家一樣，其目的是為了保護民眾遠離不良的建築，並減低對於災害的脆弱性。然而，在 1980 年代，肯亞的許多建築技術規則仍然停滯在殖民地時期，逐漸流行的建築物——在該國最常見的主要建築形式——是這些法規無法允許的。結果，依據這些法規，可接受的最小房屋超出窮人，甚至是中等收入家庭所能負擔。其效應不僅抑制住宅的投資，更限制可以融資的建築型態。

在 1990 年，中級技術發展小組（Intermediate Technology Development Group, ITDG）發起了一個參與式的法規修訂工作，以反映當地的建築常規，同時鼓勵安全的建築做法。來自營建領域利害關係人的參與，Code 95 於 1995 年制定，獲得國會的核准。Code 95 是以性能為基礎，允許使用創新和流行的材料、替代的建築技術、戶外烹煮區與坑式廁所。在肯亞 Nakuru 市，一個由英國國際開發部（Department for International Development, DFID）資助、ITDG 管理的試驗性專案顯示，在新的法規下，住宅建築的成本降低了至少 30%；該專案也幫助掀起住宅建築的熱潮。在了解建築技術規則對住宅供應鏈的重要性後，商業社區、住宅金融機構、開發商與材料製造商都支持 Code 95 的制定。雖然法規的更新是改善建築安全與增加災害復原力的第一步，但其他方面的挑戰，如簡化核准程序及建立全面運用建築技術規則的激勵機制等，仍然必須解決。

資料來源：：Saad Yahya et al., 2001, *Double Standards, Single Purpose: Reforming Housing Regulations to Reduce Poverty* (London: ITDG Publishing); Mohini Malhotra, ed., 2002, “The Enabling Environment for Housing Microfinance in Kenya,” *Cities Alliance Shelter Finance for the Poor Series*, [http://www.citiesalliance.org/citiesalliancehomepage.nsf/Attachments/kenya/\\$File/kenyafinal.pdf](http://www.citiesalliance.org/citiesalliancehomepage.nsf/Attachments/kenya/$File/kenyafinal.pdf); and Shailesh Kataria and Saad Yahya, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2009, personal communication.

### 8.4 巴基斯坦北部 Kashmir 大地震（2005 年）：具地震復原力的 Dhajji Dewari 技術

2005 年 Kashmir 地震中，使用傳統方法建造的建築物，其支撐能力比許多「現代化的」建築好得多：其中兩種做得很好的建築型態，一是使用被稱為 Taq 的技術，另一則是 Dhajji Dewari。雖然在填充的砌石出現許多裂縫，但這些結構大多數沒有倒塌，從而避免了生命的損失。在農村，業主主導的重建過程推動和促成 Dhajji Dewari 技術的使用。它很快地被當地社區所採納，並且在受益人之間獲得高水準的滿意度。這些建築技術（當正確施工時）不僅在地震中站得很穩，更因它們使用當地材料（木

材、石頭、泥)，對環境影響很低，非常經濟，也成為住宅文化與技術的一部分。其他在地震中表現良好的鄉土建築技術，包括：(1) 原木屋；(2) 使用規矩放置的土石，搭配穿石牆與精心設計的拱門；(3) 使用桁架、嵌槽拼合樺細木工及將陽臺擺在凸出的木製托樑上。根據現有建築物的觀察，傳統建築技術已經被巴基斯坦政府的ERRA 認可。

資料來源：Maggie Stephenson, United Nations Centre for Human Settlements (UN-HABITAT), 2009, personal communication; and Rohit Jigyasu, 2009, personal communication.

## 九、資料來源

- ADPC. 2005. “Handbook on Design and Construction of Housing for Flood-Prone Rural Areas of Bangladesh.” Dhaka: ADPC. [http://www.adpc.net/AUDMP/library/housinghandbook/handbook\\_complete-b.pdf](http://www.adpc.net/AUDMP/library/housinghandbook/handbook_complete-b.pdf). Focuses solutions for various construction technologies exposed to flooding.
- Applied Technology Council (ATC). <http://www.atcouncil.org/>. ATC provides a range of materials on the hazard resistance of building technologies, building retrofitting techniques, and methodologies for post-disaster building inspections.
- Arya, A. S. et al. 2004. *Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction*. Kanpur: National Information Center of Earthquake Engineering. [http://www.nicee.org/IAEE\\_English.php](http://www.nicee.org/IAEE_English.php). Information specifically on earthquake-exposed structures.
- Benson, Charlotte, John Twigg with Tiziana Rossetto. 2007. “Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction. Guidance Note 12: Construction Design, Building Standards and Site Selection.” International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, ProVention Consortium. [http://www.proventionconsortium.org/themes/default/pdfs/tools\\_for\\_mainstreaming\\_GN12.pdf](http://www.proventionconsortium.org/themes/default/pdfs/tools_for_mainstreaming_GN12.pdf).
- Blondet, Marcial, Gladys Villa Garcia M., and Svetlana Brzev. 2003. *Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A Tutorial*. Oakland: Earthquake Engineering Research Institute. <http://www.preventionweb.net/english/professional/trainings-events/edu-materials/v.php?id=7354>.
- CDMP. 2001. “Hazard-Resistant Construction.” Caribbean Disaster Mitigation Project. <http://www.oas.org/CDMP/document/papers/parker94.htm>.
- Earthquake Engineering Research Institute (EERI)/International Association of Seismology and Physics of the Earth’s Interior (IASPEI). 2006. “International norm for seismic safety programs.” Draft paper of the working group of the International Association for Earthquake Engineering (IAEE) and the International Association of Seismology and Physics of the Earth’s Interior. [http://www.iitk.ac.in/nicee/skj/Norms\\_](http://www.iitk.ac.in/nicee/skj/Norms_)

for\_Seismic\_Safety\_Programs-2-23-06.pdf.

- Minke, Gernot. 2001. *Construction Manual for Earthquake-Resistant Houses Built of Earth*. Eshborn: Building Advisory Service and Information Network at GTZ GmbH. <http://www.basin.info/publications/books/ManualMinke.pdf>.
- Papanikolaou, Aikaterini and Fabio Taucer. 2004. “Review of Non-Engineered Houses in Latin America with References to Building Practices and Self Construction Projects.” European Commission Joint Research Center. [http://elsa.jrc.ec.europa.eu/showdoc.php?object\\_id=26](http://elsa.jrc.ec.europa.eu/showdoc.php?object_id=26).
- Patel, Dinesh Bhudia, Devraj Bhandari Patel, and Khimji Pindoria. 2001. “Repair and strengthening guide for earthquake-damaged low-rise domestic buildings in Gujarat, India.” Gujarat Relief Engineering Advice Team (GREAT). <http://awas.up.nic.in/linkfile/Disaster/Retrofitting%20Low%20rise%20houses.pdf>.
- RICS. 2009. *The Built Environment Professions in Disaster Risk Reduction and Response Guide*. London: University of Westminster. [http://www.rics.org/site/scripts/download\\_info.aspx?downloadID=829&fileID=991](http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?downloadID=829&fileID=991).
- Schneider, Claudia et al. 2007. *After the Tsunami: Sustainable Building Guidelines for South East Asia*. Nairobi: United Nations Environment Programme. <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=1594>.
- Szakats, Gregory A. J. 2006. *Improving the Earthquake Resistance of Small Buildings, Houses and Community Infrastructure*. Wellington, NZ: AC Consulting Group Limited. <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=1390>.
- Twigg, John. 2006. “Technology, Post-Disaster Housing Reconstruction and Livelihood Security.” <http://www.practicalaction.org>.
- UN-HABITAT. 2003–2005. *Building Materials and Construction Technologies: Annotated UNHABITAT Bibliography*. Nairobi: UN-HABITAT. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1087>.
- UNDP India. 2008. “Manual on Hazard-Resistant Construction in India.” Gujarat: UNDP India and NCPDP. <http://data.undp.org.in/dmweb/pub/Manual-Hazard-Resistant-Construction-in-India.pdf>. Includes illustrated practical solutions covering earthquake, cyclone, and flood situations for various technologies.

## 附註

1. See Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2009, *The Built Environment Professions in Disaster Risk Reduction and Response Guide* (London: University of Winchester), [http://www.rics.org/site/scripts/download\\_info.aspx?downloadID=829&fileID=991](http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?downloadID=829&fileID=991).
2. Gujarat State Disaster Management Authority (GSDMA), 2003, *Guidelines for Construction of Compressed Stabilized Earthen Wall Buildings* (Gujarat: GSDMA), <http://www.gsdma.org>.

3. See International Code Council, "Codes and Standards," <http://www.iccsafe.org/cs/>.
4. Paul Gut and Dieter Ackerknecht, 1993, *Climate Responsive Buildings, Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions* (St. Gallen: SKAT), <http://www.nzdl.org/fast-cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0env1--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----stt-0-11--11-en-50---20-about-climate+responsive+building--00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-10&cl=search&d=HASH7fb3fd71d302d3efdfe64e&gc=1>.
5. Roland Stulz and Kiran Mukerji, 1993, *Appropriate Building Materials, A Catalogue of Potential Solutions (Revised)* (St. Gallen: SKAT), <http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0cdl--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL2.1&d=HASH51495f314e8d35f51533d4.2&gc=1>.
6. Andrew Challesson, 2008, *Seismic Design for Architects* (Oxford: Architectural Press), [http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws\\_home/716362/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/716362/description#description).
7. GSDMA, 2003, *Guidelines for Construction of Compressed Stabilized Earthen Wall Buildings* (Gujarat: GSDMA), <http://www.gsdma.org>; and National Information Centre of Earthquake Engineering, "IITK-GSDMA Project on Review of Seismic Codes & Preparation of Commentary and Handbooks," [http://www.nicee.org/IITK-GSDMA\\_Codes.php](http://www.nicee.org/IITK-GSDMA_Codes.php).
8. See Chapter 9, Environmental Planning.
9. Roland Stulz and Kiran Mukerji, 1993, *Appropriate Building Materials, A Catalogue of Potential Solutions (Revised)* (St. Gallen: SKAT), <http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0cdl--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL2.1&d=HASH51495f314e8d35f51533d4.2&gc=1>.
10. Rajendra Desai, 2008, "Case Studies of Seismic Retrofitting – Latur to Kashmir and Lessons Learnt," National Centre for Peoples' Action in Disaster Preparedness (NCPDP), <http://www.ncdpindia.org/Retrofitting%20Case%20Studies.htm>; <http://www.ncdpindia.org/images/03%20RETROFITTING%20LESSONS%20LEARNT%20LATUR%20TO%20KASHMIR.pdf>; and other sources listed in Resources section.
11. R Roland Stulz and Kiran Mukerji, 1993, *Appropriate Building Materials, A Catalogue of Potential Solutions (Revised)* (St. Gallen: SKAT), <http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0cdl--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL2.1&d=HASH51495f314e8d35f51533d4.2&gc=1>.
12. Rajendra Desai, 2009, personal communication.
13. NCPDP, "Good Practices Review: Latur, Kashmir, Kutch, Utrakhand," <http://www.ncdpindia.org>.



## 附件 適應鄉土建築技術：一些良好的示範

技術／專案	國家／地區	組織／連結	備註
以壓縮固化水泥塊建造的「Bunga」房屋；從原柱狀的傳統房屋衍生來的抗震建築。	印度 Gujarat 邦 Kutch 區	印度 Bhuj Hunnarshala 建築技術與創新基金會 <a href="http://hunnar.org">http://hunnar.org</a>	通過 GSDMA, 2003 年, Guidelines for Construction of Compressed Stabilized Earthen Wall Buildings (Gujarat 邦災害管理局) 的認可。
印度防災建築手冊。	印度	印度聯合國開發計畫署及印度 Ahmedaba 政府 <a href="http://www.ncdpindia.org">http://www.ncdpindia.org</a>	在沒有工程師的情況下, 減低建築物的脆弱性; 重點放在土石建築物的補強與建造。
Kashmir 農村建築恢復與補強手冊。	巴基斯坦 Kashmir 印度 Jammu	印度聯合國開發計畫署及印度 Ahmedaba 政府 NCPDP <a href="http://www.ncdpindia.org">http://www.ncdpindia.org</a>	減低地震災區既存建築物的脆弱性。
在地震災區, 位於農村與郊區非結構水泥沙漿石造房屋的抗震建築指導方針。	巴基斯坦	巴基斯坦政府地震重建暨復建管理局 <a href="http://www.erra.gov.pk">http://www.erra.gov.pk</a>	非結構建築物的實務指導方針, 涵蓋基地選擇問題、規劃及各種住宅構件的建造與補強措施。
竹造房屋模型。	厄瓜多爾 Guayaquil International	竹與藤的國際網路 <a href="http://www.inbar.int">http://www.inbar.int</a>	依據已經研發可提高品質並降低成本的竹造牆體系統, 展示及比較 10 種不同的技術。
以泥土為基礎的建築材料與技術。	印度	印度 Tamil Nadu, Auroville 泥土研究所 (Earth Institute) <a href="http://www.earth-auroville.com">http://www.earth-auroville.com</a>	開發、培訓、發表與實現各種使用泥土作為建築材料的營建技術, 並整合現代技術以改進建築物的安全性。
Construccion de casas saludables y sismorresistentes de Adobe Reforzado con geomallas	祕魯	祕魯天主教大學 <a href="http://www.pucp.edu.pe">http://www.pucp.edu.pe</a>	為提升抗震能力, 使用以塑膠網加固技術的泥漿磚塊牆壁。

(續前表)

---

颶風災後重建的減災策略。	宏都拉斯	國際研究與合作中心 <a href="http://www.ceci.ca">http://www.ceci.ca</a>	為減低颶風與洪水脆弱性的住宅改進技術。
收集各種抗震建築技術資訊與出版品。	各國	世界住宅百科全書 (World Housing Encyclopedia)、EERI 與 IAEE 倡議 <a href="http://www.worldhousing.net">http://www.worldhousing.net</a>	

---