

附錄 B

赴香港及大陸考察建築防震計畫

壹、參訪人員：

- 台灣科技大學營建技術系兼任副教授級專家洪思閔

貳、時程：民國八十七年十二月八日上午抵達

民國八十七年十二月十九日返國

參、參訪地點：香港，上海，北京

肆、參訪單位、主題

本計畫建築物耐震設計手冊之編訂，主要係蒐集相關之各項建築結構耐震規範資料，並參考各國之相關研究，以編訂耐震設計手冊供各界參考。

世界高樓會議於 87 年 12 月 9 日~11 在香港舉行並擬於會議舉辦上海高樓及各項建設參觀(87 年 12 月 14, 15 日)，今擬參加此會議以供蒐集最新之相關高樓設計及其耐震設計資料，會議後並擬順道參訪大陸建築研究相關單位如北京中國建築科學研究院或西安西北建築研究院等單位並參觀其各項建設，以取得相關之各項建築及耐震設計資料以充實耐震設計手冊之內容，故擬請依計畫書中考察計畫，至香港參加世界高樓會議及參訪上海，北京等相關建築研究單位及公共建設高樓建築等共 12 天。(12 月 8 日~12 月 19 日)。

一、香港

參加第五屆世界高樓會議，其內容有

- 各型建築物之建築設計
- 著名建築物之規劃設計個案研討
- 高層建築物之結構型式與概念
- 建築物結構之抗風與耐震

- 結構分析與設計及規範實務
- 建築施工之基礎設計與地工問題
- 最佳化與可靠度分析
- 建築設備與智慧型建築
- 高層建築之垂直運輸
- 防火工程
- 建築管理及都市計劃
- 施工技術，管理與安全
- 建築物之修理、維護與更新
- 建築材料
- 建築物之環境衝擊
- 建築開發之社會與心理衝擊
- 參訪香港高樓建築及公共建設

二、上海

- 參訪上海同濟大學
- 參訪上海京茂大樓(80層)
- 參訪上海國際金融中心(96層)
- 參訪上海體育中心(80,000座位)
- 參訪上海大戲院
- 參訪東方電視塔(高468公尺)
- 參訪其他公共建設

三、北京

- 參訪北京建築科學研究院
- 參訪北京之高樓建築與公共建設

中華民國地震工程學會接受內政部建築研究所委託
專案研究計畫研究人員赴香港及大陸考察地震工程計畫

支出項目	單價	人數	小計	備註
機票及手續費	$16,520 + 300 + 90 \times 5 + 100 \times 5 + 8,000 + 5,500 + 1,365 \times 2$	1 人	29,870	機票、機場服務費
補助成員出國旅費及雜支	生活費	1 人	60,060	匯率以 1:5 計算
	辦公費		$(500 + 50) \times 33 + 3,000 \times 12 =$	
合計			153,490	

註：超過原先經費部份由研究案其他費用勻支。

日期	行程	
87/12/8(二)	台北→香港	
12/9(三)	香港	參加第五屆世界高層建築會議
12/10(四)		
12/11(五)		
12/12(六)	香港→上海	週休二日
12/13(日)		
12/14(一)	上海	參訪上海同濟大學及高層建築公共建設
12/15(二)		
12/16(三)	上海→北京	<ul style="list-style-type: none"> 參訪北京中國科學研究院 參訪北京高樓及公共建築
12/17(四)	北京	
12/18(五)		
12/19(六)	北京→香港→台北	

伍、資料蒐集

(有關香港、上海、北京之資料請參閱蕭江碧所長及黃耀榮研究員之考察報告，下列為地震有關之資料)

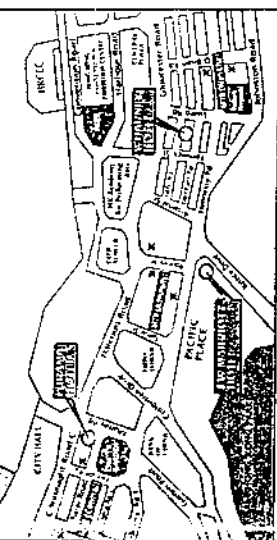
附錄一 大陸強震區地震效應與抗震設計

附錄二 場地類別、設計近震遠震和設計反應譜

附錄三 斷裂(斷層)

U. S. A.
 HONG KONG
 KOREA
 SINGAPORE
 AUSTRALIA
 CANADA
 AUSTRALIA
 NANJING, CHINA
 BEIJING, CHINA
 SHANGHAI, C.
 BEIJING, CHINA
 U.S. A.
 GUANGZHOU
 HONG KONG
 HONG KONG
 U. S. A.
 HONG KONG
 TAIWAN, CHINA
 BEIJING, CHINA
 AUSTRALIA
 HONG KONG
 U. K.
 AUSTRALIA
 JAPAN
 JAPAN
 GERMANY
 KOREA
 NEW ZEALAND
 GUANGZHOU
 AUSTRALIA
 JAPAN
 CANADA
 SINGAPORE
 TAIWAN, CHINA
 CANADA
 BRAZIL
 HONG KONG
 THAILAND
 TAIWAN, CHINA
 BEIJING, CHINA
 BEIJING, CHINA
 DALIAN, CHINA
 BEIJING, CHINA
 SHANGHAI, C.
 GUANGZHOU

Dr. Lynn S. BEEDLE
 Professor Paul T.Y. CHIANG
 Professor Chang-Koon CHOI
 Professor Edmund C.C. CHOI
 Mr. Max J. CROXFORD
 Professor Alan G. DAVENPORT
 Mr. Brian DEAN
 Professor Da-jun DING
 Mr. Yide DOU
 Professor Li-chu FAN
 Professor Hong-qi FANG
 Mr. Thomas K. FRIDSTEIN
 Professor Da-jian HAN
 Mr. Hung-kwai IP
 Professor Alan P. JEARY
 Mr. Ron KLEMENCIC
 Mr. Ping Xi KWOK
 Mr. Chu Yuen LEE
 Professor Xia Liu
 Professor Yew-Chaye LOO
 Mr. John M. MACARTHUR
 Professor Ian A. MACLEOD
 Professor W.H. MELBOURNE
 Dr. Akira MITA
 Professor Yuji NAKAMURA
 Dr. Bernd J. OLEIKO
 Professor Jooh H. PAEK
 Professor R. PARK
 Mr. Baisheng RONG
 Mr. Harry SEIDLER
 Dr. Naruhito SHIRAIISHI
 Professor Bryan STAFFORD SMITH
 Professor Somsak SWADDIWUDHIPONG
 Mr. James C. TAI
 Professor W.K. TSO
 Dr. Gilbert Yip YAU
 Professor Yan YE
 Professor Worsak KANOK-NURULCHAI
 Professor Yeong Bin YANG
 Professor Rung YE
 Professor Guo-lan ZHAO
 Professor Xian ZHAO
 Professor Shi-ling ZHENG
 Professor Fu-Lin ZHOU



SPONSORING ORGANIZATIONS

The following institutions have kindly agreed to sponsor the Conference :

- American Society of Air-conditioning, Refrigeration and Ventilation Engineers, Hong Kong Chapter, Hong Kong
- Centre for Asian Tall Buildings and Urban Habitat, Hong Kong
- Comprehensive Institute of Geotechnical Investigation and Surveying, Ministry of Construction, China
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat, U.S.A.
- Guangdong Seismological Bureau, Guangzhou
- Hong Kong Institution of Engineers, Hong Kong
- Huazhong University of Science and Technology, China
- Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, U.S.A.
- The Chartered Institution of Building Services Engineers, U.K.
- The City University of Hong Kong, Hong Kong
- The Hong Kong Institute of Architects, Hong Kong
- The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
- The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong
- The Institution of Structural Engineers, U.K.

WEB SITE

The latest development can be found at
<http://hkcc.hku.hk/cse/conference/ictb/>

SECRETARIAT

Dr. A.K.H. Kwan
 Conference Secretary
 c/o Department of Civil and Structural Engineering
 The University of Hong Kong
 Pokfulam Road, Hong Kong
 Fax : (852) 2559 5337
 E-mail : TABGCONF@HKUCC.HKU.HK

STAMP
 HERE

Dr. A.K.H. Kwan
 Conference Secretary
 The Fifth International Conference on Tall Buildings
 c/o Department of Civil and Structural Engineering
 The University of Hong Kong
 Pokfulam Road
 HONG KONG

002 852 2859 2647, (804)
 002 852 2559 5337 (702)



CONFERENCE ON TALL BUILDINGS

DECEMBER 9 - 11, 1998 HONG KONG

Co-organised by The University of Hong Kong, Hong Kong
and Tongji University, Shanghai

November 16, 1998

Mr. Hung Szu-Min
President
Taiwan Engineering Consultants Group
3/F., 356, Section 5, Nanking East Road
Taipei, Taiwan

Fax No.: 886-2-27664881

Dear Mr. Hung,

On behalf of the Organizing Committee, I have great honour to invite you to attend the Fifth International Conference on Tall Buildings during December 9 - 11, 1998 in Hong Kong. The Conference will feature presentations from prominent scientists and engineers. We expect that there will be about 300 participants from 20 countries. Your presence will help to stimulate technology exchange among an international gathering and the audience will be interested to learn about your experience and research activities.

I have also made arrangement for you to visit Tongji University in Shanghai as attached. If you want to know more about building development in China, I strongly suggest that you pay a visit to the China Academy of Building Research in Beijing.

We look forward to meeting you at the Conference in December.

Yours sincerely,

Dr. A.K.H. Kwan
(Conference Secretary)

AKHK/mw

【附錄一】

大陸強震區地震效應與抗震設計

資料來源：“工程地質手冊”(1995)中國建築工業出版社

A.1 抗震設計的思路

1. 抗震設計的原則：在地震活動區，為了使工程有一定的抗震能力，以減少一旦發生地震時造成損失和人員傷亡，同時又要避免過高的設防標準造成浪費。
2. 抗震設計的思路框圖見圖 A-1。

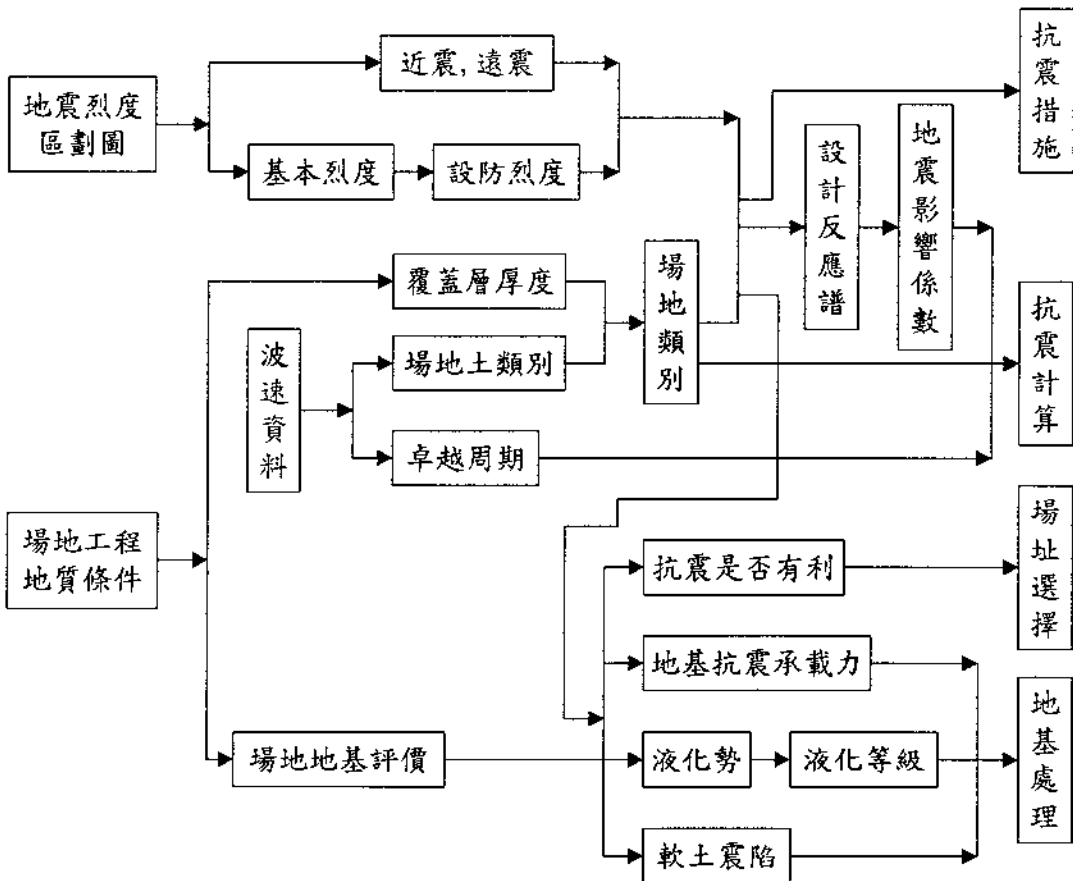


圖 A-1 抗震設計思路框圖

3. 設計反應譜的功用

lunches and coffee services during session breaks. The post-conference workshop and tours will be separately charged. Accompanying guest and bona fide full time students will be charged as follows:

Accompanying guest US\$ 100/ HK\$ 780
 (only reception and banquet included)
 Students US\$ 250/ HK\$ 1,950
 (conference proceedings included but reception and banquet not included)

VENUE

The Conference will be held at the J.W. Marriott Hotel. It is located at the heart of Hong Kong Island and has all the facilities expected of a first class hotel. Overlooking the Victoria Harbour, J.W. Marriott Hotel is connected to the Pacific Place and the Mall, a spacious commercial centre with hundreds of shops and all kinds of fine restaurants. The Hotel is within walking distance from the business areas in Central District and Wan Chai, the Hong Kong Garden and the Peak Tram Station to the Victoria Peak. It is serviced by public transport such as taxis and buses and linked to Admiralty, a Mass Transit Railway (MTR) station on the Island Line with an underground tunnel.

ACCOMMODATION

Accommodation facilities in Hong Kong are among the world's best. Reservations for the following hotels all within easy access to the conference venue can be made through P.C. Tours and Travel, the travel agent appointed for the Conference. Participants are advised to make hotel reservations as soon as possible by sending the hotel reservation form directly to P.C. Tours and Travel. To enjoy the special rates, payment must be made through the travel agent. For the locations of the hotels, please refer to the attached map.

J.W. MARRIOTT HOTEL

Conference hotel. Close to Hong Kong's commercial, shopping, entertainment areas with commanding harbour view. Connected to Admiralty Subway Station and adjacent to 'The Mall' shopping complex. All rooms include luxurious furnishings and amenities such as separate marble shower and bath. Fully equipped fitness centre, outdoor swimming pool, sauna, steam rooms and tennis nearby.

PURAMA HOTEL

The Hotel is ideally located in the Central District of Hong Kong Island within easy walking distance of shopping, entertainment and commercial centres. Just a minute's walk from the subway and a short ride to the J.W. Marriott Hotel where the conference takes place. All rooms are fully air-conditioned and feature IDD facilities, satellite TV, in-house bar and mini-bar.

WHARNEY HOTEL

Situated in Hong Kong's famous Wanchai district, the hotel is within walking distance of the subway. It takes about 10 minutes walk to the J.W. Marriott Hotel. All rooms are modern, equipped with mini-bar, in-house movies, TV, IDD telephone etc.

There will be a theme session specially devoted to the development of buildings in China. The theme session is entitled "Design and Construction of High-rise Buildings in China". Prominent professionals from China will be invited to speak on this topic and exchange their views with participants at the session. Speakers include:

- Prof. Shi-ling Zheng Vice-President, Tongji University, China
- Prof. Xi-an Zhao Professor, Chinese Academy of Building Science, Beijing, China
- Prof. Xi-lin Lu Professor and Standing Vice Dean, Tongji University, China

SITE VISITS IN HONG KONG

Site visits to famous buildings and major civil engineering projects under construction in Hong Kong are being arranged. Charges for these site visits will be nominal just for covering transportation cost within Hong Kong. More details will be announced later.

POST-CONFERENCE TOURS

Half day tours and one day tours to famous tourist attraction points in Hong Kong will be arranged by a professional tourist agent. Details and charges will be announced later. A counter will be set up at the conference venue for booking these tours.

POST-CONFERENCE WORKSHOP AT SHANGHAI

A post-conference workshop at Shanghai is organized. The workshop includes a half day seminar at Tongji University for introducing the infrastructure and building development in Shanghai area. The half day seminar is followed by a one and a half day visit to some of the following construction sites:

- Shanghai Jing Mao Building (80-storey)
- Shanghai International Financial Center (96-storey)
- Shanghai Sports Center (80,000 seats)
- Shanghai Grand Theatre
- Shanghai Orient TV Tower (468 m high)

The registration fee for the workshop is US\$50, which includes transportation within Shanghai and two lunches.

POST-CONFERENCE TOURS STARTING FROM SHANGHAI

The following post-conference tours starting from Shanghai are being organized:

- 2 day tour to Suzhou US\$100 (transportation and one night hotel included)
- 3 day tour to Hangzhou US\$150 (transportation and two nights hotel included)
- 3 day tour to Xi'an US\$300 (flight and four nights hotel included)

More details of the tours will be announced later.

REGISTRATION FEE

The registration fee for the Conference will be US\$500 (HK\$3900). It will cover the Conference Proceedings, admission to all technical sessions and theme sessions, conference banquet, reception, daily

PRE-REGISTRATION FORM

The Fifth International Conference on Tall Buildings
 Hong Kong (December 9 - 11, 1998)

I plan to attend the conference and would like to receive further information when available

 (Professor/Dr./Mr./Ms.)

Organization : _____

Address : _____

Fax : _____

3. 非全新活動斷裂

表 A-1 全新活動斷裂分級

斷裂分級		活動性	平均活動速率 V (mm/a)	歷史地震及古地震(震級 M)
I	強烈全新活動斷裂	中或晚更新世以來有活動，全新世以來活動強烈	$V \geq 1$	$M \geq 7$
II	中等全新活動斷裂	中或晚更新世以來有活動，全新世以來活動較強烈	$V \geq 0.1$	$7 > M \geq 6$
III	微弱全新活動斷裂	全新世以來有活動	$V < 0.1$	$M < 7$

註：斷裂平均活動速率實測時觀測標樁必須埋置在大氣影響劇烈層以下，一般在地面以下 3m。

一萬年以來沒有發生過任何形式活動的斷裂稱為非全新活動斷裂。

4. 地裂

地裂分為構造性地裂和重力性(非構造性)地裂兩種：

- (1) 構造性地裂：強烈地震作用(主震相大幅度波動)下，在地面出現或可能出現的水平錯位為主的構造性斷。為強烈地震動的產物，與震源有直接聯係。最大值出現在地表並隨深度增加逐消失，受震源機制控制並與發震斷裂走向吻合，具有明顯的繼承性和重複性。
- (2) 重力性(非構造性)地裂：由於地基土地震液化、滑移，地下水位下降造成地面沉降等原因在地面形成沿重力方向產生的無水平錯位的張性地裂縫。

A.2.3 斷裂的鑒別

1. 全新活動斷裂的鑒別

- (1) 搜集和分析有關文獻資料，包括衛星影像及航空像片判釋結果，區域構造體系圖或地質圖，主要構造或活動構造及強震震央分佈圖，地震區分佈圖，地震地質報告，地應力及地形變資料，近期地震資料，震害歷史記載(地震目錄、地方志、古碑、古塔等)。
- (2) 工程地質測繪與調查：應著重研究下列內容：
 - a. 地形地貌跡象：活動斷裂往往在微地貌及宏觀地上有所顯示，如非岩

設計反應譜是現階段抗震計算分析的最基本理論，它的功用主要是計算水平或豎向的地震作用，見圖 A-2 所示框圖。

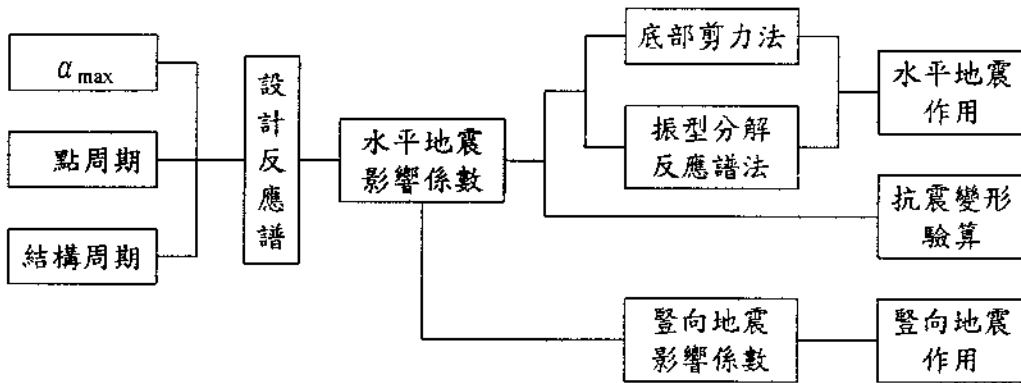


圖 A-2 設計反應譜的功用

A.2 斷裂的地震效應

A.2.1 概述

在強震區或或處於區域性構造上的場地進行岩土工程勘察時，應對場地範圍內的斷裂進行評價，對重大工程尚應評價其場地鄰近的構造斷裂的穩定性。

斷裂勘察與評價的主要內容是查明斷裂的類型，評斷裂時工程建設可能產生的影響，包括斷裂的活動性和地震效應分析，提出處理方法或措施。

A.2.2 斷裂的地震工程分類

1. 全新活動斷裂

(1) 定義：在全新世地質時期(一萬年)內有過較強烈的地震活動或近期正在活動，在將來(今後一百年)可能繼續活動的斷裂叫做全新活動斷裂。

(2) 全新活動斷裂的分級

根據全新活動斷裂的活動時間，活動速率及地震強度等因素可按表 A-1 劃分為強烈全新活動斷裂、中等全新活動斷和微弱全新活動斷裂。

2. 發震斷裂

全新活動斷中，近期(近 500 年來)地震活動中，震級(規模) $M \geq 5$ 的震源所在的斷裂；或在未來 100 年內，可能發生 $M \geq 5$ 級的斷裂稱為發震斷裂。

表 A-2 地質年齡測定方法

方法	測定對象	可測年限	地質條件	成果分析和應用
放射性碳(C14)	含碳淤泥, 方解石, 骨骼, 碳化木, 貝殼等	0~6× 10 ⁴	地層、斷裂充填物、崩積物	給出斷裂活動年齡區間
熱發(釋)光(TL)	石英、方解石、碳酸鈣沉澱物, 烘烤層, 陶瓷	(1000~300) × 10 ⁴	地層、斷裂充填物、斷裂破碎物	斷裂活動年齡區間, 斷裂最晚一次強烈活動近似年齡
鈾系法(U系)	解石, 火山岩, 碳酸鈣沉澱物	(5000~100) × 10 ⁴ 最優(5~60) × 10 ⁴	地層、斷裂充填物、斷裂破碎物	斷裂活動年齡區間, 樣品形成年齡
電子自旋共振(ESR)	碳酸鈣類, 石英, 火山岩, 石膏	(1000~100) 10 ⁴	地層, 斷裂帶充填物, 斷裂破碎物	斷裂活動年齡區間日, 最晚一次強烈活動近似年齡, 生成年齡
石英表面類微結構	石英	中新世~全新世	斷裂帶破碎物, 地層	斷裂最晚次強烈活動近似年齡

A.2.4 強震的發生與斷裂的關係

1. 強震常常發生在以下所述的地段及部位：

(1) 深大全新活動斷裂

- a. 兩組或兩組以上活動斷裂的交匯或匯而不交的部位；
- b. 全新活動斷裂的拐彎突出部位；
- c. 全新活動斷裂端點及斷面上不平滑處；
- d. 發生過破壞性地震的地段。

(2) 新斷陷盆地

- a. 斷陷盆地較深, 較陡一側的全新活動斷裂, 尤其是斷距最大的地段；
- b. 斷陷盆地內部的次一級盆地之間或橫向斷裂所控制的隆起兩側；
- c. 斷陷地內多組全新活動斷裂的交匯部位；
- d. 斷陷盆地的端部, 尤其是多角形盆地的銳角區；
- e. 復合斷陷盆地中的次級凹陷處等。

2. 日本松田時彥得出的活動斷裂與發震的幾項規律：

- (1) 在活動斷裂活動時, 會發生 6.5 級左右的大地震；

性影響的陡坡、峭壁，深切的直線形河谷，一系列滑波、崩塌的出現及山前疊置的洪積扇的存在，沼澤、蘆葦地、鹽鹼地、湖泊、跌水、及溫泉等的線性規律分佈；河流、水系定向排列展布或同向扭曲錯動等都是活動斷層存在的主要標誌。

還可進行大面積的，包括斷層在內的大地測量，例如高精度的三角網、橫跨斷層的高精度測距和精密水準測量等，以獲取較長時期地形數據，進一步得到活動斷裂的活動量級。

- b. 地層地質跡象：活動斷層往往切穿第四紀地層，致使斷層兩側第四紀地層變動及錯位，有的斷層既錯動也沉積，造成兩側第四紀沉積物之不同。弄清錯斷岩層的年代和未錯動覆蓋層的年代，從而判斷最新斷層活動的時間。如果上覆岩層為第四紀完好的地層，即可判定該斷層並非活動斷層。因此應調查第四紀地層完好程度，近期活動過的斷裂留下的跡象，第四紀地層位移錯動，地下水活動尋常及地表植被的不同特徵，斷層中的破碎、膠結特徵等。

必要時要測定已錯斷層位和未錯斷層位的地質年，以確定斷裂活動的最新時限。目前測定地質年齡的方法見表 A-2。其中以 C14 裂變徑跡和熱光法最為常用。

- c. 地震跡象，進行古地震調查，尋找古地震遺跡，如地震斷層、地裂縫、岩石崩塌、滑坡、地震湖、河流改道以及砂土液化等。
- d. 物探與鑽探

應用合適的物探方法可以確定隱伏斷裂的具體位置。結合野外調查，進行必要的鑽探或開挖探槽、探井，可了解斷裂的新活動。

2. 發震斷裂的鑒別

發震斷裂應在全新活動斷裂勘察的基礎上，根據近期歷史地震遺跡予以鑒定。

3. 構造性地裂的鑒別

構造性地裂可根據其重複性規律，推論在未來強震作用下出現的可能性。

(2) 對非全新活動斷裂可不考慮抗震問題，當斷裂破碎帶發育時宜考慮不均勻地基的影響。

- (2) 發震斷裂產生地震的震級與該斷裂的錯動長度之間，存在著對數關係；
- (3) 發震斷裂產生大地震的規模及其發震時間間隔，大體決定於該斷裂本身；
- (4) 在分支斷裂繁多的斷裂體系中，不會發生大地震。

A.2.5 斷裂的地震效應評價

1. 全新活動斷裂

全新活動斷裂的地震效應評價，應根據其基本活動形式區別對待：

- (1) 對斷裂兩翼只有微量錯位或蠕動且無有感地震，可按靜力作用下地基產生的微小相對位移考慮。
- (2) 對深埋的全新活動斷裂(一般指埋深超過 100m)，震級大於或等於 5 級且地面不產生構造型裂縫的場地，可按『建築抗震設計規範』的規定採取抗震措施。
- (3) 對可能產生明顯錯位或地面裂縫的全新活動斷裂，宜避開斷裂帶，其避開距離應考慮活動斷裂的等級、規模、區域地質環境、地震裂度、覆蓋層厚度以及工程的重要性等因素確定。

2. 發震斷裂

發震裂的地震效應評價宜符合下列規定：

- (1) 發震斷裂的場地可視為強震震央或極震區。
- (2) 發震斷裂的活動形式，取決於其所處基岩的埋深和上覆土層的性質。當一次強烈地震在基岩中產生相對錯位 D_L ，其可能的活動形式與覆蓋土層的關係為：
 - a. 當覆蓋土層厚度 $h < (25 \sim 15)D_L$ 時可能發生地表錯動。
 - b. 當覆蓋土層厚度 $h < (25 \sim 15)D_L$ 時地表可能只有震動而無錯動。

3. 構造型地裂與非全新活動斷裂

- (1) 構造型地裂處建築物的破壞形式多似靜力破壞，當無法避開時可採取局部結構(地梁、基礎柵格)的補強措施或箱形基礎、筏式基礎等。對於非構造型地裂，宜採取場地地基加固處理措施。

影響反應譜的因素很多，其中場地土質、震級大小和震央距是三個主要因素。本節按照大陸現行『建築抗震設計規範』的有關規定，對場地土類型、場地類別、設計近震、設計遠震(簡稱近震、遠震)和設計反應譜等分別闡述如下。

B.2 場地土類型

“場地土類型”係表層土剛度『軟硬』的表徵，宜根據土層剪切波速(v_s)按表 B-1 劃分：

表 B-1 場地土類型劃分

場地土類型	v_s ，土層剪切波速(m/s)	場地土類型	v_s ，土層剪切波速(m/s)
堅硬場地土	$v_s > 500$	中軟場地土	$250 > v_{sm} > 140$
中硬場地土	$500 > v_{sm} > 250$	軟弱場地	$v_{sm} < 140$

註： v_s 為土層剪切波速； v_{sm} 為土層平均剪切波速，取地面下 15m 且不深於場地覆蓋層厚度範圍內各土層剪切波速，按土層厚度加權的平均值。

當丙、丁類建築無條件實測剪切波速，且無法收集到鄰近地點的實測數據時，可按表 B-2 劃分土的類型。

表 B-2 土類型劃分

土的類型	岩土名稱和性狀
堅硬土	穩定岩石，密實的碎石
中硬土	中密、稍密的碎石土，密實、中密的礫、粗、中砂、 $f_k > 200$ 的粘性土和粉土
中軟土	稍密的礫、粗、中砂，除鬆散外的細、粉砂， $f_k < 200$ 的粘性土和粉土， $f_k > 130$ 的填土
軟弱土	淤泥和淤泥質土，鬆散的砂，新近沉積的粘性土和粉土， $f_k < 130$ 的填土

註： f_k 為地基土承载力標準值(kPa)。

使用上表時可按下列原則確定場地土類型，當為單一土層時，土的類型即為場地土類型；當為多層土時，場地土類型對根據地面下 15m 且不深於場地覆蓋層厚度範圍內各土層類型和厚度綜合評定。所謂綜合評定，指根據土的類別估計近的剪切波速，對中硬、中軟和軟弱土分別取相應場地土平均剪切波速範圍的中間值(如 350、200 和 100m/s。考慮土的軟硬適當增減)，並按土層厚度加權平均得到近似的平均剪切波速，再查表 B-1 分類。

【附錄二】

場地類別、設計近震遠震和設計反應譜

資料來源：“岩土工程手冊”(1995)中國建築工業出版社

B.1 反應譜的概念

彈性反應譜理論是現段抗震設計分析的最基本理論，它是 1940 年前後提出來的，其通過理想簡化的單質點體系的反應來描地震動特性。凡是表示一次地震動中振幅與頻率關係的曲線，統稱為頻譜，反應譜是常用的頻譜之一。振幅可以是指地震動加速度、速度、位移三者之一的峰值等。也可以說反應譜是一種簡單圖形或曲線，可用於表示地震引起的地基振動對各種建築物所施加的多少地震作用(以往稱地震力)程度。圖 B-1 即表示某個地震動的反應譜。

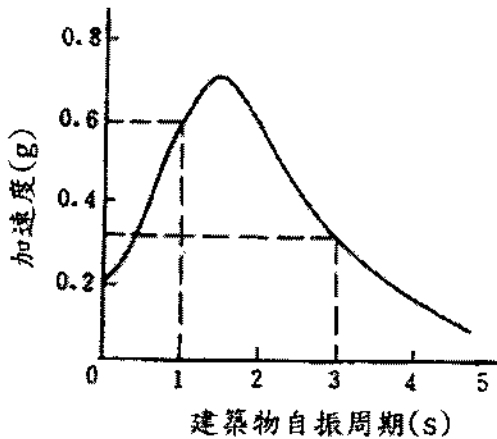


圖 B-1 反應譜

圖中的橫座標是建築物的固有周期——自振周期，它可以理解為從短周期的剛性建築物直至長周期的柔性建築物這一系列建築物的排列序列；縱座標是地震動對建築物所施加的水平地震作用。例如，圖中虛線所示自振周期為 1s 的建築物所對應的加速度峰值為 0.6g，即地震動所施加的水平地震作用是建築物自重的 0.6 倍；而自振周期為 3s 的建築物所對應的加速度峰值為 0.3g，即水平地震作用相當於自重的 3%。

果更協調一致。

鑒於場地範圍大體相當於廠區、居民點和自然村的區域範圍，故樁基或深基礎能否改變場地類別的問題，現階段一般不考慮，仍按表 B-3 劃定的場地類別採用。但考慮上部結構與地基基礎相互作用後，對結構的地震反應可能有利。

B.4 設計近震和設計遠震

近年來地震經驗表明，在宏觀烈度相似情況下，處在大震級遠震央距時的柔性建築，其震害要比中、小震級近震央距的情況嚴重得多；理論分析也發現，當震央距不同時反應譜頻譜特性有所差異。抗震設計時，對同樣場地條件、同樣烈度的地震，按震源機制、震級大小和震央距遠近區別對待是必要的，也是複雜的。作為一種簡化，新的抗震規範主要借助於烈度區劃，引入了設計近震和設計遠震的概念。

設計近震和設計遠震簡稱近震和遠震，它是在抗震設防烈度相同的情況下，按震源遠近劃分的設計地震。在一般情況下，當某地區的抗震設防烈度是受震央烈度相等或大一度的地震影響時，稱為近震；當某地區的抗震設防烈度是受震央烈度大二度或二度以上的地震影響時，稱為遠震。按照現行『中國烈度區劃圖』或專門研究確定。抗震設防烈度等於和大於 9 度，只考慮近震。

在水平地震作用計算時，設計近、遠震的設計反應譜用二組地震影響係數曲線表達，按遠震的曲線設計就已包含兩種地震的不利情況；鑒於豎向地面運動隨震央距的衰減較快，豎向地震作用計算不區分設計近、遠震。

據現行烈度區劃圖，中國絕大多數地區只需考慮近震影響；需考慮遠震影響的城鎮大致列出如下：

- 8 度遠震：獨山子，瀘定，石棉
- 7 度遠震：候馬，連雲港，徐州，淮陽，德州，棗莊，王原，南投，烏魯木齊，喀什，伊寧，渡口，拉薩，高雄
- 6 度遠震：赤峰，濟寧，青島，濟南，泰安，淮坊，陽泉，安丘，商丘，鹽城，滁縣，鹽津，招遠，承德，本溪，哈密，爾勒，永昌，武威，托克遜，吐魯番，景洪，景谷，定西，雅安，株洲，湘潭，益陽，莆田

當按厚度加權平均的方法求土層平均剪切波速 V_{sm} 時，可按式(B.1)計算：

$$V_{sm} = \frac{\sum V_{si} \cdot h_i}{\sum h_i} \quad (B.1)$$

式中 h_i —第 i 層土的厚度(m)；

V_{si} —第 i 層土的剪切波速(m/s)。

場地覆蓋層厚度應按地面至剪切波速大於 500m/s 的土層或堅硬頂面的距離確定。確定覆蓋層厚度時，僅在該層面以下各土層的剪切波速皆大於 500 m/s 或皆為堅硬土才視為“頂面”，薄的硬夾層和孤石應包括在覆蓋層之內。

B.3 建築場地類別

“場地類別”是場地條件的表證，應根據場地土類型和場地覆蓋層厚度，並宜符合表 B-3 的規定。當有充分依據時可適當調整。

表 B-3 建築場地類別劃分

場地土類型	場地覆蓋層厚度 d_{ov} (m)				
	0	$0 < d_{ov} < 3$	$3 < d_{ov} < 9$	$9 < d_{ov} < 80$	$d_{ov} > 80$
堅硬場地土	I				
中硬場地土		I		II	
中軟場地土		I	II		III
軟弱場地		I	II	III	IV

場地分類的目的是為了要考慮場地條件對設計反應譜的影響，以利於採取合理的設計參數和抗震構造措施。分類標準應該主要土層的動力放大作用和濾波特性，但這些特性與許多複雜的地質因素都有關係。根據國內外震害和層狀土理論分析的結果，認為場地類別的劃分可主要依據覆蓋層厚度和表層剛度。為了明確地考慮場地土層在地震作用下的動力反應，特別是覆蓋層厚度的影響，將場地類別和場地土類型的概念進行了區分。場地土是指“場地範圍內的地基土”(一般深度為 15m)，其類型主要決定於土的剛度，一般應按平均剪切波速確定其類型。綜合考慮場地土類型和覆蓋層厚度兩個因素按地震效應劃分的類別則稱為場地類別。與『78 抗震規範』相比，這個場地分類除了考慮淺層土的剛度，同時也在一定程度上考慮了深層土的影響，這樣就與震害經驗和分析結

α —地震影響係數；

α_{\max} —地震影響係數最大值；

T—結構自振周期，根據理論計算或經驗公式確定；

T_s —特徵周期，根據場地類別和近震、遠震，按表 B-5 採用。

B.6 設計地震

“設計地震”是針對工程抗震的需要而提出的，它是根據在一定時間和空間內可能發生的地震強度和頻度，結合抗震設防的具體條件和要求而提出的一種推論。

重大工程的抗震設防烈度應在設計地震的基礎上確定。設計地震可根據計算今後一定時間和空間內可能發生的地震強度和頻度的概率水平，結合工程設計進行評價。其主要的工作內容包括：

1. 根據區域地震地質背景，預測在設計基準期內工程場地可能遭遇的最大震級或烈度。就大陸目前的作法而論，各地區已在全國地震危險區畫圖的基礎上給出了基本烈度，而且按照大陸『建築抗震設計規範』(GBJ11-89 的規定)，一般情況下，可以將其作為抗震設防烈度使用。但是，在地震工作程度很低的地區，或沒有確定基本烈度的地區，以及不能直接用基本烈度進行抗震設計的重大工程場地，仍然需要作出上述估計。

在做具體估量時，除了考慮區域地震地質背景，包括歷史地震的分析判斷及近期地震活動記錄或或監測之外，還須補充必要的勘探測繪工作，以確定當地的地震活動強度。例如，可通過地質踏勘與測繪發現近代的地震活動痕跡，如第四系中的構造性地裂，液化噴水冒所遺留下來的砂脈或砂株等，並通過井探、槽探等勘探工作予以追索。根據歷史地震遺跡的規模和強烈程度，來判定或核對場地的抗震設防烈度。

2. 根據歷史地震資料，特別是近場的實際地震記錄或選用近似於本工程場地條件的強震記錄，分析工程場地的地震運動特徵，包括振幅、頻譜和持續時間等。

這種分析常具有實際的模擬作用。因為不論地震烈度的大小以及震央距的

B.5 設計反應譜

近年來國內外研究表明，同樣烈度、同樣場地條件的反應譜形狀，隨著震源機制、震級大小、震央距遠近等的變化有較大的差別，影響因素很多。新修訂的大陸國家標準抗震規範在反應譜影響中除場地條件外還同時考慮震級與距離的影響，用地震影響係數曲線表示設計反應譜。地震影響係數 α 是指單質點彈性結構在地震作用下的最大加速度反應與重力加速度比值的統計平均值。

建築結構的地震影響係數 α ，應根據近震、遠震、場地類別和結構自振周期按圖 B-2 採用，其下限不應小於最大值的 20%；截面抗震驗算時，水平地震影響係數最大值按表 B-4 採用。

表 B-4 截面抗震驗算的水平地震影響係數最大值

烈度	6	7	8	9
α_{\max}	0.04	0.08	0.16	0.32

表 B-5 特徵周期值(s)

近遠震	場地類別			
	I	II	III	IV
近震	0.20	0.30	0.40	0.65
遠震	0.25	0.40	0.55	0.85

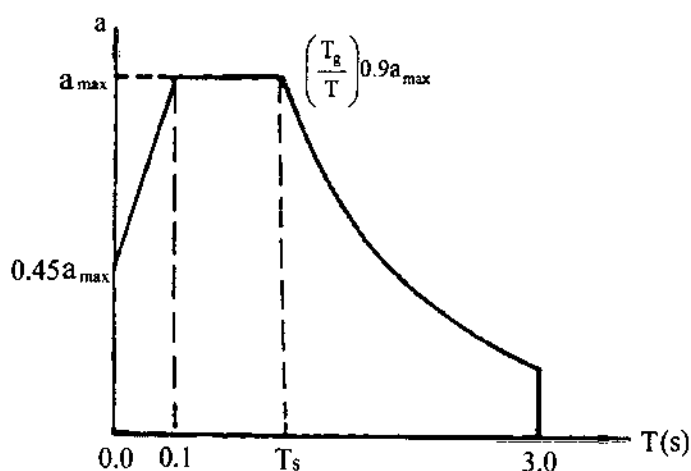


圖 B-2 地震影響係數曲線(設計反應譜)

研究、推算地震加速度的方法有兩種：一是在地震危險區建立長期觀測和流動台站，特別是加速度儀台網以獲取大震時的地面運動加速度記錄；另一種是採用分析計算的方法，對於水平土層，可採用一維波動理論計算法，對於傾斜和不規則的土層，可採用有限單元法。然而，任何一種動力反應計算都是建立在很多理想化假設和簡化條件之上的。因此，對實際情況下存在的多種地質地形因素的影響，還需予以綜合考慮。在這方面，最實用的方法，就是通過地震岩土工條件比擬，找出與工程場地條件近似的地震區或影響場，分析它的地面運動加速度特徵，或根據其宏觀震害特點來推斷加速度的局部變化，考慮是否需要調 動力反應計算所得的地震加速度。

4. 測定和分析判定場地卓越周期

在強烈地震中，很多震害是由於場地、地基與工程設施的共振或類共振效應所引起。為了準確估計和防止這類震害的出現，應使工設施的自振周期避開場地的固有周期。前者可以通過理論計算和經驗進行估計，後者往往由於地層結構及局部地形地貌的改變而有較多的變化，因此，一般需要實測資料。

當在工程場地範圍內有強震記錄時，可通過頻譜分析確定場地固有周期。一般情況下，可用卓越周期近似地取代。

(1) 卓越周期的物理意義：地表土層對不同周期的地震波有選擇放大作用，致使在地震記錄圖上某些周期的波記錄特別多而好，也就顯得“卓越”。這個周期稱為卓越周期。卓越周期也可以這樣理解，當地震波在土層中傳播時，經過不同性質的界面多次反射，將出現不同周期的地震波，當某一周期的地震波與地表土層固有周期相近時，由於共振作用，這種地震波的振幅將得到放大，此一周期稱為卓越周期。

(2) 卓越周期的求取

通常的做法是應用高靈敏度儀器觀測地面脈動，將所得記錄進行傅里葉分析，確定卓越周期。有時為了簡單起見，也可以通過脈動記錄的頻數—周期曲線來確定卓越周期。

地面脈動，是指在地殼表面任何一點隨時都能測到的微小的自然振動，其振幅通常在 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ ，周期在 $0.05\sim 2\text{s}$ 左右。這種微小振動可以由地

遠近，在一定場地範圍內的地震運動特徵常受控於場地條件。綜合幾十年來根據地震動觀震害經驗和儀器測量數據的分析和總結，一般認為，對工程抗震而言，地震動的特性可以通過振幅、頻譜和持續時間來描述。這三個要素的不同組合決定著各類結構的安全。

在進行場地地基、基礎及上部結構的動力計算中，需要輸入一設計地震參數，目前的作法多是借用一個最接近於本工程場地的實際的強震記錄，而且最好是在基岩中未經放濾波作用的記錄，作為工程場地在未來可能遭受的地震參數的取值根據。

3. 推算地震加速度，包括可能出現的地面峰值加速度和加速度的年超越概率水平。

地震加速度是抗震設計中最主要的參數，因為它是計算地震作用的依據。通常在確定的震級或烈度中已經包括了地震加速度的因素，如表 B-4 所示。但是，震級或烈度不能完全取代加速度，大陸現行的抗震設計方法，經常是在一定的地震烈度下，通過計算和調整地震加速度的辦法來反映場地土質條件與條件的影響。所以推算地震加速度對於某些重要的工程或對振動有特殊限制的工程設計，都是必要的。

表 B-6 國際上常用的烈度表對照

中國 1980		日本(JMA) 1950		美國(MM) 1931		意, 瑞 1873	西歐(M-C-S) 1917		東歐(MSK-64) 1964		蘇聯 1952
十二度	a(伽)	八度階	a(伽)	十二度	a(伽)	十度	十二度	a(伽)	十二度	a(伽)	十二度
一		0	<0.8	I		I	I	0.25	I		I
二		I	0.8-2.5	II	1.0	II	II	0.25-0.5	2		II
三		II	2.5-8.0	III	1.6	III	III	0.5-1.0	3		III
四		II-III		IV	3.2	IV	IV	1.0-2.5	4		IV
五	31	III	8.0-25	V	10	V-VI	V	2.5-5.0	5	12-25	V
六	63	IV	25-80	VI	32	VII	VI	5-10	6	25-50	VI
七	125	IV-V	80-250	VII	79	VIII	VII	10-25	7	50-100	VII
八	250	V	80-250	VIII	200	IX	VIII	25-50	8	100-200	VIII
九	500	VI	250-400	IX	316	X	IX	50-100	9	200-400	IX
十	1000	VI	250-400	X	398	X	X	100-250	10	400-800	X
十一	>1000	VII	>400	XI		X	XI	250-500	11		XI
十二		VII	400	XII		X	XII	500-1000	12		XII

表 B-8 場地岩土分類

分類號	場地岩土分類
I	在建築物周圍相當大的範圍內，均為基岩或堅硬砂礫層。其它地方也以第三紀以前的地層為主。
II	在建築物周圍相當大的範圍內為砂礫層，與砂層交互的硬質粘土層，粉土層等，其它以殘積為主的土層或者厚度大於 5m 的砂礫石等沖積層
III	其他一般土層
IV	(1)腐殖土，海底軟土及其他類似的土構成的沖積層，厚達 30m 以上 (2)沼澤、海底軟土吹填的土層，其他類似的吹填土層，其年代在三十年以內者

殼內部的岩漿活動、緩慢的構造活動，人工爆破及交通工具活動等而引起，並與潮汐、風雨、河流的活動也有一定的關係。這種微動是隨機的，而且具有起主導作用的頻率成分，以一定的周期重複出現，這就是卓越周期。

當無實測卓越周期數值時，可根據實測剪切波速值按經驗公式(B.2)計算：

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{4h_i}{v_s} \quad (B.2)$$

式中 T—場地卓越周期(s)；

h_i —第 i 層土的厚度(m)，一般應計算至基岩面，當基岩面較深時，可計算至 50~100m；

v_s —第 i 層土的剪切波速(m/s)。

(3) 卓越周期的經驗數值

國內外的實測記錄表明，卓越周期是場地上部的土質岩性而變的，甚至當同一場地上相鄰兩點的岩性有明顯差異時，當所測得的地面脈動卓越周期也會有限大的區別。土質愈鬆軟，其卓越周期愈長。根據實測資料，不同土類的卓越周期綜合如表 B-7。

根據日本有關資料，圖 B-3 和表 B-8 表示依據地面脈動的最大周期和平均周期進行的岩土分類，這裏的最大周期是指用固有周期為 1s 的脈動儀實測的全部周期的最大值。

表 B-7 不同地基土的卓越周期(s)

類別	土的名稱	卓越周期(s)
1	穩定岩石	0.1~0.2
2	一般土層	0.15~0.4
3	鬆軟土層	0.3~0.7

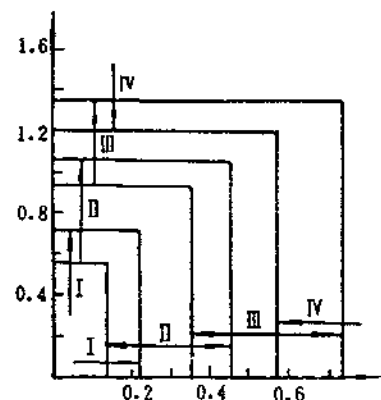


圖 B-3 根據地面脈動的最大周期和平均周期進行岩土分類

表 C-1 全新活動斷裂分級

斷裂分級		活動時代及活動性	平均活動速率 V(mm/a)	歷史地震及古 地震(震級 M)
I	強烈全新 活動斷裂	中或晚更世以來有活動，全 新世以來活動強烈	$V > 1$	$M > 7$
II	中等全新 活動斷裂	中或晚更新世以來有活動， 全新世以來活動較強烈	$V > 0.1$	$7 > M > 6$
III	微弱全新 活動斷裂	全新世以來有活動	$V < 0.1$	$M < 6$

註：實測時斷裂平均活動速率，觀測樁必須埋置在大氣影響劇烈層以下，一般在地面以下 3m。

C.2 北京市勘察院等五單位的建議

1. 場地斷裂的定義與工程分類
2. 場地斷裂工程分類

該建議為北京市勘察院、中國科學院地質研究所、國家地震局地質研究院、國家地震局地殼應力研究所、機電部勘察研究院等五單位為修訂『建築抗震設計規範』而做的研究專題。

- (1) 原則：本分類目的是為工程抗震評價提供依據。主要是根據活動斷裂可能發生地震強度及其對工程的影響來考慮的。因此對工程建設影響不大的早期活動斷裂歸入非活動斷裂。力圖使斷裂的抗震評價工作更加明顯。
- (2) 分類：見圖 C-1。

【附錄三】

斷裂(斷層)

資料來源，“岩土工程手冊”(1995)中國建築工業出版社

有關斷裂的地震工程分類和分級可參考大陸岩土工程勘察規範及北京市勘察院五單位之建議。

C.1 『岩土工程勘察規範』的規定

C.1.1 斷裂的地震工程分類

1. 全新活動斷裂：在全新世地質時期(一萬年)內有過較強烈的地震活動或近期正在活動，在將來(今后一百年)可繼續活動的斷裂。
2. 發震斷裂：全新活動斷裂中，近期(近 500 年來)伴有地震活動，且震級 $M > 5$ 級的震源所在的斷裂；或在未來 100 年內，可能發生 $M > 5$ 級的斷裂。
3. 非全新活動斷裂：一萬年以來沒有發生過任何形式活動的斷裂。
4. 地裂
 - (1) 構造性地裂：強烈地震作用(主震相大幅度波動)下，在地面出現或可能出現的以水平錯位為主的構造性破裂。其成因機制為強烈地震動所致，與震源沒有直接聯繫。其最大值出現在地表，並隨深度增加逐漸消失，受震源機制控制並與發震斷裂走向吻合，具有明顯的繼承性和重複性。
 - (2) 重力性(非構造性)地裂：由於地震液化、滑移，在地面引起的沿重力方向產生的無水平錯位的張性地裂縫。

C.1.2 全新活動斷裂分級

根據全新活動斷裂的活動時間、活動速率及地震強度等因素可按表 C-1 劃分為強烈全新活動斷裂、中等全新活動斷裂和微弱全新活動斷裂。

5. 根據活動速率斷裂的分類見表 C-3。

6. 發震斷裂按其埋藏條件的分類見表 C-4。

表 C-3 活動斷裂按活動速率的分類

分類	活動程度	年平均活動速率(mm/a)
1	強烈活動	>10
2	中強活動	1-10
3	中等活動	0.1-1
4	中低活動	0.01-0.1
5	低等活動	<0.01

表 C-4 發震斷裂按埋藏深度分類

發震斷裂類別	覆蓋層厚度	第四系覆蓋層厚度(m)
地表型		0-20
半隱伏型		20-50
隱伏型		>50

在國內外的學術界與工程界尚未建立起一個統一的活動斷裂的注意及時限大陸在工程應用上確定活動斷裂涵義的據可參見表 C-5：

表 C-5 活動斷層的定義

定 義	作者或機構
活斷層是有可能發生滑動的斷層	Wills 1923
(1)在現代地質構造體系中活斷層一直有位移 (2)活斷層具有將來重新活動或重複錯位的可能或潛在的可能 (3)具有現代活動的證據 (4)也許伴有地震活動	Wills & Wood 1923
近代地質時期或歷史時期反復活動過，並且將來可能活動的斷層	多田文勇 1927 Flawn, 1970
第四紀或晚第四紀存在活動的斷層與 M>6.5 級淺源地震有關的地面斷裂叫地震斷層	大冢彌之助 1936
活動層是現在歷經運動或者在近代地質歷史時期運動過，將來有可能運動的那些斷層	Louder back 1950 張悼元等 1981
在歷史時期發生過斷裂錯位的斷層	Shultz & Cleakes 1955; Trefethen, 1959

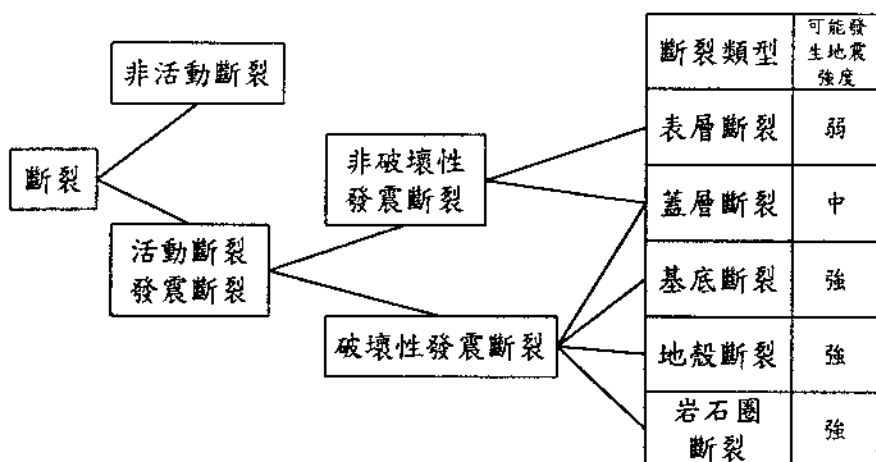


圖 C-1 斷裂分類

3. 各類斷裂定義

- (1) 活動斷裂和發震斷裂：主要在全新世以來(1.1 萬年)活動的，並在工程使用期限內可能影響工程安全的斷裂。對於重大工程的活動斷裂年代下限可延至晚更新世後期(5 萬年)。
- (2) 非活動斷裂：主要在全新世以來不活動的斷裂，並在工程使用期限內亦無活動趨勢的斷裂。
- (3) 破壞性發震斷裂：在工程使用期限內，斷裂活動可能引發震級 $M > 5.5$ 級，地震對工程一般具有破壞作用的活動斷裂。
- (4) 非破壞性發震斷裂：在工程使用期限內，斷裂活動可能發生震級 $M < 5.5$ 級地震，對工程一般不具破壞性影響的活動斷裂。

4. 根據斷裂對地殼切割深度的分類見表 C-2。

表 C-2 斷切割深度分類

發震斷裂分類	斷裂深度分類	切入地構造部位	切入地殼深度(km)	可能發生最大地震震級(M)
非破壞性發震斷裂	表層斷裂	切入新生代岩層	1-10	<4
	蓋層斷裂	切入中生代至古生代岩層	15	4-6
破壞性發震斷裂	基底斷裂	切穿花崗岩層至玄武岩層頂面	25	6-7
	地殼斷裂	切穿地殼到達莫霍面	40	>7
	岩石圈斷裂	切穿岩石圈進入上地幔	>40	>7

定 義	作者或機構
第四紀以來有過活動的斷層	松田時彥 1975
在現代構造體系中有過滑動，因此將來有可能重新發生位移的斷層	D.B. Siemmens 1977
在地質歷史時期發生的斷層，新近仍在活動，在人類未來的百年內將會活動而給工程帶來危害的斷層	關於活斷層的標準 鑒定方法，評價方 法草案 1987
活斷層是在關係到人類社會的一段未來時間內能發生運動的斷層	丁國瑜
在近代地質時代上有過活動或現代正在活動，同時推測在將來也可能繼續活動的斷裂(近代地質時代可以理解為距今最近的地質時代，例如全新世或稍前的地質時代)	火力發電廠工程地 質勘測技術規程 (S DJ24-88)
地質歷史上形成斷裂，第四紀(240 萬)年以來活動過，將來可能活動的斷裂，它的活動可以是蠕動，亦可能發生地震，在工程運用周期內不一定產生運動...地質活動斷裂 地質歷史上形成斷裂,第四紀晚(5~1.1 萬年)活動過，在工程運用期(50~100 年)內可能再活動，並影響工程安全的斷裂...工程活動斷裂	李興唐 1988.5
最近地質時期活動過，不遠將來有可能再活動，並可能導致對工程和人類活動造成影響的斷層，可分為全新世活斷層、晚更新世活斷層、中、早更新世活斷層	薄溥 1988.5

我們規定了活動斷裂的涵義及時限，但其時間範圍、規模、活動性質、地震強度、活動速率差別很大，十分複雜。因此對工程穩定性的影響也很不相同，所以，有必要對活斷裂進行分級，以便採取不同的處理措施。近年來各國學者都在研究對活動斷裂的分級，目前主要見有依據活動時代滑移速率和綜合指標對活動斷裂的分級，見表 C-6。

定 義	作者或機構
在歷史或近代地質時期的運動證據	Sherard & others 1963
活動層顯示明的近代地質時期的運動證據	Cluff, 1964 Allen 等, 1965
最後一次活動的時間長度一直是最主要的判據，且無論用什麼標準，這一術語應意味著地質學家所判定的斷層是活動的，且將來有可能重新活動	Allbee & Smith 1966
“不久前”曾經活動，且“在不遠將來”可能再活動的斷層。這裏“不久前”應至少到全新世；“不遠將來”的時間長度為工程的使用期或和將來長期計劃時間的一致	Bonilla, 1967 1970
在一段工程實踐中，不管可測定的時代證據有否，只要有全新世沉積層(如表面洪積，沖積或冰積物等)中的位移，則該斷層稱為活斷層	JAZA 1972
所有呈現晚第四紀運動，具有相應於場地、斷層之間距離長度的斷層可考慮為活斷層	Went worth 等 1969
能動斷層顯示有一條或多條以下特徵： (1)3.5 萬年以來在地表或近地表上至少有一次運動或在 50 萬年內顯示多次活動。 (2)由儀器定位的微震活動和該斷層直接有關 (3)在構造上和顯示(1)或(2)特徵的能動斷層有聯繫的，並且在其活動時有可導致該斷層活動	U.S.AEC 1973 U.S.NRC 1975 U.S. Corps or engineering 1977
沿斷層有近代活動，通常有小的位移或地震活動的	Gary, 1972
在晚第四紀(過去 50 萬年)證明活動過或可能活動過地區的斷層可稱為活斷層	Zrong Went worth & Bucharan 1973
活斷層(或潛在性活斷層)是在近代歷史時期有足夠錯位的證據的，且將來在構造使用期內(約 100 年)有能發生地表錯位的斷層	Sherard, Claff & Allen, 1974
最晚冰期開始(5 萬年)活動或 50 萬年以來多次活動的斷層叫活斷層	紐西蘭地質調查所
過去 10 萬年有顯著相對錯位的斷層叫活斷層	U.S. Bureau of Reclamation 1977
全新世有地表位移(11000 年)的斷層叫活斷層	Calif, div of Mine & Geology 1977
(1)晚第四紀運動過或具現代運動 (2)一直伴有宏觀地震活動 (3)在構造上和已知的能動斷層有關係，能動斷層的活動有可能導致其活動，特別是在所討論的工程使用期限內	Hays 1980
活斷層是在現代地震構造系內有過滑動，可能重新活動並且有發生破壞性地震可能的斷層	吳迪忠

表 C-7 按活動時代和次數的斷層分級

活斷層的分級		最近 5000 年內的活動		
		反覆	一次	無
5000~50000 年內的活動	反覆	I	I	II
	一次	I	II	III
	無	I	III	
50000~500000 年內的活動	反覆	I	II	III
	一次	I	III	
	無	I	IV	

註：此表為紐西蘭地質調查所 1966 年的活斷層分級。

表 C-8 斷裂深度分級

分類 \ 特徵	切割深度	地層標誌	地球物理標誌	控制地殼活動性
蓋層斷裂	切穿沉積岩層達到結晶基底頂面(深約 6~10km)	沉積岩層錯位形變、缺乏火成岩帶	缺乏	不控制或控制弱震
基底斷裂	切穿整個花崗質岩層(硅鋁層)到達武質岩層頂面(康氏面)(深約 18~20km)	沿斷裂出現中、酸性火成岩、中新生化斷陷盆地、新生代湖泊、泉點線	磁異常梯度帶	控制中強和強地震(m>6)地熱帶
地殼斷裂	切穿整個地殼到達上地幔頂部(莫霍面)深約 26~40km)	沿斷裂出現基性火成岩(大陸拉班玄武岩)、中淺變質帶	航磁和局部或區域重力異常梯級、莫霍面深度突變帶	控制中強和強地震帶(m>6)地熱帶
岩石圈斷裂	切穿整個岩石圈到軟弱圈一定深度(深在 40km 以上)	沿斷裂出現超基性岩及類似的地幔岩(全伯利岩、榴輝岩、大洋拉班武岩蛇綠岩帶)中變質岩、高變質帶	區域重力異常巨大梯級、莫霍面巨大突變帶	控制強和中強地震、高、熱流帶

表 C-6 活動斷裂分級情況

指標	分級	作者或機構	
活 動	歷史時期斷層 (地震斷層)	美國地質調查所 1980	
	全新世斷層		1 萬年
	第四紀後期斷層		50 萬年
	第四紀斷層		180 萬年
	新生代後期斷層		1500 萬年
	新生代斷層		6000 萬年
時	歷史上活動過斷層	100~200 年	D. B. Slemmons
	全新世活斷層	1.1 萬年	
	第四紀以來活動過斷層	200 萬年	
代	A1 歷史時代斷層	0.5 萬年	林正夫 1980
	A2 全新世活斷層	1~1.1 萬年	
	A3 新世最後期斷層	1~3 萬年	
	地質活斷層	50 萬年	李興唐 1987
	工程活斷層	5 萬年	
滑 移	AA >10mm/a	松田時彥 1979	
	A 1~10		
	B 0.1~1		
	C 0.01~0.1		
	D <0.01		
速 率	A 極高 >100mm/a 很高 10~100	D.B.Slemmons 1977	
	B 高 1~10 中高 0.1~1		
	C 中 0.01~0.1 中低 0.001~0.01 低 <0.001		
	A >1mm/a		林正夫 1980
B 0.1~1			
C <0.1			
率	AA 10~100	丰田敦, 横田崇 1984	
	A 1~10		
	B 1~0.1		
	C 0.1~0.01		
	高速率 >10		蔣溥等 1988.5
中速率 1~10			
低速率 <1			

某些專家認為尚不成熟，未能列入『規範』，作者認為，重大工在可行性研究(或選擇場址)時，可參照該表定與全新活動斷裂(包括發震斷裂)的安全距離及處理措施。

表 C-10 重大工程與斷裂的安全距離及處理措施

斷裂分級	安全距離及處理措施	
I	強烈全新活動斷裂	抗震設防烈度為 9 度時，宜避開斷裂帶約 3000m；
II	中等全新活動斷裂	宜避開斷裂 500~1000m，並宜選斷裂下盤建設
III	微弱全新活動斷裂	宜避開斷裂進行建設，不使建築物橫跨斷裂帶

(2) 發震斷裂的地震效應評價宜符合下列規定：

- a. 發震斷裂通過的場地可視為強震震央區或極震區。
- b. 發震斷裂的活動形式，取決於其所處基岩的埋深和上覆土層性質。當一次強烈地震基岩中產生相對錯位(D_L)其可能的活動形式與覆蓋土層的關係為：
 - 當覆蓋土層厚度 $h < (25 \sim 15)D_L$ 時可能發生地表錯動。
 - 當覆蓋土層厚度 $h > (25 \sim 30)D_L$ 時地表可能只有震動而無錯動。

(3) 構造性地裂對建築物的破壞形式多似靜力破壞，當無法避開時可採取局部結構(地梁、基礎柵格)的加強措施或箱、筏基礎等。對於非構造性地裂，宜採取場地地基加固處理措施。

(4) 對非全新活動斷裂可不考慮抗震問題，當斷裂破碎帶發育時宜考慮不均勻地基的影響。

2. 北京市勘察院五單位建議的場地斷裂工程措施

(1) 非活動斷裂

非活動斷裂不產生地震和位移，工程建築不需避開。斷裂與其周圍場地類別相同，斷裂破碎帶按相應場地土質類別對待。

(2) 非破壞性發震斷裂

非破壞性發震斷裂處在活動期，在工程使用期間有一定的位移，範圍不大的地形變或在外來強震影響下可有高烈度異常。因此，工程不應直接建在斷裂帶上，至少建築物的同一結構單元不應跨越發震斷裂。

表 C-9 斷裂年齡常用測試方法及適用條件

方法名稱	測定對象	可測年限(a)	測定物賦存條件	測定成果
放射性碳 (C14)	含碳淤泥、方解石、骨骼、碳化木、貝殼等	0~6 萬	年地層、斷裂帶充填物、崩積物	給出斷裂活動年齡區間
熱釋光法 (TL)	石英、解石、碳酸鈣沉積物、烘烤層、陶瓷等	0.1~300 萬年	地層、斷裂帶充填物、斷裂破碎物	斷裂活動年齡區間，斷裂最晚一次強烈活動近似年齡
鈾系法 (U 系)	方解石、火山岩、碳酸鈣沉積物等	0.5~100 萬 (最優 5~60 萬年)	地層、斷裂沖填物	斷裂活動年齡區間，樣品形成年齡
電子自旋共振 (ESR)	碳酸鈣類、火山岩石膏	0.1~100 萬	地層、斷裂、沖填物、斷裂破碎物	斷裂活動年齡區間、最晚一次強烈活動近似年齡，生成年齡
石英表面顯微結構	石英	中更新世~全新世 (10~1 萬年)	地層、斷裂帶破碎物	斷裂最晚一次強烈活動近似年齡

C.3 各類斷裂的工程處理措施

1. 『岩土工程勘察規範』的規定

(1) 全新活動斷裂的地震效應評價，應根據其基本活動形式區別對待：

- a. 對斷裂兩翼只有微量錯位或動無感地震，可按靜力作用下地基產生的微小相對位移對待。
- b. 對深埋的全新活動斷裂(埋深超過 100m)，震級大於或等於 5 級且地面不產生構造型裂縫的場地，可按『建築抗震設計規範』的規定實施抗震措施。
- c. 對可能產生明顯位或地面裂縫的全新活動斷，宜避開斷裂帶，避開距離應考慮活動斷裂的等級、規模、區域地質環境、地震裂度、覆蓋層厚度、以及工程的重要性等因素確定。

表 C-10 是『岩土工程勘察規範』編制時考慮的避開距離的方案，後因

在不同厚度覆蓋層條件下，各類建築如何具體考慮地表地震斷裂的影響，可照表 C-13。

表 C-13 覆蓋層厚度與地震斷出露地表關係

建築物等級	覆蓋層厚度(m)	M>7	6<M<6.9	備註
甲	<20	√	√	√—表示要考慮 ×—表示不考慮 √/×—表示可考慮，也可不考慮，視具體情況決定
	20~50	√	√	
	>50	√	√	
乙	<20	√	√	
	20~50	√	√/×	
	>50	√	×	
丙	<20	√	×	
	20~50	√/×	×	
	>50	×	×	
丁	<20	×	×	
	20~50	×	×	
	>50	×	×	

3. 『火力發電廠工程地質勘測技術規程』的規定

在鑒別和查明活動斷裂的基礎上，應分析和研究活動斷裂對廠址穩定性的各種影響，對其危害程度作出基本估計。對廠址穩定性的影響實質是指斷裂突然活動發生強震，它所產生的宏觀震害主要分為三類：

- (1) 強震時活動斷裂的錯動(包括原有斷裂的繼承性活動以及極震區新的地震斷裂)使建築物破壞；
- (2) 強烈地震動導致建築物的振動破壞；
- (3) 強烈地震動造成地基失效(液化、震陷、滑移等)而引建築物破壞。

宜針對不同的宏觀震害採取合理的處理措施。在發電廠初可勘測和可行勘測中，對於可能影響廠址穩定的活動斷裂，特別是強烈活動斷裂，一般應避開。避開的距離應考慮活動斷裂的等級、規模、產狀、性質、覆蓋層厚度及地震烈度等多種因素。

對於非活動斷裂，可不考慮其對廠址穩定性的影響。

對管線工程不能避開時，在跨越斷裂帶的地段應採用柔性結構或活動裝置。

在非破壞性發震斷裂帶附近進行建築時，如發震斷裂埋藏條件屬地表型，其設防烈度可按基本烈度設防，但應根據建築物重要性避開斷裂一定距離，安全距離可按表 C-11 考慮。

建築物的安全距離從斷裂破碎帶邊緣起算。

表 C-11 非破壞性發震斷裂工程建築安全距離(m)

建築物等級	安全距離(m)
甲	300~500
乙	100~300
丙	30~100
丁	10~30

(3) 破壞性發震斷裂

破壞性發震斷裂發震時，震央是高烈度極震區；地面運動極為複雜並有可能產生地殼地震錯位。為此，應根據地震強度、斷裂埋藏條件、建築物重要性作不同的抗震處理。

a. 場地存在破壞性發震斷裂，建築物的安全距離可按表 C-12 考慮：

表 C-12 破壞性發震斷裂工程建築安全距離(m)

建築物等級	M>7		6<M<6.9	
	安全距離(m)	設防烈度	安全距離(m)	設防烈度
甲	專門研究	專門研究	專門研究	專門研究
乙	2000~3000	基本烈度	500~1000	基本烈度
丙	500~1000	基本烈度	100~500	基本烈度
丁	鄰近	基本烈度	鄰近	基本烈度

b. 當破壞性發震斷發震震級小於 7 級，覆蓋層厚度超過 50m 時，除特殊重要建築(包括甲類建築及部分乙類建築)外，原則上不考慮地表地震斷裂時對工程的影響。

當破壞性發震斷發震震級大於及等於 7 級時，覆蓋層厚度雖超過 50m，除一般建築外，對特殊重要的建築與重大高層建築原則上應考慮可能出現的地表地震斷裂的影響。

該『規程』編制說明，根據有關文獻及工程實踐，對大型火電廠按不同等級的活動斷裂，提出下列辦理辦法，見表 C-14。

表 C-14 各類活動斷裂的處理措施

斷裂分類			大型火電廠處理辦法
活 動 斷 裂	I	強烈活動斷裂	根據大陸宏觀地震影響場統計，基本烈度為 9 度時，宜避開斷裂帶 6km 左右；基本烈度為 8 度時，宜避開斷裂 3km 左右。選擇斷裂下盤建設，嚴格按照抗震規範勘測設計
	II	中等活動斷裂	避開斷裂 1km 左右，宜選擇斷裂下盤進行建設，嚴格按照抗震規範勘測設計
	III	微弱活動斷裂	宜避開斷裂進行建設，不使建築物橫跨斷裂帶，嚴格按照抗震規範勘測設計