

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9644:2013

**AN TOÀN HẠT NHÂN - KHẢO SÁT, ĐÁNH GIÁ ĐỘ NGUY
HIỂM ĐỘNG ĐẤT ĐỐI VỚI NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN**

Nuclear safety - Seismic hazards in site investigation and evaluation for nuclear power plants

HÀ NỘI - 2013

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	7
2	Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
3	Quy định chung.....	11
3.1	Quy mô khu vực khảo sát.....	11
3.2	Các cơ sở dữ liệu cần thu thập.....	11
3.3	Dự án đánh giá độ nguy hiểm động đất.....	11
3.4	Độ không đảm bảo.....	12
3.5	Cách tiếp cận trong phân tích độ nguy hiểm động đất.....	12
4	Thông tin cần thiết và công tác khảo sát.....	12
4.1	Khái quát.....	12
4.1.1	Phạm vi khảo sát.....	12
4.1.2	Xây dựng cơ sở dữ liệu.....	13
4.2	Khảo sát địa chất, địa vật lý và địa kỹ thuật.....	13
4.2.1	Khảo sát trong phạm vi liên vùng.....	13
4.2.2	Khảo sát trong phạm vi tiểu vùng.....	14
4.2.3	Khảo sát trong lân cận NMDHN.....	14
4.2.4	Khảo sát tại địa điểm NMDHN.....	15
4.3	Khảo sát động đất.....	15
4.3.1	Danh mục động đất tại địa điểm.....	15
4.3.2	Động đất tiền sử và lịch sử.....	15
4.3.3	Động đất ghi đo được.....	16
4.3.4	Dự án ghi đo động đất.....	17
5	Xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo.....	17
5.1	Khái quát.....	17
5.1.1	Dữ liệu cho mô hình địa chấn kiến tạo.....	18
5.1.2	Danh mục động đất.....	18
5.1.3	Cổ động đất.....	19
5.2	Cấu trúc sinh chấn.....	20
5.2.1	Xác định cấu trúc sinh chấn.....	20
5.2.2	Xác định đặc trưng của cấu trúc sinh chấn.....	20
5.3	Vùng địa chấn lan truyền.....	21
5.3.1	Xác định vùng địa chấn lan truyền.....	21

5.3.2	Xác định đặc trưng vùng địa chấn lan truyền.....	22
6	Đánh giá độ nguy hiểm do rung động nền đất.....	22
6.1	Khái quát	22
6.2	Đặc điểm của rung động nền đất.....	22
6.2.1	Lựa chọn thông số và thành phần rung động nền đất	22
6.2.2	Hệ thức tắt dần rung động nền đất.....	23
6.2.3	Mô phỏng nguồn động đất.....	24
7	Phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất.....	25
7.1	Khái quát	25
7.1.1	Sử dụng mô hình trong phân tích độ nguy hiểm động đất	25
7.1.2	Xác định tần suất vượt quá hàng năm nhỏ nhất.....	25
7.1.3	Các bước phân tích độ nguy hiểm động đất.....	25
7.1.4	Phân tích kết quả tính toán độ nguy hiểm động đất.....	26
7.2	Tích hợp độ nguy hiểm động đất	26
8	Phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp tất định.....	26
8.1	Các bước phân tích độ nguy hiểm động đất	26
8.2	Tính toán độ nguy hiểm động đất.....	27
9	Khả năng dịch chuyển đứt gãy tại địa điểm.....	27
9.1	Đứt gãy hoạt động	27
9.1.1	Đặc điểm đứt gãy hoạt động	28
9.1.2	Khảo sát xác định khả năng dịch chuyển đứt gãy	28
9.2	Khảo sát đứt gãy hoạt động.....	28
10	Rung động nền đất, dịch chuyển đứt gãy và các nguy hại khác trong cơ sở thiết kế	29
10.1	Các mức nguy hiểm rung động nền đất.....	29
10.2	Phổ phản ứng trong cơ sở thiết kế.....	29
10.3	Bản ghi theo thời gian.....	30
10.3.1	Khái quát.....	30
10.3.2	Khoảng thời gian rung động nền đất	31
10.3.3	Phương pháp xây dựng bản ghi theo thời gian	31
10.3.4	Rung động nền đất theo phương thẳng đứng	32
10.3.5	Rung động nền đất đối với các cấu trúc nền móng ngầm được cô lập.....	32
10.4	Đánh giá các nguy hiểm khác liên quan tới động đất.....	32
	Thư mục tài liệu tham khảo.....	33

Lời nói đầu

TCVN 9644:2013 do *Cục An toàn bức xạ và hạt nhân* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

An toàn hạt nhân – Khảo sát, đánh giá độ nguy hiểm động đất đối với nhà máy điện hạt nhân

Nuclear Safety – Seismic hazards in site investigation and evaluation for nuclear power plants

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các hướng dẫn trong việc đánh giá độ nguy hiểm động đất tại địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân (NMDHN), đặc biệt là hướng dẫn xác định các nội dung sau đây:

- Độ nguy hiểm do rung động nền đất nhằm xác định tham số rung động nền đất và các tham số khác làm cơ sở thiết kế NMDHN mới và đánh giá lại mức độ an toàn đối với NMDHN đã xây dựng;
- Khả năng xảy ra dịch chuyển do đứt gãy gây ra (sau đây gọi là dịch chuyển đứt gãy) và vận tốc dịch chuyển đứt gãy ảnh hưởng tới mức độ an toàn của NMDHN.

Tiêu chuẩn này cũng cung cấp các hướng dẫn về khảo sát dịch chuyển đứt gãy do tác động trực tiếp hoặc gián tiếp của động đất gây ra, không hướng dẫn đối với đứt gãy liên quan đến quá trình trượt - lờ.

2 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

2.1

Thiết bị ghi gia tốc (accelerogram)

Thiết bị ghi gia tốc rung động nền, thường ghi theo ba thành phần (phương) vuông góc với nhau, trong đó hai phương nằm ngang và một phương thẳng đứng.

2.2

Chấn tâm (epicentre)

Điểm chiếu vuông góc của chấn tiêu động đất lên bề mặt Trái đất.

2.3

Chấn tiêu (hypocentre)

Điểm khởi phát động đất trong lòng Trái đất.

2.4

Độ không đảm bảo khách quan (aleatory uncertainty)

Độ không đảm bảo nội tại của hiện tượng và được xét đến bằng cách biểu diễn hiện tượng dưới dạng một mô hình phân bố xác suất.

2.5

Độ không đảm bảo chủ quan (epistemic uncertainty)

Độ không đảm bảo do sự hiểu biết không đầy đủ về hiện tượng dẫn đến độ không đảm bảo khi xây dựng mô hình của hiện tượng đó. Độ không đảm bảo chủ quan bao gồm độ không đảm bảo của mô hình áp dụng, độ không đảm bảo do đánh giá của chuyên gia và độ không đảm bảo của số liệu thống kê.

2.6

Đứt gãy địa chất (fault geological)

Sau đây gọi là đứt gãy, là phần mảnh bề mặt hoặc một vùng của Trái đất do có dịch chuyển tương đối gây ra.

2.7

Rung động nền đất trường tự do (free field ground motion)

Rung động do động đất gây ra tại một điểm của nền đất, không xét đến ảnh hưởng của cấu trúc và các công trình.

2.8

Tần suất vượt quá (frequency of exceedance)

Tần suất xảy ra động đất có mức độ nguy hiểm vượt quá giá trị cho trước tại một địa điểm, một vùng và trong một khoảng thời gian xác định. Trong đánh giá mức độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất (PSHA), khoảng thời gian đánh giá tần suất thường là một năm (tần suất hàng năm). Khi tần suất quá nhỏ, không vượt quá một lần trong khoảng thời gian xác định trước, thì giá trị tần suất này được lấy xấp xỉ với xác suất của hiện tượng được mô tả bằng quá trình khách quan theo luật Poát –xông.

2.9**Độ lớn động đất (magnitude of an earthquake)**

Đại lượng đo mức độ của một trận động đất căn cứ vào năng lượng mà nó giải phóng ra dưới dạng các sóng địa chấn. Độ lớn động đất là giá trị bằng số trên một (hoặc nhiều) thang đo chuẩn, chẳng hạn như thang đo mô-men, sóng mặt, sóng khối, độ lớn cục bộ hoặc độ lớn theo thời gian xảy ra động đất.

2.10**Độ lớn động đất cực đại dự báo (maximum potential magnitude)**

Giá trị tham chiếu sử dụng trong đánh giá độ nguy hiểm động đất, đặc trưng cho khả năng phát sinh động đất của một nguồn động đất. Phương pháp tính giá trị này phụ thuộc loại nguồn động đất và phương pháp tiếp cận trong phân tích độ nguy hiểm động đất.

2.11**Cổ động đất (palaeoseismicity)**

Những bằng chứng về động đất đã xảy ra trong thời tiền sử hoặc lịch sử, được biểu hiện qua các dịch chuyển đứt gãy hoặc các tác động thứ cấp như biến dạng nền, hoá lỏng nền, sóng thần, lở đất.

2.12**Gia tốc rung động nền đất cực đại (peak ground acceleration)**

Giá trị tuyệt đối lớn nhất của gia tốc nền được ghi nhận trên thiết bị ghi gia tốc; là gia tốc nền lớn nhất do động đất gây ra tại một địa điểm.

2.13**Phổ phản ứng (response spectrum)**

Đường cong được tính toán từ kết quả ghi nhận trên thiết bị ghi gia tốc, thể hiện phản ứng cực đại của nền thông qua các giá trị gia tốc, vận tốc, dịch chuyển của nền trong hệ dao động tắt dần một bậc tự do tuyến tính (với hệ số tắt dần cho trước); phổ phản ứng là một hàm của tần số hoặc chu kỳ dao động riêng.

2.14**Cấu trúc sinh chấn (seismogenic structure)**

Cấu trúc thể hiện hoạt động của động đất hoặc đập vỡ bề mặt trong lịch sử, hay có liên quan đến cổ động đất, có khả năng phát sinh động đất trong khoảng thời gian được quan tâm.

2.15

Mô hình địa chấn kiến tạo (seismotectonic model)

Mô hình biểu diễn đặc điểm của các nguồn động đất trong vùng xung quanh địa điểm dự kiến, có tính đến độ không đảm bảo khách quan và độ không đảm bảo chủ quan của việc xác định các nguồn động đất.

2.16

Phản ứng của nền đất tại địa điểm (site response)

Phản ứng của nền đá gốc hoặc tập hợp các tầng đá, đất bờ rời tại địa điểm dưới tác động của tải trọng rung động nền đất chó trước.

2.17

Đứt gãy bề mặt (surface faulting)

Hiện tượng phá hủy cấu trúc trên bề mặt Trái đất do đứt gãy gây ra khi có động đất.

2.18

Phổ phản ứng cùng mức độ nguy hiểm (uniform hazard response spectrum)

Phổ phản ứng có cùng xác suất vượt quá đối với cùng một tọa độ trên đồ thị phổ.

2.19

Mức rung động nền đất (seismic level)

Mức rung động nền đất cấp 1 (SL-1) và mức rung động nền đất cấp 2 (SL-2) là những mức rung động nền đất thể hiện khả năng ảnh hưởng của động đất và được xem xét trong thiết kế cơ sở đối với nhà máy điện hạt nhân. SL-1 tương ứng động đất ít nghiêm trọng hơn, khả năng xảy ra lớn hơn SL-2. Thông thường, SL-1 tương ứng với mức rung động nền đất có xác suất 10^{-2} /năm và SL-2 tương ứng có xác suất 10^{-4} /năm.

2.20

Địa điểm NMDHN (site area)

Khu vực có nhà lò, nhà tua-bin, các hệ thống quan trọng đối với an toàn của NMDHN và một số công trình phụ trợ khác, thông thường có diện tích khoảng từ 1 đến 2 km², có hàng rào bảo vệ bao quanh.

2.21

Lân cận NMDHN (site vicinity)

Khử vực xung quanh địa điểm NMDHN, thông thường là khu vực hình tròn có bán kính 8 km tính từ nhà lò phản ứng hạt nhân; trong trường hợp cần thiết có thể mở rộng lân cận NMDHN để bao quát

được hết các hiện tượng, quá trình cần khảo sát, nghiên cứu phục vụ cho việc đánh giá an toàn địa điểm.

2.22

Tiểu vùng (near region)

Khu vực xung quanh lân cận NMDHN, thông thường là khu vực hình tròn có bán kính 40 km tính từ nhà lò phản ứng hạt nhân; trong trường hợp cần thiết có thể mở rộng kích thước tiểu vùng, hoặc lựa chọn tiểu vùng có hình dạng không đối xứng để bao quát được hết các hiện tượng, quá trình cần khảo sát, nghiên cứu phục vụ cho việc đánh giá an toàn địa điểm.

2.23

Liên vùng (region)

Khu vực xung quanh tiểu vùng, thông thường là khu vực hình tròn có bán kính 320 km tính từ nhà lò phản ứng hạt nhân; kích thước liên vùng khảo sát có thể thay đổi phụ thuộc vào đặc điểm địa chất và kiến tạo; hình dạng liên vùng có thể không đối xứng để bao quát hết các nguồn động đất cần xem xét.

3 Quy định chung

3.1 Quy mô khu vực khảo sát

Trong trường hợp cần thiết, khu vực khảo sát có thể mở rộng ra ngoài biên giới quốc gia và bao gồm cả các vùng biển và vùng đất liền kề thích hợp. Cơ sở dữ liệu được thu thập phải có tính đồng nhất cho toàn bộ khu vực khảo sát, hoặc ít nhất phải có đầy đủ các đặc tính cần thiết về địa chấn kiến tạo.

3.2 Các cơ sở dữ liệu cần thu thập

Quy mô khu vực khảo sát, loại thông tin cần thu thập, phạm vi và mức độ chi tiết của công tác khảo sát phải được xác định phù hợp với bản chất và độ phức tạp của quá trình hình thành địa chấn kiến tạo. Trong mọi trường hợp, phạm vi và mức độ chi tiết của thông tin cần thu thập và công tác khảo sát được tiến hành phải đủ để xác định được rung động nền đất và độ nguy hiểm của dịch chuyển đứt gãy. Trường hợp địa điểm nằm gần các cấu trúc kiến tạo lớn như ranh giới mảng, đới siết ép hoặc đới hút chìm, bao gồm cả cấu trúc ở khu vực ngoài khơi, thì ngoài việc phải xem xét khả năng sinh chấn của các cấu trúc này, còn phải xem xét khả năng ảnh hưởng của chúng đối với quá trình truyền sóng địa chấn và phản ứng của nền đất tại địa điểm.

3.3 Dự án đánh giá độ nguy hiểm động đất

Việc đánh giá độ nguy hiểm động đất phải được thực hiện thông qua việc triển khai một dự án riêng có mục tiêu cụ thể và kế hoạch phù hợp. Dự án đánh giá độ nguy hiểm động đất phải có sự tham gia thực hiện của các chuyên gia về địa chất, địa chấn, địa vật lý, các kỹ thuật viên và chuyên gia trong các lĩnh

TCVN 9644:2013

vực khác (ví dụ như các nhà sử học). Những người tham gia thực hiện dự án đánh giá độ nguy hiểm động đất phải có trình độ chuyên môn và kinh nghiệm phù hợp với trách nhiệm của họ trong dự án.

Khi đánh giá độ nguy hiểm động đất, phương pháp tiếp cận chung là nhằm giảm độ không đảm bảo trong các giai đoạn khác nhau của quá trình đánh giá để thu được kết quả tin cậy. Việc này có thể đạt được bằng cách thu thập đầy đủ dữ liệu tin cậy có liên quan.

3.4 Độ không đảm bảo

Khi khảo sát chi tiết địa điểm để đánh giá độ nguy hiểm động đất, độ không đảm bảo phải được xem xét, bao gồm cả độ không đảm bảo khách quan và độ không đảm bảo chủ quan.

Trong mỗi công đoạn, từ việc xác định vị trí, phân tích và xác định đặc điểm của nguồn động đất đến việc ước lượng độ nguy hiểm rung động nền đất đều có thể có những diễn giải chủ quan của các chuyên gia. Các diễn giải chủ quan này cần được tổng hợp sao cho kết quả đánh giá chung đại diện cho những kiến thức đương đại về động đất và mô hình rung động nền đất. Không sử dụng ý kiến chuyên gia trong trường hợp có thể thu thập thêm dữ liệu mới. Phải đánh giá tất cả các giả thiết và mô hình có thể có với các dữ liệu thu thập được, xây dựng phương pháp đánh giá tổng hợp kết hợp cả kiến thức và độ không đảm bảo cho phép.

Đối với trường hợp có kết luận về mức độ nguy hiểm động đất thấp tại khu vực địa điểm xem xét, cần gán một giá trị làm cận dưới (ngưỡng đánh giá mức độ nguy hiểm) cho dự án đánh giá độ nguy hiểm động đất.

Cận dưới gán định này được xem là tương đương với trường hợp có gia tốc rung động nền đất cực đại là 0,15 g (g là gia tốc trọng trường). Giá trị 0,15 g này chỉ áp dụng trong trường hợp các dữ liệu địa chất và địa chấn thu thập được như quy định tại khoản 4.

3.5 Cách tiếp cận trong phân tích độ nguy hiểm động đất

Để bảo đảm tính đầy đủ trong luận giải kết quả đánh giá độ nguy hiểm động đất, cần thành lập nhóm chuyên gia cho mỗi vấn đề liên quan. Nếu việc này là không khả thi, thì có thể chọn một cách tiếp cận khác cho việc phân tích độ nguy hiểm động đất. Nhưng phải bảo đảm rằng, độ không đảm bảo của dữ liệu đầu vào là tương đương với độ không đảm bảo của phương pháp tiếp cận theo nhóm chuyên gia. Phương pháp thay thế có thể là phân tích dữ liệu liên quan, tiến hành nghiên cứu khoa học, sử dụng các giả thuyết khoa học, kết hợp với kết quả phân tích độ không đảm bảo và phân tích độ nhạy của dữ liệu. Tiến hành phân tích độ nhạy của dữ liệu một cách hệ thống để xác định mức độ quan trọng của dữ liệu đầu vào đối với mô hình.

4 Thông tin cần thiết và công tác khảo sát

4.1 Khái quát

4.1.1 Phạm vi khảo sát

Cần tiến hành khảo sát tại liên vùng, tiểu vùng, lân cận và địa điểm NMDHN với mức độ chi tiết tăng dần. Khảo sát liên vùng, tiểu vùng, lân cận NMDHN nhằm cung cấp thông tin về địa chất và địa vật lý. Khảo sát tại địa điểm nhằm xây dựng cơ sở dữ liệu về địa kỹ thuật.

4.1.2 Xây dựng cơ sở dữ liệu

Cần có một cơ sở dữ liệu tích hợp và toàn diện, trong đó các thông tin địa chất, địa vật lý, địa kỹ thuật và địa chấn được thu thập và kết hợp ở định dạng thích hợp cho việc đánh giá và luận giải các vấn đề liên quan tới nguy hại do động đất gây ra.

Cần bảo đảm rằng, mỗi thành phần được nghiên cứu một cách đầy đủ trước khi tích hợp chúng vào cơ sở dữ liệu. Cơ sở dữ liệu tích hợp cần bao gồm tất cả dữ liệu về địa chất, địa vật lý, địa kỹ thuật, địa chấn và những thông tin khác liên quan tới việc đánh giá rung động nền đất, đứt gãy và tai biến địa chất tại địa điểm.

Dữ liệu phải được quản lý dưới dạng hệ thống thông tin địa lý (GIS) kèm theo các thông tin đầy đủ về siêu dữ liệu. Các dữ liệu phải được lưu giữ dưới dạng tham chiếu đồng nhất để thuận lợi trong việc so sánh và tổng hợp.

Việc tập hợp dữ liệu địa chấn thường ít phụ thuộc vào việc khảo sát tại các phạm vi vùng, tiểu vùng và lân cận NMDHN hơn so với các dữ liệu khác. Tuy nhiên, các cấu trúc sinh chấn tại tiểu vùng và lân cận NMDHN thường quan trọng hơn đối với việc đánh giá độ nguy hiểm động đất, phụ thuộc vào mức độ hoạt động, độ lớn cực đại có thể của động đất và hệ thức tắt dần rung động nền đất. Đặc biệt đối với một số cấu trúc kiến tạo nội mảng, cần lưu ý tập hợp dữ liệu địa chấn đối với nguồn động đất ở bên ngoài phạm vi thông thường của vùng khảo sát. Đối với các vùng ở ngoài khơi, cần khảo sát một cách hợp lý để phân tích đầy đủ đặc điểm kiến tạo của vùng khảo sát và bổ sung dữ liệu địa chấn còn thiếu.

Khi tiến hành phân tích độ nguy hiểm động đất trong thời gian hoạt động của NMDHN (ví dụ, tiến hành đánh giá an toàn định kỳ hay đánh giá an toàn kháng chấn theo phương pháp xác suất), cơ sở dữ liệu tích hợp phải được cập nhật liên tục theo thời gian và những phát kiến mới về khoa học.

4.2 Khảo sát địa chất, địa vật lý và địa kỹ thuật

4.2.1 Khảo sát trong phạm vi liên vùng

Thu thập dữ liệu trong phạm vi liên vùng để tìm hiểu về cấu trúc địa động lực và hoạt động kiến tạo hiện đại, xác định các đặc điểm địa chất có thể ảnh hưởng hoặc liên quan tới nguy hiểm động đất tại địa điểm; lưu ý tới khả năng có các đứt gãy hoạt động. Dữ liệu địa chất và địa vật lý đã hoặc chưa công bố (ví dụ như dữ liệu đã được tập hợp, dữ liệu thu được từ lộ vỉa mặt cắt đường giao thông, khảo sát địa vật lý và khảo sát lỗ khoan) phải được thể hiện trên bản đồ với các mặt cắt thích hợp.

Khi dữ liệu hiện có chưa đủ để xác định vị trí, phạm vi và mức độ gây biến dạng của các cấu trúc sinh chấn, thì phải xem xét thu thập thêm dữ liệu mới về địa chất và địa vật lý thông qua khảo sát, nghiên

TCVN 9644:2013

cứu chi tiết trong phạm vi tiểu vùng và lân cận NMDHN. Trong trường hợp cần thiết, cần xem xét thêm các biểu hiện địa chất – địa mạo trên bề mặt của các trận động đất trong tiền sử và lịch sử.

Dữ liệu thường được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:500.000 hoặc lớn hơn với các mặt cắt phù hợp.

4.2.2 Khảo sát trong phạm vi tiểu vùng

Khảo sát trong phạm vi tiểu vùng nhằm các mục đích sau đây:

- Xác định đặc điểm địa chấn kiến tạo tại tiểu vùng trên cơ sở các dữ liệu được khảo sát, nghiên cứu chi tiết hơn so với khảo sát trong phạm vi liên vùng;
- Xác định các chuyển động mới của đứt gãy;
- Xác định độ lớn và bản chất của dịch chuyển, vận tốc và dấu vết dịch chuyển liên quan đến các phân đoạn đứt gãy.

Xác định đặc điểm địa tầng, cấu trúc địa chất và lịch sử kiến tạo của tiểu vùng; nghiên cứu chi tiết lịch sử kiến tạo nhằm xác định chế độ kiến tạo hiện đại. Khoảng thời gian lịch sử kiến tạo phải nghiên cứu phụ thuộc vào mức độ hoạt động kiến tạo.

Khi cần thiết, cần tiến hành nghiên cứu bổ sung về địa chất và địa vật lý trong lân cận NMDHN nhằm xác định rõ hơn cấu trúc, đặc điểm của tiểu vùng.

Khảo sát, nghiên cứu cần chi tiết để mô hình tiến hóa địa chất hiện đại của tiểu vùng bao gồm được các nguyên nhân dẫn đến đặc điểm địa chất và địa mạo có liên quan (trong khoảng thời gian phù hợp với môi trường kiến tạo địa phương).

Dữ liệu được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:50.000 với mặt cắt phù hợp.

4.2.3 Khảo sát trong lân cận NMDHN

Mục đích khảo sát trong lân cận NMDHN là xác định cụ thể hơn lịch sử tân kiến tạo của đứt gãy, đặc biệt là khả năng và tốc độ dịch chuyển đứt gãy tại địa điểm cũng như các điều kiện có khả năng gây ra sự bất ổn về địa chất tại địa điểm.

Lập bản đồ địa chất, địa mạo; khảo sát địa vật lý theo điểm, tuyến; khảo sát lỗ khoan và khảo sát bằng phương pháp đào hào. Dữ liệu thu được phải phù hợp với môi trường kiến tạo và đặc trưng địa chất quan sát được. Cần đạt được các kết quả sau:

- Bản đồ địa chất với mặt cắt;
- Tuổi, loại, biên độ và tốc độ dịch chuyển của các đứt gãy;
- Xác định và đánh giá đặc trưng của các vị trí có khả năng chịu ảnh hưởng nguy hại của các hiện tượng tự nhiên (như lở đất, sụt nền, hang động ở gần bề mặt hay quá trình tạo karst) và hoạt động của con người.

Dữ liệu được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:5.000 với mặt cắt phù hợp.

4.2.4 Khảo sát tại địa điểm NMDHN

Khảo sát tại địa điểm có các mục đích sau đây:

- Nghiên cứu khả năng động đất gây ra dịch chuyển nền thường xuyên (ví dụ như khả năng hoạt động của đứt gãy, hoá lỏng nền, lún hoặc sụt nền do các hang động ở gần bề mặt);
- Thu thập thông tin về đặc tính tĩnh và động của vật liệu nền;
- Phân tích phản ứng của nền tại địa điểm.

Xây dựng cơ sở dữ liệu từ các thông tin thu được khi nghiên cứu chi tiết về địa chất, địa vật lý và địa kỹ thuật, bao gồm thí nghiệm tại hiện trường và trong phòng thí nghiệm. Cụ thể như sau:

- Đối với khảo sát địa chất và địa kỹ thuật để xác định địa tầng và cấu trúc của địa điểm: sử dụng phương pháp lỗ khoan hoặc khai đào (bao gồm cả thí nghiệm tại hiện trường); sử dụng kỹ thuật địa vật lý và các phép kiểm tra trong phòng thí nghiệm để xác định độ dày, độ sâu, độ nghiêng, đặc tính tĩnh và động của các lớp khác nhau bên dưới bề mặt cần thiết cho các mô hình tính toán (tỷ lệ Poát-xông, mô-đun Young, mô-đun cắt, tỷ trọng, tỷ trọng tương đối, sức kháng cắt, các đặc tính làm rắn chắc, phân bố kích thước hạt);
- Đối với khảo sát địa chất thuỷ văn: sử dụng phương pháp lỗ khoan và các kỹ thuật khác để xác định hình học, đặc tính lý - hóa và biểu hiện ở trạng thái ổn định (như độ sâu, vận tốc tái nạp, độ dẫn truyền) của các tầng chứa nước nhằm xác định độ ổn định của các lớp đất và sự tương tác của chúng đối với nền móng;
- Đối với khảo sát các tác động khác đối với địa điểm: sử dụng tất cả thông tin thu nhận được về động đất, trong đó có thông tin ghi được bằng thiết bị để đánh giá biểu hiện động của địa điểm.

Trong quá trình khảo sát và nghiên cứu, phải thu thập tất cả các số liệu cần thiết để đánh giá sự tương tác động lực học giữa nền đất và các công trình.

Dữ liệu được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1:500 với mặt cắt phù hợp.

4.3 Khảo sát động đất

4.3.1 Danh mục động đất tại địa điểm

Xây dựng danh mục động đất tại địa điểm.

4.3.2 Động đất tiền sử và lịch sử

Thông tin về động đất bao gồm thông tin từ tất cả các nguồn về các trận động đất tiền sử, lịch sử (nghĩa là các trận động đất không được ghi đo lại bằng thiết bị). Phải xem xét cả thông tin khảo cổ liên quan đến các trận động đất thời tiền sử và lịch sử.

Trong trường hợp có thể, cần thu thập thông tin về mỗi trận động đất bao gồm:

- Ngày, thời điểm bắt đầu và thời gian kéo dài;

TCVN 9644:2013

- Vị trí chấn tâm;
- Độ sâu chấn tiêu;
- Độ lớn, loại độ lớn (ví dụ độ lớn xác định theo thang mô-men, độ lớn xác định theo sóng mặt, độ lớn xác định theo sóng khối, độ lớn xác định theo thang động đất địa phương hoặc độ lớn xác định theo chiều dài xung chấn trên băng ghi địa chấn) và các tư liệu về phương pháp đã sử dụng để xác định độ lớn động đất từ cường độ động đất điều tra;
- Cường độ chấn động cực đại, cường độ chấn động điều tra tại chấn tâm, điều kiện tại chỗ và thiệt hại quan sát được;
- Đường đẳng chấn;
- Cường độ chấn động tại địa điểm và thông tin chi tiết về tác động đối với nền đất và địa hình;
- Ước tính về độ không đảm bảo của các thông số trên;
- Đánh giá chất lượng và số lượng dữ liệu đã được sử dụng để xác định các thông số trên;
- Thông tin về các tiền chấn và dư chấn nhận biết được;
- Thông tin về đứt gãy gây ra động đất.

Xác định thang đo cường độ sử dụng vì cấp độ có thể khác nhau tùy theo thang đo. Khi xác định độ lớn và độ sâu của mỗi trận động đất, phải dựa trên mối quan hệ thực nghiệm giữa dữ liệu ghi đo được và thông tin điều tra động đất được xây dựng trực tiếp từ cơ sở dữ liệu về cường độ hoặc bằng cách sử dụng bản đồ đẳng chấn.

4.3.3 Động đất ghi đo được

Thu thập các dữ liệu ghi đo hiện có về động đất. Thu thập thông tin hiện có về mô hình các lớp vỏ Trái đất để xác định vị trí của các trận động đất.

Đối với mỗi trận động đất, cần thu thập các thông tin sau:

- Ngày, thời điểm bắt đầu và thời gian kéo dài;
- Tọa độ chấn tâm;
- Độ sâu chấn tiêu;
- Độ lớn theo tất cả các cách xác định, bao gồm cả độ lớn xác định theo các thang đo khác nhau và mọi thông tin về mô-men địa chấn;
- Thông tin quan sát được của tiền chấn và dư chấn, kể cả các thông tin về độ lớn và hình học nếu có;
- Các thông tin khác có thể có ích cho việc tìm hiểu chế độ địa chấn kiến tạo, như cơ cấu chấn tiêu, mô-men địa chấn, suy giảm ứng suất và các thông số khác về nguồn động đất;
- Thông tin điều tra động đất;

- Vị trí và phạm vi vùng bị ảnh hưởng;
- Đánh giá về độ không đảm bảo cho mỗi thông số;
- Thông tin về đứt gãy gây ra động đất, hướng phát triển và khoảng thời gian xảy ra quá trình phá hủy;
- Dữ liệu ghi đo được từ cả địa chấn kế dài rộng và gia tốc ký biên độ lớn.

Khi xây dựng danh mục dữ liệu các trận động đất tiền sử, động đất lịch sử và các trận động đất ghi đo được, phải đánh giá mức độ đầy đủ và độ không đảm bảo của các thông tin ghi nhận được, đặc biệt về cường độ, độ lớn, thời gian và vị trí của động đất, độ sâu của chấn tiêu. Đối với động đất nhỏ, thông tin thường không đầy đủ do hạn chế về độ nhạy của thiết bị ghi đo. Đối với động đất lớn, thông tin thường không đầy đủ do chu kỳ lặp lại của động đất quá dài (mà thông tin thu được chỉ trong một khoảng thời gian tương đối ngắn). Các hạn chế này cần được tính đến bằng các phương pháp thích hợp.

Thu thập và sử dụng dữ liệu ghi đo sẵn có về rung động mạnh của nền đất ở phạm vi địa phương và khu vực để thiết lập hoặc lựa chọn các hệ thức tắt dần rung động nền đất thích hợp và xây dựng phổ phản ứng theo quy định tại khoản 10.

4.3.4 Dự án ghi đo động đất

Để có thông tin cụ thể hơn về nguồn có khả năng gây động đất, cần lắp đặt và vận hành một mạng lưới máy địa chấn có khả năng ghi được các trận động đất nhỏ. Chu kỳ quan trắc tối thiểu để thu được thông tin cần thiết cho việc luận giải địa chấn kiến tạo là nhiều năm đối với khu vực có độ hoạt động động đất cao và lâu hơn rất nhiều đối với khu vực có độ hoạt động động đất thấp. Kết hợp các hoạt động ghi đo, xử lý và luận giải dữ liệu thu được từ mạng lưới quan trắc động đất địa phương, các mạng lưới quan trắc địa chấn khu vực và quốc gia. Kết hợp thiết bị ghi đo gia tốc nền mạnh với thiết bị ghi đo có độ nhạy cao.

Phân tích các trận động đất ghi đo được trong mối quan hệ với hoạt động địa chấn kiến tạo trong phạm vi tiểu vùng.

Lắp đặt lâu dài thiết bị phù hợp tại địa điểm để ghi đo các trận động đất lớn và nhỏ trong suốt tuổi đời của dự án. Các thiết bị ghi này phải có khả năng cung cấp thông tin về cấu trúc ngầm và phản ứng của nền đất; thu thập thông tin về địa tầng với các đặc tính động lực học của nền đất.

Các thiết bị ghi đo cần được nâng cấp và hiệu chỉnh định kỳ để có thể ghi đo đầy đủ các thông tin phù hợp với thực tế tiên tiến đang được áp dụng trên thế giới. Xây dựng chương trình bảo trì, bao gồm cả việc truyền dữ liệu, để không xảy ra nhầm lẫn.

5 Xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo

5.1 Khái quát

5.1.1 Dữ liệu cho mô hình địa chấn kiến tạo

Xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo cho liên vùng, tích hợp dữ liệu về địa chất, địa vật lý, địa kỹ thuật, địa chấn và các tính toán về độ nguy hiểm động đất. Các dữ liệu tích hợp này được tổ chức thành cơ sở dữ liệu. Các tài liệu hiện có liên quan về địa chấn kiến tạo cần được xem xét, bổ sung thêm các dữ liệu mới, bảo đảm tính đầy đủ của cơ sở dữ liệu để luận giải cho tính đúng đắn của mô hình. Các dữ liệu từ các tài liệu hiện có và được bổ sung mới phải đủ chính xác và tin cậy.

Sử dụng quy trình chuẩn để tích hợp các thành phần của cơ sở dữ liệu địa chấn, địa vật lý và địa chất nhằm xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo kết hợp và các mô hình thay thế khác, bao gồm một tập hợp số các cấu trúc sinh chấn. Lưu ý các cấu trúc sinh chấn sâu dưới lòng đất và lựa chọn chu kỳ quan sát phù hợp để phát hiện mối quan hệ giữa chúng với các hoạt động động đất đã biết.

Khi xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo, cần xác định loại nguồn động đất, bao gồm các cấu trúc sinh chấn được xác định bằng cơ sở dữ liệu sẵn có, hoặc địa chấn lan truyền không thể quy cho các cấu trúc cụ thể đã được xác định bằng cơ sở dữ liệu sẵn có. Lưu ý độ không đảm bảo đánh giá đặc điểm của nguồn động đất, đặc biệt với trường hợp địa chấn lan truyền do tính phức tạp của việc xác định đứt gãy gây ra động đất.

Các dữ liệu sử dụng cho việc xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo phải được giải thích khách quan, khoa học.

Khi có các mô hình thay thế để giải thích các dữ liệu địa chấn, địa vật lý, địa chất và khi phải chấp nhận sự khác biệt giữa các mô hình này mà không thể tiến hành khảo sát, nghiên cứu bổ sung, thì phải sử dụng tất cả các mô hình với trọng số phù hợp cho mỗi mô hình khi tiến hành đánh giá độ nguy hiểm động đất. Đánh giá độ không đảm bảo của mô hình để thu được tất cả các giả thuyết về đặc tính của nguồn động đất và tần suất động đất.

5.1.2 Danh mục động đất

Đánh giá và xử lý danh mục động đất, bao gồm:

- Lựa chọn thang đo độ lớn phù hợp trong phân tích nguy hiểm động đất;
- Thống nhất độ lớn của các sự kiện trong danh mục theo thang đo độ lớn đã lựa chọn;
- Xác định các động đất chính (nghĩa là loại trừ các dư chấn);
- Đánh giá tính đầy đủ của danh mục động đất theo độ lớn, vị trí và khoảng thời gian kéo dài của động đất;
- Đánh giá chất lượng dữ liệu thứ cấp cùng với độ không đảm bảo xử lý dữ liệu.

Sử dụng thang đo độ lớn phù hợp với thang đo độ lớn trong hệ thức tắt dần rung động nền đất khi tính toán độ nguy hiểm động đất và trong các hệ thức dùng để xác định độ lớn động đất theo cường độ động đất. Khi xây dựng hệ thức độ lớn - tần suất, thang đo độ lớn được lựa chọn phải thay đổi tuyến

tính gần với thang đo độ lớn theo mô-men (M_w) trong dải độ lớn quan tâm để tránh hiệu ứng bão hòa độ lớn.

Hệ thức độ lớn - tần suất phải được xây dựng cho mỗi nguồn động đất. Mỗi hệ thức này phải bao gồm cả giá trị độ lớn động đất cực đại dự báo (m_{max}) theo đó hệ thức này được áp dụng. Độ không đảm bảo của các tham số trong hệ thức độ lớn - tần suất phải được xác định bằng các phân bố xác suất có xem xét đến các mối tương quan giữa các tham số.

Độ lớn động đất dự báo cực đại đối với mỗi nguồn động đất phải được xác định và độ không đảm bảo phải được thể hiện bằng phân bố xác suất (liên tục hoặc rời rạc). Đối với mỗi nguồn động đất, giá trị m_{max} được sử dụng làm cận trên của tích phân trong tính toán độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất và làm độ lớn trong kịch bản đánh giá độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp tất định. Đối với địa điểm thuộc nội mảng, động đất lớn nhất quan sát được có thể không đưa ra được giá trị m_{max} phù hợp.

Xác định và áp dụng một cách phù hợp tính tương đồng địa chấn kiến tạo giữa khu vực được nghiên cứu với các khu vực khác. Đánh giá ảnh hưởng của lựa chọn phân bố m_{max} đối với kết quả xác định độ nguy hiểm động đất.

5.1.3 Cổ động đất

Xây dựng bản đồ cường độ động đất để xem xét tác động của động đất đối với khu vực nghiên cứu kèm theo diễn giải các biểu hiện quan sát được cho thấy hoạt động động đất trong quá khứ (ví dụ đứt gãy, hóa lỏng nền, sự nâng lên của đường bờ biển). Lưu ý dấu tích địa chất của các sự kiện động đất tiền sử và lịch sử, đặc biệt là khi thiếu các tư liệu lưu trữ.

Nghiên cứu cổ động đất nhằm các mục đích sau đây:

- Nhận dạng cấu trúc sinh chấn trên cơ sở xác định ảnh hưởng của động đất trong quá khứ tại khu vực khảo sát;
- Cập nhật vào danh mục động đất các trận động đất lớn trên cơ sở nhận dạng và xác định tuổi của các hóa thạch động đất. Có thể đào hào dọc theo đứt gãy hoạt động đã biết để đánh giá mức độ và tần suất của các dịch chuyển. Việc này có thể thực hiện được thông qua khảo sát chiều dày của các nêm bồi kết, tuổi của các mẫu trầm tích và các yếu tố khác. Nghiên cứu hóa lỏng thời tiền sử để xác định bằng chứng về cường độ và sự lặp lại của các trận động đất;
- Đánh giá độ lớn động đất dự báo cực đại của một cấu trúc sinh chấn trên cơ sở chiều dài cực đại của cấu trúc và mức độ dịch chuyển sau mỗi trận động đất và hiệu ứng tích lũy;
- Sử dụng chu kỳ lặp lại của các trận động đất mạnh để kiểm tra kết quả đánh giá độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất.

5.2 Cấu trúc sinh chấn

5.2.1 Xác định cấu trúc sinh chấn

Xem xét các cấu trúc sinh chấn gây ra rung động nền đất và dịch chuyển đứt gãy ở mức độ nguy hiểm tại địa điểm, cụ thể như sau:

- Xem xét khả năng rung động nền đất trong mối quan hệ giữa vị trí của các cấu trúc sinh chấn và khả năng phát sinh động đất;
- Xem xét khả năng dịch chuyển đứt gãy trên hoặc gần mặt đất do cấu trúc sinh chấn gần địa điểm gây ra (đứt gãy hoạt động).

Xác định các cấu trúc sinh chấn thông qua một số các đặc trưng địa chất có trong cơ sở dữ liệu địa chất, địa vật lý, địa kỹ thuật và địa chấn; đó là các đặc trưng địa chất minh chứng trực tiếp hoặc gián tiếp về việc các cấu trúc sinh chấn này đã từng là nguồn động đất trong chế độ kiến tạo hiện đại. Xem xét mối tương quan giữa các thông tin về động đất trong lịch sử và thông tin ghi đo được bằng thiết bị với các đặc trưng địa chất và địa vật lý để nhận biết cấu trúc sinh chấn.

Nếu việc khảo sát cho thấy một chấn tâm hoặc một nhóm các chấn tâm có mối quan hệ với một đặc trưng địa chất, thì cần nghiên cứu sâu hơn mối quan hệ này thông qua việc đánh giá rõ hơn đặc trưng địa chất và các yếu tố sau đây:

- Hình học và phạm vi địa lý;
- Mối quan hệ cấu trúc của đặc trưng đó đối với chế độ kiến tạo liên vùng;
- Các thông tin địa chấn bao gồm: độ không đảm bảo dữ liệu về chấn tâm và cơ cấu chấn tiêu động đất, trường ứng suất, phân bố tiền chấn, dư chấn và các thông tin khác.

Trong trường hợp thiếu dữ liệu về một đặc trưng địa chất nào đó, thì cần so sánh đặc trưng này với các đặc trưng địa chất tương tự khác trong liên vùng (tương tự về niên đại, hướng và lịch sử dịch chuyển) để có thể xác định xem đặc trưng này có là nguồn sinh chấn hay không.

5.2.2 Xác định đặc trưng của cấu trúc sinh chấn

Đối với cấu trúc sinh chấn cần xác định các đặc điểm sau đây:

- Kích thước của cấu trúc (chiều dài, độ trượt sâu, chiều rộng);
- Hướng quay (va đập, dịch trượt);
- Mức độ và hướng dịch chuyển;
- Vận tốc biến dạng;
- Cường độ và độ lớn động đất cực đại trong lịch sử;
- Các số liệu cổ động đất;
- Tính phức tạp địa chất (sự phân đoạn, phân nhánh, các mối quan hệ cấu trúc);

- Các dữ liệu động đất và các đặc điểm khác liên quan.

So sánh các đặc điểm trên với các đặc điểm của cấu trúc tương tự có dữ liệu lịch sử được ghi lại.

Đánh giá dự báo độ lớn cực đại trên cơ sở sử dụng các yếu tố: thông tin về lịch sử địa chấn, địa chất của chuyển động đứt gãy hoặc của cấu trúc, các hệ thức thực nghiệm, dữ liệu về dòng nhiệt, bề dày và tỷ lệ biến dạng của vỏ Trái đất và các dữ liệu liên quan khác. Thông tin về lịch sử địa chấn, địa chất nêu trên phải đủ để đánh giá kích thước đập vỡ lớn nhất hoặc các dịch chuyển do động đất trong tương lai.

Khi không có các số liệu chi tiết phù hợp, độ lớn động đất cực đại dự báo của cấu trúc sinh chấn có thể được tính toán từ kích thước của các cấu trúc. Đối với mỗi nguồn sinh chấn, độ lớn cực đại có thể được xác định thông qua chiều dài, độ sâu và cơ chế ứng suất tác động lên đứt gãy. Ở các vị trí có đới đứt gãy gồm nhiều phân đoạn, mỗi phân đoạn phải được xem xét độc lập. Phân tích khả năng đập vỡ đồng thời theo các phân đoạn đứt gãy khi xảy ra động đất. Xây dựng các kịch bản về chiều dài đập vỡ của đứt gãy để ước tính giá trị m_{max} đối với đứt gãy đó.

Sử dụng các phương pháp khác nhau để đánh giá độ lớn động đất cực đại dự báo trên cơ sở phân tích thống kê các hệ thức độ lớn - tần suất đối với các trận động đất liên quan đến một cấu trúc cụ thể, kết hợp giữa thông tin về cấu trúc và số liệu động đất; phân tích sự phù hợp giữa kết quả đánh giá và số liệu động đất. Xác định độ không đảm bảo trong việc đánh giá độ lớn động đất cực đại dự báo và sự phù hợp của độ không đảm bảo đó với dữ liệu về địa chất và địa mạo.

Hiệu chỉnh hệ thức độ lớn - tần suất đối với mỗi cấu trúc sinh chấn trong mô hình địa chấn kiến tạo nhằm xác định các yếu tố sau đây:

- Mức độ hoạt động của động đất;
- Dạng phù hợp cho hệ thức độ lớn - tần suất;
- Độ không đảm bảo của hệ thức và của các tham số trong hệ thức.

5.3 Vùng địa chấn lan truyền

5.3.1 Xác định vùng địa chấn lan truyền

Xác định các khu vực đồng dạng về địa chấn, là các khu vực tương đương về khả năng xảy ra động đất. Xác định vùng địa chấn lan truyền trên cơ sở các khu vực đồng dạng về địa chấn nêu trên. Sử dụng dữ liệu thu thập được để luận cứ cho phân bố các khu vực không đồng dạng về hoạt động địa chấn.

Ước lượng độ sâu cực đại của động đất với giả thiết là động đất thường phát sinh bên trong hoặc phía trên vùng chuyển tiếp từ giòn (dễ đập vỡ) sang dẻo (dễ uốn) của lớp vỏ Trái đất. Sử dụng thông tin về phân bố của địa chấn lan truyền theo độ sâu khi đánh giá độ nguy hiểm động đất.

Xác định ranh giới của các khu vực địa chấn kiến tạo (đồng dạng và không đồng dạng) nêu trên. Ranh giới này có thể được xác định thông qua điều kiện kiến tạo khác nhau nhờ việc đánh giá sự khác nhau đáng kể giữa các khu vực về: tần suất xảy ra động đất, độ sâu của chấn tâm, cơ chế chấn tâm, trạng thái ứng suất, các đặc điểm kiến tạo và giá trị có liên quan trong công thức Gutenberg–Richter.

5.3.2 Xác định đặc trưng vùng địa chấn lan truyền

Trường hợp độ lớn động đất cực đại dự báo không liên quan đến các cấu trúc sinh chấn đã được xác định, thì chúng được đánh giá trên cơ sở các dữ liệu lịch sử và các đặc điểm địa chấn kiến tạo của khu vực. So sánh khu vực được khảo sát, nghiên cứu với khu vực tương đương có số liệu lịch sử đầy đủ; nhưng phải luận chứng các so sánh, đánh giá đó. Đánh giá độ không đảm bảo của giá trị độ lớn động đất cực đại dự báo sử dụng trong mô hình địa chất kiến tạo; độ không đảm bảo này phát sinh do dữ liệu lịch sử thu thập được chỉ cho giai đoạn tương đối ngắn so với quá trình biến dạng liên tục.

Đối với nguồn động đất ít hoạt động, xác định giá trị có liên quan trong công thức Gutenberg–Richter bằng cách chấp nhận giá trị đại diện cho môi trường kiến tạo liên vùng của các nguồn động đất. Đánh giá độ không đảm bảo của các tham số và tính tới các độ không đảm bảo đó trong phân tích độ nguy hiểm động đất.

6 Đánh giá độ nguy hiểm do rung động nền đất

6.1 Khái quát

6.1.1 Phương pháp đánh giá

Độ nguy hiểm rung động nền đất phải được đánh giá bằng cả hai phương pháp xác suất và tất định. Kết quả đánh giá tất định được sử dụng để kiểm tra tính hợp lý của kết quả đánh giá xác suất, đặc biệt là với giá trị tần suất vượt quá hàng năm nhỏ. Kết quả của phương pháp xác suất cho phép đánh giá các giá trị tất định trong phạm vi của phương pháp xác suất, vì vậy sẽ biết được tần suất vượt quá hàng năm tại mỗi tọa độ phổ đáp ứng tất định.

6.1.2 Chương trình tính toán đánh giá độ nguy hiểm do rung động nền đất

Chương trình tính toán đánh giá độ nguy hiểm do rung động nền đất phải có tính năng hiệu chỉnh phù hợp với các thay đổi của mô hình rung động nền đất tất dần, mô hình nguồn động đất và có khả năng xử lý độ không đảm bảo một cách thích hợp.

6.2 Đặc điểm của rung động nền đất

6.2.1 Lựa chọn thông số và thành phần rung động nền đất

Lựa chọn thông số và các thành phần rung động nền đất đáp ứng tốt nhất mục tiêu phân tích độ nguy hiểm động đất.

Các thông số thường được lựa chọn để mô tả đặc điểm của rung động nền đất bao gồm:

- Gia tốc phổ phản ứng;
- Vận tốc hoặc độ dịch chuyển tại mỗi mức tắt dần;
- Khoảng thời gian và tần suất rung động nền đất.

Các thông số có thể được lựa chọn khác bao gồm:

- Gia tốc nền cực đại;
- Vận tốc nền cực đại;
- Độ dịch chuyển nền cực đại;
- Giá trị trung bình của phổ phản ứng qua một dải tần số rung xác định;
- Phổ biên độ Fourier;
- Mật độ phổ năng lượng.

Các thành phần rung động nền đất thường được sử dụng bao gồm:

- Thành phần nằm ngang lớn nhất;
- Trung bình về hình học của hai thành phần nằm ngang;
- Thành phần nằm ngang ngẫu nhiên;
- Véc-tơ tổng của hai thành phần nằm ngang;
- Thành phần thẳng đứng.

6.2.2 Hệ thức tắt dần rung động nền đất

Hệ thức tắt dần rung động nền đất là một hàm của các thông số thực nghiệm và lý thuyết được thể hiện theo Công thức (1):

$$GM = g(m, r, c_i) + \varepsilon_{gm} + \varepsilon_c \quad (1)$$

trong đó:

GM là giá trị trung vị của các thông số và thành phần rung động nền đất quy định tại 6.2.1 (thường được thể hiện dưới dạng hàm lôgarit);

g là hàm toán học;

m là độ lớn động đất;

r là khoảng cách từ nguồn động đất đến địa điểm;

c_i là các thông số liên quan khác (ví dụ kiểu đứt gãy, hiệu ứng tường treo và các điều kiện tại địa điểm);

ε_{gm} là độ không đảm bảo khách quan;

ϵ_c là thành phần nằm ngang biến đổi (là thành phần nằm ngang được lựa chọn khách quan giữa hai thành phần nằm ngang của rung động nền đất được sử dụng để phân tích độ nguy hiểm động đất).

Hệ thức tắt dần rung động nền đất được lựa chọn phải phù hợp với điều kiện của địa điểm tham chiếu. Trường hợp các điều kiện không giống nhau, thì phải điều chỉnh hệ thức bằng cách sử dụng các yếu tố phản ứng của địa điểm thu được bằng thực nghiệm hoặc lý thuyết và độ không đảm bảo tương ứng của chúng.

Hệ thức tắt dần rung động nền đất được lựa chọn phải đáp ứng các tiêu chí sau đây:

- Được cập nhật và thừa nhận phổ biến tại thời điểm nghiên cứu;
- Phù hợp với loại động đất và đặc điểm tắt dần của khu vực nghiên cứu;
- Phù hợp với môi trường-kiến tạo của khu vực nghiên cứu;
- Phù hợp với dữ liệu rung động nền đất tại địa phương (nếu có).

Xem xét độ không đảm bảo chủ quan thông qua sử dụng nhiều hệ thức tắt dần rung động nền đất phù hợp đối với từng môi trường kiến tạo được thể hiện trong phân tích. Lựa chọn các hệ thức bao hàm được đầy đủ các giải thích tin cậy về đặc điểm của mô hình liên quan.

Sử dụng dữ liệu cường độ động đất để đánh giá hệ thức tắt dần rung động nền đất tại khu vực mà ở đó thiếu các dữ liệu ghi đo bằng thiết bị đối với rung động lớn trong thời gian đủ dài.

6.2.3 Mô phỏng nguồn động đất

Đối với các khu vực có địa chấn tích cực mà ở đó có đủ dữ liệu chi tiết về rung động nền đất gây ra bởi các đứt gãy đã xác định thì việc mô phỏng các đứt gãy đập vỡ cũng như đường lan truyền sóng địa chấn được thực hiện theo quy trình mô tả trong mục này, đặc biệt là trong trường hợp các đứt gãy gần địa điểm có khả năng ảnh hưởng đáng kể tới độ nguy hiểm động đất.

Khi mô phỏng nguồn động đất, cần xác định các thông số cần thiết sau đây:

- Các thông số hình học của đứt gãy (vị trí, chiều dài, chiều rộng, độ sâu, độ nghiêng, độ va đập);
- Các thông số vĩ mô (mô-men địa chấn, độ dịch chuyển trung bình, tốc độ đập vỡ, độ suy giảm ứng suất trung bình);
- Các thông số vi mô (thời gian khởi phát, độ dịch chuyển, các thông số ứng suất đối với các thành phần đứt gãy hữu hạn);
- Các thông số cấu trúc vỏ Trái đất, như vận tốc sóng cắt, mật độ và độ tắt dần sóng.

Đối với môi trường địa chấn kiến tạo phức tạp như ranh giới mảng, đới siết ép và đới hút chìm, đặc biệt là đối với các khu vực ngoài khơi, quá trình hình thành địa chấn kiến tạo cụ thể của Trái đất có ảnh hưởng đến các thông số của nguồn động đất nêu ở trên phải được xem xét để đánh giá đặc điểm rung động nền đất.

Xác định giới hạn dưới của độ lớn động đất (ngưỡng độ lớn động đất) phù hợp với dải độ lớn động đất có trong cơ sở dữ liệu sử dụng để xây dựng hệ thức tắt dần rung động nền đất. Xem xét ngưỡng độ lớn động đất kết hợp với quan điểm công nghệ già định rằng, cấu trúc, hệ thống và các thành phần liên quan đến an toàn của NMDHN không bị ảnh hưởng bởi rung động nền đất gây ra do động đất có độ lớn dưới ngưỡng nêu trên.

Có thể thay thế việc xác định giới hạn độ lớn động đất bằng việc xác định giá trị ngưỡng của thông số gây hư hại mà dưới ngưỡng đó không xảy ra hư hại hoặc rủi ro đáng kể nào; ví dụ như xác định giá trị ngưỡng của vận tốc tích lũy tuyệt đối.

7 Phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất

7.1 Khái quát

7.1.1 Sử dụng mô hình trong phân tích độ nguy hiểm động đất

Sử dụng mô hình địa chấn kiến tạo với các thành phần và thông số của mô hình bao gồm cả độ không đảm bảo đã xác định trong phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất. Trong trường hợp việc phân tích nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất được thực hiện bằng mô hình thay thế khác thì mô hình đó cần được sử dụng trong tất cả các tính toán.

7.1.2 Xác định tần suất vượt quá hàng năm nhỏ nhất

Trong kế hoạch của dự án đánh giá nguy hiểm động đất cần xác định tần suất vượt quá hàng năm nhỏ nhất cho mục đích thiết kế hay làm dữ liệu đầu vào trong đánh giá an toàn xác suất. Giá trị tần suất vượt quá hàng năm có thể rất nhỏ (ví dụ 10^{-5}) trong trường hợp NMDHN có tần suất hư hại vùng hoạt rất thấp do sử dụng lò phản ứng tiên tiến tại địa điểm ổn định địa chấn. Khi đó, cần đánh giá sự phù hợp và chất lượng của cơ sở dữ liệu, mô hình địa chấn kiến tạo và ý kiến chuyên gia, để giảm thiểu ảnh hưởng độ không đảm bảo của các yếu tố này đối với kết quả phân tích độ nguy hiểm động đất.

7.1.3 Các bước phân tích độ nguy hiểm động đất

Tiến hành phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất theo các bước sau đây:

- Đánh giá mô hình địa chấn kiến tạo của khu vực địa điểm, xác định nguồn động đất, ranh giới giữa các nguồn động đất, kích thước của mỗi nguồn và các độ không đảm bảo có liên quan;
- Đánh giá độ lớn động đất cực đại dự báo cho mỗi nguồn động đất, tần suất xảy ra động đất, dạng hệ thức độ lớn - tần số và độ không đảm bảo kèm theo;
- Lựa chọn hệ thức tắt dần rung động nền đất đối với khu vực địa điểm, đánh giá độ không đảm bảo cho cả rung động nền đất trung bình và hàm rung động nền đất phụ thuộc vào độ lớn động đất và khoảng cách nguồn động đất tới địa điểm;
- Thực hiện tính toán độ nguy hiểm động đất;

- Đánh giá phản ứng của nền đất tại địa điểm.

7.1.4 Phân tích kết quả tính toán độ nguy hiểm động đất

Biểu thị kết quả đánh giá độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất dưới dạng giá trị trung bình hay trung vị của tần suất vượt quá hàng năm của rung động nền đất theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng để thể hiện chu kỳ quan trọng đối với cấu trúc, hệ thống và thành phần.

Phát triển cây logic để đánh giá độ không đảm bảo chủ quan trong phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất thông qua việc hoàn thiện các nhánh của cây logic hoặc mô phỏng Monte Carlo.

Sử dụng các đường cong nguy hiểm để thể hiện độ không đảm bảo chủ quan của mỗi phép đo rung động nền đất, xây dựng phổ phản ứng cùng mức độ nguy hiểm cho mỗi mức nguy hiểm mục tiêu và mức độ tin cậy đã được lựa chọn. Trường hợp sử dụng phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất để xác định cơ sở thiết kế, thì cần xem xét đến tần suất vượt quá hàng năm cùng với việc đánh giá trung bình hoặc trung vị tương ứng.

Sử dụng quá trình phân tách để đánh giá ảnh hưởng riêng biệt của mỗi nguồn động đất trong độ nguy hiểm động đất tổng cộng, để xác định rõ hơn đặc điểm rung động nền đất tại địa điểm. Việc phân tách như vậy có thể áp dụng đối với tần suất vượt quá hàng năm khi tần suất đó được lựa chọn để xác định rung động nền đất làm cơ sở thiết kế. Việc phân tách có thể thực hiện đối với ít nhất hai giá trị tần suất rung động nền đất, thông thường là giá trị thấp nhất và cao nhất của phổ. Hai giá trị tần suất này có thể được sử dụng để xác định cặp giá trị độ lớn - khoảng cách có ảnh hưởng lớn nhất đến tần suất vượt quá hàng năm.

7.2 Tích hợp độ nguy hiểm động đất

Đánh giá tần suất vượt quá hàng năm của mức rung động nền đất xác định cụ thể tại địa điểm do một hoặc nhiều nguồn động đất gây ra có tính đến các yếu tố liên quan. Thông số cần thiết để đánh giá bao gồm:

- Số lượng nguồn động đất;
- Độ lớn động đất cực đại và cực tiểu dự báo của mỗi nguồn động đất;
- Kích thước đập vỡ cực tiểu hoặc cực đại do mỗi nguồn động đất gây ra;
- Khoảng cách nhỏ nhất và lớn nhất từ mỗi nguồn động đất đến địa điểm;
- Tần suất dự đoán tính cho một khoảng thời gian và cho một khu vực rung chấn nhất định liên quan tới động đất có độ lớn bằng hoặc lớn hơn giá trị m_{min} của mỗi nguồn động đất.

8 Phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp tất định

8.1 Các bước phân tích độ nguy hiểm động đất

Tiến hành phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp tắt định theo các bước sau đây:

- Đánh giá mô hình địa chấn kiến tạo của khu vực địa điểm, xác định nguồn động đất trên cơ sở các đặc điểm kiến tạo, tần suất xảy ra động đất và dạng hệ thức độ lớn – tần suất;
- Đánh giá độ lớn động đất cực đại dự báo đối với mỗi nguồn động đất;
- Lựa chọn hệ thức tắt dần rung động nền đất đối với khu vực địa điểm, đánh giá rung động nền đất trung bình, hàm rung động nền đất phụ thuộc vào độ lớn động đất và khoảng cách nguồn động đất tới địa điểm;
- Thực hiện tính toán độ nguy hiểm động đất và mức độ không đảm bảo liên quan;
- Đánh giá phản ứng của nền đất tại địa điểm.

8.2 Tính toán độ nguy hiểm động đất

Thực hiện tính toán độ nguy hiểm động đất theo các bước sau đây:

- Đối với mỗi cấu trúc sinh chấn, giả thiết độ lớn động đất cực đại dự báo có khả năng xảy ra tại vị trí gần địa điểm NMDHN nhất, có tính đến kích thước của nguồn động đất. Trường hợp địa điểm nằm trên ranh giới của cấu trúc sinh chấn thì giả thiết độ lớn động đất dự báo cực đại có khả năng xảy ra tại địa điểm. Trong trường hợp này, cần chứng minh rằng, cấu trúc sinh chấn đó không hoạt động;
- Xác định khoảng cách từ địa điểm tới vị trí xảy ra động đất với độ lớn tương đương độ lớn động đất cực đại dự báo trong vùng địa chấn lan truyền (bao gồm cả địa điểm NMDHN) theo phương nằm ngang. Khoảng cách này được xác định trên cơ sở các nghiên cứu chi tiết về địa chấn, địa chất và địa vật lý (cả ngoài khơi và gần bờ) để chỉ ra có hay không tồn tại đứt gãy tại hoặc gần địa điểm. Trường hợp có đứt gãy, cần mô tả hướng, độ lớn, lịch sử, động đất dịch chuyển của các đứt gãy và thời gian xảy ra dịch chuyển gần đây nhất. Trường hợp không có đứt gãy, có thể giả thiết rằng xác suất xảy ra động đất ở khu vực này là rất thấp. Các nghiên cứu chi tiết nêu trên được thực hiện trong lân cận NMDHN. Khoảng cách sử dụng trong hệ thức tắt dần rung động nền đất phụ thuộc vào độ sâu chấn tiêu và kích thước của các mảng vỡ do động đất gây ra trong vùng địa chấn kiến tạo;
- Giả thiết động đất có độ lớn dự báo cực đại gần với vùng động đất lan truyền xảy ra tại điểm thuộc ranh giới của vùng địa chấn kiến tạo liền kề gần địa điểm nhất;
- Sử dụng các phương trình dự đoán rung động nền đất phù hợp để xác định rung động nền đất do động đất gây ra tại địa điểm, có tính đến tính đa dạng của hệ thức, cách mô phỏng mô hình nguồn động đất và điều kiện địa phương tại địa điểm;
- Xác định đặc điểm rung động nền đất.

9 Khả năng dịch chuyển đứt gãy tại địa điểm

9.1 Đứt gãy hoạt động

TCVN 9644:2013

9.1.1 Đặc điểm đứt gãy hoạt động

Trên cơ sở dữ liệu địa chất, địa vật lý, địa kỹ thuật và địa chấn, đứt gãy được xem là đứt gãy hoạt động khi có những đặc điểm dưới đây:

- Có chứng cứ về dịch chuyển thể hiện trên bề mặt hoặc gần bề mặt, xảy ra ít nhất một lần, hoặc nhiều lần mang tính chu kỳ, trong khoảng 130.000 năm trở lại đây (Pleistocen muộn – Holocen), tại các khu vực hoạt động kiến tạo mạnh (ranh giới mảng); hay trong khoảng Pliocen – Đệ tứ, tại các khu vực hoạt động kiến tạo yếu hơn (trong nội mảng);
- Có quan hệ cấu trúc với một đứt gãy hoạt động khác đã biết và đã được chứng minh rằng, dịch chuyển của đứt gãy này có thể gây ra dịch chuyển thể hiện trên bề mặt hoặc gần bề mặt đối với đứt gãy kia;
- Có kết luận hợp lý về khả năng xảy ra dịch chuyển thể hiện trên bề mặt hoặc gần bề mặt, trong môi trường kiến tạo hiện đại tại địa điểm NMDHN, trên cơ sở động đất cực đại dự báo liên quan đến cấu trúc sinh chấn là đủ lớn và ở độ sâu phù hợp.

9.1.2 Khảo sát xác định khả năng dịch chuyển đứt gãy

Thu thập đầy đủ số liệu có liên quan về bề mặt và lớp gần bề mặt thông qua việc khảo sát liên vùng, tiểu vùng, lân cận và địa điểm NMDHN để xác định có hay không đứt gãy.

Nếu biết hoặc nghi ngờ là có đứt gãy, phải thực hiện khảo sát, nghiên cứu trong lân cận NMDHN với bản đồ địa chất – địa mạo chi tiết, phân tích đồ vẽ địa hình, khảo sát địa vật lý, đào hào, khoan lỗ, xác định tuổi của trầm tích và của đá thuộc đới đứt gãy, khảo sát địa chấn và sử dụng các kỹ thuật thích hợp khác để xác định độ lớn và tuổi của các dịch chuyển.

Trong trường hợp có đứt gãy thì phải mô tả hướng, độ lớn, lịch sử, tốc độ dịch chuyển của các đứt gãy và xác định lại tuổi của dịch chuyển xảy ra gần đây nhất.

Xem xét khả năng các đứt gãy không có dấu hiệu dịch chuyển gần bề mặt thời gian gần đây, nhưng có thể tích cực trở lại do tích nước, bơm nước, hút nước (hoặc chất lỏng) ra khỏi lòng đất, hay do các nguyên nhân khác.

9.2 Khảo sát đứt gãy hoạt động

Việc khảo sát đứt gãy hoạt động cần được thực hiện đối với việc lựa chọn địa điểm cho NMDHN mới và cả đối với địa điểm có NMDHN đang tồn tại.

Khi lựa chọn địa điểm cho NMDHN mới, nếu có chứng cứ chứng minh sự tồn tại đứt gãy hoạt động ảnh hưởng đến an toàn của nhà máy thì kể cả trong trường hợp địa điểm chưa đến mức bị loại trừ theo quy định hiện hành, cũng cần đánh giá lại tính khả thi của thiết kế, xây dựng và vận hành an toàn của nhà máy tại địa điểm đó; nếu cần thiết thì xem xét địa điểm thay thế.

Trường hợp có thông tin về dịch chuyển đứt gãy có khả năng gây mất an toàn cho NMDHN đang hoạt động thì cần tiến hành khảo sát mới đối với địa điểm. Trước hết, cần thu thập thêm dữ liệu liên quan tới đứt gãy. Nếu phương pháp tắt định không đủ cơ sở để khẳng định đứt gãy đó không hoạt động, thì sử dụng phương pháp xác suất phù hợp với phương pháp đã được sử dụng để đánh giá mối nguy rung động nền đất nhằm xác định được tần suất vượt quá hàng năm đối với các dịch chuyển khác nhau tại hoặc gần bề mặt Trái đất.

Xem xét hai loại dịch chuyển đứt gãy sau đây:

- Dịch chuyển sơ cấp, thường được thể hiện dưới dạng đập vỡ đứt gãy sinh chấn trực tiếp;
- Dịch chuyển thứ cấp, thường liên quan với chuyển động dọc theo các mặt trượt sinh chấn đã từng tồn tại và mặt trượt không sinh chấn.

Biểu thị dịch chuyển trong không gian ba chiều theo các thành phần trượt dọc theo đứt gãy và góc nghiêng của đứt gãy với độ lớn bằng tổng độ trượt đã ước tính (đối với tần suất vượt quá hàng năm và phân vị độ nguy hiểm cho trước).

Thực hiện phân tích nguy hiểm dịch chuyển đứt gãy theo phương pháp xác suất bằng cách sử dụng các quy trình tương tự khi tiến hành phân tích độ nguy hiểm động đất.

10 Rung động nền đất, dịch chuyển đứt gãy và các nguy hại khác trong cơ sở thiết kế

10.1 Các mức nguy hiểm rung động nền đất

Sử dụng các mức nguy hiểm rung động nền đất SL-1 và SL-2 làm cơ sở thiết kế kháng chấn cho NMDHN. Ở mức SL-2 cần có các yêu cầu nghiêm ngặt nhất về an toàn; SL-1 có yêu cầu về an toàn thấp hơn, tương ứng với cấp độ động đất có xác suất xảy ra cao hơn.

Khi phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất, sử dụng dữ liệu tham chiếu về tần suất vượt quá hàng năm hoặc sử dụng phương pháp tiếp cận dựa trên hiệu quả đã được thể hiện trên thực tế.

Hai mức SL-1 và SL-2 được xác định thông qua biểu diễn phổ và bản ghi theo thời gian (được giải thích tại khoản 10.3). Rung động nền đất cần được xác định trong điều kiện trường tự do, tại bề mặt của nền đất hay tại các độ sâu có phân bố các loại nền đặc trưng và phù hợp với yêu cầu của việc khảo sát. Rung động nền đất đối với điều kiện của tầng đá gốc tham chiếu cần được xác định nếu có cơ sở dữ liệu địa kỹ thuật phù hợp. Tính toán rung động nền đất tại độ sâu nền móng và tại bề mặt, có tính đến sự tương tác giữa các lớp đất đá. Xem xét sự tương quan giữa rung động nền đất tham chiếu đã xác định được và phân tích phản ứng của nền đất tại địa điểm.

10.2 Phổ phản ứng trong cơ sở thiết kế

Liên quan đến phổ phản ứng trong cơ sở thiết kế cần phân tích phản ứng của nền đất tại địa điểm, xác định phổ phản ứng cùng mức độ nguy hiểm và phổ phản ứng chuẩn hóa.

TCVN 9644:2013

Thực hiện một hoặc cả hai cách tiếp cận dưới đây để phân tích phản ứng của nền đất, có tính đến các điều kiện địa chất và địa kỹ thuật tại địa điểm:

- Phân tích phản ứng của nền đất một cách gián tiếp thông qua sử dụng hệ thức tắt dần rung động nền đất (hệ thức tắt dần rung động nền đất được xây dựng cho lớp đất dưới bề mặt có đặc điểm đặc trưng cho địa điểm);
- Phân tích phản ứng của nền đất một cách trực tiếp, kết hợp với phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất.

Khi xác định độ không đảm bảo (cho cả hai phương pháp trên), cần xem xét ảnh hưởng của độ không đảm bảo dữ liệu đã được sử dụng cho hệ thức tắt dần rung động nền đất khi phân tích nguy hiểm động đất, không lặp lại hai lần cùng một độ không đảm bảo.

Xây dựng phổ phản ứng cùng mức độ nguy hiểm bằng cách lựa chọn giá trị trên các trục của phổ phản ứng tương ứng với tần suất vượt quá hàng năm được quan tâm. Có thể xây dựng một hoặc nhiều phổ phản ứng cùng mức độ nguy hiểm trên cơ sở kết quả phân tích độ nguy hiểm động đất bằng phương pháp xác suất và kết quả phân tích phản ứng của nền đất tại địa điểm trong trường hợp cần thiết.

Thể hiện phổ phản ứng chuẩn hóa bằng đường cong mịn có kết hợp đầy đủ thông số rung động nền đất đầu vào với tần số cao và tần số thấp, phục vụ cho mục đích thiết kế kỹ thuật và tính toán tác động tích lũy của nhiều nguồn động đất. Xác định hình dạng của phổ phản ứng chuẩn hóa từ các phổ phản ứng khác nhau trên cơ sở các ghi nhận về động đất và các yếu tố kỹ thuật có liên quan. Sử dụng tỉ lệ phù hợp cho phổ phản ứng chuẩn hóa để bao hàm các mức rung động nền đất trung bình ở các tần số khác nhau.

Có thể có các trận động đất gần địa điểm có độ lớn từ thấp đến trung bình, tần suất tương đối cao, thời gian xảy ra ngắn, gia tốc rung động nền cực đại cao. Việc sử dụng gia tốc rung động nền đất cực đại của các động đất loại này để xác định tỉ lệ cho việc biểu diễn phổ phản ứng chuẩn hóa trên dải rộng có thể làm cho hình dạng phổ phản ứng chuẩn hóa không phù hợp với thực tế. Khi đó, nên sử dụng nhiều phổ phản ứng cho mục đích thiết kế để thể hiện được bản chất của các dạng nguồn động đất khác nhau.

10.3 Bản ghi theo thời gian

10.3.1 Khái quát

Bản ghi theo thời gian cần phản ánh được các thông số rung động nền đất được thể hiện trong phổ phản ứng hoặc các phổ biểu diễn khác có bổ sung các thông số như khoảng thời gian, pha và các thông số khác. Số lượng bản ghi theo thời gian cần sử dụng trong phân tích chi tiết và trong quy trình tạo ra các bản ghi phụ thuộc vào loại phân tích được thực hiện. Bản ghi theo thời gian phải đầy đủ để tiến hành các dạng phân tích kỹ thuật cần thiết nhằm bảo đảm thiết kế an toàn NMDHN.

10.3.2 Khoảng thời gian rung động nền đất

Khoảng thời gian rung động nền đất do động đất gây ra được xác định dựa trên nhiều yếu tố, bao gồm độ dài và độ rộng của đập vỡ đứt gãy (thông thường được thể hiện bằng độ lớn), thông số về lớp vỏ Trái đất dọc theo đường truyền sóng địa chấn (thông thường được thể hiện bằng khoảng cách), điều kiện bên dưới địa điểm và sự có mặt của bề trầm tích. Việc xác định khoảng thời gian này phải nhất quán trong suốt quá trình đánh giá. Khoảng thời gian rung động nền đất thường được xác định bởi các yếu tố sau đây:

- Khoảng thời gian từ lúc bắt đầu xảy ra rung động nền đất đến thời điểm gia tốc rung động nền đất giảm xuống còn 5 % gia tốc rung động nền đất cực đại;
- Khoảng thời gian giữa các đường phân vị thứ 95 và thứ 5 của tích phân bình phương giá trị gia tốc trung bình;
- Khoảng thời gian trong đó gia tốc vượt quá 5 % gia tốc trọng trường ($5\% \times g$).

Khi xác định khoảng thời gian thích hợp đối với các bản ghi, cần đặt trọng số cho các chứng cứ thực nghiệm trong cơ sở dữ liệu liên vùng. Đối với các địa điểm tại đó có rung động biên độ tương đối thấp do các trận động đất lớn, ở xa, có khả năng gây ra hoá lỏng nền đất, thì bản ghi theo thời gian được sử dụng cho sự kiện hóa lỏng nền đất cần bao gồm cả bản ghi của biên độ thấp trong khoảng thời gian thích hợp.

10.3.3 Phương pháp xây dựng bản ghi theo thời gian

Khi sử dụng các phương pháp khác nhau để xây dựng các bản ghi theo thời gian, cần bảo đảm sự phù hợp với các đặc điểm của động đất làm cơ sở thiết kế với hình dạng, biên độ của phổ phản ứng và khoảng thời gian của rung động nền đất.

Phương pháp thường dùng để xây dựng bản ghi theo thời gian làm cơ sở thiết kế bao gồm:

- Bản ghi được lựa chọn và chia tỷ lệ một cách phù hợp, với hệ số tỷ lệ trong khoảng từ 0,5 đến 2;
- Bản ghi được lựa chọn một cách phù hợp và được điều chỉnh bằng kỹ thuật ghép phổ có tính đến các đặc điểm pha của rung động nền đất;
- Bản ghi được mô phỏng dựa trên các phương pháp mô hình số;
- Các phương pháp nhận được bản ghi gián tiếp khác.

Sử dụng phương pháp số trong mô phỏng đứt gãy, sự lan truyền sóng địa chấn và các hiệu ứng của địa điểm (ví dụ, bằng việc sử dụng phương pháp hàm Green thực nghiệm) để đánh giá rung động nền đất. Trong trường hợp đó, có thể sử dụng rung động nền đất của các khu vực có sẵn thông số phù hợp để bổ sung cho các phương pháp truyền thống. Các phương pháp tiếp cận mới này phải được áp dụng một cách thận trọng, đặc biệt với các lớp đất có phản ứng phi tuyến tính.

TCVN 9644:2013

Khi sử dụng phổ phản ứng để xây dựng bản ghi theo thời gian, cần bảo đảm bản ghi bao gồm cả thành phần năng lượng phù hợp thông qua rung động nền đất làm cơ sở thiết kế, bằng cách tính các hàm mật độ phổ công suất tương ứng.

10.3.4 Rung động nền đất theo phương thẳng đứng

Rung động nền đất theo phương thẳng đứng (phổ phản ứng và bản ghi theo thời gian) được xây dựng bằng các phương pháp tương tự như đã áp dụng cho rung động nền đất theo phương nằm ngang. Tuy nhiên, trong trường hợp không có sẵn hệ thức tắt dần rung động nền đất theo phương thẳng đứng, có thể giả thiết tỉ lệ cho trước giữa rung động nền đất theo phương thẳng đứng và phương nằm ngang. Bằng chứng thực nghiệm cho thấy tỉ lệ giữa rung động theo phương thẳng đứng và theo phương nằm ngang thông thường thay đổi trong khoảng chu kỳ từ 0,5 đến trên 1 s và lớn nhất đối với động đất mạnh, khoảng cách gần và các tần số cao.

10.3.5 Rung động nền đất đối với các cấu trúc nền móng ngầm được cô lập

Cần xem xét bổ sung một số yếu tố cho trường hợp cấu trúc có sử dụng hệ thống nền móng cô lập kháng chấn, trong đó quan trọng nhất là ảnh hưởng lâu dài có thể gây ra những dịch chuyển dư quá mức của các thành phần trong hệ thống nền móng cô lập. Kiểm tra và điều chỉnh bản ghi theo thời gian để tính đến các ảnh hưởng lâu dài đó.

Xây dựng phổ phản ứng và bản ghi theo thời gian đối với các cấu trúc ngầm (ví dụ như hệ thống đường ống) phục vụ cho việc thiết kế. Tương tự như vậy, khi xem xét đến tác động của bùn loãng trong ao, hồ thì cần xây dựng mô hình rung động nền đất thích hợp.

Đối với địa điểm đã thực hiện phân tích dịch chuyển đứt gãy, sự dịch chuyển đứt gãy liên quan tới các cấu trúc đang khảo sát từ các đường cong nguy hiểm của dịch chuyển đứt gãy thông qua tần số vượt quá hàng năm cần phù hợp với các yêu cầu an toàn theo quy định.

10.4 Đánh giá các nguy hiểm khác liên quan tới động đất

Bên cạnh việc đánh giá độ nguy hiểm của rung động nền đất và đứt gãy bề mặt, kết quả phân tích độ nguy hiểm động đất phải được sử dụng trong đánh giá và giảm thiểu các nguy hiểm khác liên quan tới động đất, có khả năng ảnh hưởng nghiêm trọng tới an toàn của NMDHN. Các nguy hiểm này bao gồm sóng thần, hóa lỏng nền đất, độ bất ổn định của các sườn dốc, sụt lún, các khoang rỗng dưới bề mặt đất, quá trình karst và hư hại các công trình chứa nước. Nguyên nhân gây ra nguy hiểm này là do rung động nền đất hoặc đứt gãy gần bề mặt. Cần tiến hành đánh giá kỹ lưỡng nhằm xác định ảnh hưởng của các nguy hiểm thứ cấp tới toàn bộ độ nguy hiểm động đất, đặc biệt khi tiến hành đánh giá an toàn địa chấn bằng phương pháp xác suất đối với NMDHN.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] *Đánh giá độ nguy hiểm động đất đối với địa điểm cơ sở hạt nhân, Hướng dẫn an toàn SSG-9, IAEA, Viên (2010).*
- [2] *Khía cạnh địa kỹ thuật trong đánh giá địa điểm và nền móng đối với NMDHN, Hướng dẫn an toàn NS-G-3.6, IAEA, Viên (2004).*
- [3] *Nguy cơ ngập lụt đối với địa điểm NMDHN trên bờ sông và ven biển, Hướng dẫn an toàn NS-G-3.5, IAEA, Viên (2004).*
- [4] *Thiết kế và bảo đảm chất lượng kháng chấn đối với NMDHN, Hướng dẫn an toàn NS-G-1.6, IAEA, Viên (2003).*
-