

TCVN 10615-1:2014

ISO 3382-1:2009

Xuất bản lần 1

**ÂM HỌC – ĐO CÁC THÔNG SỐ ÂM THANH PHÒNG –
PHẦN 1: KHÔNG GIAN TRÌNH DIỄN**

Acoustics – Measurement of room acoustic parameters –

Part 1: Performance space

HÀ NỘI – 2014

Lời nói đầu

TCVN 10615-1:2014 hoàn toàn tương đương với ISO 3382-1:2009

TCVN 10615-1:2014 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 43 Âm học biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ **TCVN 10615** (ISO 3382), *Âm học – Đo các thông số âm thanh phòng*, gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 10615-1:2014 (ISO 3382-1:2009), Phần 1: Không gian trình diễn;
- TCVN 10615-2:2014 (ISO 3382-2:2008), Phần 2: Thời gian âm vang trong phòng bình thường;
- TCVN 10615-3:2014 (ISO 3382-3:2012), Phần 3: Văn phòng có không gian mở.

Lời giới thiệu

Thời gian âm vang của phòng được coi là một chỉ thị chính của các đặc tính âm thanh. Trong khi thời gian âm vang liên tục được coi như một tham số quan trọng, thì có một sự thống nhất hợp lý là các phép đo khác, ví dụ như đo các mức áp suất âm tương đối, các tỉ lệ năng lượng sớm/muộn, các phần năng lượng nhánh, các hàm tương quan chéo giữa tai nghe và mức tiếng ồn nền, là cần thiết cho sự đánh giá đầy đủ hơn về chất lượng âm thanh phòng.

Tiêu chuẩn này thiết lập phương pháp để nhận được các thời gian âm vang từ các đáp ứng xung và từ tiếng ồn ngắt quãng. Các phụ lục trong tiêu chuẩn này giới thiệu về các khái niệm và chi tiết về các quy trình đo đối với một số phương pháp mới hơn, tuy nhiên điều này không phải là một phần của các yêu cầu kỹ thuật chính của tiêu chuẩn này. Mục đích của tiêu chuẩn này là để có thể so sánh các phép đo thời gian âm vang với độ đảm bảo đo cao hơn và thúc đẩy việc sử dụng cũng như sự đồng nhất của các phép đo mới.

Phụ lục A giới thiệu các số đo dựa trên đáp ứng xung bình phương: số đo thời gian âm vang (thời gian suy giảm sớm) và các số đo các mức áp suất âm tương đối, các phần năng lượng sớm/muộn, các phần năng lượng nhánh trong các thính phòng. Trong các loại phép đo này, vẫn cần phải xác định các phép đo nào là phù hợp nhất để tiêu chuẩn hóa; tuy nhiên, do chúng đều có thể được xác định từ các đáp ứng xung, nên sẽ là phù hợp để đưa đáp ứng xung làm cơ sở cho các phép đo tiêu chuẩn. Phụ lục B giới thiệu các phép đo cả hai bên tai và đầu và sử dụng bộ mô phỏng nửa thân trên (các đầu giả) theo yêu cầu để thực hiện các phép đo hai tai trong các thính phòng. Phụ lục C giới thiệu các phương pháp hỗ trợ được cho là hữu ích để đánh giá các điều kiện âm thanh theo quan điểm của các nhạc sỹ.

Âm học – Đo các thông số âm thanh phòng –

Phần 1: Không gian trình diễn

Acoustics – Measurement of room acoustic parameters –

Part 1: Performance space

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định cụ thể phương pháp đo thời gian âm vang và các thông số âm thanh khác trong các không gian trình diễn. Tiêu chuẩn này mô tả quy trình đo, các thiết bị cần thiết, phạm vi tiến hành phép đo, và phương pháp đánh giá các số liệu cũng như cách trình bày báo cáo thử nghiệm. Tiêu chuẩn nhằm áp dụng các phương pháp ứng dụng kỹ thuật số hiện đại và để đánh giá các thông số âm thanh phòng được dẫn xuất từ các đáp ứng xung.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters* (Điện thanh – Bộ lọc dải octa và dải octa phân đoạn).

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications* (Điện thanh – Máy đo mức âm – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Đường suy giảm (decay curve)

Đồ thị biểu diễn về sự suy giảm của mức áp suất âm trong phòng như một hàm của thời gian sau khi đã tắt nguồn âm.

[ISO 354:2003, 3.1]

CHÚ THÍCH 1: Có thể đo được sự suy giảm sau khi tắt nguồn âm thực tế liên tục trong phòng hoặc được xác định từ đáp ứng xung bình phương được lấy tích phân ngược theo thời gian của phòng đó (xem Điều 5).

CHÚ THÍCH 2: Khuyến nghị sự suy giảm nhận được trực tiếp sau khi kích thích gián đoạn phòng (ví dụ như bằng cách ghi lại âm thanh của phát súng bằng máy ghi mức) không đánh giá chính xác thời gian âm vang. Phương pháp này chỉ áp dụng cho các mục đích điều tra. Sự suy giảm của đáp ứng xung trong phòng nói chung không phải là suy giảm theo hàm số mũ đơn giản, và do đó độ dốc này khác với độ dốc của tích phân đáp ứng xung.

3.2

Phương pháp tiếng ồn ngắt quãng (interrupted noise method)

Phương pháp thu được các đường suy giảm bằng cách ghi âm trực tiếp sự suy giảm của mức áp suất âm sau khi kích thích phòng với tiếng ồn dải rộng hoặc tiếng ồn dải hẹp.

[ISO 354:2003, 3.3]

3.3

Phương pháp tích phân đáp ứng xung (intergrated impulse response method)

Phương pháp thu được các đường suy giảm bằng phép tích phân ngược theo thời gian của các đáp ứng xung bình phương.

[ISO 354:2003, 3.4]

3.4

Đáp ứng xung (impulse response)

Tiến triển theo thời gian của áp suất âm quan sát được tại một điểm trong phòng như là một kết quả của sự phát xạ của xung Dirac tại một điểm khác trong phòng đó.

[ISO 354:2003, 3.5]

CHÚ THÍCH: Trên thực tế không thể tạo ra và phát ra các hàm số delta Dirac thực sự, nhưng các âm thanh ngắn thoáng qua/nhanh (ví dụ, tiếng súng nổ) có thể cung cấp xấp xỉ gần đủ cho phép đo thực tế. Tuy nhiên, có một phương pháp đo khác đó là sử dụng một tín hiệu loại chuỗi chiều dài cực đại có chu kỳ (MLS) hoặc một tín hiệu quyết định khác, tín hiệu phổ phẳng giống như một quá trình quét tín hiệu hình sin và chuyển đổi phản ứng đo được trở lại đáp ứng xung.

3.5

Thời gian âm vang (reverberation time)

T

<các thông số âm thanh phòng> khoảng thời gian cần thiết để mật độ năng lượng âm lấy trung bình theo không gian trong buồng cách âm giảm 60 dB sau khi nguồn ngừng phát.

CHÚ THÍCH 1: Thời gian âm vang được biểu thị bằng giây.

CHÚ THÍCH 2: T có thể được đánh giá dựa trên dải động lực nhỏ hơn 60 dB và ngoại suy được thời gian suy giảm của 60 dB. Sau đó được đánh dấu tương ứng. Vì vậy, nếu T được xác định từ thời điểm mà đường suy giảm lần đầu tiên đạt được 5 dB và 25 dB dưới mức ban đầu, thì đánh dấu là T_{20} . Nếu sử dụng các giá trị suy giảm bằng từ 5 dB đến 35 dB dưới mức ban đầu thì đánh dấu là T_{30} .

3.6 Các tình trạng sử dụng phòng

3.6.1

Tình trạng không bị choán chỗ (unoccupied state)

Tình trạng của phòng đã được chuẩn bị để sử dụng và sẵn sàng cho người biểu diễn hoặc người diễn thuyết và các thính giả, nhưng không có sự hiện diện của con người, và trong trường hợp của các nhà hát hoặc các phòng hòa nhạc, thì tốt nhất nên có các ghế cho người biểu diễn, các giá nhạc và các bộ gõ, v.v...

3.6.2

Tình trạng phòng thu âm (studio state)

<các phòng cho diễn thuyết và âm nhạc> Tình trạng của phòng chỉ có người biểu diễn hoặc người diễn thuyết được sử dụng và không có thính giả (ví dụ: trong buổi diễn tập hoặc ghi âm) và cùng với số người biểu diễn và những người khác như kỹ thuật viên theo số lượng thông thường.

3.6.3

Tình trạng bị choán chỗ (occupied state)

Tình trạng của một thính phòng hoặc nhà hát khi có 80 % đến 100 % số ghế được sử dụng.

CHÚ THÍCH: Thời gian âm vang đo được trong phòng sẽ bị ảnh hưởng bởi số lượng người có mặt và các tình trạng sử dụng nêu trên được xác định cho các mục đích của phép đo.

4 Điều kiện đo

4.1 Quy định chung

Có thể thực hiện các phép đo thời gian âm vang với các phòng trong các tình trạng bất kỳ hoặc tất cả các tình trạng sử dụng. Nếu phòng có các bộ phận điều chỉnh để làm cho các điều kiện âm thanh thay đổi, thì điều này có thể thích hợp để tiến hành các phép đo riêng biệt với các bộ phận trong từng cách sắp đặt thông thường của nó. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí trong phòng phải được đo với độ chính xác tương ứng là $\pm 1^\circ\text{C}$ và $\pm 5\%$.

Việc mô tả chính xác tình trạng sử dụng của phòng có tầm quan trọng mang tính quyết định khi đánh giá các kết quả thu được bằng phép đo thời gian âm vang. Các sử dụng đặc biệt (ví dụ như phòng được tạo thành một phòng hòa nhạc bởi một dàn nhạc lớn hơn bình thường hoặc có thêm một dàn đồng ca hoặc những người đứng xem) phải được ghi lại kèm theo các kết quả.

Trong các nhà hát, có sự khác biệt giữa “kéo màn lên an toàn” và “hạ màn xuống an toàn”, giữa “dàn nhạc hồ” và “dàn nhạc kín”, và cũng như giữa “dàn nhạc ngồi trên sân khấu” với phòng hòa nhạc cách âm hoặc không cách âm. Trong tất cả các trường hợp đó, phép đo có thể là hữu ích. Nếu màn an toàn được kéo lên, thì số lượng các trang thiết bị của sân khấu sẽ trở nên quan trọng và cần được mô tả.

Nơi có các thiết bị kỹ thuật điện tử làm việc hay thay đổi thì cũng phải đo các tác động của chúng, nhưng một số loại hệ thống tăng cường âm vang điện tử sẽ tạo ra các tình trạng ổn định theo thời gian trong phòng đó, một đáp ứng xung duy nhất sẽ không còn tồn tại và cần thận trọng khi sử dụng phép lấy trung bình đồng bộ trong quá trình thực hiện các phép đo.

4.2 Thiết bị

4.2.1 Nguồn âm

Nguồn âm càng đẳng hướng càng tốt (xem Bảng 1). Nguồn âm này tạo ra mức áp suất âm đủ để hình thành các đường suy giảm với dải động tối thiểu theo yêu cầu, không bị nhiễu bởi tiếng ồn nền. Trong trường hợp thực hiện các phép đo đối với các đáp ứng xung có sử dụng các chuỗi giả ngẫu nhiên, mức áp suất âm yêu cầu có thể rất thấp vì tỷ số giữa tín hiệu và tiếng ồn tăng do áp dụng phương pháp lấy trung bình đồng bộ. Trong trường hợp nếu các phép đo không sử dụng phương pháp lấy trung bình đồng bộ (hoặc phương pháp khác) để làm tăng phạm vi suy giảm, thì yêu cầu mức áp suất âm sao cho đạt ít nhất 45 dB trên mức nền trong dải tần số tương ứng. Nếu chỉ tiến hành đo T_{20} , thì chỉ cần tạo một mức ít nhất là 35 dB trên mức nền là đủ.

Bảng 1 liệt kê các độ lệch lớn nhất có thể chấp nhận so với tính đẳng hướng khi lấy trung bình trên các cung “trượt” 30° trong trường âm tự do. Trong trường hợp không thể sử dụng được, thì phải thực hiện các phép đo cho từng 5°, sau đó bằng cách lấy các giá trị trung bình “trượt”, mỗi giá trị bao gồm sáu điểm lân cận. Giá trị quy chiếu được xác định từ trung bình năng lượng 360° trong mặt phẳng đo. Khoảng cách tối thiểu giữa nguồn và micro là 1,5 m trong quá trình thực hiện các phép đo này.

Bảng 1 – Độ lệch lớn nhất của độ định hướng nguồn tính theo dexion để kích thích với các dải octa của tiếng ồn hồng và được đo trong trường tự do

Tần số, Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Độ lệch lớn nhất, dB	± 1	± 1	± 1	± 3	± 5	± 6

4.2.2 Micro, thiết bị ghi âm và thiết bị phân tích

4.2.2.1 Quy định chung

Các micro đẳng hướng được sử dụng để đo áp suất âm và đầu ra có thể đưa vào:

- Trực tiếp bộ khuếch đại, bộ lọc và hệ thống hiển thị các đường suy giảm hoặc thiết bị phân tích để xác định các đáp ứng xung, hoặc

- Thiết bị ghi tín hiệu cho các phân tích sau này.

4.2.2.2 Micro và bộ lọc

Thiết bị đo phải phù hợp các yêu cầu của máy đo mức âm loại 1 theo IEC 61672-1. Các bộ lọc dải octa hoặc một phần ba octa phải phù hợp với IEC 61260. Micro phải đảm bảo càng nhỏ càng tốt và tốt nhất là có đường kính màng micro lớn nhất bằng 13 mm. Cho phép các micro có đường kính đến 26 mm, nếu chúng thuộc loại đáp ứng áp suất hoặc loại đáp ứng trường tự do nhưng được cung cấp bằng bộ hiệu chỉnh hướng tới ngẫu nhiên sinh ra đáp ứng tần số phẳng với hướng tới ngẫu nhiên.

4.2.2.3 Thiết bị ghi

Nếu sự suy giảm âm thanh được ghi ngay từ đầu trên băng từ hoặc thiết bị ghi kỹ thuật số, thì không cần sử dụng bộ điều khiển tự động hoặc các mạch điện khác để đạt được sự tối ưu hóa về động lực của tỷ số giữa tín hiệu và tiếng ồn. Thời gian ghi của từng đường suy giảm sẽ phải đủ dài để có thể xác định mức nền cuối cùng sau suy giảm; năm giây cộng với thời gian âm vang dự kiến được khuyến nghị là thời gian nhỏ nhất.

Thiết bị ghi phải có các đặc tính sau đối với riêng tổ hợp ghi và phát lại tốc độ sử dụng:

- Đáp ứng tần số sẽ là phẳng trên toàn dải tần số của phép đo với dung sai nhỏ hơn ± 3 dB.
- Dải động phải đủ để đạt được dải đường suy giảm tối thiểu theo yêu cầu. Trong trường hợp suy giảm tiếng ồn ngắt quãng, thì máy ghi phải có khả năng cung cấp tỷ số giữa tín hiệu và tiếng ồn ít nhất bằng 50 dB trong mỗi dải tần số quan tâm.
- Tỷ số giữa tốc độ phát lại và tốc độ ghi phải nằm trong phạm vi $\pm 2\%$ của $10^{0,1 \times n}$, trong đó n là một số nguyên bao gồm cả số không.

CHÚ THÍCH: Nếu sự chuyển đổi tốc độ được sử dụng khi phát lại, thì sự chuyển đổi tần số tương ứng sẽ là số nguyên của các bước trong dải một phần ba octa chuẩn hoặc trong dải một octa nếu n là bội số của ba.

Khi sử dụng máy ghi, thì chú ý tốc độ đáp ứng của thiết bị để tạo thành đường ghi về suy giảm mức áp suất âm theo thời gian (xem 4.2.2.4), T là đại diện cho thời gian âm vang hiệu dụng của tín hiệu đang được phát lại. Giá trị này sẽ khác với thời gian âm vang thực của phòng cách âm chỉ khi tốc độ phát lại khác so với tốc độ ghi âm.

Khi sự suy giảm được ghi để phát lại qua các bộ lọc và thiết bị tích phân, thì điều này có thể có ích đối với các đáp ứng thời gian ngược trong quá trình phát lại (xem Tài liệu tham khảo [10]).

4.2.2.4 Thiết bị tạo đường ghi về mức suy giảm

Thiết bị để tạo thành (và hiển thị và/hoặc đánh giá) đường ghi về mức suy giảm sẽ sử dụng:

- Lấy trung bình theo số mũ, với đầu ra là đường cong liên tục;
- Lấy trung bình theo số mũ, với đầu ra là các điểm mẫu liên tiếp rời rạc của mức trung bình liên tục;

- c) Lấy trung bình tuyến tính, với đầu ra là các giá trị trung bình tuyến tính liên tiếp rời rạc (trong một số trường hợp, có các đoạn tạm dừng nhỏ trong khi thực hiện các mức trung bình).

Thời gian lấy trung bình, ví dụ hằng số thời gian của một thiết bị trung bình theo số mũ (hoặc tương đương thích hợp), sẽ nhỏ hơn, nhưng càng sát càng tốt với $T/30$. Tương tự, thời gian lấy trung bình của thiết bị trung bình tuyến tính sẽ nhỏ hơn $T/12$. Trong đó T là thời gian âm vang đang đo, hoặc, nếu phù hợp, thì thời gian âm vang hiệu dụng như mô tả tại đoạn áp cuối của 4.2.2.3.

Với thiết bị mà đường ghi (mức suy giảm được tạo thành như một loạt các điểm rời rạc, thì khoảng thời gian giữa các điểm trên đường ghi sẽ nhỏ hơn 1,5 lần so với thời gian lấy trung bình của thiết bị.

Trong tất cả các trường hợp khi đường ghi được đánh giá trực quan, thì điều chỉnh thang thời gian hiển thị sao cho độ dốc của đường ghi càng gần 45° càng tốt.

CHÚ THÍCH 1: Thời gian trung bình của thiết bị trung bình theo số mũ bằng $4,34 \text{ dB} [= 10 \lg(e)]$ chia cho tốc độ suy giảm của thiết bị, tính bằng dexiben trên giây.

CHÚ THÍCH 2: Các máy ghi mức dùng trong thương mại, trong đó mức áp suất âm được ghi theo biểu đồ là hàm số của thời gian, bằng tương đương xấp xỉ với các thiết bị lấy trung bình theo số mũ.

CHÚ THÍCH 3: Khi sử dụng thiết bị lấy trung bình theo số mũ, thì có chút lợi thế trong việc cài đặt thời gian trung bình thấp hơn nhiều so với $T/30$. Khi sử dụng thiết bị trung bình tuyến tính, thì không có lợi thế khi đặt khoảng thời gian giữa các điểm nhỏ hơn nhiều so với $T/12$. Trong một số các quy trình đo tuần tự, sẽ là tiện lợi khi đặt lại thời gian lấy trung bình thích hợp cho từng dải tần số. Trong các quy trình khác, điều này không dễ dàng, và thời gian trung bình hoặc khoảng thời gian đã chọn như trên có tham khảo thời gian âm vang ngắn nhất trong bất kỳ dải tần số nào để hợp với các phép đo cho tất cả các dải tần số.

4.2.2.5 Sự quá tải

Không cho phép có sự quá tải trong bất kỳ giai đoạn nào của thiết bị đo. Khi sử dụng các nguồn âm xung, thì phải dùng các thiết bị hiển thị mức đỉnh để kiểm tra sự quá tải.

4.3 Các vị trí đo

Nguồn âm nên được đặt tại các vị trí thường có nguồn âm tự nhiên trong phòng. Sử dụng tối thiểu hai vị trí đặt nguồn âm. Vị trí phát âm của nguồn phải cách sàn 1,5 m.

Các micro phải được đặt tại các vị trí đại diện cho các nơi mà người nghe thường ngồi. Đối với các phép đo thời gian âm vang, quan trọng là các vị trí đo lấy mẫu được toàn bộ không gian; đối với các thông số âm thanh phòng như mô tả tại Phụ lục A và Phụ lục B, chúng cũng phải được lựa chọn để cung cấp các thông tin về các sự thay đổi mang tính hệ thống có thể có với vị trí trong phòng đó. Các vị trí của micro phải cách nhau ít nhất một nửa bước sóng, tức là cách khoảng 2 m đối với dải tần số thông thường. Khoảng cách từ vị trí của micro đến mặt phản xạ, bao gồm cả sàn, bằng ít nhất một phần tư bước sóng, tức là, thông thường khoảng 1 m. Xem các thông tin chi tiết tại A.4.

Vị trí của micro không được quá gần với bất kỳ nguồn âm nào, để tránh được sự ảnh hưởng quá mạnh âm thanh trực tiếp. Trong các phòng sử dụng cho diễn thuyết và âm nhạc, độ cao của micro so

với sàn phải bằng 1,2 m, tương ứng với độ cao tai của thính giả có chiều cao trung bình khi ngồi trên các ghế bình thường.

Sự phân bố vị trí các micro cũng được chọn để tránh được các ảnh hưởng lớn mà có thể gây ra các chênh lệch về thời gian âm vang tại các điểm khác nhau trong phòng. Các ví dụ rõ ràng là sự khác biệt về các khu vực ngồi sát tường, dưới các ban công hoặc các vị trí được tách riêng (ví dụ, cánh ngang trong nhà thờ và các thánh đường so với các gian giữa của giáo đường). Điều này đòi hỏi sự cân nhắc về tính đồng đều trong cách phân bố “âm thanh” đến các khu vực ngồi nghe khác nhau, sự cân bằng khi kết hợp các phần riêng lẻ của âm lượng và sự gần sát của sự nhiễu âm cục bộ.

Đối với phép đo thời gian âm vang, có thể hữu ích khi đánh giá phòng nghe theo các tiêu chí sau (trong nhiều trường hợp chỉ yêu cầu đơn giản là đánh giá bằng mắt thường) để xác định xem các mức trung bình về không gian đơn lẻ có mô tả được đầy đủ cho phòng đó không:

- a) Vật liệu bao quanh các bề mặt và các bộ phận treo được đánh giá về khả năng hấp thụ và các tính chất khuếch tán của chúng, chúng được bố trí hợp lý giữa các bề mặt bao quanh phòng, và
- b) Tất cả các phần của thể tích phòng được kết nối với nhau tương đối đồng đều, trong trường hợp đó bố trí ba hoặc bốn micro là đủ – các vị trí này được chọn cho khu vực ngồi nghe, với các hàng ghế được bố trí đều đặn – và có thể lấy trung kết quả của các phép đo.

Đối với trường hợp a) nêu trên, nếu trần nhà, các tường bên, trước và sau, khi được đánh giá riêng biệt, thì không được có các khu vực nào có nhiều hơn 50 % so với diện tích tương ứng của chúng, với các tính chất khác so với các khu vực của các bề mặt còn lại, thì có thể coi là sự phân bố này là đều chấp nhận được (trong một số không gian, có thể hữu ích nếu tạo dạng hình học của phòng xấp xỉ với hình hộp chữ nhật để đánh giá).

Đối với trường hợp b) nêu trên, thể tích của phòng có thể coi như một không gian đơn lẻ nếu không có các phần nào của sàn có tầm nhìn bị chặn đến các phần khác của phòng, mà có thể tích lớn hơn 10 % tổng thể tích phòng.

Nếu các điều kiện trên không được đáp ứng, thì trong phòng đó coi như có các vùng có thời gian âm vang khác nhau, và các điều kiện của phòng đó phải được điều tra nghiên cứu và tiến hành đo riêng biệt.

5 Quy trình đo

5.1 Quy định chung

Trong tiêu chuẩn này đề cập đến hai phương pháp đo thời gian âm vang: phương pháp tiếng ồn ngắt quãng và phương pháp tích phân đáp ứng xung. Cả hai phương pháp này đều có cùng các giá trị kỳ vọng như nhau. Dải tần số phụ thuộc vào mục đích của các phép đo. Đối với phương pháp khảo sát nếu không có yêu cầu về các dải tần số đặc biệt, thì dải tần số phải ít nhất từ 250 Hz đến 2000 Hz. Đối với các phương pháp kỹ thuật và xác định độ chụm, thì dải tần số phải bao gồm ít nhất từ 125 Hz đến 4000 Hz trong các dải octa, hoặc từ 100 Hz đến 5000 Hz trong các dải một phần ba octa.

5.2 Phương pháp tiếng ồn ngắt quãng

5.2.1 Sự kích thích phòng

Sử dụng loa nguồn và tín hiệu đưa vào loa được lấy từ tiếng ồn dải tần rộng ngẫu nhiên hoặc tiếng ồn điện giả ngẫu nhiên. Nếu sử dụng tiếng ồn giả ngẫu nhiên, thì nó có thể dừng ngẫu nhiên, không sử dụng chuỗi lặp đi lặp lại. Nguồn âm có khả năng tạo ra mức áp suất âm đủ để đảm bảo đường suy giảm bắt đầu ít nhất từ 35 dB trên tiếng ồn nền trong dải tần số tương ứng. Nếu đo T_{30} , thì cần tạo ra mức áp suất âm ít nhất là 45 dB trên mức nền trong từng dải tần số.

Đối với các phép đo trong các dải octa, bề rộng băng thông của tín hiệu sẽ lớn hơn một octa, và đối với các phép đo trong các dải một phần ba octa, bề rộng băng thông của tín hiệu sẽ lớn hơn một phần ba octa. Phổ tiếng ồn cũng sẽ phải gần với phổ phẳng trong phạm vi dải băng octa thực tế được đo. Cách khác là phổ tiếng ồn dải tần rộng có thể được tạo ra phổ hồng của âm vang ổn định trong phòng kín từ 88 Hz đến 5657 Hz. Vì vậy, dải tần số bao gồm các dải một phần ba octa với các tần số trung tâm dải băng từ 100 Hz đến 5 kHz hoặc các dải octa từ 125 Hz đến 4 kHz.

Đối với các phương pháp kỹ thuật và xác định độ chụm, khoảng thời gian kích thích phòng phải đảm bảo đủ đối với trường âm để đạt được tình trạng ổn định trước khi nguồn bị tắt. Vì thế, điều quan trọng là tiếng ồn phải được phát ra trong ít nhất vài giây và không ít hơn nửa thời gian âm vang.

Đối với phương pháp khảo sát, sự kích thích ngắn hoặc tín hiệu xung có thể sử dụng thay thế cho tín hiệu ồn ngắt quãng. Tuy nhiên, trong trường hợp đó, độ chính xác đo là nhỏ hơn so với độ chính xác nêu tại 7.1.

5.2.2 Trung bình các phép đo

Số lượng vị trí các micro sử dụng sẽ được xác định theo độ chính xác yêu cầu (xem Phụ lục A). Tuy nhiên, do tính chất ngẫu nhiên vốn có của tín hiệu nguồn, thì cần phải lấy trung bình trên số lượng các phép đo tại từng vị trí để có được độ không đảm bảo đo có thể chấp nhận được (xem 7.1). Có thể lấy trung bình tại từng vị trí theo hai cách sau:

- Xác định các thời gian âm vang riêng biệt cho tất cả các đường suy giảm và lấy giá trị trung bình; hoặc
- Lấy trung bình theo tập hợp các suy giảm áp suất âm bình phương và xác định thời gian âm vang của đường suy giảm tạo thành.

Các đường suy giảm riêng biệt được chồng lên nhau với điểm bắt đầu được đồng bộ hóa. Các giá trị áp suất âm bình phương riêng rẽ của mẫu được cộng lại cho từng mẫu đơn với mỗi lần gia tăng khoảng thời gian của các sự suy giảm và trình tự của các tổng này được sử dụng là sự suy giảm tổng thể đơn lẻ mà từ đó đánh giá T (xem Tài liệu tham khảo [20]). Điều quan trọng là công suất âm phát ra từ nguồn phải được giữ như nhau cho tất cả các phép đo. Đây là phương pháp được ưa dùng.

5.3 Phương pháp tích phân đáp ứng xung

5.3.1 Quy định chung

Đáp ứng xung từ vị trí nguồn đến vị trí thu trong một phòng là một đại lượng được xác định rõ, có thể đo được theo nhiều cách khác nhau (ví dụ, sử dụng các tiếng súng lục, xung của khoang đánh lửa, tiếng nổ, các tín hiệu tần số thay đổi hoặc các tín hiệu loại chuỗi chiều dài cực đại có chu kỳ (MLS) làm các tín hiệu). Tiêu chuẩn này không nhằm loại trừ bất cứ phương pháp nào có thể tạo ra đáp ứng xung chính xác.

5.3.2 Sự kích thích phòng

Đáp ứng xung có thể đo được trực tiếp bằng cách sử dụng nguồn xung như tiếng súng lục hoặc các nguồn âm khác mà bản thân không là âm vang khi phổ của nó đủ rộng đáp ứng các yêu cầu của 5.2.1. Nguồn xung phải có khả năng tạo ra mức áp suất âm đỉnh đủ để đảm bảo đường suy giảm bắt đầu từ ít nhất 35 dB trên tiếng ồn nền trong dải tần số tương ứng. Nếu đo đến T_{30} , thì cần tạo ra một mức ít nhất là 45 dB trên mức nền.

Có thể sử dụng các tín hiệu âm đặc biệt mà tạo ra được đáp ứng xung chỉ sau khi xử lý đặc biệt tín hiệu micro ghi được (xem ISO 18233). Điều này có thể làm tăng tỷ số giữa tín hiệu và tiếng ồn được cải thiện. Các đường quét sin hoặc tín hiệu giả ngẫu nhiên (ví dụ MLS) có thể được sử dụng nếu các yêu cầu đối với phổ và các đặc tính định hướng của nguồn được đáp ứng. Do có sự cải thiện về tỷ số giữa tín hiệu và tiếng ồn, các yêu cầu về động lực đối với nguồn có thể tương đối thấp hơn so với các yêu cầu được cài đặt trong các phần trước. Nếu sử dụng thời gian trung bình, thì cần xác định rõ rằng quá trình lấy trung bình không làm thay đổi đáp ứng xung đã đo được. Khi sử dụng các phương pháp đo này thì việc lọc tần số thường có trong các phép phân tích tín hiệu, và điều đó là đủ đảm bảo rằng các tín hiệu kích thích bao gồm các dải tần số được đo.

5.3.3 Tích phân đáp ứng xung

Tạo ra đường suy giảm cho từng dải octa bằng cách tích phân ngược bình phương đáp ứng xung. Trong trường hợp lý tưởng không có tiếng ồn nền, việc tích phân buộc phải bắt đầu tại điểm cuối của đáp ứng xung ($t \rightarrow \infty$) và tiếp tục từ đầu của đáp ứng xung bình phương. Vì vậy, theo Công thức (1) sự suy giảm là hàm số theo thời gian bằng:

$$E(t) = \int_t^{\infty} p^2(\tau) \cdot d\tau = \int_{\infty}^t p^2(\tau) \cdot d(-\tau) \quad (1)$$

Trong đó:

- p là áp suất âm của đáp ứng xung như là hàm số theo thời gian;
- E là năng lượng của đường suy giảm như là hàm số theo thời gian;
- t là thời gian.

Tích phân ngược theo thời gian thường được xác định bằng cách thực hiện hai tích phân như trong Công thức (2):

$$\int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau = \int_0^{\infty} p^2(\tau) d\tau - \int_0^t p^2(\tau) d\tau \quad (2)$$

Nhằm giảm thiểu sự ảnh hưởng của tiếng ồn nền trên phần sau của đáp ứng xung, có thể áp dụng phương pháp sau đây.

Nếu đã biết mức của tiếng ồn nền, thì tiến hành xác định cận dưới của tích phân, t_1 , là điểm giao nhau của đường ngang qua tiếng ồn nền và đường dốc qua phần biểu diễn đáp ứng xung bình phương được hiển thị, sử dụng thang đo dexiben, và tính đường suy giảm từ Công thức (3)

$$E(t) = \int_{t_1}^t p^2(\tau) d(-\tau) + C \quad (3)$$

Trong đó ($t < t_1$) và C là hiệu chỉnh tùy chọn đối với các đáp ứng xung bình phương được tích phân giữa t_1 và vô cùng.

Kết quả tin cậy nhất nhận được khi C được tính với giả thiết là sự suy giảm theo số mũ của năng lượng với cùng tốc độ như đã cho của đáp ứng xung bình phương giữa t_0 và t_1 , trong đó t_0 là thời gian tương ứng với mức 10 dB cao hơn mức tại t_1 .

Nếu C được đặt bằng không, thì điểm bắt đầu hữu hạn của phép tích phân gây ra sự đánh giá thấp có hệ thống về thời gian âm vang. Đối với một sự đánh giá thấp tối đa bằng 5 %, mức tiếng ồn nền phải bằng ít nhất phạm vi đánh giá cộng 15 dB dưới mức tối đa của đáp ứng xung. Ví dụ, đối với phép xác định T_{30} , mức tiếng ồn nền phải thấp hơn mức tối đa ít nhất 45 dB.

6 Đánh giá các đường suy giảm

Đối với phép xác định T_{30} , phạm vi đánh giá cho các đường suy giảm bằng từ 5 dB đến 35 dB thấp hơn mức trạng thái ổn định. Đối với phương pháp tích phân đáp ứng xung, mức trạng thái ổn định là mức tổng cộng của tích phân đáp ứng xung. Trong phạm vi đánh giá, đường phù hợp bình phương bé nhất sẽ được tính toán cho đường cong, hoặc trong trường hợp các đường suy giảm được vẽ trực tiếp bằng thiết bị ghi mức, đường thẳng sẽ được làm phù hợp bằng cách thủ công càng gần đường suy giảm càng tốt. Các thuật toán cho các kết quả tương tự có thể được áp dụng. Độ dốc của đường thẳng sẽ cho tốc độ suy giảm, d , tính theo dexiben trên giây, từ đó có thể tính được thời gian âm vang là $T_{30} = 60/d$. Đối với phép xác định T_{20} , phạm vi đánh giá bằng từ 5 dB đến 25 dB.

Nếu áp dụng phương pháp này để xác định thời gian âm vang được dựa trên các dấu vết đánh giá đã vẽ theo thiết bị ghi mức, thì đường quan sát trực quan “khớp nhất” nhìn thấy có thể thay bằng đường hồi quy tính theo máy tính, nhưng sẽ không có sự tin cậy như phép tính theo giải tích hồi quy.

Để xác định thời gian âm vang, các đường suy giảm phải gần như theo một đường thẳng. Nếu các đường suy giảm có dạng sóng hoặc uốn cong, điều đó chỉ ra sự hỗn hợp các kiểu hình với các thời gian âm vang khác nhau và như vậy các kết quả là không đáng tin cậy.

7 Độ không đảm bảo đo

7.1 Phương pháp tiếng ồn ngắt quãng

Do bản chất ngẫu nhiên của tín hiệu kích thích, độ không đảm bảo đo của phương pháp tiếng ồn ngắt quãng sẽ phụ thuộc rất nhiều vào số lượng trung bình được thực hiện. Việc lấy trung bình theo tập hợp và trung bình của các thời gian âm vang riêng biệt có cùng các sự phụ thuộc vào số lượng lấy trung bình. Độ lệch chuẩn của kết quả phép đo, $\sigma(T_{20})$ hoặc $\sigma(T_{30})$ có thể tính được từ các Công thức (4) và (5):

$$\sigma(T_{20}) = 0,88T_{20}\sqrt{\frac{1 + 1,90/n}{NBT_{20}}} \quad (4)$$

$$\sigma(T_{30}) = 0,55T_{30}\sqrt{\frac{1 + 1,52/n}{NBT_{30}}} \quad (5)$$

Trong đó:

- B là độ rộng băng thông, tính theo héc;
- n là số lượng suy giảm đo được tại từng vị trí;
- N là số lượng các vị trí đo độc lập (tổ hợp của các vị trí nguồn và các vị trí thu);
- T_{20} là thời gian âm vang, dựa trên phạm vi đánh giá 20 dB, tính theo giây;
- T_{30} là thời gian âm vang, dựa trên phạm vi đánh giá 30 dB, tính theo giây.

Các Công thức (4) và (5) được lấy từ Tài liệu tham khảo [21] và [22] và dựa trên các giả thuyết thực tế liên quan đến thiết bị lấy trung bình.

Đối với bộ lọc dải octa, $B = 0,71f_C$, và đối với bộ lọc một phần ba octa, $B = 0,23f_C$, trong đó f_C là tần số trung tâm dải của bộ lọc, tính theo héc. Các phép đo dải octa cung cấp độ chính xác phép đo tốt hơn so với các phép đo dải một phần ba octa với cùng số lượng các vị trí đo.

7.2 Phương pháp tích phân đáp ứng xung

Về mặt lý thuyết, tích phân đáp ứng xung phù hợp với phương pháp trung bình số lượng vô hạn các kích thích tiếng ồn ngắt quãng^[11]. Khi đánh giá thực tế về độ không đảm bảo đo sử dụng phương pháp tích phân đáp ứng xung, có thể coi là như nhau về độ lớn như khi sử dụng trung bình của các phép đo $n = 10$ tại từng vị trí theo phương pháp tiếng ồn ngắt quãng. Không cần lấy trung bình bổ sung để làm tăng độ chính xác của phép đo về mặt thống kê đối với từng vị trí.

7.3 Các giới hạn dưới cho các kết quả tin cậy gây ra do bộ lọc và bộ tách sóng

Trong trường hợp thời gian âm vang quá ngắn, đường suy giảm có thể bị ảnh hưởng bởi bộ lọc và bộ tách sóng. Sử dụng các phân tích truyền thống tiên tiến, các mức thấp hơn đối với các kết quả tin cậy được tính theo các Công thức (6) và (7):

$$BT > 16 \quad (6)$$

$$T > 2T_{\text{det}} \quad (7)$$

Trong đó:

B là độ rộng băng thông của bộ lọc, tính theo héc;

T là thời gian âm vang đo được, tính theo giây;

T_{det} là thời gian âm vang của bộ tách sóng lấy trung bình, tính theo giây.

8 Trung bình không gian

Các kết quả đo được đối với phạm vi các vị trí nguồn và micro có thể được tập hợp đối với các khu vực được xác định riêng biệt hoặc đối với phòng như một thể thống nhất để đưa ra các giá trị trung bình không gian. Trung bình không gian này đạt được bằng cách lấy trung bình số học các thời gian âm vang. Giá trị trung bình không gian được tính bằng cách lấy trung bình các thời gian âm vang riêng biệt cho tất cả các vị trí nguồn và micro độc lập. Độ lệch chuẩn có thể được xác định để cung cấp một số đo chính xác và phương sai không gian của thời gian âm vang. Xem thêm A.4.

9 Công bố kết quả

9.1 Các bảng và đường cong

Các thời gian âm vang tính được cho từng tần số của phép đo được vẽ theo dạng đồ thị và công bố theo dạng bảng.

Trong trường hợp vẽ dạng đồ thị, các điểm được nối với nhau bằng các đường thẳng. Trục hoành biểu thị tần số theo thang logarit sử dụng khoảng cách bằng 1,5 cm trên octa, còn trục tung sử dụng thang thời gian tuyến tính 2,5 cm tương ứng một giây hoặc thang logarit 10 cm tương ứng với mỗi

10 dB. Các tần số danh định giữa dải đối với các dải octa phù hợp với IEC 61260 phải được đánh dấu trên trục tần số.

Thời gian âm vang dưới dạng số đơn trung bình, $T_{30,mid}$, có thể được tính bằng cách lấy trung bình T_{30} trong các dải octa 500 Hz và 1000 Hz; cũng có thể sử dụng $T_{20,mid}$. Cách khác, lấy trung bình sáu dải một phần ba octa từ 400 Hz đến 1250 Hz.

9.2 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm bao gồm các thông tin sau đây:

- a) Công bố rằng các phép đo được thực hiện phù hợp với TCVN 10615-1 (ISO 3382-1);
- b) Tên và địa chỉ của phòng được tiến hành thử nghiệm;
- c) Bản thiết kế phác thảo của phòng thử, có chỉ thị tỷ lệ xích;
- d) Thể tích của phòng – nếu phòng không hoàn toàn kín, thì cần giải thích rõ cách xác định thể tích;
- e) Đối với các phòng để diễn thuyết và âm nhạc, số lượng ghế ngồi, ví dụ, ghế có đệm hoặc không có đệm, và nếu có sẵn các thông tin thì báo cáo kèm theo về độ dày và loại đệm, loại vải bọc (xốp hoặc trơn, ghế có bộ phận nâng lên hạ xuống không), và các phần nào của ghế được bọc;
- f) Mô tả hình dáng và vật liệu tường và trần nhà;
- g) Tình trạng hoặc các tình trạng sử dụng trong quá trình thực hiện các phép đo và số lượng người choán chỗ;
- h) Tình trạng của các thiết bị khác nhau như các vách ngăn, hệ thống âm thanh công cộng; các hệ thống điện tử tăng cường âm vang, v.v....;
- i) Đối với các rạp hát, các màn che an toàn hoặc các màn trang trí được kéo lên hay hạ xuống;
- j) Nếu có, mô tả phần trang trí sân khấu, bao gồm cả các phòng hòa nhạc cách âm, v.v....;
- k) Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của phòng trong quá trình thực hiện các phép đo;
- l) Mô tả các thiết bị đo, nguồn và micro, và có sử dụng các máy ghi không;
- m) Mô tả tín hiệu âm thanh đã sử dụng;
- n) Chọn khoảng quét, bao gồm chi tiết về các vị trí của nguồn và micro, tốt nhất nên thể hiện trên bản vẽ thiết kế; các độ cao của nguồn và micro;
- o) Ngày tiến hành đo và tên cơ quan thực hiện phép đo.

Phụ lục A

(tham khảo)

Các số đo thính phòng xác định từ các đáp ứng xung**A.1 Quy định chung**

Các nghiên cứu mang tính chủ quan về các đặc tính âm thanh của các thính phòng cho thấy một số đại lượng có thể nhận được từ các đáp ứng xung đo được là tương quan với các khía cạnh chủ quan riêng về đặc tính âm thanh của một thính phòng. Thời gian âm vang là một sự mô tả cơ bản về đặc tính âm thanh của một thính phòng, việc bổ sung các giá trị của các đại lượng mới hơn này sẽ tạo ra sự mô tả đầy đủ hơn về các điều kiện âm thanh trong thính phòng này. Các đại lượng bao gồm trong phụ lục này là được hạn chế trong các đại lượng cho thấy là quan trọng và có thể thu trực tiếp từ các đáp ứng xung. Việc đưa một thính giả vào thính phòng có thể cho rằng có ảnh hưởng đến thời gian âm vang và các đại lượng được nêu dưới đây.

Có năm nhóm hoặc năm loại các đại lượng (xem Bảng A.1). Trong mỗi nhóm thường có nhiều hơn một số đo, nhưng các giá trị của các đại lượng khác nhau trong từng nhóm thường cho thấy là có mối tương quan mật thiết với nhau. Vì vậy, mỗi nhóm bao gồm nhiều các số đo xấp xỉ tương đương và không nhất thiết phải tính toán tất cả các giá trị này; tuy nhiên, ít nhất phải bao gồm một đại lượng của một trong năm nhóm.

Bảng A.1 – Các đại lượng âm học được nhóm lại theo các khía cạnh của người nghe

Đặc điểm chủ quan của người nghe	Đại lượng âm học	Trung bình ^a số đơn của tần số, Hz	Ngưỡng vi sai (JND)	Dải đặc trưng ^b
Mức chủ quan của âm thanh	Cường độ âm, G, dexiben	500 đến 1000	1 dB	-2 dB; +10 dB
Âm vang được cảm nhận	Thời gian suy giảm sớm (EDT), s	500 đến 1000	Rel. 5 %	1,0 s; 3,0 s
Độ rõ cảm nhận của âm	Độ rõ ràng, C_{30} , dexiben	500 đến 1000	1 dB	-5 dB; +5 dB
	Độ cảm nhận được, D_{50}	500 đến 1000	0,05	0,3; 0,7
	Thời gian trung tâm, T_s , ms	500 đến 1000	10 ms	60 ms; 260 ms
Độ rộng nguồn biểu kiến (ASW)	Phần năng lượng nhánh đến sớm, J_{LF} hoặc J_{LFC}	125 đến 1000	0,05	0,05; 0,35
Hình bao người nghe (LEV)	Mức âm nhánh đến muộn, L_J , dexiben	125 đến 1000	Chưa biết	-14 dB; +1 dB

^a Số đơn trung bình của tần số biểu thị trung bình số học đối với các dải octa, trừ trường hợp L_J là trung bình năng lượng [xem A.17].

^b Các giá trị tần số trung bình tại các vị trí đơn lẻ trong phòng hòa nhạc trống (không sử dụng) và thính phòng đa mục đích sử dụng, có thể tích đến 25000 m³.

A.2 Định nghĩa các số đo

A.2.1 Cường độ âm

Cường độ âm, G , có thể đo được, sử dụng nguồn âm đẳng hướng hiệu chuẩn, là tỷ số logarit của năng lượng âm (áp suất âm tích phân và bình phương) của đáp ứng xung đo được với đáp ứng xung đo được trong trường tự do tại khoảng cách bằng 10 m từ nguồn âm, như biểu thị trong Công thức (A.1) đến (A.3):

$$G = 10 \lg \frac{\int_0^\infty p^2(t) dt}{\int_0^\infty p_{10}^2(t) dt} = L_{pE} - L_{pE,10} \text{ dB} \quad (\text{A.1})$$

Trong đó:

$$L_{pE} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_0} \int_0^\infty \frac{p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (\text{A.2})$$

Và

$$L_{pE,10} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_0} \int_0^\infty \frac{p_{10}^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (\text{A.3})$$

Trong đó:

$p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung đo được tại thời điểm thực hiện phép đo;

$p_{10}(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung đo được tại khoảng cách bằng 10 m trong trường tự do;

p_0 là 20 μPa ;

T_0 bằng 1 s;

L_{pE} là mức áp suất âm tiếp xúc của $p(t)$;

$L_{pE,10}$ là mức áp suất âm tiếp xúc của $p_{10}(t)$.

Trong các Công thức trên, $t = 0$ tương ứng với thời điểm bắt đầu của nguồn âm trực tiếp, và ∞ phải tương ứng với thời gian mà lớn hơn hoặc bằng với thời điểm mà tại đó đường suy giảm đã giảm đi 30 dB.

Trong trường hợp có sẵn một phòng lớn không có tiếng vọng lại, $L_{pE,10}$ có thể đo trực tiếp sử dụng khoảng cách nguồn-đến-thu bằng 10 m. Nếu không đạt được điều kiện này, thì mức áp suất âm tiếp

xúc tại điểm mà $d (\geq 3 \text{ m})$ kể từ nguồn ($L_{pE,d}$) có thể đo được và sau đó $L_{pE,10}$ nhận được từ Công thức (A.4).

$$L_{pE,10} = L_{pE,d} + 20 \lg(d/10) \text{ dB} \quad (\text{A.4})$$

Khi thực hiện phép đo như vậy trong trường tự do, thì cần thiết tiến hành phép đo tại từng $12,5^\circ$ xung quanh nguồn âm và tính toán giá trị trung bình năng lượng của các mức áp suất âm tiếp xúc để lấy trung bình độ định hướng của nguồn âm thanh.

CHÚ THÍCH 1: Phương pháp khác là, mức áp suất âm tiếp xúc $L_{pE,10}$ có thể đo được trong phòng âm vang sử dụng Công thức (A.5)^{[7],[8]}.

$$L_{pE,10} = L_{pE} + 10 \lg(A/S_0) - 37 \text{ dB} \quad (\text{A.5})$$

Trong đó:

L_{pE} là mức áp suất âm tiếp xúc của trung bình không gian trong phòng âm vang;

A là diện tích hấp thụ âm tương đương, tính theo mét vuông;

$S_0 = 1 \text{ m}^2$.

A có thể nhận được từ thời gian âm vang trong phòng, sử dụng Công thức (A.6) (Công thức của Sabine)

$$A = 0,16 V/T \quad (\text{A.6})$$

Trong đó:

V là thể tích không khí trong phòng âm vang, tính theo mét khối;

T là thời gian âm vang của phòng, tính theo giây.

CHÚ THÍCH 2: Có thể đo G bằng cách khác, sử dụng nguồn âm tĩnh đẳng hướng theo Công thức (A.7):

$$G = L_p - L_{p,10} \quad (\text{A.7})$$

Trong đó:

L_p là mức áp suất âm đo được tại từng điểm của phép đo trong phòng thử;

$L_{p,10}$ là mức áp suất âm đo được tại khoảng cách bằng 10 m trong trường tự do.

Trong trường hợp có sẵn một phòng lớn không có tiếng vọng lại, có thể đo trực tiếp $L_{p,10}$ sử dụng khoảng cách nguồn-đến-thu bằng 10 m. Nếu không đạt được điều kiện này, thì mức áp suất âm tiếp xúc tại điểm mà $d (\geq 3 \text{ m})$ kể từ nguồn ($L_{p,d}$) có thể đo được và sau đó $L_{p,10}$ nhận được từ Công thức (A.8).

$$L_{p,10} = L_{p,d} + 20 \lg(d/10) \text{ dB} \quad (\text{A.8})$$

Trong trường hợp này, cũng cần lấy trung bình độ định hướng của nguồn âm thanh như đã nêu trên.

Khi sử dụng nguồn âm thanh đẳng hướng mà đã biết mức công suất âm, thì cường độ âm, G , có thể tính được theo Công thức (A.9):

$$G = L_p - L_w + 31\text{dB} \quad (\text{A.9})$$

Trong đó:

L_p là mức áp suất âm đo được tại từng điểm của phép đo;

L_w là mức công suất âm của nguồn âm thanh.

Mức công suất âm của nguồn được đo theo ISO 3741.

A.2.2 Phép đo thời gian suy giảm sớm

Thời gian suy giảm sớm (ETD) được đánh giá từ độ dốc của các đường cong tích phân đáp ứng xung (như thời gian âm vang quy ước). Độ dốc của đường suy giảm được xác định từ độ dốc của đường hồi quy tuyến tính phù hợp nhất của 10 dB đầu tiên (giữa 0 dB và -10 dB) của sự suy giảm. Các thời gian suy giảm được tính toán từ độ dốc là thời gian cần tìm đối với sự suy giảm 60 dB.

Phải tính toán cả EDT và T . Theo chủ quan EDT là quan trọng hơn và liên quan đến âm vang được cảm nhận, còn T liên quan đến các tính chất vật lý của thính phòng.

A.2.3 Sự cân bằng giữa năng lượng đến sớm-và-muộn

Còn có một số thông số được sử dụng trong nhóm này, một trong các thông số đơn giản nhất là tỷ lệ giữa năng lượng đến sớm-và-muộn. Tỷ lệ này có thể tính được cho mức thời gian sớm 50 ms hoặc 80 ms, tùy thuộc vào các kết quả nào là có liên quan đến các điều kiện cho diễn thuyết hoặc âm nhạc, sử dụng Công thức (A.10):

$$C_{t_e} = 10 \lg \frac{\int_0^{t_e} p^2(t) dt}{\int_{t_e}^{\infty} p^2(t) dt} \text{ dB} \quad (\text{A.10})$$

Trong đó:

C_{t_e} là chỉ số sớm-đến-muộn;

t_e là mức thời gian sớm của 50 ms hoặc 80 ms (C_{80} thường là “độ rõ ràng”);

$p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung đo được tại thời điểm thực hiện phép đo.

CHÚ THÍCH 1: Cũng có thể đo được tỷ lệ năng lượng âm từ sớm đến toàn phần. Ví dụ, D_{50} (“độ cảm nhận được”) đôi khi được sử dụng cho các điều kiện diễn thuyết, như theo Công thức (A.11):

$$D_{50} = \frac{\int_0^{0,050} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (\text{A.11})$$

Điều này chắc chắn liên quan đến C_{50} theo mỗi tương quan được biểu thị, sử dụng Công thức (A.12):

$$C_{50} = 10 \lg \left(\frac{D_{50}}{1 - D_{50}} \right) \text{ dB} \quad (\text{A.12})$$

Như vậy không cần đo cả hai đại lượng.

Như sự lựa chọn cuối cùng trong nhóm các số đo này, thời gian trung tâm, T_S , mà là thời gian trọng tâm của đáp ứng xung bình phương, có thể đo được, sử dụng Công thức (A.13), tính theo giây:

$$T_S = \frac{\int_0^{\infty} t p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (\text{A.13})$$

T_S tránh được sự phân chia rời rạc của đáp ứng xung thành các chu kỳ sớm và muộn.

Các đại lượng trong nhóm này liên quan tới độ cảm nhận được, độ rõ ràng, hoặc sự cân bằng giữa độ rõ ràng và sự âm vang, cũng như độ rõ tiếng.

CHÚ THÍCH 2: Độ rõ tiếng có thể xác định được bằng cách đo chỉ số truyền đạt tiếng nói (STI) (xem Tài liệu tham khảo [5]). Đại lượng này được đo đầu tiên bằng cách sử dụng các tín hiệu tiếng ồn đặc biệt được biến điệu, điều này không được đề cập đến trong tiêu chuẩn này, nhưng nó có thể được xác định bằng cách xử lý đáp ứng xung sau đó.

A.2.4 Các số đo năng lượng nhánh đến sớm

Các phần của năng lượng, J_{LF} , đến từ các hướng bên trong phạm vi 80 ms đầu tiên có thể đo được từ các đáp ứng xung nhận được từ micro đẳng hướng và micro có búp hướng hình số tám sử dụng Công thức (A.14):

$$J_{LF} = \frac{\int_0^{0,080} p_L^2(t) dt}{\int_0^{0,080} p^2(t) dt} \quad (\text{A.14})$$

Trong đó:

$p_L(t)$ là áp suất âm tức thời trong thính phòng đáp ứng xung đo được bằng micro có búp hướng hình số tám;

$p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung đo được tại thời điểm tiến hành phép đo.

Điều này có nghĩa là điểm không của micro có búp hướng hình số tám phải hướng tới vị trí nguồn trung bình giữa sân khấu, hoặc hướng tới các vị trí nguồn riêng rẽ một cách chính xác, để cho micro

này cơ bản đáp ứng năng lượng đến từ các hướng bên và không bị tác động đáng kể bởi âm thanh trực tiếp.

Vì tính định hướng của micro có búp hướng hình số tám cơ bản là một mẫu cosin và các giá trị áp suất là bình phương, sự đóng góp dẫn đến năng lượng bên do phản xạ riêng lẻ thay đổi theo bình phương cosin của góc tới của phản xạ liên quan đến trục của độ nhạy lớn nhất của micro.

Cách khác là, phép xấp xỉ để nhận được các phần năng lượng nhánh, J_{LFC} , với các đóng góp thay đổi theo cosin của một góc, mặc dù chủ quan cho là chính xác hơn^[9], có thể sử dụng Công thức (A.15);

$$J_{LFC} = \frac{\int_{0,005}^{0,080} |p_L(t) \cdot p(t)| dt}{\int_0^{0,080} p^2(t) dt} \quad (A.15)$$

Trong đó:

$p_L(t)$ là áp suất âm tức thời khi đáp ứng xung của thính phòng đo được bằng micro có búp hướng hình số tám;

$p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung đo được tại thời điểm tiến hành phép đo.

Các phần năng lượng nhánh liên quan đến độ rộng cảm nhận được của nguồn âm.

Các số đo tương quan chéo giữa các tai cũng được cho là liên quan đến cảm giác về không gian. Các số đo này được mô tả tại Phụ lục B.

A.2.5 Các số đo năng lượng nhánh đến muện

Mức tương đối, L_J , của năng lượng âm nhánh đến muện có thể đo được bằng cách sử dụng nguồn âm đẳng hướng hiệu chuẩn, từ đáp ứng xung nhận được trong thính phòng từ micro mô hình có búp hướng hình số tám, bằng Công thức (A.16):

$$L_J = 10 \lg \left[\frac{\int_{0,080}^{\infty} p_L^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_{10}^2(t) dt} \right] \text{ dB} \quad (A.16)$$

Trong đó:

$p_L(t)$ là áp suất âm tức thời khi đáp ứng xung đo được bằng micro có búp hướng hình số tám;

$p_{10}(t)$ là áp suất âm tức thời khi đáp ứng xung đo được bằng micro đẳng hướng tại khoảng cách bằng 10 m trong trường tự do.

Điều này có nghĩa là điểm không của micro có búp hướng hình số tám phải hướng tới vị trí nguồn trung bình giữa sân khấu, hoặc hướng tới các vị trí nguồn riêng rẽ một cách chính xác, để cho micro này cơ bản đáp ứng năng lượng đến từ các hướng bên và không bị tác động đáng kể bởi âm thanh trực tiếp.

Mức năng lượng âm nhánh đến muộn của tần số trung bình, $L_{J,avg}$, được tính theo Công thức (A.17):

$$L_{J,avg} = 10 \lg \left[0,25 \sum_{i=1}^4 10^{L_{J_i} / 10} \right] \text{ dB} \quad (\text{A.17})$$

Trong đó:

L_{J_i} là giá trị trong dải octa thứ i ;

i là một trong bốn dải octa có các tần số trung tâm là 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz và 1000 Hz.

Năng lượng nhánh đến muộn của âm thanh liên quan đến hình bao người nghe cảm nhận được hoặc độ rộng trong thính phòng.

A.3 Quy trình đo

A.3.1 Nguồn âm thanh

Nguồn âm thanh và thiết bị kèm theo phải cân xứng để phát ra mức tín hiệu đủ trong tất cả các dải octa từ 125 Hz đến 4000 Hz, sao cho đạt được phạm vi suy giảm đủ trong từng dải octa. Nguồn âm thanh phải đảm bảo đạt càng sát mức đẳng hướng càng tốt (xem 4.2.1).

Đối với các phép thử liên quan đến các điều kiện người nói, có thể sử dụng nguồn âm thanh với độ định hướng xấp xỉ người nói. Có thể sử dụng các đầu giả phù hợp với Tài liệu tham khảo [6] mà không cần kiểm tra kỹ mô hình định hướng.

A.3.2 Micro

Phải sử dụng các micro đẳng hướng để đo đáp ứng xung đối với tất cả các số đo.

Đối với các giá trị J_{LF} , micro loại có búp hướng hình số tám là cần thiết, và các độ nhạy tương đối của các micro có búp hướng hình số tám và micro đẳng hướng về phía độ nhạy tối đa phải được hiệu chuẩn trong trường âm tự do.

Đối với các giá trị G , độ nhạy của micro đẳng hướng phải được hiệu chuẩn.

A.3.3 Đáp ứng xung

Các đáp ứng xung là cần thiết để tính toán tất cả các đại lượng. Các phản ứng này có thể nhận được bằng cách sử dụng nguồn xung, như của súng lực không đạn, hoặc các phương pháp phức tạp hơn

đòi hỏi tính toán đáp ứng xung từ các loại tín hiệu khác nhau phát ra từ các loa. Nếu đáp ứng xung sinh ra không lặp lại được một cách chính xác, thì phải lấy trung bình các kết quả của vài phép đo lặp lại thực hiện tại cùng một vị trí.

Có thể cải biên các âm của các súng lục không có đạn để gần giống như đẳng hướng, nhưng không sinh ra các đáp ứng xung lặp lại một cách chính xác. Chúng có thể sinh ra các mức âm rất cao, cung cấp các kết quả với dải động lực lớn mong muốn, nhưng điều này có thể dẫn đến các hiệu ứng không tuyến tính gần giống như súng.

Các phương pháp sử dụng nguồn bằng loa có các hạn chế về tần số và đáp tuyến định hướng của loa. Trong phạm vi nhất định, đáp ứng xung trung bình có thể hiệu chính, nhưng không thể bỏ qua các biến thiên về hướng và sẽ là rất lớn tại các tần số cao. Việc sử dụng loa để phát ra các tín hiệu xung khác nhau không phải là cách luôn luôn đạt hiệu quả, vì dải động lực có hạn của đáp ứng xung sinh ra, trừ khi nhiều đáp ứng xung được lấy trung bình một cách đồng bộ. Mối tương quan chéo của tín hiệu âm và tín hiệu thu có thể cung cấp các đáp ứng xung với dải động lực tốt và loại trừ được tiếng ồn (xem ISO 18233). Sử dụng các bộ chuyển đổi và các tín hiệu MLS là một trong các cách tiếp cận có hiệu quả^[14]. Các tín hiệu khác có phổ mịn rộng, như các âm nhỏ nhẹ và đường quét tuyến tính, cũng có thể sử dụng hiệu quả.

A.3.4 Cửa sổ thời gian và lọc các phản ứng

Các đáp ứng xung phải được lọc vào các dải octa.

Các bộ lọc tạo ra các độ trễ của tín hiệu, mà có thể là rất đáng kể đối với độ rộng băng thông hẹp hơn, các dải tần số octa thấp hơn. Vì vậy, điểm bắt đầu của xung đã qua lọc là trễ so với tín hiệu không qua lọc, và tín hiệu đã qua lọc cũng vẫn tiếp tục sau khi kết thúc các tín hiệu không lọc. Điều này tạo ra các vấn đề cụ thể đối với các số đo như C_{80} hoặc phần năng lượng J_{LF} , trong đó các phần thời gian ngắn sớm của các tín hiệu được lọc vào các dải octa.

Cách tiếp cận tốt nhất để tránh các vấn đề trễ do lọc là tạo cửa sổ thời gian đáp ứng xung dải tần rộng trước khi lọc. Sự bắt đầu của đáp ứng xung đối với các Công thức nêu tại A.2 phải được xác định từ đáp ứng xung dải tần rộng, nơi mà tín hiệu đầu tiên tăng lên đáng kể so với nền, nhưng chỉ hơn 20 dB dưới mức tối đa. Các thành phần sớm và muộn của đáp ứng xung được lọc tách riêng, và các chu kỳ tích phân trong các Công thức nêu tại A.2 là tăng lên bao gồm năng lượng trễ do các bộ lọc.

Tương tự với cách tiếp cận cửa sổ-trước-lọc nêu trên có thể nhận được bằng cách sử dụng hiệu chỉnh cửa sổ^[7]. Nếu các tín hiệu xung lực được lọc đầu tiên vào các dải octa, thì sự bắt đầu các phép tích phân các Công thức tại A.2 phải được xác định theo một điểm mà tín hiệu đầu tiên được lọc tăng lên đáng kể trên đường nền nhưng chỉ hơn 20 dB dưới mức tối đa. Khoảng thời gian sớm đầu tiên, t_e , sẽ bắt đầu từ điểm bắt đầu và tiếp tục đối với t_e , cộng với nửa thời gian trễ do lọc, tính theo giây. Khoảng thời gian muộn sẽ bắt đầu từ điểm t_e , cộng với nửa thời gian

trễ do lọc sau điểm bắt đầu, tính theo giây. Trong trường hợp này, thời gian trễ do lọc là thời gian cho một nửa năng lượng từ bộ lọc khi được tiếp sóng với xung lực.

Do âm thanh tần số thấp đến sớm và trực tiếp có thể bị suy giảm đáng kể, việc xác định điểm bắt đầu của các phản ứng tần số thấp có thể không thực hiện được. Điều này có thể cần xác định thời gian bắt đầu từ dải băng tần rộng hoặc các đáp ứng xung tần số cao và đo độ trễ của các bộ lọc.

A.3.5 Đường suy giảm

Phải áp dụng phương pháp tích phân đáp ứng xung (tích phân ngược) theo 5.3.3 để nhận được các đường suy giảm tích hợp dải octa từ đó tính được các thời gian suy giảm. Để thuận tiện, cũng có thể tính toán được các số đo khác từ các đường suy giảm này, giả sử cửa sổ thời gian đúng được thực hiện. Cách tiếp cận này đòi hỏi thời gian bắt đầu của từng phản ứng dải octa phải nhận được đúng từ phản ứng dải băng thông rộng. Trong các trường hợp khác, có thể sử dụng tích phân hướng tiến để nhận được các giá trị tách riêng của các đại lượng khác.

A.4 Các vị trí đo

Các số đo khác không phải là các đặc tính thống kê của toàn bộ thính phòng và sẽ khác nhau có hệ thống từ chỗ ngồi này so với chỗ ngồi khác. Ví thể mà điều này cần thiết phải có đầy đủ số lượng các vị trí nguồn và vị trí thu để xác định rõ các đặc điểm của toàn bộ thính phòng.

Thông thường, có thể sử dụng tối thiểu ba vị trí nguồn trên-sân khấu. Trong các thính phòng có sân khấu lớn hoặc có các dàn nhạc lớn, thì phải sử dụng nhiều vị trí nguồn hơn. Trong các phòng hòa nhạc nhỏ tại đó nguồn âm thanh bình thường chỉ có một vị trí trong phòng, vị trí nguồn đơn lẻ đó có thể chấp nhận được.

Nguồn phải được đặt tại các vị trí đại diện cho tất cả các vị trí được diễn viên sử dụng trong thính phòng. Vì hầu hết các thính phòng đều là đối xứng qua đường trung tâm, có thể bố trí các vị trí thu chỉ ở một bên của thính phòng với các vị trí nguồn được định vị đối xứng với đường trung tâm. Vì vậy có thể có một vị trí nguồn trung tâm cùng với các vị trí nguồn khác tại các khoảng cách bằng nhau và về phía trái sân khấu của đường trung tâm. Khuyến nghị độ cao nguồn bằng 1,5 m để tránh sự thay đổi tần số thấp của công suất đầu ra của nguồn trong dải tần số của các phép đo.

Nếu độ định hướng của nguồn gần sát với các mức tối thiểu quy định trong Bảng 1, thì phải lặp lại phép đo với nguồn được điều chỉnh trong ít nhất ba bước hoàn chỉnh. Các thông số kết quả liên quan đến các góc khác nhau của nguồn phải được lấy trung bình số học.

Phải sử dụng tối thiểu từ sáu đến mười các vị trí micro đại diện, tùy thuộc vào kích thước thính phòng. Bảng A.2 quy định số lượng khuyến nghị tối thiểu đối với các vị trí thu như một chức năng của kích cỡ thính phòng. Các vị trí thu phải được định vị đều đặn trên toàn bộ diện tích ngồi của khán giả. Khi thính phòng bị chia tách thành nhiều khu vực, như ban công, dưới ban công, thì cần nhiều các vị trí thu hơn.

Micro phải được định vị tại độ cao bằng 1,2 m so với mặt sàn tại khu vực ngồi của khán giả tương đương như độ cao tai của người ngồi nghe.

Các vị trí nguồn và thu và các độ cao phải được ghi kèm theo các kết quả. Tương tự, các điều kiện trên sân khấu như các ghế ngồi, các giá nhạc thì phải được ghi lại vì chúng gây ra các hiệu ứng đo được lên các kết quả đo.

Bảng A.2 – Số lượng tối thiểu các vị trí thu như một hàm số của kích cỡ thính phòng

Số lượng chỗ ngồi	Số lượng tối thiểu các vị trí của micro
500	6
1000	8
2000	10

A.5 Công bố kết quả

Ngoài mẫu biểu để biểu thị các kết quả quy định về thời gian âm vang, T , các giá trị có thể được biểu thị theo cách ngắn gọn hơn bằng cách xác định các giá trị trung bình của các kết quả từ các cặp octa. Do vậy 125 Hz và 250 Hz có thể lấy trung bình để cho một kết quả tần số thấp; 500 Hz và 1000 Hz có thể lấy trung bình để cho một kết quả tần số trung tâm; và 2000 Hz và 4000 Hz có thể lấy trung bình để cho một kết quả tần số cao. Tuy nhiên, các phần năng lượng nhánh trong dải octa 4000 Hz thường cho là không quan trọng về mặt chủ quan.

Đối với giá trị số đơn của các thông số, áp dụng giá trị trung bình số học đối với các dải octa, trừ trường hợp L_J , là năng lượng trung bình [xem Công thức (A.17)]. Phải sử dụng tần số trung bình nêu tại Bảng A.1 và chỉ số “ m ” (cho việc tính trọng số) được áp dụng làm ký hiệu.

VÍ DỤ 1: G_m là cường độ trung bình trong các dải từ 500 Hz đến 1000 Hz.

VÍ DỤ 2: J_{LFm} là phần năng lượng nhánh sớm lấy trung bình trong các dải từ 125 Hz đến 1000 Hz.

Các kết quả của phép đo đối với các số đo mô tả tại phụ lục này thường không lấy trung bình cho tất cả các vị trí micro trong thính phòng, vì các số đo này là giả định để mô tả các điều kiện âm thanh tại chỗ. Trong trường hợp thính phòng lớn, có thể hữu ích nếu lấy trung bình các kết quả của vài khu vực của thính phòng này (phần gần các chỗ ngồi trước sân khấu, ban công tầng một, v.v...). Một số số đo như cường độ âm, G , có xu hướng thay đổi theo khoảng cách, thì vẽ đồ thị của G theo hàm của khoảng cách từ nguồn đến thu có thể là hữu ích.

Phụ lục B

(tham khảo)

Các số đo thính phòng với hai tai xác định từ các đáp ứng xung**B.1 Quy định chung**

Quá trình nghe là cho cả hai tai. Các nghiên cứu về âm thanh cho thấy các hệ số tương quan chéo giữa hai tai nghe (IACC), đo được bằng đầu người mô hình (giả) hoặc đầu người thật với các kích thước trung bình như được ví dụ bằng các đầu giả, và với các micro nhỏ tại đường vào ống tai, cho thấy có tương quan tốt với chất lượng "cảm nhận không gian" trong một phòng hòa nhạc (các số đo năng lượng nhánh sớm cũng cho là liên quan đến tính không gian).

Cảm nhận không gian có thể chia thành hai nhóm nhỏ:

- Nhóm nhỏ 1: mở rộng nguồn, tức là độ rộng nguồn biểu kiến (ASW);
- Nhóm nhỏ 2: cảm giác được đắm mình hoặc được bao bọc trong âm thanh, tức là hình bao người nghe (LEV).

B.2 Định nghĩa IAAC

Hàm số tương quan chéo giữa hai tai nghe chuẩn hóa (IACF) được định nghĩa lần đầu theo Công thức (B.1):

$$IACF_{t_1, t_2}(\tau) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} p_l(t) \cdot p_r(t + \tau) dt}{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} p_l^2(t) dt \int_{t_1}^{t_2} p_r^2(t) dt}} \quad (B.1)$$

Trong đó:

$p_l(t)$ là đáp ứng xung tại đường vào ống tai trái;

$p_r(t)$ là đáp ứng xung tại đường vào ống tai phải.

Các hệ số tương quan chéo giữa hai tai nghe, IACC, được cho theo Công thức (B.2):

$$IACC_{t_1, t_2} = \max |IACF_{t_1, t_2}| \quad \text{đối với } -1 \text{ ms} < \tau < +1 \text{ ms} \quad (B.2)$$

B.3 Đầu dùng trong phép đo**B.3.1 Đầu mô hình (giả)**

Một đầu giả, có loa tai và các ống tai, phải được lựa chọn như một vật chuẩn cho một bộ các thiết bị dùng cho các phép đo. Có thể sử dụng các đầu giả phù hợp với Tài liệu tham khảo [6] không cần xác

minh dạng hình học hoặc hiệu suất âm. Việc lựa chọn và sử dụng đầu giả phải được nêu rõ trong báo cáo thử nghiệm, và mô tả chi tiết hướng của đầu giả này.

Khi thực hiện các phép đo trong thính phòng, độ cao của các ống tai của đầu giả phải cao hơn mặt sàn khoảng 1,2 m.

B.3.2 Đầu thật

Có thể sử dụng các đầu người thật thay cho đầu giả tiêu chuẩn để nhận được $p_1(t)$, miễn là $K_1 < [\text{bề rộng đầu cộng với hai lần chênh lệch giữa chiều cao đầu và khoảng cách từ điểm vào tai (EEP) đến vách chắn của tai}] < K_2$, trong đó K_1 và K_2 được xác định từ các phép so sánh với đầu giả mà IACC đo được cho các đầu thật đã chọn tương quan với đầu giả trong phạm vi $r = 0,85$ hoặc tốt hơn. Việc lựa chọn và sử dụng đầu giả phải được nêu rõ trong báo cáo thử nghiệm, và mô tả chi tiết các micro đã sử dụng cũng như các hướng dẫn đã truyền đạt cho người tham gia thử nghiệm.

B.4 Sử dụng IACC

Các cách sử dụng IACC cho đến nay vẫn chưa được chấp nhận một cách thống nhất. Trong trường hợp J_{LF} và J_{LFC} , việc sử dụng IACC và sự thích hợp chủ quan vẫn còn là chủ đề được thảo luận và nghiên cứu. Tương tự như vậy, các cách tiếp cận khác nhau đã được khuyến nghị tùy theo sự lựa chọn các mức thời gian t_1 và t_2 và tần số lọc các tín hiệu^[8].

Dạng chung nhất của IACC được xác định với $t_1 = 0$ và $t_2 = \infty$. (trong môn âm học phòng, thứ tự về thời gian của thời gian âm vang) và cùng với dải tần số rộng. Như trong trường hợp của các phép đo bằng một tai, IACC thường được đo theo các dải octa từ 125 Hz đến 4000 Hz.

IACC có thể được đo để mô tả tính không giống nhau của tín hiệu đến hai tai, đối với các phản xạ sớm ($t_1 = 0$ và $t_2 = 0,08$ s) hoặc đối với âm vang ($t_1 = 0,08$ s và $t_2 =$ thời gian lớn hơn thời gian âm vang của phòng kín).

Ngưỡng vi sai (JND) của IACC được giả định bằng 0,075.

B.5 Quy trình đo

Nói chung, quy trình đo phải tương tự như đã nêu tại Phụ lục A.

Phụ lục C

(tham khảo)

Các số đo của sân khấu xác định từ các đáp ứng xung**C.1 Quy định chung**

Trong các phòng hòa nhạc và các không gian biểu diễn khác, điều quan trọng là các điều kiện âm thanh cho phép các nhạc sỹ nghe thấy nhau và phải có một phản ứng đầy đủ từ phòng. Để đánh giá khách quan các điều kiện này, cần tiến hành đo trên bục dàn nhạc với nguồn và các micro gần sát nhau^[19]. Hai thông số khác nhau có thể rút ra từ các phép đo này (xem Bảng C.1).

Bảng C.1 – Các thông số âm thanh đo được trên bục dàn nhạc

Khía cạnh chủ quan của người nghe	Chất lượng âm thanh	Trung bình tần số của số đơn, Hz	Ngưỡng vi sai (JND)	Dải diễn hình
Điều kiện tổng thể	Hỗ trợ sớm, ST_{Early} , dexiben	250 đến 2000	Chưa biết	-24 dB; -8 dB
Âm vang được cảm nhận	Hỗ trợ muộn, ST_{Late} , dexiben	250 đến 2000	Chưa biết	-24 dB; -10 dB

C.2 Định nghĩa các số đo**C.2.1 Hỗ trợ sớm**

Đây là tỷ số tính theo dexiben của năng lượng phản xạ trong 0,1 s đầu tiên so với âm thanh trực tiếp (bao gồm cả sự phản xạ của nền), cả hai được đo tại khoảng cách bằng 1,0 m từ trung tâm nguồn âm đẳng hướng. Các bề mặt hoặc các vật thể phản xạ khác phải xa hơn 2 m kể từ vị trí đo. Xem Công thức (C.1):

$$ST_{Early} = 10 \lg \left[\frac{\int_{0,020}^{0,100} p^2(t) dt}{\int_0^{0,010} p^2(t) dt} \right] \text{ dB} \quad (\text{C.1})$$

Trong đó $p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung, đo được tại thời điểm thực hiện phép đo, và $t = 0$ tương ứng với thời gian đến của âm thanh trực tiếp.

Hỗ trợ sớm liên quan đến toàn bộ, tức là mức độ dễ nghe được các thành viên khác trong dàn nhạc. Tuy nhiên, các tác động của âm thanh trực tiếp, thời gian trễ và các phản xạ từ các bề mặt gần sát là chưa tính đến.

C.2.2 Hỗ trợ muộn

Đây là tỷ số tính theo dexiben của năng lượng phản xạ sau 0,1 s đầu tiên so với âm thanh trực tiếp (bao gồm cả sự phản xạ của nền), cả hai được đo tại khoảng cách bằng 1,0 m từ trung tâm nguồn âm đẳng hướng. Các bề mặt hoặc các vật thể phản xạ khác phải xa hơn 2 m kể từ vị trí đo. Xem Công thức (C.2):

$$ST_{Late} = 10 \lg \left[\frac{\int_{0,100}^{1,000} p^2(t) dt}{\int_0^{0,010} p^2(t) dt} \right] \text{dB} \quad (\text{C.2})$$

Trong đó $p(t)$ là áp suất âm tức thời của đáp ứng xung, đo được tại thời điểm thực hiện phép đo, và $t = 0$ tương ứng với thời gian đến của âm thanh trực tiếp.

Hỗ trợ muộn liên quan đến âm vang cảm thụ được, tức là phản ứng của thính phòng là như các nhạc sỹ nghe được.

C.2.3 Vị trí các phép đo

Độ cao của nguồn và micro phải bằng nhau; hoặc bằng 1,0 m hoặc bằng 1,5 m tính từ mặt sàn. Thông thường sử dụng ít nhất ba vị trí khác nhau của nguồn và thu. Tốt nhất nên thực hiện các phép đo khi có các ghế ngồi và các giá nhạc trên bục dàn nhạc, nhưng các ghế và các giá nhạc gần nhất trong phạm vi 2 m kể từ nguồn và micro phải được bỏ đi để không phản xạ âm trực tiếp đến micro. Các vị trí nguồn và thu và các độ cao phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm.

C.2.4 Báo cáo kết quả

Các phép đo được tiến hành theo các dải octa. Kết quả được lấy trung bình số học cho bốn dải octa từ 250 Hz đến 2000 Hz và tại ba vị trí được tính là một kết quả số đơn.

Độ lệch chuẩn của kết quả tại một vị trí đơn lẻ trong một dải octa được xác định là 1 dB. Độ lệch chuẩn của kết quả số đơn của tần số và vị trí trung bình được xác định là 0,3 dB

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 354:2003, *Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room*
- [2] ISO 3741, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation rooms*
- [3] ISO 18233, *Acoustics — Application of new measurement methods in building and room acoustics*
- [4] IEC 60268-1, *Sound system equipment — Part 1: General*
- [5] IEC 60268-16, *Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*
- [6] ITU Recommendation P.58:1994, *Head and torso simulator for telephonometry*
- [7] BARRON, M. Impulse Response Testing Techniques for Auditoria, *App. Acoust.*, Vol. **17**, 1984, p. 165
- [8] KEET, W. de V. The Influence of Early Lateral Reflections on Spatial Impression, *6th International Congress on Acoustics*, Tokyo, 1968
- [9] KLEINER, M.A. New Way of Measuring Lateral Energy Fractions, *App. Acoust.*, Vol. **27**, 1989, p. 321
- [10] RASMUSSEN, B., RINDEL, J.H. and HENRIKSEN, H. Design and Measurement of Short Reverberation Times at Low Frequencies in Talks Studios, *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. **39**, 1991, p. 47
- [11] SCHROEDER, M.R. New Method of Measuring Reverberation Time, *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. **37**, 1965, p. 409
- [12] SCHROEDER, M.R., GOTTLOB, D. and SIEBRASSE, D.F. Comparative Study of European Concert Halls: Correlation of Subjective Preference with Geometric and Acoustic Parameters, *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. **56**, 1974, p. 1195
- [13] VORLÄNDER, M. and BIETZ, H. Comparison of Methods for Measuring Reverberation Time, *Acustica*, Vol. **80**, 1994, p. 205
- [14] KUTTRUFF, H. *Room Acoustics*, 3rd edition, Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 1991, chapter VIII
- [15] TACHIBANA, H. et. al. Definition and Measurement of Sound Energy Level of a Transient Sound Source, *J. Acoust. Soc. Jpn (E)*, Vol. 8 No. 6, 1987, p. 235
- [16] KOYASU, M. et. al. Measurement of Equivalent Sound Absorption Area by Stationary and Impulsive Reference Sound Sources, *Proc. of Inter-Noise 94*, 1994, p. 1501
- [17] BRADLEY, J.S. and SOULODRE, G.A. Objective measures of listener envelopment. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. **98**, 1995, p. 2590
- [18] BARRON, M. Using the standard on objective measures for concert auditoria, ISO 3382, to give reliable results. *Acoustical Science and Technology*, Vol. **26**, 2005, p. 162-169
- [19] GADE, A.C. Practical Aspects of Room Acoustical Measurements on Orchestra Platforms. *Proc. of 14th ICA*, Beijing, 1992, Paper F3-5
- [20] BARTEL, T.W. and YANIV, S.L. Curvature of sound decays in partially reverberant rooms. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. **72**, 1982, p. 1838-1844
- [21] DAVY, J.L., DUNN, I.P., DUBOUT, P. The variance of decay rates in reverberation rooms. *Acustica* 1979, 43, pp. 12-25
- [22] DAVY, J.L. The variance of impulse decays. *Acustica* 1980, 44, pp. 51-56