مشخصات فنی میکروفون‌ها

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

● مهندس علی صفادل صدابردار

میکروفون‌ها از مهم‌ترین وسایل صدابرداری هستند و تأثیر تعیین‌کننده‌ای در کیفیت صدای ضبط شده و یا در حال پخش دارند. به این‌خاطر شناخت مشخصه‌های فنی آنها برای دست‌اندرکاران ضروری است؛ زیرا صدابرداران را قادر می‌سازد، مناسب‌ترین میکروفون‌ها را برای صدا برداری انتخاب کنند.

پاسخ فرکانسی

حداکثر فرکانس قابل شنوایی توسط انسان ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است. بنابراین میکروفون‌ها باید پاسخ فرکانسی (Frequency Response) مناسبی در برابر تمامی فرکانس‌های موجود در منبع صدا ارائه دهند؛ زیرا امکان حذف فرکانس‌های ناخواسته منبع صدا توسط میز صدا، به‌سادگی میسر است. بنابراین شایسته است که میکروفون توانایی پاسخ‌گویی به تمامی محدوده فرکانسی شنوایی را داشته باشد. خوشبختانه اغلب میکروفون‌های حرفه‌ای، پاسخ فرکانسی وسیعی دارند.

پاسخ فرکانسی یا محدوده فرکانسی میکروفون عبارت از فاصله دو فرکانس حد پایین و حد بالاست. فرکانس حد پایین (Lower Limiting Frequency) با LLF و فرکانس حد بالا (Limitig Frequency Upper) با ULF مشخص می‌شوند. این دو فرکانس نقاطی هستند که در آنها دامنه سیگنال ۳ دسی‌بل، نسبت به دامنه سیگنال در محدوده فرکانسی میانی کاهش پیدا می‌کند. (شکل ۱)

برای مثال اگر یک میکروفون دارای

پاسخ فرکانسی 30 -17000HZ ± 0.5 dB باشد، به این معنی است که می‌تواند محدوده فرکانسی ۳۰ تا ۱۷۰۰۰ هرتز را با تغییرات ۰/۵ دسی بل، پوشش دهد.

میکروفون‌ها در محدوده فرکانس‌های خیلی پایین می‌توانند دریافت‌کننده نوسانات ناخواسته باشند. این نوسانات ناخواسته که در محدوده فرکانسی ۲۵-۳ هرتز هستند، می‌توانند ناشی از ارتعاشات منتقل شده از پایه میکروفون و یا تماس دست با میکروفون باشند. برای حذف یا کاهش این نوسانات چهار روش وجود دارد:

- استفاده از لرزه‌گیر و گیره‌های ویژه میکروفون به‌نحوی که مانع از انتقال ارتعاشات و نوسانات به بدنه میکروفون شوند.(شکل ۲)

- انتخاب میکروفونی که فرکانس حد پایین آن بیش از ۲۵ هرتز است.

- استفاده از میکروفونی که دارای فیلتری بالاگذر برای حذف فرکانس‌های خیلی پایین است. این فیلتر در داخل میکروفون تعبیه شده و به وسیله یک کلید در مواقع دلخواه فعال می‌شود.(شکل ۳)

- به‌کارگیری فیلترهای بالاگذر و اکولایزرهای فرکانس پایین موجود بر روی میز صدا.

راستای دریافت

راستای دریافت (Polar Pattern) هر میکروفون، نحوه پاسخ‌دهی آن را به اصوات دریافت‌شده از جهت‌ها و زاویه‌های گوناگون تعیین می‌کند. راستای دریافت هر میکروفون به‌وسیله منحنی‌های ویژه‌ای در برگه مشخصات فنی آن رسم می‌شود. تمامی میکروفون‌ها از نظر جهت دریافت اصوات، به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- همه‌جهتی (Omnidirectional) (شکل ۴)

- یک‌جهتی (Directional) (شکل ۵)

- و دوجهتی (Bidirectional) (شکل ۶).

البته برخی میکروفون‌های حرفه‌ای دارای کلیدی برای انتخاب جهت دریافت هستند. مشخصه راستای دریافت مهم‌ترین پارامتر برای مقایسه میکروفون‌ها است که باید متناسب با نوع صدابرداری و شرایط محیطی، یکی از آنها را انتخاب کرد.

حساسیت

مشخصه حساسیت (Sensitivity) تعیین

یکی از راه‌های حذف نوسانات ناخواسته، استفاده از میکروفونی است که دارای فیلتری بالاگذر برای حذف فرکانس‌های خیلی پایین باشد. این فیلتر در داخل میکروفون تعبیه شده و به‌وسیله یک کلید در مواقع دلخواه فعال می‌شود.

می‌کند که به‌ازای وجود فشار صوتی معینی در مقابل ممبران میکروفون، چه مقدار ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌شود. اگر دو میکروفون در مقابل فشار صوتی ثابتی قرار گیرند، میکروفونی که دارای ولتاژ خروجی بالاتری باشد، حساس‌تر است. البته باید به‌خاطر داشت که حساسیت بالاتر، الزاماً به معنی بهتربودن کارکرد میکروفون نیست؛ به‌این‌صورت که مثلاً برای ضبط صداهای بلند، باید از میکروفونی با حساسیت کمتر و برای ضبط صداهای ضعیف، میکروفونی با حساسیت بالا استفاده کرد.

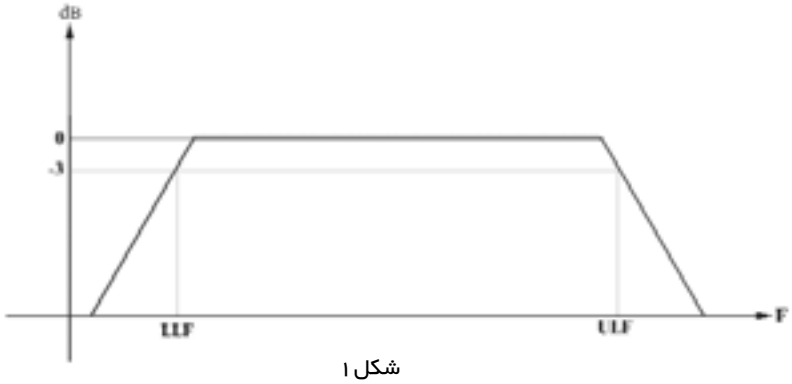
نویز داخلی

نویز تولید شده توسط اجزای ساختمان داخلی میکروفون، نویز داخلی یا Noise-SelF نام دارد. طبیعی است که هرچه میزان آن کمتر باشد، سیگنال صدا خالص‌تر و شفاف‌تر است و امکان تبدیل امواج صوتی ضعیف‌تر به سیگنال‌های الکتریکی بدون تداخل با نویز فراهم می‌شود. میزان نویز داخلی در مقایسه با سطح نویز مدارات الکترونیکی پیش تقویت‌کننده (PreamPliFrer) که میکروفون به آنها وصل می‌شود، کم است؛ اما چون سیگنال خروجی میکروفون از مدارات گوناگون الکترونیکی عبور کرده و تقویت می‌شود، نویز داخلی نیز تقویت شده و در نتیجه شفافیت صدا کم می‌شود.

به‌عنوان یک قاعده کلی هر چه سطح ممبران میکروفون بزرگ‌تر باشد، میزان نویز داخلی کمتر است. بنابراین میکروفون‌هایی که از ممبران کوچک استفاده می‌کنند، سطح نویز داخلی بالاتری را تولید می‌کنند. میزان نویز داخلی هر میکروفون، حد پایین گستره پویایی (Dynamic Range) آن‌را تعیین می‌کند. اگر هدف از کاربرد میکروفون دریافت و ضبط صداهای بسیار ضعیف باشد، انتخاب میکروفونی که دارای نویز داخلی کم باشد، ضروری است.

امپدانس خروجی

مقاومت معادلی که میکروفون در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود نشان می‌دهد، امپدانس خروجی (Put Impedance Out) میکروفون نام دارد. این مقاومت از این نظر حائز اهمیت است که مشخص می‌سازد امپدانس بار(Load) متصل شده به آن، باید در چه حدی باشد. چون در کاربرد میکروفون‌ها انتقال حداکثر ولتاژ موردنظر است، بنابراین باید بار متصل شده به میکروفون دارای امپدانسی به مراتب بیشتر (حدود ۱۰ برابر) از امپدانس خروجی میکروفون باشد. میکروفون‌های دینامیکی



شکل ۱

امپدانس خروجی کمی (حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ اهم) دارند؛ اما امپدانس خروجی میکروفون‌های خازنی بیشتر است. البته در مورد میکروفون‌های خازنی، امپدانس خروجی همان امپدانس مدار پیش تقویت‌کننده است.

علاوه بر امتیاز انتقال حداکثر ولتاژ در میکروفون‌های امپدانس کم، کاهش سطح سیگنال خروجی آنها نیز کم است. به‌طوری‌که می‌توان این‌گونه میکروفون‌ها را با کابل‌های صدای طویل (تا ده‌ها متر) به‌کار برد، بدون اینکه سیگنال دچار کاهش بیش از اندازه سطح دامنه شود.

اگر میکروفونی به مداری الکترونیکی با امپدانس کمتر وصل شود، مقداری از سیگنال خروجی میکروفون از دست می‌رود که مقدار آن بر حسب دسی‌بل از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

امپدانس ورودی مدار الکترونیکی

امپدانس خروجی میکروفون + امپدانس ورودی مدار الکترونیکی

۲۰log – مقدار کاهش سیگنال صدا بر حسب دسی‌بل

که در هرحال نباید مقدار فوق از ۶ دسی بل بیشتر باشد.

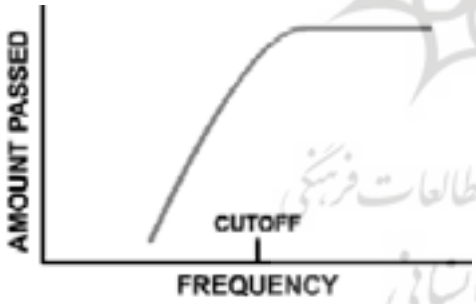
مرز اضافه‌بار

یکی از مشخصه‌های دیگر هر میکروفون، مرز اضافه‌بار (Overload) آن است که عبارت از حداکثر فشار صوتی که

شکل۲

میکروفون در آن قادر به کار می‌باشد. یک میکروفون حرفه‌ای باید قادر باشد صداهای بلند با سطح فشار صوتی ۱۴۰ دسی بل را تحمل کند، بدون اینکه سیگنال خروجی دچار اعوجاج (Distortion) بیش از حد شود. میکروفون‌های دینامیکی نسبت به میکروفون‌های خازنی تحمل بیشتری در مقابل صداهای بسیار بلند دارند؛ بنابراین در کاربردهایی که میکروفون در مجاورت یک منبع صوتی قوی قرار می‌گیرد، باید به این مسئله توجه کرد. برای مثال: وقتی میکروفونی در فاصله خیلی نزدیک به یک طبل بزرگ قرار گیرد- که حدود ۱۴۰ دسی-بل فشار صوتی ایجاد می‌کند- باید در جست‌وجوی میکروفونی بود که نقطه overload شدن آن، حدود ۱۵۰ دسی‌بل باشد، تا هم صدا دچار اعوجاج نشود و هم میکروفون آسیب نبیند.

معمولاً در برگه مشخصات فنی میکروفون‌ها از عبارت MAX SPL برای تعیین حداکثر فشار صوتی استفاده می‌کنند. کارخانجات سازنده میکروفون معمولاً دو سطح فشار صوتی SPL (Sound Pressure Level) متفاوت برای اندازه‌گیری میزان حساسیت به‌کار می‌برند که عبارت از ۷۴ یا ۹۴ دسی‌بل است. برای مثال: کارخانه Shure، سطح فشار صوتی ۷۴ دسی‌بل را به‌کار می‌برد. در این‌صورت اگر فشار صوتی ۷۴ دسی‌بل متعلق به صدای

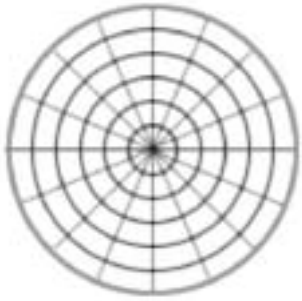


شکل ۳

گفتار فردی در فاصله ۳۰ سانتی‌متر از میکروفون باشد، فشار صوتی ۹۴ دسی‌بل متعلق به صدای همان فرد در فاصله ۲ سانتی‌متری است. برای اینکه بدانیم کارخانه سازنده میکروفون کدامیک از سطوح فشار صوتی (۷۴ یا ۹۴ دسی‌بل) را برای اندازه‌گیری به‌کار برده، باید به برگه مشخصات فنی میکروفون مراجعه کرد.

پس از آن باید به مقدار ولتاژی که در خروجی میکروفون به ازاء قرارگیری در سطوح فشار صوتی فوق ایجاد می‌شود، توجه کرد. برای مثال: اگر در برگه مشخصات فنی یک میکروفون عنوان شود که حساسیت 2mV در فشار صوتی ۹۴ دسی‌بل است، یعنی اگر این میکروفون در مقابل ۹۴ دسی‌بل فشار صوتی قرار گیرد، ۲ میلی‌ولت اختلاف پتانسیل با ولتاژ الکتریکی در خروجی میکروفون ایجاد می‌شود.

در عمل اغلب از مقیاس لگاریتمی برای بیان حساسیت میکروفون‌ها استفاده



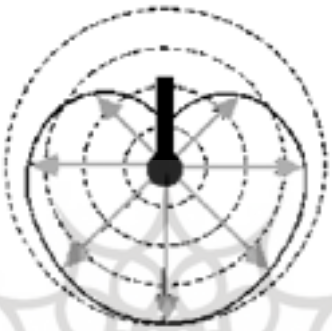
شکل ۴

می‌شود. برای بیان حساسیت در مقیاس لگاریتمی از ولتاژ یک ولت به‌عنوان مرجع استفاده می‌کنند و بقیه ولتاژها را نسبت به آن می‌سنجند. برای مثال: میزان حساسیت میکروفون فوق در مقیاس لگاریتمی چنین خواهد بود:

$$۲۰\log\frac{۲\ mv}{۱\ v} = -۵۴\ dBv$$

پاسخ گذرا

توانایی میکروفون در پاسخ‌گویی سریع به تغییرات دامنه امواج صوتی را پاسخ گذرای (Transient Response) میکروفون می‌نامند. واضح است که واحد این پارامتر، زمان است و هر چه کمتر باشد، بهتر است. یک راه مناسب برای فهم چگونگی تفاوت کیفیت صدای میکروفون‌های خازنی و دینامیکی توجه به اختلاف پاسخ گذرای آنهاست. همان‌طور که می‌دانید یک میکروفون برای تبدیل انرژی صوتی به انرژی الکتریکی نیازمند حرکت فیزیکی ممبران توسط امواج صوتی است. سرعت حرکت ممبران بستگی به جرم آن دارد. مجموع جرم ممبران و سیم‌پیچ متحرک در

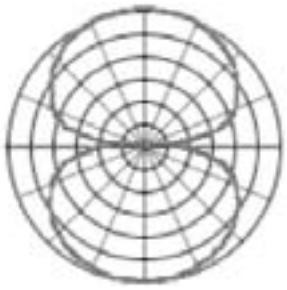


شکل ۵

یک میکروفون دینامیکی ممکن است تا هزار برابر جرم ممبران یک میکروفون خازنی باشد. بنابراین وزن سبک ممبران میکروفون خازنی باعث می‌شود که بسیار سریع‌تر از ممبران میکروفون دینامیکی شروع به حرکت نماید. همچنین توقف حرکت آن نیز سریع‌تر از ممبران میکروفون دینامیکی است. بنابراین پاسخ‌گذرای میکروفون خازنی بهتر از میکروفون دینامیکی است. این امر باعث می‌شود که میکروفون‌های خازنی مخصوصاً هنگام کاربرد برای موسیقی، بهتر از میکروفون‌هایی دینامیکی عمل کنند؛ زیرا تغییرات و افت و خیزهای امواج صوتی ناشی از آلات موسیقی را سریع‌تر به امواج الکتریکی تبدیل می‌کنند.

اعوجاج کلی هارمونیک‌ها

از دیگر مشخصه‌های فنی میکروفون‌ها میزان اعوجاج (Distortion) در سیگنال خروجی میکروفون در سطوح بالای فشارهای صوتی (صداهای بلند) است؛ و چون مقدار اعوجاج در فرکانس‌های مختلف صوتی متفاوت است، مجموع کلی



شکل ۶

آنها را درنظر می‌گیرند. مجموع کلی اعوجاج‌های حاصل از تبدیل غیرخطی صداهای بلند به امواج الکتریکی، با عبارت (Distortion THD (Total Harmonic و برحسب درصد مشخص می‌شود که هرچه کمتر باشد، بهتر است.

معمولاً در برگه‌های مشخصات فنی میکروفون‌ها، سطح فشار صوتی که در آن THD اندازه‌گیری شده، قید می‌شود. برای مثال عنوان می‌شود:

Total Harmonic Distortion:
130 dB SPL Peak (> 0.5% THD)

به این معنی که حداکثر مقدار THD در سطح فشار صوتی ۱۳۰ دسی‌بل، کمتر از ۰/۵ درصد است.

منابع:

-[online]:<http://www.Shure.com>.
-[online]:<http://www.DPA.com>.
-[online]:<http://www.ePanorama.net>.

❖ ❖ ❖