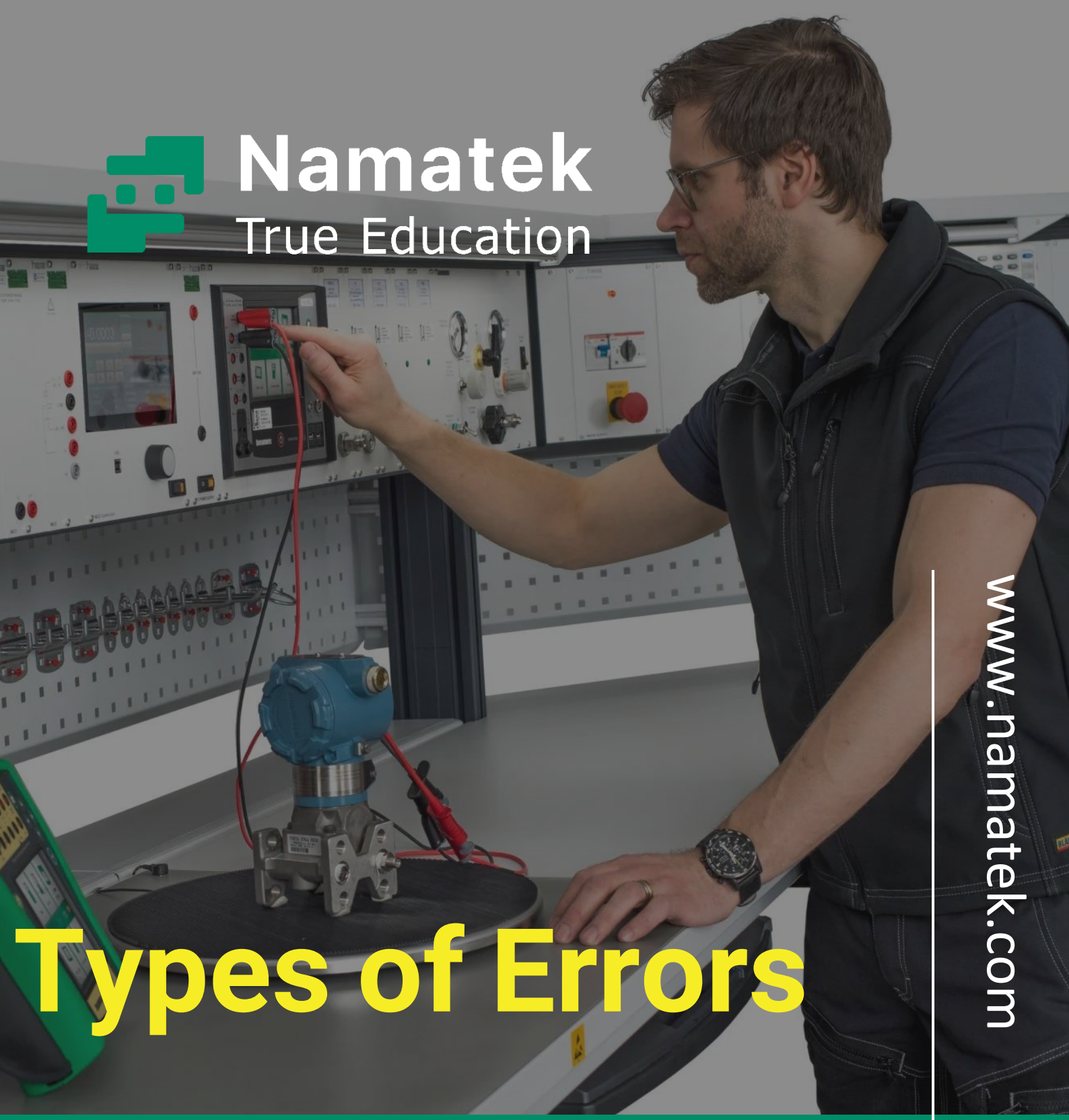
Namatek
True Education



Types of Errors

www.namatek.com

انواع خطا

فهرست مطالب

۱. کالیبراسیون چیست؟

۲. انواع خطا در کالیبراسیون

www.namatek.com

تا به حال به این فکر کرده‌اید که چگونه می‌توانید از صحت و دقت ابزارهای اندازه‌گیری خود اطمینان حاصل کنید؟ آیا می‌دانید که چه عواملی می‌توانند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری شوند و چه راه‌هایی برای شناسایی و اصلاح آن‌ها وجود دارد؟ آیا می‌دانید که خطاهای کالیبراسیون چه تأثیری بر کیفیت، ایمنی، هزینه و محیط زیست دارند؟

در این مقاله، ما قصد داریم به شما انواع خطاها در کالیبراسیون و روش‌های تشخیص و اصلاح آن‌ها را آموزش دهیم. ما ابتدا تعریف و اهمیت کالیبراسیون را مرور می‌کنیم و سپس انواع خطا را بر اساس منشأ، ماهیت و تأثیر آن‌ها معرفی می‌کنیم. پس با ما همراه باشید.

کالیبراسیون چیست؟

کالیبراسیون یک فرآیند است که در آن ابزارهای اندازه‌گیری با استانداردهای مرجع مقایسه می‌شوند تا دقت و صحت آن‌ها را تضمین کنند. این کار برای حفظ کیفیت و اطمینان از عملکرد صحیح ابزارهای اندازه‌گیری در صنایع مختلف ازجمله موارد زیر ضروری است:

- نفت و گاز
- پزشکی
- هوافضا
- خودروسازی

کالیبراسیون به ما کمک می‌کند تا خطاهای اندازه‌گیری را شناسایی و اصلاح کنیم.

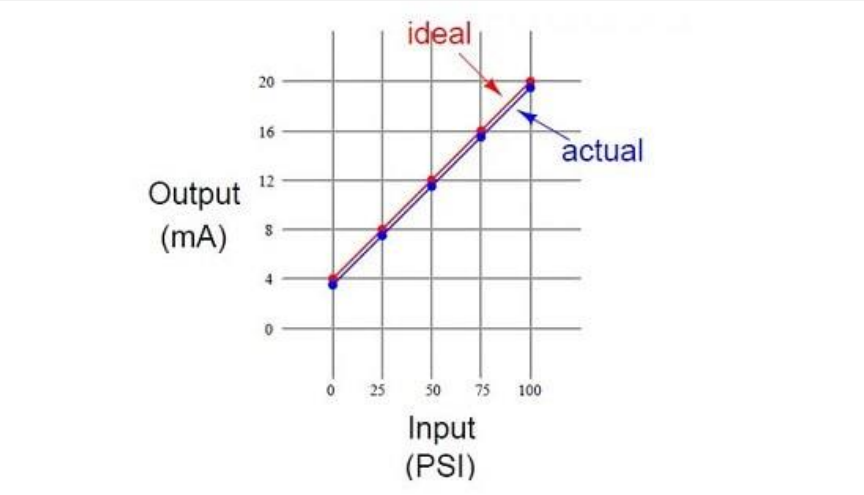
انواع خطا در کالیبراسیون

خطای کالیبراسیون اختلافی است بین مقدار واقعی یک متغیر فیزیکی و مقداری که توسط ابزار اندازه‌گیری نشان داده می‌شود. این خطا می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله موارد زیر ایجاد شود:

- سایش
- کارکرد طولانی مدت
- تغییرات دما و فشار
- تداخلات الکترومغناطیسی
- خطای انسانی

خطای کالیبراسیون می‌تواند بر روی کیفیت محصولات و خدمات، ایمنی کارکنان و محیط زیست، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و رضایت مشتریان تأثیر منفی بگذارد. انواع خطا در کالیبراسیون عبارت اند از:

خطای صفر

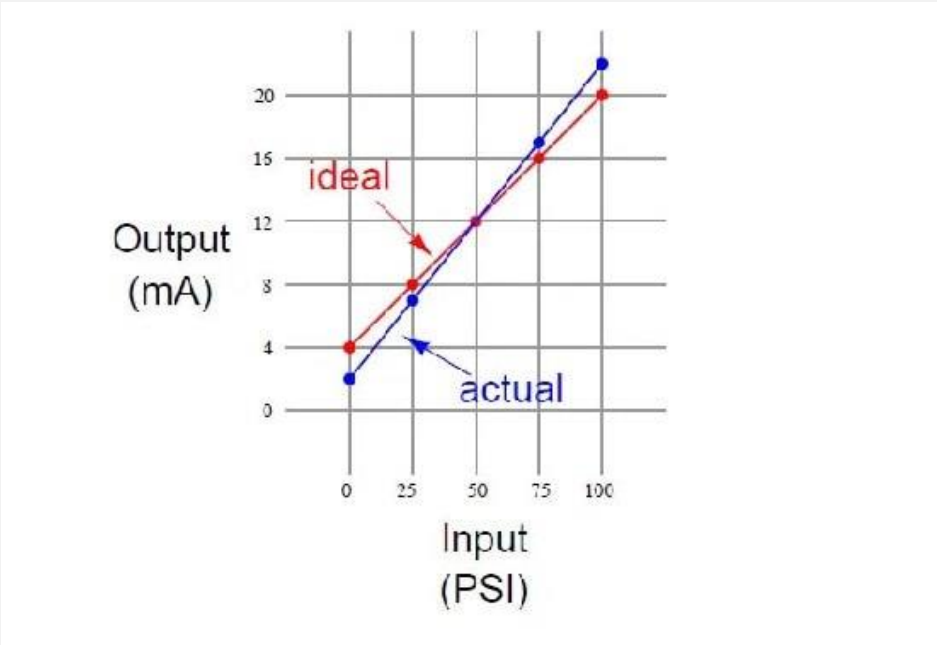


خطای صفر یکی از انواع خطا در کالیبراسیون است که باعث می‌شود تابع پاسخ ابزار اندازه‌گیری به صورت عمودی در نمودار جابه‌جا شود. این خطا معادل با تغییر مقدار b در معادله خطی y = mx + b است که y خروجی، mتنظیم اسپن، xورودی و b تنظیم صفر ابزار اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. این خطا تمام نقاط کالیبراسیون را به یک اندازه تحت تأثیر قرار می‌دهد و همان درصد خطا را در تمام محدوده ایجاد می‌کند. برای مثال، فرض کنید یک فشارسنج داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰۰ بار است و بازه خروجی آن ٤ تا ۲۰ میلی‌آمپر است. اگر فشارسنج در حالت صفر (بدون فشار) ۵ میلی‌آمپر خروجی دهد، این یعنی یک خطای صفر وجود دارد که باید اصلاح شود. این خطا می‌تواند به دلیل تغییرات زیر ایجاد شود:

- دما
- رطوبت
- گرد و غبار
- شوک
- لرزش

برای تشخیص خطای صفر، باید ابزار اندازه‌گیری را در حالت صفر قرار داد و خروجی آن را با مقدار مورد انتظار (٤ میلی‌آمپر) مقایسه کرد. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک پیچ تنظیم صفر یا یک دستگاه کالیبراسیون خروجی را به مقدار مورد نظر تنظیم کرد.

خطای اسپن(span)



خطای اسپن باعث می‌شود تابع پاسخ ابزار اندازه‌گیری به صورت افقی در نمودار جابه‌جا شود. این خطا معادل با تغییر مقدار m در معادله خطی y = mx + b است که y خروجی، mتنظیم اسپن، xورودی و b تنظیم صفر ابزار اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

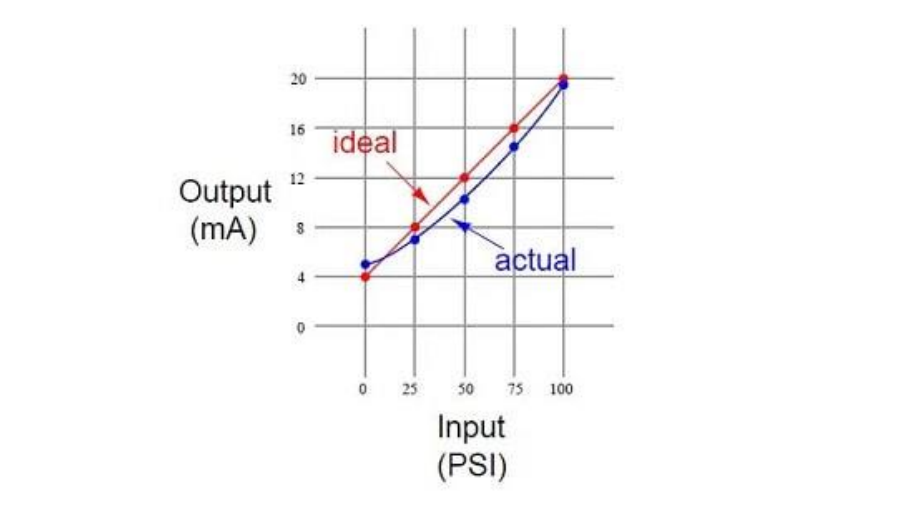
این خطا تمام نقاط کالیبراسیون را به نسبت تحت تأثیر قرار می‌دهد و هر چه از مرکز محدوده دورتر باشیم، درصد خطا بیشتر می‌شود. برای مثال، فرض کنید یک فشارسنج داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰۰ بار است و بازه خروجی آن ٤ تا ۲۰ میلی‌آمپر است.

اگر فشارسنج در حالت بیشینه (۱۰۰ بار) ۱۸ میلی‌آمپر خروجی دهد، این یعنی یک خطای اسپن وجود دارد که باید اصلاح شود. این خطا می‌تواند به دلایل زیر ایجاد شود:

- سایش
- کارکرد طولانی مدت
- تغییرات دما و فشار
- تداخلات الکترومغناطیسی
- خطای انسانی

برای تشخیص خطای اسپن، باید ابزار اندازه‌گیری را در حالت بیشینه قرار داد و خروجی آن را با مقدار مورد انتظار (۲۰ میلی‌آمپر) مقایسه کرد. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک پیچ تنظیم اسپن یا یک دستگاه کالیبراسیون خروجی را به مقدار مورد نظر تنظیم کرد.

خطای خطی



خطای خطی باعث می‌شود تابع پاسخ ابزار اندازه‌گیری به صورت غیرخطی در نمودار شکل بگیرد. این خطا معادل با تغییر معادله خط $y = mx + b$

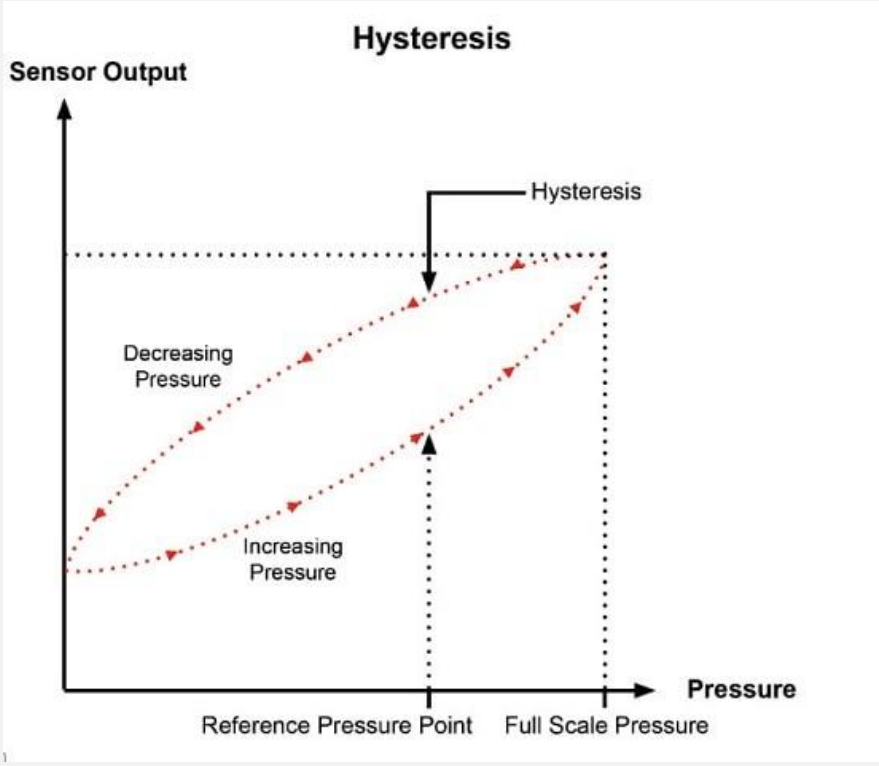
است که y خروجی، mتنظیم اسپن، xورودی و b تنظیم صفر ابزار اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. این خطا تمام نقاط کالیبراسیون را به نسبت تحت تأثیر قرار می‌دهد و هر چه از مرکز محدوده دورتر باشیم، درصد خطا بیشتر می‌شود. برای مثال، فرض کنید یک فشارسنج داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰۰ بار است و بازه خروجی آن ٤ تا ۲۰ میلی‌آمپر است. اگر فشارسنج در حالت نیمه (۵۰ بار) ۱۱ میلی‌آمپر خروجی دهد، این یعنی یک خطای خطی وجود دارد که باید اصلاح شود.

این خطا می‌تواند به دلایل زیر ایجاد شود:

- عدم تطابق بین ابزار اندازه‌گیری و استاندارد مرجع
- تغییرات دما و فشار
- تداخلات الکترومغناطیسی
- خطای انسانی

برای تشخیص خطای خطی، باید ابزار اندازه‌گیری را در چند نقطه مختلف از محدوده قرار داد و خروجی آن را با مقادیر مورد انتظار مقایسه کرد. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک دستگاه کالیبراسیون چند نقطه‌ای یا یک نرم‌افزار کالیبراسیون خطی‌سازی خروجی را به مقادیر مورد نظر تنظیم کرد.

خطای هیسترزیس(Hysteresis)



خطای هیسترزیس یک نوع خطای کالیبراسیون است که باعث می‌شود تابع پاسخ ابزار اندازه‌گیری به صورت حلقه‌ای در نمودار شکل بگیرد. این خطا به این معنی است که خروجی ابزار اندازه‌گیری به مسیری که ورودی به آن رسیده است وابسته است. به عبارت دیگر، خروجی ابزار اندازه‌گیری برای یک مقدار ورودی در حالت صعودی و نزولی متفاوت است.

این خطا می‌تواند به علل زیر باشد:

- عدم تطابق بین قطعات مکانیکی
- انقباض و انبساط حرارتی
- نیروهای الاستیک و پلاستیک
- فرسایش

برای تشخیص خطای هیسترزیس، باید ابزار اندازه‌گیری را در چند نقطه مختلف از محدوده در حالت صعودی و نزولی قرار داد و خروجی آن را با مقادیر مورد انتظار مقایسه کرد. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک دستگاه کالیبراسیون چند نقطه‌ای یا یک نرم‌افزار کالیبراسیون هیسترزیس را کاهش داد.

خطای اندازه‌گیری

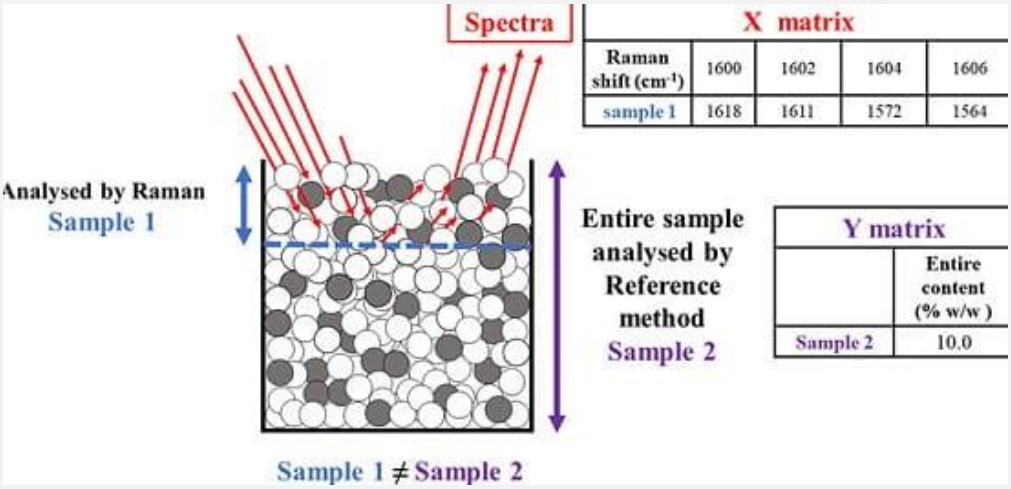
خطای اندازه‌گیری یکی دیگر از انواع خطا در کالیبراسیون است که باعث می‌شود خروجی ابزار اندازه‌گیری با مقدار واقعی متغیر فیزیکی مطابقت نداشته باشد. دلایل این خطا عبارت اند از:

- عدم دقت و صحت ابزار اندازه‌گیری
- عدم تطابق بین ابزار اندازه‌گیری و استاندارد مرجع
- تغییرات دما و فشار
- تداخلات الکترومغناطیسی

- خطای انسانی

برای مثال، فرض کنید یک ترمومتر داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است و بازه خروجی آن ۰ تا ۱۰ ولت است. اگر ترمومتر در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد ٤ ولت خروجی دهد، این یعنی یک خطای اندازه‌گیری وجود دارد که باید اصلاح شود. برای تشخیص خطای اندازه‌گیری، باید ابزار اندازه‌گیری را با یک استاندارد مرجع معتبر مقایسه کرد و اختلاف بین مقادیر را محاسبه کرد. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک دستگاه کالیبراسیون یا یک نرم‌افزار کالیبراسیون خطای اندازه‌گیری را اصلاح کرد.

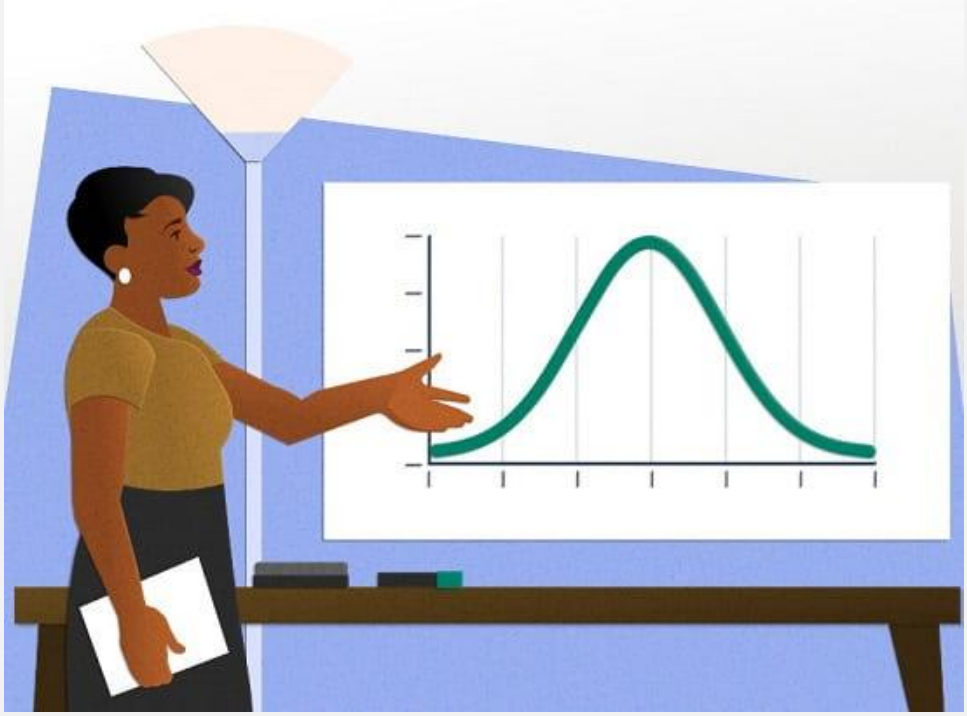
خطای نمونه‌برداری



خطای نمونه‌برداری یک نوع خطای کالیبراسیون است که باعث می‌شود خروجی ابزار اندازه‌گیری با مقدار متوسط متغیر فیزیکی مطابقت نداشته باشد. این خطا می‌تواند به دلیل عدم نمایندگی نمونه‌های انتخاب شده، عدم توزیع یکنواخت نمونه‌ها در محدوده، عدم تکرارپذیری نمونه‌برداری، خطای انسانی و غیره ایجاد شود. برای مثال، فرض کنید یک سنجشگر جریان داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰ لیتر بر ثانیه است و بازه خروجی آن ۰ تا ۵ ولت است.

اگر سنجشگر جریان را با استفاده از یک نمونه آب که جریان آن ۵ لیتر بر ثانیه است کالیبره کنیم، این یعنی یک خطای نمونه‌برداری وجود دارد که باید اصلاح شود. برای تشخیص خطای نمونه‌برداری، باید ابزار اندازه‌گیری را با استفاده از چند نمونه مختلف که تمام محدوده را پوشش دهند کالیبره کنیم و خروجی آن را با مقادیر مورد انتظار مقایسه کنیم. اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک دستگاه کالیبراسیون یا یک نرم‌افزار کالیبراسیون خطای نمونه‌برداری را اصلاح کنیم.

خطای انسانی



خطای انسانی از انواع خطا در کالیبراسیون است که باعث می‌شود خروجی ابزار اندازه‌گیری با مقدار مورد نظر مطابقت نداشته باشد. برای مثال، فرض کنید یک ولتمتر داریم که بازه ورودی آن ۰ تا ۱۰۰ ولت است و بازه خروجی آن ۰ تا ۱۰ ولت است.

اگر ولتمتر را با استفاده از یک منبع تغذیه که ولتاژ آن ۵۰ ولت است کالیبره کنیم؛ اما در هنگام خواندن خروجی ولت متر اشتباه کنیم و به جای ۵ ولت، ٦ ولت بخوانیم، این یعنی یک خطای انسانی وجود دارد که باید اصلاح شود.

این خطا می‌تواند به دلایل زیر ایجاد شود:

- عدم دانش و تجربه کافی
- عدم توجه و دقت کافی
- عدم رعایت دستورالعمل‌ها و استانداردها
- عدم استفاده از ابزارها و تجهیزات مناسب
- عدم نگهداری و تعمیر ابزارهای اندازه‌گیری
- عدم ثبت و گزارش داده‌ها به صورت صحیح

برای تشخیص خطای انسانی، باید ابزار اندازه‌گیری را با یک استاندارد مرجع معتبر مقایسه کرد و اختلاف بین مقادیر را محاسبه کرد.

اگر اختلافی وجود داشت، باید با استفاده از یک دستگاه کالیبراسیون یا یک نرم‌افزار کالیبراسیون خطای انسانی را اصلاح کرد.

نتیجه‌گیری

در مقاله انواع خطا در کالیبراسیون به بررسی انواع خطا و روش‌های تشخیص و اصلاح آن‌ها پرداختیم. نکات کلیدی و پیشنهاداتی که می‌توان از این مقاله برداشت کرد عبارت اند از:

- کالیبراسیون یک فرآیند ضروری است که باید به صورت منظم و با رعایت استانداردها انجام شود.

- خطاهای کالیبراسیون می‌توانند انواع مختلفی داشته باشند که هر کدام روش‌های خاصی برای تشخیص و اصلاح دارند.
- خطاهای کالیبراسیون را باید با استفاده از استانداردهای مرجع معتبر و ابزارها و تجهیزات مناسب محاسبه و اصلاح کرد.
- خطاهای کالیبراسیون را باید به صورت صحیح و دقیق ثبت و گزارش کرد.