



Namatek
True Education

www.namatek.com

Strain Gauge

استرین گیج چیست؟

فهرست مطالب

۱. استرین گیج چیست؟ (Strain Gauge)
۲. ساز و کار کرنش سنج ها
۳. انواع کرنش سنج
۴. کاربرد استرین گیج

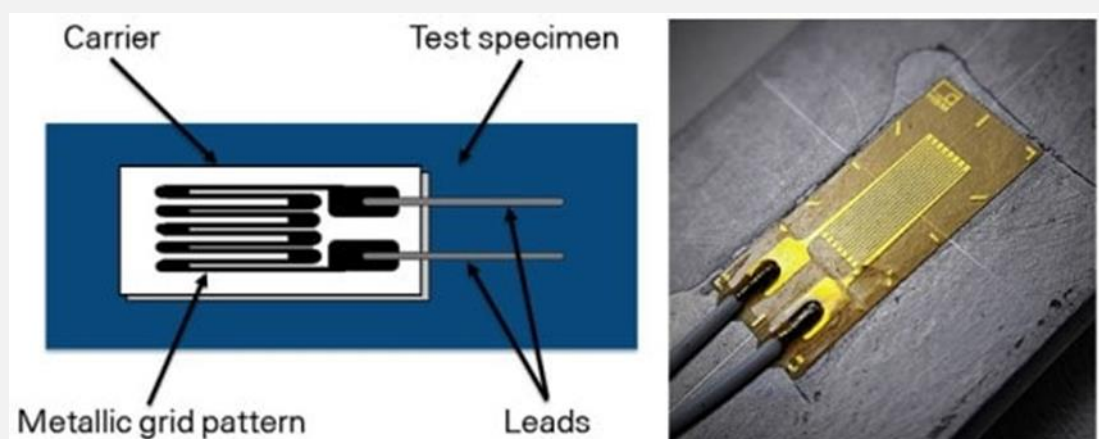
آیا برای شما هم در هنگام مطالعه و یا فعالیت در حوزه مورد علاقه تان این سوال پیش آمده که استرین گیج چیست و چه کاربردی دارد؟

در این پست می خواهیم با زبانی ساده برایتان استرین گیج را معرفی کنیم. هم چنین اصول کار، ویژگی ها، کاربرد و انواع آن را نیز پوشش داده ایم. در ادامه با ما همراه باشید.

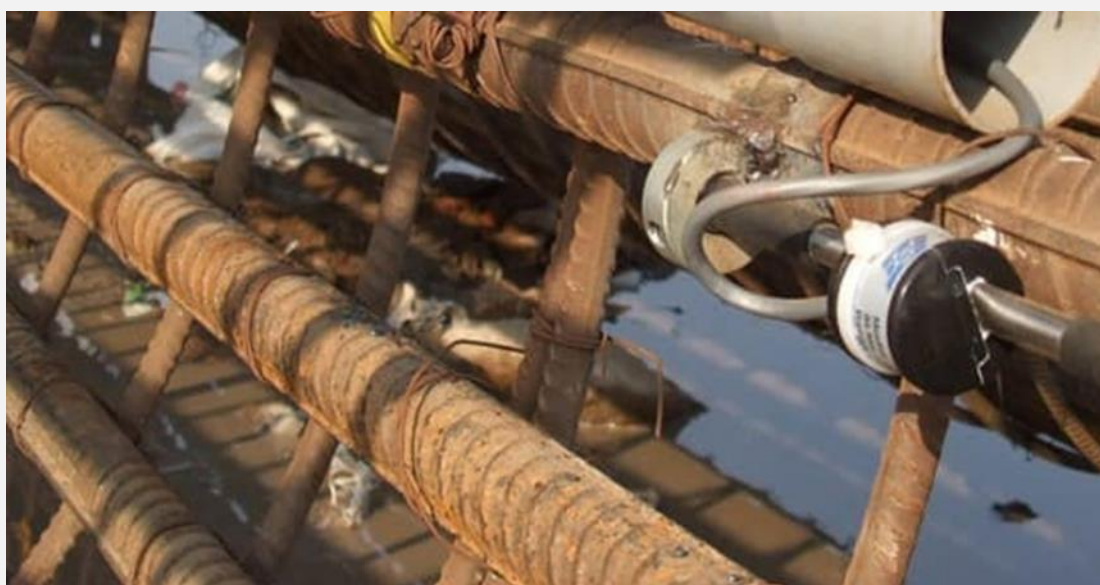
#۱ استرین گیج چیست؟ (Strain Gauge)

برای این که بدانید استرین گیج چیست و درک بهتری از آن داشته باشید از آزمایشی ساده شروع می کنیم و آن این است که اگر یک نوار فلزی و رسانا کشیده شود، لاغرتر و بلند تر می شود، هر دو تغییر منجر به افزایش مقاومت الکتریکی دو سر آن می شوند. بر عکس، اگر همین نوار فلزی رسانا، تحت نیروی فشاری قرار گیرد (بدون کمانش)، عریض و کوتاه می شود. اگر این تنش ها در حد الاستیک نوار فلزی حفظ شود (نوار به طور دائمی تغییر شکل ندهد)، می توان از این نوار به عنوان یک عنصر اندازه گیری نیروی فیزیکی استفاده کرد که مقدار نیروی وارد شده از اندازه گیری مقاومت آن استنباط می شود. هنگامی که نیرو های خارجی به جسم ساکن وارد می شوند، تنش و کرنش در جسم ایجاد می شود. تنش به دلیل نیرو های مقاومت داخلی جسم است.

کرنش جا به جایی و تغییر شکل جسم نیرویی است که می توان آن را با کرنش سنج اندازه گیری کرد. استرین گیج یا کرنش سنج در حقیقت نوعی سنسور الکتریکی نازک است و دارای طیف گسترده ای از اشکال و اندازه هاست که آن ها را برای کاربردهای مختلف مناسب می کند.



هدف اصلی استرین گیج تعیین غیر مستقیم تنش و تغییر آن با زمان، به صورت کمی است. مقدار تنش با ضرب کرنش اندازه گیری شده در مدول الاستیسیته تعیین می شود.



#۲ ساز و کار کرنش سنج ها

هر استرین گیج از یک ورق فلزی که توسط یک لایه قابل انعطاف عایق بندی شده تشکیل می شود. به طور کلی استرین گیج به مقاومت الکتریکی هر هادی بستگی دارد.

مقاومت در هر دستگاه رسانا نیز به طول و هم چنین سطح مقطع آن بستگی دارد. فرض کنید L_1 طول اصلی سیم است و L_2 نیز طول جدید پس از اعمال نیروی خارجی بر روی آن است، کرنش (ϵ) با فرمول زیر به دست می آید:

$$\epsilon = (L_2 - L_1) / L_1$$

حال، هر زمان که یک نیروی خارجی پارامترهای فیزیکی یک جسم را تغییر دهد، مقاومت الکتریکی آن نیز تغییر می کند. کرنش سنج با استفاده از فرمول Gauge Factor این تغییر شکل را اندازه گیری می کند.

فاکتور سنج نشان دهنده حساسیت کرنش سنج ها است و با فرمول زیر ارائه می شود:

$$GF = [\Delta R / (RG * \epsilon)]$$

مولفه های فرمول فوق به صورت زیر تعریف می شوند:

• ΔR : تغییر در مقاومت ایجاد شده در اثر فشار

• RG : مقاومت اولیه کرنش سنج

• ۴: کرنش

#۱-۲ اصل کار استرین گیج چیست؟

استرین گیج بر اساس اصل هدایت الکتریکی و وابستگی آن به هندسه هادی کار می کند. هرگاه هادی در محدوده کشش کشیده شود، شکسته نمی شود؛ بلکه باریک تر و بلند تر می شود. به همین ترتیب، وقتی فشرده می شود، کوتاه تر و گسترده تر می شود و در نهایت مقاومت آن تغییر می کند.

ما می دانیم که مقاومت مستقیماً به طول و سطح مقطع هادی وابسته است:

$$R = L/A$$

به این صورت که:

- R: مقاومت
- L: طول
- A: سطح مقطع

تغییر در شکل و اندازه هادی هم چنین باعث تغییر طول و سطح مقطع آن می شود که در نهایت بر مقاومت آن تأثیر می گذارد. هر استرین گیج معمولی دارای یک نوار رسانای باریک و بلند است که به صورت زیگ زاگ از خطوط موازی تشکیل شده است.

دلیل ترازبندی آن ها به صورت زیگزاگ این است که آن ها حساسیت را افزایش نمی دهند؛ زیرا درصد تغییر مقاومت برای یک کرنش مشخص برای کل نوار رسانا برای هر ردیف یکسان است. هم چنین، تنها یک ردیف در معرض گرم شدن بیش از حد است که مقاومت آن را تغییر می دهد و بنابراین اندازه گیری دقیق تغییرات را دشوار می کند.

این تغییر مقاومت متناسب با تغییر طول روی سطح جسم مورد آزمایش است. همان طور که در معادله زیر نشان داده شده است، کرنش سنج ها با اندازه گیری تغییر مقاومت الکتریکی در یک فویل رسانای نازک کار می کنند. مقدار ثابت گِیج نشان دهنده حساسیت کرنش سنج است. کرنش سنج تغییر مقاومت را به تغییر طول تبدیل می کند.

$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon$	Resistance = $R(\Omega)$ Changed resistance = $\Delta R(\Omega)$ Strain = ε Gage factor = K
--	--

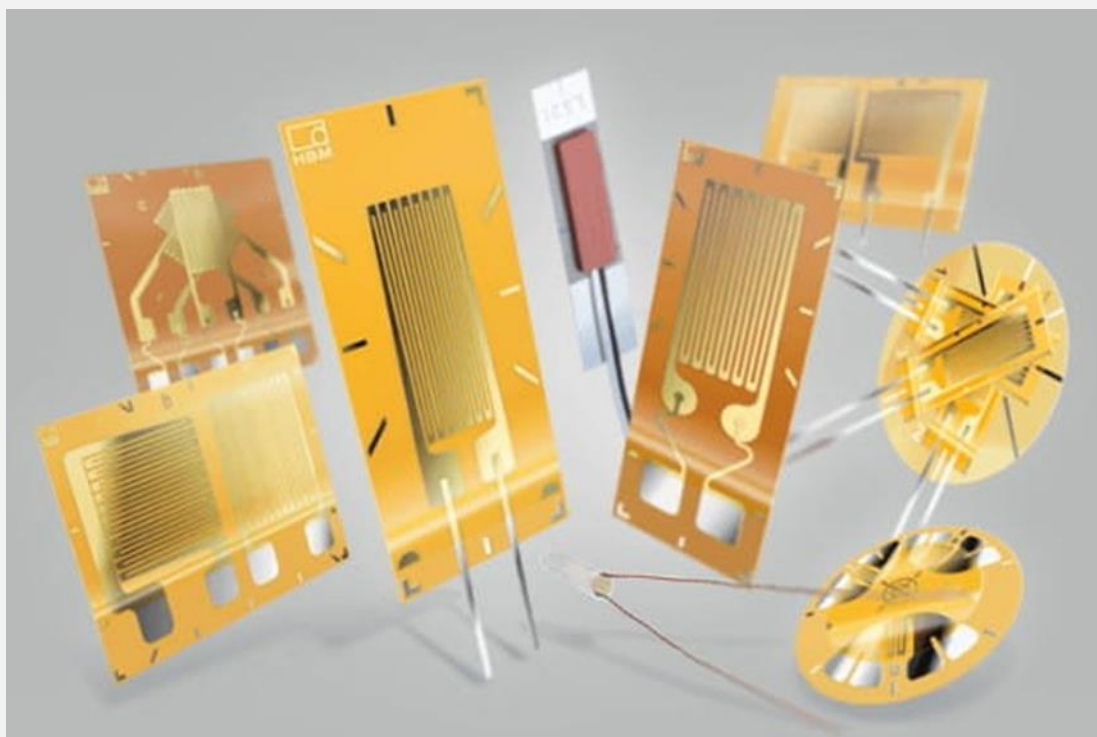
#۳ انواع کرنش سنج

انواع مختلف استرین گیج وجود دارد که برای کاربردهای مختلف و بازه های مختلف اندازه گیری وجود دارد. چندین نوع کرنش سنج وجود دارد که تفاوت آن ها بر اساس اصل کاری است که انجام می دهند و می توان

آن ها را در انواع مکانیکی، نوری، صوتی، پنوماتیک یا الکتریکی دسته بندی کرد.

با توجه به نحوه نصب نیز، استرین گیج ها می توانند پیوندی و یا غیر پیوندی باشند و بر اساس ساختار، می توان از استرین گیج های فویل، نیمه هادی و فوتوالکتریک استفاده کرد.

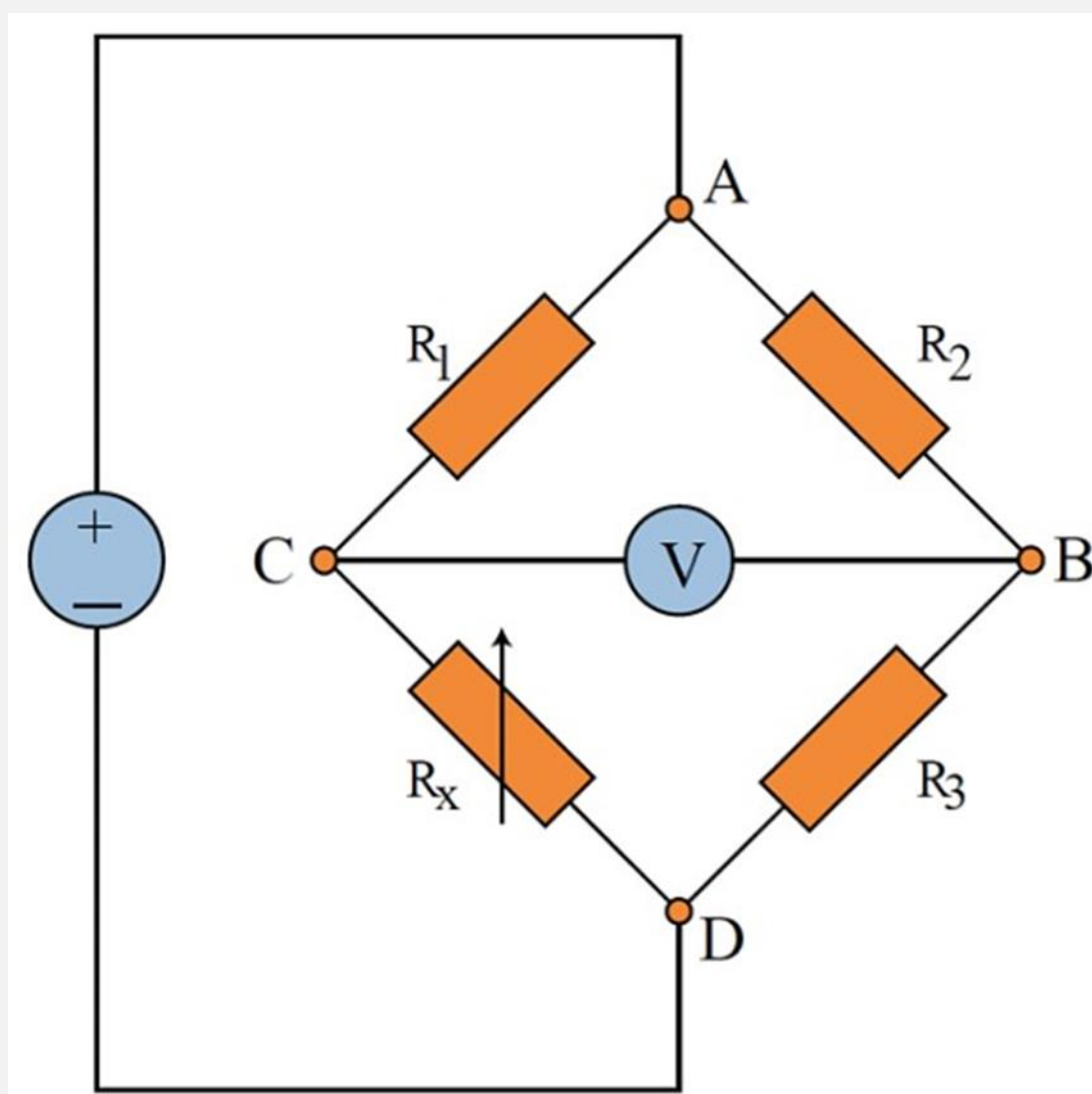
برای این که بدانید انواع استرین گیج چیست باید این نکته را بدانید که تمام آن ها از یک پل Wheatstone برای محاسبه تغییر مقاومت استفاده می کنند و بر همین اساس می توان آن ها را در انواع چهار پل (full Bridge)، دو پل (half bridge) یا حتی به صورت تک پل (quarter bridge) طراحی نمود.



#۱-۳ استرین گیج یک چهارم پل (کوارتر پل)

برای اندازه گیری یک محور، از کرنش سنج یک چهارم پل استفاده می شود، همان طور که در شکل زیر نشان داده شده است.

پل چهارم به این واقعیت اشاره دارد که فقط یک مقاومت از چهار مقاومت متغیر (R_x) است و سه مقاومت دیگر ثابت هستند. مدار مقدار مقاومت متغیر را تعیین می کند تا مدار متعادل باشد و هیچ جریانی از نقاط B و C عبور نکند.

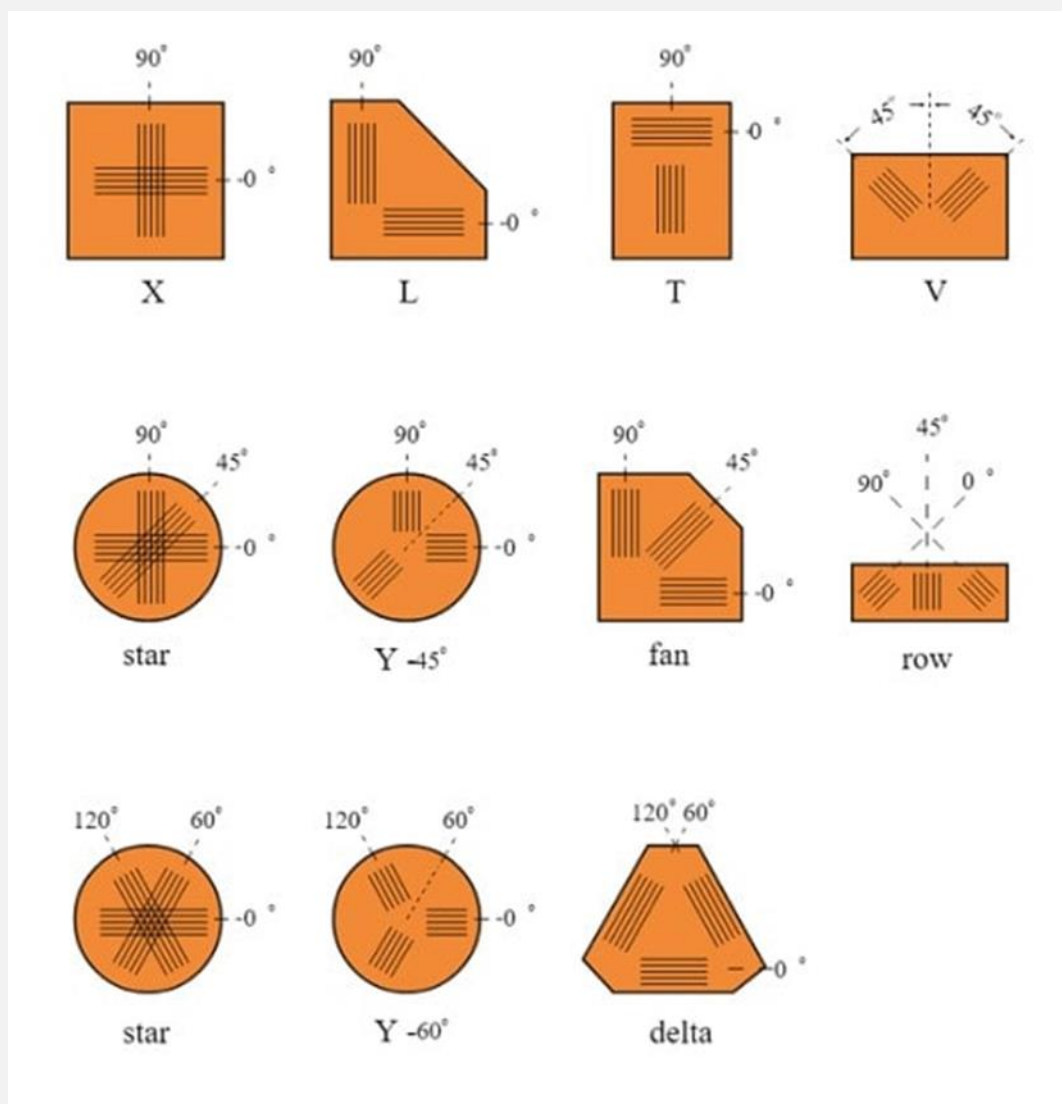


#۲-۳ استرین گیج با الگوی Rosettes

برخی از استرین گیج ها به نام الگوی Rosettes از سنسورهای اضافی برای اندازه گیری کرنش در چند جهت استفاده می کنند. روزت ها برای تعیین حالت کششی کامل یک جسم در سطح مورد استفاده قرار می گیرند.

حالت کرنش کامل از سویه های نرمال، برشی و اصلی تشکیل شده است. یک رزت دو محوره از دو حسگر استفاده می کند و کرنش سنج ها عمود بر یکدیگر سوار می شوند. برای یک روزت سه محوری، سه درجه اندازه گیری لازم است. این گیج ها بسته به اندازه گیری های مورد نیاز، در دمای ° تا ۴۵- درجه ۹۰- درجه یا ° درجه ۶۰- درجه ۱۲۰- درجه نسبت به یکدیگر نصب می شوند.

در زیر چند پیکربندی متداول برای استرین گیج های با الگوی Rosettes آورده شده است.



#۴ کاربرد استرین گیج

استرین گیج ها به طور گسترده ای در زمینه نظارت ژئوتکنیکی مورد استفاده قرار می گیرند تا یک بررسی مداوم بر روی سازه ها، سدها، تونل ها و ساختمان ها انجام شود تا بتوان به موقع از بروز حوادث و تصادفات در صورت بروز تغییر شکل در آن ها جلوگیری کرد.

کاربردهای فشار سنج ها عبارتند از:

- صنعت هوافضا
- پل های کابلی
- نیروگاه های هسته ای
- نظارت بر خطوط راه آهن
- اندازه گیری گشتاور و قدرت در تجهیزات چرخشی

در زمینه های مهندسی عمران و نظارت ژئوتکنیک به طور منظم از فشار سنج برای تشخیص خرابی در سازه هایی مانند پل ها، ساختمان ها و موارد دیگر استفاده می شود.

