مرکز علمی کاربردی خانه کارگر واحد تبریز

مهندسی نقشه کشی صنعتی

تهیه و تنظیم :
پریا لطفی وند

دستگاه اندازه گیری مختصات CMM

_ معرفی دستگاه CMM

شرکت DEA ایتالیا اولین مخترع CMM در جهان است که در حدود ۴۰ سال قبل(سال ۱۹۶۳) اولین CMM بنام Alfa را ساخته است .در دهه ۸۰ تغییرات عمده و پیشرفت های زیادی در ساخت و طراحی CMM ها ایجاد شد و نسل ماشین هایCMM امروزی از سال ۱۹۹۰ طراحی و ساخته شده است .

بازرسی ورودی ها (کنترل قطعات سازنده) :

شرکت های مادر مثل شرکت ایران خودرو سازنده های بسیاری دارند که قطعات مصرفی آنها را تامین میکنند ، به جهت آنکه کیفیت قطعه ساخته شده توسط سازنده با مشخصات در خواستی مطابقت داشته باشد ، قبل از ارسال به خط تولید نهایی قطعات به آزمایشگاه شرکت مادر ارسال و تست های مختلفی طبق استانداردها و نقشه های مربوطه انجام میشود که یکی از آنها اندازه گیری قطعه می باشد .در این حالت قطعه در محل دیگری تولید و جهت دریافت تاییدیه به شرکت اصلی ارسال و به صورت رندوم اندازه گیری میشود .
استفاده در محل کارخانه (In line , Side line , Off line) : جهت کنترل خط تولید و با هدف کم کردن دوباره کاری و دور ریز و اصلاح روش تولید از CMM به سه روش زیر استفاده میشود .

۲-۱) Off line :
به این صورت که یک فضای مناسب از نظر شرایط محیطی در خارج از محل تولید در کارخانه CMM را قرار میدهند و قطعه تولید شده را از خط به سالن CMM جهت اندازه گیری ارسال میکنند و نتیجه به واحد های مربوطه ارسال میشود .در گذشته روش کار فقط به همین صورت بود ولی از ۱۹۹۰ به بعد این روش تغییر کرده و کمتر مورد استفاده دارد .

۲-۲) Side line :
با توجه به اینکه در روش Off line در زمان ارسال قطعه و اندازه گیری و ارائه گزارش ، تعداد زیادی قطعه تولید میشود و اگر قطعه معیوب باشد مقدار زیادی ضایعات بوجود میآمد سعی بر این

شد که سیستم کنترلی به خط تولید نزدیک تر شود ، که این کار مستلزم ایجاد تغییرات و اضافه کردن قابلیت های به دستگاه جهت غلبه بر شرایط نامناسب محیط تولید (از جمله دما ، رطوبت ، گرد وغبار ، ارتعاش و ...) و افزایش سرعت بود .

۲-۳) In line :

با افزایش تیراژ تولید و به تبع آن بالا رفتن سرعت تولید نیاز بر این شد که دستگاه کنترلی در خط تولید و همزمان با تولید کار کنترل را انجام دهد . (مشابه ماشین های افزار CNC که همزمان با تولید کلیه مشخصات ابعادی قطعه را در اختیار اپراتور قرار میدهد .)
سرعت بالا ، هماهنگی با شرایط محیطی ، کاربری آسان از جمله خصوصیاتی است که CMM های In line باید دارا باشند .
پارامتر سرعت در اندازه گیری آنقدر اهمیت پیدا کرده که اخیرا (سال ۲۰۰۳) شرکت خودرو سازی دایملر _ کرایسلر به شرکت DEA سفارش دستگاه اندازه گیری سه بعدی را داده که توانایی اندازه گیری ۵۶ پارامتر (مختصات ۵۶ نقطه) را در عرض ۶۰ ثانیه را داشته باشد .

۳- صدور تاییدیه کالیبراسیون : با توجه به اینکه پنل گیج ها و چکینک ها دارای مدت زمان مشخصی از جهت تاییدیه کالیبراسیون می باشند جهت حصول اطمینان از دقت آنها در انتها مهلت مشخص شده با استفاده از CMM دقت آنها کنترل میشود . همچنین جهت تایید قالب ها برای استفاده در خط تولید کنترل ابعادی و تلرانس های هندسی آنها با CMM اجتناب نا پذیر است .

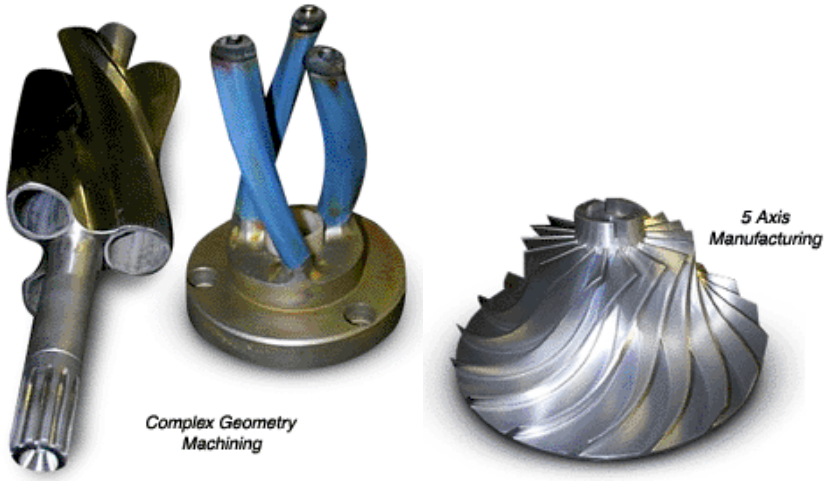
بطور کلی مزایای استفاده از CMM بشرح زیر می باشد :

زمان بازرسی کاهش پیدا میکند .
انعطاف پذیری بالا .
درصد دور ریز کمتر.
کیفیت محصول نهایی بالا میرود .

CMM چه پارامتر های را میتوان اندازه بگیرد :

اندازه گیری فانکشن های ساده مثل مختصات هر نقطه ، قطر ، شعاع (دایره ، قوس) هم محوری ، تعامد ، زاویه ، طول و ... .

اندازه گیری های سطوح با شکل و فرم هندسی نامشخص که دارای منحنی های پیچیده ای هستند که با استفاده از CAD DATA قابل بررسی و کنترل می باشند .
اندازه گیری های مرکب که شامل فانکشن های پیچیده اندازه گیری مثل اندازه گیری پارامتر های مربوط به چرخ دنده ها و قطعاتی که دارای موقعیت خاص هستند .



در حالت ساده وقتی یک فاصله با یک تلرانس خاص داریم خطای اندازه گیری رابطه مستقیم با طول دارد .که حداقل خطای اندازه گیری دستگاه نسبت به تلرانس با ۵ بار اندازه گیری باید در محدوده قابل قبول باشد .
برای مثال :

Tolerance : 0.02 mm
CMM accuracy : MPEe : 2.9+4L/1000
CMM error on L=50mm : 2.9+4*50/1000=3.1 µm << 20 µm

این دستگاه برای اندازه گیری قطعه ای که دارای ۰,۰۲ میلی متر تلرانس است مناسب می باشد چرا که خطای طولی دستگاه ۳,۱ میکرومتر و بمراتب کوچکتر از ۵ برابر مقدار تلرانس قطعه می باشد .
در حالت دوم ابتدا قطعه نمونه (مدل اولیه) را با استفاده از CMM نقطه برداری میکنند (Digit) و ابری از نقاط ایجاد شده که پیوستگی زیاد با یکدیگر دارند مثلا مختصات ۲,۵ میلیون نقطه برای یک قطعه استخراج میشود که این نقاط تشکیل دهنده cad فایل قطعه هستند .در مراحل تولید محصول تولیدی را با cad فایل موجود مقایسه میشود .
در حالت سوم که به Complex geometry معروف است هم فانکشن های ساده را داریم و هم پارامترهای خاص مثل چرخ دنده ، میل بادامک ، میل لنگ و غیره ... . در این مواقع معمولا از cad فایل استفاده نمیشود و نرم افزارهای خاصی پارامترهای مورد نظر را محاسبه و کنترل میکنند .

شناخت دستگاههای CMM :

تکنولوژی دستگاه

Probe head

نرم افزار

دقت و خطای دستگاه

بعد از شناخت و درک این چهار مورد است که میتوان دستگاه مورد نیاز را انتخاب کرد .

انواع **CMM**:

۱- Bridge (پل) :

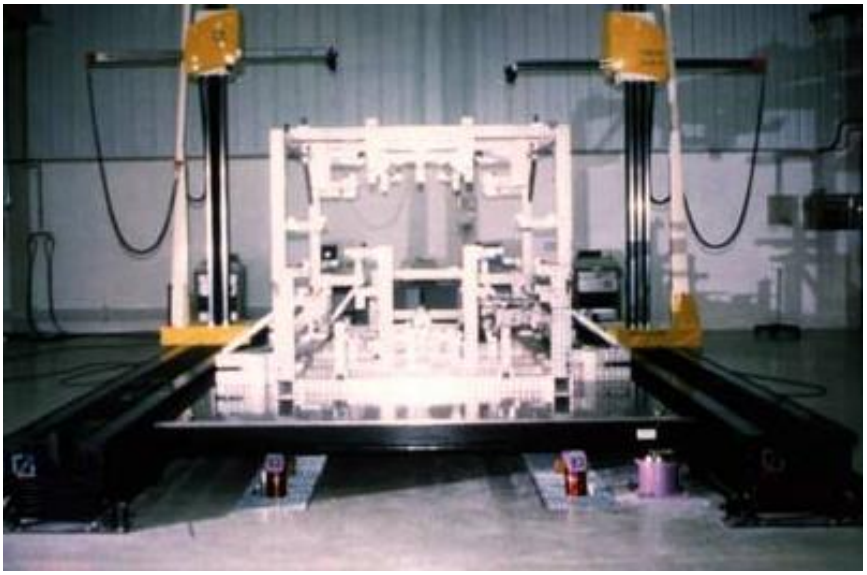
این دستگاه نیاز به فونداسیون نداشته و دارای دقت بالا و قیمت ارزانتر نسبت به مدل های دیگر هستند و فضای زیادی نیز اشغال نمیکنند .در شکل های زیر چند نمونه نمایش داده شده است .

۲- Gantry (دروازه ای) :

در این ماشین دسترسی به قسمتهای مختلف قطعه براحتی امکان پذیر است و نیز load و unload قطعه نیز براحتی قابل دسترسی است و دارای دقت بالای نیز هستند .که بیشتر برای قطعات بزرگ و قالب ها مناسب میباشند .

۳-Horizontal arm (بازویی یا ستونی) : بدلیل اینکه وزن ستون Y روی ستون Z میباشد روی دقت دستگاه تاثیر گذار است . برای اندازه گیری بدنه خودرو بسیار مناسب می باشد ، زمان اندازه گیری در صورت انتخاب دستگاه ۲ بازویی نصف میشود .

در ضمن فضای زیادی اشغال میکنند.



دستگاه بازوییِ دوقلو

دستگاه بازوئی با یک ستون

۲- پراب ها Probes :

پراب به مجموعه ای از ابزارهای اصلی دستگاه اندازه گیری اطلاق میشود که وظیفه برداشتن اطلاعات عددی از قطعه و ارسال آن به واحد پردازش و نرم افزار دستگاه را دارند که این مجموعه شامل :

Motorize probe head, probe, extension, stylus, rabbi ball

میباشد .

شکل بالا مجموعه پراب تماسی را نمایش میدهد که با تماس Robbi ball به سطح قطعه اطلاعات عددی را استخراج میکند .(دسته بندی پراب شرح داده میشود) .

شرکت Renishaw انگلستان سازنده کلیه تجهیزات مربوط به پراب های تماسی در دنیا می باشد که تقریبا تمام شرکت های CMM ساز دنیا از موتورایز پراب های Renishaw استفاده میکنند ، بجز شرکت Zeiss آلمان که پراب هدهای انحصاری خودش معروف به RDS را طراحی کرده و استفاده میکند .

دسته بندی پراب ها :

تماسی (Contact) : پراب های تماسی در ۲ نوع موجود می باشند یکی پراب های Point to Point و نوع دیگر پراب های Scanning می باشند . در نوع point to point (طبق شکل بالا) با برخورد (تاچ کردن) Robbi ball با سطح قطعه اطلاعات عددی مربوط به یک نقطه استخراج میشود (Renishaw TP20) . در مدل Scanning پراب بصورت تماسی و یا مالشی روی قطعه حرکت کرده و می تواند تا ۱۹۲۰۰ نقطه در ثانیه اطلاعات عددی استخراج کند (Renishaw SP600) .

غیر تماسی (Non contact) : پراب های غیر تماسی به سه دسته تقسیم میشوند و کاربرد أنها بیشتر در مواقعی است که سرعت بالا در اندازه گیری مد نظر باشد و یا به خاطر شکل و فرم قطعه یا نرم و ارتجاعی بودن جنس قطعه امکان استفاده از پراب های تماسی وجود ندارد . برای مثال جهت روشن شدن اختلاف سرعت اندازه گیری پراب های تماسی با غیر تماسی در نظر بگیرید که در اندازه گیری یک دایره با پراب تماسی شما باید حداقل ۶ نقطه تاچ کنید که تقریبا ۱۵ ثانیه زمان میبرد اما در پراب غیر تماسی اطلاعات همان نقطه در یک آن استخراج میشود . در اینجا سه مدل پراب غیر تماسی با قابلیت های متفاوت معرفی شده است .

1_ Point to point (Renishaw OTP6M)
2_Point Scanning (Wolf & Beck OTM3M)
3_Stripe Scanning (Metris)

در مدل Striper اطلاعات بصورت کپی برداری یا عکس برداری از روی قطعات بزرگ و پیچیده مثل قالب های بزرگ استخراج میشود .

نرم افزار (soft ware) :

شرکت های مختلف سازنده CMM در دنیا هر کدام نرم افزار های مخصوص به خود را همراه با دستگاه ارائه میکنند . البته امکان استفاده از نرم افزار های مختلف برای دستگاه با استفاده از مبدل هایی وجود دارد . تا جایی که بعضی از شرکت ها در دنیا فقط به تولید نرم افزار های اندازه گیری مشغول می باشند . معمولا هر دستگاه دارای یک نرم افزار پایه ژئومتریکی است و یک نرم افزار با

قابلیت اندازه گیری با Cad data . یک دستگاه اندازه گیری سه بعدی با توجه به نوع نیاز مصرف کننده امکان نصب نرم افزارهای مختلف اندازه گیری و محاسبه و آنالیز را باید داراباشد .

۴- دقت و خطای دستگاه:

با افزایش وکاهش دما هم قطعه و هم دستگاه اندازه گیری دچار انبساط و انقباض ناشی از تغییرات دما میشوند ، به همین دلیل کنترل تاثیر دما برای استفاده از CMM در روش In line اهمیت پیدا میکند .برای رفع این تاثیر منفی در نتیجه اندازه گیری قابلیت Temperature Compensation به توانایی های دستگاههای سه بعدی اضافه شده است .
در تکنولوژی قدیمی خط کش های سه محور به دستگاه چسبیده میشد که این موضوع باعث تابیدگی Scale بدلیل تغییرات دما میشد، اما امروزه خط کش ها را از جنس ها و آلیاژهایی میسازند که هادی حرارت باشند تا یکنواختی دما در آنها ایجاد شود .
بطور کلی اگر خط کش دستگاه CMM دارای شرایط زیر باشد امکان استفاده از آن دستگاه بصورت In line وجود دارد :
۱- خط کش امکان انبساط جدا از دستگاه را داشته باشد .
۲- گواهی دقت داشته باشند .
۳- هادی باشند .

اگر دمای ۲۰ درجه سانتی گراد برای اندازه گیری قطعه ای پیشنهاد شده باشد و داشته باشیم :

$\alpha p = 22\ \mu m/C/m$

$\alpha s = 10\ \mu m/C/m$

و طول قطعه اندازه گیری ۱ متر فرض شود آنگاه خطا برابر خواهد بود :

$Error = (\alpha p - \alpha s) * 5\ C * 1m = 60\ \mu m$

بغیر از خطاهای که به دلیل تاثیر تغییرات دما در اندازه گیری وجود دارد خطاهای هندسی و ژئومتریکی در اندازه گیری هر نقطه وجود دارد که دستگاه CMM باید قابلیت محاسبه و اصلاح آنها را داشته باشند که بطور خلاصه شامل :

Linear errors
Square ness errors
Rotational errors
Sinking errors (for horizontal arm)

است و فروشنده CMM باید تاییدیه قابلیت کنترل و اصلاح حداقل ۲۱ پارامتر را به خریدار ارئه نماید .

CMM های پیشرفته باید مطابق با استانداردهای کنترل دقت ذیل کنترل شده و موارد أنها را پاس نمایند :

ISO1036/2

MPE_E : Volumetric length measuring uncertainty along any direction space

MPE_P : Volumetric probing uncertainty

ISO 10360/4
MPE_{THP} : Scanning performance

ISO 10360/5
Multi plus stylus probing system error

شرکت های معروف و معتبر CMM ساز دردنیا به شرح ذیل میتوان نام برد .

GERMANY	*ENGLAND*	*ITALYA*	*U.S.A*
ZIESS	LK	DEA	BROWN & SHARPE
ZETT MESS	IMS	POLI	
MORA	ITP		
WENZEL			

واژه شناسی

استاندارد اندازه گیری :

Measurement standard
Etalon

سنجه مادی ، دستگاه اندازه گیری ، ماده مرجع یا سیستم اندازه گیری که هدف آن تعریف ، تحقیق ، ابقاء یا باز تولید یکایک کمیت یا مقداری (یا مقادیری) از آن است که به عنوان مرجع به کار گرفته می شود .

الف) استاندارد جرم یک کیلو گرمی .

ب) مقاومت استاندارد صد اهمی .

ج) استاندارد طول یک متری .

استاندارد بین المللی اندازه گیری :

International measurement standard

Etalon international

استانداردی که در توافق بین المللی به عنوان مبناء برای کمیتی به رسمیت شناخته می شود تا برای مشخص شدن مقادیر سایر استاندارد های کمیت مورد نظر در سطح جهانی به کار گرفته شود .

کالیبراسیون :

Calibration

Etalonnage

مجموعه عملیاتی که تحت شرایط مشخص ، میان نشاندهی یک دستگاه یا سیستم اندازه گیری ، یا مقدار یک سنجه مادی یا ماده مرجع و مقدار منتاظر آن که از استانداردهای اندازه گیری حاصل می شوند رابطه بر قرار می کند .

نتیجه کالیبراسیون ممکن است در مدرکی ثبت شود که گاه آن را گواهی نامه کالیبراسیون یا گزارش کالیبراسیون می نامند .

گستره نامی :

Nominal range

Caliber

مقدار نامی :

Nominal value

Valeur nominale

فرآیند اندازه گیری :

Measurement process

مجموعه فرآیند دستورالعملها ، رویه های مدون شده ، ابزار دقیق ، نرم افزار ها و افرادی که در ارتباط با کار اندازه گیری هستند به عنوان فرآیند اندازه گیری شناخته می شوند .

درستی دستگاه اندازه گیری :

Accuracy of measuring instrument
Exactitude d'un instrument de measure

توانایی دستگاه اندازه گیری در دادن پاسخی نزدیک به مقدار واقعی .

تکرار پذیری :

Repeatability of a measuring instrument
Fidelite d'un instrument de measure

توانایی دستگاه اندازه گیری در نشان دهی نسبتا یکسان در هنگامی که اندازه گیری اندازه ده در شرایط یکسان تکرار شود . این شرایط یکسان عبارتند از :

به حداقل رساندن تغییرات ناشی از ناظر .

همان روند اندازه گیری .

همان ناظر .

همان تجهیزات اندازه گیری ، تحت همان شرایط به کار گیری .

همان محل .

تکرار در یک فاصله زمانی کوتاه .

تجدید پذیری نتایج اندازه گیری :

Reproducibility of resulta of measurement
Reproducibilite des resultas de mesurage

نزدیکی توافقی میان نتایج اندازه گیری هایی تحت شرایط تغییر یافته اندازه گیری روی همان اندازه ده انجام می شود . شرایط تغییر یافته ممکن است موارد زیر با شند :

اصل اندازه گیری .

روش اندازه گیری .

ناظر .

دستگاه اندازه گیری .

استاندارد مرجع .

محل .

شرایط اندازه گیری .

خطای اندازه گیری :

Error of measurement
Erreur de mesure
نتیجه اندازه گیری منهای مقدار واقعی اندازه ده .

انحراف :
Deviation
Ecart
مقدار بدست آمده منهای مقدار مرجع آن .

خطای نسبی :
Relative error
Erreur relative
خطای اندازه گیری تقسیم بر مقدار واقعی اندازه ده .

خطای تصادفی :
Random error
Erreur aleatoire
نتیجه اندازه گیری منهای میانگین نتایجی که از انجام تعداد نا محدودی اندازه گیری یک اندازه ده در شرایط تکرار پذیری بدست می آید . از آنجا که تعداد اندازه گیری هایی که می توان انجام داد محدود است ، خطای تصادفی را فقط با تخمین می توان تعین کرد .

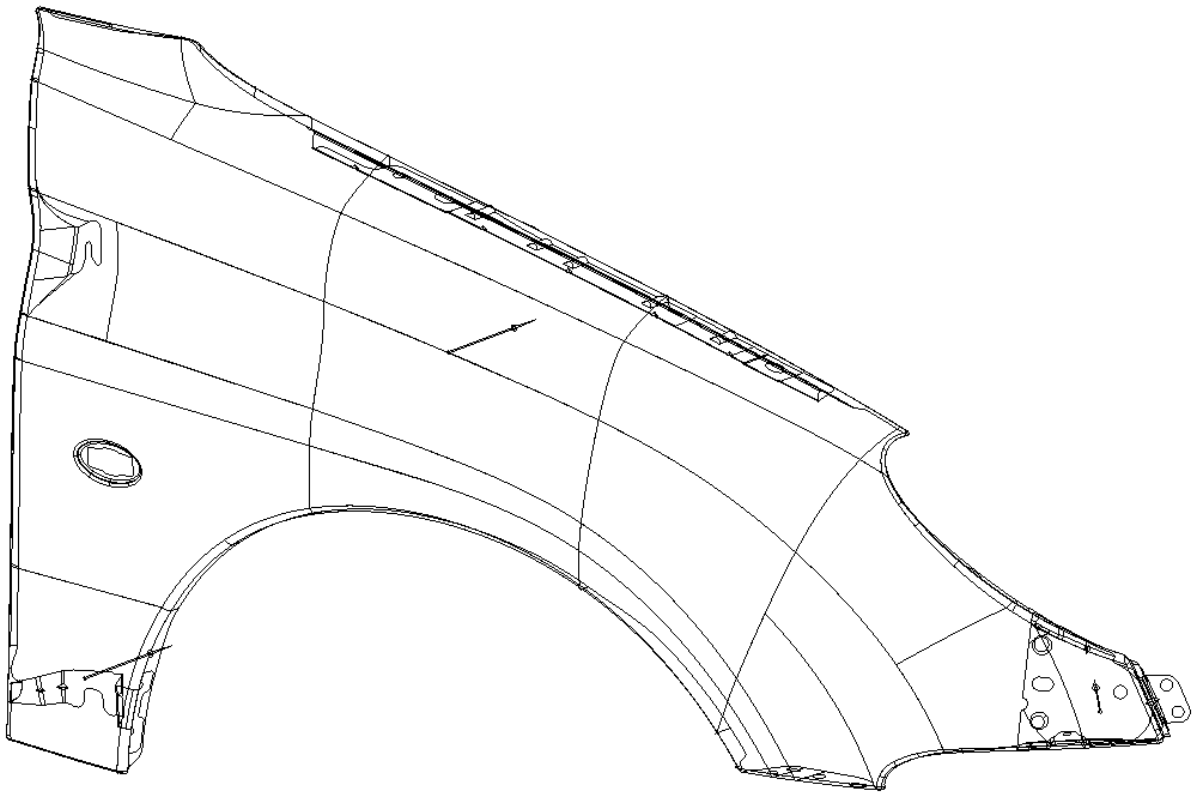
خطای سیستماتیک :
Systematice error
Erreur systematique
میانگین نتایج حاصل از تعداد نامحدودی اندازه گیری یک اندازه ده در شرایط تکرار پذیری منهای مقدار واقعی آن اندازه ده .

دستگاه اندازه گیری سه بعدی :
CMM (Coordinate Measuring Machine)
MMT (Machine a Mesure Tridimantionelle)
دستگاه های دقیقی هستند که دارای سه محور X و Y و Z می باشند و قادرند قطعه را در حالت سه بعدی اندازه گیری نمایند .

Cad Data :

CAD (Computer Aided Design)

اطلاعات کامپیوتری قطعه را گویند که دارای اطلاعاتی مانند سطوح و خطوط می باشند .



_ نحوه اندازه گیری قطعات و مجموعه ها .

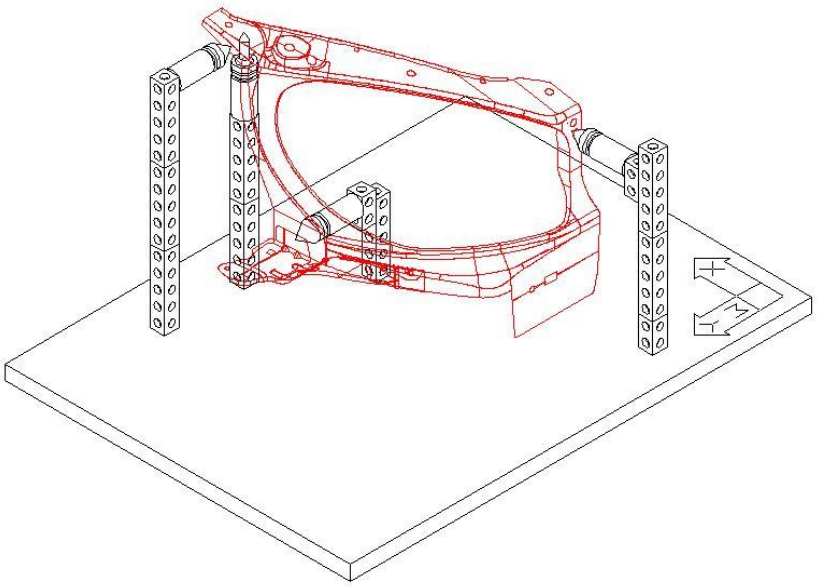
اندازه گیری قطعات و مجموعه های قطعات دارای چند مرحله است که عبارتند از :

الف) تنظیم نمودن وضعیت فیزیکی قطعات :

این تنظیم کردن به چند صورت امکان پذیر می باشند . قطعات فلزی صلب را می توان با استفاده از مگنت ثابت نمود . و یا می توان برای تنظیم آنها از Alufix استفاده کرد . توسط Alufix ، استند

موقتی ساخته می شود و پس از اتمام اندازه گیری می توان آن را خراب نمود و برای اندازه گیری قطعه دیگری استند ساخت . یکی از معایب Alufix ها این است که برای ثابت نمودن قطعات قابل ارتجاع باید خیلی پایه استفاده نمود و در نهایت جز اتلاف وقت و هزینه بالا چیزی در بر ندارد . به همین دلیل برای ثابت کردن چنین قطعاتی (مانند رویه درب موتور و یا سقف) از پنل گیچ استفاده می شود . پنل گیج ها به علت دارا بودن فرم کلی قطعه ، می توانند کلیه سطوح قطعه را در موفعیت صحیح قرار دهند .

برای اندازه گیری قطعات بزرگ و یا قطعاتی که نیاز به اندازه گیری مداوم و روزانه دارند می توان استندهای ثابت و مخصوص ساخت .



(نمونه از استند ساخته شده توسط Alufix جهت اندازه گیری قطعه جاچراغی جلو پژو ۲۰۶)

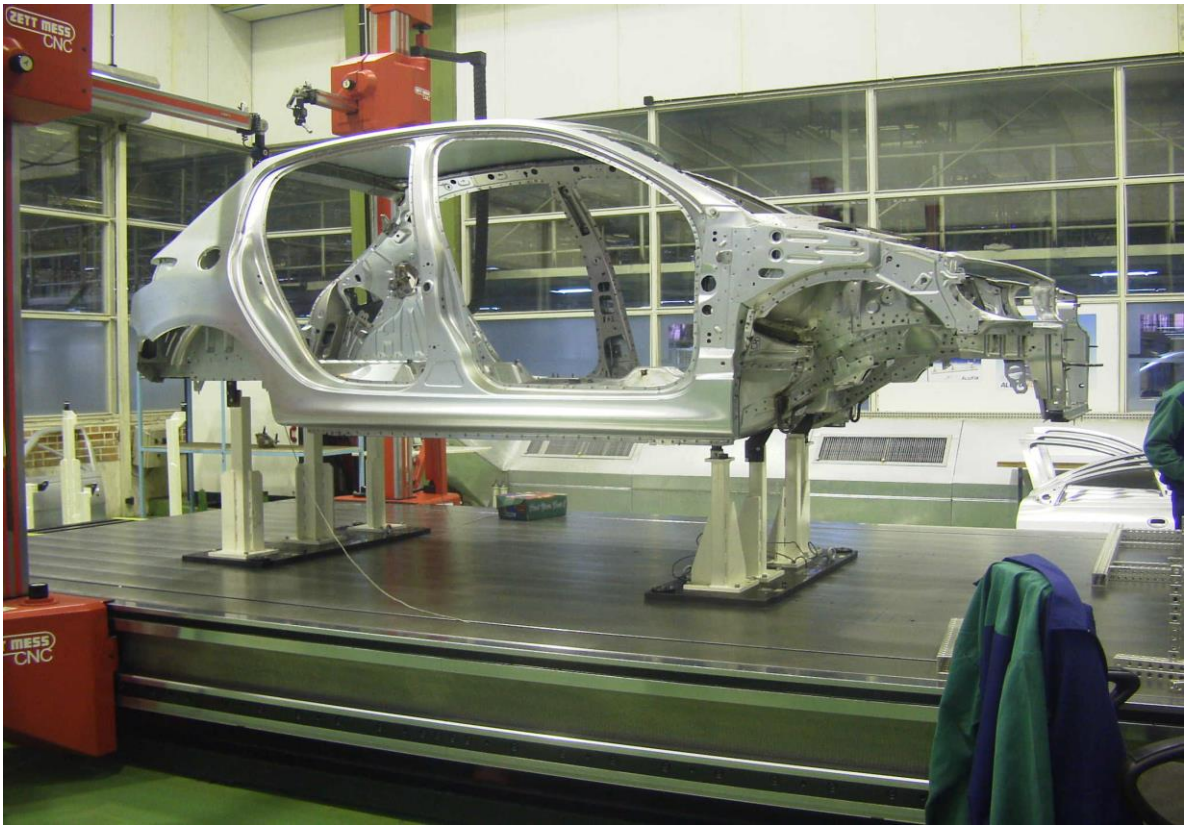
نکاتی در مورد استندها :

استند در کل حالتی که قطعه در بدنه قرار میگیرد را شبیه سازی میکند.

هر استند دارای دو سری موقعیت است :

۱-موقعیت های Reference : برای Alignment کردن یک قطعه استفاده میشوند .

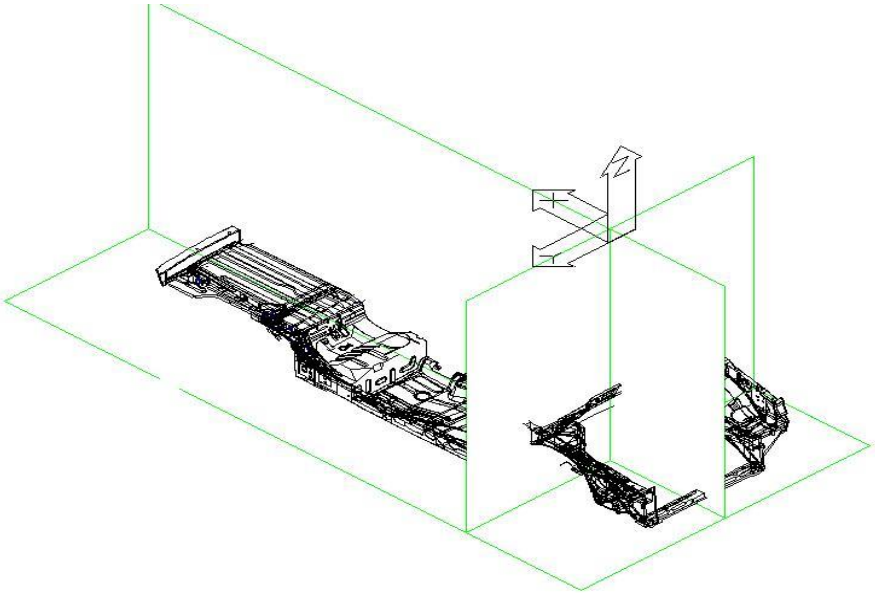
۲-موقعیت های Physical : برای ثابت نگه داشتن یک قطعه در فضا استفاده می شوند .
این نقاط با توجه به نوع تولید قطعه و یا نحوه قرار گیری آن در جیگ ، برای مجموعه شدن با قطعات دیگر قابل تغییر می باشد .
برای استندها بنا به اهمیت قطعاتی که روی آنها اندازه گیری می شوند ، تلرانس تعریف می گردد .کلیه پایه های طراحی شده برای یک استند باید در محدوده تلرانس تعریف شده باشند . به عنوان مثال شرکت PSA فرانسه برای استندهای قطعات و مجموعه های پژو ۲۰۶ تلرانس $\pm$ 0.1 را در نظر گرفته است .
استندها علاوه بر دقت باید قابلیت تکرار پذیری (Repeatability) نیز داشته باشند . یعنی اگر قطعه ایی چند بار ، البته با شرایط محیطی یکسان ، اندازه گیری شود ، نتایج بدست آمده از اندازه گیری ها باید کاملا" شبیه هم باشند .



ب) Alignment نمودن یک قطعه :

برای اندازه گیری یک قطعه نیاز است طبق محورهای مختصاتی که برای آن تعریف شده ، موقعیت قرار گیری قطعه را برای دستگاه اندازه گیری مشخص نمود . این عمل را Alignment کردن یک قطعه گویند . به عبارت دیگر تعریف محورهای مختصاتی دستگاه اندازه گیری طبق محورهای مختصاتی قطعه را Alignment کردن گویند .

برای هر بدنه Car line خاصی از سوی طراحان تعریف می شود که این Car line شامل جهت و راستای محورهای مختصاتی X , Y , Z و نقطه صفر و صفر می باشد .

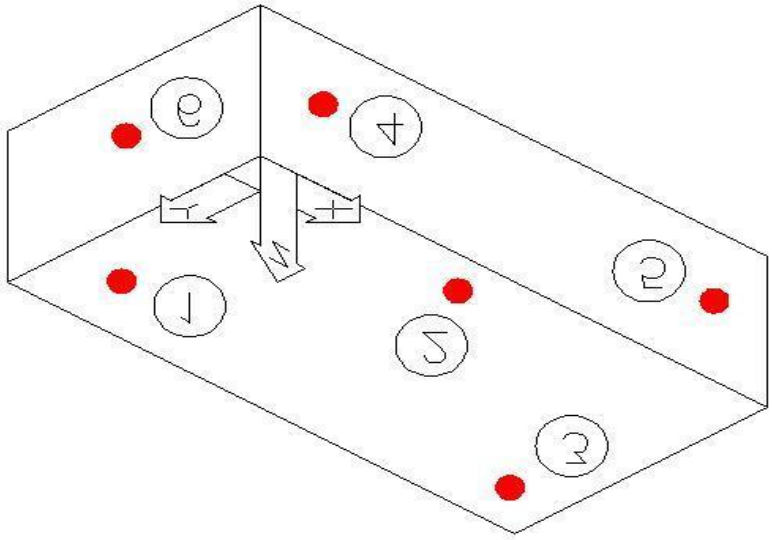


هنگامی که می خواهیم یک قطعه را اندازه گیری نماییم ، می توانیم آن را در هر موقعیتی روی میز دستگاه اندازه گیری قرار دهیم و نیاز نمی باشد که محورهای قطعه مورد اندازه گیری با محورهای دستگاه موازی و هم راستا باشند . با وجود نرم افزارهای جدید و پیشرفته قابلیت اندازه گیری قطعات بسیار بالا رفته و مانند قدیم نیاز به ساعت کردن قطعات (موازی کردن محورهای قطعه با محورهای دستگاه اندازه گیری) نمی باشد .

برای Alignment کردن یک قطعه باید شش نقطه برای آن تعریف نمود . این شش نقطه سه چرخش و سه تغییر مکان را از قطعه می گیرند و موقعیت آن قطعه برای دستگاه اندازه گیری مشخص می شود .
سه نقطه از شش نقطه برای تعریف یک سطح و دو نقطه از آن برای تعریف یک خط و یک نقطه برای تعریف یک کنج استفاده می شوند .

برای Alignment کردن یک قطعه باید به نکات زیر توجه داشت :
در ابتدا باید تشخیص داد بزرگترین سطح قطعه موازی با کدام یک از صفحات مختصاتی قرار می گیرد . چون سه نقطه اول روی این سطح باید تاچ شوند . سپس طول قطعه مورد بررسی قرار می گیرد و دو نقطه دیگر در راستای این طول تاچ می شوند و نقطه آخر باید در صفحه ایی که عمود به دو صفحه قبل است تاچ شود .
تعریف ریاضی Alignment یک قطعه به صورت زیر می باشد :
۱- با تاچ نمودن ۳ نقطه یک صفحه تعریف می شود که از این صفحه یکی از محورهای مختصاتی بدست می آید که دقیقا" عمود به صفحه تاچ شده است .
۲- با تاچ نمودن ۲ نقطه دیگر که دقیقا" باید در یک راستا باشند ، یک خط ایجاد می گردد که از آن خط صفحه ایی به صفحه اولی عمود شده و دو صفحه متقاطع بدست می آید . در این موقع سه محور مختصاتی X , Y , Z بدست آمده است .
۳- با تاچ نمودن نقطه سوم محل تقاطع سه محور مشخص می شود و یک کنج بدست می آید که مختصات آن صفر و صفر است .

به عنوان مثال اگر بخواهیم یک مکعب مستطیل را Alignment نماییم باید به صورت زیر عمل نمود :
در ابتدا فرض بر این است که محورهای مختصاتی دستگاه اندازه گیری آزاد هستند و می توانند حول مبداء خود چرخش داشته باشند و به هر موقعیتی که بخواهند منتقل شوند .
با تاچ نمودن سه نقطه اول روی بزرگترین سطح مکعب ، صفحه XY بدست می آید که محور Z عمود به این صفحه است . تا به حالا توانسته ایم دو چرخش (حول محور X و محور Y) را ثابت کنیم . اما محور مختصات دستگاه هنوز آزاد است و در روی صفحه XY حرکت می کند و حول محور Z چرخش دارد .
با تاچ نمودن دو نقطه روی بزرگترین طول مکعب راستای محور X بدست می آید و محور Y به آن عمود می شود . در این حالت چرخش حول محور Z نیز گرفته می شود و محورهای مختصاتی می توانند روی صفحه XY و در راستای محور X حرکت کنند . با تاچ نمودن نقطه آخر این حرکت نیز گرفته می شود و یک کنج با مختصات صفر و صفر بدست می آید.

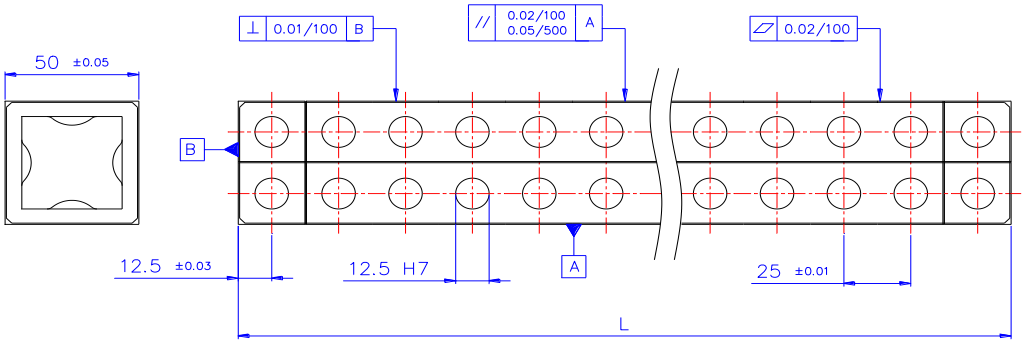


- نقاط اندازه گیری

برای اندازه گیری یک قطعه یا یک مجموعه چند سری اطلاعات وجود دارد که عبارتند از :

الف) نقشه :

معمولاً هر قطعه دارای یک نقشه ساخت و یک نقشه موقعیت می باشد . از نقشه ساخت یک قطعه می توان ابعاد و اندازه ها و تلرانسهای مورد نظر ، جهت اندازه گیری را استخراج نمود . و توسط نقشه موقعیت ، می توان وضعیت قرار گیری قطعه را در حالت مونتازی مشاهده نمود و نقاط رفرنس را جهت Alignment کردن آن استخراج کرد .



ب) اطلاعات کامپیوتری (Cad data) :

با توجه به پیشرفت دستگاه های اندازه گیری و سیستم های کامپیوتری ، جدیدا" به جای استفاده از نقشه های کاغذی ، برای بالاتر بردن سرعت اندازه گیری از Cad data قطعات جهت اندازه گیری وساخت آنها استفاده می شود . این اطلاعات را با استفاده از خود قطعه نمونه و یا نقشه های آن ، می توانند ایجاد کنند . بسیاری از خودروها از قطعاتی با شکل هندسی پیچیده ساخته می شوند و معمولا" دارای قوس (Curve) می باشند .

برای ساخت اطلاعات معمولا" قطعه نمونه ساخته می شود و سپس با استفاده از دستگاه CMM اطلاعات این سطوح را به وسیله اسکن کردن به کامپیوتر ارسال می کنند و پس از اینکه این اطلاعات در نرم افزارهای خاص مانند Catia تجزیه تحلیل شدند به صورت یک فایل اطلاعاتی قابل استفاده می گردند و می توان از آنها برای چک کردن قطعات استفاده نمود .

در هنگام استفاده از Cad data نیاز نمی باشد مقادیر Nominal برای دستگاه اندازه گیری توسط اپراتوراندازه گیری تعریف شود.بلکه کامپیوتر این اطلاعات را مستقیما" از روی خود فایل استخراج می کند به همین دلیل می توان بینهایت نقطه روی یک قطعه تاچ نمود و اندازه گیری دقیقی را انجام داد .

ج) نقاط مشخص شده :

برای اندازه گیری یک مجموعه می توان از Cad data قطعات تشکیل دهنده آن مجموعه استفاده نمود ، ولی گاهی اوقات به علت سنگین بودن فایل مورد نظر مقرون به صرفه نمی باشد و باعث بالا رفتن زمان اندازه گیری می شود . مثلا" Cad data یک بدنه کامل حدود ۱۰۰ مگا بایت حجم دارد و در ضمن به دلیل اینکه نیاز می باشد نقاط تاچ شده روی یک مجموعه با نقاط تاچ شده روی مجموعه بعدی یکسان باشد ، برای گرفتن گزارشهای آماری و اصلاح خطوط تولید ، معمولا" از یک سری نقاط اندازه گیری استفاده می کنند که این نقاط از روی Cad data ها استخراج می گردند .

به عنوان مثال کارخانه خودرو سازی PSA (Peugeot Societe Automobile) برای کنترل مجموعه های قطعات بدنه پژو ۲۰۶ مدرکی به نام EBM (Expressions de Besoins Metrologiques) را تهیه نموده است و کلیه اندازه گیری ها طبق این مدرک انجام می شود .

در این مدرک نقاط Physical (برای ساخت استند اندازه گیری) ، نقاط Reference (برای Alignment کردن مجموعه مورد اندازه گیری) ، نقاطی که بایستی اندازه گیری شوند به همراه ضخامت ورقها و جهت Thickness آنها مشخص شده اند .

در این رابطه مدرک دیگری نیز وجود دارد به نام PCM (Plan Coordination Methode) در این مدرک نقاط رفرنس و فیزیکالی که در مدرک EBM مشخص شده ، وجود دارد و در ضمن نقاط کنترلی برای قطعه خام و برای مجموعه قطعات را نیز تعریف گردیده است . از این مدرک بیشتر در خط تولید استفاده می شود .

مراحل تهیه این مدارک به صورت زیر می باشد :

تهیه قطعه نمونه

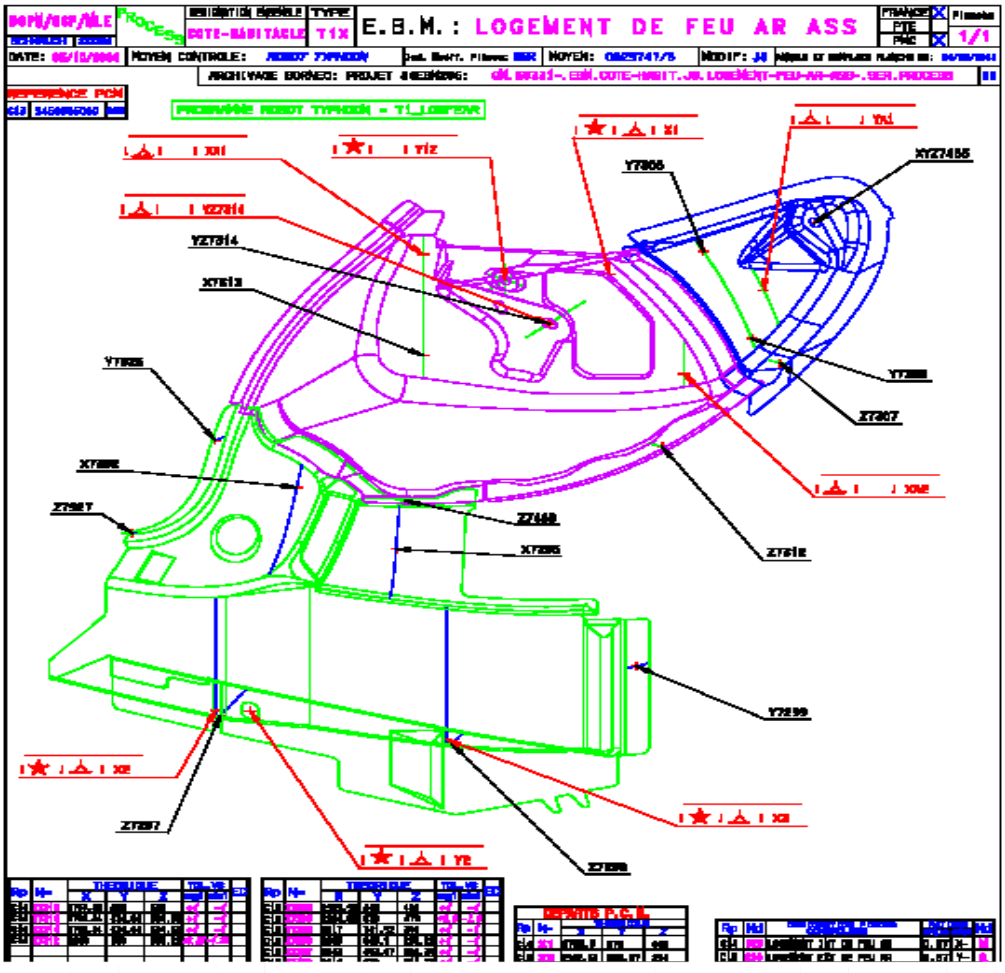
تهیه Cad data قطعه

تهیه نقشه قطعه

تهیه مدرک PCM

تهیه مدرک EBM

تمام نقاط اندازه گیری مشخص شده در مدرک EBM دارای شماره می باشند . از این شماره برای شناسایی نقطه استفاده می شود . برای این منظور کلیه نقاط اندازه گیری روی یک شکل سه بعدی از مجموعه نشان داده می شوند و در پایین آن جدولی وجود دارد که مختصات مربوط به هر نقطه را بیان می کند . نقاط اندازه گیری معمولا" حالت قرینه دارند و برای اینکه نقاط سمت چپ از نقاط سمت راست قابل تشخیص باشند ، شماره نقاط سمت چپ را ۵۰۰۰ تا از شماره نقاط سمت راست کمتر در نظر گرفته اند . مثلا" اگر نقطه XY 9014 برای سمت راست باشد ، این نقطه برای سمت چپ با شماره XY 4014 معرفی می گردد .



معرفی گزارش های اندازه گیری :

همه دستگاه های اندازه گیری معمولا" قابلیت تهیه سه نوع گزارش اندازه گیری را دارند .

الف) گزارش نقاط بدون شکل Cad data قطعه :
در این نوع گزارش اطلاعات به صورت عددی می باشد و فقط شماره یا نام نقاط اندازه گیری به همراه مولفه هایش نشان داده می شود .مثلا" وقتی از یک نقشه برای اندازه گیری استفاده می شود ، گزارش اندازه گیری به تنهایی قابل استفاده و بهره برداری نمی باشد ، بلکه موارد اندازه گیری شده باید روی نقشه قطعه مورد نظر نشان داده شوند تا بتوان با استفاده از گزارش اندازه گیری و نقشه ، نتایج را تحلیل و آنالیز نمود و یا زمانی که مجموعه ایی از بدنه اندازه گیری می شود ، برای آنالیز ، باید گزارش را به همراه EBM همان مجموعه استفاده نمود تا آنالیزگر بتواند به صورت صحیح و دقیق نتایج اندازه گیری آن مجموعه را تحلیل نماید .
فرمت این گزارش معمولا" به صورت (*.txt و *.dru) می باشد و می توان آن را با استفاده از نرم افزار Wordpad مشاهده نمود . در بالای این گزارش اطلاعات مربوط به قطعه مورد اندازه گیری و اپراتور و شرایط اندازه گیری تایپ میگردد .

در زیر آن چند ستون عددی وجود دارد که شرح این ستونها از سمت چپ به راست به شرح ذیل می باشد :

۱) Nr. : این ستون تعداد نقاط اندازه گیری شده را نمایش می دهد . مثلا" اگر روی یک قطعه ۱۰ نقطه اندازه گیری شده باشد ، اعداد این ستون از شماره ۱ شروع شده و به شماره ۱۰ ختم می گردد .
۲) Item. : در این ستون نام نقاط اندازه گیری شده ثبت می شوند . مثلا" XY9014 .
۳) Res. : در این ستون مؤلفه های اندازه گیری شده برای هر نقطه نمایش داده می شود . مثلا" اگر نتایج مربوط به یک نقطه باشد معمولا" دارای سه مؤلفه X , Y , Z می باشد و یا اگر مربوط به اندازه گیری یک فاصله باشد معمولا" مؤلفه Ax , Ay, Az , A3 نمایش داده می شوند .
۴) Act. : در این ستون مقادیر واقعی (Actual) که از اندازه گیری بدست آمده اند نمایش داده می شوند .
۵) Nom. : در این ستون مقادیر تئوری (Nominal) که از نقشه و یا Cad data استخراج می گردند ، نمایش داده می شوند .

۶) Diff. : در این ستون مقدار اختلاف بین اندازه واقعی و اندازه تئوری نمایش داده می شود .

۷) Utol. : حد بالای تلرانس نشان داده می شود .

۸) Ltol. : حد پایین تلرانس نشان داده می شود .

۹) Outtol. : در این ستون مقادیر خارج از محدوده تلرانسی نقاط اندازه گیری نمایش داده می شوند . مثلا" اگر انحراف یک نقطه بیش از محدوده تلرانسی آن نقطه باشد مقدار خارج تر بودن در این ستون نشان داده می شود .

برای آشنایی بیشتر با مفهوم موارد بالا به مثال زیر توجه نمایید :

مقدار اندازه گیری شده (Act.) = 102

مقدار تئوری (Nom.) = 100

مقدار اختلاف (Diff.) = 2 ← 102 – 100 = 2 (Act. - Nom = Diff.)

مقدار تلرانس = ±0.5

مقدار خارج از تلرانس (Outtol.) = 1.5 Outtol. = Diff. – (Utol. or Ltol.)

اگر مقدار اختلاف مثبت باشد حد بالایی تلرانس در فرمول می نشیند و اگر مقدار اختلاف منفی باشد حد پایین تلرانس .

در زیر نمونه ایی از این گزارش را ملاحظه می کنید .

MOHSEN DOKHT AMLASHIOPERATOR :

IN No. :BODY SHELL

RIPORT NUMBER :5 CKD5

PRODUCTION LINE :LUNCH 206

DATE :81/11/22

SIDE :LEFT SIDE

Temperature :21.75

==========

Nr. Item Res. Act. Nom. Deff. Utol. Ltol. Outtol.

==========

Nr.	Item	Res.	Act.	Nom.	Deff.	Utol.	Ltol.	Outtol.
1	Y4700.X	X	2521.03	2521.00	0.02	0.00	0.00	0.02 *
	Y4700.Y	Y	-581.13	-583.32	2.19	1.00	-1.00	1.19 *
	Y4700.Z	Z	183.01	185.00	-1.99	0.00	0.00	-1.99 *
2	XY4210.X	X	2479.02	2480.00	-0.98	1.00	-1.00	
	XY4210.Y	Y	-530.52	-530.00	-0.52	1.00	-1.00	
	XY4210.Z	Z	189.08	189.00	0.08	0.00	0.00	0.08 *
3	Z4202.X	X	2074.36	2075.00	-0.64	0.00	0.00	-0.64 *
	Z4202.Y	Y	-566.57	-565.00	-1.57	0.00	0.00	-1.57 *
	Z4202.Z	Z	124.15	124.95	-0.80	1.00	-1.00	
4	XYZ4220.X	X	2074.36	2075.00	-0.64	0.00	0.00	-0.64 *
	XYZ4220.Y	Y	-581.13	-583.32	2.19	1.00	-1.00	1.19 *
	XYZ4220.Z	Z	183.01	185.00	-1.99	0.00	0.00	-1.99 *

ب) گزارش اندازه گیری با شکل قطعه (Cad Data) :

در این گزارش علاوه بر وجود اطلاعات نقاط اندازه گیری یک قطعه ، شکل سه بعدی قطعه نیز وجود دارد و نقاط روی این شکل به نمایش گذاشته می شوند .در این نوع اندازه گیری ابتدا Cad data قطعه load گردیده و اندازه گیری مستقیما" روی Cad data انجام می شود و نیاز به استخراج مقادیر Nominal از جانب اپراتور اندازه گیری نمی باشد . بلکه دستگاه به صورت خودکار مقادیر را

از روی فایل Cad data می خواند و نتایج را روی همان شکل نشان می دهد . این نوع گزارش از موارد زیر تشکیل شده است :

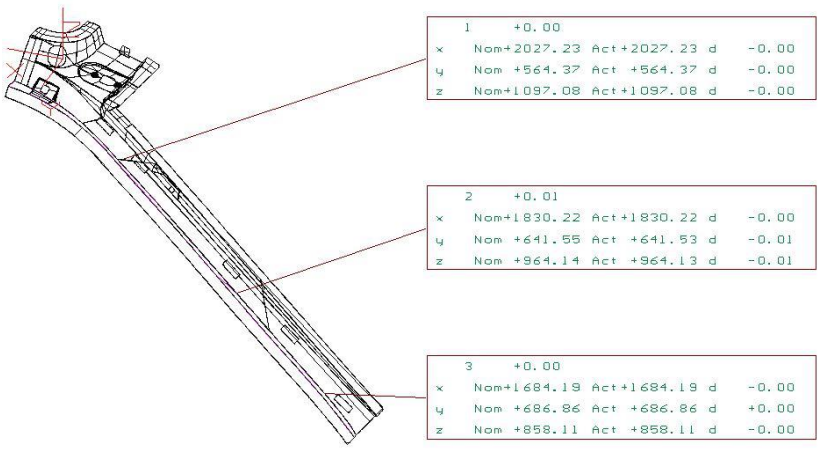
۱) شکل کل قطعه

۲) Box های اندازه گیری که درون این Box ها ، مقادیر .Nom ، .Act ، .Deff ، شماره نقطه اندازه گیری شده و انحراف حجمی که برابر است با ($\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$) وجود دارند . و در ضمن این Box ها به صورت رنگی هستند و نقاطی که انحراف آنها در محدوده تلرانسی باشد با رنگ سبز و نقاطی که انحرافشان بالاتر از محدوده تلرانسی باشد با رنگ قرمز و نقاطی که انحرافشان پایین تر از محدوده تلرانسی باشد با رنگ آبی نشان داده می شوند .

۳) جدول اطلاعاتی مربوط به قطعه اندازه گیری شده که شامل نام قطعه و شماره فنی آن ، نام اپراتور ، زمان و تاریخ اندازه گیری می باشد .

۴) نوار رنگی سه رنگ که محدوده تلرانسی قطعه را نشان می دهد .

۵) شکل محورهای مختصاتی که جهت و دید قطعه را مشخص می کند .



ج) گزارشهای آماری :

با توجه به بالا رفتن قابلیت های دستگاه های اندازه گیری ، می توان نتایج اندازه گیری قطعات را در کامپیوتر ها ثبت نموده و از آنها گزارشهای آماری تهیه نمود . مثلا" اگر روزانه دو بدنه اندازه گیری شود ، تا پایان یک هفته کاری ۱۲ نتیجه اندازه گیری بدست می آید . که می توان از این ۱۲ نتیجه یک گزارش آماری تهیه نمود و وضعیت تغییرات نقاط اندازه گیری را روی هر ۱۲ بدنه مشاهده و با هم مقایسه نمود .

در این نوع گزارش برای هر کدام از نقاط یک نمودار ترسیم می گردد . مثلا" اگر در یک مجموعه ۲۰ نقطه اندازه گیری شود ، در جدول Statistical آن ۲۰ نمودار جدا از هم ترسیم می گردد .

۱) نشان دادن تاثیرات سیستماتیک ، به وسیله کنترل آماری ، جهت شروع کردن به اصلاح نمودن مشکلات .

To show systematical influences by statistical control , to initiate actions .

۲) صحت و سقم اصلاحات انجام گرفته را معلوم می نماید .

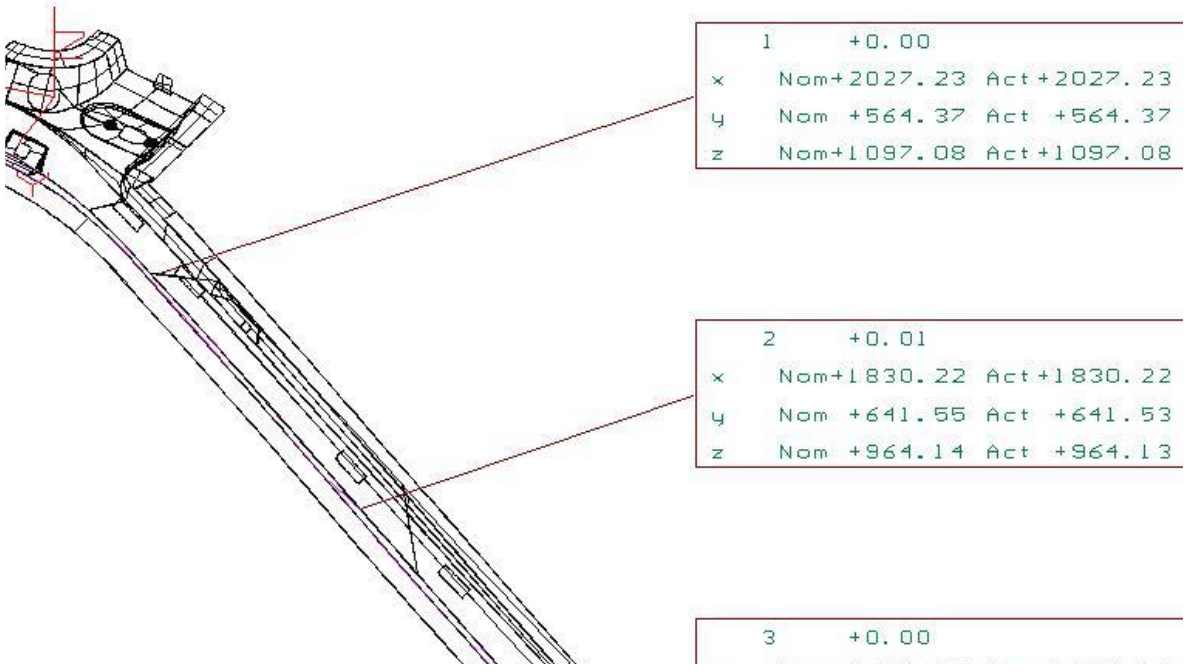
To verify the efficiency of initiated actions .

۳) برای پیشگویی کردن وضعیت تولید .

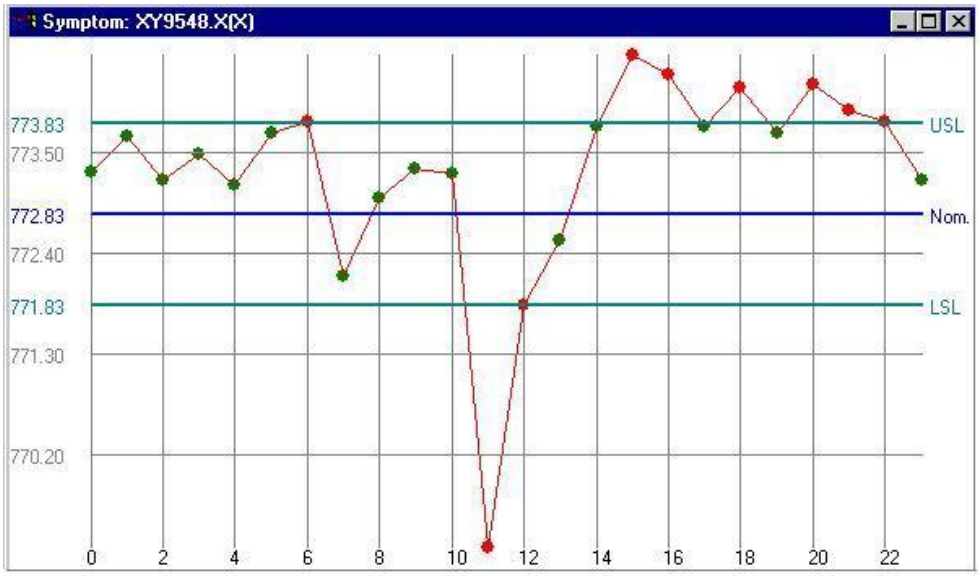
To get prediction datas

انواع نمودارهای ارائه شده توسط نرم افزار Statistical :

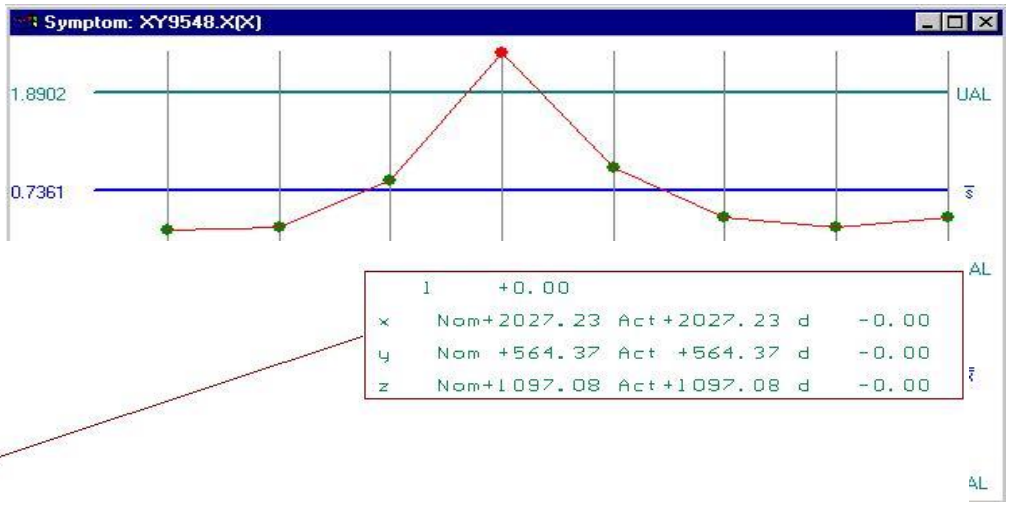
الف) Original data card (نمودار خطی اولیه)

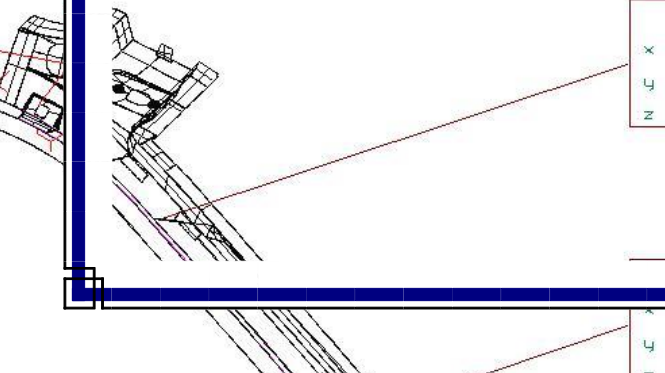


این نمودار وضعیت کلیه نقاط Act. را نسبت به Nom. نشان می دهد . در این نمودار مقادیر Act. به صورت نقاط روی صفحه وجود دارند و مقدار Nom. به صورت یک خط نشان داده می شود که دو خط دیگر در بالا وپایین آن وجود دارد که همان مقادیر Utol. و Ltol. می باشند .

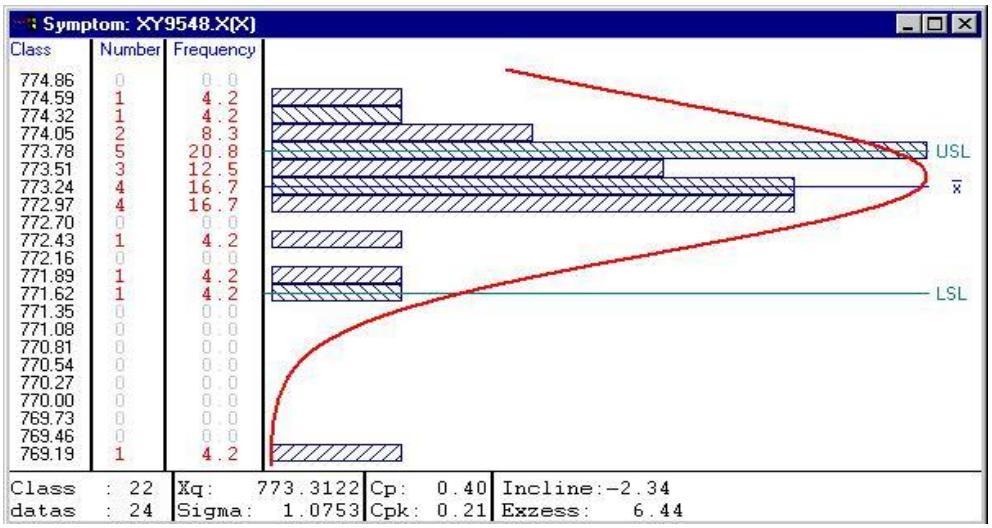


ب) نمودار xq / s - card

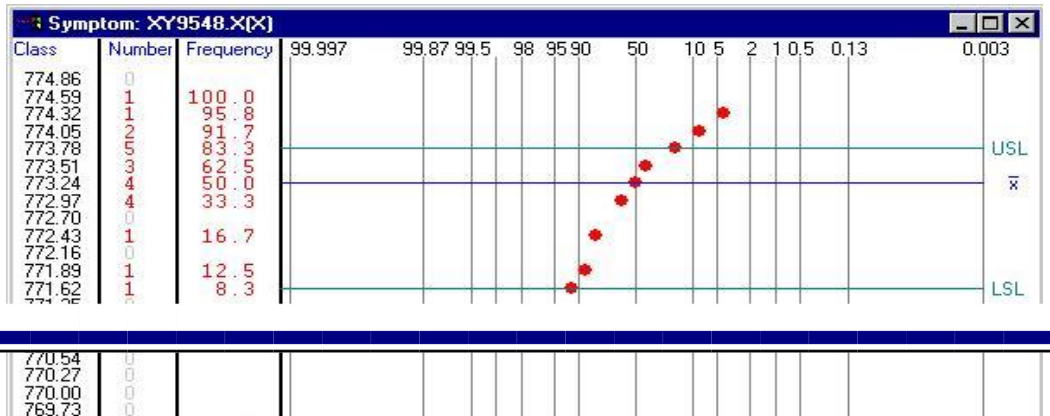




ج) نمودار Histogram



د) نمودار Probability not



مدیریت بر نتایج کیفی:

مدیریت نتایج کیفی رویه ای است جهت برقراری ارتباط منطقی بین عوامل اثرگذار بر کیفیت محصولات تولیدی و نتایج حاصل شده.

تعاریف و مفاهیم:

- تجاری سازی Commercialization : واحدهای تجاری سازی در محدوده مدیریتهای معاونت سواری سازی که با اطمینان از انطباق مشخصه محصول با تعریف محصول ، اقدام به صدور مجوز عبور محصول از سالن متبوع خود مینماید.

۲/۳- طرح نظارت : سیستمی است جهت حصول اطمینان از رسیدن به کیفیت مطلوب محصول ، از طریق تحت کنترل قرار دادن عوامل موثر بر کیفیت محصول و فرایند با همکاری واحدهای مرتبط و همچنین انجام اقدامات اصلاحی موثر و پیشگیرانه در جهت بهبود مستمر کیفیت محصولات می باشد.

واکنش بهنگام REACTIVITY : سیستمی است جهت ثبت مشکلات کیفی محصولات و فرایند که منجر به تخصیص فعالیتهای اصلاحی و ایجاد سد کیفی و کنترل انجام آنها تا رفع مشکلات بصورت ریشه ای می شود.

QP (Quality in production) : واحد کیفیت در تولید با مسئولیت نظارت بر سیستم کیفیت سالن های تولیدی با مکانیزم های تعریف شده .

L1 : فاز یک یا فاز عملیاتی : عبارت است از کلیه فعالیتهایی که توسط اپراتور در حین انجام فعالیتهای تولیدی به صورت روزانه و در هر شیفت به شرح ذیل لازم است انجام شوند:

کنترل مواد و قطعات ورودی به خط تا حد امکان و عدم مصرف قطعات معیوب (قسمت اول وظیفه اپراتور)

ـ انجام عملیات مطابق با مراحل پروسه تحت نظارت خود اپراتور (قسمت دوم وظیفه اپراتور)

ـ صحه گذاری عملیات انجام شده توسط خود اپراتور و حصول اطمینان از صحیح بودن نتیجه کارانجام شده و در صورت مشاهده هرگونه ایراد ضمن اقدام جهت رفع آن (درصورت امکان) و اطلاع رسانی به مافوق (سرکارگر) مورد را در فرم کارت خودرو ثبت می نماید . (قسمت سوم وظیفه اپراتور) (ارتباط با سیستم واکنش بهنگام)

– L3 : فاز۳ یا فاز آدیت: با توجه به اینکه واحد کیفیت در تولید، مسئولیت سیستم کیفیت و کارائی آنرا در حوزه مربوطه به عهده دارد، لذا این واحد روزانه و هر شیفت از طریق آدیت فاز یک و دو و نیز آدیت مستقل محصول (به منظور محاسبه شاخص سطح سه) ، اطمینان می دهد که فازهای ۱ و ۲ به طور کامل و درست انجام شده است. (یا به عبارت دیگر اطمینان می دهد که سیستم بدرستی کار می کند) و در صورت لزوم نیز در خصوص اجرای صحیح فاز یک و دو و یا رفع مغایرتها، مشاوره و توصیه های اجرائی به سرکارگر/ سرپرست ارائه می نماید.

ACCEPTANCE : به نفر تولیدی گفته می شود که در انتهای برخی از فرایندهای مهم هر سالن تولیدی ، علاوه بر انجام فعالیتهای تولیدی ، اقدام به چک نمودن محصول میان فرایند بر حسب کارت محصول و یا چک لیست ایستا و یا چک لیست خود کنترلی نموده و پس از اطمینان نسبت به رفع ایرادات ثبت شده در کارت ، با زدن مهر تولید ، اجازه خروج محصول میان فرایند به فرایند بعدی در همان سالن تولیدی را میدهد .

GREEN LIGHT AUDIT : واحدی از مدیریت کنترل کیفیت که در انتهای سالنهای بدنه ، رنگ و مونتاژ و پس از تایید COM تعدادی خودرو ، نمونه برداری نموده و ایرادات ظاهری و عملکردی آن را از دیدگاه مشتری نهایی و بصورت استاتیک بازرسی و در سیستم مکانیزه اعلام می کند . GLA در تکمیلکاری بصورت دینامیک (تست جاده و ...) نیز انجام می شود

واحد ACOM (Autorization Commercialization) : واحد تجاری سازی نهایی در سطح شرکت که با اطمینان از تطابق مشخصه محصول با تعاریف محصول اقدام به صدور مجوز فروش محصول مینماید .

– مدیریت روزانه : مجموعه اقدامات مدیریتی که در آن رهبر و مسئول یک تیم، افراد تحت نظر خود را در جهت افزایش کارائی و ایجاد بهبود در انجام فعالیت توسط آنها، کنترل و مدیریت می نماید. این اقدام توسط سرکارگر و آدیتور(آدیتورهای) کیفیت در فاز ۳ در انتهای هر شیفت و به صورت روزانه انجام میشود و مدت زمان آن کمتر از ۱۵ دقیقه بوده که در آن اطلاعات مربوط به

شاخصهای سطح یک، سطح سه، و نتایج اجرای فاز ۲ و فاز ۳ مبادله شده و درخصوص اپراتورهای تولیدی با توجه به نتایج بدست آمده تصمیم گیری می شود.

سطح صفر مدیریت بر نتایج کیفی : استادکاران مدول / حوزه / زون های تولید و آدیتورهای فاز ۳ که همان مدیریت روزانه است و دبیر جلسه ، آدیتور کیفیت می باشد .

- سطح ا مدیریت بر نتایج کیفی : شامل استادکار، سرپرست تولید و کیفیت و کارشناسان شیفت کیفیت و تولید می باشد .
این جلسه با مسئولیت اداره تولید (در جلسات صبح) و بصورت شیفتی بر گزار می شود و دبیر جلسه ،(شیفت صبح رئیس اداره کیفیت) و در شیفتها ، سرپرست کیفیت می باشد.

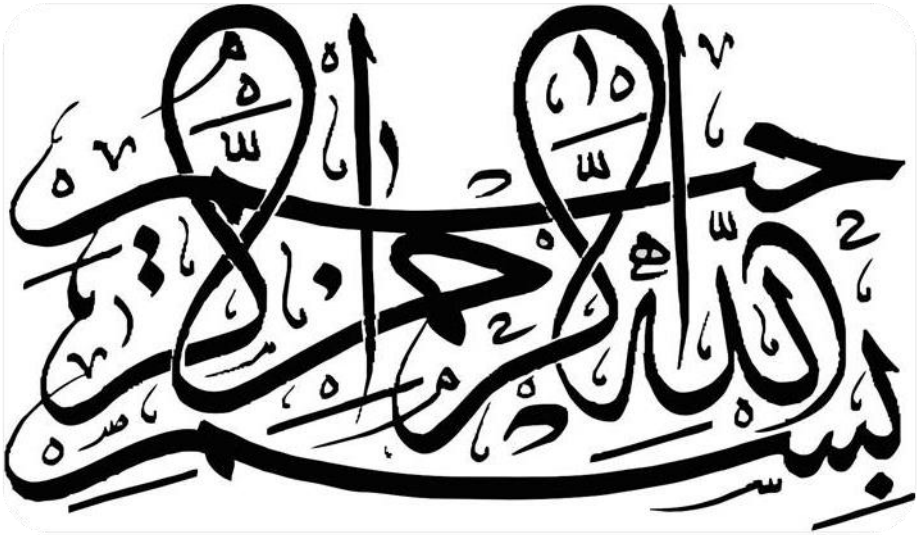
- سطح ۲ مدیریت بر نتایج کیفی : شامل روسای ادارات کل تولید ، کیفیت ، مهندسی تولید ، تعمیرات ، تغذیه خطوط و دیگر واحدهای پشتیبان و دبیر جلسه رئیس اداره کیفیت می باشد .

سطح ۳ مدیریت بر نتایج کیفی : شامل روسای کل تولید ، کیفیت ، مهندسی تولید ، تعمیرات و دیگر واحدهای پشتیبان و در حضور مدیریت سالن تولید برگزار می شود که دبیر جلسه رئیس کل کیفیت می باشد.

- ایرادات On line : شامل اطلاعات ایراداتی است که حین فرایند تولید ایجاد شده اند و در همان سایکل تایم خط ، اقدام به رفع آنها شده است . اینگونه ایرادات در سیستمهای نرم افزاری هر یک از فرایندها ثبت می شود.
این دسته از اطلاعات وجودشان جهت انجام مدیریت بر نتایج کیفی الزامی بوده و می بایست توسط COM قابل دریافت باشد. مانند: اطلاعات مجوزهای ارفاقی ، COM سالنهای ماقبل ، برخی از اطلاعات فرآیند که عمدتا فرآیندهای ایمنی و ویژه بوده و ممکن است به صورت یک تاییدیه برای COM قابل رویت گردد.

- ایرادات Off line : اطلاعات ایراداتی است که در صورت خروج محصول از کانوایر / خط و الزام انجام دوباره کاری بر روی آن ، در سیستمهای نرم افزاری هر یک از فرایندها ثبت می شود

ایرادات انتقالی : آن دسته از ایراداتی که یا در حین فرایند قابل مشاهده نبوده اند و یا در اثر عدم کارکرد صحیح سطوح نظارتی ، مشاهده نشده اند و به فرایند / سالنهای بعدی انتقال یافته اند .



Coordinate Measuring Machines (CMM)

مقدمه :

با گسترش روز افزون صنایع قطعه سازی و ایجاد رقابت در تولید با کیفیت برتر ،اندازه گیری و کنترل کیفیت از جایگاه مهم و ویژهای برخوردار است. چرا که اندازه گیری و بکارگیری روشهای مناسب برای کنترل خط تولید، برای تولید قطعات یکسان وظیفه واحد کنترل کیفیت بوده که با تهیه کردن سخت افزار و نرم افزار مورد نیاز و با ایجاد و به کارگیری روشهای مناسب برای کنترل قطعات ،بهترین راهنمای واحد تولید برای تولید با کیفیت قطعات در تیراژ بالاست که در نتیجه از تولید قطعات معیوب جلوگیری می کند.

در همین راستا جهت کنترل اجباری برخی از قطعات به مواردی بر می خوریم که نمی توان از وسایل اندازه گیری عمومی مانند کولیس ومیکرومتر و... استفاده کرد. در چنین مواردی می توان از دستگاه های اندازه گیری سه بعدی C.M.M استفاده کرد.