INSO
13842-7
1st.Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۳۸۴۲-۷
چاپ اول
۱۳۹۲

ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM)- قسمت ۷: CMMهای مجهز به سیستم کاوشگر تصویربردار

Geometrical product specifications (GPS) - Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM) - Part 7: CMMs equipped with imaging probing systems

ICS:17.040.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید.

سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM) - قسمت ۷: CMMهای مجهز به سیستم کاوشگر تصویربردار »

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
امینی زاده، اصغر (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت سدید گستر امین تبریز
دبیر :	
حنیفی‌نسب، محمد باقر (لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابراهیمی، سهیلا (لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
ترکمن، لیلا (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
حسینی، سید سعید (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت بازرسی بهینه سازان اعتماد صنعت
حسینی یکتا، فرزاد (دکترای مهندسی مکانیک)	شرکت بازرسی بهینه سازان اعتماد صنعت
حنیف نژاد، مصطفی (لیسانس مهندسی عمران)	شرکت سدید گسترامین تبریز
خدابنده، بهنام (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت فولاد آذربایجان
خدا دادی، حمید (لیسانس مدیریت صنعتی)	شرکت آذرنهاد سامان

رنجبر، سید فرامرز (دکترای مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز
عزی، صابر (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت ارس خودرو دیزل
عقابی، حسن (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت پیستون ایران
کاشانی‌اصل، شهرام (فوق لیسانس مکانیک)	دانشگاه علمی کاربردی استاندارد تبریز
محرم زاده، محمد (فوق لیسانس مهندسی مکاترونیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
وجودی، محمد حسین (لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ نمادها ۱۱
۵ الزامات محیطی و مقیاس‌ها ۱۲
۵-۱ شرایط محیطی ۱۲
۵-۲ شرایط عملیات ۱۲
۵-۳ الزامات CMMهای کاوشگر تصویربردار با پیکربندی گوناگون ۱۳
۵-۳-۱ کلیات ۱۳
۵-۳-۲ خطای اندازه‌گیری طول ۱۳
۵-۳-۳ خطاهای کاوش ۱۴
۵-۳-۴ دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری R_B یا R_U ۱۵
۵-۳-۵ اثر بارگذاری قطعه‌کار ۱۵
۶ آزمون‌های پذیرش و آزمون‌های تایید مجدد ۱۶
۶-۱ کلیات ۱۶
۶-۲ خطاهای اندازه‌گیری طول ۱۶
۶-۲-۱ کلیات ۱۶
۶-۲-۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۱۷
۶-۲-۳ خطای اندازه‌گیری طول E_B یا E_U ۱۸
۶-۲-۴ خطای اندازه‌گیری طول Z ، E_{BZ} یا E_{UZ} ۲۰
۶-۲-۵ خطای اندازه‌گیری طول XY ، E_{BXY} یا E_{UXY} ۲۱
۶-۲-۶ خطای اندازه‌گیری طول کاوشگر تصویربردار، E_{BV} یا E_{UV} ۲۲
۶-۳ خطای مربعی بودن E_{SQ} ۲۳
۶-۳-۱ کلیات ۲۳

۶-۳-۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۲۳
۶-۳-۳ مکان‌های اندازه‌گیری ۲۴
۶-۳-۴ روش اندازه‌گیری ۲۴
۶-۳-۵ استنتاج از نتیجه آزمون ۲۶
۶-۴ دامنه تکرارپذیری خطاهای اندازه‌گیری R_B یا R_U ۲۶
۶-۵ عملکرد کاوشگر P_{F2D} ۲۶
۶-۵-۱ اصل ۲۶
۶-۵-۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۲۶
۶-۵-۳ روش ۲۷
۶-۵-۴ استنتاج از نتیجه آزمون ۲۹
۶-۶ خطای کاوش کاوشگر تصویربردار P_{FV2D} ۲۹
۶-۶-۱ اصل ۲۹
۶-۶-۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۲۹
۶-۶-۳ روش ۲۹
۶-۶-۴ استنتاج از نتیجه آزمون ۳۰
۷ مطابقت با ویژگی‌ها ۳۱
۷-۱ آزمون پذیرش ۳۱
۷-۱-۱ معیارهای پذیرش ۳۱
۷-۱-۲ عدم پذیرش داده‌ها و اندازه‌گیری‌های تکراری ۳۲
۷-۲ آزمون تایید مجدد ۳۳
۸ کاربردها ۳۳
۸-۱ آزمون پذیرش ۳۳
۸-۲ آزمون تایید مجدد ۳۳
۸-۳ بازرسی ادواری ۳۴
۹ نشانه‌گذاری در اسناد محصول و برگه‌های اطلاعاتی ۳۴
پیوست الف (اطلاعاتی) بازرسی ادواری ۳۶
پیوست ب (الزامی) مصنوع‌هایی که بیانگر قطعه آزمون مدرج می‌باشند ۳۸
پیوست پ (اطلاعاتی) روش جایگزینی برای برای بازرسی خطاهای مربعی بودن ۴۵
پیوست ت (الزامی) تعدیل ریاضی مصنوع‌ها با CTE کم ۴۷
پیوست ج (اطلاعاتی) در رابطه با مدل ماتریس GPS ۴۹
کتابنامه ۵۱

پیش گفتار

استاندارد "ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM) - قسمت هفتم: CMMهای مجهز به سیستم کاوشگر تصویربردار" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در دویست و بیست و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۲/۱۱/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 10360-7 :Geometrical product specifications(GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines(CMM) —Part 7:CMMs equipped with imaging probing

ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM) - قسمت۷: CMMهای مجهز به سیستم کاوشگر تصویربردار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون‌های پذیرش برای تایید عملکرد ماشین اندازه‌گیری مختصات[1] (CMM) مورد استفاده برای اندازه‌گیری ابعاد خطی طبق اظهارات سازنده است. این استاندارد همچنین آزمون‌های تایید مجدد را تعیین می‌کند که به کاربر اجازه می‌دهند تا بطور متناوب عملکرد CMM را دوباره تایید نماید.

آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد ارائه شده در این استاندارد فقط در CMMهای کارتزین کاربرد دارند که از سیستم‌های کاوشگر تصویربردار با هر نوع عملیات در حالت کاوش گسسته استفاده می‌کنند.

این استاندارد به‌طور مشخص در موارد زیر کاربرد ندارد:

- CMMهای غیر کارتزین؛ با این وجود، ممکن است این استاندارد را با توافق طرفین ذینفع در CMMهای غیرکارتزین به‌کار گیرند.
- CMMهایی که از انواع دیگر کاوشگر نوری استفاده می‌کنند؛ با این وجود، ممکن است این روش را در دیگر CMMهای نوری با توافق طرفین ذینفع به‌کار گیرند.
- CMMهایی که از سیستم‌های کاوشگر تماسی استفاده می‌کنند. (برای کسب اطلاعات بیشتر پیرامون سیستم‌های کاوشگر تماسی به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۸۴۲ مراجعه کنید).

این استاندارد، در تعیین الزامات اجرا، که می‌تواند توسط تولیدکننده یا استفاده‌کننده از CMMهای تعیین شده باشد، روش اجرای آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد جهت نشان دادن الزامات مذکور، قوانین انطباق و کاربردها برای هر آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد، قابل استفاده است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

1-Coordinate measuring machines

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲: سال۱۳۸۹، ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) آزمون‌های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM) قسمت ۱- واژه نامه

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۸۴۲: سال۱۳۸۹، مشخصات هندسی محصول-آزمون‌های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات(CMM) قسمت دومCMM-های به کار رفته برای اندازه‌گیری ابعاد خطی

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳: سال۱۳۸۶، مشخصات هندسی (GSP) قسمت اول: قواعد تصمیم‌گیری اثبات انطباق عدم انطباق

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۲۹۷: سال۱۳۸۶، ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) خصوصیات هندسی قسمت اول: اصطلاحات و تعاریف عمومی

2-5 ISO/TS 23165:2006, Geometrical product specifications (GPS) — Guidelines for the evaluation of coordinate measuring machine (CMM) test uncertainty

2-6 ISO/IEC Guide 99, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms

۳ اصطلاحات وتعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات وتعاریف تعیین شده دراستاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲، استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۸۴۲، استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳، استاندارد ملی ایران شماره۱ -۹۲۹۷ و استاندارد TS/ISO 23165 و Guide IEC/ISO99، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود.

۳-۱

سیستم کاوشگر تصویربردار

(imaging probing system)

سیستم کاوشگری که نقاط اندازه‌گیری را با استفاده از یک سیستم تصویربرداری ایجاد می‌کند.

یادآوری۱- این استاندارد اساساً در ارتباط با سیستم‌های کاوشگر تصویربرداری است، که اندازه‌گیری را در جهت جانبی محور سیستم کاوشگر امکان‌پذیر می‌سازند.

یادآوری۲- سیستم کاوشگر ویدیویی یا تصویری، سیستم کاوشگر تصویر بردار است.

۳-۲

CMM کاوش تصویربرداری

(imaging probe CMM)

CMM مجهز به کاوشگر تصویربردار می‌باشد.

۳-۳

میدان دید

(field of view)

FOV

ناحیه مشاهده شده به‌وسیله سیستم کاوشگر تصویربردار است.

به شکل ۱ مراجعه کنید.

یادآوری- حدود یا اندازه، اندازه‌گیری میدان دید به‌صورت اندازه مساحت شیئی ذکر می‌شود که در تصویر نهایی چاپ می‌شود.

۴ -۳

پنجره اندازه‌گیری

(measuring window)

ناحیه مورد نظر در FOV که در تعیین نقاط اندازه‌گیری شده به کار می‌رود.

به شکل ۱ مراجعه کنید.

یادآوری – پیکربندهای پنجره‌های اندازه‌گیری ممکن است بین CMMهای کاوش تصویربردار مختلف و برای کاربردهای اندازه‌گیری متفاوت در همان CMM کاوش تصویر بردار متغیر باشد.

۵-۳

صفحه اندازه‌گیری (درسیستم کاوشگر تصویربردار)

((measuring plane(of the imaging probing system)

سطح دو بعدی تعریف شده بوسیله FOV کاوشگر تصویربردار می‌باشد.

۶-۳

ضریب انبساط گرمایی

(coefficient of thermal expansion)

CTE

α

ضریب انبساط گرمایی خطی یک جسم در ۲۰ċ می‌باشد.

۷-۳

ماده با CTE نرمال

(normal CTE material)

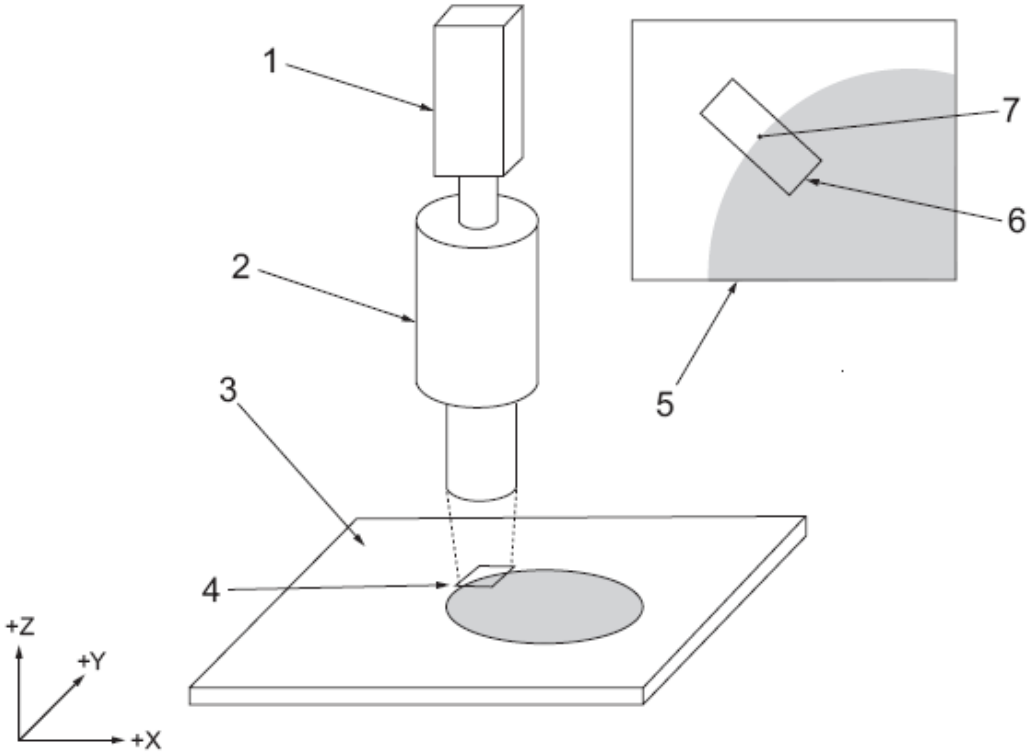
جسم با CTE بین $8\times10^{-6}/\dot{c}$ و $13\times10^{-6}/\dot{c}$ است.

۸-۳

دایره آزمون

(test circle)

جسم مدور استاندارد مورد استفاده برای آزمون پذیرش وآزمون تایید مجدد می‌باشد.



راهنما

۱-دوربین یا وسیله دیگر برای تصویربرداری از شیء اندازه‌گیری شده

۲-عناصر اپتیکی(نوری) مختلف سیستم کاوشگر تصویربردار

۳-شیء اندازه‌گیری شده

۴-FOV (شیء)

۵-FOV (تصویر)

۶- پنجره اندازه‌گیری

۷- نقطه اندازه‌گیری شده

شکل ۱- سیستم کاوشگر تصویربردار

۹-۳

خطای اندازه‌گیری طول دو جهته
(bidirectional length measurement error)
E_B

تعیین خطا موقع اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته کالیبره (درجه بندی شده) با استفاده از یک CMM کاوشگر تصویربردار، با یک نقطه کاوش (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره است.

یادآوری: E_B فقط در مورد CMMهای کاوشگر تصویربرداری صدق می‌کند که قادر به اندازه‌گیری فضایی سه بعدی هستند که ممکن است همیشه چنین نباشد

۱۰-۳

دامنه تکرار پذیری خطای اندازه‌گیری طول دو جهته
(repeatability range of the bidirectional length measurement error)
R_B

دامنه (بزرگ‌ترین منهای کوچک‌ترین) سه خطای اندازه‌گیری طول تکراری که به هنگام اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته کالیبره اندازه‌گیری شده است.

۱۱-۳

خطای اندازه گیری طول تک جهته
(unidirectional length measurement error)
E_U

تعیین خطا موقع اندازه‌گیری طول آزمون تک جهته کالیبره با استفاده از یک CMM کاوشگر تصویربردار با یک نقطه کاوش (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره است.

یادآوری- E_U فقط در CMMهای کاوشگر تصویربردار به کار می‌رود که قادربه اندازه‌گیری‌های فضایی سه بعدی هستند که ممکن است همیشه چنین نباشد.

۱۲-۳

دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول تک جهته
(repeatability range of the unidirectional length measurement error)
R_U

دامنه (بزرگ‌ترین منهای کوچک‌ترین) سه خطای اندازه‌گیری طول تکراری اندازه‌گیری شده توسط CMM به هنگام اندازه‌گیری طول آزمون تک جهته کالیبره است.

۱۳-۳

خطای اندازه‌گیری طول دو جهته Z

(Z bidirectional length measurement error)

E_{BZ}

تعیین خطا به هنگام اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته کالیبره که به لحاظ اسمی عمود بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار با استفاده از نقطه کاوش تکی (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره می‌باشد.

یادآوری- در این استاندارد، فرض می‌شود که محور Z دستگاه از لحاظ اسمی عمود بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار است. اگر چنین نباشد، باید از نام‌گذاری دیگری استفاده شود.(مانند E_{BX} یا E_{BY})

۱۴- ۳

خطای اندازه‌گیری تک جهته Z

(Z unidirectional length measurement error)

E_{UZ}

تعیین خطا موقع اندازه‌گیری طول آزمون تک جهته کالیبره که از لحاظ اسمی عمود بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار با استفاده از نقطه کاوش تکی (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره می‌باشد.

یادآوری- در این استاندارد، فرض بر این است که محور Z ماشین از لحاظ اسمی بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار عمود است. اگر چنین نباشد، از نام‌گذاری دیگری باید استفاده شود. (مانند E_{BX} یا E_{UY})

۱۵-۳

خطای اندازه‌گیری طول دو جهته XY

(XY bidirectional length measurement error)

E_{BXY}

تعیین خطا به هنگام اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته کالیبره که از لحاظ اسمی باسطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار موازی است که از یک نقطه کاوش (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره استفاده می‌کند.

یادآوری- در این استاندارد، فرض بر این است که سطح XY ماشین از لحاظ اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار موازی است اگر چنین نباشد، باید از نام‌گذاری دیگری استفاده شود. (مانند E_{BXZ} یا E_{BYZ})

۱۶-۳

خطای اندازه‌گیری طول یک جهتهX

(XY unidirectional length measurement error)

E_{UXY}

تعیین خطا به هنگام اندازه‌گیری طول آزمون تک جهته کالیبره که از لحاظ اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار موازی است که از نقطه کاوش تکی (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره استفاده می‌کند.

یادآوری- در این استاندارد، فرض بر این است که سطح XY ماشین از لحاظ اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار موازی است . اگر چنین نباشد باید از نام‌گذاری دیگری استفاده شود. (مانند E_{UXZ} یا E_{UYZ})

۱۷-۳

خطای چهار گوشی (مربعی بودن)

(squareness error)

E_{SQ}

تعیین خطای تاثیر ترکیبی مستقیم بودن و چهارگوشی (عمودبودن حرکت) اندازه‌گیری شده بین محور حرکت کاوشگر تصویربردار CMM که از لحاظ اسمی بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار و سطح حرکت عمود است، که آن هم از لحاظ اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار موازی است.

یادآوری- کاربرد مورد انتظار جای است که محور Z از لحاظ اسمی بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار عمود بوده و سطح XY از لحاظ اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار موازی است.

۱۸-۳

خطای اندازه‌گیری طول دو جهته کاوشگر تصویربردار

(imaging probe bidirectional length measurement error)

E_{BV}

تعیین خطای طول آزمون دو جهته کالیبره اندازه‌گیری شده در هر نقطه داخل میدان دید کاوشگر تصویربردار از لحاظ اسمی موازی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار و با استفاده از نقطه کاوش تکی (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره است.

یادآوری - آزمون E_{BV} شامل حرکت CMM کاوشگر تصویر بردار نیست.

یادآوری - E_{BV} فقط در CMM های کاوشگرتصویربردار کاربرد دارد که قادر به اندازه گیری در میدان دید کاوشگر تصویر بردار هستند که ممکن است همیشه چنین نباشند.

۱۹-۳

خطای اندازه‌گیری طول تک جهته کاوشگر تصویربردار

(maging probe unidirectional length measurement error)

E_{UV}

تعیین خطای طول آزمون تک جهته کالیبره اندازه‌گیری شده در هر نقطه داخل میدان دید کاوشگر تصویربردار از لحاظ اسمی موازی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار و با استفاده از یک نقطه کاوش (یا معادل) در هر انتهای طول آزمون کالیبره است.

یادآوری - آزمون E_{UV} شامل حرکت CMM کاوشگر تصویربردار نیست.

یادآوری - E_{UV} فقط در CMM های کاوشگر تصویربردار کاربرد دارد که قادر به اندازه‌گیری در میدان دید کاوشگر تصویربردار هستند که ممکن است همیشه چنین نباشد.

۲۰-۳

خطای کاوش
(probing error)
P_{F2D}

تعیین خطا که در آن دامنه شعاع‌ها را می‌توان با پردازش کم‌ترین مجذورات نقاط اندازه‌گیری شده بر اساس اندازه جسم مدور استاندارد تعیین کرد، طوری که اندازه‌گیرهای روی دایره آزمون واقع در هر نقطه حجم اندازه‌گیری به‌وسیله CMM کاوشگر تصویربردار در حالت کاوش گسسته با استفاده از حرکت CMM بین همه نقاط متوالی و با توزیع یکنواخت تمامی نقاط در میدان دید کاربردپذیر کاوشگر تصویربردار، انجام می‌گیرند.

۲۱-۳

خطای کاوش، کاوشگر تصویربردار
(probing error of the imaging probe)
P_{FV2D}

تعیین خطا که در آن، دامنه شعاع‌ها را می‌توان با پردازش حداقل مجذورات نقطه اندازه‌گیری شده بر اساس اندازه جسم مدور استاندارد تعین کرد، طوری که اندازه‌گیری‌ها روی دایره آزمون به‌وسیله CMM کاوشگر تصویربردار در حالت کاوش گسسته بدون استفاده از حرکت CMM و با توزیع تمامی نقاط در میدان دید کاربردپذیر کاوشگر تصویر بردار، انجام می‌گیرند.

یادآوری - P_{FV2D} فقط در مورد CMMهای کاوشگر تصویربردار کاربرد دارد که قادر به اندازه‌گیری در میدان دید کاوشگر تصویربردار هستند، که ممکن است همیشه چنین نباشد.

۲۲-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته
(maximum permissible error of bidirectional length measurement)
$E_{B, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول دوجهته، E_B، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۳-۳

حداکثر حد مجاز دامنه تکرارپذیری دو جهته
(maximum permissible limit of the bidirectional repeatability range)
$R_{B, MPL}$

حداکثر مقدار دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول دوجهته، R_B، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۴-۳

حداکثر خطای اندازه‌گیری طول یک جهته

(maximum permissible error of unidirectional length measurement)

$E_{U, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول یک جهته، E_U، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۵-۳

حداکثر حد مجاز دامنه تکرارپذیری یک جهته

(maximum permissible limit of the unidirectional repeatability range)

$R_{U, MPL}$

حداکثر مقدار دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول یک جهته، R_U، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۶-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته Z

(maximum permissible error of Z bidirectional length measurement)

$E_{BZ, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول دو جهته Z، E_{BZ}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۷-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته Z

(maximum permissible error of Z unidirectional length measurement)

$E_{UZ, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول یک جهته Z، E_{UZ}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۸-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته XY

(maximum permissible error of the XY bidirectional length measurement)

$E_{BXY, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول دو جهته XY، E_{BXY}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۲۹-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه گیری طول یک جهته XY

(maximum permissible error of the XY unidirectional length measurement)

$E_{UXY, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول یک جهته XY، E_{UXY}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۳۰-۳

حداکثر خطای مربعی بودن (چهار گوش بودن) مجاز
(maximum permissible squareness error)

$E_{SQ, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری مربعی شدن، E_{SQ}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۳۱-۳

حداکثر خطای اندازه‌گیری طول دو جهته کاوشگر تصویربردار
(maximum permissible error of imaging probe bidirectional length measurement)

$E_{BV. MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول دو جهته کاوشگر تصویربردار ، E_{BV}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۳۲-۳

حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته کاوشگر تصویربردار
(maximum permissible error of imaging probe unidirectional length measurement)

$E_{UV, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری طول یک جهته کاوشگر تصویربردار ، E_{UV}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۳۳-۳

حداکثر مقدار خطای کاوش مجاز
(maximum permissible probing error)

$P_{F2D, MPE}$

حداکثر مقدار خطای کاوش، P_{F2D}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۳۴-۳

حداکثر خطای کاوش مجاز کاوشگر تصویربردار
(maximum permissible probing error of the imaging probe)

$P_{FV2D, MPE}$

حداکثر مقدار خطای اندازه‌گیری کاوش کاوشگر تصویربردار ، P_{FV2D}، مجاز شده با ویژگی‌ها است.

۴ نمادها

دراین استاندارد، نمادها طبق جدول ۱ کاربرد دارد.

جدول ۱- نمادها

نماد	معنی
E_{B}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهته
R_{B}	دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول دو جهته
E_{U}	خطای اندازه‌گیری طول تک جهته
R_{U}	دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول تک جهته
E_{BZ}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهتهZ
E_{UZ}	خطای اندازه‌گیری طول تک جهته Z
E_{BXY}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهته XY
E_{UXY}	خطای اندازه‌گیری طول یک جهتهX
E_{BX}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهتهX
E_{UX}	خطای اندازه‌گیری تک جهته X
E_{BY}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهتهY
E_{UY}	خطای اندازه‌گیری تک جهته Y
E_{SQ}	خطای چهارگوشی (مربعی بودن)
E_{BV}	خطای اندازه‌گیری طول دو جهته کاوشگر تصویر بردار
E_{UV}	خطای اندازه‌گیری طول تک جهته کاوشگر تصویربردار
P_{F2D}	خطای کاوش
P_{FV2D}	خطای کاوش، کاوشگر تصویر بردار
$E_{B, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته
$R_{B, MPL}$	حداکثر حد مجاز دامنه تکرار پذیری دو جهته
$E_{U, MPE}$	حداکثر خطای اتدازه‌گیری طول یک جهته
$R_{U, MPL}$	حداکثر حد مجاز دامنه تکرارپذیری یک جهته
$E_{BZ, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته Z
$E_{UZ, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته Z
$E_{BXY, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته XY
$E_{UXY, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته XY
$E_{BX, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته X
$E_{UX, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته X
$E_{BY, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول دو جهته Y

نماد	معنی
$E_{UY, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته Y
$E_{SQ, MPE}$	حداکثر خطای مربعی بودن (چهارگوشی بودن) مجاز
$E_{BV, MPE}$	حداکثر خطای اندازه‌گیری طول دو جهته کاوشگر تصویر بردار
$E_{UV, MPE}$	حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول یک جهته کاوشگر تصویربردار
$P_{F2D, MPE}$	حداکثر مقدار خطای کاوش مجاز
$P_{FV2D, MPE}$	حداکثر مقدار خطای کاوش مجاز

یادآوری : به بند ۹ برای نشان این علائم در ارائه مدارک تولید ، نقشه‌ها، داده‌ها و غیره مراجعه کنید.

۵ الزامات محیطی و مقیاس‌ها

۵-۱ شرایط محیطی

حدود شرایط محیطی مجاز از قبیل شرایط دما، رطوبت هوا، ارتعاش و روشنایی محیط نصب که بر اندازه‌گیری‌ها تاثیر می‌گذارند بصورت زیر مشخص می‌شوند:

- توسط تولیدکننده، در مورد آزمون‌های پذیرش
- توسط کاربر، در مورد آزمون‌های تایید مجدد

در هر دو مورد، استفاده‌کننده در انتخاب شرایط محیطی که تحت آن‌ها آزمون‌های این استاندارد در حدود مشخص انجام می‌شود، آزاد است (همان‌طوری‌که در برگ اطلاعات تولید کننده ارائه می‌شود).

کاربر مسئول فراهم سازی محیطی است که CMM در آن واقع می‌شود همان‌طوری‌که در برگ اطلاعات توسط تولیدکننده تصریح می‌شود.

اگر محیط با مشخصات مطابقت نداشته باشد، آنگاه تایید حداکثر خطاهای مجاز وحدود آن ضروری نیست.

۵-۲ شرایط عملیات

CMM با استفاده از رویه‌های ارائه شده در کتابچه دستورالعمل تهیه شده توسط تولیدکننده به هنگام انجام آزمون‌های ذکر شده در بند ۶، راه‌اندازی می‌شود.

نواحی خاص در کتابچه دستور العمل سازنده (تولیدکننده) که باید از آن پیروی کرد عبارتند از :

الف) راه‌اندازی ماشین/ سیکل گرم کردن

ب) روش‌های تمیزکاری

پ) مشخصات سیستم کاوشگر

ت) پایداری گرمایی سیستم کاوشگر قبل از کالیبراسیون

ث) جهت روش کاوش

ج) روشن‌سازی اطراف

چ) سیستم روشن‌سازی

ح) مکان، نوع، تعداد حسگرهای گرمایی

خ) تنظیم و بزرگنمایی کاوشگر تصویر بردار

د) فیلترها و الگوریتم‌های پردازش تصویر

۵-۳ الزامات CMMهای کاوشگر تصویربردار با پیکربندی گوناگون

۵-۳-۱ کلیات

این استاندارد، در ارتباط با پیکربندی‌های مختلف CMMهای کاوشگر تصویر بردار بوده و مشخصات مجاز تولیدکننده و روش آزمون لازم با مقادیر انعطاف‌پذیر را ممکن می‌سازد.

۵-۳-۲ خطاهای اندازه‌گیری طول

برخی CMMهای کاوشگر تصویربردار برای اندازه‌گیری‌های سه بعدی طراحی شده در حالی‌که برخی دیگر نمی‌توانند اندازه‌گیری‌های سه بعدی را انجام دهند. برای فراهم سازی مقدار انعطاف پذیری مشخصات و برای حصول اطمینان ازتأمین شرایط لازم برای مشخصات مقیاس‌ها، تغییرات مشخصات با استفاده از MPEهای تعریف شده مجاز می شوند.

الف) برای CMMهای کاوشگر تصویربردار که قادر به اندازه‌گیری سه بعدی در هر جای CMM کاوشگر تصویربردار هستند، این استاندارد با دو روش آزمون متفاوت روش مؤلفه‌ای و روش مرکب اختصاص می‌یابد:

۱) روش مرکب شامل حداکثر خطای مجاز تکی (MPE) برای خطاهای اندازه‌گیری طول می‌باشد

یعنی: $E_{B,\,MPE}$ یا $E_{U,\,MPE}$

۲) روش مؤلفه‌ای شامل سه مقدار MPE زیر می‌باشد:

(i) یعنی: $E_{BXY,\,MPE}$ یا $E_{UXY,\,MPE}$

(ii) یعنی : $E_{BZ,MPE}$ یا $E_{UZ,\,MPE}$

(iii) $E_{SQ,\,MPE}$

مقادیر MPE از روش‌های مرکب و مؤلفه‌ای را حتماً نمی‌توان بطور مستقیم مقایسه کرد.

(ب) برای CMMهای کاوشگر تصویربردار که می‌توانند در سه محور حرکت کرده اما فقط قادر به انجام اندازه‌گیری در یک محیط سطح دو بعدی هستند (از لحاظ اسمی موازی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار است که به موجب ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شاید در سطوح متفاوتی بوده اما در یک سطح برای اندازه‌گیری تصویر شوند) طوری که برای خطاهای اندازه‌گیری طول دو مقدار MPE وجود دارد.

۱) $E_{SQ,\,MPE}$

۲) یعنی: $E_{BXY,\,MPE}$ یا $E_{UXY,\,MPE}$

(ث) CMMهای کاوشگر تصویربردار فقط قادر به انجام اندازه‌گیری‌ها در سطح دو بعدی هستند (از لحاظ اسمی موازی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار، اما همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در زمان معین همیشه از لحاظ اسمی در یک سطح بوده واز سطح اندازه‌گیری تصویر نمی‌شوند.) برای خطاهای اندازه‌گیری طول، یک مقدار MPE وجود دارد:

یعنی: $E_{BXY,\,MPE}$ یا $E_{UXY,\,MPE}$

علاوه بر این، برای ماشین‌های‌که اندازه‌گیری در میدان دید بدون حرکت ماشین هستند، مشخصه $E_{BV,\,MPE}$ یا $E_{UV,MPE}$ مجاز شده اما ضروری نیست.

حداکثر خطای مجاز برای خطاهای اندازه‌گیری طول با استفاده از طول آزمون یک جهته یا دو جهته به صلاح‌دید تولیدکننده مشخص می‌گردد.

یادآوری ۱- ماشین‌های اندازه‌گیری با سیستم‌های کاوش نوری گاهاً برای اندازه‌گیری فاصله مدرج خطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای انجام این اندازه‌گیری، تعیین MPE طول یک جهته می‌تواند مناسب باشد.

یادآوری ۲- تعیین حدود دو جهته فرضی مناسب با عدم قطعیت کالیبراسیون می‌تواند MPE را برای اندازه‌گیری‌های طول دو جهته در مقایسه با اندازه‌گیری‌های طول تک جهته به‌طور قابل توجهی افزایش دهد.

خطاهای اندازه‌گیری طول همان‌طوری‌که اظهار شد، بیشتر از حداکثر خطاهای مجاز مربوطه مطابق با موارد زیر نخواهد بود .

- تولیدکننده در مورد آزمون‌های پذیرش
- کاربر در مورد آزمون‌های تایید مجدد

خطاهای اندازه‌گیری طول وحداکثر خطاهای مجاز اندازه‌گیری طول درواحد میکرومتر بیان می‌شوند.

۵-۳-۳ خطاهای کاوش

$P_{F2D,\,MPE}$ برای تمامی پیکربندی‌های ماشین ضروری است، روش آزمون در مورد خطای کاوش P_{F2D} شامل هر دوی حرکت ماشین و بخش کامل قابل استفاده میدان دید خواهد بود.

در مورد ماشین‌های قادر به اندازه‌گیری در میدان دید بدون حرکت ماشین، تشخیص$P_{FV2D,\,MPE}$ مجاز بوده، اما ضروری نیست.

خطاهای کاوش P_{F2D} و P_{FV2D} همانطوری‌که در زیر اظهار شده، بیشتر از حداکثر خطایی مجاز، مربوطه $P_{F2D,\,MPE}$ و $P_{FV2D,\,MPE}$ نخواهد بود

- تولیدکننده، در مورد آزمون‌های پذیرش
- کاربر در مورد آزمون‌های‌های تایید مجدد

خطای کاوش و حداکثر خطای مجاز در مورد خطای کاوش در واحد میکرومتر بیان می‌شود.

۵-۳-۴ دامنه تکرارپذیری خطای اندازه‌گیری طول، R_B یا R_U

وقتی $E_{B, MPE}$ یا $E_{U, MP}$ مشخص شد آنگاه $R_{B, MPL}$ یا $R_{U, MPL}$ نیز مشخص خواهد شد.

دامنه تکرار پذیری خطای اندازه‌گیری طول (مقادیر R_B یا R_U) بیشتر از حداکثر حد مجاز مربوطه دامنه تکرارپذیری $R_{B, MPL}$ یا $R_{U, MPL}$ نخواهد بود همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده در مورد آزمون‌های پذیرش و کاربر در مورد آزمون‌های تایید مجدد ذکر شده است.

دامنه تکرار پذیری خطای اندازه‌گیری طول (مقادیر R_B یا R_U) و حداکثر حد مجاز دامنه تکرارپذیری $R_{B, MPL}$ یا $R_{U, MPL}$ در واحد میکرومتر بیان می‌شوند.

۵-۳-۵ اثربارگذاری قطعه‌کار

خطاهای اندازه‌گیری طول همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده ذکر شده، بیشتر از حداکثر خطاهای مجاز مربوطه نخواهد بود زمانی‌که CMM تا جرم حداکثر قطعه‌کار بارگذاری می‌شود عملکرد CMM برای آن درجه‌بندی می‌شود. تست کردن خطاهای اندازه‌گیری طول را می‌توان تحت هر نوع بار قطعه‌کار انجام داد (از صفر تا حداکثر بار قطعه‌کار درجه‌بندی شده) که توسط کاربر با توجه به شرایط زیر انتخاب می‌شود.

- حجم فیزیکی بار فراهم شده برای آزمون باید در حجم اندازه‌گیری CMM قرار بگیرد و این بار باید آزاد بیاستد.
- تولیدکننده ممکن است حد حدکثر بار در مساحت واحد (Kg/m^2) را روی میز CMM یا روی یک نقطه (Kg/cm^2) یا روی هر دو مشخص کند. در مورد بارهای نقطه‌ای، بار در هر نقطه تماس خاص بیشتر از دو برابر هر نقطه تماس دیگر نخواهد بود.
- مگر این‌که توسط تولیدکننده طور دیگری مشخص گردد، وگرنه بار تقریباً به‌طور مرکزی واقع شده و در مرکز میز CMM تقریباً متقارن است.

کاربر و تولیدکننده باید شرایط دسترس پذیری بار را فراهم سازند.

کاربر و تولیدکننده باید بارگذاری میز CMM را بررسی کنند، چون دسترسی به مکان‌های اندازه‌گیری ممکن است به‌وسیله بار با مشکل مواجه شود.

۶ آزمون‌های پذیرش و آزمون‌های تایید مجدد

۶-۱ کلیات

آزمون‌های پذیرش مطابق با ویژگی‌ها و روش‌هایی که تولیدکننده تعیین کرده انجام می‌گیرند، طوری که با این استاندارد مطابقت دارند . تولیدکننده ممکن است یک مصنوع را انتخاب کند که بیان‌گر طول آزمون درجه‌بندی شده باشد از مواردی که در پیوست ب و ت توصیف شده‌اند.

کاربر به شرطی می‌تواند از این مصنوع استفاده کند که بین کاربر و تولیدکننده توافق دو جانبه وجود داشته باشد؛ در این مورد، عدم قطعیت اندازه‌گیری، ماده مصنوع و هزینه آزمون آن به دقت مد نظر باشد.

آزمون‌های تایید مجدد مطابق با مشخصات کاربر و رویه‌های تولیدکننده اجرا می‌شوند.

برای همه آزمون‌ها، اندازه‌گیری‌های مکمل برای هم‌ترازی مصنوع مورد نیاز باشند. توصیه می‌شود که روش هم‌ترازی به کار رفته با رویه‌های به‌کار رفته برای کالیبراسیون مصنوع مطابقت داشته باشد.
تولیدکننده باید دربرگه اطلاعات صراحتاً پیکربندی کاوشگر تصویربردار را مشخص سازد، که برای همه آزمون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر تولیدکننده، پیکربندی کاوشگر تصویربردار را مشخص نکند؛ کاربر می‌توانند پیکربندی را از هر اجزاء فراهم شده CMM انتخاب نماید.
برای همه آزمون‌ها، سیستم کاوشگر تنظیم شده و مطابق با رویه‌های نرمال تولیدکننده تعریف شده است (به بند ۵-۲ مراجعه کنید.) همه ویژگی‌های سیستم کاوشگر را می‌توان با استفاده از مصنوع ارائه شده توسط تولیدکننده برای مشخصات کاوش در کاربرد معمولی CMM اجرا کرد، واز دیگر مصنوع‌های آزمون استفاده نخواهد شد.

یادآوری – تغییر سیستم کاوشگر تصویربردار یا شرایط اندازه‌گیری می‌تواند نتایج آزمون را به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهد.
الگوریتم‌ها وپارامترهای به کار رفته در آزمون باید همان‌های باشند که برای اندازه‌گیری قطعه کار معمولی در ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرند. پالایش یا دیگر بهینه‌سازی اضافی لازم نیست.

۶-۲ خطاهای اندازه‌گیری طول

۶-۲-۱ کلیات

اصل روش ارزیابی استفاده از طول آزمون کالیبره شده، قابل پیمایش با متر است، تا اثبات شود که آیا CMM می‌تواند، اندازه‌گیری را در حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری طول مذکور برای CMM انجام دهد.
ارزیابی را می‌توان با مقایسه مقادیر مشخص پنج طول آزمون کالیبره متفاوت که هر کدام سه بار اندازه‌گیری شده، نسبت به مقادیر کالیبره آنها، انجام داد. مقادیر مشخص شده، با اندازه‌گیری‌های طول نقطه به نقطه که در جهت هم‌ترازی نمایش داده می‌شوند، قابل محاسبه هستند. هر نقطه از طریق کاربرد یک پنجره اندازه‌گیری با توجه به توصیه‌های تولیدکننده، اندازه‌گیری می‌شود. ابعاد پنجره اندازه‌گیری حداکثر ٪۱۰ میدان دید خواهد بود.
برای مقایسه طول اندازه‌گیری شده بوسیله CMM با مقادیر کالیبره طول آزمون، هم‌ترازی مناسب طول آزمون ضروری می‌باشد. اگر تاییدیه کالیبراسیون در مورد طول آزمون، دستورالعمل‌های را برای هم‌ترازی فراهم کرده باشد، آنگاه قبل از اندازه‌گیری طول باید از آن دستورالعمل‌ها تبعیت شود. اگر دستورالعمل‌های هم‌ترازی در تاییدیه کالیبراسیون وجود نداشته باشد، تولیدکننده می‌تواند در مورد رویه هم‌ترازی تصمیم‌گیری کند.
هر یک از این سه اندازه‌گیری تکراری را می‌توان به روش زیر ترتیب داد: اگر یک انتهای طول آزمون درجه‌بندی شده، "A" و انتهای دیگر آن " B " نامیده شود در این‌صورت توالی اندازه‌گیری $A_1\ B_1$، $A_2\ B_2$، $A_3\ B_2$ ، یا $A_1\ B_1$، $B_2\ A_2$ ، $A_3\ B_3$، می‌باشد.توالی‌های دیگری هم‌چون $A_1\ A_2\ A_3$، $B_1\ B_2\ B_3$ مجاز نیستند.
هر یک از سه آزمون تکراری، نقاط اندازه‌گیری منحصر بفردی خواهد داشت. یعنی عموماً B_1، B_2 و B_3 نقاط واقعی متفاوتی در مورد نقطه B هدف مشابه خواهد داشت. وقتی توالی اندازه‌گیری برای طول آزمون شروع می‌شود، هیچ نقطه کاوش اضافی غیر از موارد مورد نیاز برای اندازه‌گیری طول آن، اندازه‌گیری نخواهد شد.مثلاً بین اندازه‌گیری A_1 وB_3، هیچ نقطه هم‌ترازی مجاز نخواهد بود.

برای CMMها بدون جبران انبساط گرمایی قطعه‌کار، انبساط گرمایی تفاضلی اصلاح نشده بین CMM و طول آزمون کالیبره می‌تواند خطای معنی‌دار ایجاد کند؛ بنابراین استاندارد نیز مستلزم مشخص کردن CTE طول آزمون است.

برای CMMها با جبران انبساط گرمایی قطعه‌کار، این خطای ناشی از گرما عمدتاً کاهش می‌یابد. برای این CMMها، بخش قابل توجهی از خطای گرمایی اضافی به‌واسطه عدم قطعیت در CTE طول آزمون می‌باشد. (یعنی، به اصلاح انبساط گرمایی ناقص منجر می‌گردد) بنابراین، این استاندارد مستلزم مشخص کردن عدم قطعیت CTE طول آزمون می‌باشد.

برای برخی CMMها، سیستم اصلاح گرمایی کاربر را ملزم می‌کند تا مقادیر CTE مصنوع و دما را به عنوان بخشی از سیستم جبران گرمایی اتوماتیک آن همان‌طوری‌که در سند عامل آن توصیف شده، وارد کند. این به شرطی مجاز است که CMM نرم‌افزار داشته باشد، که جبران گرمایی را اجرا کند. جبران گرمایی دستی توسط کاربر مجاز نیست.

۶-۲-۲ تجهیزات اندازه گیری

طولانی‌ترین طول آزمون کالیبره هر مکان حداقل ٪۶۶ حداکثر مسافت طی شده توسط CMM در امتداد خط اندازه‌گیری در طول آزمون کالیبره خواهد بود. بنابراین، حداقل طول مجاز برای طول آزمون کالیبره واقع در امتداد جسم مورب، طویل‌تر از حداقل طول مجاز برای طول آزمون کالیبره واقع در امتداد جهت محور خواهد بود. طول‌های آن‌ها روی خط اندازه‌گیری توزیع می‌شوند. عموماً پنج طول آزمون کالیبره مورد استفاده در یک مکان شاید از لحاظ طول با موارد مورد استفاده در مکان دیگر تفاوت داشته باشند، مثلاً به علت مقدار حرکت CMM در امتداد خطوط اندازه‌گیری متفاوت باشد.

مثال ۱: نمونه‌ای از طول‌های آزمون کالیبره خوب توزیع شده در یک خط اندازه‌گیری ۱ متر عبارتست از: ۱۰۰ میلی‌متر، ۲۰۰ میلی‌متر ، ۲۰۰ میلی‌متر، ۴۰۰ میلی متر، ۶۰۰ میلی‌متر ، ۸۰۰ میلی‌متر.

آزمون مجاز E_{BV} یا E_{UV} با پذیرفتن عدم حرکت CMM؛ در این مورد، حداکثر مسافت طی شده، حداکثر طول قابل اندازه‌گیری در تصویر میدان دید کاوش می‌باشد.

تولیدکننده، حدود بالایی و پایینی قراردادی CTE طول آزمون کالیبره را ذکر می‌کند.

تولیدکننده، می‌تواند CTE طول آزمون کالیبره را درجه‌بندی کند. تولیدکننده باید حداکثر عدم قطعیت مجاز (K= 2) CTE طول آزمون کالیبره را مشخص کند.

در موردی که در آن، طول آزمون کالیبره، از طول یک جهته و طول دو جهته کوتاه تشکیل می‌شود. (پیوست ب) ، CTE را می‌توان دارای طول یک جهته در نظر گرفت. پیش فرض طول آزمون کالیبره، یک ماده CTE معمولی است مگر این‌که در مشخصات اعلامی تولیدکننده طور دیگری ذکر شود.

اگر طول آزمون کالیبره، یک ماده، CTE معمولی نباشد، در این‌صورت حداکثر خطاهای مجاز متناظر با ستاره (*) مشخص شده و توضیحاتی نیز درباره CTE طول آزمون کالیبره فراهم خواهد شد.

مثال ۲

* $E_{B,MPE}$

مصنوع، سوپر اینوار با CTE حداکثر $0.5 \times 10^{-6}/\dot{C}$ و عدم قطعیت بسط یافته CTE (K= 2) حداکثر $0.3 \times 10^{-6}/\dot{C}$ می‌باشد.

برای $E_B, E_U, E_{BXY}, E_{UXY}$ اگر مشخصات تولیدکننده بیان کند که طول‌های آزمون کالیبره، ماده، CTE غیر نرمال بوده و CTE کمتر از $2\times10^{-6}/\dot{C}$ باشد، آنگاه یک اندازه‌گیری اضافی انجام می‌گیرد. همان‌طوری‌که در بندهای ۶-۲-۳-۳ و ۶-۲-۵-۳ توصیف شده است.

طول آزمون CTE کمتر را می‌توان بصورت ریاضی تعدیل کرد تا رفتار ظاهری طول آزمون ماده CTE نرمال منوط به شرایط پیوست ت آشکار گردد؛ با این وجود، این طول آزمون کالیبره را هنوز می‌توان دارای CTE کمتر و وابسته به شرایط بندهای ۶-۲-۳-۳ و ۶-۲-۵-۳ در نظر گرفت.

برای مثال‌های طول آزمون کالیبره، به پیوست ب رجوع کنید.

۶-۲-۳ خطای اندازه‌گیری طول برای E_B یا E_U

۶-۲-۳-۱ موضع‌های اندازه‌گیری

پنج طول آزمون متفاوت در هر یک از هفت موضع متفاوت (مکان‌ها وجهت‌یابی‌ها) که درظرفیت اندازه‌گیری CMM واقع بوده وهر طول سه بار برای کلاً ۱۰۵ بار، اندازه‌گیری خواهد شد. چهار موضع از هفت موضع، مورب‌های فضایی خواهد بود همان‌طورکه در جدول ۲ نشان داده شده است. کاربر می‌تواند سه موضع باقیمانده را مشخص سازد؛ مواضع پیش فرض با هر محور CMM موازی هستند.

تولیدکننده ممکن است بنا به صلاح دید خود حداکثر خطای مجاز اندازه‌گیری یک‌جهته و دوجهته را برای هر محور CMM مشخص کند یعنی مواضع ۵ ، ۶ و ۷.

- برای اندازه‌گیری‌های طول دو جهته؛ نشانه‌گذاری عبارت خواهد بود از :
  - E_{BX} و $E_{BX, MPE}$
  - E_{BY} و $E_{BY, MPE}$
  - E_{BZ} و $E_{BZ, MPE}$

- برای اندازه‌گیری طول یک‌جهته، نشانه‌گذاری عبارت خواهد بود از :
  - E_{UX} و $E_{UX, MPE}$
  - E_{UY} و $E_{UY, MPE}$
  - E_{BY} و $E_{UY, MPE}$

جدول ۲- جهت‌یابی در ظرفیت اندازه‌گیری

شماره موضع	جهت یابی در ظرفیت اندازه گیری	مورد نیاز یا پیش فرض
۱	امتداد قطر از نقطه (۱،۰،۰) تا (۰،۱،۱)	مورد نیاز
۲	امتداد قطر از نقطه (۱،۱،۰) تا (۰،۰،۱)	مورد نیاز
۳	امتداد قطر از نقطه (۰،۱،۰) تا (۱،۰،۱)	مورد نیاز
۴	امتداد قطر از نقطه (۰،۰،۰) تا (۱،۱،۱)	مورد نیاز
۵	موازی بدنه ماشین ازنقطه (۰،۱/۲،۱/۲) تا (۱، ۱/۲،۱/۲)	پیش فرض
۶	موازی بدنه ماشین ازنقطه (۱/۲ ، ۰ ،۱/۲) تا (۱/۲، ۱، ۱/۲)	پیش فرض
۷	موازی بدنه ماشین ازنقطه (۱/۲،۱/۲،۱) تا (۱/۲،۱/۲،۰)	پیش فرض
یادآوری : برای مشخصات این جدول، گوشه‌های روبرو ظرفیت اندازه‌گیری به صورت فرضی نقاط (۰،۰،۰) و (۱،۱،۱) در مختصات(X,Y,Z)		

برای CMMهای دارای نسبت وجه بالا طول محورها، توصیه می‌شود که تولیدکننده و کاربر طبق توافق دو جانبه، دو گزینه اندازه‌گیری دیگری اضافه کنند.

CMM با نسبت وجه بالا زمانی اتفاق می‌افتد طول بلندترین محور حداقل سه برابر طول محورمتوسط است. مکان‌های توصیه شده هر کدام از پنج طول آزمون کالیبره تشکیل شده که هر کدام سه بار اندازه‌گیری شده، دومکان مورب (مرکز به مرکز) در سطح عمود بر بلندترین طول هستند یعنی اگر X بلندترین محور باشد آنگاه دو مورب در سطح Y-Z بوده و تقریباً در نقطه مرکزی محور X واقع هستند.

۶-۲-۳-۲ روش اندازه‌گیری

برای هر پنج طول آزمون کالیبره، سه نتیجه اندازه‌گیری بدست آورید، در مورد جزئیات روش اندازه‌گیری انواع خاص طول‌های آزمون، به پیوست ب مراجعه کنید. برای هفت مکان اندازه‌گیری کل ۱۰۵ نتیجه اندازه‌گیری از طول‌های آزمون کالیبره را تکرار کنید.

۶-۲-۳-۳ حالت CTE کم

برای حالتی که در آن مشخصات اعلامی تولیدکننده برای $E_{\mathrm{U,\,MPE}}$ و $E_{\mathrm{B,\,MPE}}$ مستلزم $\alpha < ۱۰\times۲^{-۶}/\dot{C}$ است. (بنابراین یک CTE غیر نرمال می‌باشد.) بر روی طول آزمون کالیبره ماده CTE نرمال، اندازه‌گیری دیگری صورت می‌گیرد. طول آزمون ماده CTE نرمال، بیشتر از ۰/۵ متر یا ٪۵۰ اندازه حرکت بلندترین محور CMM خواهد بود. این اندازه‌گیری در مرکز حجم اندازه‌گیری CMM و موازی با یکی از محورهای CMM انجام می‌گیرد. اندازه‌گیری سه بار تکرار می‌شود. تولیدکننده ممکن است CTE این طول آزمون را کالیبره کند.

یادآوری ۱- وقتی برای تولید طول‌های آزمون کالیبره از تداخل‌سنج لیزری استفاده شود، همان‌طوری‌که در پیوست ب توصیف شده، تداخل‌سنج لیزری به عنوان ماده CTE پایین در نظر گرفته شده و بنابراین مستلزم اندازه‌گیری طول آزمون کالیبره CTE نرمال می‌باشد.

یادآوری ۲- به هنگام استفاده از تداخل‌سنج لیزری، اندازه‌گیری مصنوع CTE نرمال در طول خط اندازه‌گیری که قبلاً با استفاده از تداخل‌سنج لیزری اندازه‌گیری شده، ایده خوبی است. ثبات خطاهای تعیین شده از تداخل سنج لیزری و از مصنوع CTE نرمال به عنوان یک کنترل سریع عمل می‌کند. به شرطی که جبران CTE قطعه‌کار و جبران شاخص انکسار به‌طور صحیح انجام شده باشد.

۶-۲-۳-۴ استنتاج از نتیجه آزمون

برای کلیه ۱۰۵ آزمون، و(در صورت نیاز) سه اندازه‌گیری اضافی بند ۶-۲-۳-۳، هر خطای اندازه‌گیری طول E_B یا E_U را از طریق محاسبه تفاوت بین مقدار نشان داده شده و مقدار کالیبره شده هرطول آزمون، محاسبه کنید. (جایی‌که مقدار کالیبره شده به عنوان مقدار حقیقی قراردادی طول در نظر گرفته می‌شود.) مقدار نشان داده شده اندازه‌گیری خاص طول آزمون کالیبره شده را می‌توان با CMM برای توجیه خطاهای سیستماتیک یا خطاهای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) اصلاح کرد، به شرطی که CMM ابزار لازم برای این منظور داشته باشد. اصلاح دستی نتایج بدست آمده از خروجی کامپیوتر برای توجیه دما یا اصلاحات دیگر زمانی‌که شرایط محیطی با شرایط بند ۵-۱ مطابقت داشته باشد، مجاز نیست.

همه خطاهای اندازه‌گیری طول را روی یک نمودار ترسیم کنید. همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲،شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶-۲-۴ خطای اندازه‌گیری طول Z، E_{BZ} یا E_{UZ}

۶-۲-۴-۱ مکان‌های اندازه‌گیری

پنج طول آزمون کالیبره متفاوت از لحاظ اسمی عمود بر سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار جهت‌یابی می‌شود. استفاده‌کننده می‌تواند این مکان را مشخص کند.

۶-۲-۴-۲ روش اندازه‌گیری

برای هر پنج طول آزمون کالیبره، سه نتیجه اندازه‌گیری برای کل ۱۵ نتیجه اندازه‌گیری از طول‌های آزمون کالیبره بدست آورید؛ راجع به جزئیات روش اندازه‌گیری انواع خاص طول‌های آزمون به پیوست ب مراجعه کنید.

۶-۲-۴-۳ استنتاج از نتیجه آزمون

برای هر ۱۵ اندازه‌گیری هر خطای اندازه‌گیری طول E_{BZ} یا E_{UZ}، را از طریق محاسبه تفاوت بین مقدار نشان داده شده و مقدار کالیبره هر طول آزمون محاسبه کنید. (جایی‌که مقدار کالیبره به عنوان مقدار حقیقی قراردادی طول فرض می‌شود.) مقدار مشخص اندازه‌گیری خاص طول آزمون کالیبره را می‌توان با CMM برای توجیه خطای سیستماتیک یا خطای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) اصلاح کرد، به شرطی که CMM ابزار کمکی را برای این منظور داشته باشد. اصلاح دستی نتایج بدست آمده از خروجی کامپیوتر برای توجیه دما یا اصلاحات دیگر زمانی‌که شرایط محیطی با شرایط بند ۵-۱ مطابقت داشته باشد، مجاز نیست.

همه خطاهای اندازه‌گیری طول را روی یک نمودار ترسیم کنید. همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲، شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶-۲-۵ خطای اندازه‌گیری طول YX، E_{BXY} یا E_{UXY}

۶-۲-۵-۱ مکان‌های اندازه‌گیری

پنج طول آزمون کالیبره متفاوت در هر یک از چهار مکان متفاوت (مکان‌ها یا جهت‌ها) موازی اسمی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویر بردار، واقع خواهد بود. دو مکان از این چهار مکان، مورب‌های سطح مسطح خواهد بود. استفاده‌کننده ممکن است دو مکان باقیمانده را مشخص کند؛ مکان‌ها پیش فرض به لحاظ اسمی با هر یک از محورهای CMM، X و Y موازی هستند. چهار مکان متفاوت ممکن است در سطوح مسطح متفاوت اما موازی اسمی باشند.

۶-۲-۵-۲ روش اندازه‌گیری

برای هر پنج طول آزمون کالیبره، سه نتیجه اندازه‌گیری بدست آورید. راجع به جزئیات رویه اندازه‌گیری انواع خاص طول‌های آزمون به پیوست ب مراجعه کنید. کل ۶۰ نتیجه اندازه‌گیری رابرای هر چهار مکان اندازه‌گیری حاصل از طول های آزمون کالیبره، تکرار کنید.

۶-۲-۵-۳ حالت CTE کم

برای حالتی که در آن مشخصات اعلامی تولیدکننده برای $E_{UXY,\ MPE}$ و $E_{BXY,\ MPE}$ مستلزم $\alpha < 2\times10^{-6}/\dot{C}$ است (بنابراین یکCTE غیر نرمال محسوب می‌شود)، اندازه‌گیری دیگری در مورد طول آزمون کالیبره ماده CTE نرمال بعمل خواهد آمد. طول آزمون ماده CTE نرمال بیشتر از۰/۵ متر یا ٪۵۰ اندازه حرکت بزرگ‌ترین محور CMM در X یا Y خواهد بود. اندازه‌گیری سه بار تکرار خواهد شد. تولیدکننده ممکن است CTE این طول آزمون را کالیبره کند.

یادآوری ۱- موقع استفاده از تداخل‌سنج لیزری برای تولید طول‌های آزمون کالیبره، همان‌طوری‌که در پیوست ب توصیف شده، تداخل‌سنج لیزری به عنوان یک ماده CTE پایین در نظر گرفته شده و بنابراین مستلزم اندازه‌گیری طول آزمون کالیبره CTE نرمال باشد.

یادآوری ۲- به هنگام استفاده از تداخل‌سنج لیزری، اندازه‌گیری مصنوع CTE نرمال در طول خط اندازه‌گیری که قبلاً با استفاده از تداخل‌سنج لیزری اندازه‌گیری شده، ایده خوبی است. ثبات خطای تعیین شده از تداخل‌سنج لیزری و از مصنوع CTE نرمال به عنوان یک کنترل سریع عمل می‌کند، به شرطی که جبران CTE قطعه‌کار و جبران شاخص انکسار بطور صحیح انجام شده باشد.

۶-۲-۵-۴ استنتاج از نتیجه آزمون

برای کلیه ۶۰ اندازه‌گیری، و(در صورت نیاز) سه اندازه‌گیری دیگر بند ۶-۲-۵-۳، هر خطای اندازه‌گیری طول، E_{BXY} یا E_{UXY} را با محاسبه تفاوت بین مقدار مشخص و مقدار کالیبره هر طول آزمون محاسبه کنید. (جایی‌که مقدار کالیبره شده به عنوان مقدار حقیقی قراردادی طول فرض می شود.) مقدار مشخص یک اندازه‌گیری خاص

با طول آزمون کالیبره را می‌توان با CMM برای توجیه خطاهای سیستماتیک یا خطاهای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) اصلاح کرد. به شرطی که CMM ابزار کمکی برای این منظور را داشته باشد. اصلاح دستی نتایج بدست آمده از خروجی کامپیوتر برای توجیه دما یا اصلاحات دیگر وقتی شرایط محیطی با شرایط بند ۵-۱ مطابقت داشته باشد، مجاز نیست.

همه خطاهای اندازه‌گیری طول را روی یک نمودار ترسیم کنید. همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲، شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶-۲-۶ خطای اندازه‌گیری طول کاوشگر تصویربردار، E_{BV} یا E_{UV}

۶-۲-۶-۱ مکان‌های اندازه‌گیری

پنج طول آزمون کالیبره متفاوت در هر چهار مکان متفاوت (مکان‌ها وجهت‌ها) موازی اسمی با سطح اندازه‌گیری CMM کاوشگر تصویربردار قرار می‌گیرد. و مکان از چهار مکان، مورب‌های میدان دید خواهند بود. کاربر ممکن است دو مکان باقیمانده را مشخص کند؛ مکان‌های پیش فرض با هر کدام از محورهای CMM، X و Y در مرکز میدان دید، موازی اسمی هستند.

یادآوری- این آزمون مستلزم حرکت ماشین نیست؛ بنابراین، همه مکان‌های اندازه‌گیری در داخل میدان دید سیستم کاوشگر تصویربردار هستند.

۶-۲-۶-۲ روش اندازه‌گیری

برای هر پنج طول آزمون کالیبره، سه نتیجه اندازه‌گیری را بدست آورید. در مورد جزئیات روش اندازه‌گیری انواع خاص طول‌های آزمون، به پیوست ب مراجعه کنید. کل ۶۰ نتیجه اندازه‌گیری را برای هر چهار مکان اندازه‌گیری حاصل از طول‌های آزمون کالیبره، تکرار کنید.

۶-۲-۶-۳ استنتاج ازنتیجه آزمون

برای همه ۶۰ اندازه‌گیری هر خطای اندازه‌گیری طول، E_{BV} یا E_{UV} را با محاسبه تفاوت بین مقدار مشخص و مقدار کالیبره هر طول آزمون، محاسبه کنید. (جایی‌که مقدار کالیبره به عنوان مقدار حقیقی قراردادی طول فرض می شود.) مقدار مشخص اندازه‌گیری خاص طول آزمون کالیبره را می‌توان بوسیله CMM توجیه خطاهای سیستماتیک یا خطاهای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) اصلاح کرد، به شرطی که CMM ابزارهای کمکی برای این منظور را داشته باشد. اصلاح دستی نتایج به‌دست آمده از خروجی کامپیوتر برای توجیه اصلاحات دما یا اصلاحات دیگر وقتی شرایط محیطی با شرایط بند ۵-۱ مطابقت داشته، مجاز نخواهد بود.

همه خطاهای اندازه‌گیری را روی یک نمودار ترسیم کنید، همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲، شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶- ۳ خطای مربعی بودن، E_{SQ}

۶-۳-۱ کلیات

اگر روش آزمون توصیف شده در زیر عملی یا مناسب نباشد؛ روش جایگزین ارائه شده در پیوست ت را می‌توان طبق توافق دو جانبه بین دو طرف به کار برد.

اصل روش ارزیابی استفاده از مربع مکانیکی کالیبره قابل اندازه‌گیری با متر برای اثبات این امر است که آیا CMM کاوشگر تصویربردار قادر به اندازه‌گیری در حداکثر خطای مجاز مربعی بودن مذکور، $E_{SQ,MPE}$، برای هر دو سطح YZ و یا ZX حرکت CMM است.

این روش ارزیابی با اندازه‌گیری شش مکان متفاوت (نقطه صفر به اضافه پنج نقطه اندازه‌گیری) روی یک مربع و مقایسه نتایج با مقادیر کالیبراسیون این مربع انجام می‌گیرد. مقادیر مشخص شده، نسبت به سطح مرجع مربع اندازه‌گیری می‌شوند که باید به‌طور مناسب با سطح XY حرکت MMC همتراز شوند.

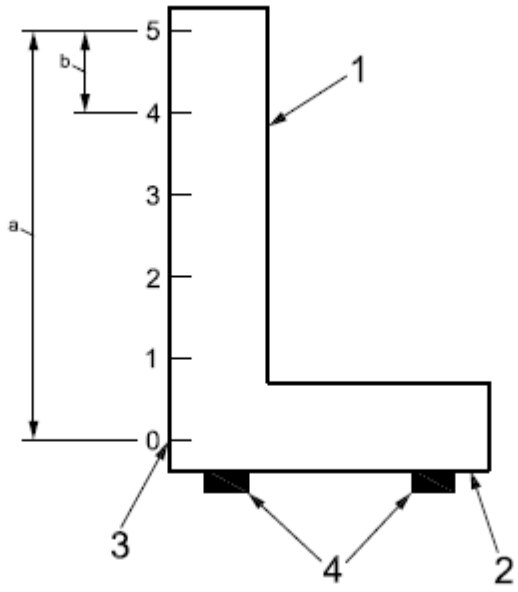
اندازه‌گیری مربع معمولاًمستلزم نوعی شاخص یا رأس اندازه‌گیری متصل به CMM است. در صورت نیاز، این شاخص بیرونی توسط آزمون‌گر تهیه می‌شود.

۶-۳-۲ تجیهزات اندازه‌گیری

اندازه‌گیری مربعی بودن در حداقل ٪ ۶۶ حداکثر محور حرکت Z، CMM انجام می‌گیرد. فاصله بین مکان‌های اندازه‌گیری موازی با محور Z حداقل ٪۱۰ حرکت محور Z خواهد بود. هر مکانی که قرار است روی مربع اندازه‌گیری شود نسبت به سطح مرجع این مربع کالیبره خواهد شد. شرایط اندازه و مکان‌های اندازه‌گیری روی مربع در شکل ۲، نشان داده شده است.

یادآوری- مربع‌ها در بیشتر اشکال و پیکربندی‌ها، قابل دسترس هستند. مربعی که در شکل ۲ ارائه شده فقط یک نمونه است.

حداکثر جرم قطعه‌کار که عملکرد CMM برای آن درجه‌بندی می‌شود را باید انتخاب مربع در نظر گرفت.



راهنما

۱ مربع مکانیکی دقیق

۲ سطح مربع مرجع

۳ نقطعه صفر مربع

۴ تثبیت قرار دادن مربع روی نقاط مرجع (اگر مناسب باشد)

aحداقل طول خط اندازه‌گیری، ٪۶۶ حرکت Z می‌باشد.

bحداقل فاصله بین نقاط، ٪ ۱۰ حرکت Z است.

شکل ۲- مربع بازرسی خطای مربعی بودن E_{SQ}

۶-۳- ۳ مکان‌های اندازه‌گیری

مربع کالیبره در هر یک از دو مکان اندازه‌گیری متفاوت واقع خواهد بود. مکان اول موازی اسمی با سطح XY حرکت CMM خواهد بود. مکان دوم، موازی اسمی بر سطح YZ حرکت CMM خواهد بود.

۶-۳-۴ روش اندازه‌گیری

۶-۳-۴-۱ شاخص بیرونی

اگر شاخص بیرونی لازم باشد، محکم به محور Z نصب می‌شود، طوری‌که نقطه اندازه‌گیری شاخص تا حد امکان به نقطه اندازه‌گیری سیتم کاوشگر تصویر بردار نزدیک است. آن برای اندازه‌گیری انحرافات موازی با سطح اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار در جهت X یا Y تنظیم می‌شود که به این بستگی دارد که سطح ZX یا YZ به کدام ترتیب آزمون می‌شود .

اگر شاخص بیرونی لازم نباشد، آن‌گاه سیستم کاوشگر تصویربردار مطابق با رویه‌های نرمال تولیدکننده تنظیم و مشخص می‌شود. (به بند ۵-۲ مراجعه کنید.)

۶-۳-۴-۲ هم‌ترازی

مربع کالیبره در اولین مکان اندازه‌گیری با سطح مرجع مربع موازی اسمی با سطح XY حرکت CMM قرار می‌گیرد.

سطح مرجع مربع برای هم‌ترازی به کار می‌رود؛ بنابراین سطح مرجع مربع از لحاظ مکانیکی موازی با سطح XY حرکت CMM بوده یا برای ایجاد یک دستگاه مختصاتی اندازه‌گیری جهت اصلاح ناهم‌ترازی باید از ابزارهای نرم‌افزاری مناسب استفاده شود. اندازه‌گیری‌های مکمل شاید برای هم‌ترازی مصنوع مورد نیاز باشد. توصیه می‌شود که روش هم‌ترازی مورد استفاده با روش‌های مورد استفاده برای کالیبراسیون مصنوع، مطابقت داشته باشد.

روش هم‌ترازی مستلزم اندازه‌گیری یک سطح روی سطح مرجع مربع می‌باشد. مکان نقاط اندازه‌گیری روی سطح باید بر اساس کالیبراسیون مربع باشد.

بلوک‌های تغذیه یا دیگر نگهدارنده را می‌توان برای قرار دادن مربع یا بالا بردن مربع از سطح کار CMM به کار برد. این می‌تواند برای هم‌ترازی مربع به همان روشی که کالیبره شده مهم باشد. به شکل ۲ مراجعه کنید.

هم‌ترازی و اندازه‌گیری مربع با استفاده از یک شاخص بیرونی در برخی CMMهای کاوشگر تصویربردار شاید غیر ممکن یا مشکل آفرین باشد چون کاوشگر تصویربردار در اندازه‌گیری مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. اگر استفاده از شاخص بیرونی از عملکرد مناسب روش جبران خطا در CMM جلوگیری کند، شاید خطاهای دیگری بوجود آیند. توصیه می‌شود که استفاده‌کنندگان قبل از اجرای این آزمون عملکرد، با تولید کننده مشورت کنند.

۶-۳-۴-۳ نقاط اندازه گیری

به محض این‌که مربع هم‌تراز شد، نقاط اندازه‌گیری از طریق حرکت CMM کاوشگر تصویربردار در جهت Z + روی مربع انتخاب می‌شوند. اولین نقطه اندازه‌گیری صفر یا نقطه مرجع است. نقطه صفر در شکل ۲ نشان داده شده است.

توصیه می‌شود که نقطه صفر با کالیبراسیون مربع مطابقت داشته باشد.

برای هر پنج مکان اندازه‌گیری، تنها نتیجه اندازه‌گیری در مورد سطح کالیبره مربع با حرکت در جهت Z + بدست می‌آید. در مکان اول مربع، موازی با سطح ZX، خواندن‌ها در جهت X خواهد بود.

مربع کالیبره سپس در مکان اندازه‌گیری دوم موازی با سطح YZ گذاشته می‌شود. تنظیم و هم‌ترازی شاخص بیرونی در صورت نیاز تکرار شده و اندازه‌گیری نقطه صفر و پنج نقطه اندازه‌گیری روی مربع کامل می‌شود. خواندن‌ها در جهت Y خواهند بود.

۶-۳-۵ استنتاج از نتیجه آزمون

برای تمامی ۱۰ اندازه‌گیری، تفاوت بین هر نتیجه اندازه‌گیری و نتیجه اندازه‌گیری متناظر نقطه صفر مربع، محاسبه می‌شود. این تفاوت‌ها مقادیر نشان داده شده مربع هستند. خطای اندازه‌گیری مربعی بودن، E_{SQ} ، بصورت تفاوت بین مقدار مشخص شده برای هر نقطه اندازه‌گیری و مقدار کالیبره هرنقطه اندازه‌گیری شده روی مربع، محاسبه می‌شود. (مقدار کالیبره به عنوان مقدار حقیقی قراردادی نقطه اندازه‌گیری شده روی مربع فرض می‌شود.)

اگرنقطه صفر اندازه‌گیری با نقطه صفر نشان داده شده در گواهی کالیبراسیون مربع، مطابقت نداشته باشد، آن‌گاه اصلاحات مناسبی در مقادیر کالیبره مربع باید انجام گیرد.

مقدار مشخص اندازه‌گیری کالیبره را می‌توان با CMM برای توجیه خطاهای سیستماتیک یا خطاهای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) اصلاح کرد به شرطی که CMM ابزار کمکی برای این منظور را داشته باشد. اصلاح دستی نتایج بدست آمده از خروجی کامپیوتر برای توجیه اصلاحات دما یا اصلاحات دیگر وقتی شرایط محیطی با شرایط بند ۵-۱ مطابقت داشته باشند، مجاز نیست.

همه خطاهای اندازه‌گیری را روی یک نمودار ترسیم کنید، همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲، شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶-۴ دامنه تکرارپذیری خطاهای اندازه‌گیری طول ، R_B یا R_U

برای هر مجموعه از سه اندازه‌گیری تکرار شده در بند ۳-۲-۶، دامنه تکرارپذیری متناظر، R_B یا R_U با ارزیابی دامنه سه اندازه‌گیری تکرار شده، محاسبه کنید.

همه خطاهای اندازه‌گیری را روی یک نمودار ترسیم کنید، همان‌طوری‌که در اشکال (به شکل ۱۲، شکل ۱۳ یا شکل ۱۴ در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲مراجعه کنید.) نشان داده شده که با مقدار MPE ارائه شده، مطابقت دارد.

۶-۵ عملکرد کاوش (P_{F2D})

۶-۵-۱ اصل

اصل متد ارزیابی خطای کاوش، اثبات این موضوع است که آیا CMM قادر به اندازه‌گیری در، حداکثر خطای کاوش مجاز $P_{F2D,MPE}$ از طریق دامنه تعیین دامنه فواصل اندازه‌گیری شده از مرکز دایره گاوسی مربوطه، می‌باشد.

۶-۵-۲ تجیهزات اندازه گیری

دایره آزمون، قطر اسمی حداقل ٪۱۵۰ کوچک‌ترین محور میدان دید اما حداکثر ۵۱ میلی متر خواهد داشت.

شکل دایره آزمون کالیبره (درجه‌بندی) خواهد شد، چون انحراف شکل، نتیجه آزمون را تحت تاثیر قرار داده و موقع اثبات مطابقت یا عدم مطابقت با این مشخصات، در نظر گرفته خواهد شد.

۶-۵-۳ روش

۶-۵-۳-۱ استفاده‌کننده آزادانه می‌تواند پیکربندی سیستم کاوشگر تصویر برد را و محل نصب دایره آزمون در حدود مشخص را انتخاب کند.

۶-۵-۳-۲ سیستم کاوشگر را مطابق با رویه های نرمال تولیدکننده تنظیم و مشخص کنید.

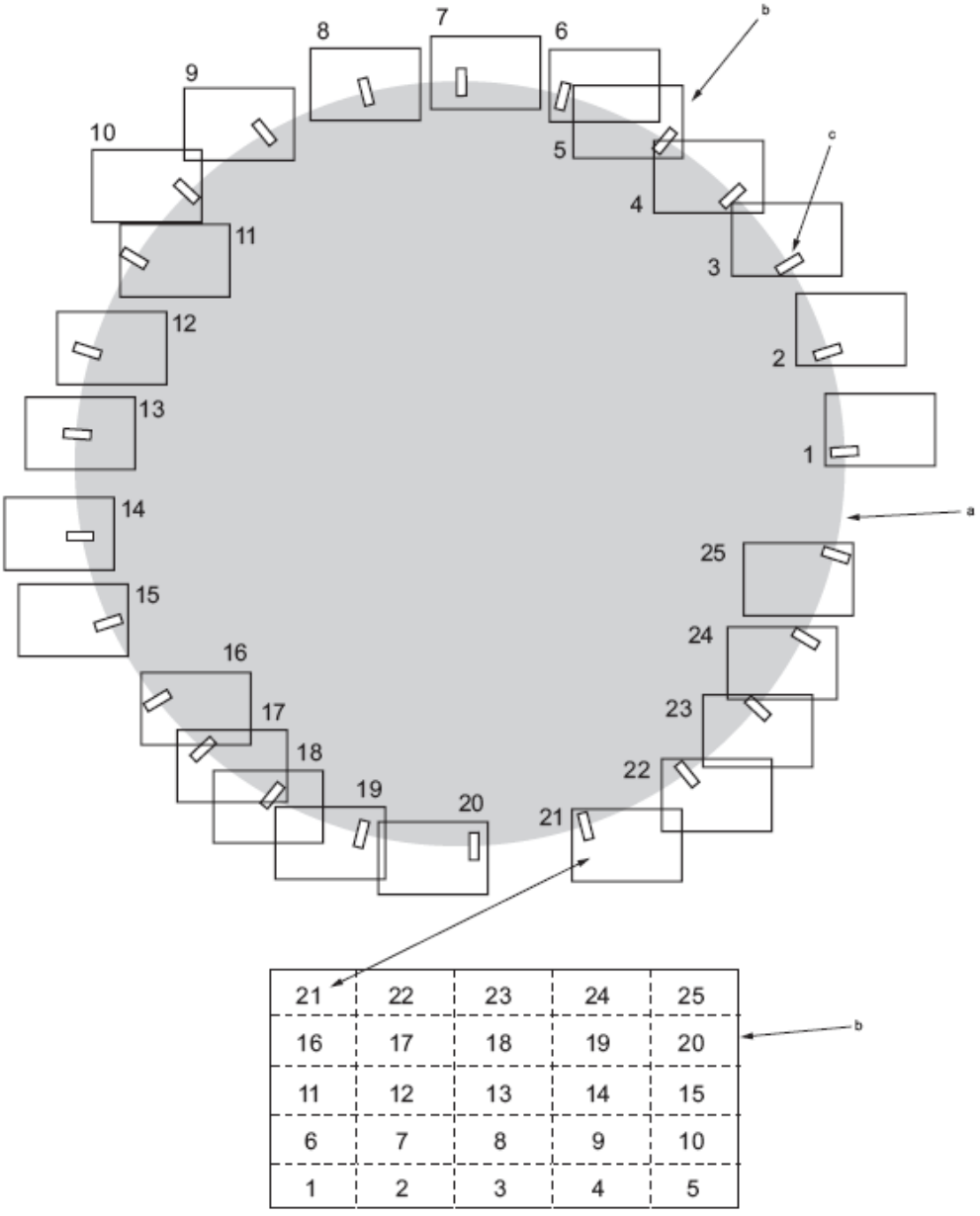
۶-۵-۳-۳ دایره آزمون را از لحاظ اسمی موازی با سطح کانونی کاوشگر تصویر بردار قرار دهید.

۶-۵-۳-۴ ۲۵ نقطه را اندازه‌گیری کرده وثبت کنید. نقاط تقریباً به‌طور یکنواخت پیرامون دایره کامل توزیع خواهند شد (تقریباً هر ۴/۱۴ درجه. هر نقطه با یک پنجره اندازه‌گیری تکی انتخاب می‌شود. مکان نقاط بنا به تشخیص کاربر به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

- CMM بین همه نقاط اندازه‌گیری شده برای ۲۵ میدان دید متفاوت حرکت می‌کند.
- مقدار هم‌پوشانی بین میدان‌های دید مجاز است، با این وجود، پنجره‌های اندازه‌گیری در میدان دید هم‌پوشان نخواهند بود.
- ۲۵ پنجره اندازه‌گیری در سرتاسر میدان دید توزیع خواهند شد.
- کانون سازی بین نقاط مجاز است.

شکل ۳ نیز یک الگوی مجاز را نشان می‌دهد؛ این الگو یکی از احتمال‌های زیاد است که شرایط این بند را تأمین می کند و نباید به عنوان یک پیش فرض یا الگوی ضروری در نظر گرفته شود.

یادآوری- در شکل ۳، رابطه بین میدان دید در دایره آزمون و مکان پنجره آزمون در میدان دید برای ۲۱ نقطه (از ۲۵ نقطه مورد نیاز) مشخص شده است.



a دایره آزمون

b میدان دید

c پنجره اندازه‌گیری

شکل ۳- یک الگوی مجاز و توزیع احتمالی ۲۵ نقطه اندازه‌گیری در میدان دید کامل برای اندازه‌گیری P_{F2D} که شرایط بند ۶-۵-۳-۴ را تأمین می‌کند.

۶-۵-۴ استنتاج از آزمون

با استفاده از ۲۵ اندازه‌گیری، دایره گاوسی مربوطه را محاسبه کنید. برای هر ۲۵ اندازه‌گیری فاصله شعاعی گاوسی R را محاسبه کنید.

خطای کاوش، P_{F2D}، را به عنوان دامنه ۲۵ فاصله شعاعی گاوسی $R_{max} - R_{min}$، محاسبه کنید.

۶-۶ خطای کاوش کاوشگر تصویربردار P_{FV2D}

۶-۶-۱ اصل

اصل روش ارزیابی خطای کاوش اثبات این موضوع است که آیا CMM قادر به اندازه‌گیری در حداکثر خطای کاوش مجاز مذکور $P_{FV2D,MPE}$ با تعیین دامنه فواصل نقاط اندازه‌گیری شده از مرکز دایره گاوسی مربوطه می‌باشد.

۶-۶-۲ تجهیزات اندازه‌گیری

دایره آزمون دارای قطر اسمی بین ٪۱۰ تا ٪۳۰ کوچک‌ترین محور میدان دید خواهد بود. شکل دایره آزمون کالیبره خواهد شد، چون انحراف شکل بر نتیجه آزمون تاثیر گذاشته و به هنگام اثبات مطابقت یا عدم مطابقت با مشخصات در نظر گرفته خواهد شد.

۶-۶-۳ روش

۶-۶-۳-۱ کاربر می‌تواند پیکربندی سیستم کاوشگر تصویربردار و مکان نصب دایره آزمون را در حدود مشخص انتخاب کند.

۶-۶-۳-۲ سیستم کاوشگر را مطابق با رویه‌های نرمال تولیدکننده تنظیم کرده و مشخص کنید.

۶-۶-۳-۳ دایره آزمون را از لحاظ اسمی موازی با سطح کانونی کاوشگر تصویر بردار قرار دهید.

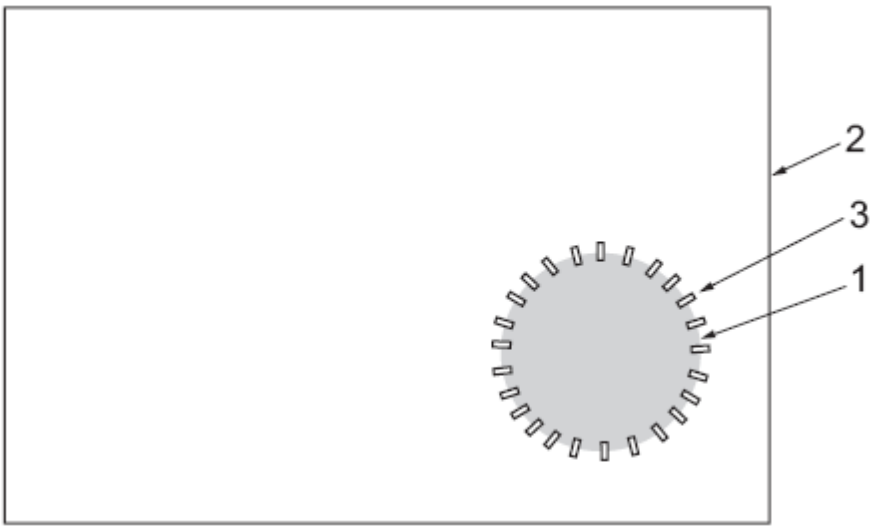
۶-۶-۳-۴ ۲۵ نقطه را اندازه‌گیری کرده وثبت کنید. این نقاط تقریباً بطور یکنواخت پیرامون دایره کامل توزیع می شوند (تقریباً در هر ۱۴/۴ درجه). مکان نقاط به صلاح دید کاربر خواهد بود طوری که موارد زیر مدنظر قرار می‌گیرد:

- مکان دایره آزمون در تصویر سیستم کاوشگر تصویربردار به صلاح‌دید کاربر می‌باشد. شکل ۴، یک نمونه از مکان اختیاری را نشان می‌دهد. فقط یک مکان برای آزمون انتخاب خواهد شد. مکان دایره آزمون در شکل ۴، یک از احتمالات زیاد است که شرایط این بند را تأمین کرده و نباید به عنوان یک پیش فرض یا مکان ضروری در نظر گرفته شود.
- پنجره‌های اندازه‌گیری در میدان دید نباید هم‌پوشان شوند.
- از ۲۵ پنجره اندازه‌گیری متفاوت استفاده می‌شود.
- CMM بین نقاط اندازه‌گیری حرکت نمی‌کند.

۶-۶-۴ استنتاج از نتیجه آزمون

با استفاده از کل ۲۵ اندازه‌گیری، دایره گاوسی مربوطه را محاسبه کنید. برای هر ۲۵ اندازه‌گیری فاصله شعاعی گاوسی R را محاسبه نمائید.

خطای کاوش، P_{FV2D}، را به عنوان ۲۵ فاصله شعاعی گاوسی R_{min} - R_{max}، محاسبه کنید.



راهنما

۱- دایره آزمون

۲- میدان دید

۳- پنجره‌های اندازه‌گیری

شکل ۴- مکان مجاز دایره آزمون در میدان دیدی که با شرایط بند ۶-۶-۳-۴ مطابقت دارد.

۷- مطابقت با ویژگی‌ها

۷-۱ آزمون پذیرش

۷-۱-۱ معیارهای پذیرش

عملکرد CMM مجهز به کاوشگرهای تصویربردار به شرطی تایید می‌شود که

- خطای اندازه‌گیری طول (مقادیر E_B یا E_U) در حداکثر خطای مجاز مربوطه اندازه‌گیری طول ، $E_{B,MPL}$ یا $E_{U,MPL}$، باشد همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

و

- دامنه تکرارپذیری متناظر (مقادیر R_B یا R_U) در حداکثر حدود مجاز مربوطه دامنه تکرارپذیری $R_{B,MPL}$ یا $R_{U,MPL}$ باشد. همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

و

- خطای کاوش، (مقادیر P_{F2D}) در حداکثر خطای مجاز کاوش $P_{F2D,MPE}$ باشد. همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO ۲۳۱۶۵ مشخص می‌شود.

و درجای مشخص

- خطای کاوش کاوشگر تصویربردار، (مقادیر P_{FV2D}) و خطای اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار (مقادیر E_{BV} یا E_{UV}) در حداکثر خطاهای مجاز مربوطه باشند همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ و استاندارد 23165 TS/ISO مشخص می‌شود.

همچنین عملکرد CMM مجهز به کاوشگرهای تصویربردار به شرطی تایید می‌شود، که

خطاهای اندازه‌گیری طول XY (مقادیر E_{BXY} یا E_{UXY}) در حداکثر خطای مجاز مربوطه اندازه‌گیری طول، $E_{BXY, MPE}$ یا $E_{UXY, MPE}$، باشد. همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره۱ -۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

ودر جای مناسب

- خطاهای اندازه‌گیری طول Z (مقادیر E_B یا E_U) در حداکثر خطای مجاز مربوطه اندازه‌گیری طول، $E_{BZ, MPE}$ یا $E_{UZ, MPE}$، باشد همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

ودر جای مناسب

- خطای مربعی بودن (مقادیر E_{SQ}) در حداکثر خطای مجاز کاوش $P_{F2D, MPE}$ باشد، همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره۱-۹۹۷۳و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

و درجای مشخص

- خطای کاوش (مقادیر E_{F2D}) در حداکثر خطای مجاز کاوش $P_{F2D, MPE}$ باشد، همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم در نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

و

- خطای کاوش کاوشگر تصویربردار، (مقادیر P_{FV2D}) و خطای اندازه‌گیری کاوشگر تصویربردار (مقادیر E_{UV} یا E_{BV}) در حداکثر خطاهای مجاز مربوطه باشند. همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده به هنگام ترسیم نمودار مناسب طبق اشکال ۱۲،۱۳ یا ۱۴ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۲ و با توجه به عدم قطعیت طبق استاندارد ملی ایران شماره۱-۹۹۷۳ و استاندارد TS/ISO 23165 مشخص می‌شود.

۷-۱-۲ عدم پذیرش داده‌ها واندازه‌گیری‌های تکراری

۷-۱-۲-۱ خطاهای اندازه‌گیری طول

برای E_B یا E_U، حداکثر پنج مجموعه ۳۵ تایی (یا ۳۶ تایی در صورتی که طبق بند ۶-۲-۳-۳ ضروری باشد.) سه اندازه‌گیری تکراری مطابق با بند ۶-۲-۳ شاید یکی (وحداکثر یکی) از سه مقدار خطای اندازه‌گیری طول خارج از ناحیه مطابقت داشته باشد.

برای E_{BZ} یا E_{UZ}، حداکثر یکی از پنج مجموعه سه اندازه‌گیری تکراری مطابق با بند ۶-۲-۴ شاید یکی (و حداکثر یکی) از سه مقدار خطای اندازه‌گیری طول خارج از ناحیه مطابقت را داشته باشد.

برای E_{BXY} یا E_{UXY}، حداکثر سه مجموعه ۲۰ تایی (یا در صورت نیاز طبق بند۶-۲-۵-۳، ۲۱ تایی) سه اندازه‌گیری تکراری مطابق با بند ۶-۲-۵ شاید یکی (وحداکثر یکی) از سه مقدار خطای اندازه‌گیری طول خارج از ناحیه مطابقت را داشته باشد.

برای E_{BV} یا E_{UV}، حداکثر سه مجموعه ۲۰ تایی از سه اندازه‌گیری تکراری مطابق با بند ۶-۲-۶ شاید یکی (و حداکثر یکی) از سه مقدار خطای اندازه‌گیری طول خارج از ناحیه مطابقت را داشته باشد.

هر اندازه‌گیری از این قبیل که از ناحیه مطابقت می‌باشد. (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳) سه بار در مکان مربوطه دوباره اندازه‌گیری خواهد شد.
اکر همه مقادیر خطاهای نشان طول آزمون کالیبره از سه اندازه‌گیری تکراری در ناحیه مطابقت باشد (به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ مراجعه کنید.) آنگاه عملکرد CMM در آن مکان تایید می‌شود.

۷-۱-۲-۲ دامنه تکرار پذیری خطای اندازه‌گیری طول R_B یا R_U

برای E_B یا E_U ،اگر طول آزمون کالیبره طبق بند ۷-۱-۲-۱ دوباره اندازه‌گیری شود، آن‌گاه دامنه سه اندازه‌گیری تکراری برای تعیین R_B یا R_U در آن مکان به‌کار رفته و سه اندازه‌گیری اصلی کنار گذاشته می‌شود.
هیچ اندازه‌گیری تکراری دیگر انجام نمی‌گیرد. (فراتر از مقدار مجاز شده با بند ۷-۱-۲-۱)

۷-۲ آزمون تایید مجدد

عملکرد CMM به کار رفته برای اندازه‌گیری ابعاد خطی به شرطی دوباره تایید می‌شود، که همه نتایج آزمون مربوطه توصیف شده در بندهای ۶-۲، ۶-۳، ۶-۴، ۶-۵ و ۶-۶ بیشتر از حداکثر خطاهای مجاز متناظر وحداکثر حدود مجاز نباشد همان‌طوری‌که در بند ۷-۱ توصیف شده است.

۸- کاربردها

۸-۱ آزمون پذیرش

در وضعیت قراردادی بین استفاده‌کننده و تولیدکننده طوری که در قرارداد خرید، قرارداد تعمیر و نگهداری، قرارداد تعمیر، قرارداد نوسازی و قرارداد ارتقاء توصیف می‌شود، آزمون پذیرش مشخص شده در این استاندارد ملی ایران را می‌توان به عنوان آزمونی برای تایید عملکرد CMM مجهز به کاوشگر تصویر بردار مطابق با مشخصات حداکثر خطاهای مجاز و حداکثر حدود مجاز براساس توافق تولیدکننده و استفاده‌کننده، به کار برد.

۸-۲ آزمون تایید مجدد

در یک سیستم تضمین کیفیت داخلی سازمان، تایید عملکرد توصیف شده در این استاندارد را می‌توان به عنوان آزمون تایید مجدد برای تایید عملکرد CMM مورد استفاده برای اندازه‌گیری ابعاد خطی مطابق با مشخصات حداکثر خطاهای مجاز وحداکثر حدود مجاز به کار برد. همان‌طوری‌که توسط استفاده‌کننده ذکر می‌شود، کاربر مجاز است مقادیر ومحدودیت اعمال شده بر حداکثر خطاهای مجاز و حداکثر حدود مجاز را ذکر کند.

یادآوری ۱- وقتی آزمون‌گر عدم قطعیت آزمون را طبق قواعد مشخص استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۹۷۳ توجیه می‌کند، آزمون تایید مجدد (جایی که آزمون‌گر استفاده کننده است) شاید ناحیه مطابقت متفاوت ازآزمون پذیرش داشته باشد.

یادآوری ۲- در آزمون پذیرش، ناحیه مطابقت از تولیدکننده به‌دست می‌آید. در آزمون تایید مجدد، حدود تایید مجدد را می‌توان از نیازهای مترولوژیکی کاربر، به‌دست آورد.

۸-۳ بازرسی ادواری

در سیستم تضمین کیفیت داخلی یک سازمان، تایید کاهش عملکرد را می‌توان به‌صورت متناوب برای نشان دادن این احتمال به کار برد که CMM با شرایط مشخص مربوط به حداکثر خطاهای مجاز و حداکثر حدود مجاز مطابقت دارد. مقدار تایید عملکرد همان‌طوری‌که در این استاندارد ملی توصیف شده را می‌توان با استفاده تعداد معدودی از اندازه‌گیری‌ها ومکان‌ها (طبق پیوست الف) کاهش داد.

یادآوری – این استاندارد عمدتاً در ارتباط با آزمون پذیرش و تایید مجدد است. آزمون ادواری اغلب با تعیین کیفیت در ارتباط است. در مورد بحث بیشتر نفش عدم قطعیت اندازه‌گیری مرتبط با اندازه‌گیری‌های CMM به استاندارد ISO/TS 15530 مراجعه کنید.

۹- نشانه‌گذاری در اسناد محصول و برگه‌های اطلاعاتی

نمادهای بند ۴ برای استفاده در مستندسازی محصول، نمودارها، برگه‌های اطلاعاتی و غیره مناسب نیستند. جدول ۳، نمادهای متناظر را ارائه کرده که برای این منظور کاربرد دارد.

جدول ۳- نمادها ونشانه‌های متناظر در مستندسازی محصول، نمودارها، برگه‌های اطلاعاتی و غیره

نماد استفاده شده در این استاندارد	نماد و نشانه متناظر
E_{B}	*EB*
R_{B}	*RB*
E_{U}	*EU*
R_{U}	*RU*
E_{BZ}	*EBZ*
E_{UZ}	*EUZ*
E_{BXY}	*EBXY*
E_{UXY}	*EUXY*
E_{BX}	*EBX*
E_{UX}	*EUX*
E_{BY}	*EBY*
E_{UY}	*EUY*
E_{SQ}	*ESQ*
E_{BV}	*EBV*
E_{UV}	*EUV*
P_{F2D}	*PF2D*
P_{FV2D}	*PFV2D*
$E_{B, MPE}$	MPE(*EB*)
$R_{B, MPL}$	MPL(*RB*)
$E_{U, MPE}$	MPE*(EU*)
$R_{U, MPL}$	MPL*(RU)*
$E_{BZ, MPE}$	MPE(*EBZ*)
$E_{UZ, MPE}$	MPE(*EUZ*)
$E_{BXY, MPE}$	MPE(*EBXY*)
$E_{UXY, MPE}$	MPE(*EUXY*)
$E_{BX, MPE}$	MPE*(EBX)*
$E_{UX, MPE}$	MPE*(EUX)*
$E_{BY, MPE}$	MPE*(EBY)*
$E_{UY, MPE}$	MPE*(EUY)*
$E_{SQ, MPE}$	MPE*(ESQ)*
$E_{BV, MPE}$	MPE*(EBV)*
$E_{UV, MPE}$	MPE*(EUV)*
$P_{F2D, MPE}$	MPE*(PF2D)*
$P_{FV2D, MPE}$	MPE*(PFV2D)*

پیوست الف

(اطلاعاتی)

بازرسی ادواری

الف-۱ بازرسی اداواری CMM

توصیه می‌شود که CMM بطور منظم طی دوره‌های بین تایید مجدد، دوره‌ای بازرسی شود. فاصله بین بازرسی‌ها باید از شرایط محیطی و اندازه‌گیری عملکرد مورد نیاز تعیین شود. CMM باید بلافاصله پس از هر رویداد مهم که می‌تواند بر عملکرد CMM تاثیر گذارد، بازرسی شود.

مصنوع‌های غیر از اندازه‌های آزمون درجه‌بندی شده که در پیوست ب توصیف شده، نیز ممکن است در آزمون ادواری مورد استفاده قرار گیرند. اندازه‌گیری‌ها شاید مستقیماً پس از آزمون تایید عملکرد انجام گیرند، مکان‌ها و جهت‌ها مصنوع ها باید یادداشت شده و بعداً تکرار شوند.

بسته به تکالیف اندازه‌گیری که CMM برای آن به کار می‌رود، مناسب‌ترین مصنوع های پرکاربرد را باید انتخاب کرد، برخی نمونه‌ها در زیر ارائه شده اند:

- قطعه آزمون سفارشی که ویژگی‌هایی دارد که بیان‌گر اشکال هندسی خاص می‌باشد. از لحاظ ابعادی پایدار، از لحاظ مکانیکی توانمند بوده و سطح پرداخت شده‌ای دارد که اثر معنی‌داری بر روی عدم قطعیت اندازه‌گیری ندارد.

_ پلیت توپی

_ پلیت شبکه‌ای

_ میله توپی

_ مقیاس خطی

_ مصنوع مدور (مثلاًسنجه حلقوی)

قویاً توصیه می‌شود که ماده مصنوع، CTE شبیه به قطعات کار خاص اندازه‌گیری شده با CMM را دارا باشد. این روش که مستلزم تعدیل ریاضی در قطعات با CTE پایین توصیف شده در پیوست د است شاید در آزمون ادواری مورد استفاده قرار گیرد، در هر حال، ضروری به نظر می‌رسد که دمای مصنوع با CTE پایین مورد استفاده برای تعدیل با یک ترمومتر مستقل اندازه‌گیری شود که بخشی از CMM نیست.

الف -۲ آزمون ادواری و مقایسه با مشخصات

در برخی موارد، انجام آزمون ادواری شاید مطلوب باشد طوری‌که نتایج را می‌توان با مشخصات تولیدکننده مقایسه کرد. در این مورد، طول آزمون درجه‌بندی شده همان‌طوری‌که در پیوست ب توصیف شده باید مورد استفاده قرار گرفته و از رویه‌های اندازه‌گیری توصیف شده در این استاندارد پیروی شود.

برای به حداقل رساندن زمان اجرای آزمون ادواری، روش آزمون خلاصه باید به ان دسته از مکان‌های آزمون متمرکز شود که اغلب خطای CMM را آشکار می‌سازند. مثلاً اندازه‌گیری یک طول آزمون طویل در هر یک از آسیب‌های بدنه عموماً خطاهای CMM را آسان‌تر از اندازه‌گیری‌های پنج طول آزمون در امتداد محور CMM آشکار می‌سازد.

هر یک از خطاهای نشان از آزمون ادواری باید کمتر از مشخصات متناظر یعنی $E_{\mathrm{B,\ MPE}}$ باشد. به شرطی که آزمون طبق رویه‌های این استاندارد انجام گرفته و شرایط محیطی با موارد ذکر شده توسط تولیدکننده، مطابقت داشته باشند.

پیوست ب

(دستوری)

مصنوع‌هایی که بیان‌گر قطعه آزمون مدرج هستند

ب-۱ کلیات

به دلایل اقتصادی، دسترس‌پذیری و کاربردپذیری، هدف این استاندارد امکان‌پذیر کردن کاربرد انواع مصنوع‌ها در آزمون CMM است. به شرطی که به‌طور مناسب تنظیم شوند، (همان‌طوری‌که در این پیوست توصیف شده) تا قطعه آزمون مدرج با همان اندازه‌گیری را تولید کند.

قطعه آزمون مدرج همان‌طوری‌که با رویه‌های این استاندارد اندازه‌گیری شده برای آشکارسازی سه نوع خطای CMM طراحی می‌شود.

الف) خطاهای هندسی و گرمایی مرتبط با CMM بین دو نقطه انتهای قطعه آزمون

ب) خطاهای مرتبط با سیستم کاوشگر تصویربردار

پ) مسائل تکرارپذیری همان‌طوری‌که عملاً به‌وسیله یک نقطه کاوش در هر قطعه آزمون مدرج ارزیابی می‌شوند. B4, B3 , B2، مصنوع های رایج را توصیف می‌کنند که ممکن است به عنوان قطعه آزمون مدرج مورد استفاده قرار گیرند.

در برخی موارد این مصنوع‌ها شاید قابل دسترس نبوده و یا زیاد عمر مفید نداشته باشند. خصوصاً به هنگام آزمون CMMهای بسیار بزرگ در این مورد، هر دو طرف شاید برای استفاده از وسایل دیگر جهت تولید قطعه آزمون مدرج توافق کنند. این‌ها ممکن است شامل استانداردهای طول باشند که به‌یکدیگر متصل می‌شوند. (یعنی انتها - به - انتهای هم‌پوشان) تا مصنوع را شکل دهند، یا انواع دیگر قطعات لیزری مثلاً از طریق چند ضعلی کردن تولید می‌شوند. در مورد دوم، موضوعات مربوط به عدم کاوش تماسی توجیه می‌شود. در چنین مواردی این رویه مستند شده و عدم قطعیت‌های مرتبط با این تکنیک‌ها به‌دقت مدنظر قرار می‌گیرند.

یک تداخل‌سنج لیزری که برای شاخص انکسار هوا اصلاح می‌شود دارای CTE صفر می باشد (α=۰). بنابراین اگر آن برای تولید قطعه آزمون مدرج به کار رود، به عنوان ماده با CTE پایین در نظر گرفته شده و منوط به شرایط بند ۶-۲-۳-۳ یا بند ۶-۲-۵-۳ می‌باشد. علاوه بر این، اگر لیزری دارای حسگر دمای (ماده) قطعه کار باشد، در این‌صورت CTE قطعه کار در نرم‌افزار لیزری صفر تعیین می‌شود. اگر در CMM جبران شده با دما از لیزر استفاده شود، آنگاه CTE قطعه‌کار در نرم‌افزار CMM، صفر تعیین می‌شود.

برخی مصنوع‌ها از قبیل سنجه‌های مرحله‌ای، مقیاس‌های خطی، میله‌های توپی، چند توپی، پلیت‌های توپی و تداخل‌سنج لیزری می‌توانند طول‌های چند گانه را نسبت به"صفر مرجع" تولید کنند. مثلاً، یک سنجه مرحله‌ای می‌تواند طول‌های A تا B و طول A تا C و غیره را اندازه گرفته یا یک تداخل‌سنج می‌تواند جا به جایی از مکان اولیه به مجموعه مکان‌های بعدی را اندازه‌گیری کند(هر کدام با طول متفاوت). به منظور فراهم‌سازی هم ارزی

بلوک‌های سنجه، مکان مرجع یعنی "صفر" هر قطعه آزمون مدرج که تولید می‌شود، دوباره اندازه‌گیری می‌شود. یعنی طول‌های A تا B و طول A تا C هر کدام باید طول جدید اندازه‌گیری شده A خود را داشته باشد. همین‌طور با تداخل‌سنج، مکان اولیه برای هر جابجایی مورد استفاده برای تولید طول آزمون مدرج باید دوباره اندازه‌گیری شود.

ب-۲ اندازه‌گیری‌های دو جهته

ب-۲-۱ کلیات

اندازه‌گیری قطعه آزمون دو جهته شامل کاوش یک نقطه در هر انتهای از لحاظ قطری مقابل سنجه دو جهته مدرج مناسب بوده و به این نقاط کاوش از هر جهت مجاز تحت عملکرد نرمال CMM می‌توان دست یافت. به شکل ب-۱ مراجعه کنید. طول‌ها (قطعات) آزمون داخلی و خارجی دو جهته با طول اندازه‌گیری ترکیب نخواهد شد. چند روش اندازه‌گیری دو جهته احتمالی در زیر توصیف می‌شوند.

یادآوری۱- جهت روش کاوش می‌تواند نتایج این آزمون را تحت تاثیر قرار دهد.

یادآوری۲- توصیه می‌شود که هر نقطه کاوش در نقاط سنج مدرج مصنوع قرار بگیرد.

الف) بلوک‌های سنجه یا پهنای خط

ب) سنجه‌های مرحله‌ای یا مقیاس‌های خطی

ج) میله توپی (اندازگیری نقطه انتهایی تا نقطه انتهایی)

د)دایره مصنوع

راهنما

* کاوش نقطه‌ای

شکل ب-۱ – مثالی از اندازه‌گیری دو جهته طول آزمون ،کاوش تک نقطه‌ای در هر انتهای قطری سنجه

ب-۲-۲ بلوک‌های سنجه و پهنای خط (اندازه‌گیری شده با روش دو جهته)

طول آزمون دوجهته مدرج می‌تواند با استفاده از بلوک سنجه مدرج یا پهنای خط اندازه‌گیری شده با روش تک نقطه – به تک نقطه تولید شود.

ب-۲-۳ سنجه‌های مرحله‌ای یا مقیاس‌های خطی (اندازه‌گیری شده با روش دو جهته)

قطعه آزمون دو جهته مدرج با استفاده از سنجه‌های مرحله‌ای مدرج یا مقیاس خطی اندازه‌گیری شده با روش دو جهته تک نقطه به تک نقطه تولید می‌شود.

ب-۲-۴ میله‌های توپی/ پلیت‌های توپی/ مصنوع‌های چند دایره‌ای (اندازه‌گیری شده با روش دوجهته)

قطعه آزمون دو جهته مدرج با استفاده از میله توپی/ پیلت توپی یا مصنوع چند دایره‌ای تولید می‌شود. (گاهاً پیلت‌های نقطه‌ای یا شبکه‌های نقطه‌ای نامیده می‌شود) جائی‌که طول مرکز- به – مرکز کروی/دایره‌ای مدرج به اضافه نصف قطر مدرج هر کره/ دایره برابر است. سنجه با روش دو جهته تک نقطه به تک نقطه اندازه‌گیری می‌شود.

ب-۲-۵ مصنوع‌های دایره‌ای/ کروی (اندازه‌گیری شده با روش دو جهته)

قطعه آزمون دو جهته مدرج با استفاده از مصنوع کروی یا مدور تکی تولید می‌شود جایی‌که طول با قطر مدرج کره یا دایره برابر است. نمونه با روش دو جهته تک نقطه به تک نقطه اندازه‌گیری می‌شود.

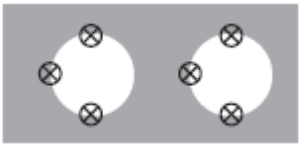
ب-۳ اندازه‌گیری‌های تک جهته

ب-۳-۱ کلیات

با توجه به اهداف این استاندارد، قطعات آزمون تک جهته هر قطعه آزمون هستند که دو جهته نیستند. آن‌ها شامل سنجه‌های مرحله‌ای هستند که با روش یک جهته، فواصل مرکز به مرکز پلیت‌های توپی و میله‌های توپی و برخی روش‌های تداخل‌سنج لیزری اندازه‌گیری می‌شوند (به شکل ب-۲ مراجعه کنید. چند روش ممکن اندازه‌گیری یک جهته در زیر توصیف شده‌اند.

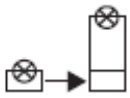
به هنگام استفاده از CMMهای کاوشکر تصویربردار، جهت کاوش معمولاً مستقل از سطح مورد کاوش می‌باشد. با توجه به اهداف این استاندارد، به نقاط کاوش از هر جهت مجاز تحت عملکرد نرمال CMM می‌توان دست یافت.

الف)سنجه‌های مرحله‌ای
یا مقیاس‌های خطی

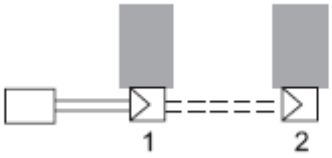


ب)دایره مصنوع چندگانه

پ)سنجه‌های مرحله‌ای پلکانی



ت)سنجه چندگانه
راهنما
* کاوش نقطه ای



ج) لیزر بدون کاوش

شکل ب-۲ – مثالی از اندازه‌گیری‌های تک جهته

ب-۳-۲ سنجه‌های مرحله‌ای یا مقیاس‌های خطی (اندازه‌گیری شده با روش یک جهته)

قطعه آزمون یک جهته مدرج با استفاده از سنجه مرحله‌ای مدرج یا مقیاس خطی اندازه‌گیری شده با روش یک جهته تک نقطه به تک نقطه تولید می‌شود.

ب-۳-۳ پلیت‌های دایره‌ای/ پلیت‌های نقطه‌ای (اندازه‌گیری شده به صورت فاصله یک جهته بین مراکز)

قطعه آزمون یک جهته مدرج با استفاده از مصنوع پلیت مدور ساخته می‌شود جائی‌که طول با طول مرکز به مرکز دایره مدرج برابر است. هر دایره با استفاده از فقط سه نقطه کاوش تکی با فاصله ۹۰ درجه اندازه‌گیری می‌شود طوری‌که فقط یک نقطه در امتداد خط اندازه‌گیری در نظر گرفته می‌شود.

ب-۳-۴ سنجه مرحله‌ای پله‌ای

قطعه آزمون یک جهته مدرج با استفاده از سنجه‌های مرحله‌ای پله‌ای مدرج با روش یک جهته تک نقطه به تک نقطه تولید می‌شود.

یادآوری- سنجه مرحله‌ای پله‌ای می‌تواند برای آزمون E_{UZ} مفید باشد.

ب-۳-۵ بلوک‌های سنجه چندگانه

قطعه آزمون یک جهته مدرج را می‌توان با متصل کردن (یا پیچاندن) به دو یا چند بلوک سنجه مدرج و اندازه‌گیری سطح قابل دسترسی هر بلوک با یک نقطه تولید کرد.

یادآوری – بلوک‌های سنجه چند گانه می‌توانند برای آزمون E_{UZ} مفید باشند.

ب-۳-۶ تداخل‌سنج لیزری بدون کاوشگر تماسی اندازه‌گیری شده با روش یک جهته

در برخی موارد (خصوصاً CMMهای بزرگ)، تعویض سیستم کاوشگر با یک منعکس‌کننده و اندازه‌گیری جابجایی CMM با استفاده از تداخل‌سنج لیزری می‌تواند مطلوب باشد. هر اندازه‌گیری جابجایی لیزری به عنوان اندازه‌گیری یک جهته در نظر گرفته می‌شود.

برای برخی CMMها آزمون با استفاده از تداخل سنج لیزی بدون کاوشگر، سنجش با تداخل سنج توانایی مناسب جهت جبران خطاهای هندسی CMM را ندارد، بنابراین خطاهای بوجود آمده حالت با کاوشگر می‌باشد. در برخی موارد کاوش آزمونه، باید با استفاده از تصحیح کننده بیرونی خطاهای بوجود آمده جبران گردد، و مساله تعدیل گردد.

ب-۴ اندازه‌گیری‌های دو جهته معادل با استفاده از طول‌های نمونه آزمون یک جهته

ب-۴-۱ کلیات

با توجه به اهداف استاندارد، اندازه‌گیری طول‌های آزمون یک جهته را می‌توان با اندازه‌گیری طول‌های آزمون دو جهته مدرج تلفیق کرد. طول آزمون دو جهته مدرج معادل را می‌توان با استفاده از مجموع جبری طول یک جهته مدرج و طول دو جهته مدرج تولید کرد.

یادآوری ۱ - روش اندازه‌گیری طول‌های آزمون یک جهته جهت استفاده در طول‌های آزمون دو جهته معادل با مورد توصیف شده در شکل ب-۳ تفاوت دارد. این برای معادل بودن نتایج آزمون با نتایج طول‌های آزمون دوجهته نقطه به نقطه ضروری است.

یادآوری ۲ - این روش انعطاف پذیری بیشتر در آزمون را مقدور می‌سازد طوری‌که مصنوع‌های یک جهته را می‌توان برای بیشتر آزمون‌های دو جهته به‌کار برد.

ب-۴-۲ طول آزمون دو جهته کوتاه

یک قطعه آزمون دوجهته کالیبره (مدرج) ضروری است. حداکثر طول پیش فرض قطعه آزمون دو جهته، ٪۱۰ حداکثر مسافت محورهای x یا y است. حداقل طول پیش فرض قطعه آزمون دو جهته، ٪۱۰ میدان دید سیستم کاوشگر تصویربردار است. جزئیات انواع خاص طول‌های آزمون دو جهته در شکل ب-۲ توصیف شده است.

ب-۴-۳ طول آزمون یک جهته

ب-۴-۳-۱ کلیات

هر نوع طول آزمون یک جهته مجاز است از قبیل آن‌های که در شکل ب-۲ ارائه شده‌اند، در هر طول آزمون یک جهته طبق تعریف موجود در شکل ب-۳ اندازه‌گیری نمی‌شود. به هنگام اندازه‌گیری‌های تعادلی دوجهته با استفاده از طول آزمون یک جهته و دو جهته، نیاز به اندازه‌گیری طول آزمون یک جهته با استفاده از نقاط کاوش تکی، وجود ندارد. در عوض، طول‌های آزمون تک جهته بصورت زیر توصیف می‌شوند.

ب-۴-۳-۲ سنجه های مرحله ای یا مقیاس های خطی

اندازه‌گیری یک جهته سنج مرحله‌ای مدرج یا مقیاس خطی را می توان با اندازه‌گیری هر سطح نمونه با سه نقطه کاوش مجزا (در یک نقطه هدف) و مختصات میانگین تولید کرد. طول با استفاده از مختصات میانگین تعیین می‌شود.

ب-۴-۳-۳ پلیت‌های دایره‌ای

اندازه‌گیری تک جهته مصنوع با شکل مدور از قبیل مصنوع با صفحه دایره‌ای، با ترکیبی از سنجش چهار نقطه کاوش ۹۰ درجه (کمترین انطباق مربعی) مرکز به مرکز طول مدرج انجام می‌گردد.

ب-۴-۳-۴ سنجه مرحله‌ای پله‌ای

اندازه‌گیری یک جهته بلوک مدرج ممکن است با اندازه‌گیری بلوک با سه نقطه کاوش و مختصات میانگین انجام گردد. طول با استفاده از میانگین مختصات تعیین می‌گردد.

یادآوری- سنجه مرحله‌ای پله‌ای می‌تواند برای آزمون E_{UZ} مفید باشد.

ب-۴-۳-۵ بلوک‌های سنجه چندگانه

آزمونه یک جهته مدرج را می‌توان با متصل کردن (یا پیچاندن) دو یا چند بلوک سنجه مدرج و اندازه‌گیری سطح قابل دسترسی هر بلوک با یک نقطه تولید کرد.

یادآوری – بلوک‌های سنجه چند گانه می‌توانند برای آزمون E_{UZ} مفید باشند.

ب-۳-۶ تداخل‌سنج لیزری بدون کاوشگر تماسی اندازه‌گیری شده با روش یک جهته

در برخی موارد (خصوصاً CMMهای بزرگ)، تعویض سیستم کاوشگر با یک منعکس‌کننده و اندازه‌گیری جابجایی CMM با استفاده از تداخل‌سنج لیزری می‌تواند مطلوب باشد. هر اندازه‌گیری جابجایی لیزری به عنوان اندازه‌گیری یک جهته در نظر گرفته می‌شود.

برای برخی CMMها آزمون با استفاده از تداخل سنج لیزی بدون کاوشگر، سنجش با تداخل سنج توانایی مناسب جهت جبران خطاهای هندسی CMM را ندارد، بنابر این خطاهای بوجود آمده حالت با کاوشگر می‌باشد. در برخی موارد کاوش آزمونه، باید با استفاده از تصحیح کننده بیرونی خطاهای بوجود آمده جبران گردد، و مساله تعدیل گردد.

ب-۴-۴ روش اندازه‌گیری

برای هر خط اندازه‌گیری تحت آزمون، اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته در بند ب-۴-۲ شرح داده شده است.

طول آزمون کوتاه دو جهته باید در امتداد خط اندازه‌گیری باشد. موقعیت طول آزمون کوتاه دو طرفه باید تا جایی که ممکن است به خط اندازه گیری تحت آزمون نزدیک باشد، و با این حال، برای تسهیل بستن، طول آزمون دو جهته ممکن است در نزدیکی سطح میز CMM قرار گرفته باشد.

برای مثال، اگر بدنه CMM مورب بر خط اندازه‌گیری تحت آزمون باشد، طول دو جهته کوتاه آزمون باید در طول مسیر از بدنه مورب قرار گرفته باشد. اما ممکن است موقعیت مورب و بستن، در نزدیکی سطح میز باشد.

طول آزمون کوتاه دو جهته باید در مجموع سه بار اندازه‌گیری گردد، و خطاهای ناشی از اندازه‌گیری به ترتیب زمانی آنها ثبت گردد.

برای هر یک از پنج طول (در هر خط اندازه‌گیری)، اندازه‌گیری طول آزمونه یک جهته در سه زمان و ثبت خطاها به ترتیب زمانی انجام می‌گردد. جزئیات برای انواع خاصی از آزمون یک جهته طول در بند ب-۴-۳ شرح شده است.

یادآوری- نتایج آزمون‌های طول کوتاه آزمون دو جهته به موقعیت بستگی دارد ، به عنوان مثال موقعیت های طول آزمون کوتاه دو جهته در نزدیکی میز CMM ممکن است عملکرد آزمون به دلیل رفتار CMM در زمانی که رم به طور کامل گسترده شده است، تغییر دهد. نمونه در نظر گرفته شده از عملکرد CMM با طول دو جهته کوتاه در وسط خط اندازه‌گیری می‌باشد. با این حال‌ممکن است این سبب مشکلات در بستن شود. که انتخاب شرایط مناسب بستگی به آزمونگر دارد.

ب-۴-۵ استنتاج از آزمون

برای هر یک از سه تعیین خطای یک جهته (با روش حسابی رایج)، خطاهای دو جهته متناظر را برای ایجاد خطاهای تعیین شده به طول‌های آزمون دو جهته معادل اضافه کنید. هر پنج طول را در خط اندازه‌گیری تکرار کنید. این شامل کل ۱۵ اندازه‌گیری یک جهته و سه اندازه‌گیری طول آزمون دو جهته کوتاه در هر خط اندازه‌گیری می‌باشد.

پیوست پ
(اطلاعاتی)

روش جایگزینی برای بازرسی خطاهای مربعی بودن

پ-۱ کلیات

$E_{SQ,\ MPE}$ روش آزمون برای خطای مربعی بودن، معمولاً مستلزم استفاده از مربع کالیبره ویک شاخص بیرونی است همان‌طوری‌که در بند ۶-۳ توصیف شده است. این روش همیشه عملی یا مناسب نیست. این پیوست، روش دیگری را نشان می‌دهد که می‌تواند برای تولیدکننده یا کاربر مطلوب باشد آنرا می‌توان به‌جای آزمون $E_{SQ,MPE}$ با توافق دو جانبه بین دو طرف به کار برد.

پ-۲ تجهزات اندازه‌گیری

طول قطعه آزمون کالیبره مطابق با بند ۶-۲ به کار می‌رود.

پ-۳ مکان‌های اندازه‌گیری

قطعه آزمون روی یک پایه محکم نصب می‌شود که قطعه را در یک زوایه معین نسبت به میز کار CMM نگه می‌دارد. به شکل پ-۱مراجعه کنید.

یادآوری- میز کار عبارت از یک پیلت اغلب شیشه ای بوده و تقریباً با سطح کانونی کاوشگر تصویربردار موازی است.

طول قطعه آزمون و زوایه شیب آن نسبت به میز کار طوری خواهد بود که طول آزمون حداقل ٪۶۶ کل دامنه اندازه‌گیری موازی با محور اپتیکی، محور Z را پوشش خواهد داد. به شکل پ-۱مراجعه کنید.

پ-۴ روش اندازه‌گیری

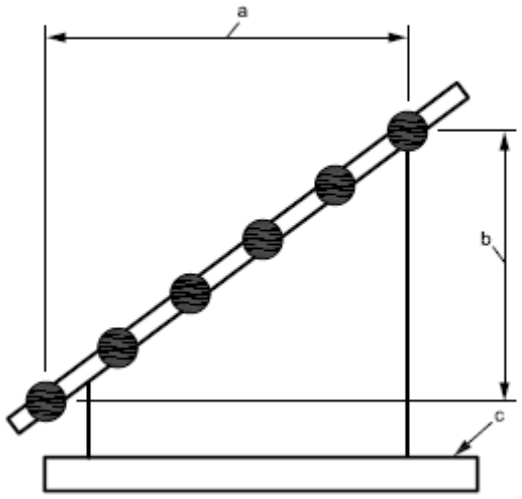
هم‌ترازسازی طوری صورت می‌گیرد که همه اندازه‌گیری‌های قطعه آزمون در سطحی تصویر می‌شود که از لحاظ اسمی موازی با سطح xy است؛ به شکل پ-۱ مراجعه کنید. هم‌ترازسازی طبق روش توصیه شده توسط تولیدکننده انجام می‌گیرد.

روش هم‌ترازسازی شاید مستلزم اندازه‌گیری سطح مرجع روی پایه‌ای باشد که قطعه آزمون را نگه داشته و به‌صورت مکانیکی یا در نرم‌افزار، این سطح را برای هم‌ترازسازی تثبیت می‌کند. زوایه بین این سطح مرجع و قطعه آزمون نباید تغییر کند زمانی‌که پایه (نگهدارنده) و قطعه آزمون به مکان‌های اندازه‌گیری متفاوتی حرکت می‌کنند. پنج طول آزمون هر کدام در قطعه آزمون سه بار اندازه‌گیری می‌شوند.

این روش اندازه‌گیری در چهار مکان قطعه آزمون انجام می‌گیرد طوری که قطعه آزمون و نگهدارنده تقریباً در سطح میز کار 90° می‌چرخند. در هر مکان، همان پنج طول تصویر شده، اندازه‌گیری می‌شوند.

پ-۵ استنتاج از آزمون

برای هر پنج قطعه آزمون، خطای مربعی بودن E_{SQ} با انتخاب نصف تفاوت بین حداکثر و حداقل چهار طول تصویر شده اندازه‌گیری شده محاسبه می‌شود. همه خطاهای مربعی بودن (مقادیر E_{SQ}) را روی یک نمودار رسم کنید. همان‌طوری‌که در اشکال ۱۲، ۱۳، یا ۱۴ نشان داده می‌شود که با شکل ارائه شده $E_{SQ,MPE}$ مطابقت دارد.



راهنما

a طول آزمون تصویری

b حداقل ٪۶۶ از محور حرکت z

c سطح مرجع

شکل پ-۱- مثالی از طول آزمون نصب شده در زاویه تعریف شده نسبی برروی میز کار CMM مورد استفاده در یک امتدادی که کل اندازه‌گیری طول آزمون برروی یک سطح موازی اسمی با صفحه XY تصویر شده

پیوست ت

(دستوری)

تعدیل‌های ریاضی مصنوع‌های با CTE کم

ت-۱ کلیات

برخی مواقع، تعدیل ریاضی برای توجیه بسط گرمایی، آزمون CMM را آسان می‌کند. یک CMM بزرگ را در نظر بگیرید که از فولاد ساخته شده وبرای اندازه‌گیری قطعات فولادی به کار می‌رود، و هیچ روشی برای توضیح بسط گرمایی قطعه‌کار ندارد. یک چنین CMM بزرگ مستلزم قطعه آزمونی مدرج طویل بوده و بنابراین تعادل گرمایی طول (قطعه) آزمون برای مصنوع‌های CTE معمولی مهم است. برای کاهش اثر شرایط گرمایی نامتعادل، می‌تواند قطعه آزمون با CTE کم مطلوب باشد که موجب می‌شود CMM هم‌چون فولاد به‌نظر برسد.

انجام چنین تعدیلی مستلزم قطعه آزمون با CTE کم است تا دمای آن یک‌باره در آغاز هر آزمون با استفاده از ترمومتر کالیبره اندازه‌گیری شود. این دما برای محاسبه قطعه مصنوعی معادل سنجه فولادی با CTE دقیقا معلوم به‌کار می رود، α=11,5 ×10 $^{-6}$/Ċ اثر این تعدیل، تغییر کالیبرلسیون قطعه آزمون با CTE کم است طوری‌که آن با قطعه مصنوعی با CTE معادل $11{,}5 \times 10^{-6}/\dot{C}$ در دمای اندازه‌گیری شده متناظر است.

ت-۲ شرایط

به هنگام اجرای روش تعدیل ریاضی برای آزمون پذیرش یا تایید مجدد، چندین موضوع مشاهده خواهد شد:

- تعدیل ریاضی فقط در CMMها مجاز است که قابلیت جبران انبساط گرمایی قطعه کار را ندارند.
- تعدیل ریاضی فقط در مصنوع‌های مجاز است که دارای CTE معادل $2\times10^{-6}/\dot{C}$ یا کمتر هستند.
- CTE واقعی مصنوع در گواهی کالیبراسیون قبل از انجام هر اندازه‌گیری بر روی CMM ذکر خواهد شد.
- تعدیل ریاضی دقیقاً تا CTE معادل $11{,}5 \times 10^{-6}/\dot{C}$ بوده وهیچ CTE مصنوعی دیگری مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.
- تعدیل ریاضی را فقط یک بار برای هر آزمون اندازه‌گیری طول می‌توان انجام داد مثلًا E_B درمورد، اندازه‌گیری دما قبل از شروع آزمون اتفاق می‌افتد.
- قطعه آزمون با CTE پایین را می‌توان با یک ترمومتر مدرج، نه با استفاده از هر سیستم اندازه‌گیری دمای دیگر مجهز به CMM اندازه گرفت.
- این تعدیل به شرایط مصنوع با CTE پایین توصیف شده در بند ۶-۲-۳-۳ یا بند ۶-۲-۵-۳ منوط بوده وقطعه آزمون دیگر توصیف شده در بند ۶-۲-۳-۳ یا بند ۶-۲-۵-۳ اجرا خواهد شد.
- اندازه‌گیری دمای مورد استفاده در این تعدیل در یک بلوک سنجه فولادی توصیف شده دربند ۶-۲-۳-۳ یا بند ۶-۲-۵-۳ انجام می‌گیرد که با محیط خود یا در قطعه فولادی معادل از لحاظ گرمایی به تعدیل رسیده است.

- به هنگام استفاده از روش تعدیل ریاضی، هر دوی CTE قطعه آزمون و CTE مصنوعی آن در صفحه نتیجه آزمون ذکر خواهد شد، مثلاً CTE قطعه آزمون $5\times10^{-6}/\dot{C}$، از لحاظ ریاضی تا $11,5\times10^{-6}/\dot{C}$ تعدیل می‌شود.

یادآوری- اثرات گردایان‌های گرمایی در قطعه آزمون مدرج به هنگام استفاده از مصنوع با CTE پایین به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، اما این اثرات ممکن است به‌صورت خطاهای اندازه‌گیری طول به هنگام استفاده از یک مصنوع معمولی (مثلاً فولاد) ظاهر شوند.

پیوست ج
(اطلاعاتی)

در رابطه با مدل ماتریس GPS

ج-۱ کلیات
در مورد جزئیات کامل مدل ماتریس GPS به ISO/TR 14638 مراجعه کنید.

ج-۲ اطلاعات پیرامون این استاندارد و کاربرد آن
این استاندارد، آزمون‌ها پذیرش را برای تایید عملکرد CMM کاوشگر تصویربردار مشخص می‌کند همان‌طوری‌که توسط تولیدکننده ذکر می‌شود. آن همچنین آزمون‌ها تایید مجدد را مشخص می‌کند که به کاربر این امکان را می‌دهند که به‌طور متناوب عملکرد CMM کاوشگر تصویر بردار را دوباره تایید کند.

د-۳ موقعیت در مدل ماتریس GPS
این استاندارد یک استاندارد GPS عمومی است که ۵ بند زنجیر، زنجیرهای استاندارد را درمورد اندازه، فاصله، شعاع، زوایه، شکل، جهت‌یابی، مکان، خارج شدن و داده را در ماتریس GPS عمومی تحت تاثیر قرار می‌دهد همان‌طوری‌که در شکل ج- ۱ به‌صورت نموداری نشان داده شده است.

اصول استانداردهای GPS

کلیات استاندارد های GPS

کلیات استانداردهای GPS						
شماره بند زنجیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
اندازه					*	
فاصله					*	
شعاع					*	
زاویه					*	
شکل خط مستقل از مبنا					*	
شکل خط وابسته به مبنا					*	
شکل صفحه مستقل از مبنا					*	
شکل صفحه وابسته به مبنا					*	
جهت یابی					*	
موقعیت					*	
خارج شدن دایروی					*	
مجموع خارج شدن					*	
مبنا					*	
زبری پروفیل						
حالت موجی پروفیل						
پروفیل مقدماتی						
عیوب سطح						
لبه تیز						

شکل ج-۱ – موقعیت در مدل ماتریس GPS

ج-۴ استانداردهای مربوطه

استانداردهای مربوطه، استانداردهای زنجیرهای استانداردهای ارائه شده در شکل ج-۱ هستند.

کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره۲۶۹۶ ، ویژگیهای هندسی فرآورده (GPS) استانداردهای طول –بلوک‌های سنجه

[2] ISO/TR 14638, Geometrical product specification (GPS) — Masterplan
[3] ISO/TS 15530 (all parts), Geometrical Product Specifications (GPS) — Coordinate measuring machines (CMM): Technique for determining the uncertainty of measureme