INSO
16150-3
1st.Edition
2018

Identical with
ISO 9336-3:1994

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

استاندارد ملی ایران
۱۶۱۵۰-۳
چاپ اول
۱۳۹۶

اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - تابع انتقال اپتیکی - کاربرد –

قسمت ۳ : تلسکوپ‌ها

Optics and optical instruments - Optical transfer function - Application –

Part 3: Telescopes

ICS: 37.020

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳-۱۶۱۵۰ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - تابع انتقال اپتیکی - کاربرد - قسمت ۳ : تلسکوپ‌ها»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
آقاجانی، امیر (کارشناسی ارشد فوتونیک)	طراح سیستم‌های اپتیکی
دبیر:	
مسافر قشلاق، مهدی (کارشناسی ارشد فیزیک)	اداره کل استاندارد استان قزوین
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
باقری وناشی، میثم (کارشناسی مهندسی برق)	شرکت توزیع برق استان قزوین
پیشدست، مسعود (دکتری فوتونیک)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده پلاسما و گداخت هسته‌ای
عجمی، عاطفه (کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی)	آزمایشگاه اپتیک سازمان جهاد دانشگاهی صنعتی شریف
مرشدعباسی، مجید (کارشناسی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان قزوین
نهاوندی، مریم (کارشناسی مهندسی برق)	اداره کل استاندارد استان قزوین
ورزنده، رویا (کارشناسی ارشد فیزیک)	عضو مستقل
ویراستار:	
فرجی، رحیم (کارشناسی ارشد شیمی)	گروه پژوهشی مهندسی پزشکی- پژوهشگاه سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۷
۲ مراجع الزامی ۷
۳ اصطلاحات و تعاریف ۷
۴ توصیف کلی انواع اقلام مورد آزمون و ارتباط آزمون‌های OTF ۸
۵ چیدمان آزمون ۹
۵-۱ آرایش میز اپتیکی ۹
۵-۲ موازی‌سازها ۹
۵-۳ پاسخ طیفی ۱۰
۵-۴ گستره بسامد مکانی ۱۱
۵-۵ سمت‌ها ۱۱
۵-۶ آماده‌سازی اقلام مورد آزمون ۱۱
۵-۷ تجهیزات کمکی ۱۲
۶ بهنجارسازی مقادیر OTF ۱۲
۷ شرایط آزمون ۱۲
۸ ویژگی حالت تصویردهی ۱۲
۸-۱ اقلام مورد آزمون ۱۲
۸-۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۱۲
۸-۳ اندازه‌گیری ۱۲
۹ نمایش ۱۵
۱۰ درستی تجهیزات ۱۵
۱۱ آزمون‌های تضمین کیفیت ۱۵
۱۱-۱ روش اجرایی ۱۵
۱۱-۲ سامانه‌های MTF روبش‌کننده‌سمتی ۱۵
۱۱-۲-۱ کانونی کردن ۱۶
۱۱-۲-۲ بسامد مکانی ۱۶
پیوست الف (آگاهی دهنده) آزمون قطعات و اجزا آن‌ها بااستفاده‌از سامانه‌های روبش‌کننده‌سمتی ۱۷
پیوست ب (آگاهی دهنده) کتاب‌نامه ۱۹

پیش‌گفتار

استاندارد «اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- تابع انتقال اپتیکی - کاربرد- قسمت ۳: تلسکوپ‌ها» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در هفتصد و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۶/۱۲/۰۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر درکمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای مزبور است:

ISO 9336-3 : 1994 , Optics and optical instruments - Optical transfer function - Application - Part 3: Telescopes

اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - تابع انتقال اپتیکی - کاربرد - قسمت ۳ : تلسکوپ‌ها

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون تلسکوپ‌ها به منظور فراهم‌کردن اندازه‌گیری‌های معتبر تابع انتقال اپتیکی[1] بر حسب حالت‌های تصویردهی، است.

در این استاندارد، اطلاعاتی نیز در مورد آزمون برخی از قطعات و اجزای آن‌ها ارائه شده‌است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 9334 , Optics and Optical instruments - Optical transfer function - Definitions and mathematical relationships.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۶۰۹ : سال ۱۳۸۹، اپتیک و فوتونیک - تابع انتقال نوری - تعاریف و روابط ریاضی ، با استفاده از استاندارد ISO 9334:2007 تدوین شده است.

2-2 ISO 9335 , Optics and Optical instruments - Optical transfer function - Principles and procedures of measurement.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۶۹۷ : سال ۱۳۹۴، اپتیک و فوتونیک - تابع انتقال اپتیکی - اصول و روش‌های اجرایی اندازه‌گیری ، با استفاده از استاندارد ISO 9335:2012 تدوین شده است.

2-3 CIE Publication No. 18.2 (1983), The basis of physical photometry.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 9334 کاربرد دارد.

---

1 - Optical Transfer Function (OTF)

۴ توصیف کلی انواع اقلام مورد آزمون و ارتباط آزمون‌های OTF

آزمونه‌های در نظر گرفته شده، تلسکوپ‌های مستقیم‌نگر[1] هستند که به طور کلی تصویر بزرگ‌شده از یک منظره دور به ناظر ارائه می‌دهند و شامل دستگاه‌هایی مانند تلسکوپ‌های طول‌یاب[2]، دوربین‌های دوچشمی دستی و دستگاه‌های دیده‌بانی نصب‌شده بر روی وسیله نقلیه می‌باشند.

برخی از این دستگاه‌ها، مانند تلسکوپ‌های طول‌یاب دارای میدان دید مثلا ±۱° در فضای شیء هستند که یک میدان تخت با آستیگماتیسم کم یا بدون آستیگماتیسم ارائه می‌دهند و دارای بزرگنمایی در حدود ۲۰ برابر هستند. از طرف دیگر، دوربین‌های دوچشمی و سایر دستگاه‌های مشابه، دارای میدان‌های دید بزرگتری برای مثال تا ±۳٫۵° در فضای شیء با بزرگنمایی ۱۰ برابر هستند. چنین دستگاه‌هایی می‌توانند بسته به هدف طراح اپتیک، دارای انحنای میدان قابل توجهی به همراه آستیگماتیسم باشند. برای مثال، انحنای میدان می‌تواند در یک بخش کمینه شده ولی آستیگماتیسم قابل توجهی درآن بخش باقی بماند. یا به صورت دیگر، آستیگماتیسم می‌تواند تا سطح ناچیزی در لبه میدان با انحنای میدان یک یا دو دیوپتر[3] کاهش یابد.

در حالت ایده‌آل، بهترین دستگاه‌ها، دستگاه‌هایی بدون آستیگماتیسم و انحنای میدان همراه با تصحیح رنگ خوب هستند؛ ولی اغلب باید سازوکارهایی که در بالا ذکر شد نیز رعایت گردد.

بسیاری از سامانه‌های اپتیکی کنونی، به‌منظور ایجاد دستگاهی جمع‌وجور، دارای منشورهای شیروانی[4] هستند که در این مورد باید به جهت لبه شیروانی توجه شود.

در استفاده از این دستگاه‌ها، چشم به تلسکوپ چسبانده می‌شود و بنابراین ممکن است استدلال شود که تنها آزمون معتبر، آزمونی است که چشم نیز در آن دخیل باشد. (به بحث سامانه‌های اپتیکی متوالی در مقدمه استاندارد ISO 9334 مراجعه شود). با این حال، در آزمون‌های دیده‌بانی با استفاده از تلسکوپ‌ها، عملکرد بهبودیافته، به‌دست آمده است. این عملکرد بهبودیافته، به‌وسیله دستگاه‌هایی که عملکرد OTF اندازه‌گیری شده بهتری در انواعی از آزمون‌ها شامل حساسیت کنتراستی با استفاده از تارگِت‌های توری سینوسی که مقدار آزمون‌های OTF را تأیید می‌کند، به‌دست آمده است.

همچنین، آزمون‌های OTF امکان مقایسه عملکرد را با مقدار محاسبه‌شده توسط طراح تلسکوپ ممکن می سازد و آزمون‌های تضمین کیفیت مؤثری از آزمونه‌های تولید شده را فراهم می‌سازد.

هنگام در نظر گرفتن جزئیات آزمون‌ها، نیاز است که برخی از ویژگی‌های چشم به خصوص قابلیت تطابق آن با فواصل متغیر شیء و تنظیم دهانه‌کاری[5] و تغییر اندازه عنبیه بر اساس روشنایی محیط، مورد توجه قرار گیرد. بنابراین، اولاً برخلاف آزمون عدسی عکاسی، کانونی‌کردن مجدد برای آزمون‌های غیرمحوری ضروری

1 - Direct view telescopes
2 - Theodolite telescopes
3 - Dioptre
4 - Roof prisms
5 - Working aperture

است. ثانیاً، نیاز خواهد بود تا در آزمون‌های OTF مرتبط با استفاده از تلسکوپ در سطوح روشنایی مختلف محیط، دهانه‌کاری تلسکوپ یعنی قطر مردمک خروجی با مردمک چشم گیرنده که معمولاً دارای قطری در گستره (۳ تا ۷) میلی‌متر است، انطباق یابد.

۵ چیدمان آزمون

۵-۱ آرایش میز اپتیکی

چیدمان آزمون به‌صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است. جدایی بین واحد الگوی آزمون و موازی‌ساز به نحوی تنظیم شده‌است تا یک مزدوج نامحدودی را برای آزمون ایجاد نماید. لازم است که جدایی بین موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر و تحلیل‌گر تصویر با یک میکرومتر مناسب که روی ریل لغزنده کانون تحلیل‌گر تصویر عمل می‌کند، تنظیم شود تا تحلیل‌گر تصویر در موقعیت تصویر الگوی آزمون قرار گیرد.

هنگامی که مجموعه تولیدکننده شیء (واحد الگوی آزمون و موازی‌ساز) و مجموعه تحلیل‌گر تصویر (موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر و تحلیل‌گر تصویر) بدون سامانه اپتیکی که باید مورد آزمون قرار گیرد، هم‌تراز شدند، وضعیت میکرومتر برای پاسخ بهینه سیستم آزمون، مبنا قرار خواهد گرفت. هنگامی که سامانه اپتیکی که باید آزمون شود، در موقعیت آزمون محوری قرار گیرد، نیاز به کانونی‌کردن مجدد تحلیل‌گر تصویر است و هرگونه تغییر از وضعیت مبنا، اندازه‌ای از وضعیت دیوپتر محوری قرارگیری سیستمی که باید مورد آزمون قرار گیرد، ارائه می‌دهد. در آزمون‌های غیرمحوری یک وضعیت متفاوتی از آزمون محوری پیدا خواهد شد و تغییر جدید از مبنا، وضعیت دیوپتری برای نقطه میدان و سمت خاص آزمون را بدست می‌دهد؛ تفاوت بین این مقدار و مقدار آزمون محوری، اندازه انحنای میدان را می‌دهد.

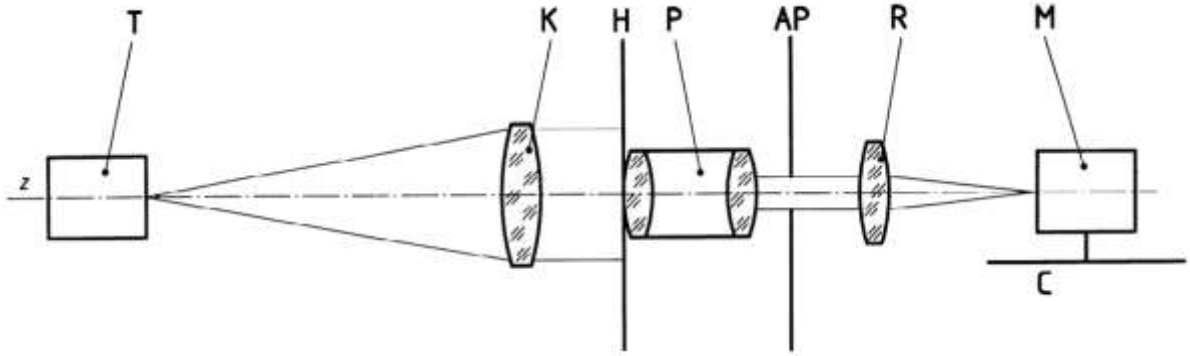
در آزمون‌های غیرمحوری با آرایشی که آزمونه در یک موقعیت ثابت نگه داشته می‌شود، مجموعه تولید کننده شیء حول یک نقطه روی محور مرجع، یا در نزدیکی مردمک ورودی آزمونه به اندازه زاویه ω چرخانده خواهد شد. مجموعه تحلیل‌گر تصویر حول یک نقطه روی محور مرجع، یا در نزدیکی مردمک خروجی آزمونه به اندازه زاویه ω' چرخانده خواهد شد.

۵-۲ موازی‌سازها

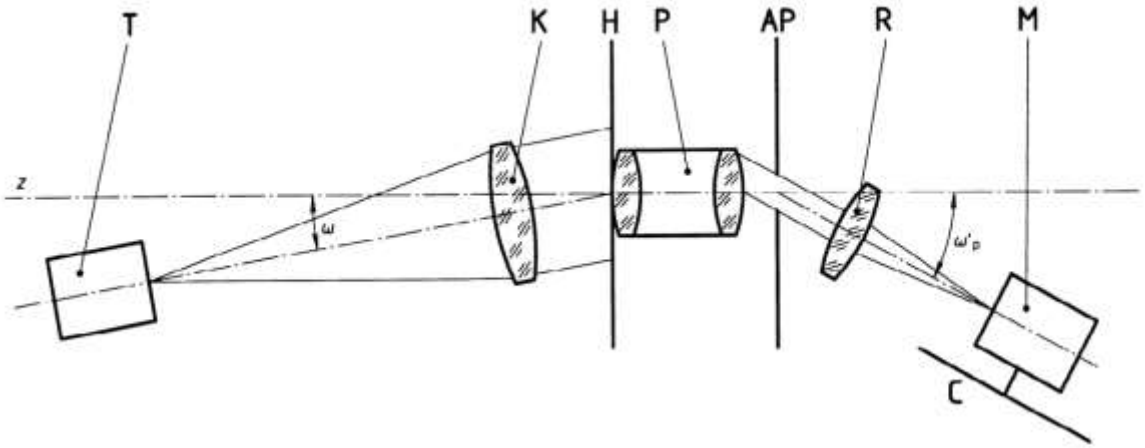
موازی‌ساز شیء باید یک آکروومات[1] به‌خوبی تصحیح شده با یک فاصله کانونی حداقل دو برابر فاصله کانونی عدسی شیء آزمونه و قطر دهانه‌کاری حداقل ۱۰ میلی‌متر بزرگتر از شیئی آزمونه باشد.

برای موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر، فاصله‌کانونی ۱۰۰ میلی‌متر مناسب خواهد بود چون اگر انحنای میدان برای مثال به ۲ دیوپتر برسد این فاصله‌کانونی، حرکت تحلیل‌گر تصویر روی ریل لغزنده در امتداد کانون آن‌را در یک گستره حرکت میکرومتری در دسترس (برای مثال ۲۵ میلی‌متر) تضمین می‌کند.

1 - Achromat



محوری



غیرمحوری

راهنما:

T واحد تارگِت آزمون	ω_p ، ω'_p زوایای میدان مردمک شیء و تصویر
K موازی‌ساز شیء	M تحلیل‌گر تصویر
P اقلام مورد آزمون	R موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر (ناموازی‌ساز)
H نگه‌دارنده اقلام مورد آزمون	C ریل لغزنده کانون تحلیل‌گر تصویر
AP مردمک خروجی	z محور مرجع

شکل ۱- چیدمان شماتیک : شیء در بینهایت، تصویر به‌طور اسمی در بینهایت

۳-۵ پاسخ طیفی

پاسخ طیفی سیستم آزمون باید مطابق با پاسخ طیفی ناظر استفاده‌کننده از آزمونه در نقش مشاهده طبیعی آن باشد. این امر ممکن است با استفاده از ترکیب فیلتری که به‌طور خاص طراحی‌شده، انجام شود تا تطابق مطلوبی را در ارتباط با انتشار منبع و حساسیت طیفی آشکارساز، ایجاد کند (به موارد ذکرشده در جدول ۲ مراجعه شود).

مؤثرترین موقعیت برای فیلتر، بعد از عنصر تحلیل‌کننده تصویر است به‌طوری‌که اثر تابش سرگردان[1] کاهش یافته است. با این حال، در یک شرایط آزمایشگاهی خوب، قرار دادن فیلتر درون واحد الگوی آزمون کاملاً قابل اجرا است.

۵-۴ گستره بسامد مکانی

اقلام مورد آزمون، تاثیر بر روی گستره‌های بسامد مکانی بدست آمده در فضای شیء را تا حد زیادی کنترل خواهد کرد. در فضای تصویر، این گستره توسط قدرت تفکیک چشم محدود می‌شود و برای اکثر کاربردها یک گستره $mrad^{-1}$ (۰ تا ۲) کافی است. گستره بسامد متناظر در فضای شیء به‌وسیله $mrad^{-1}$ (۰ تا ۲M) داده خواهد شد که M بزرگنمایی تلسکوپ است.

بسامد مکانی در فضای شیء ممکن است به یکی از دو طریق زیر بدست آید:

الف- به‌وسیله محاسبه، با استفاده از بسامد مکانی خطی الگوی آزمون در ترکیب با فاصله‌کانونی موازی‌ساز؛

ب- به‌وسیله اندازه‌گیری پوشش زاویه‌ای تعدادی از چرخه‌های الگوی آزمون موازی شده و در ادامه با محاسبات مناسب برای ارائه بسامد مکانی.

۵-۵ سمت‌ها

عموما آزمون‌ها، حداقل در دو سمت عمود بر هم یعنی بخش‌های شعاعی و مماسی کفایت می‌کند.

یک حالت خاص این است که سیستم‌ها شامل منشورهای شیروانی باشند که در آن صورت یکی از اندازه‌گیری‌ها باید در جهت تغییر شدت الگوی آزمون و عمود بر لبه شیروانی انجام شود.

۵-۶ آماده‌سازی اقلام مورد آزمون

سطوح اپتیکی در معرض، باید تمیز شوند و آزمونه نیز باید دمای پایدار آزمایشگاهی را بدست آورد.

چشمی‌های تنظیم‌کننده، باید بر روی مقدار ۱٫۰- دیوپتر که بسیاری از اوقات برای دستگاه‌هایی با کانون ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد، تنظیم شود مگر آن‌که مقدار دیگری تعیین شده باشد. مجموعه کاملی از آزمون‌های مشخص‌شده در این تنظیم، انجام می‌شود.

برای آزمون‌هایی که عملکرد را با یک مردمک خروجی کاهش‌یافته ارزیابی می‌نمایند، عدم قطعیت‌ها می‌توانند ناشی از دشواری قراردادن صحیح یک مانع در مردمک خروجی، مخصوصاً هنگام اندازه‌گیری‌های غیرمحوری باشند. این موضوع ناشی از ترکیب سایه‌افکنی، واپیچش[2] مردمک و سرگردانی مردمک در امتداد محور مرجع نسبت به موقعیت محوری مردمک است. در نتیجه بهتر است که یک مانع با قطر متناظر در

1 - Stray
2 - Distortion

مردمک ورودی قرار داده شود. اندازه قطر مانع با ضرب قطر مردمک خروجی مورد نظر و بزرگنمایی آزمونه بدست می‌آید.

۵-۷ تجهیزات کمکی

علاوه بر نگه‌دارنده‌ها[1] برای نگه‌داشتن اقلام مورد آزمون، به برخی از وسایل برای ترازکردن باریکه آزمون با محور ورودی آزمونه به ویژه برای دستگاه‌هایی که دارای جابجایی زیادی بین محورهای ورودی و خروجی هستند، نیاز است. توصیه می‌شود در صورت عملی بودن، برای این کار از وسایل مکانیکی استفاده شود؛ در غیر این صورت ممکن است منحرف‌کننده‌های باریکه پریسکوپی قابل تنظیمی با استفاده از یک چهارچوب و آینه‌های تخت، به‌کار گرفته شوند. برای این منظور، تختی آینه تا $\lambda/10$- باشد. سیستم آینه‌ای ترکیب‌شده باید به نحوی باشد که افت جبهه‌موج، درستی اندازه‌گیری را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار ندهد.

۶ بهنجارسازی مقادیر OTF

آرایش بهنجارسازی در تجهیزاتی که در پاسخ چرخه صفر، برابر با ۱٫۰ تنظیم شود، رضایت‌بخش خواهد بود، امّا نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

۷ شرایط آزمون

آزمون باید مطابق با اصول و روش‌های اجرایی ارائه شده در استاندارد ISO 9335، انجام شود.

۸ ویژگی حالت تصویردهی

۸-۱ اقلام مورد آزمون

جدول ۱، حالت تصویردهی برای اقلام مورد آزمون را مشخص می‌کند.

۸-۲ تجهیزات اندازه‌گیری

جدول ۲، حالت تصویردهی برای تجهیزات اندازه‌گیری را مشخص می‌کند.

۸-۳ اندازه‌گیری

جدول ۳، حالت تصویردهی برای اندازه‌گیری را مشخص می‌کند.

---

1 - Fixtures

جدول ۱

پارامتر	مقدار/تنظیم	نکات	مراجع
پیکربندی	هم‌راستا هم‌راستا با جابجایی زاویه‌دار پریسکوپی	برخی پیکربندی‌ها به تجهیزات کمکی نیاز دارند.	زیربند ۵-۷
بزرگنمایی و قطر شیئی	مثال: ۷×۵۰ ۸×۴۰ ۱۰×۳۰	این مثال‌ها مردمک‌های خروجی زیر را می‌دهند: ۷ میلی‌متر ۵ میلی‌متر ۳ میلی‌متر	-
مردمک خروجی	۷ میلی‌متر ۵ میلی‌متر ۳ میلی‌متر ۲ میلی‌متر	برای بدست‌آوردن قطرهای مردمک خروجی کاهش‌یافته، موانع مناسب استفاده می‌شوند.	زیربند ۵-۶
میدان دید	برای مثال: $\pm 3^{\circ}$	در فضای شیء	بند ۴
تنظیم کانون چشمی	۰٫۵- دیوپتر برای چشمی های کانونی‌کننده	-	زیربند ۵-۶
علامت مرجع	مشخصه نصب	اگر اقلام مورد آزمون شامل یک منشور شیروانی است، باید زاویه بین بردار علامت مرجع و لبه شیروانی (همان‌طورکه روی مردمک ورودی نگاشت شده‌است) اعلام گردد. بهتر است که این زاویه 0° باشد.	بند ۴

جدول ۲

پارامتر	مقدار/تنظیم	نکات	مراجع
پیکربندی میز کار	شیء در بینهایت ناموازی‌ساز طرف تصویر، تصویری در صفحه تحلیل‌گر تصویر تشکیل می‌دهد.	تنظیم کانون نیاز است.	زیربند ۵-۱ و ۵-۲ زیربند ۵-۲
مشخصات طیفی	فیلتر باند گسترده منبع تابش و ترکیب تحلیل‌گر بهتر است مشخصه‌های طیفی کلی منطبق با منحنی V_{λ} چشم را داشته باشند.	۱- گستره‌طیفی: حداقل (۴۰۰تا۶۷۰) نانومتر. ۲- منبع تابش: لامپ هالوژن تنگستن که در یک دمای رنگ همبسته (۳۲۰۰±۲۰۰) کلوین و در ترکیب با یک فیلتر باندی گسترده کار می‌کند. ۳- تحلیل‌گر: تکثیرنوری[1] با کاتودنوری S20.	زیربند ۵-۳ V_{λ}= بازده تابندگی طیفی برای دید فوتوپیک (CIE No. 18.2)

1 - Photomultiplier

جدول ۳

پارامتر	مقدار/تنظیم	نکات	مراجع
MTF	MTF ضروری است. PTF اگر مشخص شده باشد.		-
کانونی کردن	MTF بیشینه محوری در $2\ mrad^{-1}$ در فضای تصویر کانون برای هر دو بخش شعاعی و محوری می‌تواند مورد نیاز باشد. غیرمحوری: کانونی‌کردن مجدد برای هر دو بخش شعاعی و مماسی مورد نیاز خواهد بود.	کانون مبنا[1] برای ∞ برپا شده باشد. برای برخی از طبقه‌بندی‌های آزمونه‌ها، ممکن است بسامدهای مکانی پایین‌تر یا بالاتر مناسب باشد.	زیربند ۵-۱
مردمک خروجی	دهانه کامل و ۳ میلی‌متر	سایر مقادیر مردمک خروجی اگر به صورتی که در جدول ۱ تعریف شده‌است، درخواست شود.	-
زوایای میدانی مردمک (ω_p)	روی محور ±۰/۵ نصف میدان ±۰/۷ نصف میدان ±۰/۸۵ نصف میدان	-	-
زاویه مرجع (θ)	۱- °۰ ، °۹۰ ، °۱۸۰ و °۲۷۰ ۲- زاویه لبه شیروانی	-	-
سمت	شعاعی و مماسی	-	زیربند ۵-۵
تنظیم دیوپتر	اگر مشخص شده باشد.	عموما قابل اعمال بر آزمونه‌های دارای کانون ثابت از تفاضل بین کانون مبنا و تنظیم کانون محوری محاسبه می‌شود.	-
انحنای میدان	-	از تفاضل بین تنظیم کانون‌محوری و تنظیم کانون غیرمحوری در هر دو بخش شعاعی و مماسی برای زوایای میدانی انتخاب‌شده، محاسبه می‌شود.	-
آستیگماتیسم		از تفاضل بین تنظیم کانون محوری و تنظیمات کانون‌های شعاعی و مماسی در زوایای میدانی انتخاب شده محاسبه می‌شود.	-
صفحه مرجع	تنظیم کانون مبنا در تحلیل‌گر تصویر	شیء در ∞: بدون اقلام مورد آزمون تحلیل‌گر تصویر برای بیشینه MTF کانونی شده‌است.	-
بسامدهای مکانی انتخاب شده در فضای تصویر ($mrad^{-1}$)	۰/۲۵ ؛ ۰/۵ ؛ ۰/۷۵ ؛ ۱/۰ ؛ ۱/۲۵ ؛ ۱/۵ ؛ ۱/۷۵ و ۲/۰	عملکرد آزمونه ممکن است بسامدهای مکانی بالاتر از $1\ mrad^{-1}$ یا حتی $2\ mrad^{-1}$ را مسدود کند.	زیربند ۵-۴

1 - Datum focus

۹ نمایش

جدول ۴، حالت تصویردهی برای نمایش را مشخص می‌کند.

جدول ۴

پارامتر	مقدار/تنظیم	نکات	مراجع
بسامدهایی برای نمایش عددی	۱۰ بسامد با فواصل مساوی از یکدیگر روی گستره اندازه‌گیری عملی	-	-

۱۰ درستی تجهیزات

عدم قطعیت اندازه‌گیری باید با استفاده از تلسکوپ‌های آزمون شناخته‌شده و یا با استفاده از تخمین تمام منابع خطای سیستماتیک و تصادفی، ارزیابی شود.

یک روش، جایگزینی اقلام مورد آزمون و موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر با یک موازی‌ساز مشابه موازی‌ساز شیء است تا یک تصویر از تارگِت آزمون بدون اقلام مورد آزمون تشکیل دهد. سپس، بهتر است پاسخ صحیح با استفاده از یک فیلتر با پهنای نوار ۵۴۶ نانومتری باریک و با فرض این‌که موازی‌سازها دارای عملکرد با پراش محدود هستند، بهتر است پاسخ صحیح از طریق یک گستره از بسامدهای مکانی بدست آید.

در روشی دیگر، دستگاه‌های خاصی با ساختاری پایدار استفاده می‌شوند. برای سهولت در تراز کردن چیدمان آزمون برای تمام نقاط میدانی مورد نظر، یک رتیکل[1] با دایره‌ها ترکیب می‌شود به‌طوری که هر نقطه میدان به عنوان مرکز یک دایره شناسایی می‌شود (مرجع ۳ در پیوست ب را ملاحظه فرمائید).

۱۱ آزمون‌های تضمین کیفیت

۱۱-۱ روش اجرایی

شکل ساده از روش اجرای آزمون می‌تواند تمام چیزی باشد که برای بسیاری از کاربردها نیاز است. ممکن است گستره بسامد مکانی کاهش‌یافته یا آزمون‌هایی در یک یا دو بسامد مکانی اعمال شده روی محور و شاید در یک نقطه میدانی غیرمحوری، کافی باشد.

۱۱-۲ سیستم‌های MTF روبش‌کننده‌سمتی

اگر تغییرات قابل توجهی در سمت‌های میانی در عملکرد وجود داشته باشد، درحالت‌کلی ممکن است آزمون‌های MTF در سمت‌های شعاعی و مماسی، کافی نباشند. بنابراین بهتر است که آزمون در یک تک

1 - Graticule

بسامد مکانی که تمام سمت‌ها را روبش می‌کند، انجام شود. شکل ۲، آرایش شماتیک چنین سیستم آزمونی را که در آن الگوی آزمون حول محور اپتیکی در یک صفحه عمود بر محور می‌چرخد و عنصر تحلیلی یک دهانه است، نشان می‌دهد. پارامترهای تجهیزات اندازه‌گیری همانند پارامترهای موجود در جدول ۲ هستند.

۱-۲-۱۱ کانونی کردن

هنگام کانونی کردن، برای ضریب انتقال مدولاسیون می‌توان سه معیاردر نظر گرفته گرفت:

الف- کمترین تغییرات ضریب اشاره شده را در هنگام روبش تمام سمت‌ها بدهد.

ب- کمترین مقدار ضریب اشاره شده را در هنگام روبش تمام سمت‌ها به بیشترین مقدارش برساند.

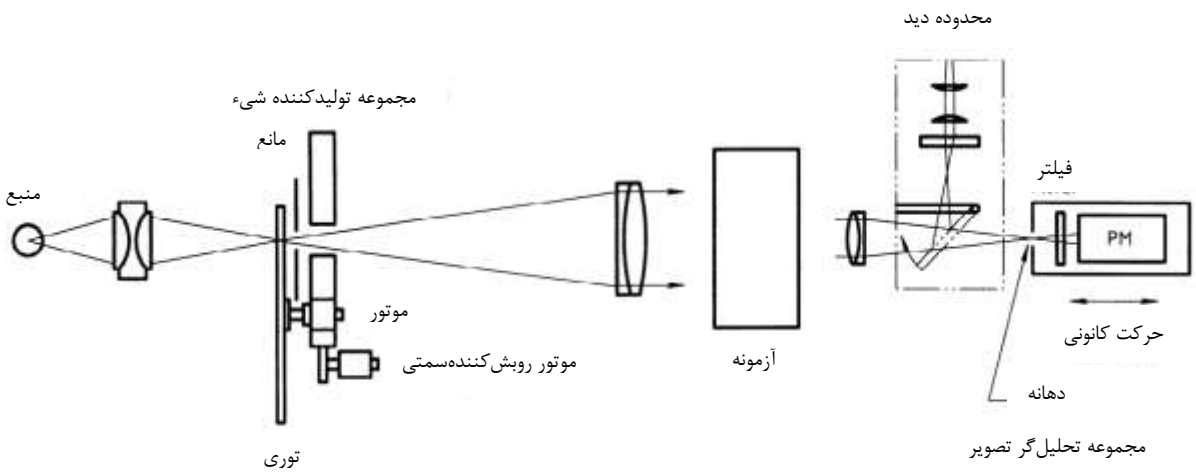
پ- بالاترین مقدار میانگین ضریب اشاره شده را در هنگام روبش تمام سمت‌ها بدهد.

اگر برای مشخصه‌یابی آزمونه، یک تک‌مقدار برای پاسخ MTF نیاز است، بهتر است که کمترین مقدار بدست آمده هنگام استفاده از معیار (ب) انتخاب شود. اگر مقدار میانگین ذکر شده باشد، تغییرات حول میانگین نیز باید بیان شود و در نتیجه یک روش اجرای آزمون پیچیده‌تر نیاز است.

به طور کلی، معیار (ب) روش الزامی است.

۲-۲-۱۱ بسامد مکانی

به‌دلیل ماهیت جستجوگر آزمون که بسامد مکانی با ضریب انتقال مدولاسیونی بین (۰٫۴ و ۰٫۷) می‌دهد، مناسب است.



شکل ۲- آرایش شماتیک سیستم آزمون MTF روبش‌کننده‌سمتی

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

آزمون‌های قطعات و اجزا آن‌ها با استفاده از سامانه‌های روبش‌کننده‌سمتی

علاوه بر آزمون سیستم‌های تلسکوپی کامل، طبق زیربند ۱۱-۲، این روش ممکن است برای آزمون قطعاتی در گستره پنجره‌های تخت تا مجموعه‌های منشوری نیز استفاده گردد.

اگر موازی‌ساز طرف قطعه چشمی با یک موازی‌سازی با فاصله‌کانونی بلندتر و دهانه‌کاری بزرگ‌تر جایگزین شود، آنگاه ممکن است قطعات بسیاری آزمون شود. بعد از اینکه تنظیم کانون مبنا بر روی شیءآزمون در بینهایت تنظیم شد، آزمونه (در جای خود) قرار داده می‌شود و در صورت لزوم، هم‌ترازی بیشتر مجموعه تحلیل‌گر تصویر، اندازه‌گیری می‌تواند انجام شود.

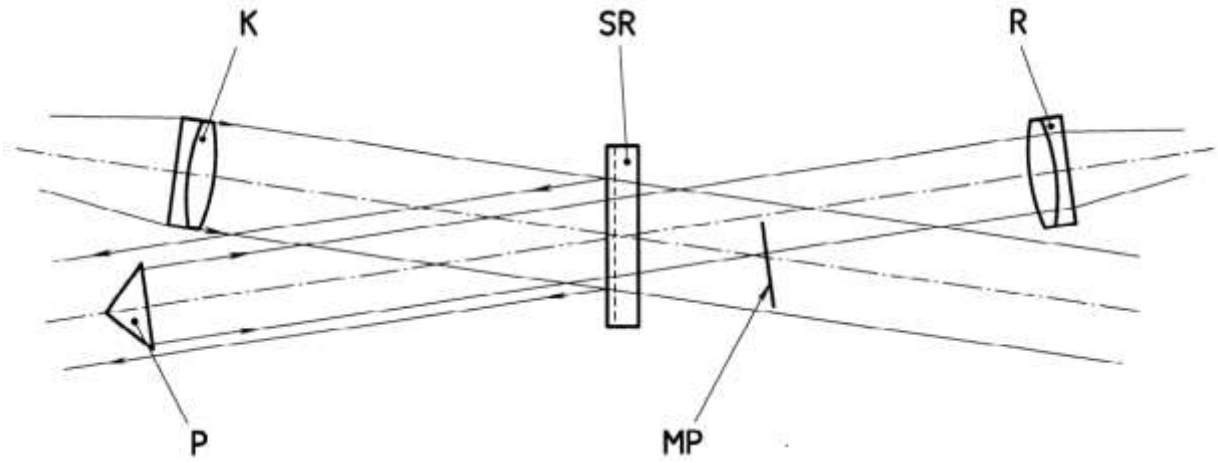
اگر یک نیم‌بازتابنده[1] نیز به‌کار گرفته شود، آزمون بازتابنده‌های برگشت‌به‌عقب گوشه‌مکعبی[2] و منشورهای پورو[3] نیز ممکن می‌گردد. این نیم‌بازتابنده در فاصله‌ای جلوی موازی‌ساز شیء قرار داده می‌شود و کج می‌شود به‌طوری که به موازی‌ساز برخورد نکند. منشورهای مورد آزمون، در اینجا قرار داده می‌شوند و باریکه بازگشتی به سمت مجموعه تحلیل‌گر تصویر از میان نیم‌بازتابنده عبور می‌کند. آرایش آن در شکل الف-۱ نمایش داده شده‌است.

نیاز است که آزمونه‌ها خیلی کم کج شوند تا بازتاب از سطح جلویی در باریکه اندازه‌گیری، قرار نگیرد. یک ماسک برای مسدود کردن نصف باریکه بازگشتی از منشور پورو استفاده می‌شود؛ این ماسک بین نیم‌بازتابنده و موازی‌سازی تحلیل‌گر تصویر قرار داده شده‌است.

کیفیت نیم‌بازتابنده مهم است و نیاز است که با صفحه قطری یک تداخل‌سنج، قابل مقایسه باشد.

شرح کامل چیدمان تجهیزات و نتایج آزمونه‌ها در مرجع‌های ۲ و ۴ کتاب‌نامه ارائه شده است (به پیوست ب مراجعه شود).

1- Semireflector
2 - Corner cube retroreflectors
3 - Porro



راهنما:

K موازی‌ساز
SR نیم‌بازتابنده
P اقلام مورد آزمون
MP ماسک مورد استفاده هنگام آزمون منشورهای پورو
R موازی‌ساز تحلیل‌گر تصویر (ناموازی‌ساز)

شکل الف-۱- آرایش شماتیک آزمون بازتابنده‌های برگشت‌به‌عقب و منشورهای پورو

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

کتاب‌نامه

[1] BARTON,N.P. Application of the Optical transferfunction to visual instruments. Optica Acta. 19,No. 6, pp. 473-484, (1972).

[2] BARTON, N.P. The use of azimuth scan MTFtechniques for the evaluation of Optical components and Systems. SPE. 98, pp. 2-88, (1976).

[3] WILLIAMS, T.L., NUNN, M.L. and BARTON,N.P. Anafocal System OTF test Standard. Optica Acta.25, No. 12, pp. 1097-1111, (1978).

[4] BARTON, N.P. Measurement of roof and otherprisms. SPIE. 163, pp. 121-127, (1979).

[5] CHARMAN, W.N. and WHITEFOOT, H. Astigmatism, accommodation and visual instrumentation. Applied optics. 17, No. 24, pp.3903-3910, (1978).

[6] MOUROULIS, P. Contrast sensitivity in the assessment of visual instruments. SPE. 274,pp. 202-210, (1981).