OME INFORMATION

ISSN 1007-1180
CN 22-1250/TH
国内邮发代号：12-171

光机电信息

2011年12月刊 Dec. 2011　　第28卷　第12期

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国光学学会 主办
科学出版社 出版

光机电信息

Guang Ji Dian Xinxi

第28卷 第12期 2011年12月

目 次

激光与光学技术 *Laser and Optics Technology*

1 美国8X增强型光学成像系统-8X Enhanced Optical Imaging System (付小芳,孙秋燕,冯 恒,唐 勇,唐 宇)

5 半导体激光器主动红外夜视监控系统设计-Semiconductor Laser Active Infrared Night Vision Monitoring System (单肖楠)

10 激光二极管阵列侧面抽运棒状激光器轴向热效应分析-Axial Thermal Effect of Laser Diode Array Side-pumped Rod Lasers (李瑞贤,李真真,韩泽华)

15 光学薄膜环境适应性试验方法标准发展综述及新国标介绍-Introduction of the Development and New National Strandard for Optical Coatings Environmental Durability Testing Method (王瑞生,阴晓俊,于振毅,徐秋玲,宋 姝,高琳琳,高 鹏,贲书国)

光机电研究 *OME Research*

19 空间相机空间环境专项试验设计-Special Experiment Design of the Space Environment for Space Camera (孙天宇)

26 光电经纬仪载车振动特性分析-Analysis of Optical Theodolite Car's Vibrate Features (王守印,王晓明)

32 多光谱多光轴设备光轴平行性测量装置研制-Development of Measuring Optical-axis Parallelism Instrument for Multispectral and Multi Axial Facility (叶 露,赵建川)

37 基于四象限探测器的监视对准实验-Alignment Experimental Analysis based on Four Quadrant Detector (王 兵,王伟国,郭汝海)

41 经纬仪伺服系统快速捕获方法研究-Research on Fast Acquisition of Sevro-control System (葛 兵,高慧斌,张淑梅,余 毅)

45 并联机构的发展及应用-Development and Application of Parallel Mechanism (彭忠琦)

51 碳化硼陶瓷电火花小孔加工精度的工艺研究-Technical Study of Electrical Discharge Machining to Micro-hole on B_4C Ceramic (邵明东,郭 骥,孙继明)

57 扩频通信技术在经纬仪对外通信中的应用-Application of Spread-spectrum Communication Technology to Theodolite External Communication (刘开宇,朱 玮)

62 用于石油测井和管道运输的分布式光纤传感系统-Distributed Optical Fiber Sensing System Used in Well Logging and Pipeline Leak Detection (鄂书林)

67 光电经纬仪调焦行差对测角总误差影响的分析 (赵 强)

70 太阳模拟器中长方形光学积分器的应用与研究-Application and Research of Rectangle Optical Integrators in Solar Simulator (付东辉)

73 成像光谱仪辐射定标概览-Overview of Radiometric Calibration of Imaging Spectrometer (王立朋)

78 钢包下渣检测方法展望-Prospect of Ladle Slag Detection (朱万彬)

82 瞬变电磁法及其应用研究-Transient Electromagnetic Method and Application (曲 放,翁爱华)

89 无线压力测量系统的设计与实现-Design and Realization of Wireless Pressure Measuring Systems (谷金清)

研究动态 *Research Trends*

美研制新材料为柔性太阳能电池铺路(93)* 美科学家研制最黑材料 可吸收99%光线(93)* 研究员用光将二维模板变成三维模型(94)* 苏州产"纳米小玻片"突破我国LED产业瓶颈(95)

名企名品 *Advanced Manufactures and Products*

长春奥普光电技术股份有限公司(96)* 长春新产业光电技术有限公司(96)* 长春方圆光电技术有限责任公司(97)* 中科院长春光机所光电技术研发中心(97)* 长春希达电子技术有限公司(98)* 长春中俄科技园(98)* 便携式红外热像仪(99)* 长波准直红外镜头(99)* 长春新产业457 nm深蓝光单频激光器(100)* PFS408-BL活体指纹采集仪(100)

文章编号:1007-1180(2011)12-0015-04

光学薄膜环境适应性试验方法标准发展综述及新国标介绍

王瑞生[1,2],阴晓俊[1,2],于振毅[1,3],徐秋玲[1],宋 姝[1,2],高琳琳[1,2],高 鹏[1,2],费书国[1]
(1. 沈阳仪表科学研究院,辽宁 沈阳 110043;2. 沈阳汇博光学技术公司,辽宁 沈阳 110043;
3. 国家仪器仪表元器件质量监督检验中心,辽宁 沈阳 110043)

摘 要:对比分析了国内外现有光学薄膜环境适应性试验方法标准,介绍了2011年6月开始实施的GB/T26331-2010《光学薄膜元件环境适应性试验方法》国家标准的制定背景、制定原则、制定依据、标准结构及主要内容。

关键词:光学薄膜;环境试验技术;环境适应性;温度;湿度;摩擦;沸水
中图分类号:O484 **文献标识码**:A
DOI:10.3788/OMEI20112812.0015

Introduction of the Development and New National Strandard for Optical Coatings Environmental Durability Testing Method

WANG Rui-sheng[1,2], YIN Xiao-jun[1,2], YU Zhen-yi[1,3], XU Qiu-ling[1], SONG Shu[1,2],
GAO Lin-lin[1,2], GAO Peng[1,2], FEI Shu-guo[1]
(1. *Shengyang Academy of Instrumentation Science, Shenyang* 110043, *China;*
2. *HB Optical Technology Co. Ltd., Shenyang* 110043, *China;*
3. *National Supervising and Testing Center for the Quality of Instruments and Components, Shenyang* 110043, *China*)

Abstract: The present standards of environmental durability testing method for optical coatings were compared and analyzed at home and abroad. GB/T26331-2010, "Environmenalt Durability Testing Methods for Optical coatings", was described, which was carried out in June 2011. The manufacturing background, principle, basis, structure and main contents for this standard were introduced.

Keywords: optical coatings; environmental durability testing technology; environment durability; temperature; humidity; friction; boiling water

1 国内光学薄膜环境适应性标准综述

国内光学薄膜相关标准最早可追溯到1977年发表的GB1315-1977《光学零件薄膜的分类、符号及标注》、GB 1316-1977《光学零件上真空镀氟化镁增透膜》、GB 1320-1977、GB 1329-1977、GB 1330-1977及以后的GB 10218-1988、GB 10989-1989等一系列光学薄膜标准。这些标准对各种功能的光学薄膜分别进行了规定。在这些标准中，对各类光学膜层环境适应性的要求被直接写在标准中，包括试验方法和严酷级别，但是对具体试验方法的规定较为模糊。在1989年对其中部分进行整理修订时，摩擦试验等依然采用直接列出的方式，而高低温、湿热等环境试验，开始引用GB2423《电工电子产品基本环境试验规程》的内容。1995年，JB8226的提出，取代了原来的GB13** 系列标准，环境试验部分依然引用GB2423的内容，并在此后的修订中延续下来。

鉴于国内光学薄膜标准中对环境适应性规定滞后，国内薄膜厂商及使用单位很少采用国内标准，而转为采用国际上通行的光学薄膜标准。

2 国际现行光学薄膜环境适应性标准

国际上通用的光学薄膜环境适应性标准主要有3个系列：DIN58196《光学薄膜》系列标准，MIL（美军标）光学薄膜标准，以及后来出现的ISO9211《光学和光子学》系列标准。此外，某些场合还会借用IEC的电磁电容及电工电子的标准作为光学元件、光学薄膜的环境适应性标准。

DIN58196系列标准订立于1980年，并于1996年进行修订，由于该标准只包含了浸泡（煮沸）、摩擦、光辐射、附着力等几部分试验，试验内容不完整，使用范围并不广泛。该系列中的部分标准于2008年6月1日作废，由ISO9211-3替代。

ISO9211（光学和光子学-光学薄膜）最初编订于1994年，在2006—2010年间进行了第二版修订，共包含4个部分，分别是：《定义》，《光学性能》，《环境适应性》以及《规定的试验方法》，其中后两部分是对光学薄膜环境适应性进行的规定。但自标准提出后的十几年间应用较少，究其原因，主要是它规定的试验项目过于繁琐复杂，难以实施，而且与通行的MIL光学薄膜标准相差较大。

MIL（美国军标）中的光学薄膜系列标准是现行使用最广泛的薄膜环境适应性试验方法标准，比较全面地规定了与光学薄膜的使用条件和性能有关的环境试验技术。但是，这些规定分散在数个光学薄膜标准中，并只作为各个标准的一部分存在，没有独立出来。例如，最为常用的关于薄膜湿热循环要求的规定，在MIL-STD-810F《环境工程考虑和试验室试验方法》的507.4节中；耐磨擦试验列于MIL-C-675C《光学零件镀减反射膜美军标准》中；而在MIL-F-48616《镀膜 长波通滤光器详细规范》中，对所有光学薄膜相关环境适应性要求都有涉及，但行业内应用最多的是其中的高低温、摩擦试验，而试验方法只有简单的严酷等级说明，对具体的试验设备、试验方法并没有具体的规定，可操作性不强。

值得注意的是，作为应用最广泛的美军光学薄膜环境适应性标准规定内容分散，除了湿热循环试验以外，其余环境适应性方法规定比较粗略。但由于其表述简洁，易于理解，获得了较为广泛的认可与应用。

3 GB/T26331标准的制定原则

近年来，光学薄膜获得了广泛的发展应用，环境适应性要求以及验证日趋重要。考虑到国内尚没有与国际上通用光学薄膜环境适应性方法标准相接轨的现行标准，为了规范光学薄膜行业的环境适应性检测方法，提高国内光学薄膜产品环境适应性评价与检测水平，以沈阳仪表科学研究院为主编单位，申报设立了标准工作组，于2009—2010年制定标准，经报国家标委会审批发布，确定于2011年6月开始实施GB/T26331《光学薄膜元件环境适应性试

验方法》国家标准[1]。

GB/T26331 标准制定的指导原则：（1）在标准的结构布局上，与国内现行环境试验标准一致，符合 GB/T1.1 的规定；（2）试验方法的选择上，采用国际通用的试验方法，包括高低温、湿热、摩擦等，而对在某些国际标准中列出却使用较少的方法，例如沙尘、辐射等未收录；（3）对试验方法的描述尽可能做到细致完善，可操作性强；（4）对于试验装置的规定，如国内外环境试验标准中有不一致的地方，在不影响试验结果的前提下，向国内标准靠拢，利于标准的推行与操作。

虽然 ISO9211-3[2]《光学和光子学-光学薄膜-环境适应性》和 ISO9211-4[3]《光学和光子学-光学薄膜-规定的试验方法》这两个标准应用较少，但由于其制定年代较近，整个标准的结构比较合理，与国内现行环境试验标准接近，而且对试验设备、试验方法以及严酷等级的规定十分详细，所以在《光学薄膜元件环境适应性试验方法》标准制定时，具体的试验内容与严酷等级划分主要参照该国际标准进行编写。在内容上则参考 ISO 标准以及美军标中与光学薄膜相关的标准进行归纳整理。在编写的同时考虑了标准的完整性和实用性，尽量与国际接轨。

4 GB/T26331 标准结构

该标准共包括 7 章，以及 1 个规范性附录和 1 个资料性附录，其总体结构如下：

1 范围
2 规范性引用文件
3 通用要求
3.1 标准大气条件
3.2 试验程序
4 试验方法
4.1 高温
4.2 低温
4.3 温度循环
4.4 恒定湿热
4.5 交变湿热
4.6 盐雾
4.7 浸泡和煮沸试验
4.8 在清洗剂中金子
4.9 摩擦
4.10 附着力
5 评价
6 综合试验
7 环境试验标记
附录 A（规范性附录）光学膜层的肉眼检测
附录 B（资料性附录）盐雾试验装置
B.1 试验设备
B.1.1 试验箱
B.1.2 喷雾装置
B.1.3 样品架
B.2 空气供给

5 GB/T26331 标准内容解析

ISO9211-3 的试验方法主要引自 ISO9022[4]《光学和光学仪器-环境试验方法》，只是对严酷等级进行了专门的规定，对于一些不在 ISO9022 中、专门针对光学薄膜的试验方法都归入到 ISO9211-4 里。所以，本标准中的试验方法也主要参考 ISO9022 以及 ISO9211-4，并结合 MIL 薄膜环境试验标准以及我国现行的环境试验标准进行优化调整。

标准对试验样品预处理与初始检测进行了较为详细的规定，同时对目视检测的方法在附录 A 中给出，这一点尤为重要。因为在光学薄膜产品的生产与交易过程中，经常由于买方与卖方检验手段不一致产生纠纷。薄膜产品由于生产手段的原因，难以避免地会在膜层表面产生各种缺陷。有些缺陷很微小，不使用专门的工具检测不出来；有些缺陷较大，可能由于使用光源不同，目视距离不同而造成表面检验结果不一致。虽然国内已经有标准给出了光学薄膜产品表面肉眼检验的方法，但由于各种原因，推广及执行效果并不理想。在 GB/T26331-2010《光学薄膜元件环境适应性试验方法》中再次提及肉眼检测方法，希望能够起到强调与规范的作用。

标准还规定了中间检测的方法，不允许将经过中间检测的样品再继续进行试验，而应通过增加特定样品的方式实现中间检测。这在国内光学薄膜标准中尚属首次提及，避免单个样品由于多次试验产生累积效应、造成试验结果不准确的情况发生。

对具体的环境试验方法细化了试验手段，例如，对有试验箱的试验增加了对试验箱的规定；并对实验

过程进行了细致的规定，如温度试验规定了温度变化率，清洗剂中浸渍试验加入“在每种溶剂中取出后，应让该试剂自然挥发，直至没有目视可见的液迹存在，再放入下一种试剂中”的规定，保证不同人员操作时试验过程与结果的一致性。

考虑到膜层结构、使用要求与使用环境的不同，试验的严酷程度不再简单地给出某一个判定条件，而是每个试验方法都细分为几个严酷等级（例如试验方法中的高温和低温分别划分出3个和4个等级），以适应不同情况的需要。具体严酷等级的划分规则，主要参考了ISO2022，ISO9211-3以及ISO9211-4的划分标准规则，同时结合国内外光学薄膜标准，并综合镀膜技术的发展情况进行了一定程度的修改。

在标准正文的最后，增加了综合试验顺序。目前，国内常见的检验方式是按照旧的美军标准一个样品应用于一种环境试验，进行其他试验时更换样品。但随着镀膜工艺的进步，膜层已经可以经历连续不同的试验而无问题，而且综合试验能产生类似于实际环境影响的效果，因此，参照ISO9211-3《光学和光子学-光学薄膜-第三部分-环境适应性》的规定，列出建议试验顺序，但具体试验项目和顺序应由相关标准给出。

6 结束语

新国标GB/T26331-2010《光学薄膜环境适应性试验方法》，是在综合分析借鉴国内外相关标准基础上制定的，该标准集中制定了共性的光学薄膜环境适应性试验方法。该标准的行业应用，对于促进国内光学薄膜元器件环境适应性技术发展、行业交流与国际接轨，提高国内光学薄膜产品竞争力具有重要意义。

参考文献

[1] GB/T 26331-2010，光学薄膜元件环境适应性试验方法[S].
[2] ISO-9211-3-2008，光学和光子学-光学薄膜 第3部分：环境适应性[S].
[3] ISO-9211-4-2006，光学和光学仪器-光学薄膜 第4部分：规定的试验方法[S].
[4] ISO9022，光学和光学仪器-环境适应性[S].

作者简介：王瑞生（1983-），男，辽宁盘锦人，硕士，工程师，2007年于天津大学获得硕士学位，主要从事光学薄膜方面的研究。E-mail: wangruisheng@hb-optical.com