

硫系玻璃在汽车夜视系统中的应用

芦雅静¹, 宋宝安¹, 董伟², 徐铁峰¹, 戴世勋¹, 聂秋华¹, 沈祥¹, 林常规¹

- (1. 宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211;
2. 昆明物理研究所, 云南 昆明 650223)

摘要: 夜间行车时, 由于光线不足, 视距较短, 驾驶员驾车的危险性增加。汽车夜视系统能增加驾驶员夜间行车的视距, 且不受雨雪等恶劣条件的影响, 因此, 颇受关注。夜间行车时环境温度变化较大, 温度变化严重影响夜视系统的成像质量, 无热化设计是夜视系统的发展方向之一。硫系玻璃具有较小的折射率温度系数和良好的红外透过性能, 同时具备模压成型等优点, 是用于无热化汽车夜视系统设计的优良候选材料。详细分析了硫系玻璃的光热特性, 比较了硫系玻璃应用于汽车夜视系统的优势, 给出了它在夜视系统中的多个应用实例。

关键词: 汽车夜视; 红外材料; 硫系玻璃; 温度自适应

中图分类号: TN213 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2276(2014)09-2815-04

Application of chalcogenide glass in car night-vision system

Lu Yajing¹, Song Baoan¹, Dong Wei², Xu Tiefeng¹, Dai Shixun¹, Nie Qiu Hua¹, Shen Xiang¹, Lin Changgui¹

- (1. College of Information Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China;
2. Kunming Institute of Physics, Kunming 650223, China)

Abstract: Because of the limits of illumination in the cars, the drivers can't observe clearly at night, which greatly increases the driving dangers. Car night vision system is a novel technology that helps to increase the driver's observation distance and is not subjected to the adverse conditions such as snow and rain. Novel car night vision system has been widespread concerned. However, the change of temperature has a great impact on night vision system. Chalcogenide glass has a high-transmittance rate in infrared spectrum regions, and also has the advantages of small temperature coefficient of refractive index and molding which is suitable to car night vision systems. The features of chalcogenide glass were analyzed, the advantages of chalcogenide glass in night vision system were summarized. Car night vision systems using chalcogenide glass were presented.

Key words: car night vision; infrared materials; chalcogenide glass; temperature adaptive

收稿日期: 2014-01-10; 修订日期: 2014-02-25

基金项目: 国际科技合作项目(2011DFA12040); 国家 973 项目(2012CB722703); 新世纪优秀人才计划(NCET-10-0976); 宁波市创新团队(2009B21007); 宁波市自然科学基金(2011A610187); 宁波大学王宽诚幸福基金

作者简介: 芦雅静(1989-), 女, 硕士生, 主要从事红外光功能材料器件方面的研究。Email: Luyj_1989@126.com

导师简介: 徐铁峰(1961-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事光纤通信技术、特种玻璃光纤、红外光学材料和红外信息系统等方面的研究。Email: xutiefeng@nbu.edu.cn

(3) 红外波段透过率较高。通常硫系玻璃在 8~12 μm 波段的透过率为 65%,镀增透膜后,其透过率可达 98%以上。

综上所述,硫系玻璃在汽车夜视系统中具有独特的技术优势。

2 硫系玻璃在汽车夜视系统中的应用

硫系玻璃在红外波段具有良好的性能,并已广泛应用于车载夜视辅助驾驶系统。

2.1 大视场车载辅助驾驶系统

夜间行车时,能见度较差,车灯的照射范围和明亮度都有限,驾驶员较难清楚的观察到前方道路状况,容易发生交通事故。为了保证驾驶安全,需设计大视场夜视系统,使驾驶员有较大的视场范围,提前观察到路面情况。

图 1 是专利号为 ZL2012 2 0258016.X 的专利中给出的一种红外夜视系统^[1]。该系统焦距为 14.8mm, F 数为 0.8,视场角为 45°,工作波段为 7~14 μm,第一片透镜材料为 Ge₂₀Sb₁₅Se₆₅,其余为 Ge,系统的自适应温度范围是-40~72 °C,调制传递函数在 20 cycles/mm 处保持在 40%以上。图 2 为该系统在常温 20 °C 下的 MTF,从图中可以看出,在大视场处系统的 MTF 也符合要求,具有较好的热稳定性,成像良好。

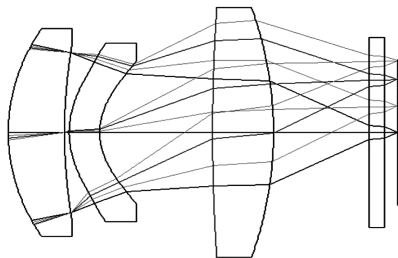


图 1 红外夜视光学系统原理图
Fig.1 Layout of night vision systems

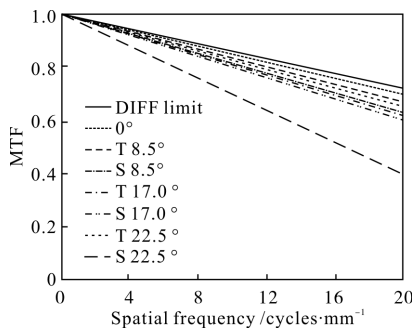


图 2 20 °C 时系统的 MTF
Fig.2 MTF of night vision system at 20°C

2.2 大温度范围车载夜视系统

当温度变化时,夜视系统的透镜半径、间隔以及框架材料的结构都会发生变化,使系统像质下降,因此必须采用光学被动补偿技术实现温度自适应。硫系玻璃的折射率温度系数较小,是良好的消色差红外材料,可以在大温度范围内保证系统的成像质量。图 3 为参考文献[12]中设计的一款红外热成像系统。该系统焦距为 19 mm, F 数为 1.1,视场角为 48°,工作波段为 8~14 μm。系统只有两片透镜,透镜四个表面都为非球面,最后一面为衍射面,自适应温度范围是-40~80 °C。图 4 为该系统在常温 20 °C 下的 MTF。表 2 给出了不同视场处在空间频率 20 cycles/mm 的 MTF 值。

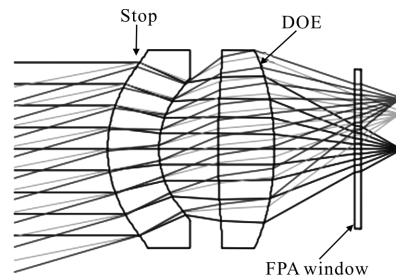


图 3 热成像系统原理图

Fig.3 Layout of night vision systems

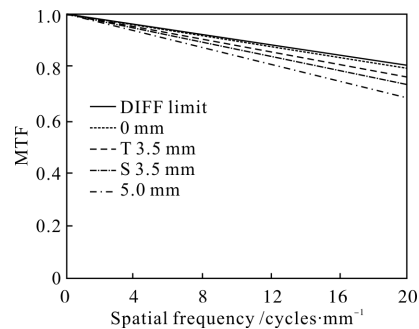


图 4 20 °C 时系统的 MTF

Fig.4 MTF of night vision system at 20°C

表 2 系统不同视场处的 MTF 值 (20 cycles/mm)

Tab.2 MTF at different view (20 cycles/mm)

Field of view	20 °C	-40 °C	80 °C
0°	0.69	0.65	0.66
0.7°	0.62	0.58	0.59
1°	0.53	0.49	0.51

2.3 紧凑型红外辅助夜视系统

为了消除温度对夜视系统的影响,需要加入主动或被动补偿机构,以补偿像面移动所产生的性能

下降,这就使系统的质量和体积增大,不符合夜视系统小型化、轻型化的发展。硫系玻璃可以采用精密模压工艺制备出球面、非球面以及带有衍射面的复杂光学元件,可以简化夜视系统的结构,减轻重量,减小体积。

图 5 为参考文献[13]中设计的车载夜视系统。该系统焦距为 17.6 mm, F 数为 1, 视场角为 33° , 工作波段为 $8\sim 12\ \mu\text{m}$, 系统包含两片透镜, 全部使用宁波大学红外器材实验室生产的硫系玻璃 $\text{Ge}_{20}\text{Sb}_{15}\text{Se}_{65}$ 。图 6 为该系统在室温 25°C 下的 MTF。

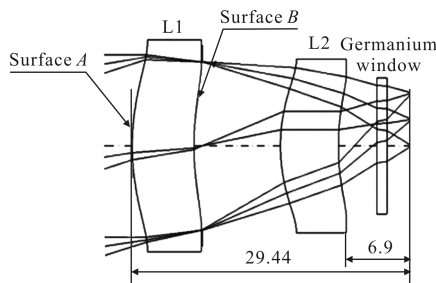


图 5 夜视系统光学原理图

Fig.5 Layout of night vision systems

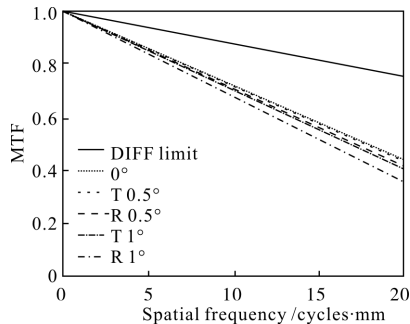


图 6 25°C 时系统的 MTF

Fig.6 MTF of night vision system at 25°C

3 结论

随着人们生活水平的提高,夜间行车安全问题越来越受关注,夜视系统可以减少夜间交通事故的发生率。硫系玻璃具有较低的折射率温度系数,以及具备模压成型的优势,在无热化汽车夜视系统设计中使用的频率越来越高。它可以与 Ge 、 ZnSe 等晶体材料组合成具有理想光热特性的红外镜头,应用于温度自适应的车载夜视系统。实践表明,硫系玻璃具有较高的红外透过率,同时可模压成型,材料利用率高,适合批量生产,能实现低成本,故在汽车夜视系统中有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Bellotti C, Bellotti F, Gloria A D, et al. Developing a near infrared based night vision system [C]//IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004: 14-17.
- [2] Yan Jun. The Research of on Board Infrared Night View System Base on Active Safe [M]. Guangzhou: South China University of Technology, 2011. (in Chinese)
- [3] Wang Yuanfangzhou, Shi Xiaoguang, Bai Yuzhuo, et al. Statuses and trends on night vision enhancement systems[J]. *Infrared Technology*, 2012, 34(8): 490-495. (in Chinese)
- [4] Lin Shufeng. Research on Active Infrared Laser Night Vision Imaging System on Cars [M]. Xiamen: Xiamen University, 2008.
- [5] Zakery A, Elliott S R. Optical properties and applications of chalcogenide glasses: a review [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2003, 330: 1-12.
- [6] Chen Guorong. Studies on passive and active optical properties of chalcogenide glasses [J]. *Journal of the Chinese Ceramic Society*, 2007, 35(S1): 44-58. (in Chinese)
- [7] Luo Shoujun, Huang Fuyuan, Zhan Daojiao, et al. Development of chalcogenide glasses for infrared thermal imaging system[J]. *Laser and Infrared*, 2012, 40(1): 9-13. (in Chinese)
- [8] Zhang X H, Guimond Y, Bellec Y, et al. Production of complex chalcogenide glass optics by molding for thermal imaging [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2003, 326&324: 519-523.
- [9] Bruno Bureau, Zhang X H, Frederic Smektala, et al. Recent advances in chalcogenide glasses [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2004, 345&346: 276-283.
- [10] Dai Shixun, Chen Huiguang, Li Maozhong, et al. Chalcogenide glasses and their infrared optical applications[J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2012, 41 (4): 847-852. (in Chinese)
- [11] Zhang Yinzhao, Li Lintao, Song Baoan, et al. Application of chalcogenide glasses in athermal infrared optical systems[C]//The Thirdth Seminar on Infrared Imaging System Simulation, Test and Evaluation, 2011: 42-45. (in Chinese)
- [12] George Curatu. Design and fabrication of low-cost thermal imaging optics using precision chalcogenide glass molding[C]//SPIE, 2008, 7060:706008-1-706008-7.
- [13] Du Hwan Cha, HyeJeong Kim, Yeon Hwang, et al. Fabrication of molded chalcogenide-glass lens for thermal imaging applications[J]. *Applied Optics*, 2012, 51(23): 5649-5656.