

铯原子 852 nm Voigt 反常色散原子滤光器研究*

臧珂茹¹⁾, 周海涛¹⁾, 王军民²⁾, 杨保东¹⁾²⁾⁺

1) (山西大学物理电子工程学院, 太原 030006)

2) (山西大学光电研究所, 光量子技术与器件全国重点实验室, 太原 030006)

摘 要: 本文基于铯原子 $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ 跃迁线, 实现了工作波长为 852 nm 的线翼型 Voigt 反常色散原子滤光器(VADOF)。实验上系统测量了信号光偏振角度、原子气室温度、磁场强度等参数对该 VADOF 性能的影响。理论上利用开源 ElecSus 程序, 在不同参数组合下对 VADOF 性能进行了模拟, 与实验结果一致性较好。在优化的参数组合下, 该 852 nm VADOF 的峰值透射率达 84%, 等效噪声带宽为 0.69 GHz。相比传统的法拉第反常色散滤光器, VADOF 具有小型化的优势, 在稳频激光、遥感探测等系统中具有实用价值。

关键词: 磁光效应; 反常色散光学滤波器; ElecSus

PACS: 33.57.+c, 42.79.Ci, 31.15.ve

DOI:

1. 引言

原子滤光器是一类将特定波长范围内的光选择性透射、其他波长的光作为噪声滤除的器件, 其是利用频率在原子共振跃迁线附近的线偏振光通过特定条件下的原子介质时偏振面发生旋转而实现的, 那些频率远离共振跃迁线的光场与原子几乎无相互作用, 其偏振面不发生旋转。因此, 原子滤光器具有窄带、乃至超窄带宽的优势, 其作为滤除背景噪声光的器件, 常用于自由空间光通信、激光雷达等系统中微弱光信号的探测^[1,2]; 也可作为选频元件用于稳频激光系统的构建^[3]。导致线偏振光偏振面发生旋转, 最常见的方法是利用法拉第磁致旋光效应, 据此实现了法拉第反常色散原子滤光器(FADOF --- Faraday anomalous dispersion optical filter), 因其透射率高、带宽窄、带外噪声抑制比高、响应速度快等优势, 得以深入研究和广泛应用^[4-6]。如目前常见的基于铯原子基态到激发态的跃迁线, 实现了工作波长为 455 nm^[7]、459 nm^[8]、852 nm^[9]的 FADOF; 及基于铷原子实现了工作波长为 420 nm^[10]、780 nm^[11-13]、795 nm^[14]的 FADOF。为了进一步拓展滤光器工作波长的选择性, 人们研究了工作于原子激发态跃迁线之间的光学滤波器, 如基于钾原子激发态 $4P_{1/2} \rightarrow 8S_{1/2}$ 跃迁线, 实现了 532.33 nm ES-FADOF^[15], 基于铷原子 $5P_{3/2} \rightarrow 4D_{5/2}$ 跃迁线的 1529 nm ES-FADOF^[16,17], $5P_{3/2} \rightarrow 5D_{5/2}$ 跃迁线的 776 nm ES-FADOF^[18]。在 FADOF 系统中, 要求信号光的传播方向与磁场方向平行。然而, 近期的一些理论模拟、实验工作表明, 当信号光的传播方向与磁场方向不平行时, 滤光器可能表现出更加优越的性能^[19]。与 FADOF 相对的另一类结构上比较特殊的滤光器是

Voigt 反常色散原子滤光器(VADOF --- Voigt anomalous dispersion optical filter), 其要求信号光的传播方向与磁场方向垂直^[20-22]。相比传统的 FADOF, 最近对 VADOF 研究工作也开始逐渐增多, 如基于铯原子 $6S_{1/2} \rightarrow 7P_{3/2}$ 跃迁线, 实现的工作波长为 455 nm 的 VADOF^[20]; 基于铷原子 ^{87}Rb D2 线实现的工作波长为 780 nm 的 VADOF^[21]; 以及基于铷原子 $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 4D_{5/2}$ (780 nm + 1529 nm) 阶梯型能级系统, 实现了工作波长为 1529 nm 的 ES-VADOF^[22]等。与 FADOF 相比, VADOF 另一个独特的地方是入射的线偏振信号光初始偏振方向与磁场方向之间的夹角也会影响到 VADOF 的透射率。此外, VADOF 使用的是横向磁场装置, 其易于实现且小型化, 拓展了滤光器的应用前景。

本文基于铯原子 ^{133}Cs $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ 能级跃迁线, 实现了工作波长为 852 nm 的 VADOF, 利用开源 ElecSus 程序对 VADOF 进行了理论模拟和参数优化^[23], 并与实验结果作了比较, 二者基本致性。对磁场方向与信号光传播方向分别平行(FADOF)、垂直(VADOF)时这两种典型滤光器的独立研究, 为信号光传播方向与磁场方向之间在任意夹角下的滤光器研究及性能优化奠定了基础。

2 实验原理及装置

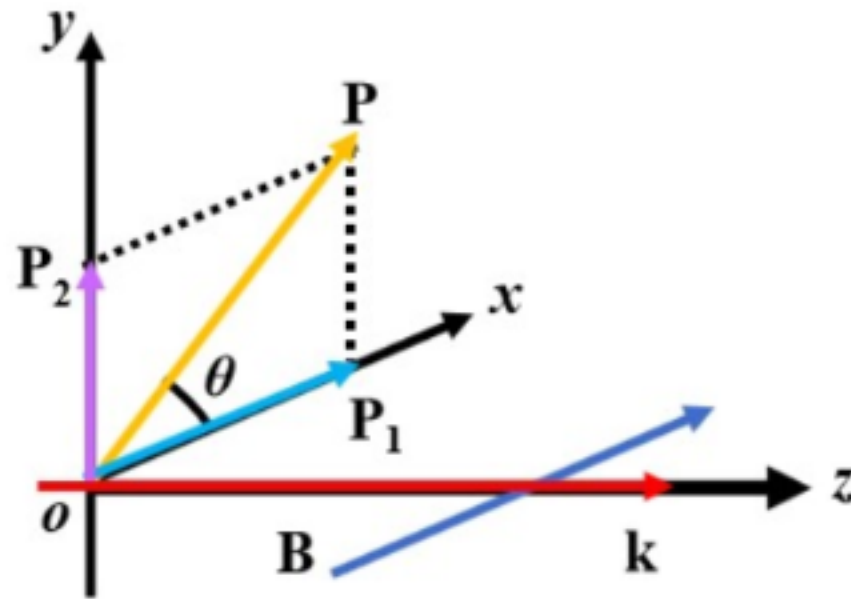


图 1 Voigt 反常色散原子滤光器(VADOF)原理示意图

Fig. 1 Schematic diagram of VADOF.

原子滤光器通常由一对偏振正交的棱镜和处于之间的原子气室组成, 若经过第一块棱镜的线偏振信号光在经过原子介质时偏振面发生了旋转, 便可部分透射过第二块棱镜。在 VADOF 系统中, 磁场 B 方向与信号光的传播方向 k 垂直, 如图 1(a)所示: 信号光沿 z 轴方向传播, 磁场方向平行于 x 轴, 设入射的信号光偏振方向 P 与磁场 B 之间的夹角为 θ , 其可分解为平行、垂直于磁场的两个组分: P_1 和 P_2 。平行分量 P_1 激发原子的 π 跃迁($\Delta m = 0$), 跃迁强度因子为 $\cos^2 \theta$, 设其经过原子介质时的吸收系数为 α_1 , 在原子介质中的折射率为 n_1 。类似地, 垂直分量 P_2 激发原子的 σ 跃迁($\Delta m = \pm 1$), 跃迁强度因子为 $\sin^2 \theta$, 其经过原子介质时的吸收系数为 α_2 , 在原子介质中的折射率为 n_2 。两个分量在原子介质中的色散、吸收差

异导致的 Voigt 效应，使信号光的偏振发生了旋转^[20]，从而实现了 VADOF，其透射率可以表示为^[24]：

$$T = \frac{1}{2}(\sin 2\theta)^2 e^{-\frac{\alpha L}{2}} [\cosh(\frac{\Delta\alpha L}{2}) - \cos(2\phi)] \quad (1)$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \propto \frac{\omega}{c} \text{Im}(n_1 + n_2) \quad (2)$$

$$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 \propto \frac{\omega}{c} \text{Im}(n_1 - n_2) \quad (3)$$

$$\phi = \frac{\omega L}{2c} \text{Re}(n_1 - n_2) \quad (4)$$

公式 (1)-(4)中， α 为信号光两分量组分的吸收系数之和， $\Delta\alpha$ 为吸收系数之差； ϕ 是信号光偏振面旋转角， ω 是信号光相应能级跃迁的角频率； c 为真空中光速， L 是原子气室的长度。从公式 (1)可以看出，当 $\theta = 45^\circ$ 时，即第一块棱镜的起偏方向与磁场成 $\pm\pi/4$ 时，相同条件下 VADOF 的透射率达最大值^[24]。滤光器性能的评价，其中一个主要指标是等效噪声带宽 ENBW (Equivalent noise bandwidth)^[25]：

$$\text{ENBW} = \frac{\int_0^\infty T(\nu) d\nu}{T(\nu_s)} \quad (5)$$

公式(5)中的 ν 为信号光的频率， $T(\nu)$ 为滤光器的透射率； $T(\nu_s)$ 为滤光器的峰值透射率， ν_s 为对应的信号光频率。可以看出，ENBW 值越小，滤光器抑制背景噪声光的能力越强。另一个主要指标是品质因子 FOM (Figure of Merit)^[26]：

$$\text{FOM} = \frac{T(\nu_s)}{\text{ENBW}} \quad (6)$$

通常期望滤光器 $T(\nu_s)$ 尽可能高，ENBW 尽可能窄，可见 FOM 综合考虑了这两因素，对滤光器性能作了全面的评价。

与实验相关的 $^{133}\text{Cs } 6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ 的超精细能级结构及 VADOF 实验装置如图 2 所示：光栅外腔反馈半导体激光器(ECDL)提供的 852 nm 激光作为信号光，通过半波片(HWP1)和立方偏振棱镜(PBS1)组合分为两束，其反射光用于饱和吸收光谱实验，经铯原子气室(Cs cell 1)，最终在光电探测器 PD 1 处获得光谱信号，作为 VADOF 滤光器信号的频率标尺；透射光通过一对偏振正交的格兰-泰勒棱镜(GT)和置于其中的 Cs cell 2，用于 Voigt 型原子滤光器实验。

Cs cell 2 气室长度为 50 mm，直径 25 mm，内无缓冲气体，通过聚酰亚胺电热膜和温控模块将其温度控制在室温到 140 °C 之间，控温精度为 1 °C。Cs cell 2 气室两侧对称放置一对沿厚度方向充磁的长方体永磁体(长 10 cm、宽 5 cm、厚 1 cm)，磁场方向与 852 nm 信号光传播方向相互垂直，通过调节两块永磁体之间的距离，实现磁场大小在 100 G - 1300 G 的范围内灵活调谐，在磁场装置几何对称中心轴向约 5 cm 区域，磁场强度的不均匀性小于 5%。HWP 2 和 PBS 2 组合用于调节信号光的强度，HWP 3 和 GT 1 用于控制线偏振信号光偏振方向与磁场方向之间的夹角 θ 。蓝色虚线框内的部分为 VADOF，在探测器 PD 2 处获得滤光器信号，定义 GT 1 和 GT 2 透振方向正交时与平行时透射的信号光强度比值为滤光器的透射率。

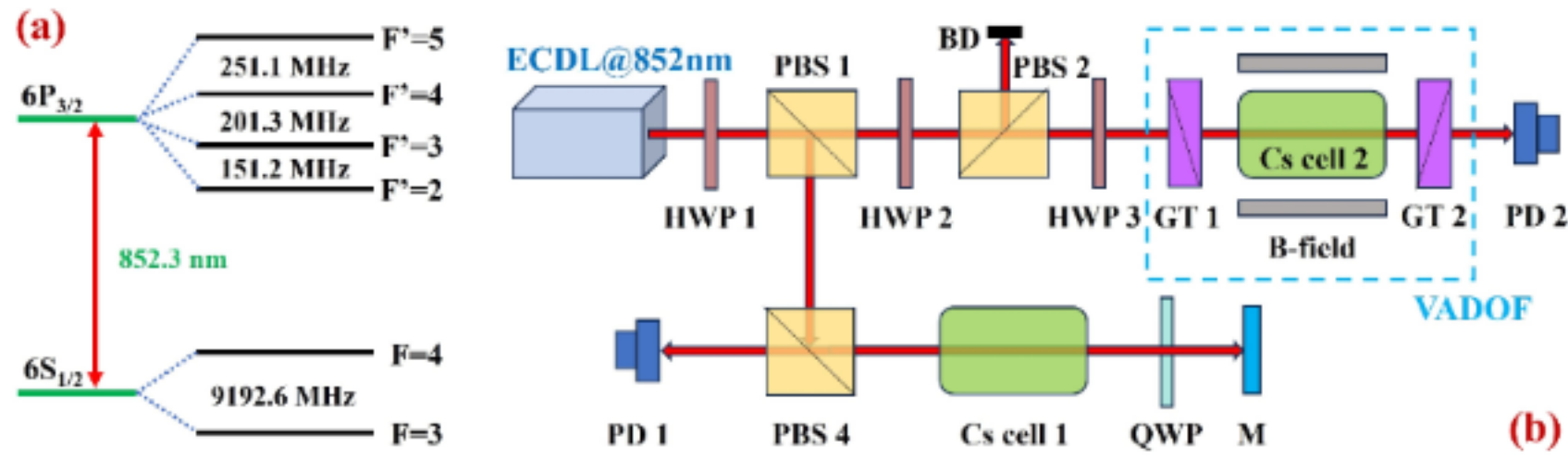


图 2 (a) 与实验相关的铯原子能级图；(b) VADOF 实验装置示意图 (HWP: 1/2 波片; QWP: 1/4 波片; PBS: 立方偏振分光棱镜; M: 反射镜; GT 1、GT 2: 格兰-泰勒棱镜对; PD: 光电探测器; Cs Cell: 铯原子气室; BD: 光束收集器)

Fig. 2 (a) Relevant ^{133}Cs energy level diagram; (b) Schematic of the VADOF experimental setup (HWP, 1/2 wave plate; QWP, 1/4 wave plate; PBS, polarizing beam splitter; M, mirror; GT, Glan-Taylor prism; PD, photodiode detector; Cs Cell, ^{133}Cs atomic vapor cell; BD, beam dump).

3 实验结果及讨论

3.1 VADOF 随信号光偏振角度的变化

在 VADOF 实验中，信号光的传播方向 k 与磁场 B 的方向相互垂直，但其偏振方向与磁场之间的夹角 θ 会显著影响滤光器的性能。旋转第一块格兰-泰勒棱镜 GT 1 的角度，分别固定 $\theta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ ，旋转 GT 2，始终保持其透振方向与 GT 1 垂直；设定 Cs cell 2 气室温度为 70 °C，磁场强度为 200 G；调节 HWP 3 使得透射过 PBS 2 的 852 nm 线偏振信号光的偏振方向与 GT 1 的透振方向一致，调节信号光在 GT 1 之前的功率为 200 μW ，其频率在铯原子 $6S_{1/2}F=4 \rightarrow 6P_{3/2}$ 跃迁线附近扫描，在探测器 PD 2 上获得的 VADOF 信号如图 3(a)所示。当 θ 为 0° 或 90° 时，表示信号光的偏振方向与磁场方向平行或垂直，此时只有 π 跃迁或 σ 跃迁单独被驱动，信号光在通过原子介质时，其偏振方向没有被旋转，即滤光器的透射率为 0。当夹角 θ 介于 $0^\circ - 90^\circ$ 之间， π 跃迁和 σ 跃迁被同时驱动，它们的加权因子分别为 $\sin^2 \theta$ 和 $\cos^2 \theta$ ，故 θ 接近 45° 时，两个跃迁加

权因子趋于相等，此时线偏振光偏振旋转角度最大，相应的 VADOF 峰值透射率达到最大值，如图 3(b) $\cos^2\theta$ ，也与理论公式(1)的结论一致。同时实验结果表明， θ 在 $15^\circ - 75^\circ$ 变化时，滤光器的等效噪声带宽 $ENBW < 0.8$ GHz，而 FOM 因子在 $\theta = 45^\circ$ 时达到最大值，其为滤光器的透射率与 ENBW 的比值，全面刻画了滤光器的性能。理论上，利用 ElecSus 程序对 VADOF 信号进行了模拟，相关参数与实验一致，模拟结果见图 3(a)中红色实线，与实验结果一致性较好。

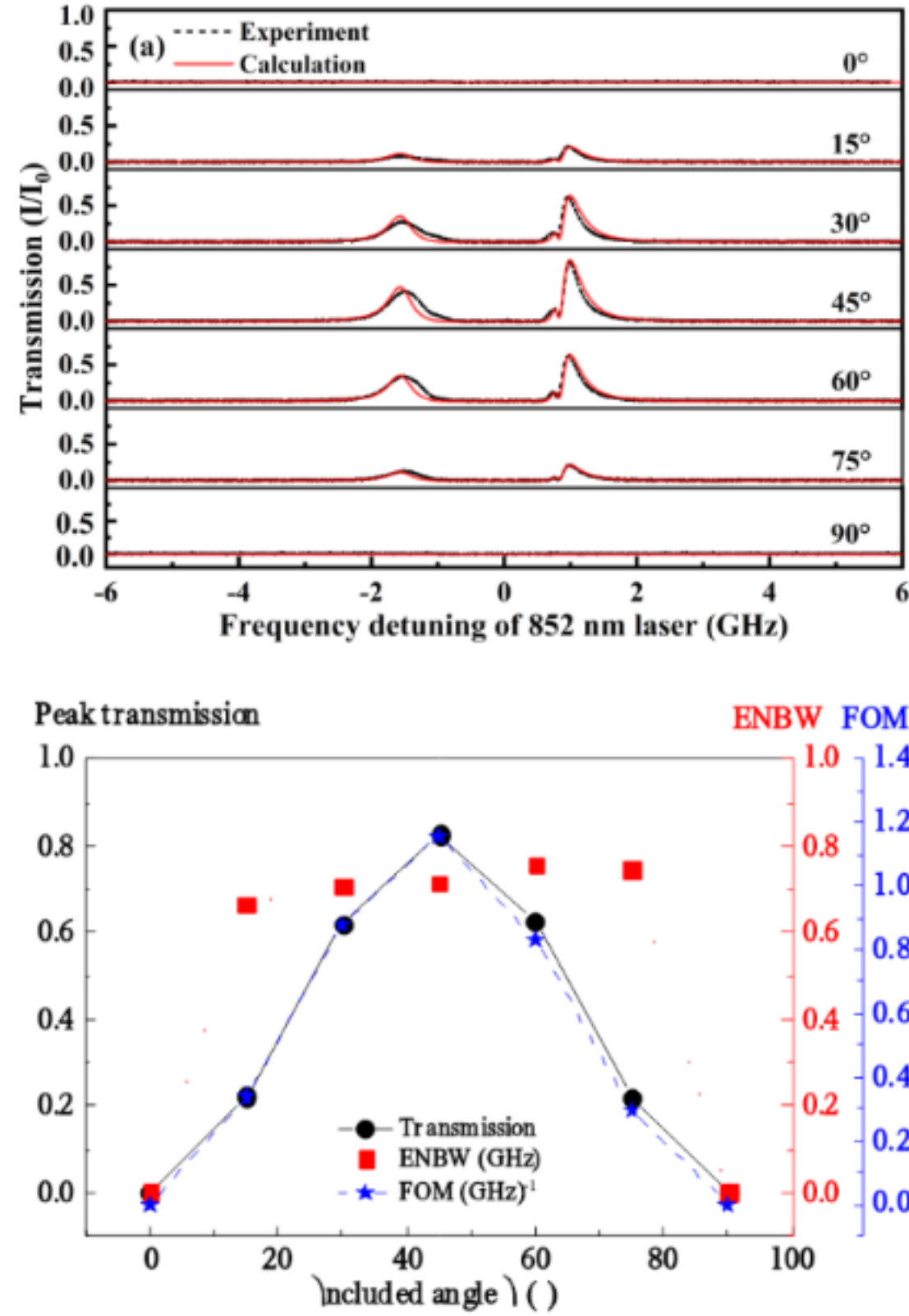


图 3 (a) VADOF 信号随信号光偏振方向与磁场方向之间夹角 θ 的演化；(b) VADOF 峰值透射率、ENBW 和 FOM 随夹角 θ 的变化

Fig. 3 (a) Evolution of VADOF signals versus the angle θ between the polarization direction of 852 nm signal light and the magnetic field direction; (b) Changes of peak transmission、ENBW and FOM of 852 nm VADOF with the angle θ .

3.2 VADOF 随铯原子气室温度的变化

图 4 为在优化的 $\theta = 45^\circ$ 下，其它实验参数与图 3 一致，改变 Cs cell 2 气室温度时的 VADOF 信号。图 4(a)展示了利用 ElecSus 程序模拟与实验结果的比较，二者一致性较好。随着气室温度(50 °C - 70 °C)的增加，原子数密度相应增加，与 852 nm 信号光发生相互作用的原子数增加，导致 Voigt 效应增强，故 VADOF 的峰值透射率在持续上升，见图 4(b)。在温度 70 °C 时，VADOF 的峰值透射率接近最大值。同时从图 4(a)可以看出，当信号光的频率接近

原子 $6S_{1/2}F=4 \rightarrow 6P_{3/2}$ 共振跃迁线时, 原子介质对信号光的吸收也在增强, 因此 VADOF 为典型的“线翼式”滤光器, 且随着气室温度的升高, 两侧的透射峰逐渐远离共振位置, 频率失谐的增加又致使 Voigt 效应减弱, 在气室温度 $> 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 滤光器的峰值透射率趋于饱和, 见图 4(b)。由于原子之间的碰撞加宽随气室温度的增加而愈发剧烈, 因此 VADOF 的 ENBW 在持续增加。VADOF 的峰值透射率和 ENBW 的变化趋势决定了 FOM 比值随气室温度的增加呈现先上升后下降的趋势, 在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时 FOM 达到了最大值 1.22 GHz^{-1} , 表明此时滤光器的性能达到了一个较佳的状态, 拥有较高的峰值透射率 $> 80\%$ 和较窄的 $\text{ENBW} < 0.8\text{ GHz}$ 。

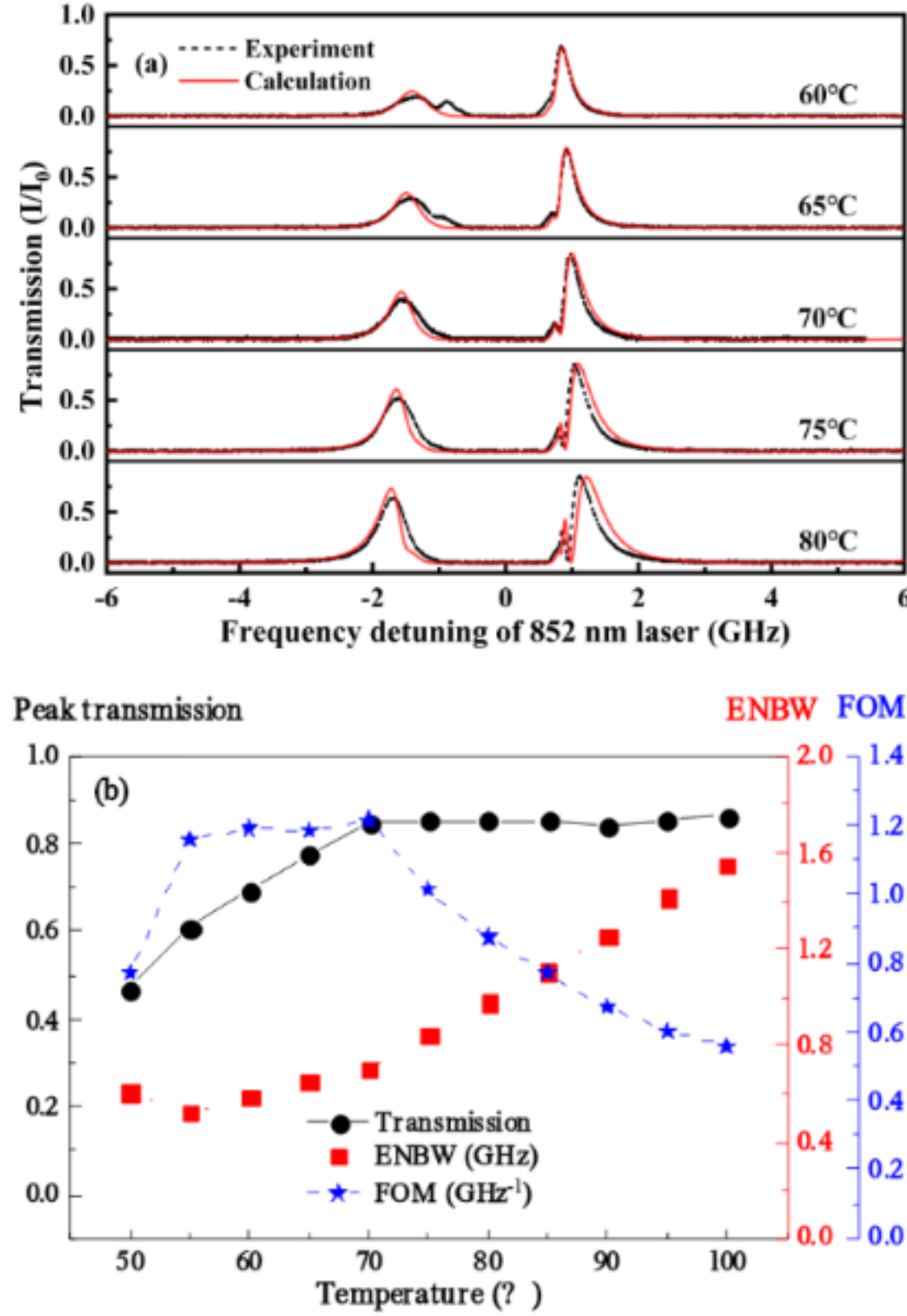


图 4 (a)不同原子气室 2 温度下的 VADOF 信号; (b) VADOF 的峰值透射率、ENBW 和 FOM 随铯原子气室 2 温度变化

Fig. 4 (a) VADOF signals at the different temperature of Cs cell 2; (b) Changes of peak transmission, ENBW, and FOM of VADOF versus the temperature of Cs cell 2.

3.3 VADOF 随磁场强度的变化

同样使用 ElecSus 程序对 VADOF 信号随磁场强度 ($B = 100\text{ G} - 600\text{ G}$) 的变化进行了理论模拟, 相关优化参数为: $\theta = 45^{\circ}$, 气室温度 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, 模拟结果与实验结果基本一致, 如图 5(a)所示。磁场强度增加, Voigt 效应显著增强, 致使在磁场强度 $B = 100\text{ G} - 200\text{ G}$ 范围内, VADOF 的峰值透射率迅速增加, 从 41%增大到 84%; 当磁场强度进一步增加 ($> 200\text{ G}$), VADOF 的峰值透射率逐渐趋于饱和, 最大可达 93%。磁场强度的增加, 必然导致原子塞曼分

裂子能级之间的裂距显著增加，故 VADOF 的 ENBW 也在相应增大，在现有实验参数下，ENBW 随磁场强度的增加呈线性增长，如图 5(b)所示。最终导致 FOM 值随磁场强度的变化呈先上升后下降的变化趋势，在磁场强度 200 G 时，FOM 达到最大值。同时，由于塞曼效应，磁场导致原子能级的频移，致使 VADOF 两侧的透射峰之间的距离随磁场强度的增加明显增大，见图 5(a)，这为频率可调的原子滤光器实现奠定了基础。

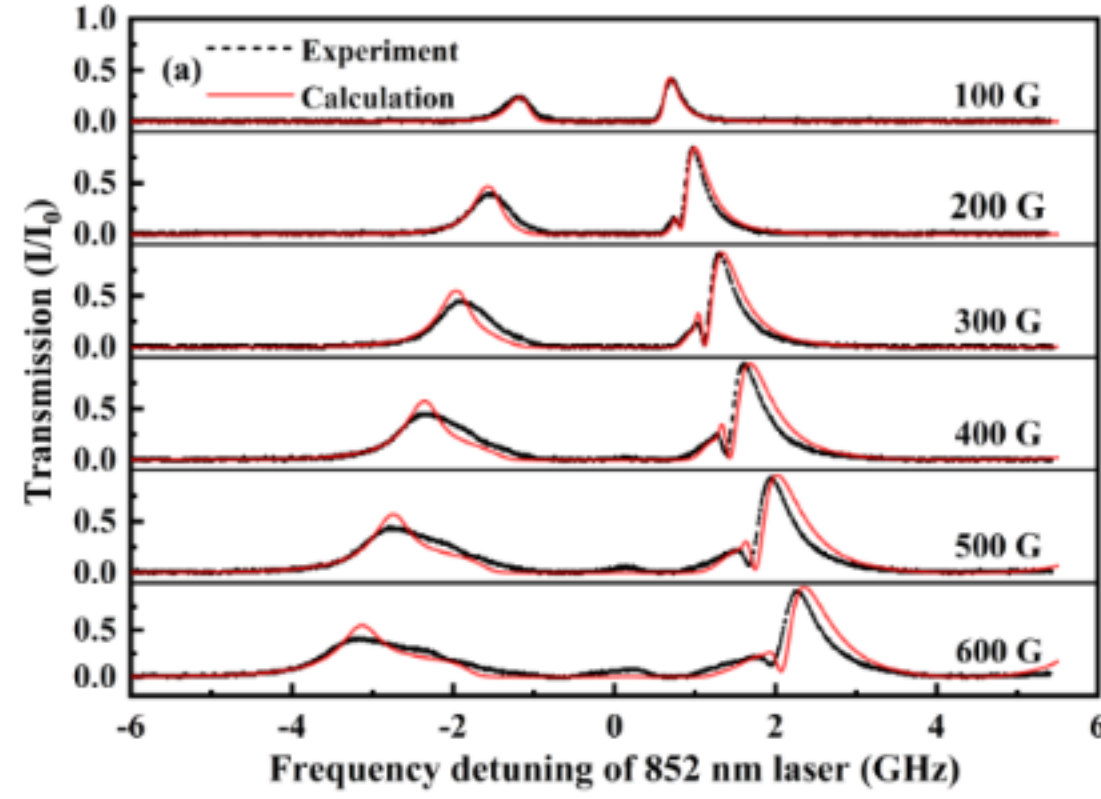
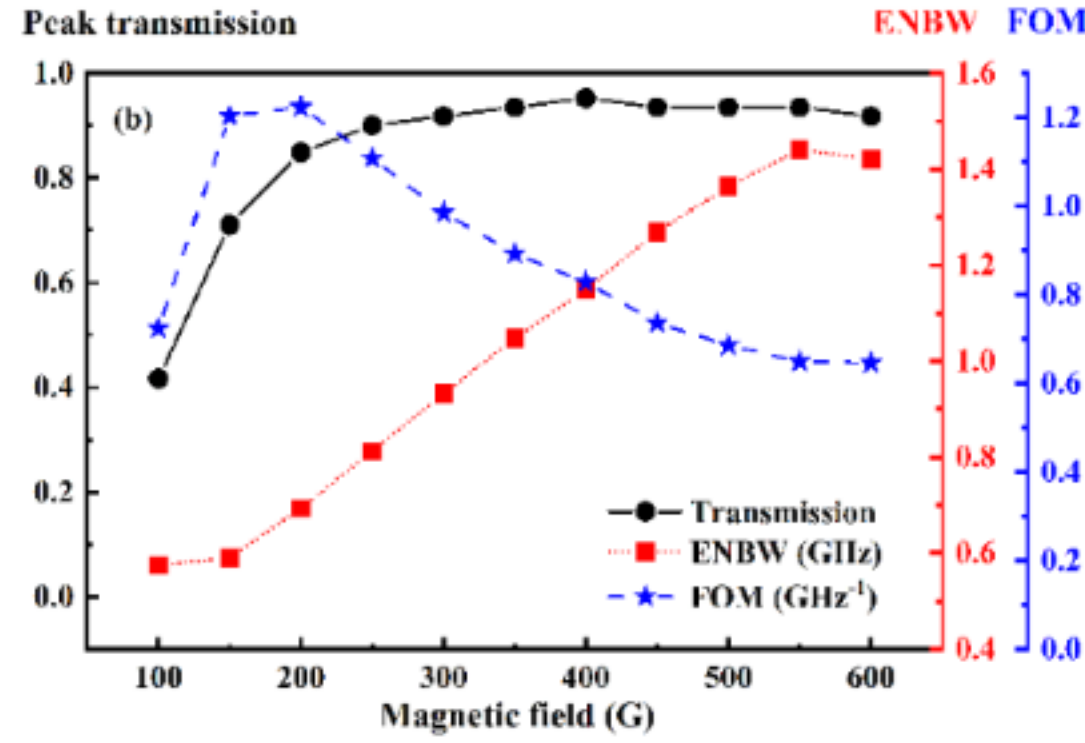


图 5 (a) 不同磁场强度下的 VADOF 信号; (b) VADOF 的峰值透射率、ENBW 和 FOM 随磁场强度



的变化

Fig. 5 (a) VADOF signals at the different magnetic field intensity; (b) Changes of peak transmission, ENBW, and FOM of VADOF versus the magnetic field intensity.

3.4 VADOF 随信号光功率的变化

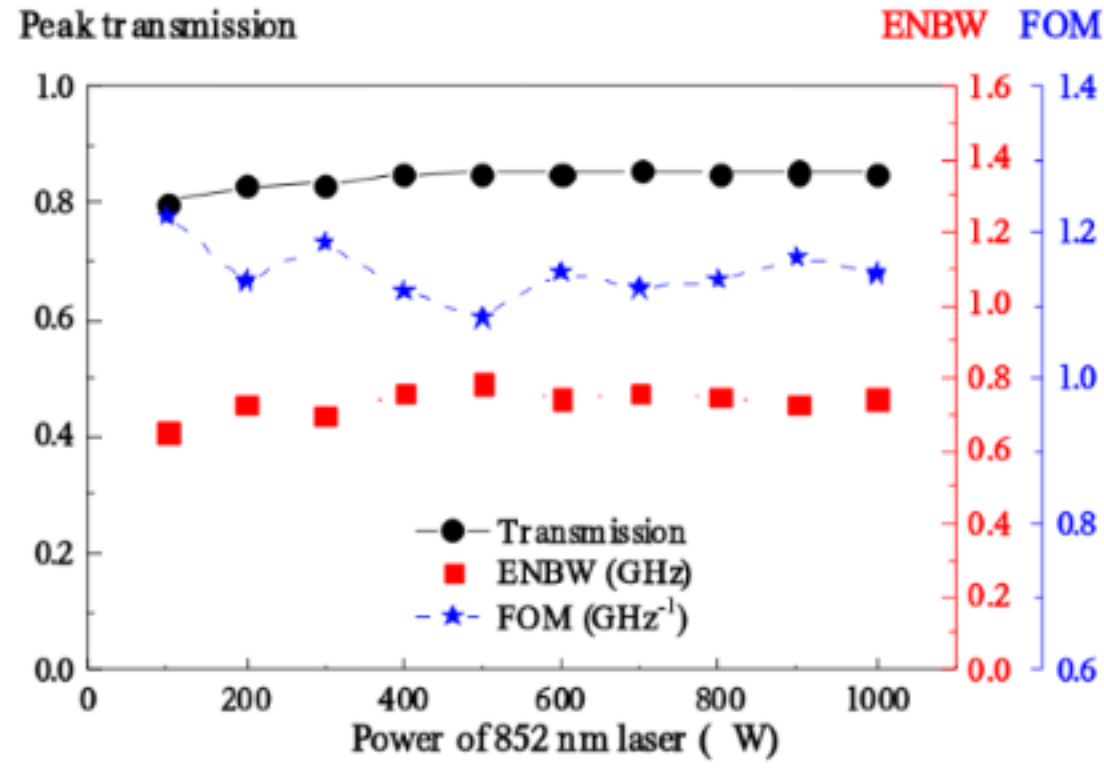


图 6 VADOF 的峰值透射率、ENBW 和 FOM 随 852 nm 信号光功率的变化

Fig. 6 Changes of peak transmission, ENBW, and FOM of VADOF versus the power of 852 nm signal light.

为了探究信号光功率对滤光器性能的影响，在铯原子气室温度为 70 °C；磁场强度为 200 G；852 nm 信号光束直径 1.5 mm，其功率在 100 μW - 1000 μW 范围内变化时，VADOF 信号随信号光功率变化的实验结果如图 6 所示：滤光器的峰值透射率在 82% - 85% 范围内变化，ENBW 在 0.65 GHz - 0.80 GHz 范围内起伏，故 FOM 值变化不大。

4 结 论

基于铯原子 $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ 跃迁线，实现了工作波长为 852 nm 的 Voigt 反常色散光学滤波器 VADOF。使用 ElecSus 开源程序进行了理论模拟，实验上系统研究了信号光偏振角度、原子气室温度、磁场强度和信号光功率对 VADOF 性能的影响，理论模拟与实验结果一致。综合考虑了滤光器的峰值透射率和等效噪声带宽 ENBW 两个关键指标，用 FOM 值评定了 VADOF 的性能。在优化的实验参数条件下，该滤光器的峰值透射率达 84%，ENBW 为 0.69 GHz，FOM 值为 1.22 GHz⁻¹。与传统的法拉第反常色散滤光器 FADOF 相比，由于磁场装置位于原子气室的侧面，由两块长方体钕铁硼永磁体提供，结构简单，具有小型化的优势。

参考文献

- [1] J.X. Tang, Q.J. Wang, Y.M. Li, L. Zhang, J.H. Gan, M.H. Duan, J.K. Kong, L.M. Zheng 1995 *Appl. Opt.* **34** 2619.
- [2] A. Popescu, T. Walther 2010 *Appl. Phys. B* **98** 667.
- [3] P.Y. Chang, Y.L. Chen, H.S. Shang, X.L. Guan, H. Guo, J.B. Chen, B. Luo 2019 *Appl. Phys. B* **125** 230.
- [4] X.B. Xue, Z.M. Tao, Q.Q. Sun, Y.L. Hong, W. Zhuang, B. Luo, J.B. Chen, H. Guo 2012 *Opt. Lett.* **37** 2274.
- [5] R. Andreas, W. Thomas 2012 *Opt. Lett.* **37** 4477.
- [6] W. Zhuang, Y. Zhao, S.K. Wang, Z.J. Fang, F. Fang, T.C. Li 2021 *Chin. Opt. Lett.* **19** 030201.
- [7] Y.F. Wang, X.G. Zhang, D.Y. Wang, Z.M. Tao, W. Zhuang, J.B. Chen 2012 *Opt. Express* **20** 25817.
- [8] X.B. Xue, D. Pan, X.G. Zhang, B. Luo, J.B. Chen, H. Guo 2015 *Photon. Res.* **3** 275.
- [9] Y. Liu, B.D. Yang, J.M. Wang, W.Y. Huang, Z.Y. Gou, H.T. Zhou 2022 *Chin. Phys. B* **31**, 017804.
- [10] L. Li, G. Bi 2014 *Opt. Lett.* **39** 3324.
- [11] B. Luo, L.F. Yin, J.Y. Xiong, J.B. Chen, H. Guo 2018 *Opt. Lett.* **43** 2458.
- [12] Z.M. Tao, M.Z. Chen, Z.F. Zhou, B.L. Ye, J.H. Zeng, H.P. Zheng 2019 *Opt. Express* **27** 13142.
- [13] Z.M. Tao, Y.L. Hong, B. Luo, J.B. Chen, H. Guo 2015 *Opt. Lett.* **40** 4348.
- [14] Y. Yan, J.P. Yuan, L.R. Wang, L.T. Xiao, S.T. Jia 2022 *Opt. Commun.* **509** 127855.
- [15] R.I. Billmers, S.K. Gayen, M.F. Squicciarini, V.M. Contarino, W.J. Scharpf, D.M. Allocca 1995 *Opt. Lett.* **20** 106.
- [16] Q.Q. Sun, Y.L. Hong, W. Zhuang, Z.W. Liu, J.B. Chen 2012 *Appl. Phys. Lett.* **101** 211102.
- [17] J.Y. Xiong, L.F. Yin, B. Luo, H. Guo 2016 *Opt. Express* **24** 14925.
- [18] L.F. Yin, B. Luo, Z.J. Chen, L. Zhong, H. Guo 2014 *Opt. Lett.* **39** 842.
- [19] J. Keaveney, S.A. Wrathmall, C.S. Adams, I.G. Hughes 2018 *Opt. Lett.* **43** 4272.
- [20] J. Menders, P. Searcy, K. Roff, E. Korevaar 1992 *Opt. Lett.* **17** 1388.
- [21] Z.J. Liu, X.L. Guan, X.M. Qin, Z.Y. Wang, H.B. Shi, J. Zhang, J.X. Miao, T.T. Shi, A.H.

- Dang, J.B. Chen 2023 *Appl. Phys. Lett.* **123** 131103.
- [22] L.F. Yin, B. Luo, J.Y. Xiong, H. Guo 2016 *Opt. Express* **24** 6088.
- [23] J. Keaveney, C.S. Adams, I. G. Hughes 2018 *Computer Physics Communications* **224** 311.
- [24] J.B. Wang, J.X. Tang, M.H. Duan, J.H. Li 2001 *Acta Opt. Sinica* 21 357 (In Chinese) [王江波, 汤俊雄, 段明浩, 李吉红 2001 *光学学报*, **21** 357]
- [25] J.D. Briscoe, F.D. Logue, D. Pizzey, S.A. Wrathmall, I.G. Hughes 2023 *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **56** 105403.
- [26] M.D. Rotondaro, B.V. Zhdanov, R.J. Knize 2015 *J. Opt. Soc. Am. B*, **32** 2507.

Investigation of Voigt anomalous dispersion atomic optical filter at 852 nm with cesium atoms*

Zang Ke-Ru ¹⁾, Zhou Hai-Tao ¹⁾, Wang Jun-Min ²⁾, Yang Bao-Dong ¹⁾²⁾⁺

1) (School of Physics and Electronic Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, Shanxi)

2) (State Key Laboratory of Quantum Optics Technologies and Devices, Institute of Opto-electronics, Shanxi University, Taiyuan 030006)

Abstract

Atomic filters have been extensively studied and widely applied due to their unique advantages such as high transmission and narrow bandwidth, and are usually achieved based on the Faraday rotation effect, in which the propagation direction of signal light is parallel to that of the magnetic field. In this work, based on the $^{133}\text{Cs } 6\text{S}_{1/2} \rightarrow 6\text{P}_{3/2}$ transition, a Voigt anomalous dispersion optical filter (VADOF) at the wavelength of 852 nm is realized, in which the direction of signal light is perpendicular to the magnetic field. The effects of signal light polarization angle, atomic vapor temperature, and magnetic field intensity on the performance of the VADOF are measured experimentally. In theory, the open-source ElecSus program is used to simulate the performance of VADOF under different parameter combinations, and the results are in good agreement with the experimental measurement. Under optimized parameter combinations including the polarization angle of 45° for the signal light, the ^{133}Cs vapor cell temperature of 70°C , and the applied magnetic field strength of 200 G, the peak transmission of the 852 nm VADOF reaches 84% and the equivalent noise bandwidth is 0.69 GHz. Compared with the traditional Faraday anomalous dispersion optical filter, the VADOF has the advantage of miniaturization, and has practical value in frequency stabilization laser, remote sensing detection and other systems.

Keywords: Magneto-optical effect; anomalous dispersion atomic optical filter; ElecSus

PACS: 33.57.+c, 42.79.Ci, 31.15.ve

DOI: