



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202471089 U

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201220018499. 5

(22) 申请日 2012. 01. 16

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道 17 号

(72) 发明人 刘峰 赵建科 赛建刚 张周锋
周艳 徐亮 胡丹丹

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 姚敏杰

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

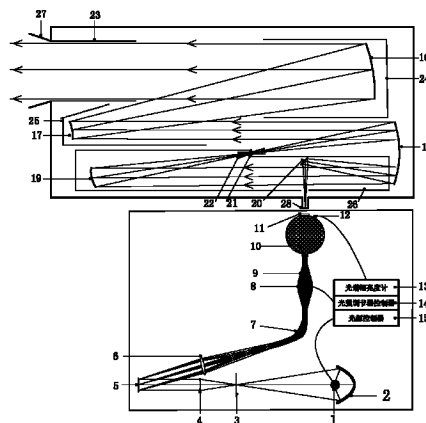
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统, 该系统包括光谱权重可调型光谱模拟子系统以及设置在光谱权重可调型光谱模拟子系统出射光路上的大口径消杂光星模拟器子系统。本实用新型提出了一种大口径、消杂散光以及测量精度高的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统。



1. 一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:所述光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统包括光谱权重可调型光谱模拟子系统以及设置在光谱权重可调型光谱模拟子系统出射光路上的大口径消杂光星模拟器子系统。

2. 根据权利要求1所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:所述光谱权重可调型光谱模拟子系统包括光源系统、分光系统、光强调节系统、光谱混合与监测系统以及控制系统;所述分光系统、光强调节系统以及光谱混合与监测系统依次设置于光源系统的出射光路上;所述控制系统分别与光源系统、光强调节系统以及光谱混合与监测系统相连。

3. 根据权利要求2所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:

所述光源系统包括氙灯光源、抛物面聚光镜、狭缝光阑以及准直透镜;所述氙灯光源设置在由抛物面聚光镜所形成的凹腔中;所述狭缝光阑以及准直透镜依次设置在经抛物面聚光镜反射后的出射光路上;

所述分光系统包括闪耀光栅以及汇聚透镜;所述闪耀光栅设置在经准直透镜后的出射光路上;所述汇聚透镜设置在闪耀光栅的出射光路上;光强调节系统包括入射光纤阵列、光强调节器以及出射光纤阵列;所述入射光纤阵列设置在经汇聚透镜后的出射光路上,所述入射光纤阵列的入射端与汇聚透镜的像方焦平面重合;所述光强调节器设置在入射光纤的出射光路上;所述出射光纤阵列设置在光强调节器的出射光路上;

所述光谱混合与监测系统包括积分球、光谱辐亮度计探头以及手动可变光阑;所述积分球设置在出射光纤阵列的出射光路上;所述光谱辐亮度计探头设置在积分球内壁上;所述手动可变光阑设置在积分球的出口处;

所述控制系统包括氙灯控制器、光强调节器控制器和光谱辐亮度计控制器;所述氙灯控制器与氙灯光源相连;所述光强调节器控制器与光强调节器相连;所述光谱辐亮度计控制器与积分球相连并用于监视积分球的输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线。

4. 根据权利要求3所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:所述光强调节器包括电动可变光阑以及中继透镜;所述电动可变光阑以及中继透镜依次设置在经入射光纤阵列后的出射光路上。

5. 根据权利要求4所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:所述中继透镜是口径是 $\Phi 8\text{mm}$ 、焦距是 5mm 的透镜;所述狭缝光阑是矩形光阑,所述矩形光阑的尺寸是 $1\text{mm}\times 4\text{mm}$;所述准直透镜是口径为 $\Phi 50\text{mm}$ 、焦距为 150mm 的透镜;所述闪耀光栅的光栅常数为 $3.33\times 10^{-3}\text{mm}$,闪耀波长为 $0.5\mu\text{m}$,闪耀角为 4.3° ,有效刻画面积为 $64\text{mm}\times 64\text{mm}$;所述汇聚透镜是口径为 $\Phi 100\text{mm}$ 、焦距为 300mm 的透镜;所述入射光纤阵列包括168根光纤;所述入射光纤阵列的所有光纤按正六角形分4排排列;所述入射光纤阵列的单根光纤直径是 $\Phi 1.5\text{mm}$,所述入射光纤阵列的纤芯直径是 $\Phi 1.0\text{mm}$;所述出射光纤阵列包括168根光纤,所述出射光纤阵列的单根光纤直径是 $\Phi 2\text{mm}$,所述出射光纤阵列的纤芯直径是 $\Phi 1.5\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1-5任一权利要求所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于:所述大口径消杂光星模拟器子系统包括平行光管,所述平行光管包括主镜、第一次反射镜、第二次反射镜、第三次反射镜以及平面反射镜;所述平面反射镜设置在光谱权重可调型光谱模拟子系统的出射光路上;所述第二次反射镜设置在平面反射镜以及第三次反

射镜的反射光路上 ;所述第三次反射镜以及第一次反射镜设置在第二次反射镜的反射光路上 ;所述主镜设置在第一次反射镜的反射光路上 ;所述光谱权重可调型光谱模拟子系统的出射光依次经过平面反射镜、第二次反射镜、第三次反射镜、第二次反射镜、第一次反射镜以及主镜反射出去。

7. 根据权利要求 6 所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于 :所述大口径消杂光星模拟器子系统还包括设置在平行光管内部的消杂光组件。

8. 根据权利要求 7 所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于 :所述消杂光组件包括设置在第三次反射镜和第二次反射镜之间的消杂光光阑以及设置在消杂光光阑上的消光罩 ;所述消杂光光阑设置在经第三次反射镜至第二次反射镜的反射光路上。

9. 根据权利要求 8 所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于 :所述消杂光组件还包括设置在平行光管出射口内部的第一消杂光筒、平行光管出射口外部的遮光罩、设置在主反射镜的外侧的第二消杂光筒、设置在第一次反射镜外侧的第三消杂光筒以及设置在第二次反射镜和第三次反射镜中间的光路上的消光体 ;所述消光体是两个口径不同的消光筒拼接而成的 ;所述消杂光光阑是 $\Phi 1\text{mm}$ 的通光孔。

10. 根据权利要求 9 所述的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特征在于 :所述大口径消杂光星模拟器子系统还包括星点板,所述星点板设置在平行光管的一次像面上。

光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于光学探测技术领域,涉及一种星等模拟器系统,尤其涉及一种大口径、消杂光的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统。

背景技术

[0002] 在进行深空探测和天文观测中,为了探测到亮度很弱或者距离地球更远的星体,需要研制一些高灵敏度的探测相机,而这种探测相机探测能力很强,国内还没有有效的标准测试设备去标定其探测能力。对于常规的探测相机,国内通常用以下两种方法对探测相机探测能力进行标定:一种是在远离城市的深山中,对国际上公认的已知星等的恒星进行拍摄,然后将采集到的数据进行处理,完成对探测相机的校准与标定。此种方法的缺点是:①受到自然条件和天气的影响,有时连续等待几十天也不一定等到满足实验条件的天气;②受到大气对光谱的吸收,大气密度的测量精度以及大气透过率的不稳定性影响;③由于大气对星体辐射光谱的不均匀吸收,使得探测相机接收到的光谱分布与星体实际辐射光谱分布不同;④对高探测能力的弱光探测相机,由于大气的散射产生杂散光,使得探测相机背景变亮,微弱目标信息淹没在暗背景中;另一种标定方法是在实验室用星模拟器模拟无穷远星点,完成对探测相机探测能力的标定,此种方法不受天气条件的影响,实施比较简单,但该方法同样存在诸多缺点:①由于星模拟器自身杂散光难以消除,无法模拟星等较高星等;②目前国内的星模拟器有效口径较小,不能完成大口径探测相机的标定任务;③模拟光谱单一,即实验室只能模拟星体的辐亮度,不能模拟星体的辐射光谱分布情况,导致对探测相机标定不够准确。

[0003] 所以,对探测相机探测能力的标定既要考虑到杂散光对微弱目标信息的淹没,也要考虑模拟星点光谱与实际星体辐射光谱的不匹配导致错误的标定结果。为了解决现阶段国内标定探测相机探测能力的诸多缺点与不足,本实用新型设计研制了一种大口径、消杂散光、光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统。以满足对探测相机在各种光谱曲线分布情况下对探测能力的高精度标定。

实用新型内容

[0004] 为了解决背景技术中所存在的上述技术问题,本实用新型提出了一种大口径、消杂散光以及测量精度高的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统。

[0005] 本实用新型的技术解决方案是:本实用新型提供了一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,其特殊之处在于:所述光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统包括光谱权重可调型光谱模拟子系统以及设置在光谱权重可调型光谱模拟子系统出射光路上的大口径消杂光星模拟器子系统。

[0006] 上述光谱权重可调型光谱模拟子系统包括光源系统、分光系统、光强调节系统、光谱混合与监测系统以及控制系统;所述分光系统、光强调节系统以及光谱混合与监测系统依次设置于光源系统的出射光路上;所述控制系统分别与光源系统、光强调节系统以及光

谱混合与监测系统相连。

[0007] 上述光源系统包括氙灯光源、抛物面聚光镜、狭缝光阑以及准直透镜；所述氙灯光源设置在由抛物面聚光镜所形成的凹腔中；所述狭缝光阑以及准直透镜依次设置在经抛物面聚光镜反射后的出射光路上；

[0008] 所述分光系统包括闪耀光栅以及汇聚透镜；所述闪耀光栅设置在经准直透镜后的出射光路上；所述汇聚透镜设置在闪耀光栅的出射光路上；光强调节系统包括入射光纤阵列、光强调节器以及出射光纤阵列；所述入射光纤阵列设置在经汇聚透镜后的出射光路上，所述入射光纤阵列的入射端与汇聚透镜的像方焦平面重合；所述光强调节器设置在入射光纤的出射光路上；所述出射光纤阵列设置在光强调节器的出射光路上；

[0009] 所述光谱混合与监测系统包括积分球、光谱辐亮度计探头以及手动可变光阑；所述积分球设置在出射光纤阵列的出射光路上；所述光谱辐亮度计探头设置在积分球内壁上；所述手动可变光阑设置在积分球的出口处；

[0010] 所述控制系统包括氙灯控制器、光强调节器控制器和光谱辐亮度计控制器；所述氙灯控制器与氙灯光源相连；所述光强调节器控制器与光强调节器相连；所述光谱辐亮度计控制器与积分球相连并用于监视积分球的输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线。

[0011] 上述光强调节器包括电动可变光阑以及中继透镜；所述电动可变光阑以及中继透镜依次设置在经入射光纤阵列后的出射光路上。

[0012] 上述中继镜是口径是 $\Phi 8\text{mm}$ 、焦距是 5mm 的透镜；所述狭缝光阑是矩形光阑，所述矩形光阑的尺寸是 $1\text{mm} \times 4\text{mm}$ ；所述准直透镜是口径为 $\Phi 50\text{mm}$ 、焦距为 150mm 的透镜；所述闪耀光栅的光栅常数为 $3.33 \times 10^{-3}\text{mm}$ ，闪耀波长为 $0.5 \mu\text{m}$ ，闪耀角为 4.3° ，有效刻画面积为 $64\text{mm} \times 64\text{mm}$ ；所述汇聚透镜是口径为 $\Phi 100\text{mm}$ ，焦距为 300mm 的透镜；所述入射光纤阵列包括 168 根光纤；所述入射光纤阵列的所有光纤按正六角形分 4 排排列；所述入射光纤阵列的单根光纤直径是 $\Phi 1.5\text{mm}$ ，所述入射光纤阵列的纤芯直径是 $\Phi 1.0\text{mm}$ ；所述出射光纤阵列包括 168 根光纤，所述出射光纤阵列的单根光纤直径是 $\Phi 2\text{mm}$ ，所述出射光纤阵列的纤芯直径是 $\Phi 1.5\text{mm}$ 。

[0013] 上述大口径消杂光星模拟器子系统包括平行光管，所述平行光管包括主镜、第一次反射镜、第二次反射镜、第三次反射镜以及平面反射镜；所述平面反射镜设置在光谱权重可调型光谱模拟子系统的出射光路上；所述第二次反射镜设置在平面反射镜以及第三次反射镜的反射光路上；所述第三次反射镜以及第一次反射镜设置在第二次反射镜的反射光路上；所述主镜设置在第一次反射镜的反射光路上；所述光谱权重可调型光谱模拟子系统的出射光依次经过平面反射镜、第二次反射镜、第三次反射镜、第二次反射镜、第一次反射镜以及主镜反射出去。

[0014] 上述大口径消杂光星模拟器子系统还包括设置在平行光管内部的消杂光组件。

[0015] 上述消杂光组件包括设置在第三次反射镜和第二次反射镜之间的消杂光光阑以及设置在消杂光光阑上的消光罩；所述消杂光光阑设置在经第三次反射镜至第二次反射镜的反射光路上。

[0016] 上述消杂光组件还包括设置在平行光管出射口内部的第一消杂光筒、平行光管出射口外部的遮光罩、设置在主反射镜的外侧的第二消杂光筒、设置在第一次反射镜外侧的第三消杂光筒以及设置在第二次反射镜和第三次反射镜中间的光路上的消光体；所述消光

体是两个口径不同的消光筒拼接而成的;所述消杂光光阑是 $\Phi 1\text{mm}$ 的通光孔。

[0017] 上述大口径消杂光星模拟器子系统还包括星点板,所述星点板设置在平行光管的一次像面上。

[0018] 本实用新型的优点是:

[0019] 本实用新型所提供的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统与传统的星等模拟器的不同之处在于:①本实用新型提出的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,在光学系统中设置了一个二次像面,将二次像面与一次像面之间的空间围成一个密闭的空间,在二次像面上安装有消杂光光阑和遮光罩。这样,从光源发出的光束,只有有效立体角内的光线可以通过遮光罩并从消杂光光阑出射,而光源发出的有效立体角以外的光束均被遮光罩和消杂光光阑遮挡,从而从根本上解决了传统星模拟器杂散光无法完全消除的缺点;②本实用新型提出的光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,光源系统采用光谱曲线可调谐型均匀光源,该功能通过氙灯,闪耀光栅,光强调节器和积分球实现。与传统的星模拟器相比,该光源系统可以模拟任意星体的辐射谱线,避免了由于模拟谱线与实际星体谱线误差带来的标定不准确。具体而言,本实用新型具有以下优点:

[0020] 1) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:使用闪耀光栅作为分光元件,再用汇聚透镜将各种波长的单色光分别整合到不同的光纤中进行传输,减小了系统光能损失,缩小了系统的体积;

[0021] 2) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:使用粗纤芯、薄包覆层的光纤阵列,采用正六角形排列方式,具有很高的填充系数;

[0022] 3) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:在 $0.35\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ 谱段上,使用了 84 根光纤,平均光谱分辨率为 7.86nm ,具有较高的光谱模拟分辨能力;

[0023] 4) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:使用电动可变光阑,自动改变各种波长能量的权重,可以很方便的根据要求的光谱分布曲线模拟出合适的辐射光谱;

[0024] 5) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:使用积分球做光谱混合器,使模拟出来的光谱具有很高的光谱均匀性、角均匀性和面均匀性;

[0025] 6) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:在积分球内壁上安装有光谱辐亮度计探头,可以实时监测输出光谱的辐亮度和光谱分布曲线;

[0026] 7) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:在积分球出口处安装有手动可变光阑,可以很方便的改变辐射面的大小。

[0027] 8) 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统:由于在光路中设置有二次像面,在二次像面处设置有 $\Phi 1\text{mm}$ 的消杂光光阑和遮光罩,并且系统还设置有 3 个消光筒和 1 个消光体,消杂光装置可以有效的遮挡系统的杂散光。

[0028] 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,由于系统具有极高的消杂光能力,可以模拟到 16 等星乃至更高的星等,解决了国内现有星模拟器由于系统杂散光太大,无法高精度模拟 10 等以上的星等;同时本实用新型的微弱光星等模拟系统可根据要求提供不同光谱权重的均匀面光源,国内目前只能用氙灯或者卤钨灯做光源,模拟光谱单一,无法满足天体探测相机在不同光谱能量分布情况下的标定工作,所以,本实用新型填

补了国内无法模拟任意星体辐射谱线的空白。

附图说明

[0029] 图 1 是本实用新型所提供系统的结构示意图；

[0030] 图 2 是本实用新型所采用的入射光纤阵列结构放大示意图；

[0031] 图 3 是本实用新型所采用的光强调节器的放大示意图；

[0032] 图 4 是本实用新型所采用的消杂光光阑的放大示意图；

[0033] 1- 氙灯光源、2- 抛物面聚光镜、3- 狭缝光阑、4- 准直透镜、5- 闪耀光栅、6- 汇聚透镜、7- 入射光纤阵列、8- 光强调节器、81- 电动可变光阑、82- 中继透镜、9- 出射光纤阵列、10- 积分球、11- 手动可变光阑、12- 探头、13- 光强调节器控制器、14- 光谱辐亮度计、15- 氙灯光源控制器、16- 主反射镜、17- 第一次反射镜、18- 第二次反射镜、19- 第三次反射镜、20- 平面反射镜、21- 消杂光光阑、22- 消光罩、23- 第一消光筒、24- 第二消光筒、25- 第三消光筒、26- 消光体、27- 遮光罩、28- 星点板。

具体实施方式

[0034] 参见图 1，本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统，包括氙灯光源 1、抛物面聚光镜 2、狭缝光阑 3、准直透镜 4、闪耀光栅 5、汇聚透镜 6、入射光纤阵列 7、光强调节器 8、电动可变光阑 81、中继透镜 82、出射光纤阵列 9、积分球 10、手动可变光阑 11、探头 12、光强调节器控制器 13、光谱辐亮度计 14、氙灯光源控制器 15、主反射镜 16、第一次反射镜 17、第二次反射镜 18、第三次反射镜 19、平面反射镜 20、消杂光光阑 21、消光罩 22、第一消光筒 23、第二消光筒 24、第三消光筒 25、消光体 26、遮光罩 27、星点板 28；抛物面聚光镜 2 设置在氙灯光源 1 的外边，狭缝光阑 3 设置在抛物面聚光镜 2 的出射光路上，准直透镜 4 设置在狭缝光阑 3 的出射光路上，且其焦点位于狭缝光阑 4 上，闪耀光栅 5 设置在准直透镜 4 的出射光路上，使入射光波发生衍射，汇聚透镜 6 设置在闪耀光栅 5 的出射光路上，使不同波长的衍射波汇聚在其焦平面上发生干涉，从而将不同波长的光谱分开，实现分光，入射光纤阵列 7 的入射端设置在汇聚透镜 6 的焦面上，出射端分别设置在光强调节器 8 的入射口上，出射光纤阵列 9 的入射端设置在光强调节器 8 的出射口上，其出射端设置在积分球 10 上，手动可变光阑 11 设置在积分球 10 的出口上，探头 12 设置在积分球 10 的内壁上，主反射镜 16 设置在微弱光星等模拟系统的出射光路上、第一次反射镜 17、第二次反射镜 18、第三次反射镜 19 和平面反射镜 20 设置在平行光管主镜 16 与焦平面之间的光路上，平面反射镜 20 是用来折转系统光路的，消杂光光阑 21 设置在星模拟器的二次像面上，消光罩 22 设置在消杂光光阑 21 的外侧（参见图 4），第二消杂光筒 3 设置在星模拟器的光出射口内，第二消杂光筒 4 在主反射镜 16 的外侧，第二消杂光筒 5 设置在第二次反射镜 18 的外侧，消光体 26 设置在星模拟器二次像面和一次像面中间的光路上，遮光罩 27 设置在微弱光星等模拟系统的出射口外，星点板 28 设置在星模拟器的焦平面上，光强调节器控制器 13、光谱辐亮度计 14 和氙灯控制器 15 设置在系统的外边，用于控制整个模拟系统输出的辐亮度值和光谱分布。

[0035] 氙灯光源 1 发出的光谱经过抛物面聚光镜 2 汇聚到狭缝光阑 3 上，经狭缝光阑 3 调制后，通过准直透镜 4 形成准直光束入射到闪耀光栅 5 上，复色准直光束经过闪耀光栅 5 衍

射后,不同波长光谱的出射角相对于光栅面法线的出射角不同,再经过汇聚透镜 6 汇聚后,在汇聚透镜 6 的焦平面上发射干涉,形成彩色的干涉条纹,入射光纤阵列 7 将不同波长的光谱能量收集到不同的光纤中传输到光强调节器 8,通过电动光阑 81 改变中继镜通光口径的大小,实现光强的调整(参见图 3),调整后的光线经过中继透镜 82 汇聚到出射光纤阵列 9 中,再经出射光纤阵列 9 传输到积分球 10,在积分球 10 内壁的漫反射,使各种波长的光波重新混合,从积分球口输出。手动可变光阑 11 用来改变出射光源有效面积的大小,光强调节器控制器 12 用来控制电动可变光阑 81 的有效通光口径,从而调整对应波长的光谱能量,光谱辐亮度计 13 用来监视积分球 10 输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线,氙灯光源控制器 14 是用来控制氙灯光源 1 的。本实用新型正是利用上述系统来模拟不同权重光谱分布的均匀面光源的。

[0036] 氙灯发射的光谱经上述系统进行光谱调整后从积分球出射口出射照亮星点板后,经过平面反射镜的反射进入星模拟器,最终从星模拟器出射口形成平行光束出射,由于积分球光源发出的光束立体角远远大于平行光管的 $F\#$ 所对应的立体角,所以光源发出的光能量绝大部分不能模拟无穷远星点发出的光能量,而经过系统内壁的漫反射变成对星模拟器系统有害的杂散光,而现有的星模拟器只是在系统内部设置一些遮挡杂散光的装置,并不能有效阻止杂散光从系统出射口出射。为了从根本上解决杂散光对系统星等模拟精度的影响,本提出了一种新的星模拟器光学系统结构,在传统平行光管光路中增加一个二次像面,并用消光体将二次像面与一次像面中间的光路形成一个密闭,在二次相面上安装一个消杂光光阑和消光罩用来吸收和遮挡杂散光,有效的模拟光束顺利通过消杂光光阑和消光罩形成平行光束从星模拟器出射口出射。本实用新型正是利用上述系统实现微弱光星等模拟系统的消杂光功能的。

[0037] 具体原理如下:

[0038] ①光谱权重可调谐实现原理

[0039] 氙灯光源 1 辐射出的光谱能量被抛物面聚光镜 2 汇聚到狭缝光阑 3 上,狭缝光阑 3 的通光面积为 $1\text{mm} \times 4\text{mm}$,狭缝光阑 3 同时位于准直透镜 4 的物方焦平面上,准直透镜 4 的有效通光孔径为 $\Phi 50\text{mm}$,焦距为 150mm ,平面闪耀光栅 5 安装在准直透镜 4 之后约 400mm 处,经过准直透镜 4 出射的准直光束在平面光栅 5 上的光斑大小为 $\Phi 60\text{mm}$,闪耀光栅 5 的刻画面为矩形,有效面积为 $64\text{mm} \times 64\text{mm}$,所以,所有的光能量均被有效的反射和衍射,在衍射光出射的方向上,距离闪耀光栅 500mm 处安装了一个焦距为 300mm ,口径为 100mm 的汇聚透镜 6,根据闪耀光栅的特征尺寸、闪耀角和汇聚透镜 6 的焦距计算可知, $350\text{nm} \sim 1000\text{nm}$ 的光波在汇聚透镜焦平面上排列总宽度约为 63mm ,长度约为 8mm 。入射光纤阵列 7 的入射端安装在汇聚透镜 6 的焦平面上,这样,在汇聚透镜 6 焦平面上汇聚的单色光束将被分别整合到不同的光纤中,入射光纤阵列 7 总共包含 168 根光纤,按正六角形分 4 排排列(参见图 2),每排 42 根,单根光纤的外径为 $\Phi 1.5\text{mm}$,纤芯直径为 $\Phi 1.2\text{mm}$ 。所以,光纤阵列上下两排光纤纤芯重合宽度为 0.45mm ,这样可避免位于光纤包覆层处的光谱能量大量损失而导致最终光谱不连续。由于在 $350\text{nm} \sim 1000\text{nm}$ 的谱段上共使用了 84 根光纤收集光谱能量,所以该光谱模拟器的平均光谱分辨率可以达到 7.8nm 。单色光谱分别经过入射光纤阵列 7 输入到光强调节器 8 内,光强调节器 8 总共包含了 168 个小单元,每个小单元各自控制一根光纤光的输出功率,当光谱从光强调节器 8 的入射端入射,经过电动可变光阑 81 改变中继透镜

82 有效通光口径的大小达到调整光谱输出功率的目的,经过中继透镜 82 汇聚后,有效的光谱被整合的出射光纤中,168 根出射光纤组成出射光纤阵列 9 将调整后的光谱传输的积分球 10 内,积分球 10 的内壁为高漫反射的均与涂层,将 168 根光纤输出的光谱重新混合,形成均匀的光谱从积分球口出射。光谱辐亮度计 11 可是实时监测积分球内部的光谱能量分布曲线和从积分球口出射的光谱辐亮度值,手动可变光阑 10 用来改变均匀面光源的大小。

[0040] ②消杂光功能实现原理

[0041] 积分球光源以 2π (Sr) 立体角发出的光线照亮星点板后,星点辐射出的光能量覆盖 2π (Sr) 立体角的空间,在这 2π (Sr) 立体角空间的光能量是按余弦辐射体分布的,总光通量为 πLS 。一般星模拟器系统的 $F\# = 10$,对应光学系统的孔径角 $U = 2.86^\circ$,星模拟器系统的出瞳对焦点处星点光源的围成的立体角为 0.031 (Sr),包含的光通量为 $0.031LS$,而星点辐射的总光通量为 πLS ,可以计算出,从星点辐射出的光能量仅有不到 1% 的能量是真正有用的光能,而其余 99% 的能量照射到模拟器系统内壁形成杂散光,由于杂散光形成的原因很多(系统内壁的漫反射,散射,光学玻璃的散射以及孔径衍射等),杂散光的分布是不能被准确追迹和计算的。传统的星模拟器只是在系统各光学玻璃周围安装遮光罩,并将系统内壁做染黑处理,但这并不能有效的消除系统的杂散光。本设计研制的星模拟器在光路中加入一个二次像面,并用遮光体将二次像面与一次像面中间的光路包成一个密闭的空间,在二次像面出安装一个大小适中的通光孔(消杂光光阑),这样,1% 有效光束将会在二次像面上汇聚成一个与通光孔大小相当的光斑,顺利出射到下一面反射镜,而其余 99% 形成杂散光的光线会在这个密闭的空间内经过多次的反射而被内壁吸收。

[0042] 本实用新型使用色散型光学器件将复色光按波长分开排列并整合入光纤阵列中,经过光纤阵列将不同波长的光谱分别传输到光强调节器中,光强调节器按所需要的光谱能量权重调整各波长通光量,最后通过出射光纤将调整后的光谱输出到积分球内混合,然后从积分球口均匀输出所需要的光谱分布能量;在光学系统上通过设置二次像面,并用遮光体将二次像面与一次像面围成一个密闭的空间,在二次像面上设置一个大小适中的通光孔(消杂光光阑),这样,1% 有效光束将会在二次像面上汇聚成一个与通光孔大小相当的光斑,顺利出射到下一面反射镜,而其余 99% 形成杂散光的光线会在这个密闭的空间内经过多次的反射而被内壁吸收。本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统,解决了传统的星模拟器由于杂散光太大无法高精度模拟微弱星点目标的难题;填补了国内无法模拟任意光谱谱线的分布的光源的空白。

[0043] 本实用新型的一种光谱权重可调谐型微弱光星等模拟系统具有很高的消杂光能力和光谱谱线权重可调的功能,可以实现现有星模拟器无法模拟目标星体的光谱信息和微弱目标的亮度信息;同时,本实用新型也可用于测试相机的其它光学性能指标(焦距,视场,MTF,目视鉴别率,弥散圆质心等)。

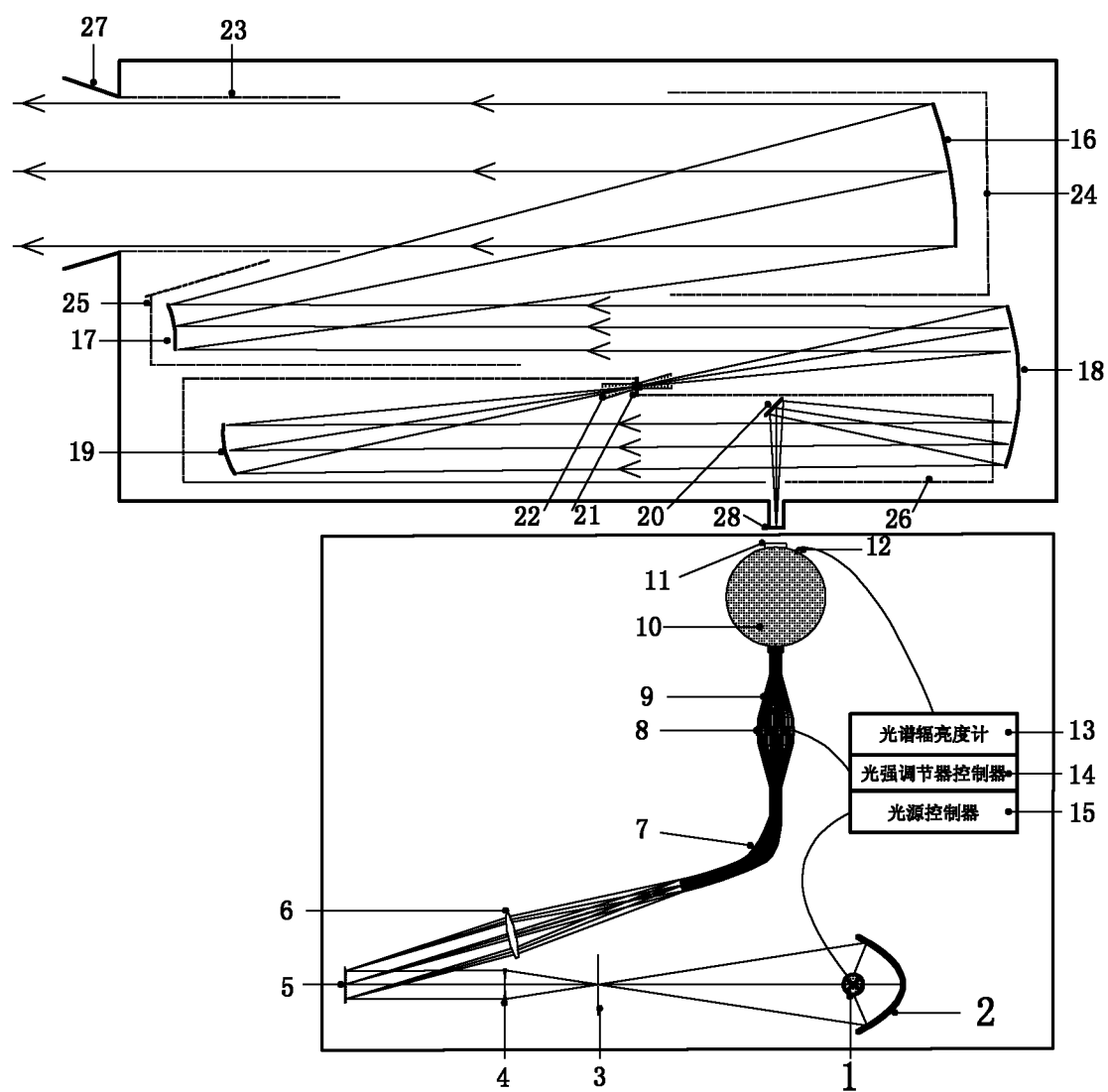


图 1

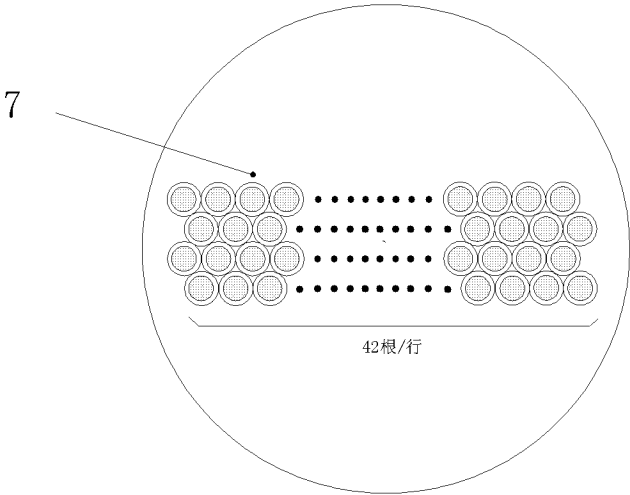


图 2

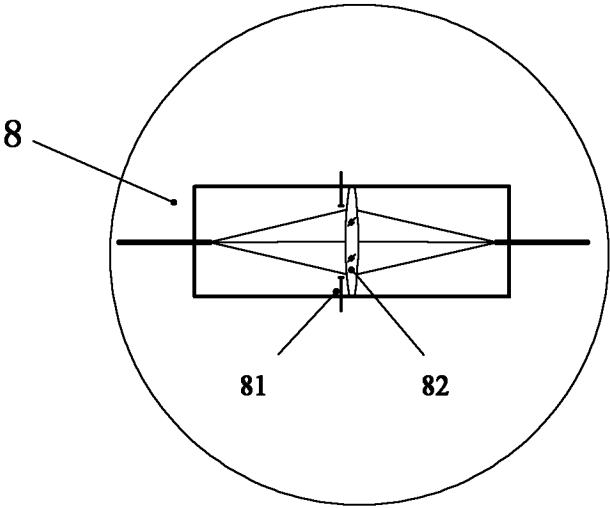


图 3

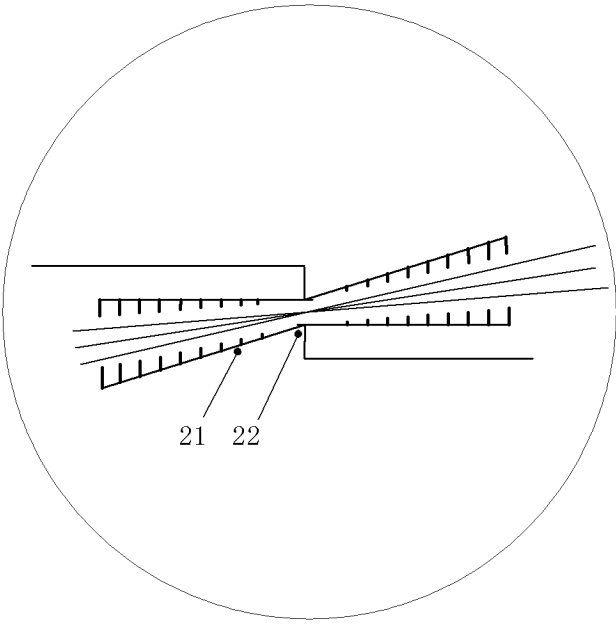


图 4