

• 惯性技术丛书 •

航天器天文方法定向控制

[俄] 柯切特阔夫 著

杨立溪 杨大烨 译

奚伯齐 校



中国宇航出版社

惯性技术丛书

航天器天文方法定向控制

[俄] 柯切特阔夫 著
杨立溪 杨大烨 译
奚伯齐 校

 中国宇航出版社

·北京·

Управление ориентацией космических аппаратов астрономическими методами/© В. И. Кочетков/Изд - во МАИ, 1998, ISBN 5 - 7035 - 2072 - x.

本书中文简体字版由著作权人授权中国宇航出版社独家出版发行, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

著作权合同登记号: 图字: 01 - 2010 - 7791 号

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

航天器天文方法定向控制 / (俄罗斯) 柯切特阔夫著; 杨立溪, 杨大烨译.
—北京: 中国宇航出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 80218 - 885 - 3

I. ①航… II. ①柯…②杨…③杨… III. ①航天器 - 天文方法 - 定向 - 飞行控制 IV. ①V525

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 253168 号

责任编辑 舒承东 责任校对 王 妍 封面设计 京鲁图文

出版
发行 中国宇航出版社

社 址 北京市阜成路 8 号
(010)68768548

邮 编 100830

网 址 www.caphbook.com

经 销 新华书店

发行部 (010)68371900

(010)88530478(传真)

(010)68768541

(010)68767294(传真)

零售店 读者服务部

北京宇航文苑

(010)68371105

(010)62529336

承 印 北京画中画印刷有限公司

版 次 2012 年 8 月第 1 版

2012 年 8 月第 1 次印刷

规 格 880 × 1230

开 本 1 / 32

印 张 5.5

字 数 150 千字

书 号 ISBN 978 - 7 - 80218 - 885 - 3

定 价 48.00 元

本书如有印装质量问题, 可与发行部联系调换

《惯性技术丛书》策划委员会

总 策 划 薛晓军 王祖尧 倪志飞

策划人员 陈 坚 李欣欣 王 海 齐振恒

王 东 许玉明 王常虹 姜殿元

《惯性技术丛书》编辑部

主 任 许玉明

副 主 任 王常虹 姜殿元

成 员 伊国兴 李清华

前 言

航天技术的现状和发展前景以及太空研究的规划都对航天器控制系统提出了很高的要求。在众多的要求之中,提高控制过程的精度和自主性是最为重要的。这对远地航天器来说更具有特别现实的意义,因为在地面设备不能满足对大量航天器同时进行轨道确定和飞行控制的情况下,航天器的自主导航设备能够保证比地面设备具有更高的精度,并且在“地-船-地”通信出现问题时能提高载人飞船上乘员的安全性和飞行控制的可靠性。

自主确定运动参数的天文方法和设备能够达到相当高的精度,而且其精度与飞行时间和距离无关。在许多情况下,它们是唯一能够保证所需控制精度的设备。

控制系统的自主信息组合应能实现导航天文测量及其后续数据处理(用以修正航天器质心的运动参数,预测其下一步的运动),还应能够确定航天器的姿态及其方位轴偏离基准坐标轴的角度。由信息组合处理得出的数据可用于对航天器飞行和在轨仪器控制进行决策。

航天器的自主导航和定向问题是相互关联的,而在使用天文方法时它们的关联就更加紧密,因为此时不仅需要进行相互信息交换,而且还要使用共同的测量和计算装置。

目前有不少研究天文导航问题的论著^[11,12,13,20,24,28,36,41]。但是天文定向方面的论著明显不多,一般这些论著只部分涉及了天文定向问题,而且很久未再版了^[3,25,32,48]。所以,作者给对航天器天文导航方法感兴趣的读者推介上述论著,其中首要的一本书是参考文献[36]。

本书研究航天器天文定向方法和建立一元化在轨信息组合的可行性,这种信息组合通过解决天文导航和定向问题能提供航天器飞行控制的所有工作模式所需的信息。第1章对天文定向基准及光学测

量设备的构造原理进行了基本介绍,简述了天文导航和定向的一般原理,并给出了各种天文测量处理方法的对比特性。

第2,3,4章介绍并分析了在惯性坐标系和轨道坐标系中天文定向的算法,这些算法基于不同类型的天文传感器和不同的测量特性,并举例介绍了一些航天器天文定向和惯性系统天文校正的系统工作方案。

本书对天文定向系统的精度分析和按精度统计最优准则进行系统综合的问题给予了很大的重视。第5章介绍了这方面的内容,其中包括两个详细的综合问题的例子。

最后一章从方法学的角度研究了建立能够提供对航天器的质心运动和绕质心运动进行飞行控制的全部必要信息的一元化自主信息组合的问题。测量和计算装置的共用性和天文导航与定向系统功能的相互依赖性是实现这种方案的前提。

本书作者不只采用自己的学术研究结果,而且广泛采纳了国内外学者的研究成果,本书最后列出了所引用的参考文献。

作者在此对在第4章给予大力帮助的B·A·格里施科维奇工程师表示深深的感谢,并对E·B·柯切特阔娃和Г·М·尤茨克对书稿打印的大力协助表示感谢,对A·L·巴休金对书的初样准备工作的帮助表示感谢,还对技术科学博士Л·Н·雷先科教授、技术科学博士B·B·贝塔诺夫教授、技术科学副博士Л·B·克留科夫、П·A·巴兰科夫等表示深深的感谢,他们认真地阅读了手稿并给出了许多有益的建议,这些建议对改进本书的内容大有裨益。

目 录

第 1 章 导航信息及天文导航和定向系统设计原理	(1)
1.1 航天器导航和定向任务	(1)
1.2 航天器天文导航和定向系统的分类	(3)
1.3 天球和导航天文基准	(6)
1.4 自主导航和定向系统的测量装置	(13)
1.5 航天器天文导航和定向原理及信息处理方法	(30)
 第 2 章 用观测单星的星敏传感器信息在惯性坐标系中 进行航天器定向	 (42)
2.1 用带垂直外框架轴的星敏传感器确定航天器 定向角度的算法	 (42)
2.2 用带水平外框架轴的星敏传感器确定航天器 定向角度的算法	 (51)
2.3 在斜置惯性坐标系中确定定向角度的算法	(54)
2.4 通过观测单星确定定向角度的算法	(56)
2.5 在惯性坐标系中进行天文定向的工作方案示例	(59)
 第 3 章 用观测单星的星敏传感器信息在轨道坐标系中进行 航天器定向	 (66)
3.1 工作基准星的高度角及方位角程序值的计算	(66)
3.2 用带垂直外框架轴的星敏传感器确定航天器 定向角度的算法	 (71)
3.3 用带水平外框架轴的星敏传感器确定航天器 定向角度的算法	 (76)
3.4 作为两颗基准星方向间夹角函数的	

定向角度的确定算法	(78)
3.5 航天器在轨道坐标系中进行定向的工作方案示例 ...	(85)
第4章 用观测星场的星敏感器进行航天器定向	(88)
4.1 任务描述	(88)
4.2 星体的辨识	(88)
4.3 航天器在惯性坐标系中方位的确定	(96)
4.4 航天器在轨道坐标系中方位的确定	(104)
第5章 天文定向系统的精度分析及优化	(110)
5.1 天文定向系统的基本误差源	(110)
5.2 天文定向算法的方法误差评估	(111)
5.3 有随机干扰作用下天文定向系统的综合问题	(118)
5.4 用于分析及优化天文定向系统的随机量的生成	(120)
5.5 内插法在天文定向系统分析和优化中的应用	(124)
5.6 半自动天文定向系统的精度分析(例1)	(131)
5.7 陀螺稳定平台天文修正系统参数的 统计优化(例2)	(139)
第6章 天文系统作为在轨控制组合的 一元化信息单元	(153)
6.1 航天器综合自主天文导航与定向系统设计原则	(153)
6.2 工作基准星数目的选择	(155)
6.3 星敏感器的初始对准,基准星的搜寻与观测	(157)
参考文献	(162)

第 1 章 导航信息及天文导航和 定向系统设计原理

1.1 航天器导航和定向任务

航天器的控制系统由一整套仪表和设备组成,这些仪表和设备用于形成控制作用(力和力矩)来保证航天器的运动接近于要求的计算值。

航天器的飞行控制系统应该完成两个基本任务:质心运动的控制和绕质心运动的控制。对于许多种飞行器(飞机、弹道导弹等),这些问题联系紧密并且需要同时解决,因为借助于角位置控制才能够保证给定的推进装置的推进方向,从而保证给定的飞行速度矢量方向。至于航天器的飞行控制问题,在飞行主动段(发射、转弯、轨道修正等)上述问题也需要同时并且相互关联地解决。但是在被动段,当主发动机不工作的时候,角运动的控制就成为主要的自主保证航天器在空间定向的工作模式,而且还需保证科研试验、气象仪表、通信天线、太阳能电池和其他仪表的定向。在这种情况下,航天器的角运动控制称为定向控制^[40]。

如果说航天器的质心控制通常具有间断性和短时性的特点,那么定向控制则可能是航天器在轨的全过程都需要进行的。定向控制的基本任务是:确定航天器在空间的角位置,把航天器的三个正交轴对准方位已知的基准星坐标系的同名轴(定向),消除飞行中由于扰动造成的航天器各轴与对应的计算坐标系基准轴之间的小的角度偏差(角稳定)。

航天器质心运动控制又包括两个任务:导航和导引。导航功能是测量导航参数并按导航参数确定运动参数(坐标、速度、其他轨道参数),这些参数表征着航天器运动的扰动弹道(轨道)^[39],还可以预测

航天器在给定的时间段内的运动，计算与给定轨道的偏离量等。

导引任务总的来说是确定能保证航天器给定运动所需的控制作用。导引任务的完成既要考虑在导航任务中计算得到的运动参数，还要考虑作为控制对象的航天器的特性。

导航和导引在许多类型飞行器的飞行过程中是不间断和同时进行的。这不只是由于外部干扰作用的不间断性，而且由于推进装置工作的不间断性。这种不间断性使(飞行轨道)运动的实时校正成为可能。

通常，航天器导航和导引的任务从时间上说是分别进行的。导航任务可以连续进行或者根据其可达到的预测精度按照一定的周期间隔进行，而导引任务只有当轨道参数偏离要求值超过给定的阈值时才开始进行，导引任务要确定和实现控制作用。

航天器不需要轨道校正或者轨道转移时，则不需要导引作用，但是导航任务仍然存在。导航对于在轨仪表工作的控制是必要的，对于保证与其他航天器的联系也是必要的。换言之，航天器的在轨位置信息应该始终是已知的。

基于对航天器运动控制特点的分析可以得出结论，导航和定向任务的解决对于大多数航天器来说都是必要的，这些任务在很大程度上要自动完成并且在飞行全过程中都要进行。

为了提高航天器运动控制的自主性，需要寻找适当的方法和手段来实现直接在轨控制任务而不使用(或尽量少使用)地面设备，在这种情况下地面设备只保留监测功能。

在研究导航和定向任务自主实现的方法和原理时可以发现，它们是紧密相联的。确实，从一个方面看，为实现自主导航测量必须完全确定航天器或者其一个独立的结构(平台)的角位置。另一方面，为在轨道坐标系内给航天器定向，比如用天文方法定向，则必须知道当前航天器的运动参数(当前在轨道上的位置)。

众所周知，航天器自主导航的最自然和最有前景的方法和手段是天文方法和手段，不论是单独应用(特别是在星际飞行中)，还是和可以提高天文方法效率的其他手段组合应用均是如

此^[2, 13, 20, 24, 28, 36, 39]。同时,我们也知道,在航天器定向控制方面天文方法和手段也可以达到最高的精度^[3, 18, 25, 32, 40, 41, 48]。

考虑到自主天文导航和定向紧密的功能相关性和过程的相互影响,以及测量和计算手段的共通性,因此研究设计一个作为飞行控制系统信息组合(模块)的天文系统来完成航天器自主导航和定向任务就是一种合理的考虑。事实上,就像以后要讲到的,这种基于天文测量设备、先进的在轨计算机及相应软件的信息组合,能够利用必要的信息保证航天器质心运动控制任务(导引),以及角运动控制任务的完成。

1.2 航天器天文导航和定向系统的分类

天文导航和定向系统可以分为自主和不自主的两类。应该指出,自主式系统是指其工作不使用飞行器外的技术设备或者任何由飞行器外设备发送的信号。惯性系统被认为是自主式系统,在惯性系统中使用陀螺仪表和加速度计。由于众所周知的缺点,独立使用惯性系统对于航天器来说是不能接受的,即惯性系统的误差不断累积,因此在飞行器中使用惯性系统只能用于短时间的制导飞行。但是我们把术语“自主系统”也用于航天器控制系统,其中包括导航和定向系统。据此自主系统的定义可以理解为只使用在轨的信息测量和处理设备,而作为信息来源可以是各种物理场和频谱范围很宽的电磁波能量辐射源(磁场、无线电、红外和可见光波段的天体辐射)。关键的是位于航天器外的专门技术设备不参与信息的测量和处理过程。如果天文测量设备和计算仪器都只安放在航天器上且能实现全部功能,而不需要地面或者安放在其他活动载体上的设备参与,从这个观点来看天文系统便可认为是自主系统。

哪怕只有部分功能(信息的处理或者获取,包括天文信息处理)不在航天器上完成,那么这种系统也不算是自主的。

自主天文系统可以细分为纯天文系统(光学的)和复合式天文系

统。纯天文系统指原始的导航信息只由光学设备获取(星跟踪器、工作在可见光和红外波段的行星方向敏感器等)。复合式天文系统指除了光学设备之外,还使用附加的设备和基于其他物理原理的信息源(无线电、磁、惯性)的系统。纯自主天文系统的缺点是,在近地空间,目前它们的导航精度还逊于无线电设备。在离地球很远的宇宙空间,无线电设备的导航精度就不如天文系统了。至于近地空间的天文导航,其精度可以通过下述手段提高,比如使用在轨的无线电高度表测得飞行高度,或者利用无线电技术测量航天器和由航天器释放的探测器之间的相对运动。同样,天文方法可以作为惯性系统的校正手段来使用,这时的导航和定向系统称为天文惯性系统。

根据控制航天器运动所用的坐标系的不同,天文系统可分为在惯性坐标系(不动的)中实现导航与定向的系统和在不断相对惯性系旋转的坐标系中工作的系统。

第一类系统主要用于行星间或恒星间星际飞行的航天器的控制,以及在近行星轨道科研仪器对不动的恒星或者其他空间物体的定向。第二类系统则用于确定绕行星旋转的航天器的轨道,并确定其在轨道坐标系中的定向。

根据使用的信息源的类型,天文系统可以分为按照天然天体(恒星、行星)信息工作的和按照人工辐射源(专门的探测器、其他航天器等)信息工作的系统。同时,天文系统不但可以使用点状天文基准(恒星),而且可以使用大角度尺寸的天文基准(行星、太阳、月亮)。

按照天文传感器安放的情况,天文系统可以分为传感器直接捷联于航天器本体上的和置于陀螺平台上的两种。第一种方案很容易保证传感器对天球观测必要的视野,但是航天器本体的角摆动导致了对天文传感器动态跟踪特性要求的提高,并首先体现在对其精度要求上。第二种方案比较容易保证高动态精度要求,并且在暂时中断跟踪基准星情况下具有“记忆”功能。但是这种情况下天文传感器观测天球的视野就受到了限制,此外,还将显著增大陀螺平台的

尺寸。随动式天文传感器可以放置于陀螺平台跟随器上，该装置是由陀螺平台通过随动回路遥控的三轴平台。这个稳定平台可以安装于航天器壳体上，以使之能保证传感器对星空观测的视野。因此系统就如前所述由于与陀螺平台的联系便具有了“记忆”功能，但是由于航天器壳体的非刚性和遥控传动的误差也会产生附加的误差。

根据所使用的天文传感器类型，系统可以分为观测单星的天文传感器和观测星组(星场)的天文传感器。第一种情况通常必须使用两个传感器，第二种情况使用一个传感器就够了，在该传感器视野内同时至少有 2~3 颗星体。该方案能够按照传感器视野内的星体相对位置关系进行星体识别(辨识)，毫无疑问这是这种方法的优点。为解决导航和定向问题，原则上使用一个能观测星场的天文传感器就够了。

天文导航和定向系统按照信息处理的原理不同可以分为两类。第一类是为了确定质心和绕质心运动参数而使用最少的必须信息量的系统，第二类是处理冗余信息的系统。第一类系统中信息处理算法相对简单，并且不要求在轨计算装置的高效率。但是这时航天器运动参数的确定误差比较大，因为导航参数的测量存在误差，且其误差特性具有随机性。测量误差的滤波在测量量最少即等于被测运动参数时通常是不能实现的。因此采用多重导航测量的方案更好些，其测量信息的后续统计处理能够使测量误差得到中和，从而减少其对航天器导航和定向精度的影响。当然，统计处理需要在轨计算装置具备更高的效率，但目前的技术发展水平使得引入类似的数据处理方法已不存在障碍。

上述分类方法不严格也不全面，但是可以看出，原则上能够设计出多种航天器导航和定向天文系统的方案。具体方案的选择取决于多种因素，首先是航天器的类型及其要执行的任务，其次是测量设备和在轨计算装置元件基础的发展情况。

1.3 天球和导航天文基准

为了解决航天器的导航和定向问题广泛使用各种天体,它们称为天文导航基准,或简称为基准星。其中首先是最明亮的恒星、行星,也包括太阳、月亮和地球,它们的坐标是已知的或者能够在与天球相关的某个坐标系中确定。

我们将天球理解为以空间任一点为球心以任意长度为半径的一个球,所有天体都在该球表面投影。球心通常取在观测者所在的位置,地心或者日心,相应的坐标系称为地形、地心或日心坐标系。基准星在天球内的位置可以通过由球心观测其所在的方位确定,而各基准星间的相对位置可由它们视线方位间的角度或者天球上对应的大圆弧的长度确定。

直线 ZZ' (见图 1-1) 穿过天球球心 O 并与垂线(铅垂线)方向一致,与天球相交于两点:在观测点上方的天顶点 Z 和其相对方向的点——天底点 Z' 。天球大圆 $SWNE$, 其平面与垂线垂直,称为数学地平面或真地平平面。天球大半圆 ZMZ' , 穿越天顶点、天体 M 和天底点,称为天体高度圆、平经圆或者平经圈。

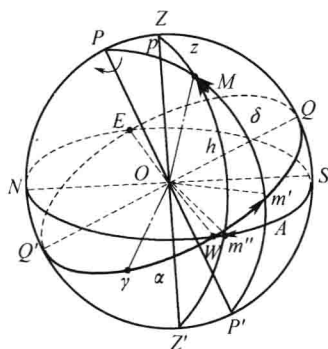


图 1-1 天球坐标系

直径 PP' , 天球绕其旋转, 称为宇宙轴。宇宙轴与天球相交于北极点 P 和南极点 P' 。天球大圆 $QWQ'E$, 其平面与宇宙轴垂直, 称为

天赤道。天赤道把天球分为北半球和南半球。天球半圆 PMP' ，穿过宇宙两极和天体 M ，称为天体时钟圆或者倾斜圆。

天赤道与数学地平面相交于两点，东方点 E 和西方点 W 。经过东方和西方点的高度圆称为初始平经圈——东方和西方平经圈。

其平面包括垂线和宇宙轴的天球大圆 $PZQSP'Z'Q'N$ ，称为天子午圈。天子午圈把天球分为两个半球：东半球和西半球。

天球上基准星的位置由主平面、与平面相关的线和天球上的点之间的关系来唯一确定，并可用两个量表征（中心角或者大圆弧长度），称为天文坐标。

为了解决天文导航和定向问题使用天文地平坐标系和第二赤道坐标系，它们的区别在于主平面和计算起点的选择不同。

地平坐标系的主平面（见图 1-1）是地平面 $NWSE$ ，其读数自平经圈平面和地平圈平面起算。基准星的坐标之一是地平高程 h ，高程由地平面和星体方向之间的中心角 $m''OM$ 表征。平经圈本身在天球上的位置则由方位 A 确定，并用中心角 SOm'' 表征。

在第二赤道坐标系内天赤道 $QEQ'W$ 平面是主平面，而计量起点是北天极 P 和春分点。基准星坐标之一是赤纬 δ ，由天赤道平面和星体方向间的中心角 $m'OM$ 确定。另一个坐标是赤经 α ，由春分点方向和星体时钟圈平面的中心角 $\gamma Om'$ （在天赤道平面内）确定。

高程 h 的定义为从地平面到天顶为 $0 \sim 90^\circ$ ，到天底为 $0 \sim -90^\circ$ 。垂线和天体方向之间的中心角 ZOM 称为天体的天顶距 z 。天顶距按照由天顶到天底的方向定义为 $0 \sim 180^\circ$ 。同一天体的天顶距和高程之间的关系为： $z+h=90^\circ$ 。

方位的定义是按照天球旋转的方向，即由南方点 S 向西转动一周定义为 $0 \sim 360^\circ$ ，或者定义向西转动半周为 $0 \sim 180^\circ$ ，向东转半周为 $0 \sim -180^\circ$ 。有时为了方便测量方位，也采用其他的计量起点。

赤纬 δ 定义为向北天极为 $0 \sim 90^\circ$ ，向南天极为 $0 \sim -90^\circ$ 。极距 p ，由中心角 POM 表征，从北天极到南天极定义为 $0 \sim 180^\circ$ 。因此存在关系： $p+\delta=90^\circ$ 。

赤经 α 按照与天球旋转相反的方向定义为 $0 \sim 360^\circ$ （以角度度量）

或者从 0 时区到 24 时区(以时区度量)。

恒星的赤道坐标(α 和 δ)在天球的昼夜旋转或者观测器在近地空间有位移的情况下并不改变,因为该坐标由天赤道上的点起算,而这些点本身也参与天球旋转,因此恒星的位置相对于这些点没有改变。

恒星的地平坐标(h 和 A)由于天球的昼夜旋转或者观测器在地表面(近地空间)的位移而不断地改变,因为作为地平坐标系度的主平面即数学地平面的位置在空间是变化的。

1.3.1 恒星

在天球上直接用肉眼就可以观测到许多恒星。原则上这些恒星都可以用于导航和定向。但是大多数的星体的可视亮度都不高,因此可用于观测和应用的也只是这些恒星中的一小部分。

基准星特性的详细描述见参考文献[7, 12, 24, 41]。天球内所有的恒星都依据其颜色和光谱来分类。

恒星的光谱线按照一定顺序排列,谱线的顺序说明一些化学元素逐渐减少而另一些化学元素在增加。具有类似光谱的恒星组成相应的谱级和子级。恒星属于某级和某子级的量化的标准取决于光谱线的强度关系。已经判明,恒星属于不同的光谱级别是由于其温度不同。光谱级别用拉丁字母表示:级别 O——最明亮的蓝色恒星,具有紫外谱段;级别 B——蓝白色,典型的是室女座 α 星;级别 A——白色,典型的是天琴座 α 星和大犬座 α 星(天狼星);级别 F——浅黄色,典型的是小犬座 α 星;级别 G——黄色,典型的是太阳;级别 K——浅红色,典型的是牧夫座 α 星和粒子座 α 星;级别 M——红色,典型的是猎户座 α 星。

每一个级别又分为 10 个子级别,用数字 0~9 表示,并标记在级别字母后面,如 B8, A0, G5。

基准星的亮度用星等来表示。星等有不同度量,常用的有目视、光视、照相和测辐射热等度量方法。

星体亮度的不同级别是与辐射接收装置的光谱敏感性相关

的。通常由星体发出落在测量设备上的光通量要么通过目测来评价(目视法),要么使用专门方法,如照相法或者光电法来评价。通过目测测光器得到的星等称为目测星等,在照相技术发明以前目测方法是唯一确定星等的方法。现在这种方法已不起主要作用了。

通过在不增感照相乳剂上进行星像光学测量的方法得到的星等称为照相星等。通过在具有专用黄光滤波器的正色或者异色乳剂上进行星像光学测量的方法得到的星等称为光化视觉星等。

星等的分度建立在星体的亮度等级和人眼的反应之间的接近对数关系的基础上。这种关系可用下式表达

$$m_1 - m_2 = -2.512 \lg \frac{B_1}{B_2} \quad (1-1)$$

其中, m 是星等; B 是星亮度。

星等分度之间的关系如下

$$m_{\delta} = m_{\phi_b} - \Delta m_{\delta} \quad (1-2)$$

其中, m_{δ} 是热辐射测量星等; m_{ϕ_b} 是光化视觉星等; Δm_{δ} 是热辐射测量修正值。

光化视觉星等和目测星等经常不改变分度地交换使用,虽然它们并不是精确重合。

由亮度到星等的转换对于所有分度来说都是一致的,但是辐射接收装置的光敏感性却是不同的。某些辐射接收装置对蓝光更敏感,因此测量蓝星显得更亮一些;而对红光更敏感的辐射接收装置,从冷些的红星可接收更多的能量。

导航星体的光谱分布的不同是十分有利的事情。因为通过选择对某谱段敏感的辐射接收装置,便可以有选择地吸收选定星光的能量。

通过选择敏感特定谱段的光学器件,能够扩展天球内被观测的某星等的星的数量。敏感红外谱段信号的光学器件有一个重要特性,在敏感度不变的情况下使用这类光学器件能增加所能敏感的星体的数量。