

腔型绝对辐射计的电校准测量系统的设计

王 伟

摘要：腔型电校绝对辐射计是通过测量腔与热沉之间的温升这个二次参数，并做为基准实施精密的电校准补偿，从而实现对入射光辐射的绝对定标。本文设计的腔型绝对辐射计的电校准测量系统由微弱信号检测、可编程电源等部分组成，是一个以微计算机为工作核心的多外部设备分时控制系统。测量辐射的量程为1个太阳常数，分辨率为 $0.05\text{mW}/\text{cm}^2$

一、引言

辐射度学研究的基础课题，从定量的角度讲，一是标准辐射源，一是绝对辐射计。本文研究的就是电校准式绝对辐射计中的测量与定量系统。辐射通量的国际单位制为瓦〔W〕，辐照度的单位为瓦/平方米〔 W/m^2 〕。

二、腔型电校绝对辐射计的结构

腔型电校绝对辐射计的探测器结构见图1。

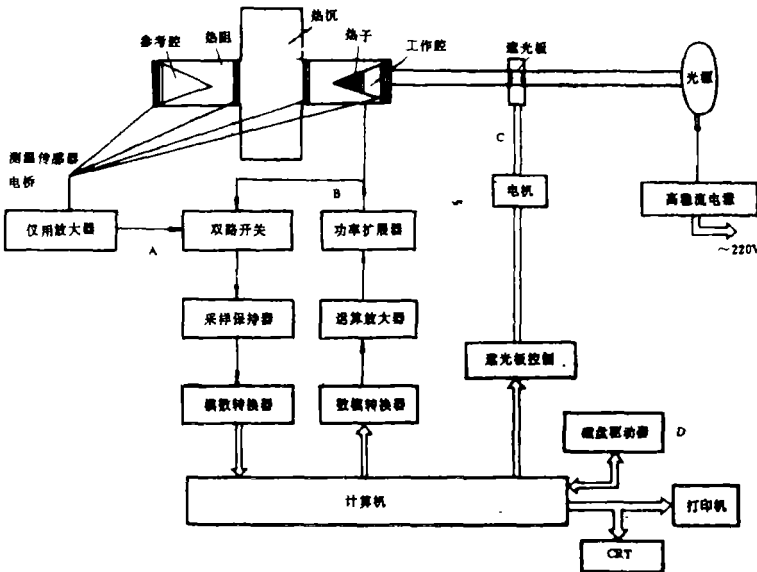


图1 电校准测量系统方框图

注：本文作者的导师为王汝勤

辐射计的探测器是热型探测器，是由两个导热性能好的纯银正 30° 锥腔组成双腔对称式结构，对称的双腔结构利于抑制环境温度漂移对测量的影响。腔内壁涂光谱吸收黑，形成近似于理想黑体的吸收腔，在太阳常数监测的光谱范围内 ($0.1\sim 40$) μm 吸收响应均一。工作腔吸收光辐射通量即光功率并以同样温升做恒值电功率补偿对入射辐射定量。参考腔与热沉处于热平衡状态维持在周围热环境温度上，它的温度的变化反映了热沉上的温度漂移。用温度系数恒定的康铜电加热热子，绕在工作腔外壁相当于被光辐射作用的区域，在腔与热阻、热阻与热沉的连接处各设有铂电阻测温传感器组成电桥。工作腔与热沉之间的温差由电桥的不平衡信号显示出来。整个探测器是由绝热材料包封的。

腔型电校绝对辐射计的工作原理是在探测器这个接收系统上，在满足光、电等价的前提下，以温与热沉之间的温差为基准，实现由已知补偿电功率准确地对入射辐射定标。

三、电校准测量系统的设计

电校准测量系统方框图见图 1。设计的电校准测量系统是以 IBM—PC AST286 计算机为工作核心，实施吸收入射辐射与电功率补偿两个时间周期相等的测量操作。在每一工作周期 (20 倍的辐射计时间常数) 内，以工作腔与热沉之间的温差为参考，以计算机做为比较器、保持器，完成恒值自动控制补偿的工作。

如图 1 所示，电校准测量系统分为四个部分。

1. 温升测量部分。由低噪声的仪用放大器 AD522 与测温电桥低内阻 (慢变化的信号) 源适配，其输出噪声和漂移小于 2mV 。采样保持器 AD 582 和模数转换器 AD 574 将模拟信号量化、数字化送入计算机。这部分在入射辐射和电功率补偿两个周期内分别测量温升信号并做比较。另外，还对可编程电源的实际输出电压进行测量。

2. 电功率补偿部分。可编程电源 (AD 565, AD 509) 由于它的电流输出能力有限，为适应辐射测量的电校准定标，必须扩展其电流输出能力。设计中采用了双反馈式功率扩展电路设计，同时要抑制其输出噪声和漂移，其输出噪声和漂移小于 4mV 。

3. 遮光板的控制部分。遮光板是由 IOSY—017 型小型高速直流电机由软件以等待命令的方式控制硬件，实行正、反转的换向动作。电机的瞬间开闭的动作快，遮光板的开、闭时间由辐射计的热响应时间常数决定。

4. 用于程控操作和数据处理软件。

四、结 论

电校准补偿功率与入射光辐射通量 (光功率) 要在绝对辐射计这一热力学系统上等效。这两种能量作用于实际系统上的效果会因绝对辐射计设计工艺上的问题带来差异。评价这方面的微小差异要靠同一原理不同设计工艺的绝对辐射计之间，以同一标准辐射源做测量对比，来研究和改进。

就所研究的电校准补偿系统来说，辐射测量定标的测温系统与可编程电功率补偿系统，都会由于随机噪声与系统稳定性影响。因此，对电校准测量系统的不确定度应做分析评价。根据《INC—1 建议书》的指导，估计出绝对辐射计电校准定量系统的测量不确定度，即实际测得的某一概率条件下真值所处的一定范围。该辐射计测量辐射标度的不确定度为 1.05% 。

参 考 文 献

- [1] 于继洲;《集成A/D和D/A转换器应用技术》国防工业出版社, 1989年
- [2] Robert W. Brusa and Claus Frohlich; Appl. Opt., 25, 22, 4173(1986)
- [3] Lewis C. Eggebrecht; 《IBM PC 接口》上海市微型电脑应用协会, 北京光明日报出版社, 1987年
- [4] 车念曾、阎达远;《辐射度学与光度学》,北京理工大学出版社, 1990年

Design of Electric-calibrated Measurement System of Absolute Cavity Radiometer

Wang Wei

Abstract

The electric-calibrated absolute cavity radiometer realises absolute calibration of incident radiation, by measurement different temperature between cavity and heat sink, and as a standard of implementing precise electric compensation. The electric-calibrated measurement system of absolute cavity radiometer discussed in this paper consists of detection of weak single, programmable precise power supply, and so on. It is a multiple external equipment and distributing-time control system on the centre of the computer measuring radiation range is one solar constant, resolution is $0.05\text{mW}/\text{cm}^2$.