

# 总有机碳分析仪保证太空和地球上的水质安全

## Analyzers Provide Water Security in Space and on Earth

对于宇航员在太空中的生活来说，充足的资源非常重要，但由于向太空中运送物资的次数有限，且花费巨大，所以，太空中的很多资源必须循环利用。水作为太空中最重要的资源之一，更是如此。2008年，国际空间站上安装了1台水处理装置（WPA），实现了水资源的循环利用。WPA几乎可回收净化所有的水分来源，如国际空间站的水蒸气、废水、宇航员的汗液甚至尿液等，净化后的水可供宇航员饮用，也可用于制造氧气。WPA每天可回收获得132.5L的水，使每年需运送到国际空间站的水量减少3785L，大幅降低航天发射的载荷成本。

对于饮用水，尤其是通过回收净化获得的饮用水来说，保障水质安全是非常重要的；而对于生活在太空中的宇航员来说，保障饮用水安全更为重要。因为在太空中，医疗人员和医疗设施非常缺乏，一旦感染疾病，宇航员必须自己康复。WPA中用于保障水质安全的监测系

统是由与NASA合作的私营企业开发的一种设备。据介绍，该私营企业已实现了该设备的商业化，可为地球上生活用水和工业用水的净化提供水质监测服务。这种设备被称为总有机碳分析仪（TOCA），能够测量水中的有机物含量。在WPA安装之前，国际空间站上安装有1台商用TOCA，但该仪器已不能满足NASA的需求。为了开发出更好的解决方案，保证WPA回收净化水的饮用安全性，2006年，NASA与位于德克萨斯州的OI仪器公司签订了合同。OI仪器公司与Wyle实验室合作，研制了一种先进的TOCA设备，可快速、有效地监测总有机碳的含量，且克服了此前产品不适合空间应用的一些缺点。

总有机碳含量的检测通常需要经过氧化过程，传统的TOCA一般采用昂贵且有害的化学试剂或通过高温燃烧反应来进行检测，但这2种方式都不适用于国际空间站的环境。OI仪器公司设计了一种电化学解决方案，利用水样自身来产生

氧化反应。在OI仪器公司设计的TOCA氧化室的复合材料电极上施加电压，TOCA就会分解水样，形成氢氧自由基，氢氧自由基可将有机物分子分解为二氧化碳和水。然后，该分析仪的红外探测

器检测二氧化碳的浓度，以对水中的有机碳含量进行精确评估。原型仪器的研发成功使产品开发时间缩短了2年，也使NASA提前完成了WPA的制造。有了WPA的水净化功能，以及新型TOCA对水质安全的保障，国际空间站不仅减少了所需的水运输量，还使国际空间站的驻站人员载荷数从3人增加到6人。

OI仪器公司意识到了这项为NASA开发的产品的商业化潜力，积极推进其在地球上的应用。目前，该公司已向市场推出了一种电化学氧化设备——9210e在线总有机碳分析仪。这种由为NASA开发的设备衍生出来的产品可应用于多个方面，如市政和工业用水处理、涡轮及锅炉系统中的给水和冷凝水处理等过程的水质监测。

OI仪器公司TOCA项目研发主管兼TOCA技术市场经理Gary Erickson解释说：“基本上，所有需要大量用水的场合都需要进行有机碳含量的测量。但传统检测技术成本较高的缺点使其在很多领域的应用受到了限制，也使很多商业监测服务公司无法充分发挥检测作用。”传统TOCA的高昂成本来自于其使用的化学药品，而9210e在线总有机碳分析仪采用的电化学氧化反应无需使用传统化学试剂，可将传统水质检测仪器的月使用成本减少500美元，促进了该仪器在大型水质检测用户中的应用。如采用基于高温燃烧氧化反应的分析仪，需投入大量基础建设费用，花费高达30万美元~50万美元。OI仪器公



▲ 宇航员正在检查国际空间站上的总有机碳分析仪

司的设备便于使用，且体积很小，安装费用仅为其它TOCA的10%。此外，其日常运行和维护成本也非常低。OI仪器公司的一家客户称，在使用9210e在线总有机碳分析仪前，该公司需为每2台分析仪配备1名技术人员，而使用9210e在线总有机碳分析仪后，1名技术人员可同时负责8台~10台分析仪。



▲OI仪器公司的总有机碳分析仪

OI仪器公司实验室产品和销售经理Gary Engelhart说，该公司与NASA合作开发的成果促成了其与美国环保局的合作，以保障国家的饮用水安全。总有机碳含量是美国环保局用于提供水质早期预警的重要参数之一。他还指出，这项从NASA衍生出来的TOCA产品是该公司被ITT公司收购的重要因素之一，也将使OI仪器公司在水处理和净化领域拥有更好的发展前景。

OI仪器公司为NASA开发TOCA的工作形成了一种互利关系。通过参加这个项目，OI仪器公司的研发能力得到了快速提升。而同时，OI公司为NASA开发的TOCA设备及技术也在继续为国际空间站服务。继该公司为NASA开发的首台TOCA升空后，2011年，第2台TOCA——PFU2搭乘“发现”号航天飞机的最后一次航天飞行任务（STS-133）到达国际空间站。而第3台TOCA——PFU3正整装待发。

（楠 译）

## 控制算法使电池充电更快速

### Control Algorithms Charge Batteries Faster

2011年3月29日，NASA的水星表面、空间环境、宇宙化学和广泛探索（缩写为“MESSENGER”）航天器，即“信使”号水星探测器向地球发回了1张具有里程碑意义的照片。这是在最靠近太阳系中心的行星——水星轨道上拍摄的第1张水星照片。“信使”号水星探测器是人类发射的首颗围绕水星运行的探测器，于2004年8月3日搭乘“德尔塔2”型火箭发射升空，经过9100万千米的旅程，于2011年3月进入水星轨道。像大多数NASA发射的深空探测器一样，“信使”号水星探测器也配备了复杂的电力系统，以保证其上的科学仪器和通信设备在距离地球数千万千米外的太空中仍能持续、正常运行。

NASA格伦研究中心电力系统分析部的电力工程师Linda Taylor介绍说：“目前尚没有一种单独的电源系统能够支撑航天器整个探索任务的完成。例如，如果采用太阳能电池，当航天器进入阴影时就无法获得阳光。因此，像‘信使’号水星探测器这样的深空探测器都采用了混合电力系统。”“信使”号水星探测器采用2块太阳能电池板和1套镍氢电池系统供电：在阳光充足时，太阳能电池板为探测器提供电力并为镍氢电池系统充电；而当探

测器进入水星背面不能接收到阳光时，探测器将切换到采用镍氢电池系统供电以维持其正常运行。

在混合电力系统中，通常采用多种能量来源，且需配备1套用于储存能量的电池，系统需在各种供电系统之间进行切换。因此，在混合电力系统中通常需要使用多个电力转换器，以控制各个设备间的电流和电压情况，调节电池储能与供能的转换。电力转换器可改变电流的性质，如将交流电变为直流电，或者对电压和频率进行改变等。电力转换器的设计在航天器设计工作中具有重要地位。Linda Taylor说：“对于任何航天应用来说，重量和体积都是需要考虑的重要因素。航天器的发射重量每增加1磅，发射成本就会显著增加。”而航天器复杂电力系统的转换通常需要多个电力转换器来完成，这就增加了航天器的发射重量和电子器件所占用的空间。因此，设计具有多接口的集成型电力转换器是未来航天探索研究的重要内容之一。为了获得轻



▲“信使”号水星探测器的复杂电力系统进行检测