

2020年发射窗口,中国的祝融号和美国的毅力号火星车同时出发,目前均在火星表面开展探测活动。我国由此成为第二个在火星上开展巡视探测的国家,也是唯一一个同时开展月球和火星巡视探测的国家。

祝融号火星车到达火星表面后,有关部门

发布了火星车拍摄的照片,引起人们广泛关注。特别是看到利用WiFi分离探头从第三方视角拍摄的火星车与着陆平台的合影时,大家纷纷点赞祝融号火星车,并把这张图片称作“融融拍了拍着陆”。

截至今年7月30日,祝融号火星车在火星表

面已工作75个火星日,当天完成了对第二处沙丘地貌的科学探测。后续,它会利用表面成分探测仪和多光谱相机等科学载荷,对更多目标开展详细探测。

可以说,人们已了解到“融融”的可爱与敬业。那么,它有哪些技术特色呢?让我们一探究竟。

科技云

科技连着你我他

本期观察:张佳琦 于童 喻润东

新型复合材料——骨骼愈合加速器



随着3D打印技术和生物复合材料的发展,“伤筋动骨一百天”或将成为过去时。据《科技日报》报道,俄罗斯研究人员使用3D打印技术,制造出一种用于骨骼愈合的植入物,并在其表面涂覆一层生物活性涂层,可使受损骨骼恢复速度提高一倍,显著节省治疗时间和医疗资源。

在该项研究中,研究人员不仅提出了使用3D打印技术制造钛植入物的最佳结构参数,还总结出使用生物活性磷酸钙涂层改进的具体方法,可使受损骨骼加速修复。

该研究成果已在400多名不同年龄的患者身上成功试用。经过医学观察,没有出现一例植入物被身体排斥的情况,患者骨骼和肌肉正常结构的恢复速度反而加快。

未来,该技术不仅可在生理形状上,还可在理化和生物学特性上,为患者“私人订制”植入物,用于治疗复杂病变和损伤。

新型玻璃材料——

皮肤伤口修复器



据国内权威期刊《化工杂志》披露,国内某研究院研究人员依托稳态强磁场实验装置,制备出纳米级硼酸盐生物活性玻璃。该成果不仅可大大降低这一玻璃的生物毒性、提高其生物兼容性,且能增强对皮肤修复的效果,有望成为下一代皮肤伤口修复材料。

研究中,科研人员创新性采用流动相对熔法,制备微米级硼酸盐生物活性玻璃,并进行体外预处理。最终,得到了纳米级硼酸盐生物活性玻璃。

未来,纳米级硼酸盐生物活性玻璃缓释的钙、钾等元素,不仅可有效加速伤口处表皮细胞生长,还提高了伤口处相关生物活性因子的作用效率。这样能降低玻璃的快速释放,促进伤口处胶原蛋白的沉积,进而更加快速促进伤口愈合,在医学领域具有广阔的应用前景。

可降解蚕丝螺钉——

人体固定新利器



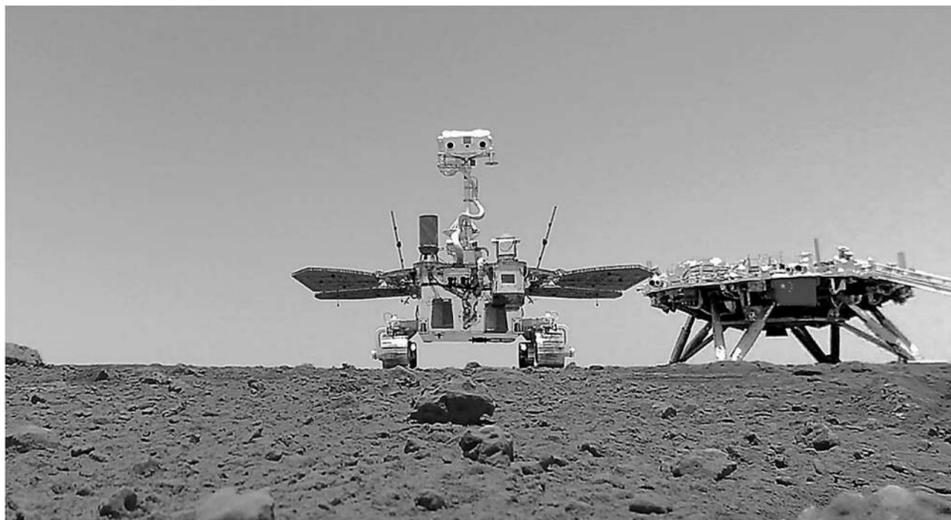
在长期临床应用过程中,坚硬的金属材料一直是骨折后固定手术的首选。随着材料科学技术的不断发展和可吸收内固定材料的不断完善,作为天然有机材料的蚕丝越来越受到科学家的关注,而蚕丝蛋白被科学家视为最有希望代替金属的生物材料之一。

可降解蚕丝螺钉,是世界上首款实现人体内应用的一种可降解医用蚕丝螺钉。它能利用在人体环境中发生酶解的特性,在实现人体功能修复的同时逐渐降解,并最终在人体内“销声匿迹”,进而避免了二次手术。

据新华社报道,在国内尚无蚕丝蛋白材料在人体骨科应用的临床实例,国内现已正式进入临床试验阶段。

祝融号:靠什么巡视探测火星

■ 贾阳



图为利用WiFi分离探头从第三方视角拍摄的祝融号火星车与着陆平台的合影。图片由国家航天局发布

高技术前沿

我们的设计定位为“二代半”

设计火星车之初,有国外专家问起中国第一辆火星车的设计定位。对于这个问题,我们给出的答复是:美国利用25年先后发展了三代火星车,单从重量角度看,分别为第一代的10千级别、第二代的100千级别和第三代的1000千级别,各方面的能力也随之不断提升。我们的祝融号火星车重量为240千克,仅从重量看,它属于第二代。

随着技术发展,我们的祝融号火星车设计定位为“二代半”。这个多出的“半代”,主要体现在火面移动、生存、自主技术等方面的先进性上。

主动悬架啥地形都不怕

火星表面地形复杂,既有陡坡、大石块,也有松软的沙地。美国火星车在工作过程中,曾遇到难以翻越的沙土质陡坡,也曾陷入沙土中无法移动。祝融号火星车采用了主动悬架移动系统,其目的就是使火星车在复杂地形条件下,具备较强的通过能力。

在平坦的硬路面上运动时,火星车保持主动悬架机构的主动关节锁定,此时悬架退化为被动悬架。遇到石块障碍比较高的情况,可利用主动悬架将车体抬高。在难以通过的软沙地,特别是车轮发生较大沉陷无法顺利通过时,可采用尺蠖运动方式脱困。

首先,两个前轮向前运动,中轮和后轮不动,车体高度随之逐渐降低。然后,前轮不动,中轮、后轮前进,这个过程中车体高度逐渐抬高。接着,再继续重复上述过程。这样的尺蠖运动方式,运动效率虽然比较低,但沙地脱困效果非常好。

靠集热窗实现“保暖”

火星表面温度偏低,在火星车顶部,安装的像双筒望远镜一样的设备,叫作集热窗。窗口有一层薄膜,可见光能顺利透过,车体发出的远红外线却无法透出,从而起到保温效果。

阳光透过集热窗后,能量被一种叫作正十一烷的物质通过相变方式储存。火星白天温度升高,这种物质吸热融化;到了晚上温度下降时,这种物质会在凝固的过程中释放热能。能量的转换方式变成了“光能-热能-相变能-热能”,效率可达到80%以上。

当前,火星上正值盛夏,祝融号火星车会“感觉”稍稍有点热。不过,等火星到了秋季之后,收集热能的这个本领就会显示出效用。

太阳能电池片像荷叶疏水一样除尘

在火星表面工作,不可避免地会受到火星尘的影响。最直接的影响,就是导致太阳能电池输出功率下降。因为火星车工作所需要的电能都来自太阳能,如果电能

不足,火星车只能在火星表面“睡觉”。

在夏季,我们观察荷叶上的水珠,可以发现,荷叶与水并没有发生浸润,荷叶随风摇曳的过程中,水珠很容易滚落。借鉴自然界荷叶的疏水原理,科研人员在电池盖片上增加了超疏水微观结构。这些结构的尺寸比火星尘颗粒的特征尺寸还要小,当火星尘与之接触时,就相当于与一个纳米级的“针床”接触,而不是与一个平面接触。这大大减小了火星尘颗粒与电池片之间的接触面积,从而减弱了它们之间的附着力,使火星尘不易沉积,即便沉积后也更容易移除。

火星车采用了超疏水电池盖片,其

中两个太阳翼还可调整到竖直状态,便于火星尘滑落。

超疏水微观结构的制备方法有很多种,火星车上采用的是湿化学腐蚀法。测试发现,改进后的太阳能电池片,除尘效果达到了80%以上,特别是对粒径75~125微米范围内的尘埃颗粒,除尘效果可达95%。

由自己决定何时“睡觉”何时“起床”

火星表面也会有局部沙尘天气,

严重时甚至蔓延到火星的大部分区域,成为全球性沙尘暴。美国的机遇号火星车在火星表面工作了15年,就是因为一次严重的沙尘天气而中断了工作。

祝融号火星车如何应对这样的沙尘天气呢?研制者们为其设计了自主休眠唤醒功能。就是说,火星车会根据环境变化,自己决定何时“睡觉”何时“起床”。

在火星表面,当风速逐渐升高,出现沙尘天气时,火星车首先感觉到的是太阳能电池板输出的电能有些不够。每当黄昏时,电池电量都应该是满满的,“今天怎么这么少?”火星车赶紧计算明天工作需要多少电能。如果结论是“差一点”,那么火星车就会减少工作的设备,通过“过紧日子”的方式等到第二天;如果结论是“差很多,不够今晚用的”,那么火星车就会立即休眠,全系统断电。

这时,就需要祝融号火星车“过点苦日子”。设备的温度越来越低,最低可达-100℃以下。即便如此也没办法,火星车只能在寒冷中“睡觉”。

唤醒有两个必备条件:一个是等到沙尘天气过去,阳光越来越强,大气变得澄净、透明,火星车太阳翼的发电量可维持正常工作;另一个是火星车关键设备的温度符合工作要求,比如蓄电池可正常充电了。

等条件都满足了,不需要地面控制,火星车会自己“苏醒”,继续工作。

图像压缩算法一展强大功能

对陌生环境进行探索,图像信息无疑是最直观也是最核心的信息。图像信息中含有相当多的时间和空间冗余,因此图像信息的数据量非常大。

火星车执行任务的前3个月,火星与地球之间距离为3.2~3.8亿千米,从火星到地球的通信链路带宽受到很大限制,在深空数据源端对图像进行压缩,无疑是提高信息回传效率的必由之路。深空探测器资源宝贵而有限,火星车的数据处理能力不会像地面计算机那样强大。因此,需要根据火星探测任务的应用需求,统一考虑图像数据的压缩及传输两个环节,设计最优的图像数据压缩及传输方案。

针对火星探测任务中图像压缩处理需求,科研人员专门为祝融号火星车设计了图像压缩算法,实现了多种相机数据管理、图像压缩比灵活控制、质量渐进性传输、感兴趣区域优先编码、抗误码扩散和图像缩略图生成上传等功能,满足了火星车可靠、高效、灵活的图像应用需求。

(作者系中国空间技术研究院研究员)

人类火星车知多少

■ 贾阳

相关链接

2020年7月,中国发射了祝融号火星车,美国发射了毅力号火星车,目前两车均在火星表面正常工作。

2020年以前,人类成功执行任务的火星车,包括美国的索杰纳号、勇气号、机遇号及好奇号,共4辆火星车。

其中,机遇号在火星表面工作了15年,好奇号现仍在火星表面进行探测。当年,苏联也曾尝试执行火星巡视探测任务,但没有成功。

火星探路者任务使用的索杰纳号火星车,于1996年12月发射,控制

模式采用遥控方式。地球和火星之间的时延,使得地面人员不能实时控制索杰纳号。火星车通过着陆器与地面进行周期性通信,仅能执行简单的命令序列。着陆器与地球之间的通信每天进行2次,每次2小时。

火星车的遥测分析,是由地面火星车控制工作站完成的。当火星车每天工作结束时,地面科学家小组利用火星车和着陆器拍摄的图像,指定火星车下一步运动的目标位置及移动路径。索杰纳号有限的自主能力,主要体现在自主地形穿越、突发事件处理和资源管理等方面。

火星探测巡视器任务中使用的火

星车勇气号和机遇号,主要工作模式是自主导航加速操作。每个火星日的活动时间大约持续4小时,一般集中在中午时分。火星探测器的自主性解决了数小时无人监测、复杂地形的运动控制等难题。

火星科学实验室任务中使用的火星车好奇号,主要工作模式是长距离自主导航加速操作。好奇号在火星行走时所进行的高效路径规划决策,以及在采样过程中对机构的精准控制,均由探测器自主完成。

2020年7月30日发射的毅力号火星车,其能力在好奇号的基础上又有所改进和提升,其搭载的机智号直升机还可在火星稀薄大气中飞行。

科学家聊宇宙

丈量宇宙中最遥远的距离

■ 李会超

本版之前的文章曾介绍,距离我们过于遥远的造父变星,其亮度变化已无法识别。因此,使用造父变星的周光关系推算恒星实际亮度,进而推算出恒星距离的方法,最多适用到大约一千万秒差距。要测量更加遥远的天体距离,自然要寻找比造父变星更亮的天体。超新星可承担这样的任务。

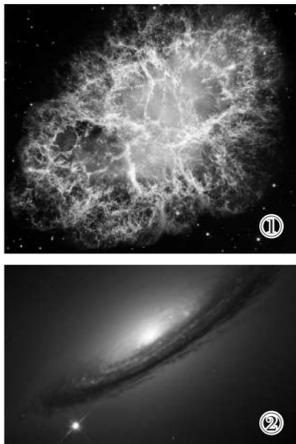
单从名字上看,超新星给人以年轻而充满活力的感觉。实际上,超新星却形成于大质量恒星在寿命末期的一次颇为壮观的爆炸过程,可看作是这些恒星死亡前的“回光返照”。超新星爆发后,突然增大的星体亮度可维持几周到几个月时间,其间所释放的能量甚至可赶上太阳在十亿年间所释放的能量总和。

根据光谱特征的不同,超新星可分为I型和II型两大类,而I型超新星又可再细分为Ia和Ib两个亚型。除了光谱特征的区别外,两类超新星光亮变化的特点也有所不同:I型超新星在爆发后亮度持续下降,II型超新星的亮度会经历下降、平稳、再

下降的过程。

超新星是相当明亮的天体。早在900多年前的宋朝,我们的祖先就已注意到了它的存在。据史书记载,公元1054年7月4日清晨,天空突然出现一颗非常明亮的星,直到23天后才逐渐暗淡。而它完全消失不见,则是两年之后的事情了。对于这个星空中的“不速之客”,我们祖先形象地以“客星”命名。直到现在,我们仍能在客星所在位置,观察到那次超新星爆发遗留物形成的蟹状星云。

通过对距离我们较近、能比较准确测量距离的超新星进行观测,天文学家发现,Ia型超新星的实际亮度基本相同。这使得我们可确定超新星的一个“标准亮度”。一旦观测到某个遥远星系或星团中Ia型超新星爆发,通过对超新星“标准亮度”和地球上实际



观测到的亮度进行比对,就能推算出超新星与地球之间的距离,进而推算出其所在星系或星团与地球之间的距离。

对于异常遥远的天体,虽然一颗恒星的亮度和形态已微弱到难以识别,但凭着“众人拾柴火焰高”的集体力量,大量恒星所组成的星团或星系,其光谱信息还是可以被我们观测到的。通过我们前面介绍过的“多普勒效应”,天文学家可获得星系的运动状态,并结合相关物理认识来推断星系与地球间的距离。

1977年,天文学家塔利和费舍尔通过对距离地球较近的旋臂星系进行观测,总结出一个规律:星系的实际亮度与星系旋转速度的4次方成正比。从理论上讲,这个规律是容易解释的——按照万有引力定

律,星系旋转速度越快,星系中天体的质量就越大,而恒星发光的能力又是和质量成正比的。星系在旋转时,一侧会向着观测者运动,而另一侧会向远离观测者运动。由于多普勒效应,星系的光谱谱线同时有红移和蓝移的成分,叠加在一起后,就使得星系光谱谱线展宽,变得更“胖”了。天文学家获得星系的光谱信息后,分析光谱“变胖”的程度,推算出旋转速度,再结合塔利和费舍尔发现的定律,就能确定星系的实际亮度,进而依照地球观测到的亮度,计算出星系离我们有多远。

当然,并非所有星系都是旋转的旋臂星系,因此这种方法的使用范围也有一定限制,这里就不作介绍了。通过基于不同距离构建的“量天尺”,我们对宇宙的量度,从地球一直延伸到数百亿光年之外。虽然适用范围有所不同,但这些“量天尺”都有一个共同特征:我们通过周边的事物发现规律,获得标尺,再将其运用到更加遥远的宇宙。

图①:客星的遗迹——蟹状星云。

图②:一颗Ia型超新星(图片左下角)。