

一本数学书

为《西游记》玉华州铁匠证清白

◎陈巍

阿基米德以发现浮力定律而在科学史上赫赫有名，这个发现相传来源于叙拉古国王怀疑一顶金王冠的纯度，于是委托阿基米德查明此事。最终阿基米德运用刚发现的浮力定律，测出制作王冠的工匠偷窃了黄金，代之杂质。从《西游记》里，我们也能看到一桩颇为相似的案件。它发生在第八十八回到第九十回，大致情节是悟空三兄弟在天竺玉华州收了三个小王子为徒，分别传授武艺，王子们组织铁匠仿造悟空等人的兵器，制造期间黄狮精把金箍棒等盗走，铁匠一度被怀疑为盗窃犯。经过一番波折，金箍棒等神兵被找回。铁匠的盗窃嫌疑虽被洗清，但书中透露的两组数字却让他们有了贪污的嫌疑：

王子又随宣召铁匠，买办钢铁万斤，就于王府内前院搭炉，支炉铸造。先一日将钢铁炼熟，次日请行者三人将金箍棒、九齿耙、降妖杖，都取出放在篷厂之间，看样造作，遂此昼夜不歇。

又见那铁匠等人造成了三般兵器，对行者磕头道：“爷爷，小的们都完了。”问道：“各多重多少斤两？”铁匠道：“金箍棒有千斤，九齿耙与降妖杖各有八百斤。”

制器之初，钢铁万斤，造成之后，3种兵器的重量合计只有2600斤，两者相差7400斤。读到此处，不免有读者产生疑问，这相差悬殊的数字，是否意味着铁匠们偷搬搬走铁料，充实了自己腰包呢？

原料的消耗有多少

欲判断从原料到产品的产出比是否合理，需知道古代从炼铁到打铁，通常会消耗多少原料。

从原文可看出，铁匠在造作之前，要花一天时间将铁炼熟，所以王子最先买的万斤都是生铁。生铁就是把粉碎的铁矿石与起还原剂作用的煤粉等混合，得到的含碳量大于2%的产物。它只能铸不能锻，要制作兵器必须再精炼成熟铁。中国传统上使用“炒钢法”来得到熟铁，即在炒炉里鼓风让生铁熔化，并通过搅拌让其脱碳。

以新中国成立前后仍流传于山西等地的“地炉式”炒炉为例，操作者先把木炭、木

柴等装入炉缸内，点燃鼓风机，再加入生铁，这些生铁既可以是刚刚从矿石冶炼出来的，也可以是回收利用的铸铁锅碎块。操作者把炉门堵塞，继续鼓风加热，生铁会逐渐烧成红色，这时开始用铁棍搅拌，当生铁进一步烧得发白时，再用力搅拌，让它形成半熔融状态的团块，搅拌可以让生铁所含的碳与空气中的氧结合逸去，从而降低其碳含量。随后，操作者用火钳把团块取出，锻打挤出杂质，经过几次回炉加热、重打，最终形成铁锭或铁条。

熟铁虽可锻打，但其内部结构松散，质地较软，需进一步锻打成钢才能制造优质兵器。反复加热、锻打、折叠，可以尽可能去除铁中含镁、铝、硅、钙等元素的杂质，让其质量变得越来越好最终成钢。成语有云“千锤百炼”，就源于这个过程。从生铁到熟铁，再从熟铁到钢，锻打过程都会让其重量减少。对此北宋沈括记载道：凡铁之有钢者，如面中有筋，濯尽柔面，则面筋乃见，炼钢亦然。但取精铁锻之百余火，每锻称之，一锻一轻，至累锻而斤两不减，则纯钢也，虽百炼，不耗矣。

关于炼钢损耗，从成书于8世纪末的现存本《夏侯阳算经》里可略窥一二。该书中炒得的熟铁称作黄铁，有两题与之相关：今有生铁6281斤，欲炼为黄铁，每斤耗5两，问为黄铁几斤？答曰：黄铁4318斤3两。现在有黄铁4318斤3两，欲炼为钢铁，每斤耗3两，问钢铁几斤？答曰：钢铁3508斤8两10铁5条。

《夏侯阳算经》把炼钢分成两步，第一步从生铁炼熟铁，产率为11/16，第二步从熟铁炼钢，产率为13/16，总计从生铁到钢，产率约为55.9%。
《夏侯阳算经》是数学书，它里面的数字能否反映炼铁的实际效率呢？从工艺调查和历史记载来看，倒是相差不多。例如20世纪50年代，学者们在云南调查的毛铁炉炒钢，从生铁炒成熟铁后，损耗三分之一，与“每斤(16两)耗5两”接近。明末的宋应星在《论气》中说：“凡铁……初人生熟时，铁华脱落已丧三分之一”，在《天工开物·锤锻》里又说：“凡出炉熟铁，名曰毛铁，受锻之时，十耗其三”。其比例与前面都接近。如果取宋应星和云南调查数据，生铁熟铁要损耗1/3，熟铁炼钢损耗30%，则产率约为46.7%。

从46.7%到55.9%，可视为传统炒钢工艺的生铁产率范围。代入到《西游记》玉

华州的情况，工匠从万斤生铁可得钢约5000斤。
如果用熟铁打造兵器，需要反复折叠锻打，让结构变得致密，增加其强度。如已准备好优良钢材，那么锻打过程就可精简一些。这个环节材料的损失主要是锻打时去除钢材表面的氧化皮，也就是我们旁观打铁时，被铁锤砸落的暗色小块。当然，产品质量也不一定只能减，不能增，对于已经磨损严重的兵器，铁匠也可以取其他钢材，把它们再重新打到一起，日久天长，反复折叠锻打，兵器上就可能呈现出弯曲回转的美丽花纹。

这么看来，玉华州的铁匠给出的产品确实不够斤足两，比合理情况还要少约1400斤。也许他们把剩余原料交还给官府，但作者并没有记下这件与取经关系不大的闲事，再联系兵器被盗的波折给工匠们带来的警示，他们下手贪污的可能性实在不大。

铁棒为何重千斤

如果我们搜集《西游记》一书里的有关数据，会发现，工匠打出的千斤铁棒，恰好对应于孙悟空金箍棒的常用尺寸。

金箍棒有多重？《西游记》第三回提到它

内部铭文记录“重一万三千五百斤”，书里没说悟空的使用体验有什么变化，我们可以认为它的重量保持恒定。金箍棒的材料是“神珍铁”，含义或是随其体积按主人心意伸缩的同时，密度相应可大可小。那么孙悟空惯用什么规格的铁棒呢？《西游记》第五回说孙悟空大战九曜星君，晃一晃铁棒，“碗来粗细，丈二长短”。第八十八回他给小王子们演示武艺时，也是“碗来粗细，有丈二三长短”，看来这就是悟空实战中的金箍棒尺寸了。

值得一提的是，悟空平常身高只有4尺，“丈二”即12尺，悟空站在地上只能手持棒的一头，因此他不会像戏曲、电视剧里所演的那样站着舞棍，第八十八回他是在半空“离地约有三百步高下”处，撒开架势表演的。

一丈为10尺，明代常用营造尺为32厘米，“丈二”相当于3.84米。“碗来粗细”是多粗呢？各地博物馆收藏有不少传世和发掘出的明代碗，从故宫博物院等藏品资料，可看到明代大碗口径多为27—30厘米，茶碗或小碗口径多在10厘米左右，大小适中的碗口径多为15—20厘米。如果我们取16厘米为“碗来粗细”，那么就能算出整条棒的体积约77.2立方分米。

玉华州仿造的铁棒可不是神珍铁，其密度只能是接近于致密的纯铁或钢，即约7.8克/立方厘米，这样可算出如按悟空日常所用棒一模一样的尺寸仿造，铁棒总重量约为602千克。明朝的一斤又有多少呢？据度量衡史学者考证，其重量相当于现在的596.8克，如此则仿造铁棒合1009斤，恰与书中所说“千斤”相差无几。

（作者系中国科学院自然科学史研究所副研究员）

华州的情况，工匠从万斤生铁可得钢约5000斤。

如果用熟铁打造兵器，需要反复折叠锻打，让结构变得致密，增加其强度。如已准备好优良钢材，那么锻打过程就可精简一些。这个环节材料的损失主要是锻打时去除钢材表面的氧化皮，也就是我们旁观打铁时，被铁锤砸落的暗色小块。当然，产品质量也不一定只能减，不能增，对于已经磨损严重的兵器，铁匠也可以取其他钢材，把它们再重新打到一起，日久天长，反复折叠锻打，兵器上就可能呈现出弯曲回转的美丽花纹。

这么看来，玉华州的铁匠给出的产品确实不够斤足两，比合理情况还要少约1400斤。也许他们把剩余原料交还给官府，但作者并没有记下这件与取经关系不大的闲事，再联系兵器被盗的波折给工匠们带来的警示，他们下手贪污的可能性实在不大。

铁棒为何重千斤

如果我们搜集《西游记》一书里的有关数据，会发现，工匠打出的千斤铁棒，恰好对应于孙悟空金箍棒的常用尺寸。

金箍棒有多重？《西游记》第三回提到它

内部铭文记录“重一万三千五百斤”，书里没说悟空的使用体验有什么变化，我们可以认为它的重量保持恒定。金箍棒的材料是“神珍铁”，含义或是随其体积按主人心意伸缩的同时，密度相应可大可小。那么孙悟空惯用什么规格的铁棒呢？《西游记》第五回说孙悟空大战九曜星君，晃一晃铁棒，“碗来粗细，丈二长短”。第八十八回他给小王子们演示武艺时，也是“碗来粗细，有丈二三长短”，看来这就是悟空实战中的金箍棒尺寸了。

值得一提的是，悟空平常身高只有4尺，“丈二”即12尺，悟空站在地上只能手持棒的一头，因此他不会像戏曲、电视剧里所演的那样站着舞棍，第八十八回他是在半空“离地约有三百步高下”处，撒开架势表演的。

一丈为10尺，明代常用营造尺为32厘米，“丈二”相当于3.84米。“碗来粗细”是多粗呢？各地博物馆收藏有不少传世和发掘出的明代碗，从故宫博物院等藏品资料，可看到明代大碗口径多为27—30厘米，茶碗或小碗口径多在10厘米左右，大小适中的碗口径多为15—20厘米。如果我们取16厘米为“碗来粗细”，那么就能算出整条棒的体积约77.2立方分米。

玉华州仿造的铁棒可不是神珍铁，其密度只能是接近于致密的纯铁或钢，即约7.8克/立方厘米，这样可算出如按悟空日常所用棒一模一样的尺寸仿造，铁棒总重量约为602千克。明朝的一斤又有多少呢？据度量衡史学者考证，其重量相当于现在的596.8克，如此则仿造铁棒合1009斤，恰与书中所说“千斤”相差无几。

（作者系中国科学院自然科学史研究所副研究员）

录认为，白芨有利于面容消肿，恢复靓丽的容颜；《本草纲目》之“果部第三十三卷果之六”，认为白莲蕊具有“乌须发，悦颜色”的功效；宋代医学家唐慎微所撰《证类本草》，其卷六载白芨可“主面光悦，驻颜去疔(面黑)”，卷八载白芨可“长肌肤，润泽，可作面脂”等。

此外，玉容散的方剂多为白色，这与古代中医“取类比象”思维密切相关。所谓“取类比象”，即根据关联事物的共性，归纳演绎其中未知事物的性质。相应的，古代中医采用白色中药，或采用名字中有“白”字的中药，来配备美容相关的方剂，希望达到“以白增白，以白治黑”的效果。如《普济方》卷五十二载有“七白膏”，即用白芷、白芨、白细辛、桃仁、辛夷、白附子、冬瓜仁、鸡子白(鸡蛋白)混合而成的美容膏。书中认为，这7种白色的药剂混合制成药膏，可达到“令人面光，不皱，退一切疔”的功效。另采用白色的药物美白，可以避免皮肤染色，有利于皮肤外观之美。

不难发现，清代女性美容护肤“皇家秘方”玉容散，其配方不仅可反映出我国古代中医卓越的智慧运用、丰富的经验积累，更能反映出我国博大精深的传统中医文化，对现代中医美容学的发展亦起到了重要的参考作用。（作者系故宫博物院研究馆员）

探索寻常现象背后的宇宙奥秘

——读《BBC宇宙的本质：夜晚的天空为什么是黑的》

字里行间

◎沙玲玲

人人皆知，我们在夜晚看到的天空是黑暗的。那么，夜晚的天空为什么是黑的呢？

看似寻常的现象之下实际蕴藏着宇宙的奥秘。《BBC宇宙的本质：夜晚的天空为什么是黑的》向我们解答了众多宇宙难题。

这是一部聚焦宇宙前沿的科普作品，从恒星的命运轮回回到宇宙波澜壮阔的终极宿命，再从搜索地外生命讲到探寻另一个宇宙，介绍了很多新近的科学研究成果，比如相对论、多重宇宙、暴涨理论、量子力学等前沿理论，作者以专业的视角，用生动的语言和示意图将这些晦涩抽象的理论进行了细致地阐述。

例如，在“宇宙的命运”这一章中，作者就宇宙未来将永远膨胀还是会坍缩为一点这一问题展开了讨论。书中讲到，闭宇宙、开宇宙、平直宇宙这3种宇宙模型分别对应着宇宙最后的3种可能结局：坍缩、永远膨胀、平衡。基于这3种宇宙模型，科学界对宇宙的命运众说纷纭，这些观点中备受关注的当属斯蒂芬·霍金的宇宙假说。霍金认为宇宙是闭合的，宇宙的引力足够大，膨胀将趋于停止，方向必然会在达到最大值之后朝着大挤压的方向坍塌。当坍塌进入半程，时间可能会倒流。

这一点发人深思，我们或许本不应该固执地认为时间只会从过去流向未来。物理定律里并没有加入“时间箭头”的概念，把时间的方向逆转之后，各种方格依然成立。实践证明，时间指向熵增的方向，也就是从井然有序走向混乱无序。宇宙的未来会不会走向霍金所预测的结局，我们还不能确定。如果宇宙走向与霍金的预测相反的结果，也就是永远膨胀下去，宇宙将会处于完全均匀的状态，不再有的增加，时间会走

红辣椒：点燃舌尖的火焰

物种笔记

◎刘琪瑞

我的家乡是红辣椒之乡，金秋时节，大姑娘、小媳妇、老婆婆们在一簇簇园里采摘朝天椒、羊角椒，那粗烈烈的摘椒谣，那爽朗朗的欢笑声，连同如若云霞成片成片的红辣椒，以及菜园旁一蓬蓬绚丽的扁豆花、丝瓜花，构成了一幅绝美的乡村风情画。在宽敞的打谷场上、平展的房顶上，摊开晾晒的红辣椒，把淳朴的农家场院渲染得格外亮丽。

辣椒为茄科一年生或有限多年生植物，其品种繁多，有朝天椒、灯笼椒、羊角椒、牛角椒、小米椒等。一般认为，辣椒原产于中美洲的墨西哥，到明朝中后期才传入我国。但是据一些植物学家考证，来自美洲的辣椒国人称之为番椒、洋椒，而在我国南方和热带地区早就有原生态的野辣椒，即一年生的“涮辣椒”及多年生的小米辣，当地人称之为土椒。

先秦时期的重要古籍《山海经》里提及一种秦椒，《北山经·景山》云：“又南三百里，曰景山，南望盐阪之泽，北望少泽。其上多草、藟蕖，其草多秦椒。”关于秦椒所指何物，晋代文学家、训诂学家郭璞注解为：“子似椒而细叶，草也。”按此说法，秦椒即是景山当地的土辣椒。

辣椒最早是作为一种观赏植物出现的，到了清代中后期，才开始为国人所钟情，并嗜之不辍。在寻常人家的餐桌上，在各类餐馆、饭店的大宴小席上，随处可见辣椒的身影。辣椒作为主要的调味品，在诸多菜系中不可或缺，尤以川菜、湘菜、粤菜为盛。尤其在西南地区的贵州、四川、重庆、云南、湖南、湖北等地，人们的饮食可谓是无辣不欢。清末无名氏吟诗赞曰：“天然辛辣最佳蔬，青芥黄姜尽让渠。蟹腿垂头红透了，蚕腰蘸绿

向终结。这完全颠覆了我们对时间这一概念的理解。

除此之外，书中提到的多重宇宙概念也值得我们细细思考。根据量子物理学定律，除了我们这个宇宙，还可能有很多不同种类的宇宙，宇宙之间存在一定联系，一个宇宙有可能孕育出另一个宇宙。也就是说，宇宙可以如同地球上的生物一样进行“繁殖”。母宇宙孕育出婴儿宇宙，而婴儿宇宙在“成长”后开启新一轮“繁殖”过程。物理学家李·斯莫林推测，每当婴儿宇宙通过黑洞或虫洞从另一个宇宙中诞生时，新宇宙中的物理定律会与母宇宙大致相似，但略有不同。我们这个宇宙的物理定律相比其他宇宙似乎发生了变化，允许碳与氧在恒星内部形成，而这一点恰恰让我们这种以碳为基础、呼吸氧气的生命体存活下来。据此，我们应该摒弃自己就是宇宙中心的错误观念。

《BBC宇宙的本质：夜晚的天空为什么是黑的》不只讲述了这些前沿的观点，也科学地梳理了人类认知和探索宇宙的历程，介绍了稳恒态模型、大爆炸理论等宇宙理论的更迭，回顾了恒星测距手法的升级以及空间探测活动的逐步发展等，将科学发现背后的故事娓娓道来。

作者约翰·格里宾是剑桥大学天体物理学博士，学术功底深厚，精通宇宙学知识，时刻关注前沿理论研究，也撰写了多部天文科普畅销书，曾获英国科学作家协会终身成就奖。

除了拥有专业的作者，这本书还由中国科学院紫金山天文台专家审定，他对书中的专业知识和专有名词进行了详细地核实，并根据相关研究的新进展，对内容进行了更新，为便于读者更好地理解，也添加了一些必要的注释。

书中包含230余幅精美图片，采用了哈勃望远镜等拍摄的天文照片，展现了震撼壮美的璀璨星系，同时也穿插了计算机模拟图、天文家照片及说明性示意图等，美观性和解释性并存，视觉体验极佳。

撒煎。撒醋蘸酥成三友，屋后田边知几亩。钟鼎之家出围秀，每餐餐餐嗜椒道。”亦有打油诗云：“味烈心舌干，躁急额头汗。无它饭不香，辛辣才解馋。”

近代文人中嗜辣者属大文豪鲁迅先生，这位浙江人倒是对辣情有独钟。鲁迅喜欢吃辣，起初是冬夜读书为驱寒，他还风趣地说：“三个辣椒，顶件棉袄。”后来吃辣是为了解困，慢慢就上瘾了。他曾对前来祝贺其发表《狂人日记》的胡适说：“绍兴人确无嗜辣之好，独鲁迅有辣椒之嗜，我是以此物解困。夜深人静、天寒人困之时就摘下一支辣椒来，分成几节放进嘴里咀嚼，只咀嚼得额头冒汗，周身发软，睡意顿消，于是捧书再读。适之先生可以一试。”

辣椒营养价值较高，富含多种维生素、糖类、类胡萝卜素、辣椒素以及钾、钙、磷、铁等对人体有益的矿物质，尤其是维生素C的含量很高，在蔬菜中名列前茅。同时也可药用，味辛性热，有通经活络、活血化瘀、祛风散寒、消炎镇痛等功效。



视觉中国供图

古代女性美容护肤的“皇家秘方”

博览荟

◎周乾

自古以来，女性都爱用美容护肤品保养皮肤。宋代官员叶廷珪所撰《海录碎事》，其卷五载有“胭脂，起自纣，以红蓝花汁凝作脂，以为桃花妆”，可反映至少在商纣时期，我国就有美容护肤品了。我国古代的美容

护肤品多为中医配方，且在清代已十分成熟，可达到较好的美容、养颜、护肤效果。借助于以中医配方为主的美容护肤品，明清皇室的女性成员能长久保持靓丽的容颜。如故宮藏《胤禛妃行乐图》十二幅，画中的女性为雍正皇帝的妃子，其形貌柔美元素，面目精致。其中的一幅画上还有雍正御制诗，诗中用“晓妆楚楚”来表达雍正的赞美之情。又如美国女画家凯瑟琳·卡尔所撰《一个美国女画家眼中的慈禧》一书，第二章“皇太后

陛下”中描述时年69岁的慈禧拥有“年轻得近乎神奇的容貌”。清代宫廷女性所用的美容护肤品配方种类丰富，而其中的典型代表之一，即为玉容散。

清代宫廷御医吴谦撰有《医宗金鉴》，其卷六十三“外科心法要诀”载有玉容散的配方：白芨、白细辛、白牵牛、团粉、甘松、白鸽粪、白芨、白莲蕊、白芷、白木、白僵蚕、白茯苓各一两，荆芥、独活、羌活、羌活各五钱，白附子、麝香、白扁豆各一两，防风五钱，白丁香一两。将上述药混合，研磨成粉末，妥善保存。使用时，取少许放在手心，再掺少量水使之均匀成膏状，抹之于脸上，一段时间后再次用水洗脸，一日两次。《医宗金鉴》认为，玉容散可使面容由黑变白，达到美容及护肤效果。

不难发现，上述药方主要由治疗面疮、风邪配方，以及美容配方组成。

如清代医学家张璐所撰《本经逢原》，其卷二载有“白芨性寒解毒，敷冲疮疔，有解散之功”；明代医学家朱棣等人所撰《普济方》，其卷四十八、卷二百七十六分别载有白鸽粪具有治疗秃头、身体生毒风疮的功效；清代医学家徐大椿所撰《神农本草经百种录》，认为细辛发出浓浓的香味，有利于疏散风邪；《普济方》卷二百六十七载有“采甘松作汤浴之，辟恶气，令人衣香”；《神农本草经百种



视觉中国供图