

冬日，探秘故宫建筑里的科学

□ 科普时报实习记者 王文洁



12月21日，是今年的冬至节气。在冬至前后几天的正午时分，故宫博物院乾清宫“正大光明”匾额被阳光点亮，吸引无数游客驻足观赏。这一“冬至奇观”是如何形成的？

近日，在中国科技馆“中科大讲堂”上，故宫博物院研究馆员周乾揭示了这一奇观背后的奥秘。他还讲解了故宫里明清皇家的地暖系统与冰窖设施，带观众探秘故宫建筑里的科学。

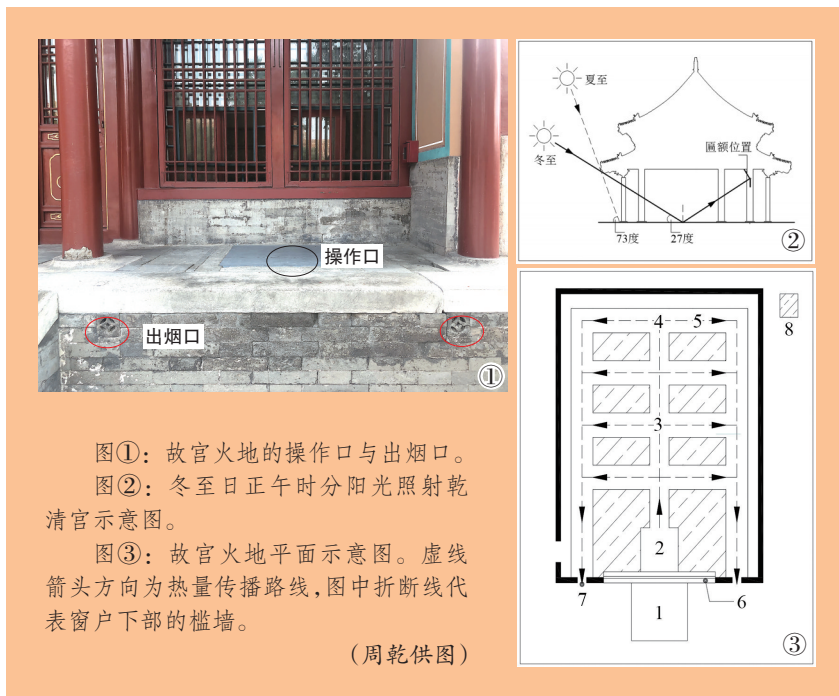
“点亮金匾”与多个因素相关

“乾清宫内‘正大光明’匾额在冬至日前被点亮，与乾清宫的布局、太阳高度角、金砖地面的反射、太阳东升西落的规律、屋檐出挑做法等多个因素密切相关。”周乾说。

他向现场观众介绍说，乾清宫坐北朝南，有利于采光。冬至日，太阳直射南回归线，太阳光对北半球最倾斜，太阳高度角最小。北京当日的太阳高度角约为27度，而故宫古建筑屋檐起翘的斜度一般在26度至30度之间，阳光近似与屋檐“平行”，因此能照射到乾清宫内的金砖上。金砖光亮如镜，使阳光产生镜面反射，反射的光束汇聚到“正大光明”匾额及下方的五条金龙上，使其发出夺目的金光。

“冬季太阳东南升，西南降落，阳光照射方向是由西北到东北，故匾额自西向东依次被点亮。”周乾进一步解释。

他还提到，太阳高度角在冬至日后逐渐变大，北京夏至日的太阳高度角约为73度，大于故宫古建筑屋檐起翘的斜度，故屋檐能将阳光遮挡在室外，保



图①：故宫火地的操作口与出烟口。
图②：冬至日正午时分阳光照射乾清宫示意图。
图③：故宫火地平面示意图。虚线箭头方向为热量传播路线，图中折断线代表窗户下部的槛墙。

(周乾供图)

证夏日室内凉爽。

地暖将热量均匀送到室内

每年11月中旬，北京如期供暖，室外寒冬凛冽，室内温暖如春。那么明清时期，故宫里的帝王后妃如何取暖御寒？

据周乾介绍，故宫建筑内主要靠“火地”取暖，相当于现在的地暖。

“火地”由位于窗户外的地下操作口、窗户里的地下炉腔、室内地面砖下面的火道、室外台基侧面的出烟口组成。

服务人员从操作口将木炭放入地下炉腔内，炭火产生的热源沿着火道扩散，加热地砖，被加热的地砖将热量向上传导，保持室内温暖。这一过程中产生的少量烟尘则从出烟口排出火道。

如何让热量在室内均匀扩散？“蜈蚣道”发挥了大作用。热量沿着主烟道向室内深处扩散，再沿着支烟道向两侧扩散，将热量均匀送到室内。因主、支烟道的结构像蜈蚣，故称“蜈蚣道”。火源位置位于室内最低点，主烟道从火源位置向室内延伸，高度逐渐上升，剖面呈斜坡状。这样，热量就能由下向上迅速扩散到室内。

然而，故宫内并非所有建筑都有“火地”。“火地”只设在内廷区域(生活区)，就连前朝三大殿都没有，皇帝在冬天举行重要活动时，只得用炭盆取暖。有了“火地”供暖，冬季故宫室内温暖舒适，乾隆皇帝写下：“人苦冬日短，我爱冬夜长……敲诗不觉冷，漏永夜未央。”道光皇帝也写道：“花砖细布擅奇工，暗热松枝地底烘。静坐只疑春煦青，闭眼

常觉体冲融……”表达了在故宫“猫冬”的惬意。

每座冰窖能储冰约5000块

明清时期，每年冬天往故宫冰窖里储冰也是一件重要的事。

古文献记载，“冬至三九则冰坚，于夜内凿之，声罄石，日打冰。”每年“三九”前，皇家打冰队在筒子河、北海挖出大坑，注入净水，使之结冰，并于晚上将冰凿成0.5米见方、重约80公斤的冰块，存放于冰窖中。来年立夏时，工部通过发冰票的方式，把冰块陆续分发给后妃、大臣等。

冰窖里的冰块能存放到来年立夏？“当然，这期间，三分之二的冰块会融化，故冬季会储存夏季用冰量3倍的冰。”周乾解释道。

为了储存足量的冰，故宫里修建了5座长11米、宽6米、半地下式结构的冰窖。冰窖顶部为穹顶式，省去立柱，以获得更大的空间。其墙壁厚度达两米，能更好地隔热保温。每座冰窖大约能存5000块冰。

夏天用冰时少不了“冰鉴”，这是古代的冰箱。据文献记载，冰鉴在周朝时就已出现，用于冷冻食物。到明清时，冰鉴依旧是故宫里最主要的消暑工具。

冰鉴由箱体与箱座两部分组成，周乾介绍说，其使用方法很简单：在箱体放入冰块，冰块上架架空搁板，搁板上可放西瓜、荔枝、葡萄等夏令水果，盖上面板密封。箱体内的冰块融化，产生凉气，由面板上的钱纹孔向上冒出，散发到室内以降温和。冰块融化后的水，则从出水孔流出，进入箱座架子下放置的水盆里。这样，冰鉴既能“冰镇”水果，又能给室内降温。

其实，故宫建筑里还蕴含着更多科学，等待我们去探索揭秘。

科普活动早知道

中国科技馆
科学展览：
“殊方同致 数铸文明”展
12月24日
科学活动：
电路的秘密——电路连连看
12月21日-22日 10:00-12:00
光芒万丈——神奇的太阳能
12月21日-22日 14:00-16:00
科普讲堂：
中国南极考察——生存在南极的企鹅
12月28日 10:00-11:30
主讲人：邓文洪(北京师范大学教授，中国第34、35、36次南极科学考察队队员)

北京科学中心
科学讲堂：面对心肌梗死，我们应该怎么办？
12月21日 10:00-11:30
主讲人：李健(北京大学人民医院心血管内科主任医师、教授)

科普活动：万物土中生
12月21日 10:30-11:30
14:00-15:00
假如海洋没有鲸鱼
12月22日 10:30-11:30
14:00-15:00

上海天文馆
科普活动：流星雨观测指南
12月21日-22日 10:15-11:00
一起去看流星雨
12月22日 13:30-14:30

国家自然博物馆
科普活动：脊椎动物知多少
12月21日 9:30 10:30
养鱼克星亚硝酸盐
12月22日 14:00 15:00

中国园林博物馆
科普活动：
山茶花主题创意捏塑
12月21日 10:00

版画艺术拓印
12月21日 14:00
叶脉书签手工
12月22日 10:00 14:00

武汉科学技术馆
科学讲座：追寻楚脉
12月21日 14:30
主讲人：刘玉堂(湖北省社会科学院原副院长、博士生导师)

山西省科技馆
科学课堂：
工业“轮”语，“齿”间联动
12月22日 10:30-11:30
主讲人：于学斌(沈阳工业大学机械工程学院副教授)

吉林省科技馆
科普活动：车轮的奥秘
12月21日 14:00
成语中的科学
12月21日 10:10

科普影片：蚂蚁王国
12月21日 10:00 13:00
光的艺术
12月21日 10:00 13:00

湖南省科技馆
科普活动：磁力足球赛
12月21日 10:30-11:30
15:15-16:15
自制甩干机
12月22日 9:15-10:15
14:00-15:00

北京天坛公园
科普活动：光寻皇穹宇
12月21日



更多科普活动
请扫码了解