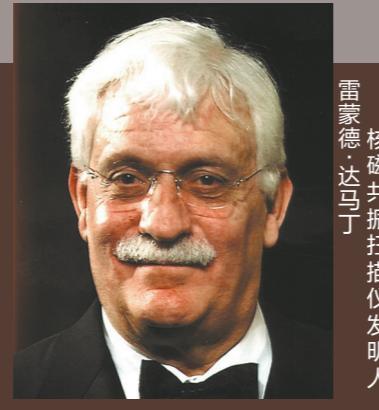


有人认为它是诊断疾病的“神器”，到医院主动要求医生用它给自己做身体检查

核磁共振一定比CT好吗？

撰文/供图 硕宽

最近一些年，中国加速引进核磁共振扫描仪，根据国家卫健委发布的《关于调整2018—2020年大型医用设备配置规划》，2020年，我国超导核磁共振扫描仪保有量达到10713台。不少人认为，核磁共振比CT清楚，是诊断疾病的“神器”，到医院主动要求医生给自己做核磁共振。本文就谈谈核磁共振究竟是怎么回事。



雷蒙德·达马丁
核磁共振扫描仪发明人



核磁共振扫描仪

1 “磁共振”还是“核磁共振”

现在说的“磁共振”本来叫“核磁共振”，全称是“核磁共振成像”（NMRI）。由于民众误认为核磁共振成像要用核辐射，对它有恐惧心

理，后来就把“核磁共振成像”的“核”去掉，改成“磁共振成像”（MRI）了。其实，用“核磁共振成像”才能更准确地定位这种临床检查仪器的

本质，因为它是靠强磁场中的原子核共振现象成像的，这里的“核”不是核辐射，而是指“原子核”，核磁共振与核辐射没有任何联系。

2 1980年核磁共振成像首次被应用于临床诊断

1946年，美国哈佛大学研究员爱德华·米尔斯·帕赛尔发现了核磁共振现象。1946年，美国斯坦福大学教授菲力克斯·布洛赫提出“布洛赫方程”，为核磁共振现象的数学计算奠定了基础。1952年诺贝尔物理学奖授予他俩，以表彰他俩在核磁共振领域作出的杰出贡献。

起初，核磁共振主要用于有机物的分子结构研究。1971年3月，美国纽约州立大学教授雷蒙德·达马丁在《科学》杂志发表的论文提出，肿瘤组织与人体正常组织的核磁共振释放的能量不同，这为把核磁共振现象用于医学检测拉开了序幕。很快，达马丁研制出了核磁共振扫描仪，并于1972年3月17日向美国专利局申请了专利，该专利于1974年2月5日获得批准。令人惋惜的是，达马丁并未因发明核磁共振扫描仪获得诺贝尔奖。

1973年，美国石溪大学教授保

罗·劳特布尔和英国诺丁汉大学教授彼得·曼斯菲尔德改进了核磁共振成像技术，让扫描时间从几个小时缩短为几十分钟甚至几分钟，推动了核磁共振成像技术的临床应用。2003年诺贝尔生理学或医学奖授予他俩，以表彰他俩在核磁共振成像技术方面的重大贡献。

20世纪70年代末，英国艾伯丁大学医用物理学教授约翰·马拉德研制出世界上第一台全身核磁共振扫描仪“马克一号”，并把它安装在苏格兰艾伯丁皇家医院。1980年8月28日，“马克一号”对一患者进行了全身扫描检查，发现了胸腔肿瘤、肾脏病变及骨癌，这是世界上首例核磁共振临床医学诊断。随后3年，“马克一号”对1000名患者进行了检查。1983年，这台全身核磁共振扫描仪被移装在伦敦圣巴塞洛缪医院，在那里运行了10年。



核磁共振颅脑血管造影图像

4 靠接收人体内氢的信息成像

核磁共振重建图像依赖强磁场就像CT成像依赖强X光，但核磁共振成像技术要比CT成像技术复杂得多。

当原子核的质子数和中子数其中至少有一项是奇数时，质子同原子核一起旋转形成磁场，就像电流通过线圈形成磁场一样，根据安培定则（右手螺旋定则）可判断出N极和S极。

人体中具有磁场的原子核有很多，如氢、氮、磷、碳、钠、钾、氧、氟等，但氢在人体中的含量最大，约占三分之二，并且存在于各器官组织中，而且磁化率高，释放出的信号强，所以，核磁共振选择氢原子核成像。更准确地说，是利用氢最常有的同位素氕（氢-

1）成像，氕只有一个质子，没有中子，丰度高达99.98%。氕原子核只有一个质子，下文提到的氢质子就是指氕原子核。

读到这里可能有读者会问，既然人体存在很多有磁场的原子核，那人体是不是也有磁场？

人体是没有宏观磁场的，因为人体内各种原子核产生的磁场的极性是无序排列的，磁感应强度是个矢量，它们互相抵消，整个人体就不会表现出磁性来。

“矢量”是中学物理的一个基本概念，它有大小和方向，有正负之分，力就是矢量。与“矢量”对应的是“标量”，标量只有大小没有方向，无正负之别，能量就是标量。

6 核磁共振一定比CT好吗

公众有种对核磁共振的迷信心理，核磁共振比CT贵，就认为它一定比CT好。其实，核磁共振与CT各有各的优势，不能一概而论谁更好。

一般而言，核磁共振对人体软组织成像能获得更多的细节信息，但它对骨骼方面的病变检查不如CT。

核磁共振对中枢神经系统的病灶检查具有明显的优势，对脑部肿瘤、颅内感染、脑血管病变、脑实质病变、脑发育畸形等也具有较高的诊断价值，但对颅骨折、急性脑出血以及病灶钙化并不敏感。核磁共振检查眼、鼻、喉及颈部病变也优于CT，但对这些部位的骨质病变检查不如CT。另外，核磁共振无需使用造影剂便可得到血管、胆胰管、尿路等管腔造影，而CT造影必须使用造影剂。

CT扫描用时很短，几秒几十秒即可完成；但核磁共振扫描需要时间较长，需要几分钟到几十分钟，而且噪音很大，会给患者带来一定的恐惧感。正因为核磁共振扫描时间长，它不适合对运动器官的检查，如心脏。

核磁共振有一个操作优势，那就是，无需移动人体，只需要通过调整梯度磁场梯度和射频带宽，就可以对人体任何组织、任何断层和层厚进行扫描。

5 核磁共振成像基本原理

人体进入核磁共振扫描仪的超导磁场后，氢质子的磁场方向便与超导磁场平行，这种平行是动态平行，因为氢质子像陀螺一样，在自旋的同时也以超导磁场的磁力线为轴旋转，这也叫进动，进动频率是由外加磁场的强度决定的。处于低能级的氢质子与超导磁场方向一致，处于高能级的氢质子与超导磁场方向相反，但前者多于后者，这样人体就呈现出宏观磁场来，方向与超导磁场的方向一致。

通过调整梯度磁场梯度和射频带宽，可选定断层位置及层厚，然后用射频线圈向断层发射电磁波，当处于低能级的氢质子进动频率与电磁波频率相等时，便吸收电磁波能量发生共振，进入高能级；关闭电磁波后，那些参与共振的氢质子，便释放电磁波能量回到原来的低能级。

共振氢质子回到低能级时释放电磁波能量，而这种能量被氢

质子周围介质吸收呈现指数下降（驰豫），介质不同下降的快慢也不同。如果在某一时刻打开射频线圈，此时的射频线圈就成了信号接收线圈，把断层各体素上共振氢质子衰减的信号接收下来，经计算机计算，把体素信号对应到像素上，便可重建图像。

从上文可以看出，尽管人体内氢质子不计其数，但参与共振释放成像信号的氢质子并不多，其数量就是低能氢质子与高能氢质子的差数，仅占氢质子总数的百万分之几。

总之，核磁共振就是在强大磁场的基础上，通过梯度磁场和射频确定断层部位和厚度，再经过射频激发氢质子共振，去掉射频后被激发的氢质子释放能量，这些能量因周围介质不同而呈现不同的指数衰减，把这些衰减的信号接收下来，经过计算机复杂的计算重建灰级图像。

7 核磁共振安全吗

2017年12月9日，美国食品药品管理局提出，核磁共振的强磁场和射频能量会引起一些安全问题，美国每年有数百万例核磁共振成像，每年收到大约300例由此引发的不良事件。

核磁共振虽然不用X线，但却需要强度极高的磁场。地球表面的磁场平均是0.5高斯（Gs），1T等于1万Gs，而现在普遍使用的3.0T超导核磁共振扫描仪，其磁场强度是地球自然磁场的6万倍！在这样的强磁场环境下，磁性金属物质会像喷气式飞机一样抛射。

被检查的患者身体内不能有任何金属植入物，如血管支架、含有金属的义齿、金属节育环等，因为这些东西在强磁场下会发生移动，给身体造成伤害甚至是致命危害。如果患者说不清自己体内是否有金属植入物，核磁共振扫描前必须进行X线检查。对安装心脏起搏器的患者而言，不但禁止核磁共振检查，也禁止进入核磁共振检查室。

患者也不得携带任何金属器具进入检查室，如钥匙、手表、腰带、首饰等，因为金属



1988年，美国总统里根向核磁共振扫描仪发明人雷蒙德·达马丁颁发国家技术奖章

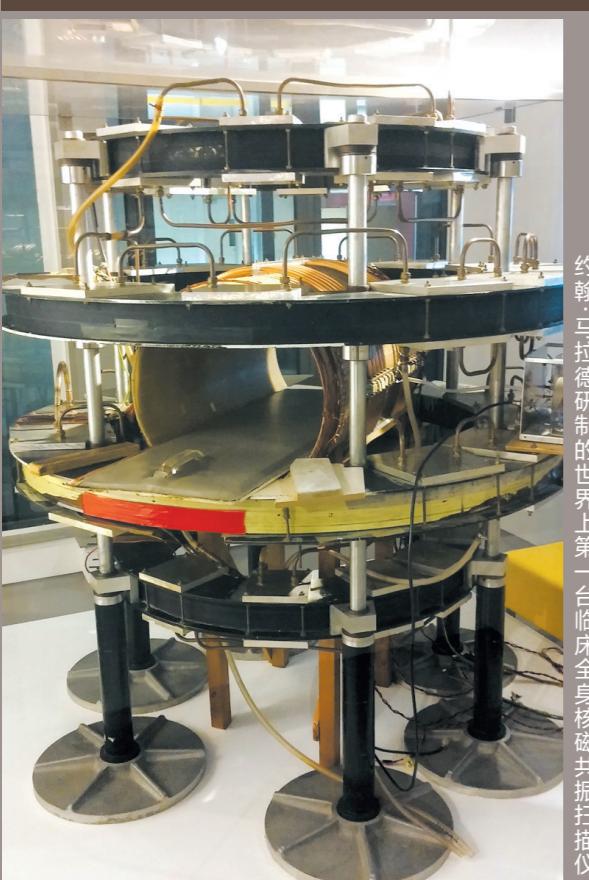
物品在强大磁场作用下会飞射出去，伤害患者并损坏仪器。把银行卡等磁卡及电子设备带入核磁共振检查室也会受到损坏。

核磁共振扫描时会产生很大的噪音，为保护听力，检查医师要为患者戴上耳塞。

核磁共振的射频能量会加热患者身体组织，会让患者感到不适。

另外，液氦不但超低温，也具有毒性，泄漏后会给接触的人造成冻伤、中毒等伤害。

和CT一样，如果想获得更清晰的图像，就必须使用造影



约翰·古拉德研制的世界上第一台临床全身核磁共振扫描仪

3 超导磁体是核磁共振的核心

核磁共振扫描仪外形与CT扫描仪差不多，但前者比后者要大得多，价格也更昂贵。

核磁共振扫描仪包括磁体系统、梯度磁场系统、射频临场系统、计算机系统和控制台等几大部分组成，但核心是磁体系统，它是核磁共振成像的基础。

磁体系统就是产生强磁场的系统，最初由永磁物质产生，呈开放式的U形，它不需要电即可产生永久磁场，运行成本低，但体积庞大，磁感应强度低，大多已被淘汰。目前，核磁共振扫描仪的磁体基本上都是由超导线圈产生。

要想让金属线圈超导，就必须获得超导低温。液氦（主要由美国生产）可以提供接近绝对零度（-273.15℃）的低温环境，线圈置于这样的低温环境里出现超导现象，也就是电阻为零。超导线圈被外部电流激发后，因没有电阻也就不存在能量耗散，无需外部持续供电其内部电流也会一直流动下去，从而产生强度不变的永久磁场。

我们说“强度不变的永久磁场”只是个理论值，由于超导线圈导线长度几十公里，这么长的导

闵子骞与继母的故事

□赵盛基

闵子骞，春秋时期鲁国人，他8岁丧母，为了照顾年幼的他和哥哥，父亲另娶，他和哥哥就有了后母。后母又生了两个儿子，一家6口生活在一起。

由于生活清苦，后母就有偏心，对于亲生儿子，后母百般疼爱，而对非亲生的闵子骞和哥哥则非常刻薄。闵子骞并不计较，而是默默地忍受了。

冬天到了后，后母给四个孩子都做了御寒的棉衣。父亲看在眼里，乐在心里，四个孩子终于有相同的待遇了。但他有所不知的是，四件棉衣虽然表面一模一样，里头却大不相同。

一天，天寒地冻，滴水成冰，父亲领着闵子骞和两个弟弟外出，让闵子骞骑车。开始，闵子骞还不觉得冷，可是，时间久了，他浑身都被冻透了，手也被冻僵了，结果马缰就脱手了。

父亲见状，吼道：“你穿得这么厚，怎么还能冻得连缰绳都拿不住？”于是，不由分说，拿起鞭子抽打闵子骞。几鞭子下来，闵子骞的棉衣被打得开裂了，纷纷扬扬地从里面飞出了许多芦花。父亲大吃一惊，芦花怎能保暖呢？他随即撕开两个儿子的棉衣查看，结果全是崭新的丝絮。错怪了儿子，他悔恨极了。

回到家，父亲怒不可遏，一纸休书就要把闵子骞的后母赶出家门。闵子骞拉住哭啼喊的后母，向父亲求情，请求不要赶走后母。父亲不听，闵子骞一下子跪倒在父亲面前哀求着给父亲算了一笔账，他说：“妈妈留在家里，我只与哥哥两个人冷；如果妈妈走了，我们哥四个都得冷。”听了他情真意切的话，父亲沉默了，后母则被感动得热泪盈眶。父亲最终没有把她赶走；从此以后，她对四个孩子一视同仁，同样疼爱。

人心都是肉长的，人心换人心，再坚硬的冰也会被融化，再冷酷的心也会被焐热。

帮贝多芬转过身来的人

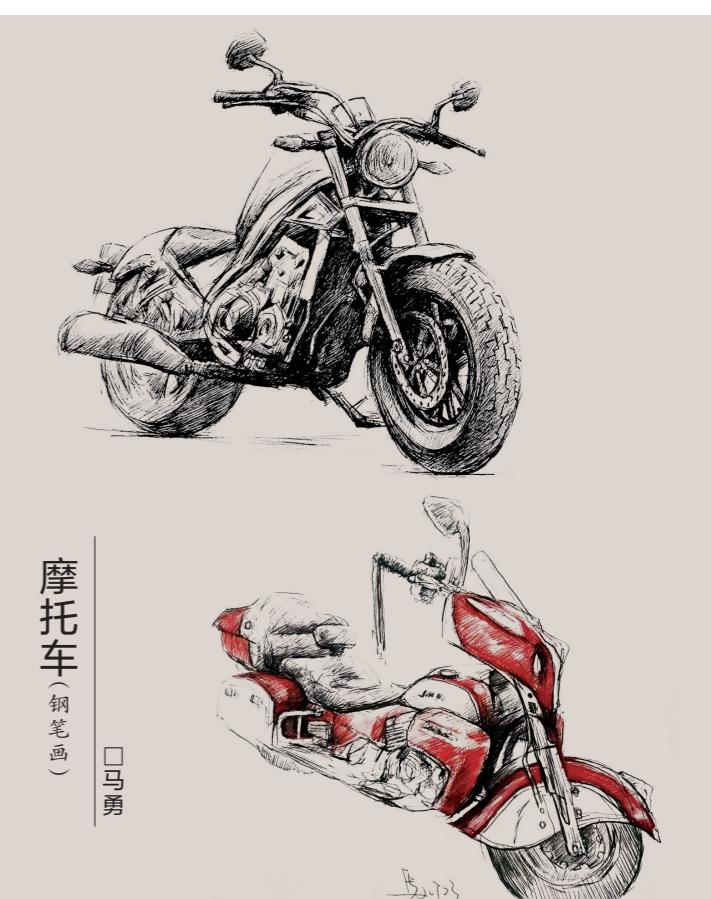
□夏建清 编译

贝多芬的大部分传世之作均在其失聪之后写就。他内心深处的音乐，从来没有因为自己所处的无声世界而寂静，苦难中有了音乐的陪伴，其人生便有了意义。

贝多芬的第九交响曲的最后一部乐章，是为德国著名诗人席勒的诗歌《欢乐颂》所谱的合唱曲，贝多芬认为《欢乐颂》是对人类手足之情的赞美。

1824年5月7日，第九交响曲首次面世，贝多芬亲自指挥，因其失聪的原因，剧场安排了一位辅助指挥。当《欢乐颂》演奏完毕，观众爆发出如雷般的掌声，贝多芬没有转过身，因为他听不见。

这时，合唱队中一名演员向



摩托车
(钢笔画)
□马勇

寻觅广东百岁老人长寿的秘密 7

□月同

懂中医也喜欢写字画画

“大国点名，没你不行。”全国第七次人口普查在庚子年展开，我有幸作为参与者，见证了一批广东老人跨进百岁寿辰之列。

百岁老人小资料：
姓名：甘玉奇。性别：男。出生年月：1915年10月（105周岁）。民族：汉族。户口登记地：中山市南朗镇。受教育程度：小学。是否识字：是。探访时间：2020年12月15日。

这天，我们再次来到中山，拜访了三位百岁老人。

我们首先去南朗镇合里树坑村，探望一位105岁的甘玉奇老人。

在村委会工作人员带领下，我们来到老人家。老人正安静地躺在沙发上闭目养神，老人的孙子把他扶了起来。老人的身体还很硬朗，精神不错，皮肤白皙，只是耳有点背，坐起后静静地听我们讲话。

“你爷爷的长寿，会不会和他懂医有关？”我问老人的孙子。“我觉得有挺大的关系。我爷爷懂中医，平时比较注意养生，平时不抽烟不喝酒，注意休息；同时，他还有一些自己的爱好，喜欢写写画画，后院墙上的壁画和亭子上的字，都是他的作品。”

在老人的孙子带领下，我们来到了后院，只见墙上画着一幅山水壁画，虽然画面已显陈旧模糊，但笔墨却颇见功力。旁边有些残破的亭子上，赫然见老人题写的“忘愁亭”三个大字。

在老人的孙子带领下，我们来到了后院，只见墙上画着一幅山水壁画，虽然画面已显陈旧模糊，但笔墨却颇见功力。旁边有些残破的亭子上，赫然见老人题写的“忘愁亭”三个大字。