

如果停放的自行车被人碰倒或被风吹倒，应采取什么措施？一般人采取的措施是：将倒在地上的车子扶起来，检查一下有无碰坏之处，然后放置得更稳一些。

然而，依我之见，如果地面干净，倒在地上的自行车又不妨碍别人的话，那么不妨就让它倒在那儿最好。原因很简单：倒在地上的车不会再倒了，因而不会引起新的磕碰。而原有的碰伤，如果有的话，将其扶起来也于事无补。

但是，这个看起来简单的问题，包含着什么物理学的道理，又蕴含着什么深刻的意义呢？

让我们看一看，一辆自行车垂直于地面放在那里。这时，它的重心的垂线通过支点。如果没人碰它，它不会倒。如果一个人碰了它一下，使它向侧面倾斜了5度角。在这个位置上，它重心的垂线仍然通过支点。这时，它往回摆了一下，又回到原来的垂直位置，没有倒。第二个人又碰了它一下，使它倾斜到10度以上。这时，它的重心垂线超过了支点，车子不再往回摆动，而是径直倒下，直到倒在地面上为止。也就是说，如果车子倾斜的范围在 ± 10 度角以内，它就不会倒。这个角度范围，我们称它为稳定区域。超过这个范围，它就进入不稳定区，就会倒地。

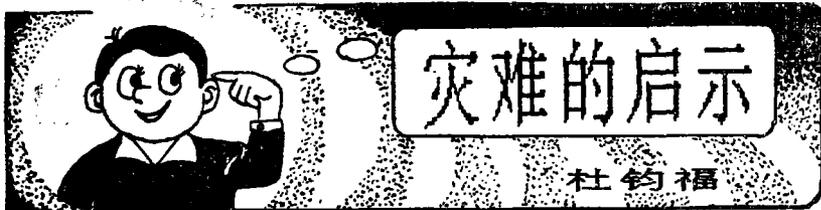
我们再看看，车子处在稳定区内和不稳定区内，它的运动有什么不同。如果它处在稳定区内，譬如说，倾斜在10度角以内，那么，当暂时的外界作用力消除以后，它向平衡的方向运动。也就是说，它的运动方向有助于消除使它产生运动的原因。如果它处在不稳定区内，它运动的结果离平衡越来越远。这时，它运动的方向使引起它运动的原因加强。

一般来说，当一个系统处在稳定区域时，它可恢复到初始平衡状态；如果它处在不稳定区域，它只能离初始状态越来越远。

对这个问题我们还可以作进一步的考查。

我们说，不稳定的运动，其方向是加剧了引起运动的原因，正如一辆自行车在向下倒的过程中所发生的那样。但是，谁都明白，这个过程并不能永远这样进行下去，自行车倒下的过程进行到它倒到地面上为止。自行车倒在地上后，这一不稳定过程就结束了。而新的状态是一种新的稳定状态，甚至比原来的初始状态更稳定。

因此，我们似乎可以把不稳定过程中正在进行的状态和整个不稳定过程区别开来。对于正在进行中的不稳定过程，它的运动加剧了引起运动的原因。但整个不稳定过程的最后结果却消除了原来引起运动的原因。在自行车的例子中，可怕的是过程本身（可能把车碰坏），而不是过程结束时的状态（如果地面没有积



水)。因此，如果我们把诸如此类的人们不期望的不稳定过程称为灾难的话，那么，我们从灾难产生的后果或许可以找到克服这一灾难的办法。

为了证明刚才讲的道理不都是空谈，让我们再举一个例子。众所周知，美国有一个“星球大战”计划。在这个计划中，有一种新式的空间武器占据着重要地位，称为电磁轨道炮。

电磁轨道炮主要组成部分是直流电源、两根平行的导轨，以及可在两导轨间滑动的抛射体。操作时，使强大的直流电流从一根导轨经过抛射体流到另一导轨。这一强大电流构成一个回路，产生了与导轨平面垂直的磁场。这磁场与流经抛射体的电流相互作用，在抛射体上产生了强大的推力，使其沿导轨加速，最后将其抛射出去。这样的轨道炮可把物体加速到每秒几公里的速度。

这样一种新式武器与激光、微波等武器有一个显著的不同，就是它的电磁相互作用绝对不是新的发现，而在100多年前就已为人们所知。1945年，当希特勒德国快要战败时，德国人就试验过这类武器，并企图把它用于战争。然而他们遇到一个原则性的困难：所加速的抛射体，或者说弹丸，如果质量很大，则不可能加速到很高的速度；如果它质量很小，则由于其电阻大，热容量小，强大的电流会将其烧毁。德国人未能解决这个难题，在战后的20多年里，也没有人能解决，因而这项技术毫无进展。到了1970年，澳大利亚的马歇尔教授终于解决了这个难题。他采用的办法，事后听起来象哥伦布竖鸡蛋那样简单：他选择了一种质量很小，电阻也很小的物质作为在两导轨间导电的媒质。这种物质就是电弧，或者说，等离子体。他把抛射体分为前后两部分。前面一部分是想要抛射出去的弹丸，一般由绝缘体作成。在弹丸之后，用金属片在两导轨间引一个电弧，作为导电及推动弹丸前进的介质。

1970年以后，电磁轨道炮技术在军事及其它领域得到迅速进展。德国人放在两导轨之间的弹丸被强大的电流烧毁以后，必然会在两导轨间形成电弧。因而，马歇尔教授所采取的方法，实际上是德国人的灾难所产生的后果。

有电器短路经验的人都知道，电弧的产生是个不稳定过程。一旦击穿，电流会迅速上升。对于不希望发生这一过程的场合而言，这一过程是灾难性的。然

而在某些情况下,它的后果提供了解决问题的钥匙。

所以,我们完全可以换一种思想方式。自行车之所以倒下,并不是来自自然界的惩罚,而是自然界对人类的提示:自行车还是倒着放最好。电磁轨道炮弹丸的击穿也是一样。总之,灾难本身就是自然界的一种演示。它告诉了我们应该怎样去作。我们应该领悟自然界的这种赐予。在电磁轨道炮上,这种领悟迟了25年。在另外一些问题,这种领悟很快。

在某些科学实验装置,如热核实验装置中,需要一种环形磁场。这样的磁场用一组线圈排列成环形而产生。这样形成的环形磁场并不是均匀的。它的强度与到中心对称轴的距离成反比。通过线圈的电流与磁场的方向垂直,因而受到沿半径方向向外的张力。由于磁场不均匀,这张力也不均匀,越靠近环中心越大。因而在环中心必须有支撑结构将这些线圈顶住。在支撑力和电磁力作用下,作用在线圈的局部应力可能非常大,有可能产生不稳定的变形,拿行话来说,叫做失稳。它会使线圈损坏。

自然界通过这一损坏,或者说,灾难,给了我们什么提示呢?似乎不太清楚。为了弄清这一问题,我们

把其中的一盘线圈做得象面条那样柔软,通上电,放在环形磁场中,看看它会变成什么样子。

这个实验作起来有点象扶乩。为了排除重力的影响,可使这一线圈放在一光滑的平面上。如果环中心有一个圆柱形的支撑物的话,那么这一柔软线圈在环形磁场中将形成一定的形状。由于线圈是柔软的,它不能承受剪切力,只受到张力。所以这样的线圈称为纯张力线圈。它的形状的数学表述可用方程来推导。如果把环形磁场的每一盘线圈都做成纯张力线圈的形状,它在磁场中产生的应力分布均匀。因此,在同样材料下,采用纯张力线圈会使环形磁场增大几倍。我们从中所得的好处也来自自然界的提示,因为这种纯张力线圈可视为圆形线圈失稳后变形的结果。

虽然获得的结论不能乱套,但从上述例子可以看到,在不稳定过程及其前因后果的背后,似乎存在着更深刻的道理。明白了这些道理,对科学及技术的研究也许有所裨益。同时,通过看来平凡的事物,培养自己抽象的思辨习惯和能力。而这种习惯和能力,比起积累知识来,至少具有同样重要的价值。

桌面上的对撞机

苏中启(译) 程鹏翥(校)

高能物理实验需要耗资惊人的粒子加速器。例如在美国得克萨斯正在建立中的53英里长的超导超级对撞机,需耗资80亿美元才能建成。但是依利诺阿贡国家实验室的物理学家们已经成功地试验了一种新技术,能显著地减少大型加速器的尺寸与成本。

采用这种称为尾流场加速(Wake-field acceleration)的新技术,能使6英里长的加速器胜任传统的周长为80英里的加速器的工作。在尾流场加速装置中,一束电子射入一陶瓷管中,当这束电子在管中飞过时,这些电子的负电荷在管子表面产生瞬间正电荷。此正电荷拖动一较小的第二束电子束,在第一批电子的尾流中于几个十亿分之一秒后注入管中,非常像卡车的滑动气流拖动紧靠其后行驶的汽车。结果第一批电子束通过它的“尾流”将一些能量传递给第二束电子。一台实验的桌面加速器在小于10英寸的距离内已将电子能量从1500万伏提高到2300万伏。尾流场加速器使得物理学家可以回答如何获得以前达不到的能量问题。

(译自《健康和科学进展》90年7—8月号51页)

·封面说明·宇宙三部分

本期封面十分形象地展示了我们的宇宙,它把宇

宙表现为三部分:内部空间,包括粒子、原子核、原子、物质态;生命物质,包括DNA(脱氧核糖核酸)、病毒、细胞、人体、生物圈;外部空间,包括太阳系、附近的星星、银河系和星系团;若以人体为中心,两边分别趋向于无限小(粒子)和无穷大(星系团)。最后,无处不在的宇宙微波背景辐射实现了无穷小和无穷大之间的连接。

(马基茂、童国梁提供)

代邮: 欢迎订阅本刊1992年合订本,每本20元;欢迎订阅1993年增刊,每本6元。可通过当地邮局汇款至:北京918信箱秋埔收

(上接第24页)

塔姆的儿子小塔姆(E. I. Tamm)为高能物理所所长。全所约200人。在1947—1948年期间从事原子弹研究,近年才对外开放,与西欧中心(CERN)德国DESY实验室和美国FNAL等都有协作关系。主要研究的领域是加速器技术、高能和中能核物理及粒子物理、以及同步辐射。该所有一台1.2GeV的电子加速器,研究电子与液氦和液氘的相互作用,以及 γ 光子与 ^{12}C 的相互作用,用NaI晶体测量。

俄罗斯的高能物理研究,不论在理论方面,还是加速器技术和探测器方面都有雄厚的基础,国际协作也十分紧密。目前,由于经济原因缺乏科研经费,但仍然是高能物理界的一支重要力量。各研究所对与中国的协作也十分感兴趣,值得我们重视。

代邮 1993年增刊拟出版,需购者请按每本6元寄往:北京918信箱秋埔收