

高速气垫列车与磁浮列车

火车和其它车辆一样，是利用车轮行驶的。火车的轮子不断地在钢轨上滚动，推动列车飞速前进。然而，车轮对列车的高速行驶也会带来不利影响。

1997年4月1日，我国铁路运输客货车全面提速，列车的运行速度最高可达每小时140公里，大大缩短了旅客花费在旅途上的时间，不少长途客车可以做到朝发夕至或者夕发朝至，使铁路运输向现代化方向迈出了一大步。

然而，快速行进中的火车，车轮和钢轨会产生猛烈的冲击和磨损，引起列车强烈的震动，发出很强的噪音，从而使乘客感到不舒服。不仅如此，由于列车在行驶中所受到的阻力（空气阻力和摩擦阻力）与速度的平方成正比，速度愈高，阻力愈大。所以，在利用车轮滚动行驶的条件下，当火车行驶速度超过一定值（每小时300千米左右）时，就难以再提高了。

但是，人们总希望火车的速度越快越好。怎样解决这个矛盾呢？有些人提出：把妨碍列车速度的车轮甩掉，设法使列车像飞机在空中飞行一样，在钢轨上腾空行驶，不就克服了轮子所带来的各种缺点了吗？于是，没有轮子的火车便随之诞生了。

火车头和车厢都很重，如何使它们腾空而起呢？科学家们通过研究试验，提出了两种解决办法。

第一种解决办法是，利用功率很强的航空发动机向轨道上喷射压缩空气，使列车的车底和轨道之间形成一层几毫米厚的空气垫，从而将整个列车托起，悬浮在轨道上。再用装在后面的螺旋桨式发动机推动列车前进。这种火车通常叫做“气悬浮列车”。由于它好

像被气垫托起来一样，所以也叫做“气垫列车”。

法国是世界上最早修建气垫列车的国家。20世纪60年代，在巴黎和奥尔良郊外建成了两条气悬式铁路，一条长18千米，另一条长6.7千米，曾进行了多次运行试验。列车的试验速度为每小时200千米至422千米。1969年，在奥尔良郊外使用的气垫列车长26米，宽3.2米，高4.35米，重20吨，可乘80人。

后来，英国也进行了气垫列车试验。

第二种办法是，利用磁体同性相斥的原理，使车体在轨道上悬浮起来，再用发动机推动列车前进。人们把这种列车叫做“磁浮列车”。

磁浮列车是在列车的底部装有用一般材料或超导体材料绕制的线圈，而在轨道上安装环形线圈。根据法拉第电磁感应定律，当列车底部的线圈通入电流产生的磁场线被轨道环形线圈所切割，就在环形线圈内产生感应磁场，它与列车底部的超导线圈所产生的磁场同性相斥，就使列车悬浮起来（通常可向上浮起100~150毫米）。由于磁浮列车不存在车轮和轨道之间的摩擦阻力，因而可使列车的速度达到或超过每小时300千米。

磁浮列车的行驶速度非常快，而且运行平稳、无噪音，还可节省大量的电能。由于它的速度可与一般飞机的速度媲美，因而被人们称为“飞行列车”或“超特快列车”。乘坐这种列车，使人感到既舒适又安全。在车内听不到单调刺耳的车轮撞击声，即使行驶速度很高时，乘客也会觉得像坐飞机那样平稳。它的速度可达每小时500千米以上，从北京到上海的距离约1600千米，如果乘坐这种没有轮子的火车，只要3个多小时就可驶完全程，比普通火车快五六倍。

磁浮火车是20世纪60年代开始研制的。世界上第一条实用性

的磁浮铁路建在原联邦德国的汉堡市展览馆至展览广场之间，全长 908 米，轨道为高架桥式。磁浮列车长 26.24 米，可载客 68 人。它可浮离轨面 10 毫米运行，最高时速为 75 千米。

1979 年 12 月，日本研制成的磁浮列车进行了一次运行试验，时速达到 504 千米。试验是在日本宫崎县日向市的铁路试验中心进行的。所用的试验列车长 13.5 米，高 2.7 米，宽 3.8 米，重 10 吨。试验时，列车先经过一段短距离行驶，获得起始速度后，列车便在导轨上（通常为单轨，也有双轨的）浮升 100 毫米，并快速向前飞驰。

磁浮列车在悬空行驶时，是不使用车轮的。但在起动或刹车时还需要用车轮作辅助支撑物，以保持车体的稳定和安全。与飞机在起降时需要轮子一样，在目前情况下磁浮列车还不能完全甩掉轮子。

用一般材料制成车体底部线圈，增加了车体的重量。如果采用超导材料制作，就能减轻车体重量，从而提高车速和运载能力。日本研制的磁浮列车最先采用了超导材料，因而日本的磁浮列车的性能比较先进。

磁浮列车的车体构造是密闭式的，而且车体外形各部分都力求平滑，例如厢板用铆钉的部位都改成焊接方式，车窗与车厢板应密接，没有突出的楼等。这样可减少空气对车体的阻力，有利于提高车速。

磁浮列车的车厢内部，现代化设备比较齐全，有自动报站的屏幕，每个座席备有读书看报用的台桌，还有空调设备和电视机等，使乘客感到舒适、方便，好像在家里一样。

目前，世界上已有英、德、俄、日、韩等国拥有这种列车。我国是第 6 个研制磁浮列车的国家，标志着我国磁浮技术的研究和应

用已达到国际先进水平。

我国西南交通大学从 1986 年开始就对磁浮列车进行研究。到 90 年代初，他们研制成了磁浮列车载人试验车，并进行了运行试验。这种磁浮列车的悬浮间隙为 8 ~ 10 毫米试验运行时速为 30 千米（试验线路长 43 米）。1995 年 5 月，我国国防科技大学对所研制的单转向架载人磁浮列车进行了试验。这台磁浮列车长 3.36 米，宽 3 米，轨距 2 米（双轨）。这些磁浮列车的研制和试验成功，将对改变我国铁路运输面貌起到积极的推动作用。

随着经济的迅速发展，必然导致人口的城市化。目前我国城市人口不到两亿，而到 2000 年时将会增加到 3.6 亿。这种人口城市化的结果，将使本来就很紧张的城市交通问题显得更为突出，环境污染也会更加严重。发展磁浮列车可在一定程度上解决这些矛盾。

磁浮列车的运行速度可达每小时 100 ~ 500 千米。可以根据不同情况来选择合适的速度用于城市运输（时速 120 千米）、城郊运输（时速 250 千米）、城间运输（时速 500 千米）以充分发挥它的优越性。

据研究试验表明，对于 200 ~ 600 千米的中距离运输，时速 300 ~ 500 千米的磁浮列车比其它任何类型的运输方式都更节约能源和时间。飞机的时速虽然为 900 ~ 1200 千米，但能源消耗却是磁浮列车的两倍多，而且进出机场的时间远超过实际飞行的时间，总的旅行时间要比磁浮列车长。飞机还经常由于气候原因而不能按时起飞甚至停飞，而磁浮列车则是全天候的，受气候的影响小，而且安全得多。

另外，高速磁浮列车的噪声约为 65 分贝（相当于人说话的声音）而传统的高速铁路运输的噪音达 80 ~ 85 分贝。磁浮列车在低速（150 千米 / 小时以下）运行时，其噪声更低，可降低到 10 分贝

左右。而在这一速度范围的其它城市交通车辆，如高架列车、无轨电车、公共汽车等，在距离 0.2 米时噪声可达 70 ~ 80 分贝。

从能源消耗来看，由于磁浮列车运行时车厢不与导轨直接接触，因而非超导磁浮列车的能耗比普通火车低 20% ,比汽车低 50% 以上。

2003 年，在德国建成世界上第一条城市间高速磁浮铁路，它将柏林与汉堡直接连接起来。铁路全长 2085 千米，列车运行时速 420 千米，运行时间为 53 分钟。德国法兰克福计划修建环城磁浮列车线路以解决城市交通的拥挤问题。日本准备修建东京至大阪的磁浮列车线路，全长 500 千米……这一切表明，磁浮列车将会得到迅速发展，并具有广阔的发展前景。

沪宁杭列车未来的风采

我国上海到南京的快速列车开行以来，受到人们的普遍关注，已成为展示现代化铁路列车风貌的“窗口”。而以高新技术装备的沪宁杭列车在 2000 年开始运行，在人们的眼前展现出令人惊喜的风采。

首先映人人们眼帘的是这种准高速列车高雅的外观。这种时速达 160 千米的现代化列车的外表漆成白、绿、蓝三色相间的色调，给人一种明快流畅的感觉。

这种列车车厢内的座位是类似飞机座舱的高背沙发和淡紫色的靠背，以及洁白枕套，两座一组，与浅绿色的车顶音乐系统可同时播放 3 套立体声音乐节目和转播 3 套广播电台的节目，内容十分丰富。列车上设置的闭路电视系统可为旅客提供各种影视节目和转播电视台播放的电视节目。像现代客机一样，在车厢的每个座椅背后

都设置有 1 个 5 英寸的彩色电视显示屏幕，列车闭路电视系统既备有闭路电视节目，也有 2 套无线电视频道，供旅客随意选用。为了不影响周围的旅客，电视节目的伴音由设在座椅扶手上的耳机插孔来提供。

在车厢两端还装有信息显示装置，为旅客及时提供所需的各种旅行信息，如向旅客发布列车沿途到站时间、中转车站换乘列车的车次和开车时间、列车晚点情况、餐车菜单与供应时间，以及广播电视节目预告和各种临时性通告等，使旅客一目了然，以便及时做好各种准备。在车厢的外面还装有信息显示装置，主要为月台上等候乘车的旅客提供有关的信息，如显示本次列车的车次、本车厢的车厢号、车厢等级、车厢内预留座席数量和沿线停靠站名、终点站等情况，使上车旅客避免出现各种差错。

旅客在旅行中随身携带的各种贵重物品或机密文件。可方便地寄存在列车上设置的投币式或磁卡式寄存小柜内，以解除旅客的后顾之忧。在列车上还设置有电子游戏机、录像机、VCD 机等，可供旅客租用。另外，有的列车还配备有医疗、健身器械、儿童玩具等设施，可满足不同层次旅客的需要。

随着现代生活节奏的加快，旅客在旅途中需要及时处理各种业务，或者和亲友们进行联系。列车在这方面也考虑得乘客出入方便。座椅的旋转可以随意调节，既可由旅客根据需要自行用手调节，也可由列车员用电动按钮统一操作调节。每个座椅附设有一个脚靠、一个报刊夹和一个折叠桌。折叠桌平时藏在座椅的靠手内，在用餐或看书时旅客可拉出使用。在列车上还辟有独立的小型会客室，用透明幕墙与主车厢隔开，供旅客吸烟和会客使用。

列车的卧铺车厢采用包厢式布局，通常分成豪华包间，经济包间、公务包间、家庭包间和沙龙包间等。豪华包间一般仅设 1 个床

位，除各种旅行设施外，还配置有酒吧、图书室、电视、更衣室等小型生活娱乐设施；经济包间通常设置 2 个床位，并配有衣柜、书架、小垃圾箱、卫生间等；家庭包间设置有 4 个床位，除与经济包间的设施相同外，还设置了沐浴室。另外，车厢内还设有宽敞的公用休息室……整个列车完全像一个流动着的高级旅馆。

更令人感到新鲜的是，以往臭味扑鼻的直排式厕所已被一种装有集便器的新型厕所所取代。这种厕所将粪便自动收集后，采用化学药剂、物理脱水挤压等高科技手段处理粪便。这样，既不污染环境，又清洁卫生，没有异味。待列车到达终点站时，通过专用管道设施将列车厕所集便器内的粪便送到地面专用设施内进行集中处理。

列车上还设置有现代化的娱乐设施，其典型代表是 AV 音乐系统。它可以向旅客播放 4 个频道的高保真立体声音乐节目，也可以转播沿线各地广播电台播出的新闻和文体节目。在车厢每个座椅的扶手上都设置有 1 个耳机插孔、2 个节目通道开关和 1 个音量控制旋钮，供乘客收听选调。这种很周到，设置了诸如旅客公用电话、传真机、电子计算机等现代化通信设施，使旅客在高速行驶的列车上可以和世界各地及时用电话进行联系，并通过传真机将公文、信件、图片等各种资料传送出去，也可以在列车上接收来自世界各地的传真资料。同时，旅客还可以使用列车上的电子计算机查阅各种资料，设计各种图纸和编写各种文件，就像在自己的办公室里一样方便。另外，还可以通过电子计算机网络开设临时电子信箱来收发电子信函，甚至还可以通过它在列车上预订旅行目的地的住宿房间、餐厅座位和返程车票等，免除了一些不必要的麻烦。

在这种现代化列车上，还为公务出差的旅客提供了一个现代化的办公环境，除了上面所介绍的办公设施外，在公务包间和沙龙包

间内，配备有复印机、摄像机、放映机、打字机等现代化办公用品，还可举行小型会议、学术讨论、商务谈判等活动。如果需要时，列车还可以提供打字、速记和翻译等服务人员，为旅客开展商务活动或公务处理提供方便。

列车还为旅客的一日三餐作了周到的安排。带有酒吧、咖啡厅、卡拉 OK 厅的餐车，除了为旅客提供丰富多彩，美味可口的膳食、饮料外，还为旅客营造了一个叙情交友的氛围，在用餐过程中可联络感情和处理业务。另外，在列车上还设有别具风味的自助式餐厅，以满足不同旅客的需要。

在铁路现代化的进程中，领先一步的沪宁杭现代化列车为人们展现出高速列车美好的未来。

英法海底隧道高速火车

当你翻开欧洲地图时，就会看到，有一条长 450 千米。宽 34 ~ 225 千米的英吉利海峡，将英法两国隔开。海峡成了难于逾越的天堑，给人们的来往交流带来了不便。早在 18 世纪中叶，法国工程师尼·德斯马莱就提出了修建海峡隧道的设想。但由于种种原因，建造海峡隧道的工程几次开工又停，一直到 20 世纪 80 年代的中期，英法两国才重新商讨筹建计划，确定了海峡隧道切实可行的施工方案。

这座海峡隧道建在英吉利海峡最窄处的英国多弗尔和法国的加来之间。隧道全长 49.26 千米，其中有 37 千米位于海底 40 米深处的白垩岩中。两条隧道直径均为 7.3 米。一条供巴黎至伦敦的客、货列车通行，另一条供穿梭列车运营（专门载运乘汽车穿越海峡的人员及车辆）。在两条隧道间，每隔 375 米有一条直径 4.5 米的

服务隧道与主隧道相通，以供通风和维修使用。隧道从 1987 年 7 月开始动工，共用了 6 年时间，于 1993 年竣工通车。这样，昔日天堑变通途，高速火车穿越海底飞奔，谱写出了人定胜天的新篇章。

横渡英吉利海峡，的高速火车，其最高时速可达 300 千米。从巴黎乘火车到伦敦仅需 3 小时，而过去用轮渡却长达 5 个多小时。穿梭火车运行时间为 26 分钟。两种隧道的客运量为 2400 万人次，货运量为 2600 万吨。随之，这座隧道也成为一条世界著名的海底铁路隧道。

英吉利海峡的高速火车外形呈流线型，大大降低了列车飞驰时所受到的空气阻力，加之使用了牵引力很大的机车和采用电子计算机进行自动操纵，因而火车的运行速度是很高的。

这种穿越海底的高速火车，不仅速度快，而且以乘坐舒适，多列 30 年代火车的榜首。它精心装备了减震设备，装有噪音低、震动小的新型空调设备，车上还设有电话亭。另外，头等舱的乘客还拥有一个“沙龙”。乘坐这样的列车使人感到舒适、方便。列车的外观设计也别具一格，车厢涂成清爽悦目的银白色和蓝色。车门的颜色随车厢的等级而不同，使乘客能很快找到自己所乘坐的车厢，每列火车由 10 节车厢组成，共有 485 个座位。它的最高行驶时速比法国东南部的高速火车还要高 30 千米，从而成为现代非磁浮高速列车中的佼佼者。

现代无人驾驶高速火车

人们乘坐火车，总希望能安全、舒适、迅速、准时地到达目的地。因此，提高列车的速度和自动化程度已成为火车今后发展的主

要趋势，世界上一些国家已在这方面取得了一定的成果。

法国研制成功的一种轻便自动火车，是一种自动化程度较高的火车。这种无人驾驶由设在远处的指挥中心计算机操纵的新型火车，能以每小时 80 千米的速度沿着地下圆型水泥隧道或高架铁路向前飞驰。它将是未来火车的有力竞争者之一。

这种自动火车由总控制中心统一指挥。在总控制中心，由两排电视屏幕组成了整个铁路系统的监视网。在火车站、隧道和车库安装了 250 架摄像机，所摄的图像由电视屏幕上显示出来，以便管理人员随时了解火车运行的全程情况。

火车运行时，按照储存的控制程序每 5 分钟开出一班车；而高峰时，每 1 分钟开出一班车。总控制中心的计算机与安装在火车和车站上的 200 台微型处理机相连接。如果发生事故，列车管理人员可以发出电子指令，使火车停止或减慢速度。在火车上还备有电话，供乘客随时使用。

这种与地铁列车相类似的无人驾驶火车，比普通的地铁列车快，而且结构紧凑。它的每节车厢的体积比巴黎普通地铁列车车厢小，然而客运能力却比后者高，因而可节约列车耗用的电能和降低桥梁、隧道的造价。它的车厢内整洁、明亮，各种现代化设备一应俱全，使旅客有一个舒适、安全的旅行环境。

实际上，这种无人驾驶火车行驶是十分安全的。在一次试车运行中，有一只鸽子攀上了高架铁路，踩到了自动指示仪，结果使火车被迫停驶。但是，控制用的计算机在 10 秒钟内就排除了干扰，并判定火车可以平安地继续行驶。于是，列车又飞快地奔驰起来。

随着电子计算机的普遍使用和远距离信息传输系统的建立，不仅火车由电脑自动驾驶，而且从售票、检票、旅客上下车、列车的运行管理、搬道岔、列车的到站停靠，以及车辆的调度管理和车站

的业务服务工作等等，完全实现了自动化。这不仅大大方便了旅客的乘车旅行，提高了铁路管理的工作效率，也充分显示了电脑在自动化管理方面的出色本领和今后发展的灿烂前景。

就以自动检票来说，代替人工检票的是一台工作严格细致的电子检票机。只要乘客将车票送入进票口处，它就很快核查并将票从退票口送出，乘客就可拿到票进站了。假若送入进票口的不是本次列车的客票或者废票，那么进站口的门立即就会关闭，并发出警报声。服务人员听到报警，很快就会出来处理。他们按下自动售票机上的按钮，不符合要求的车票就会退出来，进站口的门也随即打开，别的乘客就可以继续进站了。

这种自动售票机能严格把关的秘密，就在于在每张客票上附有一层记载有乘车日期、车次和车站等标记的很薄的磁膜。当将车票送进检票机后，检票机上的识别装置就将磁膜上记载的信息送入电子计算机进行判断，从而得出公正的结果，并作出相应的处理。

在不久的将来，火车将以崭新的面貌出现在人们的眼前，让我们迎接火车现代化的新时代的到来。

新颖的摆动式高速列车

人们从火车运行中发现，普通火车的速度之所以难以提高，主要不在于发动机，而是火车轮子的行驶速度受到了铁路轨道的限制。在火车速度比较低时，这种限制作用还不大明显。然而，当火车速度加快，特别是在时速超过 200 千米或 250 千米以上时，列车就变得不稳定，方向不好控制，特别是在弯道时容易脱轨，车轮产生的噪音很大，对钢轨的磨损也很严重，往往会突然发生严重事故。

解决这种难题的办法。一是建造一条笔直的铁路，这样火车就能轻而易举地达到每小时 300 千米的速度，而且列车行驶平稳，乘坐舒适、安全。但是这种铁路造价很高。例如，法国建造的巴黎至里昂的高速铁路，造价达 20 多亿美元。这条铁路确实平坦笔直，可它跨越了很多峡谷，穿过了许多山岭，需要建造大量的桥梁和隧道，甚至还毁坏了一些旅游风景区和名胜古迹。二是向空中发展，建造高架铁路。英国早在 1836 年就建造了格林威治至伦敦的高架铁路。当时，这条铁路要穿过市区，许多住宅和部门必须拆迁，而英国议会又规定铁路和公路在市内不能平面交叉。在这种情况下，为了提高车速，保证行车安全和减少拆迁，人们就想出了建造高架铁路。接着，美国在纽约市内也架起钢结构的立柱式高架铁路。由于这种高架铁路的噪音和震动都较大，影响周围居民的安宁，所以钢筋混凝土高架桥式铁路便应运而生。后来，还在高架桥的两侧设置了隔音壁，使噪声进一步减小。日本是建造高架铁路最多的国家，而且多为悬空型单轨高架车和独轨跨座型高架车。这些高架铁路的建成，有效地解决了日本一千多个道口的交通堵塞问题。其中，东京—大阪—博多之间建成的铁路新干线，全长 1078 千米，就有高架铁路 208 千米。当然，建造高架铁路的费用也是相当大的，而且列车和路轨都是全新设计制造的，建造时间也较长。

第三种办法最引人注目。这种办法比较新颖、实用。它不在难度大、牵扯面广的线路上打主意，而是另辟蹊径，在列车上挖潜力，即采用高速摆动式列车。这种摆动式列车既不需要将铁路的弯道变直，又不花费大量资金建造高架铁路，完全可利用普通铁路轨道高速行驶。

高速摆动式列车实际上是在普通客车的基础上加以改进而成的。它是英国铁道科学研究中心研制的，其特点是车厢不像普通客

车那样固定在轮轴上，而是采用一个 U 形托梁，车厢像秋千似地挂在支座上，支座又装在轮对的轴上，形成可以随着铁轨的弯度自动改变方向的活动轮轴。这样，当列车在弯道上行驶时，活动轮轴便能自动向弯道内侧倾斜而抵消离心力的作用，从而使列车能以较高的速度通过弯道，而且使乘客感到平稳、舒适。而当列车在直线轨道上行驶时，车体又能像“不倒翁”一样恢复原状。

这种摆动式列车为电动机车，1980 年 10 月首先在英国伦敦至格拉斯哥的电气化铁路上进行试验性运行。后来，意大利、西班牙和法国等一些国家也对这种新型列车进行研究，并作了改进，增加了电脑控制，使它进一步完善起来。

瑞典也采用这种摆动式列车，并投入全国第一条高速铁路运行中。这条从斯德哥尔摩到哥德堡的高速铁路，全长 450 千米。它原来是条普通铁路线，仅对弯道进行加固并将部分公路岔道改道。建立信号和调度系统后，列车运行速度就可达到每小时 160 千米至 250 千米。而且列车行驶平稳，噪声小。因此，这种列车引起了世界各国的注意，其中美国和澳大利亚已引进这一技术，并进行了试用，取得了良好的效果。

我国于 1998 年 5 月在北京进行了摆动式列车试验，时速达 200 千米。这种列车将投入广九、广深铁路线运行。

经过改进的摆动式列车，前面是动力车和控制车。当控制车进入铁路弯道地段，车上的“加速度”仪就测出了离心加速度，知道已进入了弯道。这时，控制车上的主控计算机对速度和距离进行计算，算出车体应倾斜多少。然后，它就发出指令给每个车厢上的受控计算机，通过受控计算机控制列车车体倾斜。控制信号是通过驱动一种叫“驱动系统”的装置来使车体倾斜的。

这种摆动式列车采用了现代高新科技，使它能安全、高速地行

驶。然而，它的可贵之处在于构思设计巧妙，利用普通铁路轨道可行驶高速列车。这对于目前还以普通铁路轨道为主的世界各国来说，无疑是一条建造高速铁路的捷径，具有一定的借鉴利用价值。同时，它也使我们看到旧轨驶新车所创造出的奇迹。

奇特的盐湖铁路

我国青海省都兰、格尔木一带，有一个世界最大的陆地盐湖，它东西长 168 千米，南北宽 20 ~ 40 千米，总面积约 5856 平方千米，储盐量达 500 多亿吨。这就是被称为“盐湖之王”的察尔汗盐湖。

这个盐湖的湖面上并没有像美国大盐湖那样一片汪洋的湖水，而是经过千百年的蒸发而干涸成的一层厚约 80 厘米的鱼鳞状坚硬盐壳，盐壳下面又是厚达 10 - 20 米岩盐层或卤水。由于长年的风吹沙掩，盐湖的湖面与周围的戈壁已浑然一色。

20 世纪 70 年代初期，在修建西宁至格尔木的铁路时，有 32 千米线路需要通过察尔汗盐湖。在盐湖上建铁路还确是件新鲜事儿，因为从来还没有在干涸的盐壳上修建铁路的先例。美国虽然早在 19 世纪就建成了通过大盐湖的盐湖铁路，但那是在盐湖中修堤道，再在堤道上用卵石筑路基而建成的，它在淡水湖泊中修建的普通铁路线路没有多大差别。因此，这在当时成为摆在铁路修建者面前的一道难题。

不用架桥，能否直接在盐湖上铺轨建铁路呢？科技人员进行了大量的调查研究，并进行科学试验，还考察了盐湖上的公路能长期通行的原因，最后得出这样的结论：盐湖面上的盐壳每平方米可承受 43 吨的压力，比一般土质的抗压力还强一倍多。这说明铁路完

全可以在盐壳上通过。

随后，铁路建设人员以创造性的智慧开始了盐湖铁路的建设。他们针对盐湖的不同地质结构，采取了不同的施工方法，把铁路修筑在湖面 32 千米和两岸 60 千米的复杂地段上。施工方法是，先用压路机将盐壳压实；然后用火药把线路两边的盐岩炸开，堆积起来作路基；再用卤水浇在上面，使其更加坚实；最后铺上石渣，就成了世界首创的盐湖铁路的路基。

在盐湖两岸 60 千米的铁路路基中，有 13 千米是细砂中含水量达饱和状态的地段。这些地段表面上是板结的，但只要稍加震动，便渗水变软，若直接铺轨就会造成下陷。针对用特制的震动打桩机把大量砾砂通过管道打进地下，以加大地层密度，从而提高单位面积的承载能力。经过 10 个多月的紧张施工，在这些地段上总共打进 5 万 6 千多根砂桩，灌砾砂 4 万 8 千立方米，终于解决了地层渗漏变软的难题，使铺轨工程顺利完成。

在盐湖北岸还有一些铺轨地段由于地下淡水的渗透而形成的大小不一的溶洞，它们像一个个陷阱直接影响着铁路行车的安全。筑路人员对这些有明有暗的溶洞进行逐段查找，共查出一千多个溶洞。在有溶洞的地方，他们用机械将盐层揭开，填进了不怕腐蚀的卵石和片石，再铺上碎石，构成深达几十米的“基石”，堵塞了隐患，保证了路基的质量。

在盐层坚硬的地段，也要打眼放炮，崩开盐壳，然后用机械压碎，再浇上卤水，使其溶解并经蒸发而硬化，从而增加路基的密实度。

另外，在有地下水渗透的路基一侧还打进一些排水管，以便将卤水引到远处蒸发，防止生成新溶洞。

铁路施工人员在高寒、缺氧、风大、干旱、饮用水极其困难恶

劣的条件下，艰苦地进行创造性的劳动，终于建成了世界上罕见的盐湖铁路。

这条奇特的盐湖铁路通车以来，路基一直平稳正常，从未发生任何事故。它的建成，是施工人员和科技人员运用科学技术创造的丰硕成果，也充分显示了中国人民的智慧和才能。

创奇迹的沙漠铁路

茫茫大漠似沙浪起伏的大海，只有被称为“沙漠之舟”的骆驼才能在沙海里奔走自如，成为昔日沙漠里唯一的交通工具。

随着科学技术的进步和社会发展的需要，人们已开始向大漠宣战，在沙漠中修建铁路。

滚滚黄沙形成了一座座流动着的沙丘，在沙漠里修铁路谈何容易？埃及曾修建了从亚历山大通向西部沙漠的马特铁路，但由于沙漠中温差大、雨量少、蒸发快，一遇强风，便黄沙蔽日，轻则造成机车和车辆的损坏。重则掩埋和摧毁铁路路基，影响铁路运行和造成列车行驶中断。因此，在沙漠中修建铁路的关键在于固定流沙，固定路基。不锁住“流沙”这个祸首，铁路就有可能被沙漠吞噬。

20世纪50年代，我国修建的包兰铁路，就是建造沙漠铁路成功的典范，被人们称赞为“世界奇迹”。

这条世界最有名的沙漠铁路，是1954年动工兴建，1958年建成通车的。它从内蒙古的包头，经宁夏的银川到甘肃的兰州，全长980千米。

包兰铁路有140多千米线路铺设在沙漠地带。它以首屈一指的铁路防沙工程闻名于世，并创造了治沙修路的好经验。这个沙漠地带位于宁夏中卫境内的腾格里沙漠和鄂尔多斯高原的西部，其中沙

害最大的沙坡头附近 16 千米地段是铁路的必经之处。在历史上，这里的流沙危害严重，埋没了数万亩良田，逼走了数以千计的贫苦农民，经常造成流沙吞村毁舍、沙进入逃的凄惨景象。

1953 年，包兰铁路勘测选线时，在沙坡头建立了防沙观测试验站（后改为沙漠科学研究所），专门研究流沙的综合治理问题。科研人员经过不断研究探索，向当地有经验的农牧民请教，终于找到了一种以种植沙生植物为主和设立麦草沙障为辅的固沙方法。

修建铁路前，腾格里沙漠一遇强风，便遮天蔽日，天昏地暗。铁路建成后，路基沿线两侧的方格沙障密布，黄柳、沙棘、沙拐枣等沙生植物丛生，形成了 40 千米长、500 米宽的绿色林带，像撒布了漫天的大网，有效地制止了风沙对铁路的侵蚀和危害。几十年来，正是由于密布的方格沙障和绿色林带强有力的固沙防风作用，才保障了包兰铁路的畅通无阻。来这里参观、考察的几十个国家的专家、学者，无不交口称赞中国铁路建设所创造的奇迹，并将沙头坡的沙漠科学研究所称为“沙漠明珠”，他们伸着大拇指说：“全世界将从中国沙漠铁路的创举中获得教益，看到了治沙修路的希望！”

孕育中的真空隧道式列车

1985 年 4 月 25 日，在美国马萨诸塞州理工学院的操场，一些参加隧道和地下交通国际会议的各国科学家亲自观看了一个有趣的表演：一个乒乓球在一瞬间被强力推送穿过一根长 290 米、直径为 50 毫米的塑料真空管道。代表们感到很惊奇，纷纷向表演者询问。这时，这个学院的弗兰克·达维逊教授说：“这项实验是根据真空状态下的电子磁力学原理设计的，而索尔特工程师早在 1978 年就