1 城市轨道交通的前世今生

1.1 轨道交通发展史

世界轨道交通自诞生之日起已有近 200 年的历史，它的发展大致经历了非机械时代（初始阶段）、蒸汽时代（成长阶段）、电力时代（成熟阶段）三个阶段。截至今日，世界上已有上百个国家的城市修建了轨道交通，并且还有许许多多城市的轨道交通正在筹建当中，线路总里程达数万公里，为客运交通和城市的经济发展做出了重要贡献。国外城市轨道交通的发展始于伦敦，之后快速影响了欧美国家乃至亚洲和全世界。城市轨道交通在缓解地面交通压力、疏散城市中心区人口、改善城市环境等方面发挥着极其重要的作用。

1.1.1 非机械时代

城市形成之前，人们居无定所，其交通工具多以人力、畜力为主，如人的肩挑手提、骑马、牛车马车等。我国在商代造车技术就已经相当成熟，到了秦汉时期，其工艺更是获得进一步发展，从秦皇陵出土的车马可以看出当时车辆的制作工艺已经十分完善，车辆和配件的制作十分精美。据史书记载我国在秦代就已经有四通八达的驰道，驰道开始兴建于公元前 222 年，比古代波斯修建的御道早了 200 多年。相当于今天的“高速公路”。驰道以当时的国都咸阳为中心，是秦朝的国道，主要目的有三个：皇帝出巡、军队行军和货物运输。现在在陕西、河南、河北等省仍然可以看到当时驰道的遗迹。但及至工业革命以前的城市，由于受制于技术这种交通模式没有获得根本性改变，人们对交通的追求也大多是在对车体舒适度上进行改进。



秦始皇陵彩绘铜质车马



井陉秦皇古驿道遗迹

与中国不同，早期西方工业技术的发展情况较好，19 世纪 30 年代前后，巴黎出现了一种马拉轨道车，铺设了专门的轨道，车轮行驶在轨道上，这种有轨马车有效降低了阻力，提升了乘坐舒适度和速度，其载货量双倍于普通马车，是对传统轮式交通工具的一次重大变革，也是有轨交通的最初形式。1832 年，约翰·斯蒂芬森在美国纽约第四大街建立了第一条市区有轨马车的线路，并运营达 3 年之久。这也是世界上第一条公共轨道交通。第一个提出将马车轨道嵌入路面的是法国南特人埃米尔·卢巴，根据这项发明，他于 1852 年负责修建了纽约 6 号街的马车轨道，这辆有轨马车为两驾马车，开有前后车门供乘客上下。这种有轨马车很快在美国发展了起来，1853 年，纽约市有轨马车的总运量达到 700 万人次，1860 年又猛增到 3600 万人次，平均每天约 10 万人次。1858 年 1 月，在费城的第 5 和第 6 大道之间也出现了有轨马车，两年后就发展到 12 条线路。在 1855～1860 年间，有轨马车线在美国得到了飞速

发展。到19世纪80年代中期，美国共有415个马拉街车公司，线路里程总长达到6 000英里，每年客运总量达1.8亿人次。当时一位人士指出“当代有轨马车是大都市发展最为不可或缺的条件之一”，这一时期，在美国的300多个城市中，共有525条有轨马车交通线路投入运营。美国城市地理学家戴维·沃得(David Ward)指出，在1850～1890年，“有轨马车是美国城市中最为重要的地方交通工具”。



观光用有轨马车

从本质上来看，受制于当时的技术条件，人们仅对车轮做出了改变，但这一简单的变化，对后来的轨道交通发展起到了不可估量的引导作用，成为后期公共交通的一种重要形式，促使城市交通进入了一个全新的发展阶段。随着工业革命的到来，城市轨道交通技术也迎来了一个快速发展的新时期。

1.1.2 蒸汽时代

自工业革命开始以后，城市内部交通变得越来越重要，逐渐开始成为维持城市经济社会活动和人们正常生活运转的必要前提。人们在关注各城市间交通的同时，也开始关注城市内部的交通。工业生产的发展，促进了交通运输事业的革新，提高货物、乘客单次运量和提高运输速度成为当时城市内部交通亟待解决的问题，因此人们一直在积极地改造交通工具。单次运量的提高、速度的提升，需要从车体、行走面和牵引物等多个方面来解决。在采用轨道方式作

为行走面后，行走面已基本达到了当时的技术极限，而对更强大“马力”的牵引物的研究，则在 18 世纪 70 年代获得了突破性进展。1785 年，瓦特制成的改良型蒸汽机的投入使用，提供了更加便利的动力，蒸汽机作为动力的交通工具得到迅速推广，大大推动了轨道交通的普及和发展。人类社会由此进入了“蒸汽时代”。

1804 年，英国人理查德·特雷维塞克设计制造的蒸汽机车“新城堡号”，是世界第一条成功行驶的蒸汽机车。

19 世纪，英国是世界上最发达的国家。19 世纪中期，蒸汽机车已经在英国普遍使用，各大城市间的铁路基本铺好。作为国际知名大都市，从全国各地通向伦敦的火车轨道一直铺到了城市的边缘，伦敦人可以轻松地到达英国各地，同时大量移民疯狂涌入伦敦。1800 年，伦敦人口仅为 100 万，而 1831 年，伦敦人口上升到 175 万，短短的 30 年间，人口几乎翻了一番。伦敦市区建满了大大小小的房屋，导致市区街道狭小杂乱不堪。但当时伦敦市内的主要交通工具还是马车，出租马车价格非常昂贵，城市交通的压力日增。

迫于市区环境恶化及交通堵塞严重，一部分相对富裕的居民搬迁到郊区居住，而白天再回市区工作，作为当时主要交通工具的马车，盛极一时。但伦敦周边郊区却没有直接通向市中心的便捷道路，造成了高峰时间出租马车拥堵的现象，而马匹粪便也进一步恶化了伦敦的生活环境。因此，市民交通出行成了当时伦敦的面临的一大难题。为此，伦敦市政府组织了交通委员会向伦敦所有人征集交通问题解决方案。有两个方案获得认可，一个是一位名叫查尔斯·皮尔森的律师提出了修建“伦敦中央火车站”的设想；另外一个是一群承包商提出的在地下修建一条轨道线路提案。不久，这两个提案被结合起来，形成了我们今天所熟悉的地铁的概念：在地下通行的火车。有意思的是，让火车入地的设想，最初却是人们受老鼠打洞的启发而产生的。无论如何，这是世界上第一次提出地下铁路的构想，没有人知道建成后效果到底如何，人们当时对此充满期待与困惑。

如此庞大规模的地下工程，也无先例可供参考，一切都是在尝试中探索，也正是这次成功的探索，为后来的地铁施工指明了发展方向，现今地铁的施工方式基本上都是在此基础上发展而来。而受制于技术水平的限制，当时的施工采用了“锄坑回填”的修筑方式。施工时，按照规划的线路，将线路所穿越地区及周边相邻的道路及地面建筑拆掉，然后从地面挖掘出一条足够宽、足够深

(宽约 10 米,深约 4 米)的大壕沟,再用黄砖对沟壁进行加固,然后搭成拱形的砖顶,建成坚固的地下隧道后,将土回填,在地面上重建拆毁的道路和房屋。这种施工方式逐渐发展为现今地铁施工所采用的“明挖”施工方法。

同样由于当时电力尚未普及,地铁建成后,所有地下铁路也都只能采用蒸汽机车。蒸汽机车必然会产生大量粉尘、有毒烟气,该类物质对人体健康非常不利,为此隧道建好后,还需要在隧道顶部钻出通风孔与地面连通,以方便废气的排放和新鲜空气的引入。该条地铁线路所采用的近乎原始的修筑方法,给伦敦的不少街区造成极大破坏。



世界上第一条地铁——伦敦“大都会”线施工

由于是第一次探索,人们尽管进行了大量的准备工作,但地铁在挖掘过程中还是遇到了不少麻烦。1862 年,当地铁挖到一条小河的岸边时,河岸发生了坍塌,工地灌进了两米多深的河水,脚手架横七竖八地泡在水里。幸好从那以后,地铁的修建工作并没有再出现大的纰漏。在如此简陋的施工条件下,1862 年,4.8 公里长、7 个停靠站的地下铁道基本完工了,这就是人类历史上第一条地铁——“大都会”铁路(Metropolitan Railway)。

铁路公司直接将地面铁路使用的蒸汽机车开进了地下,车厢是由木材制成的,客车车厢内使用煤油灯照明。开通首日,大约 40 名伦敦官员乘坐在没有顶棚的木制车厢里对地铁进行了第一次巡游。1863 年 1 月 10 日,地铁开放,当地居民争先恐后的去乘坐地铁,第一天的乘客总数就达到了 4 万人次。