

# ETT—引领 21 世纪的高速运输

博士 张耀平

(中国外运集团总公司, 北京 100044)

教授 梅绍祖

(北京科技大学, 北京 100083)

教授 曾学贵

(北方交通大学, 北京 100044)

**摘要:** 19 世纪汽车、火车的出现代替了马拉车, 20 世纪飞机的发明使运输速度比汽车和火车又提高 10 倍以上。20 世纪 60 年代, 有些研究机构通过理论分析, 提出了最高速度可达到 22500km/h 的 ETT—真空管运输系统的设想, 即运输速度比普通飞机再提高 10 倍以上。自提出设想以来几十年过去了, 建设 ETT 所需的工程技术、材料工艺、真空技术和自动控制技术等均已成熟。让我们肩负起历史的重托, 积极投身到 ETT 项目的实践中去, 迎接这场 21 世纪运输革命的到来。

**关键词:** ETT(真空管运输) 高速运输 实现周期 发展模式

## ETT—Lead the High—speed Transportation of the 21st Century

Dr. ZHANG Yaoping

(China National Foreign Trade Transportation (Group) Corp., Beijing 100044)

Prof. MEI Shaozu

(University of Science and Technology of Beijing, Beijing 100083)

Prof. ZENG Xuegui

(Northern Jiaotong University, Beijing 100044)

**Abstract:** In the 19th century, the coming of the auto and train superseded the carriage. In the 20th century, the invention of the plane increased the transportation speed about 10 times above autos and trains. In the 1960s, by theory analysis, some research department put up imagine that the transportation speed could reach 22500 km/h, which is 10 times of the speed of a plane. Up to now, the engineering technology, material craftwork, vacuum and auto—control technologies required for building the ETT have been mature. Let's carry on such a historic mission, devote into the practice of the ETT project and meet the forthcoming transportation revolutionary.

**Key words:** ETT (Evacuated Tube Transportation), high—speed transportation, period for finishing, development model

## 一、ETT 概念与技术特征

ETT 是英文“Evacuated Tube Transportation”(真空管运输)的缩写。由于地面高速运输系统要克服巨大的空气阻力,当速度超过  $500\text{km/h}$  后,空气阻力就非常巨大,所以人们产生了真空管磁浮线路的设想。

真空管道运输是一种新型的运输系统,所需能耗不到当前运输方式能耗的 2%,而且安全性更高、速度更快。凡是有道路存在的地方,就可以有两根管子,供两个方向旅行使用,可以在地上,也可以在地下。管中抽成真空,消除了空气阻力,类似飞行器的旅行舱(可容纳 2—8 人)在钢管中旅行。或者让旅行舱在接近无磨擦的磁浮状态运行。

ETT 是一种非常有效的运输方式,运营费将相当便宜。如果 ETT 以目前的速度运行,而且乘客愿意观看商业广告片的话,广告商即可支付他们的乘坐费用。即使不是这样,旅客所需支付的费用将低于当前运输方式的四分之一。如果旅客付出跟现在一样的费用,则可以比现在快得多的速度旅行。例如在 25 分钟内即可从纽约到达迈阿密,而且花费少于乘坐飞机的费用。总之,运行费用将极大地减少,完全可以抵消初期建设成本。

跟飞机的不同之处是,ETT 从本质上消除了撞机的可能性。另外,ETT 以连续方式运行,所以可以在你所期望的任何时候出发,而不用担心天气条件。ETT 具有环保的优点,建设 ETT 比建设一条公路对环境造成的损害减少 95%,而且对资源的消耗也少得多。就每人公里运输量而言,ETT 对环境的温室效应只有飞机和小汽车的 0~2%。野生动物可以自由迁徙,不受阻碍;动物将不会像今天这样因穿越公路而被车辆压死。ETT 对湿地、沼泽地的影响也较小,不会破坏自然水体和蓄水层。ETT 设施的使用寿命很长,所以维护费用很小,也使浪费达到最小。ETT 可以使用像太阳能、风力和水电这类可再生和无污染的能源。

乘坐 ETT 就像坐在很安静的飞机中一样,也许可以躺着看电影。在 ETT 中旅行比乘坐任何豪华轿车或飞机都要平稳,而且不会有在 32000 英尺高空的神经紧张感。视距离远近,ETT 的速度可以很方便地进行调整,相邻市镇间可以按  $300\text{km/h}$  的速度运行,国际间运输可以按  $4000\text{km/h}$  以上的速度运行,那么从华盛顿到中国北京只需 2 小时即可到达。而且不必浪费两个小时驱车去机场,因为不存在候车/候机问题,ETT 终端站占地面积将很小,可以在离市区不远的能在几分钟内到达的地方。

全世界每年花在运输上的费用为 5 兆亿美元,与此同时,我们已经创造了实施 ETT 所需的各项设备。例如,在各国都有成百上千的从事管道(pipelines/tubes)、真空泵和相关电子设备制造和安装的公司,可以说,我们已经有建设 ETT 所需的全部设备。

有些工程师建议,可以首先建造一条运送快递信函的 ETT 系统作为试验段,然后再发展成运送人的系统。建设这样一条 1 英里长的试验段,可能要花 6 个月时间,造价不超过 1 百万美元。

一条技术条件不高,速度为  $300\text{km/h}$  的 ETT 线路的造价大约只有一条四车道州际公路的 50%,而且维护费用不到该公路维护费用的 20%,在每一方向上,ETT 输送能力将超过 8 条公路车道的输送能力。运行 ETT 的总能耗将少于继续使用小轿车和飞机能耗的 1/20。

总之,跟现有的运输工具(飞机、火车、汽车等)相比,ETT 具有以下优越性:

(1) 快速。纽约—洛杉矶,45 分钟;华盛顿—北京,2 小时;本地旅行速度  $350\text{km/h}$ ,国际间旅行速度大于  $4000\text{km/h}$ 。

(2) 方便。连续运行,可以在任何时候搭乘、旅行,没有延迟与停止,到任何目的地均为直达。

(3) 高效。在一定速度下,只有当前运输能耗的 1%;材料节省达 90%;人力驱动下可达到  $300\text{km/h}$ 。

(4) 清洁。环境友好;使用可再生能源,可持续性;无任何对外噪声。

(5) 安全。消除了一切相撞的可能性;不受任何气候条件影响,不会因不良天气而中断。

(6) 现实可行。所有建设 ETT 的设备都是现成的;所涉及的各项技术都已投入商业应用<sup>[1]</sup>。

## 二、ETT 设想的提出与发展现状

### 1、美国兰德咨询公司的设想

早在 20 世纪 60 年代,美国兰德咨询公司通过技术分析,设想了一种高速运输工具——真空管运输系统,而且预计在 21 世纪可能成为现实。该设想的轮廓是:横贯美国东西,由纽约到洛杉矶修建一条长  $3950\text{km}$  的地下隧道,隧道内抽成相当于 1% 个大气压的真空,将磁浮系统安装在隧道内,悬浮力和驱动力都由超导电磁形成,在这种真空管道中,时速可达  $22500\text{km/h}$ ,这个速度实际受  $3950\text{km}$  加速和减速距离的限制, $3950\text{km}$  的一半用于加速,一半用于减速,中间速度最高为  $22500\text{km/h}$ 。即令采用中速

13000km/h, 平均速度为 6750km/h, 由纽约到洛杉矶也只要 36 分 30 秒的旅行时间<sup>[2]</sup>。

2、美国麻省理工学院最早提出 ETT 技术设想的说法

也有说法认为这一设想最早由美国麻省理工学院(MIT)运输系提出<sup>[3]</sup>。检索麻省理工学院研究方向与学术动态的最新资料, 没有发现该学院关于 ETT 近期研究的有关内容。

### 3、ETT 所处阶段及各国研究现状

由于受到当时技术条件和经济条件的限制, 对这种真空管运输的研究自提出设想以来少有人问津。几十年以后的今天, 随着计算机、自动化控制以及航天技术的日趋成熟, 人们意识到实现 ETT 的技术条件已经基本具备。于是, 世界各地的许多研究机构 and 专家学者对 ETT 再一次产生了浓厚的兴趣, 正在以极大的热情投入到这场即将到来的、并将改变人类运输面貌的 21 世纪运输革命中来。

其中, 最具代表性的是美国佛罗里达州 et3.com 公司(见 <http://www.et3.com>)的 CEO——Daryl Oster 先生。该公司由 Daryl Oster 创办于 1999 年, et3 代表“Evacuated Tube Transportation Technology (真空管运输技术)”。公司的根本目标是在尽可能短的时间内将 ETT 带给全人类, 基本使命是为全世界从事 ETT 研究, 以及关注和热心于 ETT 事业的人们提供交流与合作的平台, 共同推动 ETT 技术和将来 ETT 建设项目的发展与实现。Daryl Oster 已经就 ETT 框架概念和许多相关的细部技术, 申请了 PCT 国际专利公约组织的专利权, 专利覆盖了包括中国在内的 81 个国家(美国专利号: 5950543, 专利申请号: 948978, 专利发明人: Daryl Oster)。鉴于中国经济的持续高速增长和综合国力的不断加强, Daryl Oster 先生以及其他一些国外人士对中国发展研究并率先建设 ETT 的前景非常看好。

德国、法国、荷兰、日本等国家也开始了 ETT 项目的推动与研究。工作。(研究动态及相关内容可参见 <http://www.capsu.org>)<sup>[4]</sup>

有关资料表明, 中国最早记载与推荐 ETT 技术的是西南交通大学的郝瀛教授, 年过古稀退休在家的郝教授听到我国有人继续关注和研究 ETT 项目时, 感到非常欣慰, 并表示愿意尽他晚年之力给予力所能及的支持。北方交通大学、上海铁道大学、北京科技大学、清华大学、武汉大学、交通部以及其他单位的一些专家学者, 都对 ETT 在中国的发展和在尽可能短的时期内变成现实充满信心。中央电视台《走进科学》栏目亦计划制作一期介绍 ETT 技术的

专题节目。

## 三、ETT 的实现周期推断与发展模式探讨

### 1、人类历史上几次交通运输革命回顾

十九世纪, 汽车、火车的出现代替了马拉车, 推动了工业革命的进步, 带来了西方社会经济与物质文明的高速发展; 二十世纪初, 飞机的出现再一次带动了世界经济的发展, 改变了人类原有的运输模式、军事战略, 甚至政治格局。近年来, 计算机、航天技术和生物工程的进步日新月异, 人们对速度的需求越来越高。飞机的应用已经非常普及, 磁悬浮列车也正在进入社会经济生活。但是, 500km/h 的磁悬浮算不上很快, 而飞机不安全、运量有限、不方便和高能耗的弊端日益显现。那么, 进入 21 世纪以后, 下一个运输革命的目标将是什么? 可以看到, 美国兰德咨询公司几十年前提出的设想: 高速 22500km/h, 低速 4000km/h, 在千分之一大气压的真空管中运行的运输工具——ETT, 正在成为交通运输领域的研究人员和建设者们新的奋斗目标。21 世纪, 该是 ETT 变成现实的时候了。

### 2、大型工程项目与实验室尖端科技的实现周期比较

大型工程项目的实现中, 最大的障碍也许不是在技术方面, 而往往是组织运作不得力, 社会的认同与支持甚少。如苏伊士运河的开挖、英吉利海峡隧道的开通, 以及中国的磁悬浮列车、高速铁路和三峡工程等项目的实现, 几乎都经历了半个世纪甚至上百年的时间, 太漫长了。相比之下, 飞机、纳米技术、核技术和克隆技术等完成周期相对要短一点。因为这两类项目之间存在着一个性质上的区别, 后者两个人可以在实验室实现, 不需要征求他人的同意与意见, 政府和投资者的支持也不是必需的。而大型工程项目牵涉面太广, 影响因素多, 它的实现需要很多人甚至整个社会的关注与支持, 不可能靠个人在实验室实现。

### 3、10 年内实现 ETT 的可能性分析

谈到 ETT, 对其技术可行性以及最终的实现, 人们已经不再怀疑, 但刚刚接触 ETT 概念的人士最关切的一个问题是: 何时才能实现, 自己有生之年能等得住吗? 的确, 这是一个耐人寻味又很现实的问题。如果按人类历史上几个大型工程项目实现的周期来作经验推断的话, ETT 的实现从现在起算, 可能要到 2050 年以后才能实现。如果人们接受了这一历史经验, ETT 的发展将跟过去的那些改变了人类面貌的大型工程一样, 以悲剧式的历程, 以悲壮的姿态姗

姗姗到来。这将无疑成为人类历史上的悲剧事件。

这里存在着一个二难抉择或者说是悖论。因为公众的认知、意见与态度确实会影响一项大型工程实现的周期。从历史的经验中,大家不难明白一个道理,即:如果人们普遍相信 ETT 在 10 年内能够实现,那么对这项工程就会持肯定与支持的态度,不会因为自己等不住、感觉太遥远而漠不关心或者消极抵触,甚至持反对态度。当积极的认知成为社会共识之时,必然会引起政府、投资者、基金管理委员会和社会精英的认同与支持。于是,ETT 前进发展的步子会顺利得多,在 10 年内实现将成为真实的存在。

回首过去,1900 年,见过汽车的人不到总人口的百分之一。到 1935 年,99% 的马拉车已经被汽车代替。如今的人们对新技术新变化的排斥与拒绝比 100 年前要小得多了,当感觉到明确的好处时,现代人对变化的要求非常强烈。如果你,以及你所认识的人都来支持 ETT 系统(那怕是告诉别人这一概念),在 10 年内我们就可能享受到乘坐 ETT 的旅行。

#### 4、学院式研究与商业运作密切结合的发展模式

理论与实践的脱节是工程项目和科技难以迅速转化成生产力的一个主要制约因素。但是理论与实践如何结合并不是一件易事。在磁悬浮线路研究领域,西南交通大学是中国的先驱,但我们感到遗憾的是,研究的历程太漫长,而且当上海动工兴建之时,它没能在这一工程项目中占据主导地位。原因可能跟运作不力有关,这种情况下面临的困难必然是政府与社会的支持度有限,试验费用和研究经费不足。可以说,et3.com 公司的 Daryl Oster 为 ETT 的实现建立了一套较好的运作模式,为热心于 ETT 事业的人们提供了一个开放式的交流与合作的平台,在 et3.com 的经营理念下,凡参与者都可以享有股份,凡有贡献者都可以得到应有的补偿,凡有跟 ETT 相关的知识产权的单位或研究机构都可以迅速将其转化为生产力并享受现实利益。ETT 的初期发展阶段,理念的宣传与社会动员是最主要的工作。et3.com 公司的特许人制度是达到社会总动员目的的一种较好的实现形式。

### 四、对几个常见问题的辨析

#### 1、应该找政府与投资者

如果说一个大型工程项目的实现有五个阶段的话,得到政府批准许可和投资者接受投资签约应该属于五阶段中的第三阶段。第一阶段是由研究与咨

询机构提出设想,从兰德咨询公司提出设想至今已经过 30 多年的时间,ETT 项目已经完成它第一阶段的历程。从现在起,ETT 项目刚刚开始其第二阶段的历程,这一阶段的任务是开展大规模的宣传动员工作和 ETT 概念的推广,同时进行广泛全面的可行性研究与相关试验论证。第三阶段是找政府与投资者。第四阶段是,在得到政府批准和投资者的资金注入后,由建设单位启动工程的建设,完成施工工作。最后一个阶段(第五阶段)是竣工并投入营运,同时像 ETT 这样的需要进一步推广普及的工程项目,第五阶段还将完成在全球的普及和大规模的建设。

所以当有人说这种大型项目需要找政府和投资者,或者说这是政府或投资者的事情时,他们只谈到了五阶段的一个阶段。没有专家学者和研究人员的宣传介绍、可行性论证,以及有说服力的竭力游说,则不会有政府和投资者主动提议建设某一大型工程项目。当然,如果面临的是开明的政府和投资者的话,这一过程会大大缩短。我们的工程师们就不必再像清朝末年的那几位有识之士那样熬费苦心,为了启动中国的铁路建设,不得不以给慈禧太后在故宫中建一段玩赏铁路的方式来激发她对铁路建设的支持。

#### 2、人能否承受 2 万公里的高速

回答是肯定的:能。宇航员进入太空的飞行速度大于 22500km/h。其实给人体带来不不适感的压力主要是加速度引起的,宇航员在太空中所要克服的最大困难是失重。坐过飞机的人都知道,飞机在高速匀速飞行过程中,感觉跟在地面上一样,只是在起飞和降落时有不适感。另外别忘了,人类在地面上已经随着地球的自转以及绕太阳的公转在做高速飞行。

如果 ETT 采用跟飞机起飞时一样的加速度,那么人体的适应就不存在任何问题了。如按飞机的起飞速度为 300km/h,达到这一速度的加速范围为 1km 计算,ETT 只需 20km 就可以加速到 6000km/h。因为不存在飞机起飞时给人带来的超重压力,所以便不会有乘飞机起飞时的不适感觉。

#### 3、建设成本是否很惊人

不会的,ETT 的建设成本是比较低的。如按 6 英尺管径双方向计算,虽然对管道材料、真空保持、自控装置等技术要求较高,但由于工程量比高速铁路、高速公路、地铁等小得多,而且占地很少,所以每公里造价不会高于地铁、高速铁路和高速公路的建设成本。但建成后的通过能力比它们都要大,且运

营费用要低得多。

4、e3.com 公司对 ETT 的专利保护是否排斥其他机构的研究工作

不排斥,相反,是一种促进和带动作用。e3.com 公司的特许制度是一种开放式系统,能够把发展 ETT 所需的各种要素和力量聚合起来,使得从事和热心于 ETT 事业的人们都在 ETT 的发展过程中有所作为,克服以往研究单位之间保守、隔离的弊端,使大家在 ETT 事业中实现双赢、共赢。譬如你手中拥有磁悬浮、真空管道制作或自动控制方面的技术专利或研究成果,那么在 e3.com 中,其他特许人可能帮助你实现成果转化与专利转让,或者与其他人合作深化你的研究工作。

## 五、我国启动 ETT 研究与开发的重要意义

国际上,ETT 的研究与开发只是刚刚起步,在中国尚没有关于 ETT 的专门研究机构。如果我国率先启动 ETT 项目的研究,无疑将处于国际最前沿和领先的地位。我国启动 ETT 研究与发展将是对全人类的贡献,也许,江泽民同志倡导的中国跨越式发展的理想也将在 ETT 领域里得到实现。

19 世纪,美国最宏大的景观当属席卷全国的铁路建设热潮,投资者积极投资,政府不遗余力,甚至是压倒一切地支持和推动铁路建设。正是在这一过程中,美国经济实现了第一次飞跃。20 世纪前半叶,汽车和飞机工业成为美国最壮观的一幕,造就了像福特、波音这样的一大批业界巨头,再一次推动了美国经济的发展。

近年来,随着计算机、互联网以及电子商务的蓬

勃发展,人们已经发现,运输、物流与配送正在成为全球经济进一步发展的制约和瓶颈,每当谈到当今最热门的话题——电子商务,“物流、配送是瓶颈”已经成为口号。然而,我国近几年来各界、各层乐此不疲的物流热已显得十分乏力,五花八门的配送方式有时让人啼笑皆非。如何从根本上彻底解决运输、物流与配送问题,人们正拭目以待。看来只有靠一场运输领域的革命性改造才能真正解决当前发展中的问题。

还有人说,如果我们的政府和企业把用于发展汽车工业的精力和投资用于发展 ETT 和 ULS (Underground /Urban Logistics System, 城市地下管道物流系统),ETT 和 ULS 将在较短的时期内实现,而我们的城市和国家所面临的最严峻问题——生态环境破坏、大气污染、能源浪费、道路拥挤和交通安全等问题将迎刃而解。而这些问题的祸根都恰恰是令许多人为之倾倒的汽车,难道我们对这种困境和潜伏着危机的发展模式没有良策可图了吗?不是的,ETT 和 ULS 正在向我们召唤。

让我们以对社会、对祖国高度负责的精神,以及造福子孙后代和造福全人类的凛然大义,担负起这一历史的重托。

## 参考文献

- [ 1 ] <http://www.e3.com>
- [ 2 ] 郝瀛.中国铁路建设.成都:西南交通大学出版社,1988
- [ 3 ] 比尔工作室.科技新启蒙.北京:中国劳动与社会保障出版社,1999
- [ 4 ] <http://www.capsu.org>

## 作者简介

张耀平(ZHANG Yaoping),博士,毕业于北方交通大学,博士论文题目为“交通建设用地综合评价及优化”(国家自然科学基金资助项目),编写出版《国际物流学》(清华大学出版社,2000年4月)、《21世纪初美英澳运输与物流战略》(人民交通出版社,2001年9月),在国内外各类期刊、报纸上发表论文30多篇,现在中国外运集团总公司研究中心从事企业发展战略及市场研究工作,近年来在城市地下管道物流系统和 ETT 研究方面倾注了大量的精力。



(责任编辑:高利丹)