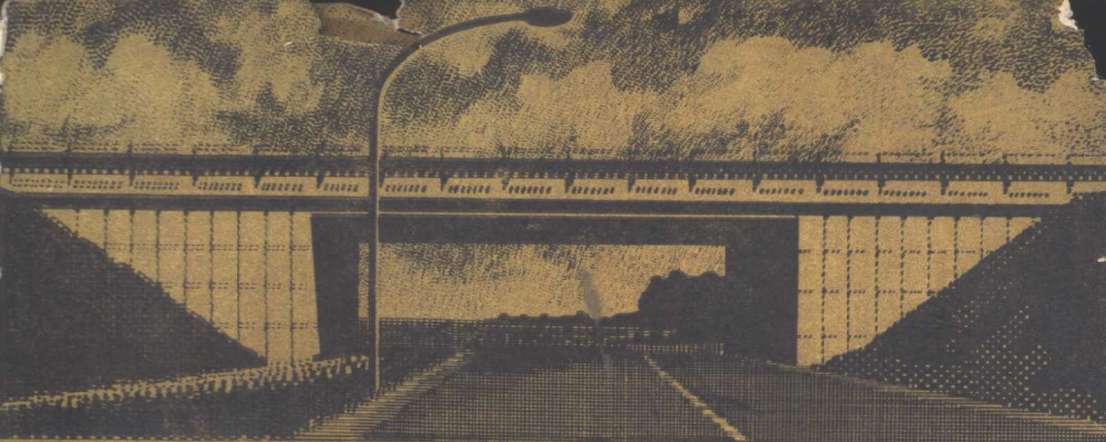




城市地道桥顶入法施工



CHENG SHI DI DAO QIAO
DING RU FA SHI GONG

冯生华 张孚珩 编著 中国建筑工业出版社

6971

U448

3

城市地道桥顶入法施工

冯生华 张孚珩 编著

中国建筑工业出版社

本书主要阐述城市地道桥顶入法施工几种类型顶进工艺的实践经验。内容包括：顶入法的工作原理和一次顶入法与分次顶入法、顶拉法、对顶法、门架顶入法及气垫顶入法等的具体应用。每种方法附有国内一些施工实例，并在部分章节里选入一些国外有关的经验。

本书可供城市建设部门工程技术人员及大专院校土建专业的师生参考。

城市地道桥顶入法施工

冯生华 张孚珩 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省固安县印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：5³/₈ 字数：144 千字

1982年8月第一版 1982年8月第一次印刷

印数：1—5,600册 定价：0.68元

统一书号：15040·4203

前 言

自 1976 年《城市地道设计与施工》一书问世，对在运营车次频繁的铁路线底下修建立交地道桥，曾起了一定的经验交流和参考作用。但由于我国幅员广大，各地的工程地质和施工条件并不尽相同，因而，同是采用“顶入法”工艺，其施工效果也就不可能全然一致。这就促使此项技术要不断去探索新类型的顶进工艺：如出现的顶拉施工工艺和气垫顶进工艺等，从而丰富了城市地道桥的“顶入法”施工工艺，使在既有铁路线不中断铁路运行，修建地道桥具有更灵活的施工手段。

当然，目前所探索的几种新类型顶进工艺，还有许多不完善的地方和若干问题：诸如顶进中防止箱体“扎头”使竣工误差不超过允许值；桥体结构形式的改进；大型地道桥顶进中如何减少顶力和不修筑大型后背问题，以及对于分节结构的接缝处理等等，还有待于在实践中继续研究解决。

基于上述想法，觉得有必要把几年来各地应用顶入法修建地道桥的施工经验系统地汇编成册，以便于从事此项工作的技术人员和有关人员研究参考，这是编者编写此书的目的。

本书在编写过程中得到了天津市第三市政工程公司副总工程师崔培年等诸同志的帮助和指导；在工程实例中引用了北京市市政工程局、石家庄市城市建设局、北京铁路局、郑州铁路局、兰州铁路局和天津市市政工程局等单位的成果，在此一并致以谢意。

书中缺点、错误请读者批评指正。

编者 一九八〇年十二月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 顶入法施工工艺	12
第一节 工作坑	13
第二节 后背	21
第三节 箱形桥体的预制	28
第四节 铁路加固	37
第五节 顶进设备	47
第六节 桥体起动	55
第七节 顶进工艺	57
第三章 一次顶入法及分次顶入法	65
第一节 一次顶入法	67
第二节 一次顶入法的工程实例	83
第三节 分次顶入法	93
第四节 分次顶入法的工程实例	94
第四章 顶拉法	97
第一节 中继间	97
第二节 顶拉法	100
第三节 工程实例	102
第五章 顶墩拉梁法	105
工程实例	106
第六章 牵引法	109
工程实例 1 (双向牵引)	113
工程实例 2 (一侧牵引)	114
第七章 对顶法	118
工程实例	118
第八章 门架顶入法	121
工程实例	123

第九章 气垫顶入法	127
第一节 气垫顶进地道桥的工作原理	127
第二节 压缩空气在底板下的扩散	129
第三节 防止漏气提高气垫效果的密封措施	132
第四节 气垫减摩试验及成果分析	138
第五节 气垫顶入法的工程实例	142
第六节 气垫顶拉法	146
第十章 顶入法施工方案的选择	150
第十一章 施工降水	158

第一章 绪 论

交通运输的现代化,确保城市道路畅通无阻,是衡量一个城市是否现代化的尺度之一。近代城市的发展,是伴随着铁路运输而兴起的,但是铁路也随之成为城市交通的障碍。因为当铁路横贯城市时,多数城市干道需要与铁路交叉,这些交叉道口,如采用平面形式,则对城市交通的干扰很大,既不安全,也影响城市交通运输效率,更不利于应急和战备。因此,如何在运营车次频繁的铁路线上修建立交桥,则是迫切需要解决的问题。

由于铁路往往高出原地面较多,且净空要求高达6.50~7.0米,而城市道路净空一般只4.2~5米,所以,从引道长度来论,下交比上交更为有利。我国在六十年代发展起来的在既有铁路线下修建地道桥采用顶入法施工,对于多年来铁路与城市道路在交通运输上,难以解决的矛盾。地道桥采用顶入法施工,可以避免修建便线、便桥,能够最大限度地避免对行车的干扰,从而达到保证铁路运输,节省工程造价的目的。其优越性已广泛地被人们所认识,此种施工工艺已越来越多地在营业线上得到应用。

用顶入法修建地道桥,起源于施工地点无法开槽施工,是地下工程穿越地面障碍的一种施工方法,所以,也称作不开槽施工法。自五十年代以来,不开槽施工法先是用于修建圆形管线,而在修建城市地道桥中的广泛采用,则是近十年来的事。

在我国采用顶入法来修建穿越铁路的箱形方涵开始于1964年,该年哈尔滨市在某一工程中顶进了宽2.4米、高1.8米、长35.5米的排水箱涵;1965年天津市用牵引法在铁路下顶入了一个宽1.6米、长16米的箱涵;同年,郑州铁路局在京广线上顶进了

宽2米、长20米的箱涵，石家庄市在德太铁路线下用架梁的办法，推进了一座宽3.2米，长11.7米的箱涵作人行道；北京市在某立交桥扩建中也推入了一个宽4米的箱涵作为人行道。第一座能通行机动车的地道桥则是1966年在天津市建成的，该工程系用顶墩拉梁法建成了一个具有两个2米宽的人行道和两个5.5米宽的车行道，其净高为4.2米的地道桥，使顶入法进而推广应用于地道桥的施工（图1-1为该地道桥的桥洞外貌）。1967年天津市直接以单个箱形框架作为地道桥的主体结构，分次顶入了具有两个5米人行道（包括非机动车道）及两个7米车行道的适合城市道路规模的地道桥（图1-2）。1968年又在地形狭窄的地区，将

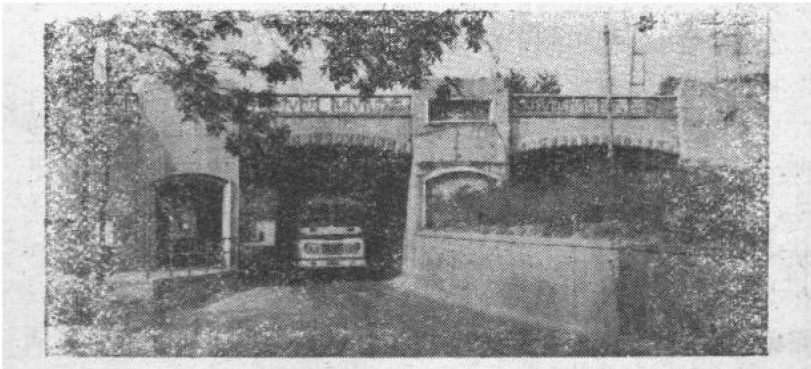


图 1-1

一个5.5米—9米—5.5米三孔连续的箱形框架结构一次顶入铁路（图1-3为1970年建成的规模相同的地道桥）。自此，采用一次顶入法修建地道桥日益广泛，如北京市先后修建了广渠门、西大旺等大型地道桥，石家庄市在同期建成了解放路、和平路等结构长度较长的地道桥（图1-4为石家庄市已建成的地道桥）。用顶入法修建地道桥在华北和全国各地更相继推广，已建成的地道桥中，最大宽度达到35.4米，高度达9.75米，整体顶进长度已达到36.5米，最大顶力已达到6250吨。施工工艺结合各地的具体条件不断有所创新。如西安铁路局在中继间法和对拉法的基础上，发

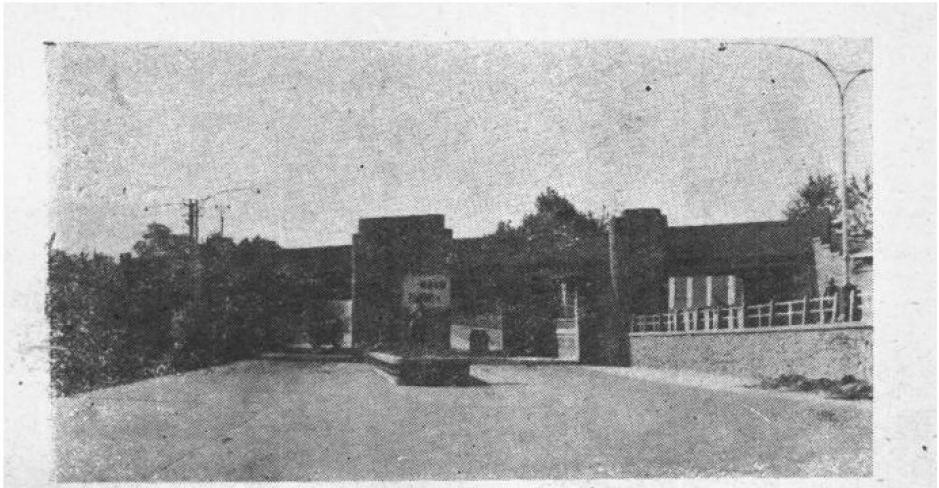


图 1-2

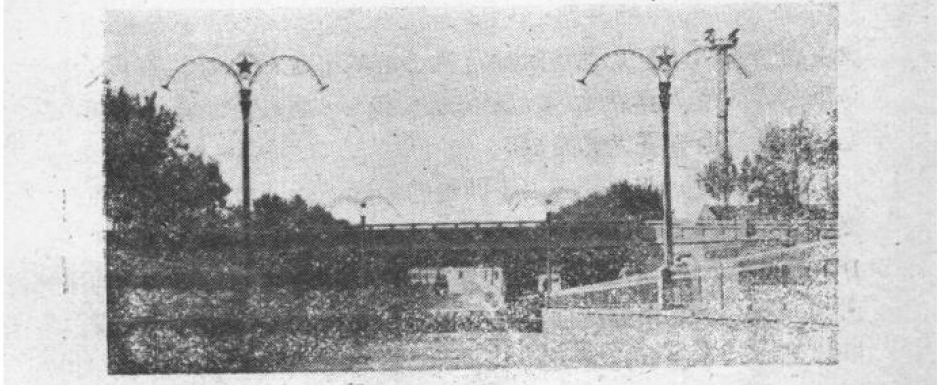


图 1-3

展了一种顶拉法，利用多节桥体互相顶推牵引前进，以克服桥体入土时的阻力，取消了后背，成功地修建了一个宽3.5米长21.4米的地道桥；兰州铁路局根据当地土质的特点，顶进了一座宽15.8米的门形框架地道桥，无锡和廊坊等地还采用气垫顶进法修建了地道桥等等，尽管用顶入法修建地道桥的历史很短，且属初始阶段，但是随着城市道路与铁路的客货运量的急剧增长和行车



图 1-4

速度的不断提高，大量修建地道桥已是城市建设计划中刻不容缓的事了，而作为解决此项问题的新技术——地道桥顶入法施工，也必将随之会有更大的发展。

顶入法在国外也是先用于圆管的顶进，西德曾用顶入法加触变泥浆作为润滑层，顶入了外径为 3.6 米的管道，顶进长度为 164.5 米，日本采用盾构式顶入法修建了内径 2.5 米长 192 米的水道。从六十年代起，世界各国相继采用顶入法修建立交工程。西德至 1971 年据不完全统计，用顶入法修建了三十多座桥梁，其中在阿伦斯堡附近的一座净宽 14 米、净高 4.6 米、全长 12.7 米（图 1-5），而于 1973 年又顶入了一座单孔箱形框架净宽达 18.5 米，其箱顶至轨顶的距离竟减至 0.68 米。日本用牵引顶入法顶进了许多箱形框架，在 80 个施工实例中，有 7 座是先将桥台牵引顶入，然后架设桥梁的，其中并有 4 座的断面在 10 米以上。日本还在国营铁路常盘线上用牵引顶入法修建了一座宽 16.5 米的地道桥（图 1-6）。英国采用顶墩拉梁法修建了每跨 22.72 米的双跨铁路桥（图 1-7），还用对顶法成功地修建一座宽 7.3 米的框架式地道

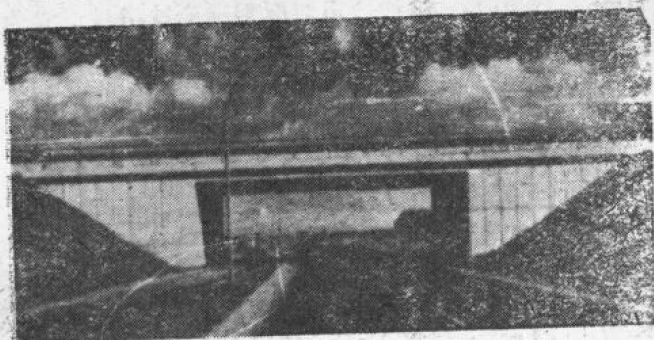


图 1-5

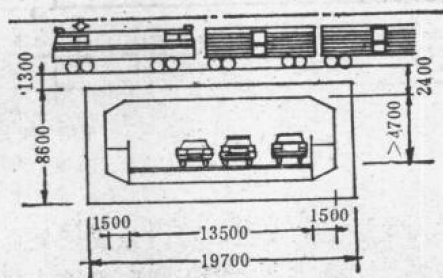


图 1-6

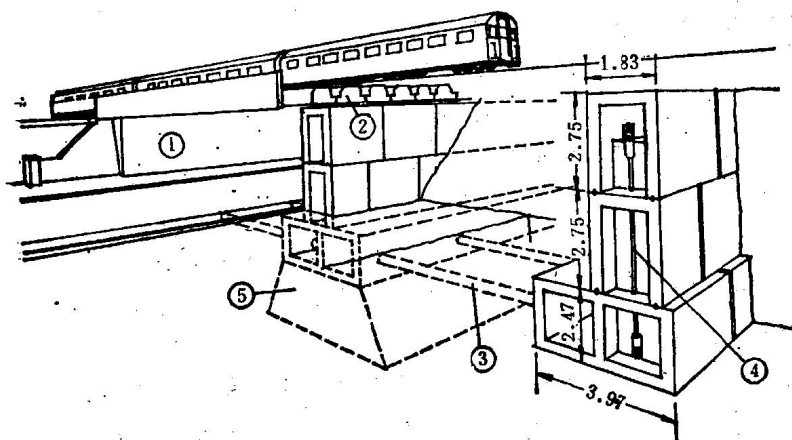


图 1-7

①外部装修完毕的桥台，②桥面，③钢管横向支撑，④后张预应力钢丝束
⑤基础

原
书
缺
页

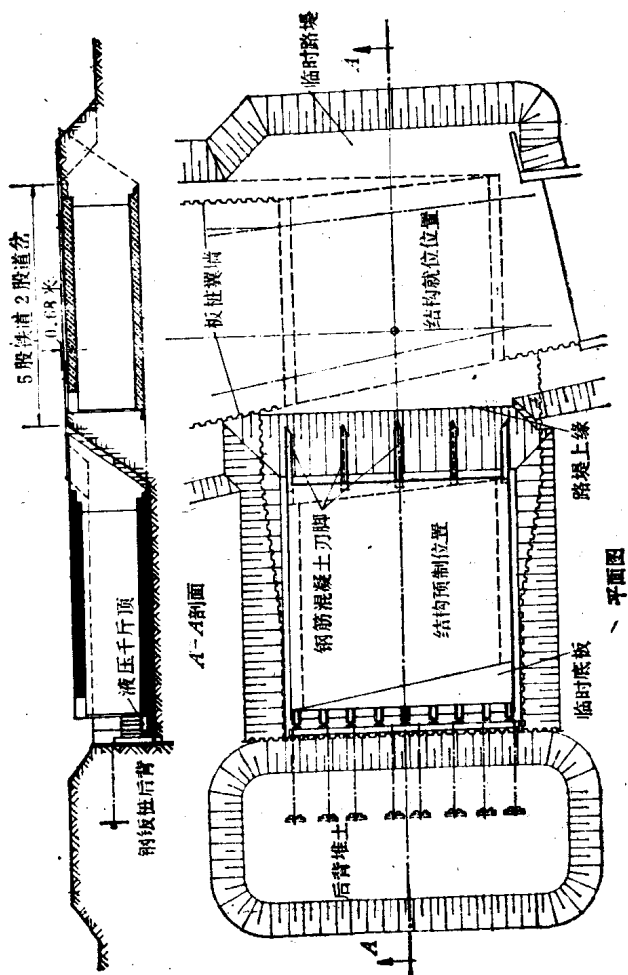


图 1-9

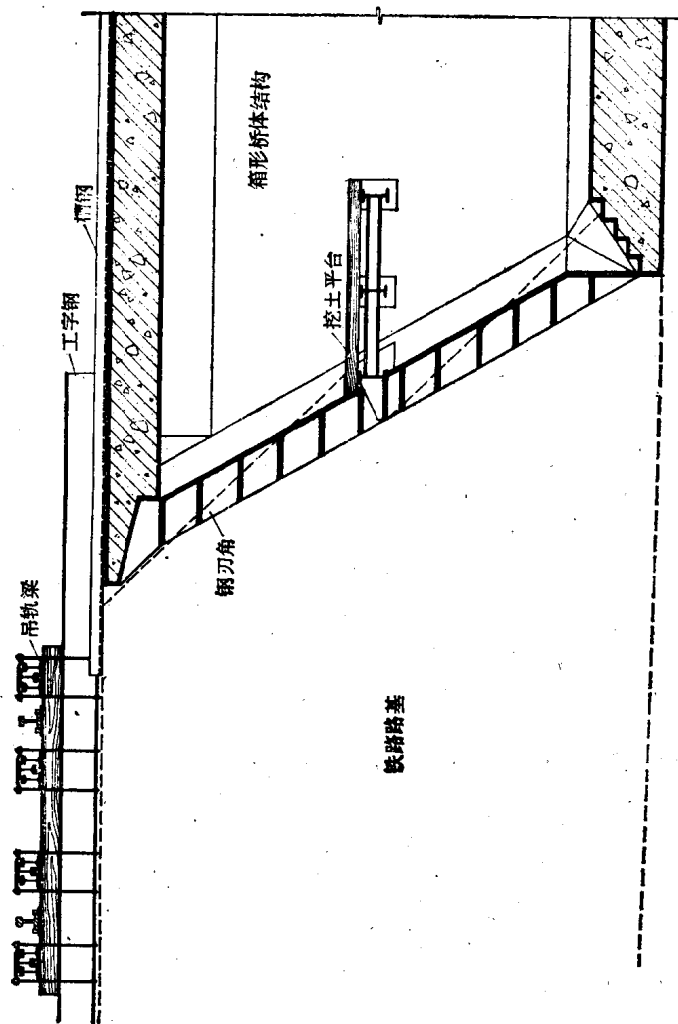
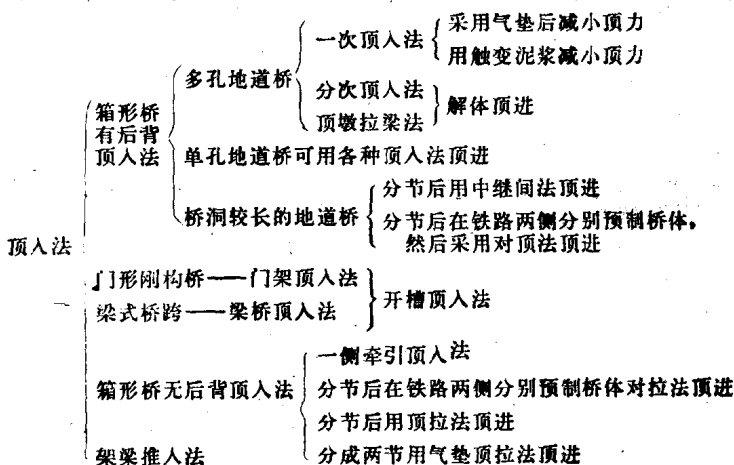


图 1-10

由于顶力造成的对土壤的剪力，就要引起轨线横向位移，而影响了行车安全。为此，在顶进过程中为了保证铁路路基的稳定，将路轨在箱形结构顶面之上用钢梁顶托起来，以钢梁作为滑道来减小线路材料与箱顶之间的摩阻力，故又称之为钢梁顶托法（图1-10）。此法首先在天津市的某地道桥的顶进中应用，从而克服了路轨横移的矛盾现象，成功地顶入了有21.6米外径的框架式地道桥，并使结构顶面的道碴层厚度减至线路养护所需的最小厚度。

用顶托法加固线路，实际上是一个小型便桥，便桥可以利用行车间隙架设，其方向与顶进方向平行，顶进时便桥的一端支承在路基上，另一端即支承在箱形框架的顶板上，随着箱形桥的逐步顶进，列车荷载通过小型便桥逐渐增加地转移到箱形桥体上，直至桥体顶进至设计位置。

由于每座地道桥的铁路运行情况、工程地点的施工条件、设备能力、地质情况，以及工程的其他特点各不相同，因而采用何种顶进方案要根据具体情况决定。如桥洞为多孔形式的地道桥，可采用一次顶入法或分次顶入法；较长桥洞的地道桥可采用中继间法或对顶法；对修筑后背有困难的地道桥，根据条件可采用对拉法、顶拉法；旧桥原址扩建可采用顶墩拉梁法；顶力太大的地道桥可采用气垫顶进以减小顶力等，各种顶入法的分类如下：



顶力是用顶入法修建地道桥时必须研究的问题，通常两个相互接触的物体有相对滑动或有相对滑动的趋势时，沿着接触表面间产生的切向阻力，亦即所谓的摩擦力或摩阻力。在地道桥的顶入法工艺中，就要尽量减小桥体顶进中的摩阻力。物理学中对于物体摩擦的库仑定律是：

（1）摩擦力与作用于摩擦面的垂直力成正比例，与外表的接触面积之大小无关。

（2）摩擦力（动摩擦的场合）与滑动速度的大小无关。

（3）静摩擦力大于动摩擦力。

因此，希望在桥体的顶进过程中摩阻力越小越好（但是在顶拉法的工艺中，有时则希望利用桥体的某节与土面的静摩擦力使另一节得以推进），这样，即可节省施工费用。有些工程为此就曾使用了能降低摩阻力的助滑剂，以节约顶力，所用的助滑剂大多是触变泥浆，这种泥浆在静止状态时几乎是凝胶状态，而在动的应力下成流动状态。西德在顶进宽4.8米、高2.8米、长18.4米的箱形框架时，由于使用了膨润土浆，顶力由790吨降低到350吨。日本用牵引法顶进地道桥时，采用在桥体外侧沿纵向做出几道沟的方法，使膨润土浆流入以减少摩阻力。天津市在顶进某双孔地道桥时，通过预埋于桥体顶板和侧壁上的管道喷射膨润土浆，得以减少了摩阻力。

由于摩阻力的存在，在地道桥的顶进中，根据作用力与反作用力的原理，为了使桥体克服与土面的切向阻力使桥体水平顶入路基，必须有一个后背以承受水平推力。这种后背通常都利用桥跨结构后方的土体，辅以护壁设备筑成。其规模则由桥体顶进时所需最大顶力来决定。由于地道桥顶进规模的发展，而使后背这个临时性构筑物逐渐变得越来越庞大。此乃不能令人满意的施工措施，顶拉法的顶进工艺虽然可以取消后背，但只能在箱体结构物有足够长度情况下才有成效。目前出现的气垫顶进新工艺，使顶入法工艺又产生了新的变化。采用气垫顶进技术后，大幅度减小顶力已完全可能，而且正朝着取消后背的方向发展。

用顶入法修建城市地道桥是一门新兴技术科学。随着城市建设事业的发展，城市地道桥的顶入法施工必将在今后的实践中得到充实和提高。对于新结构、新工艺的采用和顶进设备操作的自动化、挖土运土的机械化，以及无后背顶进等，将使顶入法施工达到更为完善的新水平。