

荷兰隧道

一个崭新的时代

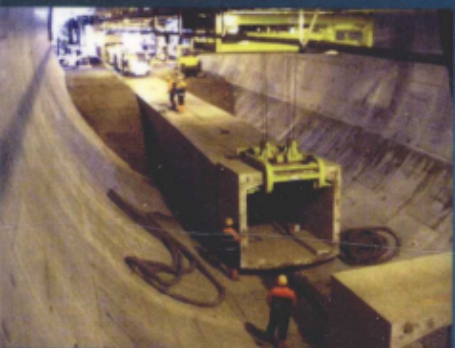
[荷兰] 水利、交通和公共工程部
水利和公共工程指导委员会土木工程部

水利部综合事业局
北京中水新华国际工程咨询有限公司
汪易森 乔世珊 欧阳琪 胡胜利 朱庆平 等 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

策划、责任编辑：曹阳
E-mail: cy@waterpub.com.cn



销售分类：建筑结构 / 隧道工程

ISBN 978-7-5084-6884-6



9 787508 468846 >

定价：200.00 元
(免费赠送，交流使用)

荷兰隧道

一个崭新的时代

水利部综合事业局

北京中水新华国际工程咨询有限公司

汪易森 乔世珊 欧阳琪 胡胜利 朱庆平 等 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (C I P) 数据

荷兰隧道：一个崭新的时代 / 水利部综合事业局，
北京中水新华国际工程咨询有限公司译. -- 北京：中国
水利水电出版社，2009. 10

ISBN 978-7-5084-6884-6

I. ①荷… II. ①水… ②北… III. ①隧道工程—荷
兰 IV. ①U45

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第185012号

书 名	荷兰隧道 一个崭新的时代
作 者	水利部综合事业局 北京中水新华国际工程咨询有限公司 汪易森 乔世珊 欧阳琪 胡胜利 朱庆平 等 译
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社装帧出版部
印 刷	北京鑫丰华彩印有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 13.25印张 314千字
版 次	2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷
印 数	001—650 册
定 价	200.00 元 (免费赠送, 交流使用)

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

翻译人员名单

主 译：汪易森 乔世珊

副主译：欧阳琪 胡胜利 朱庆平

参译人员：汤勇生 袁其田 金旭浩 周海防 金春华

序

隧道是水利、铁路、公路及地铁等工程结构的重要组成部分，在加强空间网络、避免屏障效应、降低环境污染和节约国土资源等方面发挥着重要作用。

近年来，随着世界土木工程技术的进步与创新，荷兰的隧道工程建设快速发展。从1993年荷兰建设Second Heinenoord隧道和Botlek铁路隧道开始，荷兰的隧道工程在其后的10余年间取得了多项突破。盾构施工技术被广泛应用在该国Botlek铁路隧道、Pannerdensch运河隧道、Westerschelde公路交通隧道、Groene Hart隧道以及阿姆斯特丹南/北线地铁隧道等大型工程中。荷兰水利、交通和公共工程部在隧道工程建设管理中积累了丰富的经验，取得了显著的工程效益和投资效益。

改革开放30年来，我国水利、能源、交通等基础产业和基础设施建设快速发展，三峡工程、南水北调、西气东输和青藏铁路等一大批重大项目顺利完成或向前推进，取得了举世瞩目的成就。在这些项目建设过程中，我国的隧道建设在标准规范、计算理论、模型试验、材料科学、施工技术与大型专用机械等方面的综合技术不断进步，逐步形成了有中国特色的成套技术体系。但总体而言，我国的隧道建设技术还适应不了现阶段基础设施建设又好又快发展的要求，与国际先进水平相比，还存在一定的差距。

为了深入了解学习国际隧道建设先进理念与盾构施工技术，更好地服务于国内水利水电、铁路、交通等基础设施建设，水利部综合事业局、北京中水新华国际工程咨询有限公司组织有关技术人员翻译出版了《荷兰隧道 一个崭新的时代》。该书在全面回顾总结荷兰隧道工程发展历程的基础上，对该国铁路、公路、有轨电车及地铁等隧道工程的设计、施工、监测及安全管理等技术作了详尽阐述，并重点介绍了盾构施工技术在该国主要隧道工程建设中的成功应用案例，内容丰富，资料翔实，具有较好的参考价值。

相信该书的出版发行对我国水利水电等工程技术人员学习隧道建设及盾构施工先进技术，了解国际隧道建设发展趋势大有裨益，同时，对于促进水利水电等行业相关部门在工程建设过程中，尊重科学、大胆创新、勇于实践，更好地研发与推广应用新技术、新工艺、新材料及新设备也会有所启发和帮助。

谨对本书的出版表示衷心的祝贺。

张星亮

二〇〇九年二月

译者的话

为了深入了解和学习荷兰隧道盾构技术、生产状况及在大型基础工程建设管理方面的经验,确定南水北调中线穿黄工程隧道盾构机的设备选型方向和目标,更好地促进南水北调穿黄工程的尽快实施,2004年12月2~4日,国务院南水北调办公室组成考察代表团,对荷兰的隧道盾构机技术、设备生产和施工现场进行了考察,并同荷兰水利、交通和公共工程部就交流合作进行了磋商。

考察期间,荷兰水利、交通和公共工程部向代表团推荐并赠送了《荷兰隧道——一个崭新的时代》一书,代表团认为该书对于国内工程建设具有参考价值,经与荷方商议,荷方同意中方将其翻译为中文版作为国内工程参考资料使用,并在随后的信函中正式确认了此事。因此,受赠方委托水利部综合事业局、北京中水新华国际工程咨询有限公司组织有关人员原著进行了翻译。本书的翻译、整理工作,得到了国务院南水北调建设委员会专家委员会、水利部综合事业局等有关单位领导的高度重视和大力支持,国务院南水北调办公室主任张基尧同志欣然为本书作序,在此表示衷心感谢。

本书对有关欧洲及荷兰隧道工程中应用的盾构施工技术进行了系统全面的阐述,期望对促进盾构技术在我国工程施工,特别是水利水电工程施工中发挥作用。

为尽可能保持原文叙述的时间性,本书中的时间皆遵照原文,未做任何改动。

本书内容由五个章节构成,其中前言、介绍和发展概述部分由汪易森翻译;第一章由乔世珊、金旭浩、汤勇生翻译;第二章由欧阳琪、袁其田、周海防翻译;第三、第四、第五章由胡胜利、朱庆平、周海防、金春华翻译。全书由乔世珊校核,最后由汪易森、乔世珊、朱庆平统稿完成。

由于翻译者水平所限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

附 国务院南水北调办公室考察代表团成员名单

代表团团长:

张基尧 国务院南水北调办公室主任

代表团成员:

张 野 南水北调中线干线工程建设管理局局长(原)

汪易森 国务院南水北调办公室总工(原)

蒋旭光 国务院南水北调办公室综合司司长

乔世珊 水利部综合事业局副局长

欧阳琪 南水北调政策及技术研究中心副主任(原)

袁其田 国务院南水北调办公室高工

2009年1月

前言

在1987年举行的国际三角洲隧道工程研讨会上,前水利和公共工程指导委员会水闸和大坝部出版了《荷兰隧道 地下运输网》一书。1993年,国际隧道工程协会在荷兰阿姆斯特丹举行大会时,修订后的第二版出版了。书中概述了截至1993年在荷兰建造的所有公路、铁路和地铁交通的隧道。

从那时起,交通的压力急剧增长,因此对公路和铁路的需求也大大增加。在一个各种活动都需要空间的小国家里,决策者和基础设施建设者们开始更多地关注地下空间的利用。因此在过去的10年里,已经建造了大量的新隧道,还有许多隧道计划在等待执行。这就是我们要出版这本书的原因。

本书着重介绍了隧道建筑工程的发展。在荷兰软土地质条件下建设隧道有许多困难,这对隧道建设中创新方案的提出和新技术的发展提出了挑战。最明显的例子就是盾构隧道。由于隧道中发生的一些严重事故(国外),已经开展了广泛的关于隧道安全问题的讨论。这些讨论已经导致了对隧道内部安全、外部安全和布置方面的指导原则的修改。

本书概述了新技术和新设施,也介绍了多种隧道建设工程项目和过去几年中已经建设、改建的创新项目。对于所有隧道建设的专业人员和对此感兴趣的非专业人员,《荷兰隧道 一个崭新的时代》一书都是有价值的,值得一读。

Ir. F.F.M. de Graaf

隧道建设部主任

水利和公共工程指导委员会土木工程部

序

译者的话

前言

介绍1

隧道工程的发展7

第1章 公路交通隧道13

1.1 Wijker隧道：典型的沉管隧道15

1.2 Akkrum渡槽：在盆状地形工作23

1.3 Piet Hein隧道：通往市中心的隧道29

1.4 Second Heinenoord隧道：荷兰的第一条盾构隧道35

1.5 Schiphol隧道：在严格限制下扩建41

1.6 Benelux隧道：两条隧道的连接47

1.7 Caland隧道：深度超大的沉管隧道53

目录

1.8 Westerschelde隧道：最深的盾构掘进	61
1.9 Krabbersgat Naviduct：在特别的小围圩里的渡槽	71
1.10 Sijtwende隧道/De Vliet 渡槽：城市隧道的私有化探索	79

第2章 铁路隧道83

2.1 Rijswijk铁路隧道：清除局部障碍.....	85
2.2 Schiphol铁路隧道：与飞机起降同时进行	91
2.3 Best铁路隧道：土工膜法可降低成本	97
2.4 HSL South高速铁路隧道：荷兰高速铁路线建成4条隧道 ...	103
2.4a Groene Hart铁路隧道：保护环境的隧道.....	105
2.4b 鹿特丹北部边沿(Noordrand)铁路隧道：闹市下的穿行	111
2.4c Oude Maas和Dordtsche Kil铁路隧道：脆弱河流三角洲 地区的双线隧道.....	117
2.5 Betuwe线路：单一线路上的5条隧道	123
2.5a Botlek铁路隧道：建造在邮票上的隧道	127
2.5b Sophia铁路隧道：连续掘进的过程	131
2.5c Giessen铁路隧道：保护开拓地风景	137

2.5d Pannerdensch 运河隧道：借助一个特殊的坝实现隧道的掘进	141
--	-----

2.5e 通过Zevenaar的隧道：未来的东部高速线	147
-----------------------------------	-----

第3章 有轨电车和地铁隧道151

3.1 鹿特丹，Caland线的延伸：在施工中环境得以保护	153
-------------------------------------	-----

3.2 海牙有轨电车隧道：分层交通	159
-------------------------	-----

3.3 阿姆斯特丹南/北线：无破坏地铁施工掘进技术	167
---------------------------------	-----

第4章 未来的隧道工程173

第5章 地下交通设施安全181

5.1 安全哲学	183
----------------	-----

5.2 隧道安全方面的布置和设施	189
------------------------	-----

5.3 HSL South 的安全思想	201
---------------------------	-----

介绍

《荷兰隧道 地下运输网》于1993年出版发行，描述了当时在荷兰建造的所有公路、铁路和实用隧道的建设情况，并提供了将要建造的6个隧道工程的概况。

10年后的今天（2003年——译者加注），您看到的是一本全新的关于隧道方面的书。本书——《荷兰隧道 一个崭新的时代》，不仅包括了已建隧道的经验总结，而且对杰出工程也做了详尽介绍。书中介绍了隧道施工技术发展更新的安全理念，这些都是2003年4月荷兰阿姆斯特丹召开的ITA会议上涉及的主题。基于那些自1993年ITA会议以来建造的代表性的隧道，我们要不失时机地介绍一下隧道工程从设计到施工的发展状况。关于老隧道的信息可在《荷兰隧道 地下运输网》中找到。

革命性的发展

1991年2月，荷兰的隧道工程得到了突飞猛进的发展。随着土木工程技术的飞速发展，在荷兰经济事务部的领导下，“专家委员会”组团访问日本，探询在软土地质条件下的盾构隧道施工技术。在听取热情的访问汇报之后，荷兰经济事务部决定在1993年融资建设两大试验盾构隧道工程：一个是为缓解交通堵塞建造的Second Heinenoord隧道；另一个是Botlek铁路隧道，也是Betuwe线海港铁路线的一部分。

1994年地下工程协会中心成立，同时Delft科技大学也设立了地下工程的教授职位。两者的目的都是为了进一步推进利用地下空间的可能性。

10年后，荷兰的隧道工程有了革命性的发展。

随着对新技术信心的增长，施工方想在更多的隧道建设中采用盾构技术。除了Botlek

铁路隧道之外，Betuwe线路的施工方还决定在北部和穿过Pannerdensch 运河下的隧道施工中采用盾构技术。同时，Westerschelde公路交通隧道、HSLSouth的Groene Hart隧道和阿姆斯特丹的南/北线地铁隧道都采用了盾构施工技术。由于盾构施工技术的出现，解决了很多诸如财政或规划方面的问题。

在此期间，隧道盾构施工领域的新发展在荷兰得到认可。位于Noord下的Sophia铁路隧道，同时也是Betuwe线的一部分，在预制隧道衬砌过程中采用盾构机进行连续掘进。在海牙，Hubertus隧道也将开始采用新的隧道施工法。利用盾构施工技术，可以在掘进的同时进行混凝土衬砌。

然而，传统的隧道施工法也没有停滞不前。在《荷兰隧道 地下运输网》中提及的6个调研项目中，3个已经完成。它们分别是北海运河下的Wijker隧道、阿姆斯特丹—莱茵运河下的Piet Hein隧道，以及位于鹿特丹与现有Benelux隧道相连的Nieuwe Maas下的Second Benelux隧道。这3条隧道是传统的沉管施工法的典范，在一定程度上也采用了相应的新技术。

增强城市灵活性

随着荷兰的不断繁荣，随之而来的是日益增加的城市流动，尤其是在Randstad造成了大量的交通堵塞。为了改善这种状况，决策者和政治家决定扩展公路网和公共交通。除此之外，还决定建造2条特殊线路：一条是连接Randstad和欧洲高速公路网的HSL South；另一条是从鹿特丹海港到内地的货运铁路。这些决策的实施，需要在许多地方建造隧道。有些隧道被提上日程已经好长时间了，而且最近关于隧道的实施方案也介绍得越来越多。

水上及陆上隧道

在当时规划建设的隧道工程中，首先是阿姆斯特丹南/北线地铁工程。同时，有2条隧道——Second Coen隧道和穿越Delft的铁路隧道也在决策中。

新隧道工程技术的发展提供了适用于多种地质条件、减少对周边城市影响的解决方案。为了加强空间网络，避免屏障效应，降低公路交通和铁路交通在市区造成的噪音和空气污染，政府决定将许多（高速）公路和铁路建造成隧道形式（Roer隧道、在Swalmen的A73高速公路隧道段和海牙的Konings隧道）。

一般来说，隧道已不再只为跨越水路而建。在荷兰还有一些陆地隧道，例如，为改善生活状况，在Rijswijk、Best和Zevenaar建造的地下铁路隧道。

自然障碍也是建设新隧道的一个原因。阿姆斯特丹的阿姆斯特丹—莱茵运河下的Piet Hein隧道、鹿特丹西南Caland运河下的Caland隧道、Dordtsche Kil和Qude Maas下的HSL线上的多条隧道也正在施工当中。

除了新隧道外，交通的急剧增长也迫使现有隧道加大了通行能力。在此期间，紧邻Velser隧道的Wijker隧道和Second Benelux隧道减轻了鹿特丹宝石路的超负荷现象；在Schiphol，铁路隧道和公路隧道也都加宽了1倍。



Sijtwende陆地隧道



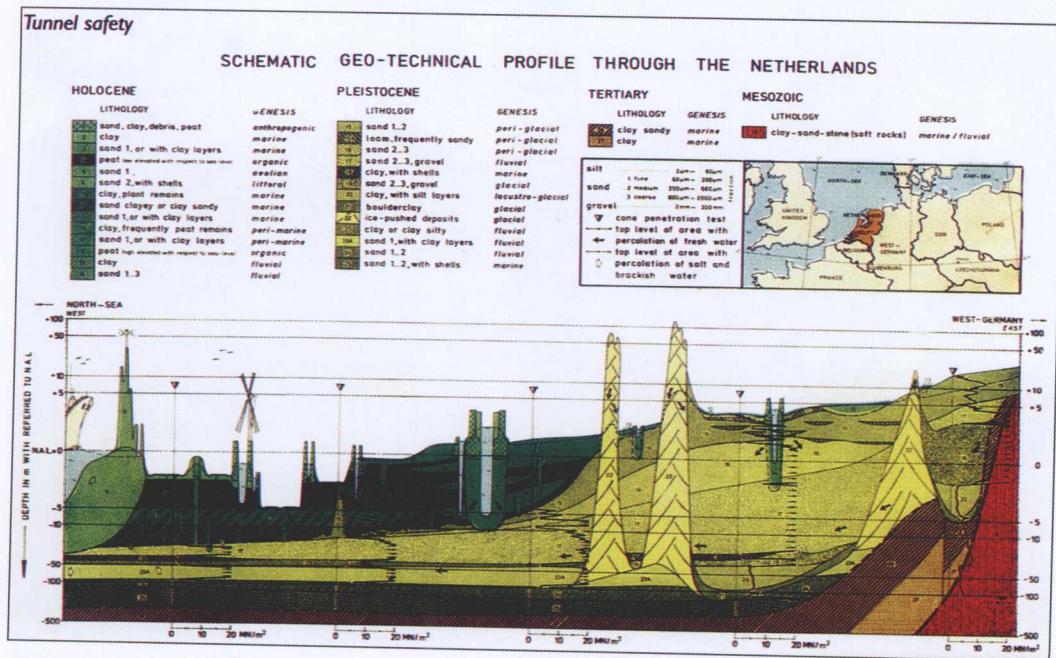
阿姆斯特丹的Piet Hein 隧道

许多穿河隧道都是采用传统的沉管法建造的。这种技术已经相当成熟。过去，建造沉管隧道的隧道单元几乎只在Barendrecht的一个特殊的船坞里才能找到。在过去的10年间，隧道的数量有了突破性增长。因此，隧道施工者们可以到别的地方选择施工船坞。如位于安特卫普的隧道施工船坞（为Piet Hein隧道施工）和鹿特丹的施工船坞（为Caland隧道施工）。隧道设备的运输也要革新。Piet Hein隧道和Wijker隧道的挖掘设备要跨海运输，这就要求隧道设备从结构性能到海上运输方面都要满足要求。通过浮运、沉管和下溢过程得以实施。由于淤积，Second Benelux隧道的设备沉降在了砾石河床上，而不是沉降在传统的钉板上。

在过去的15年里，现场竖井施工法也做了重点改进。这种方法特别用于隧道入口坡道的施工，也可用于整体隧道的施工。这种方法的根本技术和原料有了显著的改善：水下混凝土的应用范围越来越广，但在隧道、入口坡道（Akkrum渡槽和Best铁路隧道）和注浆（海牙的Tram隧道）的下面仍然是用合成膜做防水材料。

土壤与水的相互作用

隧道和渡槽的设计意味着要不断地面对周围环境：土壤和水。与欧洲许多国家相反，荷兰以混合土壤而著称。在地基中可以找到沙子、泥煤和黏土（特别是不规则的）。此外，设计者和施工者必须面对的一个现实问题是，几乎所有的地基周围都有地下水（不同的水头），在局部较深的地方有盐水存在。荷兰的基础工程学、地质工程学和地质水文学专业领域内的研究水平较高，使得这些问题得以相应的解决。对于所有隧道建筑施工者所关注的重点，本书也给以清晰的表述。那就是，在描述每一个隧道和渡槽中，本书非常



荷兰的地质情况概要

突出地考虑到土壤的条件和相应的建筑方法、基础和特征的解决方案。

隧道的安全

在过去的10年里，施工技术和土木工程技术的发展使得建设新隧道成为可能。建造更深、更长的隧道变得可行，在建筑群下或穿越软土地层的隧道施工也变得越来越容易了。

随着新技术的采用，越来越值得关注的是隧道内的安全问题。在阿尔卑斯山的隧道内，伤及生命的火灾警示我们提高对安全重要性的认识。采用新施工方法（盾构施工法）时，危险物品的运输线路问题已经不能再采用旧的安全模式了。新安全概念与灭火设备及其他紧急服务越来越得到重视，尤其是在整体安全环节（安全管理、预防措施、保护措施、自救能力、紧急服务和撤退）方面。例如，在Benelux隧道的防火实战演习中就用了以上的一部分方法并开创了新的视角。

这些认识促进负责公共建设和水利管理的部门迅速成立了隧道安全管理中心，隧道安全工作组正在制定相关框架。这也正是本书更多关注隧道布局和安全设施的原因。

渡槽

阅读本书时，会经常遇到词汇“隧道”和“渡槽”，并混淆它们。我们可以这样理解和区分：如果跨路部分的长度小于80m，称为“渡槽”；如果大于80m，称为“隧道”。事实上主要的区别是：对于渡槽而言，没有人工灭火器和通风设备这样的安全设施。

书签

本书从施工方法发展开始进行介绍，之后主要是这些施工技术在实践中的应用说明：公路交通隧道（第1章）、铁路隧道（第2章）和有轨电车及地铁隧道（第3章）。接下来的部分简单地描述了筹备阶段的隧道工程，最后完整描述了隧道施工中的安全措施。

在此前出版的《荷兰隧道 地下运输网》一书中只有一名作者和一名最终定稿人，而本书中的每个项目和每个工程都有其自己的作者，这些作者用自己的写作方式对每个章节做了特殊描述。最后，由最终定稿人编辑、调节各部分内容，并完成本书。

在荷兰，建筑物的高程采用NAP(标准阿姆斯特丹基准)。在英语中，也称为AOD(阿姆斯特丹国家高程基准)。



Caland隧道隧道单元的运输