

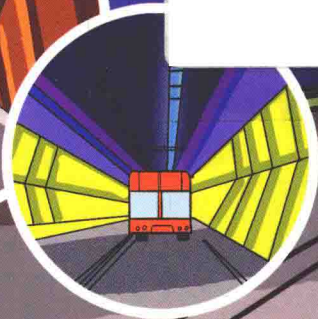
我是小小建筑师

郭燕春 李文勇 等编著

隧道的秘密

隧道是怎样建成的

THE SECRET OF THE TUNNEL



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



我是小小建筑师

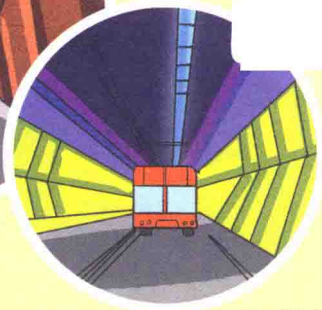
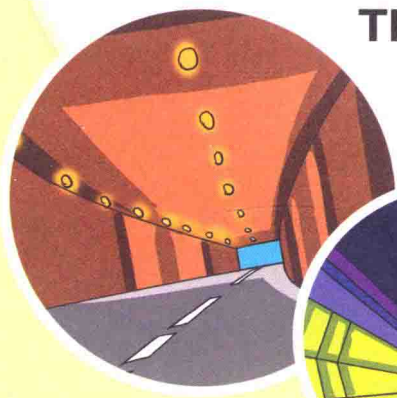
郭燕春 李文勇 等编著



隧道的秘密

隧道是怎样建成的

THE SECRET OF THE TUNNEL



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

隧道是我们在旅途中经常遇到的：坐火车会穿过铁路隧道，开汽车会经过公路隧道，在城市里都离不开的地铁隧道和地下过街隧道，有时候还会经过海底隧道。人们为什么要修造各种各样的隧道？这么多种类的隧道是怎样建起来的？它们有什么样的特点？为什么说建造隧道是一件很危险的事情？本书将详细回答这些问题，带领读者走进神秘的“地下世界”，学习关于隧道的各种知识，了解各种隧道的修建方法，从而更好地去了解隧道家族的发展历史，从更加宽广的角度去探寻隧道的未来。

本书适合作为青少年学习隧道知识、获知隧道秘密的课外读物。

图书在版编目（CIP）数据

隧道的秘密：隧道是怎样建成的 / 郭燕春等编著. —北京：机械工业出版社，2013.8

（我是小小建筑师）

ISBN 978-7-111-44171-7

I. ①隧… II. ①郭… III. ①隧道工程—少儿读物 IV. ①U45-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第226714号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：宋晓磊 责任编辑：宋晓磊

版式设计：鞠 杨 封面设计：鞠 杨

责任印制：乔 宇

北京汇林印务有限公司印刷

2013年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·5.5印张·200千字

标准书号：ISBN 978-7-111-44171-7

定价：29.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 机工微博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版



前言

其实大家对隧道并不陌生，无论是在铁路沿线还是在一些盘山公路上都可以见到。我们在日常生活中，也可以看到一些如城市泄洪、地下水通道或地下人行通道这样的普通隧道。那么，我们对隧道的了解有多少呢？这些“大家伙”又是怎么被工人师傅建造起来的呢？它们的历史有多久？第一条隧道出现在哪个国家？

在建造那些要穿过大山“身体”的隧道的过程中，工程师们都需要做哪些工作才能保证隧道的安全使用？除了经常见到的这些隧道外，这个家族还有没有其他的成员呢？

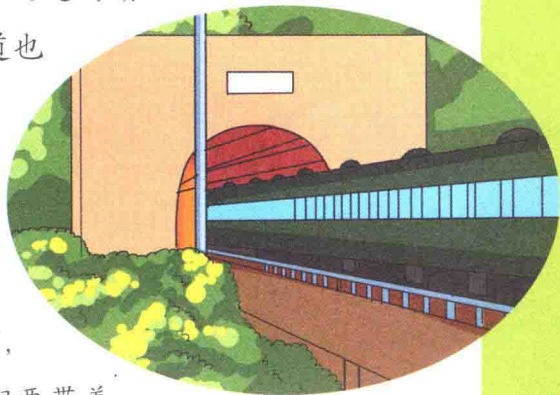
世界上存在着各种各样的隧道，它们中间的佼佼者都是谁，都有哪些特征，它们都在什么地方，都是什么时候被建造出来的呢？在建造隧道的过程中，我们要对隧道周围的环境进行哪些必要的了解呢？

在我国，隧道的发展经历了哪几个阶段？和外国的隧道发展历史相比我们的优势在哪里？又存在哪些不足等待我们去弥补呢？

修建一条完美的隧道，要进行哪些必要的准备工作呢？隧道的勘探要经过怎样的步骤，隧道有没有自己的天敌呢？如果隧道也存在天敌的话，那它们是什么呢？

人类需要不同的营养来进行身体的补给，那么隧道庞大的身体需要怎样保养，才能保证它的“青春活力”，为我们社会的发展做出更大的贡献呢？

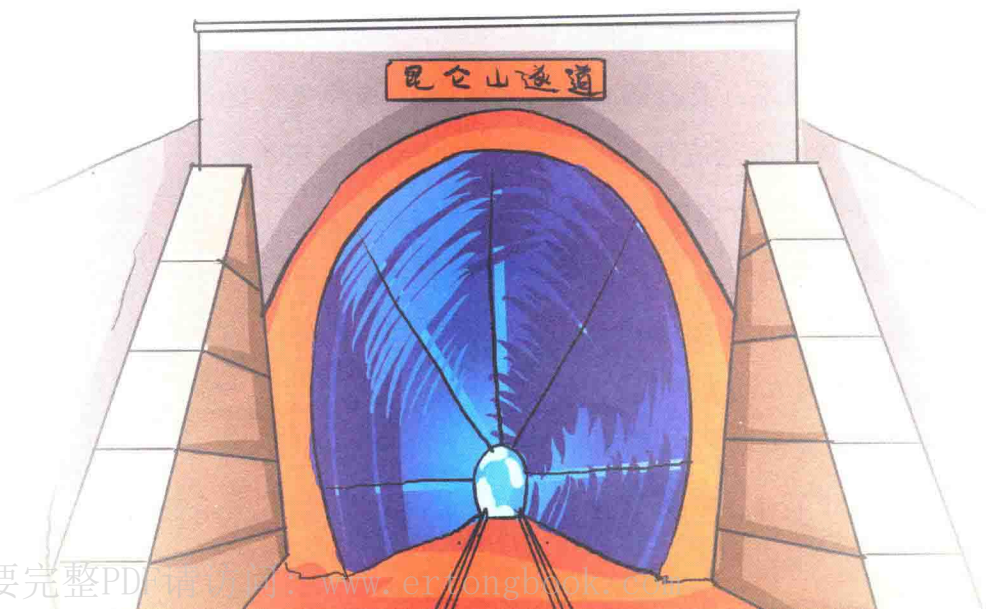
对于这些疑问，我们都还不甚了解。隧道对于我们而言，除了貌似有印象的外形外，其他的一切都是那么模糊。我们要带着



这些疑问，去探索隧道的神秘世界，掀开它们的神秘面纱。让我们与这些看上去高不可攀的“大家伙”更加贴近，挖掘它们深藏的秘密，成为隧道的“好朋友”吧！

本书会把大家带进这个神秘的世界，去了解隧道家族的发展历史，从更加宽广的角度去探寻隧道的奥秘。

本书由郭燕春、李文勇主持编写，参加编写工作的还有齐红、陈金生、柳志强、杨玉兰、石娟、张成群、张川、玄海兰、吕英华。由于编者水平有限，书中的不足之处在所难免，欢迎读者指正。



CONTENTS 目录

前 言

第一章 走进“隧道之家” 1

一起来认识一下隧道吧 1

不知道我国隧道的发展情况，你就落伍了 3

国外隧道的发展情况 5

隧道建设的原理和作用 8

与桥梁论资排辈 9

第二章 开凿隧道的勘探前奏曲 11

建隧道前做个好“勘探员” 11

为隧道“量体裁衣” 13

隧道施工的“超前地质预报” 14

降服隧道的“坏脾气” 16

发现隧道中的“隐形杀手” 18

第三章 绘出完美的“隧道设计图” 20

为建隧道寻个“风水宝地” 20

隧道“门”开何处有讲究 22



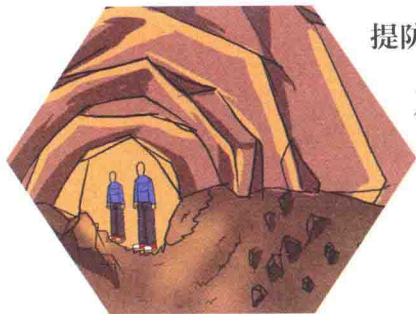
隧道的灵魂——“洞身支护”	24
隧道衬砌构造不能马虎	27

第四章 建造隧道方法知多少 30

用爆破开挖打响“攻坚战”	33
知道什么是“新奥法”吗	34
其实，“盖挖逆筑法”不难懂	36
一起来了解“喷锚暗挖法”	38
盾构法又是怎么回事呢	40
明挖回填法是另一种隧道开掘法噢	43
还有“钻挖法”啊	45
怎么还有一种“沉管法”	46

第五章 隧道也要常“保养” 48

经常给隧道做“体检”	48
隧道“工作”时也要做好保养	50
提防隧道的“四大天敌”	52
及时“缝补”隧道的破损处	54
天哪！隧道衬砌局部坍塌了	55
无衬砌隧道很“娇嫩”	57



嘘，别吵着隧道..... 58

第六章 奇奇怪怪的隧道..... 61

认识一下各种隧道..... 61

咣当咣当，驶进铁路隧道了..... 63

钻到海里的海底隧道..... 65

地铁隧道，这个我知道..... 67

公路隧道，我看到过吗..... 69

航运隧道，没准是运货的..... 70

“又高又胖”的运输巷道..... 71

人行地道也是隧道吗..... 72

引水隧道的功能..... 74

洪水来了不再怕，泄洪隧道制住它..... 76

你听说过排沙隧道吗..... 76

第七章 隧道的“世界之最”..... 80

世界最长的单洞公路隧道——洛达尔隧道..... 80

世界最高的隧道——青藏铁路风火山隧道..... 81

世界最长的铁路隧道——青函海底隧道..... 84

世界最长的海底隧道——英法海底隧道..... 86



世界上最繁忙的行车隧道之一——香港海底隧道.....	88
世界最长的陆上隧道——瑞士勒奇山隧道	89
世界最长的双洞高速公路隧道——秦岭终南山公路隧道.....	91
世界上海拔最高的高铁隧道——祁连山隧道	93
世界上最长的高原冻土隧道——青藏铁路昆仑山隧道.....	95
世界最长的隧道——哥达基线隧道	97
世界上繁忙的公路隧道之一——林肯隧道	99

第八章 中国伟大的隧道..... 102

第一条越江人行隧道——上海外滩观光隧道	102
自主建成的第一座铁路隧道——八达岭隧道	104
最早建成的铁路隧道——狮球岭隧道	106
最长的双线铁路隧道——大瑶山隧道	108
北京市内有代表性的隧道——北京五环路晓月隧道.....	110
台湾唯一的水底公路隧道——高雄港过港隧道.....	112

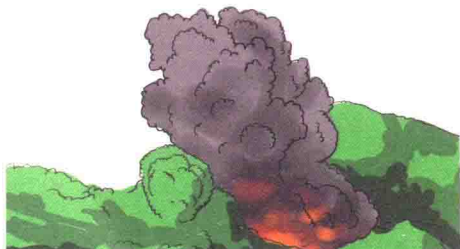
台湾最长的公路隧道——雪山隧道.....	114
----------------------	-----

台湾最长的铁路隧道——新观音隧道	116
------------------------	-----

我国最长的铁路隧道——西安——安康铁路秦岭隧道...	118
----------------------------	-----

最长的城市隧道——独墅湖隧道.....	120
---------------------	-----

我国最长的山岭隧道——太行山隧道.....	121
-----------------------	-----





第一章

走进“隧道之家”

远行时，我们可能会经过一些形状不一的隧道，它们坚固、壮观，矗立在山脉中默默无闻地守护着，为人们的生活带来巨大的便利。但是，关于隧道的知识，你了解多少呢？我国隧道的发展情况怎样？国外隧道发展的情况又怎样？隧道是怎样建设成功的？隧道和桥梁之间的相同点和不同点又是什么呢？想要了解这些知识，就让我们一起走进“隧道之家”吧。



一起来认识一下隧道吧

暑假的第一天，阳阳非常高兴，因为他要和妈妈一起坐火车去延安姥姥家。行李早就收拾好了，早饭后，爸爸就把阳阳和妈妈送上了火车。

火车启动后，阳阳开心得不得了，因为这是他第一次坐火车，眼前的一切对他来说都充满了新鲜感，这使他无法安静地坐在火车上，总是在过道上走来走去，要么就趴在窗户前往外看。外面的风景随着火车的行驶被远远地甩在了后面，阳阳忍不住手舞足蹈。

突然，火车驶进了一个大黑洞里，阳

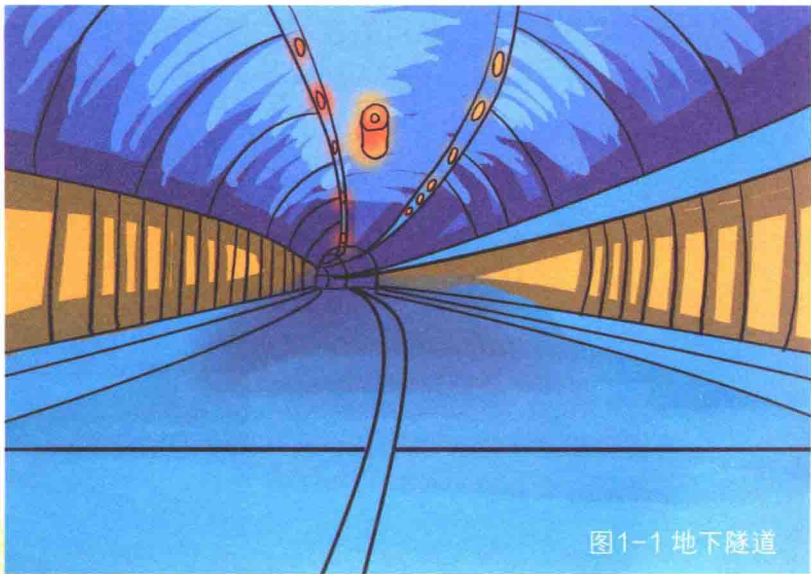


图1-1 地下隧道



光、风景顿时从车窗外消失了，车厢里一片漆黑！

阳阳吓坏了，慌忙地喊：“快开灯！快开灯！”妈妈急忙安慰他道：“阳阳，别怕，刚才火车是进隧道了。”

“隧道，什么是隧道？”阳阳顿时来了兴趣。

什么是隧道呢

“隧道啊！就是一种在既有的建筑或土石结构中挖出来的通道。隧道有很多种，如山岭隧道、水底隧道和地下隧道（图1-1）等。就像人如果按照性别分的话，可以分为男性、女性；如果按照年龄分的话，可以分为儿童、青年人、中年人和老年人。”妈妈解答阳阳的问题。

“我大概明白了，妈妈。人都由头、脖子、胳膊、腿等组成，那么隧道是由什么构成的呢？”阳阳不解地问道。

“这个嘛，妈妈也不清楚，等回去了我们查查相关的书。”阳阳妈妈说完，火车已经穿过了隧道，光明重归于眼前，整个车厢又明亮了。

隧道的结构和作用

“这个问题叔叔来给你讲，叔叔就是专门学习建筑的。”对面座位的一位戴眼镜的叔叔微笑着对阳阳说。

“好啊！好啊！”阳阳拍手叫道。

“隧道的结构，主要包括主体建筑物和附属建筑物两个部分。主体建筑物是由洞身和洞门两个部分组成的，如图

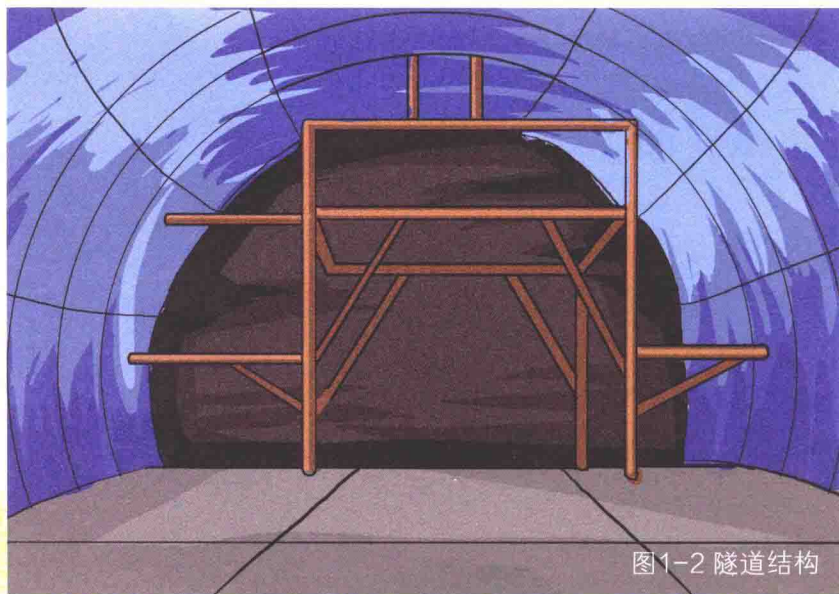


图1-2 隧道结构

1-2所示，而附属设备包括避车洞和防排水设施。另外，隧道比较长的话，还会有专门的通风和照明设备。就像刚才，如果我们经过的隧道比较长的话，就会有灯。”

“原来是这样，那么，叔叔，隧道的作用是什么呢？只能过火车吗？”

“呵呵，大部分的隧道确实是为了人、汽车和机动车等提供便利，只有小部分隧道的开通是为了运送水、石油等。这些特定服务包括军事及商业物流等。”

“隧道的作用这么大呢！叔叔，你太了不起了，懂得这么多。”阳阳朝叔叔竖起了大拇指。

这一路上，他的收获还真是不少。

接着，火车又经过了几个隧道，这回，阳阳不怕了。



不知道我国隧道的发展情况，你就落伍了

认识完隧道之后，阳阳的小脑袋里又涌现出了新的问题，他歪着脑袋思考了很长时间，仍然一点头绪都没有。他当然什么都想不到啦，因为他想知道的问题是我国隧道的发展情况，这得学过专业知识的人才能解答。于是，阳阳又笑嘻嘻地看向那位叔叔。

“小朋友，我猜你还有问题要问我。”叔叔笑着说，阳阳不好意思地点点头。

“不懂就问，这说明你是个好孩子，叔叔一定会告诉你的。来，你当一回小记者，叔叔接受你的采访。”

“叔叔，我就想知道我们国家隧道的发展情况，呵呵！”

“这可是个大问题呀。”叔叔笑着说，“就像我们人一样，得从婴儿慢慢成长到老爷爷，这需要一个缓慢的过程，隧道的发展也同样如此。”叔叔慢慢开始介绍起来。

“在清朝末年，詹天佑先生主持兴建了我国第一条自主修建的隧道——京张铁路八达岭隧道，这也是我国第一座越岭铁路隧道。最重要的是，它是完全不依靠国外的资金和技术，而靠中国人的双手修建起来的。”

隧道博士

1.在介绍隧道之前，整理一下自己以前学过的知识，看看你对隧道有多少了解吧。

2.在一分钟之内，你能说出多少个有名的隧道名字呢？



“真了不起！”阳阳大声说。

我国隧道发展的第一个时期

“新中国成立之后，我国的隧道发展又经历了几个时期。第一个时期是20世纪50年代~60年代初，这是隧道发展的起始阶段。这一时期的标志性建筑是1960年开通的凉风垭隧道，它位于川黔铁路线上。只不过，由于当时科技水平有限，地质勘探及施工作业技术都不成熟，所以经常发生灾难事故。”说到这里，

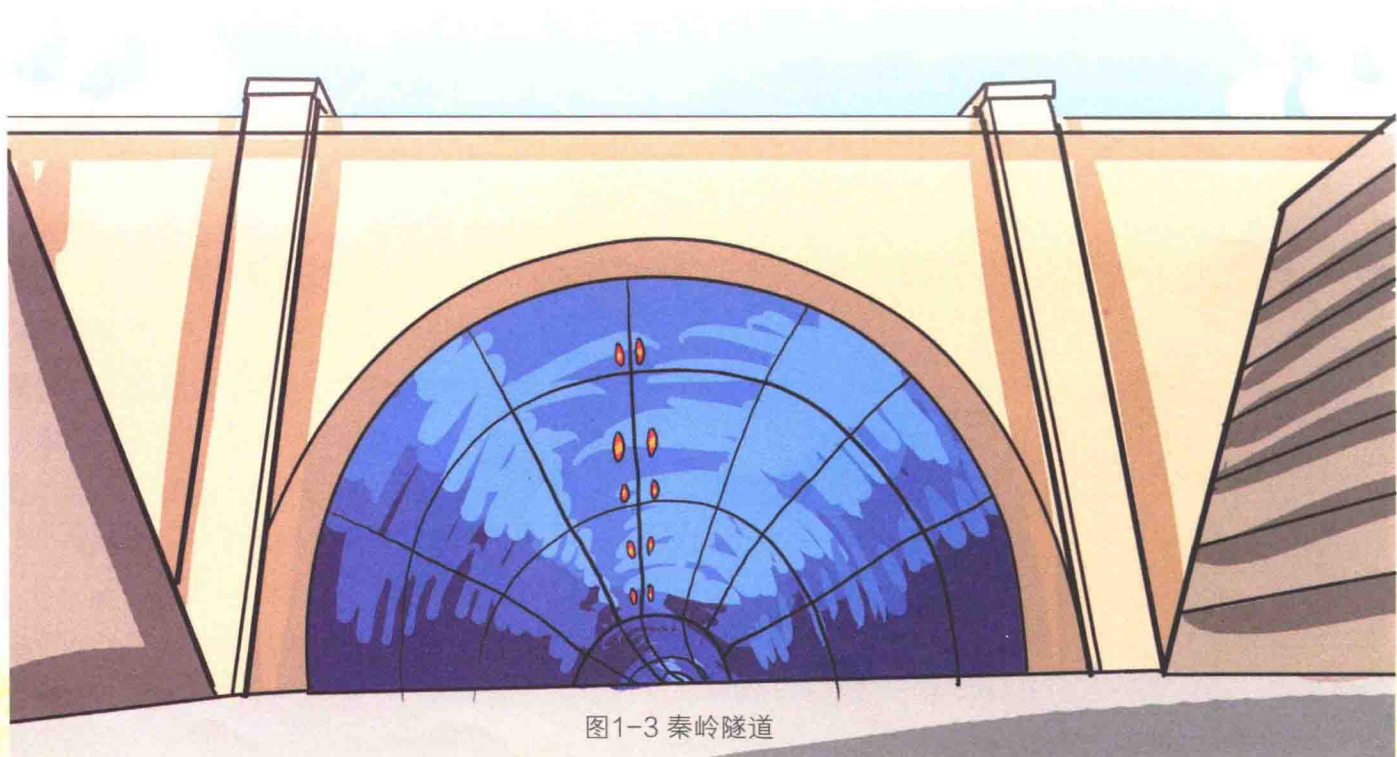


图1-3 秦岭隧道

叔叔微微叹了口气。

“老师经常告诉我们‘失败是成功之母’，虽然发生了事故，但一定也留下了很多宝贵的经验。”阳阳说道。叔叔笑着点点头。

我国隧道发展的第二个时期

“我国隧道发展的第二个时期是20世纪60年代~80年代初。这一时期，中国的隧道工程处于稳定发展的阶段。尤其是随着经济实力的增长及科技水平的提高，隧道开始像雨后春笋般发展起来。其中，具有代表性的是成昆铁路上的425座隧道，它带动中国隧道的发展进入了主动施工阶段。”

我国隧道发展的第三个时期

“我国隧道发展的第三个时期，也就是高速发展时期，是从20世纪80年代中期到现在。随着隧道技术的创新与突破，我国隧道发展进入了一个全新的时期。这一时期的标志性工程是位于西康铁路上的秦岭隧道，如图1-3所示，它不仅是一个标志，而且还是一个证明，证明我国的隧道修建技术已经与国际接轨了。”

隧道博士

1.根据上面的介绍，你能不能自己向小朋友简单地介绍一下我国隧道的发展情况呢？

2.在进一步介绍之前，自己先去了解一下国外隧道的发展情况吧。



国外隧道的发展情况

阳阳听完叔叔的介绍后，像个成年人一样陷入了沉思，他用手托着下巴，大大的眼睛滴溜溜地看着叔叔，然后又不好意思地问：“叔叔，我能再问一个问题吗？”

叔叔喝了口水，爽朗地笑道：“有问必答。”

于是，阳阳就不客气地又问了一个大问题：“那么，国外隧道的发展历史又是怎样的呢？”

叔叔听完后又笑了起来，他对阳阳说：“你还真是个执着的小孩儿，学会打破沙锅问到底了呀！”阳阳捂着嘴巴笑起来。

“其实，国外隧道的发展历史也分为几个时期。”

国外隧道发展的第一个时期



“严格地说，人类在很早以前就开始挖隧道了，只是规模不够大，隧道的用途也和现在有所不同。例如，在原始社会，人们为了生存而躲进天然的洞穴，并将洞穴扩充，这就是隧道最开始的样子。在公元前2000年的埃及，当时的王室或者贵族就在地底挖出一些小小的洞穴，用做石墓。一千年后，以色列人开始在城市下层土壤比较松软的地方挖隧道，用来供给城市用水。当然，这时候没有任何先进的技术，所以隧道规模是非常小的。”

“他们都是拿着铁锹或者其他工具挖石块吗？”阳阳问。叔叔点点头。

“他们为什么不先用火烧一下，然后再在上面浇冷水呢？我听爸爸说，这样石块就会因为热胀冷缩而炸裂，这不是就方便很多了吗？”阳阳奇怪地问。叔叔大笑起来，连夸阳阳是个聪明的孩子。

国外隧道发展的第二个时期

“直到17世纪，人们才想到这个办法。这时，隧道的修建技术已经有了很大的发展，尤其是当时的法国人，因为他们的经济发展得非常迅速，而政府又想投资兴建隧道，所以隧道在法国几乎成为了一种时尚。世界上第一条大隧道——马尔派斯运河隧道就是这时候修建完成的。不过，这一时期的人们仍然只能在一些较为松软的土层中开凿隧道，直到1830年。”

“1830年发生了什么呢？”阳阳不知不觉被叔叔的话吸引住了，他急忙问。

“为了防止雪崩，英法两国分别开始在坚硬的岩石中开挖隧道，其中具有代表性的工程就是著名的泰晤士河隧道，它把伦敦市的两个部分紧密连接在了一起，如图1-4所示。”

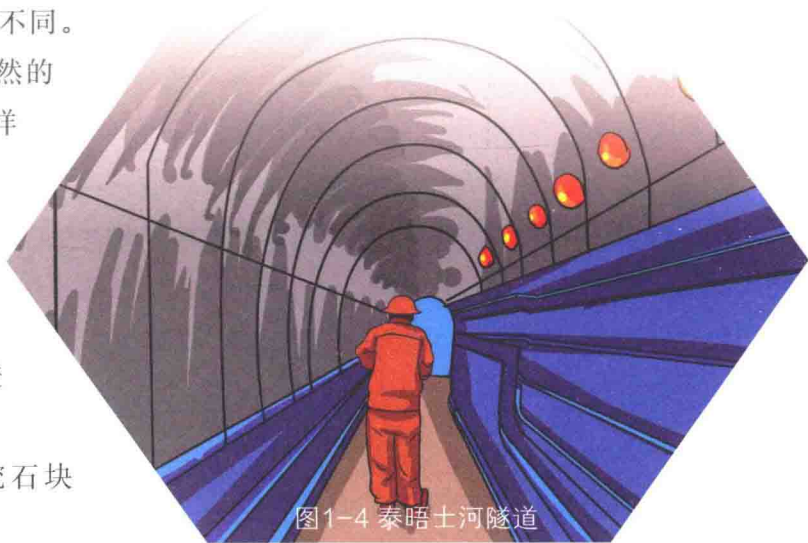


图1-4 泰晤士河隧道

国外隧道发展的第三个时期

“随后，就是国外隧道发展的最后一个时期，它从1821年英国第一条公用铁路线修建完成，也就是火车的投入使用开始直到现在。这是隧道发展的一个新纪元，也是高速发展的一个时期。同一时期，德国的铁路隧道（图1-5）发展也开始表现出积极向上的样子，德国人在1837年抢先修建了两条铁路隧道。”

“在以后的数十年里，全世界的隧道工程师们都在研究在隧道挖掘中有可能遇到的重大问题，并利用先进的科技手段来

解决。现在，隧道已经和我们的生活密不可分。”

隧道博士

1.综合中国隧道发展的情况和国外隧道发展的情况，你能不能总结出两者之间的相同点以及不同点呢？

2.搜集相关资料，看一看当今世界，中国隧道的发展和国外隧道的发展有什么不同。



图1-5 德国的铁路隧道



图1-6 隧道建设图



隧道建设的原理和作用

听完叔叔对国外隧道的介绍，阳阳对这些大家伙更感兴趣了。不过，阳阳的心里又有一个疑问，这些隧道是怎样建成的呢？在隧道的开掘过程中，是什么力量支撑它完成的？阳阳将自己心里的疑问告诉了叔叔。叔叔听后哈哈大笑，夸奖阳阳是一个喜欢动脑子小家伙。于是便告诉阳阳，隧道在建设的过程中，也要遵循一些原则，如隧道流体力学。

隧道流体力学

对于“隧道流体力学”这个名字，大家

肯定是非常陌生的。这是一个物理学上的概念。那它究竟是什么意思呢？不要着急，慢慢看下去就会明白啦！

隧道内包含的流体分为两种：流体以液体为主的隧道和流体以气体为主的隧道。而液体的隧道中，也有不完全的液体隧道，就像我们生活中常见的下水道，这也是隧道的一种，但是它的上空却充满了空气。

在完全充满气体或者液体的隧道中，如果隧道作用是输送气体或者液体，那么产生的现象就会受到阀门、抽水及风机的影响；如果隧道里的气体或者液体受到隧道内高速物体（如隧道里疾驶的汽车或者列车）的影响，这样产生的现象主要是活塞效应噢。

隧道博士

看完隧道的建设原理和作用之后，有没有发现它和我们想象中的不一样呢？隧道可不是简单地在山中打个洞噢，它的建造难度（图1-6）以及应用价值可是非常不容忽视的呢。