

让中国孩子自豪的创新科技丛书

QIAOLIANG HE SUIDAO

中国
骄傲

桥梁和 隧道

崔金泰主编 崔金泰著
杜晓西绘图



BRIDGE AND TUNNEL

【最轻松好玩的科学读本,让你一分钟爱上科学】

幽默插画、最新知识, 高科技一网打尽!!!



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

让中国孩子自豪的创新科技丛书

桥梁和 隧道

崔金泰主编 崔金泰著
杜晓西绘图

QIAOLIANG HE SUIDAO

BRIDGE AND TUNNEL



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

桥梁和隧道 / 崔金泰著; 杜晓西绘图. — 北京: 北京师范大学出版社, 2013.3

(让中国孩子自豪的创新科技丛书 / 崔金泰主编)

ISBN 978-7-303-14659-8

I. ①桥… II. ①崔…②杜… . ①桥梁工程—工程技术—少年读物 ②隧道工程—工程技术—少年读物 IV. ①U44-49 ②U45-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第128383号

营 销 中 心 电 话 010-58805072 58807651
北师大出版社少儿网站 <http://child.bnup.com.cn>
电 子 信 箱 jingshishaoer@sina.cn

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街19号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×230mm

印 张: 4

字 数: 100千字

版 次: 2013年3月第1版

印 次: 2013年3月第1次印刷

定 价: 15.00元

策划编辑: 胡 苗 责任编辑: 黄柳慧

美术编辑: 袁 麟 装帧设计: 千里马工作室

责任校对: 李 菡 责任印制: 陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

◎ 让中国孩子自豪的创新科技 ◎
桥梁和隧道

目 录

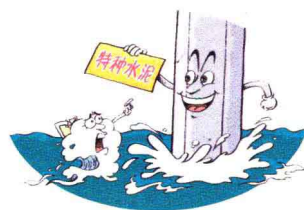
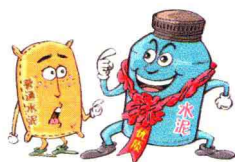
1	桥梁隧道的发展与崛起·····13
	改革开放助桥梁建设腾飞·····2
	向世界造桥强国迈进·····4
	隧道建造飞速发展·····5

2	创世界纪录的公路大桥·····7
	公路桥梁建设“三大战役”·····8
	自主创新建大桥·····9
	向更高水平迈进·····11

3	铁路桥梁异军突起·····13
	以桥代路办法好·····14
	精心建造的铁路桥·····15
	建造技术的重大突破·····16

4	世界最长的跨海大桥·····19
	敢为人先建大桥·····20
	世界最长的跨海大桥·····21
	跨海桥技术创新亮点·····23

5	独树一帜的立交桥·····25
	立交桥的兴起·····26
	新颖多彩的北京立交桥·····27
	世界最大的立交桥·····29



方便

快捷

6 世界最难施工的铁路隧道.....31

建造冻土隧道独占鳌头.....32

施工难度大的铁路隧道.....33

长、大、难、新的大瑶山隧道.....34



7 世界最长的公路双洞隧道.....37

世界公路双洞隧道的佼佼者.....38

人性化监控的创新成果.....39

名列前茅的通风与管理.....40

8 快速发展的海底隧道.....43

海峡交通首选——海底隧道.....44

我国第一条海底隧道.....46

海底隧道建设掀热潮.....47



9 后来居上的地铁隧道.....49

北京“大揭盖”建第一条地铁.....50

津沪地铁建设有亮点.....51

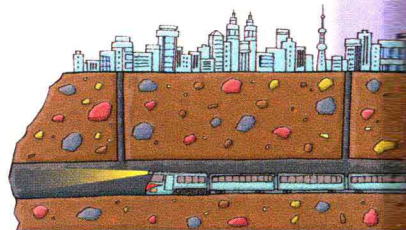
最复杂的地铁线路施工.....52

10 未来将建成的跨海桥梁隧道.....55

“黄金水道”上的跨海大桥.....56

大连湾跨海大桥.....57

横跨渤海的海底隧道.....58



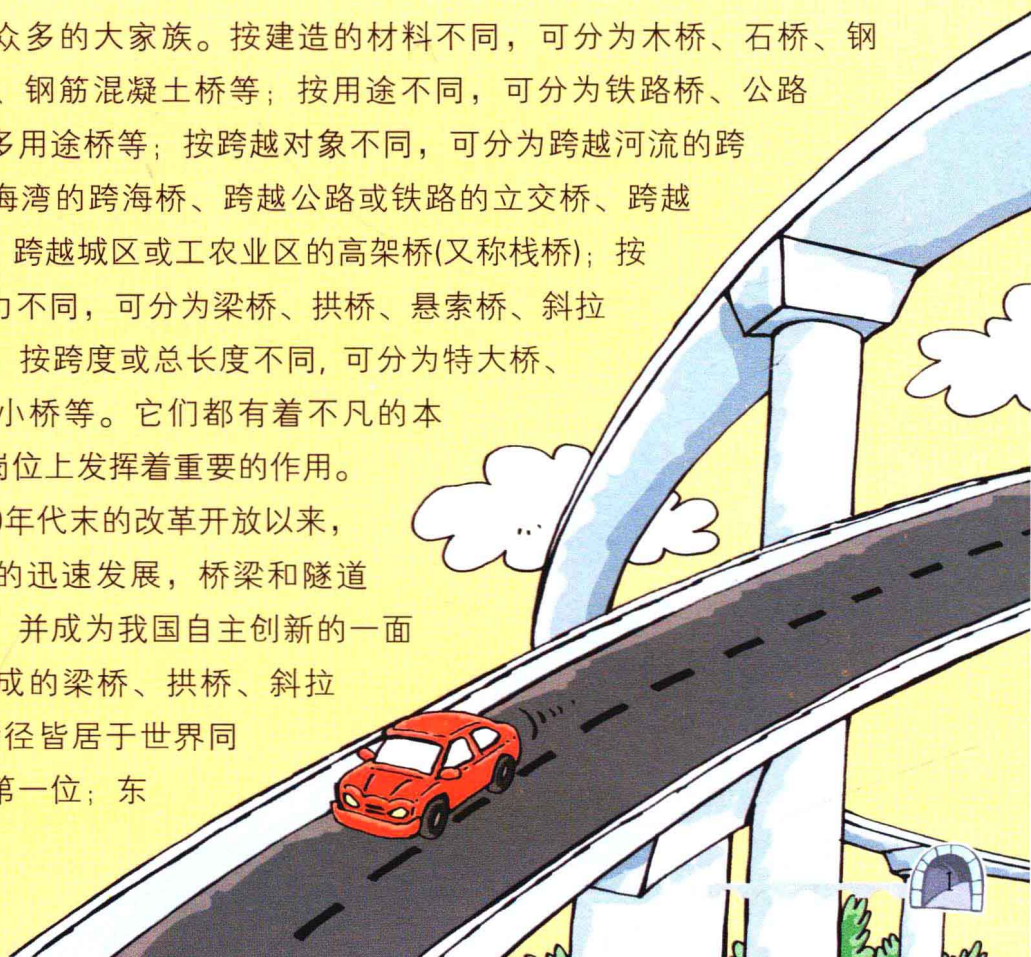
1

桥梁隧道的发展与崛起

逢水架桥，遇山开洞。桥不仅缩短了脚下的距离，给人以便利，而且还是人和车跨越天堑的“翅膀”，也是人类智慧和力量的结晶。桥又是人类文明与进步的延伸，它将中华民族漫长的历史发展连接并伸展开来：从原始氏族西安半坡村围沟上的独木桥，到名扬中外的赵州石拱桥；从绍兴古桥梁中的八字桥，到北京现代化的立交桥；从红军长征中洒下鲜血的大渡河上的铁索桥，到被称为“中国铁路第一跨”的乌江黄草桥；从姑苏婀娜多姿的园林古桥，到我国第一座跨海的上海东海大桥；从《清明上河图》中的虹桥，到世界最大跨度的杨浦斜拉大桥……展现出一幅幅让炎黄子孙自豪的桥文化历史画卷。

桥是弟兄众多的大家族。按建造的材料不同，可分为木桥、石桥、钢桥、混凝土桥、钢筋混凝土桥等；按用途不同，可分为铁路桥、公路桥、管道桥、多用途桥等；按跨越对象不同，可分为跨越河流的跨河桥、跨海或海湾的跨海桥、跨越公路或铁路的立交桥、跨越山谷的跨谷桥、跨越城区或工农业区的高架桥(又称栈桥)；按结构形式和受力不同，可分为梁桥、拱桥、悬索桥、斜拉桥、刚架桥等；按跨度或总长度不同，可分为特大桥、大桥、中桥、小桥等。它们都有着不凡的本领，在各自的岗位上发挥着重要的作用。

20世纪70年代末的改革开放以来，随着我国经济的迅速发展，桥梁和隧道建设再度崛起，并成为我国自主创新的一面旗帜。我国建成的梁桥、拱桥、斜拉桥，其最大跨径皆居于世界同类桥梁跨径的第一位；东





赵州石拱桥

桥梁，其中6座特长隧道总长57千米，构成了世界最大隧道群。

海大桥和杭州湾大桥，是两座30多千米的超长跨海大桥，创造了世界建桥史上的奇迹；西安至汉中高速公路全长255千米，全线约2/3是隧道和桥梁，共计136座隧道和540座

改革开放助桥梁建设腾飞

改革开放为经济发展注入活力，也使桥梁建设获得蓬勃发展。广东番禺于1988年建成的洛溪大桥，就是其中的典型代表。这座大桥的桥梁采用新型的大跨度预应力混凝土制成。预应力混凝土是在钢筋混凝土中加入高强度钢丝而成，其突出的优点是克服了单一钢筋混凝土易产生裂纹的缺点，提高了桥梁的使用寿命。洛溪大桥使用了先进的悬臂安装法和顶推法施工，因而成为当时最大跨度的梁式桥，也成为我国大跨度预应力混凝土梁式桥建设的里程碑。

进入20世纪90年代后，一种名为“斜拉桥”的桥梁建设也有了长足的进步。相比传统的梁式桥，斜拉桥的跨越度更大，它由索塔、主梁、斜拉索组成。桥中部的索塔上伸出许多拉索，像千手观音一样，拉着桥身，这种桥的用料更省，桥身更

轻。上海南浦大桥和杨浦大桥是我国首次自主设计和建造的大跨度斜拉桥。它们的建造成功，不仅积累了宝贵的实践经验，而且使我国桥梁界实现了从建造200多米跨度的斜拉桥向建造主跨423米（南浦大桥）和602米（杨浦大桥）斜拉桥的跃进。

在成功建造斜拉桥后，我国又开始着手建造现代悬索桥。1994年建成的主跨452米的广东汕头海湾大桥是建造大型悬索桥的第一次尝试。它采用预应力混凝土加劲梁，每根主缆有110股，外径达56厘米。随后，自主设计建成的广东虎门珠江主跨888米的悬索桥，是我国桥梁史上的又一里程碑。这一时期，还建成数十座钢管混凝土拱桥，其代表作是广州丫髻沙大桥和重庆万县长江大桥，标志着我国钢管混凝土拱桥已跻身世界先进行列。



向世界造桥强国迈进

20世纪80年代以来，我国已建成各种桥梁几十万座，取得了一大批以大跨径桥梁建设为中心的高水平科技成果，具备了建造世界上各类桥型的能力。随着江河湖海上一座座桥梁拔“水”而起，我国已迈向世界桥梁强国行列，其中尤以拱桥和悬索桥最为突出。拱桥是最古老的桥之一，由于桥洞成弧形而得名。弧形桥洞具有传递压力的特殊能力，这就好像把一个没有裂缝的鸡蛋握在手掌中，使出全部握力也不能把鸡蛋攥破一样。因为圆弧形可以把表面上受的力沿弧形传递到各个部位，所以能承受很大压力。我国隋代建成的赵州桥，距今已一千多年了，是世界上最古老的保存完好的石拱桥。再说年轻点的悬索桥，它是指桥面支承在悬索上的桥，其特点是造型优美，跨越能力大。如我国建造的三峡西陵长江大桥，主跨达900米。我国的斜拉桥和悬索桥的建造已实现了跨径“三级跳”：从跨径450米的广东汕头海湾大桥到跨径888米的广东虎门珠江大桥，再到跨径1385米的江苏江阴长江大桥。2005年，我国又建成了主跨1490米的润扬大桥，居世界大跨径悬索桥前列。2008年建成拥有世界第一跨径（1088米）的苏通斜拉桥，这座桥有着世界上最长拉索、最高桥塔和最大群桩基础。

隧道建造飞速 发展

我国隧道建设与桥梁相比，起步较晚，但发展势头飞快，已跨入世界先进行列。到21世纪初，我国已修建铁路隧道7500多座，总长度达4300千

米。我国的隧道数量和总长度均位居世界前列，已成为世界上隧道工程最多、最复杂、发展

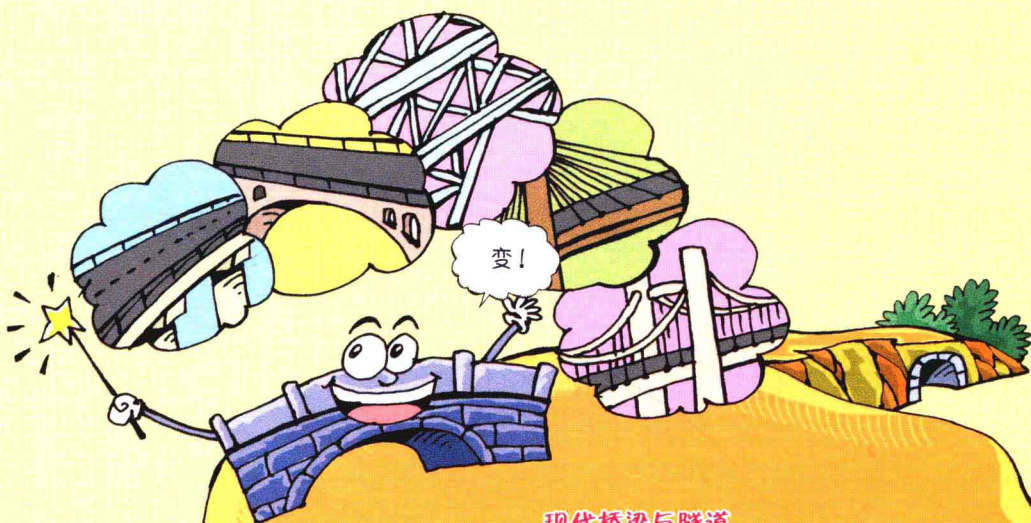
最快的国家之一。武广高速铁路有隧道237座，总计长近180千米，约占线路总长度的1/5。其中浏阳河隧道长10千米，是国内首座穿越城市、河流、高速公路的铁路隧道，属特长、

特大断面隧道。位于广东省境内的瑶山隧道群，长达24.6千米，施工技术复杂，采用先进技术和设备建成。在公路隧道方面，西安—汉中高速公路上的秦岭隧道，总长17千米，它的建成代表了当今世界隧道工程的最高技术成就。2007年建成的秦岭终南山公路隧道，全长18千米，是我国自行设计施工的世界最长的双洞单向公路隧道。我国海底隧道建设后来居上。2010年4月，我国第一条跨海隧道——厦门翔安海底隧道建成通车，隧道全长9千米，由我国自行

穿来穿去的，你当
我们是糖葫芦呢！



设计建造，这是目前世界上断面最大的海底隧道。我国已开工建设的第二条海底隧道为青岛胶州湾海底隧道，全长7.8千米，设双向6车道。此外，我国还计划建造包括台湾海峡海底隧道在内的4条跨海隧道。



现代桥梁与隧道

●现代桥梁的“兄弟”众多，除了正文中提到的立交桥、高架桥等“熟面孔”，咱们再介绍几位“生面孔”：管线桥、船闸升降桥和空中索道桥。

管线桥能穿山越岭，输送石油、天然气和热电厂的热水。

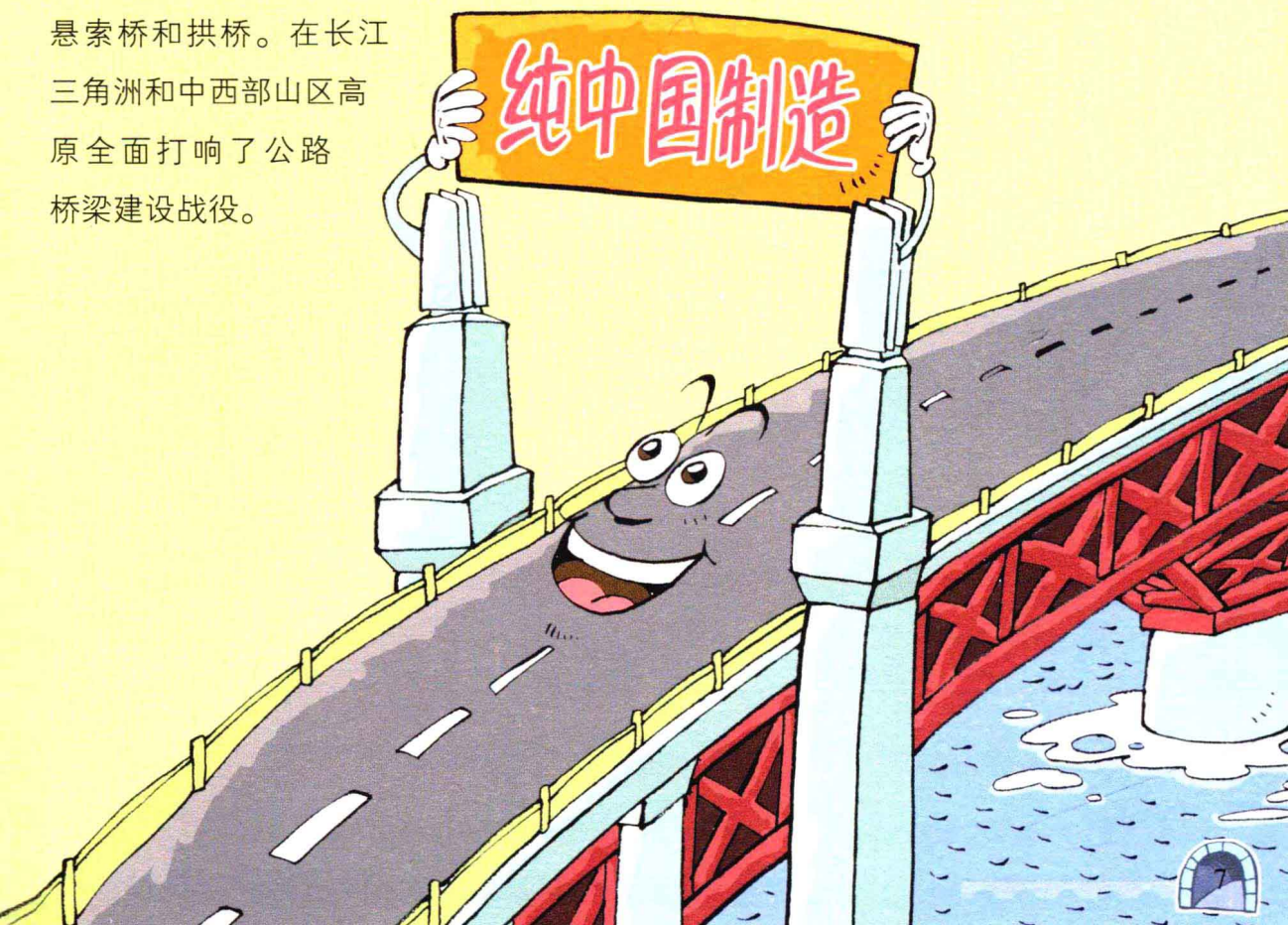
船闸升降桥能方便船在水中航行。

空中索道桥可以让游客便捷地穿行于山涧、江河间。

●现代隧道通常分为公路隧道、铁路隧道和海底隧道。在隧道建设中，海底隧道引人注目，发展也较快。自20世纪30年代开始修建海底隧道以来，世界各国已建成的海底隧道超过百座。这种隧道的突出优点是直达、快捷、通过量大，不受台风、浓雾等气象条件的影响，而且维护费用低。海底隧道是跨海峡交通的最佳方式。

2 创世界纪录的公路大桥

南京长江大桥是我国自行设计和施工的第一座长江大桥，已成为我国自主建造大桥的里程碑。于1972年建造的山东北镇黄河公路大桥，其钻孔桩的入土深度达107米，在我国公路钢桥发展史上占有重要地位。此后，我国相继建成具有世界先进技术水平斜拉桥、悬索桥和拱桥。在长江三角洲和中西部山区高原全面打响了公路桥梁建设战役。



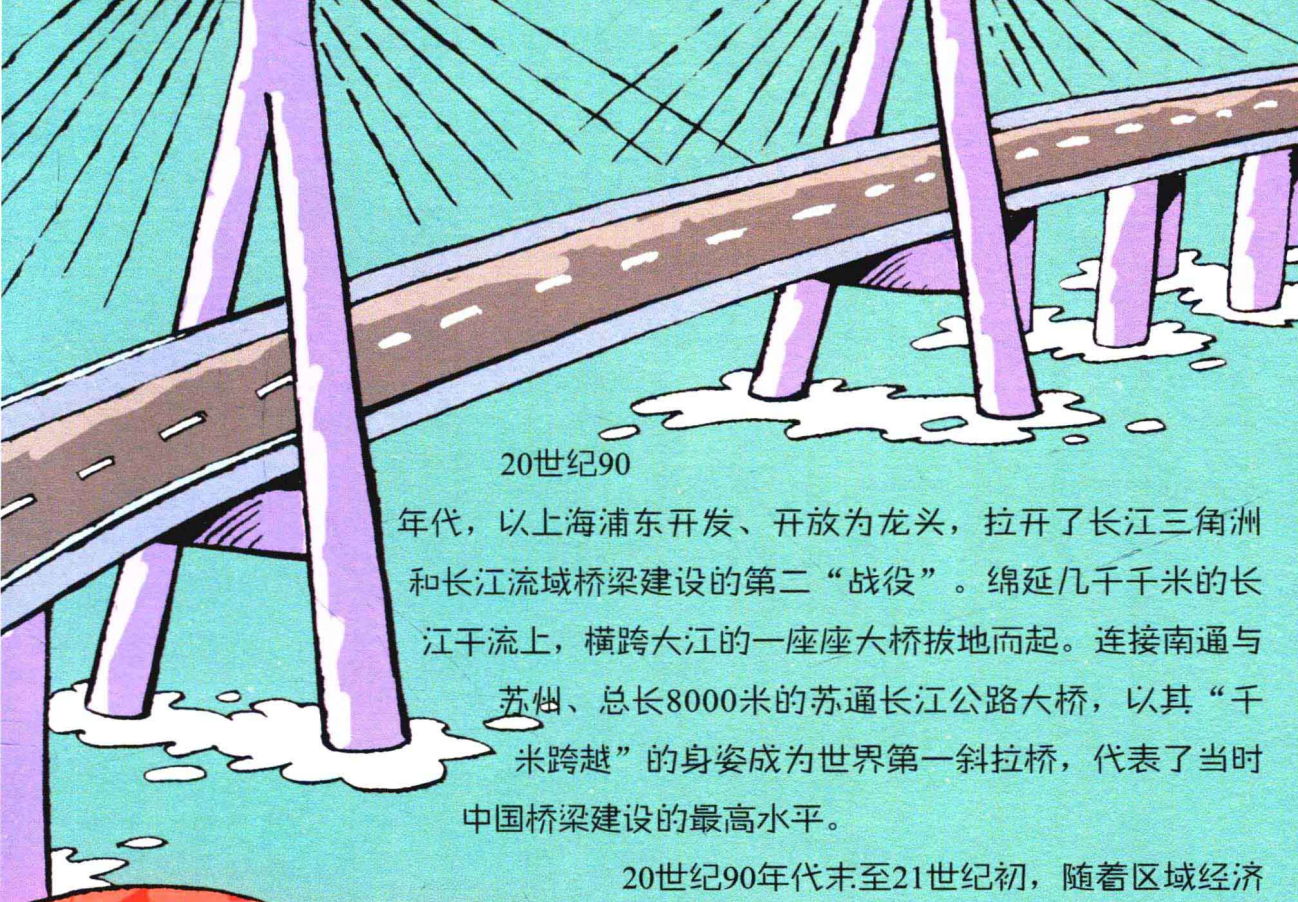
公路桥梁建设“三大战役”

改革开放促进了我国经济的大发展，也为桥梁建设带来了难得的机遇。20世纪70年代末以来，珠江三角洲和长江三角洲，展开了全球最大规模的公路桥梁建设的“三大战役”，使我国桥梁建造技术实现了跨越性的发展。

珠江三角洲首先吹响了公路桥梁建设“战役”的号角。这里从1981年起，开始了公路交通大规模的基础建设，为经济腾飞铺就跑道，打响了我我国现代公路桥梁建设的第一个“战役”，拉开了全国声势浩大的桥梁建设的帷幕。在这次“战役”中，建成了广东番禺—洛溪大桥，它是主跨180米的预应力混凝土连续刚构桥。



我的名字叫苏通长江公路大桥。我可是世界第一哦！



20世纪90

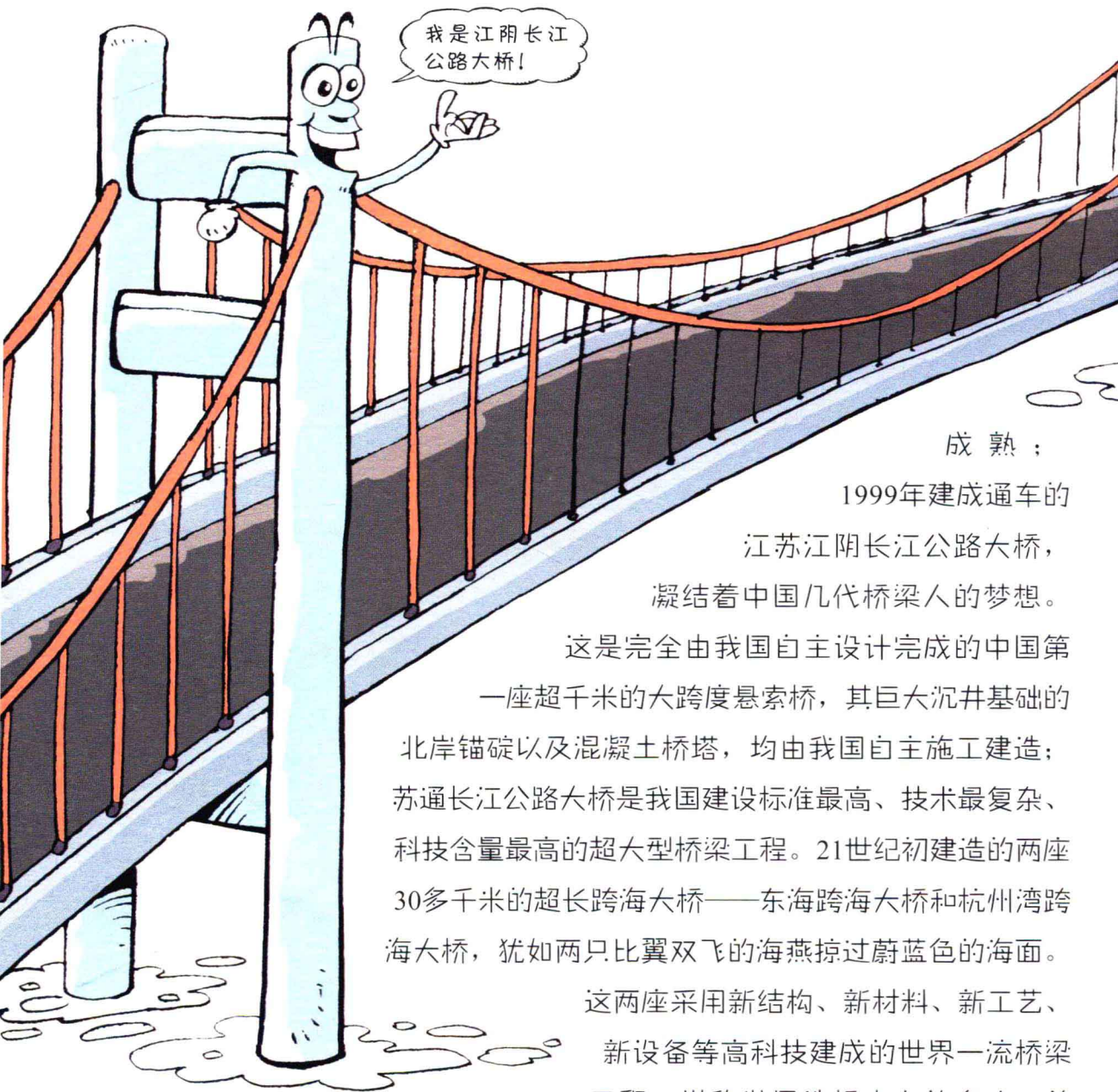
年代，以上海浦东开发、开放为龙头，拉开了长江三角洲和长江流域桥梁建设的第二“战役”。绵延几千千米的长江干流上，横跨大江的一座座大桥拔地而起。连接南通与苏州、总长8000米的苏通长江公路大桥，以其“千米跨越”的身姿成为世界第一斜拉桥，代表了当时中国桥梁建设的最高水平。

世界第一斜拉桥

20世纪90年代末至21世纪初，随着区域经
济一体化和西部大开发战略的实施，公路桥梁建
设的第三“战役”在长江三角洲和中西部山区、
高原全面打响。江阴长江公路大桥以1385米一
跨过江的纪录，成为我国桥梁发展史上的里程
碑。这一时期，我国开始了跨越海湾和海峡的造桥新时代。

自主创新建大桥

我国桥梁建设已成为自主创新的一面鲜艳旗帜。作为自主创新典型代表的公路大桥有：1997年香港回归前夕，自主设计和建造的广东虎门珠江大桥建成通车，其跨径达888米，是我国第一座6车道高速公路、全焊接钢箱悬索桥；1998年建成的广州丫髻沙大桥是另一个杰作，标志着我国钢管混凝土拱桥的设计和建造技术已趋于



我是江阴长江
公路大桥！

成熟：

1999年建成通车的

江苏江阴长江公路大桥，

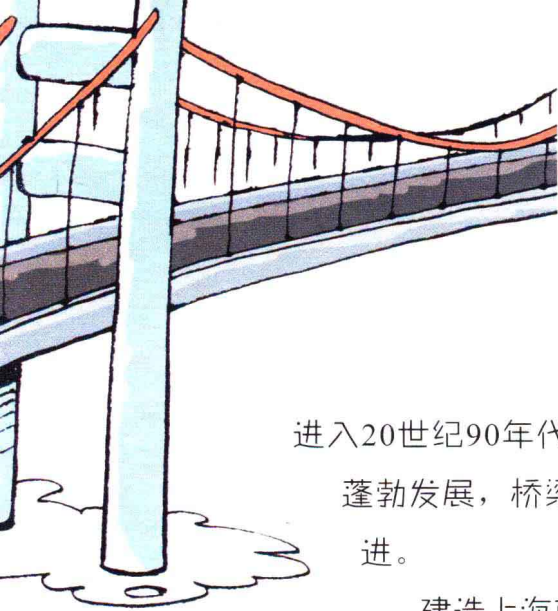
凝结着中国几代桥梁人的梦想。

这是完全由我国自主设计完成的中国第一座超千米的大跨度悬索桥，其巨大沉井基础的北岸锚碇以及混凝土桥塔，均由我国自主施工建造；苏通长江公路大桥是我国建设标准最高、技术最复杂、科技含量最高的超大型桥梁工程。21世纪初建造的两座30多千米的超长跨海大桥——东海跨海大桥和杭州湾跨海大桥，犹如两只比翼双飞的海燕掠过蔚蓝色的海面。

这两座采用新结构、新材料、新工艺、新设备等高科技建成的世界一流桥梁工程，堪称世界造桥史上的奇迹；总

体来说，自1991年自行设计建成黄石长江大桥后，我国

又相继建成一大批跨越大江、大河、湖泊、海湾的结构新颖、技术复杂的特大型桥梁。这些桥梁，无论是设计水平、建筑材料，还是施工工艺和质量控制，都标志着



我国桥梁建设已达到世界先进水平。

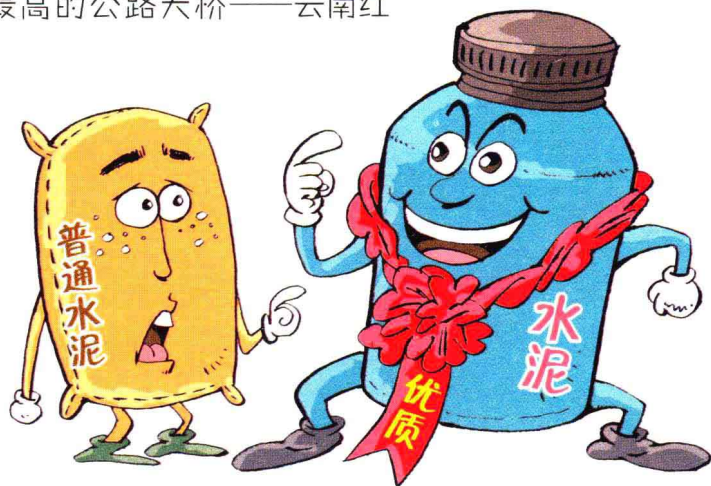
向更高水平迈进

进入20世纪90年代后，随着上海浦东的开发和全国经济建设的蓬勃发展，桥梁建设也开始向自主设计和施工的更高水平迈进。

建造上海南浦大桥是我国桥梁建设的一次重大机遇。通过自主设计和建造这座大型斜拉桥的实践，取得了实际经验并培养了专业人才。随后，在上海又建成跨度更大的斜拉桥——杨浦大桥。接着，我国成功地建造高技术含量的苏通大桥，其300米高的桥塔，误差不超过10厘米。更令人惊奇的是，这座大桥的垂直度达 $1/42000$ ，误差仅为9毫米。它的另一个创新点，对主桥墩基础进行了永久冲刷防护，这在国内大型桥梁建设中尚属首例。此外，苏通大桥所用的混凝土质量很高，达到了国际先进水平。

我们是专门给苏通大桥用的。

2009年，我国建成世界最高的公路大桥——云南红河大桥。该桥主桥墩高123.5米，成为迄今为止世界第一高桥。目前，我国已建成主跨在200米以上的桥梁2100座，主跨在400米以上的桥梁30座，主跨在600米以上的大跨径桥梁12座。另外，还在大跨径悬索桥、斜



拉桥、拱桥等各种结构形式的特大型桥梁设计中取得了宝贵的经验。与此同时，国产建桥材料、锚具、支座、伸缩缝等各种产品得到广泛的应用。我国已建的梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥的最大跨径分别达到330米、550米、1088米、1490米，分别位居世界同类桥梁跨径的前列。

千年赵州桥名扬中外

赵州石拱桥建成距今已有1400多年了，是我国现存最早的，也是世界上最古老且保存完好的石拱桥。英国科技史专家李约瑟称赞说：“这座桥使我认为，世界上没有比中国人更好的工匠了。”一位美国桥梁专家对赵州桥也给予了很高评价：赵州桥轻巧的构造，使闻名于世的罗马帝国时代的石桥看起来“臃肿”了。

那么，千年古桥为何保存得这样完好，又受到人们如此的赞美呢？

赵州桥是隋代石匠李春设计并主持建造的。李春出生在一个贫穷的石匠家里，从小和石头打交道。他聪明好学，能准确辨认岩石纹路的走向、层理，并能准确掌握凿孔的孔径、间距和孔深的合理比例。这些绝技是经过长期实践和磨炼而练就的。

赵州桥全长64.4米，用28道独立石拱纵向并列砌筑，主拱孔径37.02米，跨度大而弧形平。在大石拱的两侧，各建有两个小拱。这种单跨无墩及大拱上的四个小孔，能顺利宣泄夏秋季迤发的洪水，起到分洪缓冲的作用。这在世界桥梁史上是一项极其伟大的成就，也是世界桥梁建造史上的首创。

这座石拱桥不仅结构设计奇巧无比，而且由于桥身巨大而空灵，整个桥型稳重轻盈，寓秀美于雄伟之中。远远望去，石拱桥宛若“初月出云，长虹饮涧”，可说是集科学性与艺术性于一身的精品。