

港珠澳大桥岛隧工程总工程师**林鸣**等审订推荐

超级大桥通车了

田 恬 曹慧思◎著 管治国◎绘

中国工程
科学绘本

北京科学技术出版社

超级大桥通车了

田 恬 曹慧思◎著 管治国◎绘



建建告诉爸爸，
他跟香港的子轩和澳门的家乐约好了，
放假的时候，
他们要一起去珠海的海洋公园看鲸鲨，
去香港的迪士尼乐园看米奇，
去澳门的哪吒庙吃盆菜。

告诉建建，港珠澳大桥通车了，
一定一定可以实现！

总策划

陈 云 高级工程师

林 鸣 教授级高级工程师、享受国务院特殊津贴专家、交通运输部专家委员会成员、港珠澳大桥岛隧工程项目总工程师

顾问

孟凡超 成绩优异的高级工程师、享受国务院特殊津贴专家、港珠澳大桥总设计师

罗 冬 高级工程师

刘晓东 教授级高级工程师、港珠澳大桥岛隧工程设计总负责人

尹海卿 教授级高级工程师、享受国务院特殊津贴专家

陈 林 教授级高级工程师、全国疏浚行业技术专家

樊建华 高级经济师

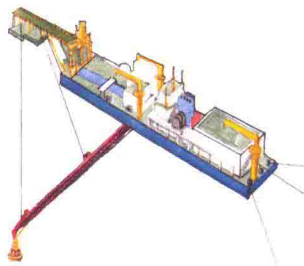
吴益梅 高级工程师

刘亚平 教授级高级工程师、享受国务院特殊津贴专家

陈向阳 经济师

统筹策划

刘 彦 查长苗 米金升



田 恬 中国人民大学文学硕士，记者，企业文化师，北京市通州区作家协会会员，已出版2部专著。

曹慧思 清华大学教育学硕士，资深童书编辑，专注于国内外优秀绘本研究。

管治国 北京交通大学建筑与艺术学院硕士研究生，新锐插画师。

（张澎老师对本书的绘画工作亦有贡献，特此致谢！）

图书在版编目（CIP）数据

超级大桥通车了 / 田恬，曹慧思著；管治国绘. —北京：北京科学技术出版社，2018.12
ISBN 978-7-5304-9754-8

I. ①超… II. ①田… ②曹… ③管… III. ①跨海峡桥—广东—少儿读物 IV. ① U448.19-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 162589 号

超级大桥通车了

作 者：田 恬 曹慧思

策划编辑：曹慧思

责任印制：张 良

出 版 人：曾庆宇

社 址：北京西直门南大街 16 号

电话传真：0086-10-66135495（总编室）

0086-10-66161952（发行部传真）

电子信箱：bjkj@bjkjpress.com

经 销：新华书店

开 本：889mm×1194mm 1/16

版 次：2018 年 12 月第 1 版

ISBN 978-7-5304-9754-8/U·082

绘 者：管治国

责任编辑：张 芳

图文制作：沈学成

出版发行：北京科学技术出版社

邮政编码：100035

0086-10-66113227（发行部）

网 址：www.bkydw.cn

印 刷：北京捷迅佳彩印刷有限公司

印 张：2.5

印 次：2018 年 12 月第 1 次印刷

定价：45.00 元

超级大桥通车了

田 恬 曹慧思◎著 管治国◎绘



建建告诉爸爸，
他跟香港的子轩和澳门的家乐约好了，
放假的时候，
他们要一起去珠海的海洋公园看鲸鲨，
去香港的迪士尼乐园看米奇，
去澳门的哪吒庙吃盆菜。

告诉建建，港珠澳大桥通车了，
一定一定可以实现！

这里是伶仃洋，
珠海、香港和澳门在这片海域隔海相望，
雄伟的港珠澳大桥就建在这里。

在这片海域建造大桥可不容易，
且不说施工难度高，
设计师在设计的时候就遇到了一对矛盾的需求。



伶仃洋航道* 是世界上最重要的贸易通道之一，
每天有 4000 多艘船经过这里。

为了让大型船只顺利通行，
大桥的桥面必须比海平面高出 70 多米，
相应的桥塔的高度要在 200 米以上。

* 航道：指海洋、河流等水域内供船舶安全航行的通道。

好在设计师有着高超的智慧，
他们提出了一个天才的设计方案：
将大桥会影响船只和飞机通行的部分埋入海底，变成海底隧道。
这个方案创造性地将大桥建成“桥梁+人工岛+海底隧道”的组合，
使大型船只与飞机都能不受干扰地安全通行。

香港国际机场

国际客运量位列世界第五，

国际货运量位列全球第一。

港珠澳大桥正处在香港国际机场的航线上，

而为了保证飞机的起降安全，

航线上不能有 200 米高的桥塔。



另外，这片海域还居住着一群小精灵——

国家一级保护动物中华白海豚。

它们对生存环境要求极高，

已经适应了伶仃洋几万年来形成的稳定的水文生态环境。

人类建造的工程不能对它们的生存环境造成破坏。

靠近珠海和澳门的区域建造的是桥梁。

为了缩短施工时间，减少对中华白海豚的打扰，
建造大桥需要的桥墩、钢箱梁等部件都是预制的。

运输船把这些部件运送到施工现场，

当伶仃洋风平浪静时，

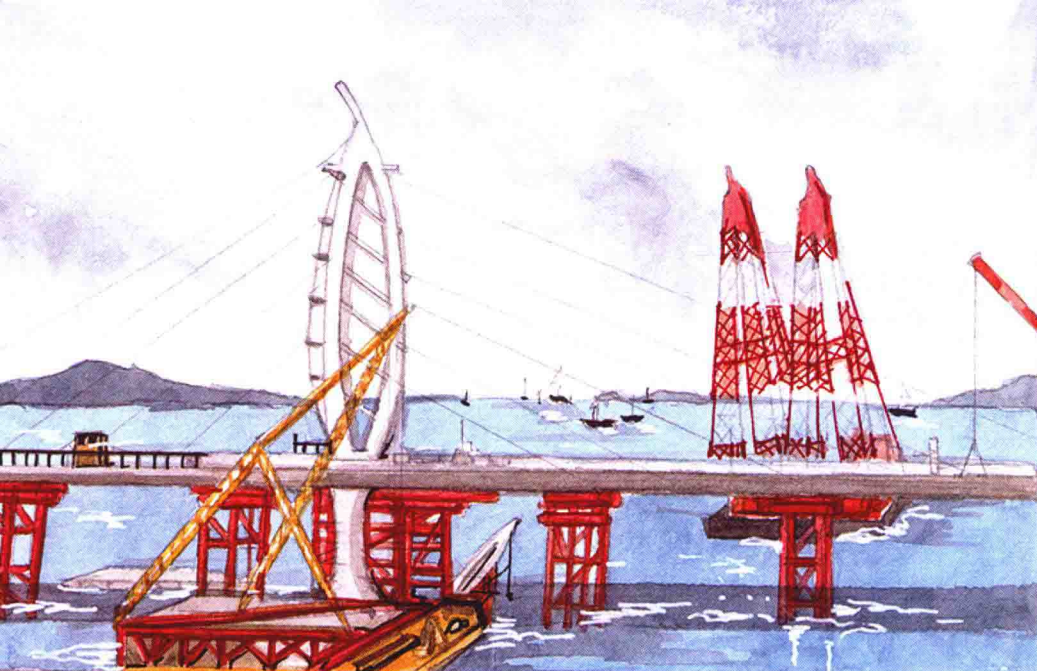
“海上大力士”起重船将桥墩吊装到位，
再将钢箱梁放到一座座桥墩之间，组装成桥面，
就像在海上搭积木一样。



桥塔的安装可就没有这么简单了，
由于施工条件的限制或者造型结构的原因，
三座航道桥* 桥塔的安装各有困难，
工程师分别发明了不同的方法。



* 航道桥：建在航道之上、桥面足够高、桥墩之间足够宽、船只可以从桥下顺畅通行的大桥。

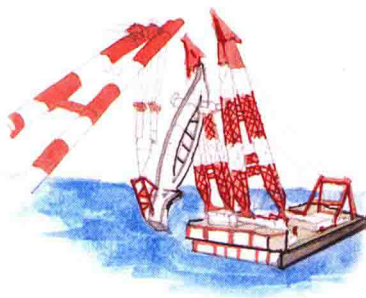


这是一对“海豚”桥塔，
它是在两艘起重船的配合下整体吊装的。

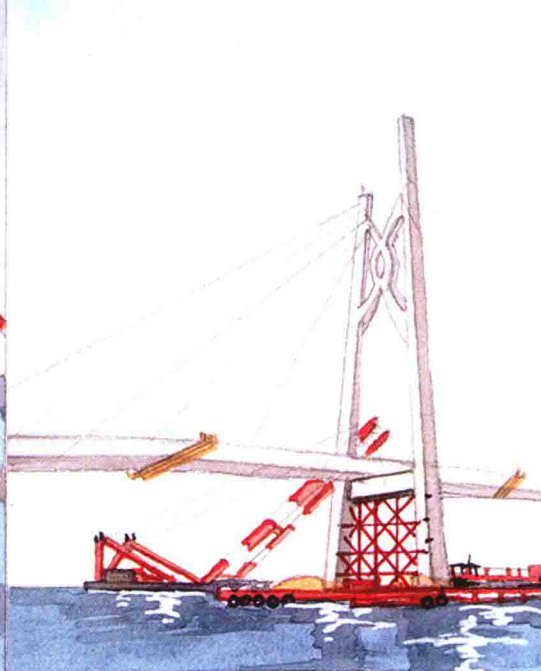


桥塔先由运输船运到海上，
此时它是“躺”在船上的。
随后，两艘起重船分别用吊钩“抓”住桥
塔的“头”和“脚”，

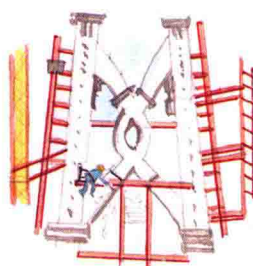
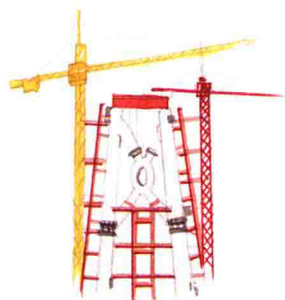
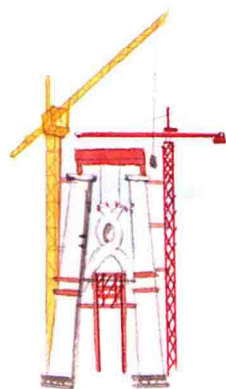
一艘“坚守”在规定的位置，
另一艘每次向前直线移动 3 米，
渐渐拉起桥塔，
直到它与海平面垂直。
然后，起重船将桥塔竖直放入海底，
完成整体吊装。

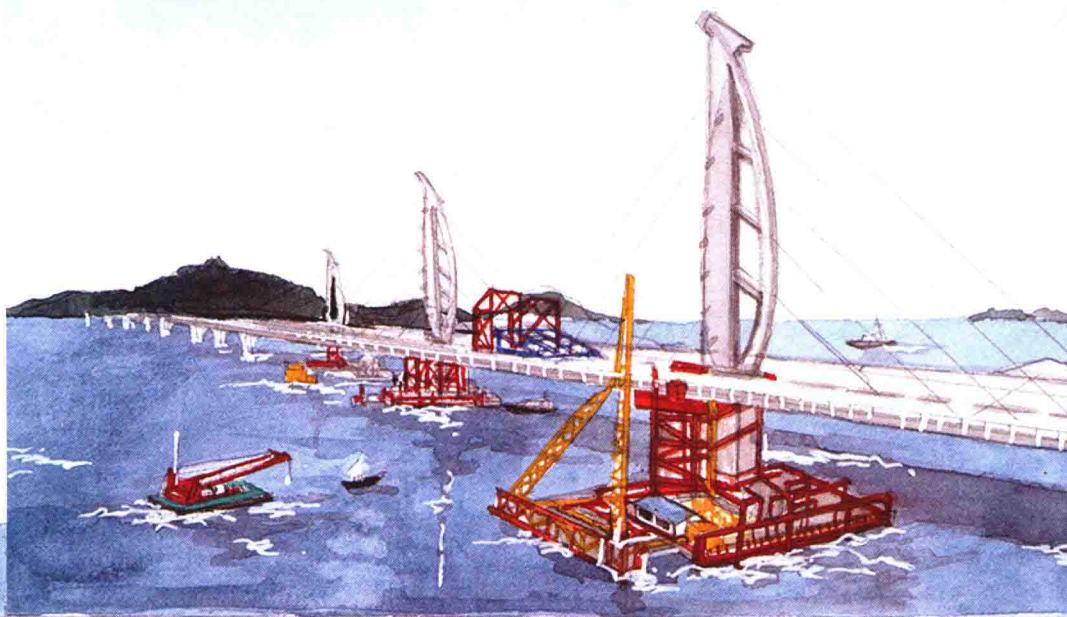


海上作业时，
海浪、潮涌不停地“捣乱”，
起重船无论是保持不动，
还是直线移动，都不容易，
何况它们“手”上的大家伙有 35 层楼那么高、
600 头大象那么重。



这是一对“中国结”桥塔，
是不是很漂亮？
为了做出这个“中国结”，
工程师费了很大工夫呢。





这是“风帆”桥塔，它们是不是跟“海豚”桥塔很像？

可是，它们不能像“海豚”桥塔一样整体吊装。

因为这座航道桥离澳门机场最近，

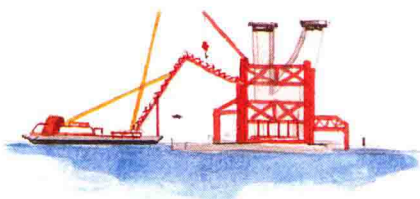
航空部门要求施工设备不能超过 122 米，

可是“风帆”桥塔本身已经高达 120 米，

整体吊装的话，起重船“举”起桥塔的时候，

吊钩的海拔高度一定会超过 122 米。

“中国结”桥塔的塔柱大约有 50 层楼那么高，“中国结”要安装在桥塔的中上部。

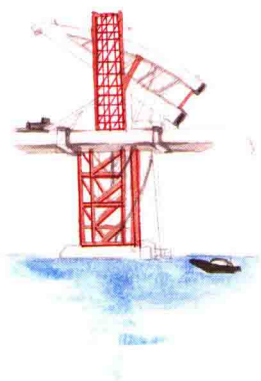
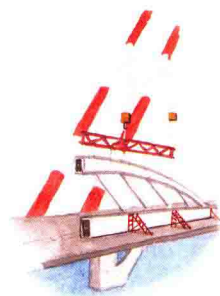


于是，工程师将桥塔分为两段来建造，在海上先把桥塔下半段浇筑好。

“中国结”大约相当于 200 头大象那么重。把这么重的东西安装到那么高的地方，并且误差不能超过 2 毫米，这工作想想就非同一般。

工程师通过分析，将“中国结”分解成 5 段，一段一段地安装，这样施工难度就小多啦。

桥塔上半段在工厂里预制完成，被运送到施工现场后，由起重船水平地放到桥面上。



起重机开到桥面上来啦！

起重机用巨大的牵引力拉动桥塔的上半段，带着它沿着预置的滑轨慢慢“站起来”，直到它与桥面垂直，精准地与下半段对接。

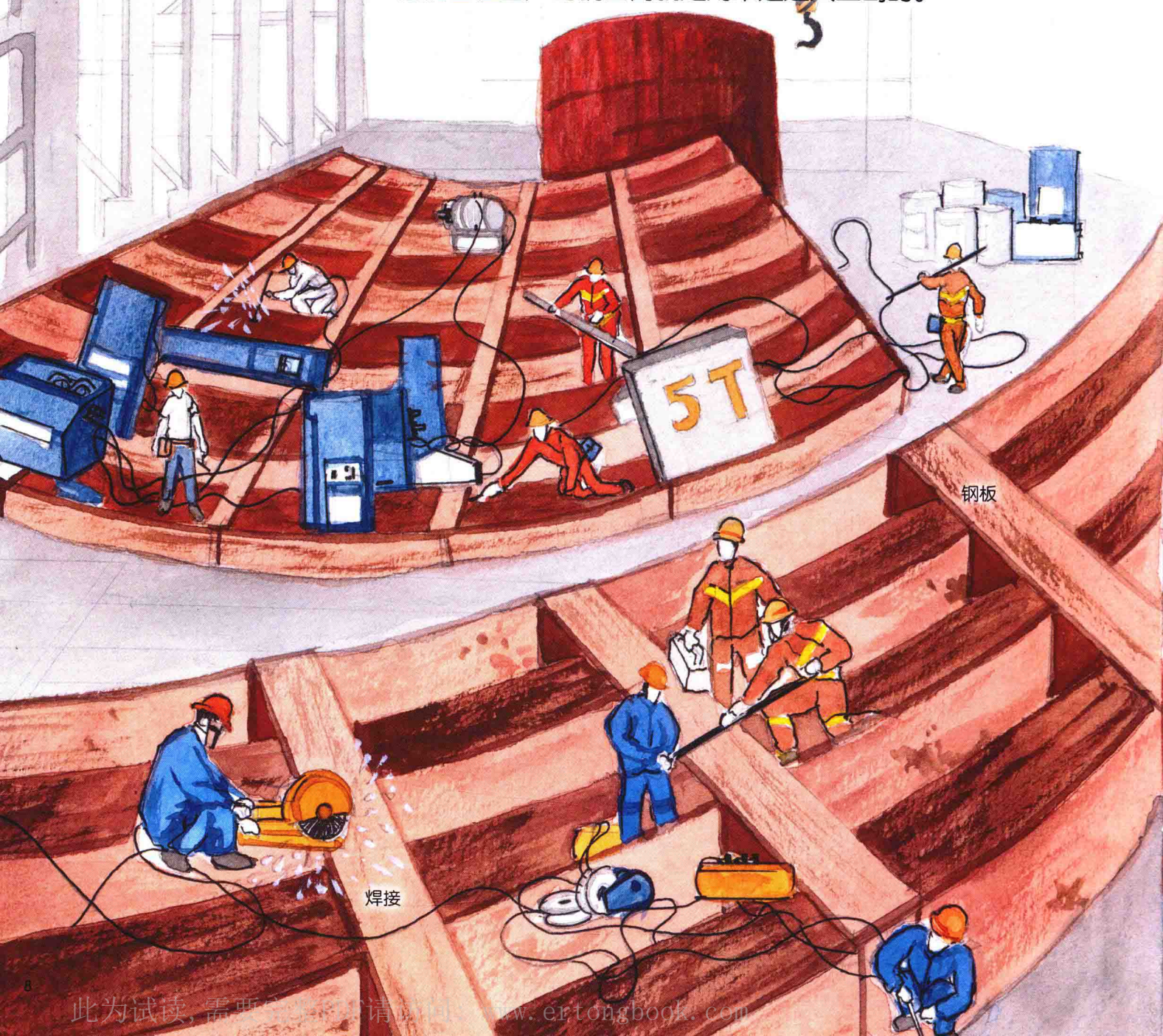
在靠近香港的地方，大桥就要变成海底隧道啦。

修建海底隧道前，要建好隧道的出入口，

也就是两座人工岛。

工厂里，工人们在热火朝天地工作着，

他们正在生产的钢圆筒就是用来建造人工岛的。



钢板

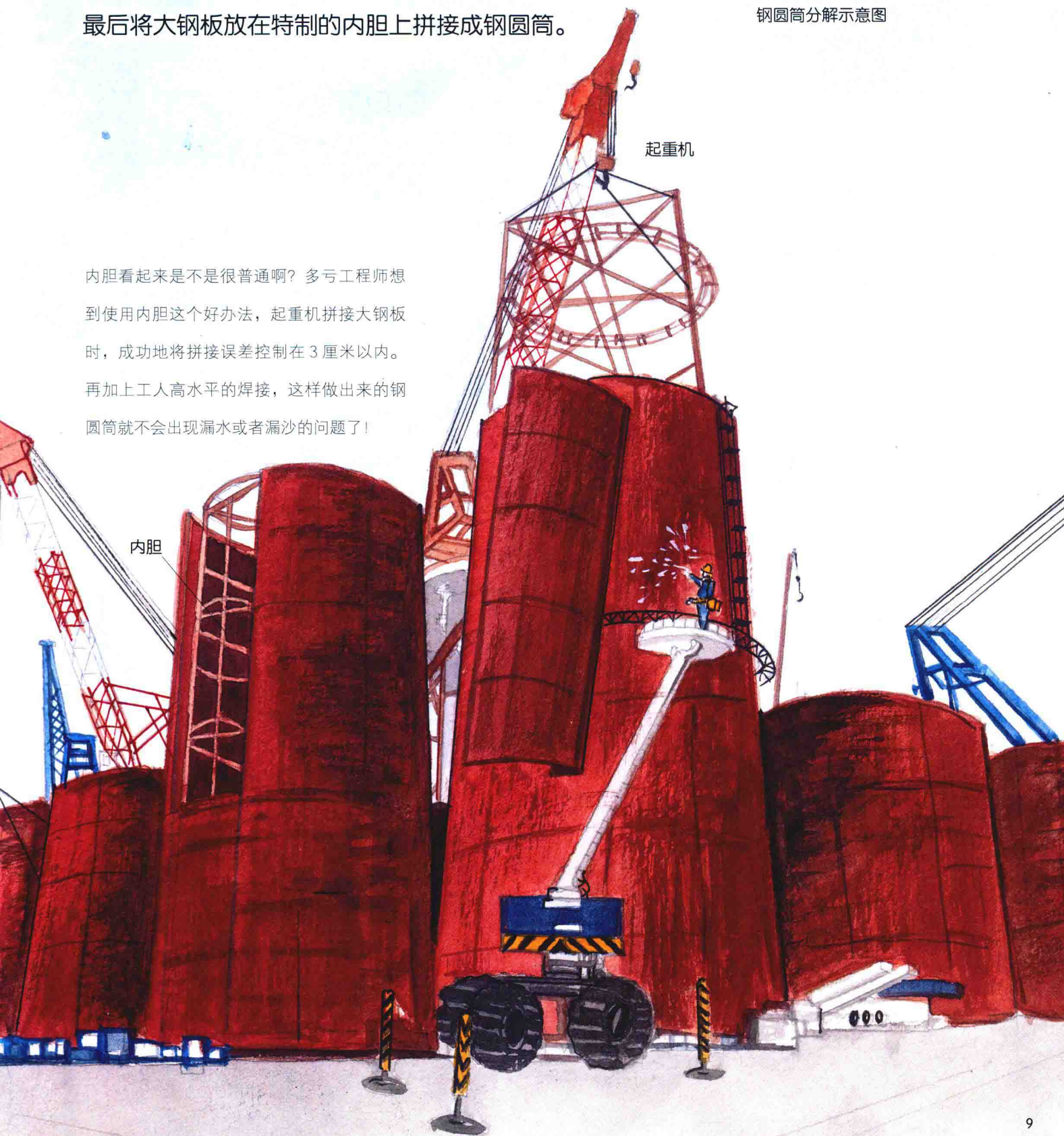
焊接

钢圆筒体积庞大，每个都有 14 层楼那么高，
用哪个模具也做不出这样的大家伙，这可怎么办呢？
工程师决定用小钢板组成钢圆筒。
先生产 72 块小钢板，然后把它们焊接成若干块大钢板，
最后将大钢板放在特制的内胆上拼接成钢圆筒。



钢圆筒分解示意图

内胆看起来是不是很普通啊？多亏工程师想到使用内胆这个好办法，起重机拼接大钢板时，成功地将拼接误差控制在 3 厘米以内。
再加上工人高水平的焊接，这样做出来的钢圆筒就不会出现漏水或者漏沙的问题了！

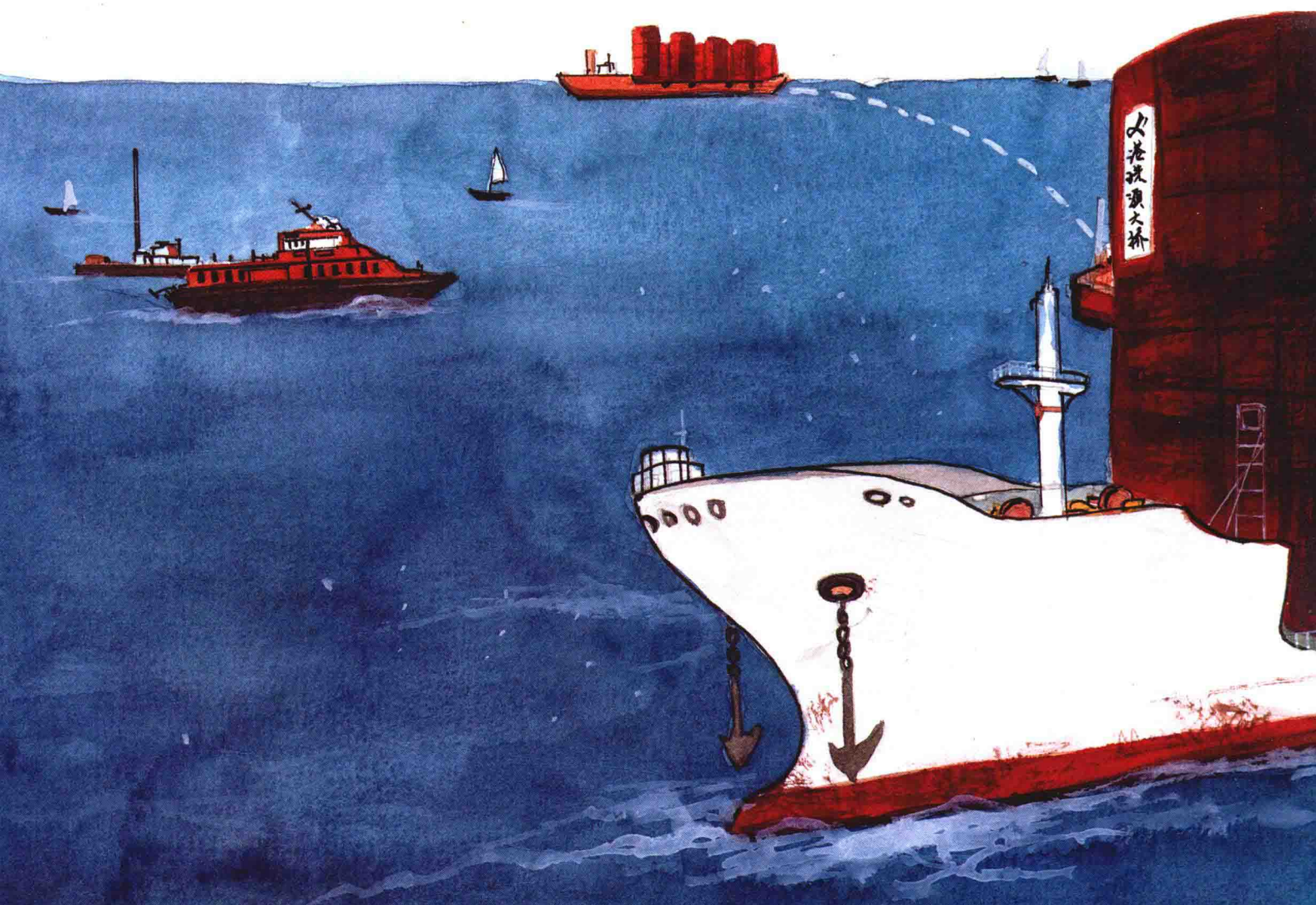


呜——远洋船来了，它们是来接钢圆筒的。

为了不被压扁，钢圆筒在船上可不能“躺”着，
只能肩并肩“站”在甲板上。

钢圆筒迎风傲立、威武壮观，
却正好挡在轮船驾驶室正前方。

船长要小心翼翼地驾驶身负重任的大轮船，
在海上航行整整7天，
把钢圆筒送到它们要扎根的伶仃洋。





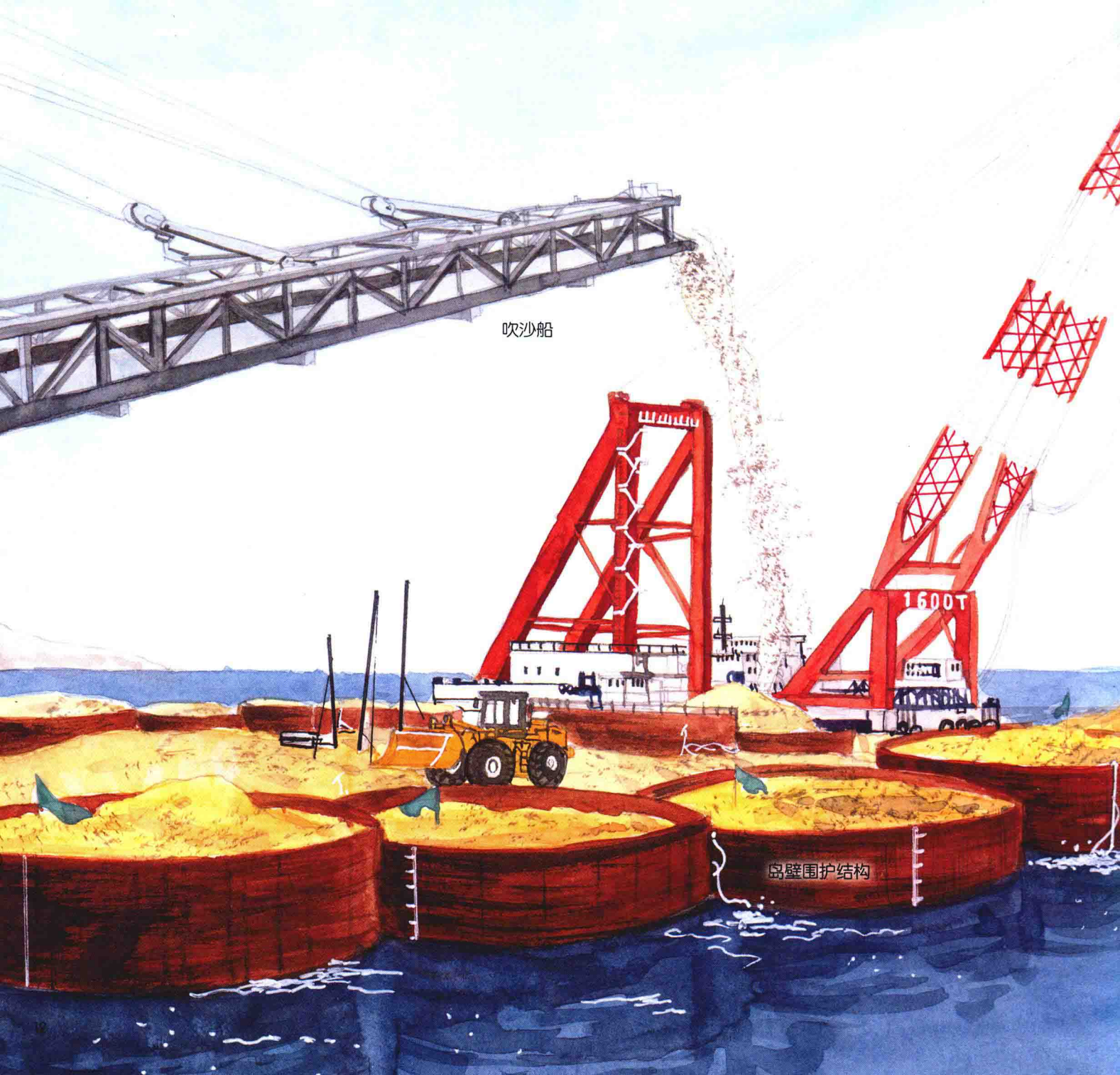
人工岛开工啦！

起重船使用液压振动锤将钢圆筒从远洋船上吊起来，

根据卫星导航系统传回的数据，

将钢圆筒牢牢地插入海底指定位置。

这个过程叫作“振沉”。



钢圆筒依次完成振沉后，吹沙船把沙填进钢圆筒里，水泵把每个钢圆筒里的海水抽掉，人工岛的围堰就完成了。

120 个钢圆筒在海上围成两个椭圆形。

接下来，吹沙船和挖泥船将椭圆形内部用泥沙填充起来，人工岛就建好了。



液压振动锤

钢圆筒



液压振动锤控制室



监测室

每个钢圆筒的位置误差不能超过 2 厘米。在振沉的过程中，工程师要密切监测各种数据，操作液压振动锤的工人也要根据海床的情况及时地调整振动锤的输出功率。钢圆筒要插入海床 30 米，只有这样它们才能在波涛汹涌的海上屹立不倒。



在两座人工岛之间，
抓斗式挖泥船在辛勤地工作，
它要在海底挖出一条深深的沟作为海底隧道的基槽。

工人坐在挖泥船的控制室里，
在计算机上输入数据，发出挖泥指令。
抓斗接到指令后缓缓入海到达指定位置，
按照指令精确地抓起泥沙，
放入旁边的泥驳。



抓斗每次挖泥的范围误差都不能超过0.5米，这多亏了精挖软件与传感器等智能装备的协助。海底隧道不是水平的，它的出入口被设计成缓坡。每一节沉管的深度要根据海床的地质情况进行调整。因此，在进行基槽挖掘时，必须严格按照设计方案施工，这样才能为海底隧道打下牢固的基础。

