

脚下的东京

一个工程师的地下管线漫游——水、电、气、雨与污，以及怎么从井盖读懂它们

王建硕

费曼式写法 · 由多个 AI 代理撰写与互相审校

导读

一个工程师的地下管线漫游——水、电、气、雨与污，以及怎么从井盖读懂它们

先别急着往下挖。

想弄懂一座城市的地下，大多数人的第一反应是找一张管线图——那种密密麻麻、五颜六色、工程师才看得懂的大图。但那张图你多半拿不到，就算拿到，也看不出脚下这一块到底埋着什么。

这本书想教你一个相反的、而且立刻能用的本事：**不看图纸，只用你的眼睛，站在地面上，把脚下那座看不见的城市读出来。**

线索其实一直在你脚边，只是你从没把它当回事——那块铁井盖。它不是一块防止人掉下去的废铁，它是地下城市特意留在地面上的**一个接口、一行写给你看的字**。它的颜色、花纹、有没有孔、印着什么、在路上怎么排列，全都在告诉你：这一块的脚下，跑的是自来水、污水、雨水、燃气、电，还是光纤。

我们会以东京为样本，因为它够极端：一千三百万人的水从一百公里外来，世界最低的漏水率，一座大得像神殿的地下排洪工程，满街拔不掉的电线杆，还有一套为「地震一定会来」而生的柔性设计。把东京讲透，你手里就有了一把能读任何城市地下的钥匙。

全书只围着一个问题转，从第一页到最后一页：

站在地面，只凭看得见的那点线索，你能读出脚下那座看不见的城市怎么运转吗？

读完，你的答案会是：能。而且你会忍不住，走在任何一条街上都要低头看一眼那块铁盖子——因为你终于知道，它下面是一整座正在安静运转的城。

那就从低头开始。

第一章·看不见的那座城

你站在东京任意一条街上，脚下三米以内，挤着一座你从没见过的城市。

这座城市没有屋顶，也没有窗户，只有管子。粗的像公交车那么大，细的像你的小指头。它们里面跑着自来水、污水、雨水、燃气、电流和光信号。它们彼此平行、交叉、上下叠放，像一盘没人敢动的立体象棋。而你走在它们头顶，通常对此一无所知——除非你学会读那些铁盖子。

这本书想做一件很具体的事：带你把东京的地下管网，从「一团看不见的乱麻」变成「一张你能读懂的图」。而且全程不用挖开地面——我们就站在地面上，靠井盖、标识和几个路边的铁箱子，把脚下这台机器拆开看。

地下为什么这么挤

先问一个工程师会问的问题：为什么这些管线非要埋在一起、挤成一团？分开埋不行吗？

不行。因为它们服务的是同一批门牌号。你家要水、要电、要燃气、要网络，还要把脏水排走——这六七套系统的终点都是你家那扇门。既然终点相同，它们就必须沿着同一条路（马路下面那条公共走廊）走到你门口。**马路底下，是城市唯一一块「大家都能用、又不属于任何人私宅」的连续空间。**于是所有管线都往这里挤。

挤到什么程度？在东京老城区的一条主干道下，从地表往下数，你可能依次遇到：最浅处是通信光缆和电力电缆（它们怕水，埋得浅、好检修），再往下是燃气管和自来水管，最深处是污水和雨水管。**排水管的必须埋在最底下，这不是规定，是物理——**水要靠重力自己往低处流，污水管只能一路向下倾斜，谁也不能挡它的路，所以它天生占据最深的那一层。

大白话

一句话记住这个叠放顺序：**怕水的在上面，靠水的在中间，流水的在最下面。**电和通信怕水，所以埋得浅；自来水、燃气在中层；污水雨水靠重力流，必须沉到底。

谁先来，谁占地

地下这么挤，还有一个历史原因：**这些系统不是同一天铺的，是一百多年里一层层叠上去的**。谁先来，谁就先占了好位置；后来的只能见缝插针。

东京的排水和自来水，是明治时代（十九世纪末）为了对付霍乱和水灾铺下的——那会儿连电灯都还没普及。电力和电话随后挤进来。到了战后经济高速增长期，燃气管网大规模扩张。再到这几十年，光纤又见缝插针地钻进每一条已经很拥挤的沟里。

所以你今天看到的地下，是一份地层式的工程档案——意思是，像地质的岩层一样，越老的系统往往在越固定的位置，新系统只能绕着它走。这也解释了为什么东京（以及几乎所有老城市）的地下图纸那么复杂：没人能推倒重来，大家只能在前人留下的缝里继续塞。

井盖：地下城市写在地面上的索引

现在来看这本书真正的主角——井盖。它不只是一块防止人掉下去的盖子。对工程师来说，**井盖是地下管网伸到地面上的一个「接口」**。

想象你在读一套没有源代码的庞大系统，但每隔几十米，地面上就露出一个带标签的检修口。每一个井盖，下面都对应着一个人孔（マンホール，manhole，就是「人能钻下去的洞」）或者一个阀门、一个接头。工人靠它下去检修、清淤、换阀门。而对站在地面的我们来说，井盖上印的字、它的花纹、颜色、形状、甚至它在路上出现的位置和间距，都在告诉我们：**这一块脚下，埋的是哪一套系统**。

大白话

打个程序员熟悉的比方：地下管网是后台黑箱，井盖就是它暴露在地面上的一排 接口 。你不用拆开机器，光看每个接口上贴的标签，就能推断里面在跑什么服务。这本书教的，就是怎么读这些标签。

井盖的形状为什么几乎都是圆的？这是个经典的面试题，答案很实在：**圆盖子无论怎么转，都不会掉进它自己的圆洞里**。方盖子沿对角线一立，就能顺着洞口斜着掉下去，砸到底下干活的人；圆的做不到这件事，因为圆的「直径」处处相等。省料、好搬（能滚）、受力均匀，都是附带的好处，但「掉不进去」才是它活下来的根本原因。

这本书怎么走

接下来的路线是这样的：下一章先把井盖本身读透——六七套系统各自的井盖长什么样、印什么字，怎么一眼分清上水、下水、雨水、燃气、电力、通信。读懂了这张「地面索引」，我们再顺着每一套系统往下钻：

- 自来水从一百公里外的河里怎么一路送到你的水龙头，又怎么爬上高楼（第三、四章）；
- 你用过的水和天上下的雨，怎么流走、流去哪、下暴雨时城市怎么保命（第五、六章）；
- 燃气和电力怎么安全地在你脚下穿行，东京为什么满街还是电线杆（第七、八章）；
- 为什么有人主张干脆挖一条能走人的大隧道，把所有管线都收进去（第九章）；
- 这座压在地震带上的城市，脚下这套系统怎么扛晃动（第十章）；
- 最后，带着前面学到的一切，我们真的出门走一趟，把一条普通街道从头读到尾（第十一章），再退远一步，把这整台机器合起来看（第十二章）。

贯穿全书，只有一个问题要你记住：**站在地面，只凭看得见的那点线索，你能读出脚下那座看不见的城市吗？**读完这本书，你能。

那就从低头看脚边那块铁盖子开始。

第二章 · 读懂一块井盖

上一章说井盖是地下城市的「接口」。这一章我们就蹲下来，把接口上的标签一个个读懂。读完，你走在东京街头，大部分井盖都能一眼说出：这下面是什么。

读井盖有四条线索：**上面的字、它身上有没有洞、它的颜色、它出现的位置**。先从最直接的字开始。

先看字：谁家的盖子

日本的井盖有个对读者极其友好的习惯——它几乎总会把「自己属于哪套系统」写在脸上。要么是汉字，要么是公司商标：

- **下水道**：盖上常直接写「下水道」，或者更关键的两个假名——「おすい」（污水）和「うすい」（雨水）。东京老城区还会写「ごうりゅう」或一个「合」字，表示合流（污水和雨水走同一根管，后面第五章细讲）。
- **自来水（上水道）**：写「水道」「仕切弁」「制水弁」「空気弁」「消火栓」。这些是自来水管网上的各种阀门口，一个词对应一种阀。
- **燃气**：写片假名「ガス」，或者燃气公司的名字商标（东京大部分地区是「東京ガス」）。
- **电力**：刻着供电公司的名或标（东京是「東京電力／TEPCO」），或写「電」「電力」。
- **通信**：刻「NTT」商标，或写「電話」「通信」。

大白话

一个最省事的判断法：**盖上印的是公司名（東京ガス、TEPCO、NTT），多半是燃气、电力、通信——这些是企业在运营；盖上印的是「水道」「下水道」这种政府部门的说法，那就是市政的水和排水**。私企刻 logo，公家写职能，分得很清楚。

再看洞：这是我区分污水和雨水的第一招

光看字有时要蹲很近。有一招离三米远就能用——**看盖子上有没有通气孔或缝**。这背后是个很干净的工程逻辑：

- **污水井盖：严丝合缝，没有孔。**因为污水管里会积臭气和沼气，盖子必须密封，把味道闷在下面，不让它往街上冒。
- **雨水井盖：带孔或带缝。**它的任务之一就是让地面的雨水能漏下去；同时，暴雨时管里水位暴涨会顶起一股气压，留着孔好泄压，免得把盖子顶飞。

所以同样写着「下水道」的两块盖，一块密不透风、一块布满小孔，你立刻知道前者走的是你家马桶和厨房的脏水，后者走的是天上的雨。**有没有洞，本质上是在告诉你：这根管子怕不怕臭、需不需要吞水。**

要进一步分清「雨水」和「排水口」：路边贴着地、带一排铁格栅（集水枥，就是路面上的集雨口）的，是专门吞路面积水的；它和井盖是一套系统的两种开口——格栅负责「喝水」，井盖负责「检修」。

再看颜色：黄色是个警告

大多数井盖是铁灰色，但有几种会特意上色，颜色本身就是信息：

- **黄色 = 消火栓。**消防栓的盖子（以及周围的方框）刷成醒目的黄色，还常写「駐車禁止」——因为失火时消防车要在这儿接水，绝不能被车堵住。黄色是喊给司机看的：别停这儿。
- **自来水阀门盖上的小色块**也有讲究。东京的仕切弁（gate valve，总管上的闸门阀，关上就能把一段管路断流检修）盖，会用颜色分工：蓝色是最常见的普通配水阀；黄色用于放水、排泥；红色标在供水分区的边界上；白色配大口径水表。你不用背全，但记住**一堆颜色小盖密集出现的地方，脚下就是自来水管网的一个「阀门群」**，工人在这儿分段控制水流。

最后看位置和花纹

井盖出现在路上的**位置**也会说话。一连串同样的井盖，沿着马路中央或一侧，等距排开——那是一根干管在它正上方走，每隔几十米留一个检修人孔。顺着这串盖子的方向，你就描出了一根看不见的管子的走向。拐弯处、交叉口往往井盖扎堆，因为管线在那里分叉、汇合、设阀。

至于**花纹**，很多人以为只是防滑（确实也防滑），但在东京它还是一张名片。东京都下水道的那块著名彩绘井盖，图案是有讲究的：**正中一朵染井吉野樱（都花），花瓣间夹着四片银杏叶（都树），外圈围着十三只海鸥（ユリカモメ，都鸟）**。一块盖子把东京的市花、市树、

市鸟全刻上了。你在二十三区看到这个「樱花+银杏+海鸥」的组合，基本就锁定：下面是东京都下水道。

大白话

为什么连井盖都要做得这么好看？下水道局的说法很实在：想让市民对「下水道」这种天天用、却从不想起的东西多一点亲近感。这也是为什么日本的井盖发展出一整套地域设计、甚至有收藏卡——它把一个纯功能件，变成了城市的脸。

一张随身的速查表

把这一章压缩成你出门能用的几句话：

- 印公司名（ガス / TEPCO / NTT）→ 燃气、电力、通信；印「水道／下水道」→ 市政的水与排水。
- 没孔、严密 → 污水；有孔、带缝 → 雨水；带铁格栅贴地 → 路面集雨口。
- 黄色 → 消火栓（别停车）；一堆彩色小盖 → 自来水阀门群。
- 一串等距同款盖 → 下面有根干管，顺着它就是管子走向。
- 樱花+银杏+海鸥 → 东京都下水道的招牌脸。

现在你已经能读地面了。但读懂一块「水道」的盖子，只是知道了脚下有水管——那水是从哪来的？凭什么拧开龙头就有、还一直有压？下一章，我们顺着这根水管，往上游走一百公里。

第三章 · 水从一百公里外来

拧开东京的水龙头，水就来了，而且几乎永远有。这件事太理所当然，以至于没人追问：这股水，到底从多远的地方、经过多少道工序，才顶着压力冲进你的杯子？

答案是——大约一百公里，和一场长达大半天的接力。东京都水道局给大约**一千三百万人**供水，覆盖二十三区加多摩地区的二十六个市町。这么大一座城市的水，主要不来自东京本地，而来自北边的两条大河。

水的老家：两条河，一座水库

东京的自来水，约**八成**来自利根川·荒川水系——就是东京西北方、横跨好几个县的那两条大河及其上游的一串水库。剩下约两成，来自东京自己西边山里的多摩川水系。

多摩川上游有东京唯一完全属于自己的大水库：**小内内水库**，拦出来的湖叫奥多摩湖。但光靠它远远不够，所以利根川那边的水才是主力。有意思的是，利根川的水并不是自己流到东京的——它先被一条人工水渠（武藏水路）横向「借调」进荒川，再在下游被东京取走。**一座城市为了喝水，硬是在两条大河之间修了一条运河改水路，这就是一千三百万张嘴的分量。**

大白话

为什么不就近取水？因为东京脚下没有那么多水。大都市的用水量，早超过本地河流能给的。所有超级城市的共同宿命是：**水源地离人越来越远**。你喝的每一口，背后都是一条跨越几个行政区、靠闸门和泵站调度的长链条。

把河水变成能喝的水

河水不能直接喝——浑、有菌、有异味。把它变干净，是在净水场（浄水場，就是自来水厂）里完成的。东京有金町、朝霞、东村山等大型净水场，其中朝霞净水场是规模最大的之一。里面的工序，本质上是在加速模仿大自然沉淀和过滤泥沙的过程，只是快了几万倍：

- **混凝沉淀**：往浑水里加一点凝聚剂，让悬浮的细泥互相抱团、变成大絮状物，重到能自己沉到池底。清水浮在上层被取走。
- **砂滤**：让水慢慢渗过一层厚厚的细砂，把残余的小颗粒和微生物滤在砂里。
- **消毒**：加氯杀菌，并留一点「余氯」一路保护到你家龙头——这就是自来水那股淡淡的消毒水味的来源，它其实是「这水全程受保护」的证据。

东京还多做了一道别的城市未必舍得做的工序——高度净水处理。利根川·荒川的水曾经有一股挥之不去的霉味（上游水质带来的），普通工序去不掉。东京就加了「臭氧 + 活性炭」这一级：臭氧的强氧化能力先把异味分子打碎，再让水流过活性炭把残余吸附掉。**为了「水不难喝」这一件事，东京花了很多年，把利根川·荒川系统的水全部升级成高度处理。**这也是为什么今天东京会自豪地说自来水能直接喝。

水怎么一路有压：高处的水池

干净的水造好了，怎么送到千万人家里，还保证拧开就有劲？秘密不在于「一直用泵硬顶」，而在于一个朴素得近乎狡猾的办法：**先把水用泵送到高处存起来，再让它靠自己的重量往下压。**

净水场把水送进遍布全市的配水池 / 给水所（放在高地或高台上的大水库）。水存在高处，整座城市就相当于被架在一个高水位之下——水靠重力自然产生压力，顺着一级级变细的管子流向每一条街。这个「把水举高、再让它自己落下来」的设计，好处是**就算泵站临时停电，高处水池里存的水还能靠重力撑一阵，不会立刻断水。**它是一个自带缓冲的系统。

东京地势有高有低，一个水池压不均匀整座城，所以城市被切成许多配水区块（压力分区）——每个区块由就近的配水池负责，把水压维持在一个既够用上楼、又不会大到崩管的范围。你在第二章见过的那些红色「仕切弁」盖，很多就立在这些区块的边界上，用来把区块彼此隔开、单独控制。

还有：世界上最不漏的水管

这套长达上百公里的管网，还藏着东京一个不常被外人注意的硬功夫——**漏水率只有约3%。**

这意味着：净水场辛苦造出的水，送到用户那里，一路只漏掉百分之三左右。对比很多大城市动辄漏掉两三成，这是个惊人的数字。东京靠的是几十年如一日地主动巡查、换掉老旧管、用抗震性能好的接头。**漏水率低不只是省水——每一滴漏掉的水，都是净水场白白处理、白白加压送出的成本。把漏水压到 3%，等于凭空多出一座看不见的水厂。**

到这里，水已经造好、举高、分区，正顶着压力候在你家门口的那根管里。但真正的难题还在后头：东京满城高楼，水凭自己那点重力压力，怎么爬得上三十层？下一章，我们跟着这股水，往上走。

第四章 · 水怎么爬上高楼

上一章结束时，水正顶着压力候在你家门口那根管里。这股压力有多大？大概够把水推上三四层楼。可东京满城二三十层的高楼，顶楼照样一拧就有水。多出来的那二十几层的高度，是谁给的力？

这一章讲的就是「最后一百米」——水怎么从街道下的配水管，爬进你家龙头。方式其实只有两大类，而东京这些年正悄悄地从一类转向另一类。

先认一个小盖子：量水器

先把入口找到。街道下的配水管（埋在马路下的主水管）会分出一根细的给水管，拐进你家或你这栋楼。拐进去的那一刻，必经一个装置——量水器（水表），它记你用了多少水。

量水器就装在一个小小的金属盖下面，一般贴着建筑外墙根或人行道边，盖上往往就写着「量水器」或「水道」。你在第二章学过的那些小盖，这就是最常见的一种。**找到量水器盖，就等于找到了水进入这栋楼的那道门。**从这道门往里，水怎么分配，就看这栋楼用的是哪种办法了。

办法一：直接连，不够就加个泵

最省事的办法叫直结式——给水管直接接到各家龙头，中间不存水，街上配水管有多大压力，就直接用多大压力。低矮的独栋和小楼，街道水压本身就够把水推上去，这是最理想的：水一路封闭、新鲜、不停留。

但楼一高，街道那点压力就推不动了。于是有了升级版——直结增压式：在给水管进楼处装一个**增压泵**，像给水流「临门补一脚」，把压力顶上去，直接推上十几层。它的妙处是水依然全程在封闭管里跑，不在任何敞口水箱里停留，所以**水质和刚出净水场时几乎一样新鲜。**

东京都水道局这些年一直在推广直结式（含增压），原因正在下面这段——因为另一种传统办法，有个让人头疼的毛病。

办法二：先存一箱，再想办法举高

更高的楼、医院、需要「无论如何不能断水」的大用户，用的是另一套——受水槽式（蓄水池式）。它的逻辑是：**先不管楼多高，把街上的水先放进楼底一个大水箱（受水槽）存起来，再由这栋楼自己想办法把水送上去。**

送上去又有两种经典做法：

- **高置水箱式**：用泵把底层水箱的水抽到楼顶的另一个水箱（高置水槽），然后让它靠重力往下供整栋楼。你在东京老楼顶上常看到的那个方方的大箱子，就是它。这等于把第三章「高处水池供全城」的把戏，缩小搬进了一栋楼。
- **加压泵式**：干脆用泵根据用水多少，实时把底层水箱的水加压送往各层。

大白话

为什么高楼非要先存一箱、不能像小楼那样直接接？因为如果几百户都直接从街道管里猛抽，会把那根配水管的压力抽垮，连累整条街。**受水槽相当于一个「缓冲水库」：先慢慢地、平稳地从街上接水存着，再由自己猛用。**它把这栋楼的用水波动，和街道管网隔开了。

代价是：水在那个箱子里会**停留**。停留就可能变质——余氯耗尽、滋生细菌、甚至箱子没盖严进了脏东西。所以受水槽必须定期清洗、检查，维护不到位水质就会出问题。这正是东京推广「直结式」的原因：**能不存水，就不存水；水在管里一路跑着，比在箱里躺着干净。**这是一个用「多装一个泵」换「少一箱可能变质的水」的权衡。

地震国的水管，接头会「扭动」

最后说一件东京的水管和别处最不一样的地方。东京压在地震带上，地一晃，埋在土里的硬水管最容易在**接头处**被拉脱、被折断——一断，整条街停水，还可能漏成一片。

东京的对策，是大量换上抗震接头铸铁管。它的关键不在管子本身多结实，而在接头的巧思：**相邻两根管子的接头能像拉抽屉一样小幅伸缩、又能小幅转动，但卡着一个锁扣，怎么动都不会被彻底拔开。**地一晃、土一错动，接头就靠这点「活动余量」把位移吃掉，而不是硬扛到断裂。

这是地震国水务的核心哲学，后面第十章还会反复见到它：**对付地震，关键不是把东西做得更硬，而是让它在该动的地方能动、动完还连着。**硬碰硬会断，留一点柔韧反而不坏。这也是东京那漂亮的 3% 漏水率背后，很重要的一块功劳。

水的故事到此走完了一个来回：从一百公里外的河，到净水、举高、分区，再爬上你家高楼。接下来轮到它的反面——**你用完的水，和天上下的雨，又怎么离开这座城？**下一章，我们顺着排水管往下走。

第五章 · 用过的水去哪

水进你家容易——顶着压力自己冲进来。水出你家难——用过的脏水没有压力，推不动它，只能靠一样最古老的力：**重力**。这就是为什么第一章说，排水管永远埋在最底下。它没有别的动力，只能一路向下、靠自己往低处淌。

这一章讲你家那摊水的下半生。而东京的排水，藏着一个一百多年前埋下的、至今还在还债的设计选择。

一个明治时代的决定：让脏水和雨水走同一根管

排水系统有两种根本不同的造法，区别只在一句话——**污水和雨水，是分开走两根管，还是合起来走一根管？**

- 分流式：污水一根管，雨水一根管，两套各走各的。污水管直通处理厂，雨水管直排河里（雨水相对干净，不必处理）。
- 合流式：污水和雨水共用一根管，一起送去处理厂。

东京二十三区的约**八成**，用的是合流式。这不是随便定的。明治时代（十九世纪末到二十世纪初），东京反复爆发霍乱，低洼处又年年水淹。当局要同时解决两件急事：**把粪便污水赶紧收走（治瘟疫），又要把雨水赶紧排掉（治水淹）**。最快最省的办法，就是挖一套管子两件事一起干——合流式。从明治四十一年（1908 年）起，东京就照这个思路铺管，一铺就是一百多年。多摩地区开发得晚，那时观念已变，用的是更现代的分流式。

大白话

这就是第一章说的「谁先来谁占地」：合流式不是今天的东京会选的方案，但它是一百年前最务实的救命方案。管子一旦埋进地里几十年，就几乎不可能推倒重挖。**今天的东京，是在为一个明治时代正确、如今却落伍的决定，持续买单。**

合流式的甜与苦

合流式平时很好用：一根管干两份活，省钱省地。晴天里，管子里只有污水，不多，稳稳地流去处理厂处理干净。

苦头在下雨天。一旦来场大雨，雨水灌进这根共用管，水量瞬间暴涨几十倍，远远超过处理厂能吃下的量。处理厂来不及处理怎么办？**为了不让污水倒灌回街道、淹进人家，系统只能打开泄流口，让那些「雨水混着未完全处理的污水」直接排进河流和东京湾。**这个现象叫合流式下水道越流——说白了，就是暴雨时，一部分脏水来不及净化就被迫放进了河里。这是合流式与生俱来的脏账。

东京为此持续在补救：在地下加建巨大的储留管和储留池，像给系统接一个临时的大水桶——暴雨时先把那股混合水暂存起来，等雨停、处理厂腾出手，再慢慢抽回去处理，而不是直接倒进河里。这是在用新的地下空间，给一百年前的老设计打补丁。

脏水的归宿：水再生中心

不管合流还是分流，污水最终都汇进越来越粗的干管，流向水再生中心（水再生センター，就是污水处理厂）。东京二十三区里最大的一座在大田区，叫森之崎。「水再生」这个名字起得好——它干的事，是把脏水还原成能回到自然的水。核心同样是在加速模仿大自然的净化：

- **先沉**：让污水静一静，重的渣滓沉到底，先捞走一批。
- **再喂给微生物**：这是关键一步。往水里打入大量空气，养一池子专吃有机脏东西的细菌（这团细菌叫活性污泥）。它们把溶在水里、沉不下去的脏东西当饭吃掉，自己则结成絮团。**说到底，是城市雇了一池子微生物当清洁工。**
- **最后再沉 + 消毒**：让吃饱的细菌絮团沉下去分离出来，上层清水消毒后排进东京湾。沉下去的那坨污泥，再脱水、焚烧处理。

水不白白流走：再生水

处理干净的水，一部分东京没有直接丢掉，而是再生水——处理到足够干净、但不必达到饮用标准，专门用在「用不着那么干净」的地方：冲厕所、浇灌、给城里一些失去水源的小河重新补水，让干涸的河沟恢复流动。

这背后是一个很工程师的念头：**不是所有用途都需要能喝的水**。花大代价把水处理到能饮用，再拿去冲马桶，是种浪费。把水按「干净到什么程度」分级使用——能喝的喝，差一点的冲厕浇地——整座城市的水就用得更省。这也是前面反复出现的主题：一座成熟城市的本事，往往体现在它怎么对待「废」的那一半。

晴天的脏水，这套系统应付得从容。可东京真正的噩梦，是极端暴雨——雨量大到连储留管都装不下的时候。城市怎么才能不被淹掉？答案是一座藏在地下、大得像神殿的工程。下一章，我们去看它。

第六章 · 暴雨的地下神殿

上一章留了个难题：合流式管网下雨就超载，东京加建储留管来兜底。可如果雨大到连储留管都装不下呢？东京地势低平，东边大片土地比海平面还低，一场特大暴雨，足以把整个城区泡成湖。

对付这种极端，东京动用了两类藏在地下的庞然大物。一类在城里，不声不响；另一类在城外，大得像座神殿。

先讲思路：暴雨治不了，只能「挪时间」

先想清楚暴雨排水的本质难题。雨不是慢慢下的，它在一两个小时内把一整天的水量砸下来。河道和管子的输送能力是固定的，**来水的速度远超排水的速度，中间这段差额，水没地方去，就淹。**

你没法让河一下子变粗十倍（那要拆掉半座城）。工程师的办法是换个维度解决——**既然搬不走这么多水，那就先把洪峰那部分水「存起来」，错开时间慢慢放。**暴雨最猛的那一两个小时，把多出来的水关进一个巨大的临时仓库；等雨过峰落、河道空出来了，再不慌不忙地把存的水抽回河里。

大白话

这叫调节（滞洪）：不是把水变少，是把水的「到达时间」摊平。就像抢购时在门口拉一道缓冲队列，不让所有人同一秒涌进店里——东西没变少，但冲击被削平了。东京地下这些巨仓，干的全是这一件事：**用空间，换时间。**

城里的那个：环七地下调节池

城里最有名的一个，藏在环状七号线（环七，东京一条重要环路）这条大马路正下方。神田川一带的几条河一到暴雨就泛滥，于是东京在环七地下几十米处，挖了一条直径约十二米、长约四点五公里的巨型隧道——神田川·环状七号线地下调节池。

它的用法极简单：沿途几条河水位一旦涨过警戒线，多出来的水就从侧口溢进这条地下大隧道暂存，一次能存下约**五十四万立方米**的水（相当于两百多个标准游泳池）。雨一停，再把水抽回河里。你每天从环七上开车经过，脚下几十米就是这个在暴雨天救过城无数次的大水管，平时它空着、安静地等。

城外的那座：地下神殿

而真正封神的一座，在东京东北郊外的埼玉县春日部市地下，叫首都圈外郭放水路——保护的是首都圈东北这片著名的低洼易涝区。它常被叫作「地下神殿」，看一眼数字就懂为什么：

- 核心是一个叫**调压水槽**的巨型地下大厅：长 177 米、宽 78 米，内部由 **59 根混凝土巨柱**撑着顶，每根柱高 18 米、重达 **500 吨**。人站在柱脚，像站在神庙里。
- 沿途五个巨大的立坑（竖井，深得能装下一座自由女神像），由一条埋在地下约 50 米深、长 6.3 公里、内径约 10 米的隧道串起来。
- 出口处四台强力水泵全开时，每秒能把 **200 立方米**的水排进江户川——大约一秒抽干一个小游泳池。

它的工作流程，正是前面那个「用空间换时间」的放大版：春日部周边几条中小河一发洪水，水先灌进那五个立坑，顺着大隧道汇流到那个柱林大厅里暂存、缓冲、沉掉泥沙；然后由那四台巨泵，把水硬生生抽高、甩进水量更大的江户川，送向大海。这座工程 1993 年动工，2006 年全线建成，是世界最大级的地下排洪设施之一。

有个容易忽略的细节：驱动那几台巨泵的，是**由航空发动机技术改来的燃气轮机**——因为抽水那一刻需要的功率极其巨大，普通电动机顶不住，得请飞机引擎级别的动力来硬扛这几分钟的洪峰。

你在地面看得到它吗？

看得到一点点。这类巨型调节池在地面上通常只留下几个不起眼的痕迹：一片围起来的**通风/进出竖井的构筑物**、几个特别大的工作井盖、以及河边一道能让洪水「翻墙」溢进地下的越流堰（河岸上一段特意修低的墙，水涨过它就自己翻进去）。平时它们安静得像普通市政设施，没人知道脚下吊着一座空城般的大厅，专等那一年也许只来几次的暴雨。



地下调压水槽的意象：成排的巨柱撑起一座空旷大厅，平时空置，只在暴雨时蓄满浑水。东京靠「用空间换时间」把洪峰削平。

水的故事到此全部讲完——进城的水、出城的污水、天上的雨。接下来，脚下换一种更危险的东西登场：**管子里跑的不再是水，而是火。**下一章讲燃气。

第七章 · 管里的火

水管漏了，最多湿一片、停几天水。燃气管出事，可能是一场爆炸。可偏偏东京地下密密麻麻布着燃气管，一百多年没出过大乱子。这一章讲的是：**怎么把「火」安全地送进千万户的厨房**。答案全在几个你平时不会多看一眼的细节里。

先搞清：管里跑的是什么

东京家家户户用的是都市燃气（都市ガス），主力规格叫「13A」。它的主要成分是甲烷——天然气，由进口的液化天然气（LNG）气化而来。关于它，有一个决定全套安全设计的物理事实：

大白话

都市燃气比空气轻（13A 的比重约 0.655，空气算 1）。一旦泄漏，它会往上飘、往天花板聚，而不是沉在地上。这和瓶装的液化石油气（LPG，丙烷）正相反——LPG 比空气重，漏了会沉到地板、积在低处。**一轻一重，决定了报警器该装高还是装低、人该往哪躲**。东京用的都市燃气比空气轻，所以燃气报警器装在厨房高处。

第二个关键事实：天然气**本身没有味道**。你闻到的那股刺鼻的「燃气味」，是人为加进去的——这叫加臭（付臭剂）。燃气公司特意往无味的气里掺入极微量的臭味剂，就为了让泄漏能被鼻子提前闻到。**那股难闻的味道，是一个纯粹为了救命而设计的味道**。没有它，漏气将毫无征兆。

一路降压：从高压干线到你家灶头

燃气送到你家的过程，核心是一件事——**不停地降压**。为什么要降？因为长距离输送必须用高压（压力大，同样粗的管子能送更多气、送更远），但高压的气绝不能直接进你家（太危险）。所以燃气在路上像下楼梯一样，一级级把压力降下来。按压力，燃气管网分三级：

- **高压**（1 兆帕以上）：城市之间、远距离输送的大动脉。
- **中压**（0.1 到 1 兆帕）：市区里的主干管。

- **低压**（0.1 兆帕以下，到你家灶头只剩约两千万分之一兆帕）：最后进千家万户的毛细血管。

每一级之间，靠一个叫整压器（ガバナ，就是调压阀）的装置把压力「踩」下来并稳住。它干的事像汽车的定速巡航：不管进口来的气压怎么波动，出口都稳稳维持在设定的较低压力。东京街头那种半人高、带通风百叶、常刷成浅色的小铁箱子，很多就是整压器站——你从地面能看到的燃气设施，它是最大的一个。

地震国的燃气管：会弯的塑料管

第四章讲水管时说过，地震国的秘诀是「让该动的地方能动」。燃气管把这条原则用到了极致。

如今东京新铺的低压燃气管，大量改用聚乙烯管（PE 管，一种结实的塑料管）。为什么用塑料而不是金属？三个原因，全冲着安全：

- **不生锈**：金属管埋在土里几十年会腐蚀、锈穿漏气，塑料管天生不怕。
- **会弯**：地一晃、土一错动，聚乙烯管能跟着弯曲变形而不折断，像一根柔韧的水管，而不是一根一掰就碎的瓷棒。
- **接头能焊成一体**：聚乙烯管的接头用加热熔接，焊完整段管材料连续，没有容易被拉脱的缝。

硬金属对付地震是以刚克刚，容易断；柔塑料是以柔克刚，晃过去就弹回来。这又一次印证了那条贯穿全书的地震哲学。

最关键的安全设计：地震时自己切断

燃气最可怕的不是平时漏，是**大地震时漏**——房子塌了、管子断了、同时到处是火星，这正是火灾连成一片的配方。东京对此的对策，是一套「感到强震就自动断气」的机制，分三层：

- **你家表上**：每户的燃气表里都藏着一个微型计算机燃气表，它能感知强烈摇晃，一旦超过阈值就自动关阀断气。你家没人、你在睡觉，它也会替你把气关掉。
- **整个供气区块**：燃气公司把全城切成许多供气区块，每块装着地震计。某块一旦测到的震动超过危险线，就远程把这一整块的燃气切断——**宁可让一片街区暂时没气做饭，也绝不能让断掉的管子继续往火场里喷气。**

- **恢复要慢：**震后不会一键恢复。要逐段检查管网确认没漏，才一块块重新通气。所以大震后燃气往往是恢复最慢的那一项——这不是技术不行，是故意的谨慎。

到这里，水和火都讲完了。脚下还剩两样看不见却一刻不停的东西——电流和信息。它们和水、气很不一样：东京明明有能力把电线全埋进地下，却偏偏满街还立着电线杆。这是为什么？下一章，我们讲电。

第八章·电往地下走

东京是全世界技术最先进的城市之一，却也是一座「电线杆之城」。抬头看任何一条普通街道，天上都是密密麻麻的电线和一根根水泥杆。这件事让很多第一次来的人困惑：东京明明有能力把电线全埋到地下，为什么不埋？

这一章讲电，但真正的主角是这个反直觉的选择。要回答它，得先弄明白「把电埋到地下」到底难在哪。

电和水，是两种相反的麻烦

先对比一下。水管埋地下，天经地义——水靠重力流，埋得越低越好，而且水管漏了顶多湿一片。电恰恰相反：

- 电缆**最怕水、怕潮**。地下阴湿，一旦绝缘层被水汽、被老鼠、被施工磕破，就可能短路、起火。所以埋在地下的电缆要用层层包裹的交联聚乙烯电缆（一种绝缘特别好、耐热的高级电缆，行话叫 CV/CVT 电缆），造价不菲。
- 电缆**散热难**。电流通过电缆会发热，架在空中有风吹着散热很容易，埋进土里热散不掉，就得降额使用或留散热空间，等于更贵。
- 电缆**坏了难修**。架空线故障，抬头就能看见哪段断了，上去换掉几小时搞定；地下电缆藏在土里，找故障点要靠仪器一段段测，挖开路面才能修，动辄几天。

大白话

一句话：**水乐意待在地下，电是被勉强塞进地下的**。所以给电力做地下化，不是把空中的线原样埋下去那么简单，而是要配一整套昂贵的电缆、通道和散热、检修设计。贵，是这件事的核心。

东京的数字：只埋了不到一成

贵到什么程度，看结果就知道。无电线杆化（把电线和通信线埋入地下、拔掉电线杆）这件事，东京做得相当慢——**东京二十三区的地下化率只有约 8%**。作为对比：伦敦、巴黎几乎

100%，香港、台北约 95%，新加坡约 93%，首尔约 46%。东京 8%、大阪约 6%，在发达国家的大都市里明显靠后。

原因不是技术，是几笔账叠在一起：

- **太贵**：地下化的造价是架空线的许多倍，一公里要花掉巨额资金，还得长期维护更贵的地下设施。
- **路太窄**：东京大量街道是战后快速重建时留下的窄路，地下早被水、气、通信管挤满（还记得第一章那盘立体象棋吗），很难再塞进需要检修空间的电力通道。
- **历史惯性**：战后要快速恢复供电，架电线杆最快最便宜，于是一插几十年，拔起来反而成了大工程。

地震让这笔账更难算

你可能会想：日本多地震，电线杆一震就倒，不是更该埋地下吗？这里有个双向的权衡，正是它让决定如此纠结：

- **支持地下化的一面**：大地震里，成排倒下的电线杆会砸中行人、压住道路、挂断的电线还会漏电引火——倒下的电杆会堵死消防和救护最需要的生命通道。把线埋地下，就没有「电杆倒了挡路」这回事。这是近年东京下决心推进地下化最有力的理由。
- **反对地下化的一面**：可地下设施也有地震软肋——地面液化、错动会扯断地下电缆，而且埋在地下的故障**修起来慢得多**。架空线反而「看得见、够得着、修得快」，灾后往往能更早恢复供电。

所以地震既是地下化的理由，也是它的顾虑。这不是一道有标准答案的题，而是一场「平时的整洁抗灾 vs 灾后的快速抢修」之间的持续拉锯。东京的答案是：优先在重要的防灾道路、紧急通道沿线先做地下化，其余地方慢慢来。

地下的电长什么样，地上怎么认

真被埋进地下的那不到一成，是怎么走的？主要两种：在大马路下，电缆走专门的电缆洞道（能走人的大隧道，第九章细讲）或成排的管道；在小街区，就埋得浅一些、用人孔检修。电压太高不能直接进楼，沿途要经过变电所一级级把电压降下来——和燃气降压、自来水降压是同一个道理：干线用高的（送得远），入户用低的（才安全）。

这几样你在地面都能认出来：

- 人行道上那种半人到一人高、通常是浅灰或墨绿色的**大铁箱子**（地上机器），是地下化区段里露在地面的变压/开关设备——线埋下去了，但这些必须留在地面散热和检修的部件，就装进了这些箱子。它是「这一带已做地下化」的最明显信号。
- 刻着「電」「電力」或供电公司名的**井盖**，下面是电缆人孔。
- 还没地下化的街上，电线杆顶上那个灰色的桶，是**柱上变压器**——它把它那一小片街区要用的电压就地降到家用水平。它其实就是上面那个地面大箱子的「架空版」。

电讲完了，但还留了个尾巴：那条「能走人的电缆洞道」到底什么样？如果连电缆都能走大隧道，为什么不干脆挖一条超级大隧道，把水、电、气、通信全收进去、一劳永逸？这正是下一章的主角——共同沟。

第九章 · 把所有管线收进一条隧道

从第一章起，我们看到的地下一直是一团乱麻：各家管线各挖各的沟，挤在一起又互不相认。每次哪家要检修、要扩容，就得把马路刨开一次。一条东京的主干道，一年被不同单位反复刨开、填上、再刨开，是常事。

任何工程师看到这里都会冒出同一个念头：**这也太笨了。为什么不挖一条又大又结实的隧道，把水、电、气、通信全都请进去、排得整整齐齐，以后谁要检修就下隧道，再也不用刨马路？**

这个念头是对的。它真的存在，叫共同沟。这一章讲它——以及为什么这么好的东西，没能铺满全城。

共同沟：给管线盖的集体宿舍

共同沟（共同溝）就是一条埋在大马路下、大到人能在里面直立行走的混凝土隧道，里面用支架和分区，把自来水管、电力电缆、通信光缆等各种管线分门别类地安顿好。它把原本散落在土里、各挖各沟的管线，收进同一条可以进人的大通道里。

大白话

打个比方：从前每根管线都像在土里单独挖洞住的野生动物，谁也看不见谁。共同沟是给它们盖了一栋**集体宿舍**——每类管线有自己的架子和楼层，走道留给检修的人。要查哪根管、要加哪根线，开门进去就行，不用把头顶的马路扒开。

东京建过几条有名的共同沟：市中心日比谷一带的日比谷共同沟是较早的大型实例；临海副都心（台场那片新开发区）的共同沟则是规划时就一次建好、现代化程度很高的样板。日本还专门立了法，由道路管理方来牵头建设和管理共同沟——因为它占的是马路下的公共空间，天然该由管路的「房东」统一张罗。

好处：一次挖好，几十年不用再刨路

共同沟的好处，几乎是针对前面每一章的痛点量身定做的：

- **不用反复刨马路**：这是最直接的收益。管线检修、更换、扩容全在隧道内完成，地面交通不受影响，也省下每次开挖回填的巨大成本和扰民。
- **管线更长寿、好维护**：管线不再直接泡在土里受潮、受腐蚀、被施工误伤，而是待在干爽、可巡查的隧道里，寿命和可靠性都大幅提升。巡检员定期走一遍就能发现隐患。
- **更抗震**：一条整体浇筑的坚固隧道，比散埋在土里、各自为政的管线更能扛地震的错动——管线挂在隧道壁上，隧道替它们挡住了土体的直接挤压。

那为什么不铺满全城？

既然这么好，东京为什么只有寥寥几条、地下大部分还是那团乱麻？因为共同沟有三道迈不过去的坎：

- **太贵、太伤筋动骨**：挖一条能走人的大隧道，造价远高于随便埋几根管。而且要在一条早已被各种管线塞满、天天车水马龙的老街底下，腾出这么大一条隧道，近乎重做地基——老城区几乎无从下手。所以共同沟大多只能建在**新开发区**（像临海副都心那样从零规划），或配合大型道路改造时才顺带建。
- **协调难**：水、电、气、通信分属不同的公司和部门，各有各的预算、规矩和时间表。要让他们同意一起搬进一条隧道、分摊费用、协同施工，光是把这些「房客」凑齐、谈拢，就是个巨大的工程。
- **燃气是个麻烦房客**：燃气一旦在封闭隧道里泄漏，就可能积聚、遇火花爆炸——而隧道恰恰是个封闭空间。所以把燃气收进共同沟要格外小心（严格通风、独立分舱，或干脆不收），这进一步抬高了门槛。

一个更轻的折中：电线共同沟

全尺寸的共同沟太重，于是有了一个瘦身版——电线共同沟（也叫 C.C.BOX）。它不求人能走进去，只在人行道下埋一组浅浅的管道和检修井，专门收纳电力和通信线缆。它没法容纳水气大管，但造价低得多、施工快得多，正是今天东京推进「拔电线杆」（第八章说的无电线杆化）最主要的工具。

你在地面怎么分辨这两者？共同沟这种庞然大物，地面上会露出成组的**通风塔和大型检修竖井口**；而电线共同沟，露出来的就是第八章讲的那些人行道上的**地上机器铁箱**加几个电力/通信井盖。看到前者，脚下是条能走人的长廊；看到后者，脚下只是一组浅埋的线缆管。

讲到这里，六套系统、以及收纳它们的隧道，我们都看过了。但有一个问题一直悬在整本书上空没有正面回答：**这一切都压在一条随时会剧烈摇晃的地震带上。地真的大动起来，脚下这座城会怎样？**下一章，我们直面地震。

第十章 · 地震来时，脚下会怎样

前面几章，「地震」这个词反复冒头：水管要柔性接头、燃气管用会弯的塑料、电线杆倒了会堵路。现在把它们收拢到一起，正面回答那个悬了一整本书的问题——**地真的大动起来，脚下这座看不见的城会怎样？**

东京坐在几大板块交界处，大地震不是「会不会」，是「什么时候」。所以这套地下系统从设计之初，就不是「但愿地震别来」，而是「地震一定会来，我们怎么让它别把城市一次打死」。

地震怎么弄坏地下管线

地震破坏地下管线，主要有两种完全不同的方式，得分开讲。

第一种是**摇晃和错动**：地一晃，埋在土里的硬管在接头处被拉扯、被折断。这个我们前面已经讲透了对策——柔性接头、聚乙烯管，让管子在该动的地方能动、动完还连着。

第二种更可怕，也更反直觉，叫**液化**（液状化）。它专挑那些由松散砂土、又含满地下水的地基下手——东京沿海那一大片填海造出来的新地，正是重灾区。

大白话

液化是这么回事：平时，地下的砂粒彼此挨着、互相支撑，稳稳托住上面的一切。可一旦剧烈摇晃，砂粒被震得松开、彼此不再接触，中间的水顶住了它们——**这一刻，原本坚实的地基，整体变成了一锅半流动的「砂水粥」**。踩上去像踩进流沙。

地基一旦变成这锅粥，怪事就发生了，而且完全符合浮力定律：**重的东西往下沉，轻的东西往上浮**。沉甸甸的房子会歪、会陷进去；而埋在地下、相对中空的污水管和人孔，因为比周围那锅「砂水粥」还轻，竟会**整个从路面底下浮上来**——地震过后，一截截井盖连着井筒戳出破碎的马路，这不是被顶出来的，是「浮」出来的。这是液化地震区最标志性的惨状。

311 教会东京的事

2011 年的东日本大地震（311），震中虽在东北外海很远，却让东京湾沿岸的填海新区（如邻县的浦安一带）发生了大面积液化：房屋倾斜、路面喷砂冒水、井盖浮起、埋在地下的水管和排水管被扯断，很多地方停水停排很久。**这场灾难给东京上了最贵的一课：管子本身再抗震，只要它脚下那片地会液化，照样完蛋。**

于是震后东京的地下工程，重点从「只加固管子」扩展到「连管子脚下的地一起治」：

- **治地基**：对重要管线和设施下方会液化的松软砂土做地基改良——往地里打入水泥浆或桩，把松散砂土「钉牢、挤实」，让它在摇晃时不再散成粥。
- **防井盖上浮**：给人孔加抗浮措施（比如在井周围释放液化产生的水压、或把井和周围结构锚在一起），不让它轻易浮起来堵路。
- **加速前面讲过的那些**：水管换抗震接头（第四章）、燃气靠地震计自动切断分区（第七章）、把关键道路的电线埋入地下免得电杆倒塌堵路（第八章）——311 之后，这些全都按下了加速键。

真正的护身符：冗余

但最关键的抗震思想，不是把每根管都做到永不损坏（做不到），而是一个工程师再熟悉不过的词——冗余（留后手、不把鸡蛋放一个篮子）。

这套系统处处藏着冗余：

- **水源有多个**：第三章说过，东京的水来自利根川、荒川、多摩川好几个水系——一处水源或一座净水场出事，别处还能顶上。
- **管网成环，不是成树**：重要的配水管网尽量布成**环状**而非树状。树状管网一根干管断了，下游全停；环状管网一处断了，水还能从另一个方向绕过来。这是用「多修一些管、让水有多条路可走」换取「断一处不致瘫一片」。
- **留着应急的最后一招**：东京在各处大型配水池、公园、学校设了应急供水点——配水池进出口装着地震感应的紧急切断阀，强震时自动关闭，把一池水死死锁在里面当作全区的救命水；震后居民可以就近到这些点取水。**那一池被锁住的水，就是整座城市留给自己的保险。**

把这些合起来看，东京对地震的答案其实很朴素，也很工程师：**承认任何单一部件都可能坏，于是让系统在坏掉一部分之后，仍然能撑住、能绕行、能慢慢自愈。**坚固不等于不坏，

坚固等于坏得起。

道理讲完了。现在是兑现承诺的时候——带着这十章学到的一切，我们真的出门，走到街上，把一条普通的东京街道，从井盖到铁箱，亲手从头读一遍。下一章，地面巡礼。

第十一章 · 一次地面巡礼

前面十章，我们把东京的地下拆成了六套系统，一套套讲了原理。这一章不讲新东西，只做一件事：**带着你学到的全部，真的出门走一趟，把一条普通的东京街道从头读到尾。**

你会发现，一旦看懂，整条街的地面就变成了一张写满字的说明书。我们从你住的那栋楼门口出发。

第一站：墙根——水的入口

先低头看你家或楼的外墙根、人行道边。找那个最小的盖子，上面写着「量水器」或「水道」。**这是第四章讲的水表井——整栋楼的水，就从这道门进去。**

蹲下来想一下：如果这是栋矮楼，水多半是街道的压力直接推进去的；如果是栋高楼，再抬头看看楼顶——有没有一个方方的大箱子？有，那是高置水箱，水先被泵到楼顶再靠重力落下来；没有，那它大概用的是直结增压或底层水箱加压。**一个墙根的小盖加一眼楼顶，你就读出了这栋楼的供水方式。**

第二站：人行道——电和通信在哪

走到人行道上，先抬头，再低头。

抬头：有没有电线杆？有，那你脚下这段没做地下化——电和电话在天上走，杆顶那个灰桶是柱上变压器，就地把电压降到家用（第八章）。没有电线杆、天空很干净？那恭喜，这是东京那约 8% 做了地下化的街区之一。

低头：找那种半人高的铁箱子（地上机器），通常浅灰或墨绿。看到它，几乎可以肯定这一段电力/通信已经埋进了地下——线埋下去了，但必须露头散热、检修的变压和开关设备，就装进了这些箱子（第八、九章）。箱子旁边地上，往往配着刻「電」或「NTT」的井盖。

第三站：车行道——读那一排盖子

现在看马路本身。这里盖子最多，用第二章那张速查表，一块块认：

- 没孔、严丝合缝 → **污水**；带孔、带缝 → **雨水**；贴着路边、一排铁格栅 → **路面集雨口**（第二、五章）。
- 黄色的盖和方框、写着「駐車禁止」 → **消火栓**，别停车（第二章）。
- 一簇颜色不一的小盖（蓝、黄、红）扎堆 → **自来水的阀门群**，工人在这儿分段控制水流（第二、三章）。
- 刻「ガス」或「東京ガス」 → **燃气**；刻「TEPCO／電」 → **电力**；刻「NTT／電話」 → **通信**（第二章）。
- 正中樱花、外圈海鸥那块彩绘盖 → **东京都下水道的招牌脸**（第二章）。

大白话

一个进阶小技巧：**顺着同款盖子连成的那条线看过去**。一串等距、同样的污水盖沿路排开，它们正上方连起来，就是一根你看不见的污水干管的走向。到了十字路口盖子突然扎堆，是因为管线在那里分叉、汇合、设阀。**你其实是在用地面的盖子，把地下的管网描出来。**

第四站：路边那个带百叶的铁箱——燃气的脸

继续走，留意路边或街角有没有一个半人到一人高、带通风百叶、常刷成浅色的铁箱子。那很可能是**整压器站**（第七章）——燃气从中压「踩」到低压、再送进这片街区的地方。它是燃气系统在地面上露出的最大一张脸。别把它和第二站电力的地上机器搞混：带通风百叶、常有燃气公司标识的，多是燃气整压器；没百叶、更封闭的方箱，多是电力/通信设备。

第五站：找那些「不是盖子」的线索

最后，练一双更挑剔的眼睛，去看那些连盖子都不是的痕迹：

- 路面上一条颜色略深、补过的长条沥青——那是不久前某家管线开挖检修后回填的疤。**一条街反复补的疤，正是第九章说的「反复刨马路」，也是共同沟想解决的病。**
- 绿化带边、路肩上偶尔立着的小标识桩或贴在地上的标识带，写着「下水道」「ガス」之类——那是埋深管线给未来施工者留的警告：底下有我，挖前小心。
- 河边一段特意修低的护岸矮墙——可能是第六章说的越流堰，暴雨时让洪水从这里翻进地下调节池。

读完一条街

走到这里，这条你可能走过无数遍的普通街道，已经完全变了样。你不再只看到柏油和盖子，你看到的是：一栋楼怎么进水、这段街的电埋没埋、脚下哪根是污水哪根是雨水、燃气在哪降压、哪儿是自来水的阀门群、哪根干管往哪个方向走、这条街最近被谁刨开过。

这正是全书开头那个问题的答案：站在地面，只凭看得见的那点线索，你真的能读出脚下那座看不见的城市。你现在能了。

只剩最后一步：退远一点，别再盯着单个盖子，而是把这六套系统合起来，当成一台整体的机器来看——它怎么老去，又怎么更新。这是最后一章。

第十二章 · 一座城市是一台机器

走完上一章那条街，你已经能读懂每一个单独的盖子。最后一章，请你退后一步，别再盯着某一根管、某一个盖，而是把这六套系统——进城的水、出城的污水、天上的雨、管里的火、脚下的电与光——合起来，当成一台**整体的机器**来看。

这台机器有一个你一旦意识到就再也无法忽视的特征：**它从来没有「建成」的那一天。**

它不是纪念碑，是活物

我们习惯把大工程想成纪念碑——建好了，剪彩了，就杵在那儿一劳永逸。但地下这套系统不是。它更像一个活物：每一根管子都有**使用年限**（材料会老化、会腐蚀、会疲劳的「保质期」，水管、下水道管大多是几十年量级），到期就得换；换的同时它还一刻不能停——水不能断、污不能积、电气不能停。

大白话

打个工程师熟悉的比方：维护地下管网，像**给一架正在飞行的飞机换发动机**。你不能把城市降落、停机检修，再重新起飞。千万人此刻正在用水、冲马桶、开灯、做饭——你只能在它满负荷运转的同时，一段段地把老化的零件换掉。这是这台机器最难的地方。

东京的真问题：它老了

东京地下的大量管线，是在战后经济高速增长那几十年（约上世纪六七十年代）一口气铺下去的。那是城市猛长的年代，水、气、电、排水跟着人口爆炸式扩张。**问题是，这批同龄的管子，如今也在同时变老、同时逼近它们的使用年限。**一座城市当年长得有多快，今天要还的更新账就有多集中。

老化的后果，有时会用最惊人的方式钻出地面——**道路塌陷**（道路陷没）。地下一根老化的排水管出现裂缝，污水或地下水就从缝里一点点把周围的泥沙冲走、带走，在管子上方的土里悄悄掏出一个越来越大的空洞。地面看起来还好好的，直到某一天承受不住，「轰」地塌下去，吞掉一段路、甚至一辆车。**日本每年发生数千起这类路面塌陷，背后相当一部分，就**

是脚下那根没人看见的老下水道在慢慢漏。第十一章教你认的那些「路面补过的疤」，很多就是塌陷修复后留下的印记。

怎么给飞行中的飞机换零件

既然不能停机，东京怎么更新这批老管？靠的是一套尽量「不刨开马路」的巧办法，叫非开挖修复（更生工法）。

其中一种很漂亮：工人从两头的人孔下去，把一层浸了树脂的软管，从旧管内部整根拉进去、撑开、让它贴着旧管内壁硬化定型——相当于**在老化的旧管内部，原地长出一根严丝合缝的新管**。旧管当外壳，新内衬当通道，全程不用把头顶的马路挖开。这样既修了管，又不扰乱地面的车流和生活。你每天路过的某段街道底下，也许正悄悄进行着这样一场「不停机手术」。

但再巧的办法也追不上老化的速度——需要更新的管太多、钱和人手有限。**于是真正的难题从来不是「会不会修」，而是「先修哪根」**。这就要靠巡查、靠传感器、靠数据判断哪段管最危险、最该先动手——把有限的资源，花在最可能出事的地方。一座成熟城市的地下工程，到最后拼的不是建设的雄心，而是**管理和取舍的智慧**。

回到那块铁盖子

这本书从一块井盖开始。现在你该明白，那块铁盖子远不只是一个检修口——**它是这台永不停机的巨大机器，露在地面上、让人得以窥见和维护的一个窗口**。透过它，工人下去给飞行中的飞机换零件；而透过它，你，一个只是路过的人，也能读懂脚下这座城市怎么活着。

东京的地下，没有惊天动地的奇观（除了那座地下神殿），它的了不起恰恰在于「平常」：拧开就有水、一按就有光、冲一下就干净、下暴雨也大体不淹。这种让人意识不到它存在的「平常」，是一代代工程师在看不见的地方，用柔性接头、冗余管网、自动断气、不停机更新，一点点撑起来的。**最高级的基础设施，是让人忘记它的存在**。

所以，下次你走在任何一座城市的街上，低头看见那块铁盖子——你会想起，它下面是一整座看不见的城，正安静地、不知疲倦地，托着你脚下的这个日常。而现在，你读得懂它了。