

普通人能明白的农村光伏 光伏有辐射吗？

从一句谣言，到屋顶上的一本明白账



王德生 著

德麦国际出版社

Demai International Press

普通人能明白的农村光伏

光伏有辐射吗？

从一句谣言，到屋顶上的一本明白账

王德生 著

德麦国际出版社

Demai International Press

出版信息

书名 《光伏有辐射吗？——从一句谣言，到屋顶上的一本明白账》

著者 王德生

执笔 复合主体：王德生立题、定口径与审定，Claude 组织执笔与统稿

出版 德麦国际出版社（Demai International Press）· 新加坡

编号 德麦国际专著第 441 号

ISBN 979-8-90690-635-9

定价 US\$20.00

开本 170 mm × 240 mm（16 开）

字数 约 9 万字

版次 2026 年 10 月第 1 版

完稿 2026 年 10 月 19 日

AI 协作声明：本书的选题、判断与口径由王德生给出；文字在其指令下由 AI（Claude）协作成稿，并经其审定。

书中数据取自公开的政策文件、新闻报道与研究文献，出处汇总于附录二与参考资料；凡标〔待核〕处，以最新官方发布或具体合同为准。书中专家的话一律转述大意，不作逐字引文。周家湾与周长顺一家等陪读人物均为虚构。

关于健康的内容只讲物理与国家标准，不构成医学建议；身体真有不舒服，请去看医生。关于电价、贷款与合同的内容只讲怎么算、问谁、看哪条，不构成投资或法律意见；各省政策差别很大，以本省细则为准。

全书结构：出版信息、作者介绍、前言、导读、目录；五编二十五章；结语、附录四件、参考资料、后记。

版权所有 侵权必究

作者介绍

王德生，德麦国际（Demai International Pte. Ltd., 新加坡）创始人、首席执行官，SDE 本体论思想体系的创立者。

他生长于中国农村，父亲是种地的农民。1990 年进入湘潭大学，后获中国科学院计算数学博士学位，并在中国科学院做博士后研究，研究方向涉及计算几何与有限元计算。此后曾在英国斯旺西大学、新加坡南洋理工大学任职。

这本书是他写给农村读者的一本科普小书：先把「光伏有辐射」这句话掰开讲清，再把一户人家、一个村子装光伏的账，一笔一笔摆到桌上。

前言

一个谣言进村的那个秋天

◆ 一、你一定听过这句话

「装了光伏板，家里人容易得癌。」

你也许在村口小卖部门前听人说过，也许在微信群里收到过转发。说的人语气很肯定，有时还补一句：「孕妇可要离远点。」

听的人没有几个去查。查什么呢？那东西看不见、摸不着，名字又带着「辐射」两个字。这两个字一出口，谁家都得打个激灵。

本书的起点，就是这样一个秋天。穿蓝马甲的推销员进了村，一句话在村口传开，一个叫周家湾的村子，开始了它的议论。

周家湾是本书虚构的，那里的人也是虚构的。有种了四十年地的周长顺，有最怕辐射的老伴王桂香，有会用手机算账的儿媳林小燕，有读初一、好问的孙子周小禾。还有正琢磨村里能不能搞光伏的村支书刘红梅，和实实在在做安装的马师傅。

他们的日子，是你的日子。他们碰到的事，也是你可能碰到的事。

◆ 二、这本书写给谁

本书写给四种人。

第一种，是农村里正在被推销员敲门的人家。你想知道，屋顶装光伏到底安不安全，划不划算，合同怎么看。

第二种，是在城里打工的儿女。你的爹妈在老家听了一耳朵传言，打电话来问你。你想有个说法，能在电话里讲明白。

第三种，是乡村干部。你要想的是整个村子，村委会的屋顶，小学的屋顶，村边那块荒地。

第四种，是只想弄清「辐射」这个词到底是怎么回事的人。

本书是一本纯科普的书。它不是产品手册，也不替哪一家企业说话；不点名哪家公司做了坏事，也不会劝你「一定装」或者「千万别装」。它做两件事：把事情讲明白，把账教你算清楚。

◆ 三、周家湾后来怎么样了

先给你透个底，免得你一路读下去心里悬着。

周家湾这个秋天，村口传了一阵「装板子得癌」。小禾借来一台检测仪，周家翻资料、算账，请马师傅上门看屋顶。最后，周家全款，在自家平房的屋顶上装了一套，十来千瓦，二十来块板，选的是「自发自用、余电上网」。

周家后头巷子里有一户人家，去年夏天签了一份「免费安装」的合同，后来才发现，名下背了好几万的贷款。

刘红梅听了这些，在村委会里翻开了账本。村委会的屋顶，小学的屋顶，村边那块废弃的砖窑地，能不能合起来做一件事？

这些故事，本书会一章一章讲给你听。它们不是证据，只是陪着你走的伙伴。证据在每章引用的公开测量、政策文件和新闻报道里。

◆ 四、上半本：把「辐射」这个词掰开

先说上半本，它回答的是一个很具体的问题：光伏板到底有没有辐射？

答案要从「辐射」这个词本身说起。

在日常说话里，这个词被说得很重，一听就像是射线，是能把人打坏的东西。可是在物理里，它装了两样很不一样的东西：一样能打坏 DNA，像 X 光、核材料放出来的射线；另一样只是电磁波的普通往来，阳光、手机信号、电水壶周围的那点电磁场，都在这一类里。

一个词，装了两样东西。你要是不把它掰开，听到「辐射」就怕，那无论听到什么，都会怕。

所以上半本，先把这个词掰开，再把光伏板拆开，里面的东西一件一件看一遍。

你会看到，晶硅组件里没有放射性物质，光进去、电出来，板子只吸光、不放射。再往下，是逆变器旁边那一点电磁场。科技日报有一篇实测，检测仪紧贴着组件，读数约 0.02 微特斯拉。国家标准给公众定的限值是 100 微特斯拉。两者相比，约是限值的五千分之一。

这些数字，本书都会给出处，让你自己能查。

然后是第二编：晃眼不晃眼，屋顶热不热，打雷着火怎么防，孕妇老人孩子能不能住在下面。担心被拆穿一个，往往会换个样子回来。本书一个一个接着说。

要特别说明一点：涉及孕妇、老人和病人，本书只讲物理和标准，不给诊疗建议。身体真有不舒服，请去看医生。

◆ 五、一句判词

这本书想让你带走的，是下面这一句。后面的前言、导读和结语里，它会原样再出现。

光伏板只吸光、不放射；真正要算清的，不是辐射，是电价和合同。

这句话有两半。前半，是物理，已经有很多人测过。后半，才是农村人家真正要花心思的地方。

为什么这样说？因为谣言拆穿以后，剩下的问题全是钱的问题。一块屋顶一年能发多少电，卖电给谁，什么价，这价格几年以后会不会变；签的合同里，谁是借款人，谁的名字备案，设备坏了找谁，二十五年以后板子怎么办。

这些才是真正会影响一个家的事。

◆ 六、为什么谣言好传

在讲下半本之前，先说一说，这句话为什么传得这么快。

它占了三个便宜。第一，看不见。你看不见辐射，也就没法当场验证，只能信或者不信。第二，听着科学。「辐射」「致癌」「畸形」，每个词都像是从实验室里出来的，让人不好反驳。第三，关乎家人。孕妇、孩子、老人，谁敢拿他们开玩笑？

三样加在一起，一句没有出处的话，就比一份有出处的测量跑得更快。

这也不全是传的人心坏。多数人转发的时候，是真的为你好：宁可信其有。可是「宁可信其有」有个代价，你可能因此放弃一件对家里有好处的，或者被另一个人拿去推销「防辐射」的东西。

所以本书不叫你「别怕」。叫你一个人别怕，没有用，怕不是你的毛病。本书要做的，是帮你先弄清怕的是什么，再看那件东西有多大。

◆ 七、为什么下半本着重讲好处

你可能会奇怪：一本讲辐射的书，为什么还要讲那么多村集体和板下种植？

因为只告诉你「不用怕」，是不够的。怕被拆穿了，你还得知道为什么要装，装了会怎样，装以前要问什么。

农村光伏这些年的规模，已经不小。

据国家能源局的数据，截至 2023 年 9 月底，全国农村户用光伏安装户数超过 500 万户，带动投资超过 5000 亿元。国家发展改革委的报告里说，到 2023 年底，户用光伏覆盖农户累计超过 500 万户，户均年收入增加约 2000 元。注意，这是一个全国平均数，一家的实际情况会有高有低，要看你本地的日照、屋顶、电价和用电的习惯。

有人把自家屋顶光伏叫作「阳光银行」。安徽庐江一位村民说，用不完的电卖给电网，一年有几千块钱收入。这话大意如此，是人民日报 2024 年 4 月的报道。

再往大里看，一座村级电站，一块板下的鱼塘，一队会打桩、会运维的乡亲，都是光伏到了村里以后长出来的东西。第四编、第五编会讲这些，用的是公开报道里的真实案例，不用虚构的数字。

下半本里，好处和风险是并排放的。光伏贷的骗局，电价从固定走向市场之后收益更不确定，农村电网有的地方接不进，板子老了怎么处理——这些都会说。

因为只有好处没有风险，那不是科普，是广告。

◆ 八、本书的几条规矩

既然是写给你看的，本书先把自己的规矩亮出来。

第一，数字只用有出处的。书里每个数字，都能在公开的报道或政策文件里找到。拿不准的，会写「大约」，或者标上〔待核〕，请你以合同和本地规定为准。

第二，专家的话只转述大意。书里会说「他说，大意是」，不会拿一句话去充当权威。

第三，不点名企业做坏事。乱象会写成「有的经销商」「有的项目」。你只要知道有这回事，知道怎么防，就够了。

第四，周家湾的人是虚构的，他们的日常和对话可以是想出来的，数字不是。

第五，涉及钱，只讲怎么算、问谁、看哪一条，不替你拍板。涉及身体，只讲物理和标准，不讲治病。这两件事，都该由你和懂行的人、医生去定。

◆ 九、这本书不替你做决定

有一件事，要在前言里说明。

本书不会替你下「一定赚」或「一定亏」的结论。电价这一项，各省的细则差别很大，本书讲怎么算、该问谁、该看哪一条，具体数字以你本省的规定为准。2025 年以后新装的项目，收益比从前更不确定，这一点第三编会专门说。

你读完以后，应当能做三件事：

- 听到「辐射」两个字，知道先问它是哪一种；
- 看到一个数字，知道先问它有没有单位、是谁测的；
- 拿到一份合同，知道先问钱从哪里来、到哪里去。

这三件事做得到，推销员再来，就不是他在牵着你走。

◆ 十、怎么读这本书

全书五编二十五章，一章大约几千字，不长，你可以一章一章地读。

你不必从头读到尾。想弄明白辐射，读第一编；要算账，读第三编；村干部，读第四编。导读里有一张更细的读法路线，你可以去翻。

每一章末尾，有一句【带走的话】，一两个【想一想】。带走的话，你可以抄在本子上，或者念给爹妈听。想一想的问题，没有标准答案，是留给你自己的。

书里的事实，来自公开的报道和政策文件。哪些数字出自哪里，附录二有核验表。本书引用到的专家，只转述大意，不照抄原话。如果你发现有哪一处说错了，请写信告诉出版社。本书第一编的结论，若有可靠的新测量推翻，是要改的，导读里会说明什么情况下要改。

好了。下一页，周家湾的秋天，推销员已经走到村口了。

先别怕，也别急着装。

先弄清怕的是什么。

导 读

◆ 一、全书地图

这本书有五编、二十五章，外加前言、结语、后记和四件附录。先给你一张地图，看看每一编走到哪儿。

第一编「辐射：先把一个词掰开」，共五章。只做一件事：把「辐射」这个词掰成两半。一半是阳光、家电那样温和的电磁场，一半是能伤 DNA 的射线。然后看光伏板到底属于哪一半。

这一编的结论是：光伏板身上没有能伤 DNA 的那种辐射；有的那一点电磁场，比家里的电水壶还弱。

第二编「别的担心：晃眼、发热、雷电、孕妇」，共五章。谣言被拆穿以后，担心会换个样子回来。这一编把晃眼、发热、雷电、着火一样一样讲到底，再讲孕妇、老人、孩子能不能住在下面，最后看谣言为什么跑得快。

这一编的结论是：真正要防的是电和结构，不是辐射；把钱花在好的安装上，比花在「防辐射」上值得。

第三编「屋顶上的钱：一户人家的账」，共五章。辐射的账算清了，剩下的是钱的账。一块屋顶能发多少电，三种上网方式怎么选，电价从固定走向市场意味着什么，这是前三章。后两章讲全款、贷款、租屋顶各有什么风险，签字之前要看清哪七件事。

这一编的结论是：光伏能当「阳光银行」，可这家银行的利率是电价给的，存折是合同写的。

第四编「村子里的光：不止一户的好处」，共五章。从一户人家走到一个村子。村级电站怎样养一个村，板下怎样种养，院子、牛棚、鱼塘怎样用上光，这是前三章。后两章讲电网接不接得住，一村人怎样一起装。

这一编的结论是：光伏到了村里，最大的好处不在电费单上，在村集体有了一份稳当的收入、年轻人多了一门手艺。

第五编「长远的账：二十五年以后」，共五章。光伏是一笔要算二十五年的账。板子能用多久，坏了去哪儿，一度电省多少煤，对乡村意味着什么，最后收成一张「装不装」的明白账。

这一编的结论是：一块板子从装上屋顶那天起，就该想好它怎么老、怎么修、怎么走。

每一章的走法都差不多。开头是周家湾的一个场景，中间把科学或政策讲清楚，倒数第二节叫「放回日子里」，落到一件你明天就能做的事。章末有一句【带走的话】，约四十个字，可以抄进本子；还有一两个【想一想】，是留给你自己的问句。

◆ 二、判词

全书只有一句判断，在前言、导读、结语里各出现一次，一个字都不换：

光伏板只吸光、不放射；真正要算清的，不是辐射，是电价和合同。

这句话分两半。前半是科学，上半本五分之二篇幅都在为它作证：板子吃进去的是光，放不出能伤人的东西。

后一半是日子。你家的屋顶装不装、怎么装，能不能赚、会不会亏，不取决于辐射，取决于电价怎么定、合同怎么写。下半本把重心放在这里，也放在村里人合起来能得到的好处上。

本书不叫你「别怕」。本书叫你先弄清怕的是什么，再决定。

为什么要把下半本写得这样重？因为村里人真正碰到的难处，多半在下半本。推销员嘴里的「免费安装」是不是真免费，电价改了以后每度电卖多少，电网接不接得进来，这些事，一个谣言也替你挡不住，一份合同却能把你绑二十五年。

◆ 三、读法路线

你不必从头读到尾。按你的处境，挑一条路走。

只有一个下午。读第 2 章、第 5 章、第 13 章、第 15 章、第 25 章。前两章讲清辐射是怎么回事，中间两章讲清电价和合同两个大坑，最后一章是全书收成的判断。

为老人来的。读第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 9 章、第 10 章。这几章话短、比方多，讲的都是「这东西到底伤不伤人」。它们还教你怎样自己查一句话是真是假。读完以后，老人最放不下的那个心结，多半能松开。

为算账来的。读第 11 章到第 15 章，再加第 21 章和第 25 章。先算一块屋顶发多少电，再弄清三种上网方式和电价的变化，把全款、贷款、租屋顶放在一张纸上比，最后看板子老了会怎样。

为村干部来的。读第 16 章到第 20 章，再加第 15 章和第 24 章。村级电站、板下种养、电网接入、一村人怎样分账，都在这里；第 15 章的七件事，村里签合同同时同样用得上。

要是你读到哪一章，觉得句子里有一个词看不懂，翻到书后的附录四，那里有一份小词典。附录一是常见十问的速答，适合你急着要一个答案的时候翻；附录三是签约前的检查清单，可以撕下来带着去见推销员；附录二是数据与出处的核验表，书里每个数从哪儿来，你都能顺藤摸瓜找回去。

这本书是写给你、你的父母和你在外打工的儿女的。你可以把某一章读给老人听，也可以把某一页拍给在城里的孩子看。读不下去的地方，跳过去，不碍事。

◆ 四、周家湾的人

书里有一个村子，叫周家湾，在豫东平原上。村子和里面的人都是虚构的，不对应任何真实的村庄和个人。

他们在书里的作用，是替你把事情演一遍。他们的日常和对话是编的，可他们遇到的问题，都是真问题。书里的数字，一律来自公开的报道和政策文件，不出自他们的嘴。

周长顺，63 岁，种了四十年麦子和玉米，话少，认死理，常坐在村口小卖部门前。

王桂香，61 岁，周长顺的老伴，养了二十来只鸡，最怕「辐射」。

林小燕，34 岁，他们的儿媳，在县城一家电商仓库管出入库，会用手机算账，是家里拿主意的人之一。

周小禾，12 岁，他们的孙子，读初一，物理课刚学「光」，好问。周家的儿子周建军，在外地工地打工，偶尔在视频里出现。

刘红梅，46 岁，周家湾村党支部书记兼村主任，正琢磨村集体能不能搞光伏。

马师傅，40 来岁，县里有资质的光伏安装电工，实在人。

还有一个人没有名字：一个穿蓝马甲的推销员。他去年夏天来过一回，今年秋天又来了。

◆ 五、本书的说法怎样才算错

一本讲事实的书，应当告诉读者：它在什么情况下该被推翻。

本书上半本的核心说法是：合格的光伏组件和逆变器，在人居住的距离上，磁场远低于国家标准的限值，也没有电离辐射。

所以，如果有可靠的测量显示，合格的光伏组件或逆变器，在居住距离上的磁场超过了国家标准的限值；或者有可靠的流行病学研究显示，住在光伏旁边的人家，发病率确实升高了，本书第一编就要改写。

注意「可靠」两个字。一条没有出处的转发不算，一个没有单位的数字不算，一次没说清怎么测的测量也不算。第 10 章会教你怎样掂量一条消息的分量。

下半本说的钱，则是另一种性质。电价会变，政策会改，各省的细则不一样。本书写的是怎么算、问谁、看哪一条，不替你下「一定赚」或「一定亏」的结论。凡是涉及电价和补贴，一律以你所在省的最新细则和你手里的合同为准。

还有一条：本书不给诊疗建议。身体真有不舒服，请去看医生。

最后说一句关于数字的话。书里的数，凡是用到的，都写明了来自哪份报道、哪个年份、是平均数还是某一个地方的例子。有的是过去的补贴年代留下的数，今天新装拿不到，书里也会照实写明。你读到一个数，先看看它前后有没有这些交代。

◆ 六、随身三问

读完全书，你可能记不住多少数字。没关系，带走下面三个问句就够了。

第一问：这个数字有没有单位？

「辐射很高」「收益很好」「大概能赚不少」，都不算数。是多少微特斯拉，是多少元、多少千瓦时、多少年，说得出来才算数。

第二问：这句话是谁说的？

是署了名的报道，有名有姓的单位，还是一条不知转了几手的消息？他自己测过，算过，还是只是转发？他是不是正在卖东西给你？

第三问：这份合同里，钱从哪里来、到哪里去？

谁出钱，谁借款，谁的名字备案，谁收电费，谁担风险，二十五年以后设备归谁。这几样要是答不上来，就先别签字。

这三问不难，难的是临到事上想得起来。推销员站在你家院子里的时候，邻居在小卖部门前压低声音的时候，手机里跳出一条转发的时候，都是用得上的时候。你不用背，抄在手机备忘录里，或者写在日历背面，贴在电表箱旁边。

光伏有辐射吗？

三个问句，一个管科学，一个管消息，一个管合同。哪一天你对着一个陌生的说法，能自己问出这三句，这本书就没有白读。

目 录

前言 一个谣言进村的那个秋天	1
导读	9
第一编 辐射：先把一个词掰开	18
第1章 村口那句话	19
第2章 两种辐射	28
第3章 一块板子里有什么	37
第4章 光进去，电出来	46
第5章 逆变器旁边那一米	55
第二编 别的担心：晃眼、发热、雷电、孕妇	64
第6章 板子晃眼吗	65
第7章 屋顶会更热吗	73
第8章 打雷、着火、台风：真正要防的是什么	82
第9章 孕妇、老人、孩子能不能住在下面	91
第10章 谣言为什么比真相跑得快	100
第三编 屋顶上的钱：一户人家的账	109
第11章 一块屋顶能发多少电	110
第12章 三种上网方式	119
第13章 电价从固定到市场	128
第14章 全款、贷款、租屋顶	137
第15章 签字之前看清七件事	146
第四编 村子里的光：不止一户的好处	155
第16章 一座电站养一个村	156
第17章 板上发电，板下种养	165

第 18 章 院子、牛棚、大棚、鱼塘	174
第 19 章 电网接得住吗	183
第 20 章 一村人一起装	192
第五编 长远的账：二十五年以后	201
第 21 章 板子能用多久	202
第 22 章 坏了的板子去哪儿	212
第 23 章 一度电省下多少煤	221
第 24 章 乡村振兴里的一块板	230
第 25 章 给周家湾的一本明白账	239
结语 屋顶上的那片蓝	248
参考资料	253
附录	258
附录一 常见十问速答	259
附录二 数据与出处核验表	262
附录三 签约前检查清单	267
附录四 小词典	270
后记	272

第一编

辐射：先把一个词掰开

这一编五章，只做一件事：把「辐射」这个词掰开。

你在村口听到的那句「装板子得癌」，用的就是这个词。它听起来是一个东西，其实装着两样性质完全不同的东西。

先看清这两样东西，再去看一块光伏板里有什么，再去看板子旁边的逆变器。一步一步看下来，你自己就能下判断，不用靠谁来替你说「没事」。

本编的判断是：**光伏板身上没有能伤 DNA 的那种辐射；有的那一点电磁场，比家里的电水壶还弱。**

第 1 章

村口那句话

◆ 一、穿蓝马甲的人来了

十月的一个下午，周家湾的村口停了一辆白色的面包车。

车门一开，下来一个穿蓝马甲的推销员，胸前挂着一张塑封的卡片，手里拎着一只黑色的文件包。他在村口小卖部门前站定，先给围着打牌的几个老人一人递了一根烟。然后他笑着说：今年政策好，屋顶装上光伏板，一年能有一笔稳稳的收入。

周长顺坐在小卖部门口的矮凳上，没接烟。他种了四十年的麦子和玉米，对「稳稳的收入」这几个字，向来要多听两遍。

推销员也不急。他在村里转了一下午，挨家挨户地敲门，留下一张印着蓝色板子的宣传单。宣传单上有一张房顶的效果图，有一行大字写着「屋顶变银行」，下面的小字，周长顺眯着眼睛看了半天，也没看明白。

傍晚的时候，宣传单已经贴在了好几户人家的院门上，被风吹得哗哗响。

周家湾是本书虚构的一个村子，在豫东平原上，周长顺一家也是虚构的。可是推销员进村这件事，你大概并不陌生。这些年，类似的场面在许多乡村都发生过。本书会陪着周家，从这个秋天一直走到一年以后。

◆ 二、一句话是怎么传开的

宣传单贴出去的第二天，村口多了另一句话。

那天早上，王桂香提着一篮子鸡蛋去小卖部换酱油。她刚进门，就听见有人压低了声音在说：听说了吗，那个板子有辐射，装在屋顶上，人在底下住着，时间长了要得癌。

说话的人是村里的一个远房亲戚，他自己也是听别人说的。再问是谁说的，他想了想，说是他外甥在县城听一个同事讲的，那个同事的邻居家就出过事。

王桂香没有再问。她提着空篮子往回走，一路上心里都在发紧。

她养了二十来只鸡，也在这个院子里住了几十年。她最怕的，就是那种看不见、摸不着、却又说得人心惊肉跳的东西。辐射，正是这样的东西。

这句话后来越传越全。有人说，楼顶装了太阳能板，整栋楼癌症高发。有人说，光伏有辐射会致畸，孕妇要远离。这两种说法，原本就是网上流传已久的流言。2025年9月，科技日报做科普报道的时候，开头引的就是它们。

到了周家湾，这些话又添了新的版本：谁家的老人，装了板子以后天天头晕；谁家的鸡，不下蛋了。

没有人说得出口，也没有人说得出时间。可是每一句听起来，都像是真的。

◆ 三、小卖部里的三种人

那几天，你要是在小卖部门口坐一会儿，大概能听出三种人来。

第一种人，是真怕的。王桂香就是。她不是不讲道理的人，她只是一听到「孩子」「孕妇」「癌」，心先揪起来，脑子就慢了半拍。这样的人，你跟她讲一堆数字，她听不进去，因为她怕的不是数字，是万一。

第二种人，是半信半疑的。他们会说：也不一定吧，可是宁可信其有。这样的人最多。他们不想得罪谁，也不想担风险，于是干脆就不装，也不再问。

第三种人，是满不在乎的。他们说：老辈子没有这些东西，不也活得好好的？这样的人嘴上硬，可是真轮到自家要签字的时候，心里也会打鼓。

三种人，其实都有道理，都是为了家里人好。他们缺的，不是胆子，也不是文化，只是缺一个办法：把一句听来的话，变成一件能查的事。

本书想给你的，就是这个办法。

你不必和任何一种人争。你只需要在听到一句话的时候，在心里多问一句：这是哪一种？有多强？谁测的？问得多了，你会发现，许多听上去很响的话，经不起这三问。

◆ 四、这样的话为什么好传

你可以停下来想一想：为什么这样的话，传得这么快？

第一，它说的东西看不见。你看不见辐射，也摸不着，没法当场验证。一件事你没法当场验证，就很难当场反驳。

第二，它听着像科学。「辐射」「致畸」「癌症高发」，这些词都是从课本、从新闻里来的，用起来有一种说得通的味道。人们听到这种词，会下意识觉得：说这话的人，大概是懂行的。

第三，它关乎家人。如果只是说板子不好看，或者发电不划算，大家听过就算了。可是一旦说到孕妇、孩子、老人的身体，哪怕只有一点点可能，人们也宁可信其有。

这三样凑在一起，一句话就有了最好的传播条件：看不见，听着像科学，又拿住了人心里最软的地方。

所以，对这种话，最没用的办法就是反复说「没事的，别怕」。你越是叫人别怕，人越觉得你在掩盖什么。

本书不这样做。

◆ 五、村干部也睡不着

这句话传到村委会的时候，已经是第三天了。

刘红梅是周家湾党支部书记，兼着村主任，四十六岁。她这几个月一直在琢磨一件事。村委会和小学的屋顶都是平的，村东头还有一块废弃的砖窑地，闲着也是闲着。能不能让村集体也搞一点光伏，给村里添一份稳当的收入？

这件事她刚在心里转了半圈，村口就起了这句话。

她比别人更着急。一个普通人家怕，是一家的事。一个村干部要是拿不准，整个村的事都要往后拖。村里的老人要是都认定「板子致癌」，开村民大会的时候，没有人会举手。

那天晚上，她给县里一位熟人打了个电话。对方想了想，说：红梅，你先别急着辩。你把他们怕的那个东西，一样一样摆出来，让大家自己看。

刘红梅放下电话，在本子上写了三个字：先弄清。

◆ 六、一句话里，哪些能查，哪些不能查

回头看这几天村里传的话，你可以试着把它们分成两堆。

一堆是能查的。比如「国家有没有规定光伏的电磁场限值」，比如「有人测过没有，测出来多少」。这样的话，只要你肯翻一翻资料，或者借一台仪器，总能找到一个答案。

另一堆是查不了的。比如「听说谁家的老人天天头晕」，没有名字，没有时间，没有地点，没有人说得是哪个村、哪一年、查出来是什么病。这样的话，你没有办法去核对，它就只能一直在人嘴里转。

一句话，如果没有出处，没有单位，没有数字，你就可以先把它放在第二堆，不急着相信，也不急着骂人。

这是一个很朴素的办法，但很管用。第 10 章还会再讲一次，到时候你会得到一套完整的查法。

现在，请你先记住一件事：**一句话要想让你相信，它得先让你有办法去查。**

◆ 七、一个词，装了两样东西

本书要做的事，是先把那句话里最关键的一个词拿出来，放在桌子上，看一看里面到底装了什么。

这个词就是「辐射」。

在日常说话里，「辐射」是一个很吓人的词。它让人想起医院里带铅衣的房间，想起新闻里的核事故，想起手机、微波炉、基站这些让人有点不放心的东西。

可是你换一个角度想：太阳照在你身上，暖洋洋的，那是不是辐射？是。物理上讲，太阳光就是一种辐射。你坐在火炉边烤火，脸上热烘烘的，那也是辐射。你家里的电灯亮着，也在向外放出辐射。

同一个词，既能指晒太阳，也能指核爆炸。这两件事，一个让你的麦子长出来，一个能毁掉一座城市。

所以，一个人说「有辐射」，其实什么也没说清楚。他说的是哪一种？强度有多大？离得有多近？这些才是要紧的。

「辐射」这个词，装了两样性质完全不同的东西。把它们混在一起，怕的就是错的那一样；把它们分开，你才知道，该怕什么，不该怕什么。

这就是整本书的起点。

◆ 八、本书不叫你「别怕」

读到这里，你也许已经在想：这本书是不是要说服我？

不是。

本书的态度，可以用一句话说完：不叫你「别怕」，叫你「先弄清怕的是什么」。

怕，本来是人的一种保护。你怕河，所以不让小孩一个人去河边；你怕火，所以晚上睡觉前把灶台收拾干净。怕本身没有错。错的是怕错了东西：该怕的没怕，不该怕的天天吓自己。

光伏上，确实有该怕的东西。屋顶的承重，电线的接头，打雷时的接地，合同里的小字，这些都比「辐射」更值得你花心思。本书的第二编和第三编会讲到它们。

可是这些东西，要等「辐射」这件事说清楚了，你才有力气去看。一个人心里始终压着一块「会不会得癌」的石头，是没有心思去看合同的。

所以第一编，只讲这一件事。

◆ 九、有人会问

说到这里，你可能会问：既然天底下什么都有辐射，那我是不是就应该什么都怕？

不是这样的。

什么都有辐射，恰恰说明，光是「有没有」不是问题所在。问题在于：是哪一种，有多强，你离得多近，待多久。

你还可能会问：那你怎么就能保证，光伏板没问题？

本书不保证。本书做的是另外一件事：把每一个数字、每一条标准的出处摆出来，让你自己去核。第一编里的数字，主要来自中国科学院电工研究所的专家在实验室楼顶做的实测，和国家公布的标准。读到后面，你会看到它们是怎么来的。

还有人会问：专家的话能信吗？

专家也可能说错。所以本书在前言和导读里，专门写明了：什么样的证据出现，第一编就要改写。一本书敢把自己怎样才算错写出来，你再去读它，心里会踏实一点。

至于钱，从第三编开始，本书会一笔一笔和你算。装光伏到底合不合算，不是一句「没有辐射」就能回答的。

◆ 十、放回周家湾

回到周家湾。

当天晚上，周家吃饭的时候，气氛有点怪。王桂香把村口听来的话讲了一遍，筷子停在半空。周长顺低着头喝汤，没吭声。

儿媳林小燕在县城的电商仓库管出入库，每天跟数字打交道。她听完以后，先问了一句：妈，这话是谁说的？

王桂香说，不知道，大家都在说。

林小燕说，那就先别急着怕，也别急着装。我们先弄清楚，怕的到底是什么。

这时候，坐在旁边写作业的周小禾抬起头。他读初一，物理课刚学完「光」，正好对这个词有一肚子的问题。他说：奶奶，辐射是什么？太阳光是不是辐射？

没有人答得上来。

小禾想了想，说：那我去同学家借一个检测仪，回来测一测。

周长顺放下了碗，说了今晚的第一句话：测可以，测的时候，你得写清楚在哪儿测的。

你看，这家人没有争论，也没有表态。他们只是做了一件事：先把那个词弄清楚。

王桂香那晚睡得并不踏实。半夜她起来喂了一回鸡，站在院子里，抬头看了一会儿屋顶。平房的屋顶黑黢黢的，什么也没有。她心里想，要是真在上面

放一块板子，到底会是什么样。她没有答案，可是她第一次，没有只想着「不要」。

你也可以这样做。明天再遇到有人跟你说「有辐射」，不要急着点头，也不要急着反驳，只问一句：你说的是哪一种辐射？

这一句问下去，对方往往就答不上来了。

带走的话

「辐射」是一个词，装着两样东西；先弄清怕的是哪一样，再决定怕不怕。

想一想

你最近一次听到「有辐射」这三个字，是在什么场合？当时说的是哪一种？

第2章

两种辐射

◆ 一、小禾的第一个问题

小禾把同学的检测仪借回来以后，没有马上去测。他先问了物理老师一个问题。

第二天放学，他回到家，把老师的话原样背给全家人听。老师说，辐射分两种，一种叫电离辐射，一种叫非电离辐射，两种差得很远。

王桂香一听「电离」两个字，脸一下子白了。林小燕看了她一眼，说：妈，你先听完。

小禾翻开笔记本，一个字一个字地念。他念得很慢，因为这些词他自己也是刚学。念完了，他抬头看着奶奶，说：奶奶，名字听着吓人，意思其实很简单。

这一章，我们就跟着小禾，把这两种辐射讲清楚。你不需要懂物理，只需要抓住几个比方。

周长顺坐在一旁，没有插话。他剥着花生，听得很认真。小禾说一句，他就点一下头，好像在心里把每一句话掂一掂分量。

小禾后来说，爷爷这个样子，比老师检查作业的时候还吓人。

◆ 二、一扇推不开的门

先想象一扇很重的门。

这扇门要一下子用十斤的力气，才能推开。你力气再大，一斤一斤地推，推十万次，这扇门也不会动。因为每一次推的力气，都没有达到门的那个「门槛」。

现在换成另一种情形：有人一次用上了二十斤的力气，门一下子就开了。

这个比方里，「门」是物质里的电子。电子被束缚在分子里，要想把它打出来，就得一次给足够大的能量。

电磁波的能量，是一份一份来的。每一份，物理上叫一个「光子」。重点在于：电子能不能被打出来，看的不是光子的数目多不多，而是一个**光子有多大力气**。一个光子的力气不够，来一万个、十万个，也还是不够。

你在村里见过的事，也是这个理。一粒米放在秤上，一粒一粒地加，加到一百粒，秤也不会翘起一斤。可是一块砖头压上去，秤立刻就动了。

这是整本书里最重要的一个道理，请你记在心里。

◆ 三、门槛有多高

我们来看看，这个门槛到底有多高。

物理上，光子的能量用「电子伏」来计量。可见光，就是你眼睛能看见的光，每个光子的能量大约在 1.7 到 3.1 电子伏之间。

要想把分子里的电子打出来，破坏 DNA，需要的能量一般要十几电子伏以上。这种能把电子从分子里打掉的辐射，叫做电离辐射。

紫外线的高能一段，开始接近这个门槛。X 射线和伽马射线则远远超过它，所以医院拍片的时候，医生要你穿铅衣，自己躲到屏风后面。核材料放出的射线，也属于这一类。

那么，没有达到门槛的呢？它们叫做非电离辐射。可见光是，红外线是，无线电波是，你家里电线里的 50 赫兹交流电产生的电磁场，也是。

50 赫兹的电磁场，每个光子的能量小到什么程度？大约只有十万亿分之一电子伏。拿它去对比那扇门：门要十斤的力气才开，它只有十万亿分之一斤。

差的不是一点点，是整整十几个数量级。

数量级这个词有点生。你可以这样想：一个数量级，就是十倍。十几个数量级，就是十乘十，再乘十，一路乘十几回。一粒米和一座山的差别，也不过是十来个数量级。

为了让你心里有个整体的印象，我们把常见的几种东西排一排。表里只说能不能达到那个门槛，不写具体的强度。

种类	你在哪儿见过	能不能达到「打掉电子」的门槛
工频电磁场（50 赫兹）	电线、电器	差得极远
无线电波	收音机、手机信号	差得很远
红外线	火炉、取暖灯	不能
可见光	阳光、灯光	不能
紫外线	太阳光里的高能一段	高能段开始接近
X 射线、伽马射线	医院拍片、核材料	远远超过

你看这张表，从上往下，能量一层一层往上走。光伏板和逆变器所处的位置，在最上面那一头：阳光是可见光和红外线，电线里的是 50 赫兹。它们都在门槛的下面，而且离得很远。

◆ 四、羽毛与棍子

中国科学院电工研究所的研究员许洪华，是研究可再生能源系统的专家。2025 年科技日报做科普报道时，记者去采访他，他打过一个比方。

他说，大意是：电磁辐射就像用羽毛轻轻碰你，电离辐射就像用棍子打你。

这个比方，和刚才那扇门说的是同一件事。羽毛碰你，你可以让它碰一整天；棍子打下来，一下就可能受伤。这两样东西，当然都可以叫「碰」，可是没有人会把它们混为一谈。

你再想想日子里的事。你站在太阳底下，阳光落在身上，你觉得暖，这是羽毛；你去医院拍胸片，医生按下按钮的那一瞬间，那是棍子。羽毛和棍子的区别，不在于「有没有碰」，而在于「碰的是什么」。

◆ 五、光越亮，是不是越危险

说到这里，你心里可能会冒出一个疑问：一个光子力气小，可是太阳底下的光那么亮，光子那么多，加在一起，总该有点力气吧？

这个问题，正好可以用刚才那扇门来回答。

光有两样可以数的东西。一样是**多少**，也就是有多少个光子打过来，这决定光有多亮。另一样是**多大力气**，也就是每一个光子自己的能量，这决定它能不能把门推开。

多少，和多大力气，是两回事。

你把手电筒换成一盏大灯泡，光变亮了，光子多了，可是每一个光子的力气没变。就像一千个人排着队，每个人都只推一斤，门还是不会开。亮不亮，决定的是你的眼睛舒服不舒服，决定不了能不能伤到 DNA。

所以，「光很强」和「辐射很危险」，不能直接划等号。真正要看的，还是前面那个问题：它属于哪一类，每个光子有多大力气。

当然，光太强也会出事。你盯着太阳看，眼睛会疼；你在烈日下晒一整天，人会中暑。这是热的问题，是强度的问题，要用别的办法去防。晃眼的事，在第6章还会再说。

◆ 六、防护，为什么有的要铅衣，有的不用

小禾带着这个问题，又去问了老师。老师说，大意是：防护的办法，要看你防的是什么。

对电离辐射，防护靠的是挡和躲。拍片的时候，医生穿铅衣、躲到屏风后面，是因为这种射线真的能穿进身体。它的防护有一整套严格的规定：谁能接触、离多远、待多久、用什么材料挡住。

对非电离辐射，办法就不同了。因为单个光子的力气不够，所以国家定标准的时候，看的是**强度**，也就是场有多强，身体能承受多少。你可以把它想成站在风里：微风吹着没事，台风就得躲。标准要做的，就是画一条线，告诉你多大的风算微风。

这两种防护，思路完全不同。把它们混在一起，就会闹出笑话：有人看到家里的路由器，就想穿铅衣；有人在屋顶装了光伏，就想给整面墙糊一层铝箔。这都是把一种东西的办法，搬到了另一种东西身上。

◆ 七、阳光本身就是电磁波

说到这里，有一件事你可以先放在心里。

阳光，本身就是电磁波。

太阳把光和热送到地球上，靠的就是电磁波。你每天在地里干活，在院子里晒被子，头顶上落下来的，就是它。光伏板，说到底是一块接住阳光的板子。

接住阳光，和放射出能伤人的东西，是方向完全相反的两件事。

那么「太阳光里的紫外线不是也能伤皮肤吗」？是的，紫外线晒多了会伤皮肤，所以人们才要防晒。可是请你注意：这是太阳本身带来的，是你不装光伏板也一直在接受的。光伏板并没有给阳光增加什么，它只是把一部分落在它身上的光，变成了电。

◆ 八、「辐射」一词被说重了

那么，为什么我们平时一说「辐射」，就觉得吓人？

一个原因是，这个词最早进入大多数人的耳朵，往往是和核事故、和医院的射线一起进来的。第一印象，就是最重的那种。

另一个原因是，后来的新东西，手机、基站、微波炉、电脑，也被归到了这个词下面。人们看不见它们，只好用那个最重的词去想它们。

于是，一个本来可以细分的词，被说成了一团。

细分的办法并不复杂：先看它是电离的，还是非电离的。

如果是电离的，就要小心，要按规定防护。如果是非电离的，就要再问一句：强度有多大？国家有没有限值？实测值离限值有多远？

后面几章，我们会一样一样地去问。

◆ 九、有人会问

有人会问：你说「非电离」就不伤人，那微波炉不是也不电离吗？它不是能把饭热熟吗？

这个问题问得好。非电离不等于什么也做不了，它可以让东西发热。微波炉就是靠这个把饭热熟的，所以微波炉有金属外壳和门上的金属网，把能量关在里面。它是一个有强度、有目的的设备。

光伏板不是这样。它没有往外发射能量的装置，它只是把落下来的光接住。至于它身边的电线和逆变器会产生一点点电磁场，强度有多大，要到第 5 章才一起算。

还有人会问：非电离的东西，就一定一点影响都没有吗？

物理学家和卫生部门长期研究这个问题，研究的办法是定标准。标准不是说「零」，而是说「在这个数以下，没有已知的危害」。国家标准里规定的限值，就是这样来的。至于每个数是多少，我们到第 5 章再看。

你还可能想问：家里的电灯、电线，也算辐射吗？

算，它们属于非电离的那一边。你住了几十年的房子，墙里走着电线，屋里亮着灯，电视机开着，你每天都在这个环境里。它们和光伏板是同一类东西，都在门槛下面很远的地方。第 5 章会把几样家电和逆变器放在一起比。

如果你或家里人身体真有不舒服，请去看医生。本书讲的是物理和标准，不是诊断。

◆ 十、放回周家湾

那天晚上，小禾在饭桌上把这些讲完了。

他讲得不太流利，中间还翻了翻笔记本。可是讲到那扇门的时候，周长顺忽然开口：一斤一斤地推，推十万次也推不开？

小禾点头。

周长顺说，那就是说，不是看人多，是看一个人有多大劲。

小禾说，对。

王桂香问：那太阳底下晒着，也是辐射？

小禾说，是，奶奶。我们天天晒的就是。

王桂香没再说话，过了一会儿，低声说了一句：那这个词，是被人说得太吓人了。

林小燕在一旁笑了笑，没有接话。她知道，婆婆这一句，不是认输，是松了一口气。

你看，没有讲什么大道理，只是把两样东西分开了。

小禾后来把检测仪放在书桌上，没有急着开。他说，等把第 5 章要问的问题想清楚了，再去测，测出来才有意思。周长顺听了，难得地夸了他一句：这孩子，沉得住气。

明天你不妨也试一下。找一个家里人，用「一扇门」的比方，把电离和非电离讲给他听。讲的时候别用书上的词，就用推门、用羽毛，用你自己的话。能讲给别人听，说明你已经想明白了。

带走的话

能伤 DNA 的辐射，要看一个光子有多大力气；力气不够，来得再多，也推不开那扇门。

想一想

如果有人对你说「阳光也是辐射，所以光伏板也一样危险」，你会怎么用「门」和「羽毛」回答他？

第 3 章

一块板子里有什么

◆ 一、蹲在屋顶边上看

马师傅是县里有资质的光伏安装电工，四十来岁，说话慢，手上全是细小的划痕。

那个周末，周长顺请他到家里来看屋顶。马师傅上了平房，蹲在屋顶边上，从车上取下一块样品板。板子不大，立在墙边，和一扇小窗差不多。他说：长顺叔，你先别问我怎么发电，你就看这一块板子，看它里面是什么。

周小禾趴在梯子口上，仰着头，也想看。他手里拿着笔记本，是从学校带回来的，封面上写着「物理」两个字。

林小燕那天请了半天假。她站在楼梯口，手里拿着手机，准备把马师傅说的每一样都记下来。

这一章，我们就和他们一起，蹲下来，把一块光伏板拆开看看。你要做的，只是找一找，这里面有没有一样东西，会「放射」出什么来。

◆ 二、从上到下，一层一层

马师傅让小禾把板子翻过来，从正面看起。

最上面是一层玻璃。这是一块经过强化处理的玻璃，又平又亮，作用是挡风挡雨、挡冰雹。你家窗户上的玻璃，原料和它差不多。

玻璃底下是一层透明的胶膜，叫 EVA。它像一张保鲜膜，把里面的电池片整个包住，既防潮，又防震。

胶膜里面，就是电池片，一片一片排得整整齐齐，颜色深蓝或者近乎黑色。这是板子里真正干活的部分，它的主要材料是硅。

电池片的背后，又是一层胶膜，然后是一层背板，也有的组件用的是另一块玻璃。背板的作用，是保护背面，防水、绝缘。

板子的四周，有一圈铝边框，把这个「三明治」夹紧，也方便固定在支架上。

背面还有一个小小的盒子，叫接线盒。板子发出来的电，从这里引出线，接到别的板子上，最后汇到逆变器。

马师傅一口气说完，问小禾：你数数，一共几样？

小禾掰着手指数：玻璃，胶膜，电池片，背板，铝框，接线盒。

马师傅说，对，就这几样。

为了让你看得更清楚，我们把它列成一张表。

部件	是什么做的	它做什么	会不会放射
盖板玻璃	沙子烧成的玻璃	挡风雨、挡冰雹	不会
胶膜（EVA）	塑料膜	包住电池片，防潮防震	不会
电池片	硅	接住光，变成电	不会
背板	高分子材料	保护背面，绝缘	不会
铝边框	铝合金	夹紧，便于固定	不会
接线盒	电线、接头、电子元件	把电引出来	不会

◆ 三、硅是什么

最让人好奇的，是中间那片硅。

硅这个东西，你一点也不陌生。它是沙子里最主要的成分。你脚底下的沙，河边的沙，工地上堆着的沙，里面都有大量的硅，和氧结合在一起。

做电池片的时候，工厂把沙子里的硅提出来，提得非常纯，然后切成薄薄的片。光伏板用的就是这样的硅。

小禾听到这里，睁大了眼睛：就是我们村东头河滩上的那种沙子？

马师傅笑了，说：道理上差不多，可不能直接用。要提纯，要在工厂里做很多道工序。

那么，沙子会放射吗？

不会。我们平时说的放射性，是指某些特殊元素，像铀这样的，会自己不停地放出射线。硅不是这类元素。晶硅组件里，也没有放射性物质。这一点，在行业里是一致的说法。

所以，这片电池片的样子，是一块被磨得很薄、很干净的沙子。它不会自己放出什么东西来。

◆ 四、沙子怎样变成一块板子

小禾对这个过程很感兴趣，非要马师傅再讲一遍。

马师傅就用最粗的话，给他讲了一遍。他说，这个过程大致有四步。

第一步，把沙子里的硅提出来，提成很纯的硅料。第二步，把硅料熔化，做成整块的硅锭，再切成一片一片，像切面包。第三步，在硅片上做处理，让

它一遇到光就能产生电，这就成了电池片。第四步，把电池片一片一片连起来，夹在玻璃、胶膜和背板中间，装上铝框和接线盒，就成了你看到的这块板子。

这里面每一步，都是在把东西做得更干净、更平整、更能干活，没有一步是在往里面加放射性的东西。

小禾说，那这个过程，是不是有点像做馒头？

马师傅想了想，说：差不多。你看，面粉要筛干净，发酵，蒸熟，最后得到一个能吃的东西。沙子也要筛干净，提纯，做成片，最后得到一块能发电的东西。

周长顺在旁边听着，点了点头。他问了一句：这么说，板子和馒头一样，都是人一道工序一道工序做出来的？

马师傅说，是这个理。种了一辈子地的人，对「从原料到成品」这个道理，一听就懂。

◆ 五、其他几样，有没有可疑的

小禾又问：那玻璃呢？铝呢？

玻璃的原料，也主要是沙子，加上一些别的矿物，烧出来的。铝边框，就是和你家铝合金窗框差不多的东西。EVA 胶膜是一种塑料。背板也是高分子材料。

接线盒里是电线、接头，加上起保护作用的元件，这是一种很普通的电子零件。

你把这几样一一看过去，没有一样东西，是靠放射的方式在工作的。它们做的事，是挡、包、夹、导，全都是被动的、不动声色的。

有一件事，值得老老实实说清楚。有的组件里含有少量的铅等重金属，被封在胶膜和玻璃之间。这是和「放射」完全不同的另一类问题，它关心的是板子报废以后怎么处理，第 22 章会专门讲。

◆ 六、太阳能热水器和光伏板，是两回事

很多农村人家，屋顶上早就有太阳能热水器了。有人会把它和光伏板混在一起想：既然热水器放在屋顶上很多年了，没出过事，那光伏板应该也一样。

这两样东西其实是两回事。

太阳能热水器，是把阳光直接变成热，加热里面的水。整个过程不涉及电流。许洪华在那次采访里就说过，热水器更谈不上什么电磁辐射。

光伏板则是把阳光变成电。它里面有电流，所以才有后面几章要讨论的那一点点电磁场的问题。

把这两件事分开，是为了让你知道：我们不是拿热水器的安全，去替光伏板作保证。光伏板里有电，所以我们要用测量和标准，一项一项地检查它。那是第 4 章和第 5 章的事。

◆ 七、铭牌上写着什么

马师傅又把板子翻到背面，指着一张贴纸给小禾看。

这张贴纸叫铭牌。上面写着生产厂家、型号、额定功率这些信息。林小燕凑过去，用手机拍了一张。

马师傅说，大意是：铭牌是这块板子的身份证。以后你们不管跟谁买，都要让他把板子的品牌、型号写在合同里，装上去以后，再对一对铭牌，对得上才算数。

这句话，林小燕记得很牢。她后来在第三编的账里，会一次又一次用到它。

小禾问：铭牌上有没有写「有没有辐射」？

马师傅想了想，说：没有。铭牌上写的是发多少电、耐多高的电压，这些是它的本事。你要是想问「安不安全」，得看它有没有通过检测、有没有合格证。

小禾把这句话也写进了笔记本。

林小燕又追问了一句：怎么看这块板子是不是正规的？

马师傅说，大意是：看三样东西。一是铭牌，二是合格证，三是检测报告。买的时候，让对方把合格证和检测报告的复印件留给你。留不下来，或者说不清楚，就要多个心眼。这不是为了防辐射，是为了防那种质量不过关、用几年就出毛病的板子。

◆ 八、有一样要提醒：别乱摸线

话说到这里，马师傅忽然把语气放重了一点。

他说，大意是：板子本身不放射，这一点你们放心。可是它里面有电，这是真的，也是我们干这一行最要小心的地方。

太阳一出来，板子就开始发电，哪怕没接到屋里。白天板子背面的线头、接线盒，都是带电的。直流电发出来，要是接头没接好，会发热，严重的时候

会打火。所以，装板子、接线、检修，一定要找有资质的电工。自己爬上去拧螺丝、剪电线，是最危险的。

你可能会奇怪：刚才还说没有辐射，怎么这会儿又说危险？

这正是本书想告诉你的：**该防的东西是有的，只是不叫「辐射」**。板子要防的是电，是接头，是屋顶承重，是下雨打雷的时候怎么接地。这些在第 8 章会专门讲。

所以请你先记住一条：板子不用躲，线不要乱碰。

王桂香在一旁听着，忽然说了一句：这么说，该怕的是有的，只是怕错了地方。

马师傅点头，说：婶，你这说到点上了。

这是本书想让你带走的第一个感觉。怕，要花在值得怕的地方。花在了错的地方，真正该防的东西，反而没人看。

◆ 九、有人会问

有人会问：晶硅组件我信了，那现在还有别的光伏材料吗？

有的。光伏的技术路线不止一种，除了晶硅，还有其他类型。本书讲的，是农村屋顶上最常见的晶硅组件。你装之前，可以请安装的人把组件的类型、品牌、型号写在合同里。这一点，我们到第 15 章签约清单里再提。

还有人会问：板子在太阳底下晒着，时间长了，老化以后会不会放出什么东西？

板子的衰减是真的，会一年一年变得发电少一点，这是第 21 章的内容。可是「变老」和「放射」是两回事。就像一扇木门，用了二十年会变旧、掉漆，但它不会因此变成一件会放射的东西。

你如果担心的是别的问题，比如表面会不会掉东西，那是质量问题。请在合同里写清楚质保，再找有资质的人来装。

如果你家里有人身体不好，担心长期住在板子底下，请先看第 9 章。身体真有不舒服，请去看医生。

还有人会问：我不懂这些，只会看热闹，能不能直接信安装师傅的话？

师傅的话可以听，可是不能只听。好师傅会愿意把板子的型号、质保、检测报告写在纸上，让你带回去慢慢看。凡是只肯口头保证、不肯落在纸上的，你就多留一个心眼。

◆ 十、放回周家湾

马师傅把板子的每一层都指给周家人看了一遍，花了不到十分钟。

周长顺伸手摸了摸那圈铝框，又摸了摸玻璃，说：就是这么个东西。

马师傅说，就是这么个东西。叔，你要是不放心，板子的构成都写在说明书上，谁卖给你，就让他把清单写给你。

王桂香站在屋顶的楼梯口，没有上来。她远远看了一眼，问：这个里面，没有放什么药的？

马师傅笑了，说：婶，没有。就是沙子、玻璃、塑料膜、铝。

她这才往前走了两步。

你可以学周家做一件小事。下一次，不管在哪家店里，还是在谁家的屋顶上，看到一块光伏板，请别急着躲，也别只当稀奇看。先看看它的铭牌，再数一数它有几层。

了解它是什么做的，是消除一半担心的最快办法。

还有一件事，周长顺最后叮嘱了小禾：板子是玻璃的，别拿石头敲，别拿螺丝刀撬。你想看里面，看铭牌和说明书就够了。要是真想看，等将来哪一天板子退役了，请正规的人来拆，那时候再看。

带走的话

一块光伏板，是玻璃、胶膜、硅片、背板、铝框和接线盒；拆开以后，没有一样东西会「放射」。

想一想

你家屋顶上，有没有太阳能热水器？它和光伏板的区别，你现在能用一句话讲清楚吗？

第4章

光进去，电出来

◆ 一、小禾的物理课

周小禾放学回来，书包还没放下，就蹲到了爷爷身边。

「爷爷，我们物理课刚学了光。老师说，光能被镜子反射，也能被黑布吸收。」他说，「那板子是黑蓝色的，它把光吸进去了，吸进去的东西去哪儿了？会不会再放出来？」

周长顺正在剥一头蒜，没抬头。「放出来什么？」

「放出来辐射呀。奶奶不是说，板子会往外放射线吗？」

厨房里的王桂香把锅铲停了一下。这个问题，她也想听。

小禾问到了点子上。上一章把板子拆开看过，里面没有一样东西会放射。可是板子毕竟在做一件事：把光变成电。光进去了，电出来了，中间到底发生了什么？如果中间有一步是「放大」，是「再发射」，那奶奶的担心就有了落脚的地方。

所以这一章，本书带你把这一步看清楚。不用公式，只用一个门槛、一道坡和一块黑布。

◆ 二、光是一粒一粒的

先说光本身。

你在初一的物理课上，学的是光沿直线走、遇到镜子会反射。这没错。可是再往细处看，光还有另一副样子：它是一粒一粒送来的。每一粒叫一个「光子」。

你可以把阳光想成下雨。远看是一片雨幕，近看是一滴一滴的水。光子就是那一滴。

每一滴雨有大有小，每一粒光子也有大有小。光子的大小，物理上叫「能量」，单位是电子伏。红光的光子小一些，紫光的光子大一些，眼睛看不见的紫外线，光子更大。

可见光的光子，能量大约在 1.7 到 3.1 电子伏之间。这是一个物理常识，课本上就有。

记住这个范围，下面要用。

◆ 三、硅的门槛：1.12

板子里的电池片，主要材料是硅，就是第 3 章说过的、从沙子里提出来的那种元素。

硅有一个脾气：它里面的电子平时被拴着，要有一定大小的能量，才能把电子从「拴着」的状态推到「能自由走动」的状态。这个最低的能量，物理上叫「禁带宽度」。硅的禁带宽度约 1.12 电子伏。

你可以把它想成一道门槛。

光子落到硅上，要是能量比 1.12 大，就能把一个电子推过门槛。可见光的光子是 1.7 到 3.1，都比门槛高，所以硅能把可见光吃进去。要是光子的能量比 1.12 小，推不过去，光子就从旁边穿过，或者变成一点热。

这就是为什么硅能拿来做太阳能电池。它的门槛，恰好落在阳光最丰富的那一段下面。

还要补一句，免得你把两件事混在一起。硅的门槛 1.12，是「能不能把电子推动」的门槛。另有一道高得多的门槛，是「能不能把分子里的电子打掉、伤到 DNA」的门槛，那是第 2 章说的电离辐射，一般要十几电子伏以上。可见光的光子，连那道高门槛的零头都不到。

阳光里的可见光，在你的院子里晒了几十年，晒过麦子，晒过你的后背。板子吃的，就是这同一种光。

◆ 四、一粒光子，推出一个电子

现在把一块电池片放大，看光进去以后发生的事。

电池片里有一层硅，被做成了「两边脾气不一样」的两层：一层电子多一点，一层电子少一点。两层贴在一起的地方，会自己形成一道坡，电子顺着坡只能往一个方向滑，倒着爬很费劲。

光子落进来，把一个被拴着的电子推过了门槛。这个电子于是自由了，正好站在坡上，就顺着坡滑了下去。

一个电子滑下去，不算什么。可是阳光里的光子多得数不清，于是每一秒都有数不清的电子顺着同一道坡滑下去。它们沿着电池片上细细的银色栅线汇集起来，经过接线盒，从板子的一头流出去。

这股电子的流动，就是电流。因为电子一直往同一个方向滑，所以这是直流电，方向不变，像一条只向一个方向流的小河。

你看，整件事里，光子被用掉了。每一粒光子推出一个电子，自己的能量就交了出去，光子也就没有了。

没有一个环节，是板子「新造出一些光子」往外射的。

你可以回头数一数：光子进来，电子出去，中间没有任何一步在产生新的光，也没有一步在产生能打伤 DNA 的东西。这条链很短，短到一分钟就能讲完，也短到没有地方藏什么秘密。

◆ 五、光被吃掉，不是被放大

小禾的问题里，藏着一个很多人都有想法：板子既然能「产生」电，会不会也「产生」什么看不见的东西？

先说一条最老实的道理：能量不会凭空出来，也不会凭空消失。照到板子上的阳光，能量有几个去处：一部分变成电，一部分变成热，一部分被玻璃和表面反射回去。就这三条路，没有第四条。

所以板子不是「放大器」。它是一个「接收和转手」的装置，进来多少，出去不会更多。你家的收音机把电台的信号变成声音，没有人担心收音机会再往外发射电台，板子同理。

这里还有一个小细节，小禾可以拿去问同学：为什么板子是深色的？

因为深色的东西吸光多、反光少。黑布放在太阳底下烫手，白布就没那么烫。板子做成深蓝或者黑色，就是想让光尽量多地被吃进去。表面还镀了一层减反射的膜，让反射掉的光更少。反射掉的光等于白扔的电，厂家没有理由把它做成亮晶晶的镜子。

深色，恰恰是「吸」的证据。

再换个比方。水从高处流到低处，推动水轮转起来，水轮转一圈，水的力气就交出去一份。水轮自己不会造水，更不会把水再喷回山顶。板子对光，就是这个水轮对水：光子的力气交给了电子，电子带着它往外走，光子就没了。

你想想看，一样东西要是主要在往外放什么，它多半该是亮的、烫的，像灯泡，像火炉。板子的样子，是一副吃光的样子。

◆ 六、一块板子的一天

把上面的道理放回一天里，你会看得更清楚。

清早，太阳刚爬上来，光子又少又斜，推出的电子不多，板子发的电很少。到了晌午，太阳最高，光子最密，滑下坡的电子最多，板子发电最旺。下午光一斜，电就慢慢落下去。傍晚太阳没了，电也就停了。

阴天呢？云把一部分光挡住了，落到板子上的光子少了，发的电也跟着少，可是不会一下子没有。你家屋顶的板子，阴天也在发一点电，只是发得少。

你看，板子的电是跟着光走的。光多它多，光少它少，光没有它就没有。它自己什么都不添，也不存。这就是为什么说它是「接收和转手」，不是「制造和发射」。

也是因为这样，板子到了夜里，是一块静静的玻璃。

◆ 七、直流电带一点静磁场，和地磁比一比

说完光，再说电。

只要有电流，周围就会有磁场，这是电和磁的基本关系。你拿一根通电的导线靠近指南针，针会偏。板子发的是直流电，电流方向不变、大小跟着日照慢慢变，它周围的磁场也几乎不变，物理上叫「静磁场」。

静磁场就是个不动的磁场，像一块磁铁吸着铁钉。

那么，这块「磁铁」有多强？

你每天站在地球上，本身就泡在一个磁场里，就是地球的磁场，简称地磁场。各地不同，大约是 25 到 65 微特斯拉。指南针之所以能指北，靠的就是它。你走到哪里它跟到哪里，在村里、在县城、在飞机上都有。

再来看板子。下一章会细讲：科技日报有一次实测，检测仪紧贴着光伏组件，读数约 0.02 微特斯拉。拿它和地磁场最低的 25 比，大约小了一千多倍。

要说明白的是，那次实测量的是组件旁边的磁场，和地磁场并不是一回事，不能严格地画等号。本书只想让你有个数量级的感觉：你身边早有一个比板子强得多的磁场，人、鸡和麦子，一直活在里面。

地磁场在平常的范围里，板子的这一点磁场，也在平常的范围里。

◆ 八、有人会问

有人会问：板子晒得发烫，烫的东西不是也在「辐射」吗？

问得好，这是「辐射」这个词最容易绕人的地方。

任何有温度的东西，都在往外放热，物理上叫热辐射。你的手心是热的，所以你的手在放热。灶膛里的火在放热，晒热的墙在放热，板子晒热了，也在放热。

可是热辐射的光子，能量很小，比可见光还小，属于红外线。它们的作用，就是让你觉得暖，离近了觉得烫。它们打不到 DNA，也打不出任何东西来。冬天你把手凑到火炉边烤，没有人说这是在受伤害，只说是在取暖。

所以「烫」和「有害」是两回事。烫的东西离远一点，或者用手背试一试，这是生活常识，不必当成辐射来怕。

有人会问：夜里板子在做什么？

什么也没做。没有光，就没有被推过门槛的电子，也就没有电流。夜里的板子，只是一块玻璃、一块硅、一层胶、一个铝框，安安静静地摆在屋顶。

有人会问：太阳里不是还有紫外线吗？板子会不会把紫外线放出来？

紫外线是太阳送来的，不是板子造的。它落在板子上，要么被玻璃和封装材料挡住，要么被硅吃掉一部分变成热，要么被反射。板子自己不会发出紫外线。你站在没有板子的院子里，该晒到多少紫外线，还是多少。夏天出门戴草帽，防的是太阳，不是板子。

有人会问：既然光推出电子，电子出来了，硅会不会被「用完」？

不会。电子顺着坡滑出去，经过外面的电路，绕一圈又回到板子里，等着下一粒光子再推它一次。硅没有被消耗掉，所以板子才能用二十五年以上。

◆ 九、放回周家湾

晚饭后，小禾拿了一块黑布和一块白布，铺在院子里的石桌上，晒了一个下午。

傍晚，他用手背去摸。黑布烫手，白布不太烫。

「爷爷你看，黑布把光吃进去了，所以热。」他得意地说，「板子也是黑的，它吃的光更多，一部分变成电，一部分变成热。我同学说它会放射线，我就说，放射线要比门槛高很多很多，可见光的光子不够。」

周长顺没有接话，只是用手背在黑布上又贴了一会儿。

「那就是说，」他慢慢地说，「它吃进去的是跟咱们晒的太阳一样的东西。」

「是一样的。」小禾说。

王桂香站在门口，手里擦着一只碗。她没说放心，也没说不放心，只问了一句：「那电线呢？电线里走的电，总有点什么吧？」

这个问题，留给下一章。

如果你家也有一个读初中的孩子，你明天可以做一件事：找一块深色布和一块浅色布，一起放在太阳底下晒一晌，让孩子用手背去试。你不用讲道理，只问他一句：「哪一块把光吃得更多？」

孩子答对了，你也就看见了板子是怎么回事。

再多问一句更好：「那黑布把光吃进去以后，有没有往外射什么？」孩子会摇头。这一摇头，比你讲十分钟道理都管用。

带走的话

光进去，被硅吃掉，推出电子，电子顺着坡走成了电；光子用掉了就没了，板子不会再把它放出来。

想一想

1. 如果一块板子是白色、亮晶晶的，它还能发多少电？为什么厂家要把它做成深色？
2. 你家里有哪些东西，是「烫」但并不「有害」的？

第 5 章

逆变器旁边那一米

◆ 一、墙上那个白盒子

马师傅又来了一趟，四十来岁，背一个工具包，说话不多。

他来周家看屋顶，顺便看了看院墙。院子东边靠近堂屋的那面墙，空着，没挂东西。

「逆变器就挂这儿吧。」他指着墙，「离配电箱近，线短，有屋檐，晒不着雨淋不着。」

王桂香一听「逆变器」三个字就紧张了。「那是个什么东西？是不是比板子还厉害？我听说，辐射都是它放的。」

马师傅没笑，也没反驳。他蹲下来，拿手比了一个盒子的大小，差不多一本大字典那么大。

「大妈，你先听我说说它是干什么的，再看数字，最后你自己定。」

这一章，就是替你把马师傅那一番话，连同后面的数字，原原本本地摆出来。整套系统里，逆变器是唯一做变换的一站，所以最值得认认真真看一回。

◆ 二、逆变器是做什么的

上一章说过，板子发的是直流电，方向不变。可是你家的灯、冰箱、电视、洗衣机，用的都是交流电。

交流电的方向一直在变，每秒钟来回变 50 次，所以叫 50 赫兹。你家插座里的电，就是这样。

直流和交流之间，隔着一个翻译，就是逆变器。它把板子送来的直流电，变成跟电网一样的 50 赫兹交流电，好让你的电器能用，也好让多余的电能送进电网。

你可以想象一条水渠。直流电像一条朝一个方向流的水，交流电像一个人拿着水瓢来回舀，一秒舀 50 个来回。逆变器要做的，就是把单向的水流，变成这种来回的节奏。

要做到这一点，里面的开关器件得快速地通了断、断了通，一秒钟很多次，这是它的工作方式。通断的时候，会向周围带出一点高频的电磁波。厂家的办法，是在里面加上金属屏蔽和滤波电路，把这点电磁波压在安全范围之内。

这就是马师傅说的「翻译」，也是王桂香担心的东西。

把整套系统从头到尾走一遍，你会更清楚它在哪里。屋顶的板子发直流电，沿着线走到墙边的逆变器，变成交流电，再接到家里的配电箱和电表。一头给你的电器用，另一头把用不完的电送上电网。

板子到逆变器之间走的是直流，只带一点静磁场。逆变器之后走的是交流，和你家里别的电线没有区别。整条线上，逆变器是唯一做「变换」的一站，所以它是整套系统里最值得量一量的一处。

◆ 三、先认一个单位：微特斯拉

接下来的几个数字，都带着同一个单位。你先把它认一认。

磁场的强弱，用「特斯拉」来量。生活里的磁场很弱，所以用它的一百万分之一，叫「微特斯拉」，写作 μT 。

这个单位有个好处：不管是冰箱、电水壶、逆变器还是地球，都用它量，就能放在一起比。

读数字时，第一件事，是看有没有单位。有人说「磁场 8.5」，没有单位，你就没法判断它是大是小。有人说「磁场 8.5 微特斯拉」，你就知道，这大致就是一只电烧水壶贴着测出来的读数。第二件事，是看测的时候离得多远。贴着测，和隔一米测，数字差得很远。

这两件事，第 10 章还会再提一回，因为一旦你自己拿起检测仪，就要靠它们。

◆ 四、「场」和「射线」不是一回事

在往下读数字之前，还得把一个词再掰一下。

前面几章里，「辐射」这个词总是让人想到射线、想到从什么东西里飞出来的粒子。可是你家插座、电线、冰箱周围的那种东西，物理上叫「场」，不叫射线。

场，更像是一个东西周围的「势力范围」。一块磁铁周围有磁场，磁场并没有从磁铁里一粒一粒地飞出去，铁钉靠近了，才受到它的影响。通电的导线也一样，电流在那里，周围就有一圈磁场，离开导线越远越弱。

你把一盏灯点亮，灯泡周围就有场；你把水烧开，水壶周围就有场。这是有电的地方就免不了的事，不是谁特别做了什么坏事。

所以真正该问的，不是「有没有场」，因为有电就有。该问的是：有多强，离多远，比标准高还是低。后面的数字，就是回答这三个问题。

◆ 五、一次实测，三个数字

科技日报 2025 年 9 月 9 日有一篇报道，新华网也转载了，题目叫《太阳能板的辐射有害健康吗》。记者和中国科学院电工研究所研究员许洪华一起，在实验室的楼顶上，拿检测仪去测光伏组件。

检测仪紧贴着组件，读数约 0.02 微特斯拉。

再看国家标准。《电磁环境控制限值》，编号 GB 8702—2014，规定公众曝露的工频磁场，限值是 100 微特斯拉。

0.02 比 100，约为限值的五千分之一。

就是说，把检测仪直接贴在组件上，读数也只有国标允许值的五千分之一。你家人不会天天趴在板子上，隔着一块屋顶的距离，只会更少。

这里请你留意一点：这是记者的实测，不是生产厂家的宣传，也不是某个网友的说法。有时间、有地点、有仪器、有人名。以后碰到别的说法，你也可以拿这四样东西去对照。

◆ 六、放在家里比一比

一个数字单独摆着，没有感觉。把它放进家里的电器中间，就有了。

同一篇报道里，还测了几样我们天天用的东西，检测仪也是贴近设备测的。下面是对照表。

对象	贴近设备的读数（微特斯拉）
光伏组件	约 0.02
办公电脑（工作中）	约 0.026
家用冰箱	约 0.08
空调室外机	约 1.4
电烧水壶	约 8.5
国标限值（公众，工频磁场）	100

你看这一排：光伏组件的读数，比工作中的电脑还小一点，更别说冰箱、空调外机和电烧水壶了。

王桂香每天烧水，水壶就在手边。壶贴着手测，读数是 8.5。她从来没有为此睡不着觉。

要老实说明的是，报道里讲了，这次测试不是在屏蔽干净的实验室里做的。周围可能有其他设备的干扰。所以这几个数字只能当作大概的参考，不是精密的鉴定值。

可是大概，就已经够说明量级了。

◆ 七、国标 100，ICNIRP 200，该信哪个

你可能会碰到这样的情形：有人说国标是 100，另一个人说国际上 200，那到底哪个对？

两个都对，它们是两个机构、两套取值。

国际非电离辐射防护委员会，简称 ICNIRP，2010 年发布的导则里，对公众的 50 赫兹工频磁场，给出的参考水平是 200 微特斯拉。我国的国家标准，限值取的是 100 微特斯拉，比国际参考值更严一些。

不用急着挑哪个更对。重要的是看它们和实测读数的关系：不管取 100，还是取 200，组件旁边实测的 0.02，都远在下面。

再补一个对照，是第 4 章提到的地球磁场，约 25 到 65 微特斯拉。这个数字比光伏组件旁边的读数大得多，也比电烧水壶的 8.5 大。你站在院子里，不需要任何设备，磁场就比板子旁边更强。

不过这里要说清，地磁场是静磁场，而 50 赫兹是变化的磁场，两者不能直接画等号，只能做数量上的参照。

◆ 八、离远一点，场就弱很多

马师傅让周家把逆变器挂在院墙东边，还说了一句话，王桂香当时没听明白：「人离它一米以外，就更不用想这个了。」

这句话有物理依据。磁场的一个共同特点，是离源头越远，强度掉得越快。你拿一块磁铁吸铁钉，铁钉靠近了才吸得住，隔开一拃，就吸不动了。电器周围的磁场也一样，贴着最强，往外几十厘米、一米，就会明显减弱。

所以前面表格里，「贴近设备」几个字很重要。那是最不利的情形：你把检测仪的头顶在设备的外壳上。日常生活里，你更多是隔着一段距离。

本书没有找到可靠的逆变器贴身实测数字，所以不替它报数。你只需要记住：这个规律对逆变器同样成立，贴着最强，离开一米就弱很多。

另外一件事，也值得知道。户用逆变器属于民用（B 类）电磁兼容设备，要符合相应的电磁兼容要求，相关的行业标准有 NB/T 32004〔核：据厂商资料〕。进了市场的产品，要经过这方面的检测和认证。你买的时候，可以让商家拿出认证文件看一看，这比听一百句「放心」更管用。

◆ 九、有人会问

有人会问：逆变器嗡嗡响，是不是有辐射？

有的逆变器运行时有轻微的声音，那是内部元件的振动，和电磁场的强弱不是一回事。声音大不大，要看产品的做工。如果你觉得吵，可以请安装的师傅换个位置，或者看是否有零件松动。

有人会问：逆变器的读数，能不能也是国标的五千分之一？

本书没有找到公开的、可靠的实测数字，不敢替它打包票。有两条路可以自己核实：第一，要看产品有没有电磁兼容的检测报告；第二，自己借一台检测仪，在不同距离测一次。第 10 章会告诉你测的时候注意什么。

有人会问：国标管的是日常环境，我家天天在这儿住，行不行？

按本书的理解，国标的限值是针对公众日常所处的环境定的，不是只管「待一小会儿」。这是本书的解释，不是标准原文。

你要是还不放心，最稳妥的办法是第 10 章说的那一条：自己借一台检测仪，亲手在贴近和一米处各测一次，让数字替你说话。

不过，本书只讲物理和标准，不给诊疗建议。要是家里有孕妇、老人、病人，身体真有不舒服，请去看医生，别硬扛，也别自己下结论。

◆ 十、放回周家湾

马师傅给周家定的位置，是堂屋外面的院墙，靠近配电箱，有屋檐挡着。

他还多交代了两句：「别把它挂在卧室床头的那面墙上，也别在它周围堆柴草、放杂物。」

王桂香有点紧张：「那是不是说，它真有辐射？」

「不是为了辐射。」马师傅说，「是为了散热和检修。它工作的时候会发热，周围要有空气流通。哪天出毛病了，我得能伸得进手去查。堆满了东西，一来热出不去，二来出了事不好找。」

这是实话。逆变器怕热，怕潮，怕被东西堵住。选位置的时候，通风、干燥、方便检修，比什么都重要。

周长顺把一把铁锹从墙边挪开，又把几捆玉米秸搬到了院子另一头。

这几件事，你明天就能做：

- 看看逆变器挂的地方，周围是不是通风，有没有堆柴草、杂物；
- 床头所在的那面墙，别让设备贴着，不为辐射，为散热和检修；
- 要买的时候，让商家拿出电磁兼容的检测报告看一眼；
- 想自己验证，就借一台检测仪，在贴近和一米处各测一次，记下读数和单位。

周长顺有个习惯，凡是要做的事，都要问一句「万一」。他问马师傅：万一这个盒子坏了呢？马师傅说，盒子坏了可以换，质保多少年，合同里要写清，这个等到第15章讲签约时再细说。

王桂香看着墙上的白盒子，很久没说话。后来她说：「那就挂那儿吧。」

不是她的担心一下全消了，是她知道了该问什么。

带走的话

板子旁边的磁场只有国标限值的五千分之一；逆变器要看检测报告，离远一点更弱，位置选在通风好、方便检修的地方。

想一想

1. 你家的电烧水壶、冰箱、电脑，哪个你挨得最近、最久？它们的读数是多少？
2. 下次有人对你说一个「辐射」数字，你会先问他哪两件事？

第二编

别的担心：晃眼、发热、雷电、孕妇

谣言被拆穿以后，担心很少真的消失，它们会换个样子回来。

上一编把「辐射」这个词掰开了。这一编接着走。板子晃不晃眼，装了会不会让屋子更热，打雷、起火、刮大风怎么办，家里有孕妇、老人和孩子能不能住在下面，最后再看这些话为什么跑得那么快。

每一章都是同一个办法：先看见一样东西，再看它背后的物理和做法。读完你会发现，这些担心里有的是误会，有的是真事，而真事几乎都出在电和结构上。

本编的判断是：**真正要防的是电和结构，不是辐射；把钱花在好的安装上，比花在「防辐射」上值得。**

第 6 章

板子晃眼吗

◆ 一、隔壁院子的窗户

秋天的一个傍晚，周长顺蹲在村口小卖部门前，听人说话。

隔壁院子的邻居也在。他用手比画着说，要是你家屋顶铺一片玻璃板子，太阳一照，我家窗户可就遭罪了，晃得人睁不开眼。

旁边有人笑起来，接话说，城里那些玻璃大楼，夏天太阳打上去，开车的人都要眯着眼。

周长顺没吭声。他回到家，把这话原样学给王桂香听。

王桂香皱起眉头：「又是辐射，又是晃眼，这板子到底还有多少毛病？」

小禾正在写作业，抬起头插了一句：「奶奶，光碰到东西会弹回来，物理书上有。可是弹得多不多，书上也没说板子。」

他这句话，说出了问题的一半。

王桂香这一问，问在了点子上。辐射的事，上一编已经讲清楚了。可是担心不会因此就消失，它会换一个样子回来。

晃眼，就是回来得最早的一个。它看得见，摸得着，邻居当面就能指给你看。所以这一章先拿它开刀。

开刀的办法很简单：不争，不猜，先看光是怎么走的。光的走法，是中学物理里最老实的一部分，读懂了，邻居的话和推销员的话，你都能自己掂量。

◆ 二、晃眼是光，不是辐射

先把话说在前面：晃眼和辐射，是两回事。

你家有一盆水。中午的太阳照在水面上，墙上会跳出一块亮晃晃的光斑。那是阳光被水面弹了回来。没有谁因此说，这盆水在放射什么。

晃眼说的就是这样一件事：光太亮，沿着某个方向进了你的眼睛，让你不舒服。它问的是亮度，问的是角度，问的是太阳在哪儿、你在哪儿。

第2章说过，阳光本身就是电磁波。板子并没有往外多送出什么，最多是把照上来的光，弹回去一部分。

所以这一章要问的，换成这样两句：光被弹到哪里去了？弹了多少？

这两句都有答案，而且答案是可以调的。

在讲答案之前，有一个小提醒：人眼对亮不亮，是看周围比出来的。一盏手电在白天照不出什么，到了夜里，却能晃得人睁不开眼。同样一片反光，落在阴天的院子里，没人在意，落在清晨对着东的窗户上，就格外扎眼。所以谈晃眼，总要问一句：在什么时候，对着谁。

◆ 三、造板子的人，最怕光被弹回去

你可能没想到，在晃眼这件事上，造板子的人和你的邻居想的是一样的。他们也不想让光弹回去。

道理很简单。一块板子只做一件事：把照上来的阳光变成电。吃进去的光越多，发的电越多。弹回去的光，就是白扔的电。

所以组件正面的那层玻璃，是下过功夫的。厂家会在玻璃表面做减反射的处理，让光尽量钻进去，少往外弹。

你可以拿家里的东西想一想。一面镜子，把光整个弹回来，晃得人眼花。一条毛巾，把光揉碎了吃掉，一点也不亮。

光伏板的玻璃不是镜子，也不是毛巾，它被刻意往毛巾那一头推了一把。第4章说过，板子的颜色深，就是因为它在吃光。

当然，吃得再好，也不可能一点不弹。世上没有一块光滑的东西，能做到完全不反光。这一点要老实承认。

桂香这时候插了一句：「我看别人家的板子，也亮晶晶的呀。」

她看到的没有错。板子是玻璃，玻璃上能映出天空和云，映出的是天上的亮，不是板子自己在放光。就像水盆里能看见月亮，月亮并不在盆里。你看见的亮，多半是天空的倒影，要紧的是倒影会不会正好打进了谁的窗户。

◆ 四、一块板子上，光去了哪儿

不妨把一块板子想成一块海绵，有人往上泼水。

水泼上去，大部分被海绵吸进去，这是它该干的活。有一小部分顺着表面溅了出来。还有一部分留在里面，让海绵变得湿沉沉的。

照在板子上的阳光，去处也是三个。

大部分被电池片吃进去，变成电。一部分变成热，板子晒着晒着就烫了，这个下一章讲。剩下的一小部分，被玻璃表面弹了回去，这就是你看到的反光。

你看，反光本来就是三个去处里最小的一个，也是造板子的人最想压低的一个。压不低，电就发得少，厂家的账就不好算。

所以板子不是一个专门往外放光的东西。它的全部本事，是收光。

◆ 五、拿水面、玻璃幕墙、白墙比一比

光会不会晃眼，不看材料多高级，看它怎么弹。

先看水面。池塘风平浪静的时候，像一面大镜子，太阳低的傍晚，水面上一片白亮，对着看会刺眼。不过风一吹，水面起了皱，光就被打散了，亮是亮，却不刺。

再看玻璃幕墙。它又大又平，像一整面立着的镜子。很多大楼就是故意让它反光的，好看，也能挡一部分热。你在街上被晃一下，多半是它。

再看刷白的墙。白墙并不吸光，可是它的表面粗，光落上去，朝四面八方散开。每个方向只分到一点，所以白墙再亮，也很少晃眼。

把光伏板放进这三样东西里，它大致落在中间偏白墙的位置：比镜子毛糙，比水面稳，面积又比幕墙小得多。

再往深里想一层，区别其实只有两个字：光滑，还是粗糙。光滑的面，把光一束一束整齐地送走，像排好队的人，同一个方向，亮得集中。粗糙的面，把光打乱，朝四面八方散，每个方向都只有一点点。

不过有一条要记住：不管什么光滑的东西，太阳很低、光贴着表面斜擦过去的时候，反射都会变强。这是光的脾气，板子也不例外。

◆ 六、有人会问：那为什么有人真的被晃到了

你一定听过这样的事：某处的电站旁边，有人说被晃得难受，投诉过。

这样的事是有的。本书不替它辩解。

不过你看那些事的共同点：面积大，连成一大片；方向固定，板子全朝一个角度；再加上太阳低的时辰。几样凑到一起，反光才会集中到某一个地方。

一户人家屋顶上的二十来块板子，规模小得多，要对邻居窗户造成麻烦，得几件事恰好凑齐。邻居的窗户正好在反光的方向上，高度正好合适，时辰正好是太阳低的时候。

凑不齐的人家，根本感觉不到。凑得齐的人家，也有办法，下一节就讲。

所以对这个问题，诚实的回答是：可能，有条件，能调。既不是「绝对不会」，也不是「一装就晃」。

还有一个问题，常常藏在心里没说出口：被板子弹回来的光，会不会伤眼睛？

这里有一条很硬的物理道理：弹回来的光，最亮也亮不过太阳本身。镜子再好，也不能让一束光凭空变强。

所以被板子晃到，是不舒服，不会因为它是「板子反的」就多出一种伤害。白天不要盯着太阳看，也不要盯着任何一面把太阳弹回来的镜面看，这条老规矩，对板子同样适用。眼睛真有不舒服，请去看医生。

◆ 七、一天里，太阳是怎么走的

周长顺种了四十年地，他比谁都熟悉太阳。

早上，太阳从东边的树梢爬起来，光斜斜地铺过田垄。中午，它悬在南边的高处，影子缩到脚底下。傍晚，它又斜着沉进西边，光拉得老长。冬天它爬得低，影子长；夏天它爬得高，影子短。

光斜着走的时候，也就是早晨、傍晚和冬天的日子里，才最容易晃眼。光贴着表面擦过去，什么光滑的面都是这样。

太阳高的中午，光几乎是砸下来的。板子吃得最多，弹出去的最少，弹的方向也大多往上走，对准的是天，不是邻居的窗户。

所以你要看的，不是一整天，而是那两三个太阳低的时辰。把这两三个时辰看明白，这件事就看明白了。

◆ 八、邻居窗户正对着，怎么调

反射这件事，规矩很老，中学物理就学过：光从哪个角度照上来，就从对称的角度弹出去。像打台球，球怎么撞边，就怎么弹走。

所以要知道光会弹到哪里，只要三样东西：太阳在哪儿，板面朝哪儿，邻居的窗户在哪儿。

太阳的位置，夏天高，冬天低，早晚更低。板面的朝向和倾斜，在安装的时候定。窗户的位置，是现成的。

你可以这样做。装板子之前，请安装的师傅到现场，一起去邻居院子里站一站，看一看窗户、看一看屋顶的位置关系。早上、中午、傍晚各看一次最好。拿手机把光斑拍下来，比用嘴说清楚得多。

如果真有一个时辰会晃到，办法不止一个。把板子的倾斜角度微微改一改。把整排板子的位置挪一挪，错开窗户的方向。或者在邻居窗外加一块遮阳的东西，种一棵树。

还有一条要提醒：不要为了不让邻居说话，把板子摆成一个发电很差的角度的。两家人坐下来商量，找一个都能接受的位置，比谁让谁都划算。

◆ 九、两家人怎么谈

邻居之间的事，话怎么说，有时候比事情本身还要紧。

先问，不要先吵。你可以这样开口：我家打算在屋顶装板子，怕你家窗户有影响，你有空的话，我们一起看看。这一句话，把邻居从「被通知的人」变成了「商量的人」。

再拿东西说话。把装板子的位置画一张草图，把你拍下的光斑照片拿给对方看，比一句「应该没事」管用得多。

再约一个回头看的时间。板子装好以后，约好哪一天的傍晚再一起看一遍。要是真有影响，这时候改，成本最低。

最后，谁的难处都别藏着。你想要发电，他想要清静，这两样不矛盾，大多数时候，一个小小的调整就够了。

◆ 十、放回周家湾

第二天一早，王桂香拉着周长顺去了隔壁。

邻居起初还有点不好意思，说我也就是随口一说。桂香说，随口一说也得说清楚。周长顺站在邻居的院子里，抬头看自家的屋顶，用手比画着太阳的位置。

小禾放学回来，也凑了热闹。他拿了块小镜子，在院子里照来照去，说：「爷爷，你看，光就是这样弹的。」

他当场用镜子，给两个大人演了一遍入射和反射。邻居看了半天，点点头说，这么说，是要看时辰的。

林小燕在旁边听着，没说话，拿手机在屋顶的位置拍了几张照。她说，先拍下来，到时候谁说话，都有个凭据。

邻居后来说，其实他并不反对装，他只是怕没人问他一声。

你明天可以做一件事。如果你家打算装，或者你家邻居打算装，挑一个傍晚或一个清早，两家人一起站到那扇窗户前。看一看屋顶，看一看太阳。

这件事花不了十分钟，不过能省下以后很多年的闲话。

如果你想把它做细一点，可以带上三样东西：一张纸，一支笔，一部手机。纸上画屋顶和窗户的位置，笔记下几点几分、光斑在哪儿，手机拍照留证。装好以后再对一遍，两边的纸一合，什么事都清楚了。

带走的话

板子不是镜子，晃眼只是光的方向问题；装之前两家人站在窗前看一遍，比装好以后吵一架强。

想一想

你家窗户外面，有没有哪一面墙或哪一块玻璃，在一天里的某个时候特别晃？你是怎么躲开它的？

第 7 章

屋顶会更热吗

◆ 一、王桂香的夏天

王桂香最怕的是夏天。

周家是平房，一层楼，屋顶就是顶。盛夏中午，太阳直直地晒在预制板上，晒到傍晚，屋里还像一个闷着的蒸笼。桂香把鸡赶到树荫底下，自己搬个小凳坐在门口扇扇子，到了夜里，墙还在往外烘热气。

所以听说要在屋顶上铺一层板子，她的第一反应不是辐射，是热。

她对周长顺说：「那板子我摸过，晒一天烫手。它压在屋顶上，屋顶不是更热了？」

周长顺把烟袋在鞋底磕了磕，说：「你别问我，我也不知道。我只知道，我夏天在地里戴草帽，头上不热。」

桂香瞪他一眼，说：「草帽和板子能一样吗？」

他们俩谁也说不服谁。于是这件事被压在了心里，直到小禾放学回来，翻出了一页打印的纸。

这是一个正经的问题。它和辐射不一样，不靠吓人，靠的是生活经验：烫手的东西压在头上，谁都会担心。

经验说得没错，板子晒了会烫。可是屋顶热不热，要看另一件事。

◆ 二、热是怎么钻进屋里的

要弄清板子会不会让屋顶更热，先看热平常是怎么钻进屋里的。

太阳落在屋面上，屋面先热起来。这是第一步，靠的是光直接照。

屋面热了，把热传给下面的预制板，预制板再传给屋里的空气和墙。这是第二步，一层一层往下传，像一勺热汤倒进锅里，锅边一圈一圈烫起来。

到了傍晚，太阳走了，屋顶里存下的热还在，所以你会觉得，夜里比白天更闷。

这三步里，第一步最关键。只要屋面一直晒着，后面的热就源源不断。

板子站在第一步的前面。它插在阳光和屋面之间，挡了一层。

◆ 三、板子是一把伞

你夏天打过伞吧。

伞面在太阳底下晒得发烫，不过伞底下的人，却比在太阳里凉快。凉快从哪来？不是伞面凉，是伞面把太阳挡住了，热没有直接落到你身上。

屋顶上的板子，做的是同一件事。

没有板子的时候，阳光直接落在屋面上，屋面把热一点一点传进屋里。有了板子，阳光先落在板子上。板子热了，可是板子和屋面之间隔着一层空气，风能从中间穿过去，带走一部分热。屋面处在影子里，受的晒就少了。

当然，板子不是把阳光都挡掉了，它还把一部分光变成了电。吃掉的光不再变成热，这也是一个小小的好处。

所以板子对屋顶，更像一把支在头上的伞，而不是压在头上的一块烙铁。

这是道理。有没有人真的量过？有。

◆ 四、有人拿热成像量过

美国加州大学圣迭戈分校有一个研究团队，带头的人叫 Jan Kleissl。大约在 2011 年，他们的结果发表在《Solar Energy》这本杂志上。

他们用热成像去量。热成像是一种特殊的照相，拍出来的不是颜色，是温度，热的地方亮，凉的地方暗。

这样的照片你可能在新闻里见过：人站在镜头前，身体是一团亮，周围是一片暗。研究者拿它去拍天花板，装板子的屋顶下面是一种颜色，没有装的是另一种颜色，两张照片放在一起，高低一目了然。

结果大意是这样。白天，装了光伏板的屋顶下面，天花板比裸露屋顶下面的天花板低了大约华氏 5 度。换算过来，大约是 2.8 摄氏度。

你可能觉得，不到三度，没什么。不过屋里热得睡不着的时候，差一两度，人的感觉就不一样，空调也会少转一点。研究者算过，省下的空调电费，相当于把板子的价钱打了大约 5% 的折。

这是一项外国的、年代也不新的研究，本书只拿它说明道理：伞是真的在起作用。研究者量的是他们那里的屋顶、他们那里的太阳，数字属于他们。

至于周家湾的屋顶会降几度，不能直接套这个数。

◆ 五、冬天夜里，它是一床薄被

热的事情还有另一半，是冷。

白天屋顶吸热，到了晴朗的夜里，屋面又会往天空散热，屋里跟着一点点凉下去。冬天尤其如此，被褥盖得再厚，早上起来，屋里也是冰的。

上面那项研究也看了夜里。它的发现是：夜里，板子帮屋顶保了温。

你可以这样想：板子盖在屋面上，像在屋顶外面又搭了一床薄被子。被子不会生热，可是它拦着热不往外跑。

这样看，板子在屋顶上的作用是两头的：夏天挡太阳，夜里留住一点热。

要提醒的是，这里说的是「有一点好处」，不是「冬天不用生火」。屋里暖不暖，主要还是看墙、门窗和取暖的办法。

桂香听到这里，想起了自己的冬夜。她总在床脚压一床旧棉被，说是压脚，其实压的是冷。她说：「照你这么讲，板子倒像是给屋顶压了一床被子。」

小禾说：「奶奶，你比我讲得还好。」

不过这一层好处有多大，同样要看你家屋顶的情况，不能当成保证。

本书讲这个，是想让你知道板子不是只会添热的东西，不是想让你把它当成取暖的办法。

◆ 六、老实说：刷白涂料，夏天更凉一点

接着要讲一项不那么好听的实验，因为它同样真实。

2025 年，有人在亚热带湿热的地方做过一项对比实验，拿几种屋顶放在一起量。结果大意是：装了光伏板的屋顶，比普通屋顶的室内外表面温度都更低。

不过同一项实验也发现：如果单看夏天降温，刷了白色反射涂料的屋顶更好一点。最热的时候，它的内表面温度比光伏屋顶又低了大约 1.5 到 1.6 摄氏度。

这没有什么好遮掩的。白色把光整个弹回去，当然凉快。

你可以拿夏天的衣服想一想：穿白衣服比穿黑衣服凉快，大家都知道。板子是深色的，它要吃光才能发电，所以在「凉」这一项上，天生比不过白色。它换来的，是电。

不过你可以这样比较：白涂料只做一件事，让屋顶凉一点。板子做两件事，让屋顶凉一点，再把阳光变成电。而夜里保温这一条，是上一节那项研究量到的板子的好处。

所以如果你只是想让顶层房间凉快，不装板子，刷涂料也是一个办法。刷涂料的具体价钱和效果，请你问当地的师傅，本书不替你报数。如果你本来就想装，不必担心它让屋顶更热，它多半是让屋顶凉一点。

◆ 七、有人会问：板子自己烫，会不会烤着屋顶

这是桂香那句话的另一种问法，值得认真答。

板子烫不烫？烫。太阳底下，深色的东西都会热，板子也一样。可是它的热，主要是散在空气里，一部分顺着板子的支架传到屋面上，量很小。

还有人问：它发的热算不算辐射？热的东西都会向外送出热，你坐在火炉边感觉到的暖烘烘，也是这一类。它是非电离的，和第 2 章讲的羽毛一类。烤火不会伤 DNA，板子的热也不会。

最后一问：外国和亚热带的实验，到周家湾管用吗？

道理是管用的，因为遮阳是遮阳。不过具体降几度，要看你家屋顶的材料、厚薄、朝向、当地的风，不能照抄。所以本书只讲方向：多半会凉一点，不会更热；至于凉多少，请你自己量。

◆ 八、屋顶本来的用处，各家不一样

在平原上，平房的屋顶不光是顶。

秋天，周家的屋顶要晒玉米，摊开来一层金黄。有时放一个水箱，有时堆几捆柴。家里人上屋顶，扶着墙边的铁梯，爬上爬下。

装了板子，这些事就要重新想。

晒玉米的地方，被板子占去一大半。上屋顶的梯子和通道得留出来，不能被架子挡住，因为以后板子要清洗，线路要检查，人得上得去。板子下面也得留出空，让风能穿过去，让人有地方放手。

这件事和辐射没有关系，和热也只有一点关系：板子底下留得宽，风就穿得过去，屋面就更凉。

所以装之前，不妨先问自己一个很实在的问题：这个屋顶，我现在拿它干什么？

周家湾的屋顶，不全是一个样。

周家是预制板的平顶，厚，传热慢，晒透了要一整个下午。村里有的人家是红瓦的坡顶，瓦下面有一层空气，比平顶凉一点。还有的人家，在院子里搭了彩钢瓦的棚子，养猪、养鸡或者放农具。

金属的棚顶通常晒得更厉害，底下的闷热也更重。道理上，板子的这把伞，在这样的屋顶上更有用处。

不过棚顶一般比较轻薄，能不能扛住板子的重量和风，要比平顶更小心地问。承重这一点第 8 章说过，棚顶更要小心；第 18 章讲养殖棚的时候还会回来。

所以对「屋顶会更热吗」这个问题，最准确的答案是：看你的屋顶是什么，看板子装得通不通风。

这样的答案不够痛快，可是它是真的。痛快答案，多半是推销员给的，一个说「保证凉」，一个说「必然热」，两头都不要信。

◆ 九、伞也有漏的时候

伞是好东西，也有伞骨坏了的时候。屋顶装板子，真正要当心的不是热，是下面这几件事。

一是贴得太紧、不通风。板子和屋面之间留不出空隙，风穿不过去，热就困在里面。装的时候，要留够缝。

二是屋面被打孔。固定板子的支架，要用螺栓或别的办法固定在屋面上，打孔的地方如果没有做好防水，下雨天就可能漏。屋里漏水，比屋里热，让人糟心得多。

三是屋顶本身已经老了。裂缝、渗水、预制板松动，装板子之前先要修，不要等装完再翻。

四是板子底下积了东西。落叶、杂草、鸟衔来的干草，时间久了会把那条缝塞住，风过不去，热也走不掉。每年清一次，是个好习惯。

这几件事，都归安装的人管，不归阳光管。所以选人比选板子更要紧，这一点第 8 章还会讲。

◆ 十、放回周家湾

桂香听完，没有马上点头。她说：「道理我是听明白了，可我这个人，信自己的手。」

林小燕笑了：「那就让手来量。」

她从抽屉里翻出一支旧的室内温度计。她说，趁着秋老虎还没过去，挑一个晴天的中午，把温度计挂在桂香平时坐的那间屋的同一个位置，记下几点钟、多少度。装完以后，再挑差不多的天气、同一个时辰、同一个位置，记一遍。

天气不会一模一样，所以这不是严格的实验。不过够你自己心里有数。

要是板子是入冬以后才装的，那就等到第二年夏天再量。桂香把记下数字的那页纸，夹进了墙上的日历里。

桂香想了想，说：「行。我还要加一条，夜里我也看。」

桂香后来还补了一句：「要是真的凉一点，我就把鸡窝也搬到那个屋檐下面去。」

小燕说：「奶奶，鸡窝的事，装完再说。」

小燕又补了一句：「温度记下来的时候，顺便把当月的电费单也夹进去。装之前一张，装之后一张，一年下来，家里屋顶干了什么，账上都有。」

你明天就可以做一件事：找一支温度计，趁现在还热，记下家里最热那间屋的数。哪怕你根本没打算装，这个数也值得留着。

光伏有辐射吗？

带走的话

板子晒热不假，可它挡住的太阳比它自己放出的热多；屋顶会不会更热，装之前量一遍，装之后再量一遍。

想一想

你家哪一间屋子夏天最热？它的头顶，是屋面，还是别的房间？

第8章

打雷、着火、台风：真正要防的是什么

◆ 一、小卖部门前的另一种闲话

辐射的谣言被一点点拆开以后，小卖部门前的话头变了。

有人说：「我不怕辐射了，我怕打雷。屋顶上铺一片铁架子，雷不往你家劈？」

又有人说：「我听说有人家的板子着火了，把房子都烧了。」

还有一个年纪大的说，前年刮大风，村西头一个人家的塑料棚被整片掀走了，板子要是被掀起来，砸到人怎么办？

周长顺听得很仔细。他种了四十年地，知道天灾是最不讲理的东西。

这一回，他没有说「瞎传」。他回家以后，对林小燕说：「这几件，我觉得是真问题。」

小燕把手里的账本合上，说：「爸，这几件，我也想弄明白。一件一件问。」

周长顺点点头。

他说对了。这一章要讲的，就是这几件真问题。有一点先说在前面：它们的名字，叫电和结构，和辐射没有关系。

◆ 二、直流电的火花

先说着火。

板子发出来的是直流电。直流电有一个脾气，和家里墙上插座里的交流电不一样。

交流电的方向，每秒钟来回变 50 次，也就是每秒钟有 100 次电流经过零点。电流到零的那一刻，如果线路上拉出了火花，火花容易自己灭掉。直流电没有这个零点，火花一旦拉起来，会一直烧下去。

电焊你见过吧。焊条一碰，噼啪起火花，温度很高，足够把东西烧红。线路里的直流电弧，就是一小段没人管的电焊。

火花是怎么出来的？多半是连接的地方出了问题：线接得不牢、插头没插到底、线被压坏了皮、被老鼠啃了。

所以光伏要防的火，不是板子里有什么东西在放射，是线路里有一处接触不好。

这是电的问题，答案也在电里：用合格的线，用专用的接头，接得牢。

往下读，你会发现，光伏上的真风险，几乎都是这类不起眼的小事，一个松了的接头，一条没压好的线，一个没做好的防水。它们不吓人，却最该防。

◆ 三、接触不好的地方会发烫

你用过充电线吧。手机充电线用久了，接口松了，一充电，那一头会发烫。

接线端子虚接，原理一样。两根线没有压紧，接触的面积变小，电流挤过去，那一点就会发热。热了，接口的塑料变软、变形，接触更差，更热。这是一个越来越糟的过程。

所以光伏最怕的是「虚接」。

做法并不神秘：接头用专用的连接器，不用胶带缠；压接要用专门的工具压到位，不能靠手拧；螺丝类的接线要拧到该有的紧度；线要固定好，不要拖在屋面上被晒被踩；接线盒、汇流的地方，要盖严防水。

装好以后，还可以请有资质的电工定期看一看。线路有没有发黄、发黑，接头有没有变色，有没有焦味，这些是靠眼睛和鼻子就能发现的。

发电量突然下降，有时也是在提醒你线路有地方不对。第 21 章会讲怎么看手机上的发电曲线。

◆ 四、接地与防雷：让电有地方去

再说打雷。

雷打什么？打高的、尖的、孤立的东西。一棵孤零零的大树，一根烟囱，一个旷野里站着的人。

光伏板贴着屋面铺开，比屋顶上的烟囱、旁边的大树，一般都不更高、不更尖。所以「板子招雷」这个说法，没有什么根据。

不过，这不等于不用管雷电。板子的铝边框、支架，都是金属，金属是能导电的。万一线路漏电，或者附近雷电感应，金属框上就可能带电。

所以要做接地。你可以把它想成给电修一条出路：让多余的电，沿着一根专门的线，顺顺当当地走进地里，不要在你的手上、你的屋顶上找出口。

房子如果原来有避雷的带子或针，装板子的时候要和他接好，不要拆，不要隔断。具体的接法、线用多粗、地桩打多深，是电工的事，而且有规范，不要自己琢磨。

打雷天，也不要往屋顶上爬。

◆ 五、白天拉了闸，板子还是有电的

有一件事要特别记住：板子和别的电器不一样，它拉不了闸。

家里的电器，把插头一拔、把闸一拉，就没电了。光伏板不是这样。只要有光照在它身上，它就在发电。拉了逆变器的闸，板子那一头照样带着电。

所以检修的时候，电工要先断开几处开关，再用表量，确认没有电，才动手。阴天和傍晚电小，可是电小不等于没有。

这件事对你有两个用处。第一，屋顶上的线，不要自己动，也不要让没有资质的亲戚来动。第二，万一真起了火，打火的人也会担心板子带电，告诉他们屋顶上有光伏，是你能做的最有用事。

装的时候，让电工把关闭的办法、开关的位置，指给你看。最好在配电箱旁边贴一张说明。

◆ 六、屋顶扛得住吗：承重、大风、冰雹

接下来是结构。

屋顶装板子，是在屋顶上加了一层东西：板子有重量，支架有重量，风吹的时候还有一股拽力。所以装之前先要问：这个屋顶扛不扛得住？

你家如果是新一点的现浇屋顶，一般没问题；如果是老预制板、有裂缝、有渗水，或者屋顶本来就是用旧料盖的，就不能不管。这要请懂结构的人上去看，不是推销员拍着胸脯就算数。看的时候，让他用眼睛瞧，用手敲，用尺子量。结实不结实，是看出来的，不是说出来的。

再说风。风吹在板子上，像一只大手。板面朝上倾斜，风从下面兜进去，会把板子往上托，像放风筝。屋顶的边和角，风最大。

所以板子要固定得牢：支架和屋面连接要结实，边角的地方要加强，不能只是把板子「放」上去。台风多的地方，要比平原再多想一层。

周家湾在平原，不怕台风，可是夏天的雷暴大风、春天的旋风，老人们都见过。一块板子被掀起来，落下去，砸在院子里，可能是几块，可能是一个。所以固定这件事，不能省，也不能抠。

你可以请安装的人讲一讲：支架是怎么连到屋面上的，用了多少个固定点，边角是不是多加了几个。讲不出来，就请他回去补课。

冰雹也一样。组件前面用的是加强过的玻璃，不容易被打坏，不过遇上特别大的冰雹，也不敢说一定没事。这是天灾，要老实说。

还有一件小事：屋顶上积雪，别用硬东西去铲板子。

◆ 七、屋顶上别堆东西，风雨后看一眼

农村的屋顶，常常是个仓库。

一捆玉米秆，几块旧塑料布，一堆晒干的柴火，还有风吹来的树叶。这些东西平时没事，可是离电线一近，就成了引火的东西。

一处接触不好的线头，旁边什么都没有，多半只是烧坏那一个点。旁边堆满了易燃的东西，火就可能烧成一片。

所以装了板子以后，屋顶要像厨房一样对待：干净，没有杂物，没有堆积的落叶。板子周围留出空地，线不要压在柴草底下。

清理的时候，别踩在板子上，也别拿金属的长杆去捅线。

风雨过后，也要上去看一眼。

大风、暴雨、冰雹过去以后，别急着上屋顶。等天晴了，屋面干了，再看。

先站在地面上抬头看：有没有板子歪了，有没有哪一块翘起来，有没有线垂下来拖在屋面上。

再看配电箱：有没有跳闸，有没有不寻常的味道。

如果看到板子裂了、线断了，别用手去碰，也别自己修。先把逆变器关掉，再叫电工来。

最后拍几张照片留着。以后要说清是天灾，还是安装的毛病，有照片就好说得更多。

◆ 八、有人会问：能不能买个「防辐射」的装置

说到这里，我们回头看一眼本编的判断。

真正要防的是电和结构，不是辐射。不过你可能会遇到另一种人：他告诉你，装光伏要加一块「防辐射」的贴片，加一套屏蔽的装置，再收一笔钱。

你不妨问他一句：能防什么？防的是哪一种辐射？有没有一个数，装之前多少，装之后多少，单位是什么？

第 5 章说过，板子旁边的磁场，大约是国标限值的五千分之一，比家里的电水壶还弱。本来就没有超标的东西，不需要再花钱去「防」。

如果同样一笔钱，花在好的电工、好的接头、好的接地、一次认真的屋顶检查上，那是真有用的。你可以这样想：你买了一把锁，别人又卖给你一块「防小偷的贴纸」，贴纸再贵，也比不上把锁换好。

这也不是说，所有卖东西的人都在骗你。可是你问的时候，要让他讲出数字和单位。讲不出来的，就别花这笔钱。

◆ 九、找有资质的人，认新的国标

前面几节说的所有事，归结起来是一句话：装的人要对。

光伏安装不是随便找个会拉线的就行。直流电的接线、接地、并网，都有规矩，要由有资质的电工来做。他应该能告诉你：用的什么线、什么接头，接地怎么做，板子怎么固定，屋顶怎么防水。

如果他回答得含糊，或者说「我们都是这么装的」，你就多留一个心眼。

你还可以请他拿出资质证明，看一看有没有写着他本人的名字，是不是在有效期内。拿不出来的，别急着请上屋顶。

备案、并网和合同，是另一类事，第12章、第15章会专门讲。这里只说一条：电工的活做得对不对，将来出了毛病找谁，要在动手之前就说清楚。

另外，有一件新事值得你知道。2026年5月25日，工信部发布了两项强制性国家标准：《光伏组件安全要求》和《光伏组件铭牌标识要求》，2027年6月1日起实施。

名字已经说明了方向：一项管组件安全，一项管铭牌上要写清什么。强制性的国标，意思是达不到就不能卖。本书不去复述标准的细节，那是后话。

你要做的，是在买板子的时候，让对方指给你看：这块板子的铭牌在哪里，上面写了什么，型号对得上不对得上合同。

◆ 十、放回周家湾

周长顺又请马师傅来看屋顶。

马师傅四十来岁，是县里有资质的安装电工。他没急着报价，先拿手敲了敲屋顶，看了看边角的缝，又爬到房后看了看排水口。

他说话很实在：「大叔，你家屋顶还结实。不过东北角这一块有道老缝，得先补。板子我不急着让你买，先把这块弄好。」

周长顺问他怕不怕打雷。马师傅说，雷不怕，漏电才要紧，接地我给你做足。

走的时候，马师傅留了一句话：「你问我防辐射的事，我真不知道往哪儿加。我只知道，线要接牢，板子要固定好。」

周长顺把这句话记在心里。

回到院子里，他抬头又看了一眼屋顶。老屋顶，老缝，老烟囱。他想，装不装还不一定，可是这个屋顶，早就该有人好好看一看了。

小禾问：「爷爷，你不怕了？」

他说：「我从来不是怕辐射，我是怕不明白。」

你明天可以做的事，写在下面，一共四条：

- 找一个有资质的电工，请他上屋顶看一遍，问他屋顶能不能装。
- 让他说说接头、接地、固定的做法，别只听他报价。
- 屋顶有裂缝、渗水，先修，再谈装。
- 听到「防辐射」的贴片和装置，先问一句：防的是哪种辐射，数是多少，单位是什么。

带走的话

光伏的风险在接头松不松、地接没接牢、板子固定得稳不稳；把钱花在这些地方，比花在「防辐射」上值得。

想一想

你家屋顶上，现在有没有避雷带、烟囱、天线？它们是怎么固定、怎么接地的？

第 9 章

孕妇、老人、孩子能不能住在下面

◆ 一、王桂香的心结

秋收后的一个下午，王桂香蹲在鸡窝前撒食。二十来只鸡围着她的脚转，她的心思却不在鸡身上。

隔壁院子里，刚怀上孩子的年轻媳妇正在晾衣裳。两家只隔一堵矮墙，说话都听得见。

「听说了吧，」那媳妇隔着墙说，「村口都在讲，孕妇要离光伏板远一点。」

王桂香没接话。手里的玉米粒，撒得更慢了。

晚饭桌上，林小燕说，要是家里屋顶真装光伏，有一件事得先弄清楚。王桂香放下筷子，只问了一句：「那小禾呢？我呢？住在板子底下，真没事？」

这一问，问的不是电价，也不是钱。问的是人。

你家里要是也有孕妇、有老人、有正在长个子的孩子，这一问，你大概也问过。

本章就接着这一问往下走：孕妇、老人、孩子，能不能住在光伏板下面。

那天夜里，林小燕没有急着劝。她拿起手机，翻出科技日报那篇报道，一行一行念给婆婆听。念到许洪华研究员的那个比方，她停下来，用自己的话讲了一遍：一种辐射像羽毛轻轻碰你，一种像棍子打你。

王桂香听得很认真，可她听完说的是：「你念的我听懂了。我心里那个疙瘩，还在。」

疙瘩不会因为一篇报道就化开。它得一样一样拆。本章就陪你拆一拆。

◆ 二、先看清「怕」的是什么

第1章说过，网上那几句流言，大意是：楼顶装了太阳能板，整栋楼癌症高发；光伏辐射致畸，孕妇要远离。

这两句话，一句说癌症，一句说致畸。

你不妨想一想：什么东西能让细胞出毛病、让胎儿出毛病？说到底，是有东西把生物体里最要紧的那条链子，也就是DNA，给打坏了。

能打坏它的，是第2章讲的电离辐射。X射线、伽马射线属于这一类。它们每一份能量都很大，像子弹，能把分子里的电子打出来。

这个门槛，大约在十几电子伏。可见光每一份的能量，只有1.7—3.1电子伏，离门槛还差得远。

光伏板做的事，是把这样的光吃进去，变成电。第4章说过，硅的门槛是1.12电子伏，刚好够吃下可见光。吃进去，就没了。板子不会把光放大了再射出来。

所以谣言里说的「把DNA打坏」，要有一个前提：板子得放出带着十几电子伏的东西。它没有。

你一辈子都泡在另一种电磁波里，那就是阳光。太阳光本身也是电磁波，可见光只是它的一部分。你天天在日头底下晒谷子、晾衣裳，没有人说那是在受「辐射」。

同一个词，装着两样东西。这是第 2 章的老话，到这里正好用上。

谣言说的「打坏 DNA」那种机制，要靠电离辐射；光伏板身上没有这种辐射。

◆ 三、同一套物理，同一套标准

有一件事，值得先想明白：谣言为什么偏偏挑上孕妇。

因为孕妇是全家最要护着的人。一句话只要沾上「孩子」两个字，分量就不一样了。哪怕十句里只有一句可信，谁也不敢拿孩子去赌。

谣言懂这个。所以它把最重的一句，放在了最软的地方。

可是，越是要护着的人，越要把话问清楚，不能光靠吓。接着往下看。

物理是不看人的。

一份光的能量是多少，不会因为你是孕妇就变大，也不会因为你是老人就变小。同一块板子，同一个逆变器，站在旁边的是壮小伙，还是怀着孕的媳妇，它们发出来的东西一模一样。

标准也是这个道理。

第 5 章讲过，国家标准《电磁环境控制限值》（GB 8702—2014）对公众曝露的工频磁场，限值是 100 微特斯拉。注意那个词：公众。公众里有孕妇，有老人，有孩子，也有在村口小卖部门前打牌的壮劳力。

国际上也一样。国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）2010 年的导则，对公众的参考水平是 200 微特斯拉。

本书读到的这些材料里，没有哪一条写着「孕妇的限值要另算」「光伏要给孕妇另划一条线」。

再看实测。科技日报那次报道里，记者和中科院电工所的许洪华研究员，把检测仪紧贴在光伏组件上，读数约 0.02 微特斯拉。

100 除以 0.02，是五千。也就是说，读数只有限值的五千分之一。

给你打个比方。一只能装 100 升水的大桶，桶里只有大约 20 毫升，差不多一汤匙多一点。你会担心这只桶要溢出来吗？

◆ 四、你日子里离得更近的东西

谣言有个特点：它只盯着一样东西，让你觉得全世界只有这一样值得怕。

你把眼光放宽一点，看看自己一天到晚贴在身上的东西。

手机。接电话的时候，它贴着耳朵，一贴就是十几分钟。

电磁炉。做饭的时候，你站在它前面，隔着不到一臂的距离。

电水壶、电脑、冰箱、空调，每一样都在你的屋里，有的就在床头，有的就在灶边。

科技日报那次报道，也量了几样家电，都是把检测仪贴近设备读的数。

设备（检测仪贴近）	读数（微特斯拉）
光伏组件	约 0.02
工作中的办公电脑	约 0.026
家用冰箱	约 0.08
空调室外机	约 1.4

设备（检测仪贴近）	读数（微特斯拉）
电烧水壶	约 8.5

报道也老实交代了：测试环境不是纯净的背景实验室，可能有别的干扰。所以这张表看个大小关系就好，不必抠小数点。

大小关系很清楚：你家灶台上的电水壶，贴近了量，读数比光伏板大几百倍。

本书不是要你把电水壶扔了。这几个数，都远远小于 100，家里用着是正常的。本书只是想让你看到一件事：如果真怕「那一点点电磁场」，该怕的东西，早就在你屋里了，而且离你更近。

可你从来没为一只电水壶睡不着觉。

你也不必因此去怕电水壶。道理是反过来的：你对电水壶放心，是因为你天天用、心里有数。光伏板你还不熟，所以心里发虚。数字摆在一起，是帮你把「不熟」和「危险」分开。

◆ 五、距离，是最便宜的防护

还有一样东西，谣言从来不提：距离。

第 5 章讲过，离开发出电磁场的设备，场强会掉得很快。你离得越远，数字越小。

再看你家的屋顶。板子装在房顶上，人睡在屋里，中间隔着一层预制板或者水泥楼板，隔着几米的空间。人和板子之间，不是一臂的距离，是一整层楼的距离。

真正离人近一点的，是逆变器。它一般挂在墙上，所以第5章提醒过：装在通风处，别贴着卧室床头。那一句提醒，是为了散热和检修，不是为了辐射。可顺手做到了，你更安心。

逆变器出厂前要过电磁兼容的认证，户用的属于民用的B类设备，发出的电磁波靠屏蔽和滤波控制在安全范围内。这些，第5章已经讲过。

◆ 六、有人会问

有人会问：怀着孕的人，宁可小心一点，有什么不对？

小心没有不对。

只是小心要用在真该小心的地方。第8章说过，屋顶装光伏，真正要防的是电和结构：直流电弧、接线端子虚接、接地、屋顶承重、抗风压。这些地方花一点钱、请一个有资质的电工，比买什么「防辐射」的东西管用得多。

至于怀着孕的人该怎么休息、怎么检查，那是医生的事。身体真有不舒服，请去看医生。

有人会问：标准是人定的，万一定错了呢？

这个问句问得对。标准是可以改的，科学本来就是一边测量一边改。

所以本书在导读里，把话先说在了前头。要是可靠的测量显示，合格的光伏组件或逆变器，在人住的距离上磁场超过了国家标准的限值，本书第一编就要改写。要是可靠的流行病学研究显示，装了光伏的人家发病率升高，也一样要改写。

到目前为止，本书能找到的材料里，没有这样的东西。

有人会问：我家卧室就在屋顶板子正下面，要不要搬到别的屋去睡？

没有这个必要。上面说过，板子和床之间，隔着楼板，隔着一段空间；板子本身紧贴着量，也只有 0.02 微特斯拉。

不过，要是你睡在那间屋里总觉得不踏实，睡眠这件事，本来就和心里踏实不踏实有关。你想换间屋，换就是了，不用为它找一个「辐射」的理由。要紧的是，把睡不踏实的原因，和光伏板分开看。

身体真有长期的不舒服，请去看医生，别自己在网上对症。

有人会问：那孩子在板子旁边玩，一待一下午，行不行？

板子旁边，真要看的是脚下和头顶：有没有裸露的线头，有没有松动的架子，会不会掉东西下来。这些是安装好不不好的事，请有资质的电工把它做扎实，孩子在旁边就不用提心吊胆。

◆ 七、老人和孩子

先说孩子。

小禾今年 12 岁，物理课刚学了「光」。他的问题最多：板子上的光会不会钻进人身上？板子晚上还发不发光？

晚上，板子不发电，也不发光。白天，它只管吃光。他要是愿意，可以拿一块黑布放在太阳底下摸一摸，再摸一摸白布，就明白黑的东西为什么烫。

这是个好办法：让孩子自己试。黑布吃光，所以热；白布吐回去不少，所以凉。板子颜色深，也是这个缘故。

对孩子，真要叮嘱的是另外一条：不要自己爬上屋顶。屋顶滑，边沿没有护栏，板子表面在夏天会烫手。这是摔伤和烫伤的事，不是辐射的事。

平房的屋顶，原来是孩子们爱上去的地方：晒红薯干、放风筝、看月亮。装了板子以后，这些事要换个地方做。这是装板子真实的代价，值得和孩子说清楚，而不是用「有辐射」三个字糊弄过去。孩子很快就能听出，大人到底是真怕，还是随口吓唬。

再说老人。

周长顺 63 岁，话少。他听完这一圈道理，只说了一句：「板子不用人伺候，对吧？」

差不多。不过每隔一段时间，要有人去看一看，擦一擦。这是第 21 章的内容，到时候细说。

另有一件事要老老实实交代。如果家里有人戴着心脏起搏器之类植入体内的医疗设备，装光伏之前，请先问一问给他治病的医生。这不是因为光伏特别，而是因为这类设备本来就有它自己的使用要求，医生最清楚。

◆ 八、放回周家湾

那天晚上，王桂香没有再追问。她翻了个身，对周长顺说：「明天让小禾拿那个什么仪器，在院子里量一量。」

她要的不是一堆数字，是亲眼看。

第二天一早，王桂香喂完鸡，又在院子里站了一会儿，抬头看了看自家那间平房的屋顶。屋顶上还什么都没有，只有几丛干草。

她问周长顺：「你说，板子装上去，好看吗？」

周长顺想了想，说：「蓝汪汪的，也像个塘。」

这话不是对辐射的回答，可她听了，嘴角松了一点。人的心结，有时候是这样松开的：不是被说服，是被换了一个想的角度。

这个心思，值得学。心结这种东西，别人讲一百遍，不如自己看一遍。第10章会讲，借来检测仪怎么量才不出错。

你明天能做的一件事是：找出你家里最放心不下的那个人，问她一句「你到底怕的是哪一条」。把这一条写在纸上，带着它去问供电所，问有资质的安装师傅，也带着它去翻一翻前面几章。

怕得有名字，怕就小了一半。

带走的话

同一块板，同一套物理，同一条国标：孕妇、老人、孩子，和壮劳力一样，住在板下面，该防的是电和结构，不是辐射。

想一想

这一章里的表，哪一样东西你天天贴在身边，却从没担心过？如果家里有人放不下心，你能不能先问问他：怕的是哪一条？

第 10 章

谣言为什么比真相跑得快

◆ 一、小卖部门前的三分钟

周家湾村口的小卖部，门前有两条长凳，一棵老槐树。每天下午，凳子上总坐着几个人。

那天下午，有人刷着手机说：「又一条，邻县有个村，装了板子以后，好几户人都病了。」

没人问是哪个村，哪几户，什么病，谁说的。

三分钟之内，这句话传到了凳子那头的每一个人。又过了一个钟头，它到了周长顺的耳朵里。

周长顺话少，可他认死理。他回家以后，没有先说这句话，而是先问了小禾一句：「你们物理课上，有没有教过怎么查一句话是真是假？」

小禾说没有。不过他说：「爷爷，我可以去查。」

这一章讲的，就是这个查法。

先讲一个更老的问题：为什么一句假话，常常比一句真话跑得快。

◆ 二、看不见的东西，最好传

小禾没有马上去查。他先坐在小卖部门前的长凳上，听了一个下午。

他发现一件有意思的事：每个人说起这件事，句子都很短，很干脆，很像真的。「装了就得癌。」「孕妇不能住。」「鸡都不下蛋。」每一句都没有数字，没有出处，没有条件。

真话可就不这么干脆了。

你看得见一只老虎，就知道往哪儿躲。你看不见的东西，反倒让人没处躲。

辐射正是这样的东西。看不见，摸不着，闻不到。你只能听别人说。

所以它特别适合当谣言的材料。

第 1 章说过，「辐射」这个词装了两样东西。一样是阳光、手机、家电那一类温和的电磁场；另一样是核材料、X 射线那一类能打坏 DNA 的东西。听的人把两样混成一样，于是一句「有辐射」，就够吓人了。

更要紧的是，这个词听着很「科学」。谁敢说自己不懂科学？一句话里带上「辐射」「致癌」「致畸」，听的人先矮了半截，不敢问。

◆ 三、熟人传来的，更不设防

陌生人说的话，你会掂量一下。熟人说的话，你往往直接收下。

「是我表姐说的，她村里就有。」

「我同事的老乡，亲眼看见的。」

这种话里，没有一个人是造谣的恶人。每个人都只是好心，想提醒你一声。一个人转给两个人，两个人转给十个人，转到最后，原来那一句「听说」，已经变成了「有人亲眼看见」。

话每转一手，来路就少一截，语气就重一分。

你收到这样一句话的时候，可以先问一问：这话是谁第一个说的？他在哪儿看见的？到你这里，已经转了几手？

周家湾的那句「邻县有个村，好几户人都病了」，小禾后来托在县城的林小燕问了问同事，又让她在网上搜了搜。没有找到哪个村，也没有找到哪一份报道。

这不是说那个村一定没有人生病。村里总有人生病，这是常事。能说的只是：这句话，到了周家湾，已经没有了名字，没有了日期，也没有了出处。一句没有出处的话，没法拿来做决定。

问不出来，就先放一放。

你可能会说：我查，别人也得肯听啊。这话没错。转发只要一下，指头一动就出去了；说清楚却要几句话，要有数、有单位、有条件。

所以真相天生跑得慢。它得先把话说准，说准的话，往往不那么痛快。

「在正常使用、合格设备、居住距离上，磁场远低于国标限值」，这样的句子，没有人愿意转，也没有人记得住。

这不怪听的人。要怪，只能怪我们讲真话的人，没有把它讲成人人听得懂的话。这也是这本书想做的事。

◆ 四、宁可信其有

还有一种心思，叫「宁可信其有」。

这话有它的道理。一件事关系到家人的身体，谁都愿意往坏处想一想，图个稳妥。

可是，「宁可信其有」有一个毛病：它只用在了一个方向上。

信了「有辐射」，你就不装光伏，家里少了一笔电费收入，这笔账你没算进去。信了「有辐射」，你还可能花钱买点「防辐射」的东西，这笔钱也没算进去。

宁可信其有，是把「信」的代价记在了别人头上，自己的那一头，当成了零。

你可以拿家里的事来试一试。邻居说「那条路不安全」，你绕了远路，多走了半个钟头。你会说，宁可多走，别出事。这没错。可要是天天绕，一年下来绕掉的工夫，也是一笔账。

真稳妥的办法，是两头的账都算一算：信了，要付出什么；不信，要冒什么险。

◆ 五、两头都可能利用恐惧

谣言里有一个角色，常常被忘掉：谁从恐惧里得了好处。

第 1 章里那个穿蓝马甲的推销员，嘴上说的是「放心，没有辐射」，他也许说对了，可他说这句话是为了让你赶紧签字。他的话里，恐惧被他拿来当了垫脚石：先让你担心「别人家都装了，就你家错过」，再让你觉得「不签就亏」。

另一头也一样。有的人专门卖「防辐射」的东西，生意好不好，全看你怕不怕。你越怕，他越好卖。

这里不点谁的名，也不必猜谁的心。本书只想提醒你一件事：**当一句话同时在吓你、又在催你掏钱，不管它是赞成光伏还是反对光伏，先停一停。**

停一停的这几天，不会让你少赚一分钱，也不会让你多一分危险。

◆ 六、遇到一句话，问这四件事

小禾去查了。他的办法很笨，也很管用。他在本子上写了四个问句。

第一问：出处在哪儿。

是一篇署了名的报道，还是一条没头没尾的转发？是一个有名有姓的单位，还是「专家说」「有人说」？本书第 5 章引的那次实测，出处是科技日报 2025 年 9 月 9 日的报道。记者和中国科学院电工研究所的许洪华研究员，一起到楼顶用仪器测的。你随时可以去找原文看。

第二问：谁在说，他凭什么说。

说话的人，是做这一行的，还是转发的？他自己测过吗？他是不是在卖东西？

第三问：数字有没有单位。

「辐射很高」，高是多少？「超标」，超的是哪一条标准、超了多少？一个没有单位的数字，等于没说。

本书里所有的数，都带着单位。比如 0.02 微特斯拉，国标限值 100 微特斯拉。你看见一个只有「很高」「严重」，没有数、没有单位的句子，多半是在吓你，不是在讲理。

第四问：能不能自己量一次。

这一问最厉害，因为它不用你相信任何人。

◆ 七、借检测仪自己测

一篇靠得住的报道，大致有几样东西：有署名，有单位，有时间；数字带着单位；说得出是在哪儿、怎么测的；肯承认测试有局限，不把话说满。

拿科技日报那篇来对照：它写明了是记者和研究员一起在实验室楼顶测；写了读数和单位，写了国标限值；还特意提醒测试环境不纯净。一篇肯说自己「可能有干扰」的报道，比一篇保证「绝对没事」的，更值得信几分。

反过来，一句话要是拍着胸脯说「百分之百」「绝对」「一点没有」，你就多留个心眼。科学的话，常常是留着余地的。

小禾借来的检测仪，是学校物理老师的，能测工频磁场。他在院子里量，量得很认真。

这里有几件事，你自己量的时候要注意。

第一，看单位。检测仪屏幕上的单位，常见的是 μT ，读作「微特斯拉」。有的仪器还会显示 mG （毫高斯），两个单位不一样，换算时别弄混。读数下面的小字，一定要看清楚。

第二，贴近和一米是两回事。

你把仪器紧贴在设备上读，和离开一米读，数字会差很多。第 5 章说过，场强随距离掉得很快。所以同一台设备，你要记下是在哪儿量的，贴近量、隔一米量，各记一个。

有的人拿着仪器，一脚踏进设备旁边，紧贴着量，看到一个大一点的数，就吓了一跳。其实家里的电水壶，贴近了量，读数也比光伏板大。要吓人，哪

样东西都能吓人。要紧的不是贴近的那个数，是你平时站着、坐着、睡着的地方，那个数是多少。

第三，先量一次背景。

家里本来就有电，墙里有线，插座上有电器。你在没开设备的地方先量一量，知道「平时」是多少，再量设备，才有可比。科技日报那次报道也提醒过，实测的环境不是纯净的背景实验室，可能有别的干扰。你家的院子更不纯净，所以读数跳动是正常的。

第四，别拿一个读数下结论。

多量几次，换几个位置，记在本子上。仪器自己也有误差，家用的更是。你要看的是大小关系：它比电水壶大，还是小；它比标准限值 100 微特斯拉，差几个数量级。

第五，量完以后别急着发朋友圈。

先问问懂行的人，你的量法对不对。

小禾量完那天，把本子给周长顺看。老头子戴上老花镜，一行一行地看，看到「 μT 」两个字母，问：「这个 μ ，是个什么字？」

小禾说：「希腊字母，读『缪』，意思是百万分之一。」

周长顺点点头，说：「那就是说，这个数，是很小很小的一份。」

◆ 八、有人会问

有人会问：我自己量出来的数很小，是不是仪器坏了？

不一定。第 5 章、第 9 章里那些数，本来就很小。读数小，正是你想要的结果。

要判断仪器有没有坏，最简单的办法是拿它去量一台一定有读数的东西。比如工作中的电水壶，贴近了读，看仪器有没有反应。有反应，说明仪器在工作。

有人会问：我量出来的数很大，怎么办？

先别慌，也别发朋友圈。第一步，核对单位：你读的是 μT 还是 mG ？第二步，核对位置：是不是贴在设备上读的？第三步，换个地方再量。

如果换了单位、换了位置，在人住的距离上，读数仍然接近或超过 100 微特斯拉，那就是一件需要认真对待的事了。请你找供电所和有资质的安装师傅一起来看，这时候你需要的是专业人员，不是更多的转发。

身体真有不舒服，请去看医生。

◆ 九、放回周家湾

小禾把他的四个问句抄在了一张纸上，拿到班里讲了一回。

他讲得不长。他先问大家：「谁听说过装光伏会得癌症？」举手的有大半个班。他再问：「谁知道这话是谁第一个说的？」

没有人举手。

物理老师后来说，这四个问句，不光用在光伏上，用在别的谣言上也一样。

这就是你明天能做的一件事：下一次收到一条吓人的转发，别急着转。先拿出这四个问句，问一问出处，问一问谁在说，问一问数字带没带单位，问一问能不能自己量一次。

问完了还是拿不准，就先放着。放着不会吃亏。

那天晚上，小禾把这四个问句又默写了一遍，贴在了堂屋的墙上，就在家里的日历旁边。王桂香路过，看了两眼，没说话，下一回再有人来串门，她倒先问了一句：「这话你是听谁说的？」

几天以后，小卖部门前又有人说起「板子得癌」。这一回，坐在长凳上的周长顺没有点头，也没有摇头，只是问了一句：「你这话是听谁说的？」

那人愣了一下，说：「也是听别人说的。」

周长顺说：「那你先别往下传了。」

话少的人，一句话顶十句。谣言到了他这里，慢了半拍。

你家附近要是也有这样一个人，一个肯多问一句的人，他比任何一条辟谣都管用。谣言怕的不是反驳，是有人在半路上把它拦下来，问它一句：你从哪儿来的？

带走的话

谣言跑得快，是因为看不见、熟人传、怕吃亏；对付它的办法很笨：问出处，问谁说，问单位，能量就自己量。

想一想

上一次你把一条吓人的消息转给别人，你当时问过它的出处吗？如果今天重来一次，你会先问哪一句？

第三编

屋顶上的钱：一户人家的账

这一编五章，算的是一户人家的钱。

前两编把「辐射」这个词掰开了，也把晃眼、发热、雷电这些担心一件件放回了原处。辐射的账算清了，剩下的是钱的账。

第 11 章先问最朴素的一句：一块屋顶到底能发多少电。第 12 章讲发出来的电往哪儿走，第 13 章讲电价为什么不再是一个固定的数。第 14 章问谁出钱、谁担风险，第 15 章教你签字之前看清哪几件事。

这一编不替你算「一定赚」，也不吓你说「一定亏」。它只教你怎么算，问谁，看哪一条。

光伏能当「阳光银行」，可这家银行的利率是电价给的，存折是合同写的。

第 11 章

一块屋顶能发多少电

◆ 一、小禾的第一个问题

夜里，周家堂屋的灯亮着。

周小禾趴在桌上写作业，写着写着抬起头，问了一句：「爷爷，屋顶要是装了板子，一天能发几度电？」

周长顺放下茶缸，说：「几度电？我哪知道。」

「那一年能挣多少钱？」小禾又问。

周长顺不吭声了。他种了四十年地，知道一亩地能打多少斤粮，也知道雨水来早了、来晚了，差多少。可是屋顶上的太阳能打多少「粮」，他心里没有数。

林小燕在一边刷手机，笑了一下。「爸，这个能算，不难。先得把两个词分清楚。」

哪两个词？千瓦，和千瓦时。

很多人就是栽在这两个词上。推销员嘴里说的是一个，你心里想的是另一个，账还没开始算，就差了一大截。

◆ 二、水管有多粗，和一天流了多少水

先看一根水管。

水管有粗细。粗的管子，一下子能过很多水；细的管子，一下子只能过一点。这是「千瓦」，说的是一下子能出多大的力。

可是你家浇地，不会问管子多粗，你会问一天浇了多少桶水。这是「千瓦时」，说的是一段时间里一共出了多少。

一台一千瓦的电器，开一个小时，用掉一千瓦时。这一千瓦时，就是电表上走的那一「度」。

所以你听到「装了十千瓦」，听到的是管子的粗细。它不是一年的收入，也不是一年的发电量。

管子再粗，也得有水来。光伏的「水」是太阳。夜里没有水，阴雨天水很细，中午晴天水最旺。管子标着十千瓦，只有太阳最足的那一小段时间，才有可能接近这个数。

记住这一条：**千瓦是管子，千瓦时是一年流下来的水。**以后凡是听到一个数，先问一句，这是千瓦，还是千瓦时。

举个例子。有人对你说：「这套系统十千瓦，一天几十度。」前半句是管子，后半句是水。两句话放在一起并不矛盾，不过你得知道它们说的不是同一样东西。

小禾在作业本背面画了一根粗管子和一个水桶，把两个词各写在旁边。他说：「这下记住了。」

◆ 三、每千瓦一年，大约一千到一千五百度

那么，一根「一千瓦的管子」，一年能流下来多少水？

通行的粗算口径是：在中国，每装一千瓦，一年大约发 1000—1500 千瓦时。北方和西部光照好的地方，靠近上限；阴雨多的地方，靠近下限。

这是一个区间，不是一个准数。同样是一千瓦，在新疆和在四川盆地，差得不少。具体到你家，要看当地的光照数据，再看你家屋顶的条件。

这个区间有多大？你可以这样想：下限和上限差了一半。同样一块屋顶，运气好的年头和运气差的年头，也会差一些，因为每年的云和雨不一样。

所以任何人拿着「一年准发多少度」跟你保证，你都可以多问一句：依据是什么，按哪里的光照算的。

再说一天里的样子。

早上太阳刚出来，板子发得很少。越往中午越旺，过了下午三四点又慢慢落下去，天黑就停。把一天画出来，像一座小山丘，中间高，两头低。

云从头顶过的时候，山丘会被咬出一个缺口，云走了又接上。

所以你以后在手机 App 上看到的发电曲线，不会是一条直线。别被它的起伏吓到。曲线怎么看，第 21 章再讲。

◆ 四、哪些东西会让数字往下掉

同样一块屋顶，有几样东西会把数字往下拉。

第一是朝向。板子朝南，一天里吃到的阳光最多。偏东、偏西的屋面也能装，只是同样的板子，发得会少一点。朝北的坡面，一般不是好选择。

周家的平房是平顶，朝向不成问题，用支架把板子摆成朝南就行。如果是人字形的坡屋顶，就得看哪一面朝南了。

第二是倾角，也就是板子斜着放的角度。平房屋顶常见的做法，是用支架把板子架成一个斜面，让它迎着太阳。角度合适，一年下来多收一些；角度不合适，就白白浪费一些。这个角度，要听有经验的师傅按当地情况定。

第三是遮挡。你想想，院里那棵老槐树，邻居新盖的二楼楼，屋顶上的水塔，烟囱，这些影子随着太阳转。早上遮一块，下午遮一块，一年下来，缺的就不少。有的接法里，一块板被遮住，会拖累和它连在一起的那一串。所以装之前，要看一整天的影子，别只看中午。

第四是灰尘。豫东的麦收季，满天飞灰；春天有柳絮；鸟也会落在板子上。一场雨能冲掉一部分，冲不掉的会慢慢积起来。这件事第 21 章细说，这里先记住：板子脏了，发电会少。

第五是天。多云、雾霾、连阴雨，都会让那条「水管」细下来。这个你管不了，只能在算账的时候留余地。

◆ 五、周家的屋顶，大约能发多少

现在算周家的账。

周家准备装的，是二十来块板，加起来十来千瓦。算起来方便，就按十千瓦。比十千瓦多一点，就按比例往上加。

算法只有一步：容量乘以每千瓦的年发电量。

10 千瓦 $\times$ 1000 千瓦时，是 1 万千瓦时。

10 千瓦 $\times$ 1500 千瓦时，是 1.5 万千瓦时。

所以周家这套系统，一年大约发 1 万到 1.5 万度电。这是粗算的区间，不是马师傅给的承诺。

摊到每一天呢？1 万度除以 365，是 27 度多一点；1.5 万度除以 365，是 41 度多一点。也就是说，平均每天大约 27—41 度。夏天长日子里会多，冬天短日子里会少，所以实际上，夏天的某一天可能超过这个范围，冬天的某一天可能不到。

周家湾在平原上，不算阴雨最多的地方，也不是光照最好的地方。落在这个区间的哪一段，要请马师傅按当地的数据估一估，再让他说清楚依据。

这里有一个容易漏掉的地方。这 1 万到 1.5 万度，是**发出来的**，不是**你拿到手的**。

发出来的电，一部分自己用掉，一部分送进电网。两部分的价钱不一样，所以不能把发电量直接乘一个价，就当成收入。

还有一种情况：发电量高，并不等于钱多。中午发得多，家里却没人用，多出来的那一块，只能按卖电的价算。

所以看一套光伏，不光要看它发多少，还要看发出来的电去了哪里。

小燕在手机上记下了这两个数。小禾凑过去看，说：「那就是每天够开好多台冰箱。」

林小燕说：「够开多少台，要看家里自己用多少。发出来的电去哪儿，下一章再说。」

◆ 六、「户均增收约 2000 元」是怎么回事

你可能在新闻里见过一句话：农村户用光伏，户均每年增收约 2000 元。

这句话出自国家发展改革委的一份报告，说的是**2023 年**的情况：到那一年，户用光伏覆盖农户累计超过 500 万户，户均年收入增加约 2000 元。

先看清它是什么。它是一个**平均数**，是 2023 年的口径。

平均数是什么意思？比方一个村有十户人，一户收入很高，九户收入一般，平均下来也能是个不错的数。可是你家未必是那个平均的人。

装得早的人家，赶上过补贴；装得晚的人家，拿不到。屋顶大的和屋顶小的，不一样。白天用电多的和白天不在家的，也不一样。南方北方，更不一样。

还有一层。这 2000 元里，有的人是卖电的收入，有的人是少交的电费，新闻里没有分开讲。你家的账，要自己分开记。

所以这个 2000 元，最适合当一个**参照**：它告诉你，在全国几百万户里，平均有这么个水平。它不适合当**承诺**：它不能告诉你，你家明年一定收多少。

你要的是自己的数。自己的数，只能用自己的屋顶、自己的用电、自己所在省的规定去算。下一章和第 13 章，就是教你这一步。

◆ 七、「阳光银行」

安徽庐江县西城村，有一位村民叫陶友宝。人民日报 2024 年 4 月报道过他，他把自家屋顶的光伏叫作「阳光银行」。

他的意思大致是：用不完的电卖给电网，一年有几千块钱的收入。

他说的「几千块」，是他家的数，不是每一家的数。人民日报写的是他的日子，没有说别人也一定一样。

这个叫法很好记。你把屋顶当成一个户头，太阳天天往里「存」电；用不完的，换成钱，进你的口袋。

不过银行都有两样东西：利率和存折。

利率，就是一度电值多少钱。这一点，不由你说了算，也不由推销员说了算，它跟着电价走。第 13 章专门讲这个。

存折，就是你和对方之间那份合同。钱怎么算、算给谁、出了事谁管，全写在合同里。第 14 章、第 15 章专门讲这个。

所以「阳光银行」这个说法，本书借来用，不过有一个前提：你得先弄清楚，这家银行的利率是多少，存折上写的是不是你的名字。

◆ 八、有人会问：销售说「保证一年发多少度」，能信吗？

有人会问：推销员拍着胸脯说，保证一年发多少度，这话能信吗？

先别急着信，也别急着不信。你可以问三句。

第一句，这个数是怎么来的？是按我们这个县的光照数据算的，还是拿别的地方的好数据套的？

第二句，这个数写进合同了吗？口头说的，和合同上写的，不是一回事。

第三句，如果实际发得比这个数少，合同里怎么办？有没有说法？

你会发现，一个靠谱的人，听到这三句不会生气，他会拿出依据来。一个不靠谱的人，会绕开，会说「放心」「都这么装」。

这三句问完，你心里就有了底：对面是在卖板子，还是在帮你算账。

发电量受天气影响，天底下没有人能保证一年的云。能做的，是把依据说清楚，把「少了怎么办」写清楚。

◆ 九、放回周家湾

第二天，林小燕做了三件事。

她把家里去年的电费单翻出来，把十二个月的度数加在一起，得到一个全年用电量。她说，这个数以后要和发电量放在一起比。

她又站在院子里，从早上看到下午，看屋顶上的影子。槐树的影子在午后会扫到屋顶的东南角，她用手机拍了下来。

她还留意了另一件事。周家这间平房盖了二十多年，屋顶的防水层有没有老化，她心里没底。她在本子上记了一笔：请马师傅上屋顶看一看，承重和防水，都要有人说一声。

屋顶不结实，板子再好也白搭。这件事第 8 章讲过承重和抗风，第 25 章还会回头说。

最后，她给马师傅发了一条消息：「麻烦你按我们这个位置，估一下一年大概能发多少度，用的什么依据。」

你也可以照这样做。明天就能做的事，只有这几件：

- 把去年十二个月的电费单翻出来，把度数加起来，得到全年用电量。
- 从早到晚看一看屋顶，哪里有影子，几点钟有。
- 问安装师傅：预计一年发多少度，依据是什么。

三件事都不花钱，却能让你在后面的每一次谈话里，心里有数。

周长顺听完，只说了一句：「先把电费单找出来。」

他在柜子最底下翻了半天，翻出一个旧饼干盒，里面是一年的单子。有的皱了，有的被孙子画过小人。他一张一张摊在桌上，抹平。

这是周家算这笔账的第一步，没有板子，没有师傅，只有一盒旧单子。

带走的话

千瓦是水管的粗细，千瓦时是一年流下来的水；每千瓦一年大约 1000—1500 度，具体要看你家的天和屋顶。

想一想

去年你家一共用了多少度电？屋顶上哪一块地方，在一天里的哪个钟点会被遮住？

第 12 章

三种上网方式

◆ 一、饭桌上的争论

晚饭桌上，周家又吵起来了。

周长顺说：「发了电，全卖给电网，省事。每月看银行卡里进多少钱，多清楚。」

林小燕说：「爸，我们家自己也用电呀。自己用的，还得再从电网买，一进一出，不是白折腾？」

王桂香端着一碗汤，插了一句：「我就想着别影响鸡棚的灯。」

小禾夹着菜，说：「奶奶，那灯跟这个有什么关系？」

没有人答得上来。

后来小燕替大家想明白了一半。她说，装了光伏，家里的线路还是接在电网上的。板子发得多的时候，家里先用板子的电；板子发得少，或者天黑了，不够的部分，照旧从电网来。灯不会因为装了板子就灭。

至于电网自己停电的时候，板子怎么办，这是安装和并网的技术细节，要问马师傅和供电所，不要靠猜。

王桂香点点头，汤碗在手里转了半圈，没再说话。

这场争论其实问的是一件事：板子发出来的电，到底往哪儿走。往哪儿走，钱就怎么来。

国家有一份《分布式光伏发电开发建设管理办法》，2025 年 1 月由国家能源局印发，里面把这件事分成了三种。

◆ 二、三种走法

对自然人户用和非自然人户用的光伏，办法给了三种方式，可以选其中一种：**全额上网、全部自发自用、自发自用余电上网**。

先看一张表，再一个一个讲。这张表只有三行，你可以抄下来，贴在床头。

方式	发出来的电去哪儿	钱从哪儿来
全额上网	全部送进电网	卖电的收入
全部自发自用	全部自己用，不往电网送	少买的那部分电费
自发自用余电上网	先自己用，用不完的送进电网	少买的电费，加上卖电的收入

全额上网，就像你把地里的粮食全送到收购站，一粒不留，家里吃的另买。

这样算，账最简单：发多少，卖多少，收多少。可是你家用电，照旧是从电网买，买电的价和你卖电的价，是两回事。

全部自发自用，就像你把自家的粮食全留着自己吃，不往外卖，也不往外送。

自发自用余电上网，是最像过日子的一种：先够自己吃，吃不完的，再拿去卖。

◆ 三、电表怎么记这两笔账

你也许会问：自己用多少、卖出去多少，谁来记？

靠电表。装光伏并网的时候，供电部门会按本地的办法给你安排计量，让电表分别记下两笔：你从电网买进来多少，你往电网送出去多少。具体装几块表、怎么装，各地做法不同，以供电所说的为准。

所以月底你看到的，不再是一个数，而是两个数。

买进来的，按你家的电价收钱。送出去的，按上网的价给你记账。两笔账，各算各的。

这一点，很多人刚装的头一两个月会糊涂：电费单上明明写着用了多少度，怎么卖电的钱对不上？多半是因为这两笔账本来就不是同一个价。把单子拿到供电所，让他们逐项讲一遍，比自己猜强。

◆ 四、买电的价和卖电的价，不是一个价

这一节很要紧，请你慢一点看。

你从电网买一度电，付的是你家电费单上的价。你把一度电卖给电网，收的是上网的价。

这是两个价，一般不相等。常见的情况是，买电的价比卖电的价高〔待核，以本省实际执行为准〕。

我们用一个不带数字的算法看一看。

你自己用掉一度光伏电，就少从电网买一度，**省下的是买电的价。**

你卖出去一度电，**收的是上网的价。**

假设你有一千度电，要么自己用，要么卖掉。自己用掉，省下一千个「买电价」；卖掉，收进一千个「上网价」。哪个多，一看就明白。

小禾听到这里，问：「那我周末白天把洗衣机开了，算不算赚了？」

算。那一刻洗衣机用的是板子的电，你就少从电网买了一度。这一度，省下的是买电的价。

所以有一条规律，几乎在哪里都成立：**你自己多用一度光伏电，一般比卖出去一度更划算。**

这条规律，在第 13 章还会再用到。因为上网的价格，这几年变得不那么固定了。

◆ 五、农户的白天，电用得少

接下来要问：你家白天用多少电？

很多农户家里的情况是这样的：白天，大人下地、进厂、进城，孩子上学，屋里没人。家里用电多的时候，往往在傍晚和夜里：做饭、看电视、开灯、洗澡。

可是光伏发电偏偏在**白天**，最足的是中午。

这一头一尾，就错开了。

不信你想想自家的一天：天亮起床，做早饭，下地的下地，上班的上班。中午屋里静悄悄。下午孩子放学，灯才一盏一盏亮起来。

所以，农户装了光伏以后，常见的情况是：中午发了很多，自己用不完；傍晚想用，板子已经不发了。

这个错位，是光伏的脾气，不是谁的过错。太阳不会因为你家晚上要看电视，就把中午的光挪到晚上。

这并不是说装了不划算。它只是告诉你一件事：你家的「自用比例」，是决定账怎么算的关键数。这个比例有多高，没有一个统一的数，要看你家的作息。

提高它的办法，也不玄。把洗衣机、电热水器、抽水的水泵、电动三轮车的充电，尽量挪到白天。这些事，在第 18 章讲养殖棚和水泵的时候，还会说到。

当然，也不要为了多用电，硬把日子改得别扭。老人午觉要睡，孩子要上学，洗衣机不必半夜里等着中午。能顺手挪的挪一挪，挪不了的，就让它去。

◆ 六、三种方式，各适合谁

那么，三种方式怎么选？

先说**全额上网**。适合的人家，是白天家里基本没人，自己几乎用不了多少，又想把账算得简单：发多少、卖多少、收多少。不过要看清一点：全额上网的钱，全靠上网价。上网价这几年怎么变，看第 13 章。

再说**全部自发自用**。适合的，是白天用电本来就多的地方，比如有水泵常开的养殖棚、有空调的店铺。用电大头在白天，装多大，就够自己用，不往外送，账也简单。不过你要想好，用不掉的那部分电，是不会变成钱的。

最后说**自发自用余电上网**。绝大多数农户家里，白天有一部分用电，也有一部分用不完。这种方式既不白白浪费，又让自己用的那部分省下电费。它是最常见的选择。

举两个例子，都是虚构的。

村东头有一户人家开着小磨坊，白天机器一直转，用电又大又集中。他家屋顶发的电，几乎白天就用光了，全部自发自用，倒也合适。

村西头有一户，老两口带孙子，白天只有一台冰箱在转。他家发的电，大半要送出去，选余电上网，或者全额上网，都说得通。

你有没有注意到，三种方式没有哪一种是「最好」的。它们是三种过日子的法子，选哪个，看你家的白天。

选之前，还可以问问邻居。同村已经装了的人家，选的是哪一种，后来觉得顺不顺，一句话就能问出来。邻居的经验不能替你算账，不过能让你少踩几个坑。

还有一件事常被忽略：装多大，要和你家的用电对得上。屋顶大，能装的板子多，可是装得越多，中午送出去的电也越多，自用的比例反而越低。

装多大合适，没有统一的答案。你可以把去年的全年用电量，和第 11 章算出来的发电量放在一起看：发电量远远超过用电量，就说明大部分电要靠卖。这时候，卖电的价格，对你家的账影响就大了。

◆ 七、什么叫「自然人户用」，备案是什么

三种方式的前面，还有一个「身份」的问题。

办法把分布式光伏分成四类：自然人户用、非自然人户用、一般工商业、大型工商业。

自然人户用，指的是一个自然人，也就是一个普通的人，利用自己的住宅、自己的庭院，投资建设的光伏，并网电压不超过 380 伏。周家在自家平房屋顶装，就属于这一类。

这一类可以选前面说的三种方式。

至于先备案、再安装、再并网，各步怎么排，要办哪些手续，以当地供电所和备案渠道说的为准。别让安装的人替你包办了，却没告诉你办的是什么。办完的回执，也要自己留一份。

一般工商业不能选全额上网，这里先不展开。

要装，就得**备案**。备案相当于在官方那里登记，说明这个项目是谁的、在哪儿、装多大。办法说，自然人户用既可以由电网企业集中代理备案，也可以自己去备案。

这里有一个提醒。备案写的是谁的名字，非常要紧。有的项目，名义上是农户的，实际上是企业在做；这个问题，国家能源局的官员也说过，需要规范。第 15 章专门讲，你先记着：**备案写谁的名字，要看清**。

◆ 八、有人会问：卖得便宜，为什么不干脆全部自用？

有人会问：既然卖电收的钱不多，那我全部自发自用，一度也不往外送，不是更划算吗？

这个想法，理由对一半。

对的一半是：自己用掉的电，值的是买电价，通常高一些。

不对的一半是：全部自发自用，意思是不往电网送。中午你家用不了那么多，发出来的电就没地方去，要么白白浪费，要么设备被限制着发。你的板子装了，却没有全部派上用场。

而余电上网，把「用不完」变成了钱。哪怕单价低一些，也比白白扔掉强。

所以，一般的农户家里，余电上网是更稳妥的选择。除非你家白天用电确实很大，板子装得又刚好够用。

所以，要说「卖电便宜就别卖」，也不对。一度电便宜，是单价的事；一度电白扔，是整个都没了。两样比较，前者总是好一些。

至于选了以后能不能改、怎么改，各地的做法不一样。这件事，在签合同前要问清楚，问供电所或者你的备案渠道。

◆ 九、放回周家湾

那天晚饭后，周长顺没再坚持全额上网。

林小燕在纸上画了三行字：家里白天谁在、傍晚谁在、夜里谁在。画完以后，她说：「爸，我们家白天一个人都不在，我上班，你们下地。可是鸡棚的灯，傍晚就亮；冰箱二十四小时不停。」

这样看，自己要用的电，不少。用不完的，就送出去。

王桂香在旁边听着，忽然问：「那傍晚鸡棚的灯，用的是板子的电，还是电网的电？」

小燕说：「傍晚太阳落了，用的是电网的电。中午洗的衣服、抽的水，用的才是板子的。」

老太太点点头，这回像是听明白了。

最后，周家选了**自发自用、余电上网**。

她又补了一句：「爸，这个选择不是一辈子定死的事。我们先问清楚，改起来难不难。」

周长顺点点头。他种地的时候也是这样，播种之前，先问一问墒情，问一问村里人今年种什么。

你家也可以照这样做。明天就能做的事：

- 拿一张纸，写下一天里，家里什么时候有人、什么时候用电多。
- 给当地供电所打个电话，问自然人户用是怎么备案的，能不能由电网企业代理。
- 问清楚：三种方式选定以后，能不能改。

带走的话

全额上网、全部自用、余电上网，没有哪个最好；先看你家白天用多少电，再选。

想一想

你家白天有人在家吗？洗衣机、热水器、水泵这几样，能不能挪到中午用？

第 13 章

电价从固定到市场

◆ 一、小卖部门口听来的话

小卖部门口，几个人围着一台旧电视。

有人说：「前几年装的那几家，国家给补贴，电卖得贵。现在装的，不行了。」

另一个人说：「不是不给补贴了吗？那还装它干什么？」

周长顺蹲在墙根，抽着烟，没说话。他想起前些年，村里确实有两三户人家装了板子，那时候听人说，一度电卖出去不少钱。

他心里有点犯嘀咕：同样是屋顶上的太阳，怎么前几年和现在，说法不一样了。回家以后，他问林小燕：「小燕，这话是真的吗？」

小燕说：「爸，这事有来历。我这两天查了点材料，我们一点一点说。」

这一章不容易。因为电价这件事，这两年变了，而且变得不小。你可能会觉得有点绕，不过只要抓住一个意思就行：**以前，国家给一个固定的价；现在，价格跟着市场走。**

◆ 二、从前：国家定价，补贴托底

先说从前。

2013 年，国家对分布式光伏给了度电补贴，是每千瓦时 0.42 元（含税）。户用的补贴后来逐步下调，一直到退出。这是过去的事。

再看一个例子。河北张北县的德胜村，有一座 400 千瓦的村级电站。2017 年的时候，它享受的电价是每千瓦时 1.08 元，由 0.88 元的标杆电价加上 0.2 元的省里补贴构成，全额上网。按每年发电 60 万千瓦时算，一年收入约 64.8 万元。

请你注意，这是**补贴年代**的价。1.08 元，今天新装的项目，拿不到。

那个时候，价钱是定好的，像是收购站门口挂的牌子：一斤多少钱，写得明明白白。你只管把粮食送去。算账也简单，发多少电，乘一个固定的数。

补贴是什么？你可以把它想成国家在每一度电的价格之上，额外加的一笔钱。电网照常给你结电费，国家再贴你一点。这笔钱托着价格，也托着第一批装板子的人。

后来，户用的补贴逐步下调，直到退出。托着的那只手，慢慢松开了。

德胜村那个例子，还有一层意思。当年村里没有选一家一户装，是因为不少贫困户房子破旧，屋顶装不了，后期维护也难。这一点，第 16 章会详细讲。

所以你听人说「以前装的很赚钱」，那不是假话。可是那是另一个年代的账。

◆ 三、136 号文：从收购站到集市

2025 年 2 月 9 日，国家发展改革委和国家能源局印发了一份文件，叫「136 号文」，全称是发改价格〔2025〕136 号。

这份文件的核心意思是：新能源的上网电量，原则上全部进入电力市场，**上网电价通过市场交易形成。**

打个比方。以前是收购站挂牌，一个价，不讨价还价。现在是赶集，今天菜多，价低；明天菜少，价高。价格由买的人和卖的人在市场里碰出来。

你家屋顶发的电，卖给谁、什么价，过去是一句话的事，现在要多看一层。这一层，就是本章要讲的。

你看，从「挂牌价」到「集市价」，变化不在于价高价低，在于**价不再固定了**。

这就是你在小卖部门口听到的那句话背后的东西。不是国家不管了，是管的办法变了。

管的办法变了，对一个农户意味着什么？意味着你签合同之前，不能只问「一度电多少钱」，还得问「这个价是固定的，还是会变的」。后一句，过去很少有人问，现在不问不行。

◆ 四、6 月 1 日这条线

文件里还划了一条线：**2025 年 6 月 1 日**。

这一天之前并网的项目，叫**存量项目**，它们的电价，与原来的政策衔接。

这一天之后网网的，叫**增量项目**。增量项目的价格怎么定，是另一套办法，叫机制电价，由各省竞价来确定。

这条线划出来，有一个看得见的后果。2025 年 5 月这一个月，全国新增光伏装机达到了 92.92 吉瓦，这是「抢装」，原因就是大家赶着在 6 月 1 日以前并网。

如果你的邻居是 6 月 1 日以前并网的，他的电价，与原来的政策衔接。他的账和你的账，不是同一本。所以邻居说「我家一年收多少」，你可以听，但不能照抄。

你要先弄清自己属于哪一边。周家今年才装，属于增量这一边。

◆ 五、机制电价：多退少补

增量项目的「机制电价」，是什么意思？

打个比方。你和一个收购商约好：玉米的参考价是一斤多少钱。到收的时候，市场价如果比参考价低，收购商把差价补给你；市场价如果比参考价高，你把多出来的退回去。这就是**多退少补**。

什么叫竞价？大致就是：项目报名，各报各的价，由省里按规则挑出能拿到机制电价的那一批。拿到的，有一个保底的参考价；没拿到的，只好老老实实跟着市场价走。

文件把这套办法叫作「可持续发展价格结算机制」。它不等于固定价，只是给价格加了一根稳住的绳子。

还有一个细节：机制电价管的，不一定是你发的全部电量，而是其中一部分，叫机制电量。超出的那一部分，按市场价走。多大一部分，各省的规定不一样。后面第七节你会看到，报道里说，多地增量项目普遍只有约 80% 的电量享受机制电价。

这根绳子的长短，由各省说了算。各地竞价的结果，差别很大。据各地竞价结果报道，2026 年上海光伏的机制电价是每千瓦时 0.4155 元，重庆是 0.3963 元，新疆是 0.259 元。

你看，三个地方，三个数。这也说明了一件事：**别人家的数，不是你的数**。你家要用的，是你所在省的细则。

◆ 六、中午的电，为什么便宜

还有一个更实在的问题：为什么光伏的电价会被压低？

先说一个词：现货价。电力市场里，一天二十四小时，每个时段的电可以有各自的价，这个按时段变的批发价，就叫现货价。它和你家电费单上那个一年到头几乎不变的数，不是一回事。

你想想，中午是光伏发电最足的时候。不止你家的板子在发，整个县、整个省的板子，都在中午一起发。电一下子多了。

不过中午又恰恰是用电的低谷。电多、用的人少，价格自然被压低了。就像西瓜上市的季节，满集市都是瓜，价钱就上不去。

有一个例子。据北极星分布式光伏 2025 年 6 月的报道，山东 2024 年 11 月，光伏的月均现货价约为每度 0.11 元，最低约 0.03 元；而当地燃煤发电的基准价是每度 0.3949 元。

请注意，这是山东某一个月的批发市场价，是报道里的数，不是每家农户的结算价，更不是你家的价。引它是为了让你看到一个趋势：电价在中午的时候，会被压得很低。

◆ 七、新装的分布式项目，拿到的更不确定

再往前看一步。

国家能源局的数据显示，2026 年上半年，全国光伏新增并网约 7176.8 万千瓦，同比下降 66%；其中分布式是 4222.1 万千瓦，同比下降 62.6%。装的人少了很多。

这并不奇怪。中国能源报 2026 年 8 月 24 日的报道还说，在全国竞价里，分布式项目报名的数量占比很高，可是能出清的电量和装机，只占约 7% 和 9%。报名的多，选中的少。

报道还说，多地的增量项目，普遍只有约 80% 的电量能享受机制电价。

「出清」这个词，是电力市场里的说法，你可以理解为：报了名，最后真正被选中、能成交的。报名的多，成交的少，说明竞争不小。

这些话放在一起，意思是什么？

不是说新装就一定不赚，也不是说一定赚。意思是：**对新装的分布式项目，收益比过去更不确定；各省的细则差别很大；签约之前，要问清本省的规定。**

本书不替你算死一个数。因为这个数，现在没有人能替你算死。

讲到这里，你可能觉得有点泄气。可是这一章并不是在劝你别装，也不是在劝你快装。

它只是想让你知道：同样一块屋顶，十年前装和今天装，拿到的价格逻辑不一样。十年前，你是在领一张固定的价单；今天，你是在参与一个有涨有落的市场。

参与市场，不是坏事。农民对市场并不陌生，卖粮、卖菜、卖蛋，哪一样不看行情？不同的是，粮食你可以等价钱好了再卖，电却发了就得送，等不得。所以更要靠自己多用，少依赖行情。

◆ 八、有人会问：那现在装还值不值？

有人会问：说了这么多，现在装到底值不值？

这个问题，本书给不了一个「值」或「不值」。可是可以告诉你，这笔账由三样东西决定。

第一样，**你自己用掉多少**。自发自用的部分，省下的是买电价，不受上网电价变化的影响。这是你最能自己掌握的一块。

第二样，**卖出去的那部分，按什么价、有多少电算数**。这要看本省的市场电价，还有机制电量占多少，也要看中午的电在你那里被压得有多低。

第三样，**装这一套花了多少钱**。组件价格这些年降得很厉害，据国家能源局，2013 年约 5 元/瓦，到 2025 年初约 0.7 元/瓦。不过这只是组件的价，一整套还要加上逆变器、支架、安装和线路，要看报价单。

这里再说一遍，自发自用的那一块最稳。你多用一度自家的电，就少买一度电网的电，这笔账不用等任何一次竞价的结果。

三样东西，你都能自己去问、自己去看。看清了，再决定，不用别人替你下结论。

如果这三样里有一样你实在问不清楚，比如本省的细则，供电所也说不明白，那就是一个信号：先等一等，别在没弄清的时候签字。等，不丢人，装板子又不是赶集抢菜。多等几天，多问几处，最后的账会清楚得多。

◆ 九、放回周家湾

林小燕那天晚上把这一章的意思，用最简单的话给周长顺讲了一遍。

「爸，我们家不指望卖电。我们的算法是这样：先看自己用掉多少，这一块是稳的。卖出去的那块，当作赚点外快，别当主要的。」

周长顺想了想，说：「那就是说，鸡棚、冰箱、水泵，能用上光伏的电，就尽量用。」

「对。」

小禾在一旁插嘴：「那就像家里种菜，自己吃的最稳，拿去卖的看行情。」

王桂香笑了：「这孩子说得对。我养鸡也是，自家吃的蛋，不管价；卖的蛋，才看集上多少钱。」

第二天，小燕给县里的供电所打了电话。接电话的人很客气，说细则正在落实，有的地方要等通知，让她过两天再来问，最好留个电话。

她把这些话原样记在本子上，没有急着下结论。

她还想到了村里。刘红梅书记最近一直在琢磨村集体的项目，这些话，对村里的账一样重要。她打算晚上跟红梅姐说一声。

你也可以问这几件事：

- 我们省，新装的户用光伏，机制电价是多少？
- 有多少比例的电量能享受这个价？
- 竞价怎么参加？是农户自己，还是由代理的单位？
- 价格或规则变了，已经签的合同怎么办？

问一次，记下来，签约时拿着。问到的每一条，都请对方写下来，或者留一条能查到的记录。

电价这样的事，最怕的是「听说」。听说前年怎样，听说隔壁县怎样，都不如供电所的一句准话。准话要记下来，记下谁说的、哪天说的，将来有个凭据。

带走的话

电价从挂牌价变成了集市价；新装的项目收益更不确定，自己用掉的电最稳，多用自己的电更划算。

想一想

你所在的省，新装的户用光伏，机制电价是多少？你家的电，白天自己能用掉多少？

第 14 章

全款、贷款、租屋顶

◆ 一、饭桌上的三张纸

周家湾的秋天，天黑得早。晚饭收了，周家的饭桌没有擦，上面摆着三张纸。

三张纸是林小燕从县城带回来的。一张是一家安装商的报价单，写着「全款购买」。一张是另一个人给的宣传页，写着「零首付，免费安装」。第三张最短，只有几行字，说的是「租你家屋顶，每年给你租金」。

周长顺戴上老花镜，一张一张地看。他看得慢，看完了，只问了一句：「这三样，到底哪样是真的？」

林小燕说：「三样都是真的，都有人在做。不一样的是，谁掏钱，谁担着，谁拿走。」

这一章就讲这件事。第 11 章讲过屋顶能发多少电，第 12 章讲过电怎么卖。现在轮到最实在的一件事：装这套东西的钱，从哪里来。

钱从哪里来，决定了后面所有事。它决定谁是这套设备的主人，谁要承担出了问题的后果，二十多年的收入最后落进谁的口袋。

国家能源局的《户用光伏建设运行百问百答（2022 年版）》，把常见做法归成三类：全款购买，光伏贷与融资租赁，合作开发。合作开发，就是农户出屋顶、企业出设备，老百姓俗称「租屋顶」。

下面一种一种说。

◆ 二、全款：钱是你的，板子也是你的

先说最简单的一种。

你自己拿出钱，请安装商把设备装到你家屋顶上。设备买下来，就是你的。发的电，自己用掉的省电费，用不完的卖给电网。钱，每个月进你自己的账户。

这种做法，谁出钱，谁担风险，谁拿收益，三句话是同一个人：你。

它的好处是干净。没有第二个人跟你分钱，没有借款合同压着你，二十多年里设备出了毛病，该找谁修、该找谁赔，只看买卖合同和质保条款。

它的难处也在这里。一次拿出一笔钱，对不少农户不是小事。这笔钱不会凭空变回来，要靠这些年的发电收入和省下的电费，一点一点收回。收多快，取决于你家的屋顶、你家的用电，还有电价。这些前几章都讲过。

所以全款买，并不等于稳赚。它只是把风险摆在了明处：赚多赚少，你自己担；设备好坏，你自己盯。

周家后来选的就是这一种。这是周长顺的主意。他说，借来的钱要还，租出去的屋顶要担心，自己的钱自己的屋顶，睡得踏实。

话不多，却是一种很老的算法：能不欠人的，就别欠人。

不过全款买的人家，也别把手里的钱一次花光。设备装上去以后，逆变器可能要修，板子要清洗，线路要检查，这些都是要花钱的小事。留一点钱放在旁边，心里更稳。

还有一条：全款买，更要把发票、合同、质保卡收好。这些纸平时用不上，哪天设备出了毛病，它们就是你手里唯一的凭据。把它们放进一个袋子，写上「光伏」两个字，压在柜子底下，别和别的票据混在一起。

◆ 三、光伏贷与融资租赁：先拿板子，后还钱

第二种，是借钱来装。

做法大致是这样：你和银行或者融资租赁公司签借款合同，钱由它们付给安装商，设备装到你屋顶上。以后，你每个月把一笔钱还给银行，一直还到还清。

这里有一个最容易被说糊涂的地方：**借款人是你。**

不管宣传页上怎么写，不管有谁说「电费会替你还」，只要合同上借款人那一栏是你的名字，这笔债就是你的。发电多，你还得轻松；发电少，银行照样每个月来要。

所以，贷款装光伏，要把两样东西放在同一张纸上比：

一边是每个月要还多少钱，一共还多少个月，加起来一共多少。另一边是每个月大概能发多少电，自用省多少，卖出去多少。

别忘了，发电这一边是估出来的，还贷那一边是写死的。估出来的东西会上下浮动，写死的东西不会。

你可以拿一张白纸，左边写还款，右边写收入，按月对着写。林小燕就是这样做的。她还多加了一栏，叫「天气不好的月份」。

这张纸算出来，如果右边总是比左边小，那你要明白，缺的钱是从你自己口袋里补的。这不一定是坏事，贷款买设备本来就是拿将来的钱换现在的设备。可是你得在签字之前就知道，而不是在收到第一张催款单的时候才知道。

还有一点，跟利息有关。利息有各种叫法：年化、月供、手续费、服务费。名字不同，你只问一句：到最后，我一共还了多少钱？把这个总数，和不借钱时设备的价格比一比，差出来的就是你为「先装后还」付的价钱。

这个价钱合不合算，你来定。本书只告诉你，它必须被看见。

融资租赁听着陌生，其实也不难懂。设备先由租赁公司买下，租给你用，你每个月付租金，付满约定的期限，设备才有可能归你。这期间，设备在法律上的主人是租赁公司，你是承租人。

所以签之前，要多问两句：租期到了以后设备归谁，中途不想租了要不要赔。这两句不问，等到最后一个月才发现设备不是你的，就晚了。

另外，合同里常有一些小字：提前还款有没有违约金，逾期一天怎么算，发电量不够会不会有补偿。你不必全记住，可你要让懂行的人帮你读一遍。第 15 章会告诉你可以请谁读。

◆ 四、租屋顶：你出屋顶，别人出设备

第三种，是租屋顶。

企业或者个人，在你家屋顶上装自己的设备。你什么钱都不出，企业按约定每年付你一笔租金，或者给你一点电费上的好处。电站一般要运营二十多年，合同期也往往很长。

对不想拿钱、也不想背债的人家来说，这听起来很省心。

可是，有三个问题，你要在签字之前问清楚。

第一，设备是谁的。租屋顶，设备归企业。你拿到的是租金，不是电站。所以第 11 章说的「阳光银行」，在这里存折是企业的，你只是收房租。

第二，租金是多少，定在哪里。是每年固定一笔，还是跟发电量挂钩，合同里要写明，将来涨不涨、降不降。

第三，也是最容易被忽略的：你的屋顶，在这二十多年里，还能不能由你想怎么用就怎么用。

这就说到屋顶本身的风险了。

◆ 五、屋顶二十多年：房子的命运不由光伏说了算

我们说一个很平常、却常被人漏掉的事实。

电站要运营二十多年。这么长的时间里，一栋房子会发生很多事。

中伦律师事务所的研究，专门提醒过屋顶租赁的法律风险：房屋可能被拆迁，可能被抵押，可能被查封，也可能换了主人。

最要紧的一条，大意是：如果屋顶租赁发生在房子被抵押、被查封之后，那么这份租赁，没办法对抗抵押权人和查封。

换成家常话：假如房子早就抵押给了别人，你后来又把屋顶租给了光伏企业。一旦出了事，房子被处置，企业的设备可能也保不住，你和企业之间还要扯皮。

反过来，也可能是你吃亏。你的房子要拆了，设备怎么办，拆迁补偿里算不算这套设备，企业要不要赔你，赔多少。合同里没写，事到临头就只能吵架。

所以，租屋顶之前，有几件事要先做：

看看自己的房子有没有抵押。想一想未来二十年里，这栋房子会不会拆，会不会翻盖，会不会卖，会不会传给儿女。把「拆迁怎么办」「房子过户怎么办」写进合同。

这几件事，全款买的人家也要想。设备是自己的，可房子拆了，设备一样得搬或者得赔，只是责任更清楚而已。

房子是一个家的底子。装光伏，别把底子弄松了。

◆ 六、三种做法，放在一张表里

把前面的话收成一张表，你可以抄下来，贴在墙上。

做法	谁出钱	谁担风险	谁拿收益	签字前要问清
全款购买	你	你，设备坏了靠质保	你，自用省电费，余电卖钱	质保几年，谁来维修，发电量凭什么估
光伏贷、融资租赁	银行或租赁公司先垫，你分期还	你，发电不及预期照样要还	看合同，通常要先还债	借款人是谁，总共还多少，提前还有无费用
租屋顶（合作开发）	企业	企业担设备，你担屋顶和房子的事	企业拿大头，你拿租金或约定好处	租金多少，拆迁、抵押怎么办，到期设备归谁

表里的字不多，可每一格都值得你多问一遍。

看这张表，你会发现一个规律：**谁出钱，谁担的风险往往就多，也就是谁最有资格拿收益**。如果有人告诉你，他出钱，你不担任何风险，收益还大部分归你，那你要停一停，想一想这笔账是不是少算了什么。

天下的好处，一般都有一个付钱的人。你看不见那个人是谁的时候，就要多问一句。

◆ 七、有人会问：贷款一定不好吗

有人会问：你把贷款说得这么吓人，是不是意思，贷款装光伏一律不要碰？

不是这个意思。

贷款本身不是坏东西。农民买拖拉机、盖房子，也都贷过款。正规的贷款，借款人是你，你知道借了多少、怎么还，银行是有牌照、你能找到的银行，那是你自己做的一笔账，对不对由你自己判断。

本书担心的，是另一种做法。

有的经销商会对农户说：跟我们去银行办贷款，就能免费安装，电费还贷，多出来的还返给你，十年以后设备归你。这类说法，在 2021 年、2022 年的一些报道里被反复提到。

问题出在哪里？出在「免费」两个字。

装设备是要花钱的，钱并没有消失，只是被搬到了你名字下面。你成了借款人，经销商拿走了装设备的钱。剩下的，是你每个月的还款和一份不一定准的发电承诺。报道里还有这样的事：企业跑路了，农户背上了贷款。

所以，不是「贷款」有问题，是「谁借款、谁受益、承诺有没有凭据」这三件事，有时候被说得含糊。下一章，我们专门讲签字之前要看清的七件事。

另外，也有人会问：租屋顶是不是一定吃亏？同样不是。有的人家屋顶结实，房子也稳，租金写得清楚，设备归属和拆迁条款都落在纸上，这份合同可以放心商量。

要紧的是：别让别人替你把风险想掉。

◆ 八、放回周家湾

周家这几天，三张纸变成了一张。

林小燕在手机上列了一张表，左边是「全款」，中间是「贷款」，右边是「租屋顶」。每一栏下面，都是同样的几个问题：谁出钱，谁担风险，谁拿收益，房子出了事怎么办。

她把三家的人都问了一遍。有的问题，对方答得很痛快。有的问题，对方绕开了。她用红字标出绕开的那几条。

周长顺看了一会儿，说：「钱我自己出。」

王桂香在一旁择菜，没抬头：「那得花多少。」

「花的钱，从发的电里慢慢收回来。」林小燕说，「收多久，我们先算一算。」

周长顺点点头，又补了一句：「算完了再签。」

你家如果也站在这三张纸面前，明天可以做一件事：拿一张白纸，写下自己家能拿出多少钱，愿不愿意欠别人的钱。再写下房子二十年里有没有拆迁、抵押、过户的可能。写完这三条，你再回头看这三张纸，答案会清楚很多。

钱从哪里来，决定风险谁来担；每月要还的钱，要和每月能发的电，放在同一张纸上比。

带走的话

全款、贷款、租屋顶，区别只有三句：谁出钱，谁担风险，谁拿收益。签字之前，把这三句问清楚。

想一想

如果你家要装光伏，这笔钱是自己拿，还是借？你愿意为「先装后还」多付多少，你算过吗？你的房子，在未来二十年里，有没有可能拆迁、抵押或者过户？

第 15 章

签字之前看清七件事

◆ 一、后头那户人家的合同

周家后头隔着一条巷子，住着一户人家。去年夏天，一个穿蓝马甲的推销员到他们家，坐了大半个下午。

推销员说，装光伏不要钱，板子白送，电费还能替你还贷款，剩下的钱还给你分。他还说，只要在合同上签个字，再跟着去银行办个手续，其他的事都不用管。

那家人想了想，觉得没有损失，就签了。

后来，有一天银行的短信来了，说本月应还多少。他们这才知道，那个手续办的是一笔贷款，借款人是自己，数目是好几万。

板子是装上去了。发电呢，有一些，可远没有当初说的那么多。每个月，电费的进项补不上还款的缺口。

这户人家不是傻。他们只是在签字的那天，没有人告诉他们应该看什么。

这一章，就是要把那张「应该看什么」的单子交给你。它一共七件事，每一件都不难，可是每一件都值得在签字之前停一停。

周家在村里听到这个故事，是在小卖部门前。周长顺没有说话，把烟掐了，回家去了。

◆ 二、那些话，常常是这样说的

先听一听，那些让人糊涂的话是怎么说的。

据一些报道，有的经销商会这样讲：「跟我们去银行办光伏贷，就能免费安装。电费拿来还贷，多出来的返给你。十年以后，设备归你。」

你把这段话慢慢拆开。

「免费安装」，是说你不用先掏钱。可是装设备的钱，由银行垫出来，欠银行的人是你。

「电费还贷」，是说发的电收入要拿去还款。可是电发多发少，靠天气，靠屋顶，靠电价，没有哪个人能替你保证。

「多出来的返给你」，是说若有盈余，就分你一份。可是「多出来」是多出了什么？用什么算？分多少？这几句话，通常不会写进合同。

「十年以后设备归你」，听着像一份礼物。可是设备用到十年，已经不新了，归你以后要你自己管，要你自己修。

四句话，每一句单独听都合理。合在一起，只有一个事实是确定的：你欠了一笔钱。

报道里还有一些更糟的事：有的企业跑路了，农户的贷款还在。有的租屋顶项目，用农户的身份去备案，补贴却进了企业的口袋。

本书不点任何一家的名字，也不说所有经销商都这样。绝大多数人，是在认真做事的。你只需要记住一件事：**越是好听的承诺，越要看它落没落在纸上。**

◆ 三、第一件和第二件：谁借钱，谁的名字

现在来说七件事。

第一件事：谁是借款人？

打开合同，找到借款那几页，看借款人那一栏。写的是你的名字，这笔债就是你的。写的是企业，债是企业的，可你要再问，这和你的屋顶有什么关系，企业垮了，你要不要担。

别听话，看字。别听别人说「没事，不是你借的」，要看借款合同上到底是谁的名字、谁的身份证号。如果有一页要你签字，你看不懂，就先不签，带回去给懂行的人看。

第二件事：以谁的名字备案？

屋顶光伏要向电网备案，才能并网。你家装的是自然人户用，也就是自然人利用自家的住宅、庭院投资建设，备案人就应该是你。

国家能源局的一位负责人在 2025 年一季度的发布会上说，大意是：有些项目以自然人的名义备案，实际是企业开发建设的。还有些项目侵害了农民的利益，需要规范。

这话换成日子里的事，就是：你的名字被用去备案了，设备却是企业的，收益大头也是企业的。你得到的，可能只是一点租金。名字是你的，你却不是电站的主人，这就很容易出问题。

所以你要问清楚：备案的名字是谁，电站投资的是谁，这两个名字是不是一个人。

如果不是，合同里一定要把「谁拿收益」「谁担责任」写清楚。

顺手再问一句：发电卖电的钱，打到谁的银行卡上？

这一问很家常，却很管用。如果钱先打到企业的账户，再由企业转给你，那中间的每一个环节，都要在合同里写明日期和算法。如果钱直接打到你自己的卡上，你可以按月对一对，看账是不是对得上。账上的数，是最诚实的东西。

◆ 四、第三件和第四件：设备是什么，电发多少

第三件事：**设备的品牌、型号和质保。**

合同上不能只写「光伏组件一批」。要写组件是哪个厂家、什么型号、多少块。逆变器同样要写。还要写质保：几年，保什么，坏了谁来修，怎么联系。

质保年限，是合同上的文字，是你唯一的依靠。第 21 章会讲，组件的质保通常会写明首年的衰减和之后每年的衰减，具体数字以你的合同为准。你现在只要记住：没有写进去的，就不算。

还有一个小办法：设备到场以后，对一对箱子上的型号，和合同上的是不是一样。差一个字母，也要问。

第四件事：**发电量的承诺，凭什么？**

推销员常常会说一个数：你家一年能发多少电，能赚多少钱。这个数是怎么来的，得问一问。

第 11 章讲过，在中国，每千瓦装机一年大约能发 1000 至 1500 千瓦时，北方和西部光照好的地方偏高，阴雨多的地方偏低。这是一个范围，不是一个点。

所以，如果有人拿出一个很具体的数，你就问三句：这个数依据的是哪里的日照，按多大的屋顶、什么朝向、有没有遮挡来算的，发不到这个数合同上写不写补偿。

答不出来的，或者只肯口头说的，你把它当成一句广告。

◆ 五、第五、六、七件：修、赔、归属

接下来是三件关于「以后」的事。

第五件事：运维谁管？

装好只是开始。板子上会落灰，线路会老化，逆变器会报警。谁来清洗，谁来检查，坏了多久内上门，上门要不要收钱，都得有人答。

光伏扶贫那些年，报道里有一句话，说是「重建设、轻运维」。装的时候热热闹闹，装完了没人管。同样的事，也可能发生在一户人家的屋顶上。所以，合同里要写明，运维的人是谁，怎么找他，多久来。

第六件事：屋顶出了事，谁负责？

安装的时候，要在屋顶打孔、上支架。装得不好，屋顶可能漏水；风大了，板子可能被吹落；线路接得不好，可能起火。出了事找谁赔，赔到什么程度，要先说好。

这一条，要写在合同里。同时也要问清楚，安装的人有没有资质。马师傅这样的有资质电工，不是摆设，是出了事能找到的人。

第七件事：合同期满，设备归谁？

合同到期，是二十年以后的事。可是你现在不写，到时候就会有争执。设备是拆走还是留下，留下的话归你还是要另外付钱，拆走的话屋顶上的孔谁来补，都要写清。

这七件事，一条一条地看下来，你会发现一个共同点：它们都在问同一个问题——**出了事，你能找谁。**

好合同的样子，不是条款多，而是每一个会出事的地方，都有一个名字、一个期限、一个办法。

反过来，如果一份合同很厚。可该写名字的地方只写「甲方」「乙方」，该写期限的地方只写「及时」，该写办法的地方只写「协商解决」，那它再厚，也帮不了你。

◆ 六、有了疑问，可以问谁

你不必一个人扛这七件事。

有三个地方，你可以去问。

一是当地的供电所。装光伏要并网，绕不开它。你可以问：我家这个地方能不能接，备案是谁来办，需要什么材料。供电所的人每天都在和电打交道，对并网的事最清楚。

二是县里的能源主管部门。有的地方是发改部门，有的是能源局。你可以问：本地对户用光伏有什么规定，哪些是合规的做法，遇到不合规的，去哪里反映。

三是正规的银行网点。如果合同里涉及贷款，就带着合同到银行的营业厅，问柜台：这笔贷款是不是真的，借款人是谁，利息怎么算。这样做，不怕麻烦。你问的不是银行，你问的是自己的钱。

另外，也可以请村里的干部、懂行的亲戚、县里在电力部门工作的人，看一遍合同。

这里有一个小窍门：不要让推销员陪着你去问。他在场，你就问不出真话，对方也不好说真话。

◆ 七、有人会问：我不识字多，看不懂怎么办

有人会问：合同那么长，字那么小，我看不懂，怎么办？

这很正常。很多人签过的合同，没有一次是全看懂的。

看不懂，并不是你的错，也不是不能做决定。办法有两个。

第一个办法，是把合同拍下来，发给你信得过又懂行的人，或者带到供电所、银行去问。你不必看懂每一个条款，只要让对方帮你回答那七个问题：谁是借款人，谁的名字备案，设备是什么，发电量凭什么，谁运维，出事谁负责，期满归谁。

第二个办法，是给自己留时间。任何一个让你「今天必须签」的合同，都值得你多想一想。说「过了今天就没有优惠」的，通常就是想让你没有时间去问。

本书不教你怀疑每一个人。本书只教你，别在没看清的时候签字。

如果身边有人说你「想太多」，你可以回一句：我这是替二十年以后的自己多想一步。

除了七件事，还有三件小事，也很要紧。

第一件是身份证。别让不熟的人拿着你的身份证，去拍照、去扫码、去「帮你办手续」。身份证上的号码，能用来备案，也能用来借款。你要办什么，自己到场，自己看着办。

第二件是付款。装光伏常常是分几次付钱。你可以在合同里写明：设备到场验货以后付一部分，并网发电、验收合格以后再付一部分，最后留一小笔，等运行一段时间没有问题再付。这样做，对方也会更用心。

付钱的节奏，其实就是你手里的那一点话语权。一次付光，等于把话语权交了出去。

第三件是留照片。装的时候，让安装的人把接线盒、逆变器、开关的位置都指给你看，你拿手机拍下来。以后出了问题，这些照片比你的记忆管用。

◆ 八、放回周家湾

后头那户人家的事传开以后，周家那几天谁也没提光伏。

直到小禾放学回来，问了一句：「爷爷，咱家还装吗？」

周长顺说：「装。不过得先看清楚。」

林小燕把那七件事抄在一张纸上，贴在了冰箱门上。她说，推销员再来，不用争，也不用吵，把这七个问题一个一个问过去。

她抄的是这样一张单子：

- 借款人是谁？有没有借款合同？
- 备案用谁的名字？电站投资的是谁？

- 组件和逆变器的品牌、型号、数量、质保，写没写？
- 发电量的说法，依据是什么？不够怎么办？
- 运维谁管？多久上门？
- 屋顶漏了、板子掉了、线路出事，谁负责？
- 合同期满，设备归谁？拆走谁出钱？

你家如果有一份合同摆在面前，明天可以做的事很简单：把合同每一页拍下来，发给一个懂行的人，请他对着这七条看。或者，带着合同去一趟供电所。

这一天花的时间，比你为一份看不清的合同还二十年，要便宜得多。

合同里没写的承诺，就等于没有。签字之前，先看这七件事。

带走的话

借款人、备案名、设备质保、发电承诺、运维、屋顶责任、期满归属，七件事问清了再签字。

想一想

你手里有没有一份自己没看懂的合同？如果有，你打算把它拍给谁看？你有没有被人催着「今天就要签」的时候？

第 四 编

村子里的光：不止一户的好处

前三编讲的，是一块板子，一户人家的屋顶。这一编把眼光放远一点，看一个村子。

一户人家的屋顶，是一笔小账。一个村子的屋顶、荒地、鱼塘、牛棚合在一起，是另一笔账，里头有村集体的收入，有板子底下长出来的庄稼和鱼虾，也有年轻人肯留下来的理由。

这一编五章，章章有人有事，也章章老实交代难处。**光伏到了村里，最大的好处不在电费单上，在村集体有了一份稳当的收入、年轻人多了一门手艺。**

第 16 章

一座电站养一个村

◆ 一、一沓复印的材料

秋收后的第二个星期，周家湾村委会的办公室里，灯亮到很晚。

刘红梅把一沓复印的材料摊在桌上。有报纸上剪下来的，有手机里翻出来打印的，纸边都卷了。她是村党支部书记，也兼着村主任，四十六岁，嗓门大，可翻材料的时候很轻，一页一页地看。

她想弄明白一件事：村里那几处闲着的屋顶和荒地，能不能装上光伏，替村集体挣一份钱。

村集体的钱，周家湾一直紧巴巴的。路灯坏了要修，小学的围墙塌了一截要补，冬天给五保户送煤，这些钱从哪里来，每年都要愁一回。

她翻到一篇讲「光伏扶贫」的报道，停下来，把笔帽咬在嘴里。

这几年村里人说起光伏，嘴边挂的都是自家屋顶，没人提村集体。可是刘红梅知道，早些年，国家就让村集体装过光伏，还装了好几千座。那段历史，值得先看一遍。

她先在纸上列了周家湾能想到的几处地方：村委会的平屋顶，小学教学楼的屋顶，还有村西头一块废弃的砖窑地。砖窑停了好些年，地上杂草丛生，种庄稼不行，空着又可惜。

每一处她都写了一个问号。屋顶结不结实？砖窑地算什么性质的地？电从哪条线送出去？这些问号，一个也不是她一个人答得了的。

所以她才一份一份地读别人的经验。别人走过的路，哪里平，哪里陷，先看一遍，总比自己趟一遍省事。

◆ 二、2014 年的一个试点

光伏扶贫，是从 2014 年开始试点的。

一年以后，也就是 2015 年，它被列为精准扶贫的十大工程之一。意思是，这件事被当成一项正经的扶贫办法，摆到了桌面上。

做法并不复杂。在贫困村里，建一座光伏电站，发的电卖给电网，电费收入归村集体，用来帮扶贫困户。

材料里有一组数字，刘红梅用红笔圈了出来。2017 年底，国家下达了「十三五」第一批光伏扶贫计划：**8689 个村级光伏扶贫电站，总装机 4.19 吉瓦**，分布在 14 个省（区）236 个县的 14556 个建档立卡贫困村。

吉瓦是个大单位，一吉瓦等于一百万千瓦。你不用记它，只要记住一个画面：八千多座属于全村的电站，分布在一万四千多个贫困村里。

还有一条，刘红梅圈得最重：电站的产权归村集体，收益用于扶贫。

这一条决定了钱的归属。电站不是哪个老板的，也不是哪户人家的，是全村的。它每年发出来的电，换来的钱，要花在全村人看得见的地方。

◆ 三、通渭的一本账

光伏扶贫做了好些年，到底挣没挣到钱？刘红梅找到一篇报道，讲的是甘肃的通渭县，里面有一本现成的账。

据中国能源报 2020 年的报道，通渭县从 2015 年以来，建成了光伏扶贫电站 16.24 万千瓦。其中有 9 万千瓦是村级电站，分到了 198 个贫困村。

这 9 万千瓦的村级电站，累计发电 1.8 亿千瓦时，产生电费 1.4 亿元。建它们花的钱，是 6.95 亿元。

你可以拿笔把这几个数字摆开看。电站每年发电卖钱，钱是实实在在进了账的，一年又一年，都是村里的收入。可是 6.95 亿元的投入，是一次花出去的。电费收入要攒多少年，才能和这笔投入对上，这篇报道没有往下算。

本书也不替它算。因为那里头有补贴，有当年的电价，有各村的差别，随便给一个「几年回本」，就是在编。

不过有一件事，这组数字说得很清楚：村级电站发出的电，是一笔可以年年指望的收入。对一个没有别的集体收入的穷村，这很重要。

你可以问一问自己村里的老会计：村集体一年有多少笔进项，是靠什么来的？答案往往很短，要么是几亩机动地的承包费，要么就没有。拿这个对比一座电站的年收入，你就明白，为什么那些年的村干部，愿意为一座电站跑断腿。

你想想看，一个村子，有没有一笔每年都会到账的钱，日子过起来是两个样。路灯坏了，不用等上头拨款，也不用向村民摊派，自己的钱先垫上去。

◆ 四、德胜村：为什么不是一家一户

另一篇报道，讲的是河北张北县的德胜村。

那里建了一座 400 千瓦的村级电站。中国能源报 2017 年的报道里算过一笔账：当时这座电站享受 1.08 元/千瓦时的电价，是 0.88 元的标杆电价，加上

省里补的 0.2 元；发的电全额卖给电网，按每年发电 60 万千瓦时算，一年收入约 64.8 万元。

先把话说在前头：**1.08 元是补贴年代的电价，今天新装的项目，拿不到这个价。**第 13 章讲过，电价早就换了规矩。德胜村的数字，只能当历史看，不能拿来算你自己的账。

这篇报道里更值得看的，是另一个问题：当时为什么没有选一家一户装？

报道里的说法，大意是这样：不少贫困户的房子破旧，屋顶达不到安装标准；就算勉强装上了，后期运维也难，很多户各管各的，坏了找谁？

于是选了村级电站。找一块合适的地，盖得结实，由村里统一管，请人统一维护。

你看，这个选择里藏着一个朴素的道理。屋顶最差的人家，往往也是最需要这笔钱的人家。让他们各自去装，最需要的人装不起、装不稳。把电站建在一处，收益再分给大家，能把这个落差补上一些。

◆ 五、村级电站和一户屋顶，差在哪里

读到这里，你可能会问：既然一家一户的屋顶也能发电，为什么当年要费劲建一座村级电站？

差别有好几处，一处一处说。

头一处是规模。一户人家的屋顶，装十来千瓦，已经算大的了。村级电站是几百千瓦，是几十户屋顶合起来的量。量大了，施工、采购、接入电网，都可以一次办完，不用一户一户地跑。

第二处是管理。几百户屋顶分散在全村，坏了一块板，要挨家挨户去找。集中在一处，一个人巡一圈就看完了，请人维护也方便，价钱谈得下来。

第三处是收益的归属。屋顶上的钱，进的是屋主自己的口袋。村级电站的钱，进的是村集体的账。屋顶好的人家，多得一份；屋顶差的人家，靠村集体的账，也能分到好处。

不过村级电站也有它的难处。它要一块合适的地，要和电网接上，要有人长期管。这些事，家庭屋顶不用操心，村级电站一件也绕不开。

所以两种办法，没有谁比谁高明，各有各的适用。周家湾的刘红梅想的，恰好是把两样都看一遍。

◆ 六、电网这几年的变化

电站发了电，要有线送出去。这一点，决定了村里装光伏能走多远。

好在农村电网这些年变了不少。据国家能源局局长章建华 2020 年 10 月的说法，2015 年，全国全面解决了无电人口的用电问题，当时约有 4000 万人。

另外两组数字更说明问题。农村平均停电的时间，从 2015 年的 50 多小时，降到 2020 年的约 15 小时。户均配电容量，从 1.67 千伏安，提高到 2.7 千伏安。

停电时间短了，说明线路更牢靠。户均配电容量大了，说明每一户能用的电多了，线也粗了。

这些变化，是光伏下乡能够做起来的底子。线路不好，电发出来也送不出去。第 19 章还会专门讲电网接不接得住的事，这里只先记一句：村里装光伏之前，先问供电所，这条线上还能不能再接。

◆ 七、村集体的钱，花在哪儿

电站挣了钱，钱放在哪里，怎么花，是另一道题。

光伏扶贫的本意，是把收益用在贫困户身上。至于具体怎么分，各地办法不同，本书手里没有足够的材料，不一一去说。

这里只讲几条原则，这些原则放到周家湾，同样用得上。

第一，账要公开。电站每个月发多少电，卖了多少钱，村里人都应该看到。贴在村委会的墙上，或者发在村里的微信群里，都行。

有的村，把电表的读数每月拍一张照，贴在村委会门口。村里的老人路过，会停下来看一眼。这样一个小动作，比开十次会还管用。

第二，钱的去向要事先说好。是补贴贫困户，是修路，还是办小学的食堂，要开村民会议，大家点了头再动。

第三，电站是谁的，要写清楚。写在合同里，写在村集体的账上，不能含糊。

这三条看着平常，可是后头出的好多问题，根子都在这里。账不公开，村民就会猜；去向不明，就会吵；产权不清，十几年后换了干部，谁也说不清这座电站归谁。

◆ 八、有人会问：现在还能这样吗

有人会问：那是国家扶贫的专项，现在周家湾还能照着做吗？

要老实回答：不能照搬。

光伏扶贫是有专项计划的，电站的建设、补贴、并网，都是按当年的政策安排的。今天，村里想建电站，面对的是另一套规矩。电价主要靠市场形成，收益比过去更不确定，各省的细则也不一样，要问清本省的规定。

不过这段历史没有白看。它留下了两样东西。

一样是做法：村集体可以拥有一座电站，收入归全村，用来办全村的事。

另一样是教训。下面这一节，就是教训。

◆ 九、重建设，轻运维

光伏扶贫做得红火，也出了问题。报道里归纳过几条：配电网建设跟不上，电站发了电不一定送得出去；融资难；项目零星分散，成本就高；还有一句话，说得很直白，叫「重建设、轻运维」。

这句话你不妨多读两遍。

建电站是一件热闹的事。剪彩，拍照，领导来看。可是电站建好以后，才是漫长的日子：板子上落灰了，要有人去洗；逆变器报警了，要有人去修；草长高了，遮住了板子，要有人去拔。

这些事没有人管，电站发的电就会一年比一年少，收入也跟着少下去。

刘红梅读到这里，想起了通渭那篇报道里的一个细节。当时挂职副县长的吕忠，提到过一个担心，就是后期的运维。建的时候钱是有的，建完以后，谁来养？

这个担心，周家湾也躲不开。

刘红梅把笔放下，在本子上写了一行字：「建之前，先把运维的人和钱找好。」

◆ 十、放回周家湾

第二天一早，刘红梅在小卖部门口碰见了周长顺。

周长顺蹲在台阶上抽烟，听她说了几句，半天没吭声。他种了四十年地，信的是「自己手里的东西自己管」。村里装电站，他头一个想的就是：这玩意儿坏了，谁修？

「你问到点子上了。」刘红梅说，「我也在想这个。」

这就是她明天要做的一件事：把「谁修、花谁的钱」写在纸上，再谈别的。

她还想起另一件事。通渭那样的大账，周家湾这样的小村子比不了，可是道理是通的：一座电站，建的时候花一次钱，用的时候年年有收入，管的时候年年要花心思。三头缺了哪一头，账都算不拢。

她决定去县里问一问，村集体想做这样的事，该找哪个部门，要备哪些材料，以本县的规定为准。

如果你也是村里的干部，或者关心村里事的人，这一章可以带回去的，就是这张纸上的三个问题：

- 电站是谁的？写进合同和村集体的账。
- 钱从哪里来、到哪里去？账公开，去向开会定。
- 十年后谁来修？先把运维的人和钱找好。

带走的话

村集体的电站，收入归全村才叫好事；账要公开，产权要写清，建之前先想好谁来修。

想一想

你们村里有没有一处闲着的屋顶或荒地？如果装了电站，你最想让这笔钱花在哪里？又希望谁来管账、谁来修？

第 17 章

板上发电，板下种养

◆ 一、周长顺看见的那块地

周长顺心里，地是不能乱动的。

他种了四十年麦子和玉米，一听说有人要在地里立板子，头一句话就是：「那地还能种吗？」

这句话问得对。中国人多地少，地是命根子。把好好的庄稼地改成发电场，换谁都要皱眉头。

可是这几年，在各地的田里、塘里、山坡上，有一种做法，叫「板上发电，板下种养」。板子架在高处发电，底下照样种东西、养东西。

它有几个叫法。田里的叫农光互补，鱼塘上的叫渔光互补，种药材的叫药光互补。名字里的「互补」两个字，说的就是同一块地，上头一份收入，下头一份收入。

这一章，你跟着周长顺，一处一处去看。

◆ 二、板子得架到多高

要在板下种东西，头一个要想的是高度。

河北衡水的冀州，有一个 120 兆瓦的农光互补项目，是 2021 年建的。它占地 3000 多亩，每年平均发电约 1.62 亿千瓦时。

它的设计，有几个数字很说明问题。

组件最低的边，离地面 2.5 米。桩基每一列之间的距离，大于 4 米；每一行之间的距离，大于 6.5 米。

你站在地里，把这几个数字比一比。2.5 米，比一个成年人高出一大截，农机从下面开过去，不会碰到板子。6.5 米的行间距，说明板子不是铺得密密麻麻，行与行之间留着很宽的缝，让阳光漏下来。

报道里引了一句话，叫「地不能荒、光不能挡」。这句话很朴实，讲的就是两头都要顾：地要继续长东西，光不能被板子全吃掉。

另一个地方的农光互补项目，数字也差不多：板子倾斜 15 度，最低点离地 2.6 米，排与排之间隔 6.5 米。

所以你记住一个道理就够了：板下能种养，是因为板子架得高、排得稀，是专门为底下留出了空间和光。

你要是想自己验证，也很简单。找一个晴天，站在周家湾的田埂上，伸出手臂，量一量自己的影子有多长。板子架得越低、排得越密，影子盖住的地方就越多，底下的作物越吃亏。

反过来，架得高、排得稀，一天里太阳转一圈，底下总有一阵子晒得到。所谓设计，就是把这一圈光，分给板子和庄稼两家用。

这种设计，和你在屋顶上看到的那种紧贴着瓦片的装法，是两回事。

◆ 三、安徽的高支架

安徽是光伏扶贫做得比较多的省份。

据报道，那里的光伏扶贫电站占地约 6 万亩。2017 年以后新建的，很多改用了高支架，也就是把板子架得高一些，底下留出做事的空间。后来慢慢发展出农光、渔光、药光互补这一类「板下经济」。

板子架高了，还有一个难题：光。

板子把太阳挡住了一部分，底下的光不够，庄稼长不好。中国科大物理学院的刘文教授，想了一个办法，叫匀光板。

新华网 2025 年 5 月的报道里说，这个方案能让板下的光照强度提升超过 25%，而且更均匀。

你可以这样想：板子像一把撑开的伞，伞下有阴影，也有光斑，一块亮一块暗。匀光板的作用，是把这些亮暗不匀的光，调得均匀一些，让底下的庄稼各处都能分到差不多的光。

不过这是一项技术方案，各地能不能用、花多少钱，本书没有材料，不往下说。你只要知道，板下的光，是可以想办法调的。

◆ 四、曹县的鱼塘

再往东，到山东菏泽的曹县。

作楼镇有一片地，2000 亩，曾经盐碱化得厉害，种庄稼种不出来。后来这片地做成了渔光互补基地：板子架在水面上发电，水里养鱼虾。

据大众新闻的报道，有个叫于崇忠的人，承包了其中的 300 亩鱼塘，混养鱼、虾、蟹，一年收入约 20 万元。

报道里还有一个细节，我觉得挺有意思：夏天，光伏板给鱼虾遮阴。

你想，夏天的太阳晒在水面上，水温会升得很高，鱼虾不舒服。板子挡了一部分太阳，水里就凉快一点。

这样看，板子和鱼塘是互相帮忙的：板子借了水面的地方，鱼塘借了板子的阴凉。

周小禾问：「那冬天呢？冬天不需要阴凉吧？」

这个问题问得好。报道里没有讲冬天，本书也不替它编。可是你可以顺着想：水面上的板子，会不会挡住冬天本来就弱的太阳，对水温有什么影响？这是设计的人要算的事。你要是想在自己的塘上做，就把这个问题原样带去问技术人员。

这里要补一句实话：这是一个报道里的例子，不是每个鱼塘装了板子都能有这个收入。养鱼的本事、水质、行情，样样都要紧，光伏只是给这片地多添了一样本事。

◆ 五、药光：山上的天麻与十五年的药材

渔光是水里的，药光是山上的。

重庆云阳县大阳镇有个鸡鸣村，海拔近 1000 米，装了 5600 块光伏板，预计一年发电 400 万度。

板下种什么呢？种乌天麻。天麻是一种喜欢阴凉的药材，不怕被板子遮着。据凤凰网报道，这个项目还带动周边 40 多名村民来这里做工。

另一个例子，在中新网的「新春走基层」里。那里的板下种的是中药材山香圆，一次栽种，可以连续采收约十五年。

你听到「十五年」这个数，不妨想一想：庄稼是一年一茬，药材是一次种下十五年收，同一块地，同一片板子，几乎是一份长期的活计。

这个项目里有个人物，叫朱兴昌，58 岁。他拿到了 20 万元的土地流转金，也就是把自家的地租给了项目，得了这一笔钱。

他没有把钱存起来。他买了一台打桩机，组建了一支施工队，承接各地光伏电站的打桩工程，带着十几个乡亲，从种地转成了技术工。这个故事，第 24 章还会回来讲。

周小禾听完这个故事，问了一句：「爷爷，朱兴昌爷爷不种地了，吃什么？」

周长顺想了想，说：「他有手艺了。」

这句话很短，可是分量不轻。种地的人转成技术工，靠的是一台机器、一支队伍，更靠光伏工程这些年不断有新活干。至于以后活还多不多，谁也没法替他保证。

◆ 六、种什么，不种什么

板下不是什么都能种。

界面新闻的报道里，有一个反面的例子：有农户照搬别人的做法，在板下种了水稻，结果减产了。

道理其实不难。水稻是喜光的庄稼，需要一整天的太阳。板子一遮，光不够，稻子就长不好。

报道里还给了一份参考，分两种情况。

板下半天有光的地方，适合种喜光又耐阴的蔬菜，比如洋葱、油麦菜、韭菜、香菜、萝卜。

几乎全天没有光的地方，可以种茼蒿、芦笋、蒲公英、木耳菜这一类。

你把这两条放在一起看，就能抓到规律：**板下种什么，先看那里一天有几个钟头的光，再挑耐得住阴的作物。**

所以板下的活，不能凭热情，更不能抄别人的作业。别人的田里能种，是因为别人的板子高度、间距、朝向，都是照他的作物设计的。你的田里，要问一问本地农技站的人，再决定种什么。

还有一个常被忽略的问题：农机。收麦子的联合收割机，个头大，转弯也要地方。板下和行间的空间，要不要容农机进出，最好在设计的时候就说清楚，不然装好以后，才发现机器进不去。

◆ 七、地租出去以后，是谁的

朱兴昌拿到的那 20 万元，叫土地流转金。这个词，你在村里迟早要听到。

意思是，你把地的使用权租给别人，别人按年或一次性给你钱。地还是你家的，只是这几年，别人在上面做事。

农光互补要用地，几乎都绕不开流转。所以有几件事，在签字之前要先弄明白。

第一，租多少年。光伏电站一般要运行二十多年，租期会很长。二十多年以后，你多大岁数，孩子在哪儿，都是未知数。

第二，一年给多少，是不是逐年有变化，钱什么时候付、付给谁。是付给你本人，还是付给村集体再往下分，要写清楚。

第三，租期满后以后，地要还成什么样。板子拆走，桩子拔出来，地面平整好，这些写没写进合同？很多纠纷，都出在这一条。

第四，地的性质。前面说过，永久基本农田不能占。你要先问清楚，自家这块地，在土地部门的登记里，到底是什么类别。

这几件事，和第 15 章讲的签约七件事是一个道理：钱从哪里来，到哪里去，期满以后谁负责，一条一条写在纸上。

◆ 八、板下的收入，别算得太满

讲到这里，你会觉得板下种养好像一举两得，一块地两份钱。

两份钱是有的，可是不要算得太满。

板上的电，是一笔相对稳当的收入，要看电价和合同。板下的种养，是另一笔收入，它受天气、行情、技术的影响，起伏要大得多。

曹县的于崇忠，一年约 20 万元，是他的本事加上基地的条件。安徽的匀光板，能让光照提升超过 25%，也是一个实验和方案。把这些数字当成每家每户都能拿到的数，是不对的。

你可以把板下的收入想成「锦上添花」。电的钱先把账平住，种养的钱，赚了是额外的，赔了也不至于全盘皆输。

这样算，心里踏实，也不容易被人忽悠。

有人跑来说「板下种什么都赚钱」，你就问他一句：这个收入，是哪个村、哪一年、哪一种作物的？说不出来，就是空话。

◆ 九、有人会问：这样占地，算不算毁地

有人会问：板子立在地里，算不算占了耕地？会不会让好地变坏地？

这个担心有道理，政策上也有规定。

河北的规定，大意是，可以用永久基本农田之外的农用地来做光伏复合项目。也就是说，国家划定的那部分最要紧的耕地，叫永久基本农田，是不能拿来做这件事的。

这是一道红线。你听到有人劝你把永久基本农田租给光伏项目，要多留个心眼，先问清楚这块地的性质，再问村里和乡镇的土地部门。

另外要明白，「板下种养」不是给占地找的借口。冀州项目的那句「地不能荒」，是一个标准：地上不再长东西，就不算合格。

还有一点，要说得实在：很多地方农光互补做得好，有人会觉得处处都能照着做。其实不然。有的地方光照条件不够，有的地方电网接不进，有的地方土地性质不允许。做不成，是常有的事，不是谁的错。

◆ 十、放回周家湾

周长顺听完这些，沉默了一会儿，说了一句：「那得看地。」

他说得对。周家湾是豫东平原，地平，一望无边，种的是麦子和玉米，都是喜光的庄稼。按上一节那份参考，这样的地，不适合照搬板下种植。

可是他也没有一口回绝。他想起村东头有一块低洼的塘，这几年没人养鱼，荒着。

这就是明天能做的事：你去看看自己村里，有没有一处「地荒着、水闲着」的地方。有，就记下来，去问乡镇的农业和土地部门，这块地能不能做；做之前，先问清它是不是永久基本农田。

别急着答应任何一个来谈的人。先弄清楚地的性质，再弄清楚底下要种什么、养什么，最后才轮到板子。

周小禾在旁边插了一句：「那我们学校后面那块荒地呢？」

周长顺笑了，说：「那得问学校，也得问村里。」他没有说行，也没有说不行，这就是对的。地是谁的，谁说了算，一件一件问清楚，是后头所有事的头一步。

带走的话

板下能种养，是因为板子架得高、排得稀；种什么先看光，用哪块地先问性质，永久基本农田不能占。

想一想

你家的地或村里的塘，一天有几个钟头的光？如果板子遮了一半，你原来种的东西还长得出来吗？

第 18 章

院子、牛棚、大棚、鱼塘

◆ 一、小卖部门口的一句闲话

小卖部门口，几个人蹲着聊天。

有人说，村里的屋顶，不就是住的房子吗？有人说，我家的牛棚顶是铁皮的，能装不？还有人说，村东头那座废了的冷库，空着也是空着。

这些话，说的是同一件事：农村的「屋顶」，其实比住房多得多。

前面两章，一章讲村集体的电站，一章讲板下种养。这一章回到屋顶，可是换一种眼光，不看住房，看农村里所有有顶、有空地、白天要用电的地方。

这一章里没有项目数字。因为这些地方，各村各户差别太大，随便给一个数，就是在编。本书只讲道理，和什么情况下划算。

所以读这一章，你不用去记数字，只要在心里装一张表：一边是「什么时候发电」，一边是「什么时候用电」。两边对得上的地方，是好地方；对不上的地方，要打个问号。

小卖部门口的人，听了这话，有人点头，有人摇头。点头的是家里有养殖的，摇头的是怕麻烦的。这很正常。每个人的账都不一样，所以才要各算各的。

◆ 二、先记住一个道理：白天用电多的地方最划算

第 12 章说过，自家屋顶发的电，有两种去处。自己用掉的，省下的是你从电网买电的价钱。卖出去的，拿到的是上网价。

这两个价钱不一样，一般来说，买电的价高，卖电的价低。所以同样一度电，自己用掉，往往比卖出去更划算。

这就引出本章的头号道理：**白天用电越多的地方，光伏越划算。**

为什么是白天？因为光伏只在白天发电，中午最足，晚上一度也没有。

一户普通农家，白天往往大人下地、孩子上学，家里用电不多。晚上回来，才开灯、做饭、看电视。这样的人家，屋顶发的电白天用不完，大部分要卖出去。

可是有些地方不一样。它们白天就在用电，而且用得不少。

你可以拿自家的电费单对一对。如果夏天的电费比春秋高出一大截，多半是空调和风扇在白天、晚上都开着。如果电费一年到头平平的，说明家里用电不多，装了板子，大半的电要卖出去。

接下来，我们一处一处看。

◆ 三、养殖棚：风机、水泵和暖灯

先看养殖的棚子。

养鸡、养猪、养牛、养羊，棚子都大，顶子也大。大屋顶，意味着能放下的板子多。

更要紧的是，棚子里白天要用电。夏天要开风机降温，鸡舍猪舍都怕热；冬天要开暖灯保温；喂料、饮水、清粪，有的用电动设备；水泵一开，就要用电。

这些活，大多在白天。板子在白天发电，棚子在白天用电，这是最对的搭配。发出来的电，直接就地用掉，省下的是买电的钱。

王桂香养了二十来只鸡，她家的鸡窝很小，用不上这个。可是她听了以后，说了句实在话：「养几千只的大户，夏天电费肯定吓人。」

她说得没错，电费确实是大户的一笔负担。不过板子能抵掉多少，要看棚子的朝向、顶子的结实程度，和那个季节的用电量，得一家家去算。

◆ 四、仓库、冷库与烘干房

再看仓库和冷库。

粮食和农产品，收下来要存。有的要晾，有的要烘，有的要冷藏。烘干房要用电热风，冷库的压缩机几乎一天二十四小时在转。

冷库尤其特别。水果、蔬菜、肉类，到了夏天最怕坏，冷库压缩机的耗电，在夏天的中午最大，而中午，恰好也是光伏发得最多的时候。

这个巧合，让冷库成了光伏的好搭档。

你可以这样记：冷库像一个怕热的人，太阳越毒，它越要使劲；板子像一个只在太阳底下干活的人，太阳越毒，它出力越大。两个人的节奏，在白天凑到了一起。

不过要提醒两句。第一，冷库是晚上也要开的，板子晚上不发电，夜里的电还得从电网买。第二，仓库和冷库的屋顶，常常是彩钢瓦，承重怎么样、能不能固定板子，要请有资质的电工去看，不能凭感觉。

这是第 8 章讲过的事：屋顶承重和固定，是安装里最该花心思的地方。

◆ 五、晒场边、水泵站与电动三轮

再看几样小的。

晒场边上，常有空地、棚子、农具房。农具房的顶子也能用，可是它里面用电不多，要想划不划算。

灌溉的水泵站，是另一种。干旱的季节，抽水要用电，用电的时候，往往也是太阳最毒的时候。有些地方，已经有太阳能抽水的做法：光照足，抽水多；光照弱，抽水少，倒是和庄稼的需水，大体对得上。

不过要明白，水泵站有水泵站的问题：用电的时间不长，一年里只有那么些天。如果平时电用得不多，板子发的电就要卖出去，那就回到上网价的问题了。

还有一样，是电动三轮车。

这几年，农村里电动三轮车越来越多。送货的、拉货的、接孩子的，都有。充电，就是用电。

家里的屋顶如果有光伏，白天车子停在院里充电，是一个很自然的搭配。晚上充电，用的就是电网的电，板子帮不上忙。

所以，这里有一个小办法：能在白天充的，尽量在白天充。这样，你用的就是自家屋顶发的电。

这个办法不花钱，却能把电用在刀刃上。你家要是有人在家守着，白天把车子插上，晚上就是满电。要是家里白天没人，也可以装一个定时的插座，让它在中午前后开始充。

不过充电的线路、插座和充电器，要用合格的产品。电动车起火的新闻你一定听说过，那是充电环节出的事，和光伏板无关，可是两样东西放在一个院子里，更要小心。

◆ 六、大棚，要小心

大棚这件事，需要单独说一说。

有人看到大棚的顶子又大又平，就想在上面装板子。这个想法，要小心。

大棚是给作物遮风保温、延长生长期的，它的顶子要透光。板子是不透光的，装多了，里头的作物就得不到光。

这和上一章讲的板下种养是同一个道理：作物要多少光，要先算清，板子再往上装。有的地方，做的是专门设计的光伏大棚，板子的疏密、高度，都是照作物来安排的。

所以，如果你家有大棚，想装光伏，别自己拍脑袋。先问当地的农业技术站，这种作物一天要多少光；再问有资质的安装单位，大棚的骨架能不能承重。两头都说得通了，才可以谈下一步。

多说一句：大棚的顶子，有的是塑料膜，有的是玻璃，有的是钢骨架加膜。膜不能受力，板子不能直接放上去。所以大棚装光伏，往往要另外搭架子，成本是另一笔账。

还有鱼塘。第 17 章说过，鱼塘上的渔光互补，要有专门的设计，不是随便拉几块板子往水上一放。水上施工，还有防水、防漏电的特别要求，更要请有资质的人来做。

◆ 七、学校、村委会和卫生室

再看村里的公共房子。

小学、村委会、卫生室、文化活动室，这些屋顶一般是村集体的，产权清楚，不会有一家一户的拆迁纠纷。屋顶多是平的，面积也不小。

它们的用电，各有各的脾气。小学白天上课，要开灯、开风扇或空调、开电脑，用电集中在白天。可是一到寒暑假，用电骤减，发出来的电要么卖掉，要么白白放着。

村委会白天有人办事，晚上基本不用电。卫生室白天开门，有的还有冷藏药品的冰箱，那是一天到晚都要开的。

你看，同样是村里的公共房子，账是不一样的。一刀切地说「村委会屋顶一定能装」，不对。每一处，都要拿它一年的用电曲线，去对一对光伏的出电曲线。

所谓用电曲线，说穿了，就是电费单上每个月数字连成一条线。出电曲线，是光伏一年里每个月发多少电连成的线，夏天高、冬天低。两条线放在一起，高的地方对上高的地方，才叫匹配。

还有一件事，要特别提醒。公共房子的屋顶，装了板子以后，房子的产权不变，可是屋顶多了一份二十多年的责任。漏雨了谁修，翻修时板子怎么拆装，要先说好。

◆ 八、小作坊、小卖部和碾米房

最后再看一类：农村里的小生意。

碾米房、榨油坊、豆腐坊、编织作坊、小卖部，这些地方一般白天开门，白天用电。尤其是碾米、榨油，用的是电机，用电量不小，还集中在白天。

这样的小生意，和光伏的搭配也不错。

不过，小生意的屋顶往往是自己家的老房子，砖瓦木梁，年头久了，承重没底。装之前，一定先让有资质的电工看一看，屋顶撑不撑得住二十多年。

另外，做生意的用电，和住家的用电，在电价上有时不是一回事。同一间房子，算居民用电，还是算商业用电，各地规定不同。你要去供电所问一问，也要问清装了光伏以后这笔账怎么算，以本省细则为准。

◆ 九、有人会问：我家什么都没有，怎么办

有人会问：我家没有养殖，没有大棚，就是一座普通的平房，是不是就不能算了？

不是的。

普通人家的平房屋顶，也是一个好地方，前几章已经算过了。这一章讲的，只是另一类：对一个村，对一个想搞副业的农户，屋顶之外，还有哪些地方白天用电多。

对一户普通人家，最值得做的，是一个习惯：把能挪到白天用的电，挪到白天。

洗衣机，选白天开。电热水器的加热，能定在中午的，定在中午。电动车充电，白天回来先插上。

这些事，一分钱不用花，可是白天用得更多，自发自用的比例就高，装了板子以后，账就更好看。

还有一点：用电多少，要看你自己的电费单。别听别人说「养殖大户一定划算」。你的棚子，你的电费，才是账本上的数。

电费单上有两样东西要看：每个月用了多少度，和每度多少钱。前一样告诉你用电的节奏，后一样告诉你省下一度电值多少。两样都有了，你才能谈光伏。

◆ 十、放回周家湾

林小燕下班回来，和刘红梅在村口碰了面。

刘红梅正在琢磨村里那几处屋顶和空地：村委会的屋顶、小学的屋顶、废弃砖窑边上的那块地。

林小燕听了，没有直接说好坏，只问了一句：「这几个地方，白天用电多吗？」

刘红梅愣了一下。小学白天有学生，用电不少，可是暑假和寒假就空了。村委会白天有人，晚上没人。砖窑边上的地，根本没人用电。

「那就得问清楚，」林小燕说，「发出来的电，自己用掉多少，卖出去多少。两个价钱差得多，账就得分开算。」

这就是明天能做的事：你去翻一翻村委会、小学、棚子、仓库的电费单，看哪些月份用电最多，哪些时候最少。有了这张纸，再去问供电所，再去谈光伏。

没有这张纸，谁来谈，你都是在听别人的数字。

林小燕又补了一句：「我们仓库那边，装了光伏的货架顶，夏天确实凉快。」这句话她没有拿数据，只是说了自己的感觉，所以本书只把它当一个闲谈，不当证据。刘红梅笑着说：「那你回去替我们问问，人家是怎么算的。」

带走的话

白天用电多的地方，光伏最划算；先翻电费单，弄清哪里白天用电、用多少，再谈装不装。

想一想

你家或村里，哪一处白天用电最多？能不能把一些晚上的用电，挪到白天来？

第 19 章

电网接得住吗

◆ 一、马师傅先去看了那只铁箱子

周家定下要装板子以后，马师傅再上门，没有急着上屋顶。

他一个人走到村东头，站在电线杆底下，抬头看了很久。杆子上挂着一只灰色的铁箱子，那是给半个村子供电的变压器。

周小禾跟在后面，忍不住问他在看什么。

马师傅说，看这只箱子忙不忙。

小禾不明白。板子装在自家屋顶上，关一只箱子什么事？

马师傅说，你家屋顶发的电，自己用不完的那一部分，要顺着线送出去。头一站就是这只箱子。箱子要是已经满了，你的电就进不去。

这一章讲的，就是这件事：板子装好了，电网接得住吗。

前面几编讲的是辐射，是屋顶，是合同。到了这里，要看的是屋顶外面的东西，一根线、一只箱子、一张看不见的网。这张网不归你管，可是你的账有一半要靠它。

◆ 二、配电网像村里的路

先把这张网看清楚。

你可以把它想成村里的路。发电厂和大电站在远处，像是国道。国道把电一路送到县里，再分到乡里，最后落进一条条细线，通到每家每户。最后这一段细线和变压器，叫配电网。它就是通到你家门口的那条村路。

村路是按村里人的用法修的。当年修的时候，想的是各家各户从路上把东西拉进来，也就是用电。路上的车往一个方向走。

装了光伏以后，情形变了。家家屋顶都在往外送电，车开始往两个方向走，而且中午时候一起往外走。

路宽车少，没有问题。路窄车多，就要堵。

电网的堵，不像路上堵车那样慢慢排队。电线和变压器承受的电流有上限，超过了，设备会发热、跳闸，严重的会烧坏。所以供电部门要先算一算：这条线、这只箱子，最多还能再接多少板子。

算出来还有空，就让你接。算出来没有空，对不起，这条路暂时不收新车。

这不是谁故意刁难你。它和村口那座桥一样，限重多少吨，写在牌子上，不是哪个人说了算。

还有一层要分清：一只变压器管的是一片，不是一户。你家旁边几户要是先装了，余量就被先到的人用掉了。路上的位子，先来先占。

这也是为什么，同一个村里，有人家能接，有人家不能接。不是谁有门路，是各人赶上的时候不同。

◆ 三、「红区」是什么

没有空的地方，有一个名字，叫「红区」。

意思是，当地电网分给分布式光伏的可接入容量已经用完，等于零了。新来的项目，暂时接不进去。

据投资界在 2025 年 1 月的报道，自 2024 年以来，山东、黑龙江、河南、广东、福建、山西、辽宁、河北等省，超过 400 个县域出现了这样的「红区」。这是不完全统计，实际数字可能更大，也可能随着电网改造有所变化。

你看这几个省的名字，里面有河南，有山东，有河北。这三个省，恰好也是户用光伏装得最多的地方：据国家能源局数据，截至 2023 年 9 月底，山东、河南、河北的户用光伏分别是 2448 万、2084 万、1666 万千瓦，合计约占全国六成。装得多的地方，配电网先挤满，并不奇怪。

装得多的地方，路先挤满了。这个道理并不难懂。

所以对农户来说，有一件事要排在最前面，比挑品牌、比算收益还靠前：先问你这一片能不能接。

接不进去，要送出门的那部分电就没有去处。自己屋里用掉的那一部分另当别论，后面会讲。

◆ 四、这些年，农村的路修宽了

说到这里，你也许要担心：农村的电网本来就弱，哪经得起这么折腾？

这个担心有道理，不过也要看看这些年的变化。

国家能源局局长章建华在 2020 年 10 月介绍过一组数。2015 年，全国全面解决了无电人口的用电问题，当时有约 4000 万人。农村平均停电时间，2015 年是 50 多小时，到 2020 年降到约 15 小时。户均配电容量，从 1.67 千伏安提高到 2.7 千伏安。

停电少了，说明线路和设备更结实了。户均容量大了，说明路面宽了。

周长顺对这个数字有切身的感受。他记得二十年前，夏天一到，晚上浇地的时候灯一暗，全村都知道谁家又开了水泵。现在这样的事少多了。

可是路修宽了，不等于永远够用。当年修路，是照着「家家买电」来算的。如今又多出「家家卖电」，还有电动三轮、空调、电磁炉，一件件往上加。

所以这几年的情形是：路在修，车也在增，两边在赛跑。有的地方路先赢了，有的地方车先赢了。你家在哪一边，只有当地供电所说得准。

这也是本书为什么不替你回答「你家能不能接」。全国的数字再漂亮，落到你家门口那只变压器，只有一个答案，而且是会变的。今年能接，明年可能就满了；今年不能接，电网改造以后也可能放开。

◆ 五、并网是一道手续，不是一根线

很多人以为，接电网就是拉一根线、换一块表。

其实并网是一道完整的手续。你要先向电网提出申请，供电部门会看你家的线路、变压器和用电情况，给出能不能接、怎么接的意见。接的办法定了，设备装好，还要验收，换上能计两个方向电量的表，这才算接上。

这中间，有的地方会要求改一段线，或者加一台设备。这笔钱谁出，要事先问清，写在纸上。

按 2025 年的管理办法，自然人户用并网电压不超过 380 伏，也就是接在家里用的低压线路上。它可以由电网企业集中代理备案，也可以自己备案。不管哪种，你都该知道：备案的是谁的名字，接入意见在谁手里。

有人为了图省事，让经销商「一条龙」全包，自己什么都不过问。这样做，名字被借用、手续出岔子，最后吃亏的是你。第 15 章还会回到这一点。

◆ 六、为什么怕「中午那一阵」

电网最怕的，不是光伏多，是光伏同时发。

想想看。晴天的中午，全村的屋顶都对着太阳，板子差不多同一刻发到最多。可是中午正是村里用电最少的时候，地里没人浇水，家里没人做重活，空调也还没开到最大。

于是这一阵，电又多又没人要，一起往那只铁箱子里挤。

这里有两层麻烦。

第一层是前面讲的容量：线和箱子装不下，要限制。

第二层是价格。电和菜一样，一时间供应太多，价钱就压低。据北极星分布式光伏 2025 年 6 月的报道，山东 2024 年 11 月光伏的月均现货价约 0.11 元每度，最低的时候约 0.03 元每度，而当地燃煤的基准价是 0.3949 元每度。中午光伏大发、用电低谷，价格就被压了下去。这一条，第 13 章已经细讲过。

你看，容量和价格，其实是同一件事的两面：中午那一阵，太挤了。

那么办法也就清楚了：要么让更多的电在中午被用掉，要么把中午多出来的电存起来，留给傍晚用。

◆ 七、储能：给电网备一口水缸

存电的办法，叫储能。

最容易懂的比方，是村里的水缸。自来水中午水压大、半夜水压小的话，家家都会备一口缸：水多的时候灌满，水少的时候舀着用。

储能就是电网的水缸。中午电多，先存进去；傍晚用电高峰，再放出来。这样一来，中午那一阵不再那么挤，傍晚也不那么紧。

这口缸这几年长得很快。据国家能源局，截至 2025 年底，全国新型储能装机是 1.36 亿千瓦，对应的能存电量是 3.51 亿千瓦时。这两个数字，一个说的是「一下子能放多快」，一个说的是「一共能存多少」，像水龙头的粗细和水缸的大小。

对农户的意思是什么？

一是以后有的地方会要求新项目配一点储能，这笔钱要算进成本里。山西 2025 年的实施细则就鼓励配储能。二是电网有了缸，接得进的板子会多一些，可是缸也有大小，不是想接多少就接多少。

所以别听到「储能」两个字就当成万事大吉。它是在帮路拓宽，没有说路已经够宽。

◆ 八、集中汇流和虚拟电厂：把小水流攒成一股

还有两个办法，值得知道名字。

一个叫集中汇流。意思是，不让每家每户各自找电网要一个口子，而是先把一个村、一片屋顶的电，汇到一个地方，升高电压，统一接到电网上。

比方说，十几条小渠，各自往大河里开口子，河岸被挖得七零八落。倒不如先把小渠接成一条总渠，到河边开一个口子，河边的人管得过来，水也好调度。

山西 2025 年的细则里，鼓励非自然人户用光伏以行政村为单元，优先集中汇流、升压并网。这一条，第 20 章还会再讲。

另一个叫虚拟电厂。这个名字听着吓人，其实意思很朴素。把许多分散的小发电、小用电、小储能，在系统里攒成一个「大户」，由调度部门当成一家来安排。哪里电多了，让这一批少发一点或者多用一点；哪里电紧了，反过来。

山西的细则里也提到，分布式光伏可以通过微电网、虚拟电厂等方式参与调度。

对一个农户来说，你不必弄懂里面的技术。只要知道一件事：往后你家的板子，不一定是「想发就发」，有可能要听电网的安排。这一条，写进合同的时候要问清楚：被限发的时候，损失谁担，怎么算。

◆ 九、有人会问

有人会问：我家屋顶发的电，反正大部分自己用，接不接得进电网，还重要吗？

重要，不过轻重不一样。

如果你选的是全部自发自用，电不往外送，对电网的要求就低很多。可是装的容量要和你的用电量对得上。白天家里没人，用电少，装大了，电又没处去。

如果你选的是自发自用、余电上网，那么用不完的部分要送出去，这就要看那只箱子了。

如果你选的是全额上网，所有的电都要送出去，对电网的依赖最大。第 12 章说过这三种方式。

所以答案是：你卖电的越多，越要先问电网。

有人会问：既然农村电网这么紧，装光伏会不会让别人家停电、电压不稳？

这是供电部门要把关的事，也是他们设限的原因。正规的并网流程里，电网要先算账，算过能接才接。所以不要自己动手，也不要听谁说「线我们接好了，你不用管」。没有经过正规并网的板子，一来说不清责任，二来真出了事谁也不认。

◆ 十、放回周家湾

周家后来是这样做的。

马师傅看完变压器，没有急着下结论。他对周长顺说，这只箱子能不能再接，我说了不算，供电所说了算。你们明天去一趟，带上房产的材料、电表号，把我写的这几句话递给他们。

林小燕把几句话抄在手机里，又一条条念给周长顺听。

周长顺话不多，听完点点头，说，行，我去。

这几句话，也是你明天就能做的事：

- 去村里或乡里的供电所，问你家这片线路和变压器，还能不能接新的光伏。
- 问你们县有没有被列为分布式光伏的「红区」。
- 问接进去需不需要改线、换表，费用谁出。

- 问被限发的时候，怎么处理。
- 把答复记下来，最好让对方写个字，或者拍照留底。

这几件事，不要等到板子买了才问。

等板子买了、钱付了，再发现接不进去，退货难，退钱更难。先问，只花你一趟路的工夫。

带走的话

装光伏先问电网能不能接：路窄的地方，板子再好，电也出不了门。

想一想

你家那一片的变压器，你知道在哪儿吗？下一次路过，不妨抬头看一眼。如果你的电送不出去，你的账还剩下什么？

第 20 章

一村人一起装

◆ 一、刘红梅的笔记本

刘红梅有一个黑皮笔记本，里面抄了不少东西。

有一页写着「通渭」，有一页写着「德胜村」，还有一页只写了四个字：重建设，轻运维。那是她读光伏扶贫的材料时，用红笔圈出来的。

她是周家湾的党支部书记，兼着村主任。这几个月，她一直在琢磨一件事：周家湾有村委会的平房屋顶，有小学的屋顶，还有一块早就废了的砖窑地，空着长草。这些地方，能不能装上板子，替村集体挣一份稳当的收入？

她不是第一个这样想的人。

前几章讲的是一户人家的屋顶。这一章讲的是一整个村子的屋顶，几十户人家加上村集体，怎么一起装，账怎么分。

一户人家出了错，是一户的事。一个村出了错，是一村的事。所以这一章会格外强调规矩。

◆ 二、「整县推进」是怎么回事

刘红梅的笔记本里，先抄了一段背景。

2021 年 6 月，国家能源局启动了整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点。意思是，以一个县为单位，把县里能用的各类屋顶成片地规划，成片地开发。

好处是，成片的屋顶好统一设计，统一接网，成本也能往下压。

2025 年 3 月，国家能源局又发了《关于进一步组织实施好「千家万户沐光行动」的通知》，里面说，56 个县（市、区）已经全面完成试点目标。

这句话读到这儿，你要留意两点。

其一，「整县推进」说的是一种成片开发的组织方式。它自己不会发电，也不会替你保证收益。

其二，成片开发有成片的好处，也有成片的风险。如果一个县的路都窄了，成片装下去，反而更容易挤。第 19 章讲的红区，就是这样来的。

刘红梅在这一页写了一行小字：别人家的试点，是别人家的。我们得先问自家的线。

她还在旁边补了一句：成片的好处，是大家一起分；成片的风险，也是大家一起扛。所以更要在动手以前，把规矩立好。

◆ 三、几户合起来，算哪一类

一个村里装光伏，有不同的装法，归的类也不同。

按 2025 年 1 月国家能源局印发的《分布式光伏发电开发建设管理办法》，分布式光伏分四类：自然人户用、非自然人户用、一般工商业、大型工商业。

自然人户用，说的是自然人利用自家的住宅、庭院投资建设，并网电压不超过 380 伏。周家在自己屋顶装的，就属于这一类。

那么村集体呢？要分两种房顶看。

村委会、小学这样的公共房子，办法写得明白：利用党政机关、学校等公共机构屋顶建的，算「一般工商业」，不能选全额上网，只能全部自用或者自用后余电上网。

村里人家的住房、庭院，如果由村集体、合作社或者企业来统一建、统一投资，投资的人不是自然人，就算「非自然人户用」。

具体到你们村怎么认定，还要看本省细则，备案时问清电网和县里能源主管部门。

分类为什么要紧？因为不同的类，能选的上网方式不一样，备案的办法不一样，电价和结算的规矩也不一样。

比如，办法里说，自然人户用和非自然人户用，都可以在全额上网、全部自发自用、自发自用余电上网三种方式里选一种。一般工商业，不能选全额上网。

所以刘红梅要做的第一件事，不是找人报价，是先问清楚：我们这个项目，在本省算哪一类。

问谁？先问乡里或县里的能源主管部门，再问供电所。两边的说法对不上的时候，以书面答复为准。

◆ 四、砖窑地和屋顶，先问地和房

刘红梅最先想到的是那块砖窑地。地方大，又空着，装板子最省事。

可是她很快想起一件事：这块地，到底算什么地？

农村的土地有各自的用途分类，不是空着就能随使用。第 17 章说过，河北的规定，可以用除永久基本农田之外的农用地做光伏复合项目。永久基本农

田，是不能占的。废弃的砖窑地，原来是什么性质，现在能不能改做光伏用地，要去问乡里、县里的自然资源部门，不能凭印象。

屋顶也有这个问题。小学的屋顶，产权在学校还是在教育部门？屋顶结不结实，防水怎么办，装了板子以后谁来检修？

所以村里装光伏，头一步是问地问房：地是什么性质，房是谁的，结构行不行。这些问清楚，才轮到问电网、问钱。

◆ 五、以行政村为单元，把电汇到一处

第 19 章讲过集中汇流。这里换到村里的角度，再说一遍。

山西 2025 年的实施细则，鼓励非自然人户用分布式光伏以行政村为单元，优先集中汇流、升压并网。它还鼓励配储能，也鼓励通过微电网、虚拟电厂等参与调度。

你看这几句话，就能想象出一个村的样子：

村委会的屋顶、小学的屋顶、几十户人家的屋顶，还有砖窑地上的一块场地，各自装板子。发出来的电，不是每一处都去敲电网的门。它们先汇到村里的一个点，升高电压，一起接出去。

这样做，对电网来说，开口子少了，好管。对村里来说，运维也方便，不用一家家跑。

当然，这是个方向，不是命令。一个村适不适合，要看这个村的线路、屋顶、场地和人。

这里面有一件事，刘红梅特别留意：谁来管。

汇流站要有人看着，板子要有人擦，逆变器要有人修。她把「重建设，轻运维」圈红，就是怕周家湾把钱花在建设上，没留下运维的钱。

◆ 六、钱怎么分：几条原则

分账，是一村人最容易吵起来的地方。

本书不替你定一个数，因为每个村的屋顶、场地、电价、成本都不一样。不过有几条原则，可以放在桌面上。

第一条，账要公开。发了多少电，卖了多少钱，花了多少运维费，谁拿了多少，每年贴出来，让村里人看得懂。看不懂的账，早晚出事。

第二条，合同按规矩写。屋顶是谁的，场地是谁的，设备是谁出钱买的，收益怎么分，运行多少年，到期以后设备归谁，都要白纸黑字。口头说「放心，亏不了你」，不算数。

第三条，收益归属写清。同样是装在村里，几种常见的思路，归属很不一样：

村集体自己出钱建，收益归集体，用来修路、办公益、补贴困难户。这样集体拿得多，也要自己担风险。

村集体出屋顶或场地，企业出钱建设，双方约定分成或租金。集体风险小一些，可是要盯紧企业，企业跑了怎么办，要提前写明。

农户各自出屋顶，由村里统一组织，各家按自家屋顶的发电量算账。这样各家的账各算各的，可是要有人统一管运维。

第四条，运维的钱先留出来。光伏扶贫那几年，报道里最常提的问题，就是重建设、轻运维。不留这笔钱，几年以后，板子脏了、坏了，没人管，收入就慢慢没了。

这几条，没有一条是高深的东西。说到底，就是别让一村人的事，变成少数人的事。

◆ 七、周家湾的村民大会

入冬以后，刘红梅在村委会开了一次村民大会。

屋里坐了几十个人。周长顺坐在最后一排，手里捏着一个旧笔记本，那是林小燕替他准备的。

刘红梅没有一上来就说「好事」。她先把黑板擦干净，写了三行字：

第一，村里有哪些屋顶和空地能用。

第二，这一片的电网能不能接。

第三，钱从哪儿来，到哪儿去，谁来管。

然后她说，今天不表决，先听大家问。

有人问，板子装在村委会的屋顶上，有没有辐射，小孩子上学会不会受影响。刘红梅看了看后排的小禾。小禾站起来，说，我们物理老师讲过，光伏板吸光，不放射。他又说，国标限值是 100 微特斯拉，有人贴着板子测过，只有它的五分之一。

屋里笑了一下。刘红梅说，这个问题，第一编已经答得很清楚了，大家回去可以翻。我们今天要问的，是另外那三行。

王桂香坐在前排，小声嘀咕了一句，别又是叫我们出钱。

刘红梅听见了，接过话头说，村里的屋顶是集体的，不要各家出钱。可是哪家愿意把自家的屋顶也算进来，要另外商量，另外签合同，不强求。

周长顺没说话，却把本子翻开，写了一行字。后来小禾偷偷看了，是四个字：钱到谁手。

散会的时候，刘红梅告诉大家，下一次开会，她会把供电所的答复带来，把几个方案的账摆出来，让大家自己比。

◆ 八、有人会问

有人会问：村集体装了，收益真的会到村民手里吗？

这要看你们村怎么定，也要看账公开不公开。

收益可以有几种去处：补贴困难户，修路修灯，办公益，给老人发一点补助，或者按户分红。哪一种，都要在村民大会上讲清楚、表决，并且写下来。

光伏扶贫那几年，电站的产权归村集体，收益用于扶贫。这个做法有它的道理：钱有明确的去处。可是后来的报道也说，运维没跟上的地方，收入就会打折扣。

所以别只问「会分给我吗」，也要问「这笔钱一年能不能稳定地进账，运维有没有人管」。

还有一点，电价如今是市场里形成的，新装项目的收益比过去更不确定，各省的细则差别也大。村里算账的时候，别按过去的高电价去算，要以本省细则为准。德胜村当年那笔账，用的是补贴年代的电价，今天新装是拿不到的。

有人会问：要是企业来跟村里合作，条件看着很好，怎么办？

不要急着签。

先看对方的资质，再看合同里设备归谁、到期怎么办、运维谁管、发电量的依据是什么。第 15 章的七件事，村集体同样适用，只不过借款人、备案人换成了村集体。必要的时候，请县里的能源主管部门或有经验的律师帮着看。

还要记得第 14 章讲过的风险：屋顶租出去二十多年，房子可能被拆，被抵押，被查封。集体的房屋也不例外，要在合同里写明。

◆ 九、放回周家湾

刘红梅的黑板，后来一直没擦。

三行字留在上面：屋顶和空地，电网能不能接，钱怎么走。每开一次会，她就在后面添一笔：供电所答复了，砖窑地的手续问清了，运维费准备留多少，下次会上定。

周长顺没有发言，可是每次都去。

他后来对老伴说了一句话，说得很慢：自己家的事，自己拿主意；大家的事，得大家看得见。

你所在的村子，要是也有这样的念头，明天可以先做三件小事：

- 把村里的公共屋顶、闲置场地列一张清单，哪怕只是手写的。
- 去供电所问这一片能不能接，把答复拿回来，贴在公示栏。
- 约一次村民会，只定一件事：谁来牵头，账怎么公开。

其余的，慢慢来。

村里的事，急不得。慢一点，换来的是一村人都看得见、都信得过。

刘红梅有时对着黑板想，砖窑地上的那一片，也许三年以后才会有板子。她并不着急。她在乎的是，到那一天，周家湾每个人都知道钱怎么走。

带走的话

村里的光伏，难的不在装，在账：账公开、合同按规矩、收益写清、运维的钱先留出来。

想一想

你们村有哪些屋顶和闲地可以用？如果村里要装，你最想先问清哪一条？

第五编

长远的账：二十五年以后

这一编五章，讲的是装完以后的事。光伏不是买回家就完的东西，它要在你的屋顶上待二十五年甚至更久。

第 21 章讲板子怎么老、怎么洗、怎么看它有没有毛病。第 22 章讲它退下来以后去哪儿。第 23 章算一笔大账：这些板子这么多年发的电，替我们少烧了多少煤。第 24 章看光伏给村子带来的活路，第 25 章把全书收成一本「装不装」的明白账。

前四编把辐射和钱都算过了，这一编算的是时间。**一块板子从装上屋顶那天起，就该想好它怎么老、怎么修、怎么走。**

第 21 章

板子能用多久

◆ 一、装完那天，周长顺问了一句话

周家的板子装完那天，傍晚，马师傅在屋顶上收工具。

周长顺站在院子里，仰着头，看了半天。二十来块板子在夕阳下发着深蓝色的光，规规矩矩排成几行。

他忽然问了一句：「这东西，能用多久？」

马师傅从梯子上下来，拍了拍手上的灰，说：「设计上，二十五年到三十年。」

周长顺没吭声，在心里算了一下。他今年 63 岁。二十五年以后，他 88 岁。

「那会儿我是不在了，」他说，「小禾都快四十了。」

这一句话，说的就是这一章的事。你装的这套东西，不是用一两年的家电，是和房子、和一家人一起老的东西。所以装之前要算账，装之后还要照看。

马师傅听了，笑了笑，说：「它跟你家的拖拉机差不多。你拿它当个宝，天天擦、常常看，它就陪你久一点。你把它扔在那儿不管，它也能转，可转着就不对劲了。」

周长顺点点头。他种了一辈子地，懂这个理：东西是死的，用的人不上心，差别很大。

◆ 二、二十五年是怎么来的

「二十五年」这个数，你可能听过很多遍，可是它到底是什么意思，很少有人说清。

组件的设计寿命，一般是 25—30 年。这是厂家在设计和试验时的目标，意思是：按正常使用，大约到这个年头，板子还能发出像样的电。

它不是保质期，不是到了日子就坏。

你可以想想家里的老式木头门。有人说一扇好门能用五十年，可这五十年里，它会掉漆，会松，会变形。门没有一天坏掉，可它每年都比前一年差一点点。

板子也一样。它不会在第二十五年的某一天突然不发电。它是一年一年地、慢慢地少发一点。

设计寿命说的是板子能慢慢老多久，不是它哪一天会停。

还有一层意思要补上。二十五年，是在好好照看的前提下。屋顶漏了水不修，接头松了不管，树长高了不剪，板子就老得快些。厂家的数字再好看，也替你管不了屋顶上的日子。

◆ 三、每年少一点点

这个「少一点点」，在行业里叫衰减。

你拿到合同或者质保书，里面一般会写一个衰减的承诺。常见的写法是：第一年衰减约 1%—2%，之后每年衰减约 0.4%—0.55%。具体数字以你签的合同为准〔待核〕。

我们来粗算一下。

按最松的算法，第一年掉 1%，以后每年掉 0.4%，二十四年一共掉 9.6%，加上第一年的 1%，大约掉了 10.6%。

按最紧的算法，第一年掉 2%，以后每年掉 0.55%，二十四年掉 13.2%，加上第一年的 2%，大约掉了 15.2%。

所以到第二十五年，你的板子大约还能发出刚装时的 85%—89%。

这是拿合同上的承诺算出来的区间，不是保证。真实的板子可能比承诺好，也可能因为安装、灰尘、遮挡差一些。

你把这个区间记住，以后算账就不会往里面放「每年都发一样多」的错误假设。第 11 章说过的那个每年发电的区间，往后每一年都要打一点折。

◆ 四、一块板子会怎么老

板子老的方式，你不用懂化学，看得见的有几样。

最外面是玻璃。它表面会慢慢落灰、积垢，有的地方挂上鸟粪、树叶，这些都挡光。

玻璃里面是那层透明的胶膜。年头久了，胶膜有可能发黄，光就少进去一点。

电池片本身会有一点点老化，这就是前面算的那个衰减。

周围是铝边框和接线盒。风吹日晒雨淋，它们要受得住。接线盒里有接头，接头松了会发热，这是第 8 章讲过的要防的事。

所以板子的老，有一部分是慢慢的、没法避免的，有一部分是脏了、松了、遮了，这一部分是你能管的。

管得好，板子就老得慢一点。

这里再讲一个容易忽略的地方：屋顶本身。板子下面的平房屋顶，将来要是漏水、要翻修，板子得先拆下来，修好再装回去。这一来一回，要花工钱，也要找有资质的电工。所以装之前，先看看屋顶新旧，旧得厉害的，先修屋顶再说。

◆ 五、洗板子这件事

先说一个周家的小插曲。

入冬以后，王桂香在院子里喂鸡，抬头看到板子上落了一层灰，还有几片杨树叶。她跟周长顺说：「要不你上去扫扫？」

周长顺真的拿了个扫帚要上梯子。

林小燕从屋里跑出来拦住了。

洗板子有几条规矩，你记在本子上。

第一，多数时候，下雨就是最好的清洗。雨水把灰冲掉，板子会变得很干净。北方雨少、风沙大的地方，才需要人工洗。

有一个小地方，常被人忽略：局部的遮挡。一片大树叶盖在一块板子上，或者一摊鸟粪糊在电池片中间，影响的不只是那一小块。板子是一串一串连着

的，一处被挡，整串的发电都可能被拖累。所以洗板子，不求洗得锃亮，先把大块的遮挡物清掉。

第二，要洗，用软刷子和清水。别用硬东西刮，别用带腐蚀的清洁剂，玻璃表面有一层减反射的膜，刮花了就是白扔的电。

第三，别踩板子。人踩上去，电池片里可能出现肉眼看不见的裂纹，当下不觉得，以后会少发电。

第四，别自己爬上去。屋顶高，平房边上没有栏杆的更危险，摔下来的事比任何辐射都真实。板子表面太烫的时候，也别用冷水猛冲。

最稳当的办法，是请当初装机的安装电工，一年上去看一次，顺手洗一洗，看看接头和螺丝。

◆ 六、看手机里的那条曲线

现在的逆变器，大多配了手机上的小程序，能看发电情况。

林小燕给周长顺装好了。他每天晚上吃过饭，要拿出手机看一眼。

你会在上面看到一条曲线。晴天的时候，它像一座平缓的小山：早上慢慢升起来，中午最高，下午又慢慢落下去。

阴天，山就矮了，毛毛糙糙的。

这条曲线是你的「听诊器」，可以看出不少问题。

不过，这个听诊器只能告诉你「不对劲」，不能告诉你「哪儿不对」。曲线低了，是脏了、遮了、坏了，还是年景差，还得有人上去看。你要学的是及时发现，修，交给懂行的人。

比如，同样是晴天，今天的山明显比上个月矮了一截，那就该想想：是不是板子脏了，或者旁边新起的树、新盖的房子挡了光。

比如，山头被削平了，像被刀切过，可能是逆变器遇到了限制，要去问清楚。

再比如，哪一天曲线突然变成一条直线贴在地上，而天是晴的，那多半是设备停了，要马上联系安装的人，别拖。

你还可以和邻居家同样朝向的屋顶比一比。同一天，两家差得很多，就要问问为什么。

有的逆变器还会自己报警，手机上弹出一条消息。别嫌烦，也别随手划掉。把它拍下来，问一问安装的人是什么意思。多数时候是小事，可是小事拖成大事，往往就是从一条没看的提示开始的。

◆ 七、逆变器，和质保书上的几行字

板子慢慢老，逆变器却不一样。

逆变器里有电子元件，每天要工作很多小时，还要承受夏天的高温。它的寿命，通常比板子短得多。常见的说法是十年出头就要想着换一次，具体看品牌和质保〔待核〕。

所以你的二十五年账里，应该预先留一笔换逆变器的钱。这笔钱是多少，本书不给数，因为价钱会变，你要在装的时候就问清楚。

问三件事：逆变器的质保是几年？质保期内坏了，谁来修、谁来换？质保过了，换一台大约什么价？

很多人只问板子的质保，不问逆变器，等到第十年才发现，这是一笔没算进去的支出。

这不是说光伏不划算。这是说，二十五年的账，里面有一两笔是中间要花的钱，要提前想到。

质保书看着枯燥，可它是你二十五年里最要紧的一张纸。

你翻开它，要找这几样。

一是产品质保。板子本身出了毛病，比如边框开裂、进水、接线盒坏，厂家管多少年。

二是功率质保。也就是前面说的衰减承诺，到第几年，至少还能发出多少。

三是谁来兑现。质保书上盖的是厂家的章，可你找的往往是当初卖给你的经销商或者安装的人。他们要是不干了，你找谁？这一条要在签合同的时候就问清，写进纸里。

四是出了问题怎么报，要不要提供发电数据，要不要你自己出运费。

这些话，销售的人张口都会说「放心，保二十五年」。你只信纸上写的。纸上没写的，就当没有。

◆ 八、发电少了，不一定是板子老了

周长顺种了四十年地，最懂「年景」两个字。

同样一亩麦子，风调雨顺的年头，收得多；旱了、涝了、起了虫，收得少。没人会因为今年少收两成，就说这块地老了。

板子也有年景。

有的年头晴天多，有的年头阴雨多，发电量就不一样。夏天比冬天多，南方多雨的年份比北方少。所以你把今年和去年一比，发现少了几个点，别急着怪板子。

要判断是不是老了，得拿同一个季节、天气差不多的日子去比，而且看的是好几年的趋势。

衰减是一条缓缓往下走的斜线，年景是在斜线两边上下晃的波浪。你要看的是那条斜线。

要是你拿不准，就把几年的数据拍给安装的人看，让他帮你分一分，哪些是天，哪些是板子。这比自己瞎猜靠谱。

小禾的本子正好派上用场。他每个月记一个数，记满三年，就能看出哪些是季节，哪些是年景，哪些是真的老。

◆ 九、有人会问：衰减了，是不是就不赚钱了

有人会这样想：板子每年都在少发，到后来岂不是越来越亏？

不会这么简单。

每年少发的那一点点，是比例，不是整块。到第二十五年，板子还能发出刚装时的八成多。它每年的发电收入是在慢慢变少，可不会变成零。

真正要看的，是整个二十五年里，发电的收入加起来，够不够盖住你花的钱、再加上中间的维护和换逆变器。

这笔账，第 11 章到第 14 章已经教过你怎么算。这里要多加的，只是两条：每年打一点折，中间留一笔换设备的钱。

加上之后，账还是好看，那你装；加上之后账变紧了，那就再想想。

这里面还有一层心理上的账。很多人装的时候只盯着第一年，第一年发得好，高兴；第二年少了一点，就起疑。你提前知道每年会少一点，到时候就心里踏实，不会被推销员或者网上的闲话吓到。

◆ 十、放回周家湾

周家装完一个月，林小燕找了个文件袋。

里面放了这些东西：购买合同、发票、板子和逆变器的型号与质保书、并网的材料、安装电工马师傅的电话。她还在手机里拍了照片，存了两份。

小禾在本子上画了一张表，每个月月底记下这个月发了多少度电。他说，要看看爷爷的板子到底是怎么老的。

周长顺没说什么，可那个本子，他每个月都要翻一下。

你明天可以做的事很简单：把你家（或者你打算装的那家）的质保书找出来，看衰减那一行写的是多少，逆变器的质保是几年，把这两个数抄在本子上。

带走的话

板子不会哪天突然不发电，它是一年一年少发一点；你要预先打好折，留好换逆变器的钱，每年看一次。

想 一 想

你家屋顶朝哪边，旁边有没有会长高的树或者将要盖的房子？二十五年后，它们会不会挡住这块板子？

第 22 章

坏了的板子去哪儿

◆ 一、村口那堆旧铁皮

周家湾村口有个废品收购点，一个老头在那里收了十几年的旧铁、旧塑料。

有一天小禾放学路过，看到那里堆着一堆旧家电的壳子、锈了的铁架子，还有几块碎玻璃。他蹲下来看了一会儿，回家问爷爷：「咱家的板子以后坏了，也扔到那儿去吗？」

周长顺愣了一下，说：「我哪知道。」

王桂香从灶台边探出头来，接了一句：「里头不是有铅吗？我听人说的。」

这两句话，正好是这一章要回答的问题。板子用到头了怎么办？扔到废品站行不行？里面的东西有没有害？

先说结论：不能当一般废铁处理，也用不着吓自己。关键是有人管，有地方去，你自己别乱拆。

这一章不吓你，也不哄你。它只做一件事：把一块板子的「后事」讲到你能放心的地步，告诉你现在能做什么，将来要问谁。

◆ 二、一波很晚才到的浪

先看一个数。

国内光伏大规模装起来，也就是这十来年的事。最早装的那批板子，现在还没到寿命。所以眼下，废板子并不多。

可是行业协会做过预测。据中国光伏行业协会的预测，2030 年以后，每年报废的组件会进入高峰，大约 18 吉瓦，约 140 万吨。到 2040 年，累计报废量大约是 253 吉瓦，约 2000 万吨。

这是预测，不是已经发生的数。预测会变，可是方向很清楚：二十五年后，会有一大批板子同时到头。

放眼全世界也是一样。国际可再生能源署 2026 年的报告说，2025 年全球光伏累计装机是 2383 吉瓦，并预计到 2035 年，全球每年退役的组件会超过 300 万吨。

人们把这叫作「退役潮」。

这波浪还没到，所以现在做准备正是时候。你装的这套板子，将来就在这波浪里。

一个村子里，十几年前装的那批，大概也是同一年、同一个厂家、同一种款式。它们会一起老，一起坏。到时候要是各家各户自己想办法，就乱了。所以村里装得多的地方，最好有人把这件事牵起头来，约好统一处理，这比一户一户去找强得多。

◆ 三、一块旧板子里有什么

一块旧板子拆开，里面的东西，你在第 3 章已经见过。

最重的是玻璃，占了一块板子的大头。外面一圈是铝边框，铝是好东西，回收价值高。

中间是硅做的电池片，电池片表面印着很细的银线，银也可以回收。

还有胶膜、背板、接线盒里的铜线和塑料。

也有不好的一面。废组件里含铅等重金属。铅这类重金属，处理不当，被雨淋日晒，有可能随着水渗到土里去。

所以一块旧板子，一半是宝，一半是要小心的东西。玻璃、铝、硅、银可以回收再用；铅要规范处理，不能乱倒。

你可以把它想成一部旧手机。它里面有金属值钱，也有电池和重金属不能乱丢。所以你不会把它随手扔进河里，也不会把它砸开去翻。旧板子是同样的道理。

不过，这里有一个常见的误会，要说开：有铅，不等于你家屋顶上现在的板子在放毒。板子好好地装在屋顶上的时候，这些东西被封在玻璃和胶膜里面，不会跑出来，也不会往空气里放什么。要小心的，是板子碎了、被砸了、被拆了以后。

◆ 四、为什么不能卖给小作坊

乡下的废品行当里，确实有一些人，专门收旧电器、旧电池，拆开了把铜、铝拿走，剩下的东西往沟里一倒。

有的小作坊拆板子，也是一样的路数。他们只要铝框和值钱的金属，玻璃里的铅和别的东西不管。

对你来说，这样做有两个害处。

一是环境。铅这类东西一旦进了土和水，几十年都在，吃亏的是整个村子的田和井。

二是你自己。板子是带电的东西。只要有光，板子就会发电，即使它已经裂了、碎了。拆它的人如果不懂，会被电打，会被碎玻璃割。

你把板子给小作坊，换来的可能是几十块钱，丢掉的却可能是村里的水土。这笔账不合算。

你想想，村里的井水、菜地和河沟，是一代一代人吃的。几十块钱的回头钱，换这些东西的风险，谁也不会愿意。更何况，你若是知道了去处，根本没必要冒这个险。

◆ 五、国家在做什么

好在这件事，国家已经开始管。

2023 年，国家发展改革委等部门印发了关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见，其中支持建立分布式光伏的回收体系。

2026 年 3 月 3 日，工信部等六部门又印发了《关于促进光伏组件综合利用的指导意见》。大意是：到 2027 年，要提高再生材料的使用比例，完善报废的评价标准；到 2030 年，要形成能应对大规模退役潮的综合利用能力。

用大白话说，就是三件事：先把规矩立起来，什么样算报废、怎么算合格的回收；再让回收来的材料有人用，别回收了没人要；最后在 2030 年之前，把处理能力搭起来，能接得住那波浪。

这几句话你不用背，只要记住一个意思：国家已经把这件事排进日程，时间表是 2027 年和 2030 年。

这两个年份，你可以当成两道记号。2027 年是规矩开始立起来的时候，2030 年是处理能力要能接住第一波高峰的时候。周家的板子刚装上，离它退役

还很远，可是这个时间表，是为了像周家这样的人家，在二十多年以后不至于手足无措。

不过，指导意见是方向，不是你家门口马上有人上门收板子。具体到你住的县，有没有回收点、怎么收、收不收费，现在各地差别很大，要到时候问当地的主管部门。

你可以现在就把当地的联系方式问到手。县里的能源主管部门，或者环保、供电所，都可以问：以后板子退役，找谁？问一次，就多一条路。他们现在答不上来，也没关系，你至少让他们知道，农户在问这件事。

◆ 六、有人会问：回收这么麻烦，是不是装光伏就是坑

有人会这么想：既然将来处理起来这么麻烦，那光伏是不是一个骗局，是不是把问题留给了后人？

这个问题问得对，可是推论过头了。

所有东西，到了尽头都要处理。柴油机、拖拉机、电瓶车电池、家里的冰箱彩电，都一样。区别只在于，有没有人早早想到、有没有办法接住。

比如电瓶车的旧电池，现在有的地方可以以旧换新，商家回收。这条路是慢慢走出来的，不是一开始就有。光伏板也一样，会有一个从没有到有的过程，你做的是让自己家不掉队。

光伏的好处是，它里面的大部分材料，玻璃、铝、硅、银，本来就是值钱、能再用的。只要回收体系建起来，大部分是能转一圈再用的。

它的难点是量大、分散、要有规矩。屋顶光伏分散在千家万户，收起来比集中的电站更难。

这就是为什么我们要在装的时候就问，而不是等到坏了才想。

◆ 七、农户自己能做的几件事

回收体系是国家和企业的事，可是你手里也有能做的事。

第一，留好凭证。购买合同、发票、型号、厂家名字，都放进你的文件袋。二十年后找厂家或者回收单位，凭这些东西才找得到人。

第二，装之前问一句：这个厂家的板子，到期以后怎么回收？有没有回收承诺？不一定有，可问了以后，你心里有数，对方也知道你在意。

第三，板子不是到期才会坏。台风冰雹打碎了，别自己动手去捡、去拆，先断开电源，拍照留证，联系安装的人或者厂家。碎了的板子，只要有光，还会带电。

第四，要处理旧板子的时候，找厂家，或者找正规的回收单位，不要卖给来路不明、上门收货的小贩。

第五，如果是村集体的电站，退役的事要写进合同。谁出钱、谁负责，在装的时候就写清楚。

第六，给后人留话。二十年后，周长顺这代人已经不在，管事的是小禾他们。你现在把文件袋放好，再在上面贴一张纸，写明这是什么、找谁，就是替后人省了一桩麻烦。

◆ 八、正规回收大致怎么做

你可能想知道，正规的回收单位，拿到一块旧板子，到底怎么处理。

大致的路子是这样。先把板子上的铝边框和接线盒拆下来，铝框熔了可以再做铝材，线缆里的铜也能卖。

然后是最难的一步：把玻璃、胶膜和电池片分开。它们被胶膜牢牢粘在一起，要靠加热或者机器，一层一层剥。

分开以后，玻璃可以回炉，电池片里的硅和银可以提出来再用，含铅的部分按规定单独处理。

这一套要有设备、有场地、有环保手续，不是蹲在院子里拿锤子就能干的。这也是为什么前面说，别把板子给小作坊。

具体到每个回收单位用什么工艺，各家不同，本书只讲大致的道理。你要做的，只是找到有资质的那一家。

◆ 九、旧板子还能不能二手再用

还有一种情况：板子没坏，只是你家要拆屋、搬家，或者换更大的。

这种板子还能发电，有人愿意买二手的。可是二手板子有几个坑。

一是它已经衰减了一部分，发电能力比新的差，价钱要相应便宜。

二是看不见的毛病，比如隐裂、进水，外面看不出来，买的人容易吃亏。

三是来路。有的二手货来历不明，没有发票，也没有质保，出了事找不到人。

四是安装的手续。你买来的二手板子，要并网，还是得走备案、验收这些程序，板子的来历说不清，手续就可能办不下来。省下的钱，不够补麻烦的。

所以，你要卖，就写清楚用了几年、发电情况如何；你要买，就当成买二手车，让懂行的人先看一遍。

◆ 十、放回周家湾

那天晚上，周家吃饭的时候，林小燕把这个话题说开了。

她这个人，凡事爱先查再说。头天晚上，她把能查到的都看了一遍：国家的意见写的是方向，县里还没有细则，厂家的说法各有各的。她把这几条捋给家里人听，一条一条，不夸大，也不瞒着。

她说，她问过马师傅了。马师傅说，现在县里还没有专门收光伏板的地方，不过大厂的板子，一般会留联系方式，到时候可以问厂家。

「所以，」林小燕说，「发票和质保书，不能丢。」

周长顺点点头，那个文件袋，他让小燕在封面上写了两个字：「板子」。

王桂香松了一口气：「那就是说，不是扔到废品站？」

「不是，」林小燕说，「是要有人管的。」

刘红梅那边，也在想这件事。村里琢磨的废砖窑项目，她打算在合同里加一条：电站退役以后，设备怎么处理、费用谁出，写清楚再签。

你明天就能做的一件事：找一个信封或文件袋，写上「光伏」两个字，把发票、合同、质保书、厂家电话放进去，放在家里最稳当的地方。

如果你家的板子已经装上了，还可以多做一步：用手机拍一张板子背后铭牌的照片。铭牌上有厂家、型号、出厂日期，哪天文件袋丢了，这张照片也能救急。

带走的话

旧板子里有宝也有铅，不能当废铁卖给小作坊；留好发票和质保书，将来找厂家或正规回收，才有门路。

想一想

你家里现在有没有哪样东西，用到头了，你却不知道该送去哪里？光伏板将来会不会也变成这样一件事？

第 23 章

一度电省下多少煤

◆ 一、小禾的作业

初一的物理课，老师留了一道题。

题目是：家里用一度电，发电厂大约要烧多少煤？请你问问家里人，再去查一查。

小禾把题目念给全家听。周长顺说：「煤我知道，一车一车的，一度电能
用多少？」

林小燕在手机上查了一下，说：「大约三百克。」

「才这么点？」王桂香有点不信，「我们家一个月用一百多度电。」

小禾拿起笔，在本子上写了起来。

这一章，就是替小禾把这道题做完，再把答案推到全家、全村、全国去。

做题之前，先说一句：这是一道估算题，不是一道要算到小数点后几位的题。对农村人来说，估算反而最好用。一亩地能打多少斤粮，你心里有个大概，就能决定种什么。光伏的账，也是这个路数。

◆ 二、六两煤

先看这个数是怎么来的。

在中国，火力发电厂发一度电，要烧的煤折算下来大约是 300 克标准煤，这是个通行的粗略口径，各厂各年略有不同〔待核：以当年统计为准〕。

「标准煤」是一个统一的算法，是把不同的煤，按它们的发热量，统一折算成同一种标准。你不用管折算细节，只要记住：它是一个拿来比较的单位。

300 克是多少？我们农村人用斤和两。一斤是 500 克，300 克就是六两。

所以，你家灯泡亮一度电的工夫，电厂那头大约烧掉六两煤。

看着不多。可是电是要成千上万度、成亿度地用的。

你再往下想：一个月用一百度电的人家，一年用一千两百度，折下来是三百六十千克煤，差不多七百二十斤。一个普通人家一年的用电，背后是三分之一吨多的煤。这就是电的「看不见的分量」。你开灯、看电视、开冰箱的时候，是看不见那座煤堆的。

◆ 三、周家一年省多少煤

我们来替周家算一算。

周家装的是十来千瓦的一套，这里按 10 千瓦算。第 11 章说过，每千瓦一年大约发 1000—1500 千瓦时，所以一年发电大约是 10000—15000 度。

每度电折 300 克标准煤，那么：

10000 度乘以 300 克，是 3000 千克，也就是 3 吨。

15000 度乘以 300 克，是 4500 千克，也就是 4.5 吨。

所以周家的板子，一年大约替电厂省下 3—4.5 吨标准煤。

这是一个粗算。它假定周家发的每一度电，都顶替了电网里一度火电。真实的情况，电网里有多种电源，哪一度顶替了哪一种，不能这么硬算。可作为一个量级，你心里有个数就够了。

3 吨煤是什么概念？一辆农用的小货车，大约能拉得下。周家的屋顶一年，相当于少拉走了一车煤。

你还可以换个角度看：周家一年大约用电多少度，这里不好替他们编，你自己家的电费单上有数。把一年的用电度数乘以 300 克，就是你家一年背后的煤。要是屋顶发的电比你自已用的多，那就等于你家不但没用煤，还往外「送」了电。

◆ 四、不是一户，是一片

周家只是一户。

国家能源局的数据说，2025 年全国光伏新增并网 3.17 亿千瓦，年底累计到了 12 亿千瓦。风电和光伏加起来，累计首次超过 18 亿千瓦，超过了火电。

新增 3.17 亿千瓦，是一年里新装的。你可以拿它和周家的 10 千瓦比：一年里新装的，相当于三千多万周家的屋顶。这只是拿来比大小，不是说真有这么多户装了这么大的。

这是个很大的变化。十来年前，光伏只是个零头。现在它和风电合起来，装机已经比火电还多。

要注意，装机多，不等于发电量也比火电多。板子只有白天有光的时候才发电，一年里真正发电的小时数，比火电厂少。所以装机超过火电，是规模上的一个里程碑，不是说它已经替代了火电。

我们再粗算一个数。2024 年全国分布式光伏发电量是 3462 亿千瓦时。如果每度折 300 克标准煤，那就是大约 1.04 亿吨标准煤。这个数只是一个量级，不是官方统计的省煤量。

为什么要强调这一句？因为这种折算很容易被人拿去吹。「相当于省了多少亿吨煤」，听着气势很大，可它背后是一连串假设：假定光伏的每一度都顶替了一度煤电，假定煤耗是 300 克。你看到这类数字，要问一句：怎么算的，假定了什么。

可是你可以看出，这些屋顶和村里的小电站，加起来是一笔不小的数。

一亿多吨，是个很大的数，大得你没法想象。可你可以把它拆开：这里面有一部分，是周家这样的屋顶发的，是村里小学屋顶、村委会屋顶发的。大数是小数一块一块垒起来的。你家那块板子，就是其中的一块砖。

◆ 五、空气和冬天

少烧煤，对空气意味着什么？

烧煤会冒烟，会出二氧化碳，也会有别的东西排到空气里。发电的时候不烧煤，这一部分就少了。

所以，光伏多了，有煤的地方，天空会好一点。这是定性的道理，具体好多少，和天气、和别的污染源有关，本书不给数。

你在村里可能听过一句老话：煤烟子呛人。早年冬天烧煤取暖，屋里屋外一股味儿，孩子咳嗽，老人胸口闷。这些事，本书不下医学结论，身体真有不舒服，请去看医生。可是你大概也会同意：能少烧一点煤，总是件好事。

冬天的事要说得老实一些。

冬天白天短，太阳低，板子发的电比夏天少，北方下雪时还会被盖住。你不能指望光伏单独把一个冬天的取暖电包下来。

下雪天，板子上积了雪，也别自己爬上去扫，更别用硬东西敲。雪是会自己化的，板子是斜的，多数时候太阳一出来，雪就滑下去了。着急上屋顶扫雪，比少发一天电危险得多。

可是现在越来越多的人家冬天用电取暖，比如电暖器、空调、电地暖。如果这些电，有一部分来自白天的光伏，那么冬天取暖烧的煤，就相应少了一部分。

这就是光伏和取暖之间的关系：不是替代，是减轻。

要真想让光伏替取暖出力，办法在于把用电挪到白天。比如白天开暖，晚上靠被褥、热水袋，这跟前面章节说的「白天用电多的地方最划算」是一回事。这些是生活里的小办法，不是技术上的大工程。

◆ 六、板子的价钱是怎么掉下来的

光伏能走进农村，还有一个原因：它越来越便宜了。

国家能源局的数据说，光伏组件的价格，2013 年约 5 元一瓦，到 2025 年初降到了约 0.7 元一瓦。

我们拿周家的 10 千瓦来算。10 千瓦是 10000 瓦。

按 5 元一瓦，光是板子就要 5 万元。按 0.7 元一瓦，是 7000 元。

要说清楚：这只是组件本身的价钱，不包括逆变器、支架、线缆、安装和手续。你家实际花多少钱，要看报价单。

可是这个变化，足以说明为什么十几年前，只有国家补贴才有人装，现在普通农户也在算这笔账。

老一辈人记得，早年间装光伏，得靠政府补贴撑着，装一户算一户，普通农民想都不敢想。现在板子本身不贵了，贵的是安装、手续，还有你要自己多算几笔账。价钱降下来，是门槛降下来；门槛降下来，是让更多人有资格算账，不是让他们闭着眼睛签字。

价钱掉下来是好事，也要多想一层。便宜了，装的人多了，白天的电就多了，电价就会被压低。这正是第 13 章讲的事。

所以，别把「板子便宜了」直接等于「你装了就一定赚」。板子便宜，是装得起了；赚不赚，还得看合同和电价。第 12 章、第 13 章、第 14 章教你的算账法，一样都不能省。

◆ 七、有人会问：光伏制造不也要耗能吗，晚上不是没电吗

有人会这么问，问得有道理。

第一，板子的制造要耗能，运输、安装、回收也要。这是真的。所以说光伏「不烧煤」，指的是发电的时候。把整个过程算进去，它依然比烧煤发电干净，可是不是零。本书没有这方面可靠的数，所以不写数，只提醒你别把它说成一点代价都没有。

第二，夜里没有光，板子不发电。晚上的电，还是要靠别的电源，也要靠储能。截至 2025 年底，全国新型储能装机是 1.36 亿千瓦、3.51 亿千瓦时。储能慢慢补这个缺口，可它离「全包」还有很远。

你可以把储能想成村里的大水缸。白天水多，往缸里存一点；晚上水不够，从缸里舀。缸越大，越能把白天的富余留给晚上。可缸也要钱、要地方、要人管，一口一口地添，急不得。

所以更诚实的说法是：光伏是电力的一个好帮手，不是唯一的电源。

这句话也是本书对「减排」这件事的态度。说光伏好，不用夸成救世的东西；说它有限，也不用贬成摆设。一块板子，一年替空气少烧几吨煤，一个村子的板子，就是几十几百吨。这个账是实在的，可它也有边。

◆ 八、一张对照表：你家装多大，一年省多少煤

不同人家装的大小不一样。我们把前面的算法排成一张表，你照着找自己家。

发电量按每千瓦一年 1000—1500 千瓦时，每度电按 300 克标准煤算。

装机容量	一年大约发电	一年大约省煤
5 千瓦	5000—7500 度	1.5—2.25 吨
10 千瓦	10000—15000 度	3—4.5 吨
15 千瓦	15000—22500 度	4.5—6.75 吨

表里的数，都是区间，都是大约。你家的屋顶朝向、遮挡、当地的光照，会让真实的数落在区间的上头或下头。

用法很简单：先看你家的装机是几千瓦，在表里找最近的一行；再翻出你家一年的用电量，看发出来的电有多少是自己用掉的。自己用掉的那部分，才是最实在地替你省了电费，也替电厂省了煤。多出来的卖给电网，也一样顶替了别处的电，只是钱的算法不同，这在第 12 章说过。

◆ 九、十一年长了一百多倍

再回头看全国这条线。

国家能源局的数据说，到 2024 年底，分布式光伏累计 3.7 亿千瓦，是 2013 年底的 121 倍，占全部光伏装机的 42%。

十一年，长了一百多倍。

这里面有屋顶，也有村里的小电站、工厂的厂房。它们大多不在荒漠里，而是在人住的地方，在电用得上的地方。

这样的好处是，电不用走很远的路。难处是，每一处都小，每一处都要有人管，也要有电网接得住。这就是第 19 章讲的事。

你把这个数记下，再想想自家屋顶：它是这 3.7 亿千瓦里很小的一块，可是千万个小块，才拼成了这个数。

这也是为什么本书一直劝你先算自己家的账。国家的账再大，落到你头上，是你这块屋顶、这份合同、这张电费单。大账好看，小账不清，也没有用。

◆ 十、放回周家湾

小禾的作业交上去了。

他本子上写：「一度电，约六两煤。我家一年发电 10000 到 15000 度，约省 3 到 4.5 吨煤。」他还加了一行：「不是我家一户，是很多很多户。」

老师在后面批了一句：算得对，还要说明假设。

小禾回来跟爷爷说，什么叫假设。周长顺想了想说：「就是这个数，是要打折的。」

小禾笑了。

你明天可以做的事：拿自家的用电量，或者你打算装的容量，照这一章的算法乘一遍。你不用算得精，只要知道自己家的屋顶，一年大约替空气少了几吨煤。

这个数不会让你的电费单变少，可是它让你知道，这块板子除了替你赚钱，还替大家做了点事。

有人说，这些大道理离农民太远，农民关心的是电费单。这话有道理。所以本书把煤放在第五编，放在钱和人都讲完以后。它不是装不装的理由，是装了以后你多知道的一件事。

带走的话

一度电约六两煤；十来千瓦的屋顶一年大约省 3—4.5 吨标准煤，这是个量级，不是准数。

想一想

你家一年用多少度电？如果这些电有一半来自自家屋顶，大约省下多少煤？

第 24 章

乡村振兴里的一块板

◆ 一、视频里的那个问题

周建军在工地上给家里打视频。镜头晃了好一阵，才对准他的脸。

他没问屋顶的事，也没问发了多少电。他问的是：「爸，咱家屋顶装板子那天，是谁爬上去的？」

周长顺想了想，说是马师傅带着两个人。一个在屋顶上扛，一个在下面递，还有一个趴在配电箱前接线。

建军半天没说话。过了一会儿，他才开口。他在外面干了十几年，搬砖、绑钢筋、开升降机，哪一样不是拿力气换钱？要是装板子这种活儿，县里就有，他能不能回来试试？

林小燕在旁边听着，把手机往自己这边挪了挪。

这个问题，本章陪你想一想。光伏装到农村来，除了电费单上的数，还留下了什么？

◆ 二、一块板子背后的活儿

你站在周家的院子里，抬头看屋顶上那二十来块板子，看见的是玻璃和铝框。

不过它们上去之前，有一串活儿要先干完。

先是量屋顶、画图，看哪一面朝南，哪一块地方有树影。然后是搬运，一块板子不算轻，要两个人抬着上屋顶。再然后是固定支架，屋顶有承重，有风压，螺丝拧得紧不紧，以后每一场大风都要来验一回。

接着是接线。板子与板子之间怎么串，线怎么走，接头怎么压，都有讲究。第 8 章说过，接线端子虚接是屋顶上最该防的毛病之一，这一步靠的是手艺，也靠责任心。

最后是逆变器、电表、并网，要跟供电所打交道，要备案，要验收。

装完以后，活儿还没完。板子要清洗，发电曲线要有人看，逆变器要有人修，哪一块板子的发电量比邻居低了，要有人上去找原因。第 21 章讲过，这些是二十五年里一直要做的事。

这些活儿，哪一样都不在大城市里，都在屋顶上、田埂边、村子里。

所以光伏对一个村子来说，装的是板子，也留下了一批要人去做的事。

这批事分得很细。有的靠力气，有的靠眼力，有的靠对电的熟悉。力气活谁都能上手，要紧的是学会安全；眼力活要有耐心，看板子哪里脏了、哪里裂了；对电熟悉的那部分，必须交给有资质的人。

一个村里若能有几个人各占一样，这门手艺就不会断。

◆ 三、朱兴昌的打桩机

有一位 58 岁的村民，名叫朱兴昌，他的故事见于中新网「新春走基层」的报道。

那是某地的一座农光互补项目。板子倾角 15 度，最低的地方离地 2.6 米，排与排之间隔着 6.5 米。板下种的是一种中药材，叫山香圆，种一次可以连续采收约十五年。

朱兴昌家的地被流转出去，他拿到了 20 万元土地流转金。

按常理，一个 58 岁的庄稼人，拿到这笔钱，多半是存起来养老。他却用这笔钱买了一台打桩机，又组了一支施工队。

光伏板要立在地上，先得打桩。他就接各地光伏项目的打桩工程。报道说，他带着十几个乡亲，从种地转成了技术工。

这段话很短，里面有三层意思。

一层是，地租进了他的口袋。一层是，租出去的地没有让他闲下来，反倒让他学会了一门新手艺。再一层是，十几个乡亲跟着他走，村里多了一支能干活的队伍。

本书只转述这个故事的大意，没有把它当成人人都能复制的样板。他能这样做，有他自己的本钱，有他自己的胆子，也有项目正好需要打桩的时机。你家里的情形，要自己对着看。

◆ 四、板下的工和水边的活

再看两个地方。

重庆云阳县大阳镇鸡鸣村，海拔近 1000 米。那里有 5600 块光伏板，预计一年发电 400 万度。板下种的是喜阴的乌天麻。据报道，项目带动周边 40 余名村民在这里务工。

四十多个人，不算很多。放在一个山村里，一个家里多一份在家门口的工，意思就不一样了。年轻人不必都出门，老人也能拿到一份说得过去的工钱。

再看山东菏泽曹县闫楼镇。2000 亩曾经盐碱化的土地，被做成了渔光互补基地，板上发电，板下养鱼。

承包 300 亩鱼塘的于崇忠，混养鱼、虾、蟹，年收入约 20 万元。报道还说，夏天光伏板能给鱼虾遮阴。

这两个地方有一个共同点：板子占了地，地却没有闲着。第 17 章讲的「板上发电、板下种养」，到了这里变成了具体的工位和具体的收入。

你也别忘了第 17 章的那条提醒。有农户照搬模式，在板下种水稻，结果减产。板下的事，要看光，要看水，要看当地的老把式怎么说，不能听一句「农光互补」就下手。

◆ 五、回乡的人，和留在村里的人

周建军那句问话，不是一个人的心事。

每年春节前后，都有人从外地回来，到了正月又走。留在村里的，多是老人和孩子。年轻人不回来，原因有很多，其中最朴素的一条是：回来没活干，没钱挣。

光伏给这条原因添了一点砝码。它不会让每个人都回来。不过在曹县的鱼塘边，在云阳的山坡上，在朱兴昌的施工队里，确实有人原先在外面，后来在家门口找到了一份事做。

本书不敢说「年轻人回乡」已经成了潮流。报道里讲的是个别的人、个别的项目。你读到这里，把它当成一条线索就好。

一个村子里，除了种地，如果多出一两种能挣钱的手艺，留下来的理由就多一两条。

手艺要学，也要有人教。装一个屋顶，装的人要懂电，要懂高处作业的规矩，要看得懂图纸。这些看一遍视频学不会。找有资质的人带着，跟着干几个月，心里才有底。

◆ 六、板下经济，是几笔账合在一起

一个村子的光伏，不能只算发电这一笔。

把前面几个地方摆在一起看。板子发电，是一笔。板下种天麻、养鱼虾，是一笔。土地流转金，朱兴昌拿到的20万元，是一笔。在项目里务工，云阳那四十多个人拿的工钱，是一笔。村级电站每年给村集体的收入，又是一笔。

单看哪一笔，都不算惊人。

合起来，就像一张桌子有了好几条腿。一条腿短了，比如这一年雨水大、发电少，桌子还不至于翻。

这个比方带一个提醒：腿要结实。板下的收成靠不靠谱，要看光、看水、看当地的经验。务工的活儿是不是长期的，要看项目后面的运维有没有人管。土地流转金能拿几年，要看合同怎么写。

腿多算不上好处，腿都稳才算。

◆ 七、村集体的一份稳当收入

再往大处走一步。

第 16 章讲过光伏扶贫。2017 年底下达「十三五」第一批计划，8689 个村级光伏扶贫电站，总装机 4.19 吉瓦，分布在 14 个省（区）的 14556 个建档立卡贫困村。电站的产权归村集体，收益用于扶贫。

甘肃通渭县是其中一个例子。据中国能源报 2020 年的报道，那里 9 万千瓦的村级电站，累计发电 1.8 亿千瓦时，产生电费 1.4 亿元，分到了 198 个贫困村。

这笔钱，是补贴年代的钱。今天新装的项目，拿不到当年的电价，第 13 章已经讲过。所以本书引它，不是叫你照着算今天的账。要你看清的是另一件事。

村里有一座电站，村集体账上就有一笔每年都会进来的钱。

这笔钱的用处，各村不同。有的村拿它修路、清沟、扫雪，有的村拿它给孤寡老人发点补助，有的村拿它请人看护电站。哪一项该花多少，要村民大会说了算，账要摆在明处。第 20 章讲的就是这个。

村集体手里有一份稳当的收入，办事就有了底气。刘红梅常说，村里要办点什么事，从前总是先去求人，现在她想的是，能不能自己先垫一垫。

◆ 八、电动的车，白天的电

还有一件小事，不算在项目账里，却是日子里的实在好处。

这几年村里的电动三轮车越来越多。送孩子上学，拉一车菜去集上，下地拉肥料，用的都是它。有的人家还添了电动的小型农机，修剪、打药、拉货，也慢慢用上了电。

这些东西，白天要用，晚上要充。

要是自家屋顶有板子，白天发的电，一部分就可以顺手给它们充上。第 12 章讲过，自用省下的是买电价，卖出去的是上网价，两者不同。电动车充电这一项，正好把一部分电留在了自家，用在了自家要用的地方。

这里本书只讲道理，不编数字。一辆电动三轮车一年要用多少电，各家差别很大，你自己对着电表和充电记录算一算，比什么都准。

不过有一点可以说：农村里白天要用电的东西，在慢慢变多。这对屋顶发电的人家，是一件顺势的事。

◆ 九、有人会问：光伏能让一个村子富起来吗

有人会问：说了这么多，是不是只要装了光伏，村子就能振兴了？

不能这样说。

先说就业。安装的活儿，是项目建设期的活儿，板子装完，这批活儿就少了。运维的活儿长期有，可是一座村级电站要不了很多人。所以光伏给村里带来的工作，有，但不会无穷无尽，更不会替代种地、养殖、做生意这些正经产业。

再说收入。第 11 章引过户均年增收约 2000 元的全国平均口径，那是平均数，也是 2023 年的口径。你家的屋顶、你家的朝向、你家的用电，会让你的数字高一些或低一些。

再说政策。2026 年上半年全国分布式光伏新增并网同比下降 62.6%，第 13 章已经讲过。对新装的项目，收益比过去更不确定，各省细则差别大，签约前要问清本省的规定。

再说电网。有的县域出现过分布式光伏可接入容量为零的「红区」，第 19 章讲过，装不装得上，先问供电所。

最后说运维。光伏扶贫那几年留下的一条教训就是「重建设、轻运维」。电站建起来很热闹，三五年后板子脏了、逆变器坏了没人管，钱就慢慢少了。

所以，光伏不是万能药。它是一份有条件的帮手：条件好的时候，帮你一把；条件不好的时候，需要你自己想清楚。

◆ 十、放回日子里：周家湾

刘红梅这几天在翻一沓材料，有通渭，有德胜村，有曹县，有云阳。

她在每一份材料的空白处，都写了同一个问题：这件事放到周家湾，缺的是什么呢？

她想了好几天，写下三行字。缺一块地方，要查村里哪块地能用，哪块地是永久基本农田，不能动。缺一个懂行的人，要有人看得懂合同、看得懂发电曲线。缺一套公开的账，钱进来怎么记，钱出去怎么花，村民要看得见。

她把这三行字拿给周长顺看。周长顺戴上老花镜，看了很久，只说了一句：「账要摆出来。」

周建军那边也有了回音。他听了小燕的话，决定先别急着辞工，等过年回家，先跟着马师傅干几天活，看看自己是不是那块料。

明天你能做的一件事很小。问一问你们县里，有没有光伏安装、运维的培训，或者有资质的安装队愿不愿意带人。别先交钱，先问清楚谁办、教什么、有没有证书。

带走的话

光伏给村子留下的，除了电，还有一批活儿和一笔账；活儿要有人学，账要摆在明处。

想一想

你们村里，谁最适合去学安装和运维？村里要是有了一笔电站收入，你希望它先花在哪儿？

第 25 章

给周家湾的一本明白账

◆ 一、小燕的那张纸

晚饭后，林小燕把一张白纸摊在饭桌上。

纸上画了四个格子，每个格子上写着一个字：电、钱、村、久。

周小禾凑过来，问这是什么。小燕说，这是全家这几个月查了又算、算了又问的结果，该收拢收拢了。

王桂香端着碗，没抬头，嘴里嘀咕了一句：「那个辐射到底有没有？」

周长顺把筷子放下，说：「这一格，你先说。」

小燕就从第一格说起。

本章就跟着这张纸走一遍。走完你会看到，装还是不装，答案不在某一句话里，在这四个格子加起来的結果里。

◆ 二、第一格：电

第一格要回答的，是你最初的怕。

第一编讲的是辐射这个词。它装着两样东西：一样是能打坏 DNA 的电离辐射，一样是家里每个电器都有的、很弱的电磁场。光伏板身上没有前一样。

科技日报 2025 年 9 月的实测，检测仪紧贴光伏组件，磁场约 0.02 微特斯拉。国家标准对公众曝露的工频磁场限值是 100 微特斯拉。两者相比，大约是限值的五千分之一。

板子旁边的磁场，第 5 章摆过表；同一篇报道里，家里的电烧水壶贴近测约 8.5 微特斯拉。逆变器本书没有找到可靠的公开实测，要看产品的电磁兼容检测报告。

第二编讲的是别的担心：晃眼、发热、雷电、孕妇。这些担心，有的有一点道理，有的没有。有道理的那些，答案落在安装质量上：接地、防雷、承重、抗风、有资质的电工。

走到这里，第一格的话还可以再收一收。

你怕的那个东西，被拆成了三样：能伤 DNA 的电离辐射，板子身上没有；电流带来的一点电磁场，比电水壶还弱；阳光本身，它一直都在，没有人会因为太阳照在屋顶上而搬家。

所以第一格的结论很短：不用花钱去买防辐射的东西，该花的钱，花在好的安装上。

涉及孕妇、老人、病人，本书也只讲到物理和标准为止。身体真有不舒服，请去看医生。

王桂香听完，没再说话，把碗里的饭吃完了。

◆ 三、第二格：钱

第二格是一户人家的账，也是最需要你自己动笔的一格。

屋顶能发多少电，要看地方、朝向、遮挡。每千瓦一年大约发 1000—1500 千瓦时，具体看当地。周家是十来千瓦，大致一年一万多千瓦时，往上往下都有可能，这是区间算术，不是保证。

发出来的电，有三种去处。第 12 章讲过：全额上网、全部自发自用、自发自用余电上网。自用省下的是买电价，卖出去的是上网价，两个价不一样。农户白天用电少，所以怎么选，要拿自家的电表和作息去试。

电价这条线，第 13 章讲得最多。

从前有补贴有标杆价，现在新能源上网电量原则上都进电力市场。以 2025 年 6 月 1 日为界，之前是存量，之后是增量。

对新装的户用项目，收益比过去更不确定，各省细则差别大，以本省细则为准。

有一个办法不用看政策也算得清：自己用掉的那部分，不受上网电价影响。

装的钱从哪里来，第 14 章讲了三种：全款、贷款、租屋顶。三种的差别，是谁出钱、谁担风险、谁拿收益。

第 15 章的七件事，你背不下来也没关系，拍下来放在手机里就行。

它们是：谁是借款人，谁的名字备案，设备品牌型号和质保，发电量承诺的依据，运维谁管，屋顶出了事谁负责，合同期满设备归谁。

这一格没有什么玄机。数字在纸上，合同在手里，每一条你都可以问。

问的时候，记得带上两样东西：纸和笔。对方说一句，你写一句，写下来的东西，日后就是你的凭据。有的人嫌麻烦，不愿意写，其实多写这一页，往往能省下后面好几页的麻烦。

◆ 四、第三格：村

第三格，是屋顶之外的事。

第四编讲了好几件。光伏扶贫留下来的村级电站，产权归村集体，收益是村里的。农光、渔光、药光，让板上板下各干各的活，可是永久基本农田不能占，板下种什么要看光。养殖棚、仓库、冷库、泵站，这些白天用电多的地方，装光伏最划算。

电网这一头，不能不问。有的县域出现过「红区」，也就是接不进去。农村电网这些年好了很多，农村平均停电时间从 2015 年的 50 多小时降到 2020 年约 15 小时，可是好了不等于什么都能接。去供电所问一句，比什么都管用。

如果是一整个村子要装，原则是：账公开，合同按规矩，收益归属写清楚。

第 24 章又加了一笔：安装、打桩、运维，是留在本地的手艺。

村里的事，周家湾的人最爱听。这一格有一个前提，第 24 章说过：光伏不是万能药。

◆ 五、第四格：久

第四格是二十五年以后的账。

组件设计寿命一般 25—30 年，会慢慢衰减，具体以合同为准。逆变器的寿命比板子短，要准备换一次，这笔钱别忘了留。

板子要清洗，用雨水或清水、软刷，不要踩。看手机上的发电曲线，发现不对劲早去问。

板子老了以后去哪儿，第 22 章讲过。2026 年 3 月，工信部等六部门印发了促进光伏组件综合利用的指导意见。意见提出，到 2030 年要形成能应对大规模退役潮的综合利用能力。农户能做的：留好购买凭证，别卖给小作坊拆，找厂家或正规回收。

每度电约省 300 克标准煤。周家十来千瓦，若一年发一万到一万五千千瓦时，粗算就是三到四吨半煤。这是区间算术，真要写进账本，请以实际发电量为准。

这一格容易被忘。装光伏最像一件事的地方，就在这里：你今天按下的开关，二十五年后还有人要接着管。

◆ 六、这张纸上没有格子的几件事

小燕的纸上，有几样东西没有格子。

一是屋顶本身。板子下面的屋顶，漏不漏水，要不要先修，装上以后再修就麻烦了。

二是保险。装好以后，万一大风把板子刮坏，万一板子掉下来砸了人，谁赔，赔多少，合同里要有话。

三是邻居。板子会不会遮到邻居家的光，会不会让邻居家的窗户晃眼。第 6 章讲过，调一调角度，多半能解决。不过话要事先说开，别等人家找上门。

四是手机里的那个 App。谁的手机绑定，密码谁管，以后换手机怎么办。

这几件事本书不给数字，也不替你定规矩。它们只是提醒你，在纸上给它们各留一行。

◆ 七、哪些人家适合，哪些先别装

四个格子看完，可以把话收到一张表里。

比较项	适合装的人家	先别装的人家
房子	屋顶结实，朝南，没有遮挡	房子要拆，屋顶老旧漏水
用电	白天有人用电，或有养殖棚、冷库之类	白天家里几乎没人，也没有别的用处
钱	能全款，或贷款的账算得清	为了「免费」才签，借款人是谁说不清
合同	七件事每一条都问清了	合同看不懂，对方催着当天签
电网	供电所说能接	本地是红区，接不进去

表里的每一格，前面各编都有出处。屋顶看第 8 章，用电看第 12 章，钱看第 14 章，合同看第 15 章，电网看第 19 章。

这张表不是判决书。有的人家屋顶旧，可以先修再装；有的人家今天是红区，过一两年也许就有了变化；有的人家合同看不懂，请懂行的人看过就行。

它只是帮你把要问的事排个队。排到最前面的，是房子和合同。这两样出了毛病，别的账算得再漂亮也没用。

◆ 八、有人会问：那我是现在装，还是再等等

有人会问：电价这么不确定，是不是等一等再装？

本书答不了这句话，也不该答。

装机在下降，这是事实：2026 年上半年，全国分布式光伏新增并网同比下降 62.6%。可是下降不等于该装或不该装。有的人是看到收益没把握，不装了；有的人是白天用电多，自用占大头，装起来仍然合算。

你可以拿三个问题去问供电所和县能源主管部门：本省对新装的户用项目，机制电价怎么定？自然人户用能不能自发自用，不上网？我这个片区的配电网，现在接得进吗？

问完以后，再回到自家的电表上。

周家当初就是这样做的。小燕把三个问题抄在手机备忘录里，一条一条去问，问完一条划掉一条，划到最后，才动了装的念头。白天用多少，晚上用多少，一年里哪几个月用得更多。这些数字，比任何预测都更靠得住。

要是问完还拿不准，那就先不装。不装不丢人，装错了才难受。

不装的这一年也不白过。你可以把电费单留好，把屋顶看一遍，把村里别家的情形多打听几家。等政策和你家的情况都清楚了，再动手，一点也不晚。

◆ 九、一年以后的周家

假想一年以后的秋天。

周家的屋顶上，二十来块板子照常躺在阳光下。周长顺每个月看一次手机上的发电曲线，把数字抄在本子上。

小燕说，账比她当初想的更平常：没有暴富，也没有亏。有几个月电用得更多，自用的部分多了，感觉就划算些；有几个月阴雨，发得少，也不着急。

王桂香养鸡的棚子在院子另一头，她现在不怕了。有一回小禾拿着检测仪，贴着逆变器测了一圈，又退到一米外测了一圈，把读数记在本子上，念给奶奶听。那是周家自己的读数，只当个心安，不当证据。

小禾还在班里讲了一回。同学们问得多，他一一答了，答不上的，说回家查。

刘红梅那边，村委会和小学屋顶的方案已经进了村民大会，砖窑那块地还在核对用地性质。账本做了三个版本，最后一个贴在了村口的墙上。

周长顺那本子上，一年的发电量记得密密麻麻，旁边是小燕添的几行小字：哪个月清洗过，哪个月逆变器报过一次警，供电所的人怎么说。这样的本子，二十五年里还要接着记。

周建军过年回来，跟着马师傅干了三天活。他说，累是累，可是不用离家那么远了，他想再想想。

这是虚构的一年，它不替你保证什么。这样的日子，凭一本明白账，是能过起来的。

◆ 十、放回日子里：周家湾

回到那张纸上。

小燕把四个格子写满了字，又在纸的最下面添了一行：想清楚了再签，签了就好好管。

周长顺把纸折起来，塞进了装存折和合同的那个铁盒里。

这本书走到这里，说的道理其实就一句：别被一个词吓住，也别被一份合同绊住。

明天你能做的事，有三件：

- 拿出你家最近一年的电费单，把每个月用了多少度抄在一张纸上。

- 去一趟供电所，问本省对新装户用光伏的规定，问你家这片能不能接。
- 把想签的合同拍照，请一位你信得过又懂行的人看一遍，再决定。

做完这三件，装不装，你自己心里就有数了。

心里有数以后，还有一句要记着：这三件事不用一天做完，也不用一个人做完。找家里的年轻人帮你拍照，找村里的干部帮你问，找邻居家已经装过的人聊一聊，都行。

这本书替你该问的话理成了线，线头还在你手里，往哪儿牵，由你自己定。

带走的话

先弄清怕的是什么，再算清钱从哪里来、到哪里去；屋顶、合同、电网三样都问明白了，再动手。

想一想

四个格子里，哪一格你家现在最没有把握？你打算先去问谁？

结 语

屋顶上的那片蓝

◆ 一、一年以后的屋顶

秋天又来了。周家湾的玉米收完，地里空出来，风一吹，能看见远处的天。

周家那片平房的屋顶上，蓝色的板子静静地躺着，朝着南边。清早的光从东边斜过来，板子面上一层淡淡的亮。傍晚，它又把最后一点光收进去。

没有声音，也没有味道。你要不是抬头看，几乎忘了它在那里。

小禾放学回来，爬上楼梯，在屋顶边上站一会儿。他已经不用检测仪了。那台借来的小仪器，早就还给了学校。可那几个数字，他还记得：贴着板子，只有国标限值的五千分之一。

桂香有时候还会问一句：「这东西，晚上真的没事？」

问得不重，更像是习惯。周长顺懒得解释，小禾却会认真答：「奶奶，它晚上不发电，就是一块玻璃。」

答完，她点点头，接着去喂鸡。

怕不怕，不是一天改过来的。可是有了能问的人，有了能查的数，有了自己摸过的读数，那份怕，慢慢就有了出口。

这本书开头，是一个穿蓝马甲的人，走进了一个村子。现在，该把话收回来了。

◆ 二、书里说过的话

回头看，这本书一共做了三件事。

第一件，是把「辐射」这个词掰开。一个词里装着两样东西：一样是能打坏分子、伤到 DNA 的那种，一样是只带着很弱的电磁场的那种。前一种，光伏板里没有。后一种，家里的电水壶、冰箱、电脑，也都有，光伏的那一点，比它们还弱。

第二件，是把别的担心一个个摆上桌面。晃不晃眼，热不热，打雷怎么办，孕妇老人能不能住在下面。能解释的，我们解释了。该防的，我们说了怎么防：防的是电，是结构，是接线，是屋顶承重，不是那个被说重了的词。

第三件，是把钱和日子的事算清。屋顶能发多少电，三种上网方式怎么选，电价从固定走向市场，全款、贷款、租屋顶，签字前要看的七件事。还有村子里的事：村集体的屋顶和荒地，板下的庄稼和鱼，电网接不接得住，二十五年以后板子怎么老、怎么修、怎么走。

这些说完，我们回到全书最要紧的那一句话：

光伏板只吸光、不放射；真正要算清的，不是辐射，是电价和合同。

前半句，是科学告诉你的，已经有足够多的测量和标准撑着。后半句，是日子告诉你的，要你自己去算、自己去问、自己去看。

这三件事，说到底是一个次序：先弄清，再算账，最后才决定。

次序错了，就容易出事。还没弄清就怕，会白白放弃一笔本来能算的账。还没算清就装，会把一笔本来能避开的亏吃下去。还没看清合同就签字，会让一个好主意变成坏结果。

◆ 三、没有一条路适合所有人

本书没有劝你装，也没有劝你不装。

适合装的人家，屋顶结实，朝南没有遮挡，白天家里有人用电，手里有钱，或者把贷款算得很清楚。先别急着装的人家，房子要拆，屋顶老旧，合同看不懂，本地的电网接不进。

所以，你读完这本书，不是要得到一个「装」或「不装」的答案。你要得到的，是一套自己做决定的办法。

这套办法很朴素，可以装进口袋里。

看见一个吓人的说法，先问三句：它说的是哪一种辐射，数字有没有单位，是谁说的。

看见一份诱人的合同，也问三句：钱从哪里来，到哪里去，出了事找谁。

村里要搞电站，还是三句：账公开不公开，收益归谁，运维谁管。

把这些问题问完，再决定。这样的决定，不管装还是不装，都是你自己的。

◆ 四、不止一户的光

村里这一年，也有了动静。

刘红梅在村民大会上，把账摊开讲了一回。村委会的屋顶，小学的屋顶，还有那块废了多年的砖窑地，哪些能装，哪些不能，要多少钱，收益归谁，谁来管，她一条一条地念。底下有人问，有人吵，也有人不吭声。

吵完了，她说：「账放在这儿，谁都可以来看。」

这句话，比任何一个数字都要紧。第四编讲过，一个村子的光，好处不只在电费单上，更在村集体有了一份稳当的收入，在年轻人多了一门手艺。可这份好处要落到实处，前提是账公开，合同按规矩，收益归属写清楚。

周建军在外地工地上，视频里看了一眼家里的屋顶。他说，等干完这一年的活，回来学学怎么看那个手机上的发电曲线。

林小燕笑了：「你先回来再说。」

一户人家的屋顶，是一笔小账。一个村子的屋顶，是一笔大账。可无论大小，都要有人坐下来，把它算清。

有一年冬天，你也许会在村口碰见一个陌生人，推着自行车，车后座上绑着几张宣传页。他会说，现在装光伏正是时候。

你不必拦他，也不必躲他。听完，把三个问题问一遍。他答得清楚，你就多了一个可以商量的人。他答不清楚，你就多了一份小心。两样结果，对你都有用。

这就是这本书想留给你的：不是一个结论，是一副能一直用下去的眼力。

你家的屋顶朝哪边？白天家里有没有人用电？手里的钱，够不够全款？这些问题，书里没有替你答。它们的答案，只有你站在自家院子里，抬头看一眼屋顶，才答得出来。

答出来以后，再翻回去，找那一章。需要问供电所的，去问。需要算账的，拿笔算。需要请人看合同的，把合同拍下来。

一步一步来，没有哪一步需要你冒险。

◆ 五、屋顶上的那片蓝

王桂香的鸡，还是二十来只。

有一天傍晚，她在院里喂鸡，抬头看了一眼屋顶，对周长顺说：「那板子，倒像是给咱家戴了顶帽子。」

周长顺没有接话，嘴角动了一下。

他想起了很多年前，在地里干活，天热，他把草帽扣在头上。那时候，他并不知道光是什么，电是什么，只知道太阳晒得人睁不开眼，一顶帽子，能凉快一点。

现在，屋顶上的这顶「帽子」，把太阳光接住，一部分变成了电，一部分变成了荫凉。夜里，它不放光，也不放射什么。它只是在那里，等着第二天的太阳。

日子里的事，有时候就是这样。人怕的，往往是没有弄清的东西。弄清了，怕就小了。弄清了，还得继续算，算清楚了，才能好好过日子。

愿你家的屋顶，也能有一片安安稳稳的蓝。

愿你每次抬头，看见的是阳光，而不是一个传来传去的谣言。

参 考 资 料

下列资料按类别列出：政策文件，新闻报道，研究文献。书中数字以这些资料为准，链接查阅于 2026 年 10 月；个别标准、报告未附链接，请到发布单位网站查原文。

◆ 一、政策文件

1. 国家发展改革委、国家能源局：《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》（发改价格〔2025〕136 号），2025 年 2 月 9 日。解读见第一财经：<https://www.yicai.com/news/102466972.html>
2. 国家能源局：《分布式光伏发电开发建设管理办法》（国能发新能规〔2025〕7 号），2025 年 1 月。全文（内蒙古能源局转发）：<https://nmngxny.com/static/upload/file/20250206/1738806036386845.doc>
3. 国家能源局：《关于进一步组织实施好「千家万户沐光行动」的通知》（国能综通新能〔2025〕44 号），2025 年 3 月。见中国城市报 2025-03-31：https://paper.people.com.cn/zgcsb/pc/content/202503/31/content_30065117.html
4. 山西省：2025 年分布式光伏实施细则。见索比光伏网：<https://cn.solarbe.com/news/20250702/50003533.html>
5. 工信部等六部门：《关于促进光伏组件综合利用的指导意见》，2026 年 3 月 3 日。见界面新闻：<https://www.jiemian.com/article/14064999.html>

6. 国家发展改革委等部门：《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》，2023 年。
7. 工信部：《光伏组件安全要求》《光伏组件铭牌标识要求》强制性国家标准，2026 年 5 月 25 日发布，2027 年 6 月 1 日起实施。
8. 国家能源局：《户用光伏建设运行百问百答（2022 年版）》。
9. 国家标准：《电磁环境控制限值》（GB 8702—2014）。

◆ 二、新闻报道

1. 科技日报／新华网，2025-09-09，《太阳能板的辐射有害健康吗》：
[https://www.news.cn/politics/
20250909/0ca9c9e5db8640939c8b5c6c657647ea/c.html](https://www.news.cn/politics/20250909/0ca9c9e5db8640939c8b5c6c657647ea/c.html)
2. 人民日报，2023-11-15（据国家能源局）：[https://paper.people.com.cn/
rmrb/html/2023-11/15/nw.D110000renmrb_20231115_2-14.htm](https://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-11/15/nw.D110000renmrb_20231115_2-14.htm)
3. 中证网，2024-04-10（户均增收约 2000 元）：[https://cs.com.cn/xwzx/
hg/202404/t20240410_6400648.html](https://cs.com.cn/xwzx/hg/202404/t20240410_6400648.html)
4. 中证网，2024-04-24（「阳光银行」）：[https://cs.com.cn/esg/202404/
t20240424_6404617.html](https://cs.com.cn/esg/202404/t20240424_6404617.html)
5. 界面新闻（分布式光伏累计 3.7 亿千瓦）：[https://m.jiemian.com/
article/12287425.html](https://m.jiemian.com/article/12287425.html)
6. 国家能源局 2025 年光伏建设情况，IT之家转载：[https://
www.ithome.com/0/922/711.htm](https://www.ithome.com/0/922/711.htm)

7. 中国能源报, 2026-08-24 (136 号文一年半) : https://paper.people.com.cn/zgnyb/pc/content/202608/24/content_30177380.html
8. 中国能源报, 2026-08-24 (国际可再生能源署报告) : https://paper.people.com.cn/zgnyb/pc/content/202608/24/content_30177386.html
9. 北极星分布式光伏/新浪, 2025-06-24 (山东电价) : <https://finance.sina.cn/2025-06-24/detail-infceruk3287400.d.html>
10. 36氪, 2022-04-02 (农村屋顶光伏乱象) : <https://www.36kr.com/p/1666946247038977>
11. 中新网, 2021-12-15: <https://www.chinanews.com.cn/sh/2021/12-15/9629909.shtml>
12. 澎湃, 2022-02-24: https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_16842027
13. 中国能源报, 2020-09-28 (甘肃通渭) : https://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2020-09/28/content_2011683.htm
14. 中国能源报, 2017-03-20 (河北德胜村) : https://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2017-03/20/content_1759555.htm
15. 前瞻网 (「十三五」第一批光伏扶贫) : <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/190328-52f64091.html>
16. 新华网, 2025-05-13 (安徽匀光板) : <https://www.news.cn/local/20250513/274ae54eeb7b4a358ce8561e2a653857/c.html>

17. 中国能源报, 2021-05-03 (河北冀州农光互补): https://paper.people.com.cn/zgnybwap/html/2021-05/03/content_3047277.htm
18. 大众新闻 (山东曹县渔光互补): <https://m.dzplus.dzng.com/share/general/0/NEWS2506860TECDWXAYPZYEQ>
19. 凤凰网 (重庆云阳天麻): <https://news.ifeng.com/c/8jQM6wQubUc>
20. 新浪财经 (山香圆、朱兴昌): <https://cj.sina.com.cn/articles/view/1784473157/6a5ce64502003g49e>
21. 界面新闻 (板下种水稻减产): <https://m.jiemian.com/article/2593615.html>
22. 投资界, 2025-01 (分布式光伏红区): <https://news.pedaily.cn/202501/545279.shtml>
23. 澎湃, 2026-01-30 (储能): https://m.thepaper.cn/newsDetail_forward_32500938
24. 每日经济新闻, 2020-10-19 (农村电网): <https://www.nbd.com.cn/articles/2020-10-19/1526740.html>

◆ 三、研究文献

1. 中伦律师事务所: 《屋顶分布式光伏典型争议》: <https://www.zhonglun.com/research/articles/15823.html>
2. Kleissl 团队 (美国加州大学圣迭戈分校): 光伏板对屋顶隔热作用的热成像研究, 《Solar Energy》。报道见 Eco-Business: <https://www.eco->

business.com/id/news/roof-top-solar-panels-boost-building-insulation-by-more-than-a-third/

3. 亚热带湿热地区屋顶热性能对比实验，2025 年：<https://coolrooftoolkit.org/knowledgebase/thermal-performance-analysis-for-roofs-with-heat-mitigation-strategies-in-subtropical-hot-and-humid-regions/>
4. 国际非电离辐射防护委员会（ICNIRP）：《限制时变电场和磁场（1 Hz—100 kHz）暴露的导则》，2010 年。
5. 中国光伏行业协会：组件退役量预测（见《关于促进光伏组件综合利用的指导意见》相关报道）。

附 录

本书后面有四件附录：附录一把最常被问到的十个问题，用几句话答完；附录二把书中的数字逐条列出，写明说法、出处和所在章；附录三是一张签约之前对着看的清单；附录四是一本小词典，把书里的专门词用一两句话讲明白。

附录一

常见十问速答

一问：光伏板有辐射吗？

有一点点电磁场，没有能伤人的那种辐射。光伏板吸的是阳光，不会放射。科技日报 2025 年的实测，检测仪紧贴组件，磁场约 0.02 微特斯拉，国标限值是 100 微特斯拉，约为限值的五千分之一。详见第 2 章至第 5 章。

二问：逆变器旁边能不能住人？

能。逆变器工作时会有点 50 赫兹的电磁场，距离一远就迅速减弱。户用逆变器要过电磁兼容的要求。装的时候，选通风、好检修的地方，不要贴着卧室床头，这是为了散热和检修方便，不是为了防辐射。详见第 5 章。

三问：孕妇、老人、孩子能住在装了板子的屋子里吗？

同一套物理，同一套标准，不会因为孕妇或孩子就变了。「孕妇要远离」这句话，没有可靠的测量或研究支持。身体真有不舒服，请去看医生。详见第 9 章。

四问：装了板子，屋顶会更热吗？

白天，板子像一把遮阳伞，板下面的屋顶反而更凉。美国加州大学圣迭戈分校的研究测到，板下的天花板比裸露屋顶下面低约 2.8 摄氏度。夏天单论降温，白色反射涂料可能更好一点，这一点也要老实说。详见第 7 章。

五问：板子晃眼吗？会不会引起雷击、着火？

组件表面做了减反射处理，反射掉的光等于白扔的电，厂家并不想让它反光。真正要防的是电和结构：接线端子虚接、直流电弧、接地和防雷、屋顶承重、抗风压。办法是找有资质的电工，按规范装。详见第 6 章和第 8 章。

六问：一年能发多少电？能挣多少钱？

在中国，每千瓦装机一年大约发 1000—1500 千瓦时，光照好的地方偏高，阴雨多的地方偏低。2023 年国家发展改革委的报告说，户用光伏覆盖农户均年收入增加约 2000 元，那是全国平均数，不是你家的保证。你家的账，要用自己的屋顶、用电习惯和本省电价来算。详见第 11 章。

七问：现在新装，还像过去那样稳赚吗？

不能这样说。2025 年的 136 号文之后，新能源上网电价主要由市场形成，对新装的分布式项目，收益比过去更不确定，各省细则差别很大。自己用掉的电省下的是买电的钱，不受上网电价影响。具体以本省细则为准。详见第 13 章。

八问：「免费安装」「贷款不用你还」可信吗？

要格外小心。有的经销商说，跟我们去银行办光伏贷，就能免费安装，电费还贷，十年后设备归你。实际上你成了借款人，发电不够还的时候，还款还是你的。签字之前，先看清谁是借款人。详见第 14 章和第 15 章，以及附录三。

九问：板子坏了、用旧了，去哪儿处理？

组件一般设计寿命 25—30 年。到期的板子含玻璃、铝、硅、银等可回收的材料，也含铅等要规范处理的东西。不要卖给小作坊乱拆，留好购买凭证，

找厂家或正规回收。2026 年 3 月六部门已印发促进光伏组件综合利用的指导意见。详见第 21 章和第 22 章。

十问：我家这一片电网接得进去吗？

要问供电所，不能靠猜。有的地方分布式光伏可接入容量已经用完，叫「红区」，据报道自 2024 年以来超过 400 个县域出现过这种情况，不完全统计。先问能不能接，再买板子。详见第 19 章。

附录二

数据与出处核验表

本表列出正文用到的主要数字和说法，注明出处与所在章，方便你自己回头核对。数字照出处抄录，说法用本书的话转述。标〔核〕的是通行口径，标〔待核〕的以具体合同或本省细则为准。

数字	说法	出处	所在章
0.02 微特斯拉	检测仪紧贴光伏组件，实测磁场约 0.02 微特斯拉	科技日报 2025-09-09（新华网转载）	第 5 章
100 微特斯拉	国家标准对公众曝露的工频磁场限值；实测约为限值的五千分之一	《电磁环境控制限值》（GB 8702—2014），科技日报同上	第 5 章
0.026／0.08 ／1.4／8.5 微 特斯拉	贴近测：办公电脑、家用冰箱、空调室外机、电烧水壶；测试环境有干扰	科技日报 2025-09-09	第 5 章
羽毛与棍子	电磁辐射像羽毛轻碰，电离辐射像棍子打人；太阳能热水器不涉及电流	科技日报 2025-09-09，许洪华（转述）	第 2、3 章
两条流言	「整栋楼癌症高发」「孕妇要远离」	科技日报 2025-09-09 开头	第 1 章
逆变器电磁兼容	靠屏蔽和滤波控制在安全范围；户用逆变器属 B 类（民用）设备〔核：据厂商资料〕	科技日报 2025-09-09；NB/T 32004	第 5 章
200 微特斯拉	50 赫兹工频磁场对公众的参考水平〔核：通行口径〕	ICNIRP 2010 年导则	第 5 章
25—65 微特 斯拉	地球磁场，各地不同	通行物理常识	第 4 章
		物理常识	第 2 章

数字	说法	出处	所在章
1.7—3.1 电子伏	可见光光子能量；电离辐射一般要十几电子伏以上		
1.12 电子伏	硅的禁带宽度，硅能吃进可见光的原因	物理常识	第 4 章
组件构成	电池片、玻璃、背板、接线盒，加 EVA 胶膜与铝边框；晶硅组件不含放射性物质	科技日报 2025-09-09；常识补充	第 3 章
500 万户／5000 亿元	截至 2023 年 9 月底，农村户用光伏安装超过 500 万户，带动投资超过 5000 亿元	人民日报 2023-11-15（据国家能源局）	前言
2448／2084／1666 万千瓦	截至 2023 年 9 月底山东、河南、河北户用光伏累计，合计约占全国六成	人民日报 2023-11-15	第 19 章
2000 元	户用光伏覆盖农户户均年收入增加约 2000 元（2023 年口径，平均数）	国家发展改革委报告；中证网 2024-04-10	第 11 章
3.7 亿千瓦／5 元→0.7 元	截至 2024 年底分布式光伏累计；组件价格由约 5 元/瓦降到约 0.7 元/瓦	国家能源局；界面新闻	第 23 章
12 亿千瓦	2025 年底全国光伏累计；风光合计超过 18 亿千瓦，超过火电	国家能源局，IT之家转	第 23 章
1000—1500 千瓦时	每千瓦装机一年大约发电量，看当地〔核：通行口径〕	通行口径	第 11 章
300 克标准煤	全国火电供电煤耗约每千瓦时 300 克上下〔核：通行口径〕	通行口径	第 23 章
三种上网方式	全额上网、全部自发自用、自发自用余电上网；自然人户用并网电压不超过 380 伏	《分布式光伏发电开发建设管理办法》（国能发新能规〔2025〕7 号）	第 12 章
以自然人名义备案	有项目以自然人名义备案、实际由企业开发，需规范（转述大意）	中国城市报 2025-03-31，潘慧敏	第 15 章
			第 13 章

数字	说法	出处	所在章
2025 年 6 月 1 日	新老划断：之前并网为存量，之后为增量；机制电价差价多退少补	发改价格〔2025〕136 号； 第一财经解读	
0.4155/ 0.3963/ 0.259 元	2026 年上海、重庆、新疆的机制电价，各省差别很大	各地竞价结果报道	第 13 章
0.11/0.03/ 0.3949 元	山东 2024 年 11 月光伏月均现货价、最低价、燃煤基准价	北极星分布式光伏， 2025-06-24	第 13 章
同比下降 66%/62.6%	2026 年上半年光伏新增并网约 7176.8 万千瓦，分布式 4222.1 万千瓦	国家能源局数据；中国能源报 2026-08-24	第 13 章
7% 和 9%； 约 80%	分布式项目可出清电量与装机占比；多地增量项目约 80% 电量享受机制电价	中国能源报 2026-08-24	第 13 章
0.42 元/1.08 元	2013 年分布式度电补贴；2017 年德胜村村级电站电价（补贴年代）	澎湃新闻 2022-02-24；中国能源报 2017-03-20	第 13、 16 章
三种模式	合作开发（租屋顶）、光伏贷与融资租赁、全款购买	国家能源局《户用光伏建设运行百问百答（2022 年版）》	第 14 章
光伏贷说法	「免费安装、电费还贷」的实际是让农户成为借款人	36氪 2022-04-02；中新网 2021-12-15；澎湃 2022-02-24	第 15 章
租屋顶风险	二十多年里房屋可能被拆迁、抵押、查封或易主	中伦律所研究	第 14 章
8689 个/ 4.19 吉瓦	「十三五」第一批村级光伏扶贫电站；14556 个建档立卡贫困村	前瞻	第 16、 24 章
16.24 万千瓦 /198 个村	通渭县光伏扶贫电站；9 万千瓦村级电站发电 1.8 亿千瓦时，电费 1.4 亿元	中国能源报 2020-09-28	第 16、 24 章
400 千瓦/ 64.8 万元	德胜村电站，补贴年代电价，年收入约 64.8 万元	中国能源报 2017-03-20	第 16 章

数字	说法	出处	所在章
重建设、轻运维	光伏扶贫的问题：配电网滞后、融资难、成本高、运维弱	光伏扶贫报道	第 16、24 章
25%；2.5 米；4 米；6.5 米	匀光板方案板下光照提升超过 25%；冀州项目组件最低沿 2.5 米、桩基列间距大于 4 米、行间距大于 6.5 米	新华网 2025-05-13；中国能源报 2021-05-03	第 17 章
2000 亩／约 20 万元	曹县渔光互补基地；承包 300 亩鱼塘年收入约 20 万元	大众新闻	第 17、24 章
5600 块／40 余名	云阳鸡鸣村光伏板数量、带动务工人员；板下种乌天麻	凤凰网	第 24 章
15 度／2.6 米／20 万元	山香圆项目板子倾角与最低点高度；朱兴昌拿到 20 万元土地流转金	新浪（中新网转）	第 24 章
板下种水稻减产	照搬模式种水稻减产；半天有光的地适合喜光耐阴蔬菜	界面新闻	第 17 章
阳光银行	庐江县西城村村民把屋顶光伏叫作「阳光银行」	人民日报 2024-04；中证网 2024-04-24	第 11 章
红区 400 个县城	2024 年以来超过 400 个县域出现可接入容量为零的「红区」（不完全统计）	投资界 2025-01	第 19 章
1.36 亿千瓦	截至 2025 年底全国新型储能装机	国家能源局；澎湃 2026-01-30	第 19 章
50 多小时→约 15 小时	农村平均停电时间由 2015 年降到 2020 年；户均配电容量 1.67→2.7 千伏安	每日经济新闻 2020-10-19	第 16、19、25 章
整县推进与沐光行动	2021 年 6 月启动试点；56 个县（市、区）完成试点目标	国能综通新能〔2025〕44 号；中国城市报	第 20 章
以行政村为单元	山西 2025 年实施细则鼓励非自然人户用集中汇流	索比光伏网	第 20 章
约 2.8 摄氏度			第 7 章

数字	说法	出处	所在章
	板下天花板白天比裸露屋顶下低约华氏 5 度；省下空调费相当于板价约 5%	UCSD, Kleissl 团队, 《Solar Energy》	
1.5—1.6 摄氏度	亚热带实验：白色反射涂料屋顶夏天更凉一点	2025 年亚热带屋顶对比实验	第 7 章
2027 年 6 月 1 日	两项光伏组件强制性国家标准实施日期	工信部, 2026-05-25	第 8 章
25—30 年	组件设计寿命；首年衰减约 1%—2%，之后每年约 0.4%—0.55% 〔待核：以合同为准〕	厂商质保常见口径	第 21 章
2030 年／18 吉瓦／140 万吨	退役潮高峰预测；2040 年累计约 253 吉瓦、约 2000 万吨	《关于促进光伏组件综合利用的指导意见》；中国光伏行业协会	第 22 章
300 万吨	预计 2035 年全球每年退役组件超过 300 万吨	IRENA 2026 年报告；中国能源报 2026-08-24	第 22 章

附录三

签约前检查清单

这张清单对应第 15 章的七件事，签字之前一项项对着看。看不明白的，把合同拍照，请供电所、县能源主管部门，或者正规银行网点的人帮你看。不要当场签，也不要被催着签。

一、七件事，一件不能少

序号	要问清的事	为什么	问谁、看哪里	看到这些说法，先停下
1	谁是借款人	借款人要还钱，不管发多少电	合同的借款条款、银行的借款合同	「免费安装」「电费还贷」「不用你出钱」
2	备案用谁的名字	备案名字关系到收益归谁、责任归谁	备案文件、供电所	「用你的身份证就行，你不用管」
3	设备的品牌、型号、质保	板子和逆变器是二十多年的东西	合同的设备清单、质保书	只写「正规大厂」，不写型号
4	发电量承诺的依据	发多少电决定能挣多少	合同附件、当地光照资料	「保证每年多少钱」，却讲不出怎么算
5	运维谁管、多久来一次	脏了、坏了没人管，收入就打折	合同的运维条款	「你有事打电话」，没有写明责任
6	屋顶出了事谁负责	漏水、被风吹掉、起火，都要有人担	合同的责任条款、保险单	责任条款空着，或全写在你一边
7	合同期满设备归谁	二十多年以后，板子是谁的	合同的期满条款	「十年后归你」却没写进合同

二、签约之前

- 先去供电所问：我家这一片线路和变压器，还能不能接新的光伏？是不是「红区」？
- 问清并网要不要改线、换表，费用谁出。
- 问清本省现行的新装项目怎么结算上网电量，按「以本省细则为准」去问，不要听别人转述。
- 把你家一年的用电量、白天用电情况整理出来，用来算自用多少、卖出多少。
- 查屋顶：房子结不结实，有没有拆迁、抵押、查封的可能，产权是谁的。
- 如果是租屋顶，问清楚房子被拆、被抵押、被查封之后，合同怎么办。
- 让对方把所有口头承诺写进合同，写不进去的，当作没说。
- 请一位懂行的人帮你看一遍合同，哪怕只是一个在银行、在供电所工作的熟人。

三、签约时

- 逐页看，逐页签，不留空白页。
- 不要带着身份证、银行卡、手机验证码，去一个你没问清的地方。
- 不要在对方的手机上扫码、点链接签字。
- 合同、发票、质保书、设备清单、备案文件，各留一份原件或清楚的照片。
- 付款只付到合同上写明的公司账户，不付给个人。

四、装好以后

- 装好后，要有验收，有并网的手续，有换表。
- 手机里装好发电 App，记下装好第一个月的发电量，之后每月对一对。
- 发电量比同村同样的板子明显偏低时，先清洁、查遮挡，再找安装方；找不到人，找供电所。
- 板子别自己上去踩，擦洗用清水和软刷。
- 把所有凭证放在一个袋子里，二十多年后换板子、回收，都用得上。

五、一句话底线

没有问清谁出钱、谁备案、谁运维、谁担责、到期归谁，就不要签。

附录四

小词典

电离辐射 能量大到足以把分子里的电子打掉的辐射，如 X 射线、伽马射线。光伏板身上没有它。

非电离辐射 能量不够打掉电子的电磁波，可见光、无线电、家用电器的电磁场都属此类。

光子 光的最小一份能量。光子的能量大小，决定它能不能打坏分子。

电子伏 衡量光子能量的单位。硅的门槛约 1.12 电子伏。

微特斯拉 衡量磁场强弱的单位，写作 μT 。读检测仪时，先看单位。

工频 交流电每秒变化的频率，我国是 50 赫兹。

组件 一块光伏板的正式叫法，含玻璃、胶膜、电池片、背板、铝框和接线盒。

逆变器 把组件发出的直流电变成家用交流电的设备，常装在屋外墙边或通风处。

千瓦 功率单位，说的是水管有多粗。

千瓦时 电量单位，俗称「度」，说的是一段时间里流过多少水。

装机容量 一套光伏系统的额定功率，用千瓦或兆瓦、吉瓦表示。

全额上网 发的电全部卖给电网。

自发自用、余电上网 先自己用，用不完的卖出去。自用省下的是买电价。

机制电价 新能源电量按市场卖出后，与约定价格之间差价多退少补的结算价。各省不同。

存量与增量 以 2025 年 6 月 1 日为界，此前并网的是存量，此后并网的是增量。

光伏贷 由农户出面向银行借款装光伏的贷款，借款人是农户本人。

备案 向有关部门登记项目，名字写谁，谁就是项目的业主。

红区 配电网接不下更多分布式光伏的地区，可接入容量为零。

农光互补、渔光互补 板上发电，板下种植或养殖。

衰减 组件发电能力逐年的缓慢下降。

退役 组件到了寿命或损坏后拆下，需要规范回收。

后 记

这本书是怎么写成的，想在这里说一说。

书里的判断与选题，由王德生给出。他提出：农村光伏的事，要先从「辐射」这个词讲起，把它掰开，让农村的读者看明白；再把重点放在好处上，放在钱和合同上，放在村子和长远上。这个次序，是他定的。

文字由 AI 协作成稿，全文再经他审定。书里的周家湾和周长顺一家，还有刘红梅、马师傅，都是虚构的人物。他们只负责陪你走一遍，不负责证明什么。

书里用到的数字，来自公开报道与政策文件，包括科技日报、人民日报、中国能源报、国家能源局和国家发展改革委的通知等。书后附有数据与出处核验表，你可以逐条对。拿不准的地方，书里已经标出，请以你本省、本合同的规定为准。

这本书没有给你诊断，也没有替你算死一笔账。电价和政策，各省不同，也会变，书里写的是写书时的样子，用的时候请以本省最新的细则为准。身体真有不舒服，请去看医生；合同真要签，请去问供电所、问银行、问懂行的人。

书里的说法，若被新的可靠测量或可靠研究推翻，我们愿意改。导读里已经写明，什么情况下第一编需要重写。我们不怕被指出错，怕的是错了没人说。

还要说一句谢。谢谢那些把测量结果、把调研、把经验写成报道、写成文件的人。这本书只是把它们放在一起，用大白话说给你听。哪里说得不对，错在本书，不在他们。

读这本书，不用从头读到尾。想弄清辐射的，读第一编；想算账的，读第三编；当了村干部的，读第四编。哪一章用得上，就翻哪一章。读完了，把书借给邻居也好，放在小卖部门口的桌上也好，谣言怕的是有人坐下来，一条一条地对。

最后，有一个请求。如果你家装了光伏，无论好事坏事，请把你的经历写下来，寄给德麦国际出版社。一户人家的真事，比一百条道理都有分量。你家的板子发得怎么样？合同里有没有哪一条，当初没看懂，后来才明白？这些，都值得写。下一版，我们想把它们写进去。

这本书从一个谣言开始，到这里结束。写它的时候，我们一直想着一个坐在村口小卖部门前的人，他话不多，认死理，要的不是漂亮话，是一个能拿去和邻居对一对的说法。

要说的话只有一句：先弄清怕的是什么。

一句话

光伏板只吸光、不放射；真正要算清的，不是辐射，是电价和合同。

村口传开一句话：装了板子，人会得病。

本书先用物理讲清两种辐射，再拿检测仪的读数和国家标准对一对：贴着光伏板测，磁场约为国标限值的五千分之一。

下半本讲农村光伏的好处——屋顶的电费账、村集体的收入、板下种养、回乡的手艺——也老实交代光伏贷的坑、电价市场化和电网接不进的难处。五编二十五章，约 9 万字。

先弄清怕的是什么，再决定怕不怕。

德麦国际出版社 · Demai International Press

德麦国际专著第 441 号

定价 US\$20.00

ISBN 979-8-90690-635-9



9 798906 906359