



科学现场

## 万里高铁一线牵

王立天  
受访者供图12月2日,黑龙江省牡丹江市,一列动车组列车行驶在沈佳高铁牡丹江至佳木斯段。12月6日,我国最东端高铁——牡佳高铁正式开通运营,进一步完善了我国东北地区高速铁路网。  
视觉中国供图

我们试一试。

半年后,一根指标很漂亮的铬锆铜导线在实验室诞生了。我当时兴奋得不得了。王立天回忆。不过他很快发现,那基本上是一场空欢喜,因为实验室研究和实现产业化相差了十万八千里,假如说产业化要走100步,那么实验室可能只走了前面5步到10步。

没人知道去哪儿能找到一个工厂,把这根导线生产出来。当时不存在那样一个工厂,拥有足够大且耐超高温的各种冶炼炉、冷却结晶器及高强度的模具。而这是生产单根1500米长且零缺陷的超长导线不可或缺的。在河北邢台的一家工厂,王立天带着一群年轻技术员从各种生产工具开始设计。这位电化院的总工程师成了守在加工炉边时间最长的人。

在他眼里,把几十吨重的铜和其他金属冶炼加工成细细长长的电线,其实与做一碗面条的工艺大同小异。他做出一个打鸡蛋的动作来演示和面的过程,如果把鸡蛋加到面粉里,和出来的面就更劲道,这其实是加杂质的过程,目的是强化。我们加入铬和锆,这是第一步。

他开始揉面,面要使劲揉,把里面的面疙瘩都揉开。对金属而言,就是要让里面的晶体在挤压后变得更小,拉出来的面条就能更加光滑。

接下来是关键一步——让导电率和强度同时改善,这支团队提出了析出强化是实现铜合金高强的思路。这个过程,如同把面条放进开水里煮熟。

原本铬锆铜三种元素混在一起的金属面条,经过2个小时以上400摄氏度高温加热,其中铬和锆达到饱和析出,金属原子重新整齐地排在一起,就像钢筋混凝土中一根根钢筋彼此相连,支撑起合金的整体强度,而铜金属则变得更加纯净,让电子可以顺畅地快速通过。

来自面条的灵感,让这支团队走出了一条与国外传统铸造工艺完全不同的办法,独创了铜铬锆导线连铸连挤连拉制备技术。他们不断尝试简化制作流程,让工艺更优、成本更低。

设计者们遇到了各种意想不到的困难。他们不得不逐一设计出塞满整整一个工厂的装备,那些大家伙都是生产小小导线必不可少的。

为了给真空冶炼炉找到合适的材料做炉壁,他们几乎把全世界能找到的材料都试了一遍。花了200万元元定做的透热炉,刚放进第一根金属棒,温度升至900摄氏度时,金属棒突然加速旋转,瞬间把炉子打碎,支离破碎的残骸四处飞溅。

越来越多人提出质疑,觉得这条路走不通。有同行冷嘲热讽,认为王立天就是

在忽悠,团队里的一些年轻博士、硕士也纷纷离开。

一位年轻人临走前问王立天,日本人已经干了20年了,到现在还没上线,我们中国人能干出来吗?

他没有回答。如今回过头来看,很多当初看起来无法解决的难题,不过是捅破一层窗户纸的事。

王立天捅破窗户纸那天,差点丢了性命。实验做到了深夜,零点过后,突然有技术人员跑去告诉他,结晶器漏水了。如果水进入炉子,碰到1000多摄氏度高温,会迅速分解成氢气和氧气,发生爆炸,整个楼都会炸掉,每个人都死无葬身之地。他们跑过去一看,吃了一惊,漏水的结晶器意外地拉出了一段非常光滑的电线。

王立天跟厂长商量,我们再等5到10分钟,看看能不能出来好东西。作出这个决定时,站在上千摄氏度高温的炉子旁,他感到后背发凉,要么就成了,要么就炸上天,没人说话,也没人离开,最后产生的那一段电线,检测结果显示所有指标都达到预期。

他们意识到,原来是结晶器设计的水场分布不合理,而漏水恰好使得水路重新分布,阴错阳差带着他们走出困境。

此时,距离截止期限只剩2个月,团队几乎已经被逼到悬崖边上。按照计划,他们

希望这条导线在2010年的京沪高铁先导段上使用。

当时40岁出头的王立天,头发白了很多,头发大把掉,人老得没法看。看着价值上千万的铜一次次变成废料,他对身边的厂长开玩笑,真做不成,咱俩能一起跳楼了。

还有些代价是无法挽回的。因为迟迟做不出合适的导线,孟亮教授急得突发脑出血,做了开颅手术才保住性命。

一位大学刚毕业的小伙子,操作时不慎把手卷入金属削皮机里,当场四个指头都没了。

王立天向后靠向椅背,深深叹了一口气,有时总觉得欠别人的情。

2010年,这根铬锆铜导线被用于京沪线先导段,推动着中国高铁跑出了486.1公里的当时世界最高时速。几乎同一时间,日本研发的同类导线也上线运行。

他们用了18年,我们不到4年,而且成本更低。王立天说,研发铬锆铜导线的时候,团队按照创新工艺同步研发了国产镁铜导线,以及与两种导线匹配的接触网全套产品。

此后10多年间,中国高铁不断扩张。今天,在中国版图上纵横交错的高铁线路总长已超过3.79万公里,这些线路其中一半是在最近5年完成的。

高铁开多远,导线就有多长。在今天的

中国,高铁接触网导线的总长,差不多可以绕地球赤道一圈。

可以说,我们研发的铬锆铜导线和镁铜导线支撑了我国高铁的建设。王立天说。这支团队研发的系列导线产品已在京沪、武广等30多条线路上使用,覆盖运营里程超过1.3万公里,影响着三分之一中国高铁的运行。2010年至今,因国产化替代减少的工程造价逾100亿元。

自京沪高铁开始,中国高铁牵引供电技术实现了完全自主创新和装备产品国产化。

2020年,王立天的团队凭借“高速铁路用高强高导接触网导线关键技术及应用”项目,获得了国家科技进步二等奖。

按照京沪线测算,使用铬锆铜导线全生命周期的成本,只有镁铜导线的一半。繁忙的京沪线把80%以上的线路铺在桥上,让列车跨越山河湖海和人口稠密的城市,串起中国经济最活跃城市间的黄金通道。

某种意义上,这根导线牵引着一个加速奔跑的国家。

在幅员辽阔的中国,高铁穿过崇山峻岭、城镇村庄,一天之内就可能经历烈日风雪、四季变换,全程必须保证持续安全的电力驱动。

子弹头列车上的乘客其实是在陆地飞行,高铁在几分钟内就能提速到飞机起飞时的速度。

据王立天介绍,对这根导线的研究一直在持续。新一代铬锆铜导线的导电率和强度再次刷新了世界纪录,且更节能、成本更低,已经为发展时速400公里以上的高速铁路提供了技术支持。

近几年,王立天主持研发了高铁接触网的防雷系统,眼下正着手研究用于接触网施工、维修的智能机器人。总之,要想尽一切办法守好这根“高铁生命线”。

多年后,他仍不时想起那个年轻人退出时的发问,我们中国人能干出来吗?

他说,自己内心的答案一直没变。不过,这个世界上最大强度和张力的接触网依然有脆弱的时候。尽管每年耗费了大量的人力物力,但依然无法避免一些五花八门的入侵者的威胁。人们尝试用闪光灯或者噪音吓唬过鸟儿,只起到短暂的效果。

王立天说,有国外同行曾尝试用大风扇把鸟窝从接触网上吹走,可鸟类是天生的建筑专家,它们搭的窝非常符合工程力学,10级大风都吹不动。拆除这些鸟窝需要一笔不小的花费。工人只能在断电停运时干活儿,根据测算,平均每拆一个鸟窝的成本在千元左右。

在更高的车速区间内,这些工程师战胜了鸟窝,但对于鸟类的挑衅,科学暂时无可奈何。

(记者耿学清对本文有贡献)

当地时间12月3日,老挝首都万象,一列从昆明站始发的中老铁路列车抵达。当日,中老铁路全线开通运营。  
视觉中国供图

影音书画

## 一朵花儿的盛开

自由的生活。当时,安妮年仅13岁。然而年幼的她对生活保持着一种惊人的坚强态度。她面临着生活和成长中的种种困惑,无法理解自己的家人、战争的阴影和对被发现的恐惧、物资匮乏、生活不便、爱情的波折、成长的困惑……种种事件与情绪摧残着她,也磨炼着她。经历着这一切的安妮从未被打倒,她变得越来越坚韧、成熟,对自我和他人的关系也有了更为深刻的认识。

安妮一家躲藏的阁楼,位于安妮父亲公司的大楼里,大楼白天有员工进出,为了不被发现,他们必须隐藏自己的所有生活痕迹,小心翼翼地生活起居。无论是饮食、洗漱还是工作、休息,他们都要忍受极大的限制以及随之而来的恐惧。安妮却从未曾在日记中抱怨过。她感到自己能有一个安全的环境已是极大的幸运,不仅如此,她还为同族的痛苦感到一种真切的负

罪感。

让安妮痛苦的更多是在精神层面。在那样一个逼仄的环境里,安妮时刻需要面临母亲和同住之人的贬低与指责。她成为一个自私、幼稚又粗鲁的小女孩儿,总是被斥责和告诫。这些曾一度让她十分烦恼。她没有自己的房间,在哪里都躲不开这样的言语,外面的世界又是那样的危险、混乱,一步也不得踏足。可以说,她无处可去。无法理解自己的母亲让她痛苦,总是试图教导自己的父亲也让她失望。她感到没有人可以倾听自己的心声,这也让她置身于许多人之中,却总是备感烦闷与孤独。

为了摆脱精神上的压抑与沮丧,安妮做了许多积极有益的尝试。她努力学习记等课程,勤勉地读书、研究、写作;那些无法与人沟通的想法,她便记到日记里,就这样,她为自己的情绪寻找到了一个

创造性的出口。

在阁楼生活了一年多之后,她开始对同住的男孩彼得产生了强烈而美好的感情。她希望能摆脱孤单与绝望的境地,也希望自己的情感世界能有一些别样的涟漪。最重要的是,她需要朋友,一个能与自己平等相处、能喜欢她自身又能与她精神共鸣的朋友。只是后来安妮才发现,彼得并非这样一个朋友。

住进阁楼两年多以来,即使生活与情感多有波折,安妮也始终怀着对生活的热爱与对未来的希望。然而,只要我仰望苍穹,我就仍然相信一切都会变好,相信残酷必会结束,相信和平与安宁定将复返。与此同时,我一定要坚持自己的理想,我将把它们实现的那一刻也许即将来临。这段话可以说是安妮心声的真实吐露。在成长过程中,安妮对父母有了更多的认识,也逐渐走出了往日的困扰。她变

得更加自信也更加坚定,她想要体验多彩的世界,想成为记者、作家,过上一种广阔的生活。随着反攻的进行,这一切都显得充满了可能性。

然而,安妮的生命消逝在了战争胜利的前一刻。

一个如此鲜活美好的生命为战争所吞噬,让读者深深地思索战争及其带来的惨烈代价。如果悲剧是把美好的东西毁灭给人看,那么这本日记就是让人知晓一朵花儿覆灭的结局之后,再亲眼去看这朵花儿如何盛开。她盛开得越光鲜灿烂,这结局也越让人长声悲叹。

这本日记就以这样的方式叩问着战争的意义、战争的代价。有许许多多像安妮这样的人,活生生地被折断了未来。绝大多数人甚至不能留下只言片语,他们成为伤亡的一个数字,空中的一缕尘埃。战争结束了,没有人记得他们的名字和他们的

故事。

这本日记则为那段历史提供了一个让人难以忽略的注脚,以记述一个人如何面对苦难生活的方式。那些细小琐碎的烦恼,那些稚气未脱的话语和那些真诚勇敢的自白,都让人铭记,每一条生命都是那样热烈地生活过、存在过。他们绝不是可以被一笔带过的历史碎片,他们是有着自己的爱恨的、有着完整世界的人。

人,不可以被屠杀,人,不可以被毁灭。或许这是常识,或许,常识更需要被反复讲述。因为没有人知道什么时候常识会被突然颠覆,世界又会瞬间变成什么样子。又或许,小小阁楼里小小的人,也能绽放出人性最庄严深远的辉光,那么这个世界的光,便不会熄灭。

只是,所有人都以为那只属于犹太人的事,是少数极端者的事,忘记去思索,每一个链条上的人是如何团结一心,把世界变成一个大型屠宰场。这些执行者几乎每一个都以为自己只是接受和服从命令,算不得有多大过错。

那么,谁有罪?谁,该为之付出代价?

战争结束了,这个问题的答案,也一并被掩埋了。

1942年6月12日,犹太女孩安妮·弗兰克开始写《安妮日记》。  
视觉中国供图

□ 曦 和

《安妮日记》是犹太少女安妮于战争期间所写的日记,记录了安妮藏匿阁楼期间的真实心声。在阁楼度过的25个月里,她写了170多篇日记,这些记录较为完整地展现了她丰富而广阔的内世界。

迫于形势,安妮一家人不得不与世隔绝,躲藏在阁楼里,过上一段封闭而不得