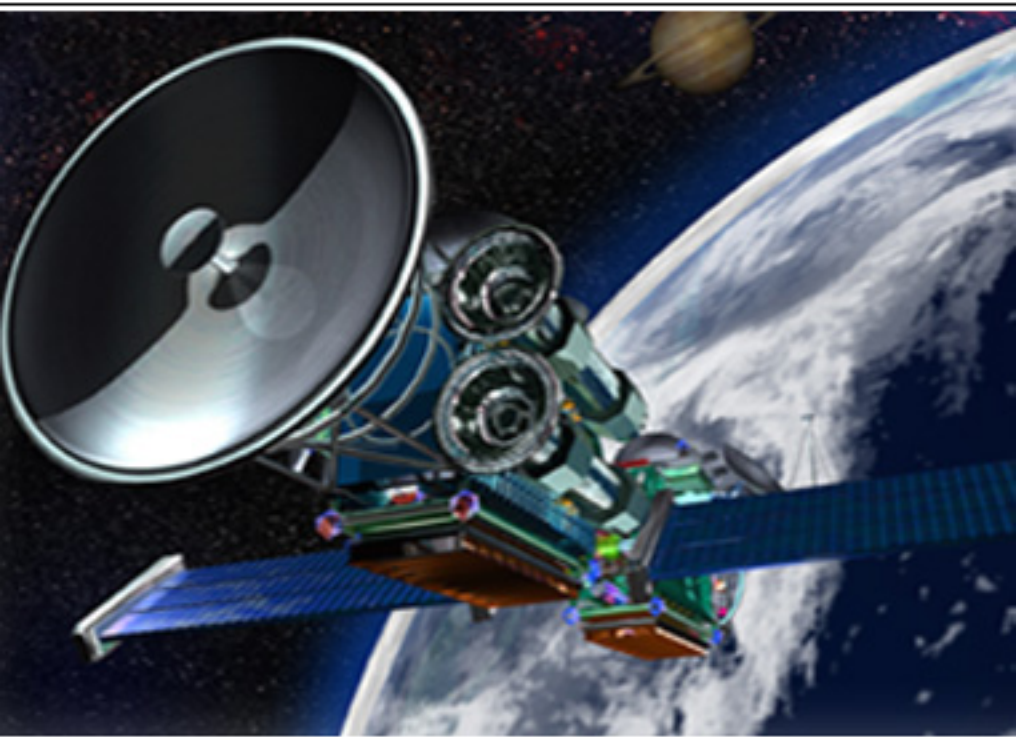


青少年科技知识文库

QINGSHAONIAN KEJI ZHISHI WENKU

交通工具与能源发展



科普教育与艺术修养
青苹果电子图书系列

青少年科技知识文库

(6)

交通工具与能源发展

于 明 主编

目 录

交通工具

一、最初的动力

生存的需要	2
轮的出现	5
木筏、独木舟和帆	7
驯服动物	9

二、陆地上的努力

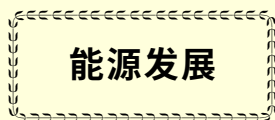
人力车和畜力车	12
摩托的魅力	15
汽车时代的喜与忧	17
铁轨上的运输	36

三、从陆地到海洋

帆船时代的努力	49
蒸汽时代的变革	59
今天的船	67

四、向往天空

飞行时代的先驱	78
空中革命	111
航空时代的开端	129



五、能量帝国

帝国的兴起	146
一动一静总显能	153
相识容易相知难	160
假如电突然从我们生活中消失.....	168
并非只是光明的使者	176
什么维持着生命的永恒	183
力量,爆发于心中	191
伟大的帝国宪章	199

六、能源:能量的家园

给能源一个说法	209
能源家族	210
太阳:伟大的奉献者	213
地球母亲的恩情	221

七、能源与人类社会

刀耕火种的时代	230
---------------	-----

煤炭走上历史舞台	233
石油:能源擂台的新盟主	236
过渡时期——探索新的能源使用模式的开始	238

八、能源危机:前面闪起了红灯

听起来是一个传奇的故事	240
在历史事件的背后	245
请新技术来扮演圣诞老人	250

A decorative border with a repeating floral or scroll-like pattern, rendered in black, frames the central text.

交通工具

一、最初的动力

生存的需要

在大约一百万年前,地球上出现了我们现在称之为原始人的动物,他们就是人类的祖先。在大自然面前,他们显得那样渺小;与周围的猛兽相比,也显得那样柔弱和不堪一击。弱肉强食是大自然永恒的法则。要想生存下去,他们必须适应气候的变化,必须具有较强的繁殖后代的能力,必须有足够快的速度去抢夺树上的果实,逃脱洪水猛兽的追袭;他们还必须有足够的力量把捕获的猎物运送到安全的地方享用和喂养下一代;在没有足够的果实的季节里、在没有足够的猎物的地方,他们必须另谋生路,比如捕捉水里的鱼充饥或者大规模地“移民”。

但是,与其它动物相比,人类在速度方面显然处于劣势,在力量上则显得微不足道和缺乏持久性。

在速度上,就现在的情况看,动物的速度与他们的身体大小、力量的强弱及智力的高低都没有关系。通常水里游的比陆地上跑的快得多,而天上飞的是最快的。在所有的动物中速度最快的是一种生活在西亚的名叫针尾雨燕的鸟。据测定,它

能以每上时 350 公里的速度飞行的 3.2 公里。在长距离的竞飞中,比赛用的信鸽曾有以 150 公里的时速飞完 29 公里的记录。

图 6—1 动物的速度比较

在陆地上奔跑的动物中,速度最快的当属猎豹,它的短距离速度可达每小时 114 公里,通常较长距离的奔跑平均速度可达每小时七十多公里。

水中动物游得最快的是一种眼旗鱼,据证实,它的速度可达每小时 92 到 109 公里。

相比之下,人的速度就慢多了。本·约翰逊服了兴奋剂创下的世界纪录才达到 100 米 9.79 秒。即时速大约 36.8 公里。在长距离上,最能跑的恐怕得属马拉松运动员了。今天最优秀的马拉松选手跑完规定的距离平均时速也就二十多公里。人类在水中的速度和耐力就更有限了。短距离的时速大区七、八公里。也许有人会说:动物的速度因为生存竞争越来越快,而人类的速度和耐力由于依赖智慧的原因呈下降趋势。但如果当初人类在速度力量上占优势的话,是否还会转而依赖智慧从而使人类的头脑进化到今天这样发达的程度呢?

在力量上,人类似乎表现得过于弱小和缺乏耐力。即使捕获到猎物,有时也难以享用。因为如果猎物过于沉重,则往往要好几个人才能抬到合适的地方去享受和喂养下一代。如果中途遇到猛兽的袭击,则只好走为上策。也正是因为诸如此类的原因,在我们这个星球上曾经有数不尽的物种产生又消失了。而象人类的祖先那样弱小,缓慢的动物却能够生存下来,并成为我们这个星球的主宰,这不能不说是个奇迹。这个奇迹的产生是因为人类有远高于其他动物的智慧。他们能从长期的生存斗争中总结经验。制造工具,从而弥补了先天的不足之处,生存了下来,并成为主宰。在这个过程中,我们的祖先都做过些什么样的努力呢? 轮的出现就是其中之一。

轮的出现

人类的祖先用自己的智慧弥补了速度和力量的不足,他们创造出了许多巧妙的工具,从而使得他们能够战胜险恶的生存环境和强大的对手。在这些创造中,轮的发明当属最伟大的杰作之一。它几乎可以与历史上任何伟大的发明相媲美。

只要稍微留意观察一下便会发现:今天所有的车辆都是用轮子在滚动而不是滑动。而且只要有可能,人们总是在需要搬动的物体下面安装上可以滚动的类似于轮子的东西:从飞机的起落架到旅行皮箱和办公室里的凳子的腿上都装有轮子。因为大家都知道:这样可以使搬动变得轻松快捷。

从今天的物理学上我们知道:相对运动的物体间的摩擦力是压力与摩擦系数的乘积。压力通常就是重力或者与重量成正比,而要搬动的重物的重量是一定的,要想省力,只有减小摩擦系数。而滚动摩擦系数比滑动摩擦系数小几个数量级。比如:一个 100 公斤的物体放在粗糙水平面上用水平的力拉要用 40 公斤的力,但同样的重物,如果在下面放上适当的轮子,在同样的路面上拉,或许只要 5~8 公斤的力就够了。这样不仅省力,拉起来也快多了。通常轮子越圆、越硬,地面越硬、越平,拉起来就越省力、越快。比如一匹马拉车,能拉 400 公斤在一般的道路上行走,但是,在水平的钢轨上,可能拉动 300 公斤这样惊人的重量。这也正是火车采用轨道的原因。

我们现在无法准确知道是什么人在什么时候发明了轮,

但我们知道：必须用轮的车是生活在美索不达米亚平原底格里斯河流域和幼发拉底河流域之间的苏美尔人发明的。也就是说至迟在这个时候已经发明了轮。当然，那个时候的人们并不知道什么滑动摩擦和滚动摩擦，他们只是在生存斗争中总结经验才发明了原始的轮，并用自己的智慧使之越来越完善。

我们完全可以设想一个轮的出现过程：也许很早以前，在围捕野兽的过程中，已经有人注意到了石块沿着斜坡的滚动。后来在搬运重物的过程中，某个聪明人想到了在重物下垫上圆形的石块，结果发现拉起来省力多了。再往后又发展成用圆形的树木代替石块，然后又发展成在两块厚的圆木板中间穿上轴，轴与重物相连，这样轮和原始的车都有了。在此基础上，为了减轻重量，在不影响强度的前提下，将圆木板部分凿通，这就与现代的轮相近了。在公元前两千年前后，中东就有了一种作战用的轻快的马拉车，其车轮又有了很大的改进。它是用木条弯成圆形，并用木条做成辐条而做成的漂亮的辐式车轮，这就更接近现代的车轮了。

在我国古代，传说几千年前，我们的祖先黄帝为了打败蚩尤发明了指南车，其车轮所起的作用已不是简单的将滑动摩擦变为滚动摩擦了。其构造的精巧和复杂也不是一般的车所能比的了。

有了轮，同时有了原始的粗糙的车。不管这车是用于运送重物还是用于战争；也不管它是用牛和马来拉还是用人来拉，重要的是：人类用自己的智慧使得以前根本搬不走的东西运送起来变得轻松容易多了。在此基础上，人们继续努力，便有了以后车的发展。

木筏、独木舟和帆

在江河湖海上随处可见万吨巨轮的今天，木筏、独木舟似乎已近绝迹，很多人只是在电视、电影里见过。其实，在亚马逊流域的森林里，在南太平洋的一些岛国的沼泽地带，人们并没有抛弃独木舟和木筏，因为在河道纵横、大船又到不了地方，独木舟和木筏以其独特之处为人们往来、捕鱼带来极大的方便。

正如我们不知道轮和车是谁发明的一样，我们也无法知道木筏和独木舟是谁发明的，以及在什么时候受什么的启发而发明的。但是，我们可以从合理的设想中看看人类的祖先是怎样努力的。

几乎可以肯定的是：人类的祖先很早就注意到了树木能在水中浮起，也许还看到了小动物趴在树上随水漂流。也许是在某次洪水泛滥的时候有人抓住水中的树木捡了一条命。由此聪明的人们想到用藤子将数根树木捆在一起，顺水漂流去寻找食物或搬运重物。这就有了原始的木筏。

顺理成章的设想似乎是：先注意到树木浮在水面上，进而发明了木筏，后来人们想到将树木的中间掏空，人呆在原始的“舱”里，为了减少水的阻力，又将两头削尖，这就成了今天看到的独木舟。人们可以用它作为河汉纵横的沼泽地带的交通工具。

不管是怎样产生的，木筏和独木舟在今天这个科学技术

高度发达的时代,仍然在某些地方继续发挥作用,足见其影响深远。

有一点是众所周知的;如果木筏和独木舟没有动力来驱动,那么,除了随波逐流,它们就无法动弹了。这当然不行。最早可能是用树棍来划或者撑,这树棍就是桨的前身。后来也许因为人们发现停放在水上的木筏或独木舟能被风吹动,也许是因为注意到风吹动树叶在空中飘动,因而想到用树棍撑起兽皮,让风吹动兽皮从而推动木筏前进。这兽皮便是原始的帆。现在我们知道,人类在船上挂起原始的帆,至迟也在公元前四千年至五千年。

帆的发明与木筏和独木舟的发明不可同日而语。这点发明帆的人当然不觉得。但是我们知道:在没有帆的时候,对木筏和独木舟的驱动都是靠人力,而没有利用自然的能源——风能。帆的发明使得人们第一次有意识地利用人力与畜力之外的自然力——风力成为可能。我们知道:地球上风力资源极其丰富。在荷兰,大风车几乎随处可见,故有“风车之国”的美称。风力之大,有时是惊人的:陆地上,狂风可将大树连根拔起或从中间撕裂;在海上,风可以掀起数十米高的巨浪。因此,人类如果能有效地利用风力资源,肯定是大有可为的。

自从帆被发明以来,为了更好地利用风能来推动船只前进,人们对帆作了很大的改进。有了能调节面积的帆,而且往往一条船上安上多张帆,大风用小帆、小风用大帆。如果调整船的方向使帆面与风向成合适的角度,船利用逆风也能前进。正所谓舵工巧使八面风。当然,这个时候,船走的不是直线,而是“之”字形线路。

总之,人类运用自己的智慧,使得自身越来越从繁重的体力劳动中往外解脱,并且活动范围和速度越来越大。也正是为了这个目的,人类不仅发明了许多巧妙的工具,而且还驯服了动物来帮助自己。

驯服动物

我们知道:原始人将捕获的猎物一时吃不完的便关起来喂养,这便是驯化动物的开始。我们不知道原始人都试图驯化过什么动物,但从现在的情况看来,至少牛、马、狗等都是其中的一部分。

按照普遍的看法,狗是人类最早驯服的动物之一。它们已为人类服务几千年了。甚至于神话传说中也有狗的形象。其中最著名的恐怕是二郎神的哮天犬了。

几千年来,狗的灵敏的嗅觉,敏捷的身体、良好的耐力和它们对主人的忠诚使得它们在帮助人类看家、围猎、现代的刑侦、导盲以及为军队服务中表现非凡。相比之下,狗在交通方面的表现就不那么引人注目了。但在很早以前在北方一些气候寒冷的地区,狗拉雪橇一直是一种主要的交通工具。直到现在,生活在北极圈内的爱斯基摩人还用狗拉雪橇在冰原上驰骋。今天的阿拉斯加,冬季还常举办狗拉雪橇比赛。说到雪橇,不能不提驯鹿拉雪橇。说到鹿,人们大都知道鹿茸和鹿皮是好东西,殊不知:驯鹿拉雪橇也是林海雪原上的不错的交通工具。甚至于传说中的圣诞老人也是乘坐驯鹿拉的雪橇来给孩

子们的长统袜里放圣诞礼物的。

如果说狗和驯鹿拉雪橇还不广为人知的话,那么马作为交通工具,其贡献则是有口皆碑的了。几乎在世界各国的神话传说中都有马的形象,而且不是拉车就是作为坐骑。这正是几千年来马所扮演的两个主要的角色。

在公元前四千年以前,人类就开始养马了。一部分力大的马被用来拉车运货,一部脚程快的成了代步工具,脚程快且在战场上能保持镇静的成了战马。在漫长的没有车的岁月里,人们对千里马的渴望不亚于现代人对名牌汽车的渴望。有关千里马的传说也因此常见于史书中。到后来,千里马甚至成了人才的代名词。

在中国古代,还修有专门的官道和驿站,从京都通往全国各地直至边疆。驿站上常年备有良驹,有专人伺候,一旦有紧急公文,便用这些马接力传送。这时的马扮演的是信使的角色。

自古以来,马在战争中都扮演重要的角色。在古代,马拉战车的数量就象现在的坦克或飞机的数量一样,是一个国家强大与否的标志。直到第一次世界大战的时候,骑兵还因其速度快、能出奇制胜而颇受重视。

在上一个世纪,美国人开发西部的时候,牛仔们一匹马,一支枪在广阔无垠的西部纵横驰骋闯天下,那时的马对于牛仔们来说,已不仅仅是一种代步工具了,而是他们的生命的一部分。

几乎与马车同样有名和常见的牛车也有着悠久的历史。牛虽然走得慢,但忠厚老实,一身蛮力颇得一些人的青睐。这

也就注定了它们一辈子“吃进去的是草,吐出来的是牛奶和血”。直到今天,还可以在草原上看到牛拉的勒勒车在艰难地慢悠悠地行走。

就这样,人类的祖先在漫长而艰难的生存斗争中总结经验,发明了轮、独木舟、木筏、帆,并驯服了一些动物。他们这样做的目的当然不是为了“享受生活”,他们一切努力的目的只有一个:为了活下去。生存是最根本的动力。而经验和智慧则是所有发明的源泉。事实上,人类历史上许多重大的发明都是一些聪明人从日常生活的经验中得到启发而得到的。而早期发明的动力在后来依然存在,只不过以不同的形式表现出来罢了。

二、陆地上的努力

人力车和畜力车

我们知道：人类不能象鱼类那样终生生活在水中，也不能象鸟儿一样在天空自由飞翔，必须“脚踏实地”地生活在陆地上。也就是说，除了生活在水边的人们可能在水上呆的时间较长外，其他人绝大部分时间都在陆地上。正因为如此，尽管很早就有了木筏和独木舟，但人类在改进交通工具上的努力最初主要还是针对陆上交通工具的。

前面我们说到了人类的祖先为了生存，并将自己从繁重的甚至根本无法完成的体力劳动中解脱出来，运用自己的聪明才智，发明了各种巧妙的工具，并驯服动物帮助自己。但这并不是说有了动物替人卖力，人就不用自己干了。直到今天，当各种先进的运输车辆层出不穷的时候，在世界上很多地方还能见到人力车，当然也能见到畜力车了。

我们知道：人力车不只是载重量比直接的肩挑背负大得多，而且也省时许多。它是人类最早使用的车辆之一。但人力是极为有限的，所以不能象大载重汽车一样安上几十个车轮，放上沉重的货物让人拉。一般的人力车也就两三轮或独轮。

在我国,人力车有着悠久的历史。在公元前 1600 年的商代,已造出了辐式车轮的两轮轻便车。秦汉时称人力两轮车为“辇”,一般为王公贵族所乘。独轮车一般用于那些道路狭窄到只能容下一轮的地方。这种车在山区特别有效因而也特别常见。

说到近代的人力车,人们恐怕马上会想到骆驼样子拉的人力车。拉起从车厢伸出的辕杆,乘客便往后一仰,很舒服地躺在靠背上。这样的乘坐姿势也使得拉车的人轻松省力一些。这种车源于日本,故称“东洋车”。现在,在我们国家一些地方又兴起了人力车,只是现在所用的车都是脚踩的三轮。除了拉人的人力车外,还有拉货的架子车和行李车。

有一种人力车恐怕没有人不知道,那就是自行车。虽名字叫自行车,但不用力踩它它自己是不会走的,所以叫它脚踏车是没错的了。

自行车最早起源于法国。1791 年,法国人 C·西弗拉克在玩具木马上加装两个木轮,乘骑者用脚在地面上撑动行进,称为木马轮。1817 年,法国人 K·德莱斯发明了能转向的木马轮。1839 年,苏格兰人 K·麦克米伦将轮子改为钢结构,且前小后大,用连着后轮的脚踏板驱动。1874 年,英国人 H·J·劳森在两轮车上安上链条,链轮等传动机构,用以转动后轮驱动前轮,并可改变链轮的传动速比。这就成了现代五花八门的自行车的雏形。再往后,有了轮胎和菱形车架,便有了现代的自行车。

自行车发展到今天,人们根据各种特殊的需要设计了各种类型的自行车。除了常见的普通的自行车外,还有各种轻便

自行车、载重自行车、赛车、以及轮胎特制的山地自行车。还有车轮较小的适合妇女儿童骑的小轮自行车和无横杠自行车。总之是五花八门，不一而足。

由于道路拥挤以及汽车带来的严重的空气污染问题等原因，自行车在西方国家又重新流行起来。在我们国家就更不用说了。在广大的农村，从走亲戚到逛街，人们已经习惯骑自行车而不愿步行了。

在城市的上下班高峰期，一眼望去，似乎是汽车在自行车和人的海洋里爬行。出现这种情况的原因是：在我们国家，一般人不要说买不起汽车，就是买得起也没地方放，没地方开。而自行车相对来说有很多优点：方便个人出门，对道路没有特殊要求，购置费用少，保养容易，不烧油，不排放废气和制造噪音（那种除了铃铛不响哪儿都响的老爷车除外），同时，骑车也是一种不错的锻炼方式。

虽然中国是一个自行车大国，但相比之下，荷兰的自行车交通却更为发达。荷兰在 1890 年就修了世界上第一条自行车专用道，并在 1937 年在鹿特丹的马斯河底修了世界上第一条自行车隧道。1980 年，荷兰平均每 1.6 人就拥有一辆自行车。专用道路 3 万多公里长，居世界第一位。

但是，人类既然驯服了动物，那么只要有可能，当然更愿意用畜力车了。所以除了某些特殊的人力车如自行车外，人力逐渐为畜力所代替，再往后便被各种机械动力车辆所取代。在没有汽车的时代，牛车和马车一直唱着主角。

在我国，春秋时代还培育出了大于驴而健于马的骡子，于是除了牛车和马车之外，又有了骡车。

由于骡子力大,多用来拉货。载货的畜力车常见的有两轮的和四轮的。由于所拉货物的轻重不同,通常拉车的牲口数也不同。车上有平板的或鞍式货厢的,用来装货、也可载人。专供载人的在我国多为两轮。后来有一种四轮的从欧洲传入我国,这种车装有固定蓬式车厢,内有座位,现已基本绝迹。而欧洲中世纪的时候流行一种四轮马车,车厢采用悬挂式支承,乘坐舒服。当时在欧洲许多国家甚至有扮演今天的公共汽车和出租汽车的角色的马车。

今天,在工业发达国家,畜力车一般只用来怀古了。而在许多发展中国家,畜力车还在扮演着重要的角色,而且在比较长的一段时间内这种状况恐怕还会持续下去。

摩托的魅力

与今天用各种发动机驱动的交通工具有相比,不管是人力车还是畜力车,在速度和载重量上都是小巫见大巫。在今天各种新奇漂亮的动力车中,有一种车以它独特的魅力受到越来越多的人特别是年轻人的喜爱,这种车就是摩托车。

摩托有两轮的或三轮的。那种带拖斗的三轮摩托(就是通常老百姓称为电驴子的那种)一般用于军队的摩托化部队,现在的五花八门、性能优良的摩托多是两轮的。用途十分地广泛,除了很方便的用于个人出门办事外,还可用于执行巡逻、通信和客货运输等任务。还有两项广为人知的用途就是由于比赛和作特技表演。

第一辆摩托是 1884 年英国人 E·布特勒制成的一辆三轮摩托。1885 年德国人 G·达姆勒制成了用单缸风冷式汽油机驱动的三轮摩托。在此基础上,法国、比利时等国先后制成了有实用价值的摩托车。自 19 世纪末以来,摩托车的结构和性能不断地得到改进和提高。到今天,已经出现了五花八门的用途各异、外形美观的摩托。

二轮摩托车有越野型和公路型两种。越野型摩托车多装用单缸汽油机,气缸排量一般为 125~400 毫升。在良好的道路上行驶时,时速可达到 150 公里。这种车适用的范围较广,经过改装可用作越野赛车。公路型摩托车一般装有 2~4 缸汽油机,气缸排量在 400 毫升以上。这种车在公路上行驶时,车速可达到每小时 200 公里,适合长途旅行。这种车也可作为公路快速赛车。

随着摩托车制造技术的提高,摩托车的车型也越来越多,出现了小轮摩托车和机器脚踏车。小轮摩托车结构轻巧,座位低,行止方便,特别适合在城市内使用。机器脚踏车是融摩托车与自行车于一体的车型。安装有气缸排量不大于 50 毫升的小型汽油机,同时又装有用脚踏驱动的机构。机器脚踏车有的是专门制造的,有的干脆就是在自行车上加装汽油机和传动装置而成的。

虽然摩托车的车型众多,但著名的摩托车生产厂家却并不多。但就是这为数不多的几家成功的摩托车生产厂家生产出了众多的世界级的名牌靓车。在我国,最广为人知的并且许多年轻人梦寐以求的进口摩托当属日本产的“本田”和“雅马哈”。我国自己生产的“幸福”摩托也正赢得越来越多的

人的青睐。

摩托长车之所以受到很多人的欢迎,特别是受到年轻人的欢迎,除了因为它速度快,使用方便外,有一个很重要的原因恐怕就是那些从事摩托车比赛和摩托车特技表演人们起了推波助澜的作用。车手骑着造型优美的摩托在空中飞跃的英姿不知曾使多少年轻人激动不已。在我国,由于人口多,道路拥挤,而且一般人也消费不起私人小汽车,所以在将来,很可能漂亮的摩托车将成为越来越多的年轻人的宠物。但是,值得一提的是:摩托车几乎是所有车辆中出事率最高的,这也会稍稍影响它的普及。

汽车时代的喜与忧

1. 蒸汽汽车和电力汽车的兴衰

今天,在世界各国的大城市里,有两样恐怕是最常见的了。一样是人,一样就是我们要说的汽车。从1886年卡尔·本茨制成第一辆以汽油发动机为动力的机动三轮车算起,汽车的发展不过一百来年的时间。但是,如果我们稍微留意一下马路上行驶的五花八门的汽车,我们就会发现这东西的发展速度确实惊人。

按通常的定义,汽车是指由本身装备的动力装置驱动的,具有四个或四个以上车轮、不依靠轨道和架线、在陆地上行驶的车辆。很显然,在依靠人力和畜力作为动力的时代,汽车是不可能有的。但也许有人会问:象船一样借助风力怎么样?不

怎么样！事实上早在十七世纪初，荷兰人就尝试过用风帆和风车来驱动车辆。但尽管荷兰是个“风车之国”，风力资源非常丰富，这种尝试还是不了了之了。其中最主要的原因恐怕是车辆在陆地上阻力大而且靠风行驶的车辆很难稳定。所以真正的汽车是在蒸汽机诞生以后才诞生的。

说到蒸汽机，人们会立即想到詹姆斯·瓦特。也许很多人还知道有关他小时候看到壶盖被蒸汽推动的传说。但是，第一台蒸汽机并不是他发明的，而是他的同胞纽可曼发明的。只是纽可曼发明的蒸机效率出奇地低。尽管如此，这种蒸汽机在1760年前后已被广泛用于煤矿的排水了。到1765年，瓦特把它改造成了效率高得多的，功率大而又经济的蒸汽机。从这以后，蒸汽机才被广泛地用于各种需要动力的场合，引来了一场工业革命。

1769年，即瓦特改进蒸汽机四年后，法国陆军军官尼古拉制造了第一辆安装有动力的“车”。那是一辆长达7米的三轮车。由蒸汽机推动前轮前进，就象在大型排子车前用带车轮的蒸汽机代替马一样。这辆车的速度很慢，大约为每小时3.6公里，比人的步行速度还慢，而且行驶不能超过12分钟，第二次试车就翻车摔坏了。所以这次尝试是以彻底的失败告终。尽管如此，这次尝试却带动一些国家相继开始了蒸汽机汽车的生产。到1790年，巴黎已经出现了蒸汽机公共汽车。在十九世纪初期，英国的一些城镇间已有行驶在定期路线上的时速为20公里左右的12~16座的蒸汽载客汽车了。这种汽车尽管在我们今天看来相当落后甚至觉得可笑，但已被经营驿马车和铁路行业的人视为未来商业上的劲敌。于是，这些人大造

舆论,说这是一种很危险的车,并在 1865 年成功地鼓动议会制定了一条相当可笑的法律。规定:如果汽车前没有一个手持红旗做先导的人,就不准行车,而且汽车的时速只能在 4 英里以下,尽管在 1828 年生产的汉考克的企业号时速就已达到了 32 公里,而且能乘坐 22 人。这条可笑的法令直到 1896 年才废止。在这段时间即 1865~1896 年期间,英国的汽车制造几乎没什么发展。所以值得一提的是:在科学技术的发展史上常常可以看到由于商业的原因而阻挠新的科学技术的发展的例子。甚至于那些曾经以他们的聪明才智为科学技术的进步作出过杰出贡献的伟大人物有时也会犯这样的毛病。著名的发明家爱迪生就曾极力压制特斯拉,因为特斯拉的交流电技术威胁到了直流电给爱迪生带来的巨大的商业利益。

在十九世纪,由于对电的研究已达到了相当的水平,人们已经能制造出性能良好的蓄电池和直流电动机,有的实验室甚至用几百节电池串在一起做大型的电解实验。在这种情况下,人们很自然地想到了用电来驱动的车辆。于是发展出了电力汽车。这种汽车比蒸汽汽车轻便多了,而且不用烧煤,也就没有滚滚的浓烟。另外,它几乎没什么噪音。由于有这些优点,所以这种车一时间颇为流行。其中比利时捷那吉制造的加米·康坦特号流线型电力汽车,在 1899 年 5 月首次突破了每小时 100 公里的大关,创造了时速 105.9 公里的惊人记录。这是当时速度最大的交通工具了。不过要说明的是:当我们提到速度纪录时,通常都是指这种交通工具所能达到的最高速度,而不是长时间行驶的平均速度。

但是,电力汽车有个致命的弱点:它虽不烧煤,但耗电很

快,走上七、八十公里路就必须停下来充电。我们知道,充电是个很慢的过程,所以往往耽搁很长时间。这就使它注定要被淘汰。而蒸汽机汽车的毛病就更不能饶恕了:又大又重,很容易破坏道路。见过蒸汽机汽车的人恐怕头脑中都会有这样的画面:一个又大又沉的冒着浓烟的怪物,大声吼叫着在路上慢慢地行进。这个画面几乎将蒸汽机的所有毛病都刻画出来了:除了破坏道路,还有浓烟,噪音、速度慢、不易操作等。所以尽管后来又出现了以石油代替煤的美国的斯坦利蒸汽汽车,蒸汽汽车还是摆脱不了被淘汰的命运。

到 1920 年前后,在路上几乎看不到蒸汽汽车和电力汽车了。而在我国,最早出现的汽车是在 1902 年从外国引进的,初见于上海,多装汽油发动机,故称之为汽车。可见任何一种产品就象人一样有它的历史性,一旦完成了它的历史使命就必然要退出历史舞台,不管它自身愿意与否。

2. 超过千里马

在我国古代的传说中,千里马就是日行千里、夜行八百的宝马。在没有汽车,火车的漫长的岁月里,人们渴望得到千里马的心情应该是可以理解的,我们说过这种心情就象现代人想拥有一辆名牌小汽车一样。

但是,在汽车时代,千里马就引不起人们的兴趣了。日行千里,夜行八百也不是什么了不得的事了。如果以加米·康坦特号创造的时速 105.9 公里行驶,不到 5 小时就可行千里了。然而我们说过,那是个最高速度,而且电力汽车注定要被淘汰的。真正实现速度和持续行驶时间的飞跃的是以内燃机为动

力的汽车。

我们说过蒸汽汽车的缺点,相比之下,内燃机却轻便有力,操作简单,行驶同样的距离要携带燃料的重量轻多了,占位置也少多了。

1860年,法国人约翰·雷诺制成了气体发动机,并在1863年把这种发动机安装到车上进行了试验。1885年,德国人戈特利布·达姆勒获得了汽油发动机的专利权。第2年他的同胞卡尔·本茨(即生产奔驰车的公司的创始人)就制造了第一辆以汽油发动机为动力的机动三轮车,同年达姆勒制成了时速19公里的四轮车,自此以后,真正开始了汽车制造业的突飞猛进的发展。

达姆勒制造的第一辆汽车,可以说与现代汽车基本一致。自达姆勒后,机车从蒸汽机变为内燃机变为电力,飞机由螺旋桨变为喷气式,而汽车基本上还是老样子。实际上,汽车的换代改型并不比飞机的换代改型容易多少。达姆勒的车有一台四冲程汽油发动机和四个车轮,由后轮驱动,用离合器来切断或接通发动机和车轮间的联系。今天的汽车也是这样,只是部分结构有些改进。在19世纪末,对达姆勒的汽车做了一些有意义的改进后才变成今天的汽车。主要的改进如:将发动机从前后车轴正中间的位置(现在的赛车还是放在此处),移到了汽车的最前面。这个改变是法国的巴纳尔和鲁巴斯在1893年最早完成的。而齿轮做成的变速装置则是法国人梅代·博雷于1879年发明的,并于1891年首装于巴纳尔的车上。另外,我们知道:自行车也是后轮驱动的,它的动力传送是靠链条和齿轮,达姆勒的汽车也是这样。但到1895年,法国人多提

昂·布顿首先用现在的所有汽车都使用的万向节代替链条传送动力。另一个革命性的变革是对车轮的改进。前面我们说过车轮的重要性,但是,自车轮诞生以来,对它的改进很小,车轮大都是木制的,或者再在上面包一层起保护作用的铜皮什么的。达姆勒的汽车也不例外,他的木制车轮上有层薄铁皮。1888年,英国人邓禄普开始设计橡胶轮胎,到1895年,车轮终于有了革命性的变革,法国人米谢兰兄弟制成了充气轮胎,使得汽车的行驶性能和乘坐的舒适性大为提高。到这个时候,汽车也就基本上成了现代汽车。在这以后,汽车制造者们竞相发展用于专门目的的汽车,同时努力提高汽车的行驶速度和安全性,还在汽车上装上了诸如空调、音响等附属设备,使得乘坐汽车变得越来越舒适。到这个时候,再好的千里马也只有去拉车的份了。

图 6—2

自电力汽车创下 105.9 公里的时速后,1902 年,一辆蒸汽机汽车赛尔波利创下了 120.8 公里的时速的新记录。当然,并不能因为这个就保留它。汽油发动机汽车登场后,法国的德

拉克汽车以 167.5 公里的记录,初次显示汽油车的实力。1906 年,由马洛特驾驶的蒸汽汽车斯坦利又夺回记录,它的时速达到了 203.8 公里,而且第二年马洛特又继续努力,以至时速达到了 310 公里,但汽车翻到海里去了。

真正时速超过 300 公里的是英国的西格雷夫于 1927 年用“日光”号赛车创下的 333 公里的记录。此后,著名的马尔科姆·坎贝尔的“青鸟”号又连续打破世界记录。在 1935 年,用著名的罗尔斯·罗伊斯发动机为动力的“青鸟”号创造了时速 489 公里的记录。这种速度竞赛一直持续到二战以后还在进行。速度记录也越来越高,到后来有人甚至用火箭发动机为动力突破过 1000 公里的时速,但那已经不是通常意义上的汽车了。那些创造速度记录的汽车通常都不具有适用性,只是为了创造记录而特制的,而且创造记录时行驶的距离也不长。这些汽车大都造价昂贵,汽车外形大都是车头尖尖的,车身做成流线型,看起来象火箭。特别是汽车的轮胎要特制,因为时速超过 200 公里后,普通轮胎由于和地面摩擦产生高热,加上路面稍有不平即产生很强的振动而容易破裂。特制的造价昂贵的轮胎往往创造一个速度记录后就报废了。

最重要的一点是:即使是现在的高速公路,在平原地区的设计时速才 120 公里,在山区为 80~100 公里,根本无法容忍 300 多公里的时速。

尽管如此,自从汽车诞生后,人类便从马鞍上跨到了方向盘后,而且不屑回头去看那可怜的千里马了。

3. 汽车时代的佼佼者

自二十世纪初汽车在美国和欧洲大量生产以来,经过几代人的努力,到今天,全世界已有 5 亿多辆汽车,其中小汽车约占 3.4 亿辆。几乎世界各地的城市和乡村都留下了汽车的印迹。在这个过程中,众多的汽车公司建立后为汽车的发展作出了杰出的贡献,但以后又由于各种原因倒闭或被合并了。结果是今天世界上为数不多的几十家大汽车公司成了汽车时代的佼佼者。它们生产的一百多种名牌车成了世界各国汽车迷们心目中向望的宠物。

现在世界上数得上的大汽车公司集中在美国、日本、德国、法国、英国等国家。其中美国的通用汽车公司是世界上最大的汽车公司,生产众多的世界级名牌汽车。这家公司的前身是由马车制造商威廉·C·杜兰特发起组成的。在二十世纪初,当他看到汽车工业蓬勃兴起时,便于 1904 年购买了别克汽车公司。由于经营成功,以后又先后合并了奥克兰,欧兹莫比尔,凯迪拉克等大汽车公司和一些小的相关公司,于 1908 年成立通用汽车公司。并于 1916 年成立通用汽车股份有限公司,用这个公司的股票换取原通用汽车公司的股票从而取得后者的全部股权。于 1917 年 8 月 1 日解散原“通用”。

直到二十年代初,“通用”始终居于福特汽车公司之下。1920 年,福特汽车公司的市场占有率为 45%,而“通用”只占 17%。20 年代初,“通用”的副总裁斯隆倡导对公司的管理进行重大改革,使得到 1927 年时,“通用”的市场占有率一跃达到 43%,并从此一直保持领先地位。目前这家公司在美国 25 个州 88 个城市设有 130 多个汽车制造、装配厂,雇佣职工 76.1 万人,并在海外 30 多个国家和地区设有子公司和联营

公司,下设 60 多家制造和装配厂。“通用”除了生产坦克、装甲在等军用品作为其产品的一部分外,它生产的名牌汽车畅销国内外。甚至一旦“通用”发生危机,美国许多经济部门都会发生连锁反应。通用汽车公司生产小汽车的厂家主要有:雪佛兰部、凯迪拉克部、奥兹莫比尔部、庞蒂克部和别克部。这些厂家生产众多的豪华名牌车。著名的如:凯迪拉克的“塞维利亚”;雪佛兰的克尔维特;庞蒂克的“博纳维尔”;别克的“宝力”和奥兹莫比尔的“德尔塔 88”等。其中凯迪拉克是老牌的高档车,一直享有盛誉。其价格均在两万美元以上。

图 6—3

美国第二大汽车公司福特汽车公司是老亨利·福特于 1903 年创立的。1908 年起,老福特主持生产著名的福特牌 T 型小轿车,首次采用大规模流水线生产,降低了造价和售价,使得汽车开始大众化。这种车的产量非常大,以致于美国曾流行这样的说法:你的车永远不可能超过福特牌汽车,因为当你超过一辆时,在你面前马上会出现另一辆福特牌汽车。福特公

司因此一跃成为美国最大的汽车公司,但由于一段时间内产品单一,使得它将第一的位置让给了“通用”。但直到现在,福特公司仍然是美国第二大汽车公司。至1991年,该公司全年销售额达到一千多亿美元。福特公司的生产厂家主要有:福特部和林肯—墨丘里部。福特部主要生产福特牌及野马牌汽车,林肯—墨丘里部的主要生产林肯牌豪华轿车,如“大陆”、“城市”等。其中,林肯车系是超级豪华大型轿车的象征。其墨丘里车系则代表了精致、优雅、舒适、现代化的汽车。

美国第三大汽车公司克莱斯勒汽车公司是一家有传奇般经历的公司。这家公司曾经非常辉煌,但到1980年,这家公司濒临破产,因政府及时给予15亿美元保证贷款,加上李·亚科卡的杰出的管理才使得这家公司起死回生,并逐渐发展成为美国第三大汽车公司。这家公司的顺风部生产的“激光”牌轿车已三次进入“十佳轿车”行列。人们对它的评价是将美貌、低价格及性能三合为一。

说到汽车是不能不提到德国的。自从卡尔本茨制造出第一辆汽车之后,德国的汽车厂家便如雨后春笋般涌现。经过优胜劣汰,现在,德国主要的大汽车公司有:达姆勒—奔驰股份公司,大众汽车股份公司等。德国现在的汽车产量次于日本、美国,居世界第三位。其中,大众汽车股份公司是德国最大也最年轻的汽车生产厂家。

这家公司是波尔舍在希特勒要制造“人民汽车”的主张下于1937年创建的。公司在战争中主要厂房都被毁了,但到1948年时,已成为当时欧洲最大的汽车生产厂家。这家公司生产的“大众”甲壳虫轿车风靡世界,连续生产到70年代才停

产。1969年,这家公司兼并奥迪纳苏汽车公司后,开始生产“奥迪”牌轿车。现在,这家公司的主要产品有“高尔夫”、“马球”等。其中“高尔夫”牌轿车在1991年欧洲十大畅销车中位居第一。80年代,我国的上海汽车制造厂和一汽先后引进了大众集团的“桑塔纳”、“奥迪”、“高尔夫”和“捷塔”等型轿车生产线。

产品以优质豪华著称于世的达姆勒—奔驰股份公司是达姆勒和卡尔·本茨创建的。这家公司生产的梅塞德斯—奔驰系列车中的230、250、280、300等型为我国爱车者所熟悉。其超级豪华型的奔驰600型车则主要为各国政府首脑及富商巨贾们所乘用。这家公司还生产过两辆震撼1991年法兰克福车展的新车。这就是梅塞德斯·奔驰C112,它是在C组赛车C11的基础上豪华化,再加上所有现今汽车科技中最顶尖的技术制造的。因成本太高,只生产了两辆。

日本的汽车产量和出口量都居世界第一。虽然日本的汽车工业的形成比欧美主要汽车生产国晚了大约三十年,而且二战的破坏使日本的汽车工业遭到了没顶之灾。但战后,在美国的帮助下,日本的各个汽车公司纷纷引进国外的先进技术,在消化吸收后不断增加国产化比重,终于在五十年代初基本形成了自己的汽车工业体系,并发展到今天的地位。

丰田汽车工业公司是日本最大的汽车制造厂家,也是丰田集团的主要成员(丰田集团和日产、三菱是日本三个汽车工业大垄断集团)。丰田公司生产的轿车主要牌号有:最新推出的“凌志”,富有盛名的“皇冠”,以及“赛利卡”、“花冠”等。丰田公司在1990年推出“凌志”LS400豪华轿车后,在世界范围内

引起轰动,其优越的性能和先进的电控技术为豪华轿车树立了典范,一时被人们传为佳话。

日产汽车公司是日本第二大汽车公司,产量仅次于丰田。它生产的轿车主要牌子有豪华型的“帝王”牌,一般型的“地平线”牌及大家熟知的“达特桑”牌等。

著名的三菱财团的主要成员三菱汽车工业公司是日本三大汽车生产厂家之一。除了上面的三家大公司,日本还有本田、五十铃等汽车厂家紧随其后。这些厂家生产多种名牌轿车。但是,总的说来,日本汽车的不足之处是高档豪华车不多,该领域几乎全被欧美厂家瓜分。

除了日本、美国、德国三个汽车大国外,英、法、意大利等欧洲国家都有著名的汽车公司生产世界级的名牌轿车。如法国雪铁龙公司的雪铁龙,雷诺公司的雷诺车,标致公司的标致系列;英国的高品质、豪华型的劳斯莱斯,意大利的菲亚特,瑞典的沃尔沃等都是驰名世界的名字。

今天,汽车业竞争越来越激烈,各大公司纷纷将科学技术的最新成果用到汽车制造上,推出了一种又一种新型的漂亮车型。可以预见,在不久的将来,拥有舒适、漂亮的小汽车的人将越来越多,同时,将有新的或许更多的佼佼者产生。

4. 各司其职

随着汽车制造技术的提高以及现代社会生活中各种特殊的需要日益增多,汽车也出现了社会分工。但不管具体的构造和用途怎样千差万别,汽车的用途总地来说就是运送人和货。其他象用来比赛或起重、压路或在农场里效劳的汽车相比之

下无论在数量上还是在种类上都少多了。

我们知道,至少到目前为止还是这样:无论什么汽车都得人来驾驶。也就是说,即使是载货的汽车,至少也得带上一个人。但有一种载客的车,除了司机外,只在司机座位旁及后座上顺便捎上三、四个人,这种车就是小汽车,俗称轿车(大概是因为它有个轿式车身吧!)。

就是小汽车也是分档次的。通常根据车的座位多少,发动机的排气量(指活塞从下止点到上止点所扫过的容积的和),自重,车速,乘坐空间及一些使乘坐安全舒适的附属设备的不同来划分的。一般为分高级、中级、普通和微型的几类。高级豪华小汽车乘坐起来自然是最舒适的了。象我们前面提到的那些世界级名牌豪华汽车,一般只是有钱的大亨或有权的政客们享受的。最大众化的还是普通的轿车,它的乘坐空间和舒适性满足一般的要求。最主要的是它的价格能为一般大众所承受,因而这种车占的比重也最大。至于微型级汽车,顾名思义,从乘坐空间到耗油量都大不到哪里去。

小汽车有个重要的特点就是行驶速度快,因而必须有相应的保障安全的措施。首先,车要能及时刹住,这就必须有良好的制动系统。实际上这几乎是研制所有车辆都要认真对待的问题。小汽车多采用真空加力装置和双管路制动系统,有的还有防车轮抱死装置。另外,坐过车的人都深有体会,紧急刹车时,由于惯性,车里的人很容易摔倒。如果不采取措施,高速行驶的小汽车急刹车时,恐怕就不是摔倒的问题了。车里的人很可能穿过挡风玻璃飞出去。所以西方国家一般都立法强制乘车者系上安全带。我们国家最近也在推行安全带。除了系

安全带,车身内的装饰多用软塑料,各种操纵手柄和按钮都设置在有关部位的凹部。支撑方向盘的转向柱还带有吸收能量的伸缩装置。

目前,小汽车在西方发达国家已经很普及,同时也正成为指责的对象。在我国,正大力发展小汽车生产,而且多与国外的名牌车生产厂家合资生产。小汽车生产行业竞争越来越激烈,这种激烈的竞争也使得小汽车变得越来越安全舒适和操作简便。结构上采用液压动力转向,甚至对座椅的姿式、门窗的升降和灯光都实行了自动控制,因而驾驶变得非常简单易学了。

图 6—4

另一种名符其实的载人的车就是客车,而客车根据用途又制成很多种,有机动灵活、乘坐舒适的旅行汽车即面包车;有行驶于城市以及城市与城郊之间的城市公共汽车,这种车由于乘的人多(特别是在我国),因而有较宽的过道供乘客站

立,甚至有的做成双层。还有行驶于城市和城市乡村之间的长、短途公共汽车。这种车除了设满座位外,还有放行李的货架。但在西方国家通常是在车厢地板下设行李仓,因为他们的车的发动机被放到了后面,所以前后桥间无传动装置从而省出了空间。还有一种专供旅游用的客车。这种车由于是专为旅游的人设计的,因而舒适性好,一般都有通风、取暖和制冷设备,高级的甚至有卧铺、卫生间和文娱室,简直是带着家旅游。而且这种车的视野特别广阔以便乘客看风景。

如果留意一下公路上行驶的车辆,会发现很多是运货的汽车,而且看起来式样很多。

运货的汽车俗称卡车。不同型号的车一般载重量差别较大。更重要的是:随着生产的发展,一些特殊的货需要特殊照顾,因而设计了各种特殊的车厢。于是载货的汽车便五花八门了。有专门用来运送需要保持低温的易腐货物的冷藏汽车。它的车厢密闭而且厢壁为双层结构,中间填有绝热材料。其中有的无冷源,这主要用于短途运输。还有的有冷源,或者用干冰(即固态 CO_2) 或者用天然冰或其它盐溶液的冰。或者干脆装上空气调节器或其他致冷设备,这一般用于长途运输。有时候我们会在路上看到经过的汽车冒白汽,往往就是冷藏车。因为低温使周围空气中的水蒸汽液化了。

还有一种能自动卸货的自卸汽车。它将货物运到目的地后,使货厢前面抬起,将货物倾倒出来,常用于矿山和建筑工地,因为这种卸货方式对货物有一定的要求。比如不能将一车活猪运到屠宰场后也这样自卸。这种车主要用来运矿石、砂土、及某些人工卸起来费时费力而自动卸货又不造成损失的

货物。

很显然,要运的货物绝不止砂土、矿石或冻猪肉,还有一些液态货物如油品、液化气等需要运送,这就要用液罐车了。这种车的车厢做成长柱形的密封罐,罐的截面多为椭圆形。运液氧或液态 CO_2 等高压物质的一般用圆形截面,而且做成双层保温。因为这样的罐强度高。常看到的罐上写着严禁烟火,或者还拖根铁链的液罐车通常就是运油的。拖铁链是为了防止静电积累。这两种措施都是为了防止油罐起火爆炸。

将自动卸货车的货箱密闭起来即可用来运送一种很特殊的货物:水泥。我们经常见到袋装水泥,但是,在水泥厂,水泥仓库和大型建筑工地,用袋装既费事又费包装材料。如果就用普通的车厢,风一吹,水泥满天飞,卸货时水泥往地上一倒又满天飞,不仅浪费大,而且水泥吸到肺里对身体的危害很大。于是将车厢密闭,设进灰口和出灰口,用压缩空气均匀充入水泥,然后压缩空气—水泥混合物沿卸料管卸出。

我们常在电视里看到码头上排列的大量的集装箱正准备装船,事实上,用集装箱运输不是船的专利,也有专运集装箱的集装箱汽车。它的车厢有的是平板,平板上有按标准集装箱的尺寸设置的固定集装箱的把锁装置。有的根本没有车厢,只是个骨架。不过这种太专门化了,只局限于运集装箱。

说吉普车,一般人并不陌生,它的主要特点就是“越野”。在道路崎岖不平的野外,吉普的性能格外引人注目。那样的地方最常去的是军人和地质队员。事实上,吉普最早是 1941 年美国陆军用来运载指挥官或司巡逻、救护之职的。这种越野性好的特点也为一些新发展出的车所拥用。有一种水陆两用车,

无论在陡坡、岩石地带、沙滩都能快速行驶,即使在水上也如履平地,简直就是一种万能车。

有了汽车以后,人们很自然地会希望它一次运的货越多,跑得越快就越好。但是,车厢和车轴都不能做得太大。所以有了带拖挂的汽车,通常称为汽车列车。这种车对转弯半径要求大。现在有一种超重型的汽车列车,通常一辆车有好几十个车轮。因而能承载的重量也是惊人的。这样的车对公路的要求较高,特别是在有桥梁和涵洞的地方,必须首先考虑桥梁和涵洞是否承受的了。

很显然,汽车的种类远不止上面说的几种,而且将来肯定还会有新的出现。自汽车诞生以来,各种各样的汽车在各自的位置上为人类作出了巨大的贡献,但汽车也正成为很多人指责的对象,甚至有人说它是人类的敌人,但究意是敌人还是朋友呢?

5. 朋友还是敌人

有这样一个未经证实的故事:有一个非洲部落的酋长在西方观光时,发现那儿的汽车真是个好东西。于是花了大本钱买了几十辆回去,并请人教本部落的人学驾驶。可是一年下来,死于车轮之下的有好几十人,于是酋长一怒之下,命令在这个部落不许使用汽车,所以直到现在,这个部落最现代化的交通工具还是驴。

当我们看到这个故事时,也许会嘲笑酋长的愚蠢和不开化。但是,我们今天的文明社会也面临着类似的问题。一方面,拥有的车辆数飞速上升,交通事故造成的死亡人数和财产损

失也逐年增加,另一方面,在环境保护意识越来越强的今天,汽车这个大污染源很自然地也成了千夫所指的对象。于是有人提出“汽车是人类的大敌。”并诅咒说:“让汽车见鬼去吧!”

但是,汽车这种经过好几代人的努力,发展到今天的用途广泛、种类繁多的交通工具已经与现代人的生活溶为一体了。它自身的优点比如操作简单、运输力强、机动性好使得人们不可能放弃它。试想想:只要一个人坐在方向盘后,按几下按钮,扳几下手柄,拨弄几下方向盘,就可以以一百多公里的时速驰骋或将几十吨的重物快速地运到目的地。它既可以在崎岖不平的山路上行走,也可以在黄沙漫漫的沙漠戈壁奔驰。即使在冰雪覆盖的荒原上也能行走如常。如果想慢点,它可以比步行还慢。这样的好东西人类恐怕是不会放弃的。

尽管如此,人们对汽车带来的问题也不能视而不见。由于汽车机动性好,它不需要专门的轨道,所以和行人、自行车等同在一条道上挤,这自然很容易出事了。另外,在城市的上下班高峰期、往往很容易堵车,有时一堵就是几个小时,结果是车上的人急,地上的也急,不知道冲谁发火,只好“让汽车见鬼去了”。即使汽车道和人行道泾渭分明,也有汽车与汽车相撞或者汽车冲到人行道的事发生。这些事故都严重地影响了汽车的声誉。

同时,在环境污染方面的问题自汽车诞生以来就一直存在。在使用蒸机作为动力的时代,它产生的巨大的噪音、散布的带臭味的气体、扬起的尘土就已经破坏了许多地方的宁静祥和和清新的空气。使用汽油发动机后,由于很多人的不断努力,汽车的噪音已减小了许多,但是汽车的数量增加得更多。

这就使得城市里的噪音依然主要来自路上的汽车（其次自然是人了）。更令人不能容忍的是汽车排放的废气。按说如果汽油完全燃烧的话，它的燃烧产物 CO_2 和水对人的危害不大。但是一方面，汽油不是纯净的 100% 的汽油，它往往含有少量的硫和氮等杂质，为了提高发动机的性能，还常常故意地掺杂铅化物的高辛烷汽油；另一方面，目前还没有哪台发动机能将汽油完全燃烧。所以汽车排放的废气中往往含有一氧化碳、亚硫酸气体和氧化氮等有毒气体，还含有毒的铅。亚硫酸气体在空气中含量一多，就会有酸雨降落。这已经不是什么稀奇事了。如果不采取措施，随着汽车数量的飞速增加，排放的废气也随着增加，加上工业排放废气，恐怕用不了很长时间人类就无法在这个星球上呆下去了。难怪有人会说“汽车是人类的大敌”了。

即使撇开前面的问题不谈，汽车本身还有一大缺点，就是浪费太大。货物和人越多，用火车运就显得越经济。一列火车只需要一名司机或者再加上一个轮换的，而货物很多的话，就需要很多汽车和司机。而且火车的车厢可以随着货物的多少调节，而汽车装得人或货少时，我们不能将车厢去掉一截。

虽然汽车有许多明显的让人不满的地方，但是我们不能象那个酋长一样。人类既然能运用自己的智慧发明汽车，并使之越来越完善，也必然能运用自己的智慧克服现有的毛病。事实上，科学家和工程师们正在积极努力解决这些问题，而且取得了成效。汽车的噪音越来越小，行驶越来越安全，而且正在研制的各种尾气处理装置也将使得汽车越来越干净。终有一天，汽车会成为人见人爱的人类真正的朋友的，而不是象某些

人说的是人类的敌人。

铁轨上的运输

1. 轨道上的马车

前面我们说过,车轮和路面越坚硬,车轮运动起来越省力。所以,古代人们用坚硬的石头铺路。要考察轨道的历史,恐怕只有到欧洲去找。在我国,第一条铁路是1876年英国商人修筑的淞沪铁路。而完全由中国人自己筹办的第一条铁路京张铁路则是到了1901年才由詹天佑主持设计建造的。

也许是受古罗马和希腊人用坚硬的石块铺城市街道的启示吧,人们发现:不需要在车辆经过的路面全都铺上石头,只需要在车轮经过的地方铺上就行了,于是有了轨道的雏形。这种铺设方式特别适合野地里临时铺设道路。

其实最早的轨道不是凸出的,而是凹下去的。生活在农村的人可能注意到过:雨后车辆沿着车辙行走轻松多了。古希腊人因此在石铺的街面上凿出槽业,甚至凿出错车道来。在这上面行驶的马车按现在的叫法恐怕应该叫有轨马车了。

与现代的钢轨相近的首先是石轨。后来开始改为用硬木架在横木(相当于现在的枕木)上做成的轨道。并将马车的车轮挖成凹形,正好嵌在木轨上,以免越轨。这是一个了不起的进步。不仅车在木轮上行驶轻快多了,而且由于对车轮的特殊加工也使得车辆运行起来安全多了。

也许正因为如此吧,这种马车和轨道便被广泛应用了。特

别在矿山用得最多了。我们知道,即使是现在开矿,也得用在钢轨上行驶的矿车将煤或其它矿石从地下坑道里拉到地面上来。在没有蒸汽机作动力的时代,人们就用马拉着马车在轨道上运矿。

早期运矿的石轨是在十六世纪从德国引入英国的,这还多亏了英国女王伊丽莎白的谋求富强的新政策。到 1660 年,英国纽卡司安坦矿山才首先开始将石轨改为木轨。以后,英国人发明了蒸汽机这样一种全新的动力,很自然地想到了用它来代替马。所以在随后开始的工业革命中,英国人首先发明实用的机车并将它投入商业运营,这一点也不奇怪。

2. 史蒂芬逊的“动力”号

人类的聪明才智和不懈的努力使得人类得以不断地发明创造新东西来弥补旧东西的缺陷。十七世纪,人们用木轨代替了石轨,为弥补木轨易磨损的缺陷,人们又发明了铁轨。铁轨的发明,得益于一个偶然的的机会。1767 年,英法殖民战争结束后,由于军需锐减,使得铁价猛跌。一家生铁公司的老板想把铁贮存起来等价格上涨以后再卖。他的聪明的女婿想了个办法,把铁铸成条状铺在工厂的路面上。后来大家发现车辆在这上面行驶格外地省力,于是便萌发了造铁轨的念头。

如果没有铁轨以及后来出现的钢轨,那么沉重的蒸汽机车在什么东西上行驶就是个问题了。因为木轨恐怕承受不了它那笨重的身躯。

我们知道,自瓦特于 1765 年发明了改进的蒸汽机后,英国首先开始了产生革命。蒸汽机被广泛地用于各种场合。但

是,蒸汽机与“轨道上的马车”结合则是十九世纪初的事。在为此做出努力的众多的先驱当中,特别值得一提的是英国人特里维西克和史蒂芬逊。

现在人们都知道,史蒂芬逊是蒸汽机车之父,而很少提到特里维西克。但事实上,在史蒂芬逊之前,特里维西克就制出了蒸汽机车,虽然还没有达到实用的水平,但他的工作对于别的从事这方面工作的人不无启发。而且还对蒸汽机作了重大改进。

最早的蒸汽机车,往往机身过大,推力太小,要爬陡坡时往往要几台机车推动。因为这些机车所用的蒸汽机是利用蒸汽冷凝后产生的真空来推动活塞的。特里维西克将它改为交替在活塞两边注入高压蒸汽来推动活塞,从而使得推力大为增加。尽管如此,特里维西克总是不走运。他在1801年造的第一辆蒸汽机车在带着朋友去兜风时,中途停靠在一家饭店边。在他与人吃饭时,锅炉的水烧干后引起的大火将饭店和机车烧了个精光。在1804年,他取得了小小的成功;他的机车载着10吨铁矿和七十个人成功地以8公里的时速运行了。但是这个速度太慢。在1808年,他又在伦敦的博览会上开着机车在圆形轨道上作了载客表演。但仍未获得成功。后来有了史蒂芬逊的辉煌的成功,他就更默默无闻了,直到二十多年后他死于极度的贫困。

如果说特里维西克是失败的英雄的话,那么史蒂芬逊就是成功的骄子。虽然他的道路并不平坦。

史蒂芬逊的从小没上过学,十四岁即随父亲在煤矿做工。但他勤奋自学,甚至不惜步行一千多里到瓦特的故乡去工作,

以便弄清蒸汽机的构造和原理。他潜心研究多年,其间有成功的喜悦,也有失败的痛苦。终于于 1814 年设计制造了能适用的新蒸汽机车——“半统靴”号。机车的车轮采用了杰索普发明的和轨道搭配的内侧带轮缘的铁轮。但这辆车并不是很成功:车速太慢,噪声很大,加上烟囱冒火。所以乘客往往“全副武装”;将头和脸都蒙上,以免烧伤。史蒂芬逊也因此遭到一些人的嘲笑。但他顶住了压力,继续执着于研制他的机车。终于在 1825 年 9 月 27 日写下了蒸汽机车时代辉煌的第一页。

1825 年 9 月 27 日,当乔治·史蒂芬逊驾驶着他的“动力”号驶离达林顿车站时,车站的观众心情无法平静。他们期望这次全长 19 公里的行程一帆风顺,但谁也无法预料这载着 600 名乘客和大批货物的机车第一次行驶会发生什么意外。³小时后,当“动力”号顺利到达目的地斯克顿时,整个城市沸腾了。人群的欢呼声、礼炮声、乐队的演奏以及教堂的钟声响成一片。标志着一个新的时代开始的全新的交通工具就这样诞生了。从此以后,陆地运输转入以铁路运输为主的时代。史蒂芬逊并没有停止前进。他和他的儿子罗伯特研制的“火箭”号在四年后的从利物浦到曼彻斯特的悬赏比赛中,以其高速度、强牵引力和稳定的性能一举夺魁。史蒂芬逊和他研制的机车也载入了史册。

3. 从“火箭”号到磁悬浮列车

史蒂芬逊父子在 1830 年制造的“火箭”号空载以接近 50 公里的时速行驶时,就已使当时的人们感到惊讶了,与今天世界上一些发达国家的高速列车相比,时速 50 公里简直不值一

提。今天,著名的高速列车如法国的 TGV、日本的“子弹”火车,以及德国从前年(1991)6月2日正式投入营运的 ICE,速度都在每小时 250 公里以上。而正在发展中的高速列车特别是磁悬浮列车,时速将超过 400 公里。

但是,我们说过,速度的提高并不是件轻而易举的事。从“火箭”号到今天的高速列车,速度提高了好几倍,营运的安全性和舒适性也大大提高了。所有这些提高都是建立在许多人的冥思苦想和勤奋工作的基础上的。正是这些人的不懈的努力改进了从铁轨到机车制造的每一部分,并积极探索全新的铁路和机车,才有了今天的高速、舒适的高速列车和处于实验阶段的磁悬浮列车。回顾这个过程,人们往往会情不自禁地对那些杰出的科学家和工程师们表示钦佩。

首先,铁轨的建造就不容易。钢轨做成什么样的形状好?两条钢轨间的距离多大?是否整条铁路就用两条完整的钢轨?这都是要认真解决的问题。早期的钢轨做成菌状、但这种钢轨不经压。于是有人想到做成哑铃状,以为这样可以两面用,但发现一面磨损后,另一面也压坏了。于是人们又设计了“工”字形的钢轨,即现在通用的形状。这种钢轨省料而且稳定可靠。至于钢轨的间距,现在全世界有三十种不同尺寸的轨距。用得最普遍的也有上十种。不过国际上规定的标准轨距是 1435 毫米。在建造铁路的时候,钢轨的热胀冷缩效应是必须考虑的问题。我们知道,绝大部分物体都有热胀冷缩的性质,这个效应在一般情况下并不明显。但在某些精确度要求高的场合,这个效应必须认真对待。如果将钢轨做成一整条,那么热胀冷缩会使钢轨严重地扭曲变形而成为一堆废铁。所以工程师们将钢

轨中间做成一段一段,每段之间留有适当距离的隙。列车在这种轨道上行驶时,其震动坐在车上的人能明显地感觉到。不仅如此,轨道间的缝隙也使得车轮和轨道的寿命变短。特别是当列车的速度大幅度提高时,轨缝的危害性就更大了。据科学家计算,钢轨接头处只要有半毫米的不平,以每小时 120 公里行驶的列车造成的冲击力会成倍增加。于是,在追求高速度的动力推动下,科学家和工程师们开始研制无缝钢轨。早在本世纪初,德国人就用电弧焊接方法得到了一百多米长的无缝钢轨。我国在 1957 年也曾做出过试验型的无缝钢轨。今天,世界各国正大力推广这种无缝线路并积极改造旧的线路。据有人计算,有了这种线路可减少线路维修工作量的百分之三十左右。重要的是:这种无缝钢轨使得今天的高速列车得以平稳地行驶。

列车速度提高到今天这个水平,除了前面说到的刹车问题外,转弯也是必须认真对待的问题。也许有人注意到过摩托车手在比赛转弯时,会将车身向弯道内侧大幅度倾斜,几乎贴着地面。我们知道:这样做是因为车速太快,转弯时离心力太大,如果不倾斜,会连人带车都冲出跑道。高速行驶的列车也会碰到同样的问题。常见的解决办法是将弯道外轨垫高。据计算:当转弯半径为 250 米时,外轨道超过内轨 150 毫米,对通过该处的列车的时速限制为 95~103 公里。列车时速不能低于下限,否则会压坏内轨。103 公里的时速显然不能算高速,但如果外轨继续垫高,则下限速度变大,使得某些速度慢的车在此不能通过。为了解决这个矛盾,科学家和工程师们将高速列车的车身设计成可自动倾斜的。其倾斜程度由一套灵

敏的控制系统根据转弯半径和车速而定。有了这种自动调节装置,乘客在转弯处就不再有要被甩出去的感觉了。当从转弯处进入直线段时会自动恢复,看起来整个车身在摆动。常被称为摇摆式列车。

以上那些改进,都是为了提高机车的速度和安全性。但如果想继续提高列车的速度就会遇到严重的障碍:一般有车轮的机车是借助轮轨间的粘着力运行。当车速不断提高时,粘着力会减少,而车身受到的空气阻力越来越大。当车速达到一定值时,空气阻力会大于粘着力。这样,无论怎样增大牵引力也不能提高车速了。但科学家和工程师们有办法,他们干脆将车轮去掉。这样的想法可能一般人难以想象,没车轮的列车怎么行驶?但无轮的列车不仅可以行驶,而且行驶的速度更快、更平稳。当然,要做到这一点并不容易。

图 6—5 常导电磁铁悬浮式铁路及其车辆示意图

去掉车轮,使机车悬浮在轨道上,这就成了所谓悬浮列车。通常有两种办法做到这点:一种是利用压缩空气在车底面与导轨之间形成空气层(又称气垫)。这种机车用燃气轮机或

线性感应电动机来驱动。法国在六十年代曾多次试验过气垫车,其中有的时速达到 422 公里(指最高时速)。英美等国也都进行过这方面的努力。

另一种使列车悬浮起来的办法就是利用电磁铁的相吸和相斥的原理。若用的是常导电磁铁,则将导轨做成 T 形。利用磁铁吸引钢板的原理,通过控制电磁铁中的电流来调节电磁铁和导轨间的距离为 10~15 毫米。机车的运行是靠感应线性电动机来驱动的。

自从 1911 年昂尼斯发现超导现象以来,人们对超导的研究越来越深入。同时,将超导体用于磁悬浮列车的研究也越来越受到人们的重视。因为利用超导体可以获得极强的磁场,而消耗的电能却极少。其基本原理是这样的:在列车的相当于车轮的部分安装上超导磁体,这个磁体产生很强的磁场。而轨道用金属做成许多闭合回路。当用线性电动机驱动列车运行时,回路切割磁力线产生感生电流从而产生与上面所说的磁场极性相反的磁场,因而形成极大的排斥力将列车浮起来。通常悬浮的高度是 10~20 毫米。所谓直线电动机是这样的:在轨道上装上两排线圈相当于同步电机的“定子”,而列车上对应的线圈则相当于“转子”。轨道上“定子”中的输入电流可通过计数控制来调节列车的速度。车体两旁装有如同飞机的起落架一样的辅助橡皮车轮,用于列车的启动和停车。这样的列车速度高,稳定性好,噪音小,所以许多国家都在积极研制。特别是德国。早在 1979 年,在汉堡国际交通运输博览会上,德国首次展出了磁悬浮列车并做了运行表演,人们第一次领略到了磁悬浮列车的快速、低噪、平稳的优点。最近,为发展高速磁悬浮

列车,德国高速交通财团已着手成立新的联合公司,公司的近期目标是在汉堡——柏林间修建时速达 400 公里的磁悬浮铁路,并计划在未来十年内投入商业运营,届时两地之间的旅行时间将仅为 55 分钟。其他国家的高速列车的研制也没停止。日本的新干线正向时速 350 公里进军。而法国正发展时速 300 公里的第三代 TGV 双层客车。他们的设计力求轻化,预定于 1994 年交付 1 列,到 1998 年末预订的 100 列可全部投入使用。而且,法国还正考虑 TGV 的高速货运。

回顾铁路运输的发展历程,难免叫人对它的高速发展表示惊叹。但是,现代铁路的发展还不止于此。列车不仅在地面跑,还钻入了地下。

4. 钻入地下

在铺设铁路时,不可能总在平原上进行。有时要越过江河,有时要经过高山、峡谷,有时还要将火车开到近大陆的岛上去。在解决面临的这些问题时,人们想到了修隧道,让火车到地下运行或从山中穿过。

在 1829 年,英国在修建从利物浦到曼彻斯特的铁路时,就修了长 1190 米的隧道。修建海底隧道或江河的河底隧道可以使得列车的运行不受气象条件的影响,同时又不影响水上运输;修建穿山的隧道可使得线路大大缩短。正因为有这些优点,所以世界各国在修建铁路时都广泛采用这个办法。

早期的隧道修建都采用人工凿孔和黑火药爆破的方法,不仅效率低,而且安全性差。后来有了凿岩机械和硝化甘油,并采取了一系列的安全措施,所以隧道挖得越来越长。1921

年,瑞士和意大利合作修建的辛普朗 2 号隧道总长达到 19.8 公里。在水底下开挖隧道,碰到的问题比在山里开挖要多。如岩层漏水等,因而开挖也更难。但还不足以难倒富于智慧的工程师们。早在 1818 年至 1843 年,英国人就在泰晤士河底开挖了供人及马车行走的隧道。后改为通行城市铁路。1942 年,日本在下关和门司之间修建了长 6.3 公里的海底隧道。在去年,英法两国合作开挖的英吉利海峡海底隧道已经挖通,估计近几年内即可通车。

但是,从开始挖掘隧道到今天在隧道里能安全的行驶,中间走过的路并不是平坦的。甚至付出了惨重的代价。1944 年 3 月,在意大利南部亚平宁山区,一列列车开进隧道后由于轨道潮湿打滑,列车停在了隧道里不能走,偏偏又是辆烧煤的蒸汽机车。由于隧道内空气不流通,煤不完全燃烧产生的一氧化碳将列车上的 521 人毒死了 515 人。这些人的死使得后来的工程师们开始认真考虑隧道的通风。

前面我们所说的铁路都是在城市与城市之间运行的。其实列车也可在城市内作为公共交通工具使用。这就是人们熟知的地铁。将城市列车弄到地下去运行是因为这样可以方便地选择修建线路,同时列车也不用挤占本来很紧张的城市地皮。世界上最早的地铁是 1863 年在伦敦建成的,当时还是用蒸汽机车牵引的。现在的地铁列车都用电力机车来牵引了。在上个世纪,世界上还有芝加哥(1892)、布达佩斯(1896)、格拉斯哥(1896)、维也纳(1898)等几个大城市修建了地铁。现在,世界上很多大城市都有地铁了。其中最发达的要属莫斯科的地铁了。在那儿乘地铁可以很方便地到城市的各个角落去。

在我国,虽然早在 1887 年在台湾就修建了第一条隧道,但地铁的修建却是很晚的事了。北京到 1965 年 7 月才开始修建地铁,第一期工程到 1965 年 9 月完成,第二期工程到 1984 年才完成。通常认为:一个城市人口如果超过了百万,就应考虑修地铁了。但我国到目前为止,还只有北京和上海有地铁运行,而且线路很短。同时天津、广州等城市也正在修建地铁。

地铁的修建并不是一件容易的事。它耗资惊人,而且根据地下条件的不同,挖掘方法也有多种。但是,一个人口众多的城市,特别是象我们国家的大城市,要想真正提高城市公共交通的效率,还是应该重点发展地铁而不是小汽车的出租业。

5. 未来的列车

生活在史蒂芬逊时代的人们,恐怕不可能想象到今天的安全、舒适、安静的高速列车。同样,生活在今天的人们,要想很准确地说出未来的列车是什么样子,也不太可能。但我们可以设想:按已有的科学原理,我们可以通过努力造出什么样的列车来。

总的看来,列车的发展无非是改进牵引和改善列车的运行条件。前者包括能源形式和牵引功率的提高。比如:从蒸汽机车到正在发展的磁悬浮列车,能源从煤变成了电,动力装置从简单的蒸汽机变成了线性电动机。轨道从本身的制造到铺设技术都有了很大的提高。其目的是提高运行的速度和安全性。那么未来的列车在这些方面会有什么提高呢?

自奥托·哈恩发现核裂变以来,核能的利用已广为人知。是否也可将原子能用于列车的牵引呢?科学家们正做这种设

想。目前,轻元素的聚变还无法人工控制,说核能的利用通常是指利用重元素的裂变释放出来的能量。常用的重元素如铀²³⁵等。一克铀²³⁵裂变释放的能量相当于两吨半优质煤完全燃烧(这并不容易做到)所产生的能量。按这个关系,据计算:利用原子能机车来拉二、三千吨重的负载,只需 50 克铀²³⁵即可从北京到上海再到广州。如果用内燃机牵引,则要带上三十吨的油作为燃料,若用蒸汽机车就更不得了,要带上一百多吨煤。差别不能说不诱人。

原子能机车的动力部分除了原子反应堆外,还要有蒸汽锅炉、汽轮机、发电机、配电设备和电动机,总的结构非常复杂,简直就是带着一个小的核发电厂在运行。它的原理是将核裂变的热能经蒸汽锅炉、汽轮机、发电机变成电能供电动机来牵引机车。这种车的结构虽然复杂,但我们可以设想:其控制全由计算机自动完成,包括发出减速和停车的指令等。这种车如果造出时,预计时速可达到 300 公里以上。

除了改进能源,富于想象力的美国人还设想了一种未来的列车。美国科学家设想在纽约到洛杉矶之间横贯美国大陆修一条地下铁路(这恐怕不是一件轻而易举的事),用闸门将轨道分成若干段,每段叫闸室。每个闸室的大气压力略有差异。设想的运行情况是这样的:当列车进入第一闸室时,这里的气压只有大气压的 $\frac{1}{4}$,其后每个闸室递减 $\frac{1}{4}$,整个线路的气压相当于距地球 50 公里处的气压。由于气压低,几乎没有空气阻力,所以可以高速行驶。但是,由于气压低,列车得密封。这种列车可以在很短的时间内将速度提高到惊人的程度。但

是加速度不能过大,这是很显然的。应把加速度控制在 $0.6g$ 以下。为了减轻加速度给乘客造成的不适,科学家们还设计了一种特殊的座椅,它可随着加速度的变化改变倾斜度。

美国人还设想了一种风动列车。它不需要发动机。其行驶原理是这样的,在两座城市的地下建一密封管道,管道一端气压远高于另一端。靠气压差产生强大的推力。但是,必须还要考虑怎么使车停下来。当然,这种没有发动机的车并不是不消耗能量,因为形成气压差是要消耗能量的。很显然,这种设想不如前面的一种,但比较一下,最现实的还是磁悬浮列车。估计在不久的将来即可进入实用。

三、从陆地到海洋

帆船时代的努力

1. 靠水吃水

宇航员在太空看到的地球是蓝色的,这是因为我们这个星球表面只有 21% 的是陆地,而围绕这些陆地的是一望无际的浩瀚的大海。不仅如此,在陆地上还有数不清的大小江河、湖泊。俗话说:靠山吃山,靠水吃水。很早以前,生活在水边的人们就开始了捕鱼为生。此外,人类与生俱来的好奇心使得人们总有越过江河、湖泊甚至大海去探索新天地的愿望。正是这些原因促使人类的祖先发明了木筏、独木舟等水上交通工具,并借帆来利用丰富的风力资源。当然,仅仅靠风驱动是不够的。如果这样的话,在无风的日子寸步难行了。所以人们还发明了桨。至于帆和桨何者先出现,现在人们无法确知。不过,从一些古迹上看,桨的出现似乎早些。我们现在知道:桨利用了杠杆原理,摇桨的人只需用较小的力就可通过桨柄产生很大的力来推动船前进。同时,人们还需要控制船行进的方向,所以就需要有舵。如果把帆、桨装在独木舟上,就成了最原始的帆船。因为早期的桨也起帆的作用。但这种原始的帆船

是很难经得起大风大浪的考验的。对于那些靠海生活的人们来说,就需要造出更大、更结实的帆船。而且船上帆、桨、舵都要具备,使用起来也要安全有效。而对于那些进行海上贸易的人们来说,对帆船的要求就更高了。

通常人们认为地中海是航海业发展的摇篮。早在公元前 3000 年,腓尼基人(这是一个以能航海闻名的民族)就从地中海航行到了爱琴海,在这以后,他们的庞大的商船队又发现了直布罗陀海峡,并航行到了英国。但是,随着考古的新发现增多,人们又发现了更早的船只,因而也更新了人们的一些观点。

印度是一个海岸线很长的文明古国,所以印度考古学家在孟买洛塔尔附近发现世界上最早的港口并不令人吃惊。人们在那儿发现有码头、货栈和 218 米长、37 米宽的船坞。由这些发现,人们可以想象当时印度洋上繁忙发达的帆船运输,并可想象当时庞大的造船工业。所以严格地说,印度洋才是真正的航海摇篮。

除了前面提到的最早的印度人及腓尼基人的航海外,世界上还有其他一些靠海生活的人很早就有了很发达的航海业,并出现了许多著名的航海家。

我们知道,埃及是一个文明古国,它也靠着地中海,很多人也靠海生活。其航运业很早就已经很发达了。1955 年,人们在金字塔附近发现了一艘 4500 年前的船,船长 43 米,船上装有 12 支桨。可见当时的造船水平已经很高了。埃及的航运业的发达一方面是因为它靠海,另一方面,因为它有优良的港口。早在公元四世纪时,亚历山大港已是个著名的大海港,与

世界上许多地区的航海业有紧密的联系。不仅如此,在港外的德洛斯岛上,公元前 270 年就建成了高达 120 米的灯塔,其光源是用镜子将塔顶大火炉的光反射出去而成的。

阿拉伯人以善于经商闻名。古代阿拉伯的航海业的发达与此有密切的关系。著名的《天方夜谭》就记述了著名航海家辛巴德七次从波斯湾边的巴士拉出发航海的故事。其人物的原型很可能就是著名的航海家艾布·阿比达。

位于巴尔干半岛南端的希腊,是西方现代文明的发源地。它三面环海。在公元前五世纪,爱琴海上的贸易几乎全为雅典人所经营。公元一到三世纪,希腊的船就到过印度的港口。直到今天,希腊的海运业也是世界上首屈一指的。

世界上几乎所有的靠海的文明古国,在航海业上都会有过辉煌的时候。在我国,虽然早在商代就能制造木船,但总地来说,进行有影响的航海是在比较晚些时候的事。

早期的帆船,除了用于进行贸易活动,也用作战舰。说是战舰,实际上在早先并没装上火炮,只是用来运送兵马、粮草。

我们不难发现,最初航海业发达的都是一些靠海生活的民族。是为了生存的动力促使他们将帆船越造越好,以至有了发达的航海业。

2. 从恺撒到郑和到哥伦布

航海业的兴起的前提是有能经得起风浪的帆船。早期人们对帆船的速度要求并不高,重要的是船要经得起风浪。而这样的帆船一旦产生,人们便可以越过大海去进行贸易、战争或探险。罗马人在他们杰出的统帅朱利叶斯·凯撒和安东尼带

领下征服克利奥帕特拉女王的埃及时,其庞大的舰队就是满载兵马粮草的大型帆船队。这种帆船叫加利船,它的动力装置是一块巨大的方形布帆和由一百多个奴隶来划的分几层在两侧排列的桨。实际上,古罗马人在公元前 400 年左右就造出了杰出的加利船特里雷米号。它长 42 米,有巨大的方形帆,其桨分三层排列在船的两侧,要一百多个奴隶来划。

图 6—6

但是,这种加利船的帆有一个缺点,它的帆是固定在和船的前进方向垂直的方向上的。通常这种帆被称为横帆。顺风时,整面帆都承受风的作用,风力与船行方向平行,因而对船产生强大的推力,这当然很好。但是,如果风向与船要去的方

向不一致甚至正好相反,则船就没法前进了。只好放下帆,让奴隶们来使劲划了。这种帆船之所以曾经辉煌,一方面与奴隶有关,另外恐怕也与地中海的良好的航海条件有关。

相比之下,北欧的海盗们就没那么幸运了。他们面临的是北海及北大西洋的惊涛骇浪。险恶的环境对他们的船提出了特别的要求。为适应风向的变化,他们将帆变成了活动的。顺风时,把帆横过来作为横帆。当无法顺风航行时,便通过调整帆及船的行进方向来使船获得前进的动力。如果进行合适的调整,即使逆着风船也能前进了。调整后与船行方向平行的帆通常称为纵帆。如果将这两种帆结合起来使用,那么只要有风,船就可以很方便地向任何方向航行了。除了帆不同外,这些海盗船造得又细又长,除了巨大的方帆,还用 40~50 名水手划桨,所以这些船跑得特别快,而且可以躲到某些大船进不去的狭窄的水道。这正好是海盗们所需要的。

当欧洲人在地中海和大西洋、北海上来来往往的时候,在我国,航海业也取得了很大的进步。事实上,早在秦汉时期,我国已能造出长 20 余米、宽 5.6~8.4 米、载重 30 吨以上的船。据《汉书·地理志》记载,公元 140 年,汉武帝时,我国的船从广西的合浦出发,航行五月到了今天的马来半岛。又航行二十多天到了今天的缅甸蒲甘。从这里又航行两个多月到了今天的印度的马德拉斯。晋朝时的高僧法显,在由陆地去印度求佛经后,乘船到了今天的斯里兰卡,回国时搭乘商船在今天的山东登陆。事实上,在这段时间一直到以后的隋、唐、宋,来往于我国与东南亚及阿拉伯国家之间的商船非常多。阿拉伯历史学家马斯欧底在《黄金草原》里记载,中国的商船在公元五世

纪曾访问过波斯湾。

众所周知,在隋朝时开挖了贯通南北的大运河。那时的内河航运由此可见一斑。

正是由于内河航运及海上贸易的发展,我国的造船技术日益提高。

1974年,在泉州发掘出来的宋代的一艘海船,长达 34.5 米,宽 4.4 米,深 3.27 米,排水量达 374.4 吨,可载重 200 吨。

图 6—7

唐宋元明这几个朝代,中国国力强盛,与海外贸易频繁。在这段时间,我国也出了些著名的航海家。这些人主要是官派

的与其他国家进行货物交换的使节和去取经的僧人。如元朝的旅行家曾远航亚、非的许多国家和地区,在 1329 年曾访问了东非的桑给巴尔。这类航海活动到明朝郑和时达到了顶峰。

郑和又被称为三保太监,原名马和,是云南回族人。1405 年,明成祖派遣他率船队出使西洋。他率领的船队有 300 多艘船,其中有“宝船”60 多艘。所谓宝船,就是大些的船。最大的长 44 丈(137 米)、宽 18 丈(56 米),分四层,约 1500 吨,可乘 400~1000 人,为当时世界之著。船队除了一万七千多人,还满载金银、丝绸、瓷器。庞大的船队浩浩荡荡从江苏太仓浏河启程,于 1407 年回国。以后又六下西洋,总共历时 28 年(1405~1433 年),足迹遍布中南半岛、南洋群岛、孟加拉、印度、伊朗、阿拉伯和非洲等地的三十五个国家和地区,最远到了东非的马达加斯加和索马里。

如此庞大的船队,历经如此长的时间的远航,在世界航海史上理所当然应有它的位置。但是,它对人类历史的影响恐怕还不能与哥伦布的三艘帆船发现美洲大陆比。

就在郑和七下西洋的时候,欧洲的资本主义开始萌芽并发展起来。由于生产发展的需要,欧洲人积极开始了殖民探险,特别是对马可·波罗游记中描述的遍地黄金的东方着了迷。伴随着寻找去东方的航线的需要,出现了有三个主桅的轻便帆船,航海业因此更为发达。

信奉地圆学说的哥伦布决定与发现好望角的葡萄牙人迪亚士相反而向西航行,去寻找印度和中国。他请求西班牙国王“赞助”,得到国王的恩准。遂于 1492 年率领三艘全部用帆船装备起来的帆船队开始向西航行。船队的旗船圣·玛丽亚号

是长约 24 米,宽约 8 米,吃水约 2 米,重约 80 吨的木船(这比郑和的船小多了),有三根主桅杆,前两根挂方形横帆、后一根挂三角形纵帆。船头还斜挂一面小型纵帆。哥伦布就率领着这个由小型轻便帆船组成的船队,用了 69 天横渡大西洋(平均时速约 4 海里,即 7.4 公里),到达了今天的巴哈马群岛。哥伦布误以为已经到了印度,于是那里的土著人便糊里糊涂地成了印第安人。以后,哥伦布又三次横渡大西洋,先后到过多米尼加、波多黎各、牙买加、洪都拉斯和巴拿巴一带,为西班牙国王占领了大量殖民地。那个国王总算没白赞助。

直到 1499 年,意大利人亚美利哥·维斯普济才证实:哥伦布并没到印度,他到的是一块“新大陆”。欧洲人于是把这块新大陆称为亚美利加洲,即“美洲”。

哥伦布的成功轰动一时,也鼓励了更多的殖民探险者。其中比较走运的有葡萄牙人达·伽马。他率领的四艘帆船首先于 1498 年到达印度,这才开辟了到达东方的航线。而他的同胞麦哲伦率五艘帆船于 1519 年向西越过大西洋,绕过现在称之为麦哲伦海峡的地方,向西一直航行到了今天的菲律宾。他本人被当地的土人杀死,其同伴继续西行,于 1522 年返回西班牙。这次环球航行证实了地圆学说。

比较郑和与哥伦布或麦哲伦的航行是令人深思的。郑和的船队及船本身的庞大都是哥伦布或麦哲伦的无法相比的。但哥伦布发现了美洲大陆,麦哲伦作了第一次环球航行,对人类的历史都产生了重大影响。而郑和的壮举,在这方面就相形见绌了。究其原因,恐怕是因为他们航行的目的就不一样吧。

在进行殖民探险的时候的努力,奠定了帆船的基本形式。

在这以后直到蒸汽机出现并用于船舶之间的几百年里,帆船的制造达到了辉煌的顶峰。同时,也到了该进博物馆的时候。

3. 最后的辉煌

自新航线开辟后,从十六世纪到十九世纪,蔚蓝色的大海上白帆点点,到处航行着美丽的三桅帆船。西方的殖民者用这些帆船对亚洲、非洲、拉美地区的国家进行了疯狂的掠夺。这些殖民者之间也相互争斗,争夺海上霸权。

图 6—8

最初是西班牙和葡萄牙之间不断发生冲突,后经教皇出面调停,签订了瓜分协定。但英国、荷兰、法国等国也想占有殖

民地。后来荷兰人打败了葡萄牙人,其航海业发展到了空前的地步。十七世纪,它已能造出千吨以上的船舶,并且占整个欧洲商船的五分之四。当英国人参与争斗时,他们的舰队不再是帆船加士兵,而是帆船加上大炮。他们两次打败西班牙的无敌舰队,使西班牙从此一蹶不振,接着,英国又摧毁了荷兰的海上力量,并与法国进行了百年战争,战败了法国,从而确立了它的霸主地位,成为日不落国家。从此以后,世界各地的财富被不断改进的帆船源源不断地载入大英帝国。

到十九世纪初叶,新兴的美国加入了争夺殖民地的行列,他们造出了有美国特点的快速帆船。虽然负荷有限,但吃水浅,速度快。在南太平洋季风的吹送下将我国的茶叶和澳大利亚的黄金运往新大陆。

在殖民者进行掠夺和殖民贸易的同时,从十六世纪到十九世纪中叶,在长达四百多年的时间里,殖民者还进行着罪恶的贩奴活动。

十六世纪,由于印第安人被杀得太多,而美洲又需要大量劳动力。于是有人开始从非洲把黑人象牲口一样运往美洲贩卖。所用的贩奴船一般为 25~30 米长,7.5 米宽,约 120~250 吨,但这样的船竟装 300~350 名奴隶。运往美洲途中,十之五、六被折磨而死后被扔到了海里。尽管样,贩奴者们还是大发横财。

我们知道,哥伦布的目的是寻找印度,只是偶然发现了“新大陆”。而殖民者对东方的兴趣从未减退。他们成立公司进行垄断贸易,用帆船队将大量廉价的原材料运回去加工后,又高价卖给殖民地的本地人,掠夺了大量财富。

正是由于上述种种不择手段的掠夺式贸易,使殖民者们大发横财,同时也使得帆船的制造技术越来越高,到十九世纪初达到了顶峰。帆船造得越来越大。有的帆船的桅杆竟高达 50 米,仅中间主桅上的布帆就两吨多重。帆船的速度也大大提高了,快速型的时速达到了 15 海里,最快的时速超过了 20 海里。

回顾过去不难发现,一样东西发展到顶峰的时候,也就到了该衰亡的时候了。帆船也是这样。无论怎样设计,帆船总得靠风行驶,而一旦狂风大作时,船员们又不得不拼命爬上桅杆去卷起布帆。而几吨重的帆恐怕卷起来也不是件容易的事。所以帆船到了该进博物馆的时候了。

为帆船时代结束划上句号的应当是德国人在 1902 年造出的名为“普鲁士”号的巨大怪物。它长 133.5 米,宽 16.4 米,五根桅杆上各挂六面帆,重达 11150 吨,最大时速 19 海里。但是,这艘船实际上是为博物馆造的,因为这时候,用螺旋桨推动的船都已经出现几十年了。

至此,尽管蔚蓝色的大海上还有白帆点缀,但船的蒸汽时代已经来临了。

蒸汽时代的变革

1. 蒸汽机、帆和明轮

我们知道,詹姆斯·瓦特 1765 年改进纽可曼的蒸汽机导致了工业革命的开始。而蒸汽机作为那个时代最先进的动力

装置,被用在了许多场合,很自然地也会有人想到将它用到船上。

事实上,当帆船正处于它的辉煌时期时,蒸汽时代早已开始。作为船的蒸汽时代的序曲的许多尝试也已进行。1886年,美国人约翰·菲奇制造了一艘由蒸汽机作为动力装置推动的船,用来运载货物和旅客。不过,他的船是用蒸汽机推动船两边各六根桨来使船前进的。我们可以设想一下,要用蒸汽机推动十几根桨,其结构肯定简单不了,因而也容易出故障。所以这种简单地将蒸汽机与先前的驱动方式叠加到一起的作法未能产生理想的效果。显然还需要做某些关键地改进才能达到目的。除了约翰·菲奇,在十八世纪末还有很多人做过这方面的努力,但都没有成功。要么是机器损耗和能源消耗太大,经济上不合算;要么是只能空船开着走,一载上货便“累”得走不动了;或者和约翰·菲奇的船一样,比帆船还慢得多。这种状况一直持续到明轮出现。当然,在明轮出现之前,也有过其他推进方式的尝试。比如美国人拉姆奇曾设计过这样的船:用蒸汽机来驱动水泵,水泵将水向船尾喷去,以此推动船前进,但推力太小,因而也不能算成功。

明轮的出现,使以蒸汽机为动力的船进入实用阶段。说到明轮,有的人可能不知道。但如果看过电影《尼罗河上的惨案》,就应该可以知道了。那上面的游艇就是用明轮作推进装置的。直到八十年代初,黑龙江水系的轮船还使用明轮作推进器。实际上明轮的结构并不复杂,有点象我国古代的水车。在一根圆柱形轴上装上蹼板,当整个装置在蒸汽机的带动下转动时,蹼板拨水从而使船前进。

首先发明以蒸汽机为动力的明轮式的船的是英国人赛明顿。他在 1802 年制造出了世界上第一艘蒸汽明轮船夏洛特·邓达斯号。其蒸汽机是瓦特式的。这艘船在苏格兰运河上航行了 31.5 公里。航行虽然成功,但他不太走运。因为明轮掀起的波浪损坏了河堤,这艘划时代意义的船被运河管理人扼杀在摇篮中了。

相比之下,美国人罗伯特·富尔顿就幸运多了。他在 1803 年把锅炉、蒸汽机和明轮装到了内河航行的船舶上。他的努力并不是一次成功的(实际上,几乎没有什么发明是一次成功的)。经过多次失败,最后他的“克莱门特”号取得了成功。这条船长 45.7 米,宽 4 米,吃水 0.6 米,明轮半径 0.9 米,轮宽 0.25 米。不仅如此,这条船还装有两片 42.6 米的帆,蒸汽机只是作为辅助动力,这也是早期这类船的一大特点。这艘船于 1807 年 8 月 17 日在哈德逊河上试航,时速 8 公里。从那以后,富尔顿便以“轮船发明家”闻名于世。当然,富尔顿并不是第一个制成轮船的人,但是他首先使轮船进入实用,用来运输旅客和货物,并通过这种办法轻易而举地赚回了造船的成本。也正因为这样,所以世界各国竞相开辟轮船的定期航线,并积极对轮船的制造技术进行改进提高,从而推动了轮船制造业的发展。而“克莱门特”号获得成功后并未隐退,它定期航行于纽约和奥尔巴尼之间的哈得逊河上。

在英国,1812 年,人们终于接受了蒸汽明轮船。他们制造了蒸汽明轮的慧星号海船,可是距第一个英国人发明这种船已经十年了。在科学技术的发展史上,那些刚刚诞生的“新生儿”往往会因为一些小小的毛病而被某些人扼杀在摇篮中,在

这种情况下,就特别需要发明或发现者有极大的勇气和坚韧不拔的精神和坚定的信念。

虽然早期的蒸汽明轮船蒸汽机动力往往只起辅助作用,但总地来说是现代轮船的开始。现代轮船首次来到我国的是1835年来的英国的查甸轮。自那以后,开辟到我国的航运的外国轮船不断增加。但直到1866年3月,由徐寿在安庆建成的我国第一艘轮船“黄鹄”号才下水。这艘船长50余尺,航速为每小时20余里。同年,清政府建福州马尾船政局和江南造船所,以后又陆续建了一些造船厂。但我们知道,到这个时候,两次鸦片战争已经过去了,外国轮船公司垄断了我国的航运业,民族工业很难发展,所以这些造船厂虽然也造出了一些船舰,但总地来说,没什么建树。直到解放后,被政府扶持,造船业才取得了较快的发展。

2. 更新动力

自轮船诞生以来,制造技术日益提高。事实上,回顾历史,我们不难发现:科学技术从来都没有完全停止发展,这看起来似乎并不是人自身所能控制的。当然,受各种因素的影响,发展得有时快有时慢。

造船技术的发展主要指三个方面的发展:船壳、动力装置以及甲板以上部分。目标是提高船的使用性能和航行性能。这包括很多技术指标:载重量、货运容量、客运容量、航速、航行里程即续航能力,还有稳定性、抗沉性、坚固性、快速性、灵敏性等。其中动力装置是船上的核心,对这些指标影响重大。所以自轮船诞生以来,对轮船的改进的努力大部分都集中在这

部分。而动力装置可以粗糙地分为动力源和推进装置。我们说过,早期的蒸汽机船仍以帆为主要动力,蒸汽机只是作为辅助动力,这也说明了动力装置有待改进。

首先要改进的是推进装置。明轮的发明,虽然是造船技术上的巨大进步,但它自身有严重的缺陷。一般只适合于内海,河流的渡船,不适合于远洋航行的船只。因为明轮的大部分都暴露在水上,一旦船颠簸得厉害起来,明轮搅到的水就会很少,因而推力很小。甚至风浪大到一定程度会使明轮根本搅不到水或被损坏,从而船只只好被风浪任意摆布了。人们当然不能容忍这种情况出现。

在这以前,实际上早在十五世纪,就有人曾设想用另一种装置——螺旋桨做船的推进装置,但直到明轮被使用后,一般人还很难相信在船尾加上个小螺旋桨会比巨大的明轮产生更大的推力。为此,英国海军在 1845 年做了个试验,用一条绳索将同样马力的两条船的船尾拴起来,其中一条船用螺旋桨推进,另一条船用明轮推进。然后开足马力,让两条船在水里拔河,结果用明轮推进的被用螺旋桨推进的拉着以每小时 2.5 海里的速度前进。可见螺旋桨的厉害。

用螺旋桨推进的船,最初是由瑞典工程师约·埃尔逊设计成功的。到 1838 年,英国人史密斯把螺旋桨装在“阿基米德”号船上。在功率为 80 马力的主机带动下,桨叶把水向后排开推动这条 38 米长的船前进,航速达到 8 节(即时速 8 海里)。

由于螺旋桨推进器经济性能好,结构简单、坚固耐用,使用它可以提高航速并节省燃料,而且即使在风浪之中也能继

续发挥作用,所以一旦出现便迅速得到了广泛的运用。到十九世纪四十年代,机动船舶普遍采用了螺旋桨作为推进器。当然,螺旋桨本身的制造技术也在提高。1844 年美国人发明的手工操纵调距螺旋桨使得曼利曼克号变得格外灵活机动,从而在 1861 年的南北战争中取得了海战的胜利。

除了推进装置,动力源也在不断更新之中。首先是富尔顿所用的瓦特式蒸汽机被淘汰了。那种单缸摇臂式往复蒸汽机经过不断改进,成了多级膨胀式的。高压水管锅炉也逐渐取代了早期的圆筒式的苏格兰烟管锅炉。但这些改进远不如蒸汽轮机的发明带来的进步巨大。

图 6—9

1896 年,英国人 C·帕森斯将他发明的反作用式蒸汽轮机成功地应用于船上。同年,瑞典人 C·拉瓦尔发明了冲击式蒸汽轮机。这两种蒸汽轮机都用蒸汽工作,但所用蒸汽的温度和压力都要比以前所用的高得多,它的工作原理就如同风吹动风车使之转动一样。高温高压的蒸汽通过特殊设计的喷嘴,

变成强大的高速气流打在叶轮外缘的叶片的槽上使轮转动,从而带动螺旋桨转动。这种动力装置体积小、重量轻、功率大、效率高。不易损坏。与蒸汽机相比,它没有活塞、连杆等惯性很大的部件运动。因而运转平稳,无振动和噪声,检修起来工作量小。正是由于这些优点,蒸汽轮机一出现便显示出强大的优势,迅速取代蒸汽机而独领风骚。首先安装蒸汽轮机的透平号曾特别参加了 1897 年英国海军的阅舰式。时速达 34.5 海里,使得在场的人惊得目瞪口呆。自那以后,大型轮船基本上都用蒸汽轮机,已有的船舶也纷纷进行改装。

除了动力装置,造船材料也在发生变化。早期的蒸汽机和明轮是装在木帆船上的。1843 年,制造了第一艘铁壳船。1850 年以后,逐渐用铁作为造船材料。这以后,由于新的炼钢法的发明,钢产量迅速增加,钢开始代替铁成为造船材料。比如英国,到 1890 年,只有 8% 的是铁船了。

铁制螺旋桨推进器、蒸汽轮机、钢制船壳,这些新技术的出现使得船进入了一个新的时代,这当然还不是终点。内燃机及其他新的动力装置的出现又打破了蒸汽轮机独领风骚的局面,使得船又从一个时代进入另一个新的时代。

3. 横渡大西洋

自哥伦布发现新大陆以来,横渡大西洋成了对人们勇气 and 智慧的考验,成功者往往得到其高的荣誉。当然,这与大西洋恶劣的气象条件有关。所以从帆船时代起到近代的飞机的出现,每一种新的可能跨越大西洋的交通工具出现时,都有人尝试横渡大西洋。直到现在还有冒险者独自乘帆船横渡大西

洋。

自富尔顿的克莱门特号在哈得逊河首航成功后,曾出现过许多装有蒸汽机和明轮的帆船。其中,美国人 M·罗杰斯建造的萨凡纳号于 1819 年横渡大西洋成功。萨凡纳号长 30 米,宽 8.5 米,蒸汽机 90 马力,装有 2 个直径 4.8 米的明轮。从美国乔治亚洲的萨凡纳到英国的利物浦花了 27 天又 11 小时,但其间大部分时间都是靠帆来推动,只有 60 个小时是使用蒸汽机动力行驶的。尽管如此,它毕竟是靠蒸汽机和风帆来行驶而横渡大西洋的第一条船。第一艘真正靠蒸汽机推动而不依赖帆成功横渡大西洋的船是英国的“西里奥斯”号(700 吨)。“西里奥斯”号 1838 年从爱尔兰横渡大西洋到达纽约,用了 18 天又 10 个小时。螺旋桨推进器出现后,英国人创造性地建造了全部以铁制螺旋桨为动力的大不列颠号,从利物浦到纽约横渡大西洋花了 14 天 21 小时,并因此确立了螺旋桨的地位。

我们说:钢制船的出现,加上日益改进的螺旋桨,蒸汽轮机取代老式蒸汽机,使得船进入一个新的时代——大型高速商船的时代。第一艘这样的巨轮是英国豪华的“毛里塔尼亚”号(31938 吨)。“毛里塔尼亚”号和它的姊妹船“卢西塔尼亚”号都是当时世界上最大最快的客船。1907 年,“毛里塔尼亚”号从利物浦到纽约,航行了 4 天零 20 小时 15 分,平均时速 23.69 海里,打破了德国的“里帮德”号保持的记录,并于 1910 年再次刷新自己保持的记录,然后将这个记录保持到了 1929 年,创造了保持这项记录的时间最长的记录。

因为创造横渡大西洋的记录是一个种极高的荣誉,所以

很多人纷纷行动以期打破记录。直到 1929 年,德国的“不莱梅”号才打破“毛里塔尼亚”号保持的记录。在 1935 年建成的法国的“诺曼底”号和 1936 年建成的英国的“女王·玛丽”号曾展开激烈的竞争,以期创造并保持新的记录,最后,以英国人以 3 天 20 小时 42 分战胜法国人而告终。

但是,这样的竞争并没持续很长时间。第二次大战爆发时,人们再也没有闲心去展开这样的比赛了,有关的技术成了国家机密,人们终日忙于战争。大西洋也成了“狼群”(德国潜艇)出没的令人生畏的地方。在战争中,飞机取得了突飞猛进的发展。战争结束后,人们对巨轮横渡大西洋的记录已不再感兴趣了,他们的注意力集中到了飞机上。

今天的船

1. 燃油和原子能

当一种新的动力装置出现的时候,只要是思维不是特别狭隘和迟钝的人,都会想到将它用到需要动力的地方。在蒸汽轮机正辉煌的时候,内燃机开始用于船舶,并显示出巨大的优势(我们这里所说的内燃机一般就指柴油机)。当内燃机开始用作船舶动力时,石油工业的发展已使得重油和柴油的产量能保证供应。那时的蒸汽机有的已开始烧重油。如果说蒸汽轮机取代蒸汽机是船的换代的标志的话,那柴油机和燃气轮机的使用及燃料由煤改为燃油则是另一个时代开始的标志。很显然,重油在各方面都比煤优越。首先,装上船就容易多了,

可用泵通过管子把油抽到船上。而煤装起来就麻烦多了,特别是在没有现代化的装卸工具的早期。最主要的还是重油的燃烧值(燃烧单位重量的燃料所释放的热量)比煤的大得多,且燃烧产生的烟和灰尘都很少,所以装载同等重量的燃料,载重油的能行驶的距离要远得多,而且工作环境也干净得多。

除了燃料的优点外,柴油机还有它自身的天生的优越性。众所周知,四冲程内燃机是德国的奥托在 1876 年发明的。自那以后,内燃机又经过了多次地改进。1905 年,瑞士的苏尔寿兄弟公司制成的可反转的船用柴油机,热效率达到 40%,与此相比,蒸汽机的 11~14% 的热效率就显得太低了。另一方面,柴油机的重量也在不断减轻,从每马力 50 公斤减为每马力 1.6~3.6 公斤。当然,蒸汽机也可烧重油,但它每马力小时要烧重油 600~800 克,柴油机却只需 200 克(指早期的)。总地说来,柴油机体积小、重量轻、结构紧凑、造价低、寿命长、因而经济效益自然好多了。所以自丹麦 1912 年建造了 7500 吨的锡兰迪亚号远洋柴油机船以来,从 1918 年到 1928 年的 10 年间,柴油机船增加了 8 倍多。到 1927 年,制造的柴油机船开始在数量上超过蒸汽轮机船。

在蒸汽轮机发明后不久,又发明了基本原理与之相同的燃气轮机。所不同的是它不是用高温高压的蒸汽冲击叶片,而是用重油燃烧产生的更高温度和压强的气体直接冲击叶片而使得叶轮转起来。至于锅炉、输送蒸汽的管道、冷凝器等就可以略去不要了。自 1939 年瑞士制成第一台燃气轮机后,由于高温高压燃气对装置制造材料的要求比较苛刻,所以直到四十年代才得以应用,而且由于工作温度高,装置寿命短、从而

经济上不合算,燃汽轮机大都用于军舰上。

自燃油被用作船舶的燃料后,现代大小船只差不多都以燃油来产生能量推动船舶前进。一般大型船只上多以燃烧重油的涡轮机作为动力装置,而小型船只差不多都以柴油机为动力装置。

二战后,一方面,美苏等大国竞相发展核武器;另一方面,各国也积极努力将核能用于和平目的,不少国家都相继建造了核电站。同时,人们也尝试将原子能用于船舶动力。其原理是用小型核反应堆释放的热量将水加热成蒸气去驱劝蒸汽轮机。这种能源的最大优点是:释放同样热量所需核燃料的重量与燃油相比轻得令人难以置信。比如:以铀作为原料的核反应堆推动一万马力的蒸汽轮机,存贮 2.8 吨重的燃料就可连续绕地球航行七圈。另外,核燃料虽然被称为“燃料”,却不需要氧气。因为它是靠核材料裂变来释放能量的。正是由于这个原因,它特别受潜艇青睐。

世界上最早的原子能船是前苏联的原子能破冰船“列宁号”。它 1957 年下水,能破 2 米以上的冰前进。随后,美国、以前的西德、日本等国相继建造了各自的原子能船。其中美国在 1962 年建成的“萨凡纳”号原子能船是运客货的,而西德的是运矿石的。

当新的能源出现后,也许还会有新的动力装置被用到船上的,那时的船将比现在的船更先进,这是我们可以确信的。

2. 从乘船旅行到水上观光

如果没有商业上的成功,轮船就不太可能从富尔顿的“克

莱六特”号发展到今天的万吨远洋巨轮。实际上,富尔顿本人在商业上就很成功。“克莱门特”号载着旅客和货物航行,一下子就绰绰有余地赚回了两万多美元的造船费。正因为如此,自富尔顿后,开辟了很多航线。1812年,欧洲第一艘蒸汽客船“彗星”号在苏格兰试航,到今年年底,欧洲已有50多艘轮船航行在定期航线上。由于造船技术的提高,又开辟了欧洲到美洲的定期航线,使得越来越多的人得以乘船旅行。早期的客船,往往搭载货物和邮件。也有以装货为主搭载一些旅客的。除了在内河航行的少量客轮外,客轮大部分都是在海上航行的。而且以横渡大西洋的为最多,鼎盛时多达140艘。

到本世纪初,在大西洋上航行的船不再是富尔顿时代的船可以相比的了。这个时候,来来往往的客轮大都是大型豪华客轮。著名的“泰坦尼克”号就是它们的代表,虽然这条船很不走运。这条船是英国在1912年建造的高速豪华客轮,总吨位46328吨,航速达22节,有16个水密隔舱。当时认为这是艘不会沉没的“诺亚方舟”。但很不幸的是:在第一次航行从南安普敦开往纽约的途中,被冰山的水下部分划破了6个水密隔舱,结果船舱和机舱大量进水,两个多小时后船即沉没。因为船被认为是不会沉没的,船上的救生设备缺乏,最后,1316名乘客和885名船员中,共有1490人葬身冰海,造成迄今为止丧生最多的海难。当然,船确实是一流的,只是运气太差。这次海难并没将人们吓倒。有关国家召开国际会议讨论了有关救生设备、无线电通信、在冰区附近航行的注意事项等问题。轮船客运因此变得更安全了。事实上,人类文明的进步,都是付出了代价的,有些甚至是相当惨重的代价。

在二战前还有一些著名的大邮轮。如“伊丽莎白皇后”号，总吨位达 83637 吨，功率 20 万马力，航速 28 节，可载乘客 2264 个。“玛丽皇后”号，总功率 15.8 万马力，航速 28.5 节，可载乘客 2541 人。

轮船的跨洋客运在二战前发展到了顶峰。战后，由于航空工业的飞速发展，跨洋旅行的人们大都改乘飞机了。曾经显赫一时的大型豪华客轮由于严重亏损纷纷停航。特别是自 1958 年，喷气式客机投入运行后，横渡大西洋的客运业务急剧下降。从七十年代以来，平均每年横渡大西洋的 1000 多万人次中，乘船的只有 15 万人次左右。而且由于大型喷气式客机向安全、舒适、快速方向的飞快发展，这个差距还在逐年增大。所以那些大型客轮除了“改行”就只有停航了。前面说的“伊丽莎白皇后”号和“玛丽皇后”号于 1967 年停航。令人费解的是：法国在 1960 年又耗费 2900 万英镑建造了“法兰西”号邮船。这条船有 1000 多间房舱和可供 3000 人同时吃饭的大餐厅。但是，投入运行后，仅 1974 年就亏了 2000 多万美元，只好于第二年停航。

客轮“改行”一般是改为游览性质的游船，供人们在风景优美的近海区度假观光时乘坐。比如前面提到的“法兰西”号就摇身一变成了“挪威”号游览船，航行在加勒比海一带。这样的船数量很多，仅在加勒比海一带定期航行的游船就有 50 多艘。到今天，除了内河上还有一些客轮外（如我国的长江上就有不少客轮），海上航行的客轮基本上都是游览船。一个旧的时代已经过去了。

3. 跨洋运货

二战结束后,客船的全盛时期结束了。但这并不意味着轮船要退出历史舞台了,它仍然是跨洋运货的中坚力量。

通常用来运货的船都分有若干个船舱。这种结构一方面使得船舶的横向强度增加,另一方面也增加了船舶的抗沉性。因为即使一两个船舱破了,也只限于那一两个船舱进水,不致于使整条船沉没。运货船最简单的分类方法是分为干货船与液体货船。干货船除了普通的以外,还有专门装散装货物的散货船及冷藏船。普通的货船也称杂货船。二战后,虽然船舶发展得越来越专门化,但杂货船仍占有相当的份量,是一种重要的海上运输力量。因为有许多货物如:钢筋、钢轨、钢板、卷筒纸、大型机械和各种车辆等货物无法用集装箱来装运。

跨洋运货的杂货船的载重量一般在 12000~20000 吨之间,发动机功率超过 1 万马力,航速 17~24 节。

图 6-10

液体货船主要是用来运石油的。通常石油被称为“工业的

血液”不是没有理由的。别的不说,仅看现在全世界的交通工具,无论是天上飞的,地上跑的还是水上航行的,几乎都要烧油。不管是汽油、柴油、航空油,还是别的什么油,都是从石油提炼出来的。世界上对石油需求量大的是欧洲、日本、美国等工业发达的国家和地区,而这些地方自己的产油很不够,特别是日本,根本不产油。产油多的除了海湾国家,还有文莱、委内瑞拉等国。所以需要跨洋运油。虽然有了速度很快的飞机,但由于飞机载重量太小等原因,只能用船来运。于是应这种需要产生了专门用来运油的船。

第一艘油船是英国在 1886 年建造的。船上装有大油泵,可以迅速地装卸货物。机舱设在船的尾部,可以减少火灾损失。因为运送的是易燃物,所以灭火设备就显得尤为重要了。同时,船上还有喷水降温设备,在天热的时候用来防止油膨胀。冷天有防油冻住变稠的暖气设备。

当然,随着科学技术的进步,油船的建造技术也日益提高。特别是战后,由于世界经济的迅速发展,对石油的需求量巨增,油船的数量和吨位也迅速增长。大型油船成了新的时代的商船的主力。

很显然,在不增加太多的成本的情况下,船一次运油越多,运费就越便宜。而要想一次运更多的油,就必须使船的吨位变大。但船造得越大,如果在操作管理上不采取一定的措施,所需的船员的开支及其它开支也会上升。所幸的是,现代计算机技术使得对发动机等设备的监督和操作可由少量的人在一个中央控制室里遥控,以致一条近 30 万吨级的巨型油轮,从船员到船长也只有 70~80 人管理。

人员虽然减少了,但工作并不比以前更忙,反而更轻松安全。人们只需在控制室里根据仪表的数据操作电钮和操作杆,连航海记录也能自动进行。此外,还备有报警装置和联络设备,生活和日常事务的处理也可自动化。导航也不再依赖天上的星辰了,可以用卫星导航。正是由于以上原因,世界各国竞相建造巨型油轮。

法国大西洋造船厂 1976 年 6 月和 1977 年初建造的“巴基留斯”号和“贝拉米亚”号两艘油船,自重 7.33 万吨,载重 55.4 万吨。长 415 米,宽 63 米,油罐容量达 67.8 万立方米,满载时吃水 28.6 米,主机功率 32400 马力,航速 17 节,续航能力 42 天,而船员只需要 31 人。又如日本 1980 年制造的“海上巨人”号油船,载重 56.3 万吨,长 453 米,有四个半足球场长,宽 68.8 米,高 30 米,与一幢 22 层楼差不多高,吃水 24.56 米,它是将一艘 42 万吨的船从中间割开后加长 80 米建成的。

当然,船不能造得无止境地大,因为大吨位的船舶需要深水航道,深水码头,起点港还要有足够的货物可运,而目的港要有足够的地方卸货及足够的卸货设备。然而,世界上的深水港并不多,吃水 15 米以上的船舶能停泊的港口不超过 20 个。而且,世界上一些关键的海峡和运河能通过的船舶的吃水也不太深。比如英吉利海峡,只能通过吃水不超过 22 米的船舶;而马六甲海峡的限制是 23 米;通过苏伊士运河的船不能超过 25 万吨;通过巴拿马运河的船由于要过船闸,所以船长不得超过 290 米,宽不超过 32 米,其吃水不得大于 12 米。所有这些都限制了船舶的大型化,所以大型油轮以 20—30 万吨的居

多。

当然,跨洋运货绝不是只运石油,只不过石油占的比重比较大。事实上,除了某些特别需要赶时间的货物如邮件外,需要跨洋运送的货物基本上全靠船,所以看来船还不会退出历史舞台,至少在短期内不会退出。

4. 今天的船

今天的船,除了运载能力越来越强,航速越来越快以外,另一个重要的特点就是越来越专门化。

除了前面提到的油船以及由客轮演变而来的游览船以外,由于生产的发展,有许多特殊的货物要运,所以如同汽车一样,船舶也出现了“社会分工”。这样做的目的的一方面是为了运送某些特殊的货物,如油;另一方面,也为了提高运输速度,缩短周转时间。一般船在装卸货物上花费的时间很多。普通货船周转时间的 25% 都花在装卸货物上。所以很多努力都是为了提高装卸速度。比如集装箱船、滚装船就是因此而诞生的。

除了石油、液化天然气等货物需要特殊对待外,还有别的货物对运输船舶有些特殊的要求,比如木材的水运。木材是仅次于矿砂、煤、谷物的大宗干货,而且木材有它自身的特点。所以出现了专门的运木材的船。通常这种船的船舱的容积较大,船体较宽,舱内和甲板上突出部件少,甲板的两舷设有立柱来拦护木材。甲板上堆放的木材的数量可以超过载重量的 $\frac{1}{3}$ 。所以这种船载木材的能力大于普通杂货船。但由于木材体积大、

装卸时间长,所以这种船的周转时间较长。

此外,还有些重件货物需要特殊的船舶运输。这种船通常自备装卸设备,这就是重货船。所运货物包括:发电设备,化工和炼油设备、钻探平台、热交换器、原子反应堆、机车等重货。

我们知道,集装箱的出现,是货物运输的一次巨大的飞跃。它使得货物运输变得迅速、方便、省费用和安全多了。如今,海陆空运输都在朝这个方向发展。有专运集装箱的汽车,也有专运集装箱的船。按标准尺寸制造的集装箱一部分置于舱内,一部分堆方在舱面上。一般的集装箱船每艘可载 600 只集装箱(每只箱连货大概重 20~50 吨)。尽管集装箱船的造价高,是普通货船的 2~3 倍。但由于使用集装箱可大大缩短周转时间,并减少货物中转时的破损及包装材料等原因,因此集装箱船的发展很快,并出现了专门的集装箱码头。

为提高货物的装卸速度,还出现了一种滚装船,也就是所谓开上开下船。是在火车、汽车轮渡的基础上发展起来的,其外形象海军的登陆艇。尾部有可旋转的跳板,有多层甲板并有相应的通道,汽车、装满集装箱的挂车和其他一些机动车辆可以连车带货一起从跳板上开到船上去,停放在货舱里。正因为如此,货舱要做得特别宽阔。船到目的港后,由牵引车拖带集装箱挂车上岸。这样,其装卸速度比集装箱船还快多了,也不需要起重设备。1957 年,美国建造了一艘 10545 吨,能载 200 辆汽车的滚装船。在这以后,世界上很多国家也都相继建造了滚装船。船的数量和吨位都不断上升,滚装船航行的水域也从北海、波罗的海扩展到了地中海、中东、远东和大洋洲等地。

还有一种特殊的自身没有动力的船,叫驳船。需要用拖船

或顶推船来带动。用拖船拖动的驳船在内河见得比较多。从美国的密西西比河到中国的长江,在世界的各条大江大河里几乎都可见到。由顶推船推动的顶推驳船的阻力较拖船带动的要小,技术与经济效果较好。一艘顶推船可带几艘甚至几十般驳船,且速度较快,因而运费比普通的货船便宜 30~50%,成为很多国家内河运输的主力。这种船也可用于海上,但连接部分在海浪的冲击下容易损坏。直到本世纪五十年代,连接装置有了改进,这种船才有了显著的发展。

四、向往天空

飞行时代的先驱

1. 幻想飞行

雨果说过,比陆地更广阔的是海洋,比海洋更广阔的是天空,比天空更广阔的是人的思想。今天,人类依靠自己的智慧,不仅能在陆地和海洋自由来往,而且能乘坐飞机在天空遨游,甚至将自己的足迹印在了荒凉的月球上。然而,回顾过去,我们难免会问:当初人类为什么那么希望在天空飞翔呢?确实,人类肯定很早就注意到了鸟儿在天空自由自在地飞翔。然而,鸟类飞翔是为了生存,为了逃避敌害和寻觅食物或者由于季节的变化而迁徙,而人类为了生存只需要在陆地和海洋活动就够了,不需要到天上去凑热闹。也正是由于这个原因,人类才发明了车船等水陆交通工具,使得人类得以自由方便地在陆地和水上往来。天空飞行的鸟类和昆虫也还没有对人类的生存构成威胁,虽然有些确实造成很大危害,但人类在地面即可对付了。那么,究竟是什么力量驱使人类为了能象鸟一样飞翔而努力奋斗甚至很多人不惜牺牲生命呢?仅仅是为了满足好奇心吗?或者是出于对会飞的鸟类的嫉妒心理(这大概是有

史以来最致命的罪过了)? 或者是为了能离天上的神近点?

的确,好奇心是科学发展的很重要的动力,但人类向往天空,幻想着能象鸟儿一样自由自在地飞翔恐怕不仅仅是为了满足好奇心。事实上,天空引起人类的重视是很自然的事情,因为阳光、风、雨、雷、电都是来自天空,并决定着昼夜的更替,四季的变换、万物的荣枯。如果留意一下还可发现:不管是东方还是西方,世界各地几乎所有的神都住在天上,而且几乎都会飞。即使偶尔有住在地下的神如阎王也会飞到天上去向玉皇大帝“汇报工作”。这大概反应了早期人类对飞行的可望而不可及的心理,而且这些会飞的神个个身上都留下了人类幻想的痕迹:他们飞行的凭藉物千奇百怪,这正是人类幻想的杰作。

在西方,古希腊人认为他们的神住在奥林匹斯山上,这些神要下山来管理人间世物,会飞自然是最方便的了。于是,赫耳墨斯总是头戴翼帽,脚穿飞鞋。而斯拉夫民族的宇宙之神则总是骑着长着翅膀的骏马在天空驰骋。希腊的太阳神赫里俄斯则驾着马拉的火焰车在天空飞过。那些天使干脆自己就有翅膀。在许多民间传说中,魔毯都是重要的飞行工具。有趣的是,扫帚居然也是许多民间传说中的女巫的飞行工具。还有一种更罕见的飞行工具是教堂的门。传说中波兰克拉科夫的一位神女在与撒旦结成同盟后,就是乘教堂的门飞到罗马去的。在东方,比如我国的许多神话传说中的神本领看来更高强,只要念动咒语,似乎没有不能飞的。而他们自己则是腾云驾雾而行。幻想腾云驾雾飞行可能是因为注意到云雾在天空飘动的原因吧。

当然,人类并没停留在幻想神和女巫的飞行上,他们更想自己过把瘾。于是在一些传说中出现了一些敢于凭藉鸟类来飞行的先驱者。所凭藉的鸟大都是象鹰、隼、大鹏等体大而强健的猛禽。传说公元前许多世纪,波斯国王卡考斯曾把几只雄鹰套在他的御座上,让雄鹰带着他在天空飞行。他的这个形象甚至还出现在古画中,手里还拿着一束箭。无独有偶,《天方夜谭》里有一个故事说到阿拉伯著名的航海家辛伯德,他曾被困在一个岛上,但他想了个办法,把自己系在一只大鹏的腿上逃了出来。如要说传说中的依靠体大、强健的鹰之类的猛禽飞行还有点可信的话,那么传说中的依靠鹅和雄鸡飞行的故事恐怕只能是幻想出来的了。1638年,弗朗西斯·戈德温主教写的一篇故事说:主人公多明戈·冈萨雷斯训练的一群鹅带着他飞到了月球上。波兰的一个黑衣魔术师特瓦尔多夫斯基骑在一只雄鸡的背上竟也飞到了月球上,居然还在那里目睹了第一批宇航员的登月,这当然是无稽之谈了。事实上大多数的传说细究起来都是无稽之谈,但都在一定程度上反映了人类在早期对某些事物的理解以及人类努力的方向,对后来的人们往往无形中产生很大的影响。

人类要的是自己自由自在的飞翔,而不是依靠鸟类飞翔。但是人类没有翅膀,这就使得人类面临一个很大的难题。不过这并不要紧,人类有的是智慧和丰富的想象力、创造力。既然他们能造出车船,横跨大陆,漂洋过海,为什么不能造出飞的工具呢?于是传说中出现了一些制作飞行工具的能工巧匠。这其中最著名的传说是:工程师代达罗斯和他的儿子伊卡洛斯被米诺斯国王监禁,这个能干的代达罗斯为他的儿子伊卡洛

斯和自己各制造了一副翅膀,用的材料是蜡和羽毛。他们凭着翅膀飞了出来。代达罗斯成功地飞到了那不勒斯,但他的儿子由于对这种飞行欣喜若狂,忘了父亲的警告,飞得离太阳太近,以致蜡融化而失去了翅膀,最后葬生海里。正如前面所说,诸如此类的传说基本上都是无稽之谈,但反映了早期人类努力的方向,那就是模仿鸟类的飞行。

2. 气球升空了

在西方,当制造扑翼机和做飞人的努力一次又一次地遭到失败后,一些人开始另辟蹊径。

我们知道,公元前三世纪的古希腊科学家阿基米德曾致力于研究物体在液体和气体中漂浮的现象,并发现了我们现在称之为阿基米德定律的浮力定律。今天各式各样的舰船得以浮在水上的根本原因就是这条定律所阐述的内容。但是,这个原理并不象现在一样广为人知,甚至到了十五世纪象达·芬奇这样伟大的天才都似乎没有对轻于空气飞行的可能性问题予以重视,虽然他和其他许多杰出的学者肯定都注意到了火山喷发和森林失火能挟着大量的固体微粒滚滚上升到高空,但似乎都没意识到这一现象所包含的实际意义,以致热气球直到18世纪末才出现。当然,在这之前,还有一些与此接近的努力。

一位研究大气压和真空状态的牧师弗朗西斯科·德·拉纳发现:一个充满空气的容器,比另一个抽出空气变为真空的容器重(这是很显然的,因为空气也有重量)。他由此推论出:如果容器的材料比充满该容器所需的空气轻时,要是不采取

措施将容器固定的话,容器将从地面升起。这实际上是阿基米德定律的很自然的结果。说得更明确点,如果一个容器比它排出的空气轻得多,那么这个容器可以加上一定重量的负载一起上升。也许正是这样的考虑促使德·拉纳设计了一种会飞的船:小船由四个圆球来悬浮,每个圆球的直径 20 英尺(6.1 米),球由铜箔做成,抽成真空。这样,不仅船会被上浮的球带起来,还有可能搭载几个人,德·拉纳还给船装上了帆。所有这些设计听起来很诱人,但是,今天任何一个中小學生都知道:他的船是永远飞不起来的。首先,那几个球在抽气过程中就会被强大的大气压力压瘪,而且,即使船浮起来了,那面帆再大也不会有什么意义,因为一个自由悬浮的气球必然是随风飘游的。

在十八世纪初,一位杰出的巴西人德·古斯芒在葡萄牙国王面前几乎成功地表演了以热空气为动力的热气球的升空。虽然他的表演使王宫着了火,但却证明了这条路是可行的。只是他的表演似乎并没有广为传播开去。在今天看来,用热空气填充德·拉纳的球的真空,正好是阿基米德定律的可行的应用。实际上,想象力足够丰富的人是可能从火山喷发和森林失火时滚滚上升的烟尘想到这一点的。但历史常常开玩笑,许多杰出的学者没想到的,一位造纸工人却想到了。这位造纸工人就是法国的约瑟夫·蒙特戈菲尔。他和他的兄弟进行的热气球的表演开创了一个时代——热气球的时代。

1782 年 11 月 4 日的一天,这位老兄在面对壁炉沉思时,突然想到一个问题:为什么烟、火还有许多固态物质会平稳地从烟囱中消散出去呢?他忽发奇想:如果把带这种物质的气体

收集起来是否可以把别的东西带起来呢？一般人可能就到此为止了，但这位老兄为了满足好奇心，用上等丝绸做了个口袋，在下面点上一把火，令他和他的女房东高兴的是：口袋鼓起来后，一直向上飞，直到碰到天花板。

约瑟夫立即和他的弟弟联系，着手准备一次更大规模的试验。这次试验中，丝绸做的口袋上升到了 70 英尺(21.5 米)的高度。自此以后，兄弟俩进行了一系列秘密的试验，直到 1783 年 6 月，兄弟俩才决定公开表演。

他们用亚麻布做了一个直径大于 100 英尺(30.5 米)的气囊，于 1783 年 6 月 4 日，在昂诺内的市场上当着众多的人群的面，在气囊下面点起了火，结果当气球充满热气时，要 8 个人才能拉住它，松手后，上升到了 6000 英尺(1830 米)的高空。至于是用什么方法测得这个高度的就不得而知了，这个气球在降落前飞了一英里多的距离。

在那个时候，欧洲很多国家都已有科学院了。可以设想一下，如果当时我国有人做了同样的事，恐怕也只能做一些玩具或者最多在军事上小有用处。这样的例子可以举出很多。但蒙特戈菲尔兄弟将他们的试验向巴黎科学院作了汇报。科学院立即设法筹集资金进行进一步的研究，并将筹集来的资金交给当时年轻的物理学家 J·A·C·查尔斯教授，让他去研究。这看起来似乎不公平，但我们会看到这是一个明智的抉择。

图 6—11

蒙特戈菲尔兄弟并没因此停止努力,人们也并没有忘记他们。兄弟俩中的弟弟艾蒂安·蒙特戈菲尔制作了一只装饰很多,22.8 米高的气囊,并送给科学院去展示。由于这个气球做得很成功,他们又奉命去为国王路易十六和王后玛丽·安托瓦内特表演。为使表演具有轰动效应,兄弟俩在气球下面吊了 3 个笼子,在笼子里关了一只绵羊、一只公鸡和一只鸭子。

结果表演非常成功：气球带着的笼子里的动物在空中飞了 8 分钟、在 1.5 英里以外降落，笼子里的动物只受了点轻伤。兄弟俩被授与“圣米歇尔”勋章。自那以后，“蒙特戈菲尔”气球就名垂航空史了。

既然可以搭载动物，为什么不可以搭载人试试呢？但第一次试验总是含有很大的冒险成分。于是路易十六决定让几个死囚试试。但一位名叫德·罗齐尔的勇敢者认为：做第一个飞行的人的荣誉不能给一名罪犯。他自告奋勇要乘气球，结果成功了。他于 1783 年 10 月 15 日乘气球上升到了 26 米的高度，并在空中停留了大约 4.5 分钟。这在今天看来也许不被当作飞行，上天的办法也很笨拙。但不管怎么说，人类几千年上天的梦想终于变成现实。在这以后，德·罗齐尔又进行了多次飞行，其中最引人注目的是与另一位乘客做的飞过巴黎的飞行，这次飞行他们在空中呆了 25 分钟。

其实，从阿基米德定律我们可以知道：气球装的物质的密度比空气小得越多，同一气球所能搭载的重物也就越多。正好，在蒙特戈菲尔以前，英国化学家亨利·卡文迪许经过多次试验后，于 1766 年向英国皇家学会报告了他的结果：氢气比空气轻得多。年轻的物理学家查尔斯教授因此坚信：氢气才是填充气囊的理想气体，他知道（蒙特戈菲尔兄弟却不知道）：有另外的两兄弟研究出了一种在丝绸上涂橡胶的办法，这样得到的材料是当时最好的不透气的材料。于是他用这种材料做成了气囊，并充以氢气。在 1783 年 8 月 26 日。他试验的气球升空后很快就钻入云内一去不复返了。这年 12 月 1 日，查尔斯和发明涂橡胶方法的兄弟俩中的一位一起进行了氢气球载入

的飞行。从此以后,真正的气球时代来临了。

与此同时,在我国,人们似乎依然停留在幻想和玩孔明灯的水平上。直到 1885 年,中国才有华蘅造出了第一个氢气球。

尽管“蒙特戈菲尔”热气球和查尔斯的氢气球都有很多需要改进的地方,比如它们都容易着火和漏气,但这并不妨碍随之而来的一次又一次的气球飞行竞赛。人们似乎对几千年的梦想变为感到欣喜若狂。

在气球首次升空后过了一年多时间,让·皮埃尔·布朗夏尔就和他的一位美国同事成功地乘气球从英国的多佛起飞,越过英吉利海峡到达法国的加莱。当然,他们并不是一帆风顺的:由于浮力减小,他们在飞行中不得不扔掉所有的备用品,甚至到了最后,布朗夏尔连他的长裤也扔了。不过他们最终还是成功了。

但是,那个勇敢地第一个乘热气球上天的德·罗齐尔,却在各地的气球竞飞比赛进行得热火朝天的时候干了一件不可救药的蠢事。他试图把热空气与氢气混合起来填充气囊,结果气球起火坠毁,他成了在飞行能实际应用后第一个死于航空器事故的人。

几乎可以这样说:在历史上,科学技术的最新成果大都首先用于军事目的,而且在那里被用得最彻底。气球也不例外。虽然在 1870 年下半年普鲁士人围困巴黎的时候,人们还不能随心所欲地操纵气球,但巴黎市内仅有的 6 名训练有素的气球驾驶员却利用巴黎为数不多的气球建立了世界上第一条“航线”——一条用于军事目的单向航线。巴黎通过气球传送紧急公文与外面的法国未被占地区联系。当然,并不是所有

的气球都到了目的地。有人被风吹到了德国人占领的地方被德国人击落,也有的降落到了挪威、荷兰。但总地来说是成功的。直到 1871 年 1 月送出法国投降的消息为止,其间共飞了六十多次,运送了 9 吨重的邮件和 155 个人出巴黎。

这简直是个奇迹,因为气球在空中只能由风来决定它的去向。这显然不能令人满意,怎样才能人为地控制它的飞行方向呢? 这种想法导致了飞艇的产生。

3. 飞艇的兴衰

飞艇也叫气船(实质就是一种可操纵的气球)。顾名思义,是轻得能飘起来的可操纵的船,用的是和船上的类似的螺旋桨,也称空气螺旋桨来推动前进,和船在水上行驶的原理一样。

实际上早在查尔斯和蒙特戈菲尔兄弟证实气球是可以飞行的同时,就已经有人在设计可操纵的气球,也就是飞艇了。这个人就是法国陆军工程兵部队的一位军官梅斯尼埃。他在 1784 年将他的设计呈报给了科学院。这是个可以用伟大来形容的设计。它包含了一个世纪以后产生的非硬式飞艇的所有基本原理。他设计的飞艇没有骨架,靠所充气体的压力来保持形状。为了随高度调节飞艇,梅斯尼埃采用了外挂一个充气气压高于大气压的气囊来给飞艇补充放掉的气体的做法,这与今天的大同小异。不仅如此,他还给飞艇设计了三个双叶片螺旋桨,并设想用所谓“动力发动机”来驱动。由于实际困难,他的飞艇没能造出来,他本人也在几年后的战争中阵亡。

自那以后,有许多人又提出了大量的设想,其中一些人还

做了大胆的尝试。但是直到 1852 年,才由法国人亨利·吉法尔用蒸汽机装配了第一艘部分可操纵的飞艇。这个雪茄形状的飞艇长 44 米,直径 12 米,发机输出的功率是 3 马力,时速 10 公里。

1860 年,艾蒂安·努瓦尔发明了内燃机。1872 年内燃机用于飞艇取得成功。至此,制造完全成功的飞艇所必需的物质条件可以说都具备了:有了操纵面和作蒙皮的浸渍纤维织品,有了发动机,更重要的是,人们在理论和经验上对飞行需要解决的问题看得越来越清,知道该怎样努力去解决这些问题。正如爱因斯坦所说:发现问题是解决问题的一半。

一个标志法国在飞行上处于领先地位的杰作是勒纳尔和克雷布斯在 1884 年设计的可以全向操纵的“法国”号飞艇。艇长 51.8 米,时速达 19.3 公里。但是,法国的领先地位并没有保持下去,因为齐伯林的成功使德国开始领先了。

对飞艇感兴趣的人恐怕没有不知道德国的齐伯林和他的著名的齐伯林飞艇的。他研制的飞艇开创了一个飞艇广泛用于商业飞行和军事目的新时代。

齐伯林出生于一个德国贵族家里,快五十岁时才以中将军衔退出现役,开始从事飞行事业。但表现出了卓越的才能。他设计的是一种用金属主要是铝做骨架的硬式飞艇,内装填充着氢气和袋子。经过七年的艰苦努力,他将他的设计呈给军方,但被退回。于是他自己成立了一个公司继续干。他的第一艘齐伯林式飞艇——LZ·1 号在 1900 年试飞(此时在新大陆,莱特兄弟正专心于他们的飞机研究)。虽然 LZ·1 的控制系统几乎不起作用,但幸运的飞艇还是完好地回到地面。

接下来的 LZ·2 就没这么幸运了。它第一次飞行就差点酿成了一场灾难。但齐伯林并没有气馁。到 1906 年, LZ·2 再次亮相。这次飞行很成功。只是由于发动机故障, 飞艇在迫降时损坏了。齐伯林继续努力, 在几个月内制造了一艘新的飞艇 LZ·3。LZ·3 的飞行取得了完全的成功。2 个小时飞了 97 公里。到这个时候, 齐伯林的成绩终于引起了德国政府的重视。其它一些国家似乎也看到了飞艇潜在的军事和商业上的用途。一些爱好飞行的勇敢的人们也积极参与了飞艇的设计制造和飞行试验。尽管这时莱特兄弟的成功的首次飞行已经完成了几年了, 欧洲也有不少人在研制飞机, 但人对飞艇的兴致似乎一点没受影响, 涌现出了一批建造飞艇或利用飞艇进行贸易的公司以及从事飞艇设计和飞行的重要人物。这些人或者冒险探索新航线, 或者为了某些人提供的悬赏去竞飞。这些人当中特别值得一提的是巴西人阿尔贝托·桑托斯·杜蒙。他常住巴黎, 一生热衷于飞行。先是自己设计气球飞行。当飞艇出现后又开始设计飞艇, 并于 1901 年驾驶自己设计制造的飞艇在 30 分钟内从圣克卢飞往爱菲尔铁塔并返回起飞处, 从而赢得了 125000 法朗的巨额奖金。以后他又致力于飞机设计, 并成为欧洲第一个成功地驾驶动力飞机飞行的人。

第一次世界大战前后, 飞艇在军事上的应用发展得很快。战争期间, 英法都建立了小型软式飞艇巡逻队, 用来执行反潜侦察巡逻任务。德国则利用齐伯林式飞艇进行海上巡逻、远程轰炸和空运。甚至多次用飞艇对伦敦进行了轰炸。但是, 从莱特兄弟 1903 年的首飞到第一次世界大战爆发这段时间, 飞机发展很快, 水上飞机、全金属飞机都已诞生, 而且德国人在武

装飞机上也走得很快。相比之下,飞艇体积大、速度低、不灵活、易受攻击,所以一战时的空战主要还是飞机之战,而飞艇在军事上逐渐被淘汰了。但在商业运输上却仍在发展。因为早期飞机的运载能力极为有限。

1929年,德国制造的大型商业飞艇“齐伯林伯爵”号,曾载着16名乘客,用了21天时间完成了首次环球飞行这一壮举。英国和一直对飞艇兴趣不大却对飞机情有独钟的美国,都曾参照齐伯林式飞艇建造了各自的大型飞艇:英国的R—100号和美国的“阿克隆”号。后来,这些大型飞艇都相继失事。随着飞艇失事事件增多,飞艇的毛病暴露得越来越明显,其发展逐渐处于停滞状态。到1937年,载着97名乘客的大型飞艇“兴登堡”号在美国赫特湖附近的机场着陆时爆炸起火时,飞艇时代就算结束了。“兴登堡”号是德国人1936年制成的,它曾10次往返飞行于美国和德国之间,总共运送旅客1000多人,但最终却发生了飞行史上有名的这一大空难。

我们知道,飞艇本身有很多的毛病,尽管这并无损于它在飞行史上应有的地位。因为飞艇的浮力是所装氢气的重量与相同体积的air的重量差,而这个差值大约为每立方米1公斤。所以要想增加飞艇的负载能力,得将飞艇做得很大。但由于飞艇加上负载的总体密度比空气的小(否则就浮不起来了),它在空中飞行时很容易受风的影响,因而不好控制。此外,飞艇如此庞大的体积在飞行途中所受空气阻力也是非常大的,而且随着速度加快,阻力增加的很快。飞艇内充的氢气也是埋下的定时炸弹,因为氢气遇着火很容易爆炸。当然可以考虑用不会爆炸的轻的惰性气体,那就是氦,但氦又太昂贵。

所有这些决定了飞艇注定是要被淘汰的。而飞机的迅速发展正好加速了这个过程。所以飞艇时代很自然地就结束了。

4. 风筝和滑翔机

不管是气球还是飞艇,都是轻于空气的飞行器,那么最早的重于空气的飞行器是什么呢?不是莱特兄弟的飞机,而是风筝。

在我国,恐怕几乎没有人不知道风筝。当春天来到的时候,天空中飘浮的千姿百态的风筝不知给多少儿童带来过欢乐。除了布娃娃,可以说没有哪一种玩具不间断流行的时间有它那么长。

虽然没有确凿的证据,但普遍认为风筝起源于我国。早在春秋战国时期,墨子就模仿鸟类制造过木质风筝、木鸢和木鹊。也有人认为风筝是从树叶、旗幡或帆在空中飘扬中受到启发而发明的。事实上,古老的矩形风筝本身就很象帆,而源于中国的朝鲜和日本的风筝也多是长方形的“排子”风筝。

今天,我们看到风筝基本上都是儿童的玩具,少数也被用于成年人钓鱼甚至滑水。但在我国,风筝演变为玩具是唐朝以后的事。在这以前,风筝多用于军事。宋朝《事物纪原》里说:韩信曾利用风筝测量到楚营的距离。而在欧阳修的《新唐书》里记载,唐德宗时,临洛守将张仵曾利用风筝传信。甚至载人的风筝也曾出现,《资治通鉴》里就记载过这样的事。

风筝传到欧洲已经相当晚了,大概是十四世纪初。但是,直到十九世纪初,欧洲都没有任何人认真想过用风筝载人或把它作为一种可能的飞行器加以研究,而人们对气球和飞艇

却是那样热衷。这种状况一直持续到 1804 年,乔治凯利爵士将风筝用于他的精巧的小型滑翔机的机翼为止。

我们说过:最初人类为了上天是采取的模仿鸟类的办法,当发现此路不通后,开始研究探索新的产生上升力的结构。为此打下理论基础的就是英国的乔治—凯利爵士。他在他的 1809 年的科学论文中提出:平板以稍稍向上倾斜的角度在空气中前进时,所遇气流除了产生把板推回的阻力外,还产生一种使板向上的升力,而这实际上就是古老的风筝的原理。为了克服阻力,在没有风时,就得牵着绳子跑。如果不是用绳子牵着跑,而是给它加上动力装置,那它就可以自己飞了。这表明:除了象飞鸟、昆虫那种扑翼的飞行方式,采用固定翼的、拉力和升力分开的方式也可以实现飞行。

乔治·凯利这位伟大的英国人一生对飞行作出了杰出的贡献。威尔伯·莱特(莱特兄弟中的哥哥)在 1909 年谈到他时说:“他把飞行科学推进到了一个以前从未达到过的水平,而且在上个世纪几乎没有人能达到这一水平。”他 23 岁时就制造了一个直升机模型,以后又潜心研究过鸟的飞行以及鱼与流线型的关系。他还发现:如果翼不是很平的平板,而是稍带弯曲,向上膨起,那么,膨起部分会产生很大升力,而尾翼则能使飞行器在空中保持稳定。他除了利用风筝作机翼制成了固定翼滑翔机模型外,还于 1809 年夏成功地制造出了航空史上第一架全尺寸的可载人风筝滑翔机,用绳牵引起飞。在他的有生之年,凯利多次改进滑翔机。在 1853 年,他研制的滑翔机首次载人自由飞行,为航空史上第一架重于空气的载人航空器飞行。令人遗憾的是:他顽固地坚持犯同一个错误,那就是始

终没放弃扑翼机的研究。如果不是这样,他肯定会有更大的贡献的。

1852年,凯利研制的滑翔机是不可操纵的。1891年,德国飞行家李林达尔制造出了可以操纵的悬挂滑翔机,只是操纵太过简单,靠悬挂在机翼下的飞行员移动身体改变重心来控制滑翔机的姿态。而且起飞助跑和着陆全靠飞行员的两条腿。这种太过简单的滑翔机很快就被带有操纵机构的所取代。一战后,滑翔机的操纵方式已与飞机相似。

现在,由于材料科学的发展,滑翔机都采用强度高、重量轻的材料制造,而且一般都装有帮助起飞的小型辅助发动机。悬挂滑翔机的机翼大多为伞翼的,其平面形状为三角形或矩形,是在锥形骨架上铺上不透气的合成纤维布料制成的。与以前不同的是:现在的滑翔飞行成了一种体育运动,并为越来越多的人所喜爱。

回过头看风筝。真正使风筝为飞行做出杰出贡献的严格地说不是凯利,而是澳洲人苏伦斯·哈格雷夫。他是第一个认真研究风筝的,曾做过许多风筝,到1893年他做成了箱式风筝。这个原理后来被广泛应用,从1905年的瓦赞水上飞机直到后来欧洲早期的许多飞机和滑翔机,都采用了哈格雷夫的设计并加以改进。在卫星已经上天的今天,风筝这种古老的飞行器并没被完全淘汰。虽然由于各种高级玩具增多,玩风筝的孩子远不如以前多了,但现在仍有人用它进行气象观测。也许有一天它会被完全淘汰,但不管怎样,它在飞行史上总是有它应有的位置的。

5. 莱特兄弟和他们的“飞鸟”

凯利的理论距离飞机的实际起飞只差最后一步。当时的蒸汽机作为动力装置显然太过笨重和庞大,也正因为如此,许多人开始研制滑翔机,试图以不带动力的滑翔机来实现凯利的理论。但当飞起来后才发现,问题远不只这点,还需要对机身的姿态进行必要的操纵。很多飞行先驱因为操纵原因而丧命,其中包括第一个制造出可操纵滑翔机并进行过二千多次飞行的德国人李林达尔。但他们的努力给后来的人留下了丰富的资料。就是那个进行过二千多次滑翔飞行的李林达尔,他将滑翔的体会做了详细的记录,并编制了空气压力数据表,著有《飞翔中的实际试验》等书。所有这些试验和研究都为后来的飞机研究者们提供了宝贵的经验,特别是进行首次空中持续动力飞行的莱特兄弟从中获益匪浅。

仅读完中学课程的莱特兄弟,自幼对飞行怀有浓厚的兴趣。最初在俄亥俄的代顿市经营中家小型汽车制造厂。李林达尔在飞行失事中牺牲后,兄弟俩决心研制动力飞行器,他们刻苦钻研了李林达尔的著作和当时能找到的有关飞行的书籍,以便充分利用前人的成就。他们决定按李林达尔的经验进行,即先进行滑翔飞行以掌握稳定操纵,然后再进行动力飞行。但是,他们并不是原封不动地照搬别人的东西,而是自制风洞,并通过实验纠正了李林达尔编制的空气压力数据表中的某些错误。仅在1901年,他们就制作了200多个不同形状的机翼模型在不同角度进行了上千次的风洞实验。在1900年到1903年期间,他们用自制的3架滑翔机在北卡罗莱纳州基蒂霍克附近进行了近千次飞行,终于,最后一架滑翔机完全达

到了稳定操纵的要求。于是他们开始准备动力飞行。

他们在第三架骨翔机的基础上安装了一台自制的 8.8 千瓦的内燃机作为动力装置,带动两副二叶推进式螺旋桨。着陆装置为滑橇式,机翼部面成弧形,这正是凯利的发现。这就是被命名为“飞鸟”1 号的飞机。1903 年 12 月 17 日,“飞鸟”1 号在基蒂霍克试飞。第一次由弟弟奥维尔驾驶,飞行高 12 米,距离 36 米。这就是公认的第一次空中持续动力飞行。那天的第 4 次飞行是由哥哥威尔伯·莱特驾驶的,飞行距离达到 260 米,在空中呆了 59 秒。在这次飞行后,他们的珍贵的“飞鸟”被狂风彻底毁坏了。尽管如此,他们仍怀着相当满意的心情回到了代顿的家中。令人费解的是:这次具有历史意义的飞行似乎并没有引起人们的注意,至少是没有得到应有的重视。人们似乎把这次试验与当时进行的许多其他的没有成功的试验归为一类了。

但莱特兄弟仍在继续努力。返回代顿后,他们换了一种新型发动机,又制造了第二架“飞鸟”。这架飞机在 1904 年 5 月制成,并在一个名叫赫夫曼大草原的地方进行了 105 次飞行,了长的飞行时间超过了 5 分钟。但这架飞机不能急转弯,在急转弯时容易失速并失去控制。于是,兄弟俩开始研制“飞鸟”3 号,以解决转弯时的失速问题。

在 1904 年冬季,他们的“飞鸟”3 号制成。还是在赫夫曼大草原试飞。在这年冬季,他们进行了近 50 次飞行,在把控制机翼和方向舵的钢索分开后,“飞鸟”3 号便开始能进行机动飞行了。它能转弯、倾斜飞圆圈和 8 字。1905 年 10 月,威尔伯驾驶这架飞机进行了一次最长时间的飞行,持续时间为 38 分

钟,飞了 38.6 公里。

但是,到了这个时间,他们的飞行仍然没有引起新闻界的注意,以至于当地农夫对“飞鸟”习以为常的时候,某些权威人士还在坚持说:机械飞行是不可能的。与此同时,欧洲的同行们仍然在沿着自己的路艰难地前进。面对这种情况,莱特兄弟并没有坐等别人来找。他们先是找新闻记者,偏偏记者来看时飞行又遇到了故障。后来,他们向美国陆军提供了他们的设计。但美国陆军似乎全然不知他们的工作已做到了何种程度,让他们先造出来能带人的飞行器再说。失望的莱特兄弟开始把目光转向欧洲。他们与英国政府谈判,提出:如果他们能按要求制造的话,希望英国政府能保证购买他们的飞机。但英国政府不想保证。于是他们失望地回到了美国,并停止了所有的飞行,谢绝别人参观他们的“飞鸟”。但他们自己仍然在制造新的“飞鸟”。

到 1908 年,事情出现了转机。美国陆军终于去看了一次正式试验飞行。结果很快就达成了在美国制造莱特飞机的协议。也许是受此鼓舞吧,威尔伯用他们的新的“飞鸟”在法国进行了系列的公开表演。这些表演引起了轰动,成了全世界的头条新闻。原因很简单,他们的“飞鸟”打破了大家所知道的所有飞机的各项记录,而且能爬高、倾斜、转弯、平稳地飞圆圈和 8 字。所有这些都远远地超过了他们的欧洲同行。一时间在欧洲掀起了航空热潮。欧洲的飞行员们意识到:“飞鸟”标志着巨大努力和精心计划的一系列合理试验的顶点。自此以后,欧洲的航空开始飞速发展。

与此同时,奥维尔·莱特用他们制造的“飞鸟”战胜了竞

争者,赢得了美国陆军的订货,从而组建了莱特飞机公司。他们还签订了在法国建立飞机公司的合同。

当然,在与欧洲同行们“切磋技艺”时发现;“飞鸟”并非在所有方面都无可挑剔。欧洲的先驱者们也没有全盘接受“飞鸟”的方案。他们没有采用莱特兄弟的固有不稳性的设计方案,而是莱特兄弟改变了自己的设计,在后部的双方向舵的后面增加了固定尾翼。在这以后出现的莱特 B 型“飞鸟”取消了与众不同的前升降舵,并装上在欧洲早已普遍采用的轮式起落架。

最后出现的莱特飞机是 1915 年的 L(此时威尔伯已经去世了)。它是单座军用侦察机。到此时,莱特飞机已不再比其竞争者有明显优势了。但荣誉永远属于经过了长期奋斗的兄弟俩。这不仅因为他们发明了第一架能持续可操纵飞行的动力飞机,而且还因为他们使欧洲同行走上了成功的道路。欧洲航空的飞速发展 with 莱特兄弟的影响是分不开的。他们的名字及其“飞鸟”在航空史上将永远占据显赫的位置。

6. 呼唤直升飞机

在我国古代所造的众多的飞行器具中,有一种叫做竹蜻蜓的玩具,它的飞升原理与现代的直升机相同,如果横放则变成了螺旋桨。竹蜻蜓是用竹或木削成细长扭曲形薄片,在中间装一根立轴制成的。用双手急搓就会飞快旋转而上升,这大概是直升机旋翼的最早雏形了。这种玩具大约于 18 世纪才传入欧美,被称为中国陀螺。

类似的东西在十五世纪已有人用科学的方法加以研究

了,而且不是作为玩具研究。这个研究者就是伟大的达·芬奇。这位天才在1483年提出了直升机旋翼的设想并绘制了草图。他还有许多其它杰出的设计,包括降落伞、可收放起落架等。令人遗憾地是,直到十九世纪末,他的这些设计才公布于世,但此时降落伞和直升机已被“重新发明”了。

达·芬奇的设想只是在草图上画出来了。第一次直升机旋翼模型试验是俄国的M·B·罗蒙诺索夫在1754年完成的。但是,直升机的正式研制是在第一架飞机试飞成功后,有了轻型发动机时才开始的。

在本世纪初,也许是由于莱特兄弟的杰出工作成绩使人们把注意力都集中到固定翼飞机上了吧,人们对直升机的研制似乎不怎么重视,以至于在1911年,一位工程师专门坐下来写了一本题为《为直接升降飞机呼吁》的书。他所说的直接升降飞机就是指直升机。这位工程师在书中驳斥了对敢于研究直升机的人的嘲笑,并历陈了直接升降机的各种优点,诸如直升机能在各种路面和有限场地起飞、降落,特别是具有悬停能力,即停在空中某点不动的特点,以及这些特点在军事上的用途。他还向读者介绍了本世纪初进行直接升降飞机研制的一位先驱:保罗·科尔尼。科尔尼在1906年利用一个功率不超过2马力的老式比歇发动机制造了一架直升机工作样机,并于1907年8月制成了全尺寸的直升机,于同年11月13日完成了历史上的首次升空(上升了大约1英尺)。科尔尼在试验中遇到了很多困难,包括皮带传动系统发生故障和发动机工作不可靠等。事实上,在本世纪二十年代以前,除了法国的科尔尼,在美国(1909)也有人制造了几架直升机,但都没能解

决平衡和操纵问题,大都不能飞行。只有少数能离地几米,留空几秒钟时间。

在科尔尼 1907 年 11 月第一次升空以前,他的同胞路易·布雷盖和里歇教授合作制造的直升机已在同年 9 月载人升空。但这架飞机的平衡得靠人工完成,具体地说就是由 4 个人分别站在它的四副巨大的旋翼下,各用一根长竹竿支撑住飞机,以防飞机倾覆(做这样的工作恐怕极需勇气),所以这次飞行不被承认。

布雷盖把他制造的直升机称为“旋翼机”,实际上在以后的发展中,这些概念有明显的区别:那些以旋翼作为主要升力来源,但不能垂直起落的飞机才是我们今天所说的旋翼飞机;而能垂直起落但不是以旋翼作为主要升力来源的不是旋翼飞机,也不是直升机,而是垂直的短距起落飞机;真正的直升机,而是垂直和短距起落飞机;真正的直升机是靠旋翼作为主要升力来源且能垂直起落的飞机。直到 1923 年,西班牙人 J·切尔瓦在旋翼机上引入铰接式旋翼才为真正的直升机的发展开辟了道路。第一架得到公认的载人直升飞机是德国人 H·福克 1936 年试飞的 FW-61 飞机,这是一架双旋翼横列式直升飞机。早期试飞的许多直升机都是双旋翼的(两个旋翼的摆放位置可以不同),而不是现在最常见的单旋翼带尾桨的直升机。第一架实用的直升飞机是美籍俄国人西科尔斯基 1939 年制造的 VS-300。

西科尔斯基是对航空作出了杰出的贡献的富有才化的飞机设计师,早在他还在俄国的时候就从事过直升机的研制,后转向研究固定翼飞机。他在 1912 年研制成功了世界上最早的

4 发动机飞机“俄罗斯勇士”号。1919年后去了美国,继续从事飞机研制工作,并组建了西科尔斯基飞机公司,设计了一系列性能优良的水上飞机和水陆两用飞机。30年代后,又重操旧业,开始研制直升飞机。1942年,西科尔斯基在他的第一架试飞成功的直升机 VS—300 的基础上开始成批生产 R—4 单旋翼带尾桨的直升机。

自 1946 年,美国人 L·贝尔制造的贝尔 47 获得了美国首次颁发的直升机适航证后,直升机的发展进入了实用阶段,直升机终于取得了与固定翼飞机平等的地位。

到现在,直升机经过几代的发展,其重量已由初期的 1 吨提高到了 100 吨以上,随着其性能日益提高,不管是在军用上还是在民用上的应用都可以说遍及各个领域。在军事上:直升机可用于通信联络、侦察巡逻、炮兵校射、空中指挥、后勤支援、空降登陆、反潜扫雷、对地攻击、战场救护等。在民用上,可用于短途运输医护救灾、森林防火、地质勘探、空中摄影、吊装设备、科学考察、海上打捞等。一般发达国家的医院顶部都有直升机降落平台,用于紧急抢救时直升机起降。而且直升机被广泛用于市内交通和警察的巡逻、追捕。直升机的发展方向主要是反坦克的武装直升机和海上油井与基地之间的运输机。

7. 征服英吉利海峡

英吉利海峡将英伦三岛与欧洲大陆分隔开来(也正是这条海峡在二战时挡住了希特勒的大军从而挽救了英国),从英国的多佛到法国的加莱是海峡的最窄处,因此想征服海峡的人大都从这里入手。早在人们刚学会用氢气球飞行的时候,

布朗夏尔和他的美国同事乘氢气球飞越海峡就是从多佛起飞到达加莱的。

到 1908 年底,这时欧洲刚刚由于威尔伯·莱特的精彩表演而掀起航空热潮。曾经多次出资鼓励航空方面的探索的英国报纸《每日邮报》又拿出 1000 英镑奖励第一个完成英法之间飞行的飞行员,实际上就是奖励第一个飞越英吉利海峡的飞行员。当然了,是乘飞机而不是乘气球。有不少人接受了挑战,一位曾在英国受过教育的富有冒险精神的法国青年于贝尔·拉塔姆是其中杰出的一员。他驾驶的安托瓦内特 VI 型单翼机几乎获得了成功。

1909 年 7 月 19 日早晨,拉塔姆驾驶着安托瓦内特飞机从加莱附近桑加特的山坡上飞驰下来,冲出悬崖,开始了他的尝试。他驾驶的这架飞机的机身和发动机都是莱昂·勒瓦瓦瑟设计的。发动机也叫安托瓦内特,是以公司老板的女儿的名字命名的。这种发动机最初是为汽船设计的,机身也象一只船,机翼比较厚,且有浮力。也正因为这样,当拉塔姆失败后将飞机迫降在海面上时,他才有闲心悠然自得地抽烟。

在拉塔姆起飞的同时,起飞的消息通过炮声传给准备同拉塔姆一起横渡海峡的一艘法国鱼雷艇。另外,也将起飞的消息用无线电传到了英国的多佛。顿时人们从四面八方涌向海边,无数的小船驶出港口,去迎接横渡海峡的飞机的到来。

令人遗憾的是:这场好戏的结尾不如开头那么令人激动,安托瓦纳特飞机只飞了大约 11 公里,发动机就出了故障,此时拉塔姆正准备拍照。不得已,他只好放弃了拍照,开始检查故障,但发动机还是在几秒钟后就停车了。于是拉塔姆开始操

纵飞机在水面迫降。据他自己说，飞机撞击水面时速度是每小时 45 英里。迫降成功后，他本人很悠闲地取出烟来点燃，一边等待救援。

就在拉塔姆被救后前往巴黎定购新飞机时，路易·布莱里奥也正在准备飞越海峡。因为大风，直到 7 月 25 日凌晨，布莱里奥才驾驶着他的单翼飞机布莱里奥 VI 型，从莱巴拉凯升空出发。很快他就看到了担任护航的驱逐舰。但 10 分钟后，当布莱里奥回头张望时，他大吃一惊，因为他看不到驱逐舰了，也看不到法国和英国，飞机上既无领航员，甚至也没有罗盘。就这样迷迷糊糊又飞了 10 分钟之后，他看到多佛的峭壁、城堡和预定着陆点。但风已使他偏离了航向，于是他顶着风将飞机降到了峭壁上绿草如茵的开阔地。

也许布莱里奥自己并没有意识到他冒了多大风险。50 年后，当一架布莱里奥 XI 飞机的复制品进行飞越海峡的纪念飞行的时候，一位有经验的航空公司飞行员看了之后说：“就是给我一座金钟，我也不愿飞那个玩意儿。”

在得到新的安托瓦内特飞机后，拉塔姆在 7 月 27 日又试图飞过海峡，但这次比上次更不走运，他不仅落到了水里，脸也被破碎的镜片划破了。

在布莱里奥冒险成功之后，英国著名的汽车和飞机的先驱驾驶员查·斯·罗尔斯于 1910 年 6 月 2 日驾驶一架莱特飞机首次完成了跨越英吉利海峡的双程不着陆飞行。英吉利海峡自此以后对飞行员们来说已不那么具有挑战性了，人们将目光转向了大西洋。

8. 水上飞机

就在欧洲掀起航空热潮的时候,法国的亨利·法布尔于1910年3月27日试飞了世界上第一架浮筒式水上飞机,从而成为“浮筒式水上飞机之父”。

亨利·法布尔出生于马赛一个船主的家庭,也许是由于这个原因吧,他似乎对大海有一种遗传性的爱好。起初他专门研究流体力学。到23岁时,他又一心追随瓦赞兄弟和布莱里奥等航空先驱,开始研究空气动力学。

从1907—1909年间,他用了两年的时间进行了多次试验,对浸入水中的翼面的有关问题进行了理论研究,并于1909年制成了带三个浮筒的第一架水上飞机,只是这架飞机不能飞起来。1910年3月飞起来的是他制造的第二架飞机。多少有点令人惊奇的是:法布尔虽然是一些飞行先驱的热心追随者,但在第一次飞他的水上飞机之前,法布尔从未飞过任何飞机,甚至也没乘过飞机。在他自己以后试制飞机的过程中,他也常请别人帮他试飞。

在第一架水上飞机试飞成功后,法布尔继续对他的水上飞机进行改进,并经常为一些著名的人士进行表演飞行。在1910年的巴黎航空展览会上展出他的改进型水上飞机时,他结识了远道而来的美国的航空先驱,著名飞机设计师格伦·柯蒂斯。两人曾有过不少交往。1911年,法布尔的水上飞机撞毁后,他没再研制水上飞机,而是集中精力为新的飞机设计和制造浮筒,他基本上没给后来的航空发展留下很多有价值的东西。与他不同的是:柯蒂斯在航空上却留下了不少有价值的东西。

实际上早在 1908 年,柯蒂斯就试验过水上飞机。他把自己设计制造的“六月甲虫”号双翼飞机装在浮筒上,并称之为“潜鸟”。可惜这架飞机在水上起飞没有成功。后来他又研制了另一种陆上飞机,并进行了一系列试飞。1909 年,他在海蒙德斯港、圣迭戈等地创办了世界上第一批飞行学校。1911 年,一位名叫尤金·伊利的飞行员驾驶着“金鸟”号柯蒂斯推进式双翼飞机,首次成功地进行了从舰上起飞和着舰的飞行。他先从旧金山海岸起飞,降落在“宾夕法尼亚”号巡洋舰的甲板上,作短暂停留后又从舰上起飞飞回了岸上。这就是航空母舰的雏形了。

柯蒂斯本人此时又开始研制水上飞机了。在伊利的历史性表演后没几天,1911 年 1 月 26 日,他驾驶着自己制造的装有两个浮筒和一个水翼的双翼飞机成功地飞离了水面。从那以后,柯蒂斯不断获得水上飞行的经验,其水上飞机也不断得到改进。1912 年,他制成了第一架船身式水上飞机。

船身式水上飞机与浮筒式不同。浮筒式的水上飞机一般是把陆上飞机的起落架换成浮筒就成了。柯蒂斯本人最早制造的没飞起来的“潜鸟”就是这样做成的。而船身式水上飞机则具有按水面滑行要求设计的特殊形状的机身,通常称为船身。但是,不管是浮筒式的还是船身式的水上飞机,其原理大致相同:在停泊和慢速滑行时,都是完全靠水的支持。依靠水舵来控制航向。为了减小滑行时船身的遇浪冲击及降落时船身对水的冲击作用,船身和浮筒底部都为 V 形。同时为了减小起飞离水时的水动阻力,船身和浮筒的纵向有一个或两个台阶,称为断阶。对单船身式水上飞机(相对于比较少见的双

船身式的而言),由于重心高于浮心,为保持横侧稳定,在机翼外侧下方还装有小型支撑浮筒。另外,与陆上飞机不同的是,为了防止高速滑行激起的水花冲坏襟翼的螺旋桨或海水进入发动机,发动机都尽量远离水面,甚至装在机翼上面。

水上飞机在军事上多用于海上侦察、反潜和救援活动。由于它使用灵活、机动性好,因此早期颇受青睐。在第一次世界大战期间,一些国家相继发展了大型的多发动机的船身式水上飞机,用于海上远程侦察和反潜作战。柯蒂斯的公司当时就以生产水上飞机和教练机著称。战争结束后,1919年,柯蒂斯设计了四架NC型水上飞机,用来试验分段飞越大西洋。其中NC—4取得了成功。自那以后,直到三十年代,远程和洲际飞行基本上为水上飞机所垄断。由于水上飞机不受跑道限制,因而可以比较容易向大型发展。三十年代,已经用大型水上飞机开辟了横越大西洋和太平洋的定期客运航线。

但是,水上飞机本身有些很难改变的缺点:它不能适应高速和超音速飞行,机身结构重量大,抗浪性要求高,维修起来不方便,而且制造成本也高。另一方面,陆上飞机和直升机的性能也在不断提高。因此到第二次世界大战时,水上飞机的作用已远不如陆上飞机了,多用来承担侦察和海上救援任务。

二战后,一些国家开始研制涡轮喷气式和涡轮螺旋桨式水上飞机。比如前苏联在五十年代后期研制成了喷气式水上轰炸机 Be—w ,美国也研制出“海上霸王”号 P—6m。日本在五十年代研制成了涡轮螺旋桨式的反潜水上飞机 PS—1 号。尽管如此,水上飞机在海上的应用越来越多地被舰载直升机所代替。现代的水上飞机主要用于海上反潜、体育运动和边远地

区的救援活动。

还有一种能在陆场上起飞的水上飞机,也就是通常所说的水陆两用飞机。这种飞机的船身或浮筒上装有供陆上起飞着陆用的起落架,能经得起着陆时的巨大撞击力并吸收撞击能量。水陆两用飞机的起落架是可收放的,在水上起落时就收起来。由于这种飞机在水上和陆上都可起落,因而适应性比单纯的水上飞机强,多用于海上巡逻、反潜、救援和森林灭火。但是,由于这种飞机构造复杂,飞行起来阻力大,结构笨重、有效载荷小,所以尽管它与水上飞机几乎同时出现,但发展却缓慢得多,直到三十年代末,各国才研制出一些较好的水陆两用水机。

正如水上飞机一样,现代水陆两用飞机的许多应用领域也正为直升机所代替。不过它在森林和城市灭火上仍有独特的作用。比如加拿大的水陆两用飞机 CL—215A 常用它巨大的船身运水去灭火。

如今,只有屈指可数的几种军用水上飞机还在服役,如果其性能没有突破的话,恐怕面临着被淘汰的命运。

9. 飞越大西洋

将东半球和西半球隔开的大西洋,过去一直是欧洲与美洲进行贸易的障碍。大西洋的狂风巨浪对富于冒险精神的人也一直具有强大的吸引力。早在人类刚刚学会用氢气球飞行时,就有人想飞越大西洋。这个人就是曾经成功地用氢气球从英国飞到德国的英国人查尔斯·格林。在十九世纪初,他曾计划和一位美国气球驾驶员约翰·怀斯一起,乘气球飞过

大西洋。值得庆幸的是：他们的计划在制订阶段就终止了，否则，他们恐怕要成为首次从大西洋上空掉下来淹死的人了。

在一战前，航空先驱们开辟了越来越多的航线，飞机的性能也越来越好，出现了多发动机的飞机。这时，英吉利海峡已不在话下。还有一个法国人罗兰·加洛斯成功地完成了从圣拉斐尔横越地中海到比塞大的飞行壮举。但是，似乎还没有谁向大西洋挑战。

第一次世界大战使得航空工业得到了空前迅速的发展。在战争开始时，英国只有 160 架飞机，到 1918 年战争结束时竟达到 22647 架。当时最大的航空国家法国，在大战的四年期间实际生产了 41500 架军用飞机。同时，飞机的性能也在飞快的提高。战争开始时，军用飞机的时速基本上都在 60 公里左右，战争结束时出现了时速达 240 公里的战斗机。激烈的空战也训练了一大批优秀的飞行员。

战争结束后，飞机和飞行员都大批复员。优秀的飞行员们开始了创造更快更远的飞行纪录的竞赛。这时，一些勇敢的航空先驱们认为他们已有条件飞向世界各地了。要做到这点，显然要征服大西洋。

实际上早在 1913 年，一贯支持航空的《每日邮报》就提出出资 10000 英镑，奖给首次直接飞越北大西洋的人。战争结束后，不少人开始为此努力。当时人们的注意力都集中在纽芬兰。1919 年，有十几种飞机准备从那里直接飞过大西洋去欧洲。由于天气原因，直到 5 月初，第一架由里·霍克和麦肯齐·格里夫少校驾驶的“大西洋”号飞机才起飞。但他们没能成功，由于发动机温度过高而迫降，后来被一条船救了起来。同

一天,另一架马丁西德飞机也进行了尝试,但很不幸,这架飞机起飞时就坠毁了。5月16日,柯蒂斯的3架水上飞机从纽芬兰的特雷帕西湾出发,其中两架沉入了水中。只有A·C里德驾驶的NC—4飞到了里斯本和普利茅斯,他花了15天时间。不仅时间太长,而且还不是直接的不着陆的飞行,所以虽然是从美洲到欧洲的首次飞行,但不能赢得《每日邮报》的奖金。

过了差不多一个月,即1919年6月14日,约翰·阿尔科克上尉驾驶着由战争期间使用的轰炸机维克斯比米改造的飞机离开了纽芬兰的圣约翰斯开始向东飞越大西洋。同机的还有他的领航员布朗中尉。为了准备长距离飞行,飞机里装满了燃油,因而飞机起飞时爬高很慢,令看的人直为他们担心。但这点小麻烦与他们在飞行途中遇到的由于恶劣的气象条件导致的麻烦相比,简直不值一提。

在离开纽芬兰海岸后,他们的飞行不是在云层中,就是在云层上,对于领航员布朗来说,这是麻烦的开始,他无法准确判断飞机的位置。一直到午夜过后,他才根据星体判断出了飞机的位置。

在飞行了大约11个小时后,他们差点一头栽进了海里。当时飞机飞进了一团很厚的云中,由于看不清外面的情况,驾驶员阿尔科克无法操纵飞机和定向,以致飞机失速(飞行上指飞机失去水平速度),进入螺旋,向海里冲去,在距离海面一百多米时,飞机冲出了云层,阿尔科克这才得以重新操纵飞机使之平飞。

但好景不长,大约过了一个多小时,他们又遇上了大雪、

冰雹及雨夹雪。领航员布朗不得不常常爬出座舱去清除油量表刻度盘上的冰层,他没有掉到大西洋里,这不能不归功于阿尔科克的驾驶技术。

在第二天,即6月15日上午,正当两人在吃早餐地,他们飞过了爱尔兰海岸,看到了克利夫登广播电台的铁塔。由此他们知道了自己的位置。由于当地的云层很低,为了避免撞到山上,他们决定不飞越爱尔兰,就地降落。结果选择的着陆点是沼泽地、飞机快停下来时机头还插进了地里,好在人和飞机都没事。尽管一路不顺,总算还有个圆满的结局。

他们的这次历史性飞行共花了16小时27分,飞行了3032公里。着陆后,阿尔科克和布朗被接到了伦敦,他们受到了英雄般的欢迎,并接受了温斯顿·邱吉尔授与他们的由《每日邮报》提供的10000英镑奖金,英王还封他们为爵士。

从这次飞行一直到1924年的五年间,没有一架飞机飞越北大西洋。但是有一艘飞艇却奇迹般地飞越了北大西洋。这架飞艇就是英国的R—34,它是在战争期间缴获的德国人的飞艇的基础上设计制成的。飞行是1919年7月2日从苏格兰东福京开始的。与阿尔科克和布朗的飞行不同的:飞艇上乘员多达30人,到达纽约长岛后又飞回了英格兰,开创了用飞艇跨洋运输的先例。

尽管阿尔科克和布朗成功地飞越了北大西洋,但离符合安全性要求的跨洋商业运输还很远。而且二、三十年代的飞越大西洋的活动主要是设法使飞机及机组人员能从欧美之间的最短的水面上飞过去。由于大西洋上空恶劣的天气条件以及缺乏良好的导航设备,要飞越2000英里的水面很困难,所以

一般都从距离较短的南大西洋着手建立跨洋飞行的航线。

但是,到 1924 年,三架道格拉斯公司的“漫游者”从英国的约克郡出发,开始逆着风飞越大西洋,其中两架采取分段飞行的办法成功地飞到了拉布拉多。

到 1927 年,尽管有不少人在尝试飞越大西洋的过程中丧了命,但刚 24 岁的美国职业邮递飞行员查尔斯·林德伯格还是在 5 月 21 从纽约起飞,用了 33 个半小时,不着陆飞了 5810 公里到达了巴黎。如果看看他是在什么样的条件下飞越大西洋的,人们就不能不承认他是个飞行天才。

他驾驶的飞机是瑞安公司为他的这次飞行特制的“圣路易斯精神”号单翼飞机。整个飞机几乎就是一个大油箱,连机翼里也灌满了油。飞行员在座舱里只能向前看,而且是通过潜望镜。直到他在纽约起飞时,人们还不知道这架沉重的飞机能否从当时的跑道上飞起来。飞机上连无线电报机也没有,仅凭着一个磁石式罗盘和他的天才在大西洋上空没有月亮的夜晚一个人长时间地飞行,还要经常与不同高度的积冰,变化莫测的风和低能见度搏斗。就这样飞了 28 个小时后,到达了爱尔兰上空,偏航仅 5 公里。然后他又顺利地飞到了巴黎。他的这次飞行壮举使他荣膺“空中英雄”的称号,并获得了 25000 美元的奖金。林德伯格后来又飞回纽约,在那里,人们象欢迎凯旋的英雄一样欢迎他。他在飞行史上写下的这辉煌的一页,其影响甚至超过了阿尔科克和布朗的首次飞行。

在林德伯格以后,征服大西洋的尝试并没停止,也仍然有人因此丧命。在 1937 年完成第一次商业性实验飞行以前,比较成功的是德国人的努力。他们用飞艇开辟了飞越大西洋的

客运航线。到 1937 年 5 月“兴登堡”号飞艇起火爆炸从而停止飞艇运客时为止，他们飞越大西洋大约 140 次没发生事故。尽管如此，对喜爱飞行冒险的人们来说，大西洋仍具有吸引力。

空中革命

1. 改变机翼

与早期的飞机相比，现代的飞机无论是在内部“器官”（特别是发动机和导航设备）上还是在外形上变化都很大。在外形上，变化最大的是机翼。

如果今天看到莱特兄弟的“飞鸟”³号，或者一战时的战斗机，会发现那些飞机的样子都很怪，远不如现代的流线型飞机看起来让人赏心悦目。重要的原因之一是：早期的飞机都是复翼飞机，机翼多为两层，也有三层的。上下层之间用细柱和金属线连接，看起来象现在的吊桥。不过这种简单的结构使得飞机又轻又坚固，而这正是早期对飞机的主要要求。此外，机翼的面积增大会增大机翼的升力。重量轻，机翼面积大的飞机起落时滑跑距离短。因而更安全。安全是早期飞机首先考虑的问题，速度倒在其次。此外，这样的飞机在空中旋转半径小，因而机动性好，所以特别适合于战斗机。在第一次世界大战时，战斗机总是设计得尽量轻小，机翼面积却设计得很大，甚至出现过三翼机。著名的英国航空先驱阿·维·罗就曾设计制造过三翼飞机。

随着单位重量发动机功率的不断增大，变距恒速螺旋桨

的应用,飞机的速度越来越高,大面积复翼机的大阻力越来越成为提高速度的障碍。由于轻铝合金的应用,在木制和钢制骨架上蒙上布或复合板的复机翼开始逐渐为轻合金制的单机翼所代替。林德伯格驾驶的飞越大西洋的“圣路易斯精神”号就是单翼飞机。从二十年代末开始,飞机的发展开始进入单翼机时代,到三十年代末,不管是军用的还是民用的,所有的新式飞机都采用单翼的了。现代飞机中,除了对载重量和低速性能有特殊要求的飞机外,很难再见到双翼飞机了。

在三十年代,复翼机被淘汰后,一些大大小小的比赛强烈的刺激着欧美一些国家的政府和一些飞机制造公司竞相研制高性能的飞机。飞机的重量越来越大,机翼却越来越小,速度越来越高,起降速度也越来越大。当然,机场也越来越大,而且是用沥青和水泥铺的长长的跑道。飞机的高速度开始时对民用运输机并不是最迫切的要求,但空军为了在空战中取胜,对飞机的高空高速性却情有独钟。加上一系列的速度竞赛(其中最有影响的,对航空先驱们最有吸引力的要数法国军火巨商捐款设立的施奈德奖),使得飞机的速度飞快地提高。

1932年,杜利特尔(就是后来曾率领一队B—25轰炸机轰炸东京的著名人士)驾驶“超运动员”飞机刷新陆基飞机的速度记录时速度为每小时473公里。到1939年,由德国著名的飞机生产厂家亨克尔公司和梅塞施米特公司生产的战斗机经过改装后创下了每小时747公里的记录。二战期间,由于喷气式飞机的发展,飞机的速度提高得更快。战争结束后的1947年,美国的C·E·耶格尔就突破了音速。

飞机速度的提高对飞机的外部结构特别是机翼提出了新

的要求。特别是当飞机的速度接近音速时,机翼表面局部气流的速度将超过音速,从而出现激波,使得飞机受到的阻力急剧增加。为了继续提高飞机的速度,飞机设计师们根据空气动力学原理,将机翼的前后缘都向机尾伸展,即所谓后掠。这样可以使激波出现在速度更高的时候,并能减弱激波的强度,降低阻力。所以这种后掠机翼为大数高速飞机采用,而以前的平直机翼现在一般只见于用于特殊场合的低速飞机。现代高亚速的客机大多数就是后掠翼的。后掠翼还有一个好处就是:可以在不降低速度的情况下增加机翼厚度,从而增加内部容积。但是,十全十美的东西是不存在的。这种后掠翼也有令人不快的地方。采用后掠翼的飞机在低速时安全性差。解决的办法除了在机翼上动些“小手术”外,还有一种常用的办法就是采用变后掠翼,也即后掠的角度可以改变的机翼。通过改变后掠的角度来解决高低速性能要求的矛盾。飞机起降时速度较低,这时将后掠角变小;在高速时采用大后掠角。此外,超音速轰炸机和强击机在超低空高速飞行时,为减小不平稳气流引起的颠簸,也要求大后掠角。不过,这种变后掠翼结构复杂,一般都用于军事上。第一架实用的变后掠翼飞机即美国的 F—111 就是战斗机。

为了解决飞机在高速行驶时碰到的问题,设计师们想出了各种办法,设计过多种机翼。除了上面提到的常用的后掠翼及变后掠翼,还有一种较常见的三角翼。这种机翼前沿后掠、后缘平直,俯视时看起来形状为三角形。其优点是重量轻、刚度好。同时,机翼根部增大的容积可用来放收起的起落架或其他东西。这种机翼超音速阻力小,还可提高飞机的平衡能力。

所以像无尾飞机和鸭式飞机等平衡能力较差的飞机基本上都采用三角形机翼。当然,采用这种机翼的飞机也有毛病:亚音速巡航特性以及着陆性能都比较差。

机翼之于飞机,正如鸟翼之于鸟一样重要,它为飞机产生升力。从复翼到平直单翼,再到后掠翼、变后掠翼、三角翼等,是指的机翼的总的外形变化,实际上,机翼的复杂程度与它的重要性是相称的,一点小小的改变比如机翼上开个缺口都可能极大地改变机翼的性能。现代飞机的机翼还在发展之中。有许多新式的军用飞机机翼与机身连为一体,从上面看象一块平滑的曲面。

2. 在战火中成长

航空技术用于军事,也就是说用作杀人工具,虽然是一个悲剧,但有一点却不能不承认,那就是:两次大战都极大地促进了航空的发展(尽管承认这点是一件令人无可奈何的事)。实际上,特别是在近代,科学技术的最新成果几乎总是最先用于军事,在那里得到充分发展后才转到民用上。

如果说第一次世界大战肯定了飞机在军事上的作用的话,那么第二次世界大战则充分发挥了这种作用。

一战期间,德国于1915年制成了世界上第一架全金属单翼飞机“容克”J—1。在飞机的武装上,他们也处于领先地位。但一战结束后,战败的德国在军事上的发展受到了英法等国的严格限制。于是聪明的德国人用发展民用航空运输的办法来保存技术力量,继续半公开半地下地发展航空工业。所以到二战前夕,德国在航空方面非但没有落后于其他国家,反而在

许多方面处于世界上领先地位。到三十年代末,英法已无力制约德国,德国开始肆无忌惮地发展军用飞机。1936年,德国人福克成功地试飞了第一架得到公认的载人直升机;1939年,德国研制的 Me—109R 驱逐机创造了活塞发动机飞机飞行速度的空前记录—755.09 公里/小时,前苏联在同一时期研制的是拉 3、雅克 1 和米格 3,其中米格 3 的最大时速是每小时 640 公里。

在战前,美国的民用运输机发展很快,著名的有波音公司生产的波音 247 和道格拉斯公司生产的 DC 系列。其中波音 247 曾被用于横跨美国大陆的航线。而 DC 系列中的 DC—3 成为有史以来最有影响的运输机。这种飞机在战争开始后改为军用型,即 C—47 和 C—53。相比之下,美国在军用飞机方面的发展显得有点缩手缩脚,甚至可以说目光短浅了。以至于尽管有象米切尔将军那样深谋远虑的人大声疾呼,并预言“在夏威夷……,在某个晴朗的星期天的早晨,那里将是打击的对象”,美国人仍然在 1 小时 45 分钟内就失去了整个太平洋舰队和珍珠港。而且战争开始后,日本的“零”式战斗机和“鸭”式战斗机一起,摧毁了英国、澳大利亚、新西兰、荷兰、美国等国空军参加防御的大部分飞机。其中包括:布鲁斯特的“水牛”舰载战斗机、“塞维爾斯基”P35、柯蒂斯公司的“鹰”、P—40 等,还有 P—39、P—38 以及更早些的柯蒂斯 P—26A 等美国早期使用的战斗机以及在 1935 年研制的 4 发重型轰炸机。这些飞机无论在性能上还是数量上都不如日本的,所以太平洋战争爆发后,美国人节节败退。但美国航空工业的强大实力使得他们很快便有了大量的先进飞机源源不断地送到军队手中,包

括 P—47、P—51、新的单发单座 P—38“闪电”飞机以及根据与“零”式战斗机作战的经验设计的“泼妇”战斗机。在轰炸机上,美国除了 B—17 和 B—24 等能在白天进行精确瞄准轰炸的飞机外,还有 B—25 以及后来投下原子弹的巨型轰炸机“超级空中堡垒”B—29。在军用运输机上扮演重要角色的就是前面说的 DC—3。美国用一万架以上的 DC—3 运输机组成规模庞大的军用运输机群,在世界各地的战场上不分昼夜地运送着大批的人员和作战物质。就这样,战争期间,美国的一些飞机公式如洛克希德、道格拉斯以及波音等公司迅速成长壮大起来,成为战后美国飞机制造业的中坚力量。

在欧洲,战争爆发时,德国空军无论在数量上还是在飞机性能上都占有绝对优势。德国在两个月之内横扫欧洲大陆后,由“飓风”、“喷火”、“布伦海姆”、“无畏”飞机装备起来的只有 50 个中队的兵力的英国皇家空军面对的是从挪威直到西班牙海岸的大约 3000 架容克、亨克尔、道尼尔和和梅塞施米特等当时世界上最先进的飞机装备起来的德国空军。但是,英国人依靠由当时世界上最先进的雷达网组成的空袭预警系统和战斗机控制系统以及皇家空军飞行员的英勇顽强顶住了德国人的强大攻势。然后,依靠战前政府扶植起来的飞机制造业,新的战斗机象流水一样源源不断地送交部队。

在大西洋上,早期由于缺乏远程飞机去攻击德国潜艇,致使商船损失严重。后来,美国送来了有足够航程的“解放者”,并且航空母舰的数量也增加了,这种状况才有所改变。到 1942 年,英国人研制出了新一代的重型轰炸机“兰开斯特”和“蚊”式,这些新飞机加上 1941 年研制的新的先进的导航系统

G 系统,以及从美国赶来的“空中堡垒”B—17,使得英国逐渐取得优势。在 1942 年,英国就开始了千机轰炸。1943 年,英国又研制出了新的辅助导航设备“欧波系统”,加上美国人送给他们的给“空中堡垒”和“解放者”护航的新式飞机 P—38“闪电”、P—47“雷电”、“野马”等,使得对德国的进攻变得更加有效。

在苏德战场上,战争开始时,苏联的飞机在数量和性能上都处于劣势,而且靠近边境地区布署的飞机很多都被炸在了停机坪上。其战斗机在战争开始时只能通过摆动机翼来相互联系。但是,同英美一样,苏联也有强大的工业基础和世界上一流的科学家、工程师,在战争的压力下,他们很快研制生产了大量先进的飞机。包括新型驱逐机拉 5、雅克 9 和雅 3、还有强击机中最优秀的伊尔 2。仅伊尔 2 及其改型伊尔 10 当时就生产了 4 万多架。

与此同时,德国的飞机也在不断发展和改进之中。在战前,德国就涌现出了一批世界一流的设计师如道尼尔、容克斯、亨克尔、梅塞施米特等。其中,亨克尔在 1937 年就研制成了 He—112 火箭飞机。1939 年又研制了时速达 880 公里的 He—176,并与奥海因合作在同年研制成了世界第一架涡轮喷气发动机飞机 He—178。梅塞施米特除了研制成前面说的创纪录的 Me—109 外,在战争期间,他的公司研制生产的 Me—163 火箭发动机首次突破了 1000 公里的时速。在 1942 年,他的公司继亨克尔的 He—178 后研制生产的 Me—262 单座双发喷气式战斗轰炸机平飞时速达 850 公里,超过当时盟国所有高性能活塞发动机的驱逐机。这种飞机因为希特勒下

令从原来的战斗机改为战斗轰炸机而延误了时间,直到战争末期才使用,仍然对盟国造成很大损失。至于容克斯,他的公司研制生产的 Ju87 是当时最著名的俯冲轰炸机。尽管如此,由于其他原因,盟国空军在战争末期已占绝对优势了。盟军常常一天出动近千架战略轰炸机和 800~900 架护航战斗机。

就这样,飞机性能在战火中迅速提高,飞机的种类也大量增加,飞机生产的数量也达到了空前的程度。战争期间,英美等盟国生产了约四十万架飞机。同时飞机的导航设备、通讯技术等相关技术也在飞速发展,各国的航空工业迅速壮大起来。这一时期发展起来的一些公司成为了战后航空工业的中坚力量。

3. 秘密“婴儿”

在战前,各国的航空厂家基本上处于一种全开放的状态。不同国家的研究者只要自己愿意可以自由地相互合作。但是,战争爆发后,一切可能影响战争结局的东西都成了秘密。在航空方面,喷气式飞机、导弹和直升飞机就是在这场战争中秘密诞生并成长起来的三个“婴儿”。

直升飞机我们已经说过。虽然早在战前的 1936 年福克就已成功地试飞了他的 FW—61,但成批生产是在 1942 年的美国。他们是按著名设计师西科尔斯基设计的 VS—300 生产的,自那以后,直升机才在军用和民用方面逐渐获得广泛的应用。

特别值得一提的是战争期间诞生并发展起来的喷气式飞机,它开创了航空史上的新时代,使得战争结束后,飞机的发

展很快步入了喷气时代。

在我国古代有一种叫走马灯的玩具,其原理与现代的燃气轮机的工作原理基本一样。在西方,早在1971年就出现了燃气轮机的设计方案,20世纪初,产生了喷气推进的理论。但是,在很长时间内叶轮机的效率太低,不可能造出实用的涡轮喷气发动机来。

喷气发动机有涡轮喷气发动机、涡轮螺旋桨发动机,还有冲压式喷气发动机。虽然实用的涡轮喷气发动机在很长时间内没能造出来,但在本世纪初,在1910年10月巴黎展览会上,一位杰出的罗马尼亚人亨利·科安达却展出了第一架涡轮螺旋桨的喷气推进飞机,引起了很大的轰动。尽管他的展出并不成功(因为他的发动机不可能为成功的飞行提供足够的推力),但他向人们展示了一种新的推进方式的可能的应用前景。科安达的那架有历史意义的飞机虽然运气不佳,刚起飞就坠毁烧掉了,但那架飞机的特色充分展示了科安达的设计才能。他后来注意力又转到了传统的设计上,也做出了很大成就。

在标新立异而又卓有成就的三十年代,涌现出了一大批杰出的设计师和飞行员(实际上,早期的设计师往往同时又是试飞员),其中英国的弗兰克·惠特尔作为喷气发动机的先驱而永远在航空史册上占有他受之无愧的位置。

惠特尔1907年生于英国考文垂。1923年作为见习生加入英国皇家空军,后去皇家空军学院接受军官训练。在那里学习期间,惠特尔很快懂得了:驱动螺旋桨的活塞发动机具有很大的局限性。若飞机高速飞行,则桨距(桨叶对气流的角度)就

必须大,因为小桨距会导致螺旋桨转速过高又不能带动飞机高速飞行;在飞机起降时,桨距又得很小,以便发动机达到最大功率。此外,活塞发动机还有一个根本性的局限性:飞机以极高的速度(那时指时速 700 公里左右)时,螺旋桨的效率很低。由于认识到这些,惠特尔开始寻找一条能避开这些局限性的出路。

惠特尔在毕业前的一篇论文中阐述了他的想法,即如何用某种发动机产生的喷气来推动飞机前进。这种发动机吸入空气,将其加热,然后通过喷管将热气高速喷出。文章发表后,似乎并没引起重视。惠特尔联系了一些厂商,得到的是婉转的拒绝,但他在 1930 年 1 月申请了专利。

到 1935 年,德国的 P·Von 奥海因后来居上,取得了涡轮发动机的专利,并于 1937 年 3 月研制成 HeS—3B 轴流式涡轮喷气发动机。惠特尔在 1935 年也得到了一些银行家的资助,并于 1937 年 4 月使世界上第一台离心式涡轮喷气发动机运转起来。从 1938 年开始,英国空军部与他签订合同,准备将这种发动机用于飞机动力。

在德国,1936 年,著名的飞机设计师亨克尔雇佣了当时正研究飞机燃气涡轮发动机的奥海因。在 1939 年 8 月 27 日,亨克尔研制的 He178 单翼机首飞成功,其发动机是奥海因研制的推力为 380 公斤的 HeS—3B 涡轮喷气发动机。这是世界上第一架喷气式飞机的飞行,标志着喷气时代的开始。在 1941 年 4 月 5 日,亨克尔设计的装有两台喷气发动机的世界第一架喷气式战斗机试飞成功,但由于德国空军和政府的原因,这种飞机并未投入军用。

恩斯特·亨克尔在喷气式飞机上的领先地位很快被他的对手梅塞施米特、容克斯、阿拉多等超过了。战争期间德国最主要的喷气式飞机是梅塞施米特的公司研制的战斗轰炸机 Me—262。这种飞机原本是准备作为一种时速 850 公里的单座战斗机的,如果这样,盟国空军几乎不是对手。因为这个速度比盟国战斗机快大约 160 公里。但希特勒亲自下令将其改为战斗轰炸机。而且这种飞机直到 1943 年底才开始首批生产。战争期间,德国还生产了其他一些型号的喷气机,其中有两种特别让盟国感到头疼的是阿拉多 234 和亨克尔 162。前者是上单翼轰炸机和高空侦察机,后者是小型单座战斗机。

在喷气式飞机研究方面,英国似乎不象德国那样热心。虽然他们的涡轮发动机几乎与德国同时造出,但直到 1941 年 5 月,他们的装有 W—1 发动机的喷气式飞机 E28/39 才试飞成功。到 1945 年,德国发展出了 22 种喷气式飞机,而英国只生产了两种,即格洛斯特的“流星”飞机和德哈维兰的“吸血鬼”飞机。但到 1943 年,英国的罗尔斯—罗伊斯公司和德哈维兰公司制造出了一系列优良的航空发动机从而弥补了飞机的不足。

美国一向能吸收科学技术的最新成果。但由于战争的原因,直到 1941 年才从它的盟国英国引入一台惠特尔的喷气发动机。通用电气公司迅速对这台发动机进行了美国式的改造,仅在 28 周时间内(于 1942 年 3 月)就造出了自己的发动机,并在同年 10 月将两台这样的发动机安装在贝尔飞机公司生产的 XP—59A“空中慧星”上试飞成功。在 1944 年 1 月,洛克希德公司试飞了大部分性能超过世界上其他飞机的 XP—80

“流星”飞机。

在苏联,大量的工作集中在火箭动力飞机上,在 1945 年战争结束后,他们才从德国和英国引进涡轮喷气发动机,开始了喷气式飞机的设计,并在 1946 年试飞了雅克 15 和米格 9。

还有一些国家曾研制过喷气式飞机。日本曾研制过一种简单的双发喷气式战斗机。由于动力不足,在战争的最后几天进行试飞时只勉强在空中呆了 11 分钟。

战争结束后,喷气式飞机得到迅速的发展,几乎所有的军用飞机都先后喷气化了。稍迟,民航飞机也开始了喷气化。也正因为有了喷气发动机,特别是涡轮风扇发动机,空中运输机才能发展成今天这样的大型飞机,不仅如此,喷气式飞机的高速度又导致了飞机机体的变化,使得飞机的发展进入了一个全新的时代。但是,那种各国研究者能自由地交换研究成果的时代也一去不复返了,不知这是悲剧还是喜剧。

4. 突破音障

在三十年代后期,活塞发动机螺旋桨飞机的最大平飞速度已达到每小时 700 多公里。这样的飞机俯冲时速度已接近音速。但是,当速度接近音速时,人们发现:飞机会发生剧烈的抖动、不稳定、甚至失去操纵而坠毁。当时人们把这种现象称为音障。

喷气式飞机的出现,使得比螺旋桨飞机的速度高得多的飞行速度成为可能。因为喷气式发动机的功率可以比活塞式汽油引擎的大得多,而且飞得越快越有利。在这种情况下,突破音障就显得非常必要了。

战争结束后,美英开始采取切实行动来突破音障。为了突破音障,飞机的机体要作重大的改进。人们很早就发现:机翼需要造得薄,前缘要象刀刃一样薄才好。而且早在1935年就提出了后掠机翼的理论。正如我们在前面所说的,采用后掠机翼和三角机翼都可延缓出现跨音速时不利的空气动力特性,也就是推迟激波的产生。事实上,早在1945年,德国的喷气式飞机已有了三角翼式、后掠翼式以及变后掠翼式等各种原型机。

为突破音障,在冯·卡门建议下,美国于1943年就开始执行贝尔火箭动力试验研究机的计划。在这此研究过程中,冯·卡门和他的同事们基本上掌握了亚音速、跨音速和超音速空气流动的特点,同时,气动弹性力学的发展解决了因高速引起的飞机颤振问题。有了以上这些基础,终于在1947年10月14日,美国贝尔X—1火箭试验研究机在12800米高空达到了1078公里的速度(马赫数为1.015,通常把1倍音速称为1马赫),人类首次突破了音障。试飞这架飞机的是美国空军试飞员C·E·耶格尔。

查克·耶克尔出生于美国西弗吉尼亚的穷山沟,他15岁时才第一次近距离看到飞机,那是一架坠毁在他们家附近的比奇式飞机。中学毕业后入伍,后参加美国陆军航空队。二战期间在欧洲上空与纳粹德国飞行员较量,成为“空中英雄”、“王牌飞行员”。他试飞过近200种(包括螺旋桨、喷气发动机、火箭推进的)各式飞机,飞行时数达10000多小时,多次大难不死,成为最优秀的试飞员。

1947年,美国贝尔公司研制出火箭动力推进的X—1型

飞机。它的设计速度是音速的两倍,是专门为突破音障而设计的,试飞这架飞机的本应是贝尔公司的一名飞行员,但那人被认为行事鲁莽,从而使得试飞的任务转到了美国空军手中。

也就是在 1947 年,英国著名的试飞员杰弗里·德·哈维兰在为突破音障而练习俯冲时丧了命。他试飞的是一种叫“飞燕”的实验性飞机,当飞机的速度达到 0.94 马赫时,飞机在空中分崩离析了。英国人就此承认失败,放弃了对超音速飞行的研究。但美国人似乎并没被吓倒,他们继续按他们的计划进行。

在当时有一种比较普遍的观点在相当一部分工程师当中存在,认为音障就象一堵无形的墙,当飞机的速度达到 1 马赫时便会被撞得粉碎。英国人不是在 0.94 马赫飞机便成了碎片吗?但也有工程师不这样认为,这使得试验得以进行。虽然如此,耶格尔的上司还是对他说:“在没有达到 1 马赫以前,谁也不能断定会发生什么事,这是一项风险极大的工程。我们在执行任务的过程中不能一步一步前进,而是一寸一寸前进,一分一分前进……我们不能象英国人那样搞得机毁人亡。”耶格尔接受了挑战。

X—1 飞机在制造时,设计者准备让它承受 18 倍于自重的应力,它的机翼很薄,机翼的边缘象剃刀一样锋利,不能驱散冲击波,如果跳伞,会被劈成两半。也就是说如果上了飞机,唯一的生路就是飞机平安降落。这架飞机里面,从头到尾堆满了十几只圆形燃料箱。因为用的是火箭发动机,燃料舱里的液氧使得驾驶舱内温度很低。X—1 自己不能起飞,是用 B—29 带上 7500 米高空后象扔炸弹一样抛投下来的。这样做的目的是

为了让试飞员在飞机遇到意外时有时间排完燃料(这种情况在耶格尔准备第二次超音速飞行时就碰到了),以免带着燃料着陆爆炸。

在经过几次滑翔飞行后,开始动力飞行。装满燃料的 X—1 就象一个大炸弹,机上装了 2270 升液氧和含水酒精,这些燃料只能烧 2 分钟。试飞速度从 0.82 马赫开始一点点增加。到 1947 年 10 月 14 日的第九次飞行时,飞机上的马赫表的指针越出了刻度线。后来处理的数据表明,X—1 当时的速度是 1.07 马赫。耶格尔自己的感觉是:超音速飞行时,“X—1 飞得那么平稳,连老奶奶都可以坐在坐舱里汲饮柠檬水。”地面上的人听到了远处打雷一样的声音,这是突破音障时发出的隆隆声,也是第一次在地球上听到由超音速飞机发出的音爆。这次飞行表明:真正的音障不在天空,而在人们对超音速飞行的认识和经验。经过这次自莱特兄弟以来最具历史意义的飞行,耶格尔也一夜之间成了时代英雄。

自那以后的一段时间里,飞机的速度越来越高。首先超过音速而能实际应用的喷气式飞机是 1948 年 9 月 25 日试飞成功的美国的 XF—86 佩刀式战斗机。洛克希德公司曾研制过速度达到 3 马赫的远程截击机 YF—12A,它的侦察型 SR—71 常用于秘密侦察。不仅美国,苏联和其他一些国家也先后研制了一些速度 2 马赫以上的高超音速飞机。飞机的发展进入了一个新的时代。

5. 喷气式客机和现代民航

第二次世界大战结束后,各国的军用飞机很快都喷气化

了,但民航机的喷气化稍迟。战争刚结束时,航线班机恢复了和平时期的正常业务和航线网,使用的最广泛的运输机是前面说的 DC—3,其中很多是由战争时期使用的军用型改装而成的,不久,在较长航线上,开始出现了两种杰出的飞格:道格拉斯的 DC—4 和洛克希德的“星座”。

由于“星座采用了密封座舱,并且时速比 DC—4 快 160 公里,为了与之竞争,道格拉斯公司将 DC—4 发展为 DC—6A 货运和 DC—6B 客运飞机,但此时“星座”已发展成了“超星座”,并于 1951 年在美国的东方航空公司投入使用,道格拉斯又将 DC—6 发展成 DC—7。这种竞争使得民航飞机在战后飞快地向前发展。但这一时期的客机载客量一般在 40~100 人之间,而且都不是喷气式的。

最早的涡轮喷气式客机是英国的德·哈维兰公司研制的“彗星”I 型。这种飞机是在战争期间设计的,1952 年 5 月在英国民航投入使用,用于从伦敦到约翰内斯堡航线,它的巡航速度达到每小时 788 公里,比同时代的任何客机都快,而且采用密封座舱,能在“云上”高度非常平稳地飞行。但是,这种很有吸引力的 36 座式飞机却非常命短。从 1953 年 5 月到 1954 年 4 月之间,有三架“彗星”在空中解体,从而使得这种飞机不得不停飞。发过改进的新“彗星”制成时,它的领先地位已被波音公司生产的波间 707 占据了。波音 707 客机能载一百多名乘客。可不着陆飞过大西洋,横越太平洋中间只着陆一次,它比以前的螺旋桨式客机的机翼小得多,充分发挥了喷气式飞机的长处,是地道的喷气式客机。

几乎在同一时期,前苏联也开始了对其民航总局的飞机

进行现代化改装。其首批成果就是著名的设计师图波列夫(他一生设计的飞机创造了 78 项世界纪录)设计的图—104,它在 1955 年 6 月 17 日进行首飞,能载 50 名乘客。图—104 虽然很粗糙且不经济,但于 1956 年在苏联民航投入使用时,是世界上第二架喷气式运输机。而自那以后,前苏联研制的具有创新精神的世界第一流飞机比任何国家都多:可变后掠翼飞机、喷气式垂直起降飞机,大载重量巨型直升机,短距起降飞机似乎都是他们发明的。

尽管由于喷气化,民用飞机的运载能力、续航能力和速度得到了很大的提高,但今天世界各国的民航公司的重要业务还是客运。而只能乘坐一百人左右的客机是很难应付与年俱增的旅客的,若增加航次,又会使机场变得过分拥挤。在这种情况下,应航空公司的要求,世界上一些主要的飞机制造公司开始发展大型喷气式客机。

在全球有名的几家飞机制造公司中,美国的波音公司制造的客机影响最大。目前,全世界空中飞行的客机中,有 65% 的是波音公司制造的。他们生产的波音 747 大型喷气式客机能乘坐 350~490 人,基本上是波音 707 的 3 倍,燃料顶多是 707 型的 2 倍左右,从而大大降低了旅客的费用,也促进了客运业务的上升。仅日本航空公司就有 83 架波音 747 飞机。在波音 747 之前的 737 型能在低硬度的短离机场跑道上起降,特别适合偏远地区。我国在今年(即 1993)4 月还订购了 20 架波音 737。同时还订购了一架波 757。波音 757 是在 727 型基础上采用新机翼和先进发动机,并修改机身外形发展成的双发普通机身的中短程客机,在 1000 公里的航程上比 727—

100 型省油 10%，这种型号的飞机 1982 年交民航使用，载客 178~239 人，巡航速度为每小时 917 公里。波音公司的这个系列飞机的最新型是波音 777，这是一种 380 座的大型宽体喷气客机，已得到一些航空公司的订货，其中 1992 年 12 月，我国南方航空公司就订购了 6 架。波音公司在研制大型喷气客机上非常成功。目前，他们接收到的订单已超过了他们的生产能力，以致于不得不从别的飞机制造公司用高薪和好的住房“借”来熟练工人帮忙，就这样，有些货还不得不推迟交付。

当然，波音公司也有强有力的竞争对手，主要的有：美国的麦道公司和欧洲的空中客车工业公司。

麦道公司最近几年与我国航空公司之间的业务上升很快。他们最新研制的 MD—90，1993 年 2 月首飞成功，被选定为我国干线飞机的首选机型。

空中客车公司 1992 年 12 月最新推出四发超远程 A340，参加鉴定的专家们认为：这种客机能承受极端恶劣的飞行条件的考验，包括高温、高空、极地的飞行条件，并能抗多次雷击和强磁场干扰。它有 A340—200 和 A340—300 两种。前一种载客 263 人，续航 14300 公里；后一种载客 295 人，续航 13300 公里，由汉莎航空公司在法兰克福和纽约之间进行了首次商业飞行，它是为了与波音 747 竞争而设计的。今年，A340 曾从巴黎不间断直航北京，用了 10 小时 15 分，它得到我国东方航空公司的 5 架订货合同。

民航业务的增长，促使航空公司向飞机制造厂家提出更高的飞机设计要求，而新型飞机的投入使用又反过来促进了民航的飞快发展。今天的航空网已遍及世界各地，管理水平也

今非昔比。

此外,超音速飞机的出现也使人们很自然地想到了超音速客机。1967年后,相继产生的超音速客机是前苏联的图—114和英法合作研制的协和式。这两种飞机的外形相似,两者都能乘坐120人左右。能以2.2马赫左右的速度飞行。由于飞行速度高,机身和空气摩擦会产生高热,所以必须用钛合金或不锈钢合金做机身。但超音速客机并没普及,因为人们不能容忍它产生的噪音与排放的气体。

最近,波音公司与欧洲空中客车工业公司的四十家成员达成协议,合作进行对建造新一代超大型喷气式客机的可行性研究。拟议中的客机载客550~800人,加足燃料后续航能力16000公里。看来,这代表着民用飞机的发展方向。可以相信,随着越来越多的新型飞机投入使用,民用航空网将越来越庞大和复杂。

航空时代的开端

1. 最初的开拓者

现代航天学和火箭理论的奠基人,俄国著名的科学家齐奥尔科夫斯基曾说:“地球是人类的摇篮,但人类决不会永远躺在这个摇篮里,而会不断探索新的天体和空间。人类首先将小心翼翼地穿过大气层,然后再去征服太阳系空间。”实际上,遨游太空是人类自古就有的愿望。古代火箭的发展,十六世纪以来科学技术的进步,现代工业的兴起,使得人类得以从幻想

转为科学探索。

要想遨游太空,首先得有把人送上太空的运载工具,这就是火箭。说到火箭,人们可能很自然会想到竖立在发射架旁的巨大的动载火箭。但实际上,与现代火箭基本原理相同的古代火箭很早就有了,最早约在 12 世纪出现于我国。这种原始的火箭通常是将纸卷的药筒绑在细长的箭杆上制成的。点燃药筒的引线后,火药爆炸产生的高热气体向后高速喷出,从而使火箭发射出去。我国古代曾出现过很多种利用这种原始火箭的玩具和武器。特别值得一提的是:传说在十四世纪末,我国一个叫万户的人,在椅子背后绑上 47 支当时最大的火箭,两手各持大风筝,让人把自己捆在椅子上,然后用火同时点燃火箭,想藉此飞上天。他虽然在爆炸声中送了命,但他是世界上第一个试图利用火箭的力量飞的人。值得深思的是:万户当时得到的仅仅是嘲笑,但今天,为了纪念这位传奇人物,西方人却将月球表面东方海附近的一个环形山以万户命名。

尽管原始的火箭出现得很早,但真正开始用科学的方法来研究和解决航天的科学理论和工程技术问题,并着手设计制造和试验火箭却是上个世纪末这个世纪初的事。在这一时期,涌现出了许多富于探索精神的航天先驱。他们对航天事业的早期发展作出了卓越的贡献。其中影响最大的有俄国的康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基,美国的罗伯特·H·戈达德和奥地利的赫尔曼·奥伯特。

这几个人当中最著名的应当是齐奥尔科夫斯基。他是不容置疑的“宇航之父”。这个人 9 岁即因病辍学,自学了中学和大学的数学、物理课程。早年从事航空方面的研究,三十岁以

后,他的研究工作转而集中到火箭推进器方面。在1898年,他首次提出使用液体推进剂,并令人信服地证明了这种推进剂优于固体推进剂,从而肯定了液体火箭发动机是航天器最适宜的动力装置,为运载器的发展指出了正确的方向。不仅如此,他还提议使用氢和氧以及碳氢化合物作为火箭的推进剂。

1903年,他完成了著名的论文《利用喷气工具研究宇宙空间》。在这篇论文里,他详述了反作用的原理并从理论上证明了火箭能在真空中运动,同时还说明:火箭的最后速度直接取决于它排出的气体的喷气速度。可惜这篇论文直到1923年才得以发表。

他最早从理论上证明了利用多级火箭可以克服地球引力进入太空,并可以利用喷气工具进行星际旅行。1911年,他还提出,在航天飞机上采用人造重力,可以克服不良的长期失重作用。

但是,正如许多其他先驱们一样,齐奥尔科夫斯基的观点最初只是被人们漠然置之。他本人在十月革命前一直受到冷遇。十月革命后,他受到了新政权的极大鼓励。在继续研究液体推进剂的过程中,提出了各种多级火箭方案,还阐述了航天器在没有大气层的行星上着陆的理论。他的杰出的工作给以后的研究者以极大的影响。

另一位先驱罗伯特·H·戈达德博士是土生土长的美国人,他在17岁时就开始研究高层大气和星际空间内的状态。

1907年,他在一篇论文中指出:放射性物质产生的热可能被用来排放高速物质,通过火箭发动机,提供在星际空间旅行的动力。然而他的文章被美国好几种杂志拒绝。因为他的

思想超前于他的时代半个世纪。

戈达德还认识到,星际飞行必须具备高速度,并建议使用液氧和液氢一类的高能推进剂和采用多级火箭。他在1919年出版的《到达极大高度的办法》这本不到100页的小册子中,提出了火箭飞行的数学原理,并指出:火箭必须具备每秒7.9公里的速度才能克服地球的引力,这个速度就是今天众所周知的第一宇宙速度。这本小册子开创了火箭研究的新纪元。

第一次世界大战期间,他去为军队工作。战争结束后,到1921年,由于认识到高性能火箭的前途不取决于固体推进剂而取决于高效的液体推进剂,因而全力投入液体火箭的研究。1926年3月16日,他研制的液体火箭首次飞行成功。虽然火箭只飞了12米高,56米远,但这是世界上第一次液体火箭的飞行试验。在此后的11年间,他又进行了多次试验。

戈达德1945年8月逝世之前,亲眼目睹了许多他提出的原理在实际中的应用。总算可以比较满意地去见上帝了。

奥地利人赫尔曼·奥伯特在他还是一个学生的时候,就被火箭的理论和星际航行的问题所吸引。1923年,他自费发表了《飞往星际空间的火箭》一书,其中论述了火箭飞行的数学原理,并提出了许多关于火箭的结构和飞行的新观念。奥伯特的理论受到了广泛的注意,激起了当时许多青年进行实践的迫切愿望,在许多国家开始出现火箭和航天爱好者的研究组织,这些组织中的不少成员后来都成为本国研制第一代火箭的领导人。

二战期间,奥伯特一直在德国的佩内明德从事火箭的研制工作。战后,他回到了他的出生地,继续从事宇航研究。

几乎完全可以这样说：奥伯特和他的同时代人：齐奥尔科夫斯基、戈达德等一起，为宇宙飞行奠定了理论基础，而应用他们的理论所取得的成果正在我们这个时代为世人所关注。

2. 冯·布劳恩和他的梦想

在这个世纪快结束的时候，当人们回顾人类在航天方面取得的巨大成就时，不能不谈到维纳·冯·布劳恩博士，正是他领导研制的“土星”5号巨型火箭，将阿波罗11号送上了月球，实现了人类千百年来的登月梦想。

冯·布劳恩1912年生于德国一个上层社会家庭。他的母亲就是一位业余天文爱好者，在他行坚信礼时送给他一具望远镜。冯·布劳恩说：“于是，我也成了一个业余天文爱好者，从而对宇宙产生了兴趣，并进而对有朝一日能把人送上月球的飞行器产生了好奇心”。

少年时代的布劳恩热衷于用焰火和爆竹做自己设计的发射试验，以致耽误了功课，弄得数学和物理考试不及格。他曾将特大号的焰火绑在自己的滑坡车上在大街上试验，结果被警察抓住了交给了他的父亲——当时的农业部长。13岁时，他接触到了赫尔曼·奥伯特写的《通向星际空间之路》，从而立志要为征服宇宙空间而奋斗。他从老师那里得知，要弄懂奥伯特书上写的，必须学好数学和物理。于是他开始努力学这两门曾经不及格的功课。

冯·布劳恩在1932年春以航空工程学学士学位毕业于夏洛滕堡工学院。这时，他认识到：要征服外层空间，光懂得螺帽螺栓一类的工程问题是不够的，还必须学习更多的物理、化

学和天文学,才能透彻地理解他决心以毕生精力去解决的问题的所有方面。因此,在1932年夏,他进柏林大学学习,并于1934年获得物理学博士学位。

在30年代,各国受一些航天先驱们的影响而自发组织起来的火箭团体在开展其活动的初期都遇到了困难,缺乏资金,受到社会人士的冷落。但德国柏林的一群年轻人凭着他们的乐观主义和对所从事的事业的一片痴心仍然进行着艰苦的努力。1930年,他们说服了市政府让他们无限期免费占用柏林郊外的一个废弃的军火库,从而有了自己的试验基地。他们想尽一切办法筹集所需材料,并充分利用当时正失业的工人来帮他们工作。冯·布劳恩就是这群年轻人的中一员。

1932年,这群年轻人的努力引起了德国军方的注意。军方派代表去参观他们的工作,并指出:如果火箭小组把他们正准备发射的“米拉克”2号发射成功,陆军将出资一千马克。遗憾的是:这枚火箭只飞了一两英里就坠毁了。但冯·布劳恩仍去向军方游说。最后,他接受了陆军提出的条件,离开了那个简陋的火箭研制基地,去为陆军秘密研制火箭,以便利用陆军的资金和设备。虽然这与他的宇宙航行之梦有悖,但毕竟还是有关联的,不管怎么说,研制火箭总得进行。

冯·布劳恩领导的火箭设计研究小组设计的第一代液体火箭A—1因结构不合理而遭到失败。虽然经过改进,但由于多种因素只好重新设计。新设计的A—2在结构上作了重大调整。到1934年12月才造出的两枚A—2火箭在圣诞节前试射成功,都达到了大约一英里半的高度。军方对此表示满意,因而更加慷慨解囊。布劳恩立即着手研制A—3火箭。A—

3 火箭原先装的是一位奥地利军官设计的控制系统,但几次发射失败后,他们开始怀疑这个控制系统。于是更新了制导系统,并将改进后的命名为 A—5。正在此地,由于德国空军和陆军之间的竞争,冯·布劳恩得到前所未有的巨额资金,于是决定“搬家”。经过两年的准备,1937 年,布劳恩和其他火箭专家搬到建在波罗的海岸边的佩内明德。1938 年夏,发射了头几枚 A—5。这几次发射进行得完美无缺。在 A—5 的基础上,佩内明德的火箭专家们开始研制 A—4,也就是著名的 V—2 火箭。1940 年夏,为了成功地拿下 V—2 研制的巨大工程,冯·布劳恩面临着堆积如山的工程难题。为了解决这些问题,一方面他领导着手下的火箭专家、工程师们努力工作;另一方面,还从大学邀请了三十六名工程学、物理学和化学教授到佩内明德,举办“献智日”。由于各大学正遭受征兵之苦,教授们也希望参加这样的科学努力,所以都心甘情愿地用公文包夹着一个或多个问题回自己的研究所或大学去研究了。

终于,在 1942 年春,冯·布劳恩和他的研制组进行了 V—2 的第一次发射。但这次发射没有成功,火箭在巨大的爆炸声中炸得粉碎。四星期后的第二枚 V—2 在半空中解体。1942 年 10 月 3 日,第三枚 V—2 终于发射成功了。但是,由于德国空军在不列颠之战中遭到失败,V—2 火箭的成功引起了军方的重视。德国建立了一个 V—2 特别委员会,准备大量生产 V—2,以向英国报复。

1943 年,正为德国城市不断遭到盟国轰炸而暴跳如雷的希特勒,在看到了 V—2 发射的影片后,决定将 V—2 列为全国最优先的项目。尽管由于 V—2 的消息泄漏,英国皇家空军

将佩内明德夷为了平地,还夷平了三家被指定生产 V—2 的工厂,V—2 还是给英国造成了巨大的损失。

但是,V—2 用于轰炸伦敦和英国东南部,并不是研制 V—2 火箭的最初目的。冯·布劳恩曾说:“任何认为一开头就想用 A—4(即 V—2)作为摧毁伦敦的武器的说法,都是完全不符合事实的,实际情况上:多恩贝格尔(陆军在佩内明德的负责人)发现:1937 年夏,A—3 试验失败后,除非他们十分有把握能造出一种完善的军事武器来,否则,更高的陆军当局就会拒绝拨给必要的研究和试制经费。”多恩贝格尔也说:“如果我们只是无休止地发射实验火箭,那就休想维持我们的事业。军械部要的是一种射程超过远程大炮的野战武器。”

正是由于一定程度的妥协,使得战争结束时,有 4450 人在佩内明德工作,其中包括 900 名科学家和工程师。在冯·布劳恩的指导下,他们从噼里啪啦的玩具终于研制成了能够发射到地球大气层边缘的火箭,而我们知道,没有火箭,宇航之梦永远只能是梦。

事实上,冯·布劳恩从没忘记过他的宇航之梦。1945 年投降到盟国后,在咨询报告中,这位前佩内明德的负责人甚至谈到了将来使用轨道火箭和空间平台的问题。

布劳恩到美国后,虽然和他原来在佩内明德的同事一起为美国陆军继续研制火箭,但从未忘记他的梦想。远在他研制的“丘辟特”C 火箭将“探险者”一号送入太空之前,他就在《矿工杂志》上发表文章,建议用一枚三级火箭将人和补给品送到一个直径 76.2 米的轮盘状空间站上,这个空间站绕着它的轴慢慢旋转,以提供人工引力。

由于美苏冷战的结果,美国决定实施登月计划。冯·布劳恩终于得以发挥他的天才,继续为实现他的梦想奋斗,并最终将阿波罗 11 号送上了月球,实现了他少年时代的梦想。

3. 人造地球卫星

1945 年,战争结束阶段,美国让一批科学家穿上军装,到德国去收罗德国著名的科学家。前苏联没能弄到科学家,但弄走了不少工程师和先进的设备。就是在这—时期,冯·布劳恩率领其手下的一批杰出的火箭专家投降到了美国—边。而前苏联则只弄到了 V—2 火箭的一些技术成果。

二战结束后,美苏都开始通过仿制 V—2 建立了火箭和导弹研制机构。V—2 火箭本身是一个巨大的技术成就,但要在航天方面取得地—步的进展,还需要制造出更好的发动机和结构。同时,还必须研制出以陀螺和惯性参考装置为基础的精密制导系统。

在 V—2 的基础上,美国和欧洲都进行了能够达到第一宇宙速度的小型多级火箭的设计研究工作。早在 1946 年,美国就决定将 V—2 作为发展新型导弹试验工具和研究高层大气的探空火箭。1951 年,英国的三位工程师提出了一个三级火箭计划,在此基础上,美国物理学家 S·F·辛格教授提出了代号“鼯鼠”的 100 磅卫星的方案。正是由于这一系列的活动,使得在 1926 年召开的地球物理学国际会议上,科学家们提出将 1957 年 7 月 1 日至 1958 年 12 月 31 日作为“国际地球物理年”,建议通过发射探空火箭和人造地球卫星来对地球各大方面进行探索和测量:如地球主要陆地和海洋、地壳和地

核、海洋深处的水流、潮汐、天气和气候、高空大气层和外层空间等等。

就在这一年,美苏都开始着手人造卫星及所需运载火箭的探索工作。美国总统艾森豪威尔宣布:美国对“国际地球物理年”的贡献是人造卫星,这种卫星将用一枚完全为和平目的而研制的火箭来发射。接着,美国陆军提出用冯·布劳恩研制的“丘辟特”C型运载火箭来发射“探险者”号卫星,海军则建议用“先锋”号三级火箭来发射“先锋”号卫星的“先锋”计划。在1955年,美国政府决定采用海军的“先锋”计划。可惜这不是一个明智的决定,正是因为这个决定,使得美国的卫星比前苏联的晚了三个月,从而使美国人大大地丢了回脸。

前苏联在1954年基本上解决了多燃烧室发动机的设计和工艺问题后,就有了在较短时间内研制出大推力液体火箭发动机的可能。随后,他们决定用捆绑技术来研制P—7洲际弹道导弹,并计划在P—7成功后,将几枚P—7改装成“卫星”号运载火箭来发射人造地球卫星。1956年末,他们获悉美国的运载火箭已进行了飞行试验,便决定搁下正在研制的较复杂的卫星,先发射两颗简易卫星。他们在1957年8月P—7试射成功后,在同年10月4日,用“卫星”号运载火箭把世界上第一颗人造地球卫星送入了太空。

一位拜科努尔航天发射场的目击者回忆了发射前的情景:10月3日,当火箭竖起来后,专家们和掩体指挥中心的人一起对系统进行了最后的检查。晚上,两路并开的专车开来给燃料箱加添了燃料。发射平台被扫干净后,只有总设计师科罗廖夫(他领导下设计的运载火箭是苏联后来一系列飞船和探

测器的运载工具)默默地、全神贯注地和他的最亲密的同事留在火箭旁边。10月4日清晨,当发动机点火燃烧时,终于放出了火箭的反射光。首先,火箭被浓烟笼罩着,烟高高地向上升起,突然,闪光耀眼夺目,火焰从发射台上喷射出来,划破了黎明前的黑暗,白色的箭身慢慢地、稳稳当当地向上升起。这些画面,对现在的人们已经并不陌生了,但我们不要忘记,那是人类第一次发射卫星。

这颗卫星只正常工作了三个月左右。但它是人类送入太空的第一个航天器,实现了航天先驱们的梦想,开创了航天的新纪元。

但美国人却深受刺激。消息传到美国时,正参加一个鸡尾酒会的冯·布劳恩因为过分急于倾吐自己的感情,以致于说话都语无伦次了。“我们早知道他们要发射卫星,”他对要去上任的新国防部长说:“先锋”号是上不了天的,我们的架子上就有导弹构件,天啊!放手让我们干吧,我们能在六十天内发射一颗……”到这时美国政府才决定恢复陆军的轨道计划,同时积极推地“先锋”计划。在两个月之内,“先锋”号火箭被架在了卡纳维拉尔角的发射架上,火箭的头部装载的是只有1.47公斤重的被赫鲁晓夫称为美国的“葡萄柚卫星”的极小的卫星。当美国准备在1957年12月发射时,世界上的记者蜂拥而至。但“先锋”号让美国人丢尽了脸,它只上升了一英寸便在一片火海中爆炸了。在“先锋”号失败后八十天,“丘辟特”C型运载火箭把“探险者”1号送上了天。这颗卫星虽然不重,但上面装有微陨星体探测器、温度计、宇宙射线计量仪器等。这些仪器的测量结果使得科学家们激动不已。正是从这颗卫星的宇宙

射线计量仪器的结果中,范·阿伦博士得出了这样的结论:我们的行星是被其磁场吸引的辐射带环抱着,这个辐射带后来被称为范·阿伦辐射带。范·阿伦辐射带会不会使得人到宇宙空间探索成为不可能的事呢?今天我们知道:不会。

在这以后,人造地球卫星的发射越来越频繁,继前苏联和美国之后,法国、日本、我国、英国、欧洲空间局、印度等相继用自行研制的运载火成功地发射了自己的第一颗人造卫星。

从六十年代中期开始,人造卫星的发展已从探索试验阶段进入实用阶段,各种应用卫星相继投入使用,取得了明显的军事和社会经济效益。有一段时间,卫星的发射数量急骤上升,应用范围日益扩大。七十年代以来,各种卫星逐渐向多用途、长寿命、低成本和高可靠性的方向发展,在发射数量上有所减少,但质量却有了显著的提高,并且出现了返回式卫星和利用航天飞机发射和收回卫星的技术。

航天器的研制一方面极大地带动了相关工业技术和科学的发展,但更为重要的是:直接利用卫星可以完成许多通过其它手段没法完成的军事和国民经济方面的项目。自六十年代以来,应用卫星的总数已超过了 2500 颗,其中前苏联占了三分之二。这些卫星中除了用于军事上的侦察预警卫星外,还有通信卫星、导航卫星、气象卫星、测地卫星等。纯粹民用的还有地球资源卫星、天文卫星、生物卫星、广播卫星及其他科学探测卫星。这些应用卫星对科学研究、资源勘探、通信广播、甚至森林防火都有极大的用途。

但是,那些热衷航天事业的人们心里很清楚:发射人造卫星不是人类航天活动的终点,而是小心翼翼的第一步。人类将

在此基础上逐渐把自己的脚步迈向天空。

4. 早期的太空旅行

早在四十年代末,人们就把一些生物装入探空火箭进行了试验。五十年代后期,出现了携带动物的人造卫星。通过这些活动,对生命保障系统、回收技术、遥测、遥控和通信技术等进行了全面的试验。

在 1946 年 12 月,美国科学家在 V—2 火箭中装上真菌孢子,想看看空间飞行是否会对真菌孢子的生长和变异产生一些异乎寻常的影响。结果试飞的样品一个也没收回来。1947 年又用果蝇做了试验,结果发现果蝇看起来没受到什么不利影响。在这以后,又将四只罗猴和长尾猴用 V—2 火箭发射到了 129 公里的高度,由于回收失败及沙漠高温,这几只不幸的猴子一个也没活下来。1952 年,美国空军用“空蜂”火箭对两只猴子和老鼠进行了动物试验。结果发现:尽管这些动物经历了不到 1 秒的 $15g$ (g 为重力加速度) 的加速度和长达 45 秒的 $3\sim 4g$ 的过载,但它们看上去没出现什么不对劲的地方。

同一时期,在前苏联,被称为俄国的“冯·布劳恩”的科罗廖夫也正领导着一群科学家进行类似的工作。由于佩内明德的主要专家和成果都落入了美国人之手,苏联人基本上是靠自己干的。但他们的火箭技术并不比美国落后。他们将狗用火箭送入高空,检验动物受到噪音、振动和加速效应时的反应。从一系列试验中,他们发现:动物在试验过程中没有出现严重的心律不齐,血压变化不大、呼吸有节奏,放在特别座架上的动物能够承受失重的影响。

美苏两国的科学家们从获得的空间环境数据中还发现：过去对微流星的危害估计偏高，存在辐射带的空间也是有限的，从而肯定了进入太空的稳定性。

在第一颗人造卫星上天后，赫鲁晓夫意外地发现：类似的活动能极大地提高国家的威望，于是苏联人开始积极准备载人飞船的上天。他们先用“东方”号运载火箭发射不载人的卫星式飞船。经历过多次失败。其中第4号卫星的减速火箭在错误的方向点火，结果一个模型宇航员不知去向。接下来的一次发射中，再入密封舱进入错误轨道，在大气层中烧毁，里面的两条狗也化为了灰烬。

在发射了5艘不载人的卫星式飞船后，到1961年4月12日，莫斯科广播了一则人类历史上最激动人心的消息：世界上第一艘载人的宇宙飞船“东方”号成功地从拜科努尔发射进入轨道，绕地球一周后安全返回。第一个进入太空的宇航员是尤里·加加林少校。

尤里·加加林1934年生，1957年从军队飞行学校毕业，成为歼击机飞行员。1960年被选为航天员。他的史诗般的飞行经历了1小时48分钟后，降落在前苏联萨拉托夫州斯梅洛夫卡村地区。当地的村民跑去欢迎他时，被他的奇异的装束惊得目瞪口呆：加加林头戴白色飞行帽、身着一套笨重的增压服，外套一件衣裤相连的橘色工作服，看起来象外星人。

从太空归来的加加林描述了地球上的人们从未见过的场景：“我能够清楚地分辨出大陆、岛屿、河流、水库和大地的轮廓……。我第一次亲眼见到了地球表面的形态。地平线呈现出一片异常美丽的景色。淡蓝色的晕圈环抱着地球，与黑色的

天空交融在一起、天空中群星灿烂、轮廓分明。……”

加加林所乘的飞船的复制品在莫斯科展出时,人们看到它由两个基本部分组成。座舱是一个直径 2.4 米的金属球体。为防止再入大气层时灼热的高温烧蚀,整个球体被一层烧蚀防护罩保护着。宇航员躺在一个弹射座椅上,万一发射失败,宇航员能够被弹出火箭。在球形密封座舱上,装有一个载有制动火箭的设备舱,里面有氧气瓶和氮气瓶,用来给座舱提供正常大气压的空气。

就这样,人类终于小心翼翼地穿过了大气层。但是要去征服太阳系空间,要探索新的天体和空间,还有很长的路要走,还需要更先进的飞船和更大推力的运载火箭。

继加加林后,又出现了一批遨游太空的宇航员。其中包括第一名女宇航员:瓦连京娜·捷列什科娃。这些宇航员都使用了弹射座椅,因为降落伞下的密封舱的下降速度比较快。

美国人继发射卫星输给了俄国人以后,这次载人飞船的首次飞行的荣誉又让给了俄国人。直到 1962 年 2 月 20 日,美国才做好将人送入轨道的准备。宇航员是美国海军陆战队的中校约翰·格林,他执行的三圈轨道飞行任务遇到了重重困难。发射前,因技术原因使得他在发射台上的“水星”号密封舱里呆了 3 小时 44 分后才起飞。第一圈时又因姿态控制系统出故障改为手控操纵。以后地面台又收到错误信息,以为防热罩要掉了,降落后才发现是虚惊一场。

到 1963 年,美国的“水星”号和前苏联的“东方”号计划都结束时,美国人在很多方面落在了后面。仅瓦连京娜·捷列什科娃一个人在太空呆的时间比美国“水星”号所有宇航员飞行

的时间加起来还多。这种状况一直持续到两年后,美国造出一系列非常成功的“双子座”飞船时为止。以后,美国人又在登月竞争中彻底击败了俄国人。

A decorative border with a repeating floral or scroll-like pattern, rendered in black, frames the central text.

能源发展

五、能量帝国

帝国的兴起

谈论能源,我们首先必须对能量有一个基本的认识,因此,本书第一章,我们就谈谈能量。如何着手谈能量呢?让我们把眼光先投在一个物质的固有属性——运动上。

1. 探讨一个哲学问题

世界是物质的,大到宇宙、星系,小到分子、原子;从可见的高山大海到看不见的无线电波;从寿命为几百几千亿年的星体到只能存在于十亿亿分之几秒的 π^0 介子;从中性物质到带电粒子。物质的具体形态真可谓千差万别,千姿百态。但是,尽管物质具体形态各异但它们都统一于物质性。

世界是物质的,那么,物质所处的状态如何呢?也就是说,物质以什么样的方式存在于世界?回答这个问题经过了人类认识史上的一个长期的历程,现在,人们认识到,运动是物质存在的方式,运动是物质的固有属性。

看看我们自己,整个躯体时时在运动,躯体内部运动也随时不在,这是一种具有生命意义的生物运动。再想想我们所居

住的地球,可能我们感觉不到“坐地日行八万里”,但它确实在快速自转,而且,它还以每秒二十九公里的速度绕太阳公转,而太阳也在以每秒二百五十公里的速度更高速地运动……宏观上看,整个宇宙都在“只争朝夕”地运动。再看看微观,组成物质的分子、原子及基本粒子也都在不停地运动。当你把一滴墨汁滴入一杯水,你会发现,墨汁在清水中迅速扩散。这正是由于墨汁分子处在无时无刻的运动之中。这种运动与温度有关,温度越高,分子运动越剧烈,而且这种运动是无规则的,这一特点可以在显微镜下观察到,我们通常称之为热运动。无论气体、液体、还是固体,其内部分子都在作快速的无规则热运动。

世界统一于物质,而物质以运动而存在,这是马克思主义哲学的基本观点,坚持这个基本观点,将使我们有一个对能量问题深刻了解的哲学基础。

2. 复杂的世界、纷繁的运动

运动作为物质的存在方式,作为物质的固有属性,具有非常广泛的意义,它包括宇宙中发生的一切变化和过程。这是从哲学的高度来讲的,作为物理学意义上的运动,则是一个具体得多的概念,根据本书的内容,我们就把运动的含义限于物理学意义上的运动。

同样,物理运动也是丰富多彩的,从我们日常生活中所常见的位置移动到我们见不到的核运动,无不体现着它的存在,并以多种多样的形式表现出来。根据人们目前对物理世界的认识,人们大致把运动概括为如下几种基本形式:

机械运动:如小球落地,树枝受风摇摆,都是指一个物体相对于另一物体的位置发生了变化,我们称这种运动为机械运动。机械运动是我们最常见的运动形式。

热运动:组成物质的分子所作的无规则运动,如墨汁在清水中扩散;洗湿的衣服晒干,我们把它们统称为热运动。

电磁运动:电视机的工作就是一个电磁运动的过程。尽管我们肉眼看不见电,也看不见磁本身,但我们却可以看见纷繁的电磁现象,可以说,正是人们认识并把握了电磁运动,人类才有现代这样有声有色的生活。

光运动:光运动是个古老而又年轻的话题,因为,从人之初人们就与太阳光紧密相连,而现代光学仍是一个热门的学科。

核运动:核运动是原子内部的运动,直到在本世纪人们才涉足到如此微观领域。人们对核世界的认识标志着人类对物理世界的认识上了一个崭新的台阶。

化学运动:化学反应是组成物质分子的原子的一种重新排列组合,它是化学运动的基本形式。虽然化学运动被冠以“化学”两字、但它还是物理学意义上的基本运动形式之一。

强调一下,人们概括出这六种形式运动,只是建立在目前人类认知水平之上,我们前面说过、运动是无限的,我们当然也不能简单断定运动形式只有以上六种。随着人类对物理世界的进一步揭示,新的运动形式一定会被发现出来。

3. 运动的测量问题

作为一个物理概念,人们常会考虑到对其度量,如时间用

秒,长度用米,质量用千克去度量,那么作为运动,是不是也存在一个度量问题?

感觉告诉我们,这个问题是存在的,一个乒乓球连块玻璃都打不碎,但一颗原子弹却可以毁灭一个城市,这不就表明同是运动,两者运动却有很大差别。作为一个科学问题来提出,就是如何客观地测量乒乓球和原子弹两者的运动大小,即运动的测量问题。

历史上最先关心这个问题的,并非物理学家,而是哲学家,法国数学家哲学家笛卡尔就是其中一杰出代表,作为一种哲学思辩的产物,他提出了运动是不生不灭的思想,为了证明他这种“运动守恒”,他努力寻找测量运动的尺子。

从表面上看,到处有运动在产生,也有运动在消失,例如,风起风息,爆竹冲天,石块入泥,这是否表明运动凭空而生,无故而息呢?

显然,笛卡尔的哲学是与这种表面现象不相容的,他要证明这些表面现象只是一种假象,他想,只有找到一把测量运动的尺子,才谈得上对这些运动进行研究。有了计算运动的方法以后,就可以用数学方法精确地证明运动在数量守恒。

为了寻找这把尺子,他想起了意大利科学家伽俐略。

粗浅地想一下,测量运动大小的方法并不值如此大伤脑筋,只要用速度来度量就行了,速度大的运动量自然就大。

但伽俐略却是一个仔细的人,比萨斜塔实验就是他主持的。不轻易地下结论,是他的科学作风,他不认为采用速度来度量运动大小是妥当的,例如,从比萨斜塔落下的质量不同两个铁球,虽速度相等地到达地面,但两者运动量相等吗?直觉

告诉我们两者虽同时落地,但运动量并不相等,而是重球运动量大,这只要看看两球落地时所砸的坑就知道了。

在考察了这种情形后,伽俐略提出用速度和质量同时来测量运动,也就是用质量和速度的乘积来计算运动大小。后来,人们把“质量 $\times$ 速度”叫动量。可惜,伽俐略提出“运动测量”的概念以后,只用它解释了几个试验,没有把这个问题研究下去。

笛卡尔发现了伽俐略工作的重要意义,并继续研究,利用碰撞理论,用数学方法证明了著名的“动量守恒定律”,即:几个物体在没有外力作用的情况下,整个系统具有的总动量(即速度 $\times$ 质量)是恒定的。

现在我们推想,笛卡尔应该满意于他的工作,因为他到了一把尺子来测量运动并且能证明运动守恒。但是,笛卡尔还是受到了来自另一个人的挑战,这就是德国的数学家兼哲学家莱布尼兹。莱布尼兹于 1686 年著文反对笛卡尔,他认为不能用“质量 $\times$ 速度来测量运动的大小,而应选用“质量 $\times$ 速度²”测量运动的大小,并称之为“活力”,而笛卡尔动量被称为“死力”。

乍一想挺奇怪,莱布尼兹怎么认为运动量大小应与速度平方成正比,而不象笛卡尔那样简单认为与速度成正比,也不认为与速度成别的几次方(如 3 次、4 次)成正比呢?回答只有是与速度² 成正比得到了事实的支持:

如果我们重新来到比萨斜塔前,与伽俐略不一样,我们站在地下把球垂直往上抛,则会发现,若我们以 10 米/秒速度上抛一球,则球上升高度约为 5 米;以 20 米/秒上抛,则上升高

度为 20 米;以 30 米/秒上抛,则上升高度变为 45 米……显然,爬升高度确实与上抛速度²成正比。

莱布尼兹的“活力”主张的提出,虽有事实的支持,但并未能取代笛卡尔的“动量”理论,而是遭到了笛卡尔派的激烈反对,并掀起了一场在笛卡尔派和莱布尼派之间围绕运动测量的一场长达半个世纪的争论,这场争论席卷了当时欧洲的著名物理学家和哲学家。

4. 能量概念的诞生

关于运动测量问题的争论旷日持久,究其原因,主要是当时人们对物理世界认识水平的局限。第一位的局限是人们在考虑运动时没有跳出机械运动的圈子。正如“不识庐山真面目,只缘身在此山中”。

我们不能拿今天的眼光评判古人,因为十九世纪以前,人类认知水平还只能使那时的科学家认识机械运动是运动,而认识到热现象,电现象、化学反应等也是运动那还是十九世纪以后的事。当十九世纪后人们把热、电、光现象和化学反应都纳入运动家族,并知道它可以相互转化,运动的测量就可以迎刃而解了。

到底是“活力”好,还是“死力”好? 还是想想伽俐略的原则:让实验回答。在 1840 年前后,英国物理学家焦耳通过大量实验发现热运动,电运动、化学运动经过折算后,可以用“活力”即“质量 $\times$ 速度²去测量,但不能用动量去测量。在某种意义上说,动量是个适用范围狭窄的尺子,它只在机械运动范围内有用;而“活力”却把手伸向一般的运动形式,是一个恰当的

测量运动的尺子。

1807年,英国物理学家托马斯·杨建议,用能量这个名称来代替“活力”,表示物体做功的本领,它的大小等于“ $\frac{1}{2}$ 质量 $\times$ 速度²”。之所以用 $1/2$ 作系数,那只是一个物理学上适当的标度。

现在,人们把机械能、热能、电能……统统称为能量,并认为能量是一切物质运动大小的度量。值得注意的是,现在这个能量的概念已与托马斯·杨刚提出的概念有差别,它那个“能量”只是我们现在的“动能”,仅表示机械运动的大小。按托马斯·杨的意思,能量还表示“物体做功的本领”,这是一个并非很严格的说法,但它易于理解,现在仍作为能量定义出现在中学物理教科书中。

5. 能量帝国的公民

能量的形式是与一定的运动形式相对应的,我们前面提到的六种基本运动形式都分别对应一种能量,它们分别是机械能,热能、电能、光能,原子能和化学能,其中机械能和热能较常见,其它形式的能均能直接或间接转化为这两种能。

正如运动六种形式只是我们现在所知道的一样,六种能量形式的提法也是在现在人类认知水平上,其实能量还会有其它多种形式。我们从下事实可以看出这点。

人们在轰开原子核时会得到原子能。爱因斯坦相对论指出,尽管原子能非常巨大,但它也只包含核子质能总和的千分之一。这表明还有很多能量处“贮藏”态,等待人类进一步去开

发。

可以推知,随着科学发展和技术进步,将来定会发现更多的能量形式。但目前,还只是关注这六种“基本”形式,本书后面也只在这个基础上对能量作进一步阐述。

一动一静总显能

机械能是机械运动的量度。机械运动在我们日常生活中随处可见,因而,机械能也常常伴随于我们左右,为了介绍机械能,我们先谈谈机械功。

1. 机械功——机械能的旅伴

自然界中通常因物体能够做功而显示出物体具有能,能量的变化通过做功的多少来量度。因此,说到能量就不能不涉及到功。从这个意义上说,功和能好似一枚硬币的两个侧面,同样,机械功与机械能也似一对形影相依的人生旅伴。

什么是功?物理学中功的定义跟生活中、生产上的辛苦、功效是不一样的,机械功的含义是十分狭隘的,物理学上的功必须有两个要素,即力和位移,功的度量是作用在物体的力和物体在此力的方向上通过的位移的乘积。这就是说,对物体做了功,必须是在力的方向上物体有位移,或者在物体位移方向上有作用力。一个人提一桶水,在他把水从地上提起的过程中,他的手的拉力对水桶做了功;但是,当他提着水在平地上行走时,若假设他手不上下移动,则尽管他很费力,但手却是

没有对桶做功的。

当力与位移成一定夹角 θ 时,物理上对功有一个确定计算公式、写作:

$$W = F s \cos \theta$$

这个公式定量地反映了功与其相关四要素之间的关系。其中 F 为作用力, s 为物体位移。由于 $\cos \theta$ 可正可负,则功也有正负之分,当 θ 是锐角时,力对物体做功;当 θ 是钝角时,力对物体做负功。本书以后除非特殊说明,一般指做正功。

功的单位是焦耳。而能的单位也是焦耳,从这里也可看出功、能关系之密切。

介绍了功,我们现在就来看看功和能的旅伴关系。一般来说,一方面具有能的物体原则上都是能做功的,而且做了功后,物体能会减少,这在一定意义上是能在转化为功,另一方面,对物体做功,常常能增加物体的能,而这在一定意义上是功转化为能。而且,这种功能转换是有确定量的关系的,这就是功的大小正好等于能量的改变值。功和能的这种亲密关系是非常重要的,深刻地了解它是我们深刻理解能量和能量转化的基础。

人们日常生活中,还会遇到另一方面与功有关的物理量——功率,这里略微谈一点。功率是衡量做功快慢的量,它表示单位时间内做功的多少,其单位为瓦特。⁴⁰ 瓦特功率的机械做功 1 秒所做功就是 1 焦耳。

2. 活泼外向的动能

物体空间位置变化称为机械运动,度量机械运动的是机

械能,动能是机械能中一种,它是物体运动而具有的能,动能是能量中最直观、用途广泛的一种能。

人类最早就能利用飞石御兽猎食,我国古人早就利用水轮磨坊,中世纪欧洲的风车是很普遍的。现在,人类对动能的利用更广泛了。人们利用水力,风力发电;各种各样机械也大都都是将其它形式的能转化为动能后才使用,如电动机,汽油机都有一个最终以动能形式出现的飞轮。形形色色的加工机床,其切、削、轧、压部分都表现为动能的转换;大大小小的交通工具无一不是动能的利用。宏观世界的温度与微观世界的分子平均动能相联系;电视机中电子枪以数千伏的高电压获取电子的动能;原子核在具有很大动能的粒子轰击下才得以实现裂变、聚变……当然,动能也能以另一种可怕的面孔出现,例如:洪水、台风、地震,泥石流……

运动的物体具有动能,那么怎样量度物体动能大小呢?理论和实验都可以告诉我们,假如用 E_K 表示动能, v 表示速度, m 表示物体质量,则动能度量公式为:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

由于动能与速度有关,而速度又具有相对性,因而、动能也具有相对性。假如我提议:“请你抓住一颗飞过你身子弹。”你一定会认为我发疯,因为生活经验告诉我们,子弹对于你来说运动很快,抓住它实在太危险了。但是,倘若一颗子弹能满足这样一个条件:相对于来说子弹运动得十分慢,那么抓住它就没有任何危险。第一次世界大战期间,有一次法国飞行员正在 2000 米高空飞行,忽然发现脸旁边有一个小东西在游

动。飞行员以为这是飞行在 2000 米高空的一只什么罕见的小昆虫,感到很新鲜,就顺手把它抓了过来。你能猜出他抓到的是什么东西吗? 飞行员发现,不是别的,正是一颗射向他的德国子弹。显示动能相对性的还有其它例子,如天空中飞鸟可能把飞机撞毁,把西瓜抛向迎面而来的摩托车赛选手无异于给他一个炮弹,在运行中的火车上向窗外扔东西有着意想不到的破坏力。

3. 含蓄内秀的势能

当你旅行在悬崖峭壁下,看到一块仅有少量支撑的巨石凌空伸出时;当你路过高楼下,看到高层楼阳台上有一盆花在风中摇曳时,你一定有一种威胁感,危险感。当有人推开一扇弹簧门进入屋内,准备放手,而你这时恰好在门口时,你也会感到需要提防被击痛。这是为什么呢? 原来上述物体都个有一种潜在的做功本领,即具有一种能,这种能称为势能。

“势”这个词在中文词典中解释为“一切事物力量表现出来的趋向”,成语中常有“势如破竹”、“势均力敌”之类的条目。“势”在英文词典中对应的条目“Potential”有“潜在的、可能的”意思。所谓势能就是因为物体处在势场中或物体自身被拉伸,压缩或其它形变而具有的一种做功本领。机械能范畴中导致势能的势场主要是地球引力场。

势能是与保守力做功联系在一起的。所谓保守力就是一类做功与路径无关的力,例如重力,重力做功只取决于起点和终点在力的方向上的距离,即只取决于相对位置。再如弹力,弹力做功也跟路径无关,仅起决于起点和终点的位置,这点大

家最熟悉的该推弹簧做功了。物理学中相互作用力的形式是多种多样的,如大气压力、磁场力、电场力、分子作用力等等,在这些力中能否引入势能,关键就看它们是否是保守力。

生活中常见的势能之一是重力势力,显然重力势能与重力相关的。我们用水力发电,首先就是建一大坝,产生水位差,其实也就是产生和储藏重力势能。十米跳台上的跳水运动员,他也是具有较大的重力势能。重力势能的度量公式为 $E_p = mgh$,其中 E_p 表示势能, mg 表示重力、 h 表示高度。善于思考和读者一定又会意识到如同动能中的速度一样,这里高度又是一个相对量,即它与参考平面的选取有关,例如,对于一个十米高的楼,若以地面为参考面,楼顶上物体高为十米;若以五米处那层为参考面,则楼顶物体高为五米;若以楼顶为参考面,则楼顶物体高为零米。这样,可以看出势能是一个相对量,是相对于参考平面而言的。

其实,重力势能上是地球引力势能的一个近似表达,因为在地球表面附近,我们可以近似地把物体所受重力看作大小不变,方向垂直于地面。但是,如果我们把视野放大,走出“地球表面附近”这个范围,那么物体在各处所受地球引力是大小不等的,而且引力方向也明显不同,这一点应该由万有引力定理来刻画,引力势能的度量公式也不是 $E_p = mgh$,而应写作

$E_p = -\frac{GmM}{r}$ 这里规定无限远处引力势能为零, r 为物体距地球心的距离, G 是常数, M 是地球质量, m 是物体质量。引力势能是一个比重力势能意义更广的概念,它真正把势能与势场联系起来,这使我们对势能理解更进一步。

与我们生活密切相关的另一类势能是弹性势能,例如儿童乐园里的蹦蹦床,生产中的各类弹簧等。弹性势能是与弹力做功联系在一起的,而弹力又与物体弹性密切相关,通常所说弹性体弹性好与差,包含两种含义:其一是柔韧性比较好。一般条形弹性材料在同样力作用下,其伸长形变远不如弯曲形变明显,因此,人们常将条形材料制成盘香式(用于钟表内)或螺旋形(用在各种缓冲装置中)。其二是恢复形变的性能比较好,若物体形变后撤去外力能完全恢复形变的,认为弹性好。

弹性势能,对固体弹性体来说,一般有 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, 式中 k 表示弹性系数,刻画物体弹性。 x 表示物体形变的距离、显然,没有形变时其值为零。

人类最早利用弹性势能当推弓箭了,弓的形变能贮存弹性势能,它可以转化为箭的动能用以杀伤猎物,后来它被大量应用于战争中。随着生产的发展,利用弹性势能器件逐渐增多。发条、弹簧是我们常见的贮存势能装置,现代飞行器、航天飞机上一般都装有弹射座椅,当发生飞行事故时,驾驶员只要一按钮,座椅连同驾驶员会立即被压缩的弹簧弹射出机舱。体育运动中撑杆跳高,跳板跳水都是利用弹性势能的好例子。

除了固体具有弹性外,液体也有弹性,因而也具有弹性势能,在打破鸡蛋时你会发现当蛋清流出后,最后一滴蛋清滴下之后,余下部分会向上收缩回去,许多粘性流体除了具有流动性一面外,还有弹性,其实,一般的水表面也有一层富有弹性的“膜”,当你能把一枚硬币放在水膜上时你会确认这一点。当然,液体跟固体相比弹性毕竟差得多,因此一般不用液体来贮

存弹性势能。

4. 奇妙的机械能守恒

你也许去过现代化大型游乐场或者是儿童游乐园。在那里我们可以看到一辆游览滑车载着游客在高架轨道上高速滑行,当滑车进入一个直径十几米的大铁环之后,便从环的内壁向上爬升,它一边上升一边减速,眼看车子已经倒吊在半空中,似乎即将掉下来,可是它却贴着轨道绕了过去。接着 再一次加速,又急剧地冲上一段凌空架起的“断桥”。但是在上冲时车子减速了,恰好在离危险点不远处停下来,接着又是倒车,再一次绕环一周使游客们安然无恙地返回原处。

一辆没有任何动力的滑车为什么每次总能如此准确地完成这一有惊无险的动作呢?原来正是机械能守恒定律在支配着它的运动。

为了深刻地认识这个规律你可以做下面这个实验:在一个提桶内放一些重物,用绳子将它悬挂在门框下,你自己站在门的里边,将提桶拉离竖直方向,使它凑近(刚好贴着)自己的鼻子。然后轻轻放手,提桶将向前摆去,接着又反摆回来。当份量很重,而且摆动很快的提桶又一次接近你的鼻子时,你敢不敢镇定自若地站在那里不动?

在没有深刻认识机械能守恒定律之前,你也许不敢岿然不动,但是机械能守恒规律告诉我们提桶回摆的幅度绝对不会比原来的幅度大,你的鼻子是安全的。

机械能守恒定律是如何表述的呢?在对这一规律有一定认识的基础上,我们可以表述如下:

“由一个或几个物体组成的系统,如果只有重力或弹力这类保守力做功的情况下,动能和势能可以相互转化,但总的机械能保持不变。

在这里,当满足一定条件,机械能总量就是一个不变量,动能和势能则此消彼长,需要弹调的是这里机械能守恒的条件。当系统有摩擦力这一非保守力做功时,机械能守恒条件就被破坏,机械能就难能保持守恒而要衰减了,这在日常生活中是一个更经常的现象:例如荡秋千,如果没有持续推荡秋千的人(即补充机械能)则秋千最后会停下来的;儿童游乐园中“发疯的老鼠”(一种高架滑车)由于滑轨摩擦力耗能,也是要通过电动机补充一定能量的。

机械能守恒规律可以帮助我们更好地理解动能与势能之间相互转化。对于一个机械能系统来说,势能的释放常常意味着相等量动能的获取。例如,水电站发电,水势能变成相应量水动能再变成电能;拉弓发箭,弓越拉得满,离弦之箭动能越大。从另一方面看,动能的消失常常意味着势能的贮存,如卫星的上天,在蹦蹦床从跳床最大速度直至“陷”入床中速度变为零的过程,从这里可以看出,动能和势能关系可以算是“亲密”的了。

相识容易相知难

热能是人类最早掌握的能量之一。我国的考古学家发现,早在一百七十万年前,人类的祖先就可能学会了用火。但是,

人类虽然和热能打上了上百万年的交道,对热的认识却一直很肤浅,直到一百多年前,经过许多科学家的努力,才逐渐深入微观世界,在分子水平上认识到热的本质。

1. 无规则的分子运动

在十八世纪流行一种理论,认为热是一种特殊物质,叫做“热质”。热质没有重量、没有颜色、没有气味,热有物质所含热质比冷的物体多;自然界的热质恒定,既不会增加,也不能减少,只会从热的地方流到冷和地方。

在热质理论流行的岁月,人们却注意到,热可以用摩擦的方法产生出来,于是,有人想,莫非热是一种运动,这种运动只能被我们感觉,但不能被我们看到,要不,热怎么能由运动(指机械运动)转变而来呢?这个推想否决了热质学说,但热到底是种什么运动呢?譬如说,这里放着两块完全相同的铁块,只是其中一块比另一块热些,其中之一是 100°C ,另一块是 20°C ,你能看出这两块铁运动有什么不同吗?

对前人来说,这无疑是一个无法回答的问题,因为,从外表上看,两块铁完全一样。聪明的读者可能会问,那么为何不从内部看一看呢?这种想法无疑是对的,但那时的人即使这样换一个角度看,也一定看不出什么,因为,那时人们并没发现,也不知道分子以及分子运动。

分子运动论与布朗运动的发现有渊源。1827年,英国植物学家布朗想看看花粉的样子,把花粉放在水里用显微镜观察,发现花粉在做不规则的运动,即不停地乱窜,而且这种运动从不停息,即使想尽办法消去所有被认为外界的干扰。

产生布朗运动是个难猜的谜,使物理学家苦恼了七八十年,1905年才由爱因斯坦和波兰物理学家斯莫卢斯基各自独立地发现了答案。布朗运动的解释借助了当时流行的分子运动观点,他们的解释是:水由分子组成,水分子不断运动,撞击花粉,由于花粉微粒不大,撞击它的分子有限,经常发生这样的情况,来自某一方向的碰撞力大于其它方向的碰撞力,结果花粉所受合力推着花粉运动。这样花粉就作布朗运动。布朗运动解释借助了分子运动论,同时也在某种意义上确认和间接“演示”了分子运动,这使得布朗运动成为一个“演示实验”,形象地反映了分子不停地作无规则的运动。

这里再把分子运动论基本内容表述如下:物质是由分子组成的,分子在不停地作无规则热运动。

不错,分子是无规则运动的,但如何刻画这种运动呢?回忆机械能,我们会想起速度,动能之类概念。但我们必须注意,那时都是研究单个物体,只有一个速度,而我们要研究组成物体的大量分子运动,单独研究一个分子运动,解决不了任何问题,简直毫无意义。 10^{23} 量级个分子不停地作乱七八糟的运动,运动速度大小不同,方向各异,我们该怎么办?

数学家帮助我们准备了一种特殊的方法,即统计方法。我们不去关注每一个分子速度的大小,而着重去了解速度的分布,即某一个速度区间占多大比例的分子。我们进了统计分析后可知,速度非常高和速度非常低的分子数量并不多,大多数要子的运动速度都接近于一个平均数。

分子运动的平均速度,一般很高,例如,在气温 20°C 时,氧分子的速度大约是 474 米/秒,比声音传播速度快得多,而

氢分子的速度比一般炮弹还快,达到 1795 米/秒。

2. 温度描述的是什么?

很早以前,物理学家比兰在研究布朗运动时就发现,放在水中的微粒在温度高的时候运动得快。微粒速度的大小反映了分子运动的强烈程度,这正象虽然我们看不到风的运动,但从树枝摆动的幅度,可以想象风的烈度一样。事实也是这样。例如,水分子在 0°C 时,平均速度为 615 米/秒,而 100°C 时,就达到 719 米/秒。其它分子,如铁分子、空气分子、玻璃分子它们的速度也都随温度增加而变大。

大家一定会想,如此说来,物体温度是否与分子运动平均速度存在某种函数关系? 答案是肯定的。但为了使这个函数关系表述起来更简单明了,我们设想一种新的温度标度——绝对温标。

如何定义绝对温标? 可以这么考虑:分子运动速度越小、温度越低,当分子完全不动的时候,就达到自然界低温的极限,我们把它定义绝对零度,记作 0K ,绝对零度等于摄氏温标下的 -273.16°C 。大自然一切物体分子永远运动的,绝对零度只能接近,不能达到,这就是热力学第三定律所要表达的内容。设 T 为绝对温标温度, t 为摄氏温标温度,则 T 与 t 存在一个简单的关系 $T=t+273.16$ 。即 T 只是 t 的一个零点移动后的温度。

一旦我们选用了绝对温标,实验表明分子运动速度与绝对温度也就存在一个简单明了的关系 $\bar{v} \propto T^2$,这里 $\propto$ 表示“正比于”,即绝对温度与分子的平均速度平方根成正比。而分子

的动能与速度的平方成正比。因此可以推断温度与分子动能成正比。

至此,我们可以说,温度是衡量分子平均动能大小的尺子,温度高,则表示分子的平均动能大。这时,我们也可回答本节开始的问题,温度不同的铁块,外表虽一样,但从微观看,情况完全不同,温度高的铁块、内部分子运动快,平均动能大。

3. 热能——微观世界的能量

温度相同的物体,分子的平均动能相同,例如 0°C 的水和冰,分子的平均动能一样。但是谁都知道,冰不等于水,要 0°C 的冰变成 0°C 的水,还必须加热。这是因为冰中的水分子相互作用的力比液态水分子的大得多,使它们牢固地结合在一起,形成固体,想冰变成水,就得把水分子分开,因而必须消耗能量。同样,要把 100°C 的水变成 100°C 的水蒸汽、也得消耗能量。因为水分子间的吸引力,虽然比冰小,但比气大得多,要水成汽,就必须克服这种吸引力。

因此,物体包含的能量不仅和温度有关、和每个分子运动的速度有关,还和分子间的相互作用有关。物体的热能(也称内能)不仅包含分子、原子和电子杂乱无章运动的动能,还应包括它们相互作用的势能。请注意,分子无规则运动具有的能量才是热能,分子有规则运动的能量不是热能,而应归入机械能。

当然,物质运动的对立不是绝对的,在一定条件下,可以把热能变为机械能、电能、光能或化学能,下面我们就讲热能的变化。

4. 热能转化机械能

热能转化为机械能是很常见的,例如,开水瓶中的水汽能把瓶塞冲起,火箭推进也是靠热能的帮助,风雨也是由热能转化为机械能的。

热能是如何变成机械能的呢?换句话说,分子的杂乱运动是怎样变成物体的机械运动的呢?我们以枪发弹来说明一类转化形式。

大家知道,枪弹里有两种火药,一种叫发射火药,一种叫底火药。底火药的作用相当于火柴,用来点火。火柴一经摩擦就会着火,射击时底火药受到外界的撞击也会着火,把发射火药点燃。火药燃烧后产生高温气体,具有很高的压力(可达3000个大气压),把子弹推出枪膛。

但是,大家未必知道,火药燃烧的高温气体,它的分子运动是如何变成子弹呼啸而出的动能的。

在了解这个问题前,不妨先用小皮球做个简单的实验。先把皮球投到墙上,你会看到,皮球几乎用原来速度弹回来;然后,你再把皮球抛向一个活动的门,这时门被皮球撞动,但皮球弹回来的速度变小了,皮球损失了一部分动能。很明显,这部分动能传给了门,成为门移动的动能。

枪筒内过程与此类似。枪筒内高温气体的分子运动速度很快,分子在筒内横冲乱撞,到处乱窜,往往碰到筒壁上被弹回来,就象皮球碰到不动的墙壁上一样,但也有不少分子碰到子弹头上,分子在对子弹头作有力碰撞时,动能相对减少,热能损耗,损失的热能就变成了子弹头的运动动能,也就是变成机械能。

这种解释不仅适用于发射枪弹,而且适用于蒸汽机、内燃机、炸弹,甚至适用于靠热能运转的时钟。这些机器的零件,如活塞等、在分子的打击下移动的时候,被弹回去的分子损失了动能(热能),这部分动能变成了零件运动的机械能。

5. 热能转化为电能

热能转变为电能,有两种方式,其一是采用汽轮机发电,即先把热能转化为机械能,然后再把机械能转变为电能,这是一种间接的转化形式,这也是现代发电技术中的主要方法。另一种方式是直接的转化方式,即想办法让热能直接变成电能,这是目前正在探索中的工作。

现在的火力发电,燃料的化学能必须经过几道大关,绕个大弯子才变成电能,因此,损失达 60% 以上,也就是说,烧一百吨煤得浪费六十吨,这在目前还是先进的。研究指出,增加锅炉蒸汽的温度和压力能提高发电效率,我们用这个方法跟浪费斗了几十年,取得了不少成绩,但是,理论告诉我们,效率 43% 是现代热力发电站的极限,这表明,将来再循传统前进效果只能是有限的。

站在世纪之交的现代人,必须转换热能变电能的方式,探索热能直接发电的方式。

“热电子发电”是直接发电技术之一。发电装置的热电极被加热到 1000°C 以上,另一极保持适当低温。热电极由于高温而进行热电子发射,如同蒸发出的“蒸汽”一样,发射出的电子飞到低温电极后在那儿“凝结”,使两个电极分别显正负电性,接通外电路,就会形成电流。这个发电方法,效率高达

55%。在实验室里此法已初步成功,但目前由于找不到理想的高温电极而不能大规模发电。

“磁流体发电”是另一种直接发电技术,它是利用等离子体发电。什么是等离子体?下面简单介绍一下。物体加温到一定温度,会变成气态,如果对气态再加温,气体分子运动激烈到一定程度就将失去外层电子而成为离子,这时气体就变成了“物质的第四态”——由等量电子和离子组成的等离子体。等离子体不象一般气体,而更象一种金属,具有金属导电性。磁流体发电就是把气体加热到几千度,制成等离子体,把它高速喷进磁场。混合在一起的电子和离子受到磁场的作用发生分离,电子和正离子分道扬镳,各走一边。在两边各设一块电极,一个收集正离子,一个收集电子,接通外电路,就会形成电流。近几年来,人们对各种发电方法重新作了评价,认识到磁流体发电效率高、机构简单,污染少,是有前途的发电方法,据说,可以指望,磁流体发电近几年内会进入发电舞台。

6. 热能变成光能

把钢铁烧到 500°C 以上,会发射红光,温度再增加,钢块放射橙黄色的光,要是温度继续上升,就发射淡黄色以至青白色的光。

那么, 500°C 以下的物体,如 200°C 的铁块, 37°C 的人体,常温下的杯子、书本、桌子、墙壁……该不会发光吧?不,它们其实也在发光,只是放射的是人眼看不到的红外光。这种光虽然人眼看不到,但可以用仪器侦察到。例如,红外线夜视仪就是通过红外线侦察的。

物理学告诉我们,任何物体,无论温度高低,永远在不停地放光。物体因热放光,是热能变成光能的过程。物体的热能为什么会顽强地、不停顿地变成光能呢?这是因为一切物体内部的分子、原子和电子永远在作杂乱无章的运动,它们往往迎头撞击,速度发生突然变化。根据电磁理论,带电体速度发生变化时,会把一部分能量以光的形式发射出去,这就是热能变光能的秘密。

人类用过的许多光源,象油灯、气灯、乙炔灯、白炽灯……都是利用这个办法发光的,也就是说,它们的发光机理,和烧灼铁块发光本质上完全一样。

假如电突然从我们生活中消失……

如果想体会一下电能对现代人类生活有多么重要,那么你可以想象一下一个大城市的电力系统突然全部瘫痪的情景。可以说,现代人类生活已经离不开电能了。

1. 电能是什么

以前,有些书里写道,电能就是电子运动具有的能量,这个说法至少是不全面的。

在有电流的导线里,自由电子有两种运动,一种是杂乱无章的运动,一种是朝一个方向的运动。

在金属里自由电子象气体一样,不停地作无规则的运动,这个运动的动能是物体热能的一部分。根据经典的电子理论,

电子热运动的能量和分子热运动的能量相等。只是电子的质量比分子小得多,所以速度很大,在常温下达到 10^5 米/秒量级。

电子的另一种运动是,在电力的作用下向一个固定的方向的移动。定向运动具有的能量才是电能。计算表明,在一般的金属导线里,电子向一定方向移动速度很小,在一秒里只移动十分之几毫米。有人也许要问,既然在导线里电子定向移动这么慢,为什么我们一合开关,家里灯很快就亮起来了呢? 其实,确切地说,导线传导的是电磁场,而电磁场传播速度与光速一样,当我们合上并关,表明电磁场导通,导线里所有电子瞬间都被置于电场中受到电场力,从而几乎同时开始了定向运动。

在没有电流的导线里,电子只作杂乱无章的运动,没有定向运动,这时尽管电子在激烈运动,速度是定向运动的上亿倍,但是,只有热能没有电能。

在有电流的时候,电子运动除了定向运动外,在静止电荷的周围有电场,在导体周围有磁场,电场和磁场也具有能量,这些能量也是电能,可见,电能包括电场的能量,磁场的能量,以及电荷定向运动的能量。

2. 电源的功劳

在有阻力的情况下,要使物体持续不断运动,一定得给它施加一定外力。例如,要让水定向流动不息,必须维持一定的水压,如果身居高楼而水塔提供的水压不够,则自来水也不会“自来”了。同样,要维持电流的存在,必须在电路两端施加一

定电压。其实,在导线里是电压保持着一个电场使电子受到电场力而定向运动的。

如何取得这个电压呢?这就需要电源了。电子总是从电源负极走外电路回到电源正极,根据电荷同性相斥异向相吸的原则,电子是不会自动地在电源内电路从正极到负极去的,而要维持外电路电压(即总有外电路电子从负极到正极)、必须强制电子在电源内电路从正极到负极,这种强制是必须费力的,也就是说,必须消耗其它形式的能量,这是克服电场力作用的需要。这些其它形式的能量可以是化学能(蓄电池),也可以是热能(磁流体发电机),机械能(水轮、汽轮发电机)等,这样,电源也就成为了一个“产生”电能的装置,之所以给产生加引号,是因为确切地说电能不是产生出来,而是其它形式的能量转化而来。

换一种说法,可以认为电源作用是分离电源里的电荷,即不断地把负电荷分捡到电源负极,把正电荷分捡到电源正极,这样,电源两极就总存在相反的电荷,从而维持电压,驱动电荷在外电路定向运动,保证不断产生电流。

3. 记住法拉弟

法拉弟是我们不应忘记的科学家,他在电磁理论和电实际应用方面的开创性工作具有着里程碑的意义。

伏打电池的发明,使人类有了获得持续电流的可能。但因伏打电池中要消耗不少价钱很贵的铜、锌和硫酸,以至这种方法得到的电很昂贵,一般人根本不敢问津。如何才能获得廉价的电能呢?人们在期待,学徒出身的法拉弟也投身于这项研究

工作中。

他大胆地设想,既然奥斯特在实验中能够“由电生磁”(1820年),那么反之也应成立,即“磁能生电”。在这种想法指导下,他从1822年起开始了“由磁生电”的探讨。他把磁石安放在一个铜丝圈内,以一根通了电流的铁丝接近一根未通电流的铁丝;换一块大一点的磁石,重做上边的实验;改换铁丝与磁石之间的位置和联系……许多方法都试验过了,但直到1831年,他辛勤努力的结果却依然是失败。尽管如此,可他坚信电磁生电理论的正确性。

1831年10月17日,他预备了一块20厘米长,2厘米粗的长圆形磁石、又用66米长的铜丝绕在一个空筒上,制成一个线圈,线圈两端和电流计连起来。他拿起那块磁石,把它靠近线圈电流计指针未动;他把磁石插入线圈内,就在一刹那,他看到电流计指针动了一下,他急忙把磁石抽出,指针又动了一下。由感应的方法终于得到了电流!十年的辛劳总算有了收获。

一次又一次地重复试验,法拉第终于揭示了产生感电流的条件:导线必须切割磁力线。在此基础上,法拉第继续前进,他要用这个理论真的给人类产生出大量的电来。为此,他把一个铜圆饼的四周粘连上许多钢丝和铅丝作为收电用的电刷,再把电流计和这两个电刷相连。铜饼转动后,电流计上的指针就不停地摆动,就这样,他制成了第一台发电机。就是在这个发电机基础上,人们制成了供水力发电的水轮发电机组,供火力发电的汽轮发电机组,而水力发电和火力发电直到现在还在执发电业之牛耳。因此,当我们在享受电器时代的现代生活

时,我们应该感谢法拉弟。

4. 电能变热能

电能是应用最广泛的能量,原因是电能很容易变成我们所需要的机械能、热能、光能或化学能。例如,要把电能转变成机械能,只要一台电动机就行了。在我们日常电器中,只要通了电就能动的,无论是转动还是移动,都直接或间接地凭借一种电机,很多能动的电子玩具也大抵如此。电能转变成其它形式的能我们以下依次介绍,先从电能变热能谈起。

前面谈过,电子在导线里速度很小,在一秒内只移动十分之几毫米,而电子因为受电力而产生的加速度却是很大的,这表明,对电子来说,金属里面并非一马平川,肯定存在许多障碍,在电子刚大踏步向前跑时,就会遇到障碍。事实上,情况的确如此,原来金属由原子、离子和自由电子组成,电子在金属内运动,经常和相当于金属“骨架”而保持热振动的正离子和原子相碰撞且碰撞频繁,碰撞在每秒钟内达十万亿次以上。这就象“障碍赛跑”一样,运动员每跑一段路就碰上个障碍,运动员怎能跑得快?

其实,在导线里,电子遇到的障碍比运动员遇到的大得多,因为电子比离子和原子小得多,这些庞然大物经常把小小电子撞了回去。电子和离子和原子碰撞后,就把自己动能的一部分交给了它们,从而使它们的热振动变快——宏观上表现为金属温度升高,电能就这样变成了热能。这就是电流的热效应。

我们常用的白炽灯,就是运用电流热效应的典型。电子在

灯丝里运动,阻力很大,灯丝发热厉害,温度上升到 2000°C 以上,放出光来。因此,需要强调的是,白炽灯进行的是间接变换,先由电能变成热能,再由热能变为光能。

除白炽灯外,在工农业和日常生活中,利用电流热效应工作的还有保险丝,电烙铁,电炉、电焊……。电流的热效应是我们在电流通过固体时看到的主要现象。

5. 电能转化为光能

电流通过气体,有个有趣的现象,就是激发气体的分子发光。为什么电子通过固体或液体都不会发光,而偏偏通过气体就发光?下面简要介绍一下。

我知道,比起液体和固体来,气体分子间距离至少要比它们大 1000 倍,这还是在一般情况下,若把容器抽成接近真空,容器内分子就更少,分子间距离也就更大。这样,电子在气体中和分子(或原子)碰撞的机会就比在固体和液体中少。因而,电子能赢得一个相对长的加速时间,而前面说过,电子加速度一般不小,这样,在撞碰时速度就比较大。可见,电子在气体中,对分子(或原子)的碰撞次数少了,但碰撞的激烈程度也加剧了。

分子受到剧烈碰撞就要发光,这又是为什么呢?这是因为,任何原子,包括气体的原子,都是由原子核和核外电子构成的,核外电子绕核运动并且是分层排布的,即电子在核外运动必须处在一定的轨道上。不能处在核外任意位置上运动。允许电子活动的轨道有许多条,在不同的轨道上,电子具有不同的能量。在正常情况下,电子处在能量最低的轨道上,只有在

这里,原子才稳定,正如在机械能系统中,物体总是在势能越低处才越稳定。不过,要是电子吸收外来的能量,就会从能量低的轨道跳到能量高的轨道,可是,核外电子总是不习惯在低能主轨道还未填满时而安然处在高能量轨道,过不久,它又会跃迁回原来的轨道。在这个从高能量轨道跃迁到低能量的轨道过程中,电子也会把原来吸收的那份能量以光能的形式发射出去。

在气体中作高速运动的电子,打在原子身上,足以把它的外层电子打得离开原来的轨道,有时甚至还能把电子从原子身上碰下来。当这种核外电子回到原来的低能位置时,就发射光能。固体和液体中电子速度小,很难动摇原子中的电子,不能激发光能。

气体通电发光,开辟了一个新天地,提供了不用钨丝,而用气体做电灯的可能性。这种电灯,直接把电能变成光能,它的最大特点,就是省电。

最早出现的气体放电光源是霓虹灯,它在本世纪 20 年代就出现了;30 年代,研制出了高压水银灯和低压水银灯(即日光灯);到了 60 年代,又制造出了金属卤化灯和钠光灯。在理论上,钠光灯是效率最高的光源,一盏 200 瓦的钠光灯可以替代 15 盏同样功率的白炽灯。现在,许多大城市的街道和广场、已开始使用这种光源。

6. 电能变化学能

电能通过液体,也和通过固体一样,会产生热量,但更明显地,还会使溶液起化学反应。这个现象称电流的化学效应。

电流的化学效应是电能变成化学能的过程。

电流通过溶液发生的化学反应最常见的是电解反应。在高中化学里,教科书上介绍了电解水的详细过程,我们这里不再罗嗦,只想强调两点:

其一,电流通过溶液,不是电子通过液体,而是在插入液体的两极板处,把导线上电子导电的任务“接力”给了液体中的正、负离子,因此,溶液导电的载体是溶液中的离子。

其二,电流通过溶液,溶液里的离子将起化学反应,这是一种电化学反应。在电解水实验中,虽然具体反应很复杂,但最终结果是水被电解为氢气和氧气。

我们知道,氢气和氧化燃烧会生成水,并放出大量热量,那么反过来,电解水是需要吸收能量,而这里吸收的能量正是电能提供的,因此,电解水反应就是把电能转化为化学能而贮存在氧气氢气里的过程。

电解不仅可以提取氢,还可以提取其它金属,特别象钾、钠、钙、镁、铝……等,用化学方法提炼困难,非得电解不可。一般电解法提炼金属是把它们的化合物熔化,然后用两电极去电解,电解冶金的出现,是冶金史上的创举。其中最使人激动的是它把铝这种曾经只能靠镁置换反应得来从而贵重得只有王公将相才能得到的金属在 1885 年走上了为平民百姓服务的道路。

7. 把电留住!

在社会实践中,常常需要保存电能,例如,在风力发电站或太阳能发电站中,因为发电能力受到风速和阳光大小的影

响,必须在发电高峰时把电能储存起来,一般的发电站也要储存一部分电力,待到用电高峰时送给用户。

怎样保存电能呢?科学工作者为储蓄电能的事绞尽了脑汁,有人设想,在发电量有富裕的时候,用电能把水抽到高处的水库,需要用电时,放开水库,用水力发电。例如,在北京附近的密云水库,就有一个抽水蓄能电站,用抽水的方法储蓄电能。前不久,又有人倡议,用电带动空气压缩机,把空气压进山洞,需用电时,把空气放出来,用压缩空气发电。

设想用电解法制造燃料,储存电能,又是一种探索。现在科学家一致认为,氢是最理想的燃料。因为它不污染环境。最重要的是,氢还可以用到燃料电池中,直接产生电能。用电解水储存能量是非常理想的,但现在还有许多困难,真正实现,是下一世纪的事。

现在,许多地方要用到小型的蓄电池,小型蓄电池的种类很多,它们的蓄电原理,都建立在电解法基础上。

五、并非只是光明的使者

我们所面对的世界,是一个色彩斑斓的世界,而这一切,都是光的功劳;是太阳光使我们的地球到处生长着红的花,绿的草;是各种人造光使我们的都市生活充满色彩,确实,光带给我们光明,带给我们希望。但是,处在光的世界的朋友,你认真考虑过下面这个问题吗?

1. 光是什么？

如果不是高中物理课本告诉我们光的波粒二象性，很少有人会去钻这个牛角尖，然而，正是许多前人钻了这个牛角尖，才使我们对光有一个深刻认识，从而使我们更好地掌握它、利用它。

从十七世纪牛顿的光的微粒说，惠更斯（荷兰物理学家）的光的波动说，关于光的本质进行了第一轮大论战。以后，在十九世纪麦克斯韦（英国物理学家，电磁场方程的完成者）提出了电磁波学说，把光纳入电磁波学说，而二十世纪由于光电效应的发现，爱因斯坦又力主光量子学说，这又是在一个更高层次上论战。如此说来，关于“光是什么”的问题，至少争论了400年。

长期的争论结果，要么得到真理，要么能寻求一种妥协。不管怎样，现在科学家认为：光由光子组成，光子携带着量子化（即整份）能量，用波动方式传播，也就是按统计规律行动，因而产生了波动现象，人们用光的波粒二象性统一了光的微粒性和光的波动性。即使这样，对许多人说这个结论也是相当抽象费解的，有什么办法呢？光就是这么个特殊物质。只是在此提醒一下，不能用我们在机械运动范畴内的概念来理解波粒二性中的波动性和微粒性。

从现有的资料我们可以肯定，光是物质，是一种特殊的物质形态。它和一般物质一样，有质量和重量，有能量也有动量。光的特殊性在于，光不能静止不动，总是以 3×10^8 米/秒的速度向前冲（在真空中），一旦停止运动，光也就没灭了。但光的没灭并不意味着物质消灭了，能量消失了，而是变成了新的物

质或者转化为新的能量。测量指出,光子没有静止质量,静止意味着光子被吸收或转变为其它粒子。物理工作者为了把光子和那些有静止质量的物质相区别,特别把光子称为场物质。

2. 光能显灵

光是具有能量,光能由光子携带。一个光子携带多少能量?理论告诉我们,一个光子只携带一份能量,其大小为 $h\nu$, 其中 ν 代表光的电磁振动频率; h 是个常数,叫普朗克常量,是德国物理学家普朗克发现的,其值为 6.634×10^{-34} 焦耳·秒,一个 6000 赫兹光的光子携带能量约为 4×10^{-30} 焦耳,看来是有点微不足道。

说光子能量“微不足道”,那是我们宏观世界里人的眼光。但是,在微观世界里对微观粒子,象分子,原子,电子来说,光子能量就不再是“微不足道”了。如果它们受到光子的打击,就象我们碰到手榴弹一样,是个“极端严重的事件”。

金属原子受到光子打击,往往要丧失外层电子,产生光电效应,这就是把光能变成电能的途径。

有的分子,受到光子的打击,会分裂成碎片,发生分解反应。例如;在照相的时候,相片上的氯化银分子受到光的照射,分解成氯和银,形成所谓潜影。这类现象,称为光化学效应。光化学效应是光能变成化学能的途径。

那些能量小的光子,如红外光子,打在微观世界的“居民”身上,虽然不致于粉碎它们,但也会激起粒子的振动。分子振动的能量通过相互碰撞,转变成分子杂乱运动的能量,也就是热能。这是光的热效应。

对于宏观世界而言,一个光子能量很小,但是,若大量光子相聚形成一束相干性绝好的高能激光,则其能量也令人震惊,激光曾是许多科幻故事的骄子,在现实世界,其行情也是看涨。

光子除能量外还有动量,这样,当光照射到物体表面时,就会对物体产生压力。尽管平常接触的光,光子数量很大,比如一盏 25 瓦白炽灯,每秒钟大约放出 10^{22} 个光子。但光对宏观物体产生的压力并不明显,这是因为光子动量也太小了。但是,不要因为我们感觉不到就忽视它们的存在,其实,正是光压提供了把光能转化为机械能的桥梁。

从以上可以看出,光能显灵是无处不在,无时不为的,下面我们再从能量转化的角度详细介绍有关内容。

3. 赤日炎炎似火烧——光能变热能

很早以来,人们就对光的热效应进行了研究和利用。

五千多年前,我国出现了一种叫阳燧的取火工具。据考证,所谓阳燧,就是用金属凹面镜将阳光集中到一点即焦点,使放在焦点的物体着火。后来又发现,用水晶做的凸透镜也能把阳光集中到一点,引起艾绒之类的东西燃烧。

历史上还有不少用冰取火的记载,例如《淮南万毕求》就记有二千多年前的方法:削冰会圆举以向日,以艾承其影,则生火。这句话的意思是,用冰做成凸透镜,对着阳光,把易燃的艾绒放在焦点上,艾绒就着火燃烧。为什么冰能取火?其实,清洁的冰,透明度和水晶差不多,只要透镜的形状正确就能取火,道理就象水晶透镜取火一样。现代的太阳灶和太阳炉可以

说是古代阳燧的后代,只是制造得比它们的老祖宗更完善罢了。有种伞形太阳灶,咋一看,反射面象把张开的伞,实际是用涤纶做的一个抛物面,上面镀了层铝膜,能把阳光集中反射到一个碗口大的焦点上。煮饭用的铝锅放在焦点上,为了更好地吸收阳光,锅底镀上黑色。在晴朗的日子里,只要十五分钟就可煮一斤米饭。

根据伞式太阳灶原理,还可以制造太阳能蒸汽机;不过,太阳能蒸汽机的反射面比太阳灶大得多,以便收集更多的阳光,得到更大的功率。蒸汽锅炉放在焦点上,产生的蒸汽推动气缸里的活塞运动。

要是把收集阳光的反射面再加大,就可以制成太阳炉。世界上最大的一座太阳炉建造在利比牛斯山上,它的聚焦面不是严格的抛物面,而是九千块平面镜拼成的一个近似的抛物面,总面积是 2500 平方米,象座九层楼高的巨大屏风,迤立在山坡上。另外,在对面的山坡上,还有 63 块巨大的平面镜子,它们象葵花一样,跟着太阳转动,把阳光反射给聚焦面。阳光被聚焦面反射,集中到中间的炉子上,在天气好的时候,这座太阳炉的炉温可达 4000°C 。太阳炉的好处是热惯性小,能在瞬间升温,也能在瞬间切断热源降温。它主要用来进行科学研究,冶炼超纯晶体,超纯合金和超纯化合物。

除了太阳灶,太阳炉外,利用太阳能变热能的还有太阳能热水器(烧洗澡水),太阳能干燥器,太阳能热气机、太阳能空调住房……这些装置在实践中已取得很大的效果,但也存在着投资成本过高等困难,有待科学工作者进一步努力。

4. 请太阳来发电——硅光电池

早在十九世纪末,人们就发现,光子能把金属里的电子给打击出去,形成光电效应,让光能直接变成电能,人们在光电效应的基础上创造了光电管。光电管在自动化技术和电影技术中有广泛的应用。但是,射到光电管上的光能大多数变成了热能,变成电能的不到千分之一,因此这类光电效应装置不能用来制造电源。

1953年,出现了硅光电池,能把大量阳光变成电流。理论指出,它的效率可达22%,开辟了直接用太阳能发电的美好前景。

硅光电池是怎么一回事,它怎样把光能变成电能呢?硅是一种半导体元素,纯硅元素做的晶片经过特殊处理,形成不同性质的两层,两层的交界处称为阻挡层。光线射到硅片上,晶体里的电子吸收一个光子,变成高能电子,高能电子非常活跃,能够穿过阻挡层达到硅片的另一面。电子进到另一面后,就别想再回去,阻挡层的特殊物质不让他走回头路。于是,在硅片的一面出现了多余的电子,另一面缺乏电子。硅片阻挡层两边就产生了电压,用导线联接两边,导线里就会有电流通过。这样,硅片就成了一个电源——硅光电池!

硅光电池的使用目前还不能普及,主要用在军事上和人造卫星上。近几年来,我国多次发射人造地球卫星,这些卫星能长期正常运转发回准确的信号,说明我国空间电源达到了很高的水平。目前在地面上难以供电的地方,也开始使用硅光电池,典型的例子是硅太阳能航标灯。

利用太阳能电池发电,用不着复杂的机器,工作可靠,维

修简单,发电时安静无噪声,没有丝毫污染物质,是有希望的发电方法之一。但是,目前太阳能直接发电还不能普遍推广,主要原因是硅电池制造成本太高,制造一只 10 瓦功率的硅电池要花数百元,比水力发电和火力发电贵得多。

能否改造制造硅光电池的传统方法,降低成本呢?答案是肯定的。有人设想把纯硅直接喷镀到金属(如铝)的底衬上去而不再用纯硅切屑硅片。这样就可以节省大量纯硅,而且还能大大提高效率。另外,还有人研究用其它半导体材料,如硫化镉、砷化镓做太阳能电池材料。前不久,实验室又传来新消息,植物的叶绿素可以促进光电效应,要是利用类似叶绿素的染料帮忙,制造的太阳能电池,价格只有硅光电池的 1%!

经过科学家的努力,到下一世纪,太阳能电池的成本成本大约可降到每瓦 1 元左右。

除了向传统的太阳能电池制造方法挑战外,人们对未来太阳能的发电形式,也提出了种种方案。有人主张,应该把太阳能电池铺在荒无人烟的沙漠中或海洋里、集中生产电力,也有人说,阳光电池应该分散地装在房顶上,这样使用方便,产生的电力可以直接用来照明、煮东西、取暖或降温。还有人建议,建造大型太阳能电池,装到人造卫星上,产生的电能通过微波送到地面……,有些离奇是吗?不怕,亲爱的读者,未来是宽容任何幻想的。

5. 不知不觉——光能转变为化学能

光子善于促进化学反应,大凡不允许起化学变化的物质都避它三分。许多药品,为了怕光引起质变,往往装在棕黑色

的玻璃瓶中,以便把光挡在外面,瓶上还贴着“避光保存”。

一般人总以为,衣服的颜色是洗掉的,其实衣服褪色,主要是阳光在捣鬼。这一点,你只要把衣服和底面和表面比较一下,就知道不见光的底面比表面鲜艳的多。通常底面褪点色无关大雅,我们晒衣服时就总把衣服翻过来晒。

光引起化学反应,称为光“化学效应”,它把光能转化成了化学能。光的化学效应有对人不利的一面,也有有利的一面,人类的行为是考虑如何去控制不利的一面利用有利的一面。例如在照相术中,我们既怕光——躲到暗室洗片,又要光——照相时非常考究光。

对人类影响最大的光化学反应是植物叶绿素的光合作用。光合作用的产物不仅是人类现在使用的主要能源,而且是动物(包括人类)赖以生存的动力,是造成地球上莺歌燕舞、鸟语花香的基础。

六、什么维持着生命的永恒

上古时代,化学能是原始人使用的主要能量。现在人类虽已经开始使用原子能、电能、风能,甚至用上了潮汐能和地热能。但是,化学能仍然是能量的主角,占人类消耗总能量的绝大部分,这些化学能主要来自煤,石油和天然气。

近年来,化学能在人类的总能耗中比例正在逐年下降,但是,现阶段的实际生活中化学能还占绝对优势。

1. 并不特殊的化学能

要是你把磁性相反的两个磁极靠近,就会感到它们间的吸引力很大,必须用手把它们拉住,这时,我们说磁铁具有势能(其实是两块磁铁组成系统所具有的势能)。要是把手松开,磁铁就会吸引到一起,在它们相接的瞬间,原有的势能产生声音(机械能),同时也产生一点热量,使磁体和周围的空气温度升高一点。从这个例子及许多事实表明,相互吸引物体系统存在着势能,当势能减少时,减少的势能会转化成其它形式的能释放出来。

其实,这种现象在微观世界的原子间也一样发生,只是相互引力不再是磁力而是电力。表现的势能也变为电势能。当发生化合反应时,原子相互吸引,结合以后,也把它们原有的势能释放出来。当然,化学中还有分解反应,这有点类似要我们把吸在一起的磁铁拉开,显然在此过程中磁铁系统势能增加,而增加的势能来自我们拉开磁铁所输入的能量。所以分解反应常常要吸收能量,并把它以势能的形式贮存于物质之中。

在化学反应中,物质的势能变化主要表现为外层电子的势能,另外,外层电子的动能也会发生变化,因此,可以概括地说,所谓化学能,是由于物质发生化学反应时,原子外层电子的位置和速度变化产生的,其大小等于反应前后外层电子具有的能量(势能和动能)的差额,从这里可以看出,化学能并不特殊,它还是属于物理里电势能和动能的范畴。

前面说过,化合反应要放能,分解反应会吸能,严谨的读者一定会提出反例予以反驳。诚然,由于物质结构及形成的复杂,笼统地说化合反应是放能反应,分解反应是吸能反应是不

负责任的,一个化学反应最终是吸能还是放能,只能具体分析反应前面外层电子具有的能量总和是增加了还是减少了。或者通过实验测定。放能反应的例子如木材或石油燃烧,硫酸在水里稀释,火药爆炸等,放能反应所释放的能量,一般都表现为热能形式,不直接变成机械能,电能或者光能。吸能反应的例子象光合作用、电解炼铝等。最后提及一点,尽管有些反应本身是放热的,但反应却要在加热情况下进行,加热或点火作用是引发反应发生。

2. 化学能综合转换所——生物体

在一般情况下,如同前面所言,化学能不直接变成机械能,电能或光能。但自然界总能提供个例外,这个例外就是生物体内发生的事件。

生物体是化学能的化装舞台。要知道,从某种意义上说,动物,包括人类、吃下去的食物就是燃料,在体内“燃烧”,直接产生动物生活所必须的机械能、电能、光能、当然也有热能。譬如,人们劳动、走路、说话、呼吸、血液流动……需要机械能;至于神经纤维传导外界印象,产生脉冲电流则需要电能;据说人的大脑和肌肉经常发射微弱的蓝光,产生光能。

很早以前,人们不知道动物的能量是什么地方来的,曾经猜想,动物体内存在一种“活力”使生命维持正常的活动。但十九世纪中期,德国的医生,物理学家赫尔姆霍茨却不这么认为,因为承认活力将导致永动机,他认为,动物需要的能量是吃下去的食物的化学能转变来的。后来,科学家做了许多工作,证明赫尔姆霍茨是完全正确的,食品在动物体内的变化虽然

错综复杂,但完全符合能量守恒与转化定律。

精确的实验表明,食品在人体内产生的能量和把这些食品在外界燃烧产生的能量完全相等。例如,有人把 1 斤糖放在特制的炉子内燃烧、测量燃烧产生的能量;再测量人吃下去同样一斤糖产生的热量,比较两次测量的结果,发现产生的热量完全相等。

应该着重指出,我们可以把生物体当作能量变化的场所与技术中的换能器进行比较,这并不是说它们完全一致,要知道,我们的比较只是涉及它们的外部结果,例如,蒸汽机消耗煤的化学能,得到机械能,而生物的肌肉消耗的是食物的化学能,得到的也是机械能。于是我们说,它们都是变化学能为机械能的换能器。它们相同的只是外部结果。至于内部过程是完全不同的,根本不能比较。在器官内部进行的生理活动,是物质的高级运动形态,它包含着机械运动,热运动、电运动、化学运动,但是,器官的生理活动决不是这些运动的简单组合,人类创造的换能器,不管其表面如何复杂,内部进行的都是较低级的物理运动和化学运动。

3. 电鱼和燃料电池

前面已经谈到,化学能是原子外层电子移动产生的,这种能量一般以热能形式出现,不过,要是设法让原子外层电子经过导线移动,就能得到电流,产生电能。这样就实现了化学能到电能的转变。

海洋中有种鳗鱼行动迟缓,但有一手绝招,能发出高达 500 伏的高压脉冲电流。要是把电鳗养在水缸里,捉几条小鱼

放在缸内,电鳗就会放电,将小鱼击昏,以后,笨头笨脑的电鳗就不慌不忙地把小鱼当点心享用掉。鱼类中还有电鳐,也能产生 220 伏的脉冲电,电鳐的一个电脉冲,可以点燃六个 100 瓦的电灯。

海洋中的电鱼有 500 多种,分布在世界各地的水域中。有趣的是,把不同的电鱼养在一起它们就进行放电战斗,逢到这种场合,那些不会放电的水族就要遭殃,成为电战的牺牲品,而电鱼自己却安然无恙。

人们把电鱼解剖,看到它的发电部位尽是些胶状物块。这些胶状物块是无数会发电的细胞组成的。每个细胞是个小电池,能发出微弱的电流,电鱼的发电器官正是由这些电池用并联和串联的方法组成的,能产生相当大的电压和电流。对于细胞发电的机理,目前研究得还不清楚,但是,毫无疑问,电鱼是用化学能直接发电的,是个生物发电机。据说一百七十年前,伏打发明电堆(最原始的电池)正是受到电鱼发电的启示。

提到电池,我们下面就专门谈谈这一个化学能转化为电能的装置。

在新技术新工艺蓬勃发展的今天,各种电子仪器、国防武器、航空和火箭设备等都需要电池,而且它们对电池的要求还相当高。

现在,电池的种类很多,除常用的干电池即锌锰电池外,还有钠硫电池,锌系电池、银锌电池等五花八门的品种。近几年来,科学工作者把注意力又集中于燃料电池上,认为它是未来用化学能直接发电的方向,大有取代其它发电机的可能性。

什么是燃料电池呢?我们以氢燃料电池为例介绍其工作

原理。在一般情况下,化学反应就是电子在原子间的转移过程,在此过程中化学能转化为热能。可见,在氢气燃烧时,有一个氢电子向氧移动的过程,问题在于,我们能不能让这种电子在原子间的直接转移而产生的电流变成在导线的电流,并在导线上装上用电器。因为这样就可以让化学能变电能了。

其实方法倒不难,只需把氢气和氧气分开,燃烧时不让它们见面不就行了吗?读者也许会认为这是开玩笑,氢和氧分开,还会燃烧吗?氢如何把它核外电子交给氧呢?

问题就在这里,我们在储存氢和氧的地方分别插一个电极,再用导线把两个电极连起来。这时,燃料氢把电子交给电极的阴极,电子通过导线到达另一电极(即阳极),这个电极再把电子交给氧原子。你看,氧不是得到了氢的电子吗?同时,导线里也有了电流。

当然以上只是个基本思路,氢燃料电池的工作原理这里就不详细告诉,只指出两点,其一化学反应时在阴极生成了水,这是氢燃烧的产物,其二,氢燃料电池产生电能过程,是电解水的逆过程,水在其中参加了反应。

燃料电池转换效率高,结构简单,工作可靠,不会产生噪声和有害气体,前途是光明的,当然它也有诸多弱点,主要是成本高,较笨重,有的寿命短等,因此,燃料电池还有一段改进的路要走。

4. 生物“灯笼”

任何化学反应,原子外层的电子总会或多或少地移动,要是电子移动采取从高能级直接跃迁到低能级的方式,就能发

射光子,把化学能直接变成光能。

也有些化学反应,新产生的分子不把化学能全部放出去,而是扣留一部分,从而使分子具有较大的势能,暂时处在激发状态,它在激发态呆不多久,还会跃迁到低能状态,把多余的能量以光子的形式发射出去。

这些化学能变光能的过程,称为“化学发光”。化学发光通常在 500°C 以下进行,比平常因受热产生光温度低得多,所以又称冷光。

生物发出的光是冷光的典型。现在,冷光在科学技术和生产实践中得到了广泛应用。

自然界有不少会发光的细菌,这些发光微生物可以在鸭蛋上生长,使臭鸭蛋放出玉色光辉;还可以在活蹦乱跳的鱼、虾身上繁殖,使鱼虾也发光。在一些海面上,繁殖着大量发光微生物,使海面发光,渔民和航海者把这种现象称为“海火”。大多数发光微生物,必须在受到波浪刺激时才发光,这对渔业和军事有很大的影响。例如利用海火寻找鱼群的方法已被各国渔民采用,而根据“尾迹发光”侦察潜水艇和军舰的行踪,直至今天还有重大意义。

谈到发光生物,不可忽视萤火虫,萤火虫可是最常见的生物“灯笼”,萤火虫具有发光生物中最完善的发光系统,发光效率很高,能把 95% 以上的化学能变成光能。萤火虫发光秘密在于其发光层中的发光细胞,发光物质由荧光素、三磷酸腺苷和荧光酶,其中后者是催化剂。

人们能不能向萤火虫学习,来点仿生呢?人们确实作了这个方向上的探索。但荧光素和萤光酶是非常复杂的有机分子,

人类技术手段还不能炮制出这么复杂的物质,但是,在实验室里也合成了一些物质,一样能发出化学冷光,发光时间能从几小时到几十小时。这些都是人类制作的化学光源。目前,化学光源还有许多缺点,如成本高、光质差、大多是单色光,因此,作为大面积照明光源,还没有与一般光源抗衡的实力。但是,冷光在某些特殊场合,还是能显示其独特的优势。

5. 人为什么能动起来

在动物身上,很容易观察到化学能变成机械能的实例。虽然直到现在,科学家们还不能详细阐明这种转化的机理,但是,有关科学成果应用,却出现了一些可喜的开始。

大多数动物的运动是靠有节奏地收缩产生的。那么肌肉是如何工作的呢?生物物理学建立以前,科学家就企图从微观角度研究肌肉收缩的秘密。

1929年,有些人提出,肌肉纤维上带有电荷,各段在带有不同电荷时,相互排斥,肌肉纤维伸长,要是相邻各段带有不同电荷,各段相吸引,肌肉纤维收缩。

1954年,英国科学家赫克斯利根据电子显微镜观察到的情况,提出不同的理论。他认为肌肉里存两种纤维状的蛋白质,一种叫肌动蛋白,一种叫肌球蛋白。它们互相滑行,产生了肌肉的收缩。

问题是,吃下去的食物怎样使肌肉纤维相互滑行呢?也就是食物的化学能怎样变成肌肉的机械能呢?直到现在,虽然科学家付出了艰辛,生物化学取得了飞跃的进展,但这一问题还是没有弄清楚,这也许是科学留给后人的机会,亲爱的青少年朋友,你想试试吗?

人们虽然没有弄清楚肌肉里的化学能是如何变成机械能的,但是,科学毕竟向前发展了,现在,人们成功地模仿肌肉的作用方式,用聚丙烯酸制成了人造肌肉。人造肌肉象活肌肉一样,能伸能缩,能提起

一定重量的东西。一条 1 厘米宽的人造肌肉收缩时能吊起 100 公斤重的东西,令人鼓舞的是,它的效率达到 89%,工作时测量不到伴随的热量。

现在,人造肌肉还不十全十美。但可以指望,将来会有这么一天,用人造肌肉制造机器,这种机器在惊讶的参观者面前表演,它工作得象有生命的器官一样,精巧、准确、安静、效率高。

七、力量,爆发于心中

1902 年,居里夫妇经过多年工作,提炼到一小块镭,发现了镭里蕴藏的能量。大家知道,热的东西会变冷,连装在热水瓶里的开水,也会慢慢地冷却下来。可是镭却永远是滚烫的,测量表明,1 克镭每小时放出 136 卡热量,镭自己加热自己。要把镭放在盛水的试管里,可以把水烧开。令人惊讶的是,镭的放热本领几乎不变。在当时,谁也不能解释这些热量是怎么来的,莫非上帝在捉弄人?然而,随后的研究表明,居里夫妇的发现使人类的能量利用进入了一个新的时代——核能时代。

1. 原子能来自何方?

在前面介绍的能量形式中,我们涉及物质的微观层次至多只到了原子水平。但是,大家知道,原子有个中心,叫原子核,它由许多质子和中子(质子和中子统称核子)组成。我们能否把探索的触角伸到原子核的里面去看看那里面的能量形式呢?自然回答是肯定的,因为人们已这样干了。

大家知道,原子是非常小的微粒,可是,原子核比原子还

小,若把这个原子比做一个会议大厦,则核只有一个樱桃大。核虽小,但它却几乎集中了原子的全部质量,所以核的密度大得难以想象,达 10^{14} 克/厘米³,把一座喜马拉雅山压缩到只有火柴盒那样大小,才有这样的密度。

在原子核里,核子虽被压缩在极小的范围里,但它却疯狂地运动,速度达光速的 90% 以上,所以,核子具有不平凡的动能。

另外,质子带正电,核内质子之间距离被压缩得如此之短,则质子间电斥力则很大,相互排斥的势能也很大。

在原子核内,除了相互排斥的电力外,还存在相互吸引的核力,而且核力非常强大,大大压倒电磁力,因为只有这样它才使高速运动的核子和受巨大电斥力的质子压缩在一起而不致使整个原子核分崩离析。而这产生了引力势能。

至此,大家看到原子核内三种不同的能量,(1)核子的动能,是正值;(2)质子之间因静电斥力而产生的势能,也是正值;(3)强大的核力产生的引力势能,是负值。这三种能量合起来,就是原子核的结合能。我们这里区分能量的正负,是根据能量的性质,在一般情况下,均把动能和斥力势能作为正值,引力势能作为负值。其中斥力势能和引力势能的正负性是都把无穷远点作为势能零点计算得出的。

在原子核内,核力压倒了斥力,也否缚住了高速运动的核子,迫使核子冲不出原子核,因此核的总结合能是个负值。它标志着原子核的稳定程度。这个数的绝对值越大,原子核越稳定;绝对值小,原子核的稳定性就变差了。

对核结合能,我们还可作另一种理解,这就是把原子核分

开为单个核子所必须输入的能量。如果用总结合能除以核内核子数,则得到每个核子的平均结合能。也就是说,核子的平均结合能是核分裂为单个核子时,外界必须对每个核子做功的平均值,准确地说,正是核子的平均结合能大小表示了原子核稳定的程度,下图 3 给出了各种常见原子核(用核子数表示)的核子平均结合能数值曲线,我们看到,处于中等核子数的原子核平均结合能绝对值大,原子核很稳定,而核子数太大或太小的原子核,原子核的稳定性就差一些。

2. $E=mc^2$: 神奇而威力无比的方程

根据我们有过的经验,当物体从高势能态跳到低势能不仅会更稳定,而且会放出能量,原子核是否也依顺这种经验呢?核物理告诉我们,原子核也一样不例外,原子核势能低的态是其平均结合能绝对值大的态,即在上面分布曲线上居中的一些态,如果我们把注意力放在分布曲线两边的原子核上,想一种办法让它们变成中间质量数的核,就会伴随着能量放出。

只要不把问题想得过于复杂,其实所需要的办法很简单,一个办法是重核裂变,一个是轻核聚变。

重核裂变就是把重核打开,让它放出一部分核子,这样,多核子数的重核就向中等质量的变化,这时就会有能量放出,例如,铀²³⁸核中有 92 个质子,146 个中子,要是把它分裂成两个中等质量的核,如氙¹⁴⁰、锶⁹⁴就会有大量的能量放出,据估计,1 公斤铀分裂成中等质量的原子核时,产生的能量相当于 2500 吨煤完全燃烧的热量。本节开始讲的镭放热其实就

是重核裂变,即从镭到氢,再到钋,最后到铅原子过渡过程中放出的能量。

轻核聚变就是把核子数较少的核,如氢和氢的同位素氘、氚整合到一起形成核子数较多的核,如氦核,这样也可得到大量的能量,据说,氘和氚结合成 1 克氦放出的能量是 1 克铀裂变产生能量的 6 倍。

裂变和聚变是目前人类取得核能的两种方法,其基本思想是在核的平均结合能与核子数关系曲线上从两边向中间夹挤。当然,人类在将来还会找到其它方法。

在这里,再简要介绍一下经常出现在一些科学宣传话、漫画上的著名的爱因斯坦质能方程 $E=mc^2$ 。

根据实验数据,人们曾发现这样一个重要事实:任何一个原子核的质量,总要小于组成它的所有核子的质量和,即核子组合成核时,组成的核质量不再等于各核子质量的和,而是有一部分质量“丢了”,这在物理上称为质量亏损。前面我们说过,把核里核子完全分开至少需要注入结合能大小的外界能量,同样,如果把核子组装成核,也会放出结合能那么大的能量,这是结合能的又一种理解。谈到这里,聪明的读者是否会把亏损的质量与这里放出的能量联系起来呢?爱因斯坦是这么想的,他指出放出的结合能大小 E 与亏损的质量 m 满足他所提出的质能方程 $E=mc^2$,其中 C 为光速,这可以理解为亏损的质量变成了能量。由于 $C=3\times 10^8$ 米/秒,则 1 克质量的亏损可以转换成 2000 亿卡多热量,这可烧开 2000 多吨水。从这里你可看出这个方程的威力、原子能的厉害。以上可推断轻核聚变存在质量亏损,其实重核裂变时也有质量亏损,这只需看

看铀裂变成氙和锶时的原子量变化就可以得知。因此,核反应放能可以理解为质量亏损并按 $E=mc^2$ 方程换成能量的过程。

3. 原子弹、氢弹:展示人类的聪明还是表达人类的愚蠢

放射性元素会自动蜕变,因为它们一般是重核,蜕变就是放出核子而转变成其它元素,在这个过程中不断把核能释放出来,例如前面讲的镭放热就是镭蜕变过程放出的热量。

放射性元素蜕变有快慢之分,衡量标准用半衰期表示,即蜕变完一半所花费的时间,有些半衰期短的元素,自然界已没有它们的踪影,因为我们的地球有 50 亿年的高龄了。反过来说,现在自然界还剩下来的放射性元素,如铀 235、铀 238、钍 232 等,必然都是“长命亿岁”的家伙,确实,它们的半衰期为几十亿年。

我们要开发这些剩下的放射性元素的原子能,就不能耐心地去等待它们慢慢地蜕变了,因为,这些东西放能实在太慢了,拿 1 克铀来说,让它蜕变 1 千年,积累的能量还是远远低于 1 克火柴的放热量,你等得及吗?

要让核快速放能,就得加快它的裂变,必须想办法对它进行人工“点火”,实施人工触发。然而如何进行人工触发呢?人类想了很多方法,都不奏效,直到 1939 年后,人们发现由中子来轰击铀原子核能产生链式反应,从而实现了人类人工“点火”的设想。

一个铀分裂,可以产生两个中子,而这两个中子又可使两个铀分裂,产生四个中子,这四个中子又使四个铀分裂,从而

产生八个中子……。这种一而二，二而四连续不断的反应，就是链式反应。链式反应速度比你想象的快得多，一公斤铀只须经过 80 次链式分裂，花费百万分之一秒时间就反应完毕，原子弹就是利用这种链式反应爆炸的。

造原子弹的材料是纯铀 235 ，由于自发裂变，铀块里会产生少量中子，这些中子打击其它铀核，形成链式反应，使铀块产生爆炸式裂变。不过，要是纯铀块的直径小于 4.8 厘米，铀还是不会爆炸。原因是铀块太小，大量中子来不及打到别的原子上，就飞到铀块外去，是不能形成链式反应，这就是原子核反应的临界体积问题。

因此，原子弹实际是这样构造的：两块小体积的铀（也有 3 块或 4 块），在炸弹里分开放置，由于它们都小于临界体积，平时可安静存放。引爆时，用普通炸弹把它们紧紧地压在一起，两块铀的总体积超过临界体积，就产生了瞬间爆炸。假设原子弹爆炸正好烧完 1 公斤铀，这相当于 2500 吨煤放出的能量，这么多能量在百万分之一秒里放出来，当然有巨大的摧毁力。

我们讲过，除了重核裂变外，核反应还包括轻核聚变，氢弹就是利用重氢聚变的原理制造的。

要使轻核发生聚变反应，先决条件是要给予轻核以极大的运动速度，这速度相当于在几百万甚至几千万度的超高温下的轻核热运动速度，这样高的温度只有在原子弹爆炸时才能获得，因此氢弹的点火就比原子弹复杂一些。实际氢弹的构造为在装满氘化锂的核弹中间装置一个小型原子弹，用它来引爆氢弹。由于在原子弹爆炸后的几千万度高温下，会使轻核

产生热核聚变。因此,氢弹爆炸可以放出大量的能量。因为氘化锂固体不存在原子弹那样有所谓临界体积问题,所以氢弹可以做得很大,它的 TNT 当量可达几百万甚至几千万吨级,这就使得氢弹比原子弹威力又提高了一个档次。

随着原子弹,氢弹这两个超级炸弹在本世纪被人类造出来,现在人们已经可以用它们数十次地毁灭人类赖以生存的地球,人类面对这样的悬剑,还能仅仅把这种核弹的发明当作人类聪明的壮举吗?

4. 原子灯——长明灯

放射性元素的原子在蜕变中不断放出射线,有的放出 α —射线;有的放出 β —射线;有的在放出 α —射线或 β —射线时还放出了 γ —射线。它们速度很高,是原子能的携带者。前两种射线留在后面讨论,这里先介绍 γ —射线, γ —射线其是就是光子流,是一种比 x —射线波长还短的电磁波,当然人眼看不见它。

在刚发现放射性现象的时候,科学家发现放置在放射性物质旁边的东西会发光。氯化镭是居里夫妇最早提炼到的镭化合物,他们惊讶地发现,放置氯化镭的玻璃小管或小瓶会发光。每当晚上进入工作室时,他们就看见这些小瓶子在黑暗中发出微弱的光。要是在镭盐附近放些荧光物质,这些荧光物质发出的光更强烈。

开始人们莫名其妙。后来才明白,原来镭盐在不停地放出射线,这些射线异常猛烈,打在一般物质上也能激发荧光。至于荧光物质,在它的打击下发光自然不在话下。这个现象称为

射线的荧光效应。

利用射线的荧光,可以制造长明灯,得到永久性光源。夜光钟表上的数学和指针,就是一盏盏小小的长明灯。它们身上涂了层硫化锌和镭盐(或钍盐)的混合物,镭射线不断打击硫化锌,硫化锌就长年累月地放出绿光来。

原子灯是用来大面积照明用的光源,有种原子灯,灯管里充有放射性气体氦和氡,灯泡壁上涂一层磷酸钙,氦不断放射 β —射线和 γ 射线,而氡只放射 β —射线,这些射线撞击管壁上的磷酸钙,造成激烈的反应,成为白色光源。原子灯亮度很高,能照亮几百米的地方,可以连续使用十年以上。不用电源,不用架线,使用可靠,是一种理想的光源。

5. 原子电池

我们知道,原子核放出的三种射线中, γ —射线是种电磁波,那 α 射线和 β 射线是分别是带正负电荷的粒子流,其中 β 射线就是电子流。要是把这些正负电荷分别收集起来,我们就可以得到电能。最早的原子电池就是起源于这种想法。

有一种小型原子电池,电池外形与一般化学电池差不多,有个金属外壳,中间插着电极。电极上有少量放射性同位素,如钴⁶⁰,锶⁹⁰,钨¹³⁷等这些同位素只放射 β —射线。同位素核放出的 β 粒子(即电子)飞到金属壳上,使外壳带负电,成为阴极,在中间那个电极上,同位素核放出 β 粒子后,原子核里就有一个中子蜕变为一个质子,于是,原来不显电性的中性原子由于核中多了一个质子而显正电性,这就使中间电极变成了阳极。要是绝缘好,两极间可以形成几百万伏高压导。通外电

路,就有电流产生。由于这些同位素蜕变速度慢,原子电池的寿命很长,可达十年以上。只可惜这种电池效率太低,不到千分之一。

为了提高效率,人们发明了硅原子电池,硅原子电池利用了 β 射线的强大动能,因而效率提高到1%,硅原子电池是建立在硅光电池工作原理基础上的,我们这里有 β 射线代替硅光电池中光子去轰击原子中电子,使电子通过阻挡层,以电流形式从外电路回到另一边。在硅光电池中,一个光子只能激发一个电子;而 β 射线的能量大得多,一个 β 粒子可以激发20万个电子,这样我们就把原子能转化为电能了。

另外,为了提高发电效率,我们还可以间接地把原子能转化为电能,中间通过一个热能的环节,这种电池有用半导体温差电偶制造的原子电池和利用热电子限射原理制造的原子电池。无论什么原子电池,有一共同特点,就是寿命长达一、二十年。

八、伟大的帝国宪章

前面的六节,我们具体讨论了六种能量形式,并且还讨论了它们之间的转换,无疑,这表明六种能量形式不是孤立的,而是有着密切联系的,找出这里的联系,是人类对能量认识的一个飞跃。现在,我们都知道,揭示这种联系的是一个伟大的自然定律:“能量转化与守恒定律”。

1. 能量是个变色龙

学过一点物理的人都知道,能量转化与守恒定律表述并不难,理解起来也不费劲。然而,人类总结出这条规律却是不易的,它概括了无数实践经验,经历了正确思想和错误意见的长期搏斗,迎接了物理学发展的不断挑战,才得以最终确立起来。

对能量转化的认识,是从原始时代的“钻木取火”开始的。钻木取火的方法是用根削尖的木棒在木块上高速钻孔,木块因摩擦温度很快上升,出现火苗。这样,经过数千年,人类终于认识到,木棒和木块相互摩擦生热。

摩擦生热是一种常见的自然现象。但是,你要认为那时人们能从中得出这是机械能转化为热能的结论,未免太乐观了。事实上,由于摩擦生热与热质学说相矛盾,十八世纪反而出现了一般否认摩擦生热的逆流,热质论者认为摩擦生热违反热质不可创生的原则,因而它压根儿就不存在,只不过是现象造成的错觉。

建立在思辨基础上的争辩有时会是苍白无力的,而实验是理论的试金石,在科学史上,有不少实验解决了一个理论的生死存亡问题,这种试验被称为判决试验。十八世纪末,有个叫伦福德的人就做了一个无情宣布热质论破产的判决试验。

试验用两匹马拉着钻床转。开始,刀具和工件温度只有 15.5°C ,等钻床转了960转后,温度升高到 55.5°C ,足足提高了 40°C !伦福德还发现,产生的热量和马工作量成正比。

这些热是什么地方来的呢?伦福德宣称:热是钻头的运动产生的,钻头运动怎么会生热呢?他说,要是把热当成是热质,

永远也说不清是怎么回事。问题在于,热根本不是那种臆造的特殊物质,而是种看不见的运动。这里仅仅是用摩擦的方法把看得见的运动变成看不见的热运动罢了。在当时的情况下,这是何等的真知灼见!

十八世纪末到十九世纪初,是人类对能量认识即将作巨大飞跃的前夕。在伦福德确定机械能可以变成热能后,科学家又陆续发现了其他能量变化的事例,就拿研究发电来说,人们就发现了一连串新的能量变化形式:

十八世纪,科学家格里克从摩擦起电的现象中得到启发,制造出第一台发电机床。

1800 年,伏打发明了电堆——现代电池的老祖宗。

1821 年,俄国学者塞贝克发现了温差电现象,开辟了把热能直接变成电能的道路。

1831 年,英国科学家法拉第揭示了机械能可以变成电能。

以上这些现象表明机械能、热能、化学能都能转化为电能。

十九世纪四十年代,历史为能量转化定律的出现创造了条件。除了上面几种变电能形式外,人们早已通过蒸汽机把热能变为机械能,后来又陆续发现电能变为化学能(1800 年,尼科尔森),电能变热能(1840 年,焦耳)……这些发现,使能量转化定律象怀胎十月的胎儿一样,不能不降生了。

2. 梦中的肥皂泡——“永动机”

谈能量转化与守恒定律,不能不回顾一下历史上的永动

机的“传奇故事”。在人类历史上,发明“永动机”曾是许多人苦苦奋斗的目标。“永动机”是一种什么机器呢?简单说来是一种不需要消耗能量而可以不断向外作功的装置。例如,有人设想,利用一点燃料产生热,推动蒸汽机,蒸汽机带动发电机产生电流,电流经过电炉产生热。如果这时热比原来燃料产生的热还多,这些热又可能加热蒸汽,推动蒸汽机,如此循环下去,机器不停地运动,产生的热量越来越多——这就是能连续工作的永动机。

这样的机器是相当美妙,因此曾经吸引过许多人注意。早在中世纪,欧洲就出现了“永动机”的设计。进入资本主义的萌芽阶段后,开始了发明创造的时代,发明“永动机”也成了当时众人瞩目的热门。许多官员甚至大臣帝王也都关心这件事,一度搞得比炼丹术士想把铜铁炼成黄金还叫人向往。成百成千的“永动机”设计图搞出来了,一台又一台“永动机”制造出来了,但经过检验,所有“永动机”结局只有一个:“永动机”统统不会动!这是因为设计者作了错误的假设,或忘记了这个因素,忽略了那个作用。

大量的人力物力被白白浪费,有的人为了发明“永动机”倾家荡产一贫如洗,严酷的事实逐渐使绝大多数人认识到“永动机”根本不可能造成!可是,仍有些“永动机”迷并不死心。他们认为,永动机没造出来,是因为窍门没有想到点子上,造出的机器结构有毛病,因此,不断有人钻这个牛角尖。常常物理工作者找到一种新的能量形式或发明一种技术,发现一种新现象,他们就会兴奋一阵,抱着不切实际的侥幸心理,想再试一试。更有投机者,想用发明什么“永动机”来获取专利,大捞

一把。

3. 浪子回头:焦耳研究热功当量

在众多的永动机迷中,英国的焦耳就是一个。但是,他不是那种钻进牛角尖就不知道退步抽身的人,在经历了数次失败后,他总结了失败的经验,明白永动机造不出来是自然界带有根本性的法则,并非制造方法的缺陷,也不是前人想出的结构不精巧。比其他永动机迷更高一筹的是,他还进一步自问:要是从永动机不能制造的原则出发,反过来会得出什么自然规律呢?即能量在变来变去过程中,在数量上有什么关系呢?

在焦耳之前,人们已发现机械功能变热(摩擦生热)热也可做功(蒸汽机),但是功热变换时有什么数量关系呢?对于这个问题,已有不少人在理论上研究过,但用实验具体测定热功当量的,还前无古人,焦耳决心填补这个科学上的空白。

要测定热功当量(相当于单位热量的功的数值),从原理上讲并不难,只要测得所做功是多少,再测出这些功完全产生热时生成热量是多少,稍加计算就行了。但实际测量时,问题绝非这么简单。原因在于功和由它产生的热量是很难测量准确的,而其中只要有一个测得不准则热功当量数值自然谈不到准确可靠了。懂得了这一点,我们就可以明白焦耳之所以花费 40 年的功夫来测定热功当量。他主要不是在寻找如何才能测定热功当量,而是探讨采用什么方法才会使测量结果更准确。

花去 40 年,进行过 400 次实验,直到 1878 年,焦耳这方面的工作才停下来,他肯定热功当量数值为 $F = 424.9$ 公斤

米/千卡,此数值与我们今天公认的 $F=427$ 公斤米/千卡相当接近,这表明焦耳的工作多么难能可贵。

其实,焦耳工作的意义第一位重要的还不是其数据的近似准确,而是在一次又一次实验中确认了机械能变热能不是随意的,而是依从一定的数量比例即热功当量转变的。在他的论文中,他写道:自然界的力量(即能量)根据造物主的意志,是不会毁灭的,哪里消耗了机械力(即能),总能得到相应的热量。这就是说,自然界的能量可以变来变去,但不能创生,也不能消灭,其总量是不变的。

焦耳的工作已表明他独立地发现了能量守恒定律,虽然当时大多数科学家对这条定律持反对和怀疑态度。随后,经过焦耳和其他科学家的努力,能量守恒定律最终在十九世纪四十年代末得到了公认。

4. 伟大的自然定律

今天,在物理学中,我们用较严格的语言表述能量转化与守恒定律为:自然界的一切物体都具有能量,能量有不同的形式。能量可以从一种形式转化为另一种形式,从一个系统转移到另一个系统,在转化与传递的过程中,能量的总量保持不变。

想制造永动机是不可能的。很明显,永动机能创生能量,这违反能量守恒的原则。例如,前面提到的利用发电机和蒸汽机制造永动机的设想不能实现,就是因为蒸汽机把燃料的热能变成机械能,再通过发电机产生电能,电流在电炉上产生热能,但此时得到的热能绝对不会比原来燃料产生的热能多。而

上述永动机就建立在这个错误的假设上。

学过物理的人都会体会到能的转化与守恒定律的重要,确实,它可称作一个伟大的自然定律。因此,恩格斯把这个定律和细胞的发现、生物进化论的提出,并列为十九世纪自然科学上的三大发现。

能量转化与守恒定律得到公认以来,一百多年过去了,自然科学在各个领域里的大量实践进一步证实了这个定律的正确性。但是,这一定律也受到了多次挑战。

例如 1898 年,居里夫妇发现镭会自动放热,在当时,人们觉得不可思议,法国著名物理学家宣称,镭的发现推翻了能量守恒定律,但事实上,后来查明,镭产生的热是原子核内固有能量的释放。

又例如人们在研究放射性元素 β -衰变时,发现一部分能量“丢”了而找不出原因,这时大物理学家玻尔也说在微观世界,能量守恒定律不灵了。然而进一步研究表明,能量并没“丢”,而是被一些叫中微子的基本粒子带走了。

由此看出,对能量转化与守恒定律来说,挑战就是机会,挑战没有动摇这一伟大定律,反而使它得到证明的机会。

5. 在真理的指引下

能量转化与守恒定律,是反映自然界的最普遍的规律,不管是微观世界、宏观世界,还是在充满活力的生命世界,都受这个定律的支配,所以这个定律,不仅在物理学中,而且在其它自然科学领域中,也有着巨大的指导作用,左右着科学家的思想方法。现在这个定律成了科学家分析问题、思考问题的有

力工具。

根据这一定律,人们解决了太阳能起源问题,认为热核反应(即聚变反应)是太阳能的源泉,这平息了一场长达半个世纪的争论。

“地球自转在变慢!”当 1754 年德国哲学家康德告诉人们这一大胆意见时,大家感到很新鲜。然而康德是对的,尽管这个过程很慢,据说每过 100 年地球自转一周的时间只延长 0.0015 秒。地球怎么会变慢呢?科学家们发现,地球自转的能量,除了由于潮汐摩擦变成热能外,还有一部分传给了月亮,增加了月亮的动能,同时使月亮与地球距离扩大,增加月亮与地球之间的引力势能。在这里,能量转化与守恒定律又可以帮助我们理解这一宏观世界问题。

能量转化与守恒定律的应用,还有很多很多。

在医院里,测量人体对能量需要程度,可以帮助医生对某些疾病作出正确诊断。如甲状腺机能亢进的病人消耗的能量就比正常人多,他们吃得越来越多,但逐渐消瘦。在营养学方面,医生通过测量各种劳动对能量的需要量,确定劳动的强度,制定合理的营养供给标准。

气象学家研究长期天气变化,必须把地球上的大气,当成一部由阳光作为能源的热机,用这个定律进行定量分析。

工厂设计一个发电厂,根据预定的发电量,利用这个定律确定气轮机大小、锅炉的容量、煤的消耗量;设计一架飞机,一部汽车,一艘轮船,也要应用这个定律计算动力机的大小……

另外,能量守恒与转化定律,也是科学工作者寻找新能源,利用天然能源、研制新的换能器的理论武器。

能量守恒与转化定律发现以来,一个多世纪过去了,人们利用这个定律、解决了无数的理论问题和实际问题。但是,能量世界还有许多未知领域需要我们去探索,因此,这一伟大定律在未来还会写出壮丽的篇章。

六、能源：能量的家园

读完前面的一章，大家对能量就可以称得上熟识了。当我们合上这本小册子，闭上眼睛，静静地想想我们周围的世界——一个能量的世界……

你或许想起钢花四溅，铁水奔流的钢铁厂，或者纱绽飞转，机声嘹亮的纺织厂，各种机器在那里辛勤劳作……现在我们知道支撑机器工作也是需要“营养”的，而这些营养正是它们生产产品时所消耗的能量。你或许想到乘上汽车、登上飞机，想到你打开电视，拧开收音机，想到你坐在餐桌前愉快地品尝着美味佳肴；以至你躺在床上睡觉，啥也不干……现在我们意识到我们时时刻刻在使用或消耗不同形式的能，无论是热能、电能、机械能，还是光能、原子能。现在我们肯定能更深刻地体会，能量与我们的生产和生活息息相关这句话的含义，我们也更深切地理解卡通片的小英雄们在面临新的战斗时高声祈祷：“给我能量！”

“给我能量！”对，人类需要能量，但谁又是给我们带来能量的圣诞老人呢？也就是说，什么是能量的源泉呢？只要我们顺着能量的来路去寻根，我们就会找到能量的家园——能源。

给能源一个说法

简单地说,凡是可以提供某种形式能量的物质,或是物质的运动,统称为能源。

首先,能源是一种物质,是一种可以提供能量的物质。例如,煤、石油、天然气等固体的、液体的、气体的有机物通过燃烧,因此提供热能,可以说煤、石油和天然气是能源,又如铀²³⁵在核裂变产生原子能(核能),所以铀²³⁵也是能源。其实,从关于能量的介绍我们知道,能源并非创造能量,它只不过是把物质其它形式的能转化为另一种形式的能量而已。广义而言,任何物质都可以转化能量,但是转化的数量及转化的难易程度差异是极大的。我们一般是把比较集中而又较易转化的物质称为能源。由于科学技术的进步,人类对物质性质的认识水平及掌握能量转化方法都在不断发展中,能源的概念就难能有一个很确定的意义,常常具有历史的印记,是一个历史的范畴。但对于工程技术人员而言,在一定的工业发展阶段,能源的定义还是明确的。

其次,能源有时表现为能量过程。即物质在宏观运动过程中所转化的能量。例如,水的落差运动产生的水能及空气运动所产生的风能等。

因此,换一种说法,能源是比较集中的含能体或能量过程。

作为能量之源,能源物质中储存着各种形式的能,下面我

们例举了一些常见天然能源与所储存能量形式之间的对应关系。

能量形式	相应的能源
机械能(重力势能)	水力、潮汐
机械能(动能)	风力、波浪
热能	地热、高温岩体
光能	太阳能
核能	铀、钍、钚等核裂变原料,氘等核聚变燃料
化学能	煤、石油、天然气

谈论能源,我们常常讨论能源的富裕程度,即能源的多少,这也就是能源的计量问题。在我国,我们以吨标准煤作为能源的计量单位。我们规定每公斤标准煤发热量为 7000 千卡;则 1 吨原煤相当于 0.714 吨标准煤,1 吨原油相当于 1.429 吨标准煤,1 立方米天然气相当于 1.33 吨标准煤,发电每千度相当于 0.123 吨标准煤。

能源家族

自然界的能源资源种类很多,分类方法也较多,下面就介绍一下能源的分类,使大家能对能源形式有个系统的认识。

尽管能源分类方法较多,但这是我们选取介绍三种人们常用的分类方法:一种是按各种能源的形成和来源分;一种是按利用能源的技术状况分;一种是按能源的再生性分。由于我

们人类目前只能使用地球上的能源,因此,这里的介绍就把视野限在这个范围。所谓地球上能源就是我们在地球上可以得到的能源,不管我们实际是否开发利用。

按照能源的形成和来源分,能源包括三类:这一类是来自太阳的能源。第一类包括直接来自太阳的能源和间接来自太阳的能源。直接来自太阳的能量是太阳辐射能,间接来自太阳的能量有地球上的绿色植物通过光合作用把太阳辐射能转化为植物体内的生物化学能;在地质历史时代生物积累和固定下来的太阳能转化形式——煤、石油、天然气等矿物化学能,还有由于太阳辐射引起的风、云、雨、雪等天气变化而形成的水能、风能、波浪能、温差能等。这一类能源是当前人类所利用的主要能源。第二类是来自地球内部的能量。这一类能源有以热能形式储藏于地球内部的地热能,如地下热水,地下蒸汽、干热岩体等;还有地球上铀、钍等放射性元素。第三类是来自月球、太阳等储藏的原子能。天体对地球的引力产生的能量。潮汐能就是以月球引潮力为主产生的潮汐现象所具备的能量。关于以三类能源,我们在本章以后几节还要详细分别介绍。

按照利用能源的技术状况分,能源可分为常规能源和新能源。常规能源是指已经被人类利用了很多年而且现在还在大规模使用的能源。现阶段的常规能源包括煤炭、石油、天然气、水力,世界现在能源消费几乎全靠这些能源来供应。新能源指近若干年才开始被人类利用,或者许多古老的能源过去被利用,后来被替代现在又有新的利用方式的能源。前者指太阳能、地热能、海洋能、沼气等,它们是近几年内随着科学技术

的发展而被人利用的能源,后者如风能,人类早就广泛利用风能,如风车汲水、碾米,后来发现电力动力机械后就被取代了。最近几年利用风力发电,重新引起人们的重视,所以风能也是一种“古老的新能源”。然而,从定义可以看出,常规能源和新能源是个相对的概念,在不同的历史时期和不同的科学技术水平条件下,其范围是不同的。19 世纪初蒸汽机刚开始使用时,煤炭就是当时的新能源了;到 19 世纪末,内燃机发明时,石油就是新能源,而煤炭却已是常规能源。本世纪 50 年代核能刚被利用,被人们称为新能源,随着科学技术的进步,现在世界上很多国家普遍建立了原子能发电站,工业发达国家已把核当成是常规能源了,但在发展中国家,仍把它当作新能源。

按照能源的再生性,能源可分为再生性能源和非再生性能源两类。自然界的有些能源可以不断更新繁殖,并有规律地得到补充,如生物化学能,有些能源只要保护得当,使用合理,它们是能够循环再现和不断更新的,如水能,还有些能源是天赐人类的,如太阳辐射能、风能、海洋能等,这些能源都是属于可再生性的能源。但是,有些能源,它们需要经过漫长的地质年代和具备一定的条件才能形成,对于短暂的人类历史来说,可以认为是不可再生的,如煤炭、石油、天然气、核燃料等。它们随着大规模的开发利用,储量越来越小,总有枯竭之时,所以称为非再生能源。

三种分类方法分别依一定的分类标准;而每一种方法都使我们更全面地理解能源的属性,当然能源分类还有多种,它们分别是某一侧面去罗列能源的家谱。

太阳：伟大的奉献者

太阳常常是诗人们膜拜的偶像，然而，对太阳的伟大，能源学家也可能会有更深切的理解，太阳无私地通过太阳辐射向地球输送能量，提供了人类社会赖以生存的主要能源。

太阳辐射能进入地球表面后，有很少一部分被绿色植物的叶子“捕获”，转变为动植物体内比较稳定的化学能储藏起来。由于地质变动，死去的动植物被埋在岩层下面，经过漫长的地质年代，形成了煤、石油、天然气和油质岩等“化石燃料”。显然“化石燃料”和普通的“草木燃料”（稻草、木柴）一样，都储存了太阳辐射能，除了这些外，许多自然过程——风、水流、海洋等的能量也来自于太阳辐射能。那么，太阳辐射能在数量上究竟有多大呢？它们又是如何形成或表现为其它多种形式能源呢？下面就分别加以叙述。

1. 巨大的能库

太阳是离地球最近的一颗恒星，是一个巨大的气态球体，其直径为 139 万公里，约为地球直径的 110 倍。在太阳里，氢变氮的核聚变反应产生了大量的热。太阳表面的温度达摄氏 6000 度左右，内部温度高达 2000 万度。由于太阳的温度很高，它不断地向宇宙空间辐射能量，包括可见光，不可见光和各种微粒，总称为太阳辐射。

太阳辐射到地球上的能量可以用专门仪器来测定。在无

大气影响下,与太阳垂直的每平方厘米的地表面积上,每分钟可得到太阳辐射能 1.94 卡。整个地球在每分钟内得到的太阳辐射能总量为 2.47×10^{15} 千卡,即每秒钟 4.12×10^{13} 千卡,这相当于大约 550 万吨煤燃料产生的能量。把这些煤分摊到全世界每一个人,一人可得一公斤煤。太阳热库的巨大由此可见一斑。

太阳辐射穿过大气射向地球表面过程中,其中一部分为云层反射,重返太空,一部分为大气散射和吸收,余下的部分才能进入地球表面。在进入地球表面的太阳辐射能中,除了极少一部分被绿色植物利用外,约有 30% 以短波辐射的形式直接反射和散射回宇宙空间,约有 47% 被大气、陆地、海洋吸收,变成热能后又以长波辐射的形式返回宇宙空间;约有 23% 消耗在水分的蒸发、降水和地球上水的循环过程中,其中一小部分以热能形式储存在水中,成为“海洋热能”的重要来源,大部分也以长波辐射的形式重返宇宙空间。进入地球表面的太阳辐射能只有很小一部分,大约 0.22%,参与了大气和海洋中水的对流和运动。

太阳辐射在大气层中的复杂转换过程,引起了大气和地球表面的增暖和冷却,同时也造成了大气和海水的运动,影响着气候和气象。太阳辐射使地球表面变暖,地面辐射则使地球表面冷却,可以说,辐射是支配地球气象的根本能源。

2. 谁在鼓风

地球上和大气中,各处接收到的太阳能和放出的长波辐射能在各处是不同的,因此各处的温度也不同,这就造成了大

气压的差别。这样,大气便由气压高的地方向气压低的地方流动,水平方向的大气流动就是风,所以风的能量是由太阳辐射能转化而来的。由于各种因素如地理位置、海陆分布和地形等影响,便形成信风、季风、海陆风等各种形式的风。

风能就是空气的动能,大风包含着很大的能量,风速 9—10 米/秒的五级风吹到物体表面上的力为 10 公斤/米²;风速 20 米/秒的九级风,则达 50 公斤/米²;台风风速可达 50—60 米/秒,则它对每平方米物体表面的压力可存 200 公斤。汹涌澎湃的海浪,是被风激起的,它对海岸的冲击力量也相当大,有时可达 20—30 吨/米² 压力,大的甚至达到 60 吨/米²。

风能很大,风在自然界中起的作用也很大。风使山岩发生侵蚀,造成沙漠,形成海流,风还在地面上作输送水份的工作,水汽主要是由强大的空气流输送的,从而影响气候,造成雨季和旱季。风中含有的能量比人类迄今所控制的能量高得多,全世界每年燃烧煤得到的能量还不及风力在同一时间内展示给我们的千分之一。可见,风是地球上重要的能源之一。

3. 推波逐浪弄潮儿

太阳辅射是地球表面热量的源泉。地球表面因纬度、海陆分布和地形不同,接受的太阳辐射能也因地各异。这种情况除产生空气的流动——风外,还造成海水的运动,即海流。

海流也叫洋流,它是海水朝着一个方向经常不断地流动的现象。在辽阔的海洋里,由于没有象河岸一类的固定目标作“参照物”,因此,长期以来海流没有被人发现。实际上,海流就是“海洋中的河流”,它有一定的长度、宽度、深度和流速。它的

宽度一般在几十里和几百里之间,而长度则可达几千里。海流的速度通常为 $1\sim 2$ 里/小时,最快达 $4\sim 5$ 里/小时,而且流速往往在海洋表面比较大,随着深度的加大而很快减少。

使得海水产生大规模流动的原因,主要是风力的吹袭和海水密度的不同。由持续定向风吹动海水造成的叫“风海流”。由于密度不同的而形成的海流叫“密海流”。密度的变化同海水吸收太阳能有密切关系。此外,当一处海水向它处流动时,另一处的海水就要流过来补充,这也形成一种海流,可见,风海流、密海流和其它海流,其能量归根到底是来源于太阳辐射能。

世界上著名的海流,有墨西哥海流、黑潮、赤道流、北大西洋流,这些海流输送的水量和能量都很大,对其流经的沿海地区气候,有很大的影响。暖流(海流的海水温度高于它流过的地区的海水温度)通过时,气温升高,气候和暖。因此,暖流不仅包含着巨量的动能,而且,也是热能的巨大输送者。

海流同陆地上河流不同,它只有几百米或更浅的表面水层内,流向才几乎一致。再往下,海水流动的方向就可能和表层海流方向相反。深海的海流,一般称为“潜流”。深海潜流也包含着巨大的动能,同表层的海流一样,也是地球上的重要能源之一。

4. 巨大的热能储存池

进入海洋中的太阳辐射能一部分转变为海流的动能,还有一部分以热能的形态储存在海水中。海水中所含有的热能就是“海洋热能”。

海洋热能的来源,除太阳辐射的热量外,还有地球内部向海水放出的热量、海水中放射性物质的发热、海流等由于摩擦作用而转变成的热以及来自太阳以外其它天体的辐射热等方面,但其中 99.99% 以上来源于太阳辐射能。

海洋热能虽然来源于太阳辐射能,但不会随着时间的积累而日益增多。海水吸收热能后,表面温度升高,其本身也变成一个更强的辐射源,不断地把能量放回宇宙空间。这样,海水温度在二十亿年前就和今天相仿。

海洋热能的储存量很大,这与海水的性质有关,比起陆地表层和空气来,海水有比较大的热容。水能容纳的热量多,而海洋又如此之大,因此,在地球表面,海洋成了太阳辐射能的巨大储存库。

海洋热能在海洋中有一定分布规律,其分布规律实质就是海水分布规律,它直接与投射到海面上的太阳辐射分布有关。赤道附近,太阳直射较多,海面温度较高,中纬度次之,两极地区太阳直射很少,海面便终年冰封雪冻。一般讲来,海洋热能的储量随纬度的变化而变化,纬度越低,海洋热能的储量越大。

海水温度分布还与季节、昼夜、海水运动,水陆分布,盐度高低有关。显然,白昼比夜晚高,夏季比冬季高。

在垂直方向,海水温度也有一定的分布规律。一般情况,进入海水中的太阳辐射,在通过最表层一米的海水时,有 80% 的能量被吸收;大约 5% 的能量可以透入海平面下五米,只有 1% 的能量可以透过海平面下十米。此外,热传导、海水内部的涡动、对流、海流将热量向下方输送,也使海水温度的

垂直分布受到影响。一般来说,海水温度随深度逐渐下降,在3000—4000米的深海,温度可降到 2°C 甚至 1°C 。所以,海洋热能主要储存在低纬度和中纬度地带的表层海水中。

5. 江河流,流的都是煤和油

陆地上成千上万条河流,永不停息地流动着,把大量的水源源不断地送入海洋。河流中的水从哪里来的呢?我们知道,太阳辐射象一个无形的巨大水泵,不停地把大量的水从海洋中搬到陆地上和河流的发源地,形成地球上的水循环。在太阳辐射的作用下,海洋和陆地表面(包括陆地上的水域、土壤和植物的叶子)不断地蒸发,形成水汽,使大气中经常含有100亿吨水蒸汽。海洋的面积比陆地大得多,海洋的蒸发也比陆地快得多,因此,海洋成了大气中水蒸汽的主要来源。这些水汽在上升过程中,由于气温逐渐下降,便不断凝结,最后以雨、雪、雹、露等形式降落。全球一年的降水量达 5.11×10^5 立方公里,相当于我国渤海蓄水量(1710立方公里)的300倍。这些降水大部分降落在海洋中,小部分——约 9.9×10^4 立方公里——降在陆地上。

陆地降水是河水的基本来源。由于气温、风、地形、海陆分布和海流等各种因素影响,地球上不同地方的降水量有很大差别。一般来说,降水量多的地方,河流的水量丰富。河流的水量也受气候、地质、地形、植物和人类活动的影响,有的地区每年降水量的60—70%进入河中,而另一些地区只有10—20%的降水流入河中。从全球范围来看,平均40—50%的陆地降水成为河水的来源。一年中由大陆流入海洋中的水量为

3.7×10^4 立方公里,相当于 22 个渤海的蓄水量。

河水是由于重力作用而由高流下低地的。水往低处流的过程也就是一个重力势能转变为动能(当然也有部分热能)的过程。湍急的大河包含着巨大的机械能,这也就是我们通常所说的“水力资源”。一般来说,河水蕴含的水力资源的大小是由这条河流的“流量”和“落差”(上游发源地和入海处的水位差)决定的,想想重力势能的表达式 $E_p = mgh$ 就很容易明白这一点,因为水量即为 m , 落差就是 h 。流量大,落差大,所包含的能量就大,亦即蕴藏的水力资源大。某些河床中,坚硬的岩石形成高大陡峭的断崖,流水通过,垂直下泻,形成瀑布。瀑布的落差很大,因此,流量大的瀑布蕴含着丰富的能量,是建水电站最理想的场所。

6. 把太阳辐射能定住:光合作用的使命

射入地表的太阳能中约有 0.024% 被绿色植物的叶子所俘获,通过光合作用,二氧化碳和水相结合形成碳氢化合物和氧,太阳辐射能便转变成植物体内碳氢化合物等有机物质的化学能。因而光合作用就是一个能量转化过程。动物吃进植物性食物,又把植物吸收来的太阳辐射能进一步转变成动物机体的化学能。显然,整个生物界是太阳辐射能的又一储存库。

光合作用不仅发生在陆地上,也发生在海洋里,而且海洋是地球上光合作用的主要场所。大家知道,陆地上不同的气候条件明显地影响着植物的产生。在严寒地区,如南极,几乎不适宜于植物生长,沙漠、半沙漠和其它缺水地区也在很大程度

上限制了植物的生长。与陆地相比,海洋环境下的气候变化很小,几乎所有的海水温度条件在某种程度上都适于植物生存,海洋中的水生植物不会因为缺水而影响生长,水生植物所能利用的海洋空间也比陆地大得多,据估计,通过光合作用所形成的有机物质中,有 88% 是在海洋里产生的。

海生植物没有陆生植物的种类多,大部分是藻类。多细胞藻类生活在海洋沿岸地带,形成所谓“海底植物”,这些藻类有的形体巨大,最长的达 300 米以上,比陆地上最高的树还高,生长茂密,构成海洋中的“森林”。海底植物产量虽高,但由于它只能生长在沿岸线浅海区域里,因而它在海洋有机物质的总产量上所占比重并不大。谁是海洋植物的主角呢? 其实构成海洋植物主要部分的是单细胞藻类。它们象大草原一样成片分布在海洋的最上层,直接利用太阳辐射能进行光合作用。每一立方米的海水中,可以有数千万个单细藻类。它们繁殖极其迅速,有时一天之内便增加一倍。地球上的有机物质大部分是海洋中的单细胞藻类合成的。

绿色植物在地球上进行成百万年光合作用的成果,是固定了大量的太阳辐射能,聚积了大量的有机物质。煤、石油、天然气、油页岩都是千百万年前埋在地层下的动植物遗体在高温高压下经过一系列复杂的物理、化学变化而形成的。据统计,现在地球上活的生物体的总质量是 100 万亿吨,古代生物虽然没有这么多,数量也相当可观,亿万年积累下来,仅形成的煤、石油、天然气和油页岩等化石燃料就有千百万吨。可见,化石燃料是太阳辐射能在时间上的巨大储存库,是历史留给我们的一笔宝贵遗产。

化石燃料和我们平常所吃的食物,看起来是两类根本不同的东西。现在我们知道,它们原来同源同宗,它们能量都来自于太阳辐射能。除化石燃料外,前面已谈过,风力、水力也是生产过程中的重要能源,它们也源于太阳辐射能。可见,太阳辐射能对人类社会的生产和生存关系极大,太阳辐射能是地球上最重要的能源。

有关太阳能的知识就介绍到这里,如果,这时你再听诗人诸如“太阳、伟大的太阳”之类的赞叹,你是否更有一番感触呢?

地球母亲的恩情

第二类能源是地球本身所具有的能源,它主要由两部分组成:一部分是以热能形态存在的“地球热能”,另一部分是“原子核能”。火山爆发、地震、炽热的气流、温泉,都是“地球热能”的表现,埋藏在地球内部的各种“核燃料”则是“原子核能”的天然储存库。

1. 钻进地球看地球

地球是一个巨大的实心椭球体,从赤道到地心的距离略大于两极到地心的距离。地球分三层:外壳叫“地壳”,核心部分叫“地核”,地壳和地核之间部分叫“地幔”。

地球内包含一定的热量。表层的热量主要来自于太阳辐射,称为“外热”。内部具有的热称为“内热”。由于太阳辐射的

影响。地球表层约 15—30 米的厚度范围内,温度随昼夜、四季的交替发生明显的变化。从外表向内,影响逐步减弱,一年中最高与最低温度差就越来越小。到一定深度,便不再受太阳热的影响,温度终年不变,这一深度范围称作“常温层”。北京的常温层约在地下 12—14 米处。从常温层再向内,由于地球内热的影响,温度逐渐增高。我们把每深入 100 的米温度增加数称为“地热增温率”,各地的地热增温率不同,大部分地区在常温层以下的地热增温率为 3°C 。

地热增温率随深度亦有变化,一般随深度增加而减小。所以,地球内部温度垂直分布的大致情况为:从常温层开始深入地球内部、温度不断上升,以后上升幅度逐渐缓慢,到一定深度就不再升高了,估计地核的温度不会高于 5000°C 。

2. 沧海变桑田,谁的魔法?

地球从形成以来,地壳无时无刻不在发生变化。经过长期的演变,高山夷为平地,沧海变成桑田,不断改变着地壳的面貌。引起地壳面貌发生变化的作用称为“地质作用”。按能源的不同,地质作用可以分为外力作用和内力作用两大类。

外力作用的能源是太阳辐射能,它主要包括风化作用,风、地下水、河流、冰川、湖泊及海洋对地壳的作用。外力作用使地表的高低起伏趋于消失。内力作用的能源是地球的内热,它包括地壳运动和岩浆运动两个方面。与外力作用相反,内力作用加强或造成了地面的起伏。在内力作用中,最引人注目的是火山爆发和地震。

火山爆发是一种岩浆活动。在地表以下的一定深度,由于

温度和压力很高,岩石熔化,形成岩浆。当岩浆顺着地壳的裂缝或脆弱的部分侵入地壳浅部并冲出地面时,便形成了火山爆发。火山爆发时,浓烟滚滚,岩浆炽热,温度可达 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$,影响范围极广。火山爆发具有相当大的能量。我们可以把火山爆发看作是地球内部能量释放到地表上来的一种过程。历史上有记载的最猛烈的火山爆发,是 1883 年印度尼西亚的喀拉喀托火山爆发,火山灰上升到 27 公里的高空,把 75 平方公里的海岛全部炸毁。

地震也是地球内部能量的释放过程。在受到地壳运动长期施加的压力后,地层突然断裂,地球内部运动蓄积了很久的能量便骤然间释放出来,引起地震。这种地震,叫“构造地震”。此外,火山爆发,山坡上岩石或地下石灰岩溶洞的崩塌也可引起地震。但 90% 的地震都是构造地震。

地震的大小用“震级”来衡量。震级越大的地震,释放出的能量就越多。历史上有记载的最大地震为 8.9 级。如果把最大地震所释放的能量换算成电能,约相当于 100 万千瓦的发电厂在四分之一世纪里发出的总电量。由于地震总是在很短时间内释放出巨大能量,因此经常造成严重的灾害。

地震和火山有一定的分布规律。地球上的地震剧烈区,同近代的褶皱山脉分布区以及火山的分布地带往往是一致的。它们大多数分布在地壳脆弱而多裂缝的地带。这样的地带主要有两个:一个是环太平洋地带,一是横跨地中海经伊朗高原直至亚洲南部的地带。

3. 温和的地热

火山爆发,地震和其它地壳变动释放的能量很大,在理论上都可以看作能源。但是,迄今任何人工方法都控制不住它们的发生。在现代技术条件,除了有可能利用某些“温和”的火山发电外,能被我们作为能源来利用的地球热能主要是地下热水、地热蒸汽和热岩层。

按照地热增温率的高低,我们把陆地上的不同地区分为“正常地热区”和“异常地热区”。地热增温率接近 3 度的地区称为“正常地热区”,远超过 3 度的地区称为“异常地热区”。在正常地热区,较高温度的热水和蒸汽埋藏在地壳较深的部位,例如,80℃左右的热水一般埋藏在地下 2000—5000 米深处,在异常地热区,由于其地热增温率较大,较高温度的热水和蒸汽埋藏在地壳较浅的部位,有的甚至出露地表。我们把那些天然出露的地下热水和蒸汽称作温泉。

温泉是当前技术条件下最容易利用的一种地热资源。它主要分布在地壳活动比较强烈的构造带附近。我国有一千九百多处温泉,主要集中在云南、台湾等省和东南沿海山地。

在异常地热区,除温泉外,人们比较容易通过人工方法(如钻井)把地下热水和蒸汽引导到地面上来。通常,我们把地热资源分为四大类:即干蒸汽田、湿蒸汽田、热水层和热岩层。干蒸汽田产出的主要是蒸汽;湿蒸汽田一般储存的是 180℃—370℃的地下热水,当这些热水喷出地表后,压力聚降,其中一部分热水变成蒸汽,而其余的部分仍为热水。热水层含有 50℃—80℃的热水。热岩层是临近炽热岩浆的岩层,它储藏的热能数量很大,估计为蒸汽田和热水层总和的十倍。

世界上,温泉和其它地热资源的分布也很广泛,它们和火

山地震的分布大体一致。世界上著名的地热资源集中地有阿拉斯加半岛的“万烟谷”。在 24 平方公里的范围内,有数万个天然蒸汽和热水的喷孔,这是火山爆发后所形成的地貌景观。在“万烟谷”,每秒钟喷出温度 $97-645^{\circ}\text{C}$ 的热水和蒸汽达 2300 万升,这些热水和蒸汽每年从地球内部携出约 40 万亿千卡,相当于燃烧 600 万吨煤放出的热量。

地球上的地热资源储量很大。如要不算火山爆发和地震释放的能量,也不算热岩层所储存的能量,仅地下热水和地热蒸汽储存的热能总量就为地球上全部煤储量的一亿七千万倍。在地下三公里以内目前可供开采的地热,相当于 29000 亿吨煤岩。因此,地热——地下热水,地热蒸汽和热岩层等——也是地球上巨大的能源。

4. 储藏于地球上的原子核能:超级煤山和超级油海

原子核能是在原子核发生变化的过程中释放出来的,原子核的变化,有“衰变”和“核反应”两种类型。

放射性衰变是原子核能的释放途径之一。放射性物质的原子核,如铀²³⁸、铀²³⁵、钍²³²等无须外力的作用,就能自发地放出某些高速粒子(如电子、氦核、光子等)并形成射线。在地球内部,这些粒子和射线的动能和辅射能在同地球物质的碰撞过程中,转变成热能。在现在有关地热的来源讨论中,人们一致认为这一过程在地热的形成过程中起了主要作用,放射性衰变所产生的热量导致地球内部温度的增高,是地球热能的重要来源。

核反应与放射性衰变不同,它不是自发的释能过程,而是

原子核受到其它粒子(如光子、中子、电子)轰击时原子核发生变化而释放能量的过程。在前面一章里我们介绍过核反应分为“裂变反应”和“聚变反应”。裂变反应又细分为“重核裂变反应”和“轻核裂变反应”,重核裂变反应的重要元素是铀和钚,目前已勘探到的铀、钚矿所包含的能量相当于地球上“化石燃料”总能量的几十倍。这可以说,地球上铀、钚矿堆积成了一个超级煤山,轻核裂变反应的重要元素是硼,在海洋中的储量相当庞大。聚变反应的材料有所氘,即“重氢”。氧化氘就是重水。每一吨水中含 140 克重水。如果按所含能量折合成石油,则一桶水中含有的重水的核能就相当于四百桶优质石油的能量。地球上海水有 1.37×10^{18} 吨,每克氘在聚变反应中可放出 10^{15} 千瓦小时(1 度电能量)的能量,假如把海水中所有氘的核能都释放出来,所产生的能量足以保证比现在年耗大一千倍的能量消费达十亿年之久。如此看来,蔚蓝的大海其实是一个超级油海。

5. 地球和月亮的对话

生活在海边的人们,都知道海水有一种交替往复、永不停息的涨落现象,有时,海水推波助澜、迅速上涨,随后,又自行退去,露出一片海滩,这就是通常所说的涨潮和落潮,海水的这种运动叫做潮汐。同海流一样,潮汐也是海水运动,蕴含着水的动能,但从成因来说,一般海流的形成依赖于太阳辐射能,而潮汐的形成却与太阳辐射能无关,也与地热和原子核能无关,潮汐是另一种性质的能。

我们知道,地球并非孤零零地存在于宇宙中,而是与其它

天体组成一个天体力学系统,这个天体力学系统的主要内力就是“万有引力定律”所揭示的引力,根据万有引力的性质,地球所受引力最大的是月球引力,其次是太阳引力,其它引力相对小得多。而潮汐正是由月球和太阳的引潮力导致的,其中以月球引潮力作用最为显著。

地球和月球不断运动,地球、月球和太阳的相对位置必然发生周期变化,一般来说,潮汐一个月总要发生四次,两次大潮,两次小潮。

涨潮力不仅使海水产生垂直的升降运动——潮汐涨落,还使海水产生水平运动,这就是潮流。与海洋中的一般海流不同,潮流具有严格的周期性。

由以上可以看出,潮汐能既非天外来客(如太阳辐射能),也不是地球土著(如地热能),而是天体相互作用和相对运动“联手合作”而具有的一种能量形式,是又一类性质的能源。

潮汐和潮流包含的能量,统称潮汐能。全世界海洋的潮汐能约有十亿多千瓦。在海洋中心部位,潮汐能蕴藏量不大,世界各大洋中心部位的潮汐能平均每平方公里仅有3瓦。较浅而狭窄的海面上潮汐能较大,这主要是由于地形等因素的影响。

潮汐能是有很大的能量,它对地球的运动动能产生重要的影响,前面章节已介绍过。由于潮汐现象的摩擦作用,地球自转的速度不断减慢。

潮汐能虽然拥有很大的能量,但在地球上的三大类能源中,潮汐能所占比重最小,它只是地热能的十分之一,而仅是太阳辐射能的五万八千分之一。到达地球表面的三大类能量,

除极微小的一部分以化石燃料的形态被储存于地球上外,其余的(占99.9%以上)能量,都以各自的方式最终转变为热能,通过热辐射,进入宇宙空间去。这样,就不致使地球表面的能量形成历史累积,导致地球表面温度愈来愈高,这也就是说,地球有一套维持进出地球表面能量平衡的机制。

6. 能源换妆

自然界的天然能源,叫做一次能源,前面介绍的三种分类方法都是在一次能源中进行分类的。它们存在于自然界,并可直接取得而不致改变其基本形态就能利用来为人类服务。由一次能源经过加工,转换为人们需要的另一种形式的能源产品,叫做二次能源。例如水力、风力或煤、石油发电而得到的电能,就属于二次能源。蒸汽、煤气、焦炭、各种石油制品、氢能、沼气等,也属于二次能源。在生产过程中排出的余热、余能,如高温烟气,可燃废气、排放的有压流体等,也属于二次能源。一次能源无论经过几次转换,所得的另一种能源产品,都称作二次能源。在二次能源中应用最广泛的要称电能了,这是因为电能能在能量传输与转换等方面有着特别的优势。

人们利用能源的过程,就是能量转换和传递的过程。水力、煤炭、石油、天然气这些自然界的能源必须经过人工的转换与传递,才能被人们利用。把一次能源——煤、石油、天然气等转化为使用最方便和最普遍的二次能源——电力,往往需要经过三个阶段。

第一阶段从燃料到热能。但作能源使用的煤、石油、天然气、柴薪、氢、沼气等燃料,都要在各式各样的炉子中燃烧而转

化为热能。燃烧的过程就是燃料中的化学能转化为热能的过程。热能可以直接利用,也可以通过热机转化为机械能,然后输出使用,目前世界上有 90% 左右的能源是经过从化学能转化为热能这个环节被利用的。

第二个阶段从热能到机械能。煤或其它燃料在炉中燃烧后产生高温燃气,把热传给锅炉中的水,使水变成具有一定温度和压力的蒸汽。蒸汽进入汽缸,在膨胀过程中,推动活塞,经过连杆,转动曲柄轴,输出机械功,带动各种机械运动。热能转化为机械能的过程比第一阶段复杂。

第三阶段是从机械能到电能。蒸汽机、燃气轮机等产生的机械能推动发电机,产生电流,如用水力或风力等发电,则可直接由机械能通过发电机转换成电能。

当前有些科学家正在利用能量转化的原理,试图把过去难于或不可能作为能源使用的资源转化为能够作为燃料使用的能源。他们试图从煤制取煤气、燃料油和甲烷,从油页岩获取燃料油,从废物中提取可燃物,从水中制取氢……这些方法被称为“由老资源获取新能源”,以寻找解决能源问题的新途径。

七、能源与人类社会

自然界中蕴藏着丰富的能源。现在,我们能利用能源种类已不算少,从最普通的草木燃料到电能、原子核能。但是,人类不是一开始就能利用各种能源,而是随着科学技术的发展逐步地扩大能源利用范围的。一些能源在未被利用前,也许人类的幻想都没能达到、如核能;也许人们熟视无睹,如海洋能;也许是人类恐怖的恶魔,如地震。而这些能源一旦被人们认识和利用,就可以为人类社会的生产和生活提供能量和动力。人类利用能源的历史,就是人类认识和征服自然的历史。人类对能源的利用,作为一个历史发展的过程,每一次范围的扩大都以科学技术的一次飞跃作为前奏,然后伴随着生产技术的重大变革,有时甚至引起了整个社会生产方式和生活方式的革命。至今,人类社会经历了三个重要的能源时期,即柴草能源时期,煤炭能源时期,石油和天然气能源时期,目前又向以太阳能、核能为主体的多样化新能源时期过渡。以下我们就按这个线索简略介绍人类开发能源的进程。

刀耕火种的时代

在一百多万年以前,人或类人在动物王国作为一个新种

而脱颖而出。起初,象他们的动物祖先一样,人类是狩猎——采集者,他们先是从地上收集植物,后来发展到猎取小动物。当人们把周围的一切搜掠殆尽之后,就转移他处。原始人是流浪者、游牧者。他们最初利用的能是从食物中获得的,用来维持自身生活机能和寻找食物而四处活动所必须的代谢能。这样,维持生命和保证人类的迁徙活动就是人类对能量利用的最早形式。

在人类进化到一定程度时,狩猎——采集者发现了一种新的能源——火。它能提供光和热,或用来保存食物。这些东西也给人类提供了第一个舒适的生活环境,而自从人类使用了火,通过燃烧有机物取得热能,人类社会就开始了柴草能源时期。这一时期,柴草是主要能源。

在这一时期,人类利用火来煮熟食物,取暖和照明,同时,由于使用火,得到了较高的温度,人们学会了冶炼矿石,用金属代替石头制作工具。用金属(最早是青铜)作为制造劳动工具及工艺品的原料,是人类物质文化史上的重要一页。

火的使用将储存在草木燃料中的化学能转变成热能,但是,当时人类还没有掌握热能转变为机械能的技术,因而,人们没法从火中得到动力,而动力是人类社会活动不可缺少的,因而这时动力只能在人力、畜力和一些简单的水力、风力机械中去寻找,早期的风力机械有帆船、风车等,水力机械有小船、水磨、水车等。

以柴草为主要能源的时期延续了漫长的时间。直到18世纪初,社会生产和生活中能量使用方式没有多大改变,即使冶炼金属,也是以木材(木炭)为燃料。而且,直到今天,广大发展

中国家的农村以柴草枯杆为燃料,耕种负重靠人力和牲畜的现象依然很普遍。当然,从世界整个能源消费结构看,柴草能源时期早已成为历史。

在漫长的柴草能源时期,人类控制能源的能力没有多大进展,只有把能源消费集中在柴草之上。然而,柴草的储存量是有一定限度的,树木的更新时间又较长,人类不断地砍伐森林,并且大规模地焚烧草木,辟田耕耘,使世界森林面积日益缩小。另一方面,森林被砍伐变成了荒野,失去了调节气候、维持生态平衡能力,环境质量日益下降。例如,我国黄土高原,原是森林茂密,草原肥美的草原地带,由于长期的不合理开垦和滥伐森林,造成现在大面积的荒山秃岭,水土流失严重。在欧洲,原有茂密的温带森林,由于那里曾是世界上工业最先发达的地区,能源的需要量也增长很快,直到中世纪前,欧洲所使用的燃料以及炼铁的还原材料全靠木材。到16世纪文艺复兴时期,由于科学技术的提高和工业的发展,出现了木材供不应求的局面,昔日茂密森林,很快就变成了原野和牧场。在某种意义上说,前人应当为今天人类荒原承担部分责任,因为他们过度开采了本该留后代的资源。由于他们的过失,后代面临的自然环境(包括资源)变得比古代险恶得多。在某种程度上,一个能源时期的结束,意味着前人把后人推到了一种“山穷水尽”的局面,逼着后人只有背水一战,自己寻找出路。

煤炭走上历史舞台

挑战对于人类,既是压力,也是机会。由于木材供应不足,材料短缺而使工业发展陷于停顿局面,这时,煤炭的开发就把人类社会推向了一个新的时期。¹⁸ 世纪产业革命开创的工业大发展,逐步扩大了煤炭利用。蒸汽机的发明,使人们能将燃烧煤的热能转换成机械能,代替人力、畜力、蒸汽机成为生产的主要动力后,人类的能源利用也就进入了一个新的历史阶段——煤炭能源时期。

人类发现煤炭的历史相当长,我国是开采使用煤炭最早的国家,早在 2000 多年前的春秋战国时代就已开始把煤做燃料,在汉唐时代,就已经建立了手工煤炭业,煤在冶铸金属(利用热能)方面得到了广泛的应用。但是煤的早期利用主要是获取热能。而动力依旧只能从人力、畜力、风力和水力中获得。在漫长的中世纪,自然动力和燃料的利用平行发展着。

随着社会的发展,动力的需求量愈益增长,对动力的要求也提高了,这样,风力和水力等自然动力的缺点就逐渐暴露出来。风力变化不定,无法广泛利用。至于水力,由于早期的各种水力机械力量都很小,效率也很低。由于不能把水力输送到较远的地方去,利用水力的工场和作坊只能建筑在水轮旁边,而建水轮的地方往往交通不便,水力的利用受到很大的限制。另外,水力还受河水流量的制约。有些情况,如为了抽吸很深的矿井中的积水,水力和当时已有的各种动力都无济于事。这

一切迫使工业的动力基础必须有一个根本的改造。需要发明一种在任何地方都能装置,并克服一系列缺点的发动机。十八世纪下半叶,英国的瓦特终于解决了这个问题,他在前人的基础上,经反复改进,研制出了一种用途广泛的发动机——蒸汽机。蒸汽机是将蒸汽的热能转变为机械能的发动机,而提供热能正是煤炭。1784年,瓦特在他所取得的专利说明书中,他没有把自己的蒸汽机说成是一种用于特殊目的发明,而是把它说成是大工业普遍应用的发动机。事实也确实如此,到十八世纪末,瓦特的蒸汽机普遍代替了水力发动机,成为英国许多工业部门的动力。蒸汽机的发明是技术发展史上的一次伟大变革,它有力推动了十八世纪的工业革命,为手工业生产迅速过渡到大工业生产开辟了道路。

蒸汽机的发明对冶金业的发展也起了很大的推动作用,蒸汽动力的应用使鼓风炉开始在冶金业中展露头角。这一时期,欧洲冶炼工业中的能源从木炭转向煤。这样,作为蒸汽动力来源和冶金业燃料的煤炭,需求量急剧增加,近代的能源工业——煤炭工业开始在世界广泛建立起来。

与以往的各种能源相比,煤为人类提供了多得多的能量。只要不断地采掘地下煤层并把它运输出去,人们就能在需要能源的地方获得能源,生产地点不再完全受地方限制了,工厂开始在城市中集中起来。由于生产中可供利用的能源增多,利用形式改进,工业产值也有了很大的增长。从1770年到1840年七十年间,英国工人的每一工作日的生产率平均提高了二十倍。

蒸汽机成功地把热能转变成机械能,这是人类社会的一

大革命性的进步。十九世纪七十年代,在人类大力探索对热能利用的同时,人类社会出现了一种使生产更加革命性的强大力量——电。电力在 19 世纪末进入社会的各个领域,电动机代替了蒸汽机、电灯代替了油灯和蜡烛、电力成为工矿企业的基本动力及生产和生活照明的主要来源,社会生产力有了大幅度的增长,这从根本上改变了人类社会的面貌。

电能是“二次能源”。要获得电能,必须首先具备产生电能的其他能源。现代工业上大量应用的发电机实际上是将机械能转变为电能的能量转换装置。大量机械能的来源,基本上有两个途径:一种是通过汽轮机等热机和其它设备把储藏在化石燃料里的化学能转变为机械能,这种方法就是火力发电;另一种是利用水力来发电,即水力发电。

火力发电厂是一个能量转换工厂。煤运进电厂后,首先经过破碎、研磨,制成粉状。然后喷入蒸汽锅炉中燃烧。锅炉产生的高温高压蒸汽通入汽轮机中,驱动汽轮机旋转,汽能机带动发电机发电。

水力发电的生产过程是:从水库引水,使水冲击水轮机旋转,水轮机带动发电机即产生电能。

作为二次能源的电能之所以获得广泛应用,是同它本身具备的优点分不开的。首先,电能可以比较方便而经济地向远方输送。在一般情况下,机械能只能传递十几米,热能只能传送几公里,而电能却可以在任何距离内传输——从几米到几千公里以外。电能输送时的能量损耗,也比输送机械能,热能小得多。其次,电能可以直接与其它形式的能互相转化,这点在前两章里大家看得很清楚。电能的再一个优点是电能和机

机械能之间的相互转换效率高。电能的第四个优点是比较“听话”，容易管理。电流的大小和电能的“输停”都可以方便地加以控制。

正因为电能如此优越，因此把煤炭“加工”成电就成煤炭能源时期煤炭资源耗费的另一种方式。

从 18 世纪末到 20 世纪初的 100 年时间里，以煤为主要能源的世界，发生了科学技术、经济和社会的巨变，今天这个高度现代化的世界经济，就是在以煤为主要能源的基础上建立起来的。

然而，随着工业的发展，煤炭的消耗越来越大。因烧煤产生的大量烟灰、飘尘和有害气体，污染了环境。人们逐渐转向比它更优越的新能源：石油。

石油：能源擂台的新盟主

由于石油具有燃烧值高、灰分少、便于运输和使用的特点，19 世纪中叶，石油资源的发现开创了能源利用的新时代。尤其是 20 世纪 50 年代初，西方国家，首先是工业发达国家，加快了由煤炭向石油、天然气的转变速度，开始动摇煤炭在能源消费构成中的主宰地位。50 年代中期，世界石油和天然气的消费量超过了煤炭，成为世界能源供应的主力，使人类利用能源的历史进入第三阶段——石油能源时期。

石油的发现要早于煤炭。因为能够燃烧的象水一样的液体，一旦溢出地表，当然易于引起人们的注意。不过，如果不经

炼制,原封不动地作燃料使用,因汽油的挥发会立即燃烧起来,酿成火灾。所以古时候,石油只用于战争,至于作为燃料一直要到 19 世纪后期才开始。1859 年,美国人多列依库在宾夕法尼亚州钻成了石油井,地下采油技术获得了成功。在这之前,尽管需要石油,可能由于只能采集自然溢流在地面的石油,数量有限,因而不能充分发挥它的作用。多列依库油井开发后,石油便开始了大量生产,逐步普及了用蒸馏器分馏原油,除去汽油,制成燃点较高而安全的灯油的技术,从而石油成了重要的能源。

石油普遍应用,除了炼油技术的普及外,另一个重要推动力是内燃机的使用。

内燃机主要用石油产品——汽油、柴油等液体燃料作能源,燃料燃烧后产生高温高压的燃气,同蒸汽机中的蒸汽一样,通过膨胀向外作功。在利用能源方式上,内燃机不同于蒸汽机。蒸汽机只能间接地使用能源,亦即必须利用锅炉产生蒸汽。内燃机则能直接利用能源,燃料就在气缸内燃烧。内燃机不象蒸汽机浪费那么多热,热能在通过气缸壁逸去之前就发挥了最大功用。

内燃机用石油产品作能源,是有不少优点:石油密度小、容易开采、便于运输、发热量比煤高一倍左右,这就可能使内燃机克服蒸汽机笨重,无法在轻便的运输工具中应用的弱点,更重要的是,内燃机直接利用能源,因而,热能的利用效率比蒸汽机高,一般蒸汽机车的效率仅 8% 左右,内燃机(柴油机)的效率高达 40%。所以,燃烧石油产品的内燃机在经济建设和军事上都得到了广泛的应用。正是内燃机的发明,导致汽车

和飞机的出现。特别是柴油机,功率较大,可用于驱动轮船,机车、重型车辆和发电机,军事上被应用于军舰、坦克、装甲车、内燃机的发展大大地提高了石油能源在生产上和军事上的重要性。

在第二次世界大战后,飞机制造业发展神速,汽车大量生产。石油作为汽车和飞机的燃料,需要量大量增加。同时,在美国、在中东北非等地区相继发现了巨大的油田和气田,国际石油公司随即投入了大量资金,急剧地扩大了石油的采掘业和炼制造业,逐步形成了世界性的石油销售系统,大量石油涌入国际市场,进入生产和生活的各个领域。50年代中期,西方世界石油和天然气的消费量超过煤炭,60年代石油就占据了世界能源消费的首位,1973年达到53%,这是继柴草和煤炭转变后,能源结构演变的又一个重要里程碑,是一场具有时代意义的能源革命,对促进世界经济的繁荣和发展起了非常重要的作用。

过渡时期——探索新的能源使用模式的开始

由于石油储量有限,据估计,目前地球上可开采的石油储量,包括海底石油在内,约3000亿吨左右。1984年世界石油开采量为27亿吨,而且以后每年石油消费以8%以上速度增长,可以想见,不要多久,石油就会枯竭。1973年第四次中东战争后,石油输出国组织把石油标价在一年内提高了3倍多,并实行减产,禁运等措施,使西方国家发生了“石油危机”、震

撼了世界；1979 年伊朗政局变动，使伊朗原油大幅度减产，世界石油市场又一次呈现混乱，各进口国纷纷抢购，石油再次涨价约 1 倍，沉重地打击了各工业国家的经济。

石油虽好，但我们必须面对“石油后时期”。为此，许多国家开始寻找新能源，能源开发的脚步开始踏入过渡时期。这个能源过渡期的主要特点是：由以石油、天然气为中心的能源结构、逐步向以煤炭、核能、太阳能等多能源方向转变。

这个过渡时期，能源的变革将是一段相当艰难的历程，需要经历一段很长的时间。但是只要新能源——原子能、太阳能、地热能、氢能等使用技术有所突破，这个时期的天空就不会是灰暗的。

八、能源危机：前面闪起了红灯

能源危机概略地说就是 70 年代以来出现的世界能源(主要是石油)供需紧张形势,有人又称之为石油危机。

我们已经介绍过,由于石油便于开采、运输、加工和利用、在二战以后,人类能源利用(主要是西方国家)正进入了石油能源时期。石油变成了西方世界的主要能源,成为西方国家战后经济发展的“黄金时代”的重要支柱,1973 年,石油已占能源总消费量的一半以上。

人类能源消费严重依赖石油。如果有个忧天的杞人忽然问:如果哪天石油供给出现了障碍,人类将怎么办?杞人忧天,未免是多虑之举,而杞人忧能源,则表明了一种远见,因为,人类确实从本世纪七十年代就遇到了石油供给问题,这也就是历史上的能源危机。

听起来是一个传奇的故事

世界上石油储量极不均匀,中东地区的总储量为 6628 亿桶,占世界总储量的 66.3%,拉丁美洲占 12.1%,而亚太、北美、和西欧分别仅占 3%、3.2%和 1.4%。

60 年代以来,中东的石油开发得到了迅速发展,至 1973

年,西方世界石油消费的一半,都是由中东提供的。从而使这一地区对世界经济,主要是西方国家的经济有着至关重要的影响。套用一句俗语,就是“中东打一喷嚏,西方就会感冒。”

然而,长期以来,中东并没有打喷嚏,世界经济也似乎很健康,天下太平。之所以如此,一个很重要原因是中东地区石油输出国并没很好地控制本地区石油资源,而是由西方石油垄断财团操纵了这里的石油生产和贸易,1959年2月和1960年8月,西方石油化司先后两次降低中东和其它地区的石油标价,使产油国蒙受极大损失。

随着石油资源的进一步开发,主要产油国不再愿意吞下别人塞到嘴里的苦果。为了维护本国石油资源和民族经济权益,1960年9月10日,伊拉克、伊朗、科威特、沙特阿拉伯和委内瑞拉在巴格达开会,决定联合起来共同对付西方石油公司,维护产油国石油收入。9月14日宣布成立石油输出国组织(欧佩克),目的在于“协调和统一成员国的石油政策”,并确定旨在单独地和集体地维护成员利益的最有效的手段。随后,其它一些国家也加入了欧佩克。

欧佩克成立以后,在60—70年代,曾与西方石油公司展开坚持不懈的斗争,多次提高了原油标价和石油税率,并开始进行石油国有化运动。

1973年10月第四次中东战争爆发,阿拉伯石油生产国为了打击以色列及其支持者,把石油作为政治斗争的武器,采取减产,提价,禁运以及国有化等一系列措施,展开了一场震撼世界的“石油战”,引发了一场波及整个西方世界的“石油危机”。需要提请注意的是,1973年时日本从中东地区进口的石

油占石油进口总额的 76%，西欧占 84%，美国占 19%。

10 月 6 日爆发战争当天，叙利亚首先切断了一条输油管，黎巴嫩也关闭了输送石油的南部重要港口西顿。10 月 7 日，伊拉克宣布将伊拉克石油公司所属巴士拉石油公司中美国埃克森和莫比尔两家联合拥有的股份收归国有。接着，阿拉伯各产油国在短短几天内连续采取了三个重要步骤：

10 月 16 日，海湾地区的科威特、伊拉克、沙特、卡塔尔、阿联酋五个国家和伊朗决定，将海湾地区原油市场价格提高 17%。

19 月 17 日，阿尔及利亚等十国参加的阿拉伯石油输出国组织部长会议宣布，立即减少石油产量，决定以九月份各成员国的产量为基础，每日递减 5%，对于美国等支持以色列的国家石油供应逐月减少 5%。

10 月 18 日，阿联酋中的阿布扎比酋长国决定完全停止向美国输出石油。接着利比亚、卡塔尔、沙特、阿尔及利亚，科威特、巴林等阿拉伯主要石油生产国也都先后宣布中止向美国出口石油。

阿拉伯国家发动的“石油战”，突破了美国石油垄断资本对国际石油产销的控制，沉重打击了美国在世界石油领域的霸权地位。美国每天的石油进口减少了两百万桶，许多工厂被迫停工关闭，正在受到能源危机困扰的美国政府不得不宣布全国处于“紧急状态”，并采取了一系列节省石油和电力的紧急措施，其中包括：减少班机航次，限制车速，对取暖用油实行配给，星期天关闭全国加油站，禁止和限制户外灯光广告等。甚至连白宫顶上和联合国大厦周围的电灯也限时关掉，尼克

松还下令减低他的座机飞行的正常速度,取消他周末旅行的护航飞机。美国国会通过法案,授权总统对所有石油产品实行全面配给。美国国防部正常石油供应几乎有一半中断。美国在欧洲的驻军和地中海的第六舰队不得不动用它们的战时石油储备。

美国为了对抗阿拉伯产油国的石油斗争,威胁要使用武力占领这些国家的油田。沙特、科威特和利比亚立即发出严正警告:如果美国胆敢武装入侵,就立即炸毁油田和有关设施,彻底摧毁美国在中东的石油利益。阿拉伯国家的坚决态度,迫使美国不敢贸然动手。

阿拉伯国家对亲以色列的其他国家也实行停止供应石油。由此导致的石油短缺使其中主要依靠中东石油的国家遭到沉重打击,经济增长速度急剧下降,一些国家出现负增长。由于日本对中东石油依赖性最大,因此,日本所受影响最大,经济从10%的高速增长,降为2%的负增长,损失产值约500亿美元,占国民生产总值GNP的10%。在日本,被迫实行石油配给制度,降低室内采暖空调标准,拆除公共事业照明设施,周末关闭汽车加油站,规定汽车行驶速度,缩短服务行业营业时间,限制商业用电甚至减少夜间电视广播时间等等,作为对付石油短缺的应急办法,全国上下呈现一派勒紧裤腰带过紧日子的气象。在这种局面下,西欧、日本等国为了获得中东的石油供应,对美国支持以色列的政策拉开距离,从而阿拉伯世界达到了分化西欧、日本同美国关系的目的。

在这场石油斗争中,阿拉伯产油国还夺回了石油定价权,每桶石油标价从1973年9月的3.01美元提高到1974年1

月的 11.65 美元,进一步限制了西方石油公司的利润。这次中东战争后,石油输出国组织还为实现参股和国有化而积极斗争,使大多数成员国达到全部或大部分地控制本国的石油资源。

1973 年的第一次石油危机,使世界意识到中东也会打喷嚏,而且其势不小。但更令西方感冒的是,一旦打出第一个响亮的喷嚏,中东再平静下来就很困难了,在以后二十年里,中东又发生了多起引起世界石油市场震动的事件,其中重大的有三起:

1978 年,伊朗政局发生重大动荡,伊朗的宗教力量在宗教领袖霍梅尼领导下,发动了广大人民群众参加的旨在推翻巴列维国王统治的伊斯兰革命运动,同年 8 月,国王宣布对德黑兰等十二个城市实行军管。但是,反对巴列维王朝的示威和罢工规模更加扩大。12 月 10~11 日仅德黑兰就有 200 万人游行示威,全国一片混乱,造成石油工业全面停产,国王先是武力镇压,继之妥协让步,均未能奏效,最后于 1979 年 1 月离开了他统治达 38 年之久的国家。由于伊朗是石油输出大国,因此,伊朗政局动荡造成的石油停产导致了历史上的第二次石油冲击。

1980 年 9 月 22 日,伊拉克出动 10 万军队向伊朗进攻,80 年代中东地区规模最大、持续时间最长的两伊战争正式爆发了。战争一开始,双方在打击对方军事设施的同时,就着手摧毁对方的石油设施。1980 年 9 月,伊拉克袭击了伊朗炼油中心阿巴丹(伊朗最大的港口和石油城);1981 年 5 月,伊朗袭击了伊拉克石油城巴士拉;1984 年,伊拉克在波斯湾发动

了震惊世界的“油船战”，一个月袭击油货船 20 艘左右，这使石油输出大大减少，海上石油通道被切断。1985 年 8 月，伊拉克袭击了伊朗石油输出中心哈尔克岛，严重威胁到世界各国石油供应。两伊战争于 1988 年 8 月 20 日正式宣布结束。由于在这场旷日持久的消耗战中，作战双方采取摧毁军事力量和经济力量双管齐下的方针，因而，两国经济的支柱——油田、油泵站、石油化工厂等石油设施受到严重破坏，而两国都是石油输出大国，这样，两伊战争给世界石油市场又一次强烈震撼。

1990—1991 年的海湾危机和海湾战争是最近一次中东地区“打喷嚏”的例子。由于伊拉克武装入侵科威特，海湾地区再次成为世界瞩目的焦点。在这次危机中，伊拉克放火点燃科威特油井，破坏石油设施，与实际行为相比，伊拉克人向外界提出的威胁性警告更令世人恐慌。尽管美国在这场危机中极力表明自己是道义的化身，但究其实质，这场战争还是一场“石油战争”。

在历史事件的背后

据统计，从第二次世界大战结束以来的 47 年中，引起国际石油市场震动和变化的事件多达 8 次，平均五六年一次，这些事件都发生在中东地区。而每次石油市场动荡就引起一次世界性的石油恐慌。但是，“狼真的来了吗？”

1. 廉价石油时代的结束

1968年,美国国务院曾照会外国政府:美国的石油生产即将达到能力极限。一切友好政府都必须知道美国为缓和紧急情况而能投产的额外能力已濒于消失。

然而,当时的世界里很少有人认真地设想失掉这种缓冲能力的含义是什么,因为,西方工业国家在五十至六十年代空前的经济增长中,一向是随心所欲地使用石油的。西欧和日本的石油主要依靠中东,美国自然也可以从中东进口石油。中东是上帝赐予的油罐,那里提供大量的廉价石油。

1970年,大约在美国石油工业诞生一百一十年后,美国国内石油工业生产达到了顶峰,并开始了下降的历程。然而,石油的需求依然继续增长,于是大家的眼光越来越集中于中东,这意味着依赖性增强,并且增加了脆弱性,至于对这种脆弱性已构成某种威胁的看法,则并未受到重视。即使有人意识到这个潜在的问题,但因人们总认为需要更多的石油是理所当然、大众所趋,轮子上的美国社会恐怕也就无暇去认真考虑这个问题了。

1973年末到1974年初的第一次石油风潮,标志着稳定地取得廉价石油的时代已告结束。石油输出国把世界其它国家划入了一个高价油且不保证供应的新时代。这次石油危机已构成战后历史的一个转折点,给予全世界一次强烈的经济和政治冲击,给战后西方的经济增长投下了长长的阴影。就国际格局而言,这次事件推动了世界力量的转变,中东已不再仅是一个可以忽略的地缘概念。

石油危机可以当作一次警告,它明白地告诉世界,将来的

实际油价只可能再贵,问题只在于涨得多么快及贵到什么程度。从西方国家的角度看,石油价格上涨会使它们国民收入受到损失。他们还认为,油价的大幅度增长是通货膨胀,国际收支不平衡的间接原因。总之。他们认为石油价格的突然爬升的经济后果很可能是一次大萧条。

石油问题的政治影响大概不亚于其经济后果。经济增长的延缓和通货膨胀的加剧首先使国内矛盾加深,而后就使西方国家之间矛盾加剧,美国作为世界上最大石油进口国,总因石油涨价而受到更多指责。同时,更多地依赖于中东国家石油,必将意味着石油进口大国的对外政策会日益为石油供给国家所牵制。而中东政治不稳定,石油供应受干扰,则无疑表明西方国家头顶上有一柄悬剑。

“狼真的来了吗?”如果我们认为“狼”就是高价油且不保证稳定供应的时代,则狼真的来了,而且,对大多数世人来说,狼似乎是一个太突然的不速之客。

可以看出,人们侈谈的历史上的能源危机,主要还是“价格危机”和“供应危机”,而且这里的供应危机是人为造成的,造成危机的深层原因更主要的是经济和政治原因,是国际社会经济和政治发展极端不平衡的结果。

我们知道,石油的储量分布极不均匀,按照现有探明星,中东地区占世界总储量的 66.3%,拉丁美洲占 12.1%,而前苏联及东欧、非洲、北美和西欧分别仅占 5.9%,6%,5%,3.2%和 1.4%,在石油生产方面,1989 年中东的日产量为 1659 万桶,占世界总日产量的 34.6%,然而,石油消费量的 71.6%却集中在发达国家,其日消费量为 3655 万桶。这表明,

在地缘关系上,石油资源分布,生产和消费存在相当的不一致性。这在经济上就可导致买方垄断和卖方垄断,石油价格是买卖双方矛盾的焦点,而且,由于石油的经济和战略意义,它又能跟政治发生密切的联系,这样,能源危机就常常作为国际社会经济和政治发展极端不平衡的一个外在表现。

2. 高价石油又能维持多久?

不知前面的论述是否会给读者一个思维上的暗示:即能源危机仅是一个政治经济问题,是人与人斗的结果,廉价石油享用不成了,那只要我们出高价,石油还是会滚滚而来吧?

在历史上的能源危机后,多数人仅仅以谈论能源危机为时髦,但也有一些人开始审慎地考虑能源问题,他们发出疑问,高价石油又能维持多久?

回顾一下石油开采史,可能有助于我们来思考这一问题。一百多年前,石油首先开始在东欧和北美以商业规模开采。1870年,在黑海西岸,安装了第一台蒸汽钻机,这一新事物显示了工业部门走向繁荣的开始。从1880年到1930年,石油开采量的增长显示出指数规律,平均值为每年7.4%,这足可使其开采量每十年翻一番。而后开始了探明大型石油产地的工作,首先是伊朗,然后是伊拉克、沙特、科威特和阿联酋。1946年后,开采量又回到了平均速度7.3%,1975年开采量达到每年195亿桶,以后由于欧佩克的限产提价,石油开采指数增长势头受到抑制,1989年石油开采量约为180亿桶。

从上面我们看到,在相当长的历史时期,石油消费是呈指数增长。而我们知道,石油是遥远的地质年代留给我们的一份

遗产。在短期内储量是不会变化的,这样,人类是否会“坐吃山空”?

石油资源是会枯竭的,如果我们不采取别的替代能源而且还按现在这个趋势“吃”下去的话,这就是能源危机的又一个更为深刻的意义。目前已耗用了世界石油探明可采储量的40%。70年代以来新发现的石油资源跟不上石油产量的增长,剩余可采储量不断减少,现在只有800亿吨,如果再探明不了新的储量,按目前产量水平计算,可采年数已不足30年,大至在2020左右年石油将告罄。

能源资源的枯竭不仅表现在石油上,其它目前可供开发的一次能源也有相似的命运。按目前探明储量和年产量,除煤还能维持二、三百年外,铀矿将于2030年被采完;工业发达国家天然气将于2020年被采完,发展中国家也将于2060年发生天然气短缺,即使煤炭,由于煤井越来越深,开采越来越困难,成本越来越高。

这样看来,如果按现在能源消费模式,高价石油也维持不了多久,其它一次性能源资源也在枯竭。而且,我们在讨论这些能源资源枯竭之时,并没有讨论人们的意愿。由于这些能源使用对环境的污染,人们早就想请它们提前退出舞台。但因“朝中实在无人”只有忍气吞声“让猴子充大王”了。

比起上一小节所讲的能源危机,这里能源危机的含义更为深刻。前者是人类社会的不协调而引起的,而后者则表明自然对我们的苛刻。

面对人类社会的不协调,我们只有以一种新的智慧来解决。石油输出国与输入国要寻求一种妥协,以保证公平,保证

效率,这是政治问题,需要政治家的胆识,我们这里就不多议论了。

面对自然的限制,我们该怎么办?悲观主义者认为,我们只有俯首于自然,克制我们人类对能源的需求,这是节约能源最原始的动机;乐观主义者认为,不必为下一世纪的事而忧心忡忡,人类是聪明的,到那时人类应该早到了新技术,能源危机实际上是“智者多虑”,最多是技术暂时危机,于是,他们认为,人类既然只是缺少技术,那就在技术上打主意吧,顺着这两条线索,下一章我们详细地论述能源危机中人类的对策。

请新技术来扮演圣诞老人

虽然在人类历史的发展过程中,从未停止过对能源新技术的开发和探索,但是在大多数的时间里人们总是沉浸在发现新能源的惊喜之中,接着便是竭尽全力地勘测和开采,忽略了对资源的保护以及深加工技术的开发,直到1973年的“能源危机”,使人们猛然认识到多少年来一直依赖的能源竟是有限的。

当然在一阵恐慌之后,引起了人们对能源的开发和利用的高度重视,能源问题已经成为各个国家列为优先考虑的战略问题,能源的开发和利用则成为整个人类共同面对的研究课题,因而在短时间内,人类的智慧又一次显现其不可低值的力量。“山穷水复疑无路,柳暗花明又一村”,具有划时代意义的能源新技术给人类的未来带来了希望。在这一节我们就介

绍一些能源新技术。由于是谈技术,不妨专业化一点。

对于能源新技术我们可以从两方面——硬方案和软方案,来说明其具体的内容和含义,需要强调指出的是,这两个方案相辅相成,缺一不可,也不能互相代替。这两个方案各自提供了观察世界及其问题的不同方式。

硬方案的特点是:全球性、总体性、宏观性和一般性,它所考虑的是下列事实:当前世界人口有 50 亿之多,人均能耗在两千瓦以上,粗略估算,全球能耗总量超过了 100 亿千瓦,用科技术语表示为 10 垓瓦。

除非出现空前规模的全球性大灾变,到本世纪末,谁也无法阻止世界人口达到 65 亿,其中发展中国家人口占四分之三,而在发展中国家,人均能耗的增长将会是最为显著的,保守地估计,本世纪末人均能耗上升到三千瓦,全球能耗需求将至少为 20 垓瓦,相当于目前世界能耗总量的两倍。所有的能源问题专家都期望,在下一世纪,无论是人口还是能耗的增长都会趋于平缓,最终处于 100 垓瓦以下的“终极”水平。

假使将来要开发如此大量的能源(相当于目前能耗的十倍),我们必须在相当大的程度上依赖三种可能的选择:核裂变、核聚变、太阳能。这就是所谓的硬方案。同时,没有人试图只简单地从中选择一种技术单独使用,而是将上述各种不同技术结合起来,并与产量不断下降的矿物燃料一起使用。

目前上述三种技术都存在着各自的问题。核裂变技术燃料浪费极大。实际上,除非我们同时使用高效的核增殖反应堆,否则现有核反应堆所需要的铀燃料在下个世纪初将被用完。然而,核增殖反应堆不但存在技术上的困难,而且是非常

危险的,核增殖反应堆将产生钚,这不仅是毒性最大的物质之一,也是制造核武器的基本原料,尽管许多人坚持认为,在将来核增殖反应堆是可行的,但几乎所有人都承认该技术也是最危险的。

核聚变,可以最终地解决能源问题,它主要依靠从海水中提取的几乎是无限的氘燃料,但迄今为止,还没有人能够持续地控制核聚变过程,尽管当前的研究工作正在大规模进行,并且据日本的研究人员称,已经成功地在实验室里实现了室温核聚变,但没有人认为在本世纪内可望建立核聚变发电厂。

利用太阳能也是一种很有吸引力的解决办法,众所周知,其资源是无穷的,潜力是巨大的,但问题在于它的能量过于分散,如何有效地利用太阳能,不但技术上很困难,而且需要的经费也很多。不论使用大规模太阳能光电池阵列,还是利用成千块巨大的跟踪太阳的反光板,将阳光聚集在中心锅炉上以产生蒸汽推动发电机,都是如此。当然,太阳能也有一条优点是核裂变能或核聚变能都不具备的,即太阳能既可以用来推动一座 1000 兆瓦的电站,也可以用来仅为一座房屋供热,带动一个水泵,或给一个村庄供电照明,换句许说,太阳能的利用可以不拘规模,而核聚变或核裂变却是做不到这一点的。

与太阳能相关的光化学能转换是目前最新型、最热门的研究领域,虽然此项技术还不成熟,也没有形成规模效益,但它仍以其可再生性、无污染而被认为是最具生命力的“未来能源”。这其中最引人注目的是:包括大规模制氢在内的水的光分解技术和培育“能源植物”的生物质能技术,我们将在本节稍后对此进行详细介绍。

软方案的特征是：灵活性、局部性、小规模应用，硬方案考虑的是全球性能源需求，并寻找宏观上与能源需求相匹配的资源，而软方案涉及到较小的资源，以满足局部的能源需求为目的，这对于发展中国家成千上万的村庄中仍然缺乏动力的状况，无疑是最适合，最经济的一种选择。

除去太阳能以外，单独依靠软方案，不可能满足全世界的能源需求。软方案包括水力发电、地热和风力发电、海洋能和生物质能，也包括小规模应用的太阳能，在这些能源中，没有一种能源可提供 5 兆瓦以上的容量，在大多数情况下远远小于这个数量，虽然这些能源不能解决全球性的能源问题，但并不意味着可以忽略它。恰恰相反，在世界上大约有二十多处地区可以建立有效的、有使用价值的潮汐电站。没有人会因为这些潮汐电站不解决世界上其它地区的能源问题，而建议不要考虑这些电站的建设。在未来的世界上，我们必须因地制宜地利用各种经济上合理的能源。

软方案还有其它重要特点。例如：水力发电可以小到推动一台不超过 2 千瓦的发电机为一个小村庄照明，也可以大到建立一座容量为 100 兆瓦的发电站，水力发电这种可以小规模应用的特点，是特别有价值的。因为发展中国家不象发达国家那样普遍采用全国电力网输电解决乡村用电问题。很简单的原因是，由于输电距离过长，投资太高。致使发展中国家的人口只有 15% 处于国家电力网覆盖中。将来的解决办法，很可能是主要依靠当地的可再生能源，包括生物质能、风能、太阳能、水力发电以及在一定条件下的地热能。地热能是一种重要的资源，在某些情况下，从规模上讲，可以列入硬方案中，据

估计,世界上可利用的地热总量比全球矿物燃料总量多许多倍。

同样,软方案中的各种技术也不会单独的被人们所使用,与硬方案相比,软方案更需要各种技术的交叉联合,才能持续保证能源的使用,已经有科学家为我们设计了一种:风能——太阳能——沼气——雨能的“综合能源体”。系统中各种能源互为补充。例如,当降雨时,正是没有太阳能以及风能利用出现困难的时候,而这种新型的雨能应用,则是在一“天井”的四周皆安装集流板,雨水集中流入“天井”而落在转轮一侧的叶片上,同时直接降落的雨滴也落在转轮一侧的叶片上,转轮便连续转动而驱动发电机产生电力。

在对硬方案和软方案有了一个初步了解和认识之后,我们可以说:核裂变、核聚变、太阳能硬应用这些能源的组合,可以成为全球持久性能源系统的基础。矿物燃料、太阳能软应用、水力发电、生物质能以及前面提到的其它能源,虽然不是无足轻重的角色,但也只能作为辅助性能源。下面我们分别对各种能源新技术进行较为详细的阐述。

(一)一劳永逸的大手笔:硬方案

1、核裂变能

当前,主要的核电站采用热中子反应堆,其缺点是铀燃料的利用率仅仅为天然铀潜在能量的1%左右,核增殖反应有可能使燃料利用率高达60~70%,但是目前核增殖堆技术仍

有许多难题没有得到解决,如:燃料加工厂的高放射性核废料的处理问题;大规模破坏性瞬变过程的可能性以及使用钠金属而带来的危险等等。不过,由于每发一度电所需要的核燃料成本要比用石油发电便宜 3 倍,因而目前已经有四百多工业规模的核反应堆投入运行,总装机容量超过 10^9 千瓦,占世界发电总量的 15%,且保持着上升的趋势,特别是在法国,核电已占全国发电总量的 70%,不仅在发达国家,在包括我国在内的许多发展中国家,也相继有核电站投入使用。

世界上绝大多数投入运行和正在建设的核电站都是使用热中子反应堆,其中四分之三属于轻水反应堆类型(LWR),包括压水反应堆(PWR)和沸水反应堆(BWR)。轻水反应堆是从美国核动力潜艇技术演变的,轻水堆需要使用含量为 2—4% 浓缩铀燃料。利用天然铀作为燃料,使用重水慢化和冷却的叫做重水反应堆(HWRS),它无需对燃料进行浓缩处理,此类反应堆已经商业化,只是规模相当小。前一个时期英国和法国曾发展利用天然铀作燃料(石墨),由空气冷却的反应堆,但由于投资太多,无法与浓缩铀反应堆相竞争。针对核电站的发电效率比较低,总效率约为 29~33%,所谓“高温气冷反应堆”(HTGRS)应运而生,并达到相当成熟的阶段,在这种反应堆中,所有部件,包括燃料元件,都是由耐高温的陶瓷材料制成,该反应堆用氦蒸汽冷却,输出温度理论上可高达 900~1000℃ 以上,这样高的出口温度可获得非常高的总效率。

目前使用的热中子反应堆,最大缺点是铀燃料的利用率非常低,理论上每千克裂变燃料所含能量为 100 万瓦·天,而实际上重水反应堆中每千克铀燃料仅输出 7500 千瓦·天的

能量后就必须取出,压水反应堆每千克核燃料也只能输出 3.3 万千瓦·天的能量,从重水反应堆取出的核燃料废料中仍含有 0.2% 的铀²³⁵,而从轻水反应堆取出的废料中则含铀²³⁵为 0.9%,同时,这些核燃料废料中还含有相似数量的裂变钚。综合看来,在这两种反应堆系统中,天然铀燃料的利用率只有 1%。

为了提高天然铀的利用率,出现了核增殖反应堆,即能够从资源丰富的铀²³⁸和钍中“繁殖”出比其消耗量更多的裂变原料,因此,增殖堆中的铀燃料利用率比当前使用的热反应堆要高出许多倍,可达 60~70% 以上,这不仅意味着可以输出 60—70 倍的能量,而且使得核燃料成本在能源生产总成本只占很小的一部分,这样,铀成分含量很低的物质,甚至海水,也成为潜在的核燃料,从而核能资源实际上成为无限的。

核增殖反应堆的构造比热反应堆复杂得多,核增殖反应堆必须利用快中子运行,因此不使用慢化剂,该堆芯单位容量释放的能量大大高于热中子反应堆,因此不得不使用液态金属作为冷却剂(钠和钾),核燃料必须高度富集钚,因此在增殖堆内裂变材料的容量很大现在核增殖反应堆主要面临下面这些技术性问题。。

(1)核燃料的回收:

快中子增殖反应堆利用高度浓缩的燃料,需要大量的钚,不仅仅在反应堆运行的初始阶段,而且在整个倍增时间内,这些钚必须通过热中子反应堆的运行逐步积累,裂变钚必须在核燃料后处理厂,从热中子反应堆烧过的燃料中提取。反应堆用过的核燃料具有极高的放射性,因此必须在核电站中用水

浸泡若干个月,一直到其放射性和热能释放率降低到原来的万分之一,即使如此,目前对于后处理厂中剩余的具有高度放射性的核废料的永久性处理,仍然是一个复杂的难题。

(2) 大量的瞬态反应

快中子增殖反应堆的物理特性与热反应堆不同,在快中子增殖反应堆中,功率的迅速和瞬时性的增长更易发生,且核燃料的装载量大大高于同等功率的热中子反应堆,因而,该反应堆的安全系统设计原理必须与热反应堆的有所不同,假设在大量的瞬态反应发生时,两套各自独立的停堆系统又同时失效,堆芯将熔化,承压容器也将开裂,但反应堆壳体、一个回路管道和保护外壳的设计,要能够保证在发生这种最严重的事故时,仍保持完好,不能让放射性物质泄漏出来。

(3) 处理钠金属及放射性的危险性:

基于快中子增殖反应堆堆芯中很高的功率密度和其物理特性,液态金属成为最理想的冷却剂,而其它冷却剂成本都过于昂贵,目前所有运行的快中子增殖反应堆都使用液态钠钾合金作为冷却剂,钠、钾都是很活泼的金属,一旦与空气接触,就会发生难以控制的自燃,同样,与水接触也会发生非常剧烈的化学反应,因此,快中子增殖反应堆在向外输出热能的同时,要防止冷却剂与水直接接触。

钚是快中子增殖反应堆的主要燃料,一座发电装机容量为一千兆瓦的反应堆需要一次投料若干吨钚,钚具有 α 放射性,半衰期为两万年,小于1微克的钚如果摄入人体即可致命。另外,钚还是一种非常危险的爆炸物,同时又是制造原子弹的原材料,如果全球的能源经济建立在快中子增殖堆的基

础上,势必需要大量的生产和使用铀,由于复杂的核燃料循环过程,不仅仅反应堆本身,而且包括燃料后处理厂和燃料元件制造厂,以及核废料的储存都带来了潜在的放射性危险。

根据最新的研究表明,在不久的将来,这些技术上的难题是能够妥善解决的。

2、受控核聚变

目前核聚变仍然处于研究阶段,其过程是由较轻的原子核碰撞并聚合成较重的原子核,同时释放出能量。聚变物质发生在高温物质中,例如太阳内部,以地球上的轻元素为原料,受控核聚变极有希望成为一种主要的几乎是用之不尽的新能源。

核聚变反应堆必须满足两个基本条件:第一,燃料温度必须达到五千万至五亿摄氏度。第二,必须满足劳森判据,即等离子浓度与能量约束时间的乘积必须大于 10^{14} 秒/厘米³。最容易实现的是用氢的同位素氘作燃料的聚变反应,其它的聚变反应,例如氘—氘、氘—氦³ 或氘锂⁶ 都需要更多的条件。

(1)磁约束系统的研究与技术

最显著的研究成果是在托卡马克装置中接近核聚变反应堆所要求的等离子条件,在该装置内,电子流通过外加强大磁场的环形室(形状如充气的汽车内胎)内的等离子体,对后者进行加热和约束,再利用二次加热技术,离子温度从 700 电子伏增加到约 2000 电子伏。既改善了约束时间,同时又获得了更高的等离子体浓度和更纯净的等离子体,已观测到约束时间与等离子体浓度成正比关系,其结果是热绝缘值提高了 40

倍,即已达到能源输出所需要的数值。

目前通过应用大型计算机已有可能相当准确地模拟托卡马克装置运行的过程,从而有可能预测在已有参数的情况下托卡马克装置的性能,进而推算整个反应堆的性能。

在普林斯顿大学的大型托卡马克试验装置中,通过中性粒子束的注入,已经实现了接近聚变反应堆所要求的温度条件。当注入功率为两千千瓦时,离子温度达六千万摄氏度,并且离子温度的增加并未伴随着约束时间的缩短。在前苏联,等离子体的压力与磁场的比值已接近 4%, (对于一座经济的热核反应堆,比值需要达到 5~10%), 最新得到的热绝缘值也已提高到劳森判据相同的数量级。

大多数磁聚焦核聚变反应堆的概念性设计是以托卡马克系统为基础的,商业开发的研究首先注重在氘—氘反应堆上,因为氘—氘反应需要的物理条件最容易实现,并且在相同的压强和体积中,该反应可产生最大的功率输出。氘—氘反应决定了核电反应堆的一些主要特征,氘必须不断从热核反应等离子体周围包层的锂元素中产生出来;热核反应产生的热能由壳体中的冷却剂输送到普通发电厂的热发电机组中去;反应堆的壳体外,必须设有生物保护区,以便将中子和 γ 射线降低到安全数值。

其它类型的磁控系统以仿星器最具代表性,该系统不需要在封闭的等离子体中注入电流即可对等离子体进行约束,为了确保等离子体的平衡,通过外部线圈建立一个具有复杂几何圆形的磁场。在仿星器、扭曲器、螺旋回光器中,此磁场是一个扭曲的场,具有“转动变换”的特性,与托卡马克装置相比

具有连续运转的潜力。

此外,以具有拓扑结构简单特点的开端系统为基础的,“磁镜”式“核聚变能量倍增器”也已经成为重要的反应堆侯选方案。

还有不少反应堆技术方面的问题有待进一步的探索:反应堆再生区的几何构造;堆中氙的处理和储存;真空壁材料的开发;磁偏滤器的线圈系统;超导磁场线圈的设计;冷燃料的注入;注入中性原子和射频加热;可逆的能量储存系统;以及在环境保护和维修等方面的具体的设计和实验研究。

(2) 惯性约束和激光核聚变反应堆:

对于利用惯性约束的核聚变系统,目前尚处于可行性研究阶段,它将适用燃料制成的小球异常迅速地加热加压,直至达到出现热核反应并产生可用数量的能量的条件。这些燃料小球可以通过激光、电子或离子束,以及磁压缩技术加热到所需要的温度。

激光核聚变反应堆由一个反应腔组成,在腔内由脉冲激光点燃燃料小球,发生氘—氚聚变反应,释放出热核能,锂再生区环绕在聚变中子源周围。激光核聚变反应堆与约束聚变反应堆的重要区别在于脉冲能量把大量能量在极短的时间区间释放。其最小的能量释放量级约为 100 兆焦耳,相当于 20 千克强力炸药。由燃料小球的微爆引起的流体力学冲击波较容易得到控制,这是因为其能量载体为少质量的高能粒子。但由于中子能位相当高而在壳层和结构材料中引起巨大的应力,一个主要的设计问题是研制低压腔,它能保持反应能量,在低压腔内既能用脉冲激光对燃料小球进行加温加压,又不

允许在射束的射程中使激光能量有过大的损失,同时,又要在燃料小球四周保持一定厚度的回收区。

为了解决惯性约束核聚变反应堆所遇到的典型的“内壁问题”,目前已经提出了若干种激光核聚变反应堆的概念设计,并提出了三种内壁类型:干壁、温壁、磁防护壁。激光核聚变的另一个主要问题是发展高效激光器,包括高可靠性的光学工程,以及经济可靠地制造燃料靶球技术。

利用相对性的电子束完成微爆炸的技术已经取得最新进展,试验证明有若干种方法能使电子束在靶表面实现磁聚焦。能量的吸收和传递过程以及将核聚变燃料上千倍地压缩,并被加热到上千电子伏温度等,都已通过试验得到证实。对核聚变产生的中子数额和能量的测量说明了上述事实。另外,对于实现聚变燃料靶的点火来说,强离子束比电子束更具有潜在的优点。因为离子的停止长度远远小于电子,从而可以使用更轻的燃料靶,因此,许多使用离子的设想正在研究之中。还有的研究人员正试图利用爆聚釜实现等离子靶的磁压缩。

从七十年代以来,美国和日本都明显增加了核聚变方面研究的人力、物力、财力。迄今对于核聚变技术的估价表明,不太可能通过核聚变技术来解决本世纪末之前可能发生的能源短缺问题,比较现实的希望是,如果从现在起就开始进行全球性的努力,那么在下个世纪初核聚变能有可能开始用来弥补能源供应与需求之间日益增大的差距,在下个世纪头 20 年以后则可能为电力生产作出重大的、不断增长的、最主要的贡献,核聚变工厂投资高昂,所以在开始大规模建设核聚变发电厂之前,必须取得核聚变发电厂长期可靠的运行经验。如果经

过示范证明核聚变技术是经济 and 实际可行的,那将成为一种新型的、持久的、最根本、最终性的能源资源。

3、太阳能

太阳能是一种取之不尽的能源,但是从中提取有用能量,却是一种相当困难的事情,利用太阳能一般包括被动式和主动式两种系统,虽然都具有巨大的潜力,但都存在大规模应用上的困难,最主要的问题是太阳能利用设备投资大。例如太阳能电池,太阳能淡化水设备,以及由于负荷高峰与太阳光照高峰不匹配而必须设置的储能装置。

太阳辐射是一种用之不竭的能源,太阳辐射在地球大气层表面的强度是 1.35 千瓦/米^2 ,由于空气的吸收、散射和反射,太阳辐射在通过地球大气层时受到衰减,这是由于空气分子本身,灰尘和自然存在的各种气体,命名如:臭氧——滤掉大部分紫外线,水蒸汽——强烈吸收近红外区的光线,二氧化碳——强烈吸收中红外区的光线,在达到地球表面时,仍然有高达每年 1.2×10^{17} 瓦的能量,这相当于目前每年世界能耗总量的两万倍,尽管数额巨大,但只有一小部分能量能被利用,利用效率取决于所处地理位置和当地的气象条件。

对于太阳能系统的设计,最有用的数据是日照强度,通过世界上为数众多的气象站收集的数据可以计算出以任意角度和任意方向安装集热器所接受的日照强度,这个数值在世界各地相差极大,在南极洲仅为 9 兆焦/米^2 ,在澳大利亚西海岸,则为 25 兆焦/米^2 。

除了发展被动和主动太阳能系统可以直接利用太阳能以

外,太阳辐射通过自然过程能够形成“二级能源”,如:生物质能、风能、水力能等等,这些将在后面的软方案中加以介绍。

(1)被动太阳能系统:

被动太阳能系统是指系统内的热能完全靠自然方式来传输,如:辐射、传导和自然对流等,这种系统提供了简单、经济、实用的能量来源。太阳能最直接的用途是加热水,目前通常用于太阳能加热水系统的装置是住宅和商业用太阳能热水器,在日本这样的装置已经有两百万套,由太阳能加热的游泳池已经出现在澳大利亚和美国,一个潜在而重要的太阳能利用方式,是为工业提供热源,这方面的具有相当规模的太阳能工业加热系统的可行性实验正在进行当中,试验的目的在于确定该系统的可靠性、寿命和经济性能,在低中温区范围内,事实上太阳能利用是最经济的。

在所有太阳能直接利用的技术中,太阳能谷物干燥技术也许是最古老和最广泛采用的,这个传统的技术是将谷物薄薄地摊在地上,经风吹日晒以至干燥。最近,特别是在水果干燥方面采取了许多改进措施,主要是将水果放在特制的台架上,以便控制其光照程度,并改善了整个操作过程。太阳能特别适于新鲜水果、鱼类和肉类的干燥,在将来,组合式集热干燥器、平板式空气集热器和储能系统的进一步发展,将大大有助于太阳能干燥技术的发展。

此外,太阳能可以提供很好的采暖条件,通过认真选择房址,处理好玻璃,在房内储存余热,保温和通风,就可以建成适于各种气候的被动式太阳房。

(2)主动式太阳能系统:

任何一个表面暴露于阳光下,温度都可能上升,这是因为太阳辐射被吸收并转变成热能,如果一种传热介质(空气、水或化学流体)在这个表面流过、它将带走从太阳光得到的热能。已经设计出的几种太阳能集热器通常分为非聚焦式太阳能集热器(平板集热器)和聚焦式集热器两种形式,前者又可分为低温集热器($40-60^{\circ}\text{C}$),中温集热器($60-100^{\circ}\text{C}$)和高温集热器(100°C 以上)

太阳能空调技术包括供暖和制冷两部分,太阳能供暖技术,以水作为传热介质除了需通过热水泵从水箱中回收热能外,基本上是太阳能加热水技术的扩展,但这里所用的集热器与储热装置要比太阳能加热水系统大得多,以便满足供暖基本需要,若干实验性的太阳能供暖房已经建成,它们备有集热器、储热装置、辅助加热器、合理分布的热交换器与控制装置组成的供暖系统,有的甚至与热泵联接起来。

太阳能制冷的各种方法,迄今为止,研究最彻底的系统是溴化锂/水吸收工艺,在此工艺中,沸腾器从太阳能加热系统取得 $80-90^{\circ}\text{C}$ 的热水。如果能开发出温度在水沸点以上的价格合理的太阳能集结器,就可使用人所共知的氨/水制冷系统,太阳能制冷技术通常是用于保存食物,以及菌种和药品的储藏。

太阳能蒸馏和淡化技术是利用太阳能淡化海水和咸水,旧式的方法已有百年的历史,现代太阳能蒸馏的发展着眼于所用的材料,设计的经济性以及结构有耐久性,以降低淡化水的成本,最新的方法之一是应用热力学太阳能转换器,通过反渗透的方法淡化海水,淡化水的成本主要取决于蒸馏器的产

水量、寿命和投资,而太阳能蒸馏器的产水量取决于光照的强度和持续的时间。阻碍太阳能蒸馏器广泛应用的原因主要是投资大。

太阳能热电转换系统(STECS)的工作原理,首先是收集太阳辐射并将其转换成热能,然后通过热力学循环将热能转变成机械能,推动发电机发电,系统潜在的转换效率为 25%。太阳能热电转换系统有两个主要类型:分散集热系统和中心接收系统。前者又分两种方式:一种方式是通过集热器场收集太阳能,以流体或化学物质为热载体经管网系统输送到中心热电转换装置。另一种方式是每个太阳能集热器都带有一个小发电机并将所有分散发出的电能统一输送到中心站再向外输送。第二种的中心接收系统主要有一个巨大的统一控制的反射镜场,太阳辐射集中反射到装在中心塔顶的接收器上(这个太阳反射镜场,实际上是一个巨大的可变的抛物面反射器)。在接收器内产生高温高压蒸汽,用来推动蒸汽透平发电机而产生电能。目前所设计的太阳能热发电厂一般是与常规发电厂结合的混合式发电厂,或者是带有足够大的储热装置,用来延长发电时间的中继式发电厂。太阳能热发电特别适于具有丰富太阳能资源,很少阴天的干旱地区。

利用太阳能发电的另一个办法是通过光电转换技术。太阳能电池,是以单晶硅薄片或硫化镉薄膜为基本材料并由适当的透光材料封装而成,当阳光照到电池片上,由于半导体的光电效应即可发出直流电,单晶硅电池的效率可以达到 15%,容量一般为几千瓦,光电转换的潜在优势是相当诱人的,它没有运转部件,理论上寿命可超过 100 年,维修保养简

单、经济、能够有效利用直射和散射的太阳光,整个发电系统可以按照使用要求设计,可大可小。太阳能航标灯和太阳能微波中继站是太阳能光电转换的典型应用。

太阳能还可以直接推动发动机,成为太阳能发动机,其中的热力学循环过程是:液态的工作介质经过太阳能加热而变成蒸汽,蒸汽在活塞或旋转式发动机中膨胀作功,然后进入冷凝器还原成液态,在泵的推动下开始另一循环过程。太阳能发动机最广泛的用途是提水。

太阳灶很早就已经设计成家庭炊事用具,但有两个最大的缺点是:必须在太阳光照射下工作,必须在白天有阳光时才能使用,人们提出了两种改进太阳灶的设想:通过传热系统,使得烹调可在厨房中进行;使用某种能量储存系统,可在晚上或者阴天时做饭。

所有的太阳能加热系统都需要储热装置,以免当吸收的能量超过负载消耗时造成消费,小型太阳能热水系统使用保温的铜和搪瓷水箱,作为储热装置,卵石储热系统已经试验性的地用于空气加热器。梯度盐池可用于收集和储存太阳能,在太阳池底部的高浓度盐水的非对流特性使太阳能热能得到储存,这些热可以通过安装在适当深度的热交换器引出。除了上述热能的储存外,能量还可以化学能的方式储存在二次蓄电池内,最常见的是铅酸蓄电池。其他还有镉镍和银锌蓄电池,具有 70—85% 充放效率的更先进的蓄电池有:硫化锂、硫化钠、氯锌溶液电池等,氢气很有可能成为多用途的、有效的载能体。氢气作为未来的燃料,可由太阳能电池发电将水分解来得到,并用压缩或氢化金属的方式储存起来以供需要。

4、煤炭的再开发

在前面的章节中我们已经介绍过在人类发展史上,煤曾经做出了巨大的贡献,当十六世纪出现木材燃料危机时,就开始了大规模地使用煤作燃料,煤加速了机械化、现代化的步伐,从十八世纪末到二十世纪初的一百多年时间里,以煤作为主要能源的世界,发生了科学、技术、经济和社会的巨变,但是,进入二十世纪以后,由于石油的开采和应用都比煤方便,而且石油的燃烧热值也比煤高得多,煤的地位开始动摇了,从1965年起,就世界范围来说,石油总消耗量开始超过了煤,但很快,1973年的石油危机,把人们从依赖石油的美梦中惊醒过来,最乐观地估计,到二十一世纪中叶,石油生产免不了要接近尾声,这时煤又重新东山再起,受到人们的关注。

煤虽然和石油一样,也是化石燃料,在地球上储藏量是有限的,但比之于石油,却多得多,蕴藏量达到六千四百亿吨,比石油多六倍,若加上不易开采和品位较低的,则共有十万多亿吨,就是以每年消耗量六十亿吨计,煤还是可以维持我们两个世纪的需要,人类将在这期间有充裕的时间发展新的能源技术,从这个意义上来说,煤是人类从受资源约束的能源时代过渡到不受资源约束的能源时代的桥梁,所以可以称煤为“过渡能源”,当然,这时的煤呈现出的是一副崭新的面貌。

限制煤炭开采和利用大幅度增长的主要因素有:采矿投资大,影响人的身体健康和环境;目前从坑口到发电厂的运输方法,消耗了大量的人力,且效率低下,煤炭在燃烧时释入出的有害气体和烟尘极难去除,并遗留大量灰渣;大多数发动

机,不能直接将煤炭作为燃料使用等等。针对这些问题未来煤炭技术发展将主要从以下三个方面着手:提高当前煤炭生产技术;改善煤炭的利用状况;在煤炭的生产和利用方面采用新技术。

(1)煤炭生产技术的提高:

在适合的条件下发展露天采矿技术是显著降低开采成本的办法,但受到自然矿藏条件和环境问题的制约,在露天采矿中大规模地采用机械化和自动化技术可以获得较高的经济效益并减少对矿工健康的损害,对于地下矿井,最有希望的采煤技术之一是地下气化技术。

近年来,在煤炭运输技术研究方面的进展,对远离用户的新开煤矿至关重要,因而提出了建立煤炭综合运输基地的设想,管道输煤技术是可供长距离输煤选择的方法之一,这种气动管道输煤是使用压缩空气输送煤炭,另外一些长距离泥浆输煤管道已经投入使用,并显示了较高的运输效率,要想进一步提高煤炭运输的效率,必须将上述方法在最经济的条件下实现最佳组合。

建立坑口电站是解决煤炭运输的另一种方法,电站通过远距离高压输电网将电直接送到用户所在地,坑口电站特别适用于大规模褐煤储量的地区,煤矿—发电厂—化工厂的联合体运行结构,可以在当地生产人造油、工业用气体和化工产品。因而也较好地解决了煤炭远距离输送的问题。

(2)煤炭利用技术的改进

改进煤炭利用技术的一个有希望的方法是煤炭的流化床燃烧技术,这种方法以新型锅炉技术为基础,煤炭在该种锅炉

内借空气气流,始终保持流态化状态,空气流同时供给燃烧所需要的氧气,在流化床锅炉内温度恒定,煤炭颗粒在中等温度 $800-900^{\circ}\text{C}$ 进行有效的燃烧,因此煤炭的灰分不会熔化,而不会在锅炉内结渣,此外还可能利用燃烧中非腐蚀性气体推动燃气轮机发电。流化床具有非常高的热传导率,因此具有床内炉管长度相对缩短的优点,其热效率约在 $78-95\%$ 的范围内,而且有害气体释放程度降低,从环保角度来看,流化床燃烧技术也是相当好的,试验性的工厂证明,此项技术投资比常规低 $15-25\%$,而总效率要高 10% 。

另一种提高热电厂燃煤效率的途径是采用燃煤磁流体发电技术(MHD)。在磁流体发电机内,导电的工作介质流与磁场相互作用直接产生电能,通过位于发电机通道两侧的成对电极引出,其特点是磁流体发电可以将热能直接变为电能,电流的大小取决于工作介质流的电导率,作为工作介质的气体在极高的温度下,电离成为导电体或等离子态,如工作温度低于 2000°C ,则必须把一些容易电离的碱金属化合物,送入燃烧室内,以增加工作介质的电导率,以保证磁流体发电机的有效运转,磁流体发电机用过的工作介质仍有相当高的温度,可产生高温蒸汽,因此,燃煤磁流体发电机相对于常规发电厂可以看成是高温气体的“第一级”循环回路,按照这一设想进行联合循环发电可以大幅度提高总的发电效率,使其达到 60% 。与此同时,由于在流程末端安装静电除尘器,“种子材料”又能作为硫的吸收剂,因此可以显著降低有害气体的释放。

(3) 煤炭利用新技术

利用煤炭制取人造燃料在煤炭利用史上掀开了新的一页,并能取代石油和天然气推动发动机,利用煤炭获取人造汽油和煤气的化学工艺理论是众所周知的,不外乎两大类方法:一种是往煤里加氢,使得煤中碳氢比例中氢的量增加,从而变成液体或气体燃料,另一种是从煤里除碳,用减少碳含量来降低煤中碳氢比例中碳的份额,结果也能达到使煤液化或者气化的目的。

煤的气化已经有两个世纪的历史了,真正从气化反应为主的煤的气化技术,是本世纪二十年代才发展起来的,具体介绍如下:

a. 高温干馏:“热解”是人们最早采用的一种对煤的加工方法,过程很简单,只要在隔绝空气的条件下,把煤逐渐加热就是了,由于高温的作用,含在煤里的有机物就开始分解,其中挥发性物质和低分子分解产物,就以气体或蒸汽的形式逸出,留下的则是焦炭,逸出的气体经过冷凝分离后,还可以得到粗苯和焦油混合的液体,以及以甲烷、氢和一氧化碳为主要成分的气体。

b. 发生炉气化:这种气化的方法,是将空气通进贮有高温煤层的发生炉,在那里进行一系列的氧化和还原反应,最后把煤气化。就整个过程来说,就象是空气把煤气化成了一氧化碳。这个气化过程,由于氧化反应所放出的热量,大于还原反应所吸收的热量,所以整个反应系统不需要供热,理论上,大约能够把百分之七十的煤转化成煤气。

c. 水煤气化:这种方法是把高温的水蒸汽和空气,通入预先粉碎好的煤层中,以进行反应,与发生炉气化一样,由于一

部分煤和空气中的氧气发生燃烧反应,就有足够的热量来供应水煤气化反应所需要的热能,在煤和水蒸汽之间发生的化学反应中,煤索取了水蒸汽中的氧,生成一氧化碳,并同时放出水中的氢气。水煤气化的情况,与发生炉气化的前半段相似,但燃烧反应的结果不一样,因此水煤气化的结果中一氧化碳和氢气含量比发生炉气化产生的要高一倍多。

d. 加氢气化:为了把煤气的主要组分变成甲烷,以提高热值,最好的方法还是在煤的分子里加进氢去,具体过程是,从水煤气化反应,经过转换反应(在摄氏三百五十度高温和每平方厘米几十公斤的压力下,应用催化剂,使一氧化碳和水汽作用,生成二氧化碳和氢气),调整水煤气化反应的气体中一氧化碳和氢分子的比值达到一比三,然后再进行甲烷化反应,生成甲烷和水。生成的气体经过净化,甲烷纯度可达百分之九十二,可以说是煤气化的理想产品了。

e. 地下气化:前面四种煤的气化过程,是在地面上特殊的设备进行的,要是我们能在把煤从地下开采出来之前,就在地下气化成煤气,就将节省大量的人力、物力和投资,目前,地下气化采用的有气流法、钻孔法、高压法等多种,但不管用什么方法,主要一点是相同的,就是在地下煤层中,造成一个气化的空间,空间相对两边,各开一条通向地面的孔道,一条鼓入含充分氧气的空气,以帮助煤在地下燃烧、反应,注成煤气从另一条通道引出,以供使用,由于煤层所处的地理情况很复杂,气化反应的规模又巨大,通常会遇到地下水、透气性、顶盖岩石带来的许多问题,但地下煤气化仍不失为一个大有可为的领域。

煤的液化反应最早由德国化学家伯尔齐乌斯于一九一三年提出来的,由于考虑到煤的液化产品比气化产品的能量转换效率更高,液体燃料又比气体燃料容易贮存和运输,所以煤的液化比气化更为重要,下面是四种主要方法:

a. 低温干馏:原理和高温干馏完全一样,差别只在于低温干馏的最终温度只在五百多度,从而得到液体产品——焦油,经过加氢裂解,就可以得到性能优良的燃料油。

b. 加氢液化:就是以煤和相当于煤量的二十分之一的氢为原料,用氧化铁作催化剂,在 465°C 高温和二百个大气压力下,经过反应,生成汽油和含有低沸点烃类、甲烷和氢的燃料气,这个过程实际是把煤里的大分子粉碎,断裂的键遇到氢,变成小分子稳定起来,最近不出现了煤的液相加氢法,但与石油相比,成本都过于昂贵。

c. 溶剂萃取:加氢液化缺点是氢的用量大,煤的利用率降低了,而溶剂萃取可以改善这一状况,它是用煤本身的液化产品为溶剂,与煤粉混合。在这一过程中,煤里的有机物,都会被溶剂“浸”出来,这时,溶剂象是起了氢原子的作用,氢煤分子分散了,然后再把这种混合物在高温高压下进行加氢反应,生成煤气和燃料油。

d. 合成汽油:与加氢液化法不同,它是先把煤经水煤气化反应和转换反应,全部变成一定比例的一氧化碳和氢气,再通过二者的化学反应合成汽油。

可以预计,上面所提到的煤炭利用新技术将使煤炭的利用进入更有效、更广泛的阶段,煤炭将表现出继续作为世界主要能源之一的巨大潜力,这一点,在本世纪的最后期间,当其

它有希望的能源技术还处于大规模应用之前的开发和试验阶段时,将是特别重要的。

(二)、积铢累寸的措施:软方案

1. 生物质能

目前使用最多、最广泛的能源是石油、天然气、煤炭、它们都是亿万年前古生代石炭纪的地球上的植物被埋在地下,在高温高压条件下,发生化学反应之后形成的化石燃料,显然这种转化过程所需要的时间远远大于人类消耗这些已有的化石燃料的时间,于是资源将套会现枯竭,很自然,就有人作出一种假设,能不能把过去需要千万、万万年在地质下面进行的化石燃料的生成过程,放到地面上来,而且通过新的技术,把漫长的转化时间压缩为几个月,让化石燃料,特别是石油,直接从某种植物上“长”出来,事实证明这绝不仅是个妄想,一九七八年,美国加利福尼亚大学的研究人员,以一些热带大戟科植物为基础,培养出好几种“石油草”,它光合作用的产物,是一种含碳氢化合物的白色乳状液,割开表皮就可以收集起来,稍加提炼,就是真正的石油。

石油草培养试验的成功,为人类开辟了一个通过光合作用来利用太阳能的崭新天地,因为它预示着生物质能有着非常显著的优势,将有可能成为一种根本的、永久性的能量来源,其优点在于:

a. 有储存能量的能力

- b. 可以再生,循环往复,永不枯竭
- c. 可采用现有的成熟技术进行提炼、利用,因而投资少
- d. 目前的人力和材料资源完全可以满足开发的需要
- e. 不影响生态平衡,绝无公害

从长远的观点看,生物质能不但把太阳能转化成了化学能,而且大大有利于地球的环境保护,起着净化空气,防治污染,降低噪音,保护水土和滋润大气的作用,当然生物质能也面临着一些问题:需要占用土地,与其它用途争地;能量供应具有不确定性;需要肥料,土壤和水。特别是占用土地的问题,地球上所有的森林、草地和耕地,实际上约为一亿多平方公里,就算在这些土地上全都种上绿色植物的话,那么每年产生的有机碳只有一百六十多亿吨,相当于一年贮存太阳能十五点四亿亿大卡,这将可能满足不了未来日益增长的能源需求,于是研究人员想到了另一个绿色植物的广阔天地——海洋,正致力于能源藻类的探索和试验,还有,目前绿色植物利用太阳能的效率平均只有千分之一点五,与绿色植物光合作用正常应该达到的千分之五之间,还有很大潜力可挖。

除了上述的探索研究外,生物质能在其它方面的利用已经有了显著进展,例如:木材发电厂;酒精的提取和作为汽油的替代燃料;燃烧垃圾发电厂等等。

光合作用总的效率取决于环境和植物本身许多限制因素的相互作用,最容易鉴别的因素是高的光照强度、大的温差、二氧化碳浓度、水量、养分的供应以及光合作用产物是否有储存库等,未来关于光合作用方面的工作是力图选择和控制植物,使其达到更高的产量,并具有可接受的输入/输出能量比,

我们需尽更大的努力研究整株植物的生理学、生物化学以及与环境的作用。

整株植物的光合作用受到许多因素的限制,那么能否建立人造系统以模拟部分光合作用过程,并以较高的太阳能转换效率来生产有用的产品呢?人们正极力探索可见光将水分解为氢和氧以及将二氧化碳固定在有机化合物中这两种关键性的反应机理,以期在人造系统中模拟其过程。

最后,我们应该肯定,光生物能转换系统的不断发展,对于获得能源、食物、纤维和化学物质来说具有长远的意义,在整个能源系统中,生物质能将充当一个很重的角色。

2、水力发电

水能的利用可以追溯到早期文明时代,如今已占总电能生产的 20%,但是在发展中国家,水力资源的开发还远远不够,特别是小水电更是应该大力提倡。

据估计,不把有巨大潜力的小水电资源计算在内,世界水力资源总量为 2.2×10^6 兆瓦,目前运转的水电站装机容量大约为 40 万兆瓦,只占总的水电能量的 35%。水力发电是一种重要的可再生能源,并且是水源最佳综合利用的组成部分,水力发电是社会经济发展的催化剂,它不受通货膨胀的影响,运行寿命长,维护成本低,有较好的经济性。但水力发电需要巨额投资筑坝,还必须建立昂贵的输电网系统,这就要求社会和经济结构,人口分布,电能消费水平都相互适应。

水电站的规模多种多样,小的只有 3 千瓦,大型的达到 12×10^6 千瓦,例如在我国,特别是近二十年中,在农村、山区

建立了六万多座小水电站,总装机容量超过五百万千瓦,这些小水电为农业的灌溉、农村小工业和家庭用电提供了大量的能量,从而大大加快了该地区的经济发展。

目前世界上已经建筑了各种各样的混凝土大坝,而有些情况下,特别是小水电,并不需要建立大坝,集装的灯泡式透平发电机组的发展,可以直接利用河流中的水流进行发电。

为了提高水电站的利用效率,抽水储能电站被设计为发电使用的水部分或全部地由水泵从低处抽回高处而反复使用,利用抽水储能电站可以在峰值用电期提供大量的电能,同时在用电低峰期将潜在的能源转变为有效的和可用的能源,显著提高系统总效率。

水力发电的另一种方式是利用从格陵兰岛冰帽上流下的冰水发电,每年夏天都有大量的表层冰溶化流入海洋或深冰层,在那里重新冻结,如果能够引导这些冰水使其流入海拔较高的自然湖泊,就可以建立一系列大型的水电站,根据负载系数,冰河电站总的装机容量可达六千千瓦到一万二千千瓦。

3、风能

风来源于由太阳照射引起的大气层温度的差异,用风来推动船只和为磨坊、水车提供动力已经有几千年的历史,近年来风能的利用基本上集中于风力提水和提供小规模电力,一些新的利用技术,例如向池塘内压送空气,也在积极的开发之中。

风能也是一种可再生的能源,风机理是把积累在大气层内的压差中的势能转化为动能,全球风能资源基本上在 1200

千瓦左右,但风能的利用与所在地区有着极大的关系,在离地面 20—30 米高度的年平均风速应有足够的数值,使穿过恰当方位的垂直面的能通量达到适于转换的平均值。风的能量与风速的三次方成正比,理论上,最高风能利用率是 60%,而实际最高利用效率只达到 50%,再考虑其它综合因素,一般风力发电机在平稳运行时,将风能转变为电能的效率为 30—40%,如果考虑风速太大时,风能一部分将舍弃掉以维持发电机额定转速,一台风力发电机全年所输出的电能大约只占风能的 15—30%,风力发电机有关的物理学原理和机械工程原理,人们已经完全掌握,大规模批量化的生产也已实现,最主要的风力发电机是双叶片或三叶片水平轴风力机,而近期最有希望推广的风能利用技术是 5—100 千瓦的风力提水机和带两天供电容量蓄电池的风力发电系统。

不仅如此,人们还在探索若干种未来的风能利用方式:

a. 利用风能制取化肥:利用风力机产生静电,在气流中放电并产生氮氧化物并溶于水,得到硝酸溶液。

b. 风力电解水:将风力发电应用于成熟的电解技术以制取氢气和氧气。

c. 风能压缩空气:一方面压缩空气送入河底或海港底部以气泡形式溢出,可防止结冰,另一方面,压缩空气送入水中,在夏季可解决水中缺氧问题。

d. 近海平台风力机:沿海水域有着丰富的风能资源。

4、地热能

把地球内部的自然热能作为资源利用的方式主要有三

种:热水或热蒸汽系统、干热岩系统、引流系统。前两种方式主要用于发电,第三种可用于建筑物采暖、农业上温室应用、工业生产的利用。估计本世纪末,地热能可以提供世界能源需求的 0.8%。

地球外壳有平均为 $20-30^{\circ}\text{C}/\text{公里}$ 的温度梯度,距地表 10 公里深的地壳内,有相当于 4.6×10^{16} 吨标准煤的热能,这是全世界可开采煤炭储量的七万多倍,然而,这么多地热能过于分散,不可能作为世界范围内可利用的能源,适于商业开发的地热资源是指热能集中在可达深度和限定容积内,其温度足够用于发电或热利用的那些地质热藏。

(1) 地热资源的种类:

a. 水热对流系统。地下的蒸汽或热水储藏,在地表面的表现是沸腾喷泉、含硫的泥洼地、喷汽坑,这样一个系统产生于接近地表,处于高热或熔融状态的岩石热源。其上覆盖有疏松的渗透性岩石,在渗水岩石之上是一层不渗水的岩石,水在这种构造中经热岩加热,并被截留,然而,热流体往往从岩石间的缝隙喷射到地表。

b. 热熔岩系统:包括岩浆和热干岩(岩浆周围固化的边缘和覆盖的岩层)目前还不可直接从岩浆提取地热能,利用热干岩的设想是建立一个穿过热岩的循环回路,注入冷水,提取热取或蒸汽。

c. 引流系统:当地壳内高热区域存在着深层沉积构造时,就出现第三种地热系统,地质学上标为地压型沉积和受压型沉积,构造中每立方米的流体中常含有 1—2 立方米的天然气。

(2) 地热能的利用:

通常,地下热水的闪蒸过程用于发电,地下热水达到地表时,由于压力降低,引起热水沸腾,并有 20% 的热水“闪蒸”为水汽,用分离器将蒸汽与水分离、并直接送往汽轮机发电。

另一种方法是二元循环过程。地热水首先用来加热低沸点工作介质,由工作介质产生的蒸汽推动透平发电机,用后的蒸汽加以冷凝并被重新送回热交换器,进行下一次循环。

热蒸汽主要是指约 240°C , 高压的水蒸汽,几乎不含水,很少带有杂质和颗粒,质量很高,可以把蒸汽直接送入汽轮机组发电,使用后的水汽回灌进蒸汽地热构造中。

当然,除了发电,地热更多更广泛的应用是实际的工农业生产,例如:采暖、水产养殖、畜牧业、泥土和木材的干燥、造纸工业等等。

5、海洋能

海洋能是一种在混合能源系统中比例逐步上升的可再生能源,包括潮汐能、波浪能、温度差能、盐度差能、潮汐能和海风能,海洋资源能量密度低,开发利用比较困难,因此,要使海洋能的使用成为现实,关键是发展低压差技术,这就意味着需要庞大的装置,例如潮汐、潮流发电中巨大的转子,风力发电中巨大的叶轮,或者使大量海水流过大面积的热交换器和盐度隔膜。

波力发电已经并不新鲜,无论是海洋式或海岸式波力发电装置,其工作原理都是让周期起伏的波浪去推动一只吸鼓空气的活塞风箱,以产生不断的高速气流,然后用气流去吹动

飞轮,带动发电机发电,波力发电一个显著特别之处是不受白天黑夜、晴雨等自然条件的限制。

海流是由于太阳辐射分布不均匀,引起不同温度的海水之间自然的对流运动,由于海流有着巨大的水量,也就具有惊人的能量,全球海流总功率可达五十亿千瓦,但至今还未有开发和利用。

海水温差发电是借助于一种叫“工质”的低沸点液态物质进行的,工质的特点是在 25°C 左右海水表面温度下沸腾、气化、蒸气推动汽轮机,带动发电机发电,然后发电完成的工质蒸气在五度低温和深海水中冷凝成液体,这样周而复始,循环发电,目前已经有十万千瓦的驳船式海水温差发电厂投入使用。

另外值得注意的是,海水对多数金属都具有强烈的腐蚀性;小的海洋生物会附在发电装置上,影响正常运转;随深度增加,密封也出现问题。

6、几种新型的替代燃料

(1)氢能:

所谓氢能是指氢气所含有的能量,氢是人类最早发现的元素之一,但到了今天,人们又将以崭新的观念赋予它新的使命。把氢作为替代燃料倒不是因为氢的燃烧热高,因为在把水分解成氢和氧时,已经投入了理论上来说相同的代价,而是因为氢的品位和贮存的优势。

能源的品位即质量,低品位的能源用途很窄,不能直接服

务于人类,打个比方来说,有了高品位的氢能,我们可以把火箭推上太空,但即使有十倍于把火箭推上太空的太阳能,不使用特殊装置,连一锅饭也煮不熟。所以把低品位的能源转化为高品位的氢能是很有意义的。

贮存的优势在于:氢是实物,方便运输和保存,利用起来也很方便,在发电站的非高峰用电时间里,大量的电徒然浪费,如果这时通过类似电解的方法,把电能转化为氢能,就实现了对多余电能的贮存。

关于制氢的方法,除了化学反应法、电解法外,人们又实现了光电解水制氢,在未来的太阳能和原子能时代里,氢是最理想的二次能源,除了前面所提到的优势下,其燃烧产物是水,解除了多少年以来能源消费与环保的矛盾。

(2) 甲醇

甲醇是在木材干馏产品中发现的一种无色透明的液体,一直被当作一种重要的化工原料,由于成功地在常温、低压实现了由一氧化碳和氢气合成甲醇,又因为甲醇燃烧过程干净又方便,所以甲醇越来越多地被用来发电和驱动汽车。

(3) 酒精

酒精作为燃料的优越性我们日常生活中已有所体会,它另一个特点是可以直接从蔗糖、淀粉、纤维素等碳水化合物中获得即容易获取。

以上从硬方案和软方案两方面,较详细介绍了能源新技术,当然还有更多的新技术(如燃料电池),等待我们先去开发

探索。细心的读者也不难发现,整个能源新技术也可以按另一种方法分为两类,一类是绝对的永不枯竭的新能源的发现与利用;一类是相对的把现有能源进行深加工和利用。



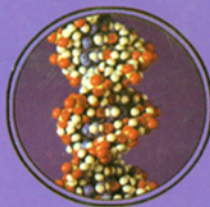
发明创造与模仿生命



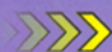
建筑艺术与文明之谜



宇宙探秘与天外来客



地球探源与地表之石



人口危机与生存环境



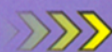
交通工具与能源发展



医学辉煌与生命延续



信息社会与通信技术



遗传基因与心灵奥秘



海洋生命与物质世界



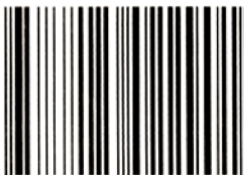
极地探索与科技星河



文明宠儿与印刷革命

责任编辑：陈浩 封面设计：姜浩

ISBN 7-225-02290-3



9 787225 022901 >

ISBN 7-225-02290-3/Z·140

定价：158.00（共12册）