

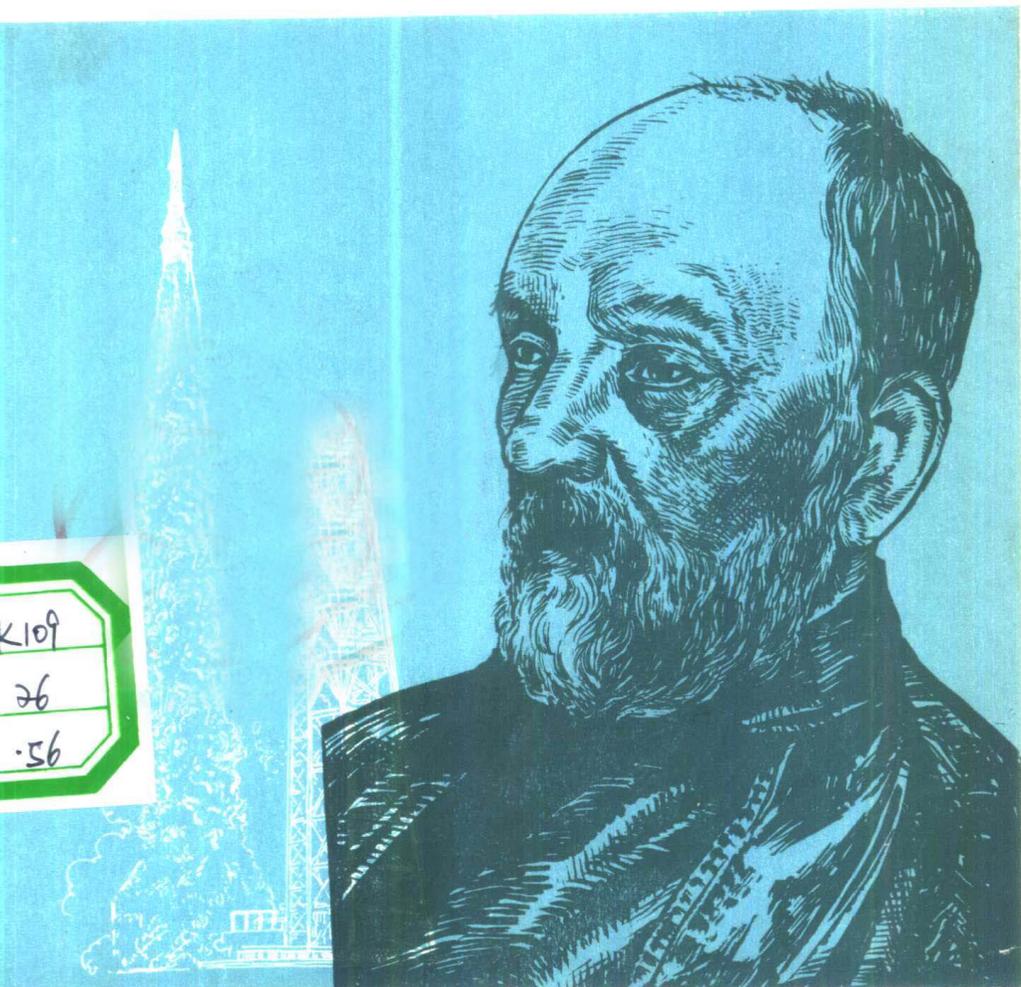
外国历史小丛书

# 星际航行理论的先驱者

## 齐奥尔科夫斯基

商务印书馆

梁锡智



K109  
26  
.56

外国历史小丛书

# 星际航行理论的先驱者

## 齐奥尔科夫斯基

梁锡智

521.00/03

商务印书馆

1983年·北京

外国历史小丛书  
星际航行理论的先驱者  
齐奥尔科夫斯基  
梁 锡 智

---

商 务 印 书 馆 出 版  
(北京王府井大街36号)  
新华书店北京发行所发行  
市政水泥制品印刷厂印刷  
统一书号：11017·600

---

1983年3月第1版 开本787×1092 1/32  
1983年3月北京第1次印刷 字数23千  
印数 5,800册 印张1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>。  
定价：0.16元



齐奥尔科夫斯基

## 目 录

一	人类不会永远停留在地球上 .....	1
二	失去听觉的孩子 .....	3
三	在莫斯科的三年 .....	5
四	“怪教师” .....	6
五	全金属飞艇的设计 .....	11
六	对飞机飞行的研究 .....	16
七	俄国第一座风洞的制造成功 .....	20
八	星际航行理论的奠基人 .....	24
九	科学活动的新阶段 .....	32
十	把一切献给苏维埃祖国 .....	36

## 一 人类不会永远停留在地球上

在晨光熹微或暮色苍茫的时候，如果你凝视繁星似锦的天空，就不难发现那闪烁而过的人造卫星。

今天四十岁以上的人总还会记得，这种抬头即见的“小月亮”，当它于1957年10月第一次被发射到天空时，曾经轰动了整个世界。从那时起，人类开始挣脱地球引力的束缚，把自己的活动范围扩展到了宇宙空间。

紧跟着这个胜利之后，1961年，载人卫星式飞船完成了环绕地球的飞行，第一个人进入宇宙空间。此后，这些勇敢的宇航员们在宇宙中飞行的时间和距离不断增加。

1969年，人类登上了月球。当第一个踏上月球的人跨下登月艇梯子的最后一级，伸出他的左脚迈出第一步时，人类的足迹便开始留在月球荒凉的尘土上了。人类征服宇宙的历史又揭开了新的一页。在这之后，“阿波罗”飞船先后六次成功地把十二名宇航员送上月球，然后又把它们安全地接返地球。

在我们生活的这个世纪,人类还在进行着对金星、火星以及太阳系内其它行星的探测。1977年发射的两个外行星探测器“旅行者一号”和“旅行者二号”,于1979年3月抵达木星附近,发回了木星的照片。预计它将于1986年飞过天王星,1989年飞抵海王星附近,然后越出太阳系的疆界,进入茫茫的银河系。

.....

回顾在探索宇宙奥秘的漫长征途中,古今中外有多少科学家为了把古老美丽的“飞天”幻想变成生活中的现实而呕心沥血,付出了艰辛的劳动。苏联科学家康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基,就是这些值得我们永远感佩的先驱中突出的一位。这个曾被人们讥讽为“卡卢加的聋子幻想家”,为航空、航天和航宇科学<sup>①</sup>的发展,付出了毕生的精力,做出了卓越的贡献。他早在本世纪初就大胆地预言:“人类不会永远停留在地球上”,并科学地论述了将火箭用于星际交通的可能性,提出了建造卫星式星际站和多级火箭的设想,从而将人类在宇宙中航行的思想建立在科学的理论基础之上,为后人开拓了一条通往星际空间的广阔道路。

---

<sup>①</sup> 航空,指在大气层内的飞行;航天,指在太阳系内的飞行;航宇,指在太阳系外的飞行。

## 二 失去听觉的孩子

1857年9月17日，康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基诞生在俄国梁赞省的伊热夫斯克县。他的父亲是位森林看守员，为人正直，工作勤恳。由于家境不富裕，所以康斯坦丁从小就养成了谦虚谨慎、生活俭朴、热爱劳动的好习惯。他是个活泼、聪明、好强、富有想象力的孩子。八岁那年，母亲送给他一只氢气球，这个能在空中自由飘动的小玩具，引起了康斯坦丁的极大兴趣。他常常出神地仰望苍穹：能不能乘坐气球飞向那神秘的星空呢？

然而，对这个天真无邪的孩子来说，未来的生活道路却是极其艰难的。十岁那年，小康斯坦丁患了猩红热，由此所引起的严重并发症使他几乎完全失去了听觉，从此，他成了一个半聋的人。耳聋使他受到孩子们的取笑，而且也无法继续上学了，只好待在家里。父亲由于工作关系要经常到处奔走，不能教育自己的孩子，所以教他读书写字的是慈爱的母亲。不料，灾难接踵而来：两年后，母亲也去世了。后来，齐奥尔科夫斯基曾回忆说：“十一岁到十四岁是我最痛苦、最忧伤的时候。”

半聋的孩子，不愿参加小伙伴们喧闹的游戏，总是一个人不声不响地动手制作玩具，来消磨寂寞的光阴。十四岁那年，他从父亲的书房里找到几本自然科学的教科书，便兴致勃勃地读了起来。这些书籍通俗易懂地阐明了很多重要的科学道理，向小康斯坦丁展现了一个新的天地。从此，书本就成了他一生中最好的朋友和助手。这时，他除了读书之外，还自己动手做了不少模型，如用蒸汽推动的汽车、纸气球、风磨以及带翅膀的飞行器，等等。在制作过程中，他学会了木工、钳工和使用其它工具的技能。这种进行实际操作的本领，对他成年以后的科学活动有着重大的意义。

有一次，康斯坦丁读了一本测量学的教科书，就根据书上的插图制作了一台测量仪器，并用它测量了从家里到望火楼<sup>①</sup>的距离，测量结果非常准确。从此，他就更相信学习理论知识的重要性了。

后来，齐奥尔科夫斯基在回忆这一时期的自学情况时说道：“书是很少的，完全没有老师，因而与理解和吸收相比较，我只好更多地创造。任何提示和帮助都没有，书中不明白的地方很多，这些全靠自己来解决。”也正是由于这样，他从小就培养了判断问题的独立见解和胆量，这种创造和无畏的精神贯穿了他的一生。

---

<sup>①</sup> 望火楼：为防止森林火灾而建造的一种观察了望台。

### 三 在莫斯科的三年

1873年，十六岁的康斯坦丁怀着美好的希望，离开家乡到莫斯科去寻求知识。他的父亲期望儿子能在莫斯科得到学者们的教导和培养。

然而，一个外地人在举目无亲的异乡生活是相当孤单和困难的。为了节省房费，他住在一位贫苦洗衣妇家的一间昏暗的小屋子里。父亲每月寄给他十至十五个卢布，他大都用来买了书和实验用的药品、仪器，因而剩下的钱寥寥无几，只能每天吃黑面包，喝白开水。但康斯坦丁并不因简陋的生活条件而感到苦恼。早晨，他总是到莫斯科最大的图书馆之一——契尔特夫图书馆（即今国立列宁图书馆）去看书，直到工作人员点起了煤油灯，他还在埋头攻读。就在这里，他认识了优秀的图书馆馆员费多罗夫，这是位学识渊博的热心人，他指导康斯坦丁自学，使他在最短的时间内，学完了大学的课程。

齐奥尔科夫斯基还经常饿着肚子，穿着一件被化学药品腐蚀破了的上衣，为购买实验用品在城里奔波；有时，则在旧书摊旁入迷地翻阅各种廉价的科技书刊；晚上，他独自躺在床上，各种奇妙的幻想纷至沓来。

能不能利用地球旋转的能量呢？

能不能制造一个永远悬在空中的金属气球呢？

能不能发明一种可以飞到大气层外的仪器呢？

若干年后，齐奥尔科夫斯基在自传里曾打趣地描写过那时候的生活：“满头长头发，没有时间去剪它，想必滑稽而可怕！我因自己的观念而感到幸福，黑面包并没有使我悲伤。我甚至于没有想到我会挨饿和疲乏。”

就这样，他不知疲倦、不顾困苦地在莫斯科自学了三年，读完了物理、化学、微积分、解析几何、球面三角等课程，并做了无数次实验，验证了书本上的一些理论。自学是他学习科学的唯一方法，也是他获得知识的唯一途径。通过自学，他不仅掌握了书本知识，而且也进一步提高了对科学问题进行独立思考和研究的能力。

#### 四 “怪教师”

艰苦的生活和紧张的学习影响了齐奥尔科夫斯基的健康，他由于视力衰退而戴上了眼镜。尽管如此，在写给父亲的信里，他却从未有过任何抱怨，只是为自己的理想和自学的成就感到欢欣鼓舞。但是，父亲还是

从朋友和同乡那里了解到了儿子在莫斯科的生活情况,知道他破衣烂衫、废寝忘食、又黑又瘦,十分心疼,就写信给他,要他回来。

齐奥尔科夫斯基拗[niù]不过父亲,只得告别莫斯科,重返家乡。后来,他曾幽默地回忆起当时亲人重逢时的情景:“家里人都很高兴,但又因为我的黑瘦而不安。事情很简单,因为我用掉了自己的全部脂肪。”

这时,他已是个近二十岁的大小伙子了,不得不考虑今后的谋生问题。所幸父亲人缘很好,所以不久,齐奥尔科夫斯基便当上了家庭教师。对待教学,他一丝不苟,勤勤恳恳,讲起课来简洁明了,而且也不斤斤计较钟点和报酬,所以学生和家長都对他很满意、很尊重。在教学之余,他还是大量地读书并继续从事各种实验。不久,年老多病的父亲退休了,只得到一点微薄的养老金,家庭经济情况更加拮据了。但齐奥尔科夫斯基仍然以坚强的毅力挤出时间,按照自己制订的计划进行着系统的自学。

1878年夏,他们全家搬到了梁赞。就在这里,年轻的齐奥尔科夫斯基开始对能否发明一种升入大气层外的仪器进行了认真的研究。这个问题,前人从来没有解决过,因此是没有现成答案的,只得靠自己独立钻研。这时,他画成了好几张太阳系图,并画出载人的小

卫星，在卫星上人处于失重<sup>①</sup>的状态。他还设计了离心机(可绕转轴高速旋转的一种机械)，利用它可以在地球上研究星际航行中发生的超重<sup>②</sup>现象。

总之，在梁赞的一年多时间里，齐奥尔科夫斯基孜孜不倦地思索着“无引力世界”的问题，在他留下的大量手稿中，已经萌发了许多大胆的思想，它们在若干年后终于发展成为星际航行的光辉理论。

也就在这一年，齐奥尔科夫斯基还顺利地通过考试，取得了教师称号。现在他有了正式职业，可以离开家庭独立谋生了。

1879年冬，他告别父亲，乘着雪橇来到了卡卢加省的彼得罗夫斯克。他在县立初等技术学校教算术、几何和物理。在那里，他与房东的女儿瓦尔瓦拉·沙柯洛娃结了婚。沙柯洛娃是个勤劳的姑娘。婚后，小两口生活得很有规律。每天，齐奥尔科夫斯基起床很早，在上课之前，先工作两三个小时；下课以后，再继续进行自己的研究。跟当家庭教师时一样，他对教学工作十分认真，物理实验做得特别出色，引起同学们的极大兴趣。但由于耳聋、生性孤僻，再加上为人正直，不

---

① 失重：地球吸引物体的力量称为重力，但当物体同时受其它惯性力的作用时，若此力正好抵消地心吸力，就会产生失重现象。

② 超重：人或动物在高加速运动中受到加速度的力超过地心吸力时发生的情况。

喜欢大吃大喝、吹吹捧捧，因此引起了一部分同事的嘲笑，他们称他为“怪教师”。后来他在自传里这样回忆道：那时“我没有接待过谁，也没有拜访过谁，我什么地方都没去过。”

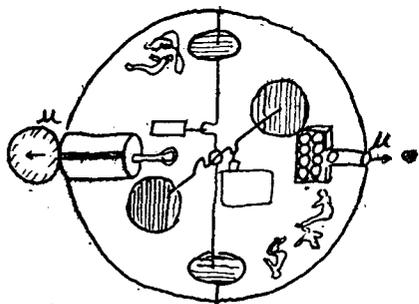
这种孤独的生活使他有更多的时间和精力来钻研科学。1881年，他研究了气体运动理论，并写成了论文寄到彼得堡的物理化学协会。不过可惜的是：他所进行的研究工作，很早就有人成功地做过了。因为他身处僻壤，得不到足够的资料，所以不了解别人的研究成果，重复了别人的工作。俄罗斯物理化学协会对这篇论文及其作者的评价是：“论文本身没有提出任何新内容，它的结论也不完全正确，但是从中可以看出作者具有较高的才华和热爱劳动的精神……因此希望作者继续自修。”

这次失败，并没有使齐奥尔科夫斯基灰心丧气。后来他回忆说：“我作出了许多发现，都已经是人家比我早发现了的。但是我还是充分肯定了这些工作的意义，因为它们给了我对于自己力量的信心。”不久，他又写出了第二篇论文《生物机体力学》。这篇论文得到俄国著名生物学家谢切诺夫（1829—1905）的良好评价。齐奥尔科夫斯基因此而被选为物理化学协会的会员。

这第一次的成功使年轻的教师极其兴奋。1883

年，他利用学校假期的时间又写成了《自由空间》<sup>①</sup>的论文。

在这篇论文里，他第一次提出宇宙飞船的运动必须利用喷气的原理，并画出了第一张宇宙飞船的工作图。



宇宙飞船工作图

这种宇宙飞船是球形的，靠安装在舱中的大炮发射出的弹丸产生的反作用力推动。图中画有两对转动的圆盘，是用于在发动机停止工作时改变

飞船在宇宙空间的位置的。

同时，他又提出了另一种宇宙飞船的方案。这种宇宙飞船是靠贮藏器中放出气流而产生的反作用力推动的。他描写这种宇宙飞船时写道：“让我们假设一个装满强烈压缩气体的大桶子，如果扭开桶子一端的活门，那么气流就会不断地从大桶中冲出来，把气体质点推向空间的气体弹性也同样不停地推动着大桶。”这里，齐奥尔科夫斯基所说的“大桶子”，正是现今宇宙飞船的粗糙雏型。

<sup>①</sup> 自由空间：指没有引力、没有空气阻力的宇宙空间。

然而，在写出这篇卓越的论文后，关于星际航行问题的进一步探讨却暂时被搁下了，这个思想极其活跃的年轻人又开始研究起在大气层中飞行的可操纵的金属气球(飞艇)的问题来了。

## 五 全金属飞艇的设计

很早以前，人类就能制造轻于空气的“飞行器”，这种飞行器是靠空气的浮力而上升到空中的。中国汉武帝(公元前140—前88)统治时期，淮南王刘安和他的门客们编纂的《淮南子》中写道：“取鸡子，去其汁，燃艾火纳空卵中，疾风因举之飞。”这是对热空气使物体在空中浮升的最早记载。北宋(1127—1279)时代，我国还出现了一种能够飘浮在空中的“天灯”(又称“孔明灯”)，它用竹子扎成框架，糊上纸，再在里面点上蜡烛，灯内温度升高，空气密度减小，所以就冉冉上升了。这种“孔明灯”就是热空气球的雏型。

1783年，法国蒙特哥尔弗兄弟用麻布和纸制成的热空气球将第一批乘客——一只羊、一只公鸡和一只鸭子送上了云端。随后，由于人类掌握了制造轻于空气的气体的方法，气球里就不再装入热空气，而是充入比空气更轻的气体——氢气或氦气了。但是无论如

何气球还不是人类长期寻求的那种理想的空中交通工具，因为它不能顺从飞行员的意志，而是要受变化无常的风的摆布，风将它吹到哪里，它就飘荡到哪里。于是，人们就提出了发明可操纵的气球——飞艇的设想。飞艇不仅象气球一样能在空中上下运动，而且靠着它本身带有的动力还可以在水平方向飞行。

十八世纪末，有的设计家就提出过：为了减小空气的阻力，飞艇的形状应该象鸭蛋一样，是个椭圆形。为了使飞艇能在水平方向飞行，有人提议使用空气螺旋桨；也有人主张使用压缩空气或酒精作燃料的发动机来推动。

飞艇设计尽管已经取得了一些重要的进展，但还存在着许多缺点，其中最主要的是用胶布做外壳既不结实耐久，又容易着火，而且当飞艇上天以后，由于高空的空气稀薄，压力低，飞艇内的气体就要膨胀，甚至将外壳撑裂。

齐奥尔科夫斯基正是针对飞艇的这个“致命点”开始了对飞艇的研究。这时他已经二十八岁了，由于又添了两个孩子，家境更是贫寒。一间小小的居室，不仅挤着他们一大家子人，而且在那些破破烂烂的家具、用具中间还堆放着各式各样的模型和仪器。尽管生活条件很差，他还是每天很早就起床，做完几个小时的设计

之后才去学校教课。下课回家之后，再专心致力于计算和研究，直至深夜。就这样，经过两年多的艰苦奋斗，他终于完成了全金属飞艇的设计，写出了《气球的理论和实验》的科学论文，并应邀到莫斯科自然科学爱好者协会去报告自己的研究成果。

在莫斯科，俄国的著名学者斯托列托夫<sup>①</sup>和儒柯夫斯基<sup>②</sup>热情地接待了这位衣着破旧、脸色苍白的外省中学教员。他站在讲台上，用低沉的声调讲述他那不寻常的全金属飞艇的设计，引起了听众的广泛兴趣。

可是，正当齐奥尔科夫斯基怀着兴奋激动的心情由莫斯科回到家里不久，一个突然的灾难降临到他的头上。夜晚，邻居家的草棚着了火，火势蔓延到他家，当浓烟和烈火将劳累了一天的齐奥尔科夫斯基夫妇熏醒后，他们只把孩子们带出了房屋，其余的一切都来不及抢出来了。无情的大火烧毁了他所有的图书、工具、模型和手稿。不久，他又获悉，原先有可能上莫斯科去当翻译的希望也破灭了。

在这双重打击下，齐奥尔科夫斯基病倒了，研究工

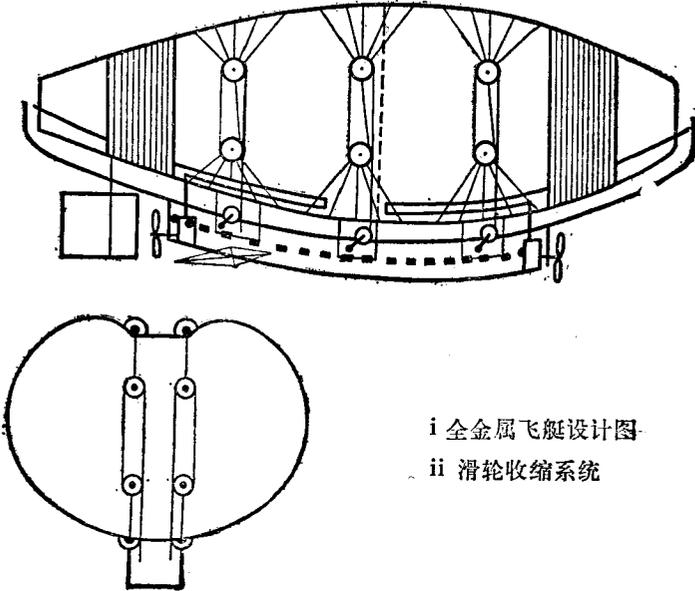
---

① 斯托列托夫(1839—1896): 俄国物理学家。

② 儒柯夫斯基(1847—1921): 杰出的俄国空气动力学家，被列宁称为“俄罗斯航空之父”。

作也中断了。他年已三十，拖家带口，生活的重担压在身上，而多年来的心血都化成了灰烬。难道一切都完了吗？不！他依然没有泄气。任何挫折和不幸都不能摧毁他追求科学真理和发明创造的巨大热情。病愈之后，他又继续顽强地工作下去。齐奥尔科夫斯基在自传中曾说过：“生活带给我很多不幸，我用对事业的热情战胜了它。”

设计又重新开始了。他一面设计计算，一面画图，一面制作全金属飞艇的模型。这种飞艇有许多优点：



i 全金属飞艇设计图  
ii 滑轮收缩系统

第一，它在周围空气温度变化时或在不同的飞行高度上，都能保持浮力不变。飞艇的体积可以利用特制的滑轮收缩系统和有皱纹的金属薄片外壳而改变。

第二，装在飞艇内的气体，依靠通过螺旋管内的废气所放出的热量加热。

第三，应用有皱纹的薄金属外壳，可以增加飞艇的强度。

第四，选用流线型外形，减小了飞行阻力。

第五，使用自动调节飞艇位置的仪器，以控制飞艇的上升和下降。

齐奥尔科夫斯基将他的设计手稿的第一部分和精心制作的飞艇模型寄给了门捷列夫<sup>①</sup>。门捷列夫仔细研究后，将它们推荐给俄罗斯技术协会第七航空部门。可是这些技术官僚却断然否定了全金属飞艇的设计，一味崇洋的陆军部宁愿花费大量金钱买进外国的材料和技术来制造飞艇。齐奥尔科夫斯基的辛勤劳动成果，就这样地被腐朽的沙俄统治者扼杀了<sup>②</sup>。

---

<sup>①</sup> 门捷列夫(1834—1907)：杰出的俄国化学家，自然科学基本定律化学元素周期律的发现者之一。

<sup>②</sup> 十月革命后，苏联曾按照齐奥尔科夫斯基的设计，制出过一艘全金属飞艇。因那时飞机的性能已超过飞艇，故此项工作未再继续进行。

## 六 对飞机飞行的研究

由于制造全金属飞艇的理想得不到政府支持而不能实现，齐奥尔科夫斯基只好转向对重于空气的飞行器——飞机的研究。

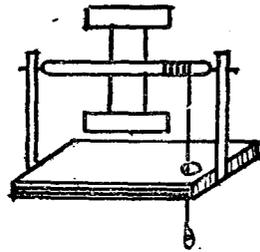
1891年，他写成了新的论文《论用翅膀飞行的问题》，并立即将它寄给了儒柯夫斯基。儒柯夫斯基对这篇论文评价很高，他写道：“齐奥尔科夫斯基公民的著作给我以可喜的印象，因为用作者的方法进行分析和简单的试验后，大部分都取得了正确的结果。”

在这篇论文中最引人注目的是：齐奥尔科夫斯基详细分析了平板在流体<sup>①</sup>中运动时流体对平板的作用力。这里，他所研究的平板实际上就是一副简单的翅膀，它在空气中的运动可以看作为鸟类在高空飞翔的复制。当鸟类飞翔时，由于鸟与空气的相对移动，在鸟的翅膀上出现了空气动力，鸟就是靠这种空气动力的支承而在空中飞翔的。同样，当平板在空气中移动时也会产生空气动力。这种空气动力通常可分解为：垂直于物体表面、托浮起物体的力——升力；与物体运动方向相反、阻止物体运动的力——阻力。直到现在，努

<sup>①</sup> 流体：液体和气体的总称。

力提高飞机的升力、尽量减小飞机的阻力,还是空气动力学家和飞机设计师所要解决的重要课题。

怎样减少飞机在空中运动时的阻力呢?齐奥尔科夫斯基用自制的简单仪器研究了这个问题。他在一块平板上固定两个支座,在支座上装着一个可以自由旋转的、带有圆筒的轴;在圆筒上缠着一根带有铅锤的线,铅锤运动时线就带动圆筒旋转;在垂直于轴的方向上安置着两根细铁丝,在细铁丝的两端固定两块厚纸作的平板,这两块平板就是他的研究对象。然后,他拿着这个仪器在屋里走动,并故意走得忽快忽慢,观察平板旋转速度的变化,再经过一系列计算,终于确定出在各种条件下作用在平板上的不同阻力。



测量空气阻力的仪器

齐奥尔科夫斯基就是通过这样的实验发现了:平板的阻力同平板的长度和宽度的比有关。他写道:“我可以证明,长方形平板愈长,宽度愈窄,气流作用在它上面的压力就愈小。”这个结论如用现代航空工程中的术语来表达,就是:阻力值同翼展<sup>①</sup>和弦长<sup>②</sup>之比——

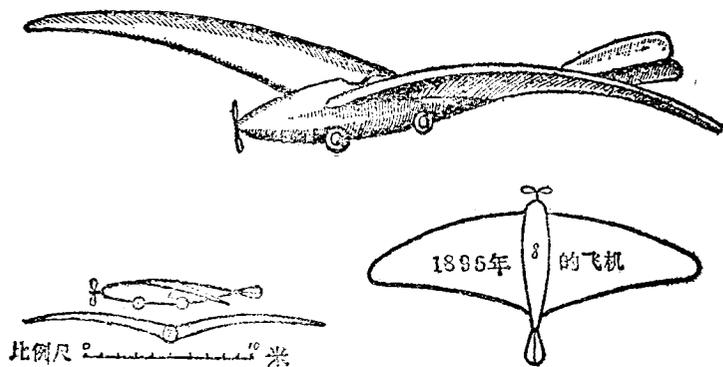
① 翼展:飞机的左右机翼之间的距离。

② 弦长:机翼最前端与最后端两点间的距离。如是矩形机翼,弦长即机翼的宽度。

“展弦比”有关，展弦比越大，阻力值越小。齐奥尔科夫斯基的这一发现比后来由机翼理论得出同样的结果要早三十年。

1892年，齐奥尔科夫斯基被调往卡卢加女子教会学校任物理教员。调职的真正原因是因为他廉洁正直，成了热中贪污受贿的校长和同事们的眼中钉，所以遭到排挤。他的内心虽然十分痛苦，但一到新学校，还是同样热情地投入了教学工作，将原来破破烂烂的物理陈列室整理得井井有条，努力启发女孩子们思考各种科学问题。由于他对学生真诚关怀、循循善诱，由于他做的实验是那么有趣，所以同学们对他也非常尊敬。

与此同时，齐奥尔科夫斯基仍然抓紧业余时间继续探讨飞机飞行的问题。1894年，他在《科学与生活》



“鸟形飞机”示意图

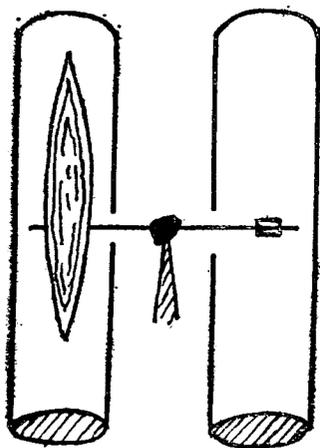
杂志上发表《飞机和航空飞行器》的论文，用形象的语言向广大读者介绍了自己对飞机的设想：“让我们的炮弹具有一种能在一定高度飞翔的鸟类的形状：假设我们用两个船用螺旋推进器代替它的头；用燃烧燃料的中等发动机来代替它的肌肉——这些发动机不需要大量的燃料（汽油），也不需要笨重的锅炉和大量的水，还可以用空气使工作汽缸冷却，这在实践中已经采用过了；再在尾部的水平和垂直平面上装上两个舵。”

我们从附图中可以看到，齐奥尔科夫斯基的“鸟形飞机”的外形完全合乎现代空气动力学的观点。为了减小飞机的阻力，他将机身做成流线型，并将单机翼的末端做成弯曲状。为了使飞机能加速离开地面并安全着陆，他在飞机上装设了轮式起落架。为了控制飞机的飞行高度和方向，他在飞机的尾部装上了升降舵和方向舵。特别有意思的是，在蒸汽机的时代，他就英明地预见内燃机可以作为飞机的动力源，并对它可能开拓的远景充满了信心。他写道：我“确信可以制成非常轻的而功率又很大的汽油或石油的发动机，它们完全符合飞行任务的要求。”他还考虑到减轻驾驶员的劳动强度问题，提出安装能自动调节航向的陀螺仪的结构原理，为现代自动驾驶仪的设计成功奠定了基础。

但是，齐奥尔科夫斯基制造先进飞机的理想在沙

皇时代同样也是不能实现的。对于这个时期的生活，他曾痛苦地写道：“在实验中我得出了许多新结论，但是新结论却使学者们发生了怀疑。这些结论可以在任何实验中重演，但何时才能做这些实验呢？许多年来，我在不顺利的条件下紧张地工作着，没有任何希望、任何支持。”

## 七 俄国第一座风洞<sup>①</sup> 的制造成功



测量模型阻力的装置

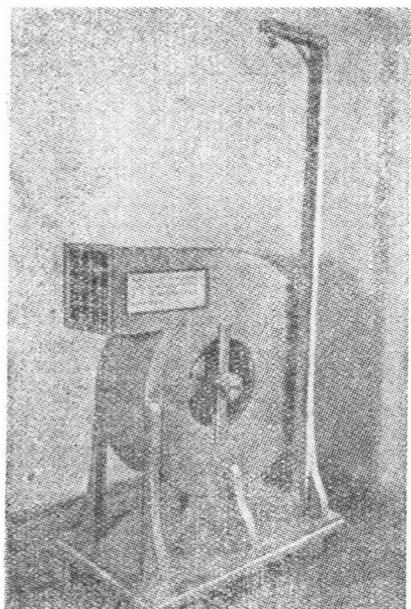
齐奥尔科夫斯基是个既能动脑又能动手的科学家。他在研究全金属飞艇的外形和飞机机翼的阻力时，越来越多地应用了实验方法。比如，他在房顶上安置两根直径二十五公分、长七十五公分的管子，一根管子中放着一块平板，另一根管子中放着将进行阻力测量的模型；再

<sup>①</sup> 风洞：研究物体的空气动力特征的地面试验设备。试验时把模型或实物置于风洞中，利用人造气流，测定并研究空气在物体周围流动时所产生的作用。

用杆把模型和平板连接起来，并使它迎风旋转。这时，他一面仔细观察，一面不断改变平板的尺寸，使它们获得平衡，然后根据平板的大小确定出阻力的数值。虽然利用这种方法求得的阻力值并不精确，但已同计算结果相差不多。这一发现使齐奥尔科夫斯基备受鼓舞，他决心继续采用实验方法来研究空气动力现象。

然而，天然气流——风是变化莫测、难以控制的，所以他想制造一台“送风机”来产生人工气流。可是制造“送风机”需要几百个卢布，这笔经费从哪儿来呢？他怀着一线希望写信给俄罗斯物理化学协会，请求给以帮助。协会要求他写一份详细的报告。于是，齐奥尔科夫斯基又立即写了一封内容丰富而详尽的信。可是协会却以“试验计划太简单”为借口拒绝发给补助金。他只好忍气吞声，依靠自己微薄的工资，省吃俭用，积攒下一笔钱，终于在1897年制成了“送风机”——俄国的第一座实验风洞。

从保存至今的原始草图中，我们可以了解到这座风洞是怎样工作的：在蜗牛形的喇叭口里装置着一个用落下重锤来转动的轮子，轮子叶片一转动，就产生气流，从喇叭口里冲出来，吹动喇叭口前面的模型。为了测量模型上阻力值的大小，齐奥尔科夫斯基把模型放在木架上，并使它在装满了水的洋铁箱子的水面上



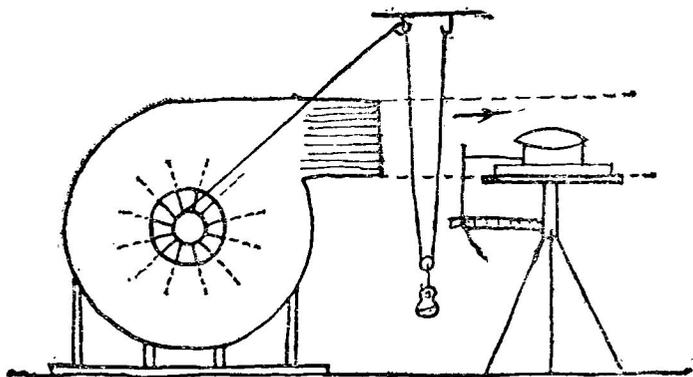
风洞模型

飘浮；再用一条线把木架同金属摆连在一起，然后根据金属摆的倾斜度，就可以判断出所产生的阻力值。为了能从“送风机”出口处得到均匀的气流（即要求出口截面上每点的气流速度值相等），他还首创了安装整流格栅的方法，气流通过出口处这种蜂窝状的小格子，速度就变得均匀了。

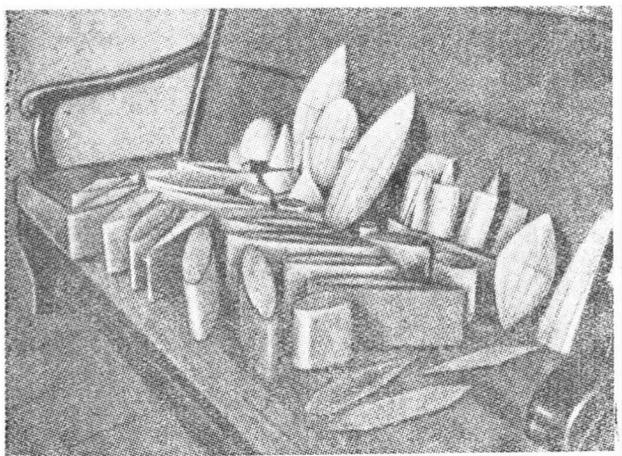
齐奥尔科夫斯基设计的“送风机”结构虽然简单，但在原理上已同现代的大型风洞完全一样。在科学技术高度发达的今天，风洞技术在实验空气动力学的研究中仍然得到极为广泛的利用，例如寻求飞机、火箭以及汽车最完善的外形，运动员在运动过程中所受到的作用力，高层建筑在飓风中所受到的风力等等。

齐奥尔科夫斯基在他自制的“送风机”上研究了将

近一百个模型，并据此作出了一些重要的结论。1899年9月10日，他给俄国科学院寄去一封信，请求“科学



风洞草图



齐奥尔科夫斯基在风洞中做过实验的各种模型

院有权威的先生们”对他的论文进行审查和估价。他在信中写道：“如果对我的工作估计良好，那么我是否能得到科学院物质上的帮助，以使用更大量的气流和高速度进行空气阻力的新试验？这些试验是广泛的、多次的、精确的和各种各样的。”

科学院接到信后，就向他索取了试验计划、计算书和图纸，并进行了严格的审查，随后答应给他一千卢布的实验费。但事实上后来只汇给了他四百七十卢布，这就是齐奥尔科夫斯基在十月革命前唯一的一次得到官方研究机关的资助。1900年12月，他建成了一座新风洞，这座风洞的工作段是方形的，断面尺寸为71×71平方公分。1901年，科学院得到了他的详细的实验报告。

但是，尽管在这个报告中有很重要的发现，然而俄国科学院的老爷们却没有重视它的价值。报告被打入冷宫，始终未予发表。

## 八 星际航行理论的奠基人

一次又一次的冷遇，并不能熄灭齐奥尔科夫斯基心头的火焰。他顽强地、执着地在一个又一个科技领域里驰骋想象，埋头苦干，孜孜不倦，锲而不舍，终于在火箭技术和星际航行理论方面，为人类作出了卓越

贡献。

我们已经知道，早在 1883 年，齐奥尔科夫斯基就在《自由空间》一文中提出了宇宙飞船的设计方案。十九世纪九十年代，他又发表了两篇科学幻想小说，生动地描绘了人类飞往其它行星的远景。1903 年，他完成了《利用火箭仪器研究宇宙空间》的论文，这篇论文在火箭科学发展史上具有极为重要的意义。

首先，作者提出用什么飞行器来进入宇宙空间的问题。众所周知，在宇宙空间没有空气，所以气球、飞机都不能飞出大气层。齐奥尔科夫斯基在他的论文开头就写道：“装有自动观察仪的无人操纵的小气球，直到现在它的上升高度还未超过二十二公里。利用气球飞向高空的困难将随着这一高度的增大而不断增加。”利用气球把仪器送往大气范围之外是完全不可想象的事。

齐奥尔科夫斯基又认真研究了利用大炮炮弹飞向宇宙的可能性。他进行了详细的计算，结果表明利用炮弹飞往星际空间也是不可能的。因为炮弹由大炮射出时的速度非常大，这就需要在极短的时间内产生极大的加速度，这种加速度将会造成宇航员的死亡和仪器的损坏。显然，大炮炮弹不能用于星际航行。最后，他得出结论说：“我建议使用喷气仪器，也就是火箭之

类的东西来研究大气,以代替大炮和气球。”

火箭与炮弹比较,它在开始离开地面时的速度并不大,而是在飞行过程中慢慢加速的,最后达到足以飞出地球大气层的速度。正由于它的速度是慢慢增加上去的,加速度比炮弹小,所以能保证人和仪器的安全。但是,

火箭在宇宙空间中是怎样飞行的呢?

怎样计算喷气飞行器的飞行速度和高度呢?

这些都是前人没有解决的问题。为了解决这些问题,齐奥尔科夫斯基必须在理论上进行新的探索。他根据力学的普遍原理研究了火箭的运动过程,创立了牛顿古典力学中新的一章——变质量力学。根据这些研究,他提出了著名的火箭运动公式——齐奥尔科夫斯基公式:

$$V = C \ln \cdot \frac{M_i}{M_k}$$

式中:

$V$  火箭运动的速度

$C$  燃烧产物由喷管中流出的速度

$M_i$  火箭起飞前的原始质量

$M_k$  燃料和氧化剂燃烧完后火箭的最终质量

公式表明,在“自由空间”,火箭飞行的速度由发动机喷

管喷出气流的速度及火箭起始质量与发动机停止工作后火箭的质量之比决定。要想使火箭飞行的最终速度大，就必须提高火箭发动机喷出气流的速度和增加火箭最初质量同最终质量的比值。

怎样才能使这两个数值增加呢？齐奥尔科夫斯基认为，决定喷气流出速度快慢的是推进剂的性质，燃烧后发热量大的推进剂喷出的速度就大。液体燃料的发热量比火药大，所以从液体燃料火箭发动机喷管中喷出的气流速度比火药(固体燃料)火箭发动机喷管中喷出的气流速度大。为此，他首次提出了利用液体燃料火箭发动机的思想，并在《利用火箭仪器研究宇宙空间》的论文中绘出了世界上第一个液体火箭发动机的构造图，从而为火箭发动机的发展开辟了一个崭新的时代。



1903年设计的液体火箭

齐奥尔科夫斯基设计的火箭外形象支雪茄，这样可使阻力值最小。火箭中有两个互相隔离的储藏箱，箱里分别装置着液态氢（作燃料）和液态氧（作氧化剂），这两种物质在燃烧室内混合后就立即燃烧起来，燃气沿着喇叭形的喷管高速喷出。为了控制火箭的飞

行方向，齐奥尔科夫斯基还第一次提出了在地球大气层外的“自由空间”内火箭的操纵问题。他设想在喷管出口处安装石墨舵（因为石墨能耐高温），利用石墨舵在燃气流中的转动所引起燃气流的偏转来改变火箭的运动方向。

1915年，齐奥尔科夫斯基在《星际航行》的论文中又进一步描述了用液态氧冷却火箭外壳的液体火箭发动机。那时，他已预见到火箭由宇宙空间返回地球的困难——由于火箭返回地球时速度极大，因此，高速运动的火箭与周围大气层的摩擦而产生的高温会使火箭象夏日的流星一样烧毁。为了避免这种惨祸的发生，他想出了利用液态氧冷却火箭外壳的办法，这就使火箭返回地球成了可以实现的事情。

单是提高第一个数值，还是无法解决宇宙飞行的难题，因为地球上现有的液体燃料没有一种能产生宇宙飞行速度<sup>①</sup>所必需的能量，所以按照齐奥尔科夫斯基公式，还必须设法提高火箭的质量比，才能用现有的

---

① 宇宙飞行速度：第一宇宙速度也称环绕速度，即使物体环绕地球运动时产生的离心力等于在这一高度时的重力所需要的速度，这个速度同物体所处的高度有关，在地球表面的环绕速度为7.91公里/秒，在离地面200公里处为7.79公里/秒。第二宇宙速度也称逃逸速度，即物体脱离地球引力而成为太阳的卫星所必须达到的速度，这个速度为11.2公里/秒。第三宇宙速度，即物体脱离太阳引力场的速度，计算表明，当速度达到16.6公里/秒时，飞行物就会脱离太阳系而进入银河系。

液体燃料使火箭达到应有的速度。但是用单级火箭增加质量比的可能性是不大的，因为盛放液体燃料和氧化剂必须有容器，而随着液体燃料和氧化剂数量的增加，容器必须加大，重量也必然增加，这样，质量比就上不去了。

于是，齐奥尔科夫斯基在 1929 年发表的《火箭列车》的论文中，首次提出了多级火箭的思想，这就大大增加了火箭的质量比，使人类可以利用现今掌握的液体燃料飞往星际空间。

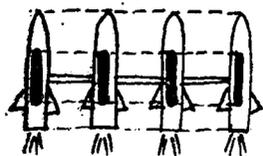
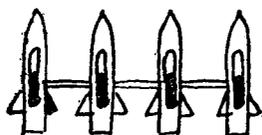
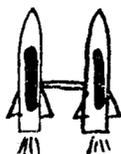
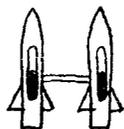
在这篇论文里，他提出了两种多级火箭的设计方案。

第一种是串列多级火箭，它是由好几个火箭一个接一个地串连起来的。火箭发射时，第一级火箭发动，在它的燃料用完后，便与“火箭列车”脱离；接着第二级火箭的发动机开始工作，这个火箭又推动前面的火箭，一直到燃料用完后也与“火箭列车”脱离；只有最前面一级才是真正在宇宙中遨游的飞行物（卫星或飞船），它实际上是依靠其余的火箭发射到飞行轨道上的。

第二种是并联多级火箭，齐奥尔科



串列多级火箭



并联多级火箭飞行示意图

夫斯基把它称为“飞行中队型火箭”。并联着的多级火箭同时启动，当各级火箭的燃料同时燃烧得只剩下一半时，旁边的火箭就将燃料倒入相邻火箭的燃料舱中，并脱离“火箭列车”。这样重复进行多次，直到将最后一个飞行物送入飞行轨道。

“火箭列车”是怎样提高火箭质量比的呢？为了说得清楚起见，我们不妨举一个简单的例子：假设单级空火箭的重量为 300 公斤，其中装有 1200 公斤的推进剂，也就是说火箭在起飞前的总重量为 1500 公斤，因而火箭的质量比为  $1500/300 = 5$ 。现在我们再来看一看“火箭列车”（两级火箭）的质量比。“火箭列车”起飞前的总重量还是 1500 公斤，不过，因为它是由两级同样的火箭组成的，所以每一级火箭的重量为 150 公斤，其中装有的推

进剂为 600 公斤。现在，“火箭列车”的质量比就是起飞前的质量与第二级空火箭(即宇宙飞行器)的质量之比(因为第一级火箭在燃料燃尽后已扔下):  $1500/150 = 10$ ，即比单级火箭的质量比增加了一倍。如果是三级以上的“火箭列车”，质量比就会更大，火箭飞行的速度也就大为提高了。

齐奥尔科夫斯基对于多级火箭原理的总结是火箭技术研究过程中的一个飞跃，因为它解决了使用化学燃料作为推进剂来实现宇宙航行的运载工具问题，从而使宇宙航行具备了现实可能性。今天，已经发射到轨道中的人造地球卫星和宇宙飞船都是使用多级火箭发送的，这个事实有力地证明了齐奥尔科夫斯基建造“火箭列车”思想的正确。

在星际航行问题上，齐奥尔科夫斯基还首次提出了建立星际站的大胆设想。早在 1883 年的《自由空间》一文中，他就第一次谈到了人造地球卫星：“想象中的人造卫星象月亮一样，但只是在大气层外，可以非常靠近地球，即约离地球表面三百公里之外。”在这之后，他做了许多计算，并指出发射人造卫星是跨进星际空间的第一步。星际站就是一个巨大的人造卫星，它可以成为未来宇宙飞船的“起航站”和“加油站”。这个思想大大促进了星际航行的实现，因为星际站在大气层外，

在那里，没有空气的阻力，地球引力也较小，而且星际站本身已具有了相当大的速度，所以宇宙飞船从星际站起飞只需消耗很少的燃料。因此作为宇宙飞船中间站的星际站的建立，是征服宇宙空间的第一阶段，它是人类跃进宇宙的跳板。

齐奥尔科夫斯基满怀激情地指出：“在遥远的将来，透过云雾将会出现的远景是如此的美妙和伟大，现在的人谁也难以想象”，“达到这一步将是多么美妙的事啊！征服太阳系不仅将得到比地球上丰富二十亿倍的能量，而且人类将有更广阔的发展余地。”尽管在星际航行的道路上还会遇到许多困难，但他相信：“改造历史的我们必须是英雄好汉，我们决不因失败而停止自己的活动；应当寻求失败的原因，从而消灭它。”人类在征服宇宙的过程中，正是依靠这种不屈不挠的英雄主义精神克服了重重困难，终于挣脱地球重力的“锁链”而飞入了茫茫太空。

## 九 科学活动的新阶段

在十月革命前沙皇专制统治下，齐奥尔科夫斯基的生活和工作条件是极端困难的。他一直研究的飞艇、飞机、火箭技术和星际航行的理论，仅得到少数著

名学者的承认。很多人不了解他的工作而称他为“怪教师”、“卡卢加的聋子幻想家”。除极少数的朋友外，几乎没有人关心他的科学活动和著作。他辛辛苦苦写出来的许多小册子，竟需要自己来负担出版费用。他甚至不得不在自己出版的一本著作的封面上向读者呼吁：“设法得到制造金属飞艇经费的一切努力，至今毫无结果。当我在做这样一件好事的时候，我竟无法自己来解决这个问题！我的科学小随笔和科学幻想小说即将出版，还要请你们宣传并帮助我推销。”

由于第一次世界大战引起的物价上涨，齐奥尔科夫斯基的生活更加困难了，几乎陷入捉襟见肘的境地。1916年，他费了九牛二虎之力出版了题为《痛苦与天才》的小册子，在这本小册子里，他追述了自己的痛苦经历，大声疾呼：“只有在人类社会生活中建立了新的制度，才能消灭痛苦，并让人类的天才无所阻碍地在他的一切工作中发挥出来。”

齐奥尔科夫斯基盼望的这一天终于来到了。1917年，伟大的十月社会主义革命开创了人类历史的新纪元，也结束了齐奥尔科夫斯基长期以来寂寞、忧郁的心情，带给了他新的希望和继续前进的力量。已经年满六十岁的齐奥尔科夫斯基怀着年轻人一样的心情迎接了革命，衷心拥护苏维埃政权。在苏联国内战争和外交

国武装干涉的年代里，国民经济受到严重破坏，人民生活相当艰苦，然而，这位年届花甲的老人对社会主义祖国的未来充满了信心，他在自制的小灯下继续工作着，对微薄的配给口粮也感到心满意足。尽管青春已逝，但他依然精力充沛地开始了科学研究活动的新阶段，他的晚年成了创作最繁荣的时期。

还在1918年，他就重版了自己的科学著作。1919年，他被选为成立不久的社会主义研究院的成员（这个研究院于1923年改名为共产主义研究院，1936年它的主要研究所又并为苏联科学院）。卡卢加的自然研究协会集会向他表示祝贺，他在充满了爱国主义热情的答词中说：“现在我已经意识到，我不是孤独的”，并表示要为进一步拟定毕生的研究计划而贡献出全部力量。

为了使自己能全力以赴地从事科学研究活动，1921年，齐奥尔科夫斯基请求解除他的教学职务。这一请求立即得到了满意的答复，苏联政府决定“给予航空专家、科学发明家齐奥尔科夫斯基终身抚恤金”。

虽然他已经老了，过去几十年的劳累又严重损害了他的健康，但是齐奥尔科夫斯基仍然积极地从事着科学研究和科学普及活动。在沙皇专制时代漫长的岁月里，他写成了一百三十篇论文，其中只出版了近五十

篇。但在苏维埃政权下工作的十八年中，他写出了四百五十篇论文，其中包括前面已介绍过的那篇著名的《火箭列车》。在这些年代里，他的著作受到了极大的重视，被翻译成各国文字出版，使全世界都了解了他的工作。

齐奥尔科夫斯基在他写的大批论文中，充分发挥出自己的聪明才智，显示了令人惊异的广泛的科学知识。1929年，他在《喷气式飞机》一文中指出：“在螺旋桨飞机的时代之后，必将是喷气式飞机的时代，或者是同温层<sup>①</sup>飞机的时代。”航空事业的进一步发展，完全证实了这一预言的正确性——今天，喷气式飞机已经获得了广泛应用。齐奥尔科夫斯基的论文除了有关火箭航空技术以及星际航行的理论外，还涉及到地球化学、改造沙漠、控制大气等许多方面。他所考虑的问题就是如何利用自然条件来为人类造福，他说过：“终止人类的痛苦，给他们力量、财富、知识和健康，是我最大的兴趣。”

---

<sup>①</sup> 同温层：即平流层，为大气层中的一个层次，距地面十公里至八十公里之间。

## 十 把一切献给苏维埃祖国

齐奥尔科夫斯基无限热爱苏维埃政权，他把十月革命后的祖国称为自己“新的祖国”和“真正的祖国”，并由衷地表示“我因有这样的祖国而感到骄傲”。1934年，他在《共青团真理报》上发表文章，谆谆教导青年：“应当更多地学习，学习如何才能更多地掌握知识和怎样才能进行独立的活动。如果缺乏这些，你们就不可能对祖国作出什么贡献。”他还用自己在黑暗的沙皇统治时代受到埋没、讽刺的悲惨经历以及在苏维埃政权下受到尊重和支持的对比，教育青年应该为社会主义祖国的未来而努力学习和工作。

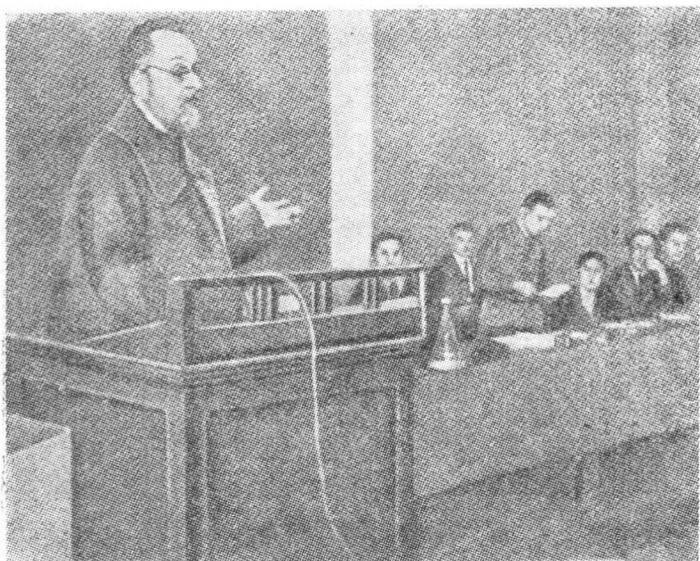
为了将科学知识尽可能多地传授给人民大众，齐奥尔科夫斯基还积极从事科学普及活动。他曾写过科学幻想小说《在月球上》、《在地球之外》<sup>①</sup>等，并担任了科普影片《宇宙航行》的科学顾问。

他经常应邀对集体农庄庄员演讲，他建议：“应该让学者们经常来看看农庄，并用自然规律的知识把农庄庄员武装起来，这是宣传科学世界观的最好方法。”

---

<sup>①</sup> 《在月球上》和《在地球之外》都已在五十年代被翻译成中文出版。

1932年，苏联隆重举行了齐奥尔科夫斯基七十五周年诞辰和学术活动五十周年的纪念活动。会议分别



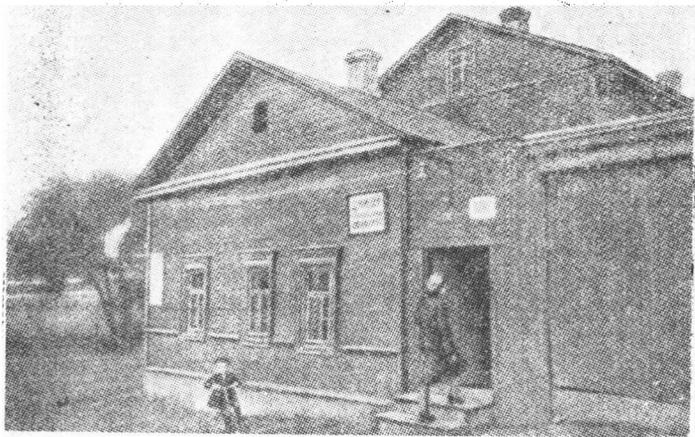
齐奥尔科夫斯基在纪念他 75 诞辰大会上讲话

在他居住的卡卢加以及莫斯科、列宁格勒举行。苏联科学院、红军空军、教育人民委员会、文学家、科学活动家以及他的学生们都纷纷发来了贺电和贺信，表彰他对祖国科学事业作出的卓越贡献。

伟大的无产阶级文学家高尔基在贺电中说：“以万分尊敬的心情向您，我们的劳动英雄祝贺。”

他的学生——苏联的航空、火箭技术专家们在贺

信中说：“我们将继续同心协力地研究星际航行的问题，因为您在这个问题上已经给我们打开了一条道路，消除了我们的怀疑，从而使我们充满了信心。”



卡卢加的齐奥尔科夫斯基纪念馆

不久，苏联政府又决定授予齐奥尔科夫斯基劳动红旗勋章。当这个白发苍苍的老人专程来到莫斯科、从苏联中央执行委员会主席加里宁手中接过勋章时，心情万分激动，他说：“我衷心感谢政府仅因我的微不足道的成就便授予我这样崇高的奖励。我的感激心情是无法用言词来表达的。”

齐奥尔科夫斯基热切地希望自己的祖国变得更加富强，因而特别重视对青年科学工作者的培养。他经

常回答各方面的来信，并亲自指导大学生科学研究小组制定发展火箭技术的第一批科研计划。就在他去世前的两个月，他还经常到以他的名字命名的卡卢加俱乐部去给未来的飞行员讲课。最后一次讲课时，他告诉学生：“我从医生那里跑掉了！”可是人们从他的脸色看出老人已过于虚弱，就再三劝他不要再讲课了。他提“抗议”也没有用，只好从口袋里把讲稿掏出来，交给同他并排坐着的听讲员，说道：“好吧，那就请他来讲，我坐在这里，如果哪儿不明白，我再解释。”停了一会儿，他又补充说：“要知道，我在这儿同你们讲话，比在医院里方便得多。”

1935年8月，齐奥尔科夫斯基的健康状况开始恶化，他意识到自己很快就要同这个世界告别了。回顾漫长的一生，老学者心潮起伏，百感交集。9月13日，他请人笔录，口述了一封致苏联共产党中央委员会的信：

“……

我终生盼望以我的劳动来推动人类进步，哪怕只有一点点。在革命前，我的理想是不可能实现的。十月革命对于一个靠自学成功的人的工作给予了重视。苏维埃政权和列宁—斯大林的党给予了我有效的帮助。我感觉到人民对我的热爱，这给予了我力量，使我

甚至在病中还能继续工作。但是，现在的病不让我完成已经开始的事业。我把自己关于航空、火箭飞行以及星际航行的全部著作献给布尔什维克党和苏维埃政权——人类文明进步事业的真正领导者。我相信，他们会胜利地完成这一事业。

……”

斯大林同志对齐奥尔科夫斯基的科学活动给予很高的评价，在回电中写道：“来信收悉，我为您对布尔什维克党和苏维埃政权充满信心而表示感谢。祝您早日恢复健康，并继续为劳动人民的利益而进行富有成果的工作。”

1935年9月19日，齐奥尔科夫斯基的心脏停止了跳动，他在整个生命的七十八年中，为祖国的繁荣富强、为科学的昌盛发展紧张地工作了五十多年。一个耳聋的人，一个没有受过任何教授指导的人，一个从未进过中学和高等院校的人，一个被人讥讽为“无用的空想家”和“狂妄设计师”的人，由于始终如一的勤奋自学、刻苦钻研，终于使自己成了一个学识渊博的科学家，并为自然科学中的一门新分支——火箭技术和星际航行学奠定了理论基础。他的一生，不愧为有志献身于科学事业的人的光辉榜样。

《真理报》以显著位置报道齐奥尔科夫斯基逝世这

一悲痛消息时写道：“我们劳动人民的国家，珍视它的每一个公民，珍视每一个光荣的劳动者。我们怎么能不热爱和珍惜把自己全部生命贡献给共同事业、勇于寻找通向使我们祖国强大有力的新道路的人呢？卓越的科学活动家齐奥尔科夫斯基同志，正是这些人中的一位。因此，他在世时，受到人民的爱戴；他去世后，必然会引起全体人民的悲哀。……未来的年轻一代接替了齐奥尔科夫斯基同志的工作。当我们的下一代掌握了宇宙空间时，他们一定会非常尊敬齐奥尔科夫斯基同志，因为他是第一个对星际航行的想法作出了科学论证的人。”

苏联党、政府、科学和社会团体的代表参加了齐奥尔科夫斯基的葬礼，由社会各界人士组成的送殡



齐奥尔科夫斯基墓前的纪念碑



2 035 8437 1

队伍长达二公里多，人们将他安葬在卡卢加的城外公园中——这个公园已被命名为齐奥尔科夫斯基公园。

一年以后，在他的墓前矗立起一座高大的纪念碑，上面铭刻着他的名言：“地球是人类的摇篮，但是人不能永远生活在摇篮里，他们不断地争取着生存世界和空间，起初小心翼翼地穿出大气层，然后就是征服整个太阳系。”

