

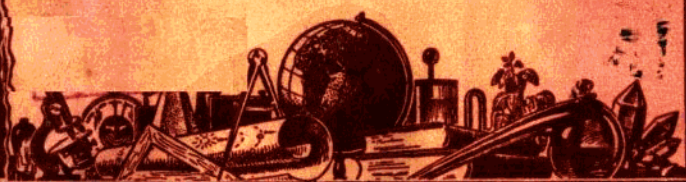
科学和科学家的故事

16

航空科学的創立者

〔苏联〕П.庫米列夫斯基著

許 垚 譯



科学技術出版社

科学和科学家的故事

16

航空科学的創立者

原著者 [苏联] Л. Гумилевский

原版出者 Трудрезервиздат

譯者 許 彥

*

科学技术出版社出版

(上海建国西路336弄1号)

上海市書刊出版業營業許可証出〇七九号

新華印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

*

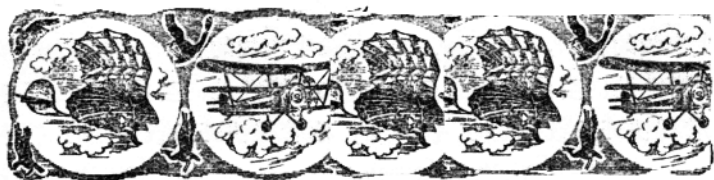
开本 787×1092 耗 1/32 · 印張 13/16 · 字数 18,000

一九五六年十月第一版

一九五六年十月第一次印刷 · 印数 1—11,000

統一書号：13119-52

定价：(9) 一角二分



航空科学的創立者

И. 庫米列夫斯基

大約五十年前，有些从事莫斯科市政建設工作的人們曾遇到过一种不可思議和令人难解的現象：坚固的自来水干管常常会无缘无故地破裂了。这事情发生的結果，使得有些用戶感到不如不用自来水，索性恢复先前的取水方式。大家都知道，旧的取水方式是用大桶小桶从莫斯科河及院子的水井里取用的。

市政建設局經過多次考虑后，設立了一个委员会来研究那种奇怪現象，邀請莫斯科高等技术学校力学教授尼可拉·叶沃洛維奇·儒可夫斯基来委员会协助工作。这一邀請并不是偶然的。在进行自来水管道的設計与敷設工作中，就曾請教儒可夫斯基解答各种复杂問題，并且常常从他那里得到正确的答案。例如：他認為地下水位的升降与气压有关，編著了經典著作“論地下水的流动”一書，他甚至在报告会上演示了水在砂中的流动情形。

儒可夫斯基教授不但帮助建筑师拟定了有关莫斯科給水工程的可能用的集水区能力的意見，并帮助选择建設自来水站的地点，这样他就无意之間为維也納医学會議作出了貢獻，这个會議正研究与地下水位有关的瘟疫流行問題。在代表会的討論和

決議中，莫斯科科學家的著作曾起着顯著的作用。

為了研究莫斯科自來水管道發生事故的原因，儒可夫斯基察看了莫斯科近郊的阿列克失耶夫水塔。他向委員會指出了干管發生事故的主要原因之一，是當水管很快開放或關閉時，管中水流急劇沖擊所致。但是還必須復驗這一推測，研究這個所謂水錘的現象。儒可夫斯基完全明白自來水流過鑄鐵管狹窄部分的全部現象，甚至掌握了控制水流性能的定律的主要特點。但是為了要用公式及數字來表示這個定律，還要用實驗的方法仔細研究這個現象。

根據儒可夫斯基的指示，從水塔上引下各種不同直徑的試驗自來水管的管道網，使這種管道網在不同情況下進行工作。並用電鈴、測時計及記錄器來測量水流每次流動情況及管子每次振動情況。試驗管道網是在高度的敏銳觀察及明顯的預見性指導下造成的。

原來，所有水錘現象的確正如儒可夫斯基預料一樣，是因為管中不可壓縮的液體，在液體運動突然被阻時，發生並擴展沖擊波的結果。敷設自來水管道的工程師沒有注意到當閘門或開關很快關閉時，那麼水流便立即停止，沖擊力會按波動傳播定律沿管子傳播。建築師忽視了這種情況，顯然是因為他們從前沒有干過短距離自來水管道的敷設工作。在這種短距離管子里，由於沖擊波傳播的速度很大，壓力好象是順着整個管子同時升高。儒可夫斯基在他開頭的工作中就計算水力沖擊時波的長度和速度。

後來儒可夫斯基指出，當沖擊波從大直徑的管子傳入小直徑的管子時，水力沖擊的增長就可以導致危險。而沖擊力在到達大直徑管端後，其壓力約增加一倍。這種壓力不斷地增加，最

后在特別不利的情况下，就会引起管子的破裂。

确定了事故发生的原因后，留下的問題，就是要研究家提出防止事故发生的办法。最簡單的防止事故、保护自来水管的方法是慢慢地启閉开关。在采用了一种帶有緩慢关闭附件的开关以后，莫斯科自来水管道的破裂事故就立即終止了。

請想一想，事情就这样了結了嗎？不是的，自来水管破裂事故及緩慢关闭开关的防止办法，在儒可夫斯基看来，始終只是实践世界的表面，科学是不以研究表面为限的。儒可夫斯基是一个偉大的科学家，他深入地窺測水流現象的本質，待探知了这种現象的本質后，乃帶着謙遜的微笑揭露了魔术般的現象。你看見了罢！他沒有走出水塔，也沒有等到管子破裂处的水流滿街面，就能指明事故发生的地点。秘密就在于要对水塔造成人工的水力冲击，然后仔細观察冲击曲綫图：使用儒可夫斯基的理論图形，就可正确无誤地确定漏水地点。

老年水管工人初次被派到平靜而路面干洁的街道上，告訴他們說：“挖吧，在这里裂了管子了”——这时，工人們会把工程师当作是瘋子，或認為是有意开玩笑。剷去了上层路面后，工人們默不作声地在工作。在他們看来，这显然是徒劳无益的工作，認為这是在藐視他們的劳动。年青的工程师呶着嘴在等待，工人們无精打彩地扔着泥土。然而在不久之后，挖去了砂层，下面就是濡湿的粘土，随后即有泥漿在潺潺作声；管子破裂掉的地方終于发现了，与图上推测的准确程度只差一公尺不到！

水錘冲击力的大小及水錘冲击波的速度問題就这样地由儒可夫斯基作出了解答——在科学上这是对這個問題的第一次滿意和正确的解答。

这位莫斯科的教授消除了籠罩着許多問題的迷霧，这些問

題與自來水管道網工作有關。水力工程師們不僅可能在一個水道工程問題上進行正確的計算。首先着眼設計沖擊起水機的正确結構；至今沖擊起水機的工作還十分不好，因為在科學上對導水管長度的計算還缺乏必要的全部資料。在沖擊起水機里如何保證更好地利用水錘作用，誰都還不知道。

自從儒可夫斯基從事水力撞錘的研究工作以後，這一個聰明的人類的發明又開始從新活躍起來了。毋需任何輔助的構築物、水泵、堤壩以及馬達，目前在集體農莊里撞錘已能將凹地及谷地里的水流送到很高的乳牛欄及馬房里去。

在自己科學活動的各個時期里，儒可夫斯基曾從事研究自行車車輪的堅固性、飛機最适宜的傾斜度及船艦最合理的式樣等問題。他詳盡無遺地，甚至還利用機械模型的示范來解答為什麼貓跌落時常常是腳爪先着地問題，人體動作效率系數的問題，以及為什麼工廠煙囪里出來的煙總是一縷縷地等等，還有成千的其他大大小小的問題。他也曾做過不少報告，如關於鳥的飛翔、直線進行的渦流運動、高速度時空氣的阻力、軌道上車輛運行、飛雪的堆積、風力磨坊、船艦搖擺及各種各樣有關其他事物的報告。所有這些都是他的淵博智識的理論修養的基礎。

儒可夫斯基完全沒有把教學工作當作一種爭取研究科學的物質條件的任務。不是的，教學活動就是科學工作的組成部分，也許正因為如此，儒可夫斯基就沒有把自己的工作與學生的工作分開，他甚至沒有把兩個工作看成有本質上的差別。

有時他把一種如小鳥一樣的小動物帶到教室里來，給學生們觀看，使得他們能夠知道鳥起飛的情形。小鳥關在玻璃罐里，很明顯地可以看到沒有供鳥跑的余地，那麼它要騰空飛翔是不可能的。

儒可夫斯基取去了玻璃罐的盖头，听任小鳥向外飞奔，并指出这是确定不变的理論。起先完全与习惯上的想象一样，小鳥好久不能起飞，但是后来小鳥先沿罐壁作了一陣螺旋飞行，之后，虽无起飞余地，它出乎大家意外地向天花板飞起。

教授与大学生們一起大笑了起来。

“实验給我們意料以外的、但是大有裨益的启发：螺旋飞行可以代替起飞时所需的起飞場地，然而我們的脑子里就沒有想到这个！”

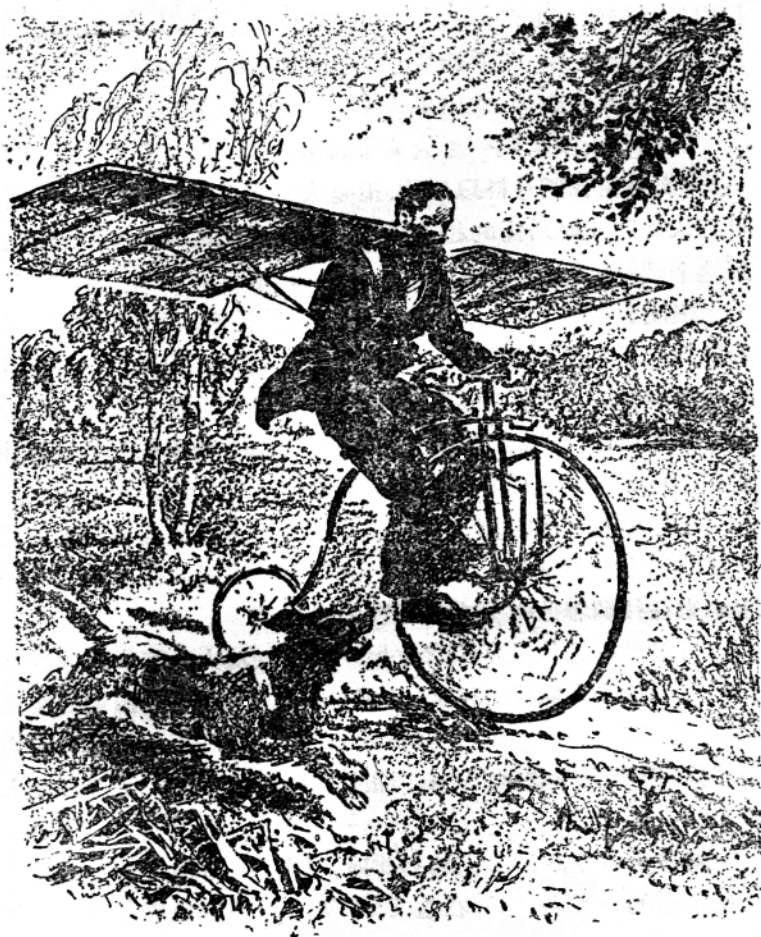
很明显地，儒可夫斯基懂得了或者感觉到，习惯的想法对理論思想活动有多大的妨碍，即使最敏感的天才也难以清除习惯的想法而代以另外出乎意料的新的观念。因此他常常求助于活生生的大自然，那儿充满了有启发性的变化、尚未揭开的秘密宝藏和暂时尚未发掘而有发掘可能的自然界現象的規律。

当他要測知和計算飞行時間时，就將裝有螺旋推进器的弓箭在草地上放射試驗。当他要研究空气阻力时，就在乡村小徑上来来往往騎着他那裝有大翅膀的自行車。

自然界給这位航空預言家揭开了空气动力的秘密。他在飛行員涅斯切洛夫完成“翻筋斗飞行”前的二十年就曾預言能实现“翻筋斗飞行”。当医生不允許他工作，家里人要他作長時間的散步时，儒可夫斯基就在“奥列霍伏”庄园蘋果树底下的砂地上画画自己的公式。

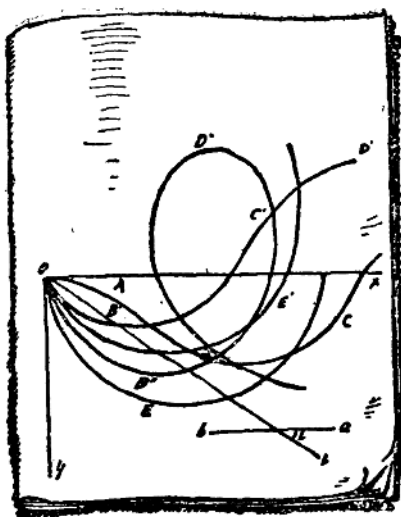
对广大群众闡述自己的著作时，儒可夫斯基常常不用一般人所不懂的公式來說明，在这儿，若是别的科学家就非用冗長和繁复的計算不可。

偉大的俄罗斯工程师，他沒有制造过机器。但他对机器結構的了解却不同于尋常的人。



儒可夫斯基沿乡村小徑來來往往騎着他那帶有大翅膀的自行車

B. Γ. 戈魯別夫教授曾想起这样一回事。有一回儒可夫斯基接到一封由一个年青工程师寄给他的信，这位年青工程师向伟大的机械技师请教技术问题。这位工程师工作的厂里有一架机器的曲轴坏了。工厂本身无法制造新曲轴，向其他厂订货又需要等待很多的时日。若将曲轴运往别处修理，又因道路泥泞运送不便。就在这种情况下，



涅斯切洛夫完成世界上第一次“翻筋斗飞行”以前，儒可夫斯基早就制作了“翻筋斗飞行”的略图

这位工程师乃求助于儒可夫斯基，当时从事机器制造的实际工作者常常这样做的；请求指示如何补救这种糟透的事故。

过了一天，儒可夫斯基大概用下面的话答复这位工程师说：

“我没有看见过机器，它的用途我也不知道；根据你送来的样本来看很难了解，不过根据你附来的略图，在机器上向下作用的有这样这样的力，向上作用的则是那样那样的力，由于这些情况，我完全明白，如用齿轮替换曲轴那就最妥当了。同时在你们自己厂里制造齿轮该是非常容易的吧！”。

工程师考虑、推算并研究了这个科学理论家的建议。齿轮很快地制成并装置完成。结果真象儒可夫斯基所想象的一样，要比曲轴更合适；就是机器比以前工作得更好了。在工厂里大家

都对这一点感到很奇怪，为什么制造这类机器的外国公司不懂得用齒輪来代替曲軸？

在俄罗斯空气动力学院初建成的几年里，由儒可夫斯基領導着該学院，那时理論力学只是数学的一个附属部門。儒可夫斯基首次指出，在現代理論力学里專依靠数学方法是不可能的，为了要获得正确的結論，这里，象其他的自然科学部門一样应当作科学实验。

尽管当时支持儒可夫斯基見解的科学家为数很少，但科学越往前发展就越能証实儒可夫斯基的观点的正确。在莫斯科大学和莫斯科高等技术学校里創設了第一个力学實驗室，以及設備复杂和合乎科学方法进行試驗和测量的實驗室。这个光荣是属于儒可夫斯基的。現在这样的實驗室已經不算稀奇。欧洲、美洲各大科学的中心地都有實驗室，但是它們的誕生地显然是在俄国。

力学中几乎沒有一个部門沒有偉大科学家儒可夫斯基的劳动所作出的巨大貢獻，但是在航空科学里，他的科学活动最为聞名和最有实际价值。

儒可夫斯基奠定了航空理論的基础和飞机計算，尤其重要的，是他的工作完成在这样一个时代背景里，那时飞机的初期制造者坚持着一种說法：飞机不是机器，不能应用計算方法，在很多專家中也普遍存在着一种信念，說目前还没有任何理論力学見解可适用于象空气那样变化不定的介質，只有在試驗及實踐的資料的基础上，才能制造飞机。洛贊航空学校校長里加大·勃勞茨說道：“空气动力学无可怀疑地是一种以实验为基础的科学，一切值得相信的定律必須是而且應該是实际实验的結果；再沒有比想靠数学来建立某些定律更危險的了”。

这种幼稚的說法是勃勞茨于 1916 年在自己的著作中談到的。儒可夫斯基的名著“航空理論基础”法文本也于同年出版，严厉地駁斥了航空学校校長的荒唐見解。儒可夫斯基远远地走在時間的前面，人們只能跟隨在他的后面追赶，然而怎么也赶不上。

自然界中存在着很多現象，在观察这些現象时，要理解操縱現象的規律的秘密，好象是不可能的。試取一小片紙，讓它落下去的时候，总是搖搖擺擺地往下去，并且不可能恰恰在你所希望的地点跌落。老鹰和小鹰在空中飞翔可以不用拍动翅膀。在空气流动的力的影响之下出現的一切現象，長期以来被認為是变化不定的及不可思議的現象。

在某种力作用于液体，使液体流动时的現象也有同样情形。就是由于水和空气的各种規律看来，似乎是极端微妙和难以捉摸，使得我們的祖先对待它們好象对待不可思議及不受人力支配的自然力一样。

到那时为止，人类还没有得知当某种力作用于空气和液体上时决定空气和液体运动的空气动力学和液体动力学的許多規律。所以几千年来，尽管有許多大胆而天真的嘗試，人們仍然不能凌空飞行。直到空气及液体动力学的基本問題解决了，物体在水中及空气中运动的基本定律确立了，才实现了这个願望。

空气及液体动力学的重要定律之一，至十八世紀始由彼得堡科学院院士达尼耳·伯努利創立。他确定了流动液体每一点的速度与压力間的关系。

空气如同液体一样，也对每一物体的表面施加压力，空气与物体相接触，每一点的压力都垂直于物体表面。象这样的压力就称为靜压力，或簡称压力。靜压力也就是大气压力。空气，大家都知道是有重量的，而且其重量并不小——每一公升空气約



取兩張紙，把它拿着
如圖所示，並用力吹它，
兩張紙就相互靠攏

重一克余。每平方厘米截面的空氣柱施加于一平方厘米大地表面上的壓力約為一千克。這也是所說靜壓力的一例。

速度，準確一點說，水流及氣流的動能，它能變為物體表面上的壓力。但這種壓力與靜壓力不同，它稱為動壓力或稱速度壓力。假如用力向盛滿水的茶杯吹一下，水就溢出杯外。

所以伯努利規定，無粘性液體流的每一點，其速度壓力與靜壓力的總和是不變的。或者可以這樣說：速度壓力增加，則靜壓力就減少；相反，速度壓力減少，則靜壓力就增加。這個定律真如以後所闡明的，既適用於液體，也適用於氣體。

只要我們能掌握這個既適用於水也適用於空氣的基本定律，則很多的空氣和液體動力學上的疑難就都可迎刃而解。

例如，拿兩張紙片，稍稍地將它們向外彎去，然後將凸出的面相互靠近。如在兩張紙的空間吹一下，看起來，好象紙片會被分開。但實際上，兩張紙的凸出面仍然靠得緊緊的。

如不懂得速度與壓力之間的關係，那麼在這裡必然是一點也不能理解的。伯努利定律里說道：兩張紙片間空氣流動速度的增加會減小兩張紙片間的壓力，而這時兩張紙片外面一邊的壓力沒有變動，還是等於大氣壓力。這種壓力差就使得兩張紙靠攏。

伯努利定律告訴我們，當兩只船艦彼此平行行駛，且相距甚

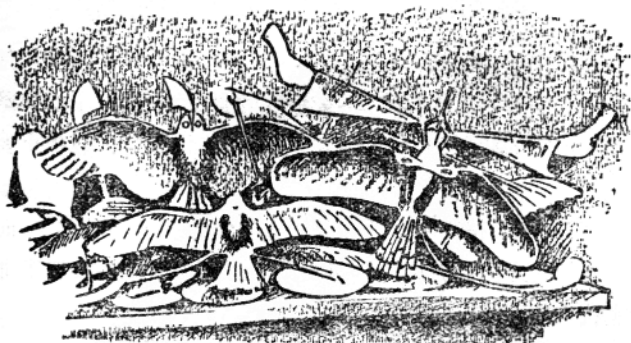
近，中間形成一道急流時，為什麼兩隻靠近的船艦有時會發生碰撞事故？兩隻船艦間的距離很近時，水的速度壓力就增加，而靜壓力則減小，這樣一來，外邊壓力就更大了，兩船就越來越靠近，如果不善於很好地控制，終於會發生碰撞事故。

大家都知道，風是能夠揭去屋頂的。如果有人問起我們這是怎麼一回事，雖然人們還難於了解風怎樣會鑽到與牆壁緊密相接的屋頂下面而吹起屋頂，但大多數人都能這樣回答，風是從屋頂下向上吹起屋頂，而把它揭走的。實際上事情完全不是這樣。原來是屋頂上的風因速度壓力增加而減少靜壓力，屋頂下的靜壓力仍然不變，即大於屋頂上的壓力，由於這種壓力差，終於揭去了屋頂。

這是饒有興趣的：在空氣動力知識得到發展以前，屋頂強度的計算只考慮到自上而下的壓力。誰也沒有想到還有什麼從里而來的壓力，這是因為錯誤解釋了屋頂被風吹起的緣故。

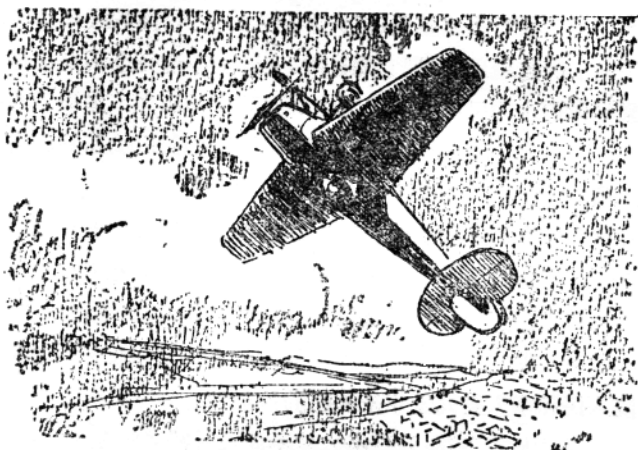
儒可夫斯基從他的科學工作初期起就從來未曾懷疑過實現全國人民和全人類幾千年來理想的可能性。

他說：“鳥能飛翔，為什麼人就不能飛行？”



儒可夫斯基製造了很多鳥模型

在优秀的俄罗斯飞行员彼得·尼可拉叶维奇·涅斯切洛夫完成了世界上第一次“翻筋斗飞行”前的二十一年，儒可夫斯基在他的论文“论鸟的飞翔”中，解释鸟不拍动伸展开的翅膀，也能在空中飞翔的道理；并从理论上证明人们也能够制造一种人工飞翔机械——滑翔机，它不但能停留在空中，而且也能“翻筋斗飞行”。



俄罗斯飞行员涅斯切洛夫首次完成了“翻筋斗飞行”

在证实了能制造停留在空中的飞翔机械的可能性后，儒可夫斯基在新写的著作“论飞机最适宜的斜度”中解决了如何确定机翼最适宜的倾斜角度的问题，这对于飞机设计具有极重要的意义。

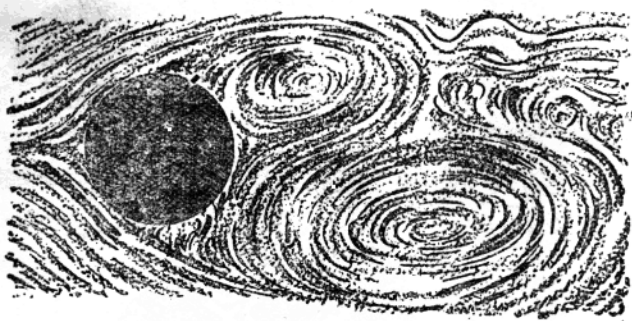
这样一来，在实际生活向科学提出它的要求的时候，一向很用心注意这方面新见闻的儒可夫斯基，原来已彻底掌握了那些奠定航空理论基础的知識。

在进行了几次比空气重的滑翔机腾空飞行后，实际飞行提

出需要进行科学研究的问题是：机翼从何处获得举力，而最主要的是要使用什么理论方法来计算它？

1906 年，儒可夫斯基在他的著作“论汇合涡流”中，不但对飞行所引起的問題作了正确的解答，而且还提出了准确计算作用于机翼上的力的数学公式。

如果將一圓柱体放在等速流动的液流中，那末該液体將两边对称地沿着圓柱体流过。如果以同样的圓柱体在静止的液体中旋轉，則液体必然会順着圓柱体旋轉的方向流动，这时便产生了环繞圓柱体周圍的圓形液流。但是，如果圓柱体不放在静止液体中而放在等速流动的液体中旋轉，那末，将会发生什么现象呢？圓柱体上面的流速等于两边液流速度的和，所以流经圓柱体上面的液体部分的速度要比流经下面的快得多。根据伯努利定律，随着流速的增加，圓柱体上面所受的压力要相应地减少。也就是說圓柱体可以受到自下而上的較大的压力，換句話說，圓柱体在等速流动的液体中旋轉能不断产生举力。



圓柱体在液体流中旋轉所引起的渦流

如果拿液柱——渦流来代替固体圓柱体，在等速直綫流动的液流中旋轉，情况一点也不改变。可是，用数学方法来研究这

种现象就更方便了。儒可夫斯基就利用这一现象作出了计算举力的数学公式，这种举力在一切能产生涡流的液流中都可以形成。

儒可夫斯基把上述的涡流称为“汇合涡流”，因为等速流动并不产生自下而上的任何举力，但当旋转涡流的速度与等速液流前进的速度汇合时，马上就产生举力。



尼可拉·叶沃洛维奇·儒可夫斯基做了许多实验，并由此发现了什么“力”使飞机上升

这里所談的都是液体流动的問題。但是“匯合渦流”的理論原来也能适用于飞机在空中飞行的現象。这里也有举力的作用；它也可以按照儒可夫斯基所作的、应用于液体流动的公式来进行計算。飞机机翼上面气流的速度大于其下边的速度，所以自下而上地作用着象由“匯合渦流”中得到的一样的举力。

但是有人会問：飞机航路上等速气流是从何产生的呢？为什么固定不动的机翼在这种气流中能引起象旋轉圓柱体或渦流那样的作用？

强大的气流是靠推动飞机前进的螺旋槳产生的。机翼在这种气流中也会引起所謂“匯合渦流”。这种現象的所以发生是由于机翼虽然固定不动，但同时却不象旋轉圓柱体或渦流柱那样属于完全对称的形狀。由于机翼的不規則的形狀，流过机翼的气流也就不同：机翼上面的气流比較密集，而机翼下面則較稀薄。所以机翼上面气流速度也就大于下面的速度。这样，根据伯努利定律，冲击飞机机翼的气流压力也就有差別。由于这种压力差才产生了举力。

很明显地，气流速度是随着机翼形狀而改变的。这就是說，如能成功地找到机翼的最好形式，則飞机的举力也就更大。在科学家沒有搞清楚飞机举力的本質以前：还没有借数学計算以确定机翼形狀的方法。儒可夫斯基的發現以“数学工具”武装了飞机設計师，同时儒可夫斯基自己是世界上第一个找到和計算出最好的，或一般所謂最合理的飞机机翼的人。

上面已經說过，适用于液体流的定律，实际上也适用于气流的。但液体与气体之間，及水与空气之間，在物理性質上有着很重要的区别。水及一切的液体实际上是不可压缩的；即压力提高，其体积几乎沒有变化，所有水力机械的操作都是基于这特性