

文章编号:

一种全新构型飞行汽车 (轻舟飞车) 技术特征综述及市场应用分析

陈博, 陈志石, 陈汉杰

(中美空中机器人(珠海)有限公司, 珠海 519000)

摘要: 飞行汽车作为一种兼具陆行及飞行的载运工具, 其概念提出已逾百年, 各种方案、构型层出不穷, 并且其发展势头始终强劲; 本文试着从多个方面分析飞行汽车这种特殊的载运工具的技术特点及应用特点, 并就“轻舟飞车”这一全新构型飞行汽车的技术特征、技术优势作较全面的展示, 力图以前瞻性、颠覆性的技术理念助推这一既“古老”又“新颖”的载运工具的发展。

关键词: 飞行汽车, 全新构型, 垂直起降, 横流风机、主动射流流动控制, 吹翼系统。

A brand-new configuration of a flying car (Lightboat flyingcar) technical characteristics summary and market application analysis

CHEN Bo, CHEN Zhishi, CHEN Hanjie

(Sino US Airborne Robotics (Zhuhai) Co., Ltd., Zhuhai 519000, China)

Abstract: As a kind of transport tool with both land travel and flying, the concept of flying car has been put forward for more than 100 years, and various schemes and configurations emerge in an endless stream and always strong; this paper tries to analyze the technical characteristics and applications of the flying vehicle. Point and on the "light boat flying car" this new configuration of the flying car technical characteristics, technical advantages for a more comprehensive display, trying to forward-looking, top. The concept of overlapping technology promotes the development of this both "ancient" and "novel" transport tool.

Key words: flying car, a new configuration, vertical take-off and landing, cross-flow fan, active jet flow control, blowing wing system.

0 引言

1917年，飞行汽车之父格·寇蒂斯第一次向人们展示了飞行汽车这种新型交通工具，他的铝制 Autoplane 夸张地装有三只翼展达 12.2 米的机翼，汽车发动机驱动车尾的四叶片螺旋推进器；Autoplane 从未真正飞上天空，但它实现了一些短距离的飞行式跳跃。

20 世纪 40 年代，当汽车、航空技术有了相当的发展之后，福特汽车公司创办人亨利·福特才大胆地发出“飞行汽车迟早会出现”的科学预言。

目前全球一共有超过 200 余家公司在开发“飞行汽车”，而此“飞行汽车”却是涵盖了 eVTOL（电动垂直起降飞行器）和飞行汽车；eVTOL 只能空用，而飞行汽车才能实现陆空两用；因此需先给出飞行汽车的定义：既能在空中飞行也能像汽车那样在陆地上行驶，又可以实现远距离载人的陆空两用交通工具才能称之为飞行汽车。

1 现阶段技术状态

1.1 已公布的飞行汽车构型分类

(1) 旋翼机+汽车的构型（例如：Pal-v 公司，陆空两用垂直起降飞行汽车 Liberty）；



(2) 固定翼+汽车的构型（例如：Terrafugia 太力公司，陆空两用飞行汽车 TF-1）；



(3) 倾转涵道风扇+汽车的构型（例如：Bellwether 公司-陆空两用涵道风扇垂直起降飞行汽车 Volar）；



(4) 多旋翼+汽车的构型（小鹏汇天公司陆空两用垂直起降飞行汽车 X3）。



1.2 已公布的飞行汽车技术特点

目前绝大多数飞行汽车在功能上均能实现空中飞行及陆上行驶两种模式，但飞行、陆行这两种模式需要达到合适的权重比，并且需要在两种模式下均能满足基本指标要求，才能成为真正意义上的飞行汽车；简而言之，飞行是用来修饰汽车的，所以本质上飞行汽车首先得是“车”，而车体如果只是简单的加上机翼或旋翼又会导致作为一辆车开起来很困难，达不到汽车应有的驾乘体验及指标要求，同时在飞行模式时又会导致基本飞行指标过低，比如航时、航程、载荷能力等；再则飞行汽车要同时通过汽车认证和飞行器认证，这也是技术实现上的难点。

现阶段几乎绝大多数构型的飞行汽车，其飞行、陆行两种模式的各项指标均远低于将其作为汽车使用时及作为飞机使用时应达到的基本指标要求。究其原因，首先可以从工作原理及应用场景进行分析，在飞行模式时需要平衡车体所受的重力才能使车体离开地面，目前常采用的解决方案是在车体上增加可收折机翼及尾翼或是增加可

收折的旋翼（双旋翼或多旋翼），以此产生升力托举车体，在飞行过程中增加机翼的车体以在其上增加的尾翼保持姿态稳定及用其上的舵面控制飞行姿态，而增加旋翼的车体则是以控制旋翼（双旋翼）周期变距或是控制旋翼（多旋翼）差速达到保持车体姿态稳定及控制姿态的目的，而增加机翼的车体的起飞、降落还需要在平整并有相当长度的路面上滑行才能实现；在陆行模态时，增加机翼及尾翼的车体，其机翼尾翼收折后会使其外形尺寸大大超出汽车的标准尺寸，使其停靠、行驶时受现有道路等的影响甚为明显，并且行驶的速度，转弯等的机动性也远达不到对于普通汽车的要求，同时收折后的机翼尾翼会遮蔽车窗、车门等可视或活动空间，使使用体验大打折扣，而增加旋翼的车体，因旋翼的过大尺寸（单旋翼）或过多的数量（多旋翼），其收折后也会使外形尺寸超出汽车的标准尺寸，并且使整体重量大幅增加，继而降低了行驶里程及机动性。其次从工程设计角度分析，汽车同飞机因应用场景不同，其技术指标的类别、量级等有着极大的差异，并且所使用的材料及制造工艺也有各自不同的规范体系，因此只是将固定翼飞机、旋翼机等同汽车进行简单的整合或是拼凑，并不能产生出一种新的工程应用产品，简而言之，如果不能很好的兼顾陆行及飞行两种模态，就不能称之为飞行汽车。

2 “轻舟飞车”设计理念及技术特征

2.1 设计理念

“轻舟飞车”在设计之初就以更好的兼顾陆行及飞行两种模态、提高用户使用体验这两方面作为各研发、制造阶段的重要指标，简而言之，陆行时不论其外观还是性能同普通汽车无二致，飞行时基础指标现阶段接近或达到复合翼 eVTOL 的指标要求；为了更好的结合任务使命和性能需求，在方案设计初期即已开展总体构型上的权衡分析及参数设计，综合考虑气动、结构、能源、电机及螺旋桨、增升机构、适航等设计因素，以提升有效载荷，降低运营成本，确保飞行安全为目标，开展多学科分析与优化设计，实现气动、结构、推进、飞控和性能的最佳优化组合；从工

程设计角度分析，汽车同飞机因应用场景不同，其技术指标的类别、量级等有着极大的差异，并且所使用的材料及制造工艺也有各自不同的规范体系，因此在一定程度兼顾两类规范体系的同时，需要提出颠覆性方案，从而开发出这类全新的工程应用产品。

“轻舟飞车”采用的构型方案是吹翼系统+翼身融合+多旋翼+汽车的构型，多旋翼的布局是四轴四桨对称布置，增升机构采用的是横流风机+吹翼的方案，如下图：



2.2 技术特征

“轻舟飞车”构型方案中的技术核心是横流风机系统、主动射流流动控制吹翼系统及矢量控制技术。

横流风机系统，以横流风机产生主动射流，通过射流动量在吹翼上产生绕流，形成压力梯度既而产生升力，同时吹翼各翼段边界层效应及同车体（升力体）间的空间流场压强恢复效应，降低了射流系统（横流风机）的增压要求，因此，此主动流场控制技术具有低功耗低质量射流的特性；吹翼翼片可适时改变迎角，进一步调节升力。

横流风机系统主要涉及横流风机设计及气道同风机的匹配设计，使其技术指标能满足功重比，风机内流场稳定性，出风口动压、速度梯度，等的设计要求，其设计方法是依据“横流风机”基本理论再以半物理仿真试验手段验证进行，并在每个技术阶段采用流体力学仿真计算结果对系统

设计指标进行修正、优化。

主动射流流动控制吹翼系统，主要涉及翼面气动、几何外形设计、翼面同气道的匹配设计及主动射流流动的匹配设计，使翼面载荷、升阻特性等满足设计指标要求，并通过仿真计算来确定在飞行的不同阶段，主动射流强度同其的匹配关系。

矢量控制技术，即在吹翼后翼段尾端设置导风板，起降时导风板向下偏转，导引气流向下流动产生正升力增量；飞行时，导风板偏转回原位（水平），导引气流水平向后流动，对机体产生向前的动能。

设计指标如下：

外形尺寸：4.83m x 4.53m x 2.08m（展开状态，不含螺旋桨）

4.83m x 2.68m x 1.26m（收折状态）

起飞（陆行）重量：≤850kg（空机450kg、电池200kg）

有效载荷：≤200kg

飞行模式：

动力系统：

（1）横流风机（2 x 25kw 电机）+ 2 片吹翼（共 3.81m²）；横流风机工作转速 1528rpm/min，极限转速 2500rpm/min，出口处风速 40m/s；吹翼系统功率载荷 12.5kg/kw；

（2）4 x 21kw 电机 + 4 x 87"螺旋桨；悬停时螺旋桨转速 1850rpm/min，极限转速 2960rpm/min；旋翼系统功率载荷 4.5kg/kw；

（3）载荷分配比例：吹翼系统 70%、旋翼系统 30%；

（4）整车飞行状态的需用功率只相当于多旋翼型 eVTOL 的 50%~55%，接近复合翼型 eVTOL 水平。

起降时长：2min（能耗 3.5kwh）

最大航速：150km/h

巡航航速：110km/h（需用功率 65kw）

最大航程：55km（时长 30min，能耗 32kwh）

陆行模式：

动力系统：2 x 3kw 电机（前驱）

经济车速：100km/h（需用功率 3kw）

最长里程：500km（时长 5h，能耗 15kwh）

2.2 技术路线

“轻舟飞车”的研制将按三个阶段进行。

第一阶段将采用吹翼系统+翼身融合+多旋翼+汽车的构型。飞车在空中悬停时，吹翼系统产生 50%的升力、多旋翼系统产生 50%的升力；在空中巡航时，吹翼系统产生 35%的升力、多旋翼系统产生 30%的升力、机身升力体产生 35%的升力；巡航时的推力（航向方向），吹翼系统（尾部吹气）产生 70%的推力、多旋翼系统（航向方向分量）产生 30%的推力；飞行时飞车的姿态控制，由多旋翼系统的力矩变化实现。

第二阶段将仍采用吹翼系统+翼身融合+多旋翼+汽车的构型。飞车在空中悬停时，吹翼系统产生 90%的升力、多旋翼系统只产生 10%的升力；在空中巡航时，吹翼系统产生 55%的升力、多旋翼系统只产生 10%的升力、机身升力体仍产生 35%的升力；巡航时的推力（航向方向），吹翼系统（尾部吹气）产生 80%的推力、多旋翼系统（航向方向分量）产生 20%的推力；飞行时飞车的姿态控制，仍由多旋翼系统的力矩变化实现。

第三阶段时将完全取消多旋翼系统作为辅助升力及姿态控制的作用，将采用吹翼系统+翼身融合+射流环量控制系统+汽车的构型。飞车在空中悬停时，吹翼系统产生 100%的升力，飞车完全由吹翼系统产生的升力托举升空；在空中巡航时，吹翼系统产生 65%的升力、机身升力体产生 35%的升力；巡航时的推力（航向方向），吹翼系统（尾部吹气）产生所需的全部推力；飞行时飞车的姿态控制，由射流环量控制实现。

整体构型在第三阶段研制完成后，将会呈现出，陆行时吹翼系统中的翼面同车身外形面贴合，整体呈现出“普通”汽车的外观和驾乘体验，在准备飞行前，吹翼系统中的翼面滑移到设定位置后随即起飞，进入飞行模式。

3 “轻舟飞车”核心技术的工程推导及数值模拟研究

3.1 横流风机系统

3.1.1 横流风机的设计

(1) 设定横流风机出口风速 $C_{出}$ ；

(2) 计算动压 H_{α} ：

$$H_{\alpha} = C_{出}^2 \times \frac{\rho}{2}$$

计算全压 H ：

$$H = H_{\alpha} + H_{st}$$

(3) 计算风机叶轮外径 D_2 ：

$$D_2 = \frac{60}{\pi \cdot n} \sqrt{\frac{H}{\rho \cdot \phi}}$$

(4) 计算风机所需功率 N ：

$$N = \frac{QH}{75X\eta X\eta'}$$

η ：风机效率；

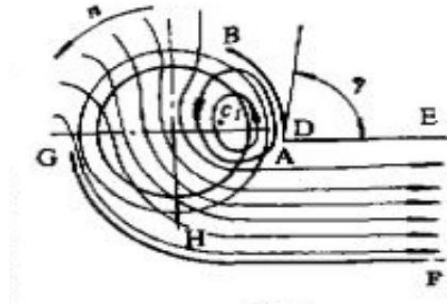
η' ：传动效率。

3.1.2 横流风机气道参数的设定

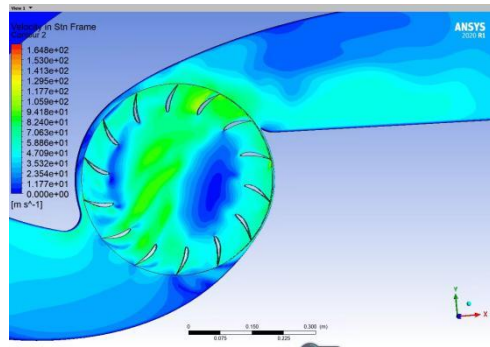
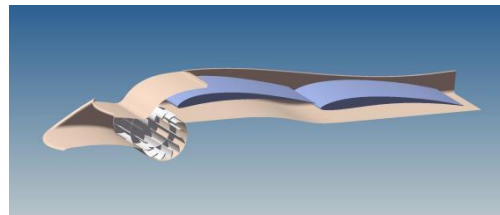
横流风机气道的边界，一般是由与叶轮间隙逐渐增大的曲线（GF 段）、圆弧形或其它形状的涡舌（BD 段）及上边界（DE 段）构成；涡舌的长度及其与出风口上边界的夹角对横流风机的性能有较大影响；当涡舌具有一定长度时，涡心在 C_1

点附近，横流风机能正常工作（即能形成正向的稳定流场），流动方向如下图所示；如果涡舌于叶轮间隙逐渐减小，涡心 C_1 会向下方移动，回流减小；如果将夹角适当减小，将会使流体易于沿

上边界流出，并使回流减小；如果将涡舌长度减小，涡心 C_1 将向内移动，回流也将增大，若涡舌长度减小到一定数值后，涡心 C_1 将移除叶轮区域，而产生倒流现象。



下图所示为“轻舟飞车”横流风机的结构及其同气道的匹配状态，其各项数值是以工程估算为基础再通过试验逐步修正得到的，并通过 CFD 仿真予以佐证；从仿真数据看，横流风机内部的偏心涡的大小、形状及位置均满足设计要求。



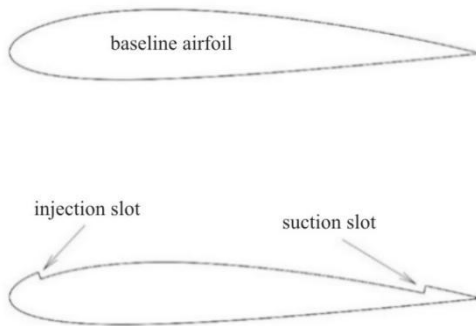
3.2 主动射流流动控制吹翼系统

3.2.1 主动射流流动控制方法概略

主动射流流动控制方法是一种基于吹吸气技

术的新概念流动控制方法，此控制方式在对应翼型一类的气动结构时，射流在翼型上翼面的吸力峰值区域附近布置吹气口，而在上翼面后缘压力恢复区附近布置吸气口，前缘和后缘的压差有利于促进气流循环，减少射流增压系统的功耗，同时前缘吹气使上翼面速度型变得饱满，后缘吸气又能进一步增加翼型环量，以此达到以较低功耗实现增升的目的。

主动射流概念最早于 2004 年由 Zha G C 等首次提出并应用到外流翼型和内流叶栅的流动控制研究中（如下图），并以 NACA2415 基准翼型和主动射流翼型，对控制前后的气动性能进行对比分析，显示出了显著的增升减阻效果，此外还进行了主动射流与环量控制的理论功耗对比以及二者对发动机推力和推进效率的影响对比。



3.2.2 主动射流无量纲量计算

(1) 动量系数

在射流流动控制方法中，常用动量系数衡量射流强度，其表达式如下：

$$C_{\mu} = \frac{\dot{m} V_j}{\frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S}$$

\dot{m} : 射流质量流率; V_j : 射流速度;
 ρ_{∞} : 自由来流密度;
 V_{∞} : 自由来流速度;
 S : 参考面积。

(2) 功耗系数

主动射流内部增压系统功耗可根据增压前后的气体参数来计算：

$$P = \frac{\dot{m} c_p T_1}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right]$$

c_p : 气体定压比热;

T_1 : 增压前射流气体的总温;

η : 增压系统的效率;

P_1 和 P_2 : 增压前及增压后射流气体的总压;

γ : 比热比。

(3) 升力、阻力系数

$$C_L = \frac{R_L - F_{L,CFJ}}{\frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S}$$

$$C_D = \frac{R_D - F_{D,CFJ}}{\frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S}$$

R_L : 翼型所受表面力在升力方向的分量;

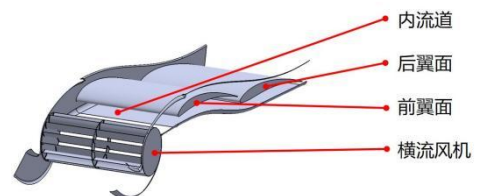
$F_{L,CFJ}$: 射流反作用力在升力方向的分量;

R_D : 翼型所受表面力在阻力方向的分量;

$F_{D,CFJ}$: 射流反作用力在阻力方向的分量。

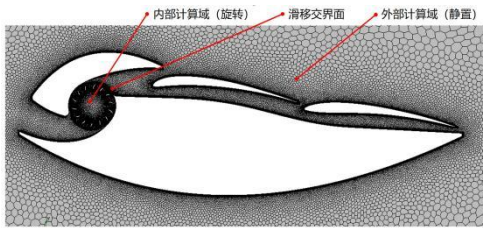
3.3 数值模拟研究（现阶段主要采用计算流体力学方法对横流风机、横流风机同气道的匹配及吹翼翼面的气动效率等进行仿真计算）

气动仿真（CFD）对象为“轻舟飞车”中的内流道、横流风机和后两个翼面。



(1) 气动仿真分析方法:

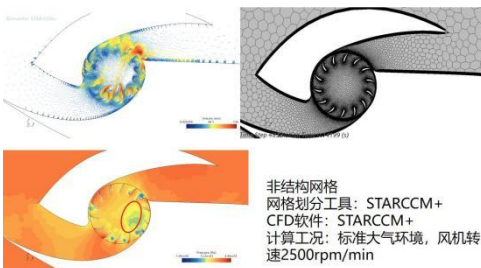
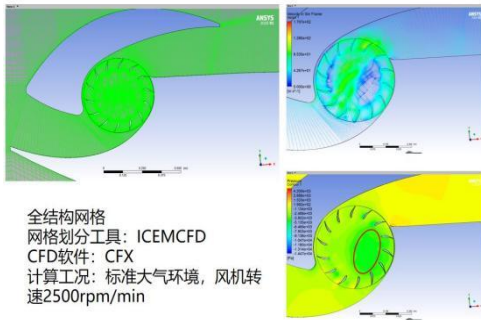
横流风机在流道中沿水平轴线旋转，叶片拉动空气由前方入口进入内流道加速，后流经后两个翼面产生所需的气动力；该流动问题为典型的非定常问题，为了较为准确地捕捉内部流动现象，特采用滑移网格+非定常方案进行仿真分析（注：外壳体外形为简化外形）。



(2) 结构与非结构网格气动仿真对比:

将该仿真对象简化为二维问题，分别构建结构网格模型和非结构网格模型，基于相同的工况进行对比分析，验证非结构网格的适用性。

结论：使用结构与非结构网格具有相似的流场计算结果（均能捕捉相似的流场细节），非结构网格满足使用要求。

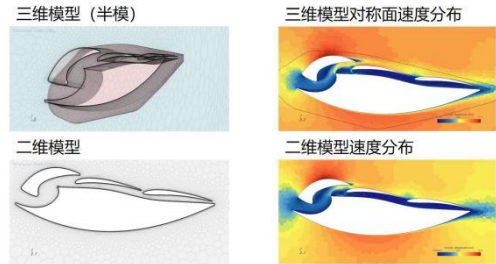


(3) 二维简化问题:

以内流道和翼面为对象（暂不考虑横流风机），构建其三维和二维仿真模型，分别计算在 30m/s、

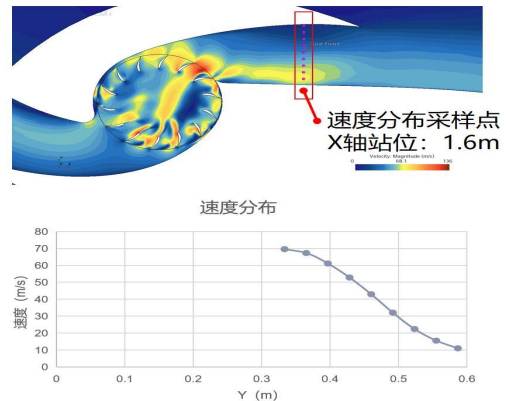
40m/s 和 50m/s 远方来流下的流场，提取翼面气动数据进行对比，验证简化的二维模型是否满足工程需求。

结论：从计算结果可以看出，二维模型能够较好反应流动特征，结果与三维模型近似。

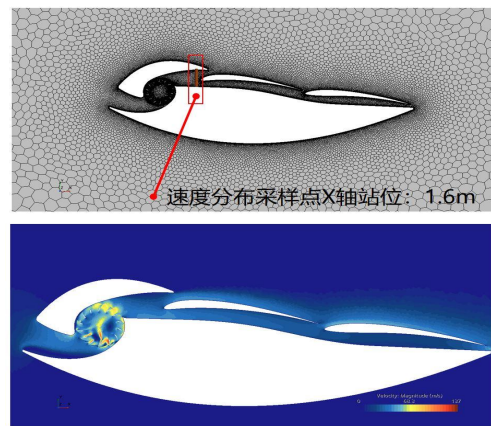


(4) 2500rpm/min 时孤立风机流场仿真结果:

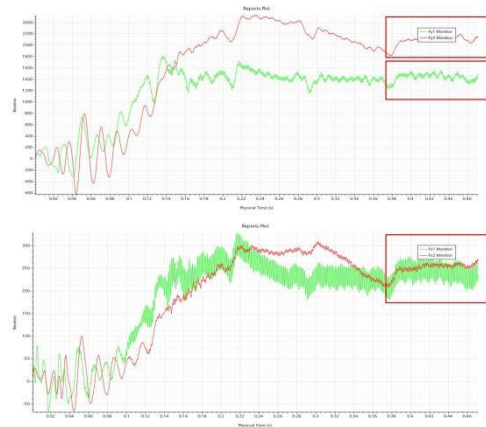
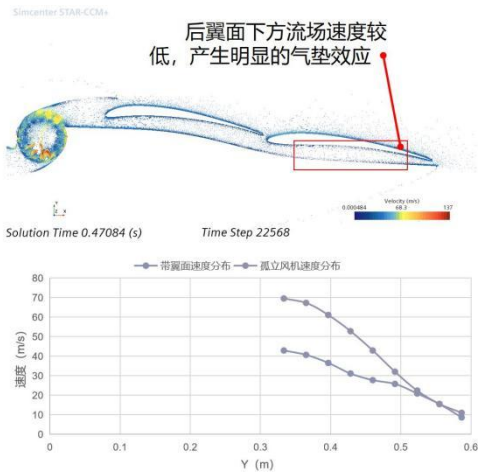
以内流道和横流风机为仿真对象，暂时忽略翼面，采用非定常计算内流道流场（仿真时长：0.142s）。



采用二维简化模型开展非定常仿真，计算横流风机和翼面气动载荷，仿真时长：0.47s，仿真模型和计算结果如下：



40m/s、

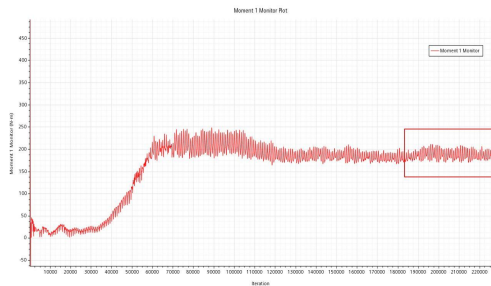


横流风机扭矩计算结果：

由于使用非定常计算，横流风机扭矩计算结果呈现微幅震荡现象，可通过取平均值估算横流风机扭矩和需用功率。

平均扭矩：185.05Nm；

需用功率：48,446W。



翼面气动载荷计算结果：

由于使用非定常计算，翼面载荷计算结果呈现微幅震荡现象，可通过取平均值估算气动载荷（后翼面升力较前翼面大，阻力相当）。

前方机翼 Y 方向气动载荷：1437N；

前方机翼 X 方向气动载荷：240.3N；

升阻比：5.98；

后方机翼 Y 方向气动载荷：2103.9N；

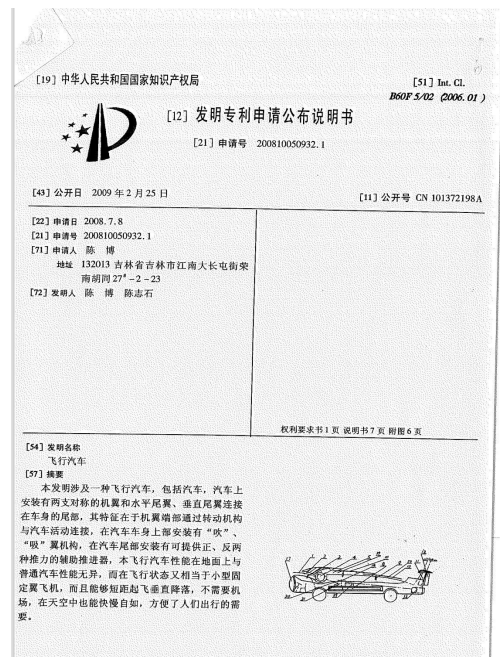
后方机翼 X 方向气动载荷：254N；

升阻比：8.28。

4 结束语

“轻舟飞车”构型方案中的技术核心是横流风机系统及主动射流流动控制吹翼系统，这两方面历经十余年的研究及积累，较全面的论证了这两套系统完美组合后所呈现的一种全新的“升力”构型方案的前瞻性及颠覆性的技术理念，为兼具陆行及飞行的这种载运工具未来的实现，提供了一种全新的、高效的方案的可能。

下列为部分技术成果（专利文件）展示：



[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B60F 5/02 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410010721.7

[45] 授权公告日 2007年10月24日 [11] 授权公告号 CN 100344470C

[22] 申请日 2004.3.3 [74] 专利代理机构 吉林市华明专利商标代理有限公司

[24] 申请号 200410010721.7 代理人 张玉致

[73] 专利权人 陈博
地址 132013 吉林省吉林市江南大长屯街
荣南胡同27-2-23号

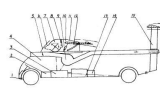
[72] 发明人 陈博 陈志石

[56] 参考文献
CN1269307A 2000.10.11
CN2714355Y 2005.8.3
US6604706B1 2003.8.12
US4537373A 1985.8.27
CN198138A 1998.11.4
审查员 谢杨

权利要求书1页 说明书4页 附图5页

[54] 发明名称
陆空两用汽车

[57] 摘要
本发明涉及一种陆空两用汽车。其特征是汽车的车体顶部装有两支对称的机翼和尾翼。机翼上装有线向进风风机。该风机的出风口与机翼的翼片相对应。翼片为依次活动连接的组合翼片。尾翼由可折叠的平衡舵和升降装置组成。汽车车体的两侧装有两支出风口离心风机。其双出风口分别设在前后车体上。机翼和车体的底部分别设有气体喷口。它能象普通汽车那样在道路上行驶。满足道路交通管理要求。能在低速飞行。垂直起降对周围环境无干扰。结构简单制造成本低。



(19) 中华人民共和国国家知识产权局

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103770589 B
(45) 授权公告日 2018.07.06

(21) 申请号 201410071053.2 (56) 对比文件
(22) 申请日 2014.02.28 US 6089014 A, 2000.07.11,
(66) 同一申请的已公布的文献号 JP 2011225058 A, 2011.11.10,
申请公布号 CN 103770589 A US 2011042507 A1, 2011.02.24,
(43) 申请公布日 2014.05.07 审查员 史改改

(73) 专利权人 武汉蓝天翔空科技有限公司
地址 430072 湖北省武汉市东湖高新武大
科技园北主楼二单元

(72) 发明人 刘世英

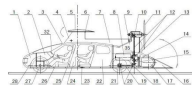
(74) 专利代理机构 武汉利德联合知识产权代理有限公司 42215
代理人 刘治河

(51) Int. Cl.
B60F 5/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书9页 附图15页

(54) 发明名称
飞行汽车

(57) 摘要
一种飞行汽车,它包括车身、驾驶舱、客舱、行李舱、设备舱、车身尾、车轮、机翼和螺旋桨有序组合,由于它的车身与车身的组合侧面为机翼前缘形状,所以当飞行汽车在路面行驶和空中飞行时车身也可以产生升力,在同等荷载条件下机翼的面积和翼展相对可以减少,机翼安装在车身顶部两侧的中空立柱上面并距离车身顶部一段距离,当机翼两端向下折叠时,本飞行汽车外形的高度、宽度和高度尺寸都小于汽车大巴,使原本飞行汽车可以在高速公路上安全、自由地起飞、降落和行驶,当小汽车已经普及、城市街道和高速公路经常拥堵,本飞行汽车可以缓解这个矛盾而成为人们一种方便、快捷和安全的私家用和商务用飞行汽车,因此具有广阔的国内外市场。



(19) 中华人民共和国国家知识产权局

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102616095 A
(43) 申请公布日 2012.08.01

(21) 申请号 201210990819.2

(22) 申请日 2012.03.26

(71) 申请人 史智勇
地址 310014 浙江省杭州市拱墅区大关苑南
九苑4-1-302

(72) 发明人 史智勇

(51) Int. Cl.
B60F 5/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称
环形旋翼直升飞行汽车

(57) 摘要
本发明涉及一种利用普通汽车改造的新型垂直升降飞行汽车。外形变化不大,不影响在陆地上的行驶和停车。在普通的汽车上加装旋翼升力系统和飞行调整控制系统。旋翼升力系统由共轴反转机构和两组反转的旋翼构成,安装在汽车的上方。飞行调整控制系统由车头和车尾的两个可折叠轴流风扇构成。飞行时展开,发动机动力经加装的离合器可以在车轮和旋翼之间切换。该旋翼为环形式旋翼,外形尺寸小,直径小于车辆宽度,受力面积大,空气升力大,车辆停稳后,把动力传到旋翼上,旋翼高速旋转后,即把车辆向上提升。开启两个轴流风扇,车头风扇向上吹风,车尾风扇向下吹风,车辆整体前倾,就能向前飞行。关闭风扇,靠惯性旋翼转速,车辆能悬停在空中,轴流风扇还可以沿水平轴偏转,控制车辆飞行方向。



吹翼机构在无人及有人航空器上的应用研究

陈志石 1 陈博 2

珠海天空速递有限公司

摘要

飞机发明以来,人们一直在研究怎样才能在空中实现飞机(飞行器)随意快捷、悬停、不需要机场,实现短距或直升直降。其意义非常重大。虽然直升机可以达到这个目的,但其缺点也是明显的:1、功耗大;2、旋翼回转半径过大,不能适合陆地上行走;3、飞行速度低;4、安全性差。为此人们发展倾斜翼飞行器和其他具有直升机和固定翼飞机双重特点的飞行器,我们现在又在研究“吹翼式”飞行器,其目的也是一样的。但这两个研究课题都不是什么新课题,我们的前辈进行过深入的理论探讨和研究,我们只是在前人基础上进一步的研究。

关键词:吹翼 优点 目的 用途 原理 研究方向

目的:一种小型低空、低速能够短距直升直降不需机场的航空器,可以称之为一种之高的飞行器。

用途:工业、农业、国防,涉及人们日常生活,可制成无人机、个人飞行器、飞行汽车、飞行船等。

原理:沿整个翼面吹翼,利用航空相对运动原理,利用人造气流,人造风,马格努斯效应,变换气流流速、大小、方向、吹翼点。

研究方向:和流行的“变型机翼”研究方向相反的采用“变气流”的研究方向。

具体研究方法:采用小展弦比的厚机翼,内置径向进风机等吹翼机构,高速回转的风机叶轮产生高速气流(通常在50米/秒~100米/秒)用机械方法形成扁平气流层(可发展为机械和化学能结合的扁平气流层),在机翼适当部位,在设计时间吹翼,风力大小、流量可调。采用的航空空气动力学的基本理论是:运用1、随动臂;2、吹;3、吸,等进行附面层控制以达到升力的目的。采用微机电设备和吹翼机构实现主动流场控制并且尝试用人造气流进行失速控制,尝试间歇、脉动式吹翼升力的应用。