

# 水陆两栖型轻型运动飞机技术现状及发展研究

刘广友

河北天启通宇航空器材科技发展有限公司 河北 保定 074000

**【摘要】**：水陆两栖型轻型运动飞机作为新型通用航空飞机，在气动布局上采用上单翼、高置的平尾；在发动机布局上采用推进式形式，发动机布置在机翼上方，螺旋桨布置在机翼后方；水动布局可选择翼梢浮筒-船身式或鳍式浮筒-船身式，起落架布局采用可收放的前三点式起落架。水陆两栖型轻型运动飞机其水面和陆上起降能力在我国湖泊、水库区域可开展水上游览、观光，以及水面宿营与垂钓，具有广泛的应用前景。

**【关键词】**：水路两栖；运动飞机；国外飞机

水陆两栖型轻型运动飞机既可在水面起降也能在陆上机场起降，为满足水面滑行要求将飞机机身底部设计V型滑行面，并为满足陆上起降的要求，在机身两侧安装可收放的起落架，在水上起降时收上，在陆地上起降时放下。随着我国低空空域的逐步开放，通用航空产业迎来了快速发展，据不完全统计，目前我国通用航空器研发制造项目中，轻型运动飞机项目占比近60%。水陆两栖型轻型运动飞机其水面和陆上起降能力在我国湖泊、水库区域可开展水上游览、观光以及水面宿营与垂钓，具有广泛的应用前景。

## 1 水陆两栖飞机的定义和分类

轻型运动飞机(LSA)是一类填补超轻型飞机和高档两座单发活塞飞机之间空白的新型通用航空飞机，是美国联邦航空局根据民间航空提案要求于2004年新推出的一个飞机类别。

水上飞机定义为能在水面起飞、降落和停泊的固定翼飞机，保证其水面起降的船体或浮筒就等同于陆基飞机的起落架，在浮筒或船体上安装可在陆上机场起降的起落架，在水面起降时不用，在陆上起降时则放下，即成为水陆两栖飞机、如今，水陆两栖飞机逐步发展形成了船身式和浮筒式的常规布局，发动机高置于机翼或机身上，避开喷溅水流对发动机进气道、襟翼、螺旋桨等的冲击。

船身式水陆两栖飞机的机身下半部具有像船身一样的特殊构型，满足飞机水面滑行、起降的要求，并在翼下对称布置两个浮筒，或机身两侧布置鳍式浮筒。浮筒式水陆两栖飞机则是在常规布局的飞机上安装浮筒实现水面滑行，可分为单浮筒式和双浮筒式。对于常规布局的船身和浮筒的设计满足阿基米德原理、静水力学、水动力学理论等，保证飞机在水上漂浮，不倾覆及在水面安全起降。由于同时考虑气动和水动特性，这两种布局在设计中有不少的难点，要在保证安全性前提下达到最小稳定性要求。浮筒式水上飞机在水面滑行速度达到1/3的起飞速度时，会产生纵向不稳定问题，船身式飞机的纵向稳定性相对较好，但横向稳定性较差。

现代创新布局的水陆两栖飞机则突破了传统的布局形式，主要是创新了滑行装置，或采用折叠机翼、环形翼、串列翼等对传统布局进行改进与创新，提升水动力特性和气动特性，使得人们更能体验海天变换的乐趣。随着我国低空空域的逐步开放，通用航空产业迎来了快速发展，据不完全统计，目前我国通用航空器研发制造项目中，轻型运动飞机项目占比近60%。此外，国家通用航空专家委员会参考国际有关国家通用航空市场的发展规律，结合中国通用航空各项政策现状以及改革发展趋势，推测我国通用航空市场在2020年左右实现质的飞跃，需求呈现巨大的增长。水陆两栖型轻型运动飞机其水面和陆上起降能力在我国湖泊、水库区域可开展水上游览、观光以及水面宿营与垂钓，具有广泛的应用前景。本文根据已有水陆两栖型轻型运动飞机的设计特点，分析其技术现状，并探讨了其未来发展方向，为水陆两栖型轻型运动飞机研究提供参考。

## 2 现代水陆两栖飞机的技术特征

根据已有的国外水陆两栖型轻型运动飞机机型统计，典型机型主要有巴西M22 SeaMax飞机和Seastar飞机，西班牙GAV Freedom飞机，瑞典LN-3 Seagull飞机，美国Icon A5飞机和MVP飞机等。M22 SeaMax飞机与SeaStar飞机均由巴西AirMax公司研制生产，M22 SeaMax飞机原型机于2001年首飞成功，SeaStar飞机于2009年研制成功。这两款飞机装备一台功率为73.5kW的Rotax 912 ULS活塞发动机，并由它驱动一个三叶推进式螺旋桨。采用收放式前三点式起落架，主起落架可向上收至机身内，前轮可向上、向前收回至机身内。GAV Freedom飞机是由西班牙研发生产，于2006年首飞成功。LN-3 Seagull飞机由瑞典研制生产，原型机于2008年2月5日完成首飞。GAV Freedom飞机、LN-3 Seagull飞机布局形式与M22 SeaMax飞机基本一致。Icon A5飞机由美国Icon公司设计研发，2005年开始研制，于2008年7月9日完成首飞。Icon A5飞机为上单翼飞机，安装一台功率为73.5kW的Rotax 912 ULS活塞发动机，并由它驱动一副推进

式螺旋桨。采用可收放式前三点起落架，流体动力学设计的翼尖和机身和浮筒可增强其水上稳定性。采用电动可收放起落架，主起落架可向上收放到浮筒内，前轮可向后收起。MVP飞机由美国 Seaplex 公司设计研发，MVP 飞机布局形式与 Icon A5 飞机基本一致。

如上所述，这些水陆两栖型轻型运动飞机在气动布局上采用上单翼、高置的平尾，主要为了防止水面起降中使船体产生的喷溅冲击机翼与平尾，使机翼与平尾变形甚至损坏；在座舱布置中，这些水陆两栖型轻型运动飞机采用并列式双座，飞行员与乘客前向视界较好，并且飞行员与乘客可共用一套飞行仪表；在发动机布局上均采用推进式形式，发动机布置在机翼上方，螺旋桨布置在机翼后方，同样是为了防止水面起降中使船体产生的喷溅冲击螺旋桨而损坏螺旋桨，因而不能采用陆上型轻型运动飞机机身首部布置的拉进式发动机布局形式，并且尾翼位于螺旋桨滑流中，增加飞机操纵性。此外，为克服水面起飞过程中水阻力，这些水陆两栖型轻型运动飞机采用最大功率 73.5kW 的 Rotax 912 ULS 活塞发动机。

与其他水陆两栖飞机类似，水陆两栖型轻型运动飞机需在机身两侧布置相应浮筒以保证水面横稳性要求。水陆两栖型轻型运动飞机在水动布局上主要有两类，一类是翼梢浮筒-船身式，另一类是鳍式浮筒-船身式，翼梢浮筒-船身式水动布局在两侧机翼的翼梢附近各布置一翼梢浮筒，翼梢浮筒离机身纵向对称面较远，其尺寸较小，一般飞机横倾  $2\sim 3^\circ$  一侧翼梢浮筒才会触水，以提供横向恢复力矩；鳍式浮筒-船身式水动布局在机身两侧布置鳍式浮筒，由于鳍式浮筒距机身纵向对称面较近，其尺寸较大。机身下方船体在中间区域布置一横向断阶以阻断船体的水流，使高速滑行水阻力减小，飞机具有足够的剩余拉力加速离水。

对于水陆两栖型轻型运动飞机，起落架布局基本采用可收放的前三点式起落架，前起落架基本均往前收回至机身内，主起落架形式采用舷外支架式，这样主起落架结构高度较小，结构重量较小，仅收回位置有所不同，翼梢浮筒-船身式水动布局的飞机主起一般往上、往内收回至机身内，而鳍式浮筒-船身式水动布局的飞机其鳍式浮筒空间较大，一般主起往两侧收回至鳍式浮筒内。

### 参考文献:

- [1] 中国民用航空局航空器适航审定司. 轻型运动航空器适航管理政策指南[S]. AC-21-AA-2015-25R1. 2015.
- [2] 金镛, 苗延青, 胡涛. 国内轻型运动飞机(固定翼)适航取证分析研究[J]. 航空标准化与质量, 2016, 6: 28-31.
- [3] 古彪. 世界特种飞行器及应用[M]. 北京: 航空工业出版社, 2016: 6-7.
- [4] 言金, 黄俊, 孙晓伟. 我国轻型运动飞机市场发展研究[J]. 中国民用航空, 2010, 120(12): 69-71.

### 3 水陆两栖型轻型运动飞机在民用领域的优势

在旅游观光业竞争日趋白热化的今天，水陆两栖型轻型运动飞机作为一种新颖、独特的运载工具，可让乘客更为近距离、亲密地同时体验到高速掠水飞行和高空飞行的不同体验，游客可体验在蓝天白云和美好水域不同介质中穿越的神奇视觉感觉，惬意地将河川、湖泊等水资源旅游胜地的美好景色尽收眼底。水陆两栖型轻型运动飞机其陆上和水上起降能力，以及安全可靠、拆装维护方便，适用能力强，在游览观光、私人飞行等方面具有广阔的应用前景。

我国拥有丰富的湖泊资源，共有湖泊 24800 多个，其中面积在 1 平方公里的天然湖泊就达 2800 多个，此外，我国还拥有许多大型人工水库，其中大中型水库达 4694 座，在这些湖泊、水库中有的已开发成旅游、度假和休闲地，有的正在开发。充分利用这些水资源发展水陆两栖型轻型运动飞机具有广阔发展潜力，可为湖泊开发利用提供新的经济增长点。

我国 A2C 超轻型水上飞机已在山东枣庄微山湖、台儿庄运河、江苏宿迁骆马湖和太平洋岛国帕劳执行娱乐飞行体验。此外，人们在日趋激烈的工作压力下，极其热爱在安静的自然环境中游玩，水陆两栖型轻型运动飞机可变形为一个浮动平台，座舱罩向上移动，靠链接移动到飞机发动机上部，这样让水陆两栖型轻型运动飞机前部腾出空间成为类似于经典的钓鱼平台，人们可在此区域垂钓，享受悠闲的时光。此外，人们可在前甲板上平坦的行走，可在后机身引擎与机尾之间安装一个吊床来休息。

### 结束语

水陆两栖型轻型运动飞机水面起降能力对水陆两栖型轻型运动飞机布局形式提出了不一样的选择，水陆两栖型轻型运动飞机在气动布局上采用上单翼、高置的平尾；水动布局可选择翼梢浮筒-船身式或鳍式浮筒-船身式，起落架布局采用可收放的前三点式起落架。水陆两栖型轻型运动飞机其水面起降能力，在我国广阔的水资源丰富区域执行游览观光、私人飞行等任务，为人们提供奇特的视觉享受。随着我国低空空域的逐步开放，水陆两栖型轻型运动飞机其独特的飞行体验，将具有广泛的应用前景。

- [5] Paul Jackson.IHS Janes all the world's aircraft Development & Production 2012-2013[M].Surrey:IHS Global Limited,2014:841-842.
- [6] 吴大卫.超轻型水陆两栖飞机巡览[J].航空世界,2012,10:18-23.
- [7] 詹家礼.大型水陆两栖飞机起落架方案设计及相关技术研究[D].南京航空航天大学,2010.
- [8] 于文华,乔启宇.关于在我国使用中型飞机灭火的探讨[J].森林防火,2003,4:36-39.
- [9] 孙振刚,张岚,段中德.我国水库工程数量及分布[J].中国水利,2013,7:10-11.