

航空工业科技词典

航空电气设备



-61

8

国防工业出版社

航空工业科技词典

航空电气设备

《航空工业科技词典》编辑委员会 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本分册包括电气系统、电源系统、配电系统、用电设备、发动机点火和电器元部件六大部分，共收词 473 条。为保持本分册的完整性，其中有个别词条与其他分册共用。

本“词典”可作为从事航空工业的具体专业人员，在了解航空工业整个领域的全貌和扩大知识面时的一部实用工具书，并可供对航空工业技术有一般常识的广大干部、技术人员以及高等院校学生参考使用。

航空工业科技词典

航空电气设备

《航空工业科技词典》编辑委员会 编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张 8¹/₄ 182千字

1982年5月第一版 1982年5月第一次印刷 印数：0,001—3,800册

统一书号：17034·38-8 定价：1.30元

前 言

本《词典》是一部航空工业科学技术领域的综合性词典。是从事航空工业的具体专业人员，在了解航空工业整个领域的全貌和扩大知识面时的一部实用工具书，并可供对航空工业技术有一般常识的广大干部、技术人员以及高等院校学生参考使用。

本《词典》在编写过程中，参照了国内外一些同类型词典的编写经验，力求作到内容既能反映出我国航空科技研究的成果，又能够体现当代世界航空科技水平，以满足读者的需要。本《词典》的选词原则是：以航空专用名词术语为主，注重选收理论词目和新技术词目，产品词目以整机为主；一般选用国家标准规定的和常用的名词术语，也适当兼收一些非标准名词术语，以扩大查找途径。释文力求作到政治观点正确，技术内容准确，概念清楚，逻辑严密，语言通俗易懂，图文并茂。

本《词典》共收词目七千余条，分十三大类：1. 空气动力学与飞行力学；2. 飞行器结构强度；3. 飞机、部件、系统与附件；4. 航空发动机与附件；5. 航空仪表；6. 导航与飞行控制系统；7. 航空电子设备；8. 航空电气设备；9. 航空军械；10. 航空救生、个体防护、降落伞与航空医学；11. 航空材料与工艺；12. 飞行试验与测试技术；13. 航空科研与生产管理。为了便于读者查阅，还编制了包括十三大类全部词目目录的汉字笔划、汉语拼音和英文三种索引，并单独出版。

本《词典》先按大类以分册出版，随后装订一部分合订本。各分册是整部词典的组成部分，内容互为补充；为了便于读者使用某一分册，每分册内容又保持一定的系统性和完整性，因此各分册间存在着约二百余条重复的词目，它们大都采用了统一的释文。

本《词典》是为了响应提高整个中华民族的科学文化水平的号召和促进农业、工业、国防和科学技术的现代化的实现，根据广大干部、科技人员的要求组织编写的。参加编写工作的共有七十四各单位，主要单位是三机部有关研究所、高等院校和工厂，此外，空军、民航、总后、中国科学院、四机部、五机部等单位也给予了大力支持，并参加了有关专业释文的编写。在《词典》释文审查中，许多同志提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于我们经验不足和水平有限，《词典》中一定还会存在不少的错误和不妥之处，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

《航空工业科技词典》编辑委员会

一九八〇年三月

说 明

1. 分册按专业分类, 各分册正文前有词目目录, 词典正文一般先列概念词目, 然后列产品词目; 产品词目的排列是主词或整机在先, 派生词目、部件词目在后, 但与产品性能有关的理论词目则与产品或部件词目排列在一起。如:

航空电气设备理论词目: 飞机电源系统

⋮

电压调节点

⋮

频率精度

⋮

航空电气设备产品词目: 发电机

⋮

无刷交流发电机

⋮

空载特性

⋮

2. 词目均用黑体字印刷。词目释文中出现的需要参见的词目也用黑体字印刷。如: “提高级载荷系数能减少涡轮的级数, 从而减轻重量, 使发动机有更大的**推力重量比**。”释文中未出现而又需要参见的词目, 也用黑体字印刷, 但放在括号内, 其前加白体“参见”二字。如:

“五十年代的固体推进剂火箭发动机的比冲(参见**火箭发动机**)仅有210秒左右。”

3. 本《词典》大类与大类间的词目一般不作“参见”, 但考虑到有关飞机、部件的理论性、概念性词目, 主要在空气动力学与飞行力学、飞行器结构强度类内, 故该类中有跨类“参见。”

4. 各词目均有相应的英文对照词。一般只收一个常用的英文词, 也有些词目列了几个英文对照词, 词与词间用逗号隔开。

5. 释文中所列数据多系常见值, 只作为知识介绍给读者, 不宜在技术工作中作为依据。

目 录

航空电气设备

一、电气系统

飞机电气系统	8-1
飞机电气系统模拟试验	8-1
飞机供电系统	8-2
正常供电	8-2
非正常供电	8-2
应急供电	8-2
飞机供电特性	8-2

二、电源系统

飞机电源系统	8-3
主电源	8-3
应急电源	8-3
辅助电源	8-3
二次电源	8-3
地面电源	8-4
直流电源系统	8-4
高压直流电源系统	8-4
交流电源系统	8-4
变频交流电源系统	8-5
变速恒频交流电源系统	8-5
恒速恒频交流电源系统	8-5
混合电源系统	8-6
锁相同步交流电源系统	8-6
飞机电源特性	8-6
电压调节点	8-6
电压精度	8-6
电压瞬变	8-7
电压浪涌	8-7
电压尖峰	8-7
电压漂移	8-7
电压调制	8-7
电压脉动	8-8
波形失真	8-8
频率精度	8-8

频率瞬变	8-8
频率漂移	8-8
频率调制	8-9
电压不平衡	8-9
相移	8-9
拍频干扰	8-9
并联运行	8-9
有功均衡	8-10
无功均衡	8-10
对称分量法	8-10
保护延时	8-11
保护的选择性	8-11
过压保护	8-11
欠压保护	8-11
过激保护	8-12
欠激保护	8-12
反流保护	8-12
欠频保护	8-13
过频保护	8-13
过电流保护	8-13
短路保护	8-13
差动保护	8-13
断相保护	8-14
激磁高限保护	8-14
极性保护	8-15
不稳定保护	8-15
发电机	8-15
直流发电机	8-15
无刷直流发电机	8-16
交流发电机	8-16
有刷交流发电机	8-16
无刷交流发电机	8-17
旋转整流器式无刷交流 发电机	8-17
实心转子发电机	8-17
永磁式发电机	8-17

高温发电机	8-18
内装式发电机	8-18
超导发电机	8-18
磁流体发电机	8-19
交直流双输出发电机	8-19
组合传动发电装置	8-19
起动发电机	8-20
自然冷却	8-20
自通风冷却	8-20
强迫通风冷却	8-20
循环液体冷却	8-20
循油冷却	8-20
喷油冷却	8-21
蒸发冷却	8-21
空载特性	8-21
负载特性	8-22
短路特性	8-22
外特性	8-22
发电机调节特性	8-23
功角特性	8-23
V形曲线	8-24
短路比	8-24
磁路饱和系数	8-24
剩磁电压	8-24
突然短路电流	8-24
换相	8-24
换相角	8-24
换相电抗	8-25
恒速传动装置	8-25
机械摩擦式恒速传动装置	8-25
液压式恒速传动装置	8-25
机械液压差动式恒速 传动装置	8-26
电磁式恒速传动装置	8-26
恒速传动装置转速调节器	8-27
差动齿轮系	8-27

- 超越离合器·····8-28
 直通传动点·····8-28
 过传动·····8-28
 欠传动·····8-28
 发电机控制盒·····8-28
 静止激磁器·····8-29
 电压调节器·····8-29
 振动式调压器·····8-30
 炭片式调压器·····8-30
 晶体管式调压器·····8-30
 频率精调器·····8-31
 负载控制器·····8-31
 电流互感器·····8-32
 差动低限保护器·····8-32
 过压保护器·····8-33
 逆序保护器·····8-33
 零序保护器·····8-33
 相序保护器·····8-34
 稳定变压器·····8-34
 电源变换装置·····8-35
 变压器·····8-35
 静止变频器·····8-35
 变压整流器·····8-36
 直流升压机·····8-36
 直流变压器·····8-37
 变流机·····8-37
 感应子式变流机·····8-37
 变流器·····8-38
 蓄电池·····8-38
 铅蓄电池·····8-39
 镉镍蓄电池·····8-39
 锌银蓄电池·····8-39
 蓄电池容量·····8-39
 蓄电池内阻·····8-39
 充电特性曲线·····8-40
 放电特性曲线·····8-40
 辅助动力装置·····8-40
 综合动力装置·····8-40
- ### 三、配电系统
- 飞机配电系统·····8-41
 单线制·····8-42
 三相四线制·····8-42
 多路传输技术·····8-42
- 汇流条·····8-42
 负载图·····8-42
 重要负载·····8-43
 主要负载·····8-43
 次要负载·····8-43
 负载平衡·····8-43
 导线阻抗·····8-44
 导线载流量·····8-44
 线路压降·····8-44
 电缆标志·····8-45
 配电箱·····8-45
 配电板·····8-45
 接线盒·····8-45
 电源转接盒·····8-45
 操纵台·····8-45
 飞机电缆·····8-46
 航空导线·····8-46
 搭接·····8-47
 接地·····8-47
 屏蔽·····8-47
 静电放电器·····8-48
 插头座·····8-48
 插头·····8-49
 插座·····8-49
 高频插头座·····8-49
 混装式插头座·····8-49
 地面电源插头座·····8-49
 相调插头座·····8-49
 密封插头座·····8-49
 穿墙式插头座·····8-50
 分离-脱落式插头座·····8-50
 分离插头座·····8-50
 脱落插头座·····8-50
 无插拔力插头座·····8-50
 接触体·····8-50
 针孔式接触体·····8-50
 双曲线弹性插孔·····8-51
 绞线插针·····8-51
 线簧式插针·····8-51
 叉片式接触体·····8-51
 刷形接触体·····8-51
 连接方式·····8-52
 插拔力·····8-52
 开关电器·····8-52
- 开关·····8-52
 自持开关·····8-53
 自复开关·····8-53
 自锁开关·····8-53
 联锁开关·····8-54
 检测开关·····8-54
 密封开关·····8-54
 防爆开关·····8-54
 屏蔽开关·····8-55
 微动开关·····8-55
 扳动开关·····8-55
 按钮开关·····8-55
 指示灯按钮开关·····8-56
 信号弹按钮开关·····8-56
 顺桨按钮开关·····8-56
 惯性开关·····8-57
 旋转开关·····8-57
 摆动式开关·····8-57
 组合开关·····8-57
 起落架开关·····8-57
 传动装置·····8-58
 速动机构·····8-58
 灭火花电路·····8-58
 灭弧装置·····8-58
 开关寿命·····8-59
 继电器·····8-59
 电磁继电器·····8-60
 固体继电器·····8-60
 耦合·····8-61
 极化继电器·····8-61
 密封继电器·····8-61
 时间继电器·····8-62
 直流继电器·····8-62
 交流继电器·····8-62
 灵敏继电器·····8-62
 自保持继电器·····8-62
 电压继电器·····8-62
 电流继电器·····8-63
 差动继电器·····8-63
 混合式继电器·····8-63
 平衡力继电器·····8-63
 接触器·····8-63
 联锁接触器·····8-64
 闭锁接触器·····8-64

功率遥控器	8-64
固体功率遥控器	8-64
混合式功率遥控器	8-64
遥控热断路器	8-64
电磁系统	8-65
吸入式电磁系统	8-65
旋转式电磁系统	8-65
拍合式电磁系统	8-65
极化式电磁系统	8-65
平衡衔铁式电磁系统	8-66
平衡力式电磁系统	8-66
触点	8-66
触点磨损	8-67
电磨损	8-67
触点熔焊	8-67
触点桥接	8-68
触点弹跳	8-68
触点颤动	8-68
触点压力	8-68
触点间隙	8-68
触点寿命	8-68
触点压降	8-69
触点污染	8-69
触点金属转移	8-69
触点超行程	8-69
触点悬空性	8-69
磁间隙	8-70
衔铁行程	8-70
衔铁颤动	8-70
衔铁弹跳	8-70
磁粘附	8-70
切换功率	8-71
触动力	8-71
动作安匝	8-71
返回系数	8-71
控制系数	8-71
工作安全系数	8-71
吸力特性	8-71
反力特性	8-72
动作时间	8-72
动作电压	8-73
动作电流	8-73
最小触点电流	8-73
触点负载	8-73

动作频率	8-74
泄漏率	8-74
熔断器	8-74
熔断器座	8-74
熔体	8-74
普通熔断器	8-74
难熔熔断器	8-74
惯性熔断器	8-75
最小熔化电流	8-75
最大不熔化电流	8-75
熔断时间	8-75
分断能力	8-75
安秒特性曲线	8-75
断路器	8-76
扳动式断路器	8-77
按压式断路器	8-77
自由脱扣和非自由脱扣	8-77
极限动作电流	8-77

四、用电设备

用电设备	8-78
工作规范	8-78
连续工作制	8-78
短时工作制	8-78
重复短时工作制	8-78
温升	8-78
稳定温升	8-78
驱动电机	8-78
直流电动机	8-79
串激直流电动机	8-80
并激直流电动机	8-80
他激直流电动机	8-80
复激直流电动机	8-80
永磁直流电动机	8-80
无刷直流电动机	8-80
稳速直流电动机	8-81
交流电动机	8-81
异步电动机	8-81
三相异步电动机	8-81
单相异步电动机	8-81
单相罩极异步电动机	8-81
单相电阻起动异步电动机	8-82
单相电容异步电动机	8-82
同步电动机	8-83

永磁同步电动机	8-83
磁阻同步电动机	8-83
磁滞同步电动机	8-83
电起动机	8-84
起动电流	8-84
起动转矩	8-84
牵入转矩	8-84
最大同步转矩	8-84
过载能力	8-84
同步转速	8-84
机械特性	8-84
电动机机构	8-84
旋转式电动机机构	8-85
直线式电动机机构	8-85
活门电动机机构	8-85
惯性滑移	8-85
工作杆负载	8-85
输出轴负载力矩	8-85
电磁离合器	8-85
磁粉离合器	8-86
机械过载保护器	8-86
自动定时机构	8-87
控制电机	8-87
自整角机	8-87
力矩式自整角机系统	8-88
控制式自整角机系统	8-88
双通道自整角机	8-88
旋转变压器	8-89
正余弦旋转变压器	8-89
线性旋转变压器	8-89
比例式旋转变压器	8-90
双通道旋转变压器	8-90
感应移相器	8-90
测速发电机	8-90
直流测速发电机	8-90
交流测速发电机	8-91
伺服电动机	8-91
直流伺服电动机	8-91
交流伺服电动机	8-92
力矩电动机	8-92
直流力矩电动机	8-93
交流力矩电动机	8-93
步进电动机	8-93
组合电机	8-94

整步转矩.....8-94
 函数误差.....8-94
 调节特性.....8-94
 剩余电压.....8-94
 机电时间常数.....8-94
 电加温.....8-95
 温度控制盒.....8-95
 温度选择器.....8-95
 温度传感器.....8-95
 双限动作温差.....8-96
 加热敏感区与致冷敏感区.....8-96
 加热非敏感区与致冷非敏感区.....8-96
 结冰信号器.....8-96
 防冰加温控制盒.....8-97
 温度继电器.....8-97
 速动式温度继电器.....8-97
 缓动式温度继电器.....8-97
 动作温度.....8-97
 火警探测系统.....8-97
 火焰导电效应.....8-98
 火焰整流效应.....8-98
 火警传感器.....8-98
 双金属火警传感器.....8-98
 膨胀合金火警传感器.....8-98
 离子火警传感器.....8-98
 热电偶火警传感器.....8-98
 热敏电阻火警传感器.....8-99
 光敏火警传感器.....8-99
 光导纤维火警探测器.....8-99
 光导纤维.....8-99
 火警控制盒.....8-100
 火警信号装置.....8-100
 烟雾传感器.....8-100
 报警时间.....8-100
 消警时间.....8-100
 机内照明.....8-100
 机外照明.....8-100
 应急照明.....8-101
 驾驶舱照明.....8-101

光.....8-101
 照度.....8-102
 光强分布曲线.....8-102
 着陆灯.....8-103
 引燃触发器.....8-103
 滑行灯.....8-103
 航行灯.....8-103
 防撞灯.....8-103
 探冰灯.....8-104
 编队灯.....8-104
 荧光灯.....8-104
 信号灯.....8-104
 指示灯.....8-104
 应急灯.....8-104
 云幕灯.....8-105
 中线灯.....8-105
 坡度灯.....8-105
 下滑灯.....8-106
 信号灯盒.....8-106
 调光装置.....8-106
 检灯装置.....8-107
 总警告灯装置.....8-107
 信号控制盒.....8-107
 钟鸣器.....8-107
 磁性指示器.....8-107
 风挡刮水器.....8-108
 浮子电门.....8-108
 钟表定时开关.....8-108
 起动机.....8-109

五、发动机点火

活塞式航空发动机
 点火系统.....8-110
 高压磁电机.....8-110
 高压磁电机磁系统.....8-110
 自动提前点火装置.....8-111
 活塞式航空发动机起动机
 点火装置.....8-112
 涡轮发动机点火系统.....8-112
 电点火.....8-112

高能点火装置.....8-113
 直接点火.....8-113
 间接点火.....8-113
 电火花.....8-113
 火花能量.....8-114
 火花持续时间.....8-114
 点火线圈.....8-114
 加力点火.....8-114
 电嘴.....8-115
 火花电嘴.....8-115
 电蚀电嘴.....8-115
 半导体电嘴.....8-116
 沿面电嘴.....8-117
 火炬电嘴.....8-117
 催化点火器.....8-117
 热特性.....8-118
 阻尼电阻.....8-118
 陶瓷半导体.....8-118
 最小发火电压.....8-118

六、电器元部件

稳压器.....8-119
 电感线圈.....8-120
 磁放大器.....8-120
 斩波器.....8-120
 机械斩波器.....8-120
 固体斩波器.....8-120
 激励电压与频率.....8-120
 接触率.....8-121
 斩波器相位角.....8-121
 滤波器.....8-121
 晶体滤波器.....8-121
 机械滤波器.....8-122
 陶瓷滤波器.....8-122
 LC型无线电传导干
 扰滤波器.....8-122
 无线电干扰.....8-122
 阻抗稳定网络.....8-122
 滤波器介入损耗.....8-123

航空电气设备

一、电气系统

飞机电气系统

aircraft electrical system

飞机供电系统和用电设备总称。由发电、电能变换、配电和用电的各种设备组成。

在各种形式的能量中，电能最易传输和转换，而且电气设备重量轻、占用空间小、动作迅速准确、生命力强、维护方便、易于自动化和综合控制，因此电能飞机上获得了广泛的应用。

在早期飞机上，电气设备只有电嘴和磁电机，用来给发动机点火。稍后增加了照明装置、电台和蓄电池。到二十世纪二十年代，直流发电机和调压器用于飞机，电气系统概念逐步形成。几十年来，随着飞机的发展，飞机电气设备不断增加和改进，用电量与日俱增，电气系统在飞机上的地位日益显得重要。现代飞机的发电机装机容量一般为20~120千瓦（或千伏安），多者已达1200千伏安；网路导线总长有的竟达100公里；用电设备涉及到飞机和发动机的操纵及控制、导航、检测、驱动、防冰、照明、座舱调节、通讯、电子对抗、火控、救生和生活服务等方面。电气系统在提高飞机战术技术性能，保证飞行安全、准确和舒适等方面起着重大作用。

飞机电气系统可分为直流电气系统、交流电气系统和混合电气系统三大类。它们分别采用直流电源系统、交流电源系统和混合电源系统供电。

直流电气系统现广泛采用28伏电压。为减轻系统重量，正在研究270伏高压直流电气系统。

交流电气系统分恒频和变频两类。恒频系统频率为400赫，变频系统频率为360~900赫；电压广泛采用115/200伏三相四线制。为进一步减轻系统重量，正在研制230/400伏三相四线制系统。

低压直流电气系统安全，发电机控制、保护及并联简单，配电方便，电动机起动力矩大、易调速，发电机有的还可作发动机的起动机；其缺点是电网重，电机体积大，重量重，高空换向困难，可靠性差、维护麻烦。一般用于用电量小的低空低速飞机。

交流电气系统高空性能好，发电机容量大，电机小而可靠，电能变换容易，电网重量轻；但发电机的控制、保护和并联比较复杂，电动机调速困难。一般用于高空高速及大型飞机。

飞机电气系统模拟试验

aircraft electrical system simulating test

又称“全机电网路模拟试验”或“电气系统全尺寸台架模拟试验”。新设计的飞机试飞前在地面进行的重要试验项目之一。在实验室内对飞机电气系统的各种运行状态进行模拟，以验证工作性能和可靠性，为电气系统装机试飞和验收飞机提供依据。

试验对象是飞机电气系统的全尺寸(1:1)模型。模型尽可能地反映实际装机的电气系统特点，即：电缆、导管、配电箱、操纵台等配电设备尽量与实际相同，电缆敷设和接地系统尽可能反映飞机上的阻抗和耦合特性，配电箱、操纵台等尽可能仿照飞机上的实际位置布置；负载尽可能模拟实际负载的电特性；拖动台尽可能模拟飞机发动机

的传动特性。试验时,发电机由实验室拖动台(或通过恒速传动装置)驱动。通过实验室控制中心模拟系统的正常、故障和应急运行状态,用仪表仪器测试并记录所需的参数和曲线,或用计算机系统自动检测。

随着高空高速及大型飞机的电气系统日趋复杂,为确保试飞安全,目前有扩大试验范围、增加试验项目的趋势,甚至要对供电系统进行气候环境和机械环境条件的模拟试验。

飞机供电系统

aircraft electrical power supply system

向飞机用电设备提供电能的系统。由**飞机电源系统**和**配电系统**组成,其功用是产生、变换和分配电能。

正常供电

normal electrical power supply

飞机供电系统向所有用电设备按所要求的供电质量连续供电的状态。

又可分为无故障正常供电和带故障正常供电。带故障正常供电是指飞机供电系统虽有局部故障,但仍能向所有用电设备按所要求的供电质量连续供电的状态。

非正常供电

abnormal electrical power supply

飞机供电系统由于部件的超寿命使用、

维修不当、质量不好或系统局部故障等原因,而不能满足所要求的供电质量和供电功率(在后一种情况下应切除部分负载)的供电状态。

应急供电

emergency electrical power supply

当**主电源**本身或发动机发生故障而停止供电时,利用**应急电源**向重要负载供电的状态。

应急供电仅供给保证飞机返航和着陆所需要的最少电能。应急供电的供电质量一般比正常供电的供电质量差,但仍能保证重要用电设备达到最低的性能要求。

飞机供电特性

aircraft electrical power supply characteristic

飞机供电系统供给用电设备电源输入端的电压和频率特性。主要内容同**飞机电源特性**。

主要取决于飞机电源系统,但与飞机配电系统、用电设备也有一定关系。由于用电设备的相互影响和配电系统的传输损失,飞机供电特性与飞机电源特性不完全相同,各用电设备电源输入端的供电特性也不完全一致(指电压特性),因此用电设备应按一、二、三类分别配电。

二、电源系统

飞机电源系统

aircraft electrical power system

又称飞机发电系统，简称飞机电源。飞机上连续产生电能的系统。是飞机上用电设备所用电能之源泉。一般包括**主电源**、**应急电源**和**二次电源**三部分，有的还包括**辅助电源**。由发电机、蓄电池及各种变换装置、调节控制保护装置、指示仪表、开关、主馈电线等设备组成，某些系统还有恒速传动装置和辅助动力装置。

飞机电源系统一般按**主电源**分类。

主电源

primary electrical power source

飞机电源系统的主要组成部分。用来在飞行期间直接和间接向飞机上所有用电设备连续供电的系统。飞机上大部分用电设备由主电源直接供电，少数用电设备通过二次电源间接供电。

一般分为**直流电源系统**、**交流电源系统**和**混合电源系统**三大类；也可分为单台电源系统、**并联电源系统**和**锁相同步交流电源系统**。

飞机最早采用**蓄电池**作电源。二十年代初，直流发电机和调压器先后用于飞机，形成低压直流电源系统。随着用电量增加，这种系统逐步取代了蓄电池主电源地位。此系统简单、安全、能并联，发动机起动方便，至今一些国家仍然广泛使用。其缺点是高空性能差、重量重。因此，一些国家在四十年代又开始采用**变频交流电源系统**，并研制出**恒速恒频交流电源系统**，五十年代后广泛用于高空高速及大型飞机。但变频系统供电质量差，而恒速恒频系统的恒速传动装置复

杂、昂贵，为此，目前正在发展**变速恒频交流电源系统**和**高压直流电源系统**。为进一步减轻重量、简化安装、便于维护，近来还发展了许多组合结构，如**组合传动发电机**、**变速恒频发电机**（参见**变速恒频交流电源系统**）、**交直流双输出发电机**和**发电机控制盒**等。

应急电源

emergency electrical power source

飞机电源系统的组成部分之一。在飞行期间，当**主电源**由于本身或发动机发生故障而停止供电时，用来给重要用电设备〔参见**重要负载**〕供电的系统或装置。直流电源系统采用**蓄电池**作应急电源，交流电源系统则采用**辅助动力装置**等驱动的发电机。

有的应急电源（如**蓄电池**等）可兼作**辅助电源**。

辅助电源

auxiliary electrical power source

飞机电源系统的组成部分之一。在地面用于维护飞机电气设备和起动飞机发动机，或在飞行期间用于弥补**主电源**供电不足（当主电源发生局部故障时）的系统或装置。直流电源系统采用**蓄电池**作辅助电源；交流电源系统采用**辅助动力装置**等驱动的发电机作辅助电源。有的辅助电源能与主电源并联运行。

在应急状态下，辅助电源一般都可作**应急电源**。

二次电源

secondary electrical power source

飞机电源系统中的组成部分之一。用来将**主电源**的部分电能转换成另一种电压、电

流或频率的电能,以供给少数特殊用电设备的系统或装置。在直流电源系统中主要有**变流机、变流器、直流升压机和直流变压器**等;在交流电源系统中主要有**变压器、变压整流器和变频器**等。

地面电源

Ground electrical power source

供在地面起动飞机发动机和检测机上电气设备的电源。分移动式 and 固定式两种。

移动式地面电源是装在车中的电源,故又叫地面电源车。有手推式、牵引式和自行式三种。手推式的只装蓄电池,容量小,适用于小型飞机。牵引式和自行式的除装有蓄电池外,还装有发电机(直流发电机或交流发电机,或两者兼有)及调压、控制、保护设备等。发电机由专用发动机驱动,或由汽车发动机驱动(自行式)。这种地面电源容量大、电源种类多,有的还能提供气源、液源和地面维修电源,适用于各种飞机和各种机场。其中以自行式的最为方便。

固定式地面电源是将地面供电电缆埋在机场停机坪附近,由地下或地面发电站供电,或由专用电源车供电。这种地面电源可保证多架飞机同时起飞和维护的用电;但要求电缆粗,没有机动性。

直流电源系统

DC electrical power system

产生直流电能的系统。常指28伏低压直流电源系统。由**直流发电机、电压调节器、控制器、保护器、电压表和电流表**等设备组成。

直流发电机用来将机械能转换成直流电能,电压调节器用来维持发电机输出电压恒定,并保证并联工作的各发电机负载分配均衡;保护器用于系统出现故障(短路、过压、反流)时将发电机从电网上切除。其他设备用于发电机起励、转换、并联和电压、电流指示。

低压直流电源系统控制、保护及配电都比较简单,并联容易,发电机可与蓄电池并联,供电可靠。有的发电机还可作发动机的起动机。其缺点是,带有换向器的发电机高空性能差、维护麻烦,电能变换装置较复杂,电气系统重量重。为了克服上述缺点,目前正在发展**高压直流电源系统**。

高压直流电源系统

high voltage DC electrical power system

额定电压在100伏以上的**直流电源系统**。为了减轻重量,四十年代试用过一种120伏的高压直流电源系统,但由于断弧和换向等问题没解决未能推广。近年来,随着固态器件的发展及无刷直流电机的出现,又提出研制高压直流系统,并把额定电压定为270伏。现已达到试用阶段。

高压直流电源系统具有低压直流电源系统和交流电源系统两者的优点:效率高、重量轻、并联和配电方便、易实现不中断供电、抗干扰能力强,尤其是不需要恒速传动装置,简单、经济、维护方便。但电能变换装置、功率转换装置及无刷直流电动机比较复杂,尚须进一步减轻重量和提高可靠性,同时发展与之相适应的用电设备。

交流电源系统

AC electrical power system

产生交流电能的系统。按发电机的转速和系统输出频率恒定与否可分为:**变频交流电源系统、恒速恒频交流电源系统和变速恒频交流电源系统**三大类。

一般由交流发电机、电压调节器、保护器、控制器、电流互感器,电压表、电流表和频率表等组成。对恒速恒频系统来讲,还有恒速传动装置、频率精调器或负载控制器;对变速恒频系统来讲,还有变频器。

交流发电机用来将机械能转换为交流电能;恒速传动装置和变频器用来达到恒频;其他设备用于发电机起励、转换、并联、保

护、电压调节、频率精调、有功均衡、无功均衡及电压、电流、频率指示等。

现有系统额定电压为 115/200 伏。230/400 伏的系统尚在研制中。

与低压直流电源系统比较，其优点是高空性能好，发电机容量大，变换装置简单可靠、效率高，电气系统重量轻。缺点是控制、保护装置比较复杂，应急电源比较复杂等。

变频交流电源系统

variable frequency electrical power system

频率变化范围超过 $\pm 5\%$ 以上的交流电源系统。

其发电机由飞机发动机直接驱动，发电机转速和输出频率随发动机转速变化。涡轮螺旋桨发动机驱动的发电机，在飞行期间（包括滑跑）的频率精度可达 $\pm 2\%$ ，但在飞行前后的慢车转速下频率低于额定值的 $10\sim 16\%$ 。其他发动机转速变化范围很大，它们驱动的发电机频率约为 $360\sim 900$ 赫。前者又称窄频交流电源系统；后者又称宽频交流电源系统。

这种系统没有恒速传动装置，简单可靠、重量轻、易维护、成本低，四十年代就开始用于各种飞机，但由于频率变化范围大、不能并联，故在现代大型飞机上的应用受到了一定的限制。

变速恒频交流电源系统

variable speed constant frequency electrical power system (VSCF)

发电机转速变化而系统输出频率保持恒定 ($\pm 5\%$ 以内) 的交流电源系统。

其发电机由飞机发动机直接驱动，发电机转速随发动机转速在很大范围内变化，而系统用以下两种方法获得恒定频率：

1. 发电机发出的变频交流电经变频器变成恒频交流电。变频器由半导体器件制成，分两类：其一为交流-交流变频器，即循环变频器，它将发电机输出的变化高频

($1200\sim 2400$ 赫以上) 交流电直接变成 400 赫恒频交流电；另一是交流-直流-交流变频器，它将发电机发出的变频 ($360\sim 900$ 赫) 交流电整流后再逆变成 400 赫交流电。此系统比恒速恒频交流电源系统可靠、寿命长、维护简单，但系统重量较重、功率因数较低、电压调制大，且配电系统存在电磁干扰等问题。

2. 转子轴上置一变频器，用来将激磁机的变频交流电变成频率随转速变化的交流电，供给主发电机激磁，使其所产生的旋转磁场相对于主发电机电枢绕组的转速不变，从而发出恒频交流电。这种发电机又叫变速恒频发电机。此变频器由半导体器件制成，变换功率较小，但要求能承受很大的机械负荷。

变速恒频交流电源系统从五十年代末就开始研制，目的是取消恒速传动装置。在六十年代，交流-交流变频器和交流-直流-交流变频器先后研制成功。多年来不断改进，降低重量。七十年代中期，交流-交流变频器的变速恒频系统投入试用。

恒速恒频交流电源系统

constant speed constant frequency electrical power system (CSCF)

用保持发电机转速恒定的方法来获得恒定输出频率 ($\pm 5\%$ 以内) 的交流电源系统。

发电机转速的恒定一般利用恒速传动装置来达到，即飞机发动机通过恒速传动装置传动发电机。它能保证在飞机发动机转速变化时，发电机的转速和频率在 $\pm 1\%$ 以内。增加频率精调器还可使频率精度达到更高。此外，某些辅助动力装置也能保证发电机转速恒定。

发电机转速有 6000、8000、12000 转/分和 24000 转/分四种，频率均为 400 赫。

这种系统的优点是供电质量高、可并联（与变频系统比较），配电简单（与变速恒频

系统比较), 重量轻(与低压直流系统比较)。其缺点是恒速传动装置结构复杂、价格昂贵、易出故障、难维护。

这种系统于四十年代研制成功, 五十年代后用于各种飞机。六十年代末出现**喷油组合传动发电装置**后, 系统重量大大降低, 应用更为广泛。

混合电源系统

hybrid electrical power system

可分为直流/变频交流混合电源系统和变频交流/变速恒频交流混合电源系统等。

直流/变频交流混合电源系统的优点是, 直流发电机可作飞机发动机的起动机, 同时交流系统重量轻。小容量的系统常采用交流双输出发电机, 以进一步减轻重量。

变频交流/变速恒频交流混合电源系统中, 发电机输出的变频交流电大部分直接供给加温和防冰等负载, 小部分经变频器变成恒频交流电后供给对频率精度要求较高的负载。其变频器功率较小, 故系统重量较轻。

混合电源系统的共同缺点是配电系统比较复杂。

锁相同步交流电源系统

synchronous phase-locked electrical power system

一种利用锁相技术使多台独立供电的带恒速传动装置的交流发电机同步运行的**交流电源系统**。

在这几台交流发电机中, 有一台是“主动频率”发电机, 其余是“从动频率”发电机。每台“从动频率”发电机带一锁相式频率控制器。“从动频率”与“主动频率”在锁相式频率控制器中进行比较, 然后调整“从动频率”发电机的恒速传动装置的调速器, 使“从动频率”与“主动频率”之间的平均频差为零, 各发电机获得同步。

这种系统消除了多台交流发电机独立运行时供电系统中出现的**拍频干扰**, 同时避免

了多台交流发电机并联运行时所需的复杂的控制和保护, 使电路简化、可靠性提高。

飞机电源特性

aircraft electrical power characteristic

飞机电源系统在**电压调节点**的电压和频率特性。直流电源系统的特性主要包括: 额定电压、**电压精度**、**电压脉动**、**电压瞬变**(电压浪涌和电压尖峰)、过压和欠压等; 交流电源系统的特性主要包括: 额定电压、电压精度、**电压不平衡度**、**电压相移**、**电压调制**、**电压瞬变**(电压浪涌和电压尖峰)、过压和欠压、**电压波形失真**、额定频率、**频率精度**、**频率漂移**、**频率调制**、**频率瞬变**(频率浪涌)、过频和欠频等。

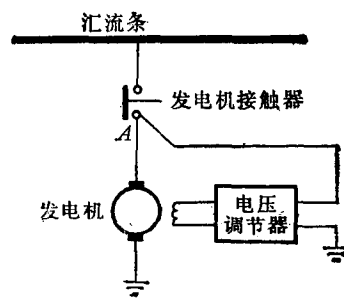
飞机电源特性基本上决定了飞机供电特性, 对用电设备的性能及可靠性有直接影响。

飞机电源特性的鉴定是在实验室内, 用模拟负载按规定条件进行。

电压调节点

voltage regulation point

发电机输出电路中将输出电压作为被测量引至电压调节器的那一点。通常选在发电机接触器的发电机边端子上, 如图中A点所示。



电压调节点的位置

电压精度

voltage accuracy

飞机电源系统的重要特性指标之一。系指在各种使用条件下, 电源系统输出电压(在电压调节点)的最大稳态偏差与额定电

压之比的百分数。主要取决于电压调节器的性能。一般规定交流电源系统为 $\pm 2.5\%$ (单相有效值), 直流电源系统为 $\pm 5\%$ 。

电压精度对用电设备的性能及可靠性有直接影响。

电压瞬变

voltage transient

电源系统输出电压偏离稳态极限, 最后又回到稳态极限之内的短暂的变化状态。分电压浪涌和电压尖峰两种。

持续时间大于500微秒的叫电压浪涌。用持续时间和超调量表示(见图1)。是由发电机起励、转换、转速或负载突变等原因引起的。与电压调节器响应速度有密切关系, 采用快速电压调节器可以减小持续时间和超调量。

持续时间小于500微秒的叫电压尖峰。可能迭加在电压浪涌上, 也可能迭加在稳态电压波形上(见图2)。通常峰值很高。可用

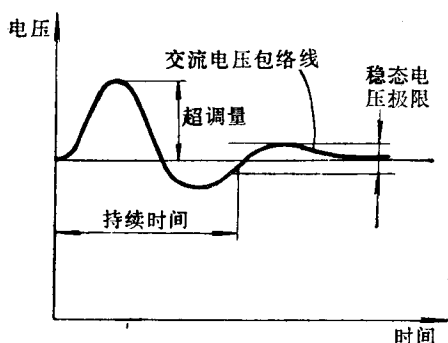


图1 由满载突变成空载时的电压瞬变

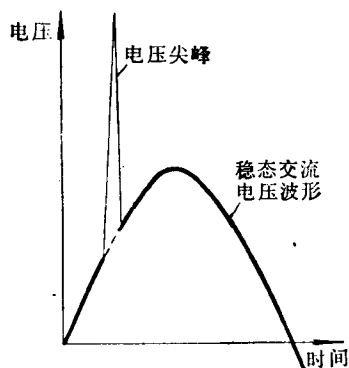


图2 叠加在稳态波形上的电压尖峰

持续时间, 上升时间和能量来表示, 也可用谐波分量来表示。是由于电路中存在感抗和电流突然变化造成的, 与电压调节器无关。

电压瞬变可能导致计算机等设备发生误动作, 甚至损坏。

电压浪涌

voltage surge

参见电压瞬变。

电压尖峰

voltage spike

参见电压瞬变。

电压漂移

voltage drift

电源系统稳态电压值随时间的缓慢而无规则的变化。用电压漂移值和电压漂移率表示。电压漂移值是指在给定时间内稳态电压的变化量, 电压漂移率是指每分钟内电压漂移的数值。

电压漂移主要是由于电压调节器元部件受温度影响和老化引起的。

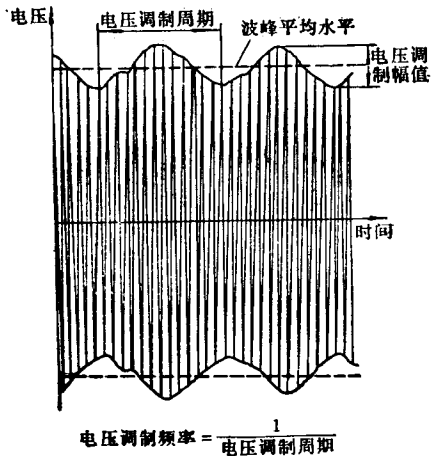
电压调制

voltage modulation

交流电源系统稳定工作时, 输出交流电压波峰围绕其平均水平的周期的或无规则的或两者兼有的变化(见图)。有两种表示方法, 其一是用调制幅值与调制频率表示。对每秒一周以上的电压调制来说, 调制幅值是指电压包络线在一秒内最大值与最小值之差; 调制频率是指一秒钟内最大值或最小值出现的次数。如果调制幅值和调制频率不固定, 则用频带来表示。另一种方法是用电压包络线的频率分量来表示。

交流电源系统的电压调制是由于原动机(飞机发动机、辅助动力装置等)转速脉动、恒速传动装置不稳定、发电机结构不对称及用电设备的脉冲或开关工作等原因造成的, 与电压调节器的频率特性和非灵敏区也有很大关系。

电压调制可能引起自动驾驶仪舵机振动, 雷达闪烁及其它设备工作不正常。



带有电压调制的交流电压波形

电压脉动

voltage ripple

直流电源系统稳定工作时, 输出电压瞬时值围绕其平均值的周期性变化。有两种表示方法, 其一是用脉动幅值和脉动频率表示。脉动幅值等于电压的最大瞬时值或最小瞬时值与平均值之差; 脉动频率是每秒钟内最大值或最小值出现的次数。另一种方法是用电压包路线的频率分量来表示。

直流电源系统的电压脉动主要是由于转速脉动、结构不对称、电压调节器稳定性差等原因造成的, 与每极下的换向片数及整流方式也有关。

电压脉动对某些设备的性能有影响, 低频脉动还可能引起电动机等机械谐振。

波形失真

wave form distortion

交流电压或电流的波形与标准波形的差异。

航空交流发电机的电压波形失真系指输出电压波形与标准正弦波之间的差异, 一般用波峰系数和谐波含量(包括单次和总谐波含量)来表示。前者指电压波形的峰值与有

效值之比, 用峰值电压表测量; 后者是指某次谐波或总谐波的有效值对基波有效值的百分比, 可用谐波分析仪测量。

高次谐波使发电机、电动机及输电线损耗增加, 效率降低, 并对邻近的通讯产生干扰。

频率精度

frequency accuracy

恒频交流电源系统的重要特性指标之一。系指在各种使用条件下, 系统输出频率对额定频率的最大稳态偏差与额定频率之比的百分数。一般规定恒频系统的频率精度不超过 $\pm 5\%$ (± 20 赫)。

在恒速恒频系统中, 频率精度主要由恒速传动装置和频率精调器决定, 恒速传动装置一般能达到 $\pm 1\%$, 加频率精调器后能达到 $\pm 0.25\%$ 以上。在变速恒频系统中, 频率精度由变频器中的振荡器决定, 能达到 $\pm 0.01\sim 0.001\%$, 甚至更高。

频率瞬变

frequency transient

交流电源系统输出频率偏离稳态极限, 最后又回到稳态极限之内的短暂的变化状态。是由于原动机(如飞机发动机等)转速突变或发电机负载突变引起的, 常用突变负载的方法来测量。

频率瞬变特性主要由恒速传动装置、频率精调器决定, 也与转速、负载变化的大小和速度有关。

频率瞬变对用电设备有不良影响, 通常用一曲线来限制, 并要求频率变化率不大于500赫/秒。

频率漂移

frequency drift

交流电源系统稳态平均频率值随时间的缓慢而无规则的变化。用频率漂移值和频率漂移速率表示。频率漂移值是指在给定时间内稳态频率值的变化量, 一般规定在任何期