



中华人民共和国国家军用标准

FL 0199

GJB 3060—97

无人机电气系统通用规范

General specification of unmanned aircraft electrical system

1997—11—05 发布

1998—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

目 次

1 范围	(1)
1.1 主题内容	(1)
1.2 适用范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 要求	(2)
3.1 一般要求	(2)
3.2 详细要求	(3)
4 质量保证规定	(6)
4.1 检验责任	(6)
4.2 试验验证分类和顺序	(6)
4.3 部件试验	(6)
4.4 静态联试	(6)
4.5 飞行试验	(6)
4.6 可靠性	(7)
4.7 安全性	(7)
4.8 维修性	(7)
4.9 电磁兼容性	(7)

中华人民共和国国家军用标准

无人机电气系统通用规范

General specification of unmanned aircraft electrical system

GJB 3060-97

1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了无人机电气系统的通用要求、检验规则等。

1.2 适用范围

本规范适用于无人机电气系统。

2 引用文件

GB 4728-84	电气图用图形符号	
GB 6492-86	航天用标准太阳电池	
GJB 150-86	军用设备环境试验方法	
GJB 151.1-86	军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求	总要求
GJB 152-86	军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量	
GJB 181-86	飞机供电特性及对用电设备的要求	
GJB 368A-94	装备维修性通用大纲	
GJB 481-88	焊接质量控制要求	
GJB 572-88	飞机地面电源供电特性及一般要求	
GJB 606-88	航空用铅酸蓄电池通用技术条件	
GJB 778-89	飞机电气系统设计与安装通用规范	
GJB 860-90	飞机电气负载和电源容量分析	
GJB 899-90	可靠性鉴定和验收试验	
GJB 900-90	系统安全性通用大纲	
GJB 919-90	锌银碱性蓄电池总规范	
GJB 1014-90	飞机布线通用要求	
GJB 1210-91	接地、搭接和屏蔽设计的实施	
GJB 1392-92	飞机 400Hz 交流发电系统通用规范	
GJB 1477-92	飞机 30V 直流发电机和起动发电机通用规范	
GJB 1622-93	航空电气和电子设备的测试设备通用规范	
GJB 1685-93	航空直流电动机通用规范	
GJB 2347-95	无人机通用规范	

国防科学技术工业委员会 1997-11-05 发布

1998-05-01 实施

HB 5795—82	航空导线载流量
HB 5962—86	飞机静止变流器通用技术条件
HB 6093—90	航空电气图用图形符号
HB 6184—88	飞机地面电源连接器
HB 6503—91	飞机输电网路设计通用要求
HB 6682—92	飞机电源变压器通用规范
HB 6683—92	飞机变压整流器通用规范
HB 6764—93	飞机镉镍蓄电池组和单体蓄电池通用规范
QJ 987—86	DC—DC 电源变换器通用技术条件

3 要求

3.1 一般要求

3.1.1 电气系统的基本要求

电气系统包括机上电力的产生、存储、备用、变换、分配和控制所有部件,还包括机上和车载布线和电连接器等,应符合 GJB 2347 中 3.6 条和下述要求:

- a. 在无人机要求的工作条件下,电气系统应能可靠地将电能传输到用电设备,并满足质量要求;
- b. 在个别部件发生故障,局部线路断开或短路时,电气系统的其它部分应不受影响,仍能保持正常工作;
- c. 在应急状态下应保证应急用电设备的供电质量。

3.1.2 材料、零部件和元器件

应选用符合国家或行业标准材料、零部件和元器件;若无上述标准时,允许选用符合企业标准材料、零部件和元器件。

3.1.2.1 金属材料

不同类金属应该尽可能避免互相接触。在不同类金属接触不可避免的地方,必须进行适当的保护,以避免电化学腐蚀。不同金属的接触部分,对射频电流应是一个低阻抗的通路。

3.1.2.2 非金属材料

所采用的非金属材料如塑料、橡胶、纤维品及保护层等应能防潮并应耐受专用规范的环境条件如气候、温度、机载液体等不良影响,为满足这一要求,可以对非金属材料进行处理。

3.1.3 设计和结构

电气系统所有部件的设计和结构,应满足无人机型号对电气系统的要求。

3.1.4 工艺质量

电气系统零、部件的制造应符合相应的专用规范和图样的要求。焊接、布线、线圈浸渍、零、部件打标记、电镀、喷漆、铆接等应符合相应工艺规范的要求。

3.1.5 工作环境

电气系统部件应满足无人机型号对工作环境的要求,必要时按 GJB 150 制定相应的专用规范。

3.1.6 工作位置

除发电机外的系统部件,在任何位置都能工作,发电机的工作位置由专用规范规定。

3.1.7 可靠性

电气系统应符合由专用规范规定的平均故障间隔时间。

3.1.8 安全性

电气系统应采用防差错设计,安全性设计应符合 GJB 900 中第 4.4 条的要求。

3.1.9 维修性

电气系统维修性应符合 GJB 368A 中第 4 章的规定,所采用的测试设备应符合 GJB 1622 的有关要求。

3.1.10 电磁兼容性

除另有规定外,电气系统电磁兼容性技术要求应符合 GJB 151.1 的要求。

3.1.11 系统相容性

电气系统的设计应符合相容性原则,使其输配电网路的工作及有关控制、保护功能与整个电气系统工作及控制、保护功能相容。

3.1.12 互换性

相同型号的电气系统部件应能互换。

3.2 详细要求

3.2.1 供电特性

除另有规定外,用电设备的功率输入端供电特性应符合 GJB 181 中第 2 章的规定。

3.2.2 容量

电气系统的供电应符合无人机各种工作状态的供电要求。负载增长的剩余容量按 GJB 778 中第 3 章的规定。

3.2.3 电力的产生和存储

3.2.3.1 主电源

主电源应满足以下要求:

a. 电气系统如采用直流供电系统作主电源,其直流发电机或直流起动发电机应满足 GJB 1477 中第 3 章或专用规范的要求;

b. 电气系统如采用交流供电系统作主电源,其电压为 115V、400Hz 三相或单相交流发电机,应符合 GJB 1392 中第 3 章的要求,其它电压等级的交流发电机可参照 GJB 1392 中第 3 章的规定制定专用规范;

c. 电气系统如采用蓄电池作主电源,性能要求应满足相应类型的蓄电池的规定。如锌银碱性蓄电池应符合 GJB 919 中第 3 章的规定,镉镍蓄电池应符合 HB 6764 的要求,铅酸蓄电池应符合 GJB 606 中第 3 章第 4 章的要求;

d. 电气系统如采用太阳电池作主电源,其太阳电池应符合 GB 6492 中第 2 章的规定。

3.2.3.2 辅助电源

不允许间断供电的关键设备,应采用冗余电源供电。

3.2.3.3 应急电源

当主电源发生故障时,独立的应急电源应能向关键设备供电。

3.2.3.4 外部电源

外部电源应满足以下要求:

- a. 无人机机载设备所用的外部电源的电气特性、电气保护、控制电路及供电特性按 GJB 572 中第 4~6 章规定;
- b. 外部电源连接器,应按 HB 6184 规定。

3.2.4 功率变换

3.2.4.1 分类

- a. AC/DC 变压整流器

由 115/200V、400Hz 或 21/36V、400Hz 交流电变为 28.5V 和 $\pm 13V$ 直流电;

- b. DC/AC 静止变流器或变流机

由 28.5V 直流电变为 115/200V、400Hz 三相或单相交流电,或由 28.5V 直流电变为 21/36V、40Hz 的三相交流电;

- c. AC/AC 电源变压器

由 115/200V、400Hz 三相或单相交流电变为 21/36V、400Hz 三相交流电或电压为 26V、400Hz 单相交流电;

- d. DC/DC 直一直变换器

由直流电变换为稳定的 28.5V 和其他电压等级的直流电。

3.2.4.2 性能要求

- a. 供电特性应符合 GJB 181 中第 2 章或专用规范的要求。
- b. 容量设计应按 GJB 860 中第 6 章的规定。
- c. 四种功率变换器

AC/DC 变压整流器应符合 HB 6683 中第 4 章的要求;

DC/AC 变流机可参照 GJB 1685 和 GJB 1392 制定相应的专用规范;

DC/AC 静止变流器应符合 HB 5962 中第 1 章的要求;

AC/AC 电源变压器应符合 HB 6682 中第 4 章的要求;

DC/DC 直一直变换器应符合 QJ 987 中第 1 章的要求。

3.2.5 输配电

3.2.5.1 性能要求

- a. 输配电网路应根据无人机的任务使命,性能指标与用电设备的具体要求合理设计,以符合系统性能要求并使重量最轻;
- b. 输配电网路在主电源发生故障时,应能保证应急用电设备的供电;
- c. 输配电网路应保证无人机在飞行前能由外部电源正常供电和检测。

3.2.5.2 设计资料

应根据设计任务书进行输配电网路的设计,电气图形符号应符合 GB 4728 和 HB 6093 的规定,设计资料一般包括:

- a. 技术文件;

b. 设计图样。

3.2.5.3 输配电网路布局

输配电网路布局有以下要求：

- a. 根据无人机机载用电设备与电源情况来设置电源汇流条(含汇流点)；
- b. 输配电网路中的接口装置应满足可靠、安全和方便的要求；
- c. 当主电源出现故障时,输配电网路的保护装置应能保证应急用电设备的供电。

3.2.5.4 输配电网路的计算；

- a. 根据机载用电设备、用电情况进行负载分配,对三相交流电源系统各相承受的视在功率之最大差值应符合 GJB 181 中 2.4.6.3 条的要求；
- b. 根据各段线路流过的电流大小和电线敷设方式及工作条件按 HB 5795 中表 1 选择导线截面,并选择相应的电连接器；
- c. 电压损失的计算方法按 HB 6503 附录 B 规定。由调压点至任一用电设备的电压损失应符合 GJB 181 中第 1 章的要求；
- d. 对电网电线与电力设备进行短路电流的计算,计算结果应符合无人机电气系统技术指标要求；
- e. 计算输配电网路的重量,计算结果应满足无人机总体要求；
- f. 对输配电网路的可靠性进行计算,计算结果应满足该型号无人机总体要求。

3.2.5.5 熔断器的使用

当任务设备或一次性使用的装置(如电雷管等)出现短路危及整个输配电网路时,应设置熔断器。

3.2.5.6 布线和安装

- a. 机上输配电网路的布线和安装按 GJB 778 中 3.2.1 条和 GJB 1014 中 4.6 和 4.7 条的有关规定；
- b. 车载输配电网路的布线,应按照通信车的产品规范进行妥善安装,一般应敷设在走线槽内,必要处应加以保护,并行导线不允许绞合,电源线和信号线应分开敷设。

3.2.5.7 输配电网路的焊接

输配电网路(含连接器)的焊接应符合 GJB 481 中第 3 章要求。

3.2.5.8 输配电网路的接地、搭接

输配电网路的接地、搭接等应符合 GJB 1210 中第 5 章要求。

3.2.6 控制和保护

3.2.6.1 控制

电气系统控制应满足以下要求：

- a. 对发电机的控制一般应能自动实现电压和频率的调节,并能完成发电机投入电网和从电网脱离；
- b. 应具有将电力从外部电源单向转换到机上电源的能力；
- c. 电气系统应能自动实现应急电源对关键设备的供电；
- d. 应能根据配电要求,自动实现汇流条、断路器和继电器的控制；

e. 应能对蓄电池在机上充电进行控制,不应过度充电,也不应产生过量的气体和热量,实现蓄电池的自动切换和断开。

3.2.6.2 保护

电气系统保护一般应满足以下要求:

a. 当发电机、调压器的故障引起过压、欠压时,应断开发电机,而对过载切除或故障引起的过压、欠压状态,不应断开发电机;

b. 对机上的任务设备,输配电网路应有保护措施;而应急用电设备其输配电网路不加保护装置,可选用限流保护;

c. 为防止发电机过流而产生冒烟或明火,保护装置应迅速作出响应;

d. 对发电机与蓄电池的并联运行应有反流保护功能;

e. 应有反极性保护功能;

f. 应有过频、欠频保护功能;

g. 必要时电气系统可设置其它保护措施。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除非另有规定,电气系统交付前,供货方应按本规范的规定完成所有试验验证。

验证和试验所需设备可使用供货方自己的设备,也可使用经批准的适合完成本规范要求的其它任何设备。

4.2 试验验证分类和顺序

电气系统的试验验证和分类顺序如下:

a. 部件试验;

b. 静态联试;

c. 飞行试验。

4.3 部件验证试验

电气系统部件按无人机总体要求验证,合格后方可装机进行静态联试。

4.3.1 外购部件

电气系统外购部件的工作环境应符合 GJB 150 的有关规定,其性能和功能按专用规范进行验证。

4.3.2 自制部件

电气系统自制部件工作环境应按 GJB 150 的有关规定进行验证,其性能和功能按专用规范进行验证。

4.4 静态联试

电气系统在静态联试前应制定联试大纲及联试程序,并经订购方认可。

按联试程序进行验证,其结果应符合 3.2 条要求。

4.5 飞行试验

电气系统在飞行试验前,应制定飞行试验大纲及试验程序,并经订购方认可。

按试验程序进行验证,其结果应符合 3.2 条要求。

飞行试验过程中,检验电气系统有关部件工作是否正常。

4.6 可靠性

用现场统计法验证平均故障间隔时间是否满足无人机总体指标。

4.7 安全性

按 3.1.8 审查安全性设计及试验报告。

4.8 维修性

按 3.1.9 采用统计法进行验证。

4.9 电磁兼容性

按 GJB 152 规定的方法验证电气系统电磁兼容性是否符合 GJB 151 要求。

附加说明:

本标准由航空工业总公司提出。

本标准由航空工业总公司第三〇一所归口。

本标准由北京航空航天大学、西北工业大学、南京航空航天大学、空八所、总参五十五所、炮兵装备技术研究所等起草。

本标准主要起草人:段永福、刘秉华、张西虎、沈兵、毛泽孝、周增福、朱剑佑等。

计划项目代号:5HK30。