

504

2503

681359

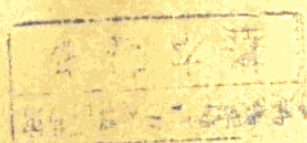
〈DB〉系列双频供电机组

朱文道

潘玉泉 编著

许学溪

西北电讯工程学院



《DB》系列双频供电机组

朱文道 许学溪 潘玉泉 编著

许学溪 审校

西北电讯工程学院情报资料室

一九八二年四月

内 容 提 要

本册全文共六篇：第一篇绪论；第二篇单枢双频复合电机；第三篇单向自动离合器；第四篇机组的自动控制系统；第五篇机组用原动机；第六篇机组的组成。

在内容上，着重于机组各电气部份（电机，可控硅调节系统和保护装置）的基本工作原理，技术性能，运用特性，性能分析，部件设计计算和制造工艺等方面的讨论，并根据实践所得，作了不同程度的阐述。同时，还提出对某些问题的探讨和改进见解。对单向自动离合器也进行了理论分析和计算。此外，还列举了已成批投产的部分规格机组的性能实例。至于原动机方面，这里仅从使用角度上，提出对它的具体要求，对适合于机组用的各种原动机进行简要探讨，比较，列出部分汽，柴油机技术性能汇总表。最后作为附录，提出某些特种试验等资料。

为便于同志们熟悉和瞭解，在内容上尚补充了部分有关基本原理和概念方面的一般性叙述；同时，考虑到阐述的通俗和系统性。

本书可供各使用单位，部队及有关生产，技术单位的同志掌握和瞭解《DB》系列双频供电机组时参考；也可供各院，校有关专业和训练班的同志在教学，科研上参考之用。

本书内容均经集体讨论。集体整理，执笔者是：第一，第二，第三，第五、第六各篇由朱文道同志担任，在第三篇中胡林祥同志也参加了部份工作；第四篇由许学溪同志和潘玉泉同志担任；全书的校审工作由许学溪同志担任。许尚德同志也参加了整理和审订的工作。

序 言

《DB》系列双频供电机组系我国自行设计制造的一种新型双频电源站。它突出地显示出供电性能优良，运行经济性好，操作使用方便，电气部分供电可靠。它的体积小、重量轻，单位供电容量的体积和重量大幅度的减小，使之机动灵活，更能适应于野外各种场合下运行；同时，从组织生产（制造）方面而言，又能节约大量的原材料和减少加工工时，降低成本。符合多、快、好省。

尤其，机组可有二种工作方式：油机驱动和市电驱动。在有工频市电（50 赫）电源可取的场合，就可以不必启动油机。双频电源功率之比例，又能适当地进行相互调剂。离合器又能全自动地啮合和分离。因而，机组的使用适应性和广泛性更为扩大，实际有效使用寿命大为延长。

因此，它是目前较为理想的双频供电机组。

至今，《DB》系列双频供电机组中的部份规格已大批投产、装备使用，并已经历了多种场合下，较长时间的使用考验。

随着机组的大量和广泛的使用以及推广生产和试制，需要瞭解和掌握它的人数日益增多。各单位都曾多次举办了专业训练班，并编写过专门性的培训教材、讲义和战术勤务等资料。但是，从目前来看，尚缺少一些必要的进一步深入的参考读物。

现在我们对前阶段的工作经验进行小结，俾能有所收获和提高，也对有关方面提供一份较全面的参考资料。

本书在内容上着重于机组电气部分的分析。在章节安排和内容取舍上，都经集体讨论，所列各参数数据均系实践所得；有些，则根据实践体会写成。为便于同志们阅读，尚补充了某些基本概念方面的一般性的叙述。并且，考虑到阐述的通俗性和系统性。

在编写过程中，承蒙各生产和使用单位、兄弟院校和研究所的大力支持，有的还提供了宝贵的意见和资料。初稿大体完成后，曾经苏北电机厂和驻厂军事代表室的有关同志审阅并提出了宝贵的意见。对他们的热忱支持和帮助表示感谢。

同时，借此机会，谨向在研制过程中给予大力支持的各兄弟单位致以衷心的感谢。

由于我们业务知识水平较低，研制的工作历程较长，又没有很好及时地总结经验，有些资料、数据也收集得不够，有些经验体会也记忆得不全。因此，在内容上必然存在着很多不妥，甚至错误之处。请读者给予批评指正。

著 者

目 录

第一篇 绪 论

§ 0-1. 影响装备轻小的因素	1
§ 0-2. 双频供电的电源站的需要	5
§ 0-3. 《DB》系列双频供电机组的设想	5
§ 0-4. 《DB》系列双频供电机组目前研制、生产概况	7

第二篇 单枢双频复合电机

第一章 电机的结构及基本工作原理	13
§ 1-1. 前 言	13
§ 1-2. 电机的一般结构	13
一、异步-同步式电机的结构	13
二、同步-同步式电机的结构	17
§ 1-3. 电机的基本工作原理	18
一、异步-同步式电机的基本工作原理	18
二、同步-同步式电机的基本工作原理	28
三、电机性能特点	31
第二章 电机的工作特性	33
§ 2-1. 前 言	33
§ 2-2. 异步-同步式电机的工作特性	33
一、工频部分	33
二、中频部分	44
§ 2-3. 同步-同步式电机的工作特性	45
一、同步电机的向量图	45
二、电功率和电磁功率	46
三、励磁特性	49
四、同步电机运行参数间的关系	53
五、电动机工作的“U”形特性曲线	60
六、空载电势	63
七、短路电流、短路比和静过载能力	65
八、发电机运行时的基本工作特性	68
九、电机的起励和起动特性	77
第三章 电机的绕组电势与气隙磁势	82
§ 3-1. 前 言	82
§ 3-2. 定子各绕组间的互感电势	82
一、定子中、工频基波分量间的互感电势	82
二、定子中、工频谐波分量间彼此对绕组端的互感电势	86

§ 3-3. 气隙磁势	87
§ 3-4. 电势波形	89
一、波形举例	90
二、波形分析	94
三、改善措施	100
第四章 电机运行性能实例	102
§ 4-1. 前 言	102
§ 4-2. 异步-同步式电机运行性能实例	103
一、电机额定值	103
二、结构型式、外廓尺寸和整机重量	104
三、运行规范	104
四、适应环境条件	105
五、输出电源电压的对称度、波形畸变率和频率变化	105
六、样机整机检查	105
七、主要性能试验	106
八、结 论	130
§ 4-3. 同步-同步式电机运行性能实例	131
一、电机的额定值	131
二、结构型式、外廓尺寸和整机重量	132
三、运行规范	132
四、适应环境条件	132
五、输出电源电压的对称度、波形畸变率和频率变化	132
六、样机整机检查	133
七、主要性能试验	133
八、结 论	165
第五章 电机设计中的几个问题	166
§ 5-1. 前 言	166
§ 5-2. 电机主要尺寸等的选定	167
一、电枢铁心内径 D 和铁心有效长度 L 的选定	167
二、电枢铁心外径 D_a 的选定	170
三、气隙长度 δ 的选定	171
四、槽的选定	172
§ 5-3. 电磁参数的确定	176
一、线负荷 A 的确定	176
二、电流密度 J 的确定	176
三、气隙磁密 B_δ 的确定	176
§ 5-4. 磁路的计算	178
§ 5-5. 参数计算及其它	179
一、电抗的计算	179

二、空载电势	180
三、阻尼导条	181
四、其它几点	182
§ 5-6. 材料选择及结构造型	184
一、铁磁材料的选用	184
二、轻合金及其他材料的选用	184
三、转子圆周速度的限制	184
四、主轴结构	185
五、铁心拼片结构	186
六、机壳和端盖结构	187
七、绕组端部	187
八、轴承和轴承盖	188
九、表面涂复	188
十、加工精度及公差要求	188
第六章 制造工艺中的几个问题	189
§ 6-1. 前 言	189
§ 6-2. 制造工艺中的几个问题	189
一、矽钢片退火处理	189
二、主轴的加工	191
三、转子短路导条的焊接	192
四、铝铸件的加工和热处理	193
五、转子励磁绕组的紧箍要求	194
六、转子铁心的加工	194
七、铁心迭装	194
八、浸渍处理	195
§ 6-3. 问题讨论	198
一、转子短路导条的焊接	198
二、绕组滴落法绝缘处理工艺	198
三、绕组嵌放工艺	200
四、溶槽绝缘工艺	201
五、铝制件的阳极氧化处理	205
六、铁心冲片的加工	211
七、铸造工艺	213
第七章 《DB》系列双频电机的进展	215
§ 7-1. 前 言	215
§ 7-2. 《DB》系列双频电机的进展	215
一、复合励磁的发展	215
二、爪形转子的结构	218
三、无刷《DB》双频电机方案	219

四、多频电机	220
五、双频输出电源的频率和功率	221
六、用谐波励磁的电机	225
七、系列化	226
§ 7-3. 结 论	227

第三篇 单向自动离合器

第八章 离合器的工作原理及其传动力矩的计算	228
§ 8-1. 前 言	228
§ 8-2. 离合器的工作原理及结构	228
一、工作原理	228
二、离合器的结构实例	229
§ 8-3. 离合器在各种工作状态下的受力分析	230
一、自锁发生时的受力状况	230
二、啮合状态时的受力状况	232
三、分离状态时的受力状况	232
§ 8-4. 离合器的传动力矩计算	233
第九章 离合器结构设计和制造工艺中的几个主要问题	235
§ 9-1. 前 言	235
§ 9-2. 离合器结构设计中的几个主要问题	236
一、常用的几种原材料和热处理的要求	236
二、有关离合器外套与滚柱的问题	236
三、离合器星轮工作曲面的选择	237
§ 9-3. 离合器主要部件的制造工艺	239
一、星轮的制造工艺	239
二、外套的制造工艺	241
三、滚柱的制造工艺	243

第四篇 机组的控制系统

第十章 自动励磁系统的组成与原理的分析和计算	245
§ 10-1. 前 言	245
§ 10-2. 几种常用励磁线路的讨论	247
一、用磁性元件的励磁线路的讨论	247
二、用可控硅元件的励磁线路的讨论	249
§ 10-3. 机组对自动励磁调整系统要求	252
一、主要技术要求	252
二、机组的特点	252
§ 10-4. 《DB》机组中自动励磁调整系统的组成	253
§ 10-5. 可控硅励磁线路中的主电路	254
一、可控硅整流器的工作原理	254
二、可控硅主电路的结构型式	255

三、可控硅整流原理	256
四、励磁主电路的计算	257
五、励磁主电路的参数计算及元件选择	262
§ 10-6. 可控硅整流器的移相触发电路	263
一、单结晶体管触发电路	263
二、用锯齿波移相控制的晶体管触发电路	274
三、阻容移相的触发电路	277
§ 10-7. 测量电压偏差值电路	279
一、测量电压偏差电路的组成	279
二、桥式比较电路的工作原理	279
三、测量电压偏差值电路的讨论	281
四、测量电压偏差值电路的计算	282
§ 10-8. 可控硅自动励磁装置中的脉冲干扰问题	283
一、脉冲干扰对用电设备性能的影响	284
二、采用简单抑制措施的试验及结果	284
第十一章 同步发电部份的自励恒压系统	287
§ 11-1. 前 言	287
§ 11-2. 自励恒压系统的组成	287
§ 11-3. 《DB-10》双频供电机组自励恒压系统的额定值	288
§ 11-4. 《DB-10》双频供电机组自励恒压系统的参数计算	289
一、励磁主电路的计算	289
二、可控硅整流器的触发电路参数计算	290
三、测量电压偏差值电路的计算	293
四、起励电路的计算	295
§ 11-5. 自励恒压系统的试验结果与分析	296
一、建压特性	296
二、中、工频静态电压调整率测试	296
三、中、工频动态性能试验	299
四、机组高温性能试验	303
五、机组低温性能试验	303
六、工频部份起动空载异步电动机能力的试验	304
七、三相不平衡负载试验	304
八、突然短路试验	305
九、自励恒压系统的优、缺点小结	305
第十二章 同步电动机运行部份的励磁调节系统	306
§ 12-1. 前 言	306
§ 12-2. 励磁调节系统	307
一、励磁调节系统的组成	307
二、功率因数测量电路的工作原理	307

§ 12-3. 试验结果与分析	309
一、系统线路	309
二、测试结果与分析	309
三、结 论	313
第十三章 异步发电部份的自励恒压系统	314
§ 13-1. 前 言	314
§ 33-2. 异步发电部份的电压调整方案	315
一、调节电容器与负载串联的调压线路	315
二、可控电感与电容器并联的调压线路	315
三、用双向可控硅整流器调节电容器电流的调压线路	316
§ 31-3. 异步发电部份的自励恒压系统	316
一、主要技术要求	316
二、自励恒压系统的组成	317
三、可控电感的结构和原理	317
§ 13-4. 自励恒压系统中主要参数的计算与元件的选择	319
一、励磁电容量的计算和电容器的选择	319
二、可控电感的结构计算	321
三、可控硅整流器主电路的参数计算	325
四、触发电路的选择	326
§ 13-5. 试验结果与分析	326
一、系统电原理图及其主要元件参数	326
二、试验结果与分析	326
三、结论	331
第十四章 机组的保护装置	331
§ 14-1. 前 言	331
§ 14-2. 过电压保护装置	331
§ 14-3. 低频率保护装置	332
§ 14-4. 转向保护装置	333

• 第五篇 机组的原动机

第十五章 机组上常用的原动机分类及其特性	335
§ 15-1. 前 言	335
§ 15-2. 机组在使用中对原动机性能的具体要求	335
§ 15-3. 常用原动机的分类及结构	336
一、分类	336
二、汽油机	336
三、柴油机	337
§ 15-4. 汽油机和柴油机的特点以及选用时的注意问题	338
一、主要特点的比较	338

二、选用时的注意问题	340
§ 15-5. 国产常用内燃机的品种和主要特性数据	341
第十六章 机组上适用的其它原动机的讨论	341
§ 16-1. 前 言	341
§ 16-2. 旋转活塞式内燃机和燃气轮机	341
一、旋转活塞式内燃机	341
二、燃气轮机	345
§ 16-3. 电动原动机	348
§ 16-4. 其他能源的利用	351

第六篇 机组的组成

第十七章 机组的组成及其特性	352
§ 17-1. 前 言	352
§ 17-2. 机组的环境适应能力	352
一、自然环境的适应方面	352
二、人为环境的适应方面	352
§ 17-3. 工作规范及供电等性能指标	353
一、工作规范	353
二、电气性能指标	353
三、抗御过载荷冲击及其它故障的能力	354
四、电气部份的绝缘强度	354
§ 17-4. 机组有效工作时间	354
第十八章 机组的性能实例	355
§ 18-1. 前 言	355
§ 18-2. 《DB-2A》双频供电机组	355
一、机组的额定值及其供电性能指标	356
二、机组所选用的原动机的主要参数	356
三、机组结构	357
§ 18-3. 《DB-12A》双频供电机组和《DB-10》双频供电机组	359
一、机组的额定值及其它性能指标	359
二、机组结选用的原动机的主要特性参数	360
三、机组结构	361
四、机组主要性能的实测结果	366
五、主要性能参数与部分功能相近的产品相比较	367
§ 18-4. 《DB-12D》双频供电机组	370
一、机组的额定值及其主要供电性能指标	370
二、机组选用的原动机的主要参数	371
三、机组结构	371
§ 18-5. 结束语	374

附 录

附录 (一) 复合磁化特性曲线的测定	375
附录 (二) 《DB-10》双频供电机组鉴定报告附件之三——性能测试报告	381
附录 (三) 《DB-10》双频供电机组湿热试验报告	387
附录 (四) 《DB-10》双频供电机组防霉试验报告	389
附录 (五) 《DB-10》双频供电机组人为颠波试验报告	390
附录 (六) 《DB-10》双频供电机组高温环境下的运行考核	391
附录 (七) 《DB-10》双频供电机组人为低温环境下的运行考核	392
附录 (八) 《DB-12A》双频供电机组鉴定会议纪要附件——性能测试报告	396
附录 (九) 第一机械工业部部颁标准:《交流双频移动电站额定功率、电压 及转速》(审查稿)	397
附录 (十) 原动机功率及比油耗与海拔高度的关系	398
附录 (十一) 第一机械工业部标准试行草案:《通用小型汽油机系列型谱》	405

第一篇 绪论

为了更好地满足军用和民用的要求,移动电源站必须体积小、重量轻、机动灵活、一机多用,性能指标高,既可靠又方便又经济。为此,我们必须制订出具有方向性的新体制、新系列;研究试制多种运行规范的新型电源站。

近年来,工频电源站的第二代产品已由各有关单位陆续研制成功,致使在移动电站的领域中出现了一个新面貌。只是,在中频及双频电源站方面,尚较薄弱。

因此,《DB》系列双频供电机组的制订和研制成功是有着极为重要的现实意义。

§.0-1 影响装备轻小的因素

装备轻小的现实意义是众所周知的。尤其是对移动电源站而言,直接影响到设备的机动灵活,更具有重要的地位。

此外,从工厂生产(制造)和原材料供应等各方面来说,单位容量的体积、重量指标的降低,就能相应地节约原材料,缓和供应紧张程度;减少生产工艺中对大机床设备的要求;减轻生产劳动力,有可能更方便地实现生产自动化和创造良好的劳动条件;从而,就能大幅度的降低成本,多、快、好、省地发展生产。

当然,轻、小必须在保证和提高产品质量及简便操作使用的前提下实现,其实,与这些因素之间的关系也未必都是相互矛盾的。而恰恰相反,如处理恰当,有些是可以做到相辅相成的。这些成功的例子,在现代先进装备中是不少见的。

目前影响供电和用电装备体积、重量的因素,除了结构材料、冷却系统等方面的原因而外,在系统内部主要的在于铁磁性部件方面。由于它们大都具有较大的容量,有的还消耗较大的功率,因而在体积重量方面,往往占了系统的很大比例,有的甚至占一半以上,成了装备轻小型化的主要矛盾方面。

铁磁性部件主要的有二大部分:一部分是静止的电器部分:如变压器、磁性放大器、铁磁电抗器以及某些功率传感器等;另一部份是旋转的电机部分:如发电机、驱动电机、变频和变流等特种电机以及自动装置中的各种电机等。要使它们轻小,除了在设计中充分利用其有效材料(新设计方案)和工艺、制造中合理安排顺序,提高必要精度(新工艺方案)而外,主要的还有选用高导磁导电、低损耗的电磁材料以及某些轻材料、耐高温绝缘材料(新材料方案)和提高供电电源频率等措施。

随着技术和加工水平的提高,新设计和新工艺将不断涌现。至于新材料的选用,则还得根据国内的工业生产和供应条件。而且有时,从全面来衡量也并非都是采用了较高级的原材料之后就理想。如:绝缘材料的等级问题,目前已列入标准的各绝缘材料的分类等级和耐温能力见下表:

如果选用等级较高的绝缘材料(暂且不考虑供应条件),则允许部件有较高的工作温度,就可以将电磁部件(容量不变)有效材料减少(工作温升是确定有效材料的依据之一),达到

材料分类和绝缘等级	A	E	B	F	H……等
长期耐受高温的能力 (保证10万运行小时的极限工作温度)	105°C	125°C	130°C	155°C	180°C

轻小目的。但是，随之而来的却是损耗增大，效率降低。同时，由于工作温度的提高，材料的特性将受到影响。绝缘材料的机械和介电性能降低；当温度高于 150~200°C 时，磁性材料的机械和导磁性能降低；当温度高于 200~250°C 时，有色和黑色材料机械性能降低，导电材料的导电性也以接近于 0.4% 每度的规律变坏；温度超过 150°C 时，轴承润滑显得困难；超过 200°C 时，电刷的性能变差。此外，工件温度过高，致使环境温度上升并影响工作人员的靠近操作。

上列这些现象，从使用和设计角度而言，都是不够理想的。甚至由整体来说，有时因不得不增添冷却机构，使总的系统体积和重量反而增大，设置和运行费用增大，再加上国内的材料供应条件也未必全都允许。

所以，绝缘材料的选用，要根据具体情况而定：一般不采用“A”级的，常用“B”级和“E”级的，也有时采用“F”级的，个别的才用“H”级和“H”级以上的。

提高供电电源频率的方案，是一个具有方向性的措施。下面进行简单的讨论。

从电器方面来说，以变压器为例：根据经验，并推演可知，在容量和原材料、生产工艺条件不变的条件下，当电源频率改变后，为不计磁路、电路的集肤效应，其重量（体积）的相对值与磁通密度相对值（ $\bar{B}$ ）、导体电流密度相对值（ $\bar{j}$ ）和电源频率相对值（ $\bar{f}$ ）的关系为：

$$\bar{G} = (\bar{B} \bar{j} \bar{f})^{-0.75} \quad (0-1)$$

因为频率的升高，损耗将增大，所以磁通密度和电流密度均须相应地有所降低，因而，可以近似地认为：

$$\bar{B} = \bar{j} = \bar{f}^{-0.045 \sim 0.07}, \quad (0-2)$$

则：

$$\bar{G} = \bar{f}^{-0.60 \sim -0.70} \quad (0-3)$$

重量与频率的 (0.6~0.7) 次方成反比。

如一变压器容量不变，电源频率从工频 50 赫升到中频 400 赫，其体积、重量约为原来的，

$$\begin{aligned} \bar{G} &= \frac{1}{\bar{f}^{0.6 \sim 0.7}} \\ &= \left(\frac{400}{50} \right)^{0.6 \sim 0.7} = \frac{1}{3.5 \sim 4.3} \approx \frac{1}{4} \end{aligned}$$

减轻了四分之三左右。即使再考虑了集肤效应等的影响，也将减轻三分之二以上。

频率的升高将会导致损耗的增大，因此体积、重量并非随频率的提高而无限减小，一般

在 500 赫以上，重量的减轻就并不显著。上述公式在频率为 1000 赫以上时即需修正。从经验证明，频率在 1200 赫以上，重量相对值渐趋上升。

下图 (0-1) 所示是以 50 赫时为基准，重量随工作频率升高而减小的关系曲线。

旋转电机的体积、重量与许多因素有关，其中关系也较复杂。一般，单位容量（功率）的有效材料的重量（体积）可以认为与转速及电磁负荷成反比：

$$g = \frac{D_a^2 L}{n \cdot A \cdot B_\delta} \quad (0-4)$$

式中：\$D_a\$——电枢铁心（转子）外径相对值；

\$L\$——电枢有效长度相对值；

\$n\$——电机旋转速度相对值；

\$A\$——电枢电负荷相对值；

\$B_\delta\$——电机气隙磁通密度相对值。

根据电机原理知道，交流电机转速与工作频率及结构磁极对数 (\$p\$) 的关系为：

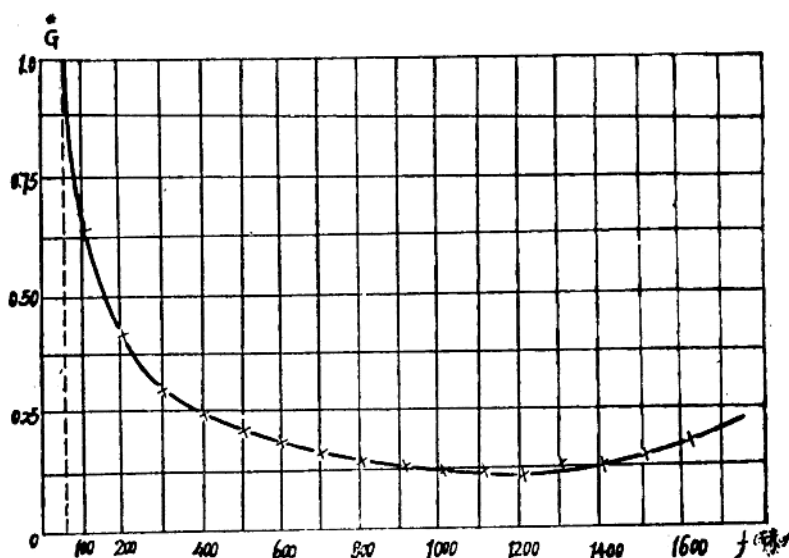


图 0-1 电器重量与工作频率的关系

$$n = \frac{f}{p} \quad (0-5)$$

式中，

\$p\$——磁极对数相对值。

所以：

$$g = \frac{p}{f \cdot A \cdot B_\delta} \quad (0-6)$$

一般，如容量、结构相同的电机，在频率变化不大时（如由 50 赫~500 赫），电、磁负荷改变不致太大。这样，近似认为：

$$g \doteq \frac{P}{f} = n^{-1} \quad (0-7)$$

电机的体积、重量与转速成反比，或者说，与频率成反比，与结构磁极对数成正比。

如果电机在电源频率改变时，转速随之而相应升高，也就是结构磁极对数不变，则：

$$g \doteq \frac{1}{f} \quad (0-8)$$

电机重量（体积）与频率成反比。其实，电机由于受到机械强度和应用需要的限制，转速不可能一直成倍上升。因而，当频率升高时，极对数也要稍有变动，使之转速在允许的极限值之内。在电源机组中的电机，转速受原动机的限制；在自动装置系统中电机转速也要根据其它配合机构的可能，通常也不大于 1200 转/分。

另外，从损耗、效率、结构、材料和生产等各方面全面衡量，与变压器（电器）的结论相似，电机的重量（如转速和容量不变）与频率的关系如图 0-2 所示。

当频率从工频 50 赫开始升高时，重量将随之下降。但当超过 400~500 赫时，重量的下降就不那么显著了；当超过 1000 赫时，一般就显不出它体积重量方面的优越性来了。

图 0-3 所示：电机的相对重量（以工作频率为 400 赫时作基准）与转速和频率的关系曲线。

因此，从电机体积、重量上考虑，电源频率选在 400~500 赫较为理想。

根据经验表明：电磁部件（变压器、电机等）如采用现有通用磁性材料——矽钢片。为了减少损耗，通常认为选取如下参数，较为合适：

矽钢片厚度（毫米）： 0.35, 0.20, 0.10。

使用电源频率（赫）： 50~500, 400~1000, 800~2000。

矽钢片厚度再减小（小于 0.10 毫米），一来对损耗减少已无能为力，而且在工业生产上较困难，也不太经济。

综上所述，从体积、重量、生产、原材料供应和使用等各方面来说，确定工作电源频率为中频 400 赫是比较合适和理想的，也是可能的。

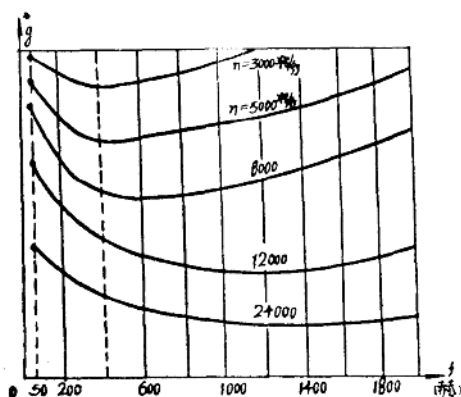


图 0-2 电机重量与工作频率的关系

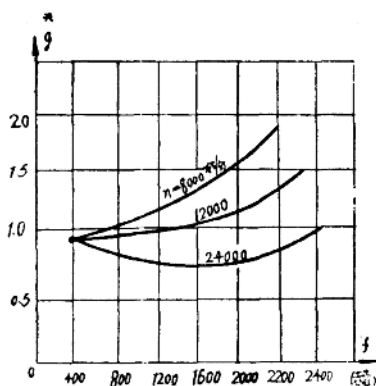


图 0-3 电机重量（相对值）与工作频率的关系

这里附带指出：在某些电子线路和自动装置中，电源频率的提高，不但能使体积、重量轻小，而且更重要的是在性能指标上会得到改进，即：惯性减小，反应速度加快，精度提高。所以单从这方面考虑，有个别部件，甚至还希望其工作电源频率再增高到1000赫以上的。这就将主要解决矛盾方面从“轻、小”转变到“提高主机性能”方面。由于千赫以上的电磁部件，在工业生产上需采用某些较高级的导磁材料和绝缘材料。所以，这只能作为一个个别的特殊情况来处理。

最后必须指出，除上述而外，供电设备和装备系统内部的电源部份尚需考虑尽量采用先进技术，运用“强电”弱电（电子）化和新型结构的设计思想，也是走向轻小的又一有效措施，必须予以重视。

§ 0-2 双频供电电源站的需要

从上节可知，装备中如采用了中频（400 赫）的工作电源，则不但可使电源机组本身趋于轻小，且同样可使各用电装置的体积、重量也大幅度的缩小和减轻，自控等系统中的精度、反应速度和可靠性均可提高。因此，提高供电电源的频率，从工频 50 赫提高到中频 400 赫，甚至更高一些，是一个装备向轻、小型，高指标发展的重要步骤。在近代航空飞行器中的交流供电方面，几乎全已采用了中频系统。地面军用装备、电子装备和基础工程单位等已开始大量采用，船舶、舰艇方面的也正在部分推广中。

我国市电工频频率都是统一为 50 赫的。在有市电的场合下（如某些固定的地面装备和具有工频电网的驻地），尽可能的直接利用现有可取得的电源，以便减少电源站的中频供电容量使其更为轻小、经济。因而在用电装备中，某些并不因频率的变动而显著影响其体积、重量和性能指标的（如电热、照明、通风、制冷、空调、电池充电以及小容量低速驱动机构和一些附属装置等），仍可采用工频电源。

此外，在装备中，还有一些设备（如检测仪器、动力装置、传动机构等）非有工频电源供电不可。

从而，形成近代好多新型装备都要求“双频供电”。并且，尚希望在有市电的场合下，电源站能直接利用市电电能进行变换，供给双频电源。这样，使维护、使用简便，运行可靠和经济合算。但是，一旦市电中断，或驻地转移，无外来电源可取时，电源站必须仍能照常供给中、工频电源，以保证装备的正常运行。

因此，双频（如 50 赫及 400 赫）电源输出的新型供电电源站和供电系列，在当前移动电源站的研究课题中具有重要的地位和引起各方面的重视。

§ 0-3 《DB》系列双频供电机组的设想

双频供电的移动电源站，以前虽有，但不外乎是二种结构型式：一种是用一部原动机驱动两台不同频率的交流发电机，组成双频发电机组。这种机组在供电时，不管在什么场合，有否市电可取，都要求运用原动机。而目前电站中的原动机，绝大多数都是中、小容量的内燃机。在运行中存在着操作维护、经济指标、环境噪声和通风散热（有时尚有冷却水源）、排气污染等一系列问题。而且，内燃机使用寿命有限，影响了电源站的有效供电时间。所