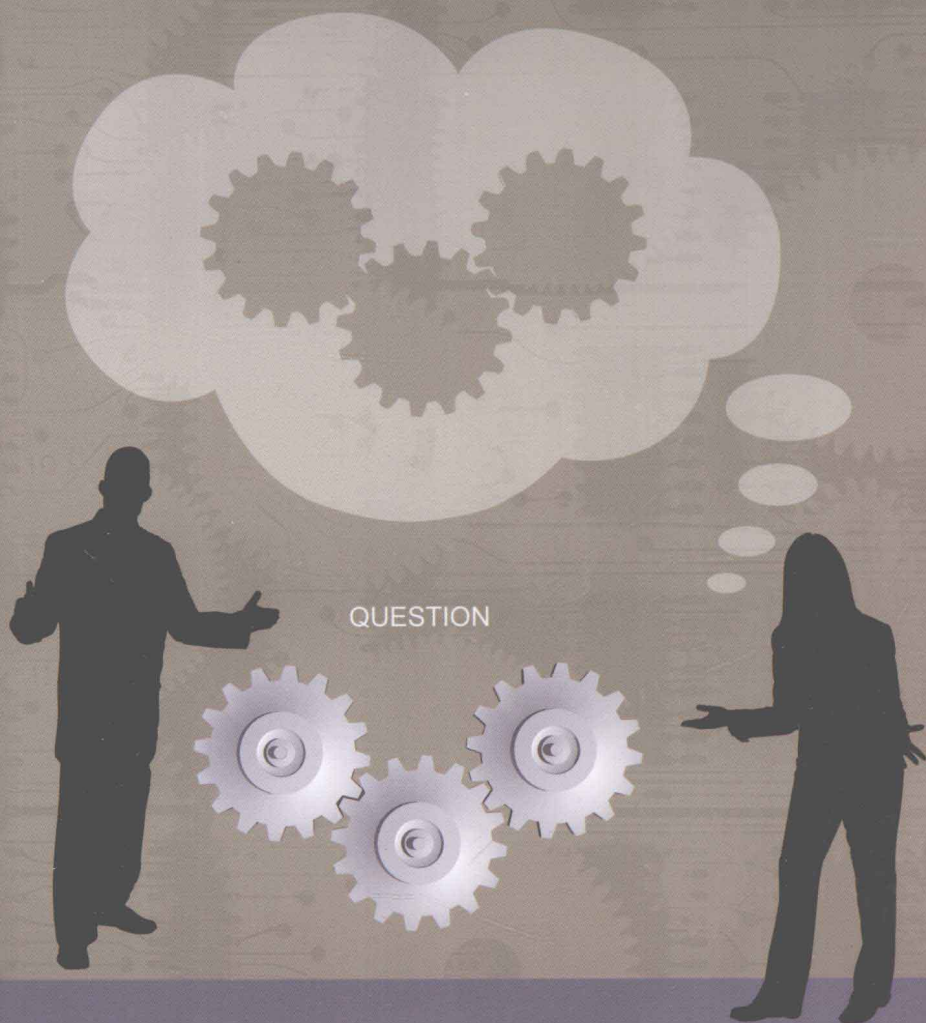


微特电机实用技术问答

张文海 梁功勋 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

<http://www.phei.com.cn>

2480431

微特电机实用技术问答

张文海 梁功勋 编著

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

这是一本实践性很强的书,内容涉及微特电机应用、测试、设计、工艺等诸多方面问题的解答与释疑。全书分为8章,对直流电动机、永磁直流力矩电动机、无刷直流电动机、直流发电机、交流电动机、信号电机旋转变压器、自整角机、感应移相器、步进电动机、轴流风机及其他电动机,电机的一般参数测试及仪表,电机的特殊参数测试、性能试验及装置设备等进行详细的阐述。

本书新颖、实用,理论与实践紧密结合。可作为微特电机专业技术工作者和电机电器、机电一体化、自动控制、电子技术类专业大中专学生实践中的参考书,也可作为其他类专业工科大中专学生获得交叉知识的学习资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

微特电机实用技术问答/张文海,梁勋勋编著. —北京:电子工业出版社,2011.1
ISBN 978-7-121-12426-6

I. ①微… II. ①张… ②梁 III. 电机—问答 IV. ①TM3-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第233000号

策划编辑:万子芬

责任编辑:曲 昕

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:18.75 字数:390千字

印 次:2011年1月第1次印刷

印 数:4000册 定价:35.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

当今微特电机已深入到航空航天、机器人、办公自动化、通信、汽车、医疗、家电等各个领域。

本书的作者从事微特电机技术工作几十年，在生产实践中，解决问题和释疑的同时，丰富和深化了实践经验和理论，发表了大量技术革新文章和论文：更新了直流电动机电磁转矩、堵转转矩、输出功率、负载转速虚拟测试技术，用低精度相位计测量高精度移相误差技术，以及数字式伺服电机机电时间常数测试技术。创新了直流电动机、无刷直流电动机参数设计计算方式，PWM 无刷直流电动机绕组内电流计算方式，交流异步电动机降压法测量起动转矩计算方式；实现了用闪光测速仪测每分钟几转的低转速，用噪声法检查信号电机的接触可靠性，用两只三极管等效三踪示波器功能三步检测旋转变压器接线的正确性，温升负载水冷超载法，不用电流表测量电容运转电动机副相电流，直流电动机电枢电阻动态测试的方法等；还进行了一些数理统计，统计出永磁直流力矩电动机电气时间常数、机械时间常数随机座号变化的规律并给予了理论解释；分析了通风机风量计算公式的物理意义以及相关系数的来历，简化了直流力矩电动机的阻尼系数、转矩灵敏度、机械时间常数的计算公式。

本书的写作采用问答形式，目的是力求深入浅出，让读者一看就懂，取之能用。虽然书中有的问题比较简单，但能为阅读本书提供知识铺垫；有的问题本专业也许不用，但可辐射到其他专业应用，如：怎样用三相自耦调压器对三相四线制交流电源进行 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 移相。

全书由张文海高级工程师负责统稿，梁功勋高级工程师负责审订，计算机文字工作由吴修芳同志处理。万子芬编审为本书出版做了大量工作；成都微精电机股份公司（原国营成都电机厂）、成都精密电机厂为作者提供了优越的研究和实验条件，并给予了大力支持和帮助；徐丽同志、王雄刚同志也为本书的写作给予了支持和帮助，在此一并表示感谢！也向关心和支持本书写作的所有朋友致谢！

书中不当之处，请予指正。



第 1 章 直流电动机	1
1.1 电磁式直流电动机	1
1. 什么是直流电动机的电磁转矩？它与空载阻转矩、负载输出转矩、起动转矩之间有何关系？	1
2. 什么是直流电动机的反电动势系数？如何测试直流电动机的反电动势系数？	2
3. 如何实现对直流电动机电磁转矩的虚拟测试？	2
4. 交流电动机的同步转速与磁极对数成反比，直流电动机的空载转速是否也这样？	3
5. 如何实现对直流电动机电枢电阻的动态测试？	3
6. 如何实现对直流电动机负载转速的虚拟测试？	4
7. 如何实现对直流电动机输出功率的虚拟测试？	4
8. 直流电机既可视作电动机，也可视为发电机，怎样用发电机的电功率描述直流电动机的机械功率？	5
9. 直流电动机中弱磁调速为什么叫“恒功率”调速？而电枢降压调速叫“恒转矩”调速？	5
10. 直流电动机用“对拖法”测量功率，如何利用“正算法”和“反算法”计算输出功率？	6
11. 怎样一次性调准直流电机的中性线？	7
12. 直流电动机的空载电流，为什么有的会随电枢电压及转速升高而变大，但有的却基本不变？	8
13. 直流电动机机械特性的“软”、“硬”主要决定于什么？	8
14. 直流电动机加额定负载时转速偏低，能否磨小电枢外圆，通过将气隙磁通 Φ 减小来提高电动机的额定转速？	8
15. 直流电机是可逆的，为什么铭牌上却要标明是直流电动机或直流发电机？	9
16. 功率较大的直流电动机，为什么一般要采用电励磁，而不采用永磁体励磁？	9
17. 直流电动机“对拖法”测温升，负载电阻消耗功率能长时间超载 15 倍吗？怎样超载？	9
18. 直流电动机的几何中性线是可调的，物理中性线也可调吗？	10
19. 电枢为单叠绕组的 4 极直流电动机，可以改做直流发电机组发电吗？怎样改？	10
20. 电枢为单叠绕组的 4 极直流电动机，若去掉 90° 的一对电刷，通电后性能会发生怎样变化？	10
21. 移动电刷物理中性线，是直流电动机改善负载状态下换向的简单办法，为什么大中型直流电动机却不采用此法，而要专门安装换向极改善换向？	11

22. 他励直流电动机励磁绕组未励磁, 为什么只给电枢绕组通电, 电动机也能旋转?	11
23. 长期停放的直流电动机, 为什么开始电枢电阻很大, 而空载运转几分钟后再测, 电枢电阻就变小了?	11
24. 他励直流电动机, 为什么降低转速宜采用降压调速, 升高转速宜采用弱磁调速?	12
25. 运行状态的并励直流电动机, 温升升高后, 为什么转速有的升高, 有的下降, 有的则保持稳定?	12
26. 在额定电流相同的情况下, 直流并励电动机的起动电流, 为什么要比交流异步电动机大得多?	12
27. 他励直流电动机的绕组, 为什么既要串联欠流保护, 又要并联过压保护?	13
28. 在电源电压不变的情况, 加大直流电动机的负载, 为什么有时会出现转速突然升高现象?	13
29. 由晶闸管可控整流调速的直流电动机运行不稳定, 为什么在直流电动机两端并联一只白炽灯后, 运行就正常了?	13
30. 直流电动机工作于直流条件下, 且磁场恒定, 电枢铁心是否就没有磁滞损耗和涡流损耗?	13
31. 如何将他励直流电动机的晶闸管无级调速与稳速电路, 用于直流发电机的调压与稳压? 它有何优点?	14
32. 直流电动机更换电刷后, 为什么要进行轻载试运行?	15
33. 怎样一次性用“电阻法”测准直流电动机的温升?	15
34. 直流电动机的换向火花, 为什么大多在后刷尖发生?	16
1.2 永磁直流电动机	16
1. 封闭式永磁直流电动机如何观测换向火花?	16
2. 铝镍钴磁体的微型永磁直流电动机, 为什么让其突然反转, 空载转速越来越高, 空载电流越来越大?	17
3. 如何利用直流电动机的换向脉冲, 测该电动机的转速?	17
4. 电刷磨合后, 电刷与换向器的接触会变好, 为什么有的直流电动机电刷磨合后起动电压会变高?	18
5. 直流电动机电枢有一处断线还能通电运行吗? 它对性能有何影响?	18
6. 稀土永磁直流电动机的磁体, 为什么称为“保守型”磁体? 而铝镍钴永磁直流电动机的磁体, 却称为“开放型”磁体?	18
7. 有的微型永磁直流电动机, 长期运转后换向器边呈颜色略深的紫红色, 并出现刷辫脱落, 是何原因?	18
8. 通常直流电动机的空载转速与电源电压呈线性关系, 为什么有的微型永磁直流电动机这种关系却为非线性?	19
9. 直流电动机是否电刷接触压降越小越好?	19
10. 大型直流电动机起动, 电枢回路必须串联起动电阻, 为什么微型直流电动机起动一般却可以不加?	19
11. 如何将一台微型永磁直流电动机, 应急驱动成一台发电机? 它有何用?	20

12. 直流电动机的电枢动态电阻,为什么一般小于静态电阻?	20
13. 给直流电动机电枢降压调速,为什么用变阻器接成电位器给电枢调压不好?怎样调压好?	20
14. 永磁直流电动机电枢绕组匝数增加一倍,空载电压增高一倍,空载转速基本不变,为什么低压供电时空载损耗反而比高压供电时损耗大?	21
15. 影响微型永磁直流电动机起动电压高的原因,如何区分是电枢的静态阻力矩大,还是电刷接触电阻大?	21
16. 永磁直流电动机失磁后,空载电流为什么会变大?	21
17. 铝镍钴永磁电动机不能冒然拆卸,但事先对这类永磁体如何鉴别?	21
18. 永磁直流电动机拆装后,是否都会造成“退磁”而使性能变差?	22
19. 采用升高电源电压的方法来增大永磁直流电动机的输出转矩,有何限制?	22
20. 有的永磁直流电动机,为什么不允许用改变电源极性的方法来改变转向?	22
21. 永磁直流电动机的空载转速,为什么有的在初期呈上升趋势,经长期运行后又下降了?	22
22. 永磁直流电动机为什么严禁运行中突然反转?	23
23. 有的永磁直流电动机为什么有三只电刷?有何特点?	23
24. 高速微型直流电动机的转子,为什么必须具备光滑的外表?	23
25. 一些直流电动机在进行电刷与换向器的正、反转磨合时,为什么一个转向的火花小了,另一个转向的火花却又变大了?	23
26. 不同类型的永磁式微型直流电动机在调大电刷压力后,为什么有的空载转速会降低,有的却反而会升高?	24
1.3 串励直流电动机	24
1. 串励直流电动机为什么能交、直流两用?	24
2. 串励直流电动机交、直流供电电压一样,输出功率也一样吗?	24
3. 串励直流电动机不允许空载运行,如何调整它的中性线?	24
4. 减少励磁绕组匝数,可以提高串励直流电动机的额定转速,新试制产品达不到技术指标要求时如何计算调整所需匝数?	25
5. 要提高串励直流电动机的额定转速,既可减少励磁绕组匝数,也可减少电枢绕组匝数,哪种方法更好?	25
6. 串励直流电动机不允许空载运行,为什么有的微型直流串励电动机却可以短时空载运行?	25
7. 手电钻电动机为交直流两用串励电动机,为什么不钻孔时不会“飞车”?	26
8. 一般的串励电动机只能沿一个方向旋转,为什么有的串励电动机既可正转?也可反转?	26
9. 对电动工具中单相串励电动机电枢的故障,常用的检修方法是什么?	26
10. 手持电动工具中,为什么多采用串励电动机?	26
1.4 直流伺服电动机	27
1. 功率较大的直流伺服电动机,为什么可以用降低电压方法测机电时间常数?	27

2. 永磁式直流伺服电动机的电气时间常数, 为什么小于电磁式直流伺服电动机的电气时间常数?	27
3. 有刷直流伺服电动机电枢的直流电阻, 为什么要在规定的电流及温度下测量?	28
4. 就目前看, 直流伺服电动机较交流伺服电动机有哪些优势?	28
5. 为什么对直流伺服电动机的起动电压, 有严格的上限值限定?	28
6. 直流伺服电动机用测功机测转矩、转速、功率时, 为什么对其安装有严格要求?	29
7. 伺服电动机的“机电时间常数”, 为什么必须在空载的条件下进行测试?	29
8. 采用对拖法测量伺服电动机的机电时间常数, 对连轴器有何要求?	29
第 2 章 永磁直流力矩电动机	30
2.1 永磁直流力矩电动机的结构	30
1. 永磁直流力矩电动机的电枢绕组, 为什么一般要采用单波绕组?	30
2. 如何进行永磁直流力矩电动机反电动势系数 K_e 的设计计算? 反电动势系数 K_e 设计计算公式能给电机设计带来哪些好处?	30
3. 为什么永磁直流力矩电动机的转速与磁极对数关系不大?	32
4. 永磁直流电动机的转速与磁极对数关系不大, 为什么永磁直流力矩电动机要设计成多极的?	32
5. 永磁直流力矩电动机的堵转转矩是与电枢直径的平方成正比, 还是与电枢半径的平方成正比? 为什么?	33
6. 绝大多数的永磁直流力矩电动机, 为什么都做成“圆盘形”而不做成“细长形”?	33
7. 永磁直流力矩电动机为什么大多设计成定、转子分装结构, 而很少设计成整装结构?	34
8. 永磁直流力矩电动机的电气时间常数, 为什么一般随机座号的增大而增加? 而机械时间常数却一般随机座号的增大而减小?	34
9. 一般直流电机有多少对磁极就有多少对电刷且对称, 为什么永磁直流力矩电动机却不是?	35
10. 永磁直流力矩电动机的槽, 为什么不宜设计得太深?	36
11. 大中型永磁直流力矩电动机的磁极, 为什么一般设计成小块磁钢串联结构, 而不是整块结构?	36
12. 为什么永磁直流力矩电动机常采用槽楔式换向器? 它有何优缺点?	36
13. 永磁直流力矩电动机, 为什么极对数越多片间电压越高越容易引起电位差火花?	36
14. 永磁直流力矩电动机电枢采用无槽结构有哪些优缺点?	37
15. 永磁直流力矩电动机转速很低, 为什么仍然会产生较大的铁耗?	37
16. 永磁直流力矩电动机的换向片数, 为什么都是奇数而不是偶数?	37
17. 永磁直流力矩电动机的磁体, 一般选用稀土钴材料; 而低速永磁直流测速发电机的磁体, 却一般选用钕铁硼材料, 为什么?	38
18. 铝镍钴分装结构的永磁直流力矩电动机, 在其永磁定子端部的磁短路环上, 为什么要设置几个螺孔?	38
19. 永磁直流力矩电动机的电刷, 为什么要采用银石墨电刷?	38

20. 为什么铝镍钴分装式永磁直流力矩电动机磁路结构设计成切向式？而稀土分装式力矩电动机磁路结构却设计成径向式？	39
21. 小机座号永磁直流力矩电动机，为什么电枢很少采用斜槽结构？	39
22. 分装式永磁直流力矩电动机在运行前进行装配时，为什么必须采用结构合理的专用工装？	39
23. 永磁直流力矩电动机的电枢铁心冲片，为什么要设计成质数槽？铁心冲片常采用何种加工方法？	40
24. 极对数减少，有的永磁直流力矩电动机的空载损耗会变大，什么原因？	40
25. 大型永磁直流力矩电动机的线圈，为什么大多采用多股漆包线并绕？	40
2.2 永磁直流力矩电动机的测试	41
1. 怎样实现对永磁直流力矩电动机连续堵转转矩和峰值堵转转矩的虚拟测试？	41
2. 永磁直流力矩电动机的转矩灵敏度一般用堵转法测得，可否用空载测得？怎样测？	42
3. 可否用闪光测速仪测每分钟几转的低速力矩电动机的转速？怎样测试？	42
4. “堵转法”测转矩波动系数和“发电机法”测转矩波动系数各有什么优缺点？到底哪种方法准确？	43
5. 怎样用电子秤连续一周测永磁直流力矩电动机的堵转转矩变化？	45
6. 测绘永磁直流力矩电动机转矩特性曲线，为什么所通电流只能由小到大，而不能由大到小？	46
7. 永磁直流力矩电动机为什么要测励磁静摩擦力矩？怎样虚拟测试励磁静摩擦力矩？	46
8. 永磁直流力矩电动机的机械时间常数怎样计算最简单？	47
9. 用“弹簧秤—力矩盘”测力矩电动机堵转转矩，为什么弹簧秤钩着套在力矩盘上的拉线只能往上拉，不能往下拉？	48
10. 测量永磁直流力矩电动机有无片间短路，为什么只测量一个节距的片间电阻就可以了？	48
11. 检查永磁直流力矩电动机有无片间短路或匝间短路，为什么测片间电感比测片间电阻准确？	49
12. 永磁直流力矩电动机堵转法测温升为什么重复性不好？怎样测准温升？	50
13. 永磁直流力矩电动机的空载电流可否估算？怎样估算？	50
14. 稀土永磁直流力矩电动机抽掉电枢为什么用特斯拉计测不准磁场？怎样才能测准磁场？	51
15. 永磁直流力矩电动机的磁场分布曲线可否观察？怎样观察？	52
2.3 永磁直流力矩电动机的应用	52
1. 为什么永磁直流力矩电动机要测转矩波动，而一般直流电动机却可以不测转矩波动？	52
2. 永磁直流力矩电动机转矩波动受哪些因数的影响？	52
3. 用“电子秤—力矩杆”测量永磁直流力矩电动机堵转转矩，为什么每次测完后电子秤不复零？怎样复零？	53
4. 两台同型号永磁直流力矩电动机，同样做 5.1 A 电流堵转试验，为什么冷态电阻大 11.2 Ω 的电动机，堵转电压却较低，为 52.3 V；冷态电枢电阻小 10.5 Ω 的电动机，堵转电压却较高，为 55.7 V？	53

5. 测试永磁直流力矩电动机的堵转转矩, 为什么有的电动机堵转电流一下便可调准, 有的却很不容易调准?	54
6. 永磁直流力矩电动机为什么可以同轴串联使用? 它有何优点?	54
7. 永磁直流力矩电动机可以在电磁制动反转条件下工作吗? 应注意什么?	55
8. 永磁直流力矩电动机为什么不谈效率只谈电机常数? 提高电机常数的主要途径是什么?	55
9. 永磁直流力矩电动机为什么要测阻尼系数? 它的物理概念是什么? 怎样测阻尼系数?	55
10. 稀土永磁体饱和充磁后很难去磁, 为什么稀土永磁直流力矩电动机常产生可逆去磁?	56
11. 永磁直流力矩电动机火花大时, 为什么将银石墨电刷换为铜石墨电刷火花就小了?	57
12. 永磁直流力矩电动机电刷调好几何中性线后, 正、反向空载转速相等, 为什么有的电动机正、反转空载电流相等, 有的却不相等?	57
13. 永磁直流力矩电动机测起动电压时, 为什么有的起动后作缓慢匀速运动? 有的却作步进运动?	57
14. 永磁直流力矩电动机低温下起动力矩会变大, 为什么高温下起动电压能达到技术要求的电动机, 低温下起动电压却达不到要求了?	58
15. 永磁直流力矩电动机同其他控制电动机一样, 为什么高温试验后绝缘电阻要求很低, 只大于 $10\text{ M}\Omega$, 低温后绝缘电阻要求高, 应大于 $500\text{ M}\Omega$?	58
16. 在 360° 电角度内移动刷架低压通电, 为什么直流力矩电动机有的位置正转? 有的位置反转? 有的位置不转?	58
17. 同一种永磁直流力矩电动机, 为什么有的空载电流大, 转速低; 有的却空载电流大, 转速高?	59
18. 对永磁直流力矩电动机做堵转转矩测试, 为什么在调整堵转电流时, 电动机并未旋转, 电刷与换向器间却会产生火花?	59
19. 永磁直流力矩电动机恒电流测堵转转矩, 为什么转子在不同位置时, 堵转转矩不同, 堵转转矩大的点, 堵转电压都高?	59
20. 永磁直流力矩电动机工作于直流且转速很低, 为什么空载运转仍有噪声?	59
21. 永磁直流力矩电动机在运行中出现不同频率的周期噪声, 产生的原因有何不同? 如何减小或消除?	59
22. 高速电动机经减速器减速后, 为什么可获得低速大转矩?	60
23. 高速电动机经减速器减速后, 同样可获得低速大转矩, 为什么机械时间常数一般比永磁直流力矩电动机大?	60
24. 铝镍钴永磁直流力矩电动机的电气时间常数, 为什么一般比稀土永磁直流力矩电动机的电气时间常数大?	60
25. 什么是永磁直流力矩电动机的“热负荷”? 电动机设计中为什么要对“热负荷”规定限值?	61
26. 可否不用仪器仪表判断永磁直流力矩电动机有无片间短路和匝间短路?	61

27. 有的永磁直流力矩电动机, 不装刷架, 手转电枢很轻松; 一旦装上刷架, 手转电枢会感到较吃力, 且电刷下还会产生火花, 是何原因?	61
28. 有刷直流力矩电动机的“电流—堵转转矩特性曲线”理论上只会下弯, 为什么有的小机座号直流力矩电动机的“电流—堵转转矩特性曲线”会发生上翘现象?	61
29. 电动机的起动转矩与堵转转矩都在堵转条件下进行测试, 为什么有的称为起动转矩, 而力矩电动机却称为堵转转矩?	62
30. 永磁直流力矩电动机常工作于连续堵转状态, 为什么还要做峰值堵转试验?	63
31. 用手转动永磁直流力矩电动机的电枢感到磁拉力很大, 但为什么测起动电压并不高?	63
32. 永磁直流力矩电动机为什么对电枢电感有严格的上限值要求?	63
33. 永磁直流力矩电动机有时要求在“爬行”状态下低速运行, 怎样设计简单的低速运转电路保证电动机在“爬行”状态下不被卡住?	64
34. 一台永磁直流力矩电动机, 采用直流稳压电源供电有振荡现象, 为什么改用直流发电机供电振荡就消除?	65
35. 永磁直流力矩电动机在输出相同的堵转力矩状态下, 为什么采用的直流开关电源不同, 电动机的温升会有差异?	65
36. 采用 PWM 开关直流电源供电, 为什么容易造成永磁直流力矩电动机换向器的绝缘损坏? 使用中有何防止措施?	65
第 3 章 无刷直流电动机及直流发电机	66
3.1 无刷直流电动机	66
1. 方波驱动无刷直流力矩电动机磁场分布曲线为方波, 电枢绕组也随状态角的变化轮流通电, 为什么转矩波动却很小?	66
2. 无刷直流力矩电动机测试“电流—堵转转矩特性曲线”, 为什么有的位置曲线下弯? 有的位置曲线上翘? 有的位置曲线却呈线性?	66
3. 无刷直流电动机安装 3 个霍尔位置传感器时, 为什么有的对称, 对应电枢一个槽距; 有的对称, 对应两个槽距; 有的则不对称?	68
4. 三相无刷直流电动机有 3 个霍尔位置传感器, 两相无刷直流电动机是否也要两个霍尔位置传感器?	68
5. 三相绕组无刷直流电动机的电参数常用交流同步电动机的方法设计, 可否用有刷直流电动机的方法设计? 怎样设计?	69
6. 无刷直流电动机的电枢等效电阻为绕组电阻与开关电路开关电阻之和, 如何测量其电枢等效电阻?	70
7. PWM 无刷直流电动机绕组内、外电流为何不一样? 如何计算内电流?	71
8. 无刷直流电动机可以用有刷直流电动机的方法虚拟测试堵转转矩、输出功率、负载转速吗?	72
9. 直流电动机晶闸管无级调速与 PWM 无刷直流电动机定频脉宽调速, 输出的电压都是脉动的, 为什么前者会恶化电动机性能, 而后者却不会?	73

10. 普通直流电动机的极弧系数一般为 0.7 左右, 为什么无刷直流力矩电动机的极弧系数可取到 0.9 以上?	74
11. 无刷直流电动机的定子槽数, 为什么一般采用每极槽数是分数而不是整数?	74
12. 无刷直流电动机的电枢绕组, 为什么常见有 3 根引出线?	74
13. 一般直流无刷轴流式通风机只有两根引线, 为什么有的用于电子设备风冷的直流无刷轴流式风机却有三根引线?	75
14. 采用串联型直流稳压电源对无刷直流电动机供电, 为什么有时会发生稳压电源输出电压自动升高的现象?	75
15. 直流无刷力矩电动机, 在运行中产生振荡现象, 从驱动电源方面有何简单的解决办法?	75
16. 无刷直流电动机的直流输入电流, 同时用磁电系电流表和电磁系交直流两用电流表测量, 为什么示值却相差较大?	75
17. 与无刷直流电动机作一体化安装的控制驱动组件, 有的为什么不允许与电动机分离状态通电运行?	76
18. 传统直流电动机的外壳都不带散热片, 为什么有的无刷直流电动机的外壳却带有散热片?	76
19. 外转子自行车无刷直流电动机如何简单测试输出功率?	76
20. 有时对无刷直流电动机“软起动”有何必要?	77
21. 目前由脉宽调制驱动控制器驱动的永磁式伺服电动机, 如何判定属于交流电动机还是直流电动机?	77
22. 由 SPWM 脉宽正弦驱动的永磁同步伺服电动机, 为什么常采用矢量控制?	78
23. 有的无刷直流电动机的电枢铁心齿上, 开有一些小槽, 有何作用?	78
24. 有的无刷直流力矩电动机三相绕组可接成星形或三角形, 为什么有的三相无刷直流力矩电动机绕组只能接成星形?	78
3.2 永磁低速直流测速发电机	79
1. 直流电动机一般电枢槽数和换向片数相等, 为什么有的永磁低速直流测速发电机换向片数是电枢槽数的 3 倍? 它有何用?	79
2. 永磁低速直流测速发电机采用虚槽时, 同一实槽中的各虚槽元件切割电动势基本同时产生, 它们的电动势半波基本同相。但换向时间有先有后, 是否会由此产生相角差?	79
3. 永磁低速直流测速发电机, 为什么要采用单波绕组?	80
4. 直流测速发电机的输出纹波系数与转速有关吗?	80
5. 直流测速发电机输出纹波系数与转速无关, 为什么用稳速转台驱动永磁低速直流测速发电机测纹波系数时, 低速纹波系数大? 高速纹波系数小?	81
6. 纹波系数理论计算公式 (3-3) 是怎样变化来的? 它的理论根据是什么?	82
7. 直流测速发电机的输出纹波电压, 为什么会在基波上会叠加很多高频波形?	83
8. 直流测速发电机的输出纹波系数受哪些因素影响?	83
9. 永磁低速直流测速发电机和永磁直流力矩电动机都是采用单波绕组, 只需一对电刷就可以正常工作, 为什么都要采用多对或全额电刷? 它们的意义一样吗?	84

10. 永磁低速直流测速发电机, 为什么要规定最高线性工作转速?	84
11. 一般直流发电机的输出不允许直接短路, 为什么永磁低速直流测速发电机的输出却可以直接短路?	84
12. 直流电动机是可逆的, 为什么永磁低速直流测速发电机却不能做电动机运行?	85
13. 直流测速发电机空载时无电枢反应, 为什么电刷不在几何中性线上时, 同一转速两个转向的输出电压会“一高一低”?	85
14. 同一种型号规格的直流测速发电机, 出厂检验移动刷架都能调好中性线, 为什么个别电机刷架移动到极限位置也调不好中性线?	85
15. 测量永磁低速直流测速发电机的斜率和线性度, 为什么不能用磁电系电压表?	86
16. 用示波器观测直流测速发电机的纹波电压, 为什么宜用慢扫描挡测量?	87
17. 测量永磁低速直流测速发电机输出纹波系数, 为什么要在输出端并联一只电容器?	87
18. 永磁低速直流测速发电机的负载电阻, 为什么相关标准规定应大于电枢电阻的 100 倍以上?	87
19. 测速发电机为什么要设计成高阻抗的?	87
20. 永磁低速直流测速发电机, 为什么有“不灵敏区”? 怎样减小“不灵敏区”?	88
21. 电磁式直流测速发电机, 为什么要在励磁回路中串联一只比绕组电阻大几倍的电阻?	88
22. 普通直流发电机可以做测速发电机吗?	88
23. 现在, 有每天一转 (r/d) 超低转速下, 能稳定输出 2 mV 左右测速信号的永磁低速直流测速发电机, 技术上有哪些难点?	89
24. 永磁低速直流测速发电机, 不需要像直流力矩电动机那样获得大转矩, 为什么也要做成“圆盘形”?	89
25. 一台 45 号机座 $9\,000\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 永磁直流测速发电机输出线性度很差, 后将磁钢宽度由 12 mm 改为 9 mm, 线性度就变好了。为什么?	89
3.3 自励直流发电机	90
1. 自励直流发电机改为他励发电机, 励磁回路与电枢回路是分开的, 为什么向电动机负载供电而超载使熔断器熔断时, 会烧坏励磁电源? 怎样改进?	90
2. 采用自励方式的复励直流发电机, 在供功率较大的直流电动机运行时, 为什么有时关机重新起动发电机, 发电机会产生失磁发不出电或发出的电极性变反的现象?	91
3. 复励直流发电机作为直流电动机电源时, 为什么有的要接成差复励, 而不接成积复励?	91
4. 自励直流发电机将励磁回路的电阻改接成电位器接到电机输出端, 为什么低压加电动机负载时, 电压会突然升高烧毁熔断器?	91
5. 由复励发电机供电的直流电动机电力拖动系统中, 电动机出现弱磁飞速, 为什么会使发电机输出极性变反?	92
6. 将直流自励发电机反方向驱动运转, 为什么会发不出电? 而自励交流发电机反向驱动却可以发电?	92
7. 直流自励发电机较交流自励发电机而言, 为什么不易失去剩磁?	92

第 4 章 交流电动机	93
4.1 三相异步电动机	93
1. 三相异步电动机的输出功率, 用哪种方法测量最好?	93
2. 怎样用“制动反转法”测三相异步电动机的最小转矩?	94
3. 测量工频三相异步电动机的转速, 闪光测速仪的闸门时间, 为什么宜选用电网 频率分频, 而不宜选用晶体振荡分频?	94
4. 用降压法测三相异步电动机的起动转矩, 怎样计算起动转矩最准确?	95
5. 同一类三相异步电动机, 为什么功率因数越高, 效率则越低? 功率因数越低, 效 率则越高?	96
6. 测量三相异步电动机起动转矩, 为什么有的电动机越测越大, 有的电动机却越 测越小?	96
7. 测试三相异步电动机的起动转矩, 为什么要在圆周位置测三点取最小值?	97
8. 测量三相异步电动机的性能参数, 为什么必须接三只电流表, 而不能接一只电 流表?	97
9. 用两表法测三相异步电动机的有功功率, 为什么电动机空载时, 其中一只功率表 指针反偏, 负载后两表指针又都正偏? 应如何准确读数?	97
10. 三相异步电动机的磁场与直流电动机的磁场有何不同? 磁场等效解耦的物理 概念是什么?	97
11. 可以用空载法描绘三相异步电动机的机械特性曲线吗? 怎样描绘?	98
12. 使用以单相工频电源供电的变频调速器时, 被调速的三相异步电动机的功率都 较小, 为什么却要采用 Δ 接法?	99
13. 额定频率为 50 Hz 的三相笼型异步电动机, 在采用变频调速时对调高转速有何 限制?	100
14. 三相笼型异步电动机在采用变频器进行调速时, 为什么其噪声会明显增大?	100
15. 变频调速器接至交流电动机的馈线, 为什么有时要采用屏蔽电缆?	100
16. 异步电动机及交流发电机铭牌上所标注的功率因数各有何含义?	100
17. 交流异步电动机在运行中, 为什么会出现周期性的拍频噪声?	101
18. 拆换笼型异步电动机定子绕组, 为什么忌用“火烧法”?	101
19. 三相交流异步电动机采用变频调速器调速, 为什么在低速负载运行时, 有的温 升会偏高?	101
20. 在变频器与三相笼型异步电动机之间, 为什么不允许连接补偿电容器?	101
21. 变频器的负载, 可否采用接触器来切换?	102
22. 三相异步电动机 Y— Δ 起动时, 起动电流竟降为全电压起动时的 $1/\sqrt{3}$, 还 是 $1/3$?	102
23. 用一台变频器分别对两台以上的电动机进行调速, 为什么必须在停止输出的情 况下才能切换?	102
24. 采用软起动器或变频器对三相异步电动机实施软起动, 所产生的谐波有何不同?	102

25. 一台三相异步电动机, 定子绕组经改极重绕后, 运行中为什么会出现较大的噪声?	103
26. 采用塑料壳式断路器作三相异步电动机的电源开关, 为什么要选用“D型”, 而不宜选用“C型”?	103
27. 由三相异步电动机驱动的风机, 当采用Y- Δ 降压启动时, 为什么不宜将启动时间设置过长?	103
28. 改变变频器输入端三相电源的相序, 为什么改变不了电动机的转向?	104
29. 采用软起动器启动三相异步电动机, 启动后为什么有的需将起动器旁路, 有的则不能旁路?	104
30. 频繁起动的异步电动机, 采用补偿电容器进行单独就地补偿应注意什么?	104
31. 永磁直流力矩电动机制动反转可以成为一台发电机, 制动转矩随转速增高而增大, 三相异步电动机也这样吗?	104
32. 增大气隙为什么可以提高异步电动机的效率? 是不是气隙大比气隙小好?	105
33. 怎样利用剩磁判断三相异步电动机定子三相绕组首尾? 原理是什么?	105
34. 三相异步电动机在运行中当电网电压升高时, 为什么有时会造成三相电流不平衡?	105
35. 笼型三相异步电动机, Y- Δ 转换和 Δ -Y转换各适用于何种场合?	105
36. 铭牌数据为460 V、60 Hz的三相异步电动机, 可否直接改为380 V、50 Hz电源供电?	106
37. 三相中频异步电动机在加接补偿电容器后, 为什么必须注意电容器电流?	106
38. 三相异步电动机轻载和重载的启动电流相同, 为什么采用的启动方式却有区别?	106
39. 变频调速专用三相交流异步电动机, 在功率相当的情况下, 为什么外形尺寸要比普通三相异步电动机长?	107
4.2 单相异步电动机	107
1. 怎样鉴别电容运转异步电动机的主相和副相绕组?	107
2. 不用电流表可否测量电容运转电动机的副相电流吗? 怎样测试?	107
3. 测试交流电动机温升, 为什么三相电动机可以任意选择绕组测试, 而单相电容运转电动机却不能任意选择绕组测试?	108
4. 双值电容电动机常用直流电动机拖动法测量离心开关断开转速, 可否直接测试? 怎样测试?	109
5. 单相电容运转异步电动机测试输入电流和输入功率时, 为什么总功率是主、副相功率的代数和, 而总电流却不是主、副相电流的代数和?	109
6. 撤下风扇电动机的低速挡开关, 为什么有时初始不起动, 而过一两分钟自然启动了?	110
7. 风扇电动机的风叶阻力矩怎样测试?	110
8. 单相电容运转异步电动机的温升, 为什么空载时反而比负载时要高?	111
9. 单相电容运转异步电动机, 为什么不可能在主、副相绕组完全对称的条件下运行?	111
10. 单相电容运转异步电动机, 分相电容器的电容量是否可任意更改?	111
11. 单相电容运转异步电动机, 采用改变分相电容值调速有何注意事项?	112
12. 单相电容运转异步电动机为什么宜用有机薄膜或纸介电容器, 而单相电容启动电动机则宜用交流铝电解电容器?	112

13. 单相双值电容异步电动机, 如将起动电容器与运行电容器换接, 电动机虽然能正常起动, 但为什么却会很快烧坏?	112
14. 单相电容起动异步电动机, 起动为什么不能过分频繁?	113
15. 单相电容分相电动机可否采用变频器进行调速?	113
16. 交流台扇在低速挡出现振动, 是何原因?	113
17. 单相异步电动机绕组端部的绑扎线, 为什么宜用锦纶线, 而不宜用棉线?	113
18. 具有多个变速挡的单相交流电风扇, 为什么宜让其在高速挡起动?	114
19. 家用台扇有时在低速挡长时间堵转, 为什么其中的单相电容运转电动机却未烧坏?	114
20. 电阻起动单相异步电动机的副相绕组有何结构特点?	114
21. 采用离心开关电阻起动或电容起动的单相异步电动机, 过载时为什么容易烧坏起动绕组?	114
22. 电风扇在长期使用后, 为什么在低速挡容易出现运行噪声大及起动困难的故障?	115
23. 单相电容起动电动机及双值电容电动机为什么不宜降压起动?	115
24. 同样采用单相电容运转电动机, 为什么吊扇的极对数要比台扇的极对数多?	115
25. 一些单相交流电动机定、转子偏心后气隙磁通变化不大, 为什么单边磁拉力却显著增大?	115
26. 一台钢端盖小功率单相异步电动机, 通电前用手转动灵活, 一通电则出现“卡死”现象, 是什么原因? 如何修理?	116
27. 为什么交流电风扇常采用变压调速?	116
28. 批量生产中单相电阻起动电动机, 出厂检验时发现空载电流增大, 空载功率却未增大, 何故?	116
29. 有的单相异步电动机的定子铁心, 为什么要作成方圆外形的大小槽结构?	117
30. 有的单相异步电动机定、转子铁心为什么不一样长? 且多为转子长于定子?	117
31. 单相电阻起动电动机有的空载起动瞬间有明显的“嗡声”, 是什么原因?	117
32. 分装式单相电阻起动异步电动机, 可采用哪两种外设继电器的起动模式? 各有何特点?	117
34. 单相罩极电动机短路匝有利于起动, 为什么分相式单相电动机出现绕组匝间短路就会起动困难?	118
35. 单相罩极电动机的功率为什么一般都很小?	119
36. 罩极电动机的空载电流和负载电流为什么相差不大?	119
4.3 单相同步电动机	119
1. 有的低速同步电动机用手扭动轴伸非常困难, 为什么通电却运转正常?	119
2. 拆下永磁式低速同步电动机的永磁转子时, 有何注意事项? 若黏附了导磁粉末, 如何清除?	120
3. 单相同步电动机有哪些类型, 各有什么特点?	120
4. 如何测试单相磁滞同步电动机的“牵入转矩”?	120
4.4 两相交流伺服电动机	121
1. 测试两相交流伺服电动机, 需要相位差为 90° 的两相交流电源, 如何从三相四线制交流电源得到这种电源?	121

2. 有的两相交流伺服电动机发生自转, 为什么将笼型转子车短一点, 自转现象就消除了?	122
3. 测量两相交流伺服电动机的空载电功率, 为什么要采用低功率因数瓦特表?	123
4. 交流伺服电动机转子的转动惯量比直流伺服电动机小很多, 为什么机电时间常数反而大?	123
5. 绝缘良好的杯形转子交流伺服电动机, 在励磁状态下用手摸轴伸, 有时为什么会产生“电麻”感觉?	123
6. 数控机床中, 一台交流伺服电动机与一台三相异步电动机标称功率相同, 为什么前者外形尺寸却小得多?	123
7. 为什么交流伺服电动机常要与测速发电机组装成“伺服—测速”机组?	124
8. 有的两相伺服交流电动机, 为什么要采用细长形非磁性材料(一般为铝)空心杯转子?	124

第5章 信号电机..... 125

5.1 旋转变压器..... 125

1. 什么是正、余弦旋转变压器的零位误差? 为什么要用电压指零法测零位误差?	125
2. 测试正、余弦旋转变压器的零位误差, 为什么要用相敏指零仪指零, 而不宜用电子交流毫伏表指零?	126
3. 旋转变压器等信号电机中, 为什么会有零位电压产生?	127
4. 旋转变压器等信号电机的输出相位移, 为什么技术标准中规定要在空载最大输出点测试?	127
5. 正、余弦旋转变压器(包括线性旋转变压器, 感应移相器)的励磁正交绕组为什么要短路?	127
6. 什么是正、余弦旋转变压器的函数误差? 为什么测函数误差要用“补偿法”测试而不用“开放式”测试?	128
7. 怎样实现旋转变压器函数误差测试的快速最佳补偿?	129
8. 旋转变压器函数误差测试用补偿电机, 为什么要选用同型号旋变或低阻抗其他型号旋变?	131
9. 用补偿法测量旋转变压器的函数误差, 为什么正、余弦旋转变压器的每一点转角不等, 而线性旋转变压器每一点转角却相等?	132
10. 旋转变压器接线正确性怎样检查最简单?	132
11. 怎样对旋转变压器等信号电机“零位标记”进行简易“电刻”?	134
12. 用什么方法检查旋转变压器等信号电机的接触可靠性更简单、准确?	135
13. 怎样用收音机法检查旋转变压器等信号电机的接触可靠性?	135
14. 怎样用直接耦合放大器法检查旋转变压器等信号电机的接触可靠性?	136
15. 怎样用示波器法检查旋转变压器等信号电机的接触可靠性?	136
16. 旋转变压器二次侧有正交 90° 的正、余弦两个输出绕组, 相对于励磁电源, 它们的输出电压之间是否有 90° 的相位差?	136