

海船船员适任证书三管轮考试

船舶电气

知识点解析

主编 杜金印 刘 磊

主审 王 新



大连海事大学出版社

海船船员适任证书三管轮考试

船舶电气·知识点解析

主编 杜金印 刘 磊

主审 王 新

大连海事大学出版社

© 杜金印 刘磊 2015

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气知识点解析 / 杜金印, 刘磊主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-5632-3155-3

I. ①船… II. ①杜…②刘… III. ①船用电气设备—资格考试—自学参考资料
IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 071510 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路1号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连华伟印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2015 年 4 月第 1 版

2015 年 4 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 15.25

字数: 365 千

印数: 1 ~ 1800 册

出版人: 徐华东

责任编辑: 华云鹏

责任校对: 阮琳涵 孙延彬

封面设计: 王 艳

版式设计: 解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3155-3

定价: 35.00 元

前 言

《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》(简称“11 规则”)已于 2012 年 3 月 1 日起生效,新的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(简称《考试大纲》)也于 2012 年 7 月 1 日开始实施。大部分航海类院校都已参加过“11 规则”初考,但由于这次大纲内容有较大程度的修改,初考的成绩并不理想。参加考证的学员普遍反映船舶电气这门课程的系统性很强,所涉及的重点内容较多,而且需要较强的电工电子知识储备;同时,很多学员对新规则和新大纲不够理解,不知如何把握。编者团队利用多年的一线教学经验,在总结学员初考和补考经验的基础上,对船舶电气这门课程的教学资料进行重新整理,编写了这本辅导教材,以帮助参加中华人民共和国海船船员三管轮适任证书考试的学员顺利通过考试。

本书是根据新的考试大纲组织编写的,其特点是:紧扣海事局大纲,根据考试大纲归纳总结船舶电气三管轮考试知识点,从专业而深入的视角对知识点进行解析,并对每个知识点都提出了不同的学习要求,包括了解、理解、掌握三种。了解是只要求熟悉基本概念;理解是要求懂得基本原理与工作过程;掌握是要求熟练运用。大量利用图表公式等形式,将抽象的内容和知识点形象化,这样可以加深对知识点的记忆和理解;在每个知识点解析后均配备一定量的巩固练习题,所选题目都具有典型的代表性,可以加强对知识点中涉及的重点内容的掌握。本书适合于已学完船舶电气的同学,可作为海船船员三管轮适任证书船舶电气考试辅导教材。

全书由天津海运职业学院轮机工程系杜金印、刘磊共同担任主编,由刘磊负责统稿,天津海运职业学院王新副教授主审。陈祥光、郭国杰、张子钊、刘刚参与了本书的编写工作。具体分工为:由杜金印编写知识点六、十三、十四、十八、十九的内容,由刘磊编写知识点十、十一、二十、二十一、二十二的内容,由陈祥光编写知识点一、四、九、二十三的内容,由郭国杰编写知识点二、七、十二、十七、二十四的内容,由张子钊编写知识点三、十六、二十五的内容,由刘刚编写知识点五、八、十五、二十六的内容。衷心感谢天津海运职业学院各位领导和同事的关心与帮助!

由于编者学识水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大师生在使用过程中提出意见和建议。

编 者

2014 年 3 月



目 录

知识点 1	直流电机的结构、励磁方式与运行特性	1
知识点 2	变压器	15
知识点 3	三相交流异步电动机	22
知识点 4	控制电机及其在船舶上的应用	40
知识点 5	船舶常用控制电器	44
知识点 6	异步电动机常用控制电路	53
知识点 7	锚机、绞缆机对电力拖动控制的基本要求	107
知识点 8	起货机电力拖动控制系统	111
知识点 9	船舶同步发电机	115
知识点 10	船舶电力系统的基本概念	126
知识点 11	船舶主配电板	133
知识点 12	船舶应急电源系统	139
知识点 13	发电机主开关	151
知识点 14	同步发电机的并联运行	154
知识点 15	并联运行发电机组有功功率分配与调节	163
知识点 16	同步发电机的自励恒压装置及其发电机组的无功功率分配	172
知识点 17	船舶电站运行的安全保护	179
知识点 18	船舶轴带发电机	187
知识点 19	船舶中高压电力系统	191
知识点 20	船舶照明系统	194
知识点 21	船舶安全用电常识	211
知识点 22	船舶电气火灾的预防	214
知识点 23	电气设备的船用条件及船检规定	217
知识点 24	电缆的安全使用与维护	220
知识点 25	船舶电气设备接地的意义与要求	225



知识点 26 船舶电气设备绝缘	228
巩固练习答案	232
参考文献	235



知识点 1 直流电机的结构、励磁方式与运行特性



知识点解析

本部分内容要求掌握直流电机的结构特点和各部分功能,理解直流电机的工作原理、励磁方式和运行特性等内容。

一、直流电机的结构与铭牌参数

直流电机主要由定子和转子两大部分组成。定子由主磁极、换向极、机座、端盖和电刷装置等组成,转子由电枢铁芯、电枢绕组、换向器、转轴和风扇等组成。

1. 定子主要部件

(1) 主磁极:主磁极铁芯由硅钢片压制而成,用螺栓固定在机座上,其上有励磁绕组。励磁绕组中通入直流励磁电流产生主磁场。

(2) 换向极:其铁芯尺寸比主磁极小,也用螺栓固定在机座上,在定子机座圆周上的安装位置与主磁极相间分布。换向极用于改善换向,减少因电磁原因而引起的电刷火花。换向极绕组与电枢绕组串联。

(3) 机座:既是直流电机的固定支撑和防护部件,又是磁路的一部分。机座通常是由铸钢制成。

(4) 电刷装置:主要由刷架、刷杆、碳刷以及压紧弹簧等组成。其主要作用是将直流电机电枢绕组与外部电路连接起来。

2. 转子主要部件

(1) 电枢铁芯:电枢铁芯是磁路的一部分,由固定在转轴上的硅钢片叠成。铁芯圆周上有均匀分布的槽,槽内用于嵌放电枢绕组。

(2) 电枢绕组:电枢绕组由绝缘铜线绕制而成,用以产生感应电动势和通过电流,它是实现机电能量转换的重要部件。

(3) 换向器:换向器是直流电机的一个典型部件,与电刷装置配合起“机械整流器”的作用,可将电枢绕组中的交流电量(感应电动势、电流)变换为电刷两端的直流电量(电压、电流),或者将电刷两端的直流电量变换为电枢绕组中的交流电量。

(4) 转子的转轴是支撑整个转子的部件,风扇则起通风散热的作用。

3. 直流电机的铭牌

在直流电机外壳的铭牌上,给出了直流电机的型号和额定运行时各物理量的数值。直流电机的额定值主要有:

① 额定功率(kW):指额定状态下,发电机输出的电功率 $P_N = U_N \times I_N$ 或电动机轴上输出的机械功率 $P_N = U_N \times I_N \eta_N$;



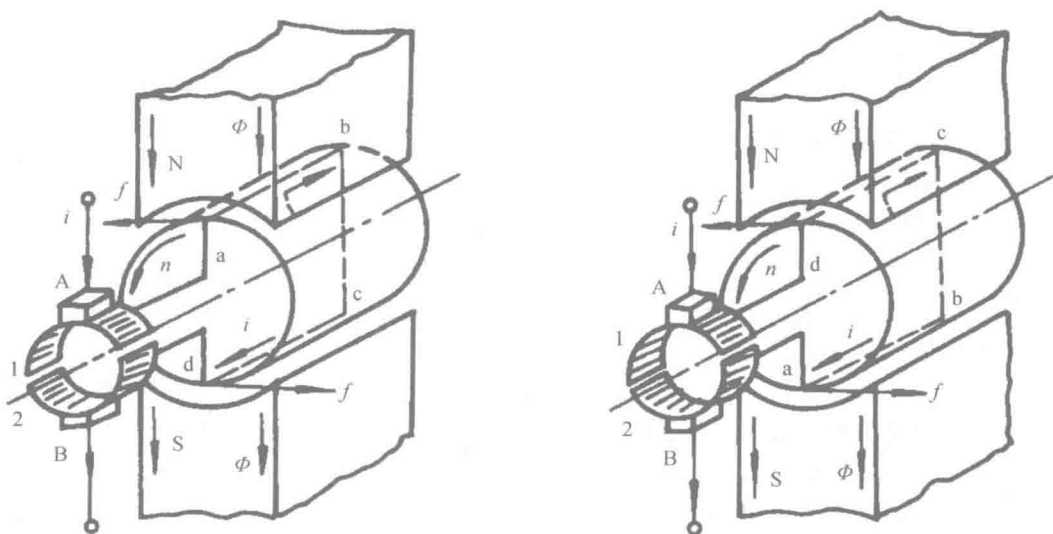
②额定电流(A):指额定状态下,发电机输出的或电动机输入的电流 I_N ;

③额定电压(V):指额定状态下,发电机输出的或电动机输入的电压 U_N ;

④额定转速(r/min):指额定状态下,发电机或电动机的转速 n_N 。

二、直流电机的工作原理

图 1-1 是直流电机的原理图。N、S 是一对静止不动的主磁极,它们之间有一转动的圆柱形电枢铁芯,其上有一电枢线圈,线圈两端 a、b 分别接到彼此绝缘的两个半圆形换向片上。两个位置固定的电刷分别压在两换向片上。电刷与转动的换向片形成滑动接触的导电机构。



(a) 导体 a、b 处于 N 极下

(b) 导体 a、b 处于 S 极下

图 1-1 直流电机原理图

当直流电机接通直流电源时,则成为直流电动机。在电源电压的作用下电枢线圈中产生了电流。假设电流从 A 流入,从 B 流出,通过换向器的作用,使转到 N 极下的线圈边中的电流方向总是流出,S 极下的总是流入。电流的方向总是 a-b-c-d;这样电枢电流与磁场相作用所产生的电磁转矩方向始终保持不变,因而驱动转子向逆时针方向转动。电动机的电磁转矩是拖动负载的转矩。刚开始时,由于电流较大,电磁转矩高于负载转矩,电动机加速旋转。

三、直流电机的感应电势与电磁转矩

1. 直流电机的感应电势 E

根据电磁感应定律,感应电势的大小正比于每极磁通 Φ 及电枢转速 n ,其计算公式可以表示为

$$E = C_e \Phi n$$

式中, C_e ——与电机结构有关的比例常数,称为电势常数。

由公式 $E = C_e \Phi n$ 可知,对已制成的直流电机,电枢电动势正比于每个极面下的磁通量 Φ 及电机的转速 n 。如果每个极面下的磁通量一定,则 $E \propto n$,故转速的快慢会影响电枢两端



电动势大小;如果转速一定,则 $E \propto \Phi \propto I_f$ 。也就是说,调节励磁电流 I_f ,可改变每个主磁极产生的磁通 Φ ,从而可调节电枢电动势 E 的大小。

2. 直流电机的电磁转矩

直流发电机和直流电动机是直流电机的两种运行状态。直流发电机将机械能转换为电能,直流电动机则将电能转换为机械能。

在两种运行状态下,当电枢以一定的转速向一个方向旋转时,嵌在电枢槽内的电枢绕组便切割磁通产生感应电势。在直流发电机中,感应电势的方向和电枢电流相同,向外输出功率;而在电动机中,感应电势的方向和电枢电流方向相反,从外加电源吸收功率。

无论是发电机还是电动机,电磁转矩 T 正比于电枢电流 I_a 及每极磁通 Φ ,其计算公式为

$$T = C_T \Phi I_a$$

式中, C_T 是与电机结构有关的比例常数,称为转矩常数。可见,随着电枢电流 I_a 的减小,电动机的电磁转矩也同步减小,当与负载转矩一致时,电动机进入恒定转速旋转,从而使系统进入平衡稳定状态。

在直流发电机和电动机中,电枢绕组中的电流与气隙磁场相互作用产生电磁转矩。根据左手定则判断,在直流电动机中电磁力矩的方向和转向相同,是拖动负载的转矩,为驱动转矩;而在发电机中,电磁力矩的方向和转向相反,与拖动转矩也相反,为制动转矩。而拖动转矩与转向相同,是原动机的驱动输出,发电机的电磁转矩相当于原动机的负载。

3. 电压 U 与感应电势 E 的关系

电动机在旋转的过程中,电枢线圈也切割磁场而产生电动势,根据右手定则,该电动势的方向总是与电流方向相反,故称电动机的电动势为反电动势。假如外加电枢电压 U 不变,随着转速的提高,反电动势 E 增加,电枢电流 I_a 减小,三者之间的关系为

$$U = E + I_a R_a$$

直流发电机将机械能转换成电能,电枢绕组在转轴的带动下切割磁感线,从而产生感应电势,向发电机外部输出电能,输出电压与感应电势关系为

$$U = E - I_a R_a$$

四、直流电机的励磁方式

1. 直流发电机的励磁方式

直流发电机的励磁方式分他励和自励,自励包括并励和复励。图 1-2 为直流发电机三种励磁方式的电路图。

(1) 他励发电机:励磁绕组电路与电枢电路无关,励磁电流取自其他的直流电源。其励磁功率为直流电机额定功率的 $1\% \sim 3\%$ 。

(2) 并励发电机:励磁绕组电路与电枢电路并联。并励绕组导线细、匝数多、电阻大,励磁电流小。并励发电机的电流关系为 $I = I_a - I_f$ 。励磁功率为直流电机额定功率的 $2\% \sim 10\%$ 。

(3) 复励发电机:主磁极上有两个励磁绕组,其中一个和电枢回路并联(称并励绕组),另一个和电枢回路串联(称串励绕组)。

当串励绕组产生的磁势和并励绕组产生的磁势方向相同时,称为积复励;当串励绕组产生的磁势和并励绕组产生的磁势方向相反时,称为差复励。复励发电机还分长复励和短复励(长复励:电枢绕组与串励绕组串励后再与并励绕组并励;短复励:电枢绕组与并励绕组并



励后再与串励绕组串联)。

如图 1-2 所示,他励发电机的励磁电流是由独立的电源供给,不受发电机的电压和电流的影响;自励发电机的励磁电流是由发电机的电枢电路提供,因而受电枢电流和电压的影响。

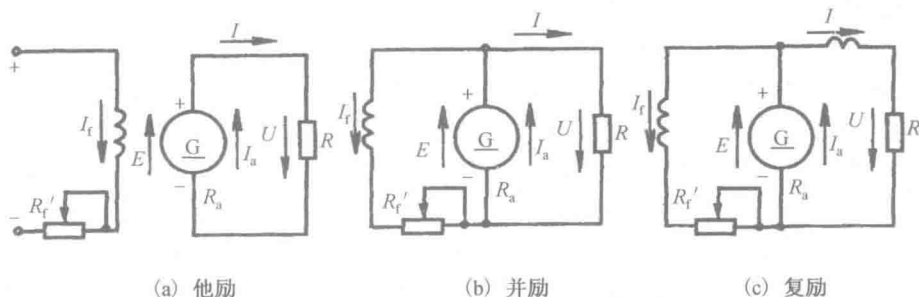


图 1-2 直流发电机三种励磁方式的接线图

2. 直流电动机的励磁方式

直流电动机的励磁电流均由外电源供给,如图 1-3 所示。

(1) 他励电动机:励磁绕组电路不与电枢电路连接,励磁电流可由独立电源供给。

(2) 并励电动机:励磁绕组电路与电枢电路并联。并励绕组导线细、匝数多、电阻大,励磁电流远小于电枢电流。

(3) 串励电动机:励磁绕组与电枢绕组串联,电枢电流即为励磁电流。因此串励绕组匝数少、导线粗、电阻极小。

(4) 复励电动机:主磁极上有两个励磁绕组,既有并励绕组,又有串励绕组。

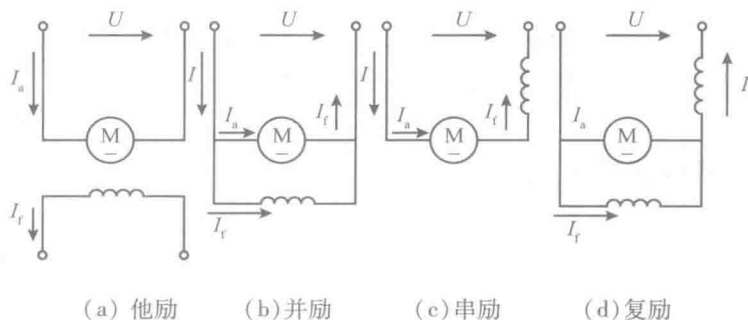


图 1-3 直流电动机的励磁方式

五、直流电机的运行特性

(一) 直流发电机的运行特性

1. 空载特性

当保持发电机的转速不变,发电机主开关处于断开状态即负载电流为 0 时,发电机的电枢电势(或空载电压)与励磁电流之间的关系称为空载特性,如图 1-4 所示。空载特性曲线与磁化曲线相似。

空载特性表明通过改变励磁电流可调节发电机的电压,当励磁电流为 0 时,感应电势并不等于零,这部分电势称为剩磁电势。自励发电机自励建压的初始电压就是由剩磁产生的。

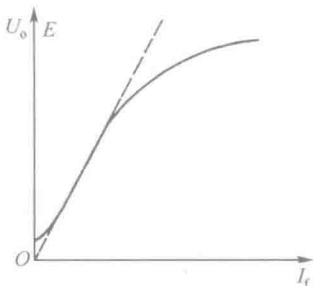


图 1-4 直流发电机的空载特性

2. 自励发电机的自励建压条件

(1) 发电机必须有剩磁。若剩磁消失,可用外电源充磁。

(2) 励磁电流产生的磁场要与剩磁磁场方向相同。这与并励绕组和电枢电路的连接极性及电枢的转动方向有关。在固定转动方向下,主要决定于两并联电路的连接极性。

(3) 励磁回路的总电阻必须小于临界电阻。励磁电阻过大或发生断路时,不能自励建立正常电压。当然转速过低,空载特性曲线变低也会使两曲线的交点变低,而无法建立起正常的电压。

3. 直流发电机的外特性

直流发电机的外特性是指在保持额定转速不变和励磁回路总电阻不变的条件下,发电机的端电压随负载电流变化而变化的关系,负载电流变化引起发电机端电压变化的程度不仅与电枢内阻压降有关,还与励磁方式有关。

图 1-5 是他励和并励发电机的外特性曲线。他励发电机的励磁电流与电枢电流 I_f 无关,电动势 E 基本保持不变,因此只有很小的电枢电阻引起端电压的微小变化,其外特性曲线如图 1-5 曲线 1 所示。而并励发电机则不然,电枢电阻引起端电压的下降将进一步引起并励电流及感应电动势的减小,电动势的减小,又使电压进一步下降。故并励发电机的外特性曲线比他励的低,如图 1-5 曲线 2 所示。

复励发电机主磁极上的励磁绕组除了并励绕组外还装有串励绕组,若串励绕组产生的磁场与并励磁场方向一致为积复励。因为主磁极上的串励绕组的励磁电流将随负载电流的增加而增加,主磁通和电动势都将随负载电流的增加而增加,从而补偿了由于电枢电阻等所引起的端电压的下降,可使负载端电压基本保持不变。积复励发电机又分为平复励、欠复励和过复励发电机。

若串励绕组产生的磁场与并励磁场方向相反为差复励,当负载电流较大时它的端电压随负载电流的增加而急剧下降。差复励发电机一般是作为特殊用途的专用电源,如直流电焊发电机、船舶电动舵机 G-M 系统中的发电机和某些起货机的专用电源发电机等。

图 1-6 是复励发电机的外特性曲线。当供电线路较长时通常采用过复励发电机;而船舶主电源直流发电机多为平复励发电机。复励发电机的电压变化率与复励形式有关。平复励的 $\Delta U\% = 0$;欠复励的 $\Delta U\% > 0$;过复励的 $\Delta U\% < 0$ 。

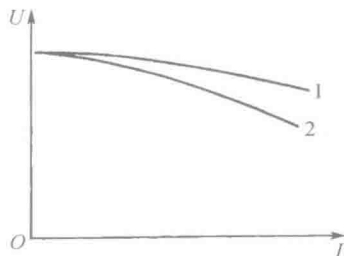


图 1-5 他励、并励发电机的外特性曲线

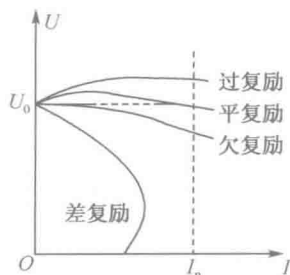


图 1-6 复励发电机的外特性曲线

(二) 直流电动机的运行特性

根据励磁绕组和电枢绕组连接方式的不同,直流电动机和直流发电机一样可分为他励电动机、并励电动机、串励电动机和复励电动机。

由于他励和并励电动机的励磁电路都是接到外电源上,励磁电流不受电枢电流变化的影响。因此,他励和并励电动机的特性基本相同。

直流电动机的转速与转矩之间的关系称为直流电动机的机械特性,它表明了直流电动机在一定的条件下,转速与电磁转矩两个机械量之间的对应关系。直流电动机的机械特性表示式为

$$n = \frac{U}{C_E \Phi} - \frac{R_a}{C_E C_T \Phi^2} T = n_0 - \Delta n$$

上式中,当电磁转矩 $T = 0$ 时的转速 $n_0 = U/C_E \Phi$ 称为理想空载转速。 Δn 表示直流电动机带上负载后,产生的转速降。若并(或他)励电动机的 $U = U_N, I_f = I_{fN}$ 即 Φ 恒定,则 $n = f(T)$ 的固有机械特性曲线为下降的直线,如图 1-7 所示。

直流电动机在运行中不允许励磁回路断路或欠励磁,因为当磁通减小时,电动机的理想空载转速和机械特性曲线的斜率都会增大,前者使电动机空载时转速迅速增大,出现“飞车”现象,后者使机械特性变软,在重载时发生堵转,堵转后电动机电枢电流增大,烧毁电枢绕组。

直流电动机的机械特性与励磁方式有关:

(1) 并(或他)励电动机:转速随转矩的增加而降低,如图 1-7 所示。但转速随负载的变化不大,其转速变化率仅为 3% ~ 8%,称为硬机械特性。适于要求恒转速拖动的生产机械。

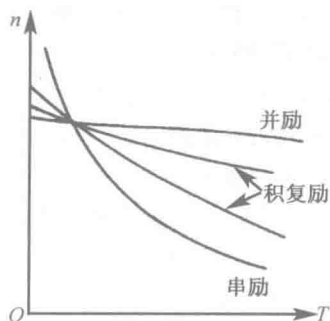


图 1-7 直流电动机的机械特性

(2) 串励电动机:转速随负载的增加而迅速下降,如图 1-7 所示。特点是:空载转速非常高,机械特性比较软。当负载转矩较小时,转速将很高,产生“飞车”,导致电机机械结构的损坏。所以,串励直流电动机绝对不允许空载启动及空载运行。它的特性软、启动力矩比较大,适用于启动困难的场合。

(3) 复励电动机的励磁绕组既有并励绕组,又有串励绕组,一般复励电动机均是积复励,即串励绕组的磁势和并励绕组的磁势方向相同。积复励电动机的机械特性介于并励和串励电动机之间。



六、直流电机的启动、调速与反转

1. 直流电动机的启动

由直流电动机的电势平衡方程式 $U = E + I_a R_a$ 可知,电动机的电枢电流为

$$I_a = \frac{U - E}{R_a}$$

在电动机接通电源的启动瞬间,转子因惯性不能立即转动, $n = 0$, 电枢反电动势 $E = 0$, 故直流电动机启动时,其电枢电流

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a}$$

电枢电阻 R_a 是一个很小的数值,故启动电流 I_{ast} 很大,将达到额定电流的 $10 \sim 20$ 倍。这样大的启动电流将产生很大的电磁冲击力矩,使转子遭到机械损伤,并且会引起电动机换向困难,产生严重的换向火花而烧坏换向器;同时供电线路上压降也会增大。因此,除了容量很小的直流电动机可以直接启动外,其余直流电动机必须设法限制启动电流。其方法有电枢回路串联电阻启动和降压启动。通常启动电流限制在额定电流的 $1.5 \sim 2.5$ 倍。

2. 直流电动机的调速

根据并励(或他励)直流电动机的转速公式

$$n = \frac{U}{C_E \Phi} - \frac{R_a}{C_E C_T \Phi^2} \cdot T = n_0 - kT$$

可知,欲改变电动机的转速,可以通过改变电枢端电压(降压调速)或改变励磁磁通(弱磁调速)的方法来实现。

保持电动机磁通为额定值,电枢回路不串电阻,通过降低电源电压 U 来调节电动机转速的方法称为降压调速。随着电力电子技术的发展,调压调速实现起来非常方便,使用也越来越多,尤其适用于对调速性能要求较高的设备上。

保持电动机电枢电压为额定值,电枢回路不串电阻,减小电动机的励磁电流 I_f ,降低电动机的磁通来调节电动机转速的方法称为弱磁调速。弱磁调速只能从基速向上调;受换向和机械强度限制,调速范围不大,静差率小,平滑性好;损耗小,控制方便;属恒功率调速。常与调压调速联合使用,以扩大调速范围。

由于弱磁调速时速度提高较大,所以使用中应避免超速;另由于弱磁时电磁转矩较小,需要带动较大负载时,需要电枢电流太大,易引起设备故障,所以一般弱磁调速在低负载或空载时使用。

直流电动机制动方法与三相异步电动机制动方法相同,可分为反接制动、回馈制动(或称再生制动)和能耗制动三种。

3. 直流电动机的反转

根据左手定则,电动机的转动方向决定于磁场和电枢电流两者的方向。实现电动机反转的方法之一是改变励磁电流的方向,而保持电枢电流的方向不变;方法之二是改变电枢电流的方向,而保持励磁电流的方向不变。对于并励及他励电动机,只需将励磁绕组的两引出线对调,或者将电枢绕组的两引出线对调,即可改变电动机的转向。如果两者同时对调,则电机转向不变。



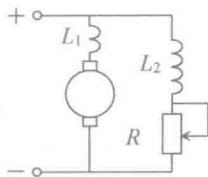
巩固练习1

1. 某直流电机拆开后,发现主磁极上的励磁绕组有两种:一为匝数多而绕组导线较细;另一为匝数少但绕组导线较粗。可断定该电机的励磁方式为_____。

- A. 他励 B. 并励 C. 串励 D. 复励

2. 如图所示电路,直流电机的励磁方式是_____。

- A. 他励 B. 串励 C. 并励 D. 复励



3. 下列电机中,具有换向器装置的是_____。

- A. 交流鼠笼式异步电动机 B. 交流绕线式异步电动机
C. 直流发电机 D. 交流同步发电机

4. 对于直流电机,下列部件不在定子上的是_____。

- A. 主磁极 B. 换向极 C. 电枢绕组 D. 电刷

5. 对于直流电机,下列部件在转子上的是_____。

- A. 主磁极 B. 换向极 C. 电枢绕组 D. 电刷

6. 对于直流电机,下列部件不在转子上的是_____。

- A. 换向器 B. 换向极 C. 电枢铁芯 D. 电枢绕组

7. 一直流电动机,铭牌参数: $P_N = 10 \text{ kW}$, $\eta = 0.9$ 。若该电机额定运行 30 min,则所消耗的电能为_____。

- A. 5° B. 300° C. 5.6° D. 333°

8. 直流发电机和直流电动机的铭牌上的额定容量是指电机在额定状态下的_____。

- A. 电功率 B. 机械功率 C. 输入功率 D. 输出功率

9. 在直流电机中,故障率最高,维护量最大的部件是_____。

- A. 主磁极 B. 换向器与电刷 C. 电枢绕组 D. 换向极

10. 在直流电机的定子里有主磁极和换向极之分。主磁极是_____;换向极是_____。

- A. 形成 N、S 相间排列的主磁场/改善电枢绕组中电流的换向过程
B. 形成 N、S 相间排列的主磁场/改善主磁场的换向过程
C. 旋转磁场/削弱电枢绕组的电枢反应
D. 旋转磁场/改善电枢绕组中电流的换向过程

11. 船用直流发电机的励磁方式一般采用_____。

- A. 并励 B. 差复励 C. 平复励 D. 串励

12. 船舶 G-M 直流电动舵机系统中,直流发电机 G 一般采用的励磁方式是_____。

- A. 差复励 B. 平复励 C. 欠复励 D. 他励

13. 直流电机励磁电路和电枢电路无任何电联系的励磁方式是_____。



- A. 并励 B. 串励 C. 复励 D. 他励

14. 若直流发电机的励磁绕组的励磁电流是由独立的直流电源提供的,则称为_____直流发电机。

- A. 自励式 B. 并励式 C. 他励式 D. 复励式

15. 下列直流发电机,其励磁方式不属于自励的是_____。

- A. 他励 B. 并励 C. 串励 D. 复励

16. 直流电动机的电磁转矩的大小与_____成正比。

- A. 电机转速 B. 主磁通和电枢电流
C. 主磁通和转速 D. 电压和转速

17. 在直流发电机中电刷与换向器的作用是_____。

- A. 将电枢绕组中的直流电流变为电刷上的交流电流
B. 改变电机旋转方向
C. 将电枢绕组中的交流电流变为电刷上的直流电流
D. 改变换向绕组中电流方向

18. 直流电机的电磁转矩与每极磁通成_____关系,与电枢电流成_____关系。

- A. 正比/反比 B. 反比/反比 C. 正比/正比 D. 反比/正比

19. 下列关于直流电机的电动势的表达式正确的是_____。(其中, C_E ——电机结构常数; I_a ——电枢电流; T ——电机电磁转矩; Φ ——电机主磁极磁通; n ——电机转速)

- A. $E = C_E T \Phi$ B. $E = C_E I_a \Phi$ C. $E = C_E n \Phi$ D. $E = C_E n I_a$

20. 直流电机中电枢电势的大小与_____成正比。

- A. 电枢电流 B. 主磁通和电枢电流
C. 主磁通和转速 D. 转速和电枢电流

21. 下列关于直流电机的说法,正确的是_____。

- A. 发电机运行时转子没有电磁转矩,而电动机运行时才有
B. 电动机运行时电枢没有电动势,而发电机运行时才有
C. 无论发电机还是电动机,运行时都具有相同性质的电动势
D. 无论发电机还是电动机,运行时都有电磁转矩,但性质不同

22. 对于直流发电机来说,电枢电动势性质是_____;转子电磁转矩性质是_____。

- A. 电源电动势/驱动转矩 B. 电源电动势/阻转矩
C. 反电动势/驱动转矩 D. 反电动势/阻转矩

23. 对于直流电动机来说,电枢电动势性质是_____;转子电磁转矩性质是_____。

- A. 电源电动势/驱动转矩 B. 电源电动势/阻转矩
C. 反电动势/驱动转矩 D. 反电动势/阻转矩

24. 直流电机电枢绕组中的电动势与其转速大小成_____;与主磁通大小成_____。

- A. 正比/正比
B. 反比/反比
C. 视电机种类(是发电机还是电动机)确定
D. 视电机容量确定

25. 直流电动机和交流绕线式电动机在结构上都具有_____。



- A. 电刷、换向器 B. 电刷、滑环 C. 电刷 D. 滑环
26. 直流电机的电动势与每极磁通成_____关系,与电枢的转速成_____关系。
A. 正比/正比 B. 反比/正比 C. 反比/反比 D. 正比/反比
27. 自励发电机电压建立的条件是_____。
A. 有剩磁
B. 励磁电流产生的磁通与剩磁通方向一致
C. 励磁回路电阻不能太大
D. 同时满足有剩磁、励磁电流产生的磁通与剩磁通方向一致、励磁回路电阻不能太大
28. 下列关于直流电机电磁转矩 T 表达方式,正确的是_____。(其中, C_T ——电机结构常数; I_a ——电枢电流; T ——电机电磁转矩; Φ ——电机主磁极每极磁通; n ——电枢转速)
A. $T = C_T \Phi E$ B. $T = C_T \Phi I_a$ C. $T = C_T \Phi n$ D. $T = C_T n I_a$
29. 要调节直流发电机的电动势通常采用_____方法。
A. 调节电枢电流 B. 改变磁极对数
C. 调节励磁电流 D. 改变励磁方式
30. 某直流电机拆开后,发现主磁极上的励磁绕组有两种:一为匝数多而绕组导线较细;另一为匝数少但绕组导线较粗。其中,匝数多而绕组导线较细的励磁绕组为_____。
A. 他励 B. 并励 C. 串励 D. 复励
31. 直流电机换向极作用主要是_____。
A. 增加电机气隙磁通 B. 改善换向,减少换向时火花
C. 没有换向极,就成为交流电机 D. 稳定电枢电流
32. 直流电机换向极绕组与_____。
A. 电枢绕组并联 B. 电枢绕组串联
C. 并励绕组串联 D. 并励绕组并联
33. 直流电机安装换向极的主要作用是_____。
A. 提高发电机的输出电压 B. 增大电动机的电磁转矩
C. 减少换向时的火花 D. 减小电动机的电磁转矩
34. 关于直流电动机的转动原理,下列说法正确的是_____。
A. 转子在定子的旋转磁场带动下,转动起来
B. 通电导体在磁场中受到力的作用
C. 导体切割磁力线产生感生电流,而该电流在磁场中受到力的作用
D. 穿过闭合导体的磁感应强度变化引起电磁转矩
35. 下列调速法不适用于直流电机的是_____。
A. 在电枢回路中串联可调电阻 B. 改变励磁回路中的励磁电阻
C. 改变电枢的电压 D. 改变定子磁极对数
36. 不属于直流电机励磁方式的是_____。
A. 差复励 B. 相复励 C. 积复励 D. 过复励
37. 直流电动机启动时必须在电枢回路中串联启动电阻,原因是启动瞬间_____。
A. 主磁通较弱 B. 反电动势为零 C. 瞬间高压 D. 提高电磁转矩

- 11 —