

目 次

前言 Ⅲ

IEC 前言 Ⅳ

1 总则 1

1.1 范围 1

1.2 引用标准 1

2 定义 2

3 工作制 4

3.1 工作制的表达 4

3.2 工作制类型 4

4 定额 6

4.1 定额的选定 6

4.2 定额类别 6

4.3 定额类别的选定 6

4.4 各种定额类别的输出 7

4.5 额定输出 7

4.6 额定电压 7

4.7 电压与输出的对应关系 7

4.8 多种定额电机 7

5 现场运行条件 7

5.1 概述 7

5.2 海拔 8

5.3 最高环境空气温度 8

5.4 最低环境空气温度 8

5.5 冷却水温 8

5.6 贮存与运输 8

5.7 氢气冷却介质的纯度 8

6 电气运行条件 8

6.1 电源 8

6.2 电压和电流的波形和对称性 8

6.3 运行期间电压和频率的变化 10

6.4 运行在不接地系统的三相交流电机 11

6.5 耐电压(峰值和梯度)水平 11

7 热性能与试验 11

7.1 热分级 11

7.2 基准冷却介质 11

7.3 热试验条件..... 11

7.4 电机某一部分的温升..... 12

7.5 温度测量方法..... 12

7.6 绕组温度的确定..... 13

7.7 热试验持续时间..... 15

7.8 S9 工作制电机等效热时间常数的确定 15

7.9 轴承温度的测量..... 15

7.10 温度及温升限值 16

8 其他性能和试验..... 21

8.1 耐电压试验..... 21

8.2 偶然过电流..... 21

8.3 电动机的短时过转矩..... 23

8.4 最小转矩..... 23

8.5 超速..... 23

8.6 同步电机的短路电流..... 24

8.7 同步电机承受短路试验..... 24

8.8 换向器电机的换向试验..... 24

8.9 同步电机电话谐波因数(*THF*) 24

9 铭牌..... 26

9.1 概述..... 26

9.2 标记..... 26

10 其他要求 27

10.1 电机的接地 27

10.2 轴端键 28

11 容差 28

12 电磁兼容性(EMC) 30

13 安全 31

附录 A(提示的附录) S 10 工作制的应用以及确定相对预期热寿命 *TL* 值的导则 38

前 言

本标准的第7章中7.10 温度及温升限值,第8章中8.1 耐电压试验,8.5 超速,第10章中10.1 电机的接地,第12章电磁兼容性(EMC),第13章安全是强制性的,其余是推荐性的。上述强制性条文中的表格及技术指标均属强制内容。

本标准等同采用国际电工委员会 IEC 60034-1《旋转电机 定额和性能》(1996 年第10 版及第1 号修改),是国标 GB 755—1987《旋转电机 基本技术要求》的修订版本。通过等同采用国际标准,以尽快地适应国际间贸易、技术和经济交流迅速发展的需要。

本标准与前版国标比较,标准的名称改为“旋转电机 定额和性能”,以期与 IEC 60034-1 标准一致。对前版国标中在技术内容和编排上与 IEC 60034-1 不一致处均作了修改。对一部分在前版国标中论及而在 IEC 60034-1 中没有论及的技术内容,且经论证认为在我国仍有存在的必要时,拟将这些技术内容列入其他有关标准或技术文件。

在 IEC 60034-1 的前言中提到附录 A 与附录 B,鉴于所列附录 B 仅为 IEC 60034-1 第9、第10 两个版本诸条款的对照表,这在国标中不起作用,故本标准删去了附录 B。

本标准是旋转电机的基础标准,它规定了电机的基本性能和技术要求。相关的产品除特殊要求的内容应列入该类产品技术标准外,其余均应符合本标准。

本标准自生效之日起,代替 GB 755—1987。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会归口。

本标准由上海电器科学研究所负责起草,哈尔滨大电机研究所和广州电器科学研究所参加起草。

本标准主要起草人:黄国治、郭钟?、陈康、瞿祖方、傅长虹、黄世观。

IEC 前言

1) 国际电工委员会(International Electrotechnical Commission,简称 IEC)是一包容所有国家电工技术委员会(IEC 国家委员会)的世界性标准化组织。IEC 的宗旨在于促进国际间在电气和电子技术领域内所有标准化问题上的合作。为此,除其他活动外,IEC 还颁布国际标准。标准的起草工作委托各技术委员会进行。对所涉及的专题感兴趣的任一 IEC 国家委员会可以参加标准起草工作,与 IEC 有联系的国际、政府和非政府组织也可参予标准的起草工作。IEC 与国际标准化组织(International Organization for Standardization——简称 ISO)按照协议确定的条件密切地合作。

2) IEC 关于技术专题的正式决定或协定,尽可能地表达国际间对有关专题的一致意见。因为每一技术委员会代表了所有对该专题感兴趣的国家委员会。

3) 制定的供国际间应用的文件具有推荐性,以标准、技术报告或导则形式予以颁布,在这种意义上为各国家委员会所接受。

4) 为促进国际间的一致,各 IEC 国家委员会明确保证在他们的国家或地区标准中尽可能采用 IEC 国际标准。相应的国家或地区标准若与 IEC 标准之间有任何差异都应当在该标准中清楚地加以说明。

5) IEC 不提供表明经其批准的识别程序,对宣称符合其标准的任何设备也不承担责任。
6) 应注意本国际标准的某些部分可能是专利权内容。IEC 不承担识别部分或全部这种专利权的责任。

国际标准 IEC 60034-1 是由 IEC 第 2 技术委员会(旋转电机)起草的。
本标准的正文是基于下述文件:

国际标准草案最后文本	表决报告
2/933/FDIS	2/969/RVD
2/956/FDIS	2/984/RVD

为批准本标准而进行表决的全部资料可参阅上表中列出的表决报告。
附录 A 与附录 B 仅作为信息性资料。

1 总则

1.1 范围

本标准适用于所有的旋转电机,但其他国标和 IEC 标准所规定的电机除外,例如 TB 2436(IEC 60349,IEC 61377)牵引电机。

本标准范围内的电机也可符合经取代、修改或补充的其他国标和 IEC 标准的要求,例如 GB 3836(IEC 60079)防爆电机和 GB/T 7060(IEC 60092)船用电机。

注:如为了适用于特殊用途例如耐辐射电机或宇航电机而必须对本标准的某些条文进行修改,则所有其他条文在其能适用时仍然有效。

1.2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本文中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示的版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 156—1993 标准电压(neq IEC 60038:1983)

GB/T 321—1980 优先数和优先数系(eqv ISO 497:1973)

GB/T 1993—1993 旋转电机冷却方法(eqv IEC 60034-6:1991)

GB/T 2900.25—1994 电工术语 旋转电机(neq IEC 50(411):1984)

GB/T 4026—1992 电器设备接线端子和特定导线线端的识别及应用字母数字系统的通则
(idt IEC 60445:1988)

GB 4343—1995 家用和类似用途电动、电热器具、电动工具以及类似电器无线电干扰特性测量方法和允许值(eqv CISPR 14:1993)

GB/T 4772—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级(idt IEC 60072)

GB 4824—1996 工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性的测量方法和限值
(neq CISPR 11:1990)

GB/T 4942.1—1985 电机外壳防护分级(eqv IEC 60034-5:1981)

GB/T 5226.1—1996 工业机械电气设备 第1部分:通用技术条件(eqv IEC 60204-1:1992)

GB/T 6113.1—1995 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范(eqv CISPR 16:1993)

GB/T 7064—1996 透平型同步电机技术要求(neq IEC 60034-3:1988)

GB/T 13394—1992 电工技术用字母符号 旋转电机量的符号(eqv IEC 60027-4:1985)

GB 14821.1—1993 建筑物电气装置 电击防护(eqv IEC 60364-4-41:1992)

JB/T 5980—1992 电气装置的电压区段(eqv IEC 60449:1973)

JB/T 7062—1993 半导体变流器联接的标志代号(eqv IEC 60971:1989)

JB/T 8158—1995 电压为 660 V 及以下单速三相笼型异步电动机的起动性能
(eqv IEC 60034-12:1980)

IEC 60027-1:1992 电工技术应用的字母符号 第1部分:总则

- IEC 60034-2:1972 旋转电机 第2部分 旋转电机的损耗和效率试验方法(不包括牵引机车用电机)
- IEC 60034-15:1995 旋转电机 第15部分:交流电机定子成型线卷耐冲击电压水平
- IEC 60034-17:1992 旋转电机 第17部分:变频供电笼型感应电动机应用导则
- IEC 60085:1984 电气绝缘热评定及分级
- IEC 60279:1969 带电测量交流电机绕组电阻

2 定义

本标准采用了 GB/T 2900.25 及下述定义。

关于冷却及冷却介质,除 2.17~2.22 外,(参见 GB/T 1993)。

本标准中的“协议”指“制造厂与用户间的协议。”

2.1 额定值

通常由制造厂对电机在规定的运行条件下所指定的一个量值。

2.2 定额

一组额定值和运行条件。

2.3 额定输出

定额中的输出值。

2.4 负载

在给定时刻,通过电路或机械装置施加于电机的全部电量和机械量的数值。

2.5 空载(运行)

电机处于零功率输出的旋转状态(其他均为正常运行条件)。

2.6 满载

电机以其定额运行时的负载。

2.7 满载值

电机满载运行时的量值。

注:这一概念适用于功率、转矩、电流、转速等。

2.8 停机和断能

电机处在既无运动,又无电能或机械能输入时的状态。

2.9 工作制

电机所承受的一系列负载状况的说明,包括起动、电制动、空载、停机和断能及其持续时间和先后顺序等。

2.10 工作制类型

工作制可分为连续、短时、周期性或非周期性几种类型。周期性工作制包括一种或多种规定了持续时间的恒定负载;非周期性工作制中的负载和转速通常在允许的运行范围内变化。

2.11 负载持续率

工作周期中的负载(包括起动与电制动在内)持续时间与整个周期的时间之比,以百分数表示。

2.12 堵转转矩

电动机在额定频率、额定电压和转子在所有转角位置堵住时所产生的转矩的最小测得值。

2.13 堵转电流

电动机在额定频率、额定电压和转子在所有转角位置堵住时从供电线路输入的最大稳态电流有效值。

2.14 (交流电动机的)最小转矩

电动机在额定电压、额定频率下,在零转速与对应于最大转矩的转速之间所产生的稳态异步转矩的

最小值。

本定义不适用于转矩随转速增加而连续下降的异步电动机。

注：在某些特定的转速下，除了稳态异步转矩外，还会产生与转子功角成函数关系的谐波同步转矩。

在这些转速下，对应于某些转子功角的加速转矩可能为负值。

经验和计算表明这是一种不稳定的运行状态，谐波同步转矩不会妨碍电动机的加速，可从本定义中排除。

2.15 (交流电动机的)最大转矩

电动机在额定电压和额定频率下所产生的无转速突降的稳态异步转矩最大值。

本定义不适用于转矩随转速增加而连续下降的异步电动机。

2.16 (同步电动机的)失步转矩

同步电动机在额定电压、额定频率、额定磁场电流下，在运行温度及同步转速时所能产生的最大转矩。

2.17 冷却

一种热量传递过程，电机中因损耗而形成的热量被传递给初级冷却介质，该介质可以连续地被更换或在冷却器中被次级冷却介质所冷却。

2.18 冷却介质

传递热量的气体或液体介质。

2.19 初级冷却介质

温度低于电机某部件的气体或液体介质，它与电机的该部件相接触，并将其放出的热量带走。

2.20 次级冷却介质

温度低于初级冷却介质的气体或液体介质。通过冷却器或电机的外表面将初级冷却介质放出的热量带走。

2.21 直接冷却(内冷)绕组¹⁾

一种绕组，其冷却介质流经位于主绝缘内部作为绕组组成部分的空心导体、导管、风道或通道，与被冷却部分直接接触，不管其取向如何。

2.22 间接冷却绕组¹⁾

除直接冷却绕组以外的其他任何绕组。

2.23 附加绝缘

为了防止因主绝缘损坏而发生触电事故，在主绝缘之外增加的独立绝缘。

2.24 转动惯量

物体的各个质量微元与微元到规定轴线的距离(半径)平方乘积的总和(积分)。

2.25 热稳定

电机发热部件的温升在 1 h 内的变化不超过 2 K 的状态。

2.26 等效热时间常数

可取代几个单独的时间常数，以近似地确定绕组内电流发生阶跃性变化后的温度变化过程。

2.27 囊封式绕组

用模塑绝缘完全封闭或密封的绕组。

2.28 直流电动机电枢由静止电力变流器供电时的额定直流电流波形因数

在额定条件下，最大允许电流的有效值 $I_{\text{rms,maxN}}$ 与其平均值 I_{avN} (一个周期内的积分平均)之比：

$$k_{\text{FN}} = \frac{I_{\text{rms,maxN}}}{I_{\text{avN}}}$$

2.29 电流纹波因数

波动电流的最大值 I_{max} 和最小值 I_{min} 之差与其 2 倍平均值 I_{av} (一个周期内的积分平均)之比：

1) 在任何情况下，如未标明“间接”或“直接”字样则意味着是间接冷却绕组。

$$q_i = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{2I_{\text{av}}}$$

注：如电流纹波值较小，纹波因数可近似由下式表示：

$$q_i = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

如 q_i 的计算结果等于或小于 0.4，上式可用于近似计算。

3 工作制

3.1 工作制的表达

用户有责任表明工作制。用户可用下述方法之一来表明工作制：

- a) 用数字表明负载不变或按已知的方式变化；
- b) 用变化量的时间顺序图；
- c) 以 S1~S10 中选出一个繁复程度不低于所期望的工作制。

工作制类型可按 3.2 规定，用适当的简称来表示，写在负载值后面。

负载持续率的表达式在相应的工作制类型图中规定。

用户通常不能提出电动机的转动惯量(J_M)或相对预期热寿命(TL)，见附录 A。制造厂应提供此类数据。

在用户未表明工作制时，制造厂应认为是 S1 工作制(连续工作制)。

3.2 工作制类型

S1~S10 工作制主要适用于电动机，其中某几种工作制也适用于发电机，如 S1、S2 和 S10 工作制。

3.2.1 S1 工作制——连续工作制

保持在恒定负载下运行至热稳定状态，见图 1。

本工作制简称为 S1。

3.2.2 S2 工作制——短时工作制

在恒定负载下按给定的时间运行，电机在该时间内不足以达到热稳定，随之停机和断能，其时间足以使电机再度冷却到与冷却介质温度之差在 2 K 以内，见图 2。

本工作制简称为 S2，随后应标以工作制的持续时间。

例：S2 60 min

3.2.3 S3 工作制——断续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段恒定负载运行时间和一段停机和断能时间，见图 3。

这种工作制，每一周期的起动电流不致对温升有显著影响。

本工作制简称为 S3，随后应标以负载持续率。

例：S3 25%

3.2.4 S4 工作制——包括起动的断续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段对温升有显著影响的起动时间，一段恒定负载运行时间和一段停机和断能时间，见图 4。

本工作制简称为 S4，随后应标以负载持续率以及归算至电动机转轴上的电动机转动惯量(J_M)和负载转动惯量(J_{ext})。

例：S4 25% $J_M = 0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ $J_{\text{ext}} = 0.7 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

3.2.5 S5 工作制——包括电制动的断续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段起动时间，一段恒定负载运行时间，一段电制动时间和一段停机和断能时间，见图 5。

1) 周期工作制是指负载运行期间电机未达到热稳定。

本工作制简称为 **S5**, 随后应标以负载持续率以及归算至电动机转轴上的电动机转动惯量(J_M)和负载转动惯量(J_{ext})。

例: S5 25% $J_M=0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ $J_{ext}=0.7 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

3.2.6 S6 工作制——连续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段恒定负载运行时间和一段空载运行时间, 无停机和断能时间, 见图 6。

本工作制简称为 **S6**, 随后应标以负载持续率。

例: S6 40%

3.2.7 S7 工作制——包括电制动的连续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段起动时间, 一段恒定负载运行时间和一段电制动时间, 无停机和断能时间, 见图 7。

本工作制简称为 **S7**, 随后应标以归算至电动机转轴上的电动机转动惯量(J_M)和负载转动惯量(J_{ext})。

例: S7 $J_M=0.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ $J_{ext}=7.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

3.2.8 S8 工作制——包括负载-转速相应变化的连续周期工作制¹⁾

按一系列相同的工作周期运行, 每一周期包括一段按预定转速运行的恒定负载时间和一段或几段按不同转速运行的其他恒定负载时间(例如变极多速感应电动机), 无停机和断能时间, 见图 8。

本工作制简称为 **S8**, 随后应标以归算至电动机转轴上的电动机转动惯量(J_M)和负载转动惯量(J_{ext})以及在每一转速下的负载、转速与负载持续率。

例: S8 $J_M=0.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ $J_{ext}=6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 16 kW 740 r/min 30%
40 kW 1 460 r/min 30%
25 kW 980 r/min 40%

3.2.9 S9 工作制——负载和转速作非周期变化的工作制

负载和转速在允许的范围内作非周期性变化的工作制。这种工作制包括经常性过载, 其值可远远超过基准负载, 见图 9。

本工作制简称为 **S9**。

对于本工作制中的过载概念, 应选定一个以 **S1** 工作制为基准的合适的恒定负载为基准值(图 9 中的“ P_{ref} ”)。

3.2.10 S10 工作制——离散恒定负载工作制

包括不多于 4 种离散负载值(或等效负载)的工作制, 每一种负载的运行时间应足以使电机达到热稳定, 见图 10。在一个工作周期中的最小负载值可为零(空载或停机和断能)。

本工作制简称为 **S10**, 随后应标以相应负载及其持续时间的标么值 $p/\Delta t$ 和绝缘结构相对预期热寿命的标么值 TL 。预期热寿命的基准值是在 **S1** 连续工作制定额及其允许温升限值下的预期热寿命。停机和断能时, 用字母 r 表示负载。

例: S10 $p/\Delta t=1.1/0.4; 1/0.3; 0.9/0.2; r/0.1$ $TL=0.6$

TL 数值应圆整到最接近的 0.05 的倍数。关于这个参数的含义和数值的推导参见附录 A。

对于本工作制, 适当选取一种基于 **S1** 工作制的恒定负载为诸离散负载的基准值(在图 10 中的“ P_{ref} ”)。

注: 离散负载值一般是按时间期限内积分求得的等效负载, 每一负载周期并不要求完全相同, 只是在一周期内每一种负载的持续时间足以使电机达到热稳定, 且能对每一负载周期求积得出相同的相对预期热寿命。

1) 周期工作制是指负载运行期间电机未达到热稳定。

4 定额

4.1 定额的选定

制造厂应按 2.2 的规定选定定额。在选定定额时,制造厂应按 4.2.1~4.2.6 中的规定选取一种定额。定额类别应标志在额定输出后。如无定额类别标志,则认为是连续工作制定额。

如电机接线端子与电源之间接有电抗器,并作为电机整体的一部分时,其额定值应归算至电源边的电抗器端子处。

注:本规定不适用于电机与电源之间所接的电力变压器。

当对用或给静止变流器供电的电机规定定额时,应另作专门考虑。IEC 60034-17 对 JB/T 8158 范围内的笼型感应电动机规定了导则。

4.2 定额类别

4.2.1 连续工作制定额

一种定额,按其规定在满足本标准的各项要求的同时,电机应能作长期运行。

这类定额相应于 S1 工作制,标志方法亦同 S1 工作制。

4.2.2 短时工作制定额

一种定额,按其规定在满足本标准的各项要求的同时,电机应能在环境温度下起动,并在规定的时限内运行。

这类定额相应于 S2 工作制,标志方法亦同 S2 工作制。

4.2.3 周期工作制定额

一种定额,按其规定在满足本标准的各项要求的同时,电机应能按指定的工作周期运行。

这类定额相应于 S3~S8 工作制,标志方法亦同相应的工作制。

除非另有规定,工作周期的持续时间为 10 min,负载持续率应为下述数值之一:

15%, 25%, 40%, 60%

4.2.4 非周期工作制定额

一种定额,按其规定在满足本标准的各项要求的同时,电机应能作非周期运行。

这类定额相应于 S9 工作制,标志方法亦同 S9 工作制。

4.2.5 离散恒定负载工作制定额

一种定额,按其规定在满足本标准的各项要求的同时,电机应能承受 S10 工作制的联合负载作长期运行。在一个工作周期内的最大允许负载应考虑到电机的所有部件,如绝缘结构对于相对预期热寿命的指数规律的正确性、轴承温度以及其他部件的热膨胀等。除非其他相关国标或 IEC 标准另有规定,最大负载应不超过以 S1 工作制为基准的负载值的 1.2 倍。最小负载可为零,此时电机处于空载或停机和断能状态。这类定额的选用见附录 A。

这类定额相应于 S10 工作制,标志方法亦同 S10 工作制。

注:其他相关国标或 IEC 标准容许用限制绕组温度(或温升)取代基于 S1 工作制的负载标么值规定最大负载。

4.2.6 等效负载定额

一种为试验目的而规定的定额,按其规定在满足本标准各项要求的同时,电机可运行直至达到热稳定,并认为与 S3~S10 工作制中的某一工作制等效。

如采用这类定额,应标志为“equ”。

4.3 定额类别的选定

按一般用途制造的电机应具有连续工作制定额,并能以 S1 工作制运行。

如用户未表明工作制,则认为是 S1 工作制,其定额为连续工作制定额。

对用于短时工作制定额的电机,其定额应以 S2 工作制为基准,见 3.2.2。

对用于可变负载或负载包括空载、停机和断能的电机,其定额应为以 S3~S8 工作制之一为基准的

周期工作制定额,见 3.2.3~3.2.8。

对用于转速变化负载亦变化,包括过载的电机,其定额应为以 S9 工作制为基准的非周期工作制定额,见 3.2.9。

对用于离散恒定负载,包括过载或空载(或停机和断能)的电机,其定额应为以 S10 工作制为基准的离散恒定负载定额,见 3.2.10。

4.4 各种定额类别的输出

在确定定额时:

对 S1~S8 工作制,其恒定负载规定值应为额定输出,见 3.2.1~3.2.8。

对 S9 和 S10 工作制,应以基于 S1 工作制的负载基准值作为额定输出,见 3.2.9 和 3.2.10。

4.5 额定输出

4.5.1 直流发电机

额定输出是指接线端子处的输出功率,用瓦(W)表示。

4.5.2 交流发电机

额定输出是指接线端子处的视在功率,用伏安(VA)连同功率因数表示。

除非另有规定,同步发电机的额定功率因数应为 0.8 滞后(过励)。

4.5.3 电动机

额定输出是指转轴上的有效机械功率,用瓦(W)表示。

4.5.4 同步调相机

额定输出是指接线端子处的无功功率,在超前(欠励)或滞后(过励)的条件下,用乏(var)表示。

4.6 额定电压

4.6.1 概述

额定电压是指在额定输出时电机端子间的电压。

4.6.2 直流发电机

对在较小电压范围内运行的直流发电机,除非另有规定,其额定输出和电流应相应于该电压范围内最大值,见 6.3。

4.6.3 交流发电机

对在较小电压范围内运行的交流发电机,除非另有规定,其额定输出和功率因数应相应于该电压范围内的任一数值,见 6.3。

4.7 电压与输出的对应关系

按照各种不同的额定电压等级制造所有定额的电机是不现实的。通常,对于交流电机,考虑到设计和制造因素,按照电机额定输出,高于 1 kV 的优先电压定额如下:

额定电压, kV	最小额定输出, kW 或 kVA
$1.0 < U_N \leq 3.0$	100
$3.0 < U_N \leq 6.0$	150
$6.0 < U_N \leq 11.0$	800
$11.0 < U_N \leq 15.0$	2 500

4.8 多种定额电机

对于多种定额电机,每种定额在各个方面都应符合本标准。

对于多速电动机,应对每一转速规定定额。

当一额定参量(输出、电压、转速等)有若干个数值或在二个限值内连续变化时,则应按这些数值或限值说明定额。本规定不适用于 6.3 规定的运行期间电压和频率变化或起动时的星-三角连接。

5 现场运行条件

5.1 概述

除非另有规定,电机应适合于下述现场运行条件。对于现场运行条件偏差的修正,见第7章。

5.2 海拔

海拔应不超过 1 000 m。

5.3 最高环境空气温度

环境空气温度应不超过 40℃。

5.4 最低环境空气温度

对于任何电机,环境空气温度应不低于-15℃,但下述电机除外:

- a) 额定输出大于 3 300 kW(或 kVA)/1 000 r/min;
- b) 额定输出小于 600 W(或 VA);
- c) 带换向器;
- d) 带滑动轴承;
- e) 以水作为初级或次级冷却介质。

这些电机的环境空气温度应不低于 0℃。

5.5 冷却水温

电机或冷却器的入口处冷却水温应不高于+25℃,也应不低于+5℃¹⁾。

5.6 贮存与运输

如运输、贮存或安装后的温度可能低于 5.4 的规定,用户应通知制造厂并规定所要求的最低温度。

5.7 氢气冷却介质的纯度

氢冷电机当冷却介质的含氢量不少于 95%(按体积计)时,应能在额定条件下输出额定功率。

注:考虑到安全问题,当混合气体中另一气体为空气时,氢气含量无论在何种情况下均应保持在 90%或以上。

当按 IEC 60034-2 标准计算效率时,除非制造厂和用户之间另有协议,在规定的压力和再冷却温度下,气体混合物的标准成份是 98%的氢气和 2%的空气(按体积计)。风摩耗应按相应的密度计算。

6 电气运行条件

6.1 电源

三相 50 Hz 或 60 Hz 交流电机的电压应符合 GB 156 所规定的标称电压。

选用电机的额定电压时,应考虑配电系统与用电系统两者间电压的差别。

注:大型高压交流发电机的电压可按最佳性能选取。

对用静止变流电源供电的交流电动机,电压、频率和波形的规定均不适用,额定电压应按协议规定。

6.2 电压和电流的波形和对称性

6.2.1 交流电动机

6.2.1.1 对用于由交流发电机供电(无论是地区供电或经电网),频率为固定的电源上的交流电动机,供电电压谐波电压因数(HVF)应不超过以下数值:

对单相电动机和三相电动机,包括同步电动机但不包括 N 设计电动机(见 JB/T 8158),制造厂如无其他说明,供电电压的谐波电压因数应不超过 0.02。

N 设计电动机供电电压谐波电压因数应不超过 0.03。

HVF 值按下式计算:

$$HVF = \sqrt{\sum \frac{U_n^2}{n}}$$

式中: U_n ——谐波电压的标么值(以额定电压 U_N 为基值);

采用说明:

1) 根据我国自然环境,如有需要,冷却水温应不高于+33℃。

n ——谐波次数(对三相交流电动机不包含 3 及 3 的倍数)。

通常取谐波次数 $n \leq 13$ 已足够。

三相交流电动机应能在三相电压系统的电压负序分量不超过正序分量的 1%(长期运行),或不超过 1.5%(不超过几分钟的短时运行)且零序分量不超过正序分量 1%的条件下运行。

即使 HVF 和负序分量和零序分量的限值在电机额定负载运行时同时发生,也不应导致在电动机中产生任何有害的温度。建议其温升或温度允许超过本标准规定限值,但不能超过 10 K。

注:在大型单相负载(如感应电炉)附近,在农村特别是在工业和民用混合的用电系统,电源畸变可能超出上述限值。对此,有必要达成专门协议。

6.2.1.2 对用静止变流电源供电的交流电动机,应容许较高的电源电压谐波含量。对 JB/T 8158 适用范围内的笼型电动机见 IEC 60034-17。

注:当电源电压明显为非正弦时,例如用静止变流器供电,其全波和基波的有效值均会影响交流电机的性能。

6.2.2 交流发电机

交流发电机应适用于供电给实际无畸变和实际平衡的回路。

所谓实际无畸变回路是指当供以正弦波形电压时,任何时刻的电流瞬时值与其相应基波瞬时值之差均不超过其基波幅值的 5%。所谓实际平衡回路是指供以平衡电压时,电流系统的负序分量及零序分量均不超过正序分量的 5%。

即使畸变和平衡的限值在电机额定负载运行时同时发生,也不应导致在发电机中产生任何有害的温度。建议其温升或温度允许超过本标准规定限值,但不能超过 10 K。

6.2.3 同步电机

除非另有规定,三相同步电机应能在不平衡系统中连续运行,该系统的各相电流均不超过额定电流,且电流的负序分量(I_2)与额定电流(I_N)之比不超过表 1 所规定的数值。在故障状态下,应能在 $(I_2/I_N)^2$ 与时间(t)的乘积不超过表 1 所规定的数值下运行。

表 1 同步电机不平衡运行条件

项号	电机型式	连续运行时的 I_2/I_N 最大值	在故障状态下运行的 $(I_2/I_N)^2 t(s)$ 最大值
凸 极 电 机			
1	间接冷却绕组		
	电动机	0.1	20
	发电机	0.08	20
	同步调相机	0.1	20
2	直接冷却(内冷)定子和/或磁场绕组		
	电动机	0.08	15
	发电机	0.05	15
	同步调相机	0.08	15
圆柱形转子同步电机			
3	间接冷却转子绕组		
	空冷	0.1	15
	氢冷	0.1	10
4	直接冷却(内冷)转子绕组		
	$\leq 350 \text{ MVA}$	0.08	8
	> 350 $\leq 900 \text{ MVA}$	见注 1	见注 2
	> 900 $\leq 1\,250 \text{ MVA}$	见注 1	5
	$> 1\,250$ $\leq 1\,600 \text{ MVA}$	0.05	5

表 1 (完)

项号	电机型式	连续运行时的 I_2/I_N 最大值	在故障状态下运行的 $(I_2/I_N)^2 t(s)$ 最大值
注			
1	对于此类电机, I_2/I_N 按下式计算:		
	$I_2/I_N = 0.08 - \frac{S_N - 350}{3 \times 10^4}$		
2	对于此类电机, t 以秒为单位的 $(I_2/I_N)^2 t$ 按下式计算:		
	$(I_2/I_N)^2 t = 8 - 0.00545(S_N - 350)$		
	式中 S_N 为额定视在功率, 用兆伏安(MVA)表示。		

6.2.4 由静止电力变流器供电的直流电动机

当直流电动机由静止电力变流器供电时, 脉动电压和脉动电流将影响电机的性能, 与用纯直流电源供电的直流电动机相比, 损耗和温升将会增加, 换向更困难。

因此, 按特定电源供电设计的由静止电力变流器供电额定功率超过 5 kW 的电动机, 为降低电压电流的波动程度, 电机制造厂认为需要时应备有一外接电感。

静止电力变流电源用下述代号作为标志:

$$[CCC-U_{aN}-f-L]$$

代号中: CCC——是变流器接线方式的代号, 按 JB/T 7062;

U_{aN} ——由 3 位或 4 位数字组成, 表示变流器输入端的额定交流电压(V);

f ——由 2 位数字组成, 表示额定输入频率(Hz);

L ——由 1 位、2 位或 3 位数字组成, 表示与电动机电枢回路串接的外部电感(mH); 如串接电感为零, 此标记可省略。

额定功率不超过 5 kW 的电动机, 只要没有超过设计所规定的额定波形因数, 而且电动机电枢回路的绝缘水平与静止电力变流器输入端子处的额定交流电压相匹配, 则不论有无外接电感, 可以适用于任一静止电力变流器而不局限于某一特定类型的静止电力变流器。

注: 对标明代号或额定功率不超过 5 kW 的电动机, 其额定波形因数及静止电力变流器输入端的额定交流电压, 是用来表征直流电动机电枢承载连续的波动电流的能力以及该电机具有较通常更高的介电试验电压的能力。

在所有情况下, 静止电力变流器输出电流的波动均假定为很小, 即在额定条件下电流纹波因数不大于 0.1。

6.3 运行期间电压和频率的变化

对用于由交流发电机供电(无论是地区供电或经电网), 且频率为固定的电源上的交流电机, 电压和频率的综合变化分为 A 和 B 两个区, 图 11 适用于发电机和同步调相机, 图 12 适用于电动机。

对直流电机, 当直接接到正常恒定的直流母线时, 区域 A 和 B 仅适用于电压。

电机应能在区域 A 内连续运行, 并实现表 2 所规定的基本功能, 但其性能不必与额定电压和频率(见图 11 和图 12 中的定额点)时的性能完全相符, 可能呈现某些差异, 温升可较额定电压和频率时高。

电机应能在区域 B 内运行, 并实现其基本功能, 但其性能与额定电压和频率时的差异将大于在区域 A 内运行的电机, 温升可较额定电压和频率时高, 并很可能高于区域 A。不推荐在区域 B 的边界上持续运行。

注

1 在实际使用和运行条件下, 有时要求电机在区域 A 的边界之外运行, 但应在数值、持续时间及发生频度等方面加以限制。如有可能应在合理的时间内采取校正措施, 例如降低输出, 这种措施可以避免因温度影响而缩短电机的寿命。

2 本标准规定的温升或温度限值仅适用于定额运行点。当运行点逐步偏离定额点, 则电机的温升或温度有可能逐步超过其限值。如电机在区域 A 的边界上运行, 温升或温度可能要超过本标准规定的限值约达 10 K。

3 交流电动机只要其起动转矩与负载阻力矩互相匹配,可以在较低的电压限值下起动,但此不属本条款的要求。对 *N* 设计电动机的起动性能见 **JB/T 8158**。

6.4 运行在不接地系统的三相交流电机

三相交流电机应能在中点为接地电位或接近接地电位的情况下连续运行。

三相交流电机也应能在不接地系统中一线处于接地电位的情况下偶然地短时(例如排除故障所需的时间)运行。如果要求电机在这种情况下连续运行或长期运行,则需要加强电机绝缘,使之能适应这种条件,并在使用说明书中加以说明。

注:未经向制造厂咨询,不允许将电机的中点相互联接或接地,因为在某些运行条件下这将会产生各种频率零序电流的危险,以及在线端至中点发生故障时,可能使绕组受到机械损伤。

表 2 电机的基本功能

项号	电 机 型 式	基 本 功 能
1	除项 5 外的交流发电机	额定功率因数(当可单独控制时)下的额定视在功率, kVA
2	除项 3 和 5 外的交流电动机	额定转矩, Nm
3	除项 5 外的同步电动机	在励磁保持额定磁场电流或额定功率因数(当可单独控制时)下的额定转矩, Nm
4	除项 5 外的同步调相机	除非另有协议,在发电机运行的区域内(见图 11)的额定视在功率, kVA
5	额定输出 ≥ 10 MVA 的透平型电机	见 GB/T 7064
6	直流发电机	额定输出, kW
7	直流电动机	并励电动机的励磁(当可单独控制时)保持额定转速时的额定转矩, Nm

6.5 耐电压(峰值和梯度)水平

对于交流电动机,制造厂应表明连续运行时的峰值电压和电压梯度的限值。

对于在 **JB/T 8158** 范围内的笼型感应电动机,同时参见 **IEC 60034-17**。

对于高压交流电动机,同时参见 **IEC 60034-15**。

7 热性能与试验

7.1 热分级

电机所用的绝缘结构应按 **IEC 60085** 的规定指定其热分级。绝缘结构的分级应用字母而不用温度数值来表示。

电机制造厂有责任说明与其产品类型及应用相适应的热寿命试验得出的结果。

注

- 1 不应当把新绝缘结构的热分级与所使用的单一材料的热性能相等同。
- 2 现有的分级如已证实为成熟的,允许继续使用。

7.2 基准冷却介质

表 3 中对指定的电机冷却方法规定了基准冷却介质。

如应用了第三种冷却介质,应测量高于表 3 规定的初级或次级冷却介质的温度以确定温升。

注:一台电机可采用表 3 中列出的多项冷却方法,在此情况下不同的绕组可采用不同的基准冷却介质。

7.3 热试验条件

7.3.1 电源

交流电动机进行热试验期间,电源的 *HVF* 值应不大于 0.015,电压系统的负序分量应小于正序分量的 0.5%,零序分量的影响应予以排除。

根据协议,可用测量电流系统的负序分量来取代测量电压系统的负序分量。电流系统的负序分量应不超过正序分量的 2.5%。

7.3.2 试验前电机的温度

如用电阻法确定绕组温度,试验前用温度计所测得的绕组温度实际上应是当时的冷却介质温度。
按短时定额(S2 工作制)试验的电机,在热试验开始时的温度与冷却介质温度差应在 5 K 以内。

表 3 基准冷却介质

项号	初级冷却介质	冷却方法	次级冷却介质	表号	第四栏指示的表规定的限值	基准冷却介质
1	空气	间接	无	6	温升	环境空气
2	空气	间接	空气	6		
3	空气	间接	水	6		电机入口处冷却介质 ¹⁾
4	氢	间接	水	7		
5	空气	直接	无	11	温度	环境空气
6	空气	直接	空气	11		
7	空气	直接	水	11		电机入口处气体或绕组入口处液体
8	氢或液体	直接	水	11		
1) 对有间接冷却绕组并带有水冷冷却器的电机,其基准冷却介质可为初级或次级冷却介质(同时参见 9.2 铭牌上应标明的信息)。						

7.3.3 冷却介质温度

电机可在任一合适的冷却介质温度下试验,见表 10(间接冷却绕组)或表 13(直接冷却绕组)。

7.3.4 试验期间冷却介质温度的测量

应采用在试验过程中最后四分之一时间内,按相等时间间隔测得的几个温度计读数的平均值作为试验中冷却介质温度。为避免由于大型电机的温度不能迅速地随冷却介质温度相应变化产生时滞而引起的误差,应采取一切适当的措施以减少冷却介质温度的变化。

7.3.4.1 开启式电机或无冷却器的封闭式电机(用环境空气或气体冷却)

环境空气或气体的温度应采用几个检温计来测量,检温计应置于电机周围不同的地点,高度为电机的二分之一,距离电机(1~2)m 处,并应防止热辐射和气流的影响。

7.3.4.2 用远处的空气或气体通过风道冷却的电机或有独立冷却器的电机

初级冷却介质的温度应在电机的入口处测量。

7.3.4.3 带有外装式或内装式冷却器的封闭式电机

初级冷却介质的温度应在电机的入口处测量,次级冷却介质的温度应在冷却器的入口处测量。

7.4 电机某一部分的温升

电机某一部分的温升 $\Delta\theta$ 就是用 7.5 中规定的适当方法测得的该部分温度与用 7.3.4 中规定的方法测得的冷却介质温度之差。

为了与温升限值(表 6 或表 7)或温度限值(表 11)作比较,温度应在热试验结束时测量,见 7.7。

对按连续工作制定额(S1 工作制)试验的电机,如有可能,温度应在运行时和停机后两种情况下测量。

对按实际周期工作制(S3~S8 工作制)试验的电机,在最后一个运行周期中,产生最大发热量的持续时间过了一半时的温度作为试验结束时的温度(同时参见 7.7.3)。

7.5 温度测量方法

测量绕组和其他部分温度的公认方法有三种:

- 电阻法;
- 埋置检温计(ETD)法;
- 温度计法。

不同的方法不应作为相互校核之用。

7.5.1 电阻法

根据绕组电阻的增加而确定绕组的温度。

7.5.2 埋置检温计(ETD)法

用埋入电机内部的检温计(如电阻检温计、热电偶或半导体负温度系数检温计)来测量温度。检温计在电机制造过程中埋置于电机制成后触及不到的部位。

7.5.3 温度计法

用温度计贴附于成品电机可触及的表面上来测量温度。术语“温度计”不但包括膨胀式温度计,而且也包括非埋置式热电偶和电阻式温度计,只要它们适用于测量用普通膨胀式温度计能触及到的各部位的温度。当膨胀式温度计用于测量有强交变或移动磁场的部位的温度时,应采用酒精温度计而不采用水银温度计。

7.6 绕组温度的确定

7.6.1 方法的选择

通常,测量电机绕组温度应采用 7.5.1 所述的电阻法,(同时参见 7.6.2.3.3)。

对额定输出为 5 000 kW(或 kVA)及以上交流电机的定子绕组,应采用埋置检温计法。

对额定输出为 5 000 kW(或 kVA)以下但在 200 kW(或 kVA)以上的交流电机,除非另有规定,制造厂应选用电阻法或埋置检温计法。

对额定输出为 200 kW(或 kVA)及以下的交流电机,除非另有规定,制造厂应选用电阻法的直接测量法或叠加法(同时参见下文)。

对额定输出 600 W(或 VA)及以下的电机,当绕组为非均布或因必要的接线而过份复杂时,可用温度计测量电机温升。温升限值应符合表 6 的规定。

下列情况认可用温度计法:

a) 当不能用电阻法确定温升时,例如带有低电阻的换向线圈和补偿绕组以及一般属于低电阻的绕组,特别是接头和接触电阻占总电阻相当大比例的绕组;

b) 旋转或静止的单层绕组;

c) 批量生产的电机在常规试验时;

d) 如用户希望除电阻法或埋置检温计法测量值外,还希望得到温度计法读数。

对每槽只有一个线圈边的交流定子绕组,应采用电阻法而不采用埋置检温计法。

注:为了校核这种绕组在运行时的温度,在槽底埋置检温计的意义不大,因为它主要显示铁心温度。在线圈和槽楔间埋置检温计将能测得更接近于绕组的温度,因此适合于校核之用。该部位的温度可能较低,在该部位所测得的温度与电阻法测得的温度之间的关系,应通过热试验来确定。

对每槽只有一个线圈边的其他绕组及线圈端部,不能采用埋置检温计法来证实是否符合本标准要求。

对带换向器的电枢绕组和所有磁场绕组(圆柱形转子同步电机磁场绕组除外),允许采用电阻法和温度计法,优先采用电阻法。对具有一层以上的直流电机静止磁场绕组,容许采用埋置检温计法。

7.6.2 电阻法

7.6.2.1 测量

应采用下述任一种方法测量。

7.6.2.1.1 直接测量

使用合适量程的仪表,在试验开始和结束时直接测量。

7.6.2.1.2 用直流电流/电压测量

对直流绕组:使用合适量程的仪表,测量通过绕组的电流和绕组两端电压。

对交流绕组:在断能状态下将直流电流引入绕组。

7.6.2.1.3 叠加法

按 IEC 60279,在不中断交流负载电流的情况下,在负载电流上叠加一微弱直流测量电流。

7.6.2.2 计算

温升 $(\theta_2 - \theta_a)$ 可按下式求得：

$$\frac{\theta_2 + k}{\theta_1 + k} = \frac{R_2}{R_1}$$

式中： θ_1 ——测量绕组(冷态)初始电阻时的温度(℃)；

θ_2 ——热试验结束时绕组的温度(℃)；

θ_a ——热试验结束时冷却介质温度(℃)；

R_1 ——温度为 θ_1 (冷态)时的绕组电阻(Ω)；

R_2 ——热试验结束时的绕组电阻(Ω)；

k ——导体材料在 0℃时电阻温度系数的倒数。

铜 $k=235$

铝 $k=225$ 除非另有规定

为实用方便,还可用下式求取：

$$\theta_2 - \theta_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times (k + \theta_1) + \theta_1 - \theta_a$$

7.6.2.3 停机时间的修正

用直接测量电阻的方法来测量热试验结束时的温度需要快速停机,并需有仔细的操作程序及足够的人员。

7.6.2.3.1 短促停机时间

如在表 4 规定的时间间隔内测得电阻初始读数,则该读数作为温度测量的数据。

表 4 时间间隔

额定输出(P_N),kW 或 kVA	切断电源后的时间间隔,s
$P_N \leq 50$	30
$50 < P_N \leq 200$	90
$200 < P_N \leq 5\,000$	120
$5\,000 < P_N$	按协议

7.6.2.3.2 外推停机时间

如在表 4 规定的时间范围内读不出电阻的最初读数,应尽快地在表 4 规定时间间隔的 2 倍时间内读出读数,以后大约每隔 1 min 读取另外的电阻读数,直到这些读数已从最大值明显地下降为止。应把这些读数作为时间的函数绘制成曲线,并将曲线外推到上表中与电机额定输出对应的时间间隔。推荐采用半对数坐标,温度绘制在对数坐标尺上。此时所得的温度值应作为停机后的温度。如在停机后测得的连续数据显示出温度在升高,则应取其最高值。

当电阻读数读取时间超过表 4 规定时间的二倍,则修正方法只能按协议规定。

7.6.2.3.3 每槽有一个线圈边的绕组

对每槽只有一个线圈边的电机,如能在表 4 中规定的时间内停转,则可采用直接测量电阻法。如果电机在断电后的 90 s 内不能停转,经事先协议可采用叠加法。

7.6.3 埋置检温计(ETD)法

检温计应适当地遍布于电机绕组之中,其数量应不少于 6 个。

在符合安全的条件下,应尽量把检温计安置在可能是最热点的各个位置上,并采取有效措施防止与初级冷却介质接触。

埋置检温计诸元件的最高读数应作为确定绕组温度的依据。

注：埋置检温计元件及接头可能会失效,并会得出不正确的读数。因此,一旦某个或几个读数有误,通过调查证实,应予删除。

7.6.3.1 每槽具有二个或二个以上线圈边

检温计应置于槽内绝缘线圈边之间预计为最热点的位置上。

7.6.3.2 每槽只有一个线圈边

检温计应置于槽楔与绕组绝缘层外部之间预计为最热点的位置上,同时参见 7.6.1。

7.6.3.3 线圈端部

检温计应置于线圈端部二个相邻线圈边之间预计为最热点的位置上。检温计的敏感点应与线圈边表面紧密接触,并有足够的防护措施,以防止冷却介质的影响,同时参见 7.6.1。

7.6.4 温度计法

根据 7.6.1 的要求,温度计应置于可触及的最热点上。

7.7 热试验持续时间

7.7.1 连续工作制定额

试验应持续进行至热稳定。

7.7.2 短时工作制定额

试验应按定额中规定的时间。

7.7.3 周期工作制定额

通常采用制造厂规定的等效负载定额(见 4.2.6)进行试验,直至达到热稳定。如协议按实际工作制试验,则应按规定的负载周期连续运行,直至达到实际上相同的温度循环。判断的准则是将二个相继工作周期的相应点联成直线,其梯度应小于 2 K/h 。如有必要,应在一段时间内以适当的时间间隔进行测量。

7.7.4 非周期工作制定额和离散恒定负载定额

采用制造厂规定的等效负载定额(见 4.2.6)进行试验,直至达到热稳定。

7.8 S₉ 工作制电机等效热时间常数的确定

处于正常运行的通风条件下电机等效热时间常数可近似地确定该电机的发热过程,此常数可按 7.6.2.3 所作的冷却曲线求得。时间常数值等于在冷却曲线上从电机断电瞬间到满载温升下降一半时所需时间的 1.44 (即 $1/\ln 2$)倍。

注:对具有一项以上时间常数的电机,例如直流电机,其电枢绕组、磁场绕组和换向绕组的时间常数均不同,应考虑各项时间常数,但应采用其中最有可能导致有害温度的一项时间常数来确定温升。

7.9 轴承温度的测量

允许用温度计法或埋置检温计法测量轴承温度。

轴承温度的测点应尽可能靠近表 5 所列二个位置之一。

应减少温度计与被测温度物体间的热阻,例如气隙应用导热涂料填充。

注:在测点 A 和 B 之间以及这些测点和轴承的最热点之间有温差,大小与轴承尺寸有关。对压入式轴瓦的滑动轴承和内径为 150 mm 及以下的球或滚子轴承,测点 A 和 B 之间的温差可忽略不计。而对较大轴承,测点 A 与 B 之间的温差约为 15 K 。

表 5 测点位置

轴承类型	测点	测 点 位 置
球轴承或滚子轴承	A	位于轴承室内,离轴承外圈 ²⁾ 不超过 10 mm 处 ¹⁾
	B	位于轴承室外表面,尽可能接近轴承外圈
滑动轴承	A	位于轴瓦 ³⁾ 的压力区,离油膜间隙 ²⁾ 不超过 10 mm 处 ¹⁾
	B	位于轴瓦的其他位置
1) 距离从埋置检温计或温度计的最近点算起。 2) 对“外转子”电机,A 点位于离内圈不超过 10 mm 的静止部分,B 点位于静止部分的外表面,尽可能接近内圈。 3) 轴瓦是支承轴衬材料的部件,固定于轴承室内。压力区是承受转子重量和径向负载等综合力的圆周部分。		

7.10 温度及温升限值

本标准规定了在现场运行条件符合第5章要求且定额按连续工作制(基准条件)运行时电机的温升或温度的限值。本标准还规定了不同的现场运行条件及不同工作制定额运行时限值的修正规则,以及热试验时试验地点条件不同于运行地点时的限值修正规则。

诸限值是相对于表3给出的基准冷却介质而规定的。

本标准规定了氢冷却介质纯度的要求。

7.10.1 间接冷却绕组

在基准条件下,温升应不超过表6(空冷)或表7(氢冷)规定的限值。

对于其他现场运行条件、非连续工作制定额和额定电压大于11 000 V时,限值应按表8修正(有关表8中假定的冷却介质温度限值同时参见表9)。

按7.6.1d)项用温度计测量时,温升限值应按协议但不能超过:

65 K 对热分级为A级绝缘结构绕组;

80 K 对热分级为E级绝缘结构绕组;

90 K 对热分级为B级绝缘结构绕组;

115 K 对热分级为F级绝缘结构绕组;

140 K 对热分级为H级绝缘结构绕组。

如绕组用空气间接冷却,且试验地点与运行地点条件不同时,表10规定的限值修正量适用于试验地点。

如制造厂认为试验地点按表10修正限值使允许温度过高时,应对试验规程及限值达成协议。

对于用氢气间接冷却的绕组,试验地点不作修正,因为只有运行地点才能做额定负载试验。

7.10.2 直接冷却绕组

在基准条件下,温度应不超过表11规定的限值。

对于其他现场运行条件,限值应按表12修正。

如试验地点与运行地点的条件不同,则按表13修正过的限值适用于试验地点。

如制造厂认为在试验地点用表13修正过的限值温度过高时,应对试验规程和限值达成协议。

7.10.3 试验时考虑氢气纯度影响对温升或温度限值的修正

对于用氢气直接或间接冷却的绕组,只要氢气在冷却介质中所占的比例在95%~100%之间,则温升或温度限值不作修正。

7.10.4 无论与绝缘是否接触的结构件(轴承除外)、铁心和永久短路的绕组

温升或温度应不损坏该部件本身或任何与其相邻部件的绝缘。

7.10.5 开启式或封闭式换向器和集电环及电刷和电刷机构

换向器、集电环、电刷或电刷机构的温升或温度应不致于损坏其本身或任何与其相邻部件的绝缘。

换向器或集电环的温升或温度应不超过由电刷等级和换向器或集电环材质组件在整个运行范围内能承受的电流的温升或温度值。

表6 空气间接冷却绕组的温升限值

K

热分级		A			E			B			F			H		
测量方法		Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD
项号	电机部件															
1a)	输出5 000 kW(或kVA)及以上电机的交流绕组	—	60	65 ¹⁾	—	—	—	—	80	85 ¹⁾	—	100	105 ¹⁾	—	125	130 ¹⁾
1b)	输出200 kW(或kVA)以上但小于5 000 kW(或kVA)电机的交流绕组	—	60	65 ¹⁾	—	75	—	—	80	90 ¹⁾	—	105	110 ¹⁾	—	125	130 ¹⁾
1c)	项1d)或项1e)以外的输出为200 kW(或kVA)及以下电机的交流绕组 ²⁾	—	60	—	—	75	—	—	80	—	—	105	—	—	125	—

表 6(完)

K

热分级		A			E			B			F			H		
测量方法		Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD	Th	R	ETD
项号	电机部件															
1d)	额定输出小于 600 W(或 VA)电机的交流绕组 ²⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
1e)	无扇自冷式电机(IC410)的交流绕组和/或囊封式绕组 ²⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
2	带换向器的电枢绕组	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
3	除项 4 外的交流和直流电机的磁场绕组	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
4a)	同步感应电动机以外的用直流励磁绕组嵌入槽中的圆柱形转子同步电机的磁场绕组	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	135	—
4b)	一层以上的直流电机静止磁场绕组	50	60	—	65	75	—	70	80	90	85	105	110	105	125	135
4c)	交流和直流电机单层低电阻磁场绕组以及一层以上的直流电机补偿绕组	60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
4d)	表面裸露或仅涂清漆的交流和直流电机的单层绕组以及直流电机的单层补偿绕组 ³⁾	65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
1) 对高压交流绕组的修正可适用于这些项目,见表 8,项 4。 2) 对 200 kW(或 kVA)及以下,绝缘等级为 A、B、E 和 F 级的电机绕组,如用叠加法,温升限值可比电阻法高 5 K。 3) 对于多层绕组,如下面各层均与循环的初级冷却介质接触,也包括在内。 注: Th 为温度计法;R 为电阻法;ETD 为埋置检温计法。																

表 7 氢气间接冷却绕组的温升限值

K

热 分 级		A		E		B		F	
测量方法		R	ETD	R	ETD	R	ETD	R	ETD
项号	电机部件								
1	输出 5 000 kW(或 kVA)及以上或铁心长度为 1 m 及以上电机的交流绕组 氢气绝对压力 ²⁾ ≤150 kPa(1.5 bar) >150 kPa≤200 kPa(2.0 bar) >200 kPa≤300 kPa(3.0 bar) >300 kPa≤400 kPa(4.0 bar) >400 kPa	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	85 ¹⁾ 80 ¹⁾ 78 ¹⁾ 73 ¹⁾ 70 ¹⁾	— — — — —	105 ¹⁾ 100 ¹⁾ 98 ¹⁾ 93 ¹⁾ 90 ¹⁾
2 a)	输出小于 5 000 kW(或 kVA)或铁心长度小于 1 m 电机的交流绕组	60	65 ¹⁾	75	80 ¹⁾	80	85 ¹⁾	100	105 ¹⁾
2 b)	除项 3 和项 4 外的交流和直流电机的直流磁场绕组	60	—	75	—	80	—	105	—
3	用直流励磁的透平型电机的磁场绕组	—	—	—	—	85	—	105	—
4 a)	补偿绕组和一层以上的低电阻磁场绕组	60	—	75	—	80	—	100	—
4 b)	表面裸露或仅涂清漆的单层绕组 ³⁾	65	—	80	—	90	—	110	—

表 7 (完)

热 分 级		A		E		B		F	
测量方法		R	ETD	R	ETD	R	ETD	R	ETD
项号	电机部件								
1) 对高压交流绕组的修正可适用于这些项目,见表 8,项 4。 2) 只有此项温升限值取决于氢气压力。 3) 对于多层绕组,如下面各层均与循环的初级冷却介质接触,也包括在内。 注: R 为电阻法;ETD 为埋置检温计法。									

表 8 考虑非基准运行条件和定额对间接冷却绕组在运行地点的温升限值的修正

项号	运行条件或定额		对表 6 和表 7 中的温升限值($\Delta\theta$)的修正
1	环境空气或电机入口处空气的最高温度(θ_c)	$0^{\circ}\text{C}\leqslant\theta_c\leqslant40^{\circ}\text{C}$ $40^{\circ}\text{C}<\theta_c\leqslant60^{\circ}\text{C}$ $\theta_c<0^{\circ}\text{C}$ 或 $\theta_c>60^{\circ}\text{C}$	根据协议可以增加,但不能超过冷却介质低于 40°C 的数值或最高为 30 K 减去冷却介质高于 40°C 的数值 按协议
2	水冷冷却器入口处的最高水温(θ_w)	$5^{\circ}\text{C}\leqslant\theta_w\leqslant25^{\circ}\text{C}$ $\theta_w>25^{\circ}\text{C}$	可以增加 10 K 。另外还可增加冷却水温度低于 25°C 的部分数值 增加 10 K 并减去最高水温超过 25°C 的部分数值
3	海拔(H)	$1\,000\text{ m}<H\leqslant4\,000\text{ m}$ 且最高环境温度无规定 $H>4\,000\text{ m}$	不作修正。由于海拔升高所引起的冷却效果的降低可由最高环境温度低于 40°C 而得到补偿,因此,总温度将不超过 40°C 加上表 6 和表 7 的温升 ¹⁾ 按协议
4	定子绕组额定电压(U_N)	$11\text{ kV}<U_N\leqslant17\text{ kV}$ $U_N>17\text{ kV}$	用埋置检温计法,超过 11 kV 以上部分,每 1 kV (或不足 1 kV) $\Delta\theta$ 降低 1 K 用埋置检温计法, $\Delta\theta$ 先减去 6 K ,然后对 17 kV 以上部分,每 1 kV (或不足 1 kV)再降低 1.5 K
5 ²⁾	额定输出小于 5 000 kW(kVA) ,且为短时工作制(S2)定额		增加 10 K
6 ²⁾	非周期工作制(S9)定额		当电机运行时 $\Delta\theta$ 可短时超过
7 ²⁾	离散负载工作制(S10)定额		当电机运行时 $\Delta\theta$ 可间断地超过
1) 设高于海拔 1 000 m 的环温必须补偿量为每高出 100 m 降低 1% 温升限值,则运行地点的假定最高环温(以最高环境空气温度为 40°C ,海拔不超过 1 000 m 为基准)将如表 9 所示(以表 6 中项 1b)和项 1c)的温升限值为基准)。 2) 仅适用于空冷绕组。			

表 9 假定的最高环境温度

海拔 m	热 分 级				
	A	E	B	F	H
	温度,℃				
1 000	40	40	40	40	40
2 000	34	33	32	30	28
3 000	28	26	24	19	15
4 000	22	19	16	9	3

表 10 考虑试验地点运行条件对空气间接冷却绕组在试验地点的温升限值的修正($\Delta\theta_T$)

项号	试 验 条 件		试验地点经修正的温升限值 $\Delta\theta_{\text{T}}$
1	试验地点基准冷却介质温度 (θ_{CT}) 与运行地点基准冷却介质温度 (θ_{C}) 的差异	$ \theta_{\text{C}} - \theta_{\text{CT}} \leq 30 \text{ K}$	$\Delta\theta_{\text{T}} = \Delta\theta$
		$ \theta_{\text{C}} - \theta_{\text{CT}} > 30 \text{ K}$	按协议
2	试验地点海拔 (H_{T}) 与运行地点海拔 (H) 的差异	$1\,000 \text{ m} < H \leq 4\,000 \text{ m}$ $H_{\text{T}} < 1\,000 \text{ m}$	$\Delta\theta_{\text{T}} = \Delta\theta \left[1 - \frac{(H - 1\,000 \text{ m})}{10\,000 \text{ m}} \right]$
		$H < 1\,000 \text{ m}$ $1\,000 \text{ m} < H_{\text{T}} \leq 4\,000 \text{ m}$	$\Delta\theta_{\text{T}} = \Delta\theta \left[1 + \frac{(H_{\text{T}} - 1\,000 \text{ m})}{10\,000 \text{ m}} \right]$
		$1\,000 \text{ m} < H \leq 4\,000 \text{ m}$ $1\,000 \text{ m} < H_{\text{T}} \leq 4\,000 \text{ m}$	$\Delta\theta_{\text{T}} = \Delta\theta \left[1 + \frac{(H_{\text{T}} - H)}{10\,000 \text{ m}} \right]$
		$H > 4\,000 \text{ m}$ 或 $H_{\text{T}} > 4\,000 \text{ m}$	按协议
1) $\Delta\theta$ 值按表 6 规定,必要时按表 8 作修正。 2) 如果温升是从冷却器进口水温起算,海拔高度对水与空气温差的影响应给予认真考虑。对大多数冷却器的设计这种影响很小,差值粗略地以每 1 000 m 为 2 K 的比率随海拔的增高而增长。如需要修正,应按协议。			

表 11 直接冷却电机及其冷却介质的温度限值 ℃

热分级		B			F		
测量方法		Th	R	ETD	Th	R	ETD
项号	电机部件						
1	直接冷却交流绕组出口处的冷却介质。与项 2 相比优先采用本项的温度值作为制定定额的依据						
1a)	气体(空气、氢气、氦气等)	110	—	—	130	—	—
1b)	水	90	—	—	90	—	—
2	交流绕组						
2a)	气体冷却	—	—	120 ¹⁾	—	—	145 ¹⁾
2b)	液体冷却						
3	透平型电机磁场绕组						
3a)	用气体冷却,通过以下数量的出口通道离开转子 ²⁾						
	1 和 2	—	100	—	—	115	—
	3 和 4	—	105	—	—	120	—
	6	—	110	—	—	125	—
	8~14	—	115	—	—	130	—
	14 以上	—	120	—	—	135	—

表 11 (完)

℃

热分级		B			F		
测量方法		Th	R	ETD	Th	R	ETD
项号	电机部件						
3b)	液体冷却	冷却介质最高温度符合项 1b)的规定将保证绕组最热点温度不会过高					
4	除项 3 外具有直流励磁的交流和直流电机磁场绕组						
4a)	气体冷却	—	130	—	—	150	—
4b)	液体冷却	冷却介质最高温度符合项 1b)的规定将保证绕组最热点温度不会过高					
1) 对于高压交流绕组不作修正,见表 12 项 2。 2) 转子通风按转子全长上径向出口通道数量分级计算,两个反方向的轴向冷却介质流的共同出口作为两个通道计算,线圈端部冷却介质特殊出口通道按每端一个计算。							

 表 12 考虑非基准运行条件和定额
 对空气或氢气直接冷却绕组在运行地点的温度限值修正

项号	运行条件或定额		表 11 中温度限值的修正
1	基准冷却介质温度(θ_c)	$0^\circ\text{C} \leq \theta_c \leq 40^\circ\text{C}$	减去 40°C 与 θ_c 之间的差值。如经协议当 $\theta_c < 10^\circ\text{C}$ 时,则可减去一个较小差值,该差值至少应等于 10°C 和 θ_c 之间的差值
		$40^\circ\text{C} < \theta_c \leq 60^\circ\text{C}$	不作修正
		$\theta_c < 0^\circ\text{C}$ 或 $\theta_c > 60^\circ\text{C}$	按协议
2	定子绕组额定电压(U_N)	$U_N > 11 \text{ kV}$	不作修正 热流主要流向导体内的冷却介质,并不通过绕组的主绝缘

 表 13 考虑试验地点的运行条件对空气直接冷却
 绕组在试验地点的温度限值 θ_T 的修正

项号	试 验 条 件		试验地点经修正的温度限值 θ_{T}
1	试验地点的基准冷却介质温度 (θ_{CT}) 不同于运行地点的基准冷却介质温度 (θ_{C})	$ \theta_{\text{C}} - \theta_{\text{CT}} \leq 30 \text{ K}$	$\theta_{\text{T}} = \theta$
		$ \theta_{\text{C}} - \theta_{\text{CT}} > 30 \text{ K}$	按协议
2	试验地点海拔 (H_{T}) 不同于运行地点海拔 (H)	$1\,000 \text{ m} < H \leq 4\,000 \text{ m}$ $H_{\text{T}} < 1\,000 \text{ m}$	$\theta_{\text{T}} = (\theta - \theta_{\text{C}}) \left(1 - \frac{H - 1\,000 \text{ m}}{10\,000 \text{ m}} \right) + \theta_{\text{CT}}$
		$H < 1\,000 \text{ m}$ $1\,000 \text{ m} < H_{\text{T}} \leq 4\,000 \text{ m}$	$\theta_{\text{T}} = (\theta - \theta_{\text{C}}) \left(1 + \frac{H_{\text{T}} - 1\,000 \text{ m}}{10\,000 \text{ m}} \right) + \theta_{\text{CT}}$
		$1\,000 \text{ m} < H \leq 4\,000 \text{ m}$ $1\,000 \text{ m} < H_{\text{T}} \leq 4\,000 \text{ m}$	$\theta_{\text{T}} = (\theta - \theta_{\text{C}}) \left(1 + \frac{H_{\text{T}} - H}{10\,000 \text{ m}} \right) + \theta_{\text{CT}}$
		$H > 4\,000 \text{ m}$ 或 $H_{\text{T}} > 4\,000 \text{ m}$	按协议
注： θ 按表 11 规定，如有必要按表 12 修正。			

8 其他性能和试验

8.1 耐电压试验

应在被试绕组和电机机壳之间施加试验电压,而铁心和非被试绕组则与机壳联接。此试验仅对装配完成的新电机进行。试验时,电机的所有部件均应安装就位,如同正常工况。试验应在制造厂内进行。如进行热试验,耐电压试验则应紧接在热试验之后进行。

对额定电压在 1 kV 以上,且每相的两端单独引出的多相电机,试验电压应施加于被试相与机壳之间。此时,铁心、其他相和非被试验绕组应与机壳联接。

试验电压应为工频电压,并尽可能具有正弦波形。

试验应从不超过试验电压全值的一半开始,然后均匀地或以每步不超过全值 5% 逐步增至全值,电压从半值增至全值的时间应不少于 10 s。全值试验电压值应符合表 14 的规定,并维持 1 min。

当对批量生产的 5 kW(或 kVA)及以下电机进行常规试验时,1 min 试验可用约 5 s 的试验代替,试验电压按表 14 规定的正常值。也可用 1 s 试验来代替,但试验电压值应为表 14 规定的 120%,试验电压均用试棒施加。

验收时不应再对绕组再重复进行全值电压的耐电压试验。然而在用户坚持下而进行第二次试验时(如认为必要应进一步烘干后进行),试验电压应为表 14 规定的 80%。

对于静止电力变流器供电的直流电动机,应依据电机的直流电压或静止电力变流器输入端相与相间额定交流电压的有效值两者中的较高者从表 14 中选取耐电压试验电压值。

注:如静止电力变流设备中包括有输入变压器,则上面提到的变流器输入端电压系指变压器的输出电压。

对完全重绕的绕组,采用全值试验电压,如同对新电机。

当用户与修理商达成协议,要对部分重绕的绕组或经过大修后的电机进行耐电压试验,则推荐采用下述细则:

a) 对部分重绕绕组的试验电压值为新电机试验电压值的 75%。试验前,对旧的绕组应仔细地清洗并烘干。

b) 对经过大修的电机,在清洗和烘干后,应承受 1.5 倍额定电压的试验电压,如额定电压为 100 V 及以上时,试验电压至少为 1 000 V,如额定电压为 100 V 以下时,试验电压至少为 500 V。

8.2 偶然过电流

8.2.1 概述

规定旋转电机过电流能力是为了使电机能与控制和保护装置相匹配。本标准不要求作考核过电流能力的试验。电机绕组的发热效应近似地按时间和电流平方的乘积作变化,超过额定值的电流将会增加绕组的温度。除非另有协议,可以认为电机在整个寿命期间,规定的过电流运行的时间为若干个短周期。当交流电机既作发电机又作电动机运行时,其过电流能力应按协议。

注:对于同步电机在故障条件下偶然承受负序分量电流的能力,见 6.2.3。

8.2.2 交流发电机

额定输出在 1 200 MVA 及以下的交流发电机应能承受 1.5 倍额定电流,历时不少于 30 s。

额定输出在 1 200 MVA 以上的交流发电机应能承受 1.5 倍额定电流,持续时间按协议,但应不少于 15 s。

8.2.3 交流电动机(不包括换向器电动机)

额定输出在 315 kW 及以下和额定电压在 1 kV 及以下的三相交流电动机应能承受 1.5 倍额定电流,历时不少于 2 min。

注:对额定输出在 315 kW 以上的电动机和所有单相电动机,不规定偶然过电流。

表 14 耐电压试验

项号	电机或部件	试验电压(有效值)
1	额定输出小于 1 kW(或 kVA)且额定电压小于 100 V 旋转电机的绝缘绕组,项 4~8 除外	500 V+2 倍额定电压
2	额定输出小于 10 000 kW(或 kVA)旋转电机的绝缘绕组,项 1 和项 4~8 除外 ²⁾	1 000 V+2 倍额定电压,最低为 1 500 V ¹⁾
3	额定输出 10 000 kW(或 kVA)及以上旋转电机的绝缘绕组,项 4~8 除外 ²⁾ 额定电压 ¹⁾ :24 000 V 及以下 24 000 V 以上	1 000 V+2 倍额定电压 按协议
4	直流电机的他励磁场绕组	1 000 V+2 倍最高额定励磁电压,最低为 1 500 V
5 5a) 5b) 5c)	同步发电机、同步电动机及同步调相机的磁场绕组 额定磁场电压 500 V 及以下 500 V 以上 当电机起动时,磁场绕组短路或并联一电阻,其值小于 10 倍绕组电阻值 当电机起动时,磁场绕组并联一电阻,其值等于或大于 10 倍绕组电阻值或采用带(或不带)磁场分段开关而使磁场绕组开路	10 倍额定磁场电压,最低为 1 500 V 4 000 V+2 倍额定磁场电压 10 倍额定磁场电压,最低为 1 500 V,最高为 3 500 V 1 000 V+2 倍最高电压的有效值,在规定起动条件下,该最高电压存在于磁场绕组的端子间;对于分段磁场绕组,则存在于任一段的端子间。最低为 1 500 V ³⁾
6 6a) 6b)	非永久性短路(例如用变阻器起动)的异步电动机或同步感应电动机的次级绕组(一般为转子) 对不可逆转或只能在停转后才可逆转的电动机 电动机在运行中,将初级电源反接而使其逆转或制动的电动机	1 000 V+2 倍静止开路电压,该开路电压是以额定电压施加于初级绕组,而从集电环间或次级端子之间测得 1 000 V+4 倍次级静止开路电压,其规定见项 6a)
7	励磁机(下列二种情况例外) 例外 1:起动时接地或与磁场绕组断开的同步电动机(包括同步感应电动机)的励磁机 例外 2:励磁机的他励磁场绕组(见项 4)	与所联接的绕组相同 1 000 V+2 倍励磁机额定电压,最低为 1 500 V
8	电机与装置的成套组合	应尽可能避免重复项 1~7 的试验。但如对新的成套装置试验,而其各组件事先均已通过耐电压试验,则施加于该装置的试验电压应为装置任一组件中的最低试验电压的 80% ⁴⁾

1) 对有一共同端子的二相绕组,公式中的电压均为在运行时任二个端子间所出现的最高电压有效值。
2) 对采用分级绝缘的电机,耐电压试验应由制造厂与用户协商。
3) 在规定的起动条件下,存在于磁场绕组端子之间或分段绕组端子间的电压可用适当降低电源电压的方法来测量,再将所测得的电压按规定起动电压和试验电压之比增大。
4) 当一台或多台电机的绕组作电联接时,电压应为绕组对地发生的最高电压。

8.2.4 换向器电机

在下列合适的组合条件下,换向器电机应能承受 1.5 倍额定电流历时 60 s。

a) 转速:

- 1) 直流电动机:最高满磁场转速;
- 2) 直流发电机:额定转速;
- 3) 交流换向器电动机:最高满磁场转速;

b) 电枢电压:相应于规定转速。

8.3 电动机的短时过转矩

8.3.1 多相感应电动机和直流电动机(不包括 8.3.2 中的电动机)

所有电动机,不论其工作制和结构均应能承受历时 15 s 的过转矩,其值至少应超过额定转矩 60%,但不发生转速突变或停转(在逐渐增加转矩的情况下),此时电压、频率(对感应电动机)维持在额定值。

注:按 JB/T 8158 制造的一些电动机要求较高的转矩。

对于直流电动机,转矩应用过电流表示;见 8.2.4。

S9 工作制的电动机应能承受按该工作制规定的短时过转矩。

注:为了近似地确定因电流损耗而引起的温度变化,可利用按 7.8 求得的等效热时间常数。此外,对于换向器电机,还应注意换向能力的限度。

8.3.2 特定用途的感应电动机

对要求高转矩(如起重用)的特定用途电动机,其过转矩能力按协议。

对特殊设计以保证起动电流小于 4.5 倍额定电流的笼型感应电动机,其过转矩值可低于 8.3.1 规定的 60%,但不低于 50%。

对具有特殊起动特性的特殊感应电动机,例如用于变频电动机或由静止变流电源供电的感应电动机其过转矩数值应按协议。

8.3.3 多相同步电动机

除非另有协议,任何工作制的多相同步电动机均应能承受下列过转矩,历时 15 s 而不失步,此时,同步电动机的励磁应维持在相当于额定负载时的数值。当采用自动励磁且励磁装置处于正常运行状态时,过转矩的数值应相同。

- 同步(绕线转子)感应电动机:35%过转矩;
- 同步(圆柱形转子)电动机:35%过转矩;
- 同步(凸极)电动机:50%过转矩。

8.3.4 其他电动机

单相电动机、换向器电动机以及其他电动机的短时过转矩应按协议。

8.4 最小转矩

除非另有规定,笼型感应电动机在满压下的最小转矩应不低于下列数值:

单速三相电动机:

- 输出在 100 kW 以下:0.5 倍额定转矩和 0.5 倍堵转转矩;
- 输出在 100 kW 及以上:0.3 倍额定转矩和 0.5 倍堵转转矩。
- 电压在 690 V 及以下的笼型感应电动机,见 JB/T 8158。

单相电动机和多速三相电动机:0.3 倍额定转矩。

8.5 超速

电机应设计为能承受表 15 所规定的转速。

超速试验通常并非必需,但当有协议作出规定时应进行该试验。(对于透平型交流发电机,同时参见 GB/T 7064。超速试验后,如无永久性的异常变形和不产生妨碍电机正常运行的其他缺陷,且转子绕组在试验后能满足耐电压试验的要求时,则应认为合格。超速试验的持续时间应为 2 min。

由于叠片转子磁轭和用楔或螺柱等固定的叠片磁极因受力而下陷,超速试验后,在直径上产生微小的永久性增长是自然的,不应作为影响电机正常运行的异常变形现象。

当由水轮机驱动的同步发电机投入运行试验时,应将电机一直驱动至超速保护装置动作的转速,以确保直至该转速平衡都是良好的。

表 15 超速

项号	电机型式	超速要求
1	交流电机	1.2 倍最高额定转速
1a)	除下列规定外的所有电机	除非另有规定,应为机组的飞逸转速,但不低于 1.2 倍最高额定转速
1b)	水轮机驱动的发电机,任何与主机直接联接(电或机械)的辅助电机	机组规定的飞逸转速,但不低于 1.2 倍最高额定转速
1c)	在某些情况下可被负载反驱动的电机电机	1.1 倍在额定电压时的空载转速。对与负载整体联接而不会临时脱开的电动机,“空载转速”应理解为最轻负载下的转速
2	直流电机	
2a)	并励和他励电动机	1.2 倍最高额定转速或 1.15 倍相应空载转速,取两者中较大者
2b)	转速调整率为 35% 及以下的复励电动机	1.2 倍最高额定转速或 1.15 倍相应空载转速,取两者中较大者,但不超过 1.5 倍最高额定转速
2c)	串励电动机和转速调整率大于 35% 的复励电动机	制造厂应规定最高安全运行转速,并在铭牌上标明。这类电动机的超速应为 1.1 倍最高安全运行转速。对能承受 1.1 倍额定电压下空载转速的电动机,铭牌上不需标明最大安全运行转速
2d)	永磁电动机	超速应按项 2a) 规定,但另有串励绕组的电动机除外,对此应根据情况按项 2b) 或 2c) 规定超速
2e)	发电机	1.2 倍额定转速

8.6 同步电机的短路电流

除非另有规定,同步电机和不包括在 GB/T 7064 中的透平型电机,当在额定电压下运行,且各相同时短路时,短路电流峰值应不超过额定电流峰值的 15 倍或其有效值的 21 倍。

可用计算或在 50% 或以上额定电压下试验校核。

8.7 同步电机承受短路试验

同步电机的三相短路试验只有在用户要求时才进行。除非另有规定,试验应在电机作空载运行且励磁相应于额定电压下进行。试验不应在空载励磁超过相应于 1.05 倍额定电压时进行。

电机和电网间可能接有变压器,考虑到变压器的阻抗,经协议试验励磁可以降低,经协议也可在具有过励装置的运行地点进行试验。短路应持续 3 s。

如在本试验后不产生有害的变形,且能满足随后的耐电压试验的要求(见第 8.1 条表 14),则应认为试验合格,对三相透平型电机,见 GB/T 7064。

8.8 换向器电机的换向试验

直流或交流换向器电机应能在从空载直至 8.2 和 8.3 分别规定的过电流或过转矩的运行中不产生有害火花,且不在换向器或电刷表面造成永久性损害。运行时,电刷位置不变。如需进行热试验,则换向试验应在热试验结束后立即进行。

8.9 同步电机电话谐波因数(THF)

表 16 加权系数

频率 Hz	加权系数(λ_n)	频率 Hz	加权系数(λ_n)
16.66	0.000 001 17	2 050	1.79
50	0.000 044 4	2 100	1.81
100	0.001 12	2 150	1.82
150	0.006 65	2 200	1.84
200	0.023 3	2 250	1.86
250	0.055 6	2 300	1.87
300	0.111	2 350	1.89
350	0.165	2 400	1.90
400	0.242	2 450	1.91
450	0.327	2 500	1.93
500	0.414	2 550	1.93
550	0.505	2 600	1.94
600	0.595	2 650	1.95
650	0.691	2 700	1.96
700	0.790	2 750	1.96
750	0.895	2 800	1.97
800	1.000		
850	1.10	2 850	1.97
900	1.21	2 900	1.97
950	1.32	2 950	1.97
1 000	1.40	3 000	1.97
1 050	1.46	3 100	1.94
1 100	1.47	3 200	1.89
1 150	1.49	3 300	1.83
1 200	1.50	3 400	1.75
1 250	1.53	3 500	1.65
1 300	1.55	3 600	1.51
1 350	1.57	3 700	1.35
1 400	1.58	3 800	1.19
1 450	1.60	3 900	1.04
1 500	1.61	4 000	0.890
1 550	1.63	4 100	0.740
1 600	1.65	4 200	0.610
1 650	1.66	4 300	0.496
1 700	1.68	4 400	0.398
1 750	1.70	4 500	0.316
1 800	1.71	4 600	0.252
1 850	1.72	4 700	0.199
1 900	1.74	4 800	0.158
1 950	1.75	4 900	0.125
2 000	1.77	5 000	0.100

8.9.1 概述

在 8.9.2 和 8.9.3 中规定的要求仅适用于联接于电网并在标称频率为 $16\frac{2}{3}\text{Hz}\sim 100\text{Hz}$ 范围内运行的 300 kW(或 kVA) 及以上的同步电机,其目的是为了降低输电线与邻近回路间的干扰。

8.9.2 限值

当在开路 and 额定转速及额定电压下试验时,按 8.9.3 规定的方法所测得的线电压电话谐波因数 (THF) 应不超过下列数值:

电机的额定输出	THF
300 kW(或 kVA) $\leq P_N \leq 1\,000\text{ kW(或 kVA)}$	5%
1 000 kW(或 kVA) $< P_N \leq 5\,000\text{ kW(或 kVA)}$	3%
5 000 kW(或 kVA) $< P_N$	1.5%

注

- 1 对单个谐波不作规定,因为满足上述要求的电机将能良好运行。
- 2 对以特殊方式接于电网上的同步电机(例如电机的中点接地且电机不经变压器与电网联接),其波形要求应按协议。

8.9.3 试验

交流发电机应进行型式试验以确定是否符合 8.9.2 的要求。频率测量的范围应包括从额定频率至 5 000 Hz 内的所有谐波。

可用仪表连同为此目的专门设计的网络直接测量 THF 值,也可测量每一个谐波,根据所测得的数值用下式计算 THF 值:

$$THF(\%) = \frac{100}{U} \sqrt{E_1^2 \lambda_1^2 + E_2^2 \lambda_2^2 + E_3^2 \lambda_3^2 + \dots + E_n^2 \lambda_n^2}$$

式中: E_n —— n 次谐波线电压的有效值;

U ——电机线电压的有效值;

λ_n ——相应于 n 次谐波频率的加权系数。

表 16 为不同频率的加权系数,图 13 的曲线可用于求取插入值。

9 铭牌

9.1 概述

每台电机应具有一块或多块、采用耐久性材料制造的铭牌,并牢固地装在电机上。

所有铭牌应根据电机的结构及安装型式装在使用时易于见到的部位。如电机安装于设备之内,或与设备组合为整体,不容易见到铭牌,制造厂应按要求提供第二块铭牌装在设备上。

9.2 标记

额定输出为 750 W(或 VA) 及以下且结构尺寸不在 GB/T 4772 标准范围内以及额定输出为 3 kW(或 kVA) 及以下特殊用途的装入式电机,铭牌上至少应标出第 1)、2)、11) 和 12) 项。

其他情况下,按适用情况在铭牌上应永久性地标出以下诸项内容。这些项目不必全部标在同一块铭牌上。量值和单位的字母符号应符合 IEC 60027-1 和 GB/T 13394 的要求。

如制造厂提供更多的资料,则无须标志在铭牌上。

为便于参考,诸项目冠以编号,但在铭牌上的顺序不作规定,诸项目可作适当的组合。

1) 制造厂名或标记。

2) 制造厂的产品编号或识别标记。

注:单纯的识别标记可用以识别每类型电机,该类电机是按同一电气和机械设计且每一批均采用同样工艺制造的。

3) 识别制造年份的信息。该信息应标志在铭牌上或列于单独的数据表中随电机供给用户。

注:如援引第 2 项规定的资料可从制造厂得知这一信息,也可以在铭牌和单独的数据表中略去此项。

- 4) 制造厂的电机型号。
- 5) 交流电机的相数。
- 6) 所采用的定额和性能标准的编号(如:GB 755—2000)。
- 7) 符合 GB/T 4942.1 规定的外壳防护等级(IP 代码)。
- 8) 热分级或温升限值,必要时,对带水冷冷却器电机还缀以温升是由初级或次级冷却介质起算的测量方法,用“P”(初级)或“S”(次级)字母表示,见 7.2。
- 9) 除连续定额 S1 工作制以外的电机定额类别,见 4.2。
- 10) 额定输出,见 4.5。
- 11) 额定电压或额定电压范围。
两种不同额定电压 X 和 Y 应标以 X/Y,从 X 到 Y 的额定电压范围应标以 X-Y。
- 12) 交流电机的额定频率或额定频率范围。
交直流两用电动机,在额定频率后边缀以适当的符号。
例如 ~50 Hz/== 或 a. c. 50 Hz/d. c.
- 13) 额定电流。
- 14) 额定转速或额定转速范围。
- 15) 联接点超过三个的交流三相电机的接线图或接线说明。这些说明应标在指示牌上,指示牌应装在靠近接线盒的部位或装在接线盒内。
- 16) 如不按 8.5 规定的允许超速值。
- 17) 他励或并励直流电机以及同步电机的额定磁场电压和额定磁场电流。
- 18) 交流电机的额定功率因数。
- 19) 绕线转子感应电机集电环之间的额定开路电压及额定转子电流。
- 20) 电枢由静止电力变流器供电的直流电动机,符合 JB/T 7062 规定的电力变流器的识别代号。对功率不超过 5 kW 的电动机,额定波形因数以及静止电力变流器输入端子上的额定交流电压(当此电压超过电动机电枢回路额定直流电压时)。
- 21) 不同于 40℃ 时的最高环境温度。
不同于 25℃ 时的最高水温。
- 22) 如不按第 5.4 条规定的最低环境空气温度。
- 23) 电机设计所依据的海拔高度(如海拔超过 1 000 m)。
- 24) 氢冷电机在额定输出时的氢气压力。
- 25) 如有规定,重量超过 30 kg 的电机总重量。
- 26) 适于单一方向旋转的电机,以箭头指示旋转方向。指示箭不必标在铭牌上,但要容易看到。
如非经原制造厂修理或改变部分或全部绕组的电机,应提供一辅助铭牌,用以标明修理承包商的名
称、修理年份以及改变内容。

10 其他要求

10.1 电机的接地

电机应具有联接防护导线或接地导线的装置,并用相应的符号或图形标志。本要求不适用于具有附加绝缘的电机、额定电压交流 50 V 及以下或直流 120 V 及以下的电机(见 GB/T 14821.1 及 JB/T 5980)、或安装在具有附加绝缘的成套装置中的电机。

对额定电压大于交流 50 V 或直流 120 V 但不超过交流 1 000 V 或直流 1 500 V 的电机,接地导线端子应置于接线端子附近。如有接线盒时,则应置于接线盒内。对额定输出超过 100 kW 的电机,应在机座上另装一个接地端子。

额定电压超过交流 1 000 V 或直流 1 500 V 的电机,应在机座上装有一个接地端子,例如一块铁

条,此外,对铠装电缆接线盒内应有联接电缆铠甲的设施。

接地端子的设计,应保证与接地导线具有良好的联接而不损坏导线或端子。对不属于工作回路的其他可触及的导体部件,彼此间应有良好的电联接,且与接地端子也作良好电联接。当电机的转子绕组以及所有轴承都带有绝缘,除非制造厂与用户协议采用另外的保护措施,转轴应与接地端子作电联接。

当接线盒内设有接地端子时,则接地导线应采用与相线相同的金属制成。

当机座上装有接地端子时,经协议接地导线可用另外的金属(例如钢)制成。在这种情况下,端子尺寸的设计应适当考虑导线的导电率。

设计接地端子时,应选用截面积符合表 17 规定的导线。当采用的接地导线尺寸大于下表规定时,建议采用与表中所列尺寸尽可能接近的其他尺寸的接地导线。

表 17 接地导线截面积

相线截面积 mm ²	接地导线或防护导线截面积 mm ²	相线截面积 mm ²	接地导线或防护导线截面积 mm ²
4	4	95	50
6	6	120	70
10	10	150	70
16	16	185	95
25	25	240	120
35	25	300	150
50	25	400	185
70	35		

对其他相线截面积,接地导线或防护导线的截面积应不小于:

- 当相线截面积小于 25 mm² 时,同相线的截面积;
- 当相线截面积为(25~50) mm² 时,为 25 mm²;
- 当相线截面积大于 50 mm² 时,为相线截面积的 50%。

接地端子应按 GB/T 4026 予以标志。

10.2 轴端键

电机轴端上有一个或多个键槽时,对每一键槽应提供一正常形状和长度的全键。

11 容差

11.1 容差

容差应符合表 18 的规定。

表 18 参量值的容差表

项号	参 量	容 差
1 1a)	效率 η 损耗分析法 50 kW(或 kVA)及以下电机	—15%(1— η)
	50 kW(或 kVA)以上电机	—10%(1— η)
1b)	输入输出法	—15%(1— η)
2	总损耗(适用于 50 kW 或 kVA 以上的电机)	总损耗的+10%
3	感应电机的功率因数 $\cos\varphi$	— $\frac{1}{6}(1-\cos\varphi)$ 最小绝对值 0.02 最大绝对值 0.07

表 18 (完)

项号	参 量	容 差
4 4a)	直流电动机转速(在满载和工作温度下) 并励和他励电动机	$1\ 000\ P_N/n_N^{(*)} < 0.67$ $\pm 15\%$ $0.67 \leq 1\ 000\ P_N/n_N < 2.5$ $\pm 10\%$ $2.5 \leq 1\ 000\ P_N/n_N < 10$ $\pm 7.5\%$ $10 \leq 1\ 000\ P_N/n_N$ $\pm 5\%$
4b)	串励电动机	$1\ 000\ P_N/n_N < 0.67$ $\pm 20\%$ $0.67 \leq 1\ 000\ P_N/n_N < 2.5$ $\pm 15\%$ $2.5 \leq 1\ 000\ P_N/n_N < 10$ $\pm 10\%$ $10 \leq 1\ 000\ P_N/n_N$ $\pm 7.5\%$
4c)	复励电动机	除非另有协议,容差按 4b)项
5	并励和复励直流电动机的转速调整率(从空载到满载)	转速调整率保证值的 $\pm 20\%$, 最小为额定转速的 $\pm 2\%$
6	并励或他励直流发电机在特性曲线上任一点的固有电压调整率	该点保证值的 $\pm 20\%$
7	复励发电机的固有电压调整率(对交流发电机还应在额定功率因数下)	保证值的 $\pm 20\%$, 最小为额定电压的 $\pm 3\%$ (在空载和满载电压保证值的两点间作一直线, 在任何负载下, 测得的电压与此直线的最大偏差应在此容差范围内)
8a)	感应电动机的转差率(在满载和工作温度下) $P_N < 1\ \text{kW}$ $P_N \geq 1\ \text{kW}$	转差率保证值的 $\pm 30\%$ 转差率保证值的 $\pm 20\%$
8b)	具有并励特性的交流(换向器)电动机的转速(在满载和工作温度下)	最高转速时, 同步转速的 -3% 最低转速时, 同步转速的 $+3\%$
9	配有起动设备的笼型感应电动机的堵转电流	电流保证值的 $+20\%$
10	笼型感应电动机的堵转转矩	转矩保证值的 $\pm 25\%$ (经协议可超过 $+25\%$)
11	笼型感应电动机的最小转矩	转矩保证值的 -15%
12	感应电动机的最大转矩	转矩保证值的 -10% , 但计及容差后, 转矩值应不小于额定转矩的 1.6 或 1.5 倍(见 8.3)
13	同步电动机的堵转电流	保证值的 $+20\%$
14	同步电动机的堵转转矩	转矩保证值的 $\pm 25\%$ (经协议可超过 $+25\%$)
15	同步电动机的失步转矩	转矩保证值的 -10% , 但计及容差后, 转矩值应不小于额定转矩的 1.35 或 1.5 倍(见 8.3.3)
16	在规定条件下交流发电机的短路电流峰值	保证值的 $\pm 30\%$
17	在规定励磁下交流发电机的稳态短路电流	保证值的 $\pm 15\%$
18	转动惯量	保证值的 $\pm 10\%$
<p>* 容差取决于以 kW 计的额定输出 P_N 和以 r/min 计的额定转速 n_N 之比。</p> <p>注</p> <p>1 仅沿一个方向表明容差时, 沿另一方向该值无限制。</p> <p>2 毋需对本表中每一项或任一项规定保证值, 凡保证值有容差的应予说明, 容差应按本表规定。</p> <p>3 应注意术语“保证”一词的不同含义, 保证值与典型值或样本值有区别。</p>		

12 电磁兼容性(EMC)

12.1 电磁兼容性(EMC)

下述要求适用于额定电压交流不超过 1 000 V、直流不超过 1 500 V 的旋转电机,这些电机在下面规定的条件下运行。

安装在旋转电机内且对其运行是不可缺少的(例如旋转励磁装置)电子元器件属于电机的一个部分。

对整体驱动系统及其组件,如动力及控制电子设备、耦合机械以及监控装置等,不论这些组件安装在电机的内部还是外部,所适用的要求均不属于本标准范围。

第 6 章的限制是对稳态运行条件下所作的规定,本条不包括瞬态过程(如起动)。

12.1.1 抗扰性限值

交流和直流电机对系统电压的变化、谐波以及多相交流电机对所接系统不平衡程度的抗扰性限值按第 6 章规定。

12.1.2 发射限值

注:下面列出的限值表引自 GB 4824。

12.1.2.1 感应电机

感应电机接于符合第 6 章规定的电网时,不产生高于表列的辐射骚扰:

- 笼型转子电机或带提刷-短接装置的绕线转子电机按表 19;或
- 带集电环连续运行的绕线转子电机按表 20。

传导发射本来就比表 19 规定的限值低得多。

12.1.2.2 同步电机

同步电机接于符合第 6 章规定的电网时,无刷结构电机的辐射骚扰不会高于表 19 规定的限值;带集电环结构电机的辐射骚扰不会高于表 20 规定的限值。

低频传导发射要求已列入 8.9。较高频率的传导发射本来就比表 19 规定的限值低得多。

表 19 电机无刷运行时的电磁骚扰限值

	频率范围	限值
辐射骚扰	30 MHz~230 MHz	30 dB(μ V/m)准峰值, 在 10 m 距离处 ¹⁾ 测量
	230 MHz~1 000 MHz	37 dB(μ V/m)准峰值, 在 10 m 距离处 ¹⁾ 测量
交流电源端子上 传导骚扰	0.15 MHz~0.5 MHz 限值随频率对数线性衰减	66~56 dB(μ V)准峰值 56~46 dB(μ V)平均值
	0.5 MHz~5 MHz	56 dB(μ V)准峰值 46 dB(μ V)平均值
	5 MHz~30 MHz	60 dB(μ V)准峰值 50 dB(μ V)平均值
1) 可以在 3 m 距离处测量,限值增大 10 dB。		

12.1.2.3 换向器电机

由平滑直流电压供电的直流电机以及接于符合第 6 章规定电网的交流换向器电动机,其辐射骚扰应不超过表 20 规定的限值。

交流换向器电机的传导发射应低于表 20 的规定。

直流电机的传导发射无关紧要,因为这类电机不与交流电源直接联系。

12.1.3 试验

12.1.3.1 抗扰性试验

不要求进行抗扰性试验来表明符合本条规定。

12.1.3.2 发射试验

输出为 300 kW(或 kVA)及以上的同步电机应进行低频传导发射的型式试验,以检验是否符合 8.9.2 的要求。

交流换向器电机应在负载状态下作型式试验,以检验传导和辐射发射是否符合 12.1.2.3 的要求。

带换向器直流电机应在负载状态下作型式试验,以检验辐射发射是否符合 12.1.2.3 的要求。

应按 GB 4824、GB 4343 及 GB/T 6113.1 适用方法进行试验。

不要求进行其他试验来表明符合本条规定。

表 20 电机带电刷运行时的电磁骚扰限值

	频率范围	限值
辐射骚扰	30 MHz~230 MHz	30 dB(μV/m)准峰值, 在 30 m 距离处 ¹⁾ 测量
	230 MHz~1 000 MHz	37 dB(μV/m)准峰值, 在 30 m 距离处 ¹⁾ 测量
交流电源端子处 传导骚扰	0.15 MHz~0.5 MHz	79 dB(μV)准峰值 66 dB(μV)平均值
	0.5 MHz~5 MHz	73 dB(μV)准峰值 60 dB(μV)平均值
1) 可以在 10 m 距离处测量,限值增大 10 dB 或在 3 m 距离处测量,限值增大 20 dB。		

13 安全

13.1 安全

除非本标准有其他规定,按本标准规定的旋转电机应符合 GB/T 5226.1 的要求,电机的设计和结构应尽可能地按照国际上公认对应用合适的最佳设计实践。

注:对以电机作为组件的设备,设备的组装厂或制造厂应负责确保整体设备的安全。

容许涉及到相关产品标准的规定,如:

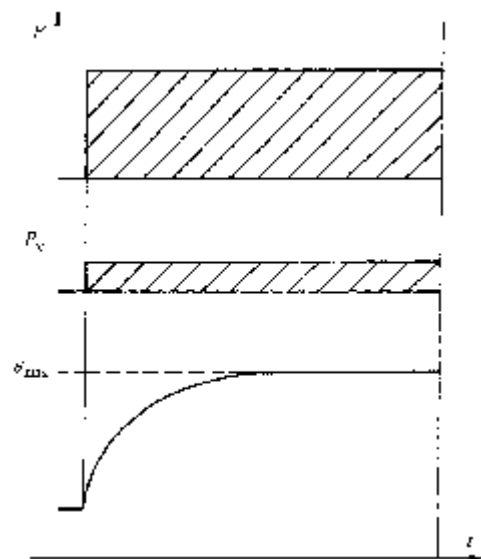
GB 3836 爆炸性环境用防爆电气设备;

GB 4706 家用及类似用途电器的安全;

以及旋转电机的系列标准,包括:

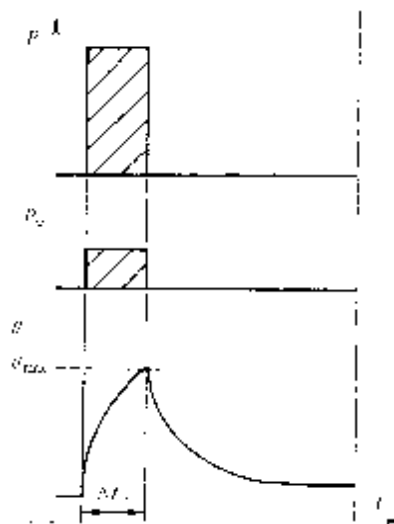
GB/T 4942.1、GB/T 1993、GB 997、GB 1971、GB 10069、GB/T 13002、JB/T 8158 和 GB 10068。

此外,还需要考虑表面温度的限制和相类似的特点;作为例证可参见 GB 4706.1—1998 第 11 章:发热。



P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间

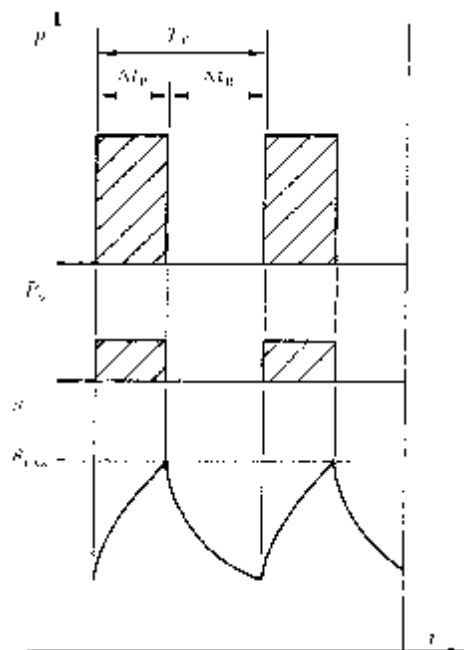
图 1 连续工作制 S1 工作制



P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间;

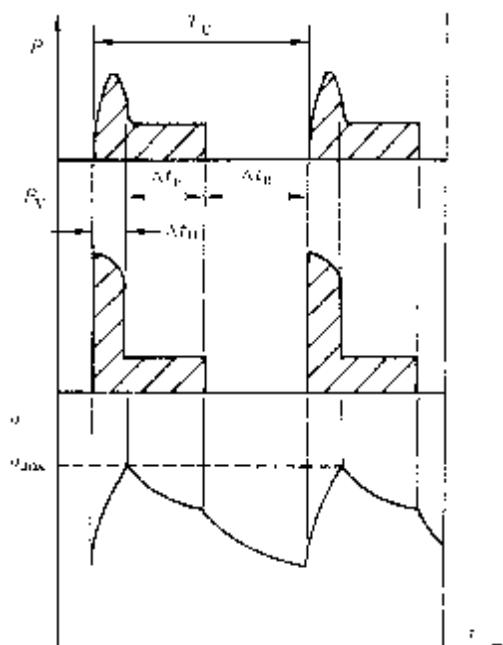
Δt_P —恒定负载运行时间

图 2 短时工作制 S2 工作制



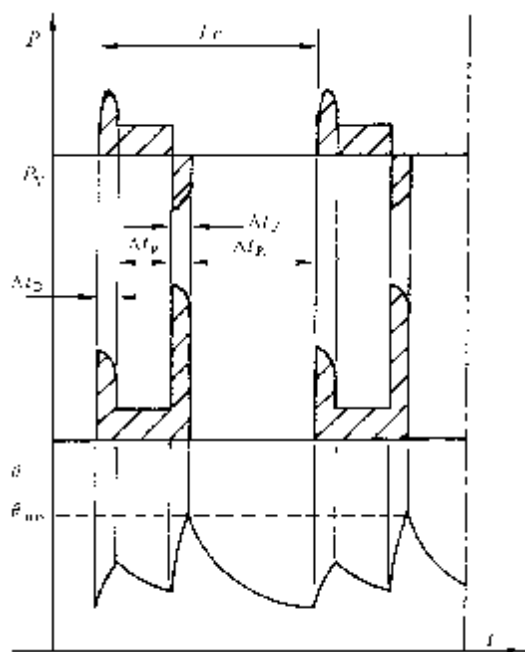
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间; T_c —负载周期;
 Δt_P —恒定负载运行时间; Δt_R —停机和断能时间;负载持续率 $=\Delta t_P/T_c$

图 3 断续周期工作制 S3 工作制



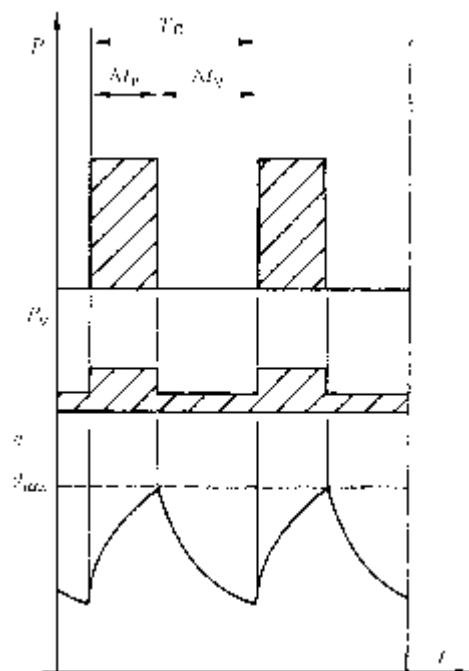
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间; T_c —负载周期; Δt_D —起动/加速时间; Δt_P —恒定负载运行时间; Δt_R —停机和断能时间;
 负载持续率 $=(\Delta t_D+\Delta t_P)/T_c$

图 4 包括起动的断续周期工作制 S4 工作制



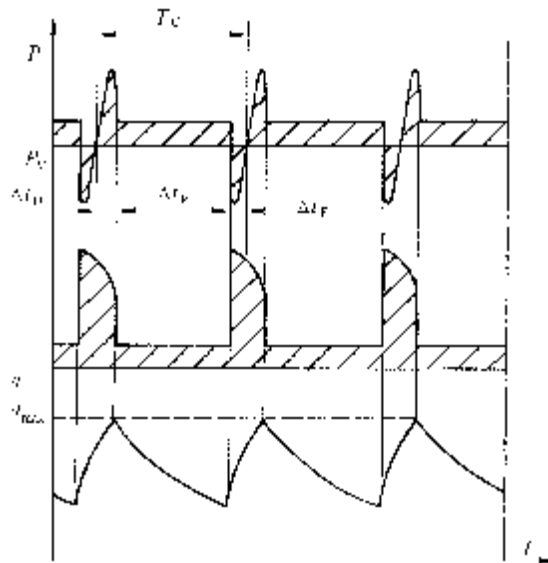
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间; T_c —负载周期; Δt_D —起动/加速时间; Δt_P —恒定负载运行时间; Δt_B —电制动时间; Δt_R —停机和断能时间; 负载持续率 $= \Delta t_P / T_c$

图 5 包括电制动的断续周期工作制 S5 工作制



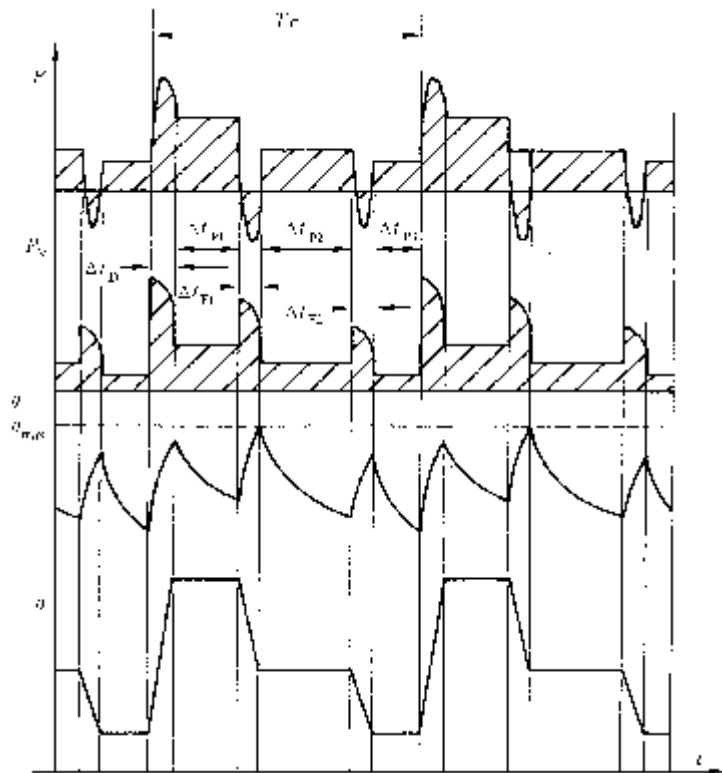
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; t —时间; T_c —负载周期; Δt_P —恒定负载运行时间; Δt_v —空载运行时间; 负载持续率 $= \Delta t_P / T_c$

图 6 连续周期工作制 S6 工作制



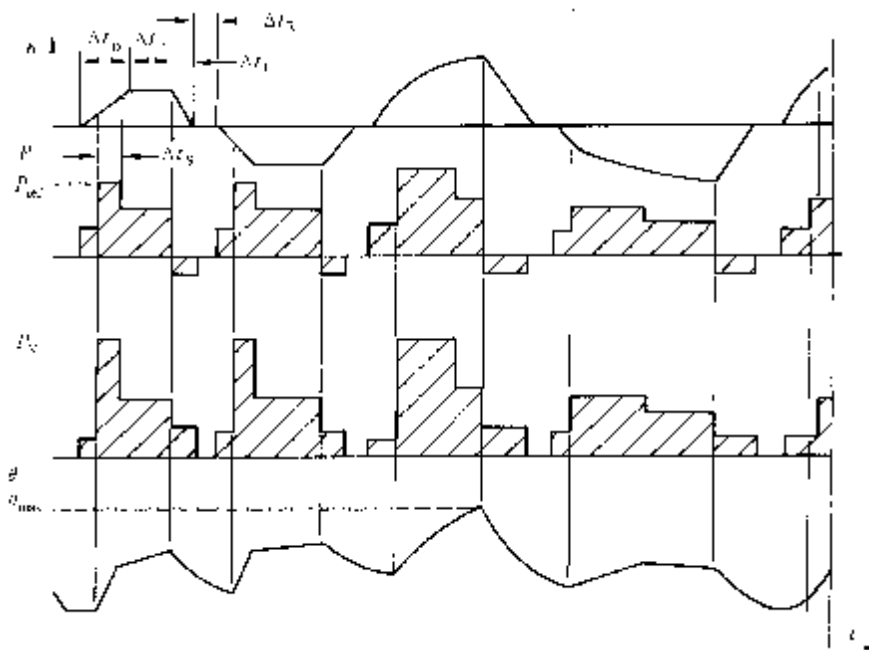
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; t —时间; T_c —负载周期; Δt_D —起动/加速时间;
 Δt_F —恒定负载运行时间; Δt_F —电制动时间;负载持续率=1

图 7 包括电制动的连续周期工作制 S7 工作制



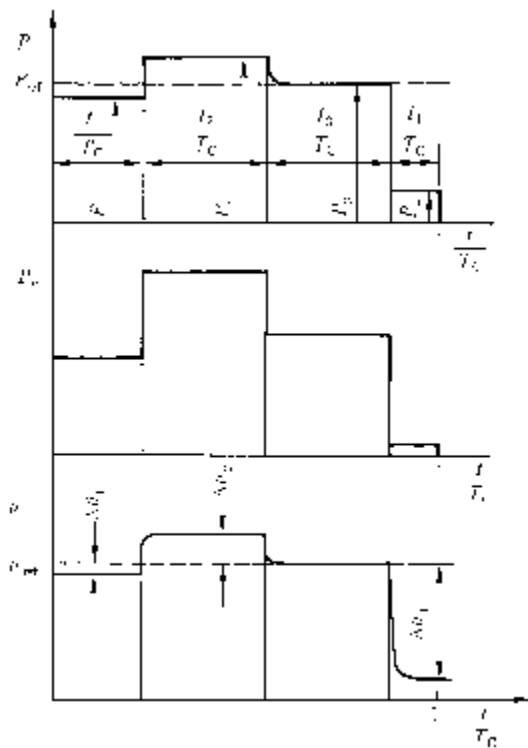
P —负载; P_v —电气损耗; θ —温度; θ_{\max} —达到的最高温度; n —转速; t —时间; T_c —负载周期;
 Δt_D —起动/加速时间; Δt_F —恒定负载运行时间(P_1, P_2, P_3); Δt_F —电制动时间(F_1, F_2);负载
 持续率= $(\Delta t_D + \Delta t_{F1})/T_c$; $(\Delta t_{F1} + \Delta t_{F2})/T_c$; $(\Delta t_{F2} + \Delta t_{F3})/T_c$

图 8 包括负载-转速相应变化的连续周期工作制 S8 工作制



P —负载； P_{ref} —基准负载； P_v —电气损耗； θ —温度； θ_{max} —达到的最高温度； n —转速； t —时间； Δt_D —起动/加速时间； Δt_F —恒定负载运行时间； Δt_F —电制动时间； Δt_n —停机和断能时间； Δt_s —过载时间

图 9 负载和转速作非周期变化的工作制 S9 工作制



P —负载； P_i —负载周期内的恒定负载； P_{ref} —基于 S1 工作制的基准负载； P_v —电气损耗； θ —温度； θ_{ref} —基准负载时的温度； T_c —负载周期； $\Delta \theta_i$ —在负载周期内每种负载时绕组的温升与基准负载时温升的差值； t —时间； t_i —负载周期中的恒定负载时间

图 10 离散恒定负载工作制 S10 工作制

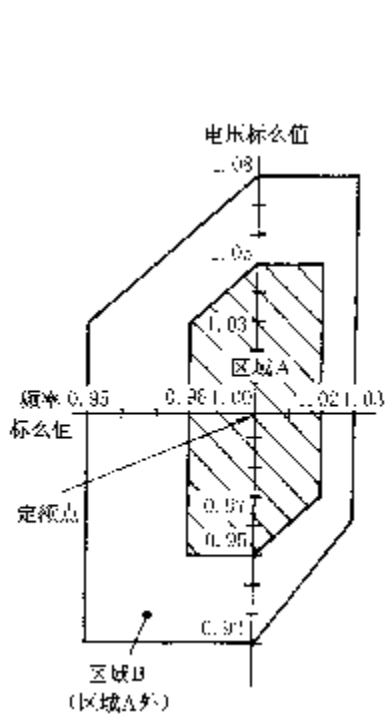


图 11 发电机的电压和频率的限值

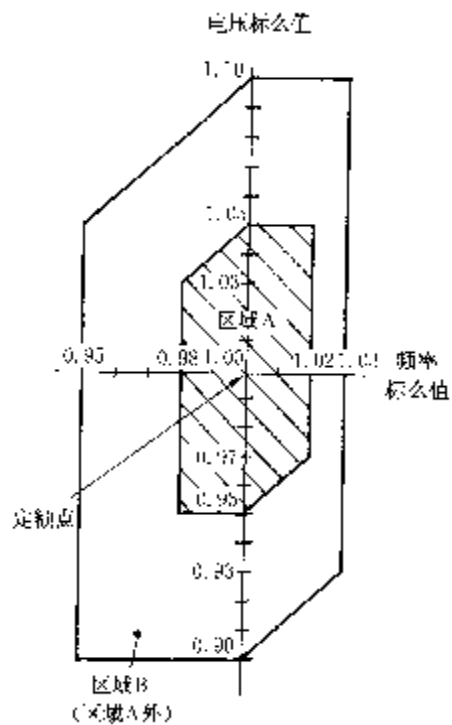
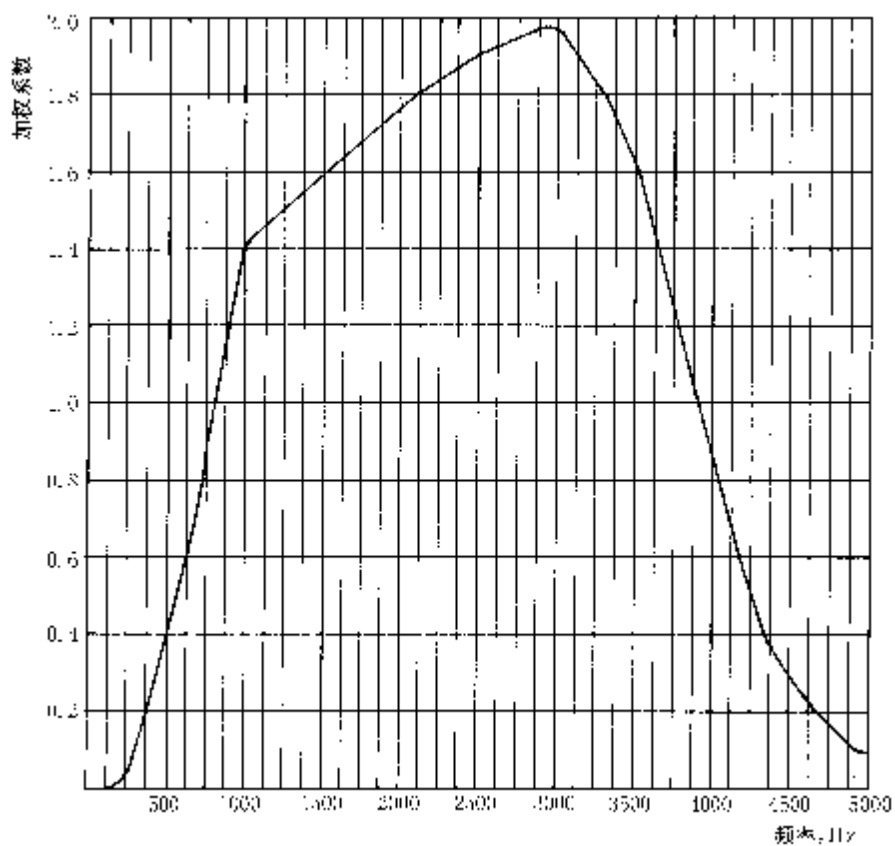


图 12 电动机的电压和频率的限值

图 13 计算 THF 值的加权曲线, 见 8.9

附 录 A
(提示的附录)

S10 工作制的应用以及确定相对预期热寿命 TL 值的导则

A1 任意时刻电机的负载等效于符合 3.2.1 的 S1 工作制,负载周期可包括以 S1 工作制为基准的非额定负载。一个负载周期可以包括不超过 4 种离散恒定负载,见图 10。

A2 以绝缘结构热老化为依据的电机相对预期寿命与一周期内各种负载值和运行时间有关,可用下式计算:

$$\frac{1}{TL} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \times 2^{\frac{\Delta \theta_i}{k}}$$

式中: TL ——与额定输出 S1 工作制预期热寿命相关连的相对预期热寿命;

$\Delta \theta_i$ ——在负载周期内每种负载时绕组的温升与基于 S1 工作制的基准负载时温升的差值;

Δt_i ——负载周期内恒定负载时间的标么值;

k ——导致绝缘结构预期热寿命缩短 50% 的温升增量, K;

n ——离散负载的数目 ($n \leq 4$)。

A3 参量 TL 是明确识别这种定额的重要部分。

A4 除根据图 10 关于负载周期的资料外,只有得知绝缘结构的 K 值才能确定参量 TL 值。应当用符合 IEC 60034-18 的实验方法按图 10 负载周期形成的整个温度范围确定 k 值。

A5 很明显,参量 TL 只能作为一相对值加以说明。与额定输出 S1 工作制运行相比较,该参量值可近似地用以评价电机预期热寿命的真实变化,这是因为考虑一周期内现实的变化负载,在整个电机寿命期间存在的影响(例如电应力,环境影响)与额定输出 S1 工作制运行时大体上是相同的。

A6 电机制造厂有责任汇集确定参量 TL 值的各种参数。