旋转电机 定额与性能

目　　次

前　　言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 4
4 工作制 8
5 定额 18
6 现场条件 21
7 电气运行条件 22
8 热性能与试验 28
9 其他性能与试验 41
10 信息要求 49
11 其他要求 52
12 容差 53
13 电磁兼容性（EMC） 55
14 应用要求 56
附　录　A　（资料性） S10 工作制的应用以及确定相对预期热寿命 TL 值的导则 57
附　录　B　（资料性） 电磁兼容（EMC）限值 58
参　考　文　献 59

图 1 连续工作制——S1 工作制 9
图 2 短时工作制——S2 工作制 10
图 3 断续周期工作制——S3 工作制 11
图 4 包括起动的断续周期工作制——S4 工作制 12
图 5 包括电制动的断续周期工作制——S5 工作制 13
图 6 连续周期工作制——S6 工作制 14
图 7 包括电制动的连续周期工作制——S7 工作制 15
图 8 包括负载-转速相应变化的连续周期工作制——S8 工作制 16
图 9 负载和转速作非周期变化的工作制——S9 工作制 17
图 10 离散恒定负载工作制——S10 工作制 18
图 11 发电机和电动机的电压和频率限值，IEC 60034-3 范围内的发电机或同步调相机和 IEC 60034-33

范围内的水轮发电机除外 27
图 12 最坏情况下电机温升(Δθ)和输出功率降低(ΔP) 与电压和频率组合的变化关系|Δ⌀|(仅为对电动机和发电机用户的建议) 28
图 13 确定 RPE,M 的 K 系数 49

表 1 优选电压定额 21
表 2 同步电机不平衡运行条件 24
表 3 CCC 代号的定义 25
表 4 电机的基本功能 28
表 5 基准冷却介质（参见表 11） 29
表 6 时间间隔 32
表 7 测点位置 34
表 8 空气间接冷却绕组的温升限值 35
表 9 氢气间接冷却绕组的温升限值 36
表 10 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 37
表 11 假定的最高环境温度 39
表 12 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（$\triangle\theta_T$） 39
表 13 直接冷却电机及其冷却介质的温度限值 39
表 14 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 40
表 15 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 40
表 16 最少检查试验项目表 41
表 17 耐电压试验 43
表 18 指定冲击电压绝缘等级(IVIC)电机的试验电压系数，根据 IEC 60034-18-41 和 IEC 60034-18-42 44
表 19 电压 1 000 V 及以下三相笼型感应电动机最大安全运行转速 46
单位为转每分 46
表 20 超速 46
表 21 接地导线截面积 52
表 22 参量值的容差表 53
表 B.1 CISPR 11 B 类 1 组 电磁发射限值 58
表 B.2 CISPR 11 A 类 1 组 电磁发射限值 58

旋转电机 定额与性能

1 范围

本文件适用于所有的旋转电机，IEC 60349系列标准所涵盖的轨道和道路车辆用旋转电机除外。

本文件范围内的电机也可符合经取代、修改或补充的其他国家标准和IEC 标准的要求，例如IEC 60079和IEC 60092。

注：如为了适用于特殊用途例如耐辐射电机或宇航电机而要对本文件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。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.25—2008 电工术语 旋转电机（IEC 60050-411:1996，IDT）

IEC 60027-1 电工技术应用的字母符号 第1部分：总则（Letter symbols to be used in electrical technology - Part 1: General）

注：GB/T 2987-1996 电子管参数符号（IEC 60027-1：1992，NEQ）

IEC 60027-4 电工技术应用的字母符号 第4部分：旋转电机（Letter symbols to be used in electrical technology - Part 4: Rotating electric machines）

IEC 60034-2 (所有部分) 旋转电机 第2部分：旋转电机（牵引电机除外）确定损耗和效率的标准试验方法（Rotating electrical machines - Part 2: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)）

IEC 60034-3 旋转电机 第3部分：汽轮机或燃汽轮驱动的同步发电机的特殊要求（Rotating electrical machines - Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines）

IEC 60034-5 旋转电机 第5部分：旋转电机整体结构的防护等级（IP代码） 分级（Rotating electrical machines - Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) - Classification）

注：GB/T 4942.1—2021 旋转电机整体结构的防护等级（IP代码）-分级（IEC 60034-5:2020，IDT）

IEC 60034-6 旋转电机 第6部分：冷却方法（IC代码）（Rotating electrical machines - Part 6: Methods of cooling (IC code)）

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

IEC 60034-8 旋转电机 第8部分：线端标志与旋转方向 （Rotating electrical machines - Part 8: Terminal markings and direction of Rotation）

注：GB/T 1971—2021 旋转电机 线端标志与旋转方向（IEC 60034-8:2014，IDT）

IEC 60034-12 旋转电机 第12部分：单速三相笼型感应电机起动特性（Rotating electrical machines - Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors）

注：GB/T 21210-2016 单速三相笼型感应电动机起动性能（IEC 60034-12:2016,IDT）

IEC 60034-15 旋转电机 第15部分：交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平 （Rotating electrical machines - Part 15: Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines）

注：GB/T 22715-2016 旋转交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平（IEC 60034-15:2009，IDT）

IEC 60034-18 (所有部分) 旋转电机 第18部分：绝缘结构功能性评定（Rotating electrical machines - Part 18: Functional valuation of insulation systems）

IEC 60034-18-41 旋转电机 第18-41部分：电压型变频器供电的旋转电机无局部放电（Ⅰ型）电气绝缘结构-鉴别和质量控制试验（Rotating electrical machines - Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in rotating electrical machines fed from voltage converters -Qualification and quality control tests）

注：GB/T 22720.1-2017 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机无局部放电（Ⅰ型）电气绝缘结构的鉴别和质量控制试验（IEC 60034-18-41:2014，IDT）

IEC 60034-18-42 旋转电机 第18-42部分：电压型变频器供电的旋转电机耐局部放电电气绝缘结构（Ⅱ型）-鉴定试验（Rotating electrical machines - Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters - Qualification tests）

注：GB/T 22720.2-2019 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机耐局部放电电气绝缘结构（Ⅱ型）的鉴定试验（IEC 60034-18-42：2017，IDT）

IEC 60034-19 旋转电机 第19部分：普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法（Rotating electrical machines - Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies）

注：GB/T 20114-2019 普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法（IEC 60034-19:2014，IDT）

IEC TS 60034-25 旋转电机 第25部分：用于电力传动系统的交流电动机-应用导则（Rotating electrical machines - Part 25: AC electrical machines used in power drive systems - Application guide）

注：GB/T 21209-2017 用于电力传动系统的交流电机 应用导则（IEC TS 60034-25：2014，IDT）

IEC 60034-27-4 旋转电机 第27-4部分：旋转电机绕组绝缘的绝缘电阻和极化指数测量（Rotating electrical machines - Part 27-4: Measurement of insulation resistance and polarization index of winding insulation of rotating electrical machines）

注：GB/T 20833.4-2021 旋转电机 绕组绝缘 第4部分：绝缘电阻和极化指数测量（IEC 60034-27-4:2018，IDT）

IEC 60034-29 旋转电机 第29部分：等效负载和叠加试验技术-间接法确定旋转电机温升（Rotating electrical machines - Part 29: Equivalent loading and superposition techniques - Indirect testing to determine temperature rise）

注：GB/T 21211-2017 等效负载和叠加试验技术间接法确定旋转电机温升（IEC 60034-29:2008，IDT）

IEC 60034-30-1 旋转电机 第30-1部分：电网供电的交流电动机能效分级(IE代码)（Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated A.C. motors (IE-code)）

注：GB/T 32891.1-2016 旋转电机 效率分级（IE代码）第1部分：电网供电的交流电动机（IEC 60034-30-1:2014，IDT）

IEC TS 60034-30-2 旋转电机 第30-2部分：变速交流电动机能效分级(IE代码)（Rotating electrical machines - Part 30-2: Efficiency classes of variable speed AC motors (IE-code)）

注：GB/T 32891.2-2019 旋转电机 效率分级（IE代码）第2部分：变速交流电动机（IEC TS 60034-30-2:2016，IDT）

IEC 60034-33 旋转电机 第33部分：同步水轮发电机（含发电电动机） 基本技术要求（Rotating electrical machines - Part 33: Specific technical requirements for synchronous hydro generators including motor-generators）

IEC 60060-1 高压试验技术 第1部分:一般定义和试验要求 （High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements）

注：GB/T 16927.1-2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求（IEC 60060-1：2021，MOD）

IEC 60085 电气绝缘 耐热性评定和表示方法（Electrical insulation - Thermal evaluation and designation）

注：GB/T 11021-2014 电气绝缘 耐热性和表示方法（IEC 60085:2007，IDT）

IEC 60204-1 机械安全 电气设备 第1部分：通用要求（Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements）

注：GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件（IEC 60204-1：2016，IDT）

IEC 60204-11 机械的安全 机械的电气设备 第11部分:交流电压1 000 V 或直流电压1 500 V 以上和36 kV以下设备的要求（Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 11: Requirements for equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV）

IEC 60335-1 家用和类似用途电器的安全 第1部分:通用要求(Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements）

IEC 60364 (所有部分) 低压电气装置（Low-voltage electrical installations）

IEC 60417 设备用图形符号 包含IEC 60417中发布的所有图形符号的12个月定期更新在线数据库（Graphical symbols for use on equipment - 12-month subscription to regularly updated online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417）

注：GB/T 5465.2-2023 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号（IEC 60417 Database:2023-03，IDT）

IEC 60445 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识 （Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors）

注：GB/T 4026-2019 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识（IEC 60445:2017，IDT）

IEC 60664-1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分 原则要求和试验（Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1:Principles, requirements and tests）

注：低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验 GB/T 16935.1-2023（IEC 60664-1:2020，IDT）

IEC 61148 阀器件堆和组合装置以及电力变流设备的端子标记（Terminal markings for valve device stacks and assemblies and for power conversion equipment）

IEC TS 61800-8 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 8: Specification of voltage on the power interface

CISPR 11 工业、科学和医疗（ISM）射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法（Industrial, scientific and medical equipment - Radiofrequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement）

注：GB 4824-2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法（CISPR 11:2015，IDT）

CISPR 14 (all parts) 家用电器、电动工具和类似装置的电磁兼容要求（Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus）

CISPR 16 (all parts) 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范（Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods）

3 术语和定义

IEC 60050-411界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注1：关于冷却及冷却介质，除3.17~3.22外，其余见IEC 60034-6。

注2：本文件中的“协议”指“制造商与用户间的协议”

ISO和IEC在以下地址维护用于标准化的术语数据库:

IEC电子百科：http://www.electropedia.org/

ISO在线浏览平台：http://www.iso.org/obp

3.1

额定值 rated value

通常由制造商对电机在规定运行条件下所指定的一个量值。

注：额定电压或电压范围指的是线端额定电压或电压范围。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-23]

3.2

定额 rating

一组额定值和运行条件。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-24]

3.3

额定输出 rated output

定额中的输出值。

3.4

负载 load

在给定时刻，通过电路或机械装置施加于电机的全部电量（发电机）和机械量（电动机）的数值。

[改写GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-01]

3.5

空载（运行） no-load(operation)

电机处于零功率输出的旋转状态（其他均为正常运行条件）。

[改写GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-02]

3.6

满载 full load

电机以其定额运行时的负载。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-10]

3.7

满载值 full load value

电机满载运行时的量值。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-11]

注：这一概念适用于功率、转矩、电流、转速等。

3.8

停机和断能 de-energized and rest

电机处在既无运动，又无电能或机械能输入时的状态。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-03]

3.9

工作制 duty

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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-06]

3.10

工作制类型 duty type

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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-13]

3.11

负载持续率 cyclic duration factor

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比，以百分数表示。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-09]

3.12

堵转转矩 locked rotor torque

电动机在额定电压、额定频率和转子在所有转角位置堵住时在其转轴上所产生的转矩的最小测得值。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-48-06]

3.13

堵转电流 locked rotor current

电动机在额定电压、额定频率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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-48-16]

3.14

（交流电动机的）最小转矩 pull-up torque (of an a.c. motor)

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。

注1：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2：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速。在这些转速下，对应于某些转子功角的加速转矩可能成为负值。

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。

3.15

（交流电动机的）最大转矩 breakdown torque (of an a.c. motor)

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。

注：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。

3.16

（同步电动机的）失步转矩 pull-out torque (of a synchronous motor)

同步电动机在额定电压、额定频率和额定励磁电流下，在同步转速时所能产生的最大转矩。

3.17

冷却 cooling

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，该介质可连续地被更换或在冷却器中被次级冷却介质所冷却。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-01]

3.18

冷却介质 coolant

传递热量的气体或液体介质。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-02]

3.19

初级冷却介质 primary coolant

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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-03]

3.20

次级冷却介质 secondary coolant

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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-04]

3.21

直接冷却（内冷）绕组 direct cooled (inner cooled) winding

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。

注：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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-08]

3.22

间接冷却绕组 indirect cooled winding

除直接冷却绕组以外的其他任何绕组。

注：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。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-44-09]

3.23

附加绝缘 supplementary insulation

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。

3.24

转动惯量 moment of inertia

物体的各个质点的质量与质点到规定轴线的距离（半径）平方乘积的总和（积分）。

3.25

热稳定 thermal equilibrium

电机发热部件的温升在半小时内的变化不超过 1 K 的状态。

注1：热平衡可以由时间-温升图来定义，即相邻间隔半小时的起点和终点之间的连线每半小时有1 K或小于1 K的梯度或每小时有2 K或小于2 K的梯度。

[改写GB/T 2900.25－2008，定义 411-51-08]

3.26

等效热时间常数 thermal equivalent time constant

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。

3.27

囊封式绕组 encapsulated winding

用模塑绝缘完全封闭或密闭的绕组。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-39-06]

3.28

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 rated form factor of direct current supplied to a d.c. motor armature from a static power converter

在额定条件下，最大允许电流的有效值$I_{\mathrm{rms,maxN}}$与其平均值I_{avN}（一个周期内的积分平均）之比，见公式（1）：

$$k_{\mathrm{fN}}=\frac{I_{\mathrm{rms,maxN}}}{I_{\mathrm{avN}}} \quad (1)$$

3.29

电流纹波因数 current ripple factor

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,见公式（2）：

$$q_{\mathrm{i}}=\frac{I_{\max}-I_{\min}}{2I_{\mathrm{av}}} \quad (2)$$

注1：如电流纹波值较小，纹波因数可近似由公式（3）表示：

$$q_{\mathrm{i}}=\frac{I_{\max}-I_{\min}}{I_{\max}+I_{\min}} \quad (3)$$

注2：如q_{i}的计算结果等于或小于0.4，式（3）可用于近似计算。

确定该值的依据宜为示波器测量(或类似的设备)，而不是电流表读数。在示波器上画一条线，连接当前电流波形的连续峰值，这条线是当前波形的包络线。该值为这个包络线的最大坐标($I_{\max}$)和最小坐标($I_{\min}$)之间纵坐标的差值。

3.30

容差 tolerance

一个量的标称值与其测量值之间的允许偏差。

3.31

型式试验 type test

对按照某一设计而制造的一台或几台电机所进行的试验，以表明这一设计符合一定的标准。

注1：如果电机型式试验和额定值或其他性能有轻微偏差也可以认为是有效的。这个偏差要经过协议允许。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-53-01]

3.32

检查试验 routine test

对每台电机在制造期间或完工后所进行的试验，以判明其是否符合标准。

[GB/T 2900.25－2008，定义 411-53-02]

3.33

飞逸转速 runaway speed

在调速器不起作用时发电机突然卸载后电动机/发电机组达到的最大转速。

注1：电动机可以是涡轮机或内燃机。

注2：对电动机来说，最大过速出现在失去电源时，这意味着电动机可能被连接的设备所驱动。

[IEC 60050-411：1996，定义 811-17-23]

3.34

主绝缘 main insulation

旋转电机的基本绝缘(参见 IEC 60664-1)。

3.35

通用变频电机 converter capable machine

设计用于在线直接起动的电机，无需特殊滤波即可在电力电子变频器上运行。

注1：此类电机包括但不限于IEC N、NE、H或HE设计，或NEMA A、B或C设计，可能受欧盟、北美或其他地区能效法规的约束。

注2：通用变频电机在其绝缘结构的热分级内运行;但由于变频器输出电压的谐波含量在不同驱动拓扑结构间存在差异，终端用户可能需要与制造商进行协调。

注3：当通用变频电机在变频驱动下运行时，所有特性的变化参见IEC TS 60034-25，例如效率和噪声。

3.36

专用变频电机 converter duty machine

为电力电子变频器供电运行专门设计的电机，其温升在规定的绝缘等级或热分级范围内。

注1：此类电机没有IEC设计或NEMA设计代号，可能排除在欧盟、北美和其他地区的能效法规之外。

3.37

轴电压 shaft voltage

电机轴端之间测量的工频电压，可能是由于磁不对称引起的。

注1：关于轴电压根本原因的更多信息，参见IEC TS 60034-24的5.5和第6章。

注2：工频的轴电压不宜与可由高频(HF)共模冲击电流引起的高频轴电压混在一起。

4 工作制

4.1 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) 在 S1～S10 中选出一个繁复程度不低于所期望的工作制。

工作制的类型应符合4.2的规定，用适当的简称来表示，写在负载值后面。

各类周期持续系数在相应的工作制类型图中有表示。

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

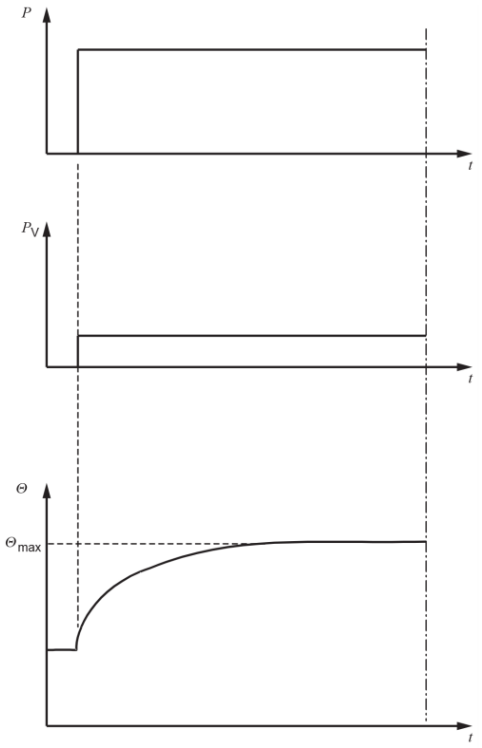
在用户未表明工作制时，制造商应认为是S1工作制（连续工作制）。

4.2 工作制类型

4.2.1 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S1。



说明：

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

4.2.2 S2 工作制—短时工作制

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/468126100024006107