

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXXX—XXXX

## 柴油机用交流发电机调节器

Voltage regulator of alternator for diesel engines

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 符号和缩略语 ..... 2

5 技术要求 ..... 2

    5.1 通用要求 ..... 2

    5.2 外观要求 ..... 2

    5.3 塑料件耐高温性能 ..... 2

    5.4 产品的材料要求 ..... 2

    5.5 产品的防护要求 ..... 2

    5.6 电气特性 ..... 2

    5.7 最高外壳温度 ..... 4

    5.8 附加功能 ..... 4

    5.9 耐抛负载性能 ..... 4

    5.10 耐振动性能 ..... 4

    5.11 耐环境性能 ..... 4

    5.12 耐工业溶剂性能 ..... 5

    5.13 电磁兼容 ..... 5

    5.14 耐久性 ..... 5

6 试验方法 ..... 5

    6.1 通用试验条件 ..... 5

    6.2 外形及安装尺寸 ..... 5

    6.3 外观检查 ..... 5

    6.4 塑料件的耐高温性能 ..... 5

    6.5 产品材料禁用物质 ..... 6

    6.6 产品防护性能 ..... 6

    6.7 电性能试验 ..... 6

    6.8 最高外壳温度 ..... 8

    6.9 附加功能试验 ..... 8

    6.10 抛负载试验 ..... 9

    6.11 振动试验 ..... 9

    6.12 耐环境试验 ..... 9

    6.13 耐工业溶剂试验 ..... 10

    6.14 电磁兼容 ..... 10

    6.15 耐久性 ..... 10

7 检验规则 ..... 10

    7.1 通则 ..... 11

7.2 出厂检验和验收检验 ..... 11

7.3 型式检验 ..... 11

7.4 其他规定 ..... 12

8 标志、包装、储存和保管 ..... 12

图 1 试验电路图..... 6

图 2 输出级饱和压降试验线路..... 7

图 3 漏电流试验电路..... 8

图 4 附加功能试验电路..... 8

图 5 热负载循环试验电路..... 10

表 1 调节器端子符号..... 2

表 2 电压调节性能..... 3

表 3 高温电压调节性能..... 3

表 4 低温电压调节性能..... 3

表 5 输出级饱和压降..... 3

表 6 发电机满载运行条件..... 8

表 7 出厂检验和验收检验..... 11

表 8 型式检验..... 11

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国内燃机标准化技术委员会（SAC/TC 177）归口。

本文件起草单位：江苏云意电气股份有限公司、徐州云泰精密技术有限公司、无锡市朗迪测控技术有限公司、浙江德宏汽车电子电器股份有限公司等。

本文件主要起草人：李金春、张建、黄永、郁青贤、胡丕学等。

# 柴油机用交流发电机调节器

## 1 范围

本文件规定了柴油机用整体式交流发电机调节器的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于柴油机用交流发电机调节器，机动车、工程机械、船舶及其它类似机械也可参照采用。

## 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 2408—2021 塑料 燃烧性能的测定水平法和垂直法

GB/T 2423.33 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kca：高浓度二氧化硫试验

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB/T 30512 汽车禁用物质要求

JB/T 14998—2024 柴油机用 电气系统 通用技术规范

JB/T 15000—2024 柴油机用交流发电机

## 3 术语和定义

JB/T 15000—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**外搭铁调节器 External grounding regulator**

与外搭铁发电机匹配的调节器。外搭铁发电机的励磁线圈通过调节器搭铁（接地）。

### 3.2

**内搭铁调节器 Internal grounding regulator**

与内搭铁发电机匹配的调节器。内搭铁发电机的励磁线圈在发电机内部直接搭铁（接地）。

### 3.3

**调节电压  $V_{\text{REG}}$  regulation voltage**

调节器与匹配发电机一起运行，发电机在规定环境温度、规定转速和规定负载下的直流输出电压。

### 3.4

**负载特性  $\Delta V$  load characteristics**

发电机在规定环境温度、规定转速下，在规定负载 $I_1$ 下的调节电压 $V_{\text{REG1}}$ 和规定负载 $I_2$ （ $I_2 > I_1$ ）下调节电压 $V_{\text{REG2}}$ 之差，即  $\Delta V = V_{\text{REG1}} - V_{\text{REG2}}$ 。

### 3.5

**转速特性  $|\Delta V|$  speed characteristics**

发电机在规定环境温度、规定负载下，在规定转速 $n_1$ 下调节电压 $V_{\text{REG1}}$ 和规定转速 $n_2$ （ $n_2 > n_1$ ）下的调节电压 $V_{\text{REG2}}$ 之差的绝对值，即  $\Delta V = |V_{\text{REG1}} - V_{\text{REG2}}|$ 。

### 3.6

**磁场峰值电流  $I_{\text{FM}}$  peak current of field**

通过励磁线圈的峰值电流。

### 3.7

**输出级饱和压降  $V_{\text{SAT}}$  saturation voltage drop of output stage**

在规定的最大磁场峰值电流下调节器的功率管饱和导通时的电压降。

3.8

预励磁电流 pre-excitation current

调节器与匹配的发电机和蓄电池一起运行,在调节器已启动而发电机尚未转动时流过发电机励磁线圈的平均电流。

4 符号和缩略语

调节器端子符号定义按表1规定。

表1 调节器端子符号

符号	定义
B+	发电机输出正极端,接蓄电池正极
D+	发电机励磁输出端
A	调节器励磁电源正极端,接B+或D+之一
F	发电机励磁电流调节端
E	搭铁端
L	充电指示灯控制端
IG	调节器激活端,通过点火开关接到蓄电池正极
P	相信号采样端
LIN	局域互连网络接口
COM	电脑控制接口

5 技术要求

5.1 通用要求

- 5.1.1 柴油机用交流发电机调节器(以下简称调节器)应按经规定程序批准的图样及技术文件制造,外形尺寸和安装尺寸应符合产品外形图的规定。
- 5.1.2 调节器的常态工作环境条件按 JB/T 14998-2024 的 4.1.2。
- 5.1.3 调节器的工作环境温度范围为-40℃~105℃,贮存温度范围为-40℃~130℃。
- 5.1.4 调节器为连续定额工作制。
- 5.1.5 调节器所用的塑料和橡胶材料的阻燃性能应符合相关技术文件的规定,由材料供应商提供相应的阻燃性能试验报告。推荐的阻燃等级为 GB/T 2408—2021 中垂直燃烧分级 V-0。

5.2 外观要求

- 调节器的外观要求应满足:
- 调节器壳体应无开裂、无封装剂流溢、无飞边毛刺现象;
  - 金属部分应无锈蚀现象,漆层(如有)应均匀,与被覆盖物结合牢固,无气泡、堆积和流痕;
  - 碳刷(如有)外形应完好,在刷腔内滑动顺畅,无卡滞现象;
  - 其他外观要求按双方协商的图纸执行。

5.3 塑料件耐高温性能

调节器用塑料件耐温性能应在产品技术条件中规定,推荐耐温等级为:≥160℃。

5.4 产品的材料要求

调节器所使用的材料应符合GB/T 30512中关于禁用物质的要求。

5.5 产品的防护要求

调节器电路板部位对异物和水的防护应符合GB/T 30038中IP67等级,其他部位如有防护要求应在产品技术条件中规定。

5.6 电气特性

### 5.6.1 电压调节性能

调节器在常态工作环境条件下，电压调节性能推荐值见表2规定。

表2 电压调节性能

序号	试验项目	试验条件	限值	
			12V 系统	24V 系统
1	调节电压 $V_{REG}$	$n=n_R$ $I=10\%I_R (\geq 5A)$	$14.5\pm 0.25$	$28.5\pm 0.3$
2	负载特性 $\Delta V$	$n=n_R$ $I_1=10\%I_R$ $I_2=90\%I_R$	$0\leq \Delta V\leq 0.5$	$0\leq \Delta V\leq 0.5$
3	转速特性 $ \Delta V $	$n_1=2000r/min$ $n_2=8000r/min$ $I=10\%I_R (\geq 5A)$	$ \Delta V \leq 0.3$	$ \Delta V \leq 0.3$

### 5.6.2 高温电压调节性能

调节器在 $105^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 高温工作环境条件下，电压调节性能应符合表3规定。

表3 高温电压调节性能

序号	试验项目	试验条件	限值	
			12V 系统	24V 系统
1	调节电压( $V_{REG}$ ) V	$n=n_R$ $I=10\%I_R (\geq 5A)$	$\geq 13V$	$\geq 26V$

### 5.6.3 低温电压调节性能

调节器在 $-40^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 低温工作环境条件下，电压调节性能应符合表4规定。

表4 低温电压调节性能

序号	试验项目	试验条件	限值	
			12V 系统	24V 系统
1	调节电压( $V_{REG}$ ) V	$n=n_R$ $I=10\%I_R (\geq 5A)$	$\leq 16V$	$\leq 32V$

### 5.6.4 调节电压温度补偿系数

调节电压温度补偿系数由供需双方协商确定，本文件推荐值为：

- 12V 系统： $(-7\sim 0)\text{mV}/^\circ\text{C}$ ；
- 24V 系统： $(-10\sim 0)\text{mV}/^\circ\text{C}$ 。

### 5.6.5 空载电压调节性能

调节器空载调节电压应不大于16V（12V系统）和32V（24V系统）。

### 5.6.6 输出级饱和压降

调节器输出级饱和压降由供需双方协商确定，本文件推荐值见表5。

表5 输出级饱和压降

功率管类别	试验条件	限值	
		12V 系统	24V 系统
场效应管	$I_{FM}=5A, T_C=23^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$	$\leq 0.5V$	$\leq 0.6V$
达林顿管	$I_{FM}=5A, T_C=23^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$	$\leq 1.2V$	$\leq 1.5V$

### 5.6.7 预励磁电流

调节器在发电机不转动的情况下的预励磁电流由供需双方协商确定。本文件推荐不带激磁管的发电机的预励磁电流不大于1.5A。

### 5.6.8 指示灯熄灭转速

调节器的指示灯熄灭转速由供需双方协商确定。本文件推荐指示灯熄灭转速不大于1600r/min。

### 5.6.9 漏电流

调节器的漏电流由供需双方协商确定, 本文件推荐无激磁管发电机静态情况下漏电流不大于1mA。

### 5.7 最高外壳温度

调节器可靠工作的最高外壳温度不超过140℃, 短期工作最高外壳温度应不超过160℃。

### 5.8 附加功能

调节器的附加功能由供需双方协商确定。本文件推荐的功能参数如下:

- a) 若调节器具有充电系统电压监视功能时, 当充电系统电压超过 16V (12V 系统) 和 32V (24V 系统) 或低于 12V (12V 系统) 和 24V (24V 系统) 时, 充电指示灯应点亮;
- b) 若调节器具有发电机励磁绕组异常警示功能, 当励磁绕组断路或短路时, 充电指示灯应点亮;
- c) 若调节器具有超温保护功能时, 当外壳温度超过产品图纸规定的保护温度时, 调节器应关断励磁电流 (或限至在规定值); 当所设置的保护条件撤销后, 调节器应能自动恢复到正常工作状态;
- d) 若调节器具有软启动功能时, 调节器启动而发电机未转动时的励磁电流占空比应在产品技术条件中规定, 本文件推荐值为  $30\% \pm 10\%$ ;
- e) 若调节器具有软加载功能时, 软加载时间和转速范围应在产品技术条件中规定, 本文件推荐值为 2.5s、5s 或 10s, 软加载有效转速范围为  $3000\text{r/min} \pm 300\text{r/min}$  以内;
- f) 若调节器具有自激功能时, 当致能端子 (L 或 IG) 断开后, 发电机转速超过 3000r/min 时, 调节器应能启动;
- g) 若 L 端具有输出功能, L 端输出低电位时, L 端的输入电流最大为 200mA, L 端对地的压降应不大于 3V; L 端输出高电位时, L 端最大输出电流为 1A, L 端对 B+ 的压降应不大于 1.5V;
- h) PCM (脉冲编码控制型) 调节器的控制逻辑和附加功能由供需双方协商确定, 当控制信号异常 (如断线) 时, 调节器默认电压推荐为  $13.5\text{V} \pm 0.25\text{V}$  (12V 系统) 和  $28.5\text{V} \pm 0.3\text{V}$  (24V 系统);
- i) COM (电脑控制型) 调节器与 ECU 的通信协议和附加功能由供需双方协商确定。当 COM 端子异常 (如断线) 时, 本文件推荐调节器的默认调节电压为  $14.3\text{V} \pm 0.25\text{V}$  (12V 系统) 和  $28.5\text{V} \pm 0.3\text{V}$  (24V 系统);
- j) 其他类型的调节器的功能和控制方式由供需双方协商确定。

### 5.9 耐抛负载性能

调节器应能承受发电机全抛负载1000次, 试验后调节器空载调节电压应符合5.6.5的规定。

### 5.10 耐振动性能

调节器应能承受JB/T 14998—2024中4.6.2规定的振动和冲击试验, 试验条件按照产品安装部位为“发动机上”执行。试验后调节器应无零部件松动和破损, 电性能应符合本文件5.6.1的规定。

### 5.11 耐环境性能

#### 5.11.1 耐低温性能

调节器应能承受JB/T 14998—2024中4.7.1规定的耐低温试验, 试验后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.2 耐高温性能

调节器应能承受JB/T 14998—2024中4.7.2规定的耐高温试验, 试验后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.3 耐温度变化性能



调节器应能承受JB/T 14998—2024中4.7.3规定的耐温度变化试验，恢复常温后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.4 耐温度、湿度循环变化性能

调节器耐温度、湿度循环变化性能应符合JB/T 14998—2024中4.7.4的规定，试验后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.5 耐恒定湿热性能

调节器应能承受JB/T 14998—2024中4.7.5规定的耐恒定湿热试验，恢复常温后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.6 耐交变湿热性能

调节器耐交变湿热性能应符合JB/T 14998—2024中4.7.6的规定，试验后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.7 耐盐雾性能

有要求时，调节器应按照JB/T 14998—2024中4.7.7的规定进行盐雾试验，试验时间为96h。试验后调节器金属部分应无基体腐蚀现象，调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.11.8 耐硫化性能

如有必要，调节器应按照GB/T 2423.33的规定进行高浓度二氧化硫试验，试验条件按Kca1，试验周期数为10。试验后调节器电性能应符合本文件5.6.1的规定。

#### 5.12 耐工业溶剂性能

调节器耐工业溶剂性能应符合JB/T 14998—2024中4.9的规定，试验后调节器的外观应无变化，电性能符合5.6.1的规定。

#### 5.13 电磁兼容

调节器的电磁抗扰性和电磁骚扰性应符合JB/T 15000—2024中4.2.13的规定。

#### 5.14 耐久性

##### 5.14.1 热负载循环耐久性

调节器应能承受3000次热负载循环试验，试验后电性能应符合5.6.1的规定。

##### 5.14.2 发电机耐久性

调节器应能承受JB/T 15000—2024中4.5规定的交流发电机耐久性试验。

### 6 试验方法

#### 6.1 通用试验条件

调节器的通用试验条件按照JB/T 14998—2024中5.1的规定执行。

#### 6.2 外形及安装尺寸

调节器外形及安装尺寸采用符合精度要求的检测量具进行检测。

#### 6.3 外观检查

调节器外观采用目视检查，碳刷在刷腔内是否卡滞采用手指按压碳刷伸出端并缓慢松开的方法检查。

#### 6.4 塑料件的耐高温性能

如无特殊说明，塑料的耐高温性能按照以下方法进行：

- a) 在室温下测量调节器的安装尺寸及其与其他零部件的配合尺寸并记录；
- b) 将调节器放入 160℃ 的高温箱中储存 8h，恢复常温后再次测量上述尺寸并记录；
- c) 比较同一尺寸的两次测量结果，其尺寸变化量在产品图规定的范围内为合格。

## 6.5 产品材料禁用物质

调节器所用材料中禁用物质按照 GB/T 30512 规定的方法试验。

## 6.6 产品防护性能

产品防护性能按照 GB/T 30038 规定的方法试验。

## 6.7 电性能试验

### 6.7.1 试验条件

如无特殊说明，电性能试验应在下列条件下进行：

- a) 试验用电压表精度不低于 0.5 级，其他电气测量仪表精度不低于 1 级，除另有规定外，试验环境温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 调节器必须与检验合格且匹配的发电机配套试验；
- c) 试验应在调节器测试台或发电机测试台上进行，试验电路如图 1 所示（调节器其他引出端未画出，但试验时应按调节器技术规格书正确连接）。试验所用蓄电池应为符合标称电压的铅酸蓄电池，蓄电池应充电饱和。

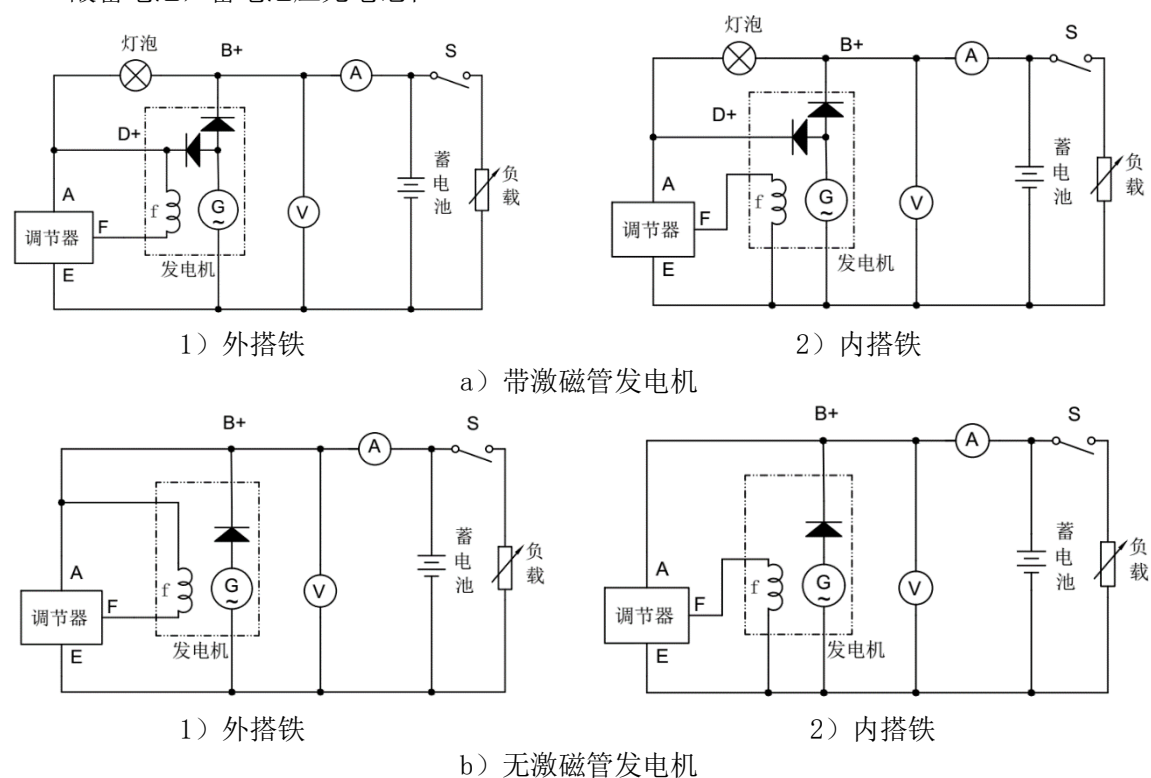


图1 试验电路图

### 6.7.2 电压调节性能

如无特殊说明，电压调节性能按照以下方法进行：

- a) 调节器与匹配发电机及蓄电池一起运行，发电机按表 2 中序号 1 的试验条件运行，检测发电机 B+ 端电压，即为调节器调节电压。
- b) 发电机按照表 2 序号 2 的试验条件分别运行，检测负载为  $I_1$  时的 B+ 端电压  $V_{\text{REG1}}$  和负载为  $I_2$  时的 B+ 端电压  $V_{\text{REG2}}$ ，计算  $\Delta V = V_{\text{REG1}} - V_{\text{REG2}}$ ，即为调节器负载特性。

- c) 发电机按照表 2 序号 3 的试验条件分别运行, 检测转速为  $n_1$  时的 B+端电压  $V_{REG1}$  和转速为  $n_2$  时的 B+端电压  $V_{REG2}$ , 计算  $|\Delta V| = |V_{REG1} - V_{REG2}|$ , 即为调节器转速特性。

### 6.7.3 高温电压调节性能

将发电机试验环境温度调节至  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  并保持 1h 以上使温度均匀, 然后按 6.7.2 中 a) 项规定测量调节器的调节电压。

### 6.7.4 低温电压调节性能

将发电机试验环境温度调节至  $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  并保持 1h 以上使温度均匀, 然后按 6.7.2 中 a) 项规定测量调节器的调节电压。

### 6.7.5 调节电压温度补偿系数

调节器调节电压温度补偿系数的试验方法由供需双方协商确定, 本文件推荐的方法如下。分别按 6.7.2 a)、6.7.3 和 6.7.4 测得室温调节电压  $V_{REG}$ 、高温调节电压  $V_{REGH}$  和低温调节电压  $V_{REGL}$ , 然后按以下方法计算:

- 温度系数 1 =  $(V_{REGH} - V_{REG}) / (105 - 23)$ ;
- 温度系数 2 =  $(V_{REG} - V_{REGL}) / [23 - (-40)]$ ;
- 温度系数 1 和温度系数 2 均应符合 5.6.4 的要求。

### 6.7.6 空载电压调节性能

在环境温度  $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  下, 调节器与匹配发电机一起运行, 在额定转速下转入空载 (包括断开蓄电池) 运行, 测量发电机 B+端的电压, 应符合 5.6.5 的规定。

### 6.7.7 输出级饱和压降

输出级饱和压降试验线路见图 2, 可变电压  $U_{in}$  为 13V (12V 系列) 或 26V (24V 系列), 调节电阻  $R$  值使电流表指示值  $I$  达到表 5 中  $I_{FM}$  值, 然后测量调节器 A 端与 F 端之间 (内搭铁) 或调节器 F 端与 E 端之间 (外搭铁) 的电压降即为输出级饱和压降  $V_{SAT}$ , 试验时间不大于 30s。

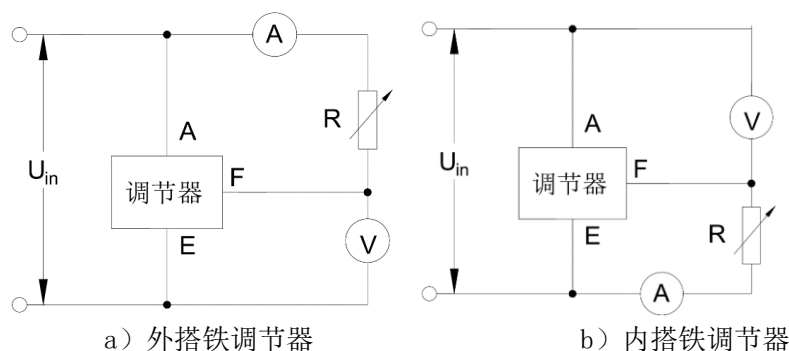


图2 输出级饱和压降试验线路

### 6.7.8 预励磁电流

试验电路如图 1 所示, 对带激磁管发电机, 灯泡功率由供需双方协商确定, 本文件推荐灯泡功率为 2W。对无激磁管发电机, 调节器需要在 L 端 (或 IG 端) 提供开启信号。发电机不转动的情况下电流表测得的平均电流即为发电机预励磁电流, 应符合 5.6.7 的规定。

注: 电流表测得的电流值还包括调节器自身消耗的电流, 但此电流相对于预励磁电流可以忽略。

### 6.7.9 指示灯熄灭转速

试验电路如图 1 所示, 断开负载开关 S, 缓慢增加发电机转速至灯泡熄灭, 此转速即为指示灯熄灭转速, 应符合 5.6.8 的规定。

### 6.7.10 漏电流

对无激磁管发电机，按照图3连接电路，对12V系统，试验电压 $U_T=13V$ ，励磁线圈等效电阻 $R_f=3\Omega$ ；对24V系统，试验电压 $U_T=26V$ ，励磁线圈等效电阻 $R_f=7\Omega$ ，调节器开启端子（L或IG）均保持断开，此时毫安表的示数即为调节器漏电流，应符合5.6.9的规定。

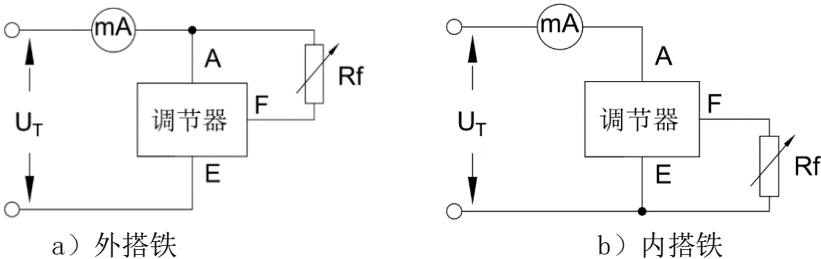


图3 漏电流试验电路

6.8 最高外壳温度

调节器安装到配套的发电机中，发电机分别在环境温度 $23^{\circ}C\pm5^{\circ}C$ 和 $105^{\circ}C\pm2^{\circ}C$ 下以转速3000r/min满载运行至温升稳定，发电机满载运行电压 $V_o$ 如表6所示。用测温仪表测量调节器散热片的表面温度，最高值即为调节器最高外壳温度。

表6 发电机满载运行条件

环境温度	$23^{\circ}C\pm5^{\circ}C$	$105^{\circ}C\pm2^{\circ}C$
12V 系统	$V_o=13.5V$	$V_o=13V$
24V 系统	$V_o=27V$	$V_o=26V$

6.9 附加功能试验

6.9.1 电压异常警示功能

试验电路如图4所示。 $R_f$ 为模拟励磁绕组电阻，调节器P端连接输出幅值为试验电压 $U_T$ 、频率为300Hz的方波信号。K2和K4保持断开，接通K1和K3，试验电压 $U_T$ 从0逐渐升高，电压值在低于警示电压下限时，指示灯应点亮，在高于警示电压下限且低于警示电压上限时，指示灯应熄灭，在高于警示电压上限时，指示灯应点亮。

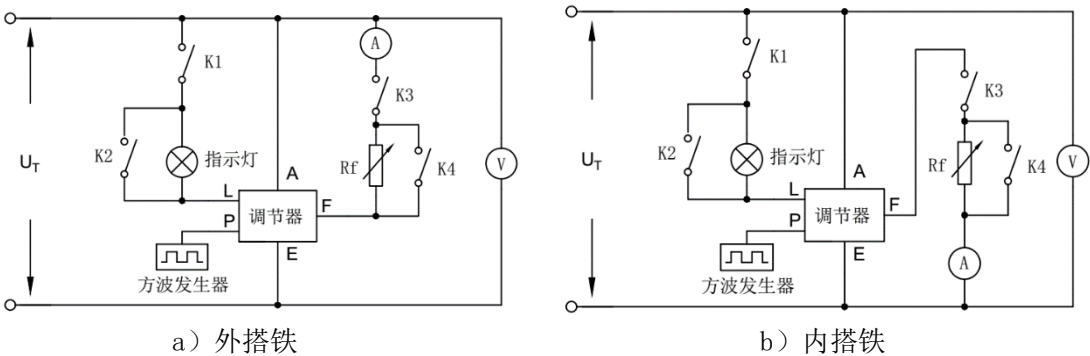


图4 附加功能试验电路

6.9.2 励磁绕组短路保护功能

试验电路如图4所示。试验电压 $U_T$ 调节至13.5V（12V系统）或27V（24V系统），K2保持断开，接通K1、K3和K4，指示灯应点亮；断开K4，指示灯应熄灭；断开K3指示灯应点亮。试验后电压调节性能应符合本文件5.6.1的规定。

6.9.3 超温保护功能

试验电路如图4所示。试验电压 $U_T$ 调节至13.5V（12V系统）或27V（24V系统），K2和K4保持断开，接通K1和K3，电流表应显示最大励磁电流值；调节器置于高温箱中加热至外壳温度达到规定温度时，电

流表指示规定值；当外壳温度下降到低于保护温度时，电流值恢复。

#### 6.9.4 软启动功能

试验电路如图1所示。在发电机不转动的情况下，用示波器测量F端波形，计算波形占空比。

#### 6.9.5 软加载功能

试验电路如图1所示。发电机转速自2500r/min起逐步增加，将输出电流从空载瞬间增加至满载，用示波器观测F端波形占空比从0%变化至100%所用的时间，即为软加载时间，当转速增加至软加载现象消失时，此转速即为软加载有效的上限转速。

#### 6.9.6 自激功能

试验电路如图1所示。断开调节器开启信号端（L端或IG端），缓慢增加发电机转速，直至发电机输出电压达到13.5V（12V系统）或27V（24V系统）以上时的转速，即为自激转速。

#### 6.9.7 PCM 调节器默认调节电压

调节器安装到配套的发电机中，发电机安装到发电机试验台上，调节器接收控制端（RC端）不连接PCM控制器，按照本文件6.7.2规定的方法测量调节电压 $V_{REG}$ ，应符合要求。

#### 6.9.8 COM 调节器默认调节电压

调节器安装到配套的发电机中，发电机安装到发电机试验台上，调节器COM端不连接COM控制器，按照本文件6.7.2规定的方法测量调节电压 $V_{REG}$ ，应符合要求。

#### 6.10 抛负载试验

调节器安装到配套的发电机中，发电机安装到发电机试验台上。发电机以 $n_R$ 和 $I_R$ 运行10s后立即抛负载（包括蓄电池）转至空载运行15s，为一次抛负载，共进行1000次。试验后按照本文件6.7.2规定的方法测量调节电压 $V_{REG}$ ，应符合要求。

#### 6.11 振动试验

调节器在不工作状态下按JB/T 14998-2024中5.6.2的规定执行。

#### 6.12 耐环境试验

##### 6.12.1 耐低温试验

调节器的耐低温试验按照JB/T 14998-2024中5.7.1的规定进行。

##### 6.12.2 耐高温试验

调节器的耐高温试验按照JB/T 14998-2024中5.7.2的规定进行。

##### 6.12.3 耐温度变化试验

调节器的耐温度变化试验按照JB/T 14998-2024中5.7.3的规定进行。

##### 6.12.4 耐温度、湿度循环变化试验

调节器的耐温度、湿度循环变化试验按照JB/T 14998-2024中5.7.4的规定进行。

##### 6.12.5 耐恒定湿热试验

调节器的耐恒定湿热试验按照JB/T 14998-2024中5.7.5的规定进行。

##### 6.12.6 耐交变湿热试验

调节器的耐交变湿热试验按照JB/T 14998-2024中5.7.6的规定进行。

##### 6.12.7 耐盐雾试验

调节器的耐盐雾试验按照JB/T 14998-2024中5.7.7的规定进行。

6.12.8 耐硫化试验

调节器的耐硫化试验按照GB/T 2423.33的规定进行。

6.13 耐工业溶剂试验

调节器的耐工业溶剂试验按照JB/T 14998-2024中5.9的规定进行。

6.14 电磁兼容

调节器电磁兼容试验需与配套发电机一起试验，试验方法按照JB/T 15000-2024中5.2.13的规定。

6.15 耐久性

6.15.1 热负载循环试验

6.15.1.1 试验装置

试验电路如图5所示。试验装置由电源、试样夹具、加热器、温控器、风扇、计数器等组成。

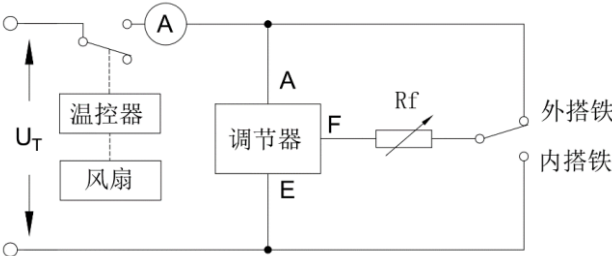


图5 热负载循环试验电路

电源提供调节器适配的电压和电流，试样夹具由一面加工成与调节器散热板密切贴合的高导热材料制成，试样夹具内置加热器，用于辅助调节器加热升温。风扇气流对准调节器散热板位置，用于加快调节器降温。计数器用于循环计数。温控器控制加热器、调节器供电系统和风扇的开关。温控器的热电偶插入调节器散热板预先钻好的测温孔内并用导热胶固定。

6.15.1.2 试验步骤

如无特殊说明，热负载循环试验按以下步骤进行：

- a) 调节器与试验装置正确连接后使散热板与试样夹具贴合并压紧。
- b) 接通调节器电源，试验电压  $U_T$  设置为 13V（12V 系统）或 26V（24V 系统），调节电阻  $R_f$ ，使流过调节器的电流等于表 5 规定的  $I_{FM}$ 。
- c) 接通加热器电源，调节加热器电流使调节器散热板温度达到 140℃的时间为 4min±1min。
- d) 当调节器散热板温度达到 140℃时，关断调节器电源和加热器电源，接通风扇电源，使调节器快速冷却。
- e) 当调节器散热板温度降至 50℃时，关断风扇电源，此为一个循环完成。
- f) 重复步骤 c)～e)，直至调节器失效或达到规定的次数。
- g) 关闭所有电源，取下调节器，按 6.7.2 测量调节器调节电压。

6.15.1.3 结果判定

试验后调节器的调节电压应符合5.6.1的规定。

6.15.2 发电机耐久性

调节器安装到配套的发电机中，按照JB/T 15000-2024中5.5的规定进行。

7 检验规则

7.1 通则

7.1.1 调节器经检验合格后方可出厂，并应附有产品质量合格证或合格文件。

7.1.2 调节器的检验分为出厂检验、验收检验和型式检验。

7.2 出厂检验和验收检验

调节器出厂检验和验收检验的项目与抽样方案由供需双方协商确定，推荐按GB/T 2828.1规定的一次正常检查抽样方案、一般检验水平Ⅱ、AQL=0.65进行抽样，检验项目按表7的规定进行。

表7 出厂检验和验收检验

序号	检验项目	技术要求	试验方法
1	外形及安装尺寸	5.1.1	6.2
2	外观	5.2	6.3
3	电压调节性能	5.6.1	6.7.2

7.3 型式检验

有JB/T 14998-2024中5.5.1规定的情形时，需进行型式检验。

型式检验应从出厂检验合格的同一批次组件中抽取32只样品，按表8分组试验。

表8 型式检验

序号	检验项目	技术要求所在章节号	试验方法所在章节号	组别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					数量	3	3	3	3	3	3	3	6	2
1	外形及安装尺寸	5.1.1	6.2	选择	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	外观要求	5.2	6.3		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	塑料耐高温性能	5.3	6.4		√									
4	产品材料要求	5.4	6.5		√									
5	产品的防护要求	5.5	6.6			√								
6	电压调节性能	5.6.1	6.7.2		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
7	高温电压调节性能	5.6.2	6.7.3		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
8	低温电压调节性能	5.6.3	6.7.4		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9	调节电压温度系数	5.6.4	6.7.5		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
10	空载电压调节性能	5.6.5	6.7.6		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	输出级饱和压降	5.6.6	6.7.7		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
12	预励磁电流	5.6.7	6.7.8		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
13	指示灯熄灭转速	5.6.8	6.7.9		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
14	漏电流	5.6.9	6.7.10		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
15	最高外壳温度	5.7	6.8				√							
16	附加功能（*）	5.8	6.9				√							
17	耐抛负载性能	5.9	6.10				√							
18	耐振动性能	5.10	6.11					√						
19	耐低温性能	5.11.1	6.12.1							√				
20	耐高温性能	5.11.2	6.12.2						√					
21	耐温度变化性能	5.11.3	6.12.3						√					
22	耐温度、湿度循环变化性能	5.11.4	6.12.4						√					
23	耐恒定湿热性能	5.11.5	6.12.5						√					
24	耐交变湿热性能	5.11.6	6.12.6						√					
25	耐盐雾性能	5.11.7	6.12.7							√				
26	耐硫化性能	5.11.8	6.12.8						√					
27	耐工业溶剂性能	5.12	6.13								√			
28	电磁兼容	5.13	6.14									√		
29	热负载循环耐久性	5.14.1	6.15.1										√	
30	发电机耐久	5.14.2	6.15.2											√

型式检验的合格判定按JB/T 14998-2024中6.5.3的规定进行。

#### 7.4 其他规定

当产品标准对测试环境温度、抽样数量、试验项目和顺序号有规定时、则按产品标准的规定。

### 8 标志、包装、储存和保管

- 8.1 调节器的标志（包括产品包装）应符合 JB/T 14998-2024 中 7.1 的规定。
  - 8.2 调节器的包装应符合 JB/T 14998-2024 中 7.2 的规定。
  - 8.3 调节器的运输应符合 JB/T 14998-2024 中 7.3 的规定。
  - 8.4 调节器的储存和保管应符合 JB/T 14998-2024 中 7.4 的规定。
-