

中华人民共和国国家标准

DDZ—Ⅲ系列电动单元组合仪表 调 节 器

GB 11005.2—89

DDZ—Ⅲ series process electronic control system
Controller

1 主题内容与适用范围

本标准规定了 DDZ—Ⅲ 系列电动单元组合仪表 DTZ 型调节器的基本参数、质量指标及评定方法等。

本标准适用于 DDZ—Ⅲ 系列电动单元组合仪表 DTZ 型调节器(以下简称调节器), DDZ—Ⅲ 系列电动单元组合仪表中的其他调节器也可参照使用。

2 引用标准

- GB 4730 工业过程控制用电动和气动输入输出模拟信号调节器 性能评定方法
- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表
- ZB Y002 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及试验方法
- ZB Y003 仪器仪表包装通用技术条件
- ZB Y247 工业自动化仪表术语

3 术语

GB 4730 与 ZB Y247 规定的术语定义适用于本标准, 下列定义仅适用于本标准。

3.1 输入信号

从调节器输入端加入的信号, 在控制系统中相当于被控值。

3.2 偏差

调节器处于开环情况下, 输入信号与给定值之间的差值。

3.3 同步误差

被控值指示表与给定值指示表在同一刻度值、同向行程实测误差之差的平均值。

3.4 输入电阻对信号影响

由于调节器输入阻抗等参数所引起输入端取压电阻两端信号电压的变化值。

3.5 “手动1”操作

输出信号幅值变化大小与手动操作件连续作用的时间相关, 输出信号变化的方向与操作件标志有关。“手动1”操作也称“软手操”或“速度手操”。

3.6 “手动2”操作

输出信号大小与操作件位置相对应。“手动2”操作又称“硬手操”或“位置手操”。

3.7 输出保持特性

调节器处于“手动1”位置, 但不进行“手动1”操作时输出保持不变的性能。

4 型号、规格与参数

4.1 型号、规格

调节器型号、规格见表 1。

表 1

产 品 名 称	型 号	规 格 参 数	指 示 型 式
全刻度指示调节器	DTZ-2100	比例带 X_p : 2%~500% 预调时间 T_D : 切除、0.04~10 min 再调时间 T_I : 0.01~2.5, 0.1~25 min	0~100% 全刻度指示
偏差指示调节器	DTZ-2200	干扰系数 A : $A = 1 + \frac{T_D}{T_I}$ 微分增益 V_D : 5~10倍 (13.9~20 dB)	0~±25% 偏差指示

4.2 输入输出参数

调节器输入输出参数见表 2。

表 2

名 称	参 数
输 入	1~5V 直流电压
外 给 定	4~20mA 直流电流, 输入电阻为 250Ω
输 出	4~20mA 直流电流, 负载电阻为 250~750Ω

4.3 正常工作条件:

- a. 环境温度 5~40℃;
- b. 相对湿度 10%~75%;
- c. 大气压力 86~108kPa;

d. 周围空气中应不含有对铬、镍镀层、有色金属及其合金起腐蚀作用的介质, 应不含有易燃、易爆的物质。

4.4 电源

调节器供电电压为24V 直流电压, 允许偏差±5.0%; 纹波含量小于 1.0%。

4.5 接线端子

调节器接线端子编号和接线位置安排见图1。

КД

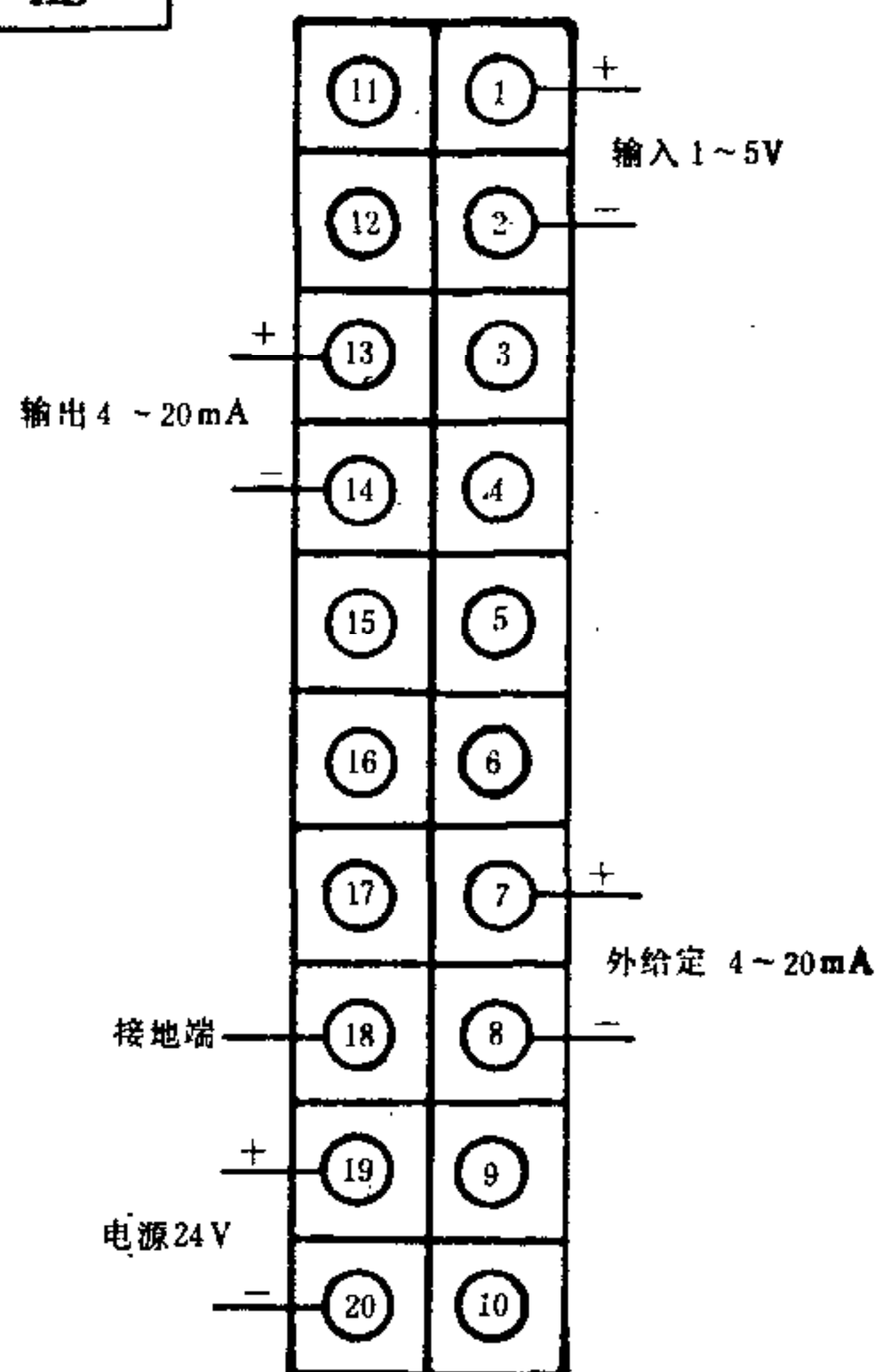
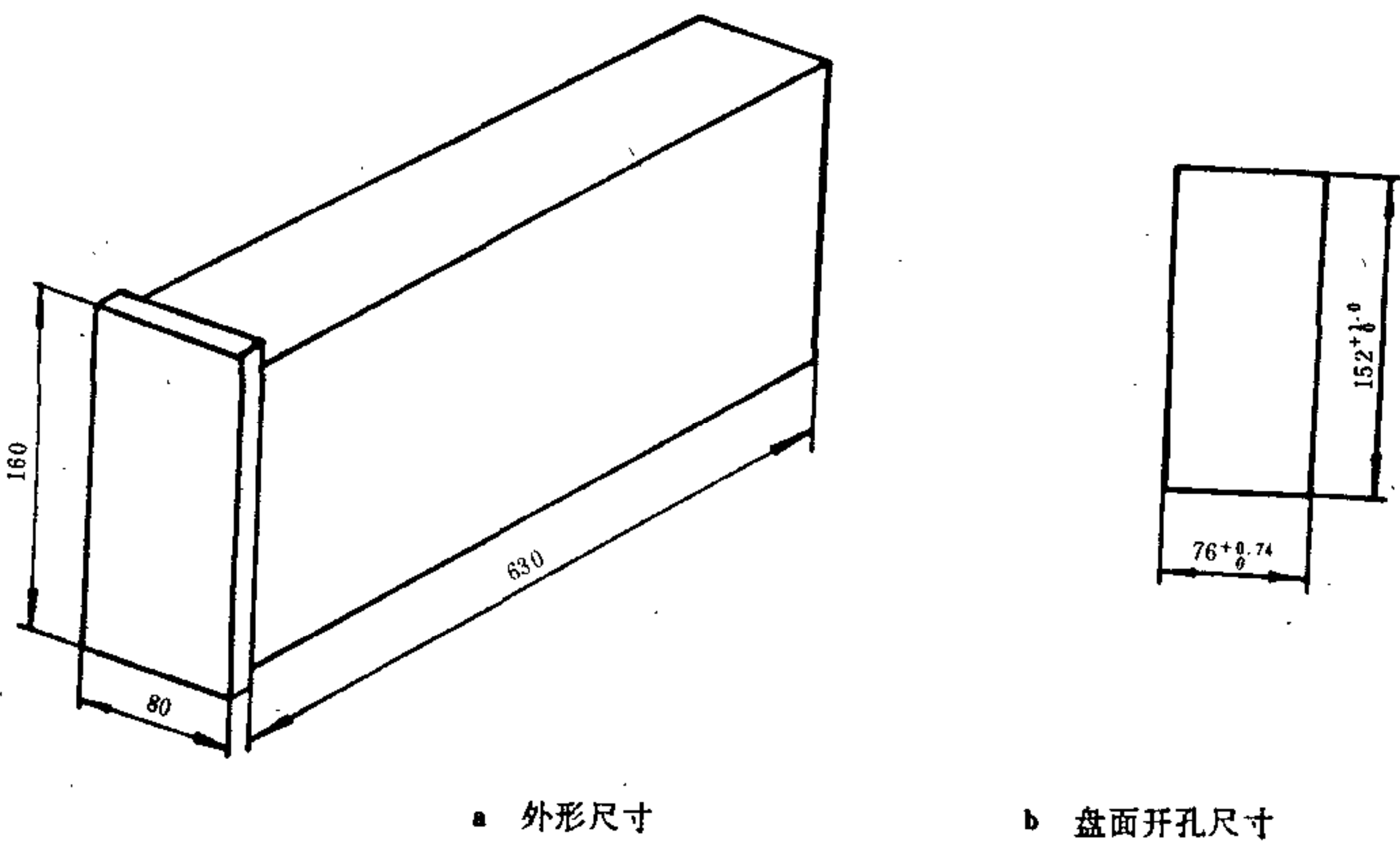


图 1 接线端子与接线位置图

4.6 结构型式与尺寸

调节器结构型式采用矩形盘装式结构,外形尺寸与盘面开孔尺寸见图 2。
调节器集装尺寸应符合有关标准的规定。



a 外形尺寸 b 盘面开孔尺寸

图 2 外形尺寸与盘面开孔尺寸

5 技术要求

5.1 通用技术要求

通用技术要求应不超过表 3 规定。

表 3

序 号	项 目 名 称		单 位	指 标
1	静 差		%	±0.5
2	给定值指示	平均误差	%	±1.0
		回 差		±0.5
3	比 例 带	最大值(500%)处刻度误差	%	±25
		中间值(100%)处刻度误差		+100 -50
		最小值(2%)处刻度误差		±50
4	再调时间	最大值(25min)处刻度误差	%	+50 -25
		中间值(1min)处刻度误差		+100 -50
		最小值(0.01min)处刻度误差		+100 -50
5	预调 ¹⁾ 时间	最大值(10min)处刻度误差	%	+50 -25
		中间(1min)处刻度误差		+100 -50
		最小值(0.04min)处刻度误差		+100 -50
6	环境温度	对静差影响	%/10℃	0.5
		对内给定影响		0.25
7	相对湿度	对静差影响 ²⁾	%	—
		对内给定影响 ²⁾		—
8	安装位置变化对静差影响		%	0.1
9	倾跌对静差影响		%	0.1
10	机械振动: 频率10~25Hz 峰值振幅0.075mm	对静差影响	%	0.5
		对内给定影响		0.25
		对机械结构影响	—	无松动,无损坏
11	电源电压变化	对静差影响	%	0.25
		对内给定影响		0.125
12	电源长时中断	对静差影响 ²⁾	%	—
		对内给定影响 ²⁾		—
13	电源短时中断	输出瞬时变化持续时间 ²⁾	s	—
		永久变化量 ²⁾	%	—

续表 3

序 号	项 目 名 称		单位	指标
14	电源低降	输出变化量 ²⁾	%	—
		输出瞬时变化量 ²⁾		—
		输出瞬时变化持续时间 ²⁾	s	—
15	电源反向	对静差影响	%	0.1
		对内给定影响		0.1
16	共模干扰	对输出影响	%	0.5
		输出交流感应 ²⁾		—
17	串模干扰	允许干扰量	V	不低于0.2
		输出交流感应 ²⁾		—
18	外磁场干扰	对静差影响	%	0.5
		对内给定影响		0.25
19	接地对输出影响		%	0.25
20	负载变化对静差影响		%	0.25
21	时间对静差影响			0.25
22	耗电量		W	5.0
23	输出交流分量	有效值	%	1.0
		峰—峰值 ²⁾		—
		电网频率分量 ²⁾		—
24	绝缘强度(输入、输出与电源短接—地500V)		—	无击穿、无飞弧
25	绝缘电阻(输入、输出与电源短接一点—地)		MΩ	不低于20
26	输入过载对静差影响		%	0.25
	给定过载对静差影响			0.25
27	频率响应 ²⁾	比例作用高频截止频率 ²⁾	Hz	—
		积分增值 $V_i(f \leq 5 \times 10^{-4} \text{Hz 时})$ ²⁾	dB	—
		微分增益 V_D ²⁾		—

注:① 若需进行再调时间为1 min 标度值测试时,则应取 0.01~2.5min 刻度中的标度值。

② 进行第 21 项试验时,先预热 24h。

1) 测量预调时间时,由于本调节器积分作用不能切除,因此实测预调时间应加以修正,详见附录 A。

2) 该项目及指标由制造厂与用户协商确定。

3) 该项目试验中,所测得的幅频特性与 GB 4730中的示例稍有差异,详见附录 B。

5.2 其他技术要求

5.2.1 其他指示表刻度误差

调节器其他指示表刻度误差应不超过表 4 规定。

表 4

指示表名称	被控值指示表/偏差指示表	输出指示表
平均误差	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.5\%$
回 差	0.5%	1.25%
同步误差	1.0%	—

5.2.2 输入电阻对信号影响

调节器输入电阻对信号影响,应不超过量程的 $\pm 0.2\%$ (输入端取压电阻 250Ω)。

5.2.3 “自动—手动”切换

调节器“自动—手动”切换误差应不超过表 5 规定。

表 5

切换方向	切换方式	切换误差	瞬时变化值
自动→手动1	非平衡	$\pm 0.5\%$	—
手动1→自动	非平衡	$\pm 0.5\%$	$\pm 10.0\%$
手动1→手动2	平衡	$\pm 5.0\%$	—
手动2→手动1	非平衡	$\pm 0.5\%$	—

注:表中“平衡”系指需人工将手动操作指针调整到与自动输出指示相一致后再行切换,“非平衡”则指毋需手工调整即可切换。

5.2.4 手动操作

5.2.4.1 “手动2”操作指示误差

“手动2”操作指示误差应不超过量程的 $\pm 5.0\%$,手操范围上限值应不小于 100% ,下限值不大于 0% 。

5.2.4.2 “手动1”操作

“手动1”操作有两种类型(由制造厂选定其中一种):

a. 线性型:全行程时间分 $6s$ 及 $100s$ 两档,误差均应不超过规定时间的 $\pm 30.0\%$;

b. 非线性型:全行程时间为 $8s$,误差应不超过规定时间的 $\pm 25\%$;从起始到变化全行程的 25% 所需时间应为实测全行程时间的 35% 以上。

5.2.5 输出保持特性

在“手动1”位置,调节器输出在 $1h$ 内变化不超过量程的 $\pm 1.0\%$ 。

5.2.6 外观

调节器的外壳和零件表面的被覆层、面板及铭牌等均应光洁完好,不得有剥落及伤痕等缺陷;紧固件不得有松动、损伤等现象;指示仪表不得有卡针、呆滞等现象;可动部分应灵活、可靠。

5.2.7 抗运输环境性能

调节器在运输包装条件下,应能符合 ZB Y002 的要求。其中:高温选 55°C ;低温选 -40°C ;相对湿度选 $95\%(25^{\circ}\text{C})$;自由跌落高度选 250mm 。

6 试验方法与检验规则

6.1 试验条件

除条文中另有规定者外,均按 GB 4730 的有关规定,并作如下补充:

- 试验时,除条文中另有规定者外,输入与给定信号的负端均应与电源负端短接;
- “测量—校正”开关置于“测量”;
- 为便于检查,通常以调节器输出电流在负载电阻 250Ω 两端的电压降作为调节器输出信号;
- 输入信号由恒流源的稳定电流在 250Ω 电阻两端的压降给出。

6.2 试验方法

本标准通用技术要求的试验按 GB 4730 规定方法进行,其他技术要求的试验按以下方法进行。

6.2.1 指示表刻度误差试验

参照 GB 4730 第 5.1 条规定进行试验,分别计算出被控值指示表与输出指示表的平均误差与回差,将最大值列入报告。

对偏差指示表,可检验 -25% , 0% , 25% 三标度值。

6.2.2 输入电阻对信号影响试验

按图 3 接线,开关 S 闭合前,使电阻 R_H 两端电压为 $5.000V$,然后闭合开关 S,测量电阻 R_H 两端电压变化值。

6.2.3 “自动—手动”切换试验

调节器连成开环,正作用:

再调时间 定在 $1min$ 处;预调时间定在“切除”。

6.2.3.1 “自动→手动1”

调节器定在“自动”位置;

偏差为零,当输出稳定后(如稳定在量程的 50%),将调节器切换到“手动1”,记下输出信号变化量。

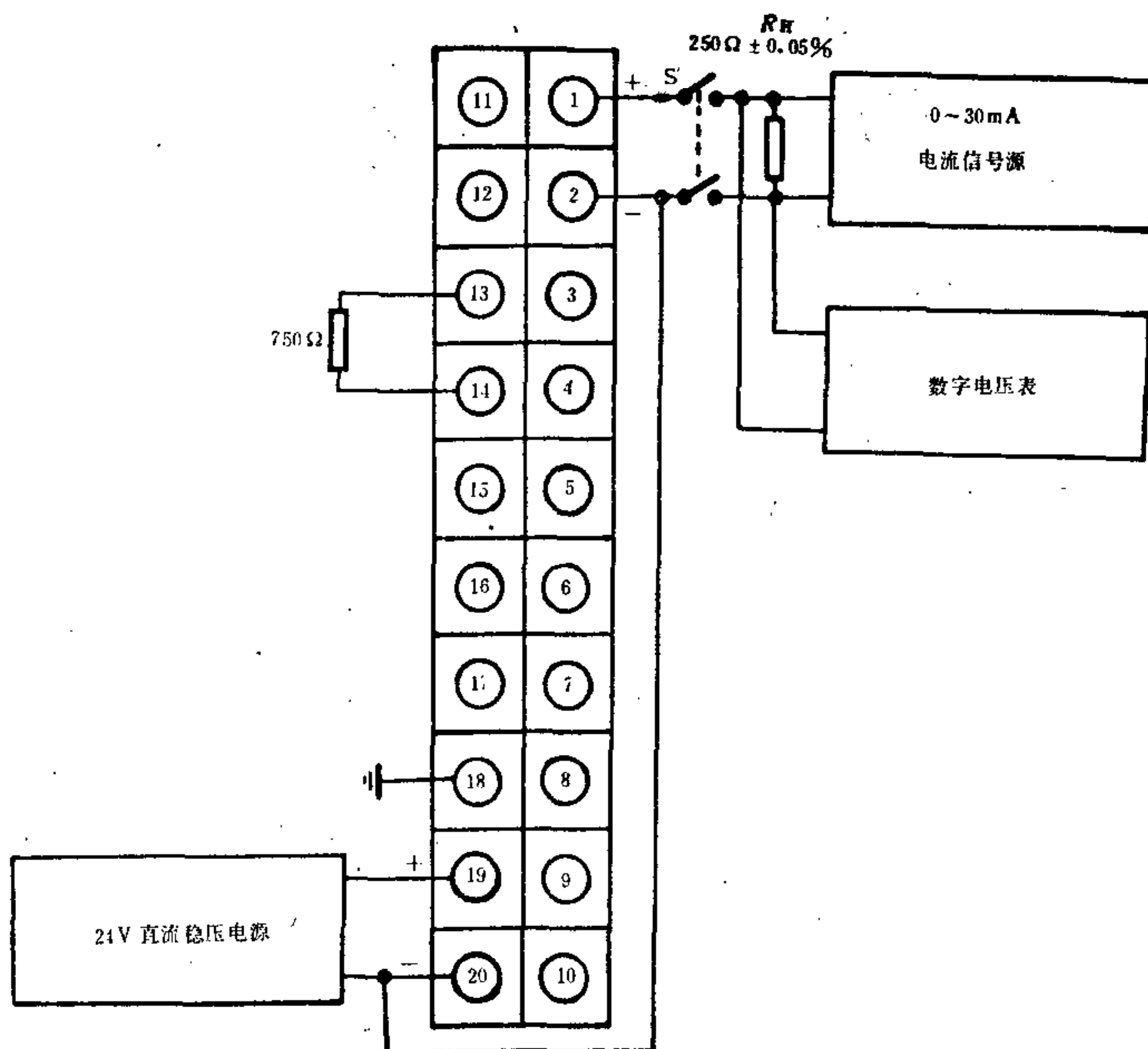


图3 输入电阻对信号影响试验接线图

6.2.3.2 “手动1→手动2”

调节器定在“手动1”;

调整“手动2”拨杆,使其指针与输出表指针重合,再从“手动1”切换到“手动2”,记下输出信号变化量。

6.2.3.3 “手动2→手动1”

调节器定在“手动2”位置;

将调节器从“手动2”切换到“手动1”，记下输出信号变化量。

6.2.3.4 “手动1→自动”

调节器定在“手动1”位置；

使偏差为零，调节器输出信号定在量程的 50%，稳定 2min 后，把调节器从“手动1”切换到自动，记下输出信号瞬时变化值及 5s 后的数值；

使偏差为 10%，再调时间定在最大，重复上述试验；

把输出信号定在量程的 10% 及 90%，重复上述试验（出厂试验时免做该两点试验）。

6.2.4 手动操作试验

6.2.4.1 “手动2”操作

调节器定在“手动2”位置；

将“手动2”指针对准标度值为 0%，20%，40%，50%，60%，80%，100%，然后将指针对准标度值为 100%，80%，60%，50%，40%，20%，0%，记录上述各点输出信号的真值。

上述试验至少进行三次，根据实测数据、计算平均误差，并取最大值。然后检查手操范围，即调整手动2，检查输出变化的范围。

6.2.4.2 “手动1”操作

调节器定在“手动1”位置。

a. 线性型

操作“手动1”键快档或慢档，均使输出从 0% 变化到 100%，再从 100% 变化到 0%，记录输出变化全行程所需时间。误差按式(1)计算：

$$\delta = \frac{T_{\text{规}} - T_{\text{真}}}{T_{\text{规}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中： δ ——“手动1”操作误差；

$T_{\text{规}}$ ——规定时间(6s 或 100s)；

$T_{\text{真}}$ ——实测输出变化全行程所需时间，s。

b. 非线性型

试验方法与 a 相同，此外还应记录输出变化的起始 25% 行程(即由 0% 变化到 25% 或从 100% 变化到 75%)所需时间，非线性特性应符合式(2)：

$$N = \frac{T}{T_{\text{全}}} \geq 35\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中： T ——输出变化起始 25% 行程所需时间，s；

$T_{\text{全}}$ ——输出变化全行程实测时间，s。

6.2.5 输出保持特性

调节器定在“手动1”位置；

将输出定在量程的 90%，然后立即记录 1h 内调节器输出变化值。

6.2.6 外观与技术检查

除“指示仪表不得有卡针、呆滞等现象”在有关试验项目试验时结合进行外，都用肉眼观察及用手拨动等方法进行检查。

6.2.7 运输环境影响试验

试验按 ZB Y002 规定进行。试验后，在参比试验大气条件下自然回温不少于 24 h。然后拆除包装，用本标准第 6.2.6 条方法检查第 5.2.6 条的要求，允许经一次调整。然后按 GB 4730 中第 13.1, 5.1,

8.1.2条及本标准第6.2.1条试验方法,抽查本标准表3中的1,2和25项及5.2.1条的要求。

6.3 检验规则

6.3.1 出厂检验

每台调节器须经技术检验部门检验合格后方可出厂。

调节器出厂检验应按表6规定进行,其中三个循环的试验均可简化成一个循环试验。

表 6

项 目 名 称	试 验 方 法		技术要求章条号
	标 准 号	章 条 号	
静 差	GB 4730	13.1	表3中的1
比例作用(测比例带)		13.2	表3中的3
积分作用(测再调时间)		13.3	表3中的4
微分作用(测预调时间)		13.4	表3中的5
动力源变化		13.5	表3中的11
给定值及手操表检查		13.6	表3中的2和5.2.4.1条
绝缘强度		8.1.1	表3中的24
绝缘电阻		8.1.2	表3中的25
外观与技术检查	本标准	6.2.6	5.2.6
指示表刻度误差检查		6.2.1	5.2.1
“自动—手动”切换试验		6.2.3	5.2.3
输出保持特性		6.2.5	5.2.5

若用户同意按 GB 2828 进行抽样验收时,验收检验可按出厂检验规定进行,否则由制造厂与用户协商确定。

6.3.2 型式检验

调节器型式检验应按 GB 4730 及本标准的全部试验项目进行检验。

当制造厂认为某些项目指标能得到保证时,制造厂内部的型式检验允许适当简化。

7 标志、包装及贮存

7.1 标志

在调节器外壳的适当位置上应固定有铭牌,铭牌上应标明:

- 制造厂名或厂标;
- 产品型号、名称;
- 制造编号;
- 主要技术参数;
- 制造年月。

在调节器适当位置还应有“DDZ-Ⅲ字样”。

接线端子板上应有标志,表明端子作用。

7.2 包装

装箱运输的调节器,应连同说明书规定的成套附件,按 ZB Y003 规定进行包装。

7.3 贮存

调节器应贮放在环境温度为 5~40℃、相对湿度不大于 75% 的通风室内,且空气中不应含有能对调节器起腐蚀作用的有害物质。

附录 A
关于预调时间测试结果的修正
(补充件)

本调节器的预调时间调整范围较宽,最大预调时间达 10 min,另外,调节器的积分作用无法切除,再调时间的最大值不够大。因此,用 GB 4730 规定的测试方法测出的预调时间会有较大的误差。产生误差的原因在于将 PID 调节器看成 PD 调节器,而实际上积分作用的影响还比较大,为此需加以修正。

修正方法因调节器输入输出方程式不同及测试方法的不同而异。

a. 斜坡信号测试法

本调节器传递函数方程式为:

$$W(S) = \frac{AK_p(1 + \frac{T_D S}{A} + \frac{1}{AT_1 S})}{1 + \frac{T_D S}{V_D}} \quad \dots\dots\dots (A 1)$$

注:本方程式忽略了由于积分增益有限所产生的影响。

在斜坡信号 $\frac{\Delta X}{T_x}$ 作用下,输出特性近似为:

$$y(t) = \frac{\Delta X}{T_x} \times K_p \left[(T_D - \frac{AT_D}{V_D} + \frac{T_D^2}{T_1 V_D^2}) + (A - \frac{T_D}{T_1 V_D})t + \frac{t^2}{2T_1} \right] + y_0 \quad \dots\dots\dots (A 2)$$

若以输出变化到初始阶跃值的两倍来计算预调时间时,实测时间为:

$$t \approx T_1 \{ (\frac{T_D}{T_1 V_D} - A) + [(A - \frac{T_D}{T_1 V_D})^2 + \frac{2}{T_1} (T_D - \frac{AT_D}{V_D} + \frac{T_D^2}{T_1 V_D^2})]^{1/2} \} \quad \dots\dots\dots (A 3)$$

根据实测时间 t 与 T_D 之关系,可求出修正系数。

本调节器 $T_{\max} = 25\text{min}$, $V_D = 10$

测 $T_D = 10\text{min}$ 时,实测值乘系数 1.7;

测 $T_D = 1\text{min}$ 时,实测值乘系数 1.18;

测 $T_D \leq 0.1\text{min}$ 时,实测值乘系数 1。

b. 用阶跃法测试

调节器在阶跃信号 ΔX 作用下, t 在 $0 \sim \frac{T_D}{V_D}$ 范围内时,输出特性近似为:

$$y(t) \approx \Delta X \times K_p [(V_D - A) \times e^{-\frac{V_D t}{T_D}} + A] + y_0 \quad \dots\dots\dots (A 4)$$

则当 $t = \frac{T_D}{V_D}$ 时:

$$y = \Delta X \times K_p [(V_D - A) \times 0.368 + A] + y_0 \quad \dots\dots\dots (A 5)$$

因本调节器 $T_{\max} = 25\text{min}$, $V_D = 10$, 设无阶跃信号时输出 y_0 为 4mA, 输入阶跃信号为 250mV (1mA),

则当 $t = \frac{T_D}{V_D}$ 时,测不同预调时间输出信号分别为:

$T_D = 10\text{min}$ 时, $y = 8.565\text{mA}$;

$T_D = 1\text{min}$ 时, $y = 8.337\text{mA}$;

$T_D \leq 0.1\text{min}$ 时, $y = 8.312\text{mA}$ 。

所以,根据输出变化到上述值时,测出的所需时间即为修正后的预调时间。

附录 B

关于幅频特性示例图的说明

(参考件)

本调节器的频率特性与 GB 4730 中图14 所对应的频率特性稍有不同。与 GB 4730 中图14 相对应的频率特性方程式为:

$$F = \frac{K_P}{1 + j\omega T_d} \left(1 + \frac{1}{V_1 j\omega T_1} + \frac{j\omega T_D}{1 + j\omega \frac{T_D}{V_D}} \right) \dots\dots\dots (B 1)$$

本调节器频率特性方程式为:

$$F = \frac{AK_P}{1 + j\omega T_d} \left(\frac{1 + \frac{1}{A j\omega T_1} + \frac{j\omega T_D}{A}}{1 + \frac{1}{V_1 j\omega T_1} + \frac{j\omega T_D}{V_D}} \right) \dots\dots\dots (B 2)$$

式中: $A = 1 + \frac{T_D}{T_1}$;

$\frac{1}{1 + j\omega T_d}$ 为调节器当输入信号频率较高时,可看成的一阶非周期环节。

根据式(2)可作出如图 B1所示的幅频特性曲线。

根据幅频特性曲线的不同,可对用频率响应测得的 T_1 、 T_D 、 V_D 、 V_1 等参数进行修正。

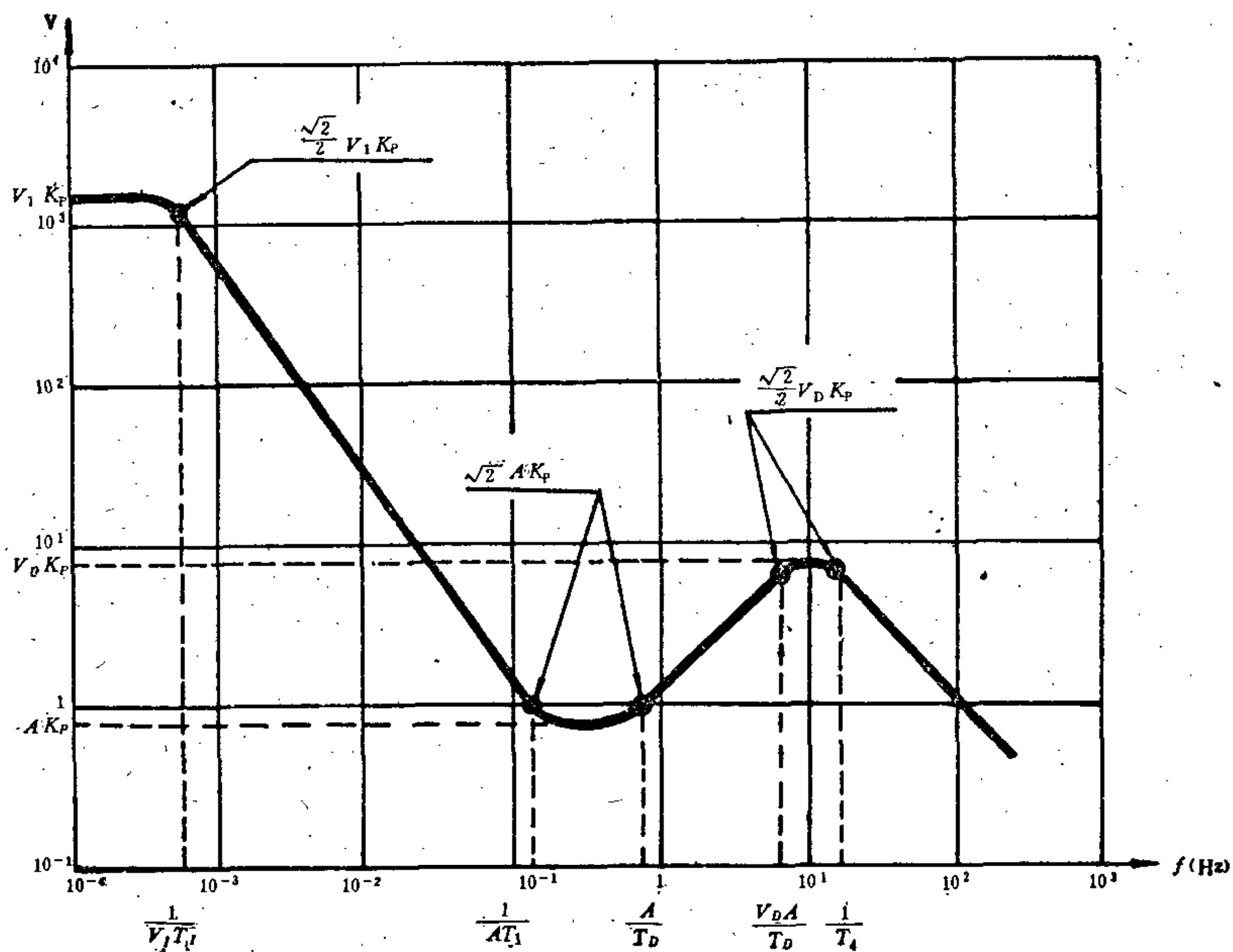


图 B 1 PID 调节器幅频特性示例图

附加说明:

本标准由重庆工业自动化仪表研究所归口并负责起草。

自本标准实施之日起,原 ZB Y084—85《DDZ—Ⅲ 系列电动单元组合仪表调节器》作废。