

新编职业技能

实用技术丛书

- 精通电工技术
- 开阔就业之路
- 寻求发展机遇

高级电工 实用技术

董原◎编著

双色图文版

内蒙古人民出版社

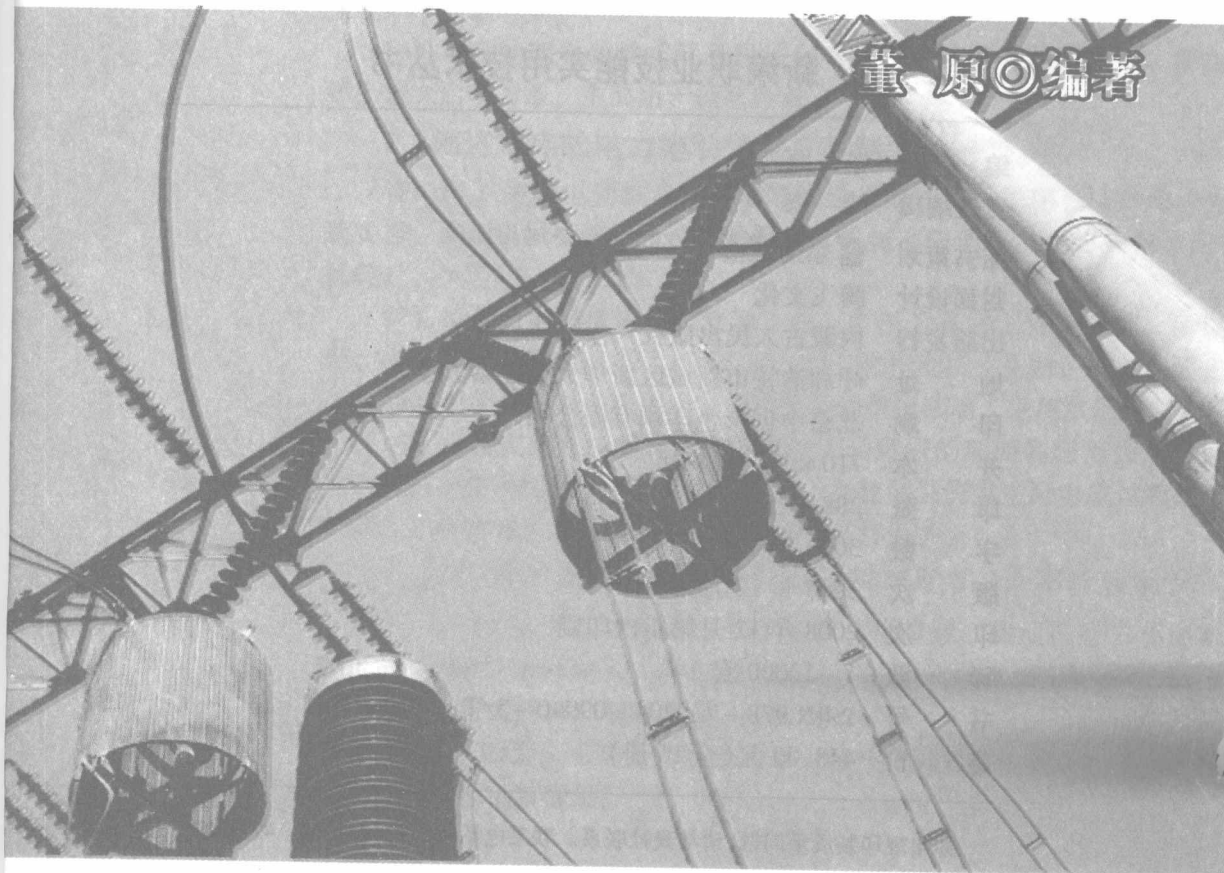
新编职业技能

实用技术丛书

- 精通电工技术
- 开阔就业之路
- 寻求发展机遇

高级电工 实用技术

董原◎编著



内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级电工实用技术/董原 编著. —呼和浩特:内蒙古人民出版社,
2008. 10

(新编职业技能实用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 204 - 09940 - 5

I. 高… II. 董… III. 电工—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 163821 号

新编职业技能实用技术丛书

编 著 董 原

责任编辑 哈 森

图书策划  腾飞工作室
电话 15301350288

封面设计 腾飞文化

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华大街祥泰大厦

印 刷 北京中创彩色印刷有限公司

开 本 710 × 1000 1/16

印 张 288

字 数 3000 千

版 次 2008 年 12 月第 1 版

印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1 - 10000 套

书 号 ISBN 978 - 7 - 204 - 09940 - 5/T · 5

定 价 448.00 元(全 16 册)

如出现印装质量问题,请与我社联系。联系电话(0471)4971562 4971659

新编职业技能实用技术丛书

编委会

编 著:董 原

委 员:史明新

李新纯

常 青

吕春兰

孙义新

张艳娇

聂圆圆

徐小丽

张敬娜

杨俊峰

刘 俊

周海涛

邹 云

柳 华

徐学成

吕晓滨

杨小立

朱 华

王 蕾

李 奇

刘云龙

王英杰

黄志良

王红媚

前言

我国是一个工业大国,近年来,随着制造业的不断发展,新技术的广泛应用,科技创新显得尤为重要,科技进步的关键在于提升劳动者的职业技能素质,它是科技成果转化成为生产力的关键环节,是经济发展的重要基础。

我国资源丰富,但唯一的不足是缺乏精湛的技术人员,因此,我国大力强调要把“培养高技能人才”作为重点任务来抓。同时,农村劳动力已经成为产业工人的重要组成部分,提高农村劳动力的职业技能、培养高技能人才是产业结构调整升级的需要,是加快城镇化发展的要求,也是提高农民素质的治本之策。

为此我们采用新的国家标准,力求体现新技术、新工艺、新设备的应用,精心编写了《新编职业技能实用技术丛书》,本书集科学性、实用性、先进性、可靠性于一体,选用了国家最新标准、规范、法规、名词和术语。在内容上,除了着重解决各种职业技能在实际工作中经常遇到的有关技术问题外,也考虑到指导现场施工的技术人员的工作需要。书中内容针对性强,系统连贯,数据资料丰富,实用性强,文字简练,便于学习掌握。

真诚希望通过这本书,有助于科技的进一步发展、优势产业进一步拓展,从而加快城市化的发展。同时,我们也希望通过这本书的出版发行,更有利于广大群众学习、掌握职业技能,提高综合素质,尽快适应现代化发展的需要。

本书可作为职业院校学生的学习教材,高技能人才上岗的随身口袋书,普通老百姓家中的常备实用手册。

本书参考引用了大量的相关文献资料、图表等,在此对这些著作的作者致以衷心的感谢。限于编者水平,加之时间仓促,书中难免会有不足之处,敬请广大读者批评指正,在此深表谢意。

编者



Contents

目 录

第一章 常用电工仪器

第一节 电 桥	1
一、单臂电桥	1
二、双臂电桥	2
第二节 低频信号发生器的使用	4
一、组成及工作原理	4
二、主要技术指标	4
第三节 双踪示波器的使用	7
一、面板功能简介	7
二、使用方法	10
三、基本测量方法	12
第四节 使用电工仪器的注意事项	13
一、关于仪器的阻抗	13
二、避免仪器的损坏	14
三、仪器外壳的接地	14
四、探头与馈线	15
复习题	16



第二章 电气照明控制技术

第一节 照明电气图的识读	17
一、电气图连接线的表示方法	17
二、电气图识读要求和步骤	19
三、住宅照明电气图的识读	21
第二节 电气照明常用术语	25
一、照明常用术语和参数	25
二、保护接地和接地线	26
第三节 照明供配电系统	27
一、供配电网络的接线方式	27
二、供配电网络的典型接线	29
三、供配电网络的设计原则	34
四、配电设备的布置	36
第四节 电气照明设计	36
一、电气照明设计的具体内容	36
二、住宅电气照明的设计	39
三、办公建筑电气照明的设计	40
四、大型商场电气照明的设计	41
五、体育场电气照明的设计	42
六、城市道路电气照明的设计	43
第五节 新型电光源	45
一、霓虹灯	46
二、LED 固体光源	48
三、氙气准分子光源	49
四、微波硫分子灯	49
复习题	49



第三章 交直流调速技术

第一节 直流调速基础知识	50
一、自动控制基本概念	50
二、转速负反馈直流调速系统	51
三、电压负反馈加电流正反馈直流调速系统	54
四、自动调速系统的限流保护——电流截止负反馈	56
五、速度、电流双闭环调速系统	61
六、脉宽调制调速技术	65
第二节 交流调速技术及应用	71
一、交流调压调速系统	71
二、串级调速系统	72
三、变频调速技术	75
复习题	99

第四章 供配电技术

第一节 供电系统	100
一、供电方式的选择	100
二、TT 方式供电系统	101
三、TN - C 方式供电系统	102
四、TN - S 方式供电系统	102
五、TN - C - S 方式供电系统	103
六、IT 方式供电系统	103
第二节 变配电所的常见形式及选择	104
一、变配电所形式选择的原则	104
二、变配电所的形式与选择	105
三、高层建筑变电所的位置	107
第三节 工厂变配电所的电气主接线	108
一、电气主接线的基本要求	108
二、主接线的基本接线方式	109



三、车间变电所的电气主接线	110
四、配电装置式主接线图	112
第四节 变配电所的布置	115
一、变配电所的总体布置	115
二、高压配电室的布置	116
三、低压配电室的布置	118
四、控制室的布置	119
五、变压器室的布置	120
六、高压电容器室的布置	121
七、值班室的布置	122
八、变配电所高、低压设备及变电设备的同室布置	122
九、住宅小区变配电所	122
十、典型变电所举例	123
复习题	128

第五章 电气设备的应用技术

第一节 电力变压器的应用与维护	129
一、电力变压器的分类	129
二、电力变压器的结构	129
三、电力变压器的维护	136
第二节 变配电所的高压电器	138
一、高压隔离开关	139
二、高压负荷开关	140
三、高压断路器	140
四、高压熔断器	142
第三节 直流电动机的使用与维护	143
一、直流电动机的结构	143
二、直流电动机的拆装	148
三、直流电动机的使用、维护与修理	149
四、无刷直流电动机在电动自行车上的应用	151
复习题	155



第六章 复杂机械设备电气控制电路故障检修

第一节 复杂机械设备电气控制原理图的识读与分析	156
一、复杂机械设备电气控制系统的分类	156
二、复杂电气控制原理图的识读和分析	161
第二节 B2012A 型龙门刨床电气控制系统	163
一、生产工艺对电气控制系统的要求	164
二、B2012A 型龙门刨床电气控制电路的组成	165
三、B2012A 型龙门刨床电气控制电路的分析	166
四、B2012A 型龙门刨床电气控制电路的故障检修	182
第三节 数控机床的组成、调试与维修	191
一、数控机床的组成	191
二、数控机床的工作过程	192
三、数控机床的调试	193
四、数控机床的维修	195
第四节 X2012 型龙门铣床电气控制电路的测绘	201
一、了解被测绘电路板有关设备的情况	201
二、电路板测绘的基本方法和步骤	201
第五节 三相异步电动机的控制线路	205
一、三相鼠笼式异步电动机的 $\text{Y}-\Delta$ 降压启动控制	205
二、三相绕线式异步电动机的串电阻启动控制	207
三、三相鼠笼式异步电动机的制动控制	211
四、电动机的软启动和变频控制	216
第六节 车床的电气控制线路	222
一、车床的主要结构及运动形式	222
二、车床的电力拖动特点及控制要求	223
三、CA6140 型车床电气控制线路分析	223
四、CA6140 型车床常见电气故障的分析与检修	225
第七节 万能铣床的电气控制线路	226
一、铣床的主要结构及运动形式	226
二、X62W 型万能铣床电气控制线路分析	228



三、X62W 型万能铣床常见电气故障的分析与检修	232
复习题	234

第七章 可编程序控制器技术及应用

第一节 可编程序控制器概述	235
一、PLC 的特点及应用	235
二、PLC 的组成与控制原理	237
三、使用 PLC 的注意事项	240
四、PLC 的维修与故障诊断	242
五、常用程序设计方法	245
第二节 FX2 系列 PLC 简介	247
一、FX2 系列 PLC 的硬件结构	247
二、FX2 系列 PLC 的外部接线	248
三、FX2 系列 PLC 内部编程元件	249
第三节 FX2 系列 PLC 指令系统及编程方法	254
一、基本指令的应用	254
二、FX2 系列 PLC 步进指令及状态编程	261
三、FX2 系列 PLC 的功能指令	262
第四节 C460 型卧式车床电气控制系统	263
一、C460 型卧式车床电气控制原理分析	263
二、用 PLC 改造 CA60 型卧式车床继电器控制系统的步骤	265
三、PLC 改造中对若干技术问题的处理	266
四、使用 PLC 进行电气控制系统改造实例	267
复习题	268
答案	269



第一章 常用电工仪器

第一节 电 桥

一、单臂电桥

主要技术指标

(1) 量程

$1 \sim 1111 \times 10^4 \Omega$ 。

(2) 准确度

$\pm 0.1\%$ 。

(3) 主要参数

如表 1-1 所示。

表 1-1 QJ23a 单臂电桥参数

量 程 倍 率	有 效 量 程	准确度等级		电 源 电 压
		内附检流计	外接检流计	
×0.001	1 ~ 11.11Ω	0.5	0.5	4.5V
×0.01	10 ~ 111.11Ω	0.2	0.2	
×0.1	100 ~ 1111Ω	0.1	0.1	
×1	1 ~ 5kΩ	0.1		
×1	5 ~ 11.11kΩ	0.2		
×10	10 ~ 50kΩ	0.5	0.1	6V
	50 ~ 111.1kΩ	1	0.1	



(续)

$\times 100$	100 ~ 500k Ω	2	0.2	15V
	500 ~ 1111k Ω	5	0.2	
$\times 1000$	1 ~ 11.11k Ω	20	0.5	15V

(4) 指零仪电流常数

 $< 6 \times 10^{-7} \text{ A/mm}$ 。

(5) 外形尺寸

258mm $\times$ 213mm $\times$ 144mm。

二、双臂电桥

1. 主要技术指标

(1) 总有效量程

0.0001 ~ 11 Ω ，分 5 个量程。

(2) 允许误差极限

电桥的参考温度为 $20^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ ，参考相对湿度为 40 ~ 60%；电桥的标称使用温度为 $20^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ，标称使用相对湿度为 25 ~ 80%。在参考温度和参考相对湿度的条件下，电桥各量限的允许误差极限为

$$E_{\text{lim}} = \pm C\% \left(\frac{R_N}{10} + X \right)$$

2

式中： E_{lim} ——允许误差极限， Ω ； X ——标度盘示值， Ω ； C ——等级的指数值； R_N ——基准值。

(3) 主要参数

如表 1-2 所示。

表 1-2 双臂电桥参数

量程倍率	有效量程 (Ω)	等级指数 (C)	基准值 R_N (Ω)
$\times 100$	1 ~ 11	0.2	10
$\times 10$	0.1 ~ 1.1	0.2	1
$\times 1$	0.01 ~ 0.11	0.2	0.1
$\times 0.1$	0.001 ~ 0.011	0.5	0.01
$\times 0.01$	0.0001 ~ 0.0011	1	0.001



注意:

①相对湿度在参考条件下, 温度超过参考温度范围, 但在标称使用范围之内, 由于温度变化引起的附加差不应超过相应一个等级指数值。

②温度在参考条件下, 湿度超过参考相对湿度范围, 但在标称使用相对湿度范围之内, 由于湿度变化引起的附加差不应超过相应一个等级指数值的 20%。

③电桥的工作电源为 1.5V (内附 1.5V 一号电池, 6 节并联), 晶体管放大器工作电源为 6F22/9V (3 节并联)。

④内附晶体管指零仪的灵敏度可以调节。在测量 $0.01 \sim 11\Omega$ 范围内, 在规定的电压下, 当被测量电阻变化允许在一个极限误差时, 指零仪的偏转大于等于一个分格, 就能满足测量准确度的要求。灵敏度不要过高, 否则不易平衡, 测量电阻时间不易过长。

(4) 仪器重量

约 4.5kg。

(5) 外形尺寸

308mm × 260mm × 160mm。

2. 注意事项和维修保养

(1) 在测量电感电路的直流电阻时, 应先按下“B”按钮, 再按下“G”按钮; 断开时, 先断开“G”按钮, 后断开“B”按钮。

(2) 测量 0.1Ω 以下阻值时, “B”按钮应间歇使用。

(3) 在测量 0.1Ω 以下阻值时, C_1 、 P_1 、 C_2 、 P_2 接线柱到被测量电阻之间的连接导线电阻为 $0.005 \sim 0.01\Omega$; 测量其他阻值时, 连接导线电阻可不大于 0.005Ω 。

(4) 电桥使用完毕后, “B”按钮与“G”按钮应松开。“B”开关应放在“断”位置, 避免浪费晶体管检流计放大器工作电源。

(5) 如果电桥长期搁置不用, 应将电池取出。

(6) 仪器长期搁置不用, 在接触处可能产生氧化, 造成接触不良。为使接触良好, 应涂上一薄层无酸性凡士林, 予以保护。

(7) 电桥应放在环境温度 $5 \sim 35^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $25 \sim 80\%$ 的环境内, 室内空气不应含有能腐蚀仪器的气体和有害杂质。

(8) 仪器应保持清洁, 并避免阳光暴晒和剧烈震动。

(9) 仪器在使用中, 如发现指零仪灵敏度显著下降, 可能是因电池寿命完毕引起, 应更换新的电池。



第二节 低频信号发生器的使用

一、组成及工作原理

EE1642B1 函数信号发生器是一种精密的测量仪器，能够输出连续信号、扫描信号、函数信号、脉冲信号等多种信号，并具有外部测频功能，在实验室中可用做信号源和频率计。EE1642B1 型函数信号发生器的组成框图如图 1.1 所示。整个系统由两片单片机进行管理和控制，包括控制函数信号发生器产生信号的频率，控制输出信号的波形，测量输出信号或外部输入信号的频率并进行显示，测量输出信号的幅度并进行显示等。

函数信号由专用集成电路 MAX038 产生，该电路具有微机接口，可由微机进行控制，因此整个系统具有较高的可靠性。扫描电路由多片运算放大器组成，以满足扫描宽度、扫描速度的需要。输出级采用宽频带直接耦合功放电路，保证了输出端具有很强的带负载能力以及输出信号直流电平偏移的调整。

二、主要技术指标

1. 函数信号发生器部分的技术指标

(1) 输出频率：0.1 ~ 15×10^6 Hz（正弦波），按十进制共分 8 挡。

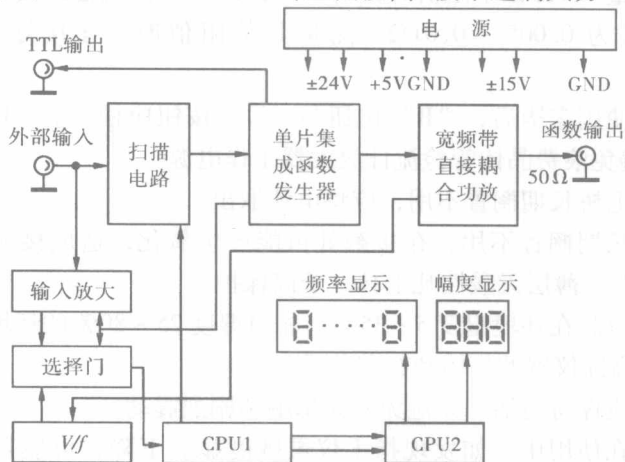


图 1.1 EE1642B1 型函数信号发生器组成框图



(2) 输出阻抗。

函数输出: 50Ω 。

TTL 输出: 600Ω 。

(3) 输出信号波形。

函数输出 (对称或非对称输出): 正弦波、三角波、方波。

TTL 输出: 矩形波。

(4) 输出信号幅度。

函数输出: 不衰减时, $(1 \sim 10) \text{ V}$ (峰峰值) $\pm 10\%$, 连续可调。

衰减 20dB 时, $(0.1 \sim 1) \text{ V}$ (峰峰值) $\pm 10\%$, 连续可调。

衰减 40dB 时, $(10 \sim 100) \text{ mV}$ (峰峰值) $\pm 10\%$, 连续可调。

将“20dB”与“40dB”两个按钮同时按下时, 其衰减为 60dB。

TTL 输出: “0”电平时, 小于或等于 0.8 V ; “1”电平时, 大于或等于 1.8 V (负载电阻大于或等于 600Ω)。

(5) 函数输出信号直流电平偏移 (offset) 调节范围: 关断或 $(-5 \sim +5) \text{ V} \pm 10\%$ (50Ω 负载)。

关断位置时, 输出信号的直流电平小于 $0 \pm 0.1 \text{ V}$, 负载电阻大于或等于 $1 \text{ M}\Omega$ 时, 调节范围为 $(-10 \sim +10) \text{ V} \pm 10\%$ 。

(6) 函数输出信号衰减: 0dB、20dB、40dB。

(7) 输出信号类别: 单频信号、扫频信号、调频信号 (受外控)。

(8) 函数信号输出非对称性 (占空比) 调节范围: 关断或 $20 \sim 80\%$ (“关断”位置时输出波形为对称波形, 误差小于或等于 2%)。

(9) 扫描方式。

内扫描方式: 线性或对数。

外扫描方式: 由 VCF 输入信号决定。

(10) 内扫描特性。

扫描时间: $(10 \sim 5 \times 10^3) (1 \pm 10\%) \text{ ms}$ 。

扫描宽度: 大于 1 个频程。

(11) 外扫描特性。

输入阻抗: 约 $100 \text{ k}\Omega$ 。

输入信号幅度: $0 \sim 2 \text{ V}$ 。

输入信号周期: $10 \sim 5 \times 10^9 \text{ ns}$ 。

(12) 输出信号特性。

正弦波失真度: $< 1\%$ 。

三角波线性度: $> 99\%$ (输出幅度的 $10 \sim 90\%$)。



脉冲波上升沿、下降沿时间（输出幅度的10~90%）： $\leq 30\text{ns}$ 。

脉冲波的上升沿、下降沿过冲： $\leq 5\% U_0$ （50 Ω 负载）。

测试条件：输出幅度5V（峰峰值），频率10kHz，直流电平调节为“关断”位置，对称性调节为“关”位置，整机预热10min。

(13) 输出信号频率稳定度： $\pm 0.1\%/ \text{min}$ ，测试条件同上。

(14) 幅度显示。

显示位数：3位（小数自动定位）。

显示单位：V（峰峰值）或mV（峰峰值）。

显示误差： U_0 （ $1 \pm 20\%$ ）， ± 1 个字（ U_0 为输出信号的峰峰值，负载电阻为50 Ω ，当负载电阻大于或等于1M Ω 时， U_0 读数需乘以2）。

分辨率（50 Ω 负载）：0.1V（峰峰值，衰减0dB）；10mV（峰峰值，衰减20dB）；1mV（峰峰值，衰减40dB）。

(15) 频率显示。

显示范围：0.200 ~ $2 \times 10^7 \text{Hz}$ 。

显示有效位数：5位（10000~20000kHz）；4位（1000~9999kHz）；3位（5.00~9.99） $\times 10^n \text{Hz}$ ，式中 $n=0、1、2、3、4、5$ 。

2. 频率计数器部分的主要技术参数

(1) 频率测量范围：0.2 ~ $2 \times 10^7 \text{Hz}$ 。

(2) 输入电压范围（衰减0dB）：50 ~ $2 \times 10^3 \text{mV}$ （10 ~ $2 \times 10^7 \text{Hz}$ ）；100 ~ $2 \times 10^3 \text{mV}$ （0.2 ~ 10Hz）。

(3) 输入阻抗：500k Ω /30pF。

(4) 波形适应性：正弦波、方波。

(5) 滤波器截止频率：大约100kHz（带内衰减，满足最小输入电压要求）。

(6) 测量时间：0.1s（ $f_i \geq 10\text{Hz}$ ）；单个被测信号周期（ $f_i < 10\text{Hz}$ ）。

(7) 显示方式。

显示范围：0.200 ~ $2 \times 10^7 \text{Hz}$ 。

显示有效位数：5位（10 ~ $2 \times 10^7 \text{Hz}$ ）；4位（1 ~ 10Hz）；3位（0.2 ~ 1Hz）。

(8) 测量误差：时基误差 $\pm$ 触发误差（触发误差：单周期测量时被测信号的信噪比优于40dB，则触发误差小于或等于0.3%）。

(9) 时基，标称频率为10MHz，频率稳定度为 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 。

3. 电源电压

交流220（ $1 \pm 10\%$ ）V，频率50（ $1 \pm 5\%$ ）Hz，功耗小于或等于30VA。