

SXB- $\frac{30}{40}$ 型

数字温度巡测仪

华东电业管理局七·二一工人大学

水利电力出版社

在SXB型巡测仪试制、应用过程中，上海电机厂、上海闵行发电厂等单位给予我们很大的帮助。在本书编写过程中，参加巡测短训班的、来自全国各地的工人师傅给我们提供了许多宝贵的意见和建议，最后还由闵行发电厂、金山热电厂、上海电力建设公司基建二处的工人师傅进行了审稿。在此，我们一并表示衷心的感谢。

由于我们学习马列和毛主席著作很不够，业务水平有限，实践得还很少，因此书中难免会有许多缺点和错误，恳切期望广大读者批评、指正。

编著者

一九七七年五月

前 言

遵照毛主席关于“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的教导，我校于1970年建立了教育、生产、科研三结合的教学基地，试制生产了SXB- $\frac{30}{40}$ 型数字温度巡测仪，几年来在电站中逐渐普及应用。在此基础上，根据电站使用、维护巡测仪的需要，举办了几期“巡测①短训班”。在以华国锋主席为首的党中央一举粉碎王张江姚“四人帮”篡党夺权阴谋取得伟大胜利后，全国亿万人民排除了四人帮的干扰，坚持党的基本路线，抓革命、促生产、促工作、促战略，为在本世纪内实现四个现代化而努力奋斗。为了适应电力工业生产飞速发展，新技术、新设备加快应用的形势，在校党委领导下，我们将“巡测短训班”讲义、产品资料重新进行修改、整理、补充，编写了本书。

在编写中我们力求通俗易懂，在内容方面注意加强物理概念的叙述，但也进行了一些必要的定量分析。为了使本书更适合搞巡测维护工作的电站工人的实际需要，我们紧紧围绕SXB型巡测仪的实际电路和具体结构叙述巡测原理，并介绍了巡测的调试和故障分析方法。本书的大部分内容是由陈文华同志执笔的，调试检修部分由黎明正同志执笔，电源、放大部分由姚蔚如同志执笔，全书并由陆楚龙同志作了仔细校核。

① 本书中将SXB- $\frac{30}{40}$ 型数字温度巡测仪简称为巡测。

目 录

前言

概述	1
第一节 巡测仪的用途、特点和主要技术性能	1
一、巡测仪的用途和特点 二、主要技术性能	
第二节 巡测仪基本工作原理	4
第一章 巡测使用的脉冲数字电路	9
第一节 门电路	9
一、二极管门电路 二、“非门”(反相器) 三、“正与非门”	
第二节 双稳态触发器	18
一、两个稳定状态和翻转 二、触发方式	
第三节 十进制计数显示单元	24
一、二进制计数器 二、十进制计数器 三、译码显示电路	
第四节 单稳态触发器	34
第五节 自激多谐振荡器	38
第二章 采样器	42
第一节 切换元件	42
一、干簧继电器 二、采样方式	
第二节 采样矩阵	45
第三节 采样控制电路	48
一、个位驱动电路 二、十位驱动电路 三、采样返零 四、 选点采样 五、点序信号的取出 六、驱动单元电路的分析	
第四节 总图中的采样器	61
一、总原理线路图看图方法 二、总图中的采样器	
第三章 模数转换器	66

第一节 模数转换器综述	66
一、“数字式平衡电桥”方案 二、模数转换器的各组成部 分 三、模数转换器的工作过程	
第二节 数字电桥	73
一、数字电桥测量补偿原理 二、电桥参数的设计计算 三、 电桥电路分析	
第三节 数模转换网络	86
一、标准电阻 二、误差分析 三、特殊的晶体管开关	
第四节 差动式检零放大器	96
一、差动放大器简述 二、差动式检零放大器电路	
第五节 “0~199”计数器和计数脉冲源	103
一、“0~199”计数器 二、计数脉冲源 M_0	
第六节 模数转换器的抗干扰问题	106
一、常态干扰及抑制 二、共态干扰及抑制 三、滤波电容 对测量的影响	
第七节 总图中的模数转换器	113
第四章 报警器	115
第一节 数字报警电路	115
一、电路原理 二、限值整定方法	
第二节 灯光记忆电路	122
一、记忆双稳 二、点序符合门 三、自动清除 四、电路分析	
第三节 音响与封铃电路	131
一、音响报警电路 二、封铃电路	
第四节 总图中的报警器	136
第五章 脉冲源、分组和自检电路	140
第一节 整机脉冲源	140
一、采样脉冲源 二、清除(清零)脉冲源	
第二节 分组电路	146
一、分组驱动电路 二、干簧接点切换电路	
第三节 自检电路	155
一、自检电路 二、报警试验电路	

第四节	总图中的本章电路	163
第六章	电源	165
第一节	+ 6 伏和 + 170 伏不稳压直流电源	166
第二节	- 6 伏并联式稳压电源	167
第三节	+ 12 伏串联式稳压电源	169
第四节	总图中的电源部分	173
第七章	巡测整机	175
第一节	整机工作情况	175
	一、整机工作过程表(“快速”档检测一点) 二、整机工作情况 的讨论	
第二节	检查插孔	179
第八章	巡测仪的调试、维护与故障分析	185
第一节	巡测仪的调试	185
	一、巡测调试前的准备工作 二、电源部分的调试 三、采 样部分的调试 四、模数转换部分的调试 五、报警部分 的调试 六、整机运行	
第二节	巡测仪的维护	192
	一、一般维护 二、使用时的注意事项 三、其他	
第三节	巡测仪的故障分析与检查	194
	一、发生故障的主要原因 二、电源部分的故障分析 三、 采样部分的故障分析 四、模数转换部分的故障分析 五、 报警部分的故障分析 六、其他故障分析	
附录		208
附录一、	分度号为 BA_2 的铂电阻测量桥路	208
附录二、	JAG-2 型常开式干簧继电器技术性能	212
附录三、	巡测采用的二极管、三极管和稳压管参数表	213
附录四、	G 分度号与 BA_1 分度号热电阻温度与电阻值对照 表	223
附总图:	SXB-40 型数字温度巡测仪总原理线路图	

概 述

在全面掌握 SXB- $\frac{30}{40}$ 型数字温度巡测仪的工作原理和调试、检修方法之前，首先将对这个巡测仪的用途、特点、主要技术性能和最基本的工作原理，作一个简单介绍，使我们对这个巡测仪先有一个概念。

第一节 巡测仪的用途、特点和主要技术性能

在现代电力、化工、石油、冶金以及其他生产过程中，往往需要测量和监视几十点甚至几百点的温度参数，虽然工业温度参数的检测任务可由常规的温度仪表来承担（如水银温度计、动圈式温度指示仪、电子自动平衡显示仪等），但这些温度仪表由于结构上的限制，检测点数少、检测速度慢，不能适应大量温度参数的检测和报警的要求。“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”为了保证安全、经济生产，减少检测仪表数量，减轻运行人员劳动强度，对检测仪表提出了巡回检测的要求。SXB 型仪表就是一种能对几十点温度参数进行巡回检测、数字显示和报警的数字式小型自动巡回检测装置。

一、巡测仪的用途和特点

SXB 型数字温度巡测仪现为国产双水内冷发电机检测

静子线圈和铁芯温度配套使用，并在电厂汽轮机和锅炉测温中得到应用。巡测仪可进行自动巡回数字显示、报警以及手动选点数字显示、报警。

SXB 型数字温度巡测仪具有下列特点：

（1）整机实现了晶体管化、印刷电路化和单元组合化，从而结构简单，体积小，工作可靠，便于维修。由于在整机中全部采用 NPN 型硅晶体管，因此能在较高环境温度下工作。

（2）具有数字表特有的能将测量结果由数字管醒目地显示出来的特点，使运行人员读数方便、准确，没有主观读数误差。

（3）实现了工业温度参数的多点测量，特别适应日益发展的集中控制和集中检测的需要。

（4）采用了浮空、滤波等良好措施，对横向、纵向干扰有优良的抑制能力，尤其能适应在大型发电机等强干扰源场合使用。

（5）模拟数字转换器使用数字电桥测量线路，使线路大为简单化，可靠性提高。

（6）设置了“自检”、“报警试验”等线路，能周期地自动检查巡测仪精度、报警可靠性以及选择检查巡测仪的报警线路。

（7）使用了自动切换电路，可同机接入两组不同类型的温度信号（G 分度号铜电阻和 BA₁ 分度号铂电阻），报警限值也可分组定值，通用性强，组合灵活。

二、主要技术性能

（1）检测元件：G 分度铜电阻，BA₁ 分度铂电阻，二线制接入。

(2) 检测点数: SXB-30型28点(另有二点自检用)。

SXB-40型38点(另有二点自检用)。

(3) 测量范围: $0\sim 199^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 显示和报警精度: 以满量程计 $\pm 0.5\%$, 即 ± 1 个字。

(5) 采样方式: 快速(约2秒1点), 慢速(约5秒1点), 手动选点。

(6) 显示方式: 点序——二位数字管显示。

温度——三位数字管显示。

(7) 报警方式: 音响——音响信号动作8秒后自动复归, 继续巡测。第二次检测该越限点时, 自动封铃, 没有音响信号, 只有灯光信号。但其它点越限时仍有音响信号。

灯光——在报警光字盘上亮出越限点光字并记忆, 复限时自动熄灭。

(8) 输出报警音响接点容量: ~ 220 伏, 5安。

(9) 自检: 占用最后两点(38、39点)采样通道, 两只绿灯指示, 灯熄表示精度偏离。

(10) 报警试验: “试验”档以 $1/3$ 秒1点速度, 逐点亮出报警光字盘上全部光字。

(11) 分组整定: 用按键整定, A组规定检测G分度铜电阻, B组规定检测BA₁分度铂电阻。

点序整定——A、B组各占几点或全用一组, 可任选。

限值整定—— $5\sim 195^{\circ}\text{C}$ 每隔 5°C 任意选择。

(12) 工作条件:

1) 环境温度: $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

2) 空气相对湿度: $\leq 85\%$ 。

3) 环境振动: 轻微。

4) 周围空气中不应含腐蚀性气体。

(13) 供电电源: $\sim 220_{-30}^{+20}$ 伏, 50 赫。

(14) 消耗功率: < 30 伏安。

(15) 重量: 约 25 公斤。

(16) 外形尺寸: 宽 $\times$ 高 $\times$ 深, 370 $\times$ 160 $\times$ 500 毫米。

(17) 安装: 面板嵌入式安装。开孔尺寸: 宽 $\times$ 高, 366 $\times$ 156 毫米。

(18) 结构: 巡测仪型式是面板嵌入式的, SXB-30 型和 SXB-40 型采用通用结构。

SXB-40 型面板布置、部件平面布置见图 0-1、图 0-2。

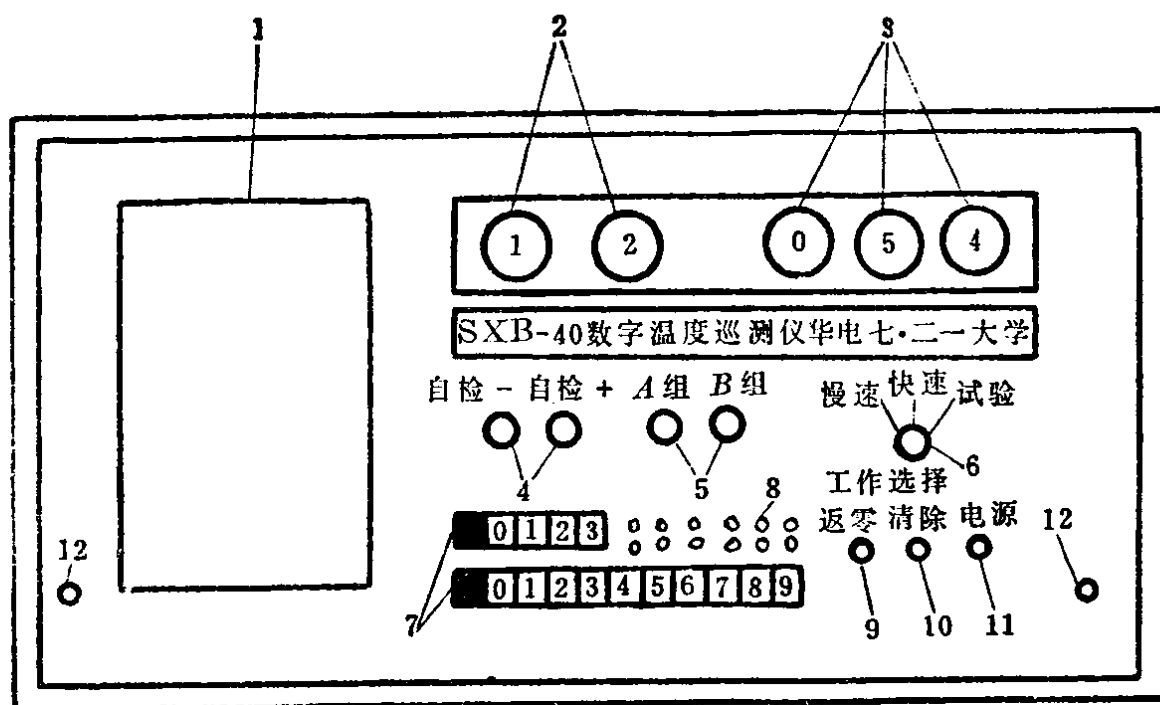


图 0-1 巡测仪面板布置图

1—报警光字盘; 2—点序数字管; 3—温度数字管; 4—自检指示灯;
5—分组指示灯; 6—工作选择波段开关; 7—选点按键; 8—检查插孔;
9—返零按钮; 10—清除开关; 11—电源开关; 12—拉手

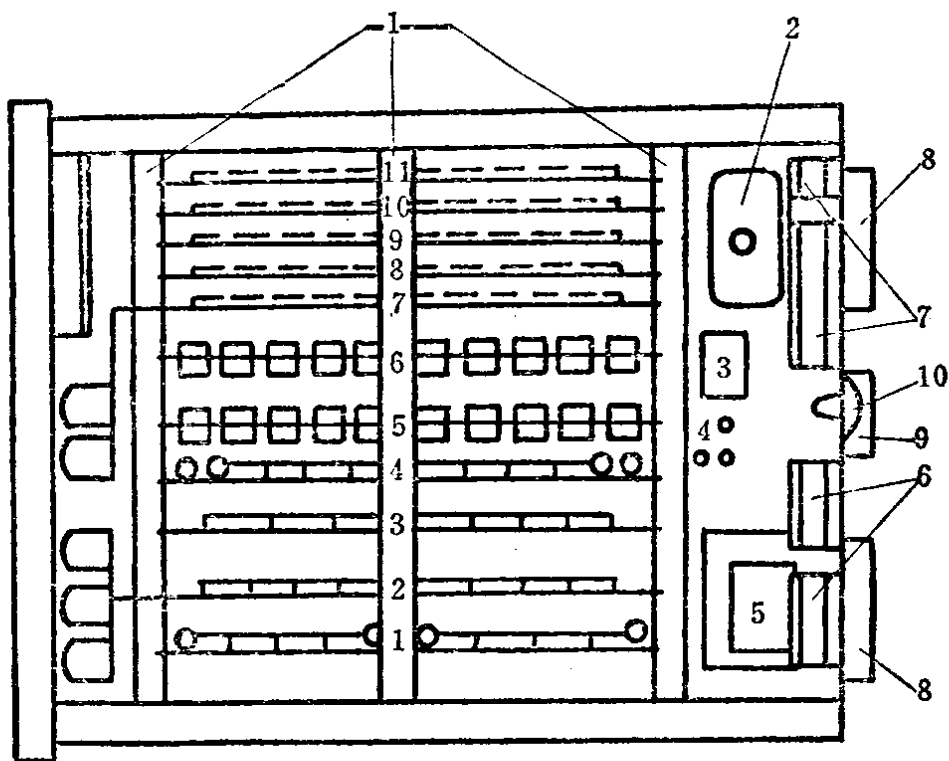


图 0-2 各部件平面布置图

1—印刷板固定夹；2—散热器；3—报警继电器；4—自检标准电阻；
5—电源变压器；6—限值按键；7—分组按键；8—二十线输入信号插座；
9—十线输入信号插座；10—熔丝座

印刷板插件由下向上：#1—“电源”；#2—“计数”；
#3—“模数”；#4—“控制”；#5、#6—“干簧”；#7—
“采样”；#8~#11—“记忆”。

第二节 巡测仪基本工作原理

SXB 型数字温度巡测仪由采样器、模数转换器、报警器三大部分以及分组电路、自检电路、电源等组成，整机原理框图见图0-3。

在这里，采样器相当于一个自动切换开关，用以将40个（或30个）被测电阻依次接入模数转换器进行测量。采样器

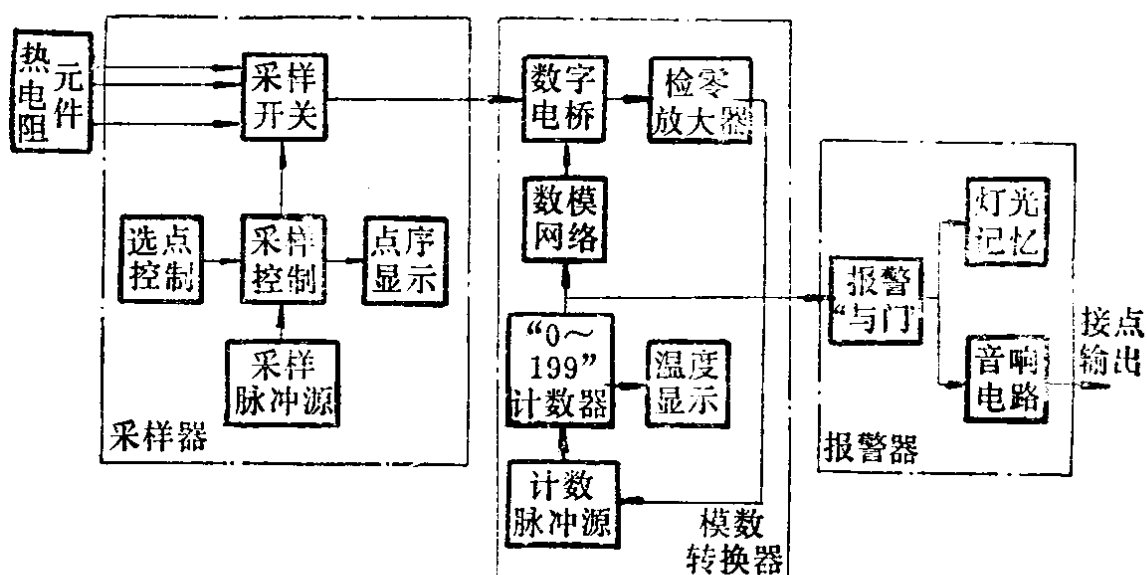


图 0-3 整机原理框图

由采样控制电路和干簧继电器采样开关组成。采样控制电路包括个位十进制计数显示单元和十位四进制（或三进制）计数显示单元。采样控制电路在采样脉冲源的采样脉冲触发下从00~39（或00~29）计数，一方面由数字管显示出采样点序，另一方面输出个位和十位的驱动信号，使采样开关电路中的40只（或30只）干簧继电器依次通电吸合，其接点依次将40个（或30个）被测电阻接入模数转换器，完成自动巡回采样任务。此外，还能进行选点采样，由个位和十位选点按键组成选点控制电路，按下相应的个位和十位选点按键，其接点便能代替采样控制电路，输出驱动信号，使采样开关电路中相应的干簧继电器通电吸合，实现选点显示。

经采样器采入的电阻信号，送入模数转换器转换成0~199的十进制数字量。模数转换器由数字电桥、检零器、“0~199”计数器、数模网络等组成。数字电桥部分是一个电阻比较环节，由采样器来的被测电阻和数模网络标准电阻分别接入电桥的两个桥臂。每次采样后，被测电阻接入桥

臂；测量开始，由二位十进制计数显示单元和一位二进制位数显示单元构成的“0~199”计数器，在计数脉冲源触发下，以200赫的速度从000~199计数。计数器的状态变化由数模网络进行数-模转换，转换为标准电阻值的变化。当标准电阻值变化到使电桥达到平衡时，差动放大式检零器输出信号，使计数脉冲源停振；计数器停止计数，测量结束。此时，计数器所处的状态由数字管显示出来，即为被测的温度值。

当模数转换器的计数器计数至设定的报警限值时，其输出使数字报警“与门”开启，输出一个报警脉冲，同时送往灯光记忆电路和音响电路进行声光报警。灯光记忆电路由40个（或30个）受采样器点序符合信号控制的双稳触发器构成，每个双稳控制报警光字盘上一个灯的亮、灭。因此，报警脉冲来时，便能亮出这个点序的光字，并记忆下来。音响电路是一个单稳触发器电路，报警脉冲来时，动作8秒钟，使采样器停步，报警继电器吸合，其接点可外接闪光报警器或电铃等；8秒钟后，自动复归，继续巡测。音响电路还受自动封铃电路控制，使第二次检测越限点时，音响电路不动作，以免每个周期响一次铃，干扰运行人员。

为了经常检查巡测仪的精度和报警的可靠性，还设置了自检电路。自检点占用采样通道第38、39点（或28、29点）。每一周期将低于限值1%和高于限值1%的标准电阻接入模数转换器一次，并分别由自检记忆双稳控制两只自检绿灯燃亮，如精度偏离，绿灯便熄灭。此外，为了检查40个（或30个）报警灯光记忆电路的工作可靠性，巡测仪“工作选择”波段开关设置“试验”档，可随时作报警试验，以每秒3点的快速检查40个（或30个）报警记忆灯的亮、灭。

巡测仪的分组电路用于在输入两组不同类型温度信号时自动切换电桥桥臂电阻和报警限值。采用两组干簧继电器进行切换。干簧继电器由采样器的点序信号来驱动，其接点除切换电桥桥臂电阻以适应检测G分度和BA₁分度电阻元件的不同数据外，还切换不同的模数转换器数字输出，送往数字报警“与门”，以实现报警限值切换。

整机供电系统共有四组直流电源。其中，+12V直流稳压电源采用串联型稳压电路，是巡测仪的主电源。硅稳压管稳压的-6V直流稳压电源，供给逻辑电路反偏压。不稳压的+6V直流电源，专供报警记忆灯用。不稳压的+170V直流电源，专供数字管用。

SXB型巡测仪的最基本的工作原理大致如上述。

从巡测仪的基本工作原理也可知SXB-30型和SXB-40型的原理是一样的，差异仅仅是在数量上。在采样器部分，十位数显示单元SXB-40型采用四进制，而SXB-30型采用三进制。此外，在干簧继电器、选点按键等元件数量上也是不同的。在报警器部分、灯光记忆电路，SXB-40型采用40个，而SXB-30型采用30个。至于模数转换器、电源等都是完全一样的。当我们知道了SXB-40型和SXB-30型的差异后，就集中主要力量，围绕SXB-40型进行介绍。

第一章 巡测使用的脉冲数字电路

由巡测的原理框图可知，巡测作为一个脉冲数字系统，用到的电路不外是脉冲的产生、变换、控制、记忆、计数、数码显示和功率驱动，等等。而这些功能是由一些称为门电路、反相器、双稳、单稳、多谐振荡器等的基本脉冲电路单独或组合起来实现的。在这里不可能详细讨论这些基本电路的情况，仅针对巡测实际使用的电路简述其工作原理。

本机脉冲数字系统采用NPN型硅晶体管分立元件，采用正逻辑。

第一节 门 电 路

门电路是一种具有多个输入端和一个输出端的开关电路。它能控制信号的通过和不通过。当输入信号之间满足某一特定关系时，门开，门电路有信号输出；否则，门关，没有信号输出。

一、二极管门电路

1. 逻辑系统和三种基本逻辑：

门电路有两种状态：门开和门关，门开有信号输出，门关无信号输出。这信号是指什么呢？在脉冲数字电路里，信号就是指电路的输出电位，有高电位（如+10伏）和低电位（如0伏）两种。一般规定，若把高电位看作有信号，用“1”表示，把低电位看作无信号，用“0”表示，称为

“正逻辑”；反之，若把低电位看作有信号，用“1”表示，把高电位看作无信号，用“0”表示，称为“负逻辑”。本巡测仪采用正逻辑。因此，如二极管门电路输出高电位，就是门开，有信号输出；如二极管门电路输出低电位，就是门关，无信号输出。门电路打开与否，以有无高电位输出来衡量。

门电路中最基本的是“与门”、“或门”和“非门”。在正逻辑系统中，“与门”、“或门”称为“正与门”、“正或门”。

“正与门”的逻辑关系是：当门的所有输入都为高电位时，门才开，输出高电位（有信号）。

“正或门”的逻辑关系是：当门的所有输入中只要一个（或一个以上）为高电位时，门就开，输出高电位（有信号）。

“非门”只有一个输入端，它的逻辑关系是：输入高电位，则输出低电位；输入低电位，则输出高电位。输出总是输入的否定。

2. 二极管的开关作用：

二极管具有单向导电性。当二极管的阳极电位高于阴极电位时，二极管导通；反之，当阳极电位低于阴极电位时，二极管截止。因此，可把它当作开关来构成二极管门电路。

分析二极管门电路时，要抓住二极管正向导通时有钳位作用的特点。观察图1-1中，当A点电位等于0伏时，二极管D正向导通。由二极管的伏安特性曲线可知，流过二极管的正向电流 I_D 即使有很大变化，二极管的正向压降总在0.7伏左右（硅二极管）。因此，P点电位 U_P 被钳制在+0.7伏。这种钳制电位的作用，简称“钳位”。又由于0.7伏相对于

12伏很小，可忽略，为使分析方便，可认为 U_P 跟 U_A 相等，即 U_P 被钳制在 0 伏。二极管正向导通时的钳位作用，除二极管门电路外，在巡测其它电路中也有广泛应用。

3. 二极管“正与门”：

图1-2是二极管“正与门”（巡测全部采用 2CP15 硅二极管），其中 A 、 B 为输入端， P 为输出端。下面分四种情况讨论。

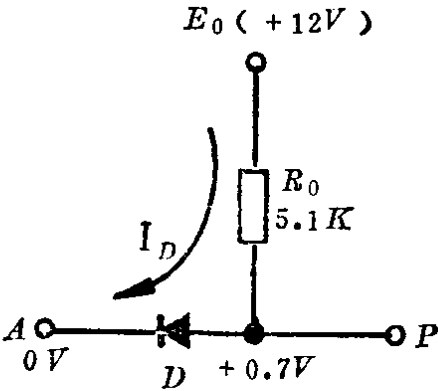


图 1-1 二极管的钳位作用

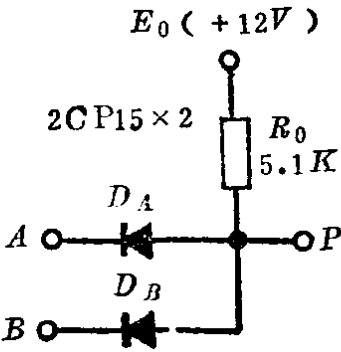


图 1-2 二极管“正与门”

- （ 1 ） A 与 B 都是低电位 0 伏，二极管 D_A 、 D_B 都正向导通， U_P 被钳在 0 伏。
- （ 2 ） A 为低电位 0 伏， B 为高电位 +10 伏。表面上看，两个二极管都可能正向导通，实际上由于 D_A 两端电位差最大而优先导通， U_P 就被钳在 0 伏。这样一来， D_B 就处于反向偏置而截止，所以 U_P 仍为 0 伏。
- （ 3 ）若相反， A 为 +10 伏， B 为 0 伏，同样可得出 U_P 也为 0 伏。
- （ 4 ） A 与 B 都是高电位 +10 伏，二极管 D_A 、 D_B 都导通， U_P 被钳在 +10 伏。