



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 92102238.7

[51] Int.Cl⁵

G01R 31/36

[43] 公开日 1993年10月6日

[22] 申请日 92.3.29
 [71] 申请人 张友谱
 地址 430000 湖北省武汉市武昌热电厂
 [72] 发明人 张友谱

[74] 专利代理机构 湖北省专利事务所
 代理人 朱必武

G01R 19/252

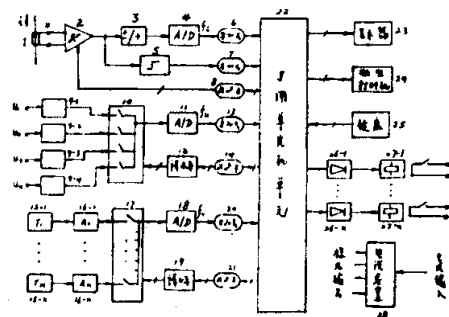
说明书页数: 13 附图页数: 5

[54] 发明名称 蓄电池及直流供电系统的监控仪

[57] 摘要

一种蓄电池及直流供电系统监控仪, 特别适用于以蓄电池为后备电源的直流供电系统的监测与控制, 它由串入蓄电池回路的一个规格的分流器、增益可变的程控运算放大器、极性调整电路、V/f 型模数转换器和数字电路组成, 此外还有关键电压点和蓄电池温度测量电路。

该监控仪具有简单可靠的特点, 解决了该领域存在的浮充电流测量问题, 并从多方面提高蓄电池的使用寿命。



< 36 >

权 利 要 求 书

1、蓄电池及直流供电系统的监控仪，由串入蓄电池回路的分流器1，电压放大器2，V/f模数转换器4和数字处理电路22组成，其特征在于仅用一个分流器，电压放大器是一个放大倍率受数字处理电路反馈信号控制的可变增益放大器。

2、如权利要求1所述的监控仪，其特征在于可变增益放大器2由一个程控运算放大器、一个双向选择开关和三个微调电位器组成。

3、如权利要求1所述的监控仪，其特征在于可变增益放大器2与V/f型模数转换器4之间串接一个输出极性恒定的极性调整电路3，并在可变增益放大器2与数字处理电路22之间接入一个极性检测电路5，以便数字处理电路22可以判断接受到的电流数字信号的极性。

4、如权利要求3所述的监控仪，其特征在于极性调整电路3由两个运算放大器组成，其输入端与可变增益放大器2的输出端相连接，其输出端与V/f型模数转换器4的输入端相连接。

5、如权利要求1、2、3或4所述的监控仪，其特征在于数字处理电路22为单片计算机。

6、如权利要求5所述的监控仪，其特征在于其直流系统关键点电压的监测电路是由多个电压采样元件9，多路选择开关10，模数转换器11，译码器12组成，多路选择开关受单片机电路输出的反馈信号控制。

7、如权利要求5所述的监控仪，其特征在于其电压、温度测量通路中的模数转换器均由V/F变换器及附属电路组成。

8、如权利要求5所述的监控仪，其特征在于其电流、电压、温度测量通道与单片机电路的信号联接均由光电耦合器6、7、8、13、14、20、21完成。

蓄电池及直流供电系统的监控仪

本发明一般地涉及蓄电池的电流、电压、容量等参数的测量装置，特别适用于以蓄电池作为后备电源的直流供电系统的监测与控制。

以蓄电池作为后备电源的直流供电系统广泛应用于各种不允许供电瞬间中断的重要场所，如电站、石油化工厂、大型钢铁厂、电信局机房、大型铁路枢纽、机场控制塔台等的中央控制室，计算机房的ups电源、大型高级宾馆的保安电源，潜水艇的直流动力电源系统等等。所配用的蓄电池，是这些直流系统中投资比例最大，运行维护管理最复杂的部件。其中，在线了解备用蓄电池的电流、电压、容量等参数，以便使其始终处于正确的充放电状态，是提高蓄电池使用寿命和保证系统正常运行的前提。许多现场运行的经验和教训证实，过大或过小的浮充电流表明，不是蓄电池本身存在问题就是系统存在问题，如不及时解决，就会缩短电池寿命或威胁主系统的安全可靠性。

截止目前为止，对这类直流供电系统的设计与运行管理中，尚有以下四个问题无简单可靠的方法解决：

一、浮充电流的测量

这类似蓄电池为备用电源的直流电系统，蓄电池的充放电电流的值相距很大。举例来说，1000Ah的铅蓄电池，其正常浮充电流约0.3~1.5A，补充充电电流一般100~200A，当发生交流电源中断事故时，蓄电池的放电电流却可达500A，数值相差竟达四个数量级以上，动态变化范围如此宽广，仅用一个传感器和一套测量装置来完成，在测量上有相当的难度。

在公知技术中，采用了如图1、图2所示的方案来测量其充放电电流。

(一) 接触器式浮充电流测量装置

见图1，用一只小量程的电流表A1与一只大量程电流表A2同时串接在蓄电池回路，分别进行测量。这种办法从建国以来沿用至今，还在继续被使用。为避免大电流损坏小电流表A1，一般情况下用一只大容量的直流接触器的常闭主触点将A1短接，当需要测量浮充电流时，人工操作按钮AN，直流接触器ZJ动作，其常闭主触点ZJ打开，使A1串入主回路进行测量。

这一方案存在以下四个缺陷：

1、原理性缺陷

当正在进行浮充电流测量时，若负载放电电流突然增大(例如，电站中的油开关合闸，其合闸电流达80~250A)，则浮充电流表必然损坏，且造成蓄电池回路中断的严重事故。

2、监测不连续

显然，这种方案不能连续监测蓄电池的浮充电流，以便对不正常的浮充电流及时报警，提醒运行人员及早消除缺陷。连续监测正是该系统所希望的。

3、体积大、安装不便

直流接触器ZJ体积大，造成直流屏结构上设计与安装的困难，同时也造成了维修的困难。

4、对大容量蓄电池系统，无相应规格的直流接触器供货，此方案实施困难。如，我国目前和今后相当一段时期的主力火电机组——300MW大型机组，电力设计规范要求1400Ah以上的蓄电池，其配套用的直流接触器至少要达700A，而目前配套用CZ型直流接触器最大容量仅600A。

(二) 二极管式浮充电流测量方案，见图2

这种方法系70年代中后期，才开始在国内应用，但并不很普遍。

正常运行时，整流器Z的输出电压经切换开关K的3—1接点接入母线向负载供电，二极管D截止。浮充电流由B→A，全部通过小量程的浮充电流表A1直接测量。当负载电流突然增大时，二极管D导通蓄电池放电电流经D流向负载。由于， $U_{ab} < 1V$ ，恰当选择A1参数和R的数值，使A1的指针仅指示在最大值附近，不致损坏。当蓄电池需充电时，切换开关3—2接通，整流器Z经K的3—2向蓄电池充电。

此方案的缺点在于：

- 1、切换开关K的体积也很不小，仍存在结构上的困难，而且使系统的主接线复杂，运行不便降低了可靠性。
- 2、旁路二极管在事故放电时要流过很大的电流，大容量的二极管且需水冷或风冷，又增加了结构上的复杂和困难，且又降低了系统的可靠性。
- 3、也不能对不正常的浮充电流报警。

所以，此方案一般仅用在小容量系统。

(三) 不测浮充电流的直流系统

鉴于以上方案存在的缺陷，为了保证系统的可靠性，干脆取消上述不可靠的浮充电流测量装置。这是原电力部审定通过的大型发电厂、大型变电站典型直流系统设计方案中优先推荐的方案，也是八十年代中后期，许多电站直流系统实际采用的方案，见图3，并已正式编入电力设计手册。

不过要指出，这实在是一种没有办法的办法，是很不合理的一种回避矛盾的方案。编入电力设计手册的该典型设计方案也没有指出浮充电流无测量必要性的理由。

浮充电流测量的重要性在于：

1、系统运行中，连续监测浮充电流可以判断蓄电池是否处于正常运行状态，过大或过小的浮充电流表明，不是蓄电池本身存在问题就是系统存在问题，如不即时解决，就会缩短电池寿命或威胁主系统的安全可靠性，这已为许多现场运行的经验和教训所证实。

2、目前广泛推广应用的限流恒压充电制度，其充电过程是否完成的依据之一，就是末期充电电流的数值及率化率是否在规范要求之内，而末期充电电流的数值恰好处于浮充电流的数量级范围附近。由于无法准确测量末期充电电流及其变化率，就无法准确结束充电过程中，使人们耽心这种充电制度在实施中存在过充或欠充的很大可能性，从而影响到限流恒压充电制度的正确推广应用。

所以，为确保蓄电池按厂家规定的规范准确充电和浮充运行，为确保直流系统的可靠性，浮充电流数量级的小电流的可靠测量装置对于直流供电系统是必不可少的部件，取消是不合理的。

二、放电电量的测量和控制

蓄电池事故放电后，应该准确补充多少电量，一直是困扰直流系统设计及运行管理的一个技术难题。

如果事故放电电流 I_r 是一恒定值，只要人工准确记录下放电时间 t ，则放电电量 $Q = I_r \cdot t$ ，进行简单计算即可求得。如果放电电流 I_r 是一随机变化值，则问题就复杂多了。

准确的放电电量为： $Q = \int_0^t i_r dt$ 或 $Q = \sum_{p=1}^n i_{rp} \cdot t_p$ ，对于后一计算公式，需要准确记

录下事故状态下，不同放电电流 i_{rp} 下的放电时间 t_p 。在事故状况下，要求现场值班人员人工完成这一工作几乎是不可能的，如果发生连续性间隙停电事故，即，发生一次交

流电源停电事故，经处理恢复交流电源供电后，整流装置开始对蓄电池进行补充充电，经过一段不长的时间，因某种原因又发生交流电源中断使整流器停止充电蓄电池再次事故放电。这种不正常事故状态，在大型复杂的直流系统中有可能多次发生。在这种情况下，既要求值班人员准确记录下不同放电电流及放电时间，又要求记录下充电电流及充电时间，这就更加不可能了。因为在事故状态下，值班人员为处理主系统的事故已经手忙脚乱，精神高度紧张，哪有精力顾及充放电电流和时间，这些相对而较次要的运行参数呢？

对于放电电量的前一计算公式 $Q = \int i_t dt$ ，需要一个能测量很宽电流范围的积分装置，该装置还要能对充电电流和放电电流都作出响应，以便计算出放电电量的净绝对值。

不能准确记录蓄电池的实际放电电量，就无法准确进行补充充电。充电不当也是不少蓄电池使用寿命大大缩短的原因之一。

比较近期的公知技术中，如CN1039660A，CN1051793A和CN2047027U中，均涉及一种蓄电池充电或放电容量的测量方案。但是，它们均有以下缺陷：

1、不能在充放电电流以4个数量值的幅度进行变化的范围内自动、准确测出0.3~1.5A范围的浮充电流值，如CN2047027必须在停电状态下手动改换串入电路的分流器规格来改变测量量程，不能用一个规格的分流器既对大电流响应又对小的浮充电流响应，而且对流向相反的充电电流和放电电流也不能同时响应。这样即不可靠，也不经济。

三、电池容量的温度补偿

蓄电池实际可以放出的容量是与当时的电解液温度有密切关系的，其大致趋势是当温度升高时，可实际放出的容量增加，当温度降低时，实际容量要明显减少，即对蓄电池的实际容量要作“温度补偿”校正。对此，是众所周知的常识。问题在于，了解这一特性是一回事，实际应用这一特性又是另一回事。由于这一温度曲线的非线性和不通用

性，实际工作中，特别是在事故状态下，人们几乎无法真正利用它。

中国专利CN1039660A(飞利浦光灯制造公司申请)提出一种用多层降低电容器的温度特性补偿测量蓄电池容量温度特性的方案。应该指出这种补偿是很近似的，因为难以使电容器的温度曲线与不同的蓄电池的温度曲线精确匹配特别是在大批量生产时，更难以做到这一点。此外，充放电过程中，电池的电解液温度与环境温度并不相同，这使得这种补偿进一步不准确。这种补偿方案只能用在不重要的场合(例如剃须刀电池的充放电容量测量)，在重要的投资巨大的工业装置上是不宜采用的。

没有的准确的温度补偿测量装置，就不能既最大限度地利用蓄电池的放电容量的潜力，又确保电池的使用寿命。

四、系统中关键点电位的监测与报警

连续准确监测直流系统中各关键点母线电压，在各电压偏离允许值时进行报警，是直流系统正常运行和控制必不可少的手段。已有技术中和用电压继电器作为监测元件的缺陷在于，由于通用电压继电器的返回区较大(一般为15~20%)，当母线电压因某种原因偏离允许值使其动作，经处理该原因消失后，电压继电器不能返回，使其长期误发信号，造成运行与维护上的极大不便。这种缺陷在取消端电池实行限流恒压充电制度的直流系统中矛盾更加突出。

另外，当需要监测的电压值较多时，需要很多电压继电器，这必然造成成本大大增加，更严重的困难在于，大大增加了直流屏上结构布置设计上的困难，使得设计人员不得不放弃对某些电压值的监测，以求简化系统。显然这削弱了对直流系统监视的全面性，增加了运行维护上的不便与麻烦。

本发明的目的在于从原理上克服上述已有技术在蓄电池及直流供电系统监控上的缺陷，提供一种改进的蓄电池及直流供电系统监控仪，使其在线自动测定大电流同时也能

测定小的浮充电流时，简单可靠，成本低廉，提高蓄电池的使用寿命。

本发明进一步地目的在于增强监控仪的性能，使其具有电压，温度等多种监测能力，使该监控仪有较好的性能价格比，进一步提高蓄电池的使用寿命。

本发明的监控仪由串入蓄电池回路的分流器、电压放大器、V/f型模数转换器和数字处理电路组成，其特征在于仅有一个分流器，电压放大器是一个放大倍率受数字处理电路反馈信号控制的可变增益放大器。

本发明进一步地特征在于可变增益放大器与V/f型模数转换器之间串接一个输出极性恒定的极性调整电路，并在可变增益放大器与数字处理电路之间接入一个极性检测电路，以便数字处理电路可以判断接受到的电流数字信号的极性。

本发明相对于已有技术的优点，在于避免了测量过程中手动或有触点的切换动作，通过采用一个分流器与放大倍率可变的电压放大器配合使用的方法，分档测量小电流和大电流，量程可达4个数量级以上，各档精度均可小于0.5%，既达到了监控的要求，又保证了蓄电池及直流供电系统的高度可靠。同时，这种方法还可以大大地降低监控仪的成本。

采用极性调整电路是为了用低廉的V/f型单极性模数转换器替代较贵的双极性A/D转换器，从而降低整机的成本。

为了提高监控仪的性能价格比，在数字处理电路上采用单片计算机，利用其丰富的功能，再配以关键点电压、系统温度测量电路，从多方面监测蓄电池及直流供电系统，达到提高蓄电池使用寿命和系统安全可靠运行的效果。

本发明的监控仪的电位测量通道由电压采样电路，多路选择开关，A/D转换器和译码器组成，其特征在于多个电压采样电路，通过多路选择开关共同一个A/D转换器，A/D转换器采用V/F变换器组成。

其进一步的特征在于，多路选择开关受译码器的控制，译码器接受单片机发出的顺序采样命令。

本发明的监控仪的电解液温度测量通道由温度传感器、放大器、多路选择开关、A/D转换器、译码机等组成。其特征在於多个温度传感器通过多路选择开关共同一个A/D转换器，A/D转换器采用V/f变换器组成。

其进一步的特征在于，多路选择开关受译码器的控制，译码器接受单片机发出的顺序采样命令。

以下结合附图对本发明作进一步描述。

图1 现有技术接触器式浮充电流测量电路

图2 现有技术二极管式浮充电流测量电路

图3 不测浮充电流的直流系统主接线

图4 本发明的监控仪总体原理图

图5 图4中电流/电量测量通道的一种电路

图6 图4中电压测量通道的一种是电路

图7 图4中温度测量通道的一种电路

一、电流/电量测量通道接口

串联在蓄电池回路的一个分流器1，将蓄电池回路的充放电电流 i 线性地转换成电压 U ，送增益可分档变化的精密程控增益放大器2进行放大。该放大器2由运算放大器PGA102、多路选择开关CD4066和三个微调电位器组成。经两个运算放大器组成的极性调整电路3送压控V/f变换器LM331组成的A/D转换器4，将放大后的电压信号线性比例地转换成频率信号 f_1 ，含有电流信息的频率信号 f_1 ，经光电耦合器6隔离后输入单片机单元22。

如果蓄电池回路的电流方向改变，极性检测电路5动作，输出电平信号，经光电耦合器7隔离后，通知单片机，此时正在传送反方向的电流——频率信号，注意识别。极性调整电路3的作用是不论电流的极性如何，始终保证送入A/D转换器4的电压信号是同一极性

的，以便可采用廉价的只能接受单极性信号的A/D转换器。

电流极性检测元件5也可以取消，注意选择和调整A/D转换器4的型号和工作点，使其输出的频率信号中含有极性的信息，单片机单元在软件的支持下仍然可以识别电流信号的极性。显然，这种方式简化了接口硬件的构成，但却增加了软件及其载体(存储器)的投资。是否合算，在不同应用场合的具体装置中要全面平衡一下成本、售价和可靠性的矛盾。就一般情况而言，不采用极性调整和检测电路，就需要采用价格较贵的可处理双极性信号的A/D转换器，而采用极性调整和检测电路，就可采用仅能接受单极性信号的廉价的A/D转换器。显然，这种工作方式降低了整机的成本。

当电流*i*增大，超过当时的量程时，单片机系统发出超量程信号经光电耦合器8隔离后，送程控增益放大器2，使放大器自动降低一档增益。当电流*i*低于当时量程的某一比例时，便发生与上述类似的相反过程，放大器自动升高一档增益。这样，被测电流始终处于测量系统最佳的量程范围内，简单可靠地解决了用1只分流器和一套商量装置精确测量大动态范围直流电流的精度与范围的矛盾，使长期未能很好解决的浮充电流测量的难题，迎刃而解。

为了确保A/D转换环节的精度，又要简化电路，降低成本，本发明的所有模拟量接口电路中均采用V/F变换式A/D转换器。这种A/D转换器的工作原理是：转换器首先将电压线性比例地转换成频率*f*，即 $f = g(u)$ 再送入计算机，然后，单片机系统经数据处理后才得到真正的数字量，完成A/D转换的全过程。

含有电流信息的频率信号*f_i*经单片机数据处理后，一方面以电流数字量(以A单位)的形式显示在显示器23上，另一方面系统不断地连续对*i*积分，即计算 $Q = \int i dt$ 。此

积分值 Q 即为蓄电池的充(放)电电量(以Ah为单位)。将此电量值 Q 贮存在系统的内存中, 当需要时, 可操作键盘25将其调至显示器上显示, 同时也作为系统进行其他运算和控制的备用数据。

这样的工作模式, 使得仅采用简单价廉的电流测量电流通路电路结构, 就同时完成了蓄电池充放电的电流和电量的精确测量, 实现了两个物理量测量的硬件资源共享, 大大降低了整机在成本。

由于计测到的电量 Q 是电流的真正积分值, 于是电流在很宽范围的变化也不会影响到电量 Q 的测量精度, 在程控增益放大器的配合下更能确保这一特性。这样, 就保证了, 在事故放电和充电状态时, 不论充放电电流怎样随机变化, 本监控仪都能准确地计测到起初的充放电电量。

以这些电量为依据, 就可实现许多控制和报警功能。

比如, 当交流电源中断, 蓄电池作事故放电时, 单片机就立即开始计测放电电量 Q_f 并存储下来, 当交流电源恢复后, 单片机就发出“充电”命令, 自动控制充电整流器改变输出电压, 对蓄电池作补充充电, 并且单片机又立即对充电电量 Q_c 进行计测, 并不断进行 $KQ_c - Q_f$ 的运算, 其中 K 为蓄电池的充电效率系数, 当满足:

$$KQ_c - Q_f = 0 \quad \text{时,}$$

就表示, 补充充电过程已准确完成, 单片机又发出“停充”命令, 令充电整流器改变输出电压, 蓄电池转入“浮充”状态运行。

如果在上述过程中, 交流电源发生多次中断事故, 则蓄电池就发生了多次放电—充电过程, 显然, 这种情况下, 安时数的记录和充放电片管理操作就复杂得多, 要人工准确地完成这一工作就更是不可。而由本发明制造的装置则可以轻松准确地胜任这一工作。单片机只要不停地运算和判断下式是否成立即可,

$$K \sum_{i=1}^n Q_{ci} - \sum_{i=1}^n Q_{fi} = 0$$

—当上式成立，单片机就可发出“停充”命令。

利用电量作控制应用的另一个例子，是对蓄电池的放电容量进行温度补偿。蓄电池实际可以放出的容量（即电量，以Ah单位）是当时的电解液温度有密切关系的，其大致趋势是当温度升高时，可实际放出的容量也增加，当温度降低时，则实际容量要明显减少。对此，几乎是众所周知的常识。问题在于，了解这一特性是一回事，实际应用这一特性又是另一回事。由于这一温度线的非线性和复杂性，实际工作中，特别是在事故状态下，人们几乎无法真正利用它。运用单片机技术和准确的电量计测技术，电解液温度曲线就可以容易地测出。在软件的支持下，现场维护人员能轻松地将标准的或厂有给定的温度曲线数据，一次性地用键盘输入单片机中，就完事大吉了。蓄电池事故放电时，单片机就会根据温度测量通道送入的当时的电解液温度数据，利用内存中的温度曲线不断进行补偿运算，一旦电量 Q_f 达到当时温度下的允许值，单片机立即限生“电量放完”的命令报警，也可以同时用此命令去切断放电回路，以确保蓄电池不致因过放电而损坏。

单片机利用准确的电量测量技术可以实现的功能举不胜举，不在此浪费篇幅。

二、电压测量通道接口

被监测的直流系统的四个关键点母线电压 $U_1 \sim U_4$ ，经电压采样元件9—1~9—4采样后，经多路切换开关10选取其中一路电压信号送A/D转换器11，转化成频率信号 f_u ，再经光电耦合器13隔离后，送入单片机单元22进行数据处理。所以要采用多路选择开关10是为了实现4个电压点测量共用一个A/D转换器及占用单片机一根输入口线，简化装置的硬件构成。多路选择开关10受单片机送出的采样命令的控制，采样命令经光电耦合器14

隔离后，送译码器12解码后，准确地按程序要求进行各电压信号的切换，实现电压测量通道的硬件资源共享。

输入单片机内的电压频率信号 f_u 经数据处理后，存入内存中指定单元，并不断将新测量值与上、下限给定值进行比较。当有越限情况发生时，系统立即经继电器输出报警信号，同时，将越限点的编号及电压值显示在显示器上。未发生越限的测点电压，需要时，也可用键盘将其调出显示。

每一个测点需要监控的电压值的数量可以依系统设计和运行管理的需要任意设置，但硬件数量却不变，仅仅改变软件设计即可完成。克服了多电压值监控与成本、结构的矛盾。

另外，由于电压的比较是以数字的形式在单片机内靠软件完成的，故动作值的返回区可以整定得很小，克服了电磁式电压继电器返回区过大和模拟式电子电压比较器受温度影响大的缺陷。

测点的数量可以依需要增加，对现有直流系统，一般4个点已足够。

三、温度测量通道

蓄电池的电解液温度由温度传感器 $15-1 \sim 15-n$ 转换为直流电压，经放大器 $16-1 \sim 16-n$ 分别放大后，经 n 选1的多路选择开关17，按顺序分别选出其中一路，再经A/D转换器18转换为温度频率信号 f_r ，经光电耦合器20送单片机单元。单片机发出的循环扫描采样命令，经光电耦合器21送入译码器19解码后，再驱动多路选择开关17，保证一时刻只有一路温度信号输入单片机。

输入单片机的温度频率信号 f_r 经数据处理后，存入内存中指定单元，并不断将新测量值与上、下限给定值进行比较。当有越限情况发生时，系统立即经继电器输出报警信

号，同时将超限点的编号及温度值显示在显示器上。未发生超限的测点温度，需要时，也可用键盘将其调出显示。

另一方面，单片机单元还将测得的电解液温度值参加有关电量的温度补偿计算。

温度测点的数量由现场蓄电池的个数和需要而定。

其他

本发明的监控仪，其电流、电量、电压及温度的控制和报警输出均为开关量输出，均采用小型电磁继电器，以兼顾体积、价格和可靠性的矛盾。为了提高监控仪的抗干扰性能和各回路间的隔离度，单片机单元的开关输出信号经由驱动器26-1~26-n驱动小型电磁继电器27-1~27-n，输出接点信号控制外部电路。

说 明 书 附 图

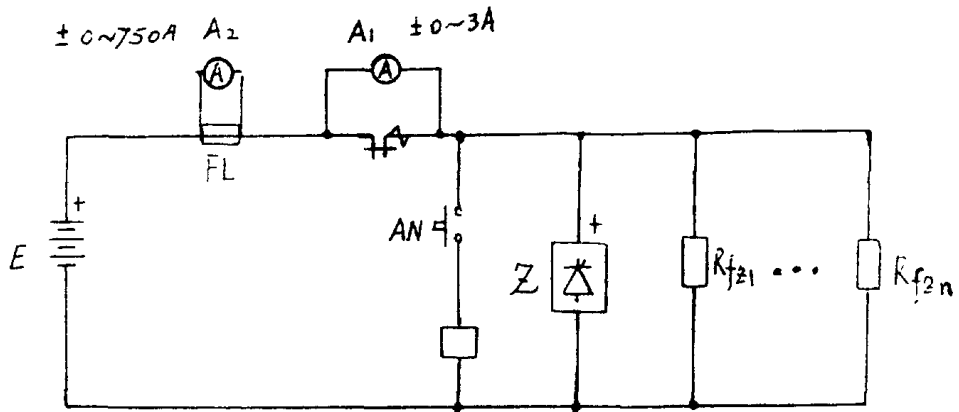


图1

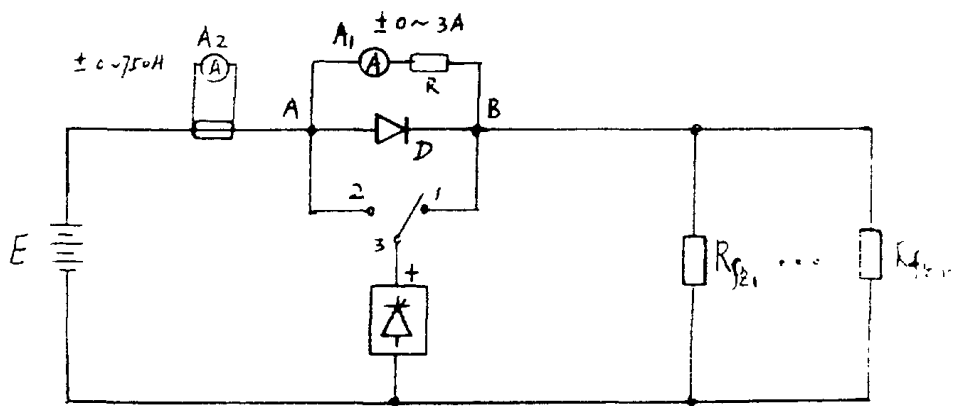


图2

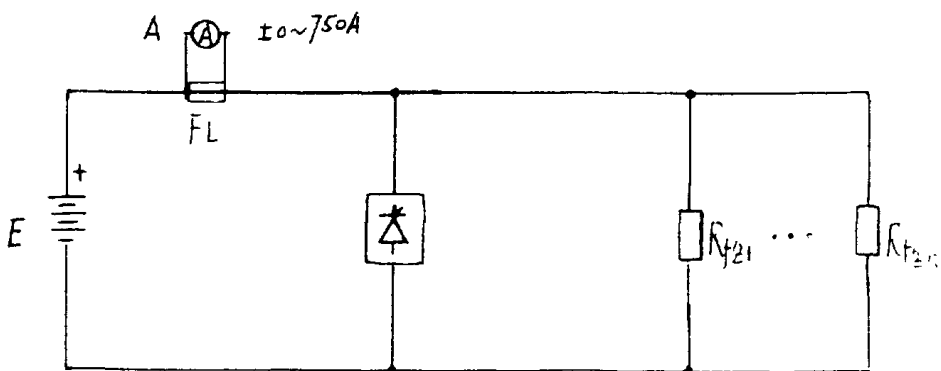


图3

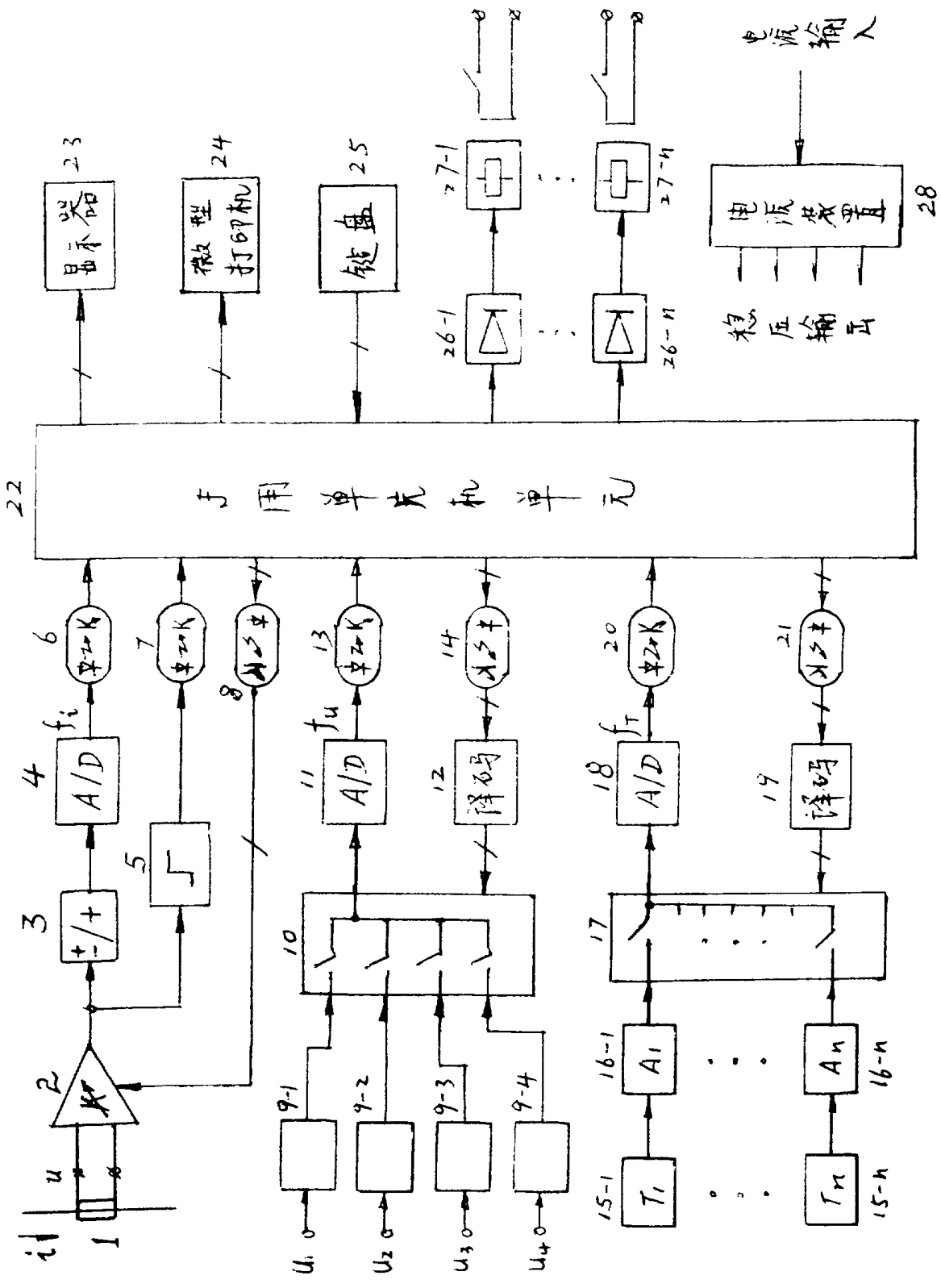
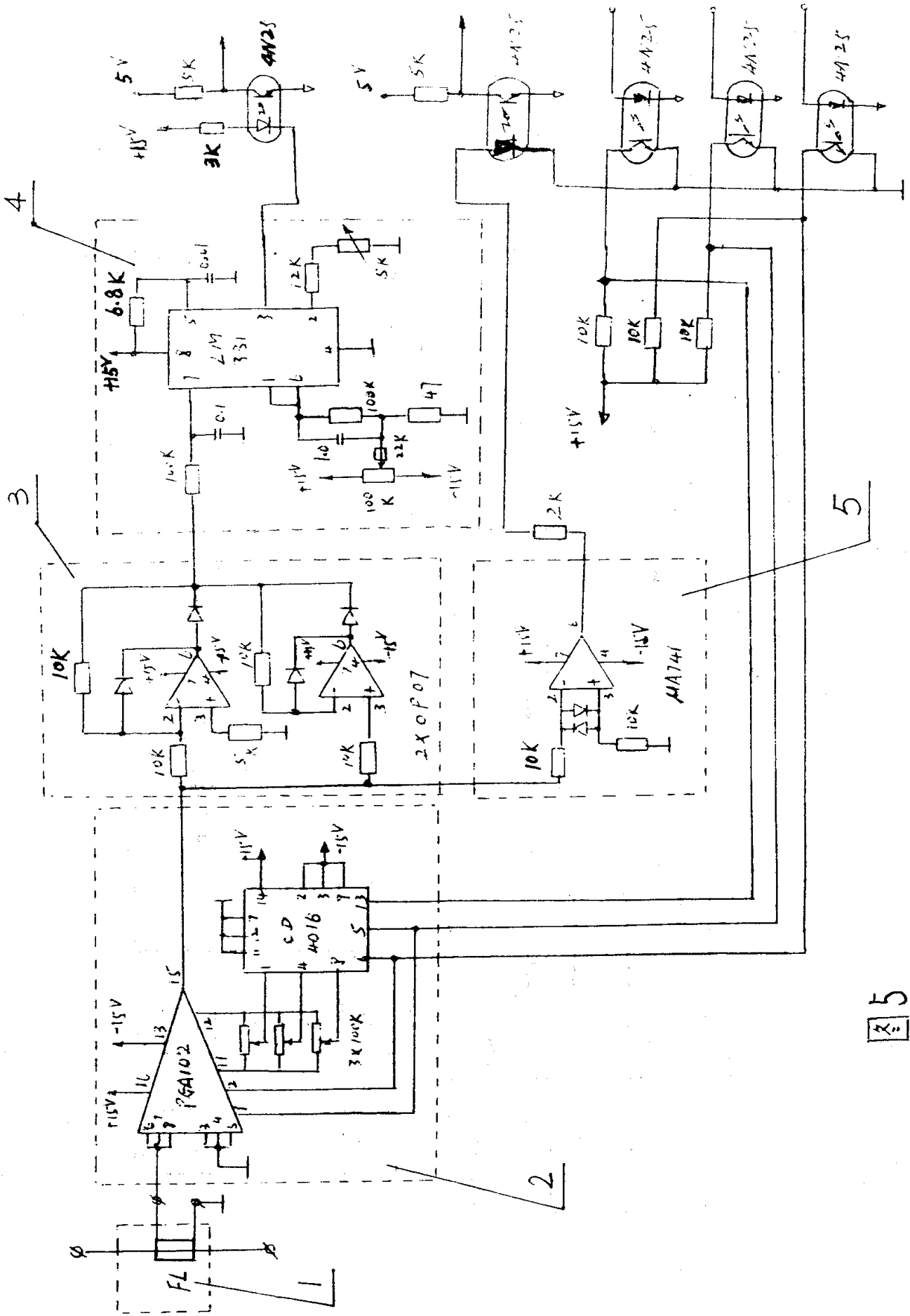
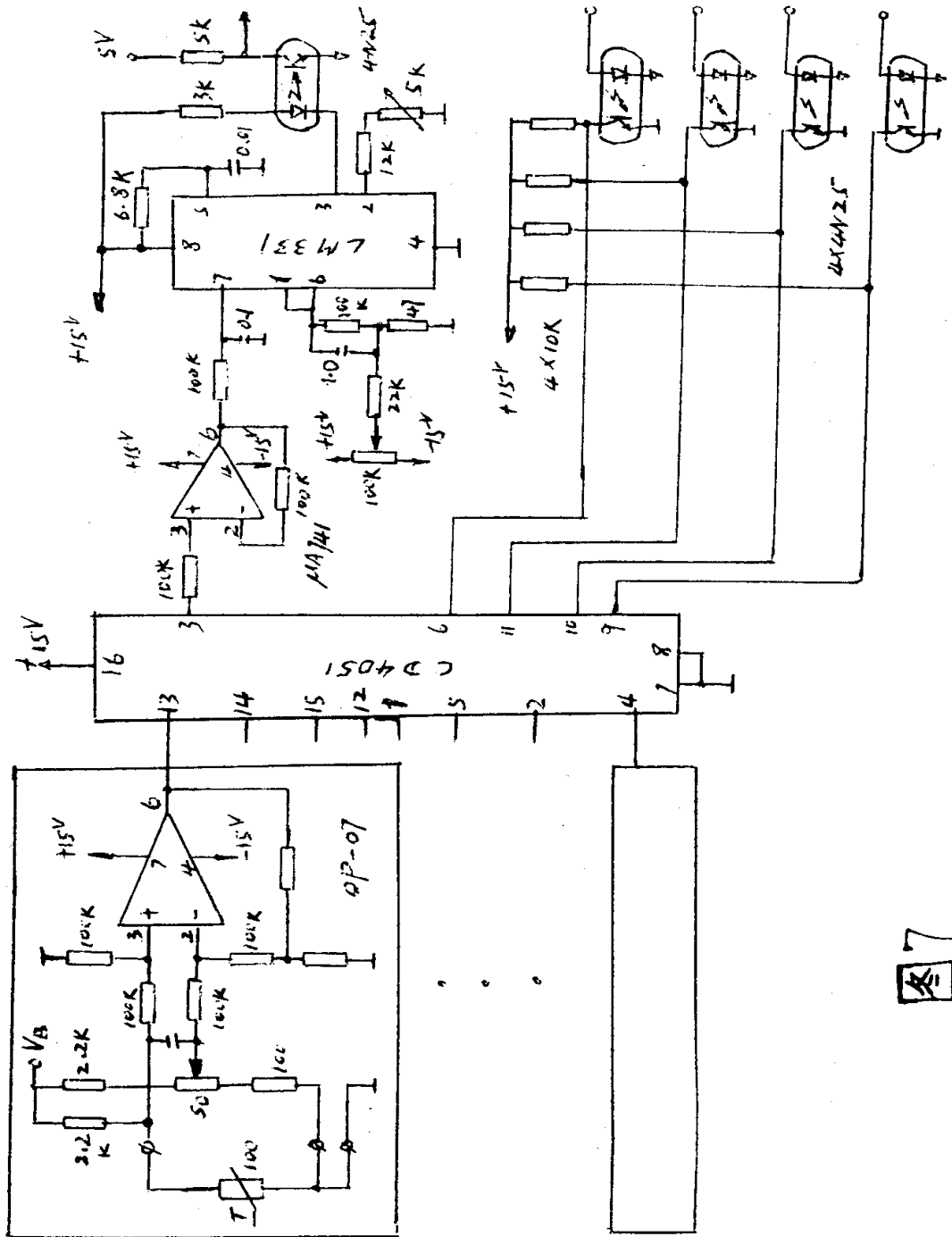


图4



25



7