DOI:10.16016/j.1000-5404.1994.02.021

RC-1型大鼠旋转自动计数仪的研制

杨 辉 蔡文琴* 张可成 (第三军医大学新桥医院脑外科) 630037
林 鹏 李永喜 (重庆大学光机系) 630040

用6-OHDA损毁大鼠一侧黑质——纹状体通路,造成同侧纹状体内多巴胺神经递质严重匮乏,在诱发剂的作用下,可以诱导出大鼠的不对称运动,即旋转行为。10余年来,这种行为模式被视为帕金森氏病(Parkinson's disease)的基本模型广泛用于神经组织再生、神经生化学、药理学等诸多方面的研究。通过计数动物的旋转运动,作为模型成功的行为指标。在实验过程中,这种计数测试每周必须进行,每只动物要定期测试,记录时间达40 min左右,工作量大,并且,国内一般由人工计数,极易产生目测误差和主观误差。尽管国内、外已有数种旋转计数仪的研制报道,但是它们不同程渡地存在价格昂贵、机械装置复杂等缺点,甚至因使用接触性计数而限制实验动物的活动,从而影响计数效果。我们通过对实验动物旋转行为进行大量细致观察,应用光电矩阵捕捉信号的原理研制出RC-1型大鼠旋转自动计数仪[1],既可克服上述缺陷,又有一定创新。其主要设计原理介绍如下。

1 设计原理

根据受测大鼠的解剖特点:体宽最小为4 cm,最大8~9 cm,体高7~8 cm,体长约25 cm左右。在旋转运动时可能出现5种情况:①在一定的半径范围内绕圆周环跑;②以一侧前肢为支撑点,身体环屈,首尾相接作圆周运动;③正向旋转中出现反向旋转;④少数动物出现以一侧后肢为支撑点的圆周运动;⑤鼠尾、须、及体毛对计数测试产生影响。同时,一方面考虑到术后不久测试,大鼠体质较弱,另一方面接触性测试限制大鼠运动范围和方式,直接影响计数准确性,故宜采用非接触性测试。另外,仪器还应具备以下功能:数字显示;最大计数范围1999圈;正、反旋转方向提示(包括正转之中之反转,反转之中之正转);定时范围为1 min至24 h;定时精度为1 s;定时停止有声响提示装置。其原理框图如图1所示:

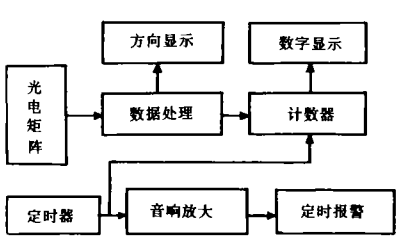


图1 原理框图

光电矩阵根据大鼠的体形设计而成,分布在圆筒腔体的半径方向上(如图2所示)。采用双排结构可以消除大鼠尾、须、及体毛对计数测试造成的误计数;双排间隔40 mm,即为大鼠最小体宽,保证大鼠旋转准确计数;圆腔体半径250 mm,腔内最大无矩阵分布空间 a=250+(250−5×40) mm=300 mm,小于最小大鼠的二倍体长,消除了漏计数;同时大鼠环绕圆周运动时,始终靠近圆腔体壁,故光电矩阵靠近腔壁的最小距离为40 mm。

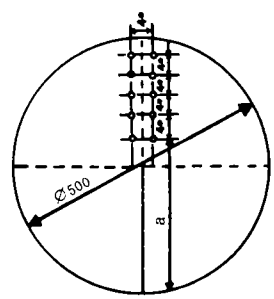


图2 光电矩阵平面分布图

2 电路原理

信号提取电路如图3。工作时,聚光电珠发光,光电二极管2CU全部导通,则在电阻R_1两端产生高电平,由R_2连接到三极管Q_1组成开关电路,即Q_1导通,集电极为低电平。当大鼠遮光时,2CU截止,则从集电极输出一个正脉冲A_1。同理产生A_2、A_3、A_4、A_5;第二排产生B_1、B_2、B_3、B_4、B_5。A_1~A_5、B_1~B_5分别相与,然后A、B相或,即输出信号 $Y=A+B=A_1\cdot A_2\cdot A_3\cdot A_4\cdot A_5+B_1\cdot B_2\cdot B_3\cdot B_4\cdot B_5$。这样就把大鼠的旋转运动转化为电信号,旋转一周,就有一矩阵脉冲Y输出,而且,只对大鼠躯体运动计数,消除一切误信号。将此矩阵脉冲送至计数器,驱动显示器,显示旋转圈数。

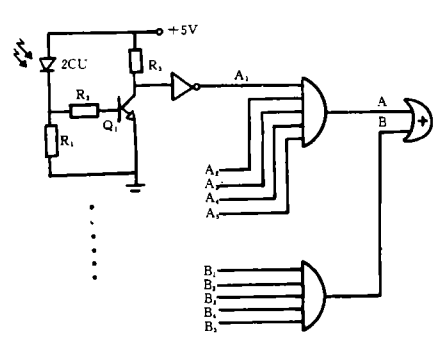
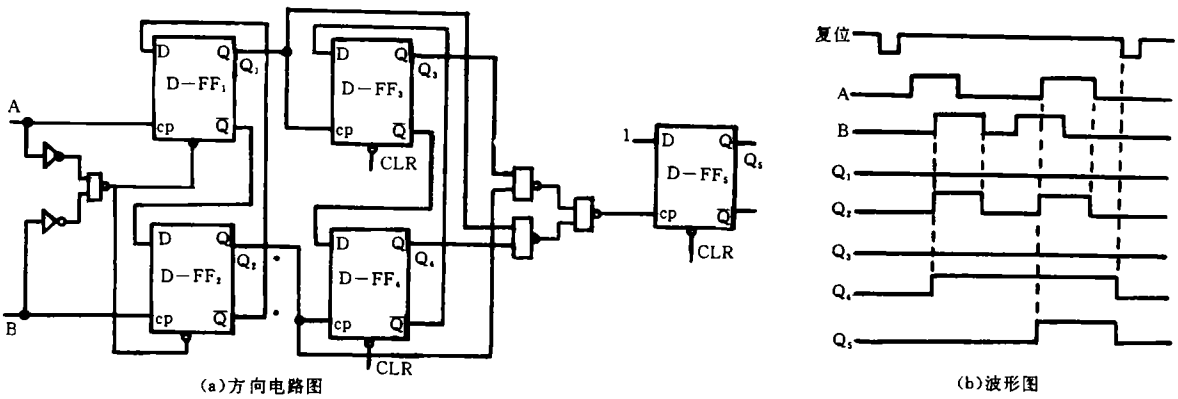


图3 信号提取电路图

* 第三军医大学组织胚胎学教研室

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

正负号方向电路如图4所示，由5个D触发器。4个与非门、2个非门、按一定的逻辑关系联结而成。输入信号从上述的A、B获得。



(a)方向电路图 (b)波形图

图4 电路示意图

假设开机时，A、B的逻辑顺序为：

A	0	1	1	0	0
B	0	0	1	1	0

A、B全为0时，D−FF$_{1,2}$被置零；由于D−FF的CD端比经非门和与非门后的复位信号快，所以，当A＝1、B＝0时，D−EF$_{1,2}$尚未打开；当A＝1、B＝1时，则D−FF$_2$的Q_2＝0，从而D−FF$_4$的Q_4＝1。若Q_4接“＋”号，Q_3接“－”号，则“＋”号灯亮，这时D−FF$_3$被锁。即Q_3＝0，即先A后B为正向旋转，旋转继续，状态保持，直至全部清零，假设某一时刻出现逆向旋转，则经过几个逻辑电路后，使D−FF$_5$置于1，Q_5接通提示灯，即若有逆向旋转，则给出提示，提示能保持到清零为止。

由电路的对称性可知，如果先B后A，则“－”号显示灯亮，而后若出现先A后B，提示灯亮。

本仪器采用市售的电子跑表作定时器，如图5所示：

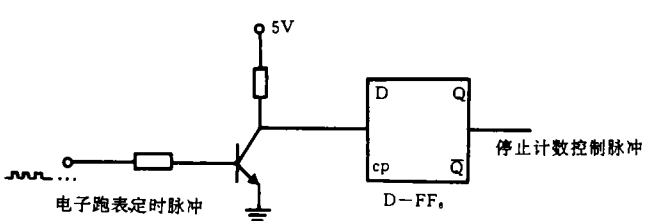


图5 定时计数示意图

定时器到时发出一个幅度很小的定时脉冲，经过三极管放大和D−FF$_6$整形后，藉以控制计数器的计数时间，从而达到停止计数之目的。这样充分利用了电子跑表的操作方便、边计数边定时，数字显示，定时精度高等优点。在此基础上再加上一门铃电路，定时时间终止，即发出优美动听的音乐，用以提示实验人员记录显示数据。

本仪器显示范围0～1999圈，能够覆盖被测大鼠在一定时间内的旋转次数。箱体采用密封结构，抗噪音、抗污染能力强。

3 讨论

一种性能完善的仪器设备，要求所用元器件少、操作灵活、方便、精确度高、经济实用；同时还要求不能影响受试物体的固有状态。本着这两个基础原则，根据受试大鼠的解剖特点及受试过程中可能出现的几种旋转运动情况，作者采用光电矩阵设计制作了RC-1型旋转计数仪，消除了误计数和漏计数，提高了仪器的精密度。此外，为了避免接触性计数式计数对大鼠运动范围、方式以及体力的直接影响，采用非接触式光电计数测试，克服了国内、外同类仪器中机械装置复杂和限制动物行为的缺点[2,3]。为了更新换代，RC-1型旋转计数仪可以进一步扩充功能：如外接打印机以及与IBM-PC机通讯对多只大鼠同步测试，发展为一个多参数、多用途的测试系统。本仪器经实验室使用，性能良好，与国内、外同类产品比较具有明显优越的性能，价格低，有推广价值。

关键词 大鼠；帕金森氏病；旋转计数仪

中图法分类号 R742.5

参考文献

1 张福学. 传感器电子学. 北京：国防工业出版社，1991. 6

2 傅丰礼，徐慧君. 旋转计数仪的研制. 南通医学院学报，1987，7(4)：98～100

3 Ungerstedt U. Postsynaptic supersensitivity after 6-hydroxydopamine induced degeneration of the nigrostriatal dopamine system. Acta Physiol Scand，1971，82(Suppl 367)：69～93

(收稿：1993-05-14；修回：1993-12-15)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net