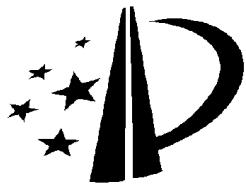


[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 21/24 (2006.01)

G01B 21/22 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520050842.4

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 2852052Y

[22] 申请日 2005.5.23

[21] 申请号 200520050842.4

[73] 专利权人 湖南科技大学

地址 411201 湖南省湘潭市雨湖区石码头 2
号

[72] 设计人 李学军 何宽芳 张美阳 沈意平
蒋玲莉 宾光富

[74] 专利代理机构 湘潭市雨湖区创汇知识产权代理
事务所

代理人 左祝安

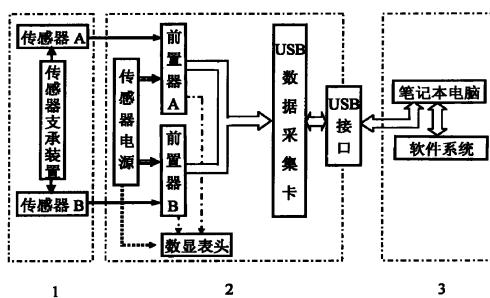
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 10 页

[54] 实用新型名称

用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置

[57] 摘要

一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，由传感器支撑装置、集成式信号采集装置和便携式计算机装置组成。该装置采用在回转窑筒体下边零应变的径向方向上安装传感器测量运行轴线，结合集成式信号采集和便携式计算机装置，集轴线测量模块于一体的技术方案，克服了现有检测方法存在测量装置高处安装困难，测量操作过程复杂，测量时间长，测量系统误差大，检测精度不高的缺陷。该装置适用于 2 ~ 9 档不同规格的回转窑，硬件结构紧凑、自带电源，重量轻；人机界面友好、操作使用方便，具有轴线测量模块；工作性能稳定，可靠性高，适于回转窑高温、多灰尘的恶劣工作环境。本装置可广泛适用于化工、水泥、冶金等以回转窑为核心生产设备的企业。



1、一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，其特征在于该装置包括传感器支承装置（1）、集成式信号采集装置（2）和便携式计算机装置（3），所述传感器支承装置（1）包括固定在回转窑各档的定位支承座（15）、移动式支架（18）、电涡流位移传感器（11）和对应电涡流位移传感器（11）设置的电涡流位移信号感应键（16），所述移动式支架（18）包括套筒（12）、磁力吸座（14）和连杆（13）；所述集成式信号采集装置（2）包括与电涡流位移传感器（11）A、B 对应的前置器 A、B，数显表头、电涡流位移传感器（11）电源和 USB 数据采集卡，锂离子电池，锂离子电池充电电路、直流-直流 DC/DC 稳压电路组成，所述电涡流位移传感器（11）A、B 分别安装在移动式支架（18）上，通过电缆连接到前置器 A、B，前置器 A、B 接 USB 数据采集卡，同时，前置器 A、B 连接数显表头和直流-直流 DC/DC 稳压电路，其中锂离子电池输入端与锂离子电池充电电路输出端相互连接，锂离子电池输出端与直流-直流 DC/DC 稳压电路输入端相互连接，所述便携式计算机装置（3）包括笔记本电脑及其设置于笔记本电脑的支承调整计算模块和轴线测量模块，便携式计算机装置（3）通过 USB 接口、电缆与集成式信号采集装置（2）、传感器支承装置（1）相互电连接。

2、根据权利要求 1 所述的用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，其特征在于所述套筒（12）上的电涡流位移传感器（11）是设置在筒体（17）下部两边零应变的径向方向上且与铅垂方向成 $15^{\circ}\pm1'$ 夹角并在垂直和水平方向上调整。

3、根据权利要求 1 所述的用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，其特征在于所述轴线测量模块设有回转窑各档支承位置和对于各档支承位置的轴线水平方向偏差和垂直方向偏差的实时显示图形。

用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置

技术领域

本实用新型涉及回转窑运行轴线检测装置，特别涉及一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置。

背景技术

回转窑是水泥、冶金、化工等行业生产流程中的核心设备，通常重达千吨、长过百米，支承组数2~9档，是一种重载、超长、多支点、静不定运行系统。回转窑运行中由于支承组件的非均匀磨损、环境温度的改变、基础的不平衡沉陷、制造安装误差等原因，其运行轴线发生偏移。据多年的经验总结，当回转窑筒体运行轴线偏差达到 $\pm 10\text{mm}$ 时，支承弯矩和筒体应力约增加3倍，托轮上的支承压力增加1倍。因此，回转窑运行轴线偏移，对其各部位受力和各部分机械磨损有重要影响，从而使设备零部件寿命急剧缩短，引发一系列机械故障和安全事故。这不但加大能源损耗、降低生产效率、增加维护成本，更为严重的问题是导致整个生产流程的中断造成重大生产损失。冶金、水泥工业生产中的大中型回转窑，一台窑停产一天通常引起数十万元的生产损失，发生一次托轮断轴事故，不仅需更换托轮的维修费二十余万元，而且造成数百万元(甚至上千万元)的生产损失，一台大型回转窑每年由此便可造成几千万元的损失。“只要大窑转，就有千千万”这就是对回转窑安全生产重要程度的生动描述。因此，保证回转窑安全、高效地健康运行，是相应企业提高效率、保证质量、降低成本、创造效益的重要途径。

目前生产中对回转窑运行的管理与维护，采用的是一种依靠经验指导的管理与维护方式；对回转窑运行状态的调整，是通过对窑的冷静态轴线测量，结合一些经验计算来进行。存在着回转窑实际运行轴线状态不明确、各档托轮受力不清楚、轴向运动不易调控、运行状态历史数据无记录、变化趋势不了解的问题。再者回转窑运行中轴线将发生改变，运行条件不断恶化，到一定的程度需及时做出调整，由于不能准确掌握其运行轴线，也就不知道回转窑何时该调整、如何最佳调整。因此，目前生产中尽管对回转窑的管理与维护工作非常重视，但由于缺乏相应的理论指导，未能弄清系统力学状态、健康状态与轴线的内在关联；对设备的故障预防、健康维护缺乏有效的技术保障，生产中机械故障和安全事故仍屡有发生，经济损失非常严重。因此，研制回转窑健康维护的检测与分析系统，实现对设备运行的科学管理，是以回转窑为企业提高经济效益亟待解决的关键问题。

对回转窑轴线的检测一直是回转窑设备维护中最重要的工作内容，对其轴线检测技术的

开发也是多年的研究热点。由于回转窑长度长、支承组数多、筒体直径大；处于高温、多灰尘的恶劣工作环境；筒体表面本身存在较大的不圆度误差和变形，实现对其运行轴线在线检测不易。八十年代初，国外停留在用经纬仪和水准仪、激光测静态窑轴线的水平；八十年代末，开始研究运行轴线的动态测量法。国外波兰首创了滚圈位置测量法；丹麦 FLS 公司研制了激光滚圈测量法；德国伯利鸿斯(Polysius)公司开发了一种可在静态和动态条件下测定轴线的 Polscan 托轮位置测量系统；我国武汉工业大学张云研制了回转窑轴线参数检测系统——“KAS”测量系统，它由 3 个位移传感器、多路位移发送器、非接触电磁位置传感器、磁性起始器、微型计算机、滚圈和托轮周长测量仪、滚圈与筒体间隙测定仪、电子经纬仪、水准仪等组成。三个位移传感器安装在筒体水平直径线和垂直直径线上，同时对径测量筒体表面位置，位置传感器测出筒体的角位置。其中两个水平传感器信号计算筒体中心水平位置和平均半径，垂直传感器信号和已测出的滚圈直径、滚圈与筒体的间隙一起计算出筒体中心垂直位置。上述各种检测方法在不同程度上都存在着以下不足：① 测量装置复杂、昂贵，测量操作繁琐、易错，需要专业的操作人员；② 高处安装测量装置，定位、安装、固定困难，观测误差大，不便于快速检测；③ 需要通过滚圈与筒体间隙来推算回转中心位置，测量方法、系统误差大；④ 测点不多时，不能消除滚圈、筒体不圆度引起的误差；⑤ 测量精度不高，水平方向为±1.5mm，垂直方向为±2.5mm。基于这些原因，限制了回转窑的轴线检测技术在现场的推广应用，也很少有企业能够自行完成其运行轴线的在线检测，生产中普遍采用的还是静态轴线检测。而回转窑轴线按冷静态调整成直线，运行中由于各档温升不同，运行轴线恰恰不是直线，而且运行中还不断变化。因而实现回转窑运行轴线的快速在线检测，是回转窑健康维护技术中亟待解决的关键问题。

发明内容

针对上述情况，本实用新型提供一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，该装置能实现对回转窑运行轴线的快速检测，且适用于不同尺寸规格的回转窑；通过对回转窑运行轴线快速检测，实时掌握其运行状态，从而实现对设备健康维护的目的。

为了实现上述目的，一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，该装置包括传感器支承装置、集成式信号采集装置和便携式计算机装置，所述传感器支承装置包括固定在回转窑各档的定位支承座、移动式支架、电涡流位移传感器和对应电涡流位移传感器设置的电涡流位移信号感应键，所述移动式支架包括套筒、磁力吸座和连杆；所述集成式信号采集装置包括与电涡流位移传感器 A、B 对应的前置器 A、B，数显表头、电涡流位移传感器电源和 USB 数据采集卡，锂离子电池，锂离子电池充电电路、直流-直流 (DC/DC) 稳压电路组成，所述电涡流位移传感器 A、B 分别安装在移动式支架上，通过电缆连接到前置器 A、B，前置

器 A、B 接 USB 数据采集卡，同时，前置器 A、B 连接数显表头和直流-直流（DC/DC）稳压电路，其中锂离子电池输入端与锂离子电池充电电路输出端相互连接，锂离子电池输出端与直流-直流（DC/DC）稳压电路输入端相互连接，所述便携式计算机装置包括笔记本电脑及其设置于笔记本电脑的支承调整计算模块和轴线测量模块，便携式计算机装置通过 USB 接口、电缆与集成式信号采集装置、传感器支承装置相互电连接。

为了实现结构优化、性能稳定、便于携带、使用方便，达到运行轴线快速准确检测的目的，其进一步的措施是：

所述套筒上的电涡流位移传感器是设置在筒体下部两边零应变的径向方向上且与铅垂方向成 $15^\circ \pm 1'$ 夹角并在垂直和水平方向上调整。

所述轴线测量模块适用于 2~9 档不同尺寸规格的回转窑。

本实用新型装置采用在回转窑筒体下边零应变的径向方向上安装传感器测量运行轴线，结合集成式信号采集和便携式计算机装置，集轴线测量模块一体的技术方案，克服了现有检测方法存在测量装置高处安装困难，测量操作过程复杂，测量时间长，测量系统误差大，检测精度不高的缺陷。使本装置具有系统结构紧凑，自带电源，重量轻，操作简单、使用方便。系统运行轴线检测快速，完成 1 台窑轴线检测和分析、处理不超过 2 人时；系统检测精度高，垂直和水平方向的轴线检测精度均优于 $\pm 1.5\text{mm}$ 。适合于野外独立作业，是实现回转窑健康维护和信息优化决策的一种可靠、实用的工具。本实用新型装置还具有适合于高温、多灰尘恶劣工作环境下的 2~9 档不同规格的回转窑的特点。应用本实用新型装置可以很好地对回转窑运行轴线进行快速检测，从而保证回转窑安全、高效健康运行且运转率显著提高。本实用新型装置可广泛适用于化工、水泥、冶金等以回转窑为核心生产设备的企业。

下面结合附图和具体实施方式对本实用新型装置作进一步详细的说明。

附图说明

图 1 是本实用新型装置的系统结构框架图。

图 2 是本实用新型装置的传感器支承装置安装结构示意图。

图 3 是本实用新型装置的电涡流位移传感器外形结构示意图。

图 4 是本实用新型装置的集成式信号采集装置结构示意图。

图 5 是图 3 中的电涡流位移传感器电源电路图。

图 6 是本实用新型装置的便携式计算机装置功能模块主界面示意图。

图 7 是支承调整计算界面图。

图 8 是轴线测量模块流程图。

图 9 是图 8 中的函数轴线计算流程图。

图 10 是图 8 中的采样值计算函数流程图。

图 11 是图 8 中的波位置判断函数流程图。

图 12 是图 8 中的波中点位置判断函数流程图。

图 13 是图 8 中的波值计算函数流程图。

图 14 是图 7 轴线测量模块的部分源程序。

具体实施方式

参见附图，一种用于回转窑运行轴线快速检测的便携式装置，该装置由传感器支承装置 1、集成式信号采集装置 2 和便携式计算机装置 3 集成于一体。其中传感器支承装置 1 中的电涡流位移传感器 11A、B 分别安装在移动式支架 18 上，通过电缆连接到前置器 A、B，前置器 A、B 接 USB 数据采集卡，同时，前置器 A、B 连接数显表头和直流-直流（DC/DC）稳压电路，其中三节锂离子电池输入端与锂离子电池充电电路输出端相互连接，三节锂离子电池输出端与直流-直流（DC/DC）稳压电路输入端相互连接，便携式计算机装置 3 包括笔记本电脑及其设置于笔记本电脑的支承调整计算模块和适用于 2~9 档不同尺寸规格的回转窑轴线测量模块，便携式计算机装置 3 通过 USB 接口、电缆与集成式信号采集装置 2、传感器支承装置 1 相互电连接。该装置结构框架图如附图 1 所示。

附图 2 所示的是本装置的传感器支承装置 1 安装结构示意图，包括移动式支架 18、电涡流位移传感器 11 和对应的电涡流位移传感器 11A、B 设置有电涡流位移信号感应键 16、定位支承座 15。移动式支架 18 由套筒 12，连杆 13，磁力吸座 14 组成，电涡流位移信号感应键 16 为一长方形的方键，方键长度为传感器 11 探头 19 直径 d 的 1.5 倍以上，为便于安装、调整，长度一般选取为 3 倍 d ；宽度为传感器 11 探头 19 直径的 1.6 倍；电涡流位移信号感应键 16 的高度根据被测筒体 17 的不圆度及传感器的量程确定，并保证电涡流位移信号感应键 16 以外部分的位移测量值超出电涡流位移传感器 11 的线性测量范围，安装时，该电涡流位移信号感应键 16 固定在回转窑筒体 17 表面上，如图 2 所示。磁力吸座 14 固定于连杆 13 上，移动式支架 18 上的两个套筒 12 与铅垂方向成 $15^\circ \pm 1'$ 夹角，套筒 12 位置在垂直和水平方向可调。移动式支架 18 安装时，将定位支承座 15 和移动式支架 18 一起标定，保证移动式支架 18 在回转窑各档的相应空间位置。标定好后，固定定位支承座 15，由磁力吸座 14 实现移动式支架 18 的快速定位与安装。通过调整套筒 12 在垂直和水平方向的位置，以适用不同尺寸规格的要求，并保证电涡流位移传感器 11 安装在筒体 17 下两边零应变的径向方向上，调整完毕后，固定套筒 12 于连杆 13 之上。电涡流位移传感器 11 安装时，通过调整电涡流位移信号感应键 16 的测量信号值在传感器量程的线性中点，调整完毕后，固定电涡流位移传感器 11 于套筒 12 上。

附图 3 所示的是本装置的电涡流位移传感器 11 外形结构示意图，包括探头 19，前端 20，连接光杆 21，螺纹杆 22。电涡流位移传感器 11 探头 19 将位移信号转换为电压信号，为了得到有效的采样数据波形，电涡流位移传感器 11 探头 19 表面直径尺寸对应电涡流位移信号感应键 16 表面的面积有一定的要求；前端 20 是连接探头 19 和其他部分的；连接光杆 21 是需精加工的，其精度是电涡流位移传感器 11 位置精度的关键；螺纹杆 22 是电涡流位移传感器 11 安装、固定、调节的重要部分；尾端铣成四方便于拧动螺母方便电涡流位移传感器 11 的装卸和调整。需要保证的位置精度要求有：探头 19 连接端的端面与连接光杆 21 中心的垂直度有要求，探头 19 的外径与连接光杆 21 中心的同轴度有要求；探头 19 连接端的连接面和连接光杆 21 的定位面有表面粗糙度要求；对于尺寸精度则需要保证连接光杆 21 的直径与套筒 12 的配合精度。

附图 4 是本装置的集成式信号采集装置结构示意图。由两个大量程电涡流位移传感器 11A, B 及其前置器 A, B, 数显表头、电涡流位移传感器 11 电源和 USB 数据采集卡组成。电涡流位移传感器探头 19 的线性量程可选择范围至少为 20mm；数显表头工作的条件是：工作电压是 +5V，显示范围是 0~10V，显示值与输入值是 1 比 1 如：输入 5V 其显示就是 5.00V，表头小数点位数任意设定；USB 采集卡选用要求：工作电压为 +5V，分辨率 >12bit，采样频率 >100KHz。测量时，电涡流位移传感器 11 安装在移动式支架 18 上如附图 2 所示，感应到的电压信号经前置器放大处理后，通过 USB 数据采集卡转换为数字信号由 USB 接口传至计算机装置 3；同时，数显表头实时显示电涡流位移传感器 11 感应到的电压信号。电涡流位移传感器 11 是由三节容量为 1800mAH 的可充电锂离子电池组供电，保证电涡流位移传感器 11 能够在电池单独供电的情况下工作两小时以上。电源的电压输出波纹为 ±50mV，保证在电池电压不断下降的过程中，输出电压不变。

附图 5 是本装置的电涡流位移传感器 11 电源电路图。该电涡流位移传感器 11 电源电路图，包括锂离子电池充电电路、直流-直流 (DC/DC) 稳压电路。附图 5 中锂离子充电电路采用了 MAXIM 公司生产的，可最多充三节锂离子电池的专用芯片 MAX1757，电路中利用 MAX1757 的 CSSN 引脚之间的外接电阻 R8 来检测输入电流，ISETIN 引脚设置检测门限，电池最大充电电流由 ISETOUT 引脚的电压值确定，该电压由连接在 REF 和 GND 之间的分压电阻调节。当 ISETOUT 引脚接 REF 时，电流为最大值 (1.5A)，在本实施例中我们将 ISETOUT 引脚接至 REF 引脚，最大充电电流为 1.5A。通过 VADJ 引脚的外接分压电阻 R6 和 R7 用来调整电池充电终止电压，R6 和 R7 电阻精度应在 1% 以上，阻值应不超过 100KΩ。电池节数由 CELL 引脚设置，CELL 引脚接 GND、浮空或接 REF 分别表示电池节数为 1 节、2 节、3 节，在这里 CELL 引脚浮空。电路设有定时器和温度检测器为电池充电提供附加保护，由于充电效率达不到 100%，

充电时间限定值应留有余量。温度检测器应接在 THM 和 GND 之间，应靠近电池安装，温度检测器可选择具有负温度系数的热敏电阻，+25℃时阻值为 10KΩ，Philips、Cornerstone 传感器公司、Fenwall 电子公司均可提供适当的产品，MAX1757 以 1.2Hz 的频率检测电池温度，本实施例用一个 10 KΩ 电阻接地。D12、C14 和 L3 组成芯片内部 MOSFET 管开关作用后的滤波电路。在 TIIMER1 外接电容 C17 可设置预充、满充和顶端截止充电过程的时间控制，在 TIMER2 上外接电容 C18 可设置快充时间控制。电源要求可以在对电池充电的同时向传感器供电。在断开充电时，自动转为充电电池向电涡流位移传感器 11 供电，该功能由充电电路中的两个 1N5817 肖特基二极管 D13、D14 来实现：当充电输入时 D14 断开，当充电断开时 D14 导通，实现了不间断的功能，D13 用来防止电池供电时电流回流。此外 MAX1757 带有三个电池充电状态指示输出端 FASTCHG、FULLCHG 和 FAULT，这些端口均为漏级开路输出，可用于驱动 LED。FASTCHG 用于指示充电器处于快充状态，为恒流充电模式；FULLCHG 表示充电器已完成快充状态（电池容量接近 85%）而处于恒压充电模式；FAULT 则表示充电器检测到充电故障，充电已经终止，分别用三个指示灯选用 φ3mmLED 发光管显示，故障的用红色，其它用绿色，R9、R10、R11 是限流电阻分别串接发光管。

三节锂离子电池组在对电涡流位移传感器 11 供电时同时需向数显表头供电，具体供电情况是：传感器工作电压是±12V，数显表头的工作电压是+5V。电池提供的电压（即稳压电路的输入电压）在 12.6~8.75V 之间变化。附图 5 中的直流-直流（DC/DC）稳压电路是采用直流-直流（DC/DC）稳压模块，故电路相对简单：电路中 LED8 是电源指示灯，电容 C20、EC6 是滤波电容用于减缓电流脉动。

附图 1 所示的便携式计算机装置 3，该装置 3 设有嵌入的支承调整计算模块和轴线测量模块，其中支承调整计算模块的功能是自动计算出移动式支架 18 套筒 12 在高度和宽度上的调整值；轴线测量模块的功能包括数据采集、轴线计算。

附图 7 所示的是支承调整计算界面图。操作时，点击主界面菜单如附图 6 支承调整计算，运行该模块弹出参数设置界面，由用户输入窑的结构参数，点击计算按钮便自动计算出移动式支架 18 套筒 12 在高度和宽度上的调整值，计算结果用于调整移动式支架 18 套筒 12 的位置，保证电涡流位移传感器 11 安装在两个 15°零位移方向。

附图 8 所示的是本实施例的轴线测量模块流程图，其中轴线测量模块的数据采集、判断与计算程序编成相应的函数，其中主要的函数结构和流程设计如下：

- ①采样函数，表示为 cyhs，函数为空函数，不返回函数值，采样结果储存在全局数组采样值(cyz)中。
- ②轴线计算函数，函数字母表示为 Zxjshs，函数返回值为 F1、F2，用于判断电涡流位移

传感器 11A, B 采样的有效性。该函数流程图如附图 9 所示。调用该函数时，先显示各传感器、测量参数、采样参数的设置界面，参数设置完毕后便调用该函数，该函数中需调用采样值计算函数(Cyzjshs)。

③采样值计算函数，字母表示为 Cyzjshs，该函数在采样完成后调用。函数返回值为传感器检测到的被测对象离传感器探头 19 距离的平均值 Cgqwyz[2]。该函数流程图如附图 10 所示，该函数需调用位置判断函数(Wzpdhs)来确定采样信号波形的起始值位置、中点判断函数(Zdwzpdhs)用于判断采样信号波形的中点位置以便进行波值计算、波值计算函数(Bzjshs)用来计算波值的大小。

④波位置判断函数，字母表示为 Bwzpdhs，函数为空函数，不返回函数值，函数流程图如附图 11 所示。在计算传感器测量位移值时，调用该函数判断信号波的位置，调用时需传入采样信号(cyz)。判断的结果储存在传感器位移值数组(cgqwyz[0])中作为中点位置判断的起始点。

⑤波中点位置判断函数，表示为 Bzdzwzpdhs(cyz)。该函数为整型函数，流程图如附图 12 所示。在计算传感器测量的信号波大小时，调用该函数判断信号波的中点位置，该点位置是作为波值计算的中点，调用时需传入采样信号(cyz)。当没有判断到中点位置时，返回值为 0；当判断到中点位置时，中点位置为函数返回值。

⑥波值计算函数，字母表示为 Bzjshs(cyz)，函数为空函数，不返回函数值，函数流程图如附图 13 所示。在判断出传感器测量的信号波位置后，调用该函数计算各信号波值的大小，调用时需传入采样信号(cyz)，该函数计算 3 个波段，每个波段以中点位置为中心所采集到的 21 个点，然后返回到采样值计算函数(Cyzjshs)取平均值。两个电涡流位移传感器 11A, B 测量信号的计算结果储存在传感器位移值数组(cgqwyz[2])中。该函数中需要调用波中点位置判断函数(Bzxwzpdhs)。

操作时，点击主界面如附图 6 所示的菜单轴线测量，弹出显示各传感器、测量参数、采样参数的参数设置界面，启动采样程序进行数据采集同时弹出等待界面，采集完毕后保存采样数据，基于采样数据 cyz，调用轴线计算函数 Zxjshs 便可计算出传感器位移值 cgqwyz[2]，将 cgqwyz[2] 分别赋给 l_A , l_B ，再根据式：

$$t = 1.932 \times (L_B - L_A + l_A - l_B) \quad (1)$$

$$h = \frac{(y_B^2 - y_A^2) + (z_B^2 - z_A^2)}{2(y_B - y_A)} - \frac{z_B - z_A}{y_B - y_A} t \quad (2)$$

$$z_A = -(L_A - l_A) \times \sin 15^\circ \quad (3)$$

$$y_A = -(L_A - l_A) \times \cos 15^\circ \quad (4)$$

$$z_B = (L_B - l_B) \times \sin 15^\circ \quad (5)$$

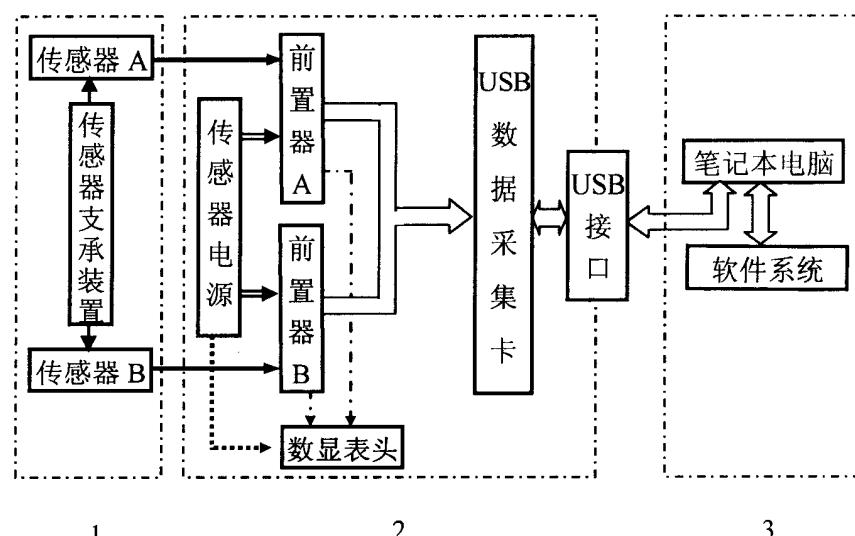
$$y_B = (l_B - L_B) \times \cos 15^\circ \quad (6)$$

式中 t 、 h 为要测量的回转窑中心的水平方向和垂直方向偏移量； L_A 、 L_B 分别是电涡流位移传感器 11A，B 探头 19 端面到回转窑轴线中心的距离，由程序调入；已知 L_A 、 L_B ， l_A ， l_B 通过式（1）、式（2）（源代码如附图 14 所示）便可得出所测回转窑档位轴线偏差 t 、 h 。

附图 14 所示是计算水平偏差、垂直偏差并显示计算结果的部分源代码，具体描述如：根据测量位移值 $clwyza$ ， $clwyzb$ ，由公式（3）、（4）、（5）、（6）计算出 Z_A 、 Z_B ， y_A ， y_B ，再根据水平偏差计算公式（1）、垂直偏差计算公式（2）计算出水平偏差 t 、垂直偏差 h ，计算结果再由界面显示。

其中轴线测量模块与参数设置模块、支承调整计算模块与电涡流位移传感器 11A，B 支承装置 1、集成式信号采集装置 2 相匹配实现对回转窑运行轴线检测；其检测结果由主界面中附图 6 所示的两个图形分别实时显示，显示内容包括回转窑各档支承位置和对应于各档位置的轴线水平方向偏差和垂直方向偏差；主界面两图中附图 6 横坐标表示回转窑各档支承位置，纵坐标分别表示各档位置的水平方向偏差和垂直方向偏差。

以上仅仅是本实用新型的较佳实施例，根据本实用新型的上述构思，本领域的熟练人员还可对此作出各种修改和变换。例如，上述安装在套筒上的电涡流位移传感器安装角度和量程范围的选择，电涡流位移信号感应键的参数设置以及开发各功能模块所用程序语言和各功能模块所用的匹配方式等等。然而，类似的这种变换和修改均属于本实用新型保护的范围。



2

3

图 1

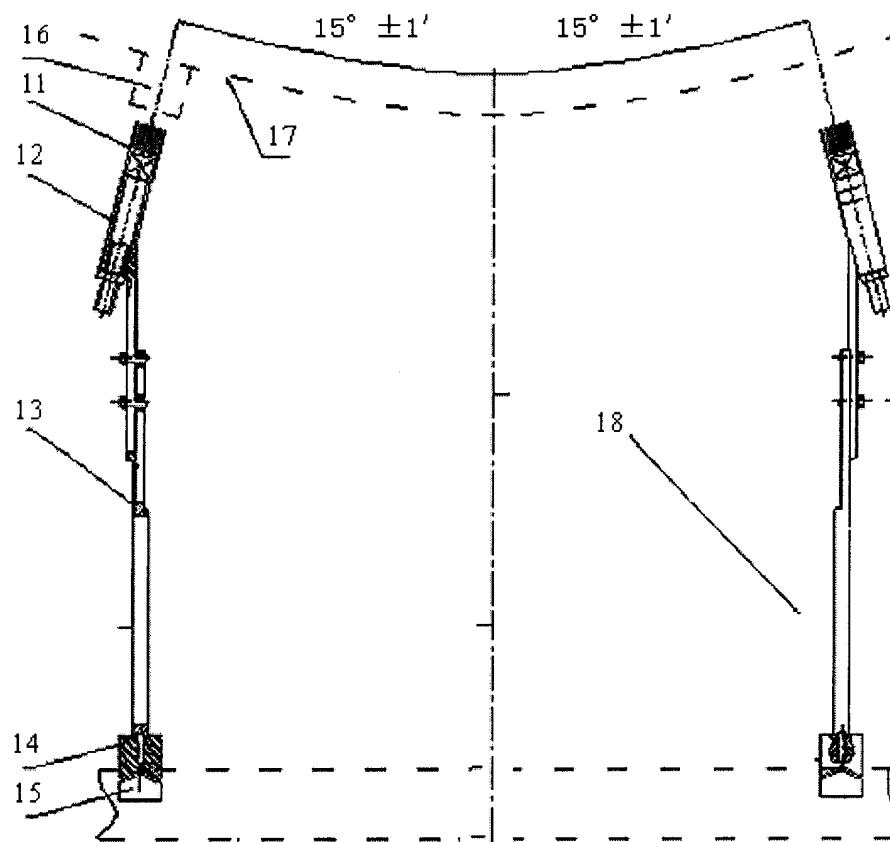


图 2

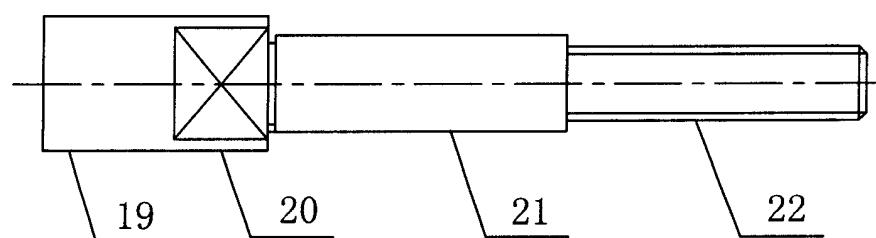


图3

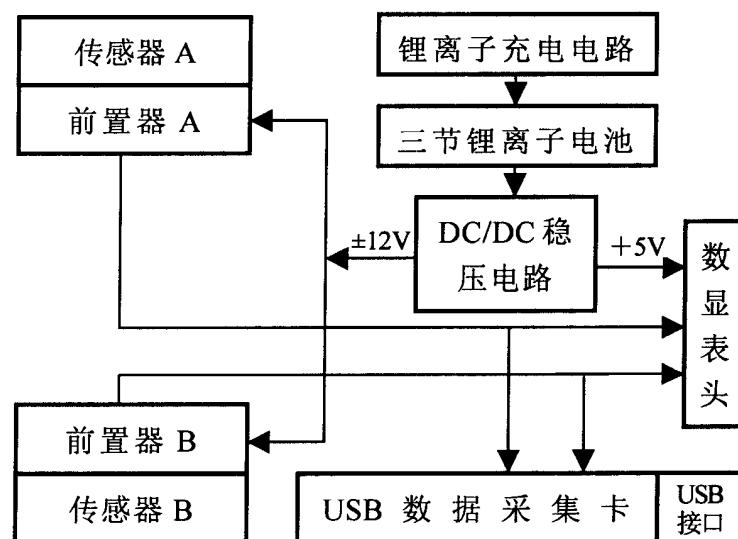


图 4

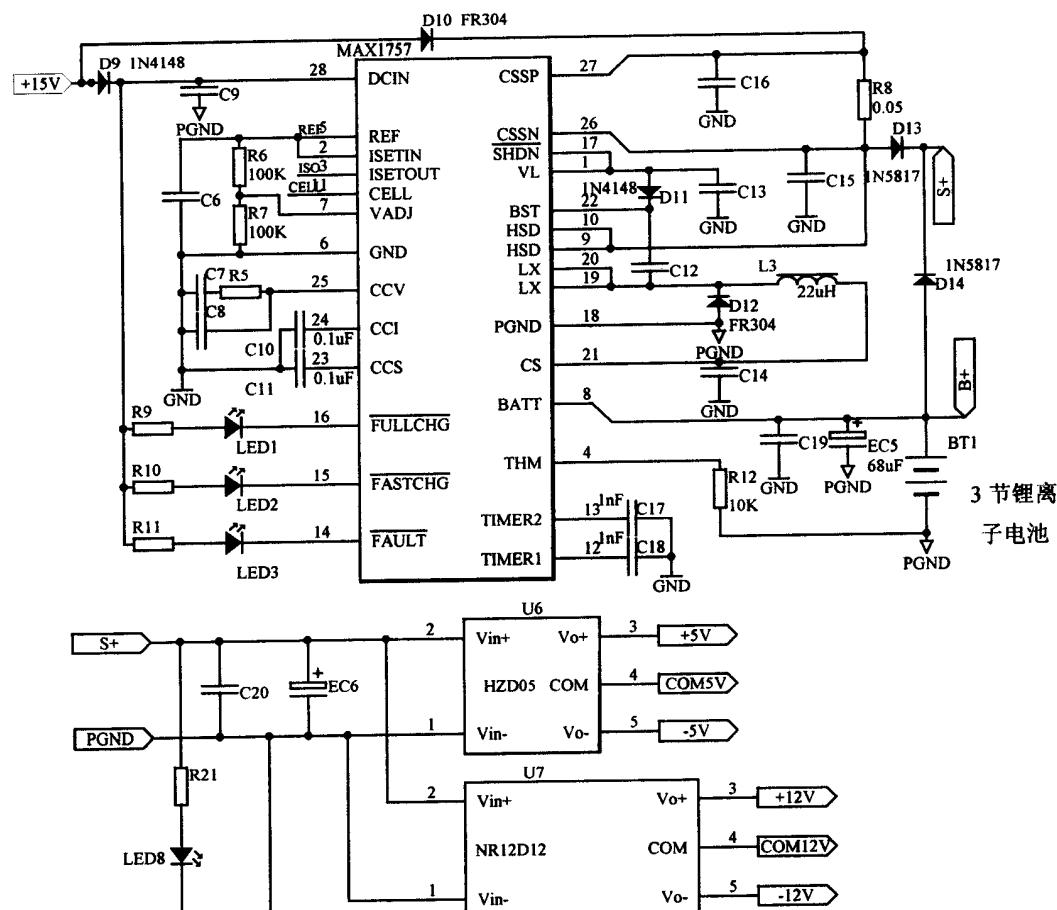


图 5

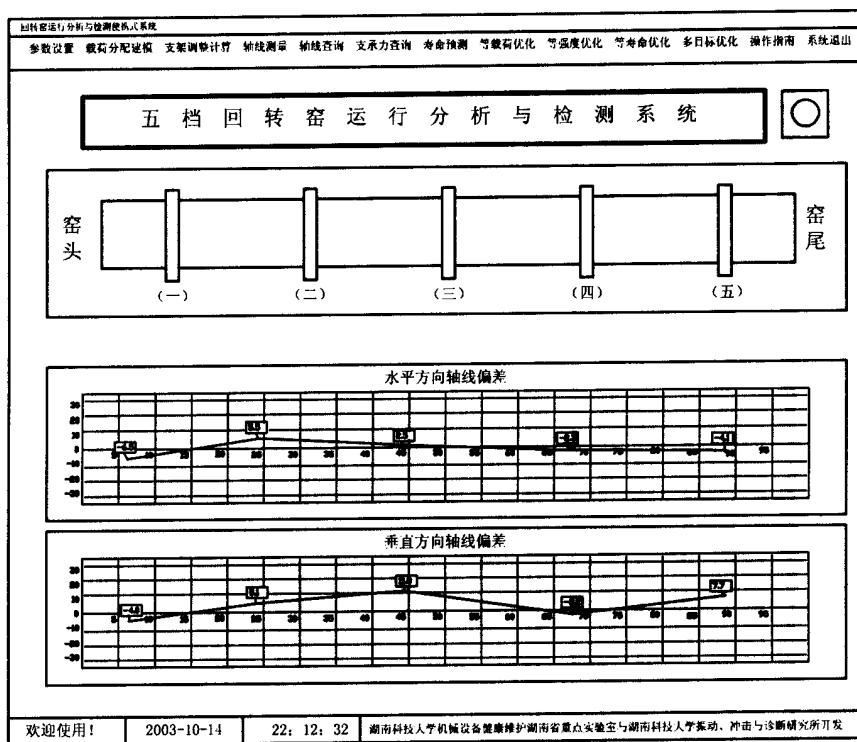


图6

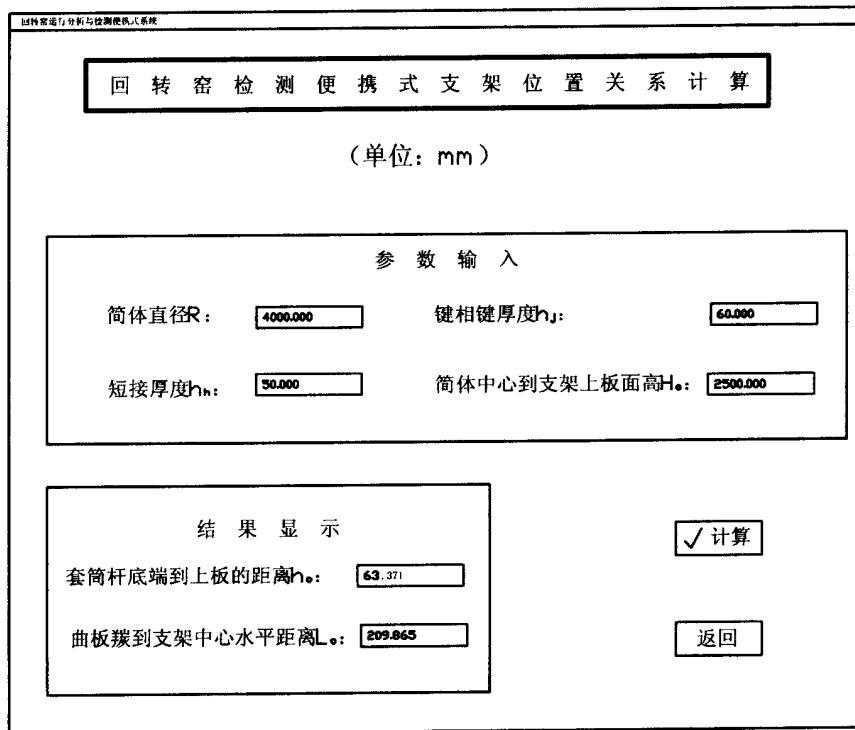


图7

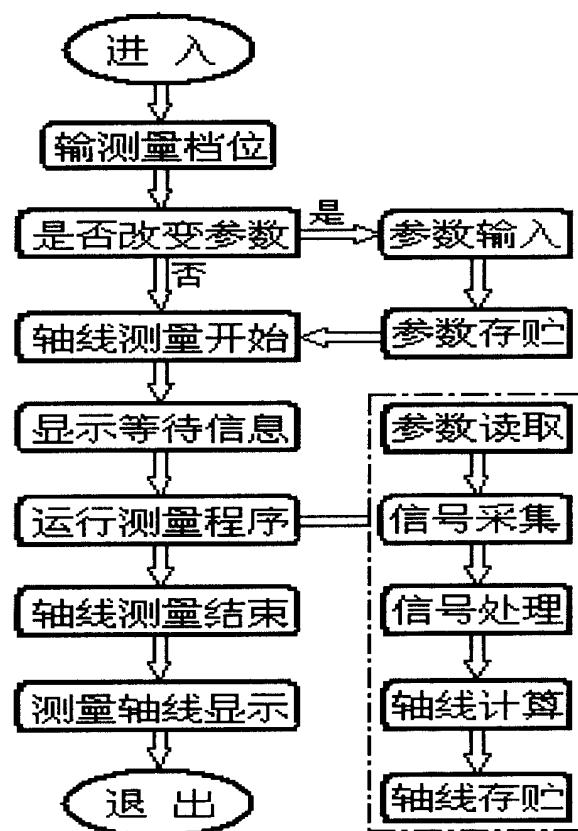


图 8

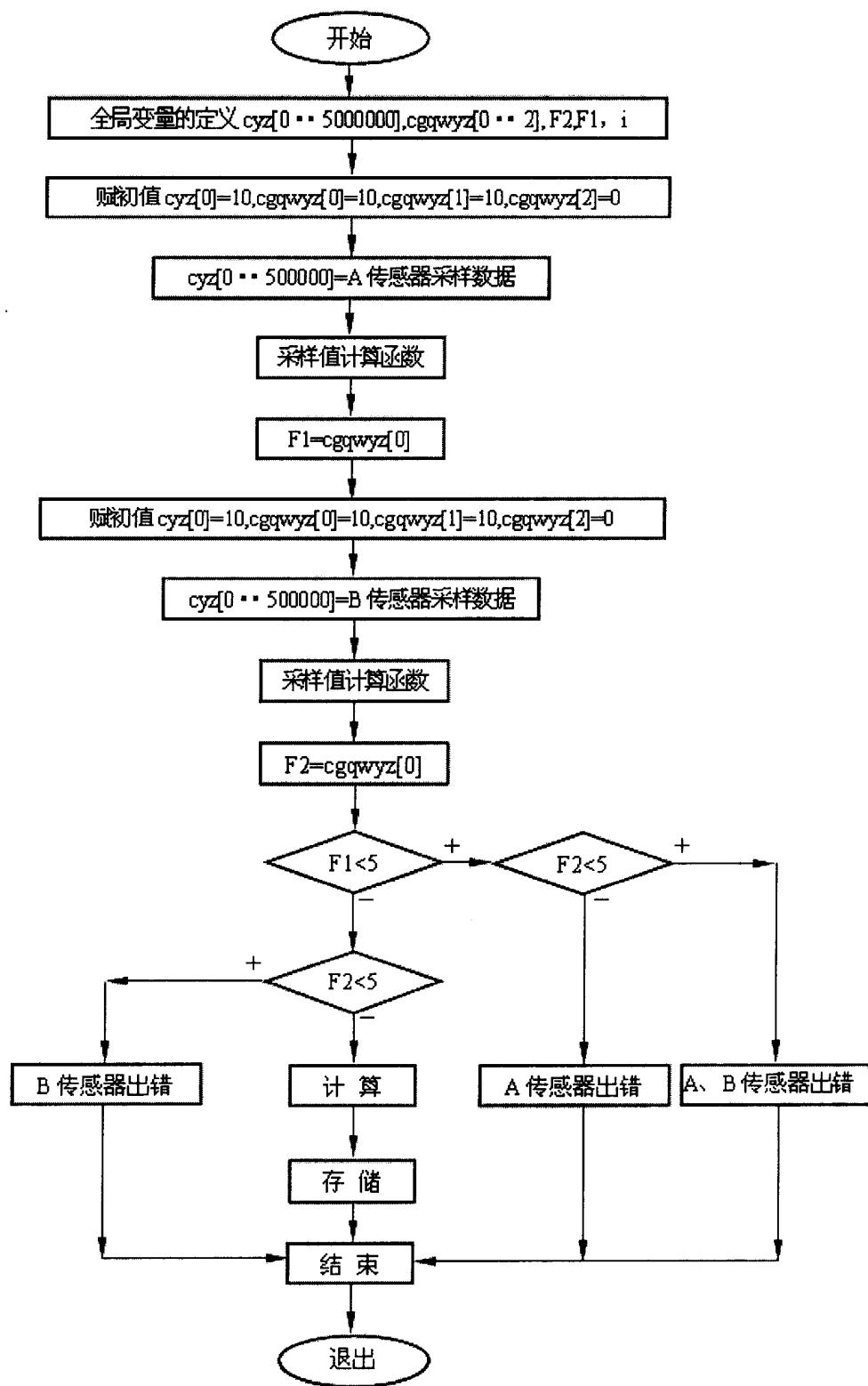


图 9

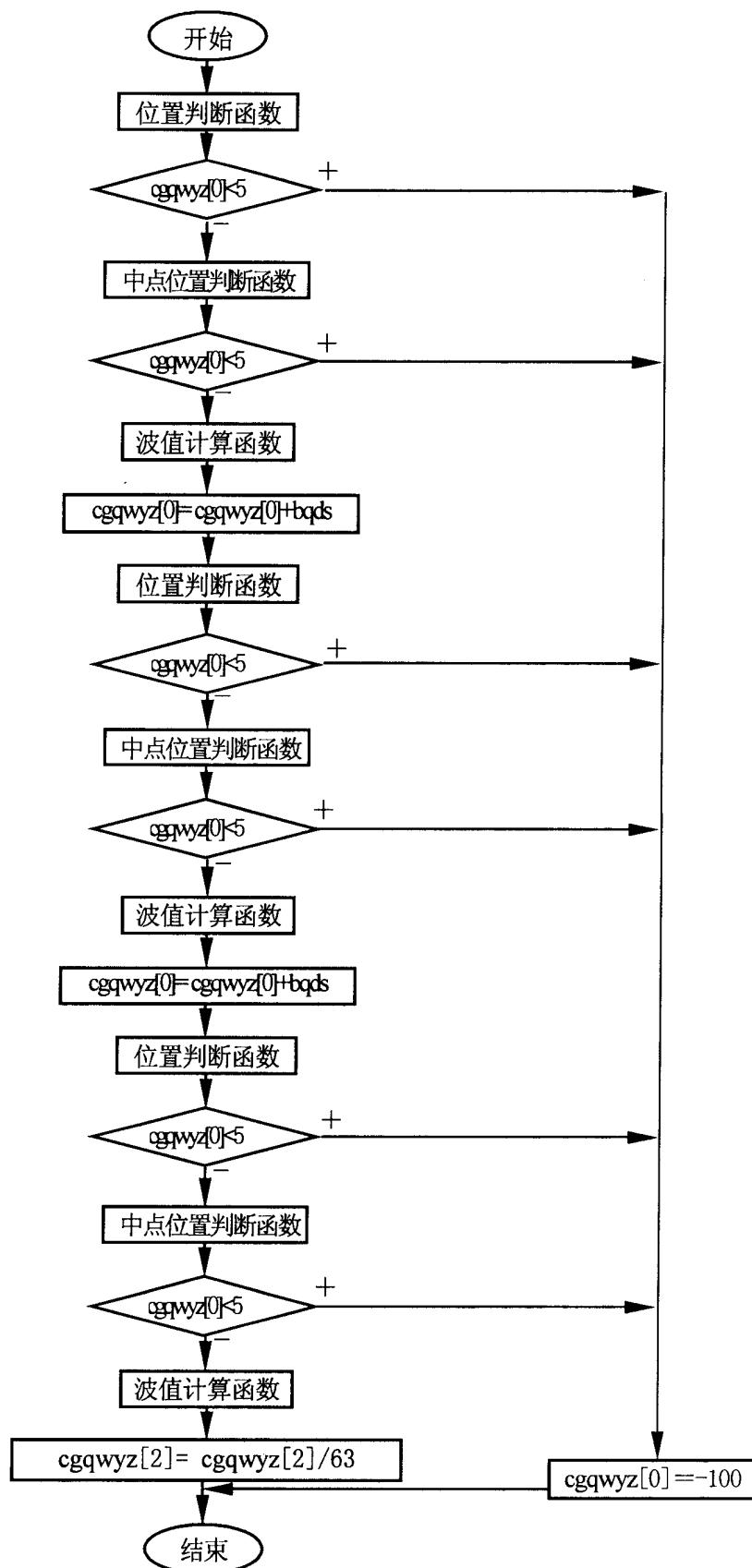


图 10

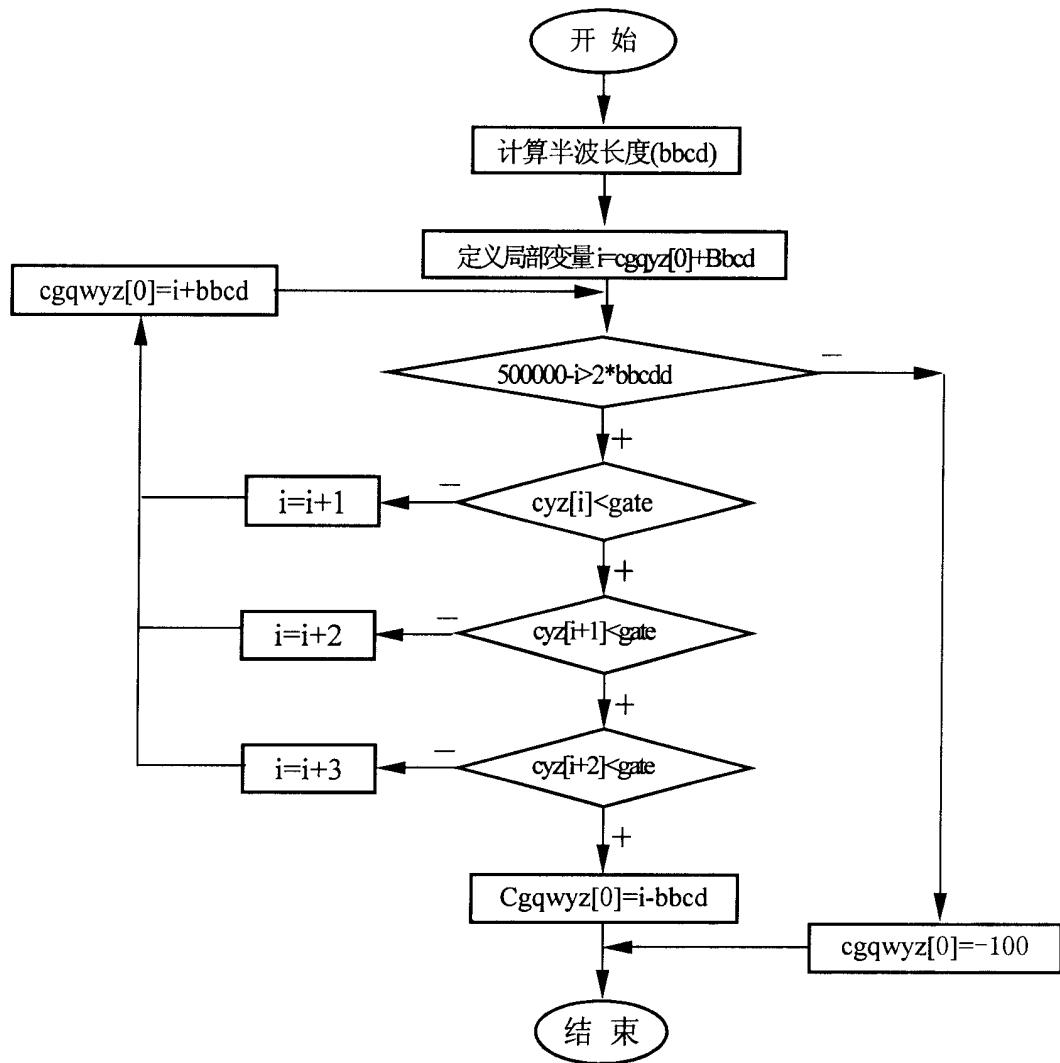


图 11

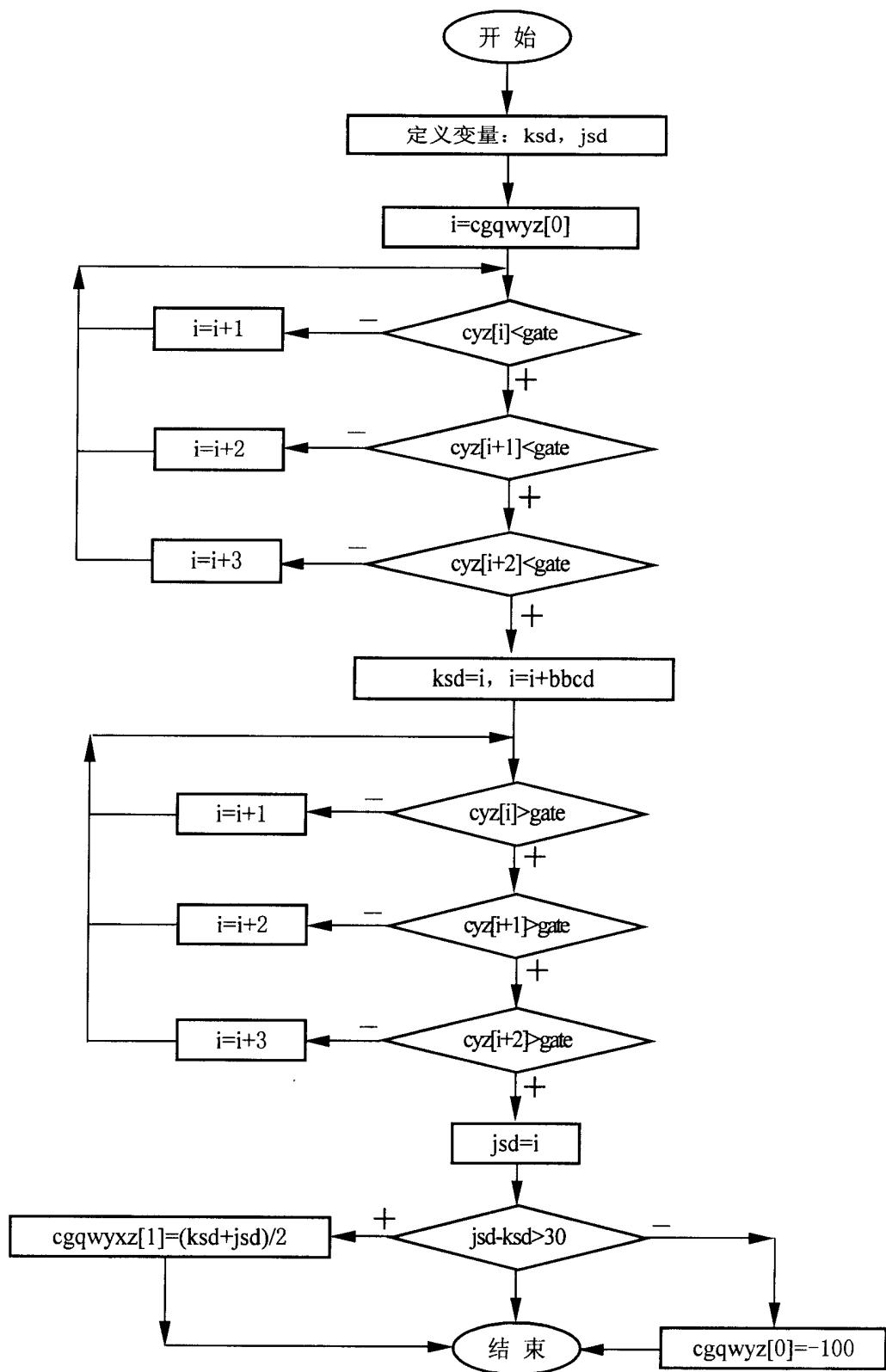


图 12

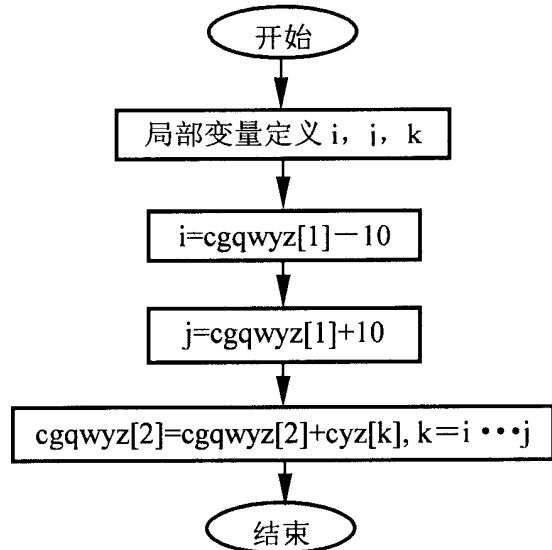


图 13

```

begin
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    clwyza:=(jsjga+dycsa)/xxxxsa;
    clwyzb:=(jsjgb+dycsb)/xxxxsb;

    ZA:=(La-clwyza)*sin(15);
    YA:=(La-clwyza)*cos(15);
    ZB:=(Lb-clwyzb)*sin(15);
    YB:=(Lb-clwyzb)*cos(15);
    t:=1.932*(Lb-La+clwyza-clwyzb)-spxz; /////////////////////////////////////////////////////////////////// 水平偏差
    h:=(((dpgsa-3)*10+clwyza+(dpgsb-3)*10+clwyzb)/2)*cos(15*PI/180)-czxz; /////////////////////////////////////////////////////////////////// 垂直偏差
    if cybz = true then
    begin
        Jsjgx_Form.Show; /////////////////////////////////////////////////////////////////// 计算结果
        close;
    end;
    -
  
```

图 14