



中华人民共和国国家标准

GB/T 43972—2024

集成电路封装设备远程运维 状态监测

Remote operation and maintenance of integrated circuit packaging
equipment—Status monitoring

2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 状态监测系统架构 2

6 状态监测主要流程 2

7 监测对象 3

 7.1 设备 3

 7.2 运行环境 3

8 数据采集 4

9 监测前置条件设定 4

 9.1 监测参数特征 4

 9.2 状态监测参数分类 4

 9.3 监测方法选择 5

 9.4 参数测量间隔 6

10 状态监测过程..... 6

 10.1 状态监测过程要求 6

 10.2 状态监测信息发布 6

 10.3 预警值和报警值的确定 7

附录 A（资料性） 典型集成电路封装设备状态监测参数详细信息 8

 A.1 设备基本信息监测参数详细信息 8

 A.2 设备运行状况监测参数详细信息 8

 A.3 设备工艺监测参数详细信息 8

 A.4 设备关键部件监测参数详细信息 10

 A.5 设备运行环境监测参数详细信息 12



前 言

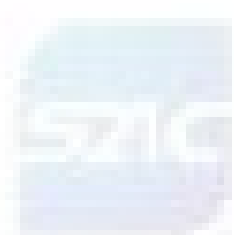
本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国半导体设备和材料标准化技术委员会(SAC/TC 203)提出并归口。

本文件起草单位：中国电子科技集团公司第二研究所、中国电子科技集团公司第十四研究所、中国电子科技集团公司第三十八研究所、南京固体器件有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、青岛凯瑞电子有限公司、中国电子科技集团公司第十三研究所、沈阳和研科技股份有限公司、常州铭赛机器人科技股份有限公司、上海轩田工业设备有限公司、苏州维嘉科技股份有限公司、广东诚泰交通科技发展有限公司、上海世禹精密设备股份有限公司、海格欧义艾姆(天津)电子有限公司、东科半导体(安徽)股份有限公司、深圳市恒昌通电子有限公司、浙江毫微米科技有限公司、内蒙古显鸿科技股份有限公司、江苏上达半导体有限公司、深圳德森精密设备有限公司、中电鹏程智能装备有限公司、三河建华高科有限责任公司、东莞市坤鹏伯爵机械设备有限公司、上海协微环境科技有限公司、江苏吉莱微电子股份有限公司、江苏省德懿翔宇光电科技有限公司、深圳市诺泰芯装备有限公司、江苏纳沛斯半导体有限公司、深圳市晶导电子有限公司、上海普达特半导体设备有限公司、北京安声科技有限公司、深圳市赛元微电子股份有限公司、天津津亚电子有限公司、恩纳基智能科技无锡有限公司、无锡芯享信息科技有限公司、江苏快克芯装备科技有限公司、杭州拓尔微电子有限公司、技感半导体设备(南通)有限公司、无锡科技职业学院、深圳市标谱半导体科技有限公司、成都玖锦科技有限公司、苏州智程半导体科技股份有限公司、江苏富乐华半导体科技股份有限公司、苏州艾科瑞思智能装备股份有限公司、深圳市大族封测科技股份有限公司、深圳市兆兴博拓科技股份有限公司、深圳市港祥辉电子有限公司、明德润和机械制造(天津)有限公司。

本文件主要起草人：晁宇晴、田芳、郭永钊、郭磊、吕麒麟、闫冬、方毅芳、陈振宇、程凯、李文军、黄亚飞、彭迪、张永聪、段云森、张明明、李长峰、陈远明、管凌乾、黄文清、赵凯、翟波、谢勇、汤海涛、孔剑平、吴葵生、孙彬、周林、王鸣昕、吕磊、钱照鹏、王福清、许志峰、张鹏、刘荣坤、李辉、袁泉、赖辉朋、黄允文、刘益帆、程君健、吴元兵、郑中伟、金星勋、戚国强、赵启东、林海涛、姚紫阳、熊亚俊、周科吉、杨仕品、李炎、王敕、朱绍德、罗云飞、王 刚、周磊。



引 言

集成电路封装工艺用于保护集成电路的结构不受外界影响,保证集成电路最终电气、光学、热学和机械性能的正常发挥。集成电路封装工艺其过程复杂,封装工艺设备是保证集成电路可靠、稳定地完成功能的关键手段。典型的集成电路封装设备有机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等。随着集成电路封装设备向数字化、网络化、智能化发展,远程运维是保证集成电路封装设备可靠运行、提高设备工作效率、延长设备使用寿命的主要手段。远程运维可实现对集成电路封装设备以及生产过程的数据采集、状态监测、故障识别与诊断、预测性维护,与传统运维方式相比,远程运维建立了更有效的监控告警机制,节约人力和物力成本,提高生产设备与生产过程的可靠性,实现生产过程的自动化控制和智能化管理。

其中,状态监测贯穿整个远程运维过程,通过对集成电路封装设备运行参数的远程实时监测,及时发现异常状况并进行预、报警,实现设备的网络化、远程化和可视化管理;用户只需登录客户端即可了解现场信息,掌握设备运行的实时状态、维护需求和性能状况,无需到生产现场即可对设备运行参数进行设置等操作。

编制本文件的目的在于统一集成电路封装设备远程运维运行状态监测过程的相关要求,让文件使用者有据可依,以实现对集成电路封装设备更加精准的维护和管理,促使设备功能更有效地发挥,提高应用效率。

集成电路封装设备远程运维 状态监测

1 范围

本文件规定了集成电路封装设备远程运维状态监测的系统架构、主要流程、监测对象、数据采集、监测前置条件设定、状态监测过程的相关要求。

本文件适用于机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备远程运维的运行状态监测,其他电子元器件生产线设备远程运维状态监测也参考使用。

2 规范性引用文件



下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 43796—2024 集成电路封装设备远程运维 数据采集

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

远程运维 remote operation and maintenance

通过网络远程实现运维对象数据采集、状态监测、故障模式识别、预测性维护等功能的过程。

[来源:GB/T 43796—2024,3.1]

3.2

状态监测 status monitoring

通过监视、分析和判别监测对象的某些特征参数,来检查其工作状态是正常或异常,对异常状态及时做出预警或报警,发布可视化监测结果,并为进一步的故障识别等提供信息的过程。

3.3

监测参数 monitored parameters

为达到监测目的而确定的定量特征值,反映设备的实际运行状态。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AR:增强现实(Augmented Reality)

MR:混合现实(Mix Reality)

OEE:设备综合利用率(Overall Equipment Effectiveness)

VR:虚拟现实(Virtual Reality)

5 状态监测系统架构

集成电路封装设备状态监测系统架构应包含本地端和远程端,本地端应包含设备层和边缘层,远程端应包含应用层和可视化层,如图 1 所示,主要功能如下:

- a) 设备层应完成协议转换功能;
- b) 边缘层应具备采集对象硬件及通信硬件,应能采集和存储集成电路封装设备现场数据,并应由本地端传输到远程端,为状态监测等应用提供数据支撑;
- c) 应用层应根据设置的监测参数进行分析处理,应能对集成电路封装设备基本信息、运行状况、工艺参数、关键部件、运行环境等进行监测,为进一步的故障识别等提供信息;
- d) 可视化层应将监测分析结果以图、表等可视化形式实时发布,应能帮助管理者精确获知设备运行状态信息,在安全机制的保障下提供可视化的远程运维服务。

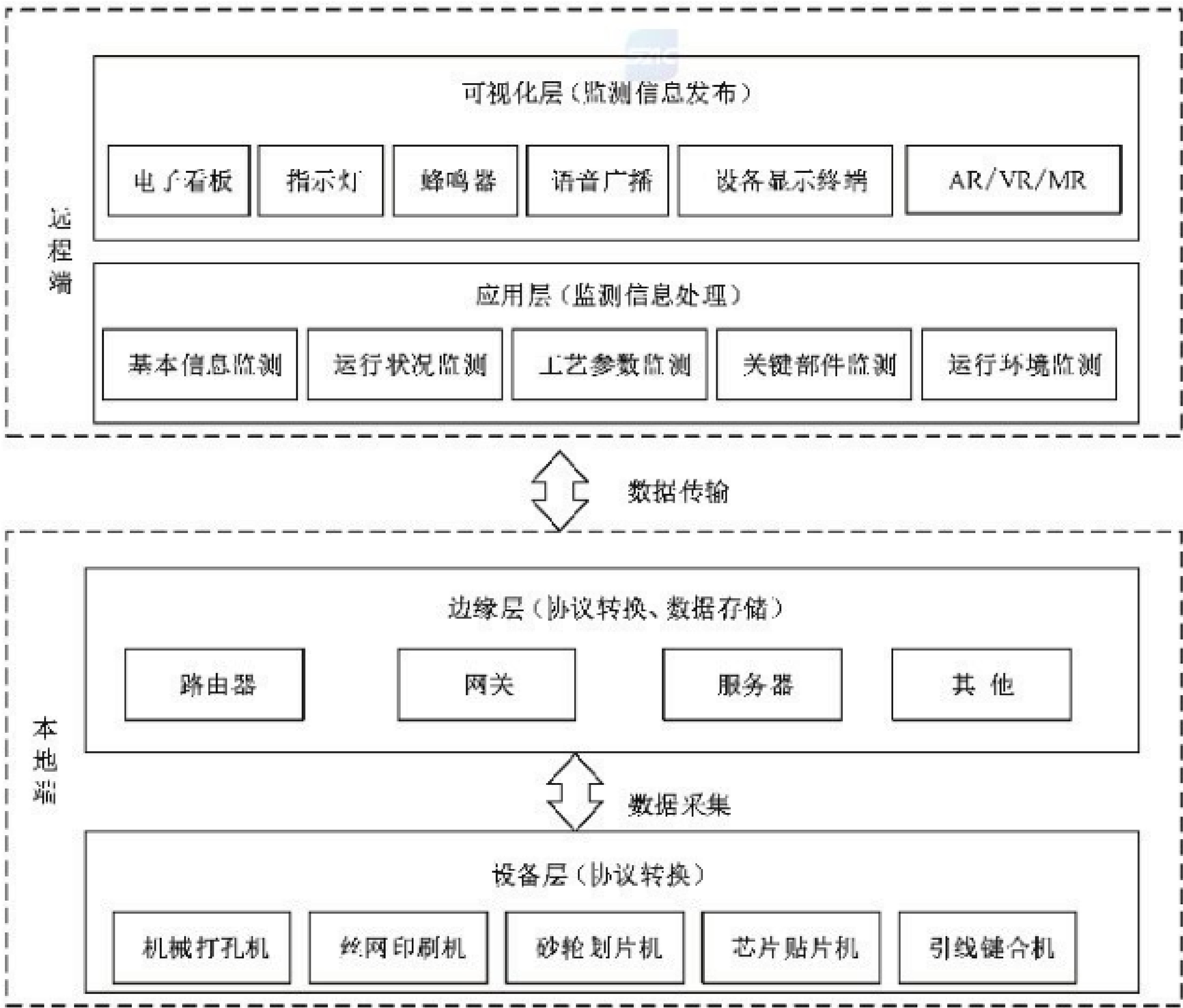


图 1 集成电路封装设备状态监测系统架构图

6 状态监测主要流程

集成电路封装设备远程运维运行状态监测应包含以下主要流程,如图 2 所示:

- a) 确定监测对象;
- b) 采集监测对象现场数据;
- c) 确定监测要素,应针对不同的监测参数特征选择相应的监测方法,并应设置参数测量时间间隔;
- d) 确定状态监测参数并进行参数监测;
- e) 分析和评估当前监测的设备运行状态是否正常;

- f) 以图表等可视化形式发布监测信息；
- g) 判断监测信息是否超过预警/报警阈值,在正常阈值范围时继续进行状态监测；
- h) 对超过预警/报警阈值的设备异常、故障状态及时进行预警和报警,并进行故障模式识别。

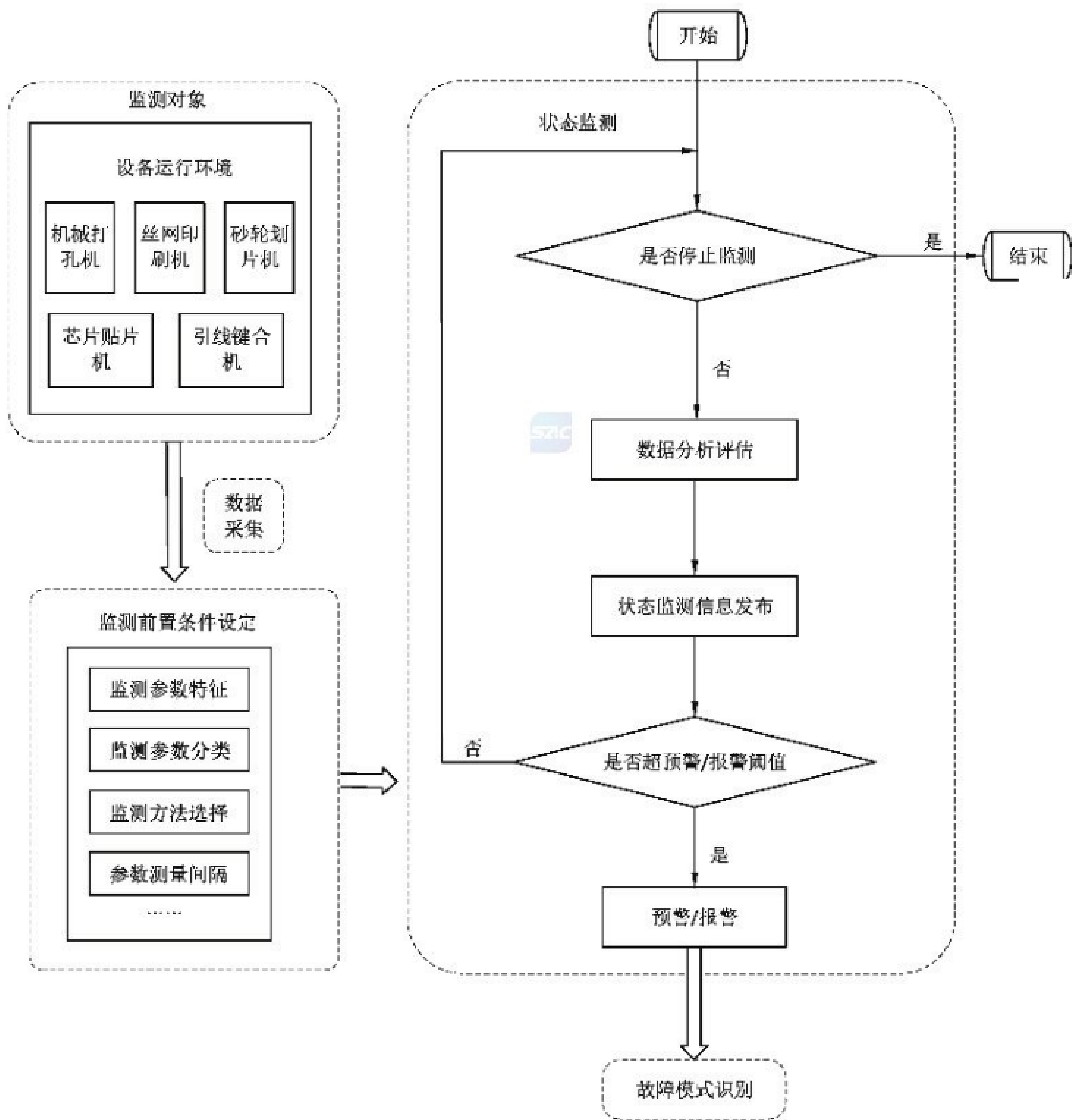


图 2 集成电路封装设备远程运维状态监测主要流程

7 监测对象

7.1 设备

按其用途不同,典型集成电路封装设备应包括但不限于机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机。

7.2 运行环境

集成电路封装设备状态监测运行环境应包括温度、相对湿度、洁净度等。

8 数据采集

集成电路封装设备远程运维运行状态监测对象的数据采集过程应符合 GB/T 43796—2024 的要求。

9 监测前置条件设定

9.1 监测参数特征

应合理地设置设备运行状态监测参数,其特征为:

- a) 关联性:监测参数应具备全面表征被监测设备状态变化的能力;
- b) 灵敏性:监测参数随故障发展的变化应比其他参数的变化更明显;
- c) 稳定性:在相同测试条件下,所测得的监测参数值应具有良好的重复性;
- d) 可解释性:监测参数应具备一定的物理意义,可量化。

9.2 状态监测参数分类

集成电路封装设备远程运维运行状态监测参数的分类如下:

- a) 设备基本信息监测参数
集成电路封装设备生产厂家应依据自身技术标准或用户需求自定义集成电路封装设备基本信息监测参数,并应对其进行定期巡查,应包括但不限于以下:
 - 设备名称;
 - 设备型号;
 - 设备生产厂家;
 - 设备编号;
 - 设备出厂时间;
 - 设备开始使用时间。
- b) 设备运行状况监测参数
应对集成电路封装设备运行状况监测参数进行定期巡查,应包括但不限于以下:
 - 设备开机;
 - 设备生产运行;
 - 设备待机;
 - 设备故障;
 - 设备停机。
- c) 设备工艺监测参数
应对集成电路封装设备工艺监测参数进行实时监测,应包括但不限于以下:
 - 机械打孔机冲孔压力;
 - 机械打孔机冲孔速度;
 - 机械打孔机生瓷片负压吸附值;
 - 机械打孔机冲针回位值;
 - 丝网印刷机刮刀角度;
 - 丝网印刷机刮刀速度;
 - 丝网印刷机刮刀压力;
 - 丝网印刷机网版离网高度;

- 砂轮划片机累计切割次数；
- 砂轮划片机累计切割长度；
- 砂轮划片机累计切割时间；
- 芯片贴片机吸头吸附压力；
- 芯片贴片机芯片吸附流量；
- 芯片贴片机测高压力；
- 芯片贴片机贴片压力；
- 芯片贴片机视觉对位次数；
- 引线键合机键合压力；
- 引线键合机超声波功率；
- 引线键合机超声波时间；
- 引线键合机键合热台温度；
- 引线键合机键合速度。

d) 设备关键部件监测参数

应对集成电路封装设备关键部件监测参数进行实时监测，应包括但不限于以下：

- 机械打孔机冲孔组件；
- 机械打孔机 XYZ 三轴精密运动平台；
- 丝网印刷机印刷刮刀组件；
- 丝网印刷机 UVW 三轴精密运行平台；
- 砂轮划片机划片机构；
- 砂轮划片机对位运动平台；
- 芯片贴片机点胶系统；
- 芯片贴片机贴片系统；
- 引线键合机键合系统；
- 引线键合机对位运动平台。

e) 设备效能监测参数

集成电路封装设备效能监测参数应是对设备完好率、OEE 等进行综合统计分析，形成量化指标，计算得出设备效能参数值。

f) 设备运行环境监测参数

应对集成电路封装设备运行环境监测参数进行定期巡检，应包括但不限于以下：

- 温度；
- 相对湿度；
- 洁净度。

典型集成电路封装设备状态监测参数详细信息见附录 A。

9.3 监测方法选择

设备工艺参数、设备关键部件参数等适合连续测量的集成电路封装设备参数宜采用在线实时监测方法；设备运行状况参数、设备效能参数、设备运行环境参数等不适合连续测量的参数，宜采用定期试验监测、定期巡检及随机抽检的方式进行状态监测。监测方法选择因素包括但不限于：

- a) 当单个监测点可采用多种监测方法时，应综合考虑监测效果、监测工具、设备成本、监测技术掌握难易程度、现场实施可行性、监测数据后续处理等因素，选择经济合理的监测方法；
- b) 监测同一个参数时，宜采用同样的仪器设定参数、周期、时间、地点；
- c) 定期巡检参数宜通过现场在线安装的指示表得到，或通过专用仪器仪表在线测量得到，可由专

业人员定期到现场人工采集。

9.4 参数测量间隔

无论集成电路封装设备远程运维状态监测参数是连续采样或是周期采样,都应设置参数测量间隔时间,设置前提应包括但不限于:

- a) 结合监测参数的变化以及从发现异常到设备失效之间的时间等因素;
- b) 结合集成电路封装设备运行工况、成本和故障类型等因素,不同设备监测参数的测量应在同一时间或相同运行工况下进行。

10 状态监测过程

10.1 状态监测过程要求

集成电路封装设备运行状态监测过程要求应包括但不限于:

- a) 根据集成电路封装设备的功能性能要求、故障模式识别与预测性维护要求,从设备的布置和检修空间、供电/供气方案、安装接口、运行环境条件、数据采集精度、数据存储性和拓展性等因素综合考虑设备状态监测点的设置;
- b) 根据集成电路封装设备及其关键部件失效前的故障发展过程中出现的异常状态或参数变化,选择可探测到的与故障模式关联性强的参数作为监测参数;
- c) 设定合理可接受的监测参数范围和预警/报警阈值;
- d) 在设备达到预定的运行工况(如正常的运行温度)时进行参数监测;
- e) 被监测参数的真实值若受到所在环境、工况等外部因素的影响,或状态数据的预警/报警状态需根据多个不同维度数据的当前状态共同确定的,通过数据实时组合运算对监测参数进行补偿、修正或组合后进行预警/报警,并将最终分析评估的结果作为监测发布信息;
- f) 集成电路封装设备现场运行状态监测信息应能传送到远程端,被监控设备的故障信息和报警信息及时地反馈给终端用户;
- g) 根据设备维护的紧急程度进行多样化区分集成电路封装设备报警形式;
- h) 当集成电路封装设备监测参数未超出预警/报警阈值时,除记录数据和继续监测外不需采取措施;当监测参数超出偏离值与预警/报警阈值时,启动故障模式识别过程。

10.2 状态监测信息发布

10.2.1 信息发布终端

集成电路封装设备远程运维状态监测信息发布终端可包括但不限于:

- a) 电子看板:可用于对集成电路封装设备运行状态的可视化监测,可显示集成电路封装设备基础信息、运行状态实时数据、生产监控数据、历史数据统计图表等,还可通过弹出式报警窗口显示对应设备故障报警和超限报警信息;指示灯:可用绿、黄、红色等指示灯频闪显示当前集成电路封装设备正常、警告、缺陷(故障)报警等状态;
- b) 蜂鸣器:可通过独特的音调或声音区分不同的集成电路封装设备状态,如用声音提示设备故障、停止、维修等;
- c) 语音广播:可用于工位求助呼叫,人工呼叫、公共信息广播等,可通过无线话筒进行人工呼叫;
- d) 设备显示终端:可用于显示当前集成电路封装设备运行状态参数变化曲线、生产工艺参数变化曲线、故障信息等内容;
- e) VR/AR/MR:可在虚拟环境中显示集成电路封装设备的故障位置、故障原因以及维修方案

等,并可通过运维专家远程指导维修人员完成现场可视化维修作业。

10.2.2 监测参数信息发布方式

集成电路封装设备远程运维系统监测参数信息发布方式可包括但不限于:

- a) 集成电路封装设备基本信息参数、工艺参数可通过设备显示终端、电子看板、VR/AR/MR 等查询或显示;
- b) 集成电路封装设备运行状况参数、运行环境参数可通过电子看板、VR/AR/MR 等方式监测;
- c) 集成电路封装设备效能参数经过统计、分析等方式处理后,可通过电子看板、VR/AR/MR 等以数据、图表等形式显示;
- d) 集成电路封装设备故障预警和报警信息可通过报警灯声光报警、语音播报、电子看板、VR/AR/MR 等方式显示;
- e) 集成电路封装设备点检记录、日常维修保养记录、质量参数等可人工录入后通过集成电路封装设备显示终端、电子看板等查询或显示。

10.2.3 可视化形式

集成电路封装设备远程运维监测信息的可视化形式可包括但不限于:

- a) 可支持文本、模型、图像、视频、声音等集成电路封装设备状态监测数据的可视化;
- b) 可提供柱状图、折线图、饼图、趋势图、控制图、信息表格等可视化方式;
- c) 可支持构建集成电路封装设备的三维数字化模型,可实时、精确地展示集成电路封装设备形状、设备分布及监测数据,便于设备数字资产数据的三维可视化管理;
- d) 可支持直观模拟和显示生产现场设备的运行状态,并可按设备结构实现部件级的分解显示和查询;
- e) 可根据集成电路封装设备状态监测数据的类型和特点,对数据进行分类、分区域展示,例如基本数据区、运行状态区、维护维修区等;
- f) 可支持电子看板、集成电路封装设备操作终端、VR/AR/MR 等一种或多种设备进行状态监测数据的可视化展示和数据交互;
- g) 可支持在集成电路封装设备数字化模型上的状态监测参数实时显示,并可对预警和故障点进行标记、报警等;
- h) 可提供同构和异构系统的访问界面,可支持同构和异构系统中数据资源的可视化展示和交互。

10.3 预警值和报警值的确定

集成电路封装设备运行状态监测参数预警值和报警值确定原则应包括但不限于:

- a) 应对集成电路封装设备运行状态与监测参数的相关性进行分析,建立关联函数,并应对集成电路封装设备运行状态监测参数及关联函数设置预警值和报警值;
- b) 集成电路封装设备监测参数设置的预警值和报警值与环境因素、设备制造对象相关的,应具备动态调整功能,在运行过程中其实际预警值与报警值应根据其他参数的当前值做动态调整;
- c) 集成电路封装设备预警值和报警值的限值应以保证设备长期安全可靠运行的设计限值或安全限值为基准,应参照设备实际运行的正常值并选取合理的裕度来最终确定;确定预警/报警限值时应区别上下限,并应同时考虑绝对限值和相对变化值,当其偏离限值时应及时发出预警或报警。

附录 A
(资料性)

典型集成电路封装设备状态监测参数详细信息

A.1 设备基本信息监测参数详细信息

机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备的基本信息参数进行定期巡检,设备基本信息监测参数详细信息见表 A.1。



表 A.1 集成电路封装设备基本信息监测参数详细信息

设备基本信息监测 参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
设备型号	定期巡检	设备工控机	一定的生产周期 (如三个月、半年)	正常	—	异常
设备名称				正常	—	异常
设备生产厂家				正常	—	异常
设备编号				正常	—	异常
出厂时间				正常	—	异常
开始使用时间				正常	—	异常

A.2 设备运行状况监测参数详细信息

机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备的运行状况参数进行定期巡检,设备运行状况参数详细信息见表 A.2。

表 A.2 集成电路封装设备运行状况监测参数详细信息

设备运行监测参数 名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
设备开机	定期巡检	设备工控机	一定的生产周期(如一周)	正常	—	异常
设备生产运行			1 min	正常	—	异常
设备待机			1 min	正常	—	异常
设备故障			一定的生产周期(如一周)	—	—	故障
设备停机			一定的生产周期(如一周)	—	—	停机

A.3 设备工艺监测参数详细信息

机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备工作时的重要工艺参数进行实时监测,工艺监测参数详细信息见表 A.3~表 A.7。

表 A.3 机械打孔机工艺监测参数详细信息

工艺监测参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
冲孔压力 P_c /MPa	在线实时监测	压力传感器	每完成 1 个产品	$0.35 \leq P_c \leq 0.7$	$P_c < 0.3, P_c > 0.75$	$P_c = 0, P_c > 0.8$
冲孔速度 V_c /(个/min)		工控机	每完成 1 个产品	$100 \leq V_c \leq 3\ 000$	$V_c < 90, V_c > 3\ 000$	$V_c = 0, V_c > 3\ 100$
生瓷片负压吸附值 P_f /kPa		压力传感器	每完成 1 个产品	$P_f \leq -40$	$P_f > -40$	$P_f > -30$
冲针回位时间 T_c /ms		工控机	每完成 1 个产品	$10 \leq T_c \leq 50$	$T_c < 9, T_c > 55$	$T_c < 5, T_c > 60$

表 A.4 丝网印刷机工艺监测参数详细信息

工艺监测参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
刮刀角度 ω_g	在线实时监测	传感器	每完成 1 个产品	$0 < \omega_g \leq 90^\circ$	$\omega_g > 90^\circ$	$\omega_g > 100^\circ$
刮刀速度 V_g /(mm/s)		传感器	每完成 1 个产品	$0 < V_g \leq 300$	$V_g > 300$	$V_g > 350$
刮刀压力 P_g /MPa		压力传感器	每完成 1 个产品	$0.1 \leq P_g \leq 0.4$	$P_g < 0.05, P_g > 0.45$	$P_g = 0, P_g > 0.5$
网版离网高度 H_w /mm		传感器	每完成 1 个产品	$0 < H_w \leq 15$	$H_w > 16$	$H_w > 20$



表 A.5 砂轮划片机工艺监测参数详细信息

工艺监测参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
累计切割次数 N_1 /次	在线实时监测	工控机	每完成 10 个产品	$0 < N_1 \leq 12\ 500$	$N_1 > 12\ 600$	$N_1 > 13\ 000$
累计切割长度 L_1 /mm		传感器	每完成 10 个产品	$0 < L_1 \leq 1\ 400$	$L_1 > 1\ 500$	$L_1 > 1\ 600$
累计切割时间 T_1 /h		工控机	每完成 10 个产品	$0 < T_1 \leq 16$	$T_1 > 17$	$T_1 > 20$

表 A.6 芯片贴片机工艺监测参数详细信息

工艺监测参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
吸头吸附压力 P_x/MPa	在线实时监测	传感器	每完成 1 个产品	$0.2\leq P_x\leq 0.6$	$P_x<0.1,P_x>0.7$	$P_x=0,P_x>0.8$
芯片吸附流量 $F_x/(\text{L}/\text{min})$		传感器	每完成 1 个产品	$-3\leq F_x\leq 3$	$F_x<-3.5,F_x>3.5$	$F_x<-4,F_x>4$
测高压力 F_g/gf^a		压力传感器	每完成 1 个产品	$0<F_g\leq 100$	$F_g>110$	$F_g>120$
贴片压力 F_t/gf^a		压力传感器	每完成 1 个产品	$15\leq F_t\leq 500$	$F_t<10,F_t>550$	$F_t=0,F_t>600$
视觉对位次数 $N_d/\text{次}$		工控机	每完成 1 个产品	可设定(典型值: $N_d=5$ 次)	$N_d>5$	$N_d>8$
^a 1 gf=0.009 8 N						

表 A.7 引线键合机工艺监测参数详细信息

工艺监测参数 名称	监测方法	监测点位置	测量间隔 时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
键合压力 F_j/gf^a		压力传感器	每完成 1 个 产品	$5\leq F_j\leq 150$	$F_j<3,F_j>160$	$F_j=0,F_j>180$
超声波功率 P_b/W		工控机	每完成 1 个 产品	$0<P_b\leq 5$	$P_b>5.5$	$P_b>6$
超声波时间 T_b/ms		工控机	每完成 1 个 产品	$0<T_b\leq 1\ 000$	$T_b>1\ 100\ \text{ms}$	$T_b>1\ 200\ \text{ms}$
热台温度 $T_r/^{\circ}\text{C}$		传感器	每完成 1 个 产品	室温 $\leq T_r\leq 200$	$T_r>210$	$T_r>250$
键合速度 $V_j/(\text{线}/\text{h})$		工控机	每完成 1 个 产品	$0<V_j\leq 3\ 000$	$V_j>3\ 200$	$V_j>3\ 500$
^a 1 gf=0.009 8 N						

A.4 设备关键部件监测参数详细信息

机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备的关键部件的重要参数进行实时监测,关键部件监测参数详细信息见表 A.8。

表 A.8 集成电路封装设备关键部件监测参数详细信息

设备名称	监测方法	关键部件名称	监测点位置	测量间隔时间	监测参数	监测参数阈值		
						正常值	预警值	报警值
机械打孔机	在线实时监测	冲孔组件	传感器	每完成10个产品	冲孔单元1次数 N_{c1} /万次	$0 < N_{c1} \leq 100$	$N_{c1} > 110$	—
					冲孔单元2次数 N_{c2} /万次	$0 < N_{c2} \leq 100$	$N_{c2} > 110$	—
					冲孔单元3次数 N_{c3} /万次	$0 < N_{c3} \leq 100$	$N_{c3} > 110$	—
					冲孔单元4次数 N_{c4} /万次	$0 < N_{c4} \leq 100$	$N_{c4} > 110$	—
					冲孔单元5次数 N_{c5} /万次	$0 < N_{c5} \leq 100$	$N_{c5} > 110$	—
					冲孔单元6次数 N_{c6} /万次	$0 < N_{c6} \leq 10$	$N_{c6} > 110$	—
					冲孔单元7次数 N_{c7} /万次	$0 < N_{c7} \leq 100$	$N_{c7} > 110$	—
					冲孔单元8次数 N_{c8} /万次	$0 < N_{c8} \leq 100$	$N_{c8} > 110$	—
		XYZ三轴精密运动平台	工控机	每完成1个产品	X轴运动速度 V_x /(mm/s)	$0 < V_x \leq 350$	$V_x > 370$	$V_x > 400$
					Y轴运动速度 V_y /(mm/s)	$0 < V_y \leq 350$	$V_y > 370$	$V_y > 400$
					X轴位移 D_x /mm	$0 < D_x \leq 600$	$D_x > 620$	$D_x > 650$
					Y轴位移 D_y /mm	$0 < D_y \leq 220$	$D_y > 230$	$D_y > 240$
丝网印刷机	在线实时监测	印刷刮刀组件	传感器	每完成1个产品	刮刀次数 N_g /次	$0 < N_g \leq 7\ 000$	$N_g > 7\ 300$	—
					回墨刀次数 N_h /次	$0 < N_h \leq 7\ 000$	$N_h > 7\ 300$	—
		UVW三轴精密运动平台	工控机	每完成1个产品	U运动轴速度 V_u /(mm/s)	$0 < V_u \leq 150$	$V_u > 160$	$V_u > 180$
					V运动轴速度 V_v /(mm/s)	$0 < V_v \leq 150$	$V_v > 160$	$V_v > 180$
					W运动轴速度 V_w /(mm/s)	$0 < V_w \leq 150$	$V_w > 160$	$V_w > 180$

表 A.8 集成电路封装设备关键部件监测参数详细信息（续）

设备名称	监测方法	关键部件名称	监测点位置	测量间隔时间	监测参数	监测参数阈值		
						正常值	预警值	报警值
砂轮划片机	在线实时监测	划片机构	传感器	每完成1个产品	刀片磨损量 V_d/mm	$0 < V_d \leq 0.25$	$V_d > 0.3 \text{ mm}$	$V_d > 0.35 \text{ mm}$
					非接触式传感器状态	正常	—	异常
		对位运动平台	工控机	每完成1个产品	主轴状态	正常	—	异常
					喷水盖状态	正常	—	异常
芯片贴片机	在线实时监测	点胶系统	传感器	每完成1个产品	银胶剩余量	正常	—	异常
					点胶控制器气压	正常	—	异常
		贴片系统	传感器	每完成1个产品	贴片头位置	正常	—	异常
					贴片头拾取	正常	—	异常
					芯片吸取	正常	—	异常
					晶圆盘定位	正常	—	异常
引线键合机	在线实时监测	键合系统	传感器	每完成10个产品	劈刀次数 $N_p/\text{万次}$	$0 < N_p \leq 20$	$N_p > 20.5$	—
				每完成1个产品	送丝速度 $V_s/(\text{脉冲}/\text{s})$	$0 < V_s \leq 300$	$V_s > 350$	$V_s > 400$
		对位运动平台	工控机	每完成1个产品	XY轴速度 $V_{XY}/(\text{mm}/\text{s})$	$0 < V_{XY} \leq 150$	$V_{XY} > 160$	$V_{XY} > 180$
					θ 轴旋转速度 $V_\theta/[(^\circ)/\text{s}]$	$0 < V_\theta \leq 1\,800$	$V_\theta > 65$	$V_\theta > 70$
					Z轴测高速度 $V_Z/(\text{mm}/\text{s})$	$0 < V_Z \leq 10$	$V_Z > 12$	$V_Z > 15$

A.5 设备运行环境监测参数详细信息

机械打孔机、丝网印刷机、砂轮划片机、芯片贴片机、引线键合机等典型集成电路封装设备的运行环境重要参数进行定期巡检,设备运行环境监测参数详细信息见表 A.9。

表 A.9 集成电路封装设备运行环境监测参数详细信息

设备运行环境 监测参数名称	监测方法	监测点位置	测量间隔 时间	监测参数阈值		
				正常值	预警值	报警值
温度 $T_h/^\circ\text{C}$	定期巡检	温度计	1 h	$21\leq T_h\leq 25$	$T_h<20,T_h>26$	$T_h<15,T_h>30$
相对湿度 W_{RH}		湿度计	1 h	$35\%\leq W_{RH}\leq 70\%$	$W_{RH}<30\%$, $W_{RH}>75\%$	$W_{RH}<25\%$, $W_{RH}>80\%$
洁净度 C_h		专用仪表	1 h	C_h 为 ISO 7 级	—	C_h 低于 ISO 7 级



