

高低压开关柜智能制造探究

冯春燕

杭州欣美成套电器制造有限公司 浙江 杭州 311200

摘要: 随着工业4.0和智能制造的兴起,高低压开关柜制造业正面临着转型升级的关键时期。本文简要介绍了智能制造内涵,分析了高低压开关柜制造流程,并针对高低压开关柜智能制造进行了讨论,包括开关柜整柜的智能装配生产线、断路器制造的智能装配生产线、成套开关柜及断路器工业智能化管理与控制、制造执行系统等方面,旨在为行业的可持续发展提供参考。

关键词: 高低压; 开关柜; 智能制造

引言

随着全球制造业的快速发展和市场竞争的加剧,高低压开关柜作为电力系统中的重要组成部分,其制造技术和管理水平直接影响着电力系统的稳定性和安全性。近年来,智能制造以其高效、精准、灵活的特点,为高低压开关柜制造业带来了前所未有的发展机遇。因此,深入对高低压开关柜智能制造的研究具有重要的现实意义。

1 智能制造内涵

智能制造,作为现代工业发展的重要方向,其内涵丰富且深远,它不仅涉及技术的革新,更是对生产方式、管理模式乃至整个社会经济的深刻影响。(1)智能制造的核心在于技术的集成与创新,它融合了物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术,使传统制造业实现了智能化、自动化和柔性化。比如,物联网技术使得设备之间能够互联互通,实现数据的实时采集和传输;而大数据技术则可以对海量数据进行处理和分析,为决策提供有力支持。(2)智能制造不仅改变了技术,更改变了生产方式,它使得生产方式从传统的集中化、规模化向分散化、个性化转变^[1]。具体来说,智能制造通过柔性化生产线的建设,使得企业能够快速地调整生产计划和产品种类,满足市场的多样化需求。同时,智能制造还推动了定制化生产的发展,使得消费者可以根据自己的需求定制产品,实现个性化消费。这种生产方式的变革,不仅提高了企业的市场竞争力,也促进了消费者需求的满足和消费升级。(3)智能制造对管理模式也产生了深刻影响,它推动了企业从传统的层级管理向扁平化管理转变,使得决策更加迅速、灵活。并且,智能制造还促进了企业间的协同和合作,形成了产业链上下游的紧密连接和高效协同。这种管理模式的变革,不仅提高了企业的运营效率和管理水平,也促进了整个产业链的整合和优化。(4)智能制造对社会经济也产生了深

远影响,它推动了制造业的转型升级和高质量发展,提高了制造业的附加值和竞争力。此外,智能制造还促进了新兴产业的发展和壮大,如物联网、大数据、云计算等产业在智能制造的推动下得到了快速发展。这种经济结构的优化和升级,不仅提高了整个社会的生产效率和经济效益,也促进了社会的可持续发展。

2 高低压开关柜制造流程

高低压成套开关柜具有个性化、定制化的特点,它通常属于用户定制和小批量订单生产的模式。不同的高低压开关设备制造商根据各自的业务生产不同的产品,但一般生产流程基本相同。第一,高低压开关柜的制造始于用户的需求,用户根据自身的电力系统配置和运行需求,明确开关柜的电压等级、保护类型、容量以及其他特殊要求。随后,制造商的工程师团队会根据这些要求,进行初步的电气设计和结构设计,以确保开关柜能够完全满足用户的使用需求。第二,在设计阶段,工程师会利用专业的电气设计软件,绘制出详细的电气原理图。这些原理图不仅包含了开关柜内部各元件的连接关系,还明确了电流、电压等电气参数。为了确保设计的合理性,工程师还会利用虚拟仿真软件,对设计进行模拟试验,以检验其在实际运行中的性能。第三,根据电气原理图和机柜结构,工程师会输出详细的生产图纸,明确每一个部件的尺寸、材质和加工工艺。同时,还会根据生产图纸,制定详细的工艺流程卡和采购清单,明确每一个生产环节的具体要求和所需材料^[2]。第四,根据采购清单,采购部门会进行材料的采购工作。并且,生产部门会根据工艺流程卡,对各个部件进行加工。在加工过程中,会严格遵循生产图纸的要求,确保每一个部件的尺寸和精度都符合设计要求。第五,当所有部件加工完成后,会进入组装和布线阶段。在这个阶段,工人们会根据生产图纸和工艺流程卡,将各个部件进行组

装,并连接好内部的电气线路,在组装和布线过程中,会特别注意安全和可靠性,确保开关柜在实际使用中能够稳定运行。第六,组装和布线完成后,会对开关柜进行严格的试验,这些试验包括电气性能试验、机械性能试验和环境适应性试验等。只有经过试验合格的开关柜,才会被交付给用户。

3 高低压开关柜智能制造

3.1 开关柜整柜的智能装配生产线

在开关柜的生产过程中,钣金加工是首个重要环节,智能装配生产线通过引入先进的数控钣金加工设备,实现了对原材料的高效、精确加工。这些设备通过预先设定的程序,能够自动完成切割、折弯、冲孔等加工过程,大大提高了生产效率和产品质量^[3]。其次,断路器是开关柜的核心部件之一,其组装质量直接影响到开关柜的性能。智能装配生产线上的断路器组装产线采用了自动化装配技术,通过精确的机械臂和智能夹具,实现了对断路器的快速、准确组装。同时,生产线还配备了在线检测装置,确保每个组装完成的断路器都符合质量要求。另外,低压室串线是开关柜生产中的另一个关键环节,智能装配生产线上的低压室串线产线采用了先进的串线技术和自动化设备,实现了对低压室内部线路的精确布置和连接。这些设备通过精确控制,能够确保线路的走向、间距和连接方式都符合设计要求,从而提高了开关柜的电气性能和安全性。最后,在智能装配生产线上,转运车和自动装配机械臂是不可或缺的辅助设备。转运车能够自动将加工好的部件或半成品从一个工作站转移到另一个工作站,实现了生产过程的连续性和高效性。而自动装配机械臂则能够模拟人的手臂动作,进行精确的装配和抓取操作,大大提高了生产效率和装配精度。

3.2 断路器制造的智能装配生产线

断路器工业化智能3.0生产线集成了众多先进的设备、装置和系统,形成了一个高度自动化的生产体系。其中,专配动力滚轴线、移动小车、实验小车等设备负责物料的运输和测试;机加工车床、动力岛则负责断路器的加工和组装;而机械臂、极柱装配机、测试专机等则实现了高精度、高效率的装配和测试工作。这些设备在先进的数控技术、射频数据通信技术、传导技术和信息传输技术的支持下,实现了对生产过程的精确控制、监管和故障自我诊断修复等多种功能。此外,通过数控技术,生产线上的各种设备能够精确地按照预设的程序进行工作,确保了生产过程的稳定性和产品质量的一致性。同时,数控技术还使得生产线具备了高度的灵活性

和可扩展性,能够根据市场需求的变化快速调整生产计划和产品规格。而在智能装配生产线上,信息与物流仓储实现了紧密的集成。通过先进的信息传输技术,生产线上的各种设备能够实时地交换数据和信息,实现了对生产过程的实时监控和调度。并且,立体仓库的智能化改造也使得物料管理更加高效和准确。机器人能够根据生产线的需求自动地存取物料和产品,大大提高了生产效率 and 降低了人力成本。与此同时,智能装配生产线还具备故障自我诊断修复功能,通过传感器和数据分析技术,生产线能够实时地监测设备的运行状态和性能参数。一旦发现异常情况或故障,生产线能够自动地进行诊断并采取相应的修复措施,从而避免了生产中断和产品质量问题,这种自我修复功能不仅提高了生产线的可靠性和稳定性还降低了维护成本。

3.3 成套开关柜及断路器工业智能化管理与控制

3.3.1 系统控制

第一,分散控制系统是智能装配生产线上的重要一环,它负责同时接收来自各个独立单元的数据,这些独立单元可能是生产线上的某一特定工序或设备。当这些数据通过高效的传输通道汇集到控制系统时,处理器会立即开始工作,对这些数据进行收集和分析。经过精确的计算和判断,控制系统会生成正确的命令,并将这些命令发送回对应的现场设备,实现对设备的精确控制。第二,与分散控制系统相对应的是集中管理系统,这个系统通过服务器收集来自各个分散控制系统的信息,形成一个全面的生产数据库。为了实现这一点,我们采用了PLC工业以太网交换机作为网络连接设备,确保现场所有信息能够实时、准确地传输到服务器。第三,集中管理系统的核心,是一个强大的总机,这个总机负责将各个单位发来的数据进行存储和分析,建立起一个庞大的管理系统数据库。通过对这些数据的深度挖掘和分析,总机能够实时掌握生产线的运行状态、产品质量、设备性能等关键信息^[4]。这些信息对于生产线的监控和管理至关重要,例如,当某个设备出现故障时,总机能够立即发现并通过集中管理系统向相关人员发送警报信息,以便及时采取措施进行维修。同时,通过对历史数据的分析,总机还能够预测未来可能出现的问题,并提前制定相应的解决方案。

3.3.2 系统软件

工业3.0智能装配系统是一个实时自动控制系统,它集成了若干智能设备。完成复杂的装配任务,实现各设备的互联互通、协调同步和分布数据库的信息交换,不仅取决于控制系统结构、柔性技术,还依赖于软件的设

计。软件系统主要包括两部分。(1)信息收集程序是智能装配系统的“眼睛”和“大脑”，它实时收集现场的各种信息，包括设备状态、生产数据、质量参数等，并将这些信息汇总到中央服务器进行分析处理。这一过程通过三个模块实现：实时收集、汇总和分析。实时收集模块负责捕获现场数据，确保信息的准确性和实时性；汇总模块将收集到的数据进行整合，形成统一的数据流；分析模块则对整合后的数据进行深度挖掘，提取有价值的信息，为生产决策提供数据支持。(2)管理软件是智能装配系统的“指挥官”和“调度员”，它从上一级系统（如ERP、SAP系统）接收生产计划、物料需求等信息，通过制造管理系统（MES）进行分析转化后，将具体的生产指令分发给各个设备和部件。这一过程实现了生产过程的智能化控制和优化，提高了生产效率和响应速度。同时，管理软件还具备强大的数据分析和报表生成功能。通过ANDON系统对生产过程中的质量数据和设备状态进行分类统计和分析，可以形成详细的质量及设备信息报表，这些报表不仅为生产管理人员提供了直观的生产数据和分析结果，还为他们提供了决策支持和改进方向。

3.4 制造执行系统

(1)传统的装配过程中，技术图纸和装配手册是不可或缺的，但这些纸质文档不仅容易丢失、损坏，而且在查找和更新时非常不便。为了克服这些问题，制造执行系统引入了无纸化装配及接线功能。通过在每个安装工位的终端屏幕上显示技术图纸和装配手册，装配工人可以直接从屏幕上获取所需信息，无需翻阅纸质文档。这不仅提高了工作效率，还避免了因文档丢失或损坏而导致的生产延误。(2)在断路器制造过程中，每个部件的生产数据都至关重要，为了实时掌握生产情况，制造执行系统实现了生产数据的实时采集。工人在生产过程中需及时扫描产品信息，系统通过网络将这些生产信息实时传递到管理平台。这使得管理人员能够即时了解生产状况，进行生产透明化管理^[5]。此外，实时数据的采集还有助于及时发现生产中的潜在问题，为生产优化提

供数据支持。(3)在装配过程中，工人可能会遇到各种问题，如缺料、设备故障或质量问题等。为了快速解决这些问题，制造执行系统在每个工位的系统上安装了ANDON求助系统。当工人遇到问题时，只需按下指定按钮，ANDON系统就会自动收集工位上的问题信息，并通过看板、邮件、系统提示等方式同步告知对应部门。这使得问题能够在第一时间被发现并得到解决，大大提高了工作效率。(4)现场看板系统是制造执行系统的另一个重要组成部分，通过看板，管理人员可以实时了解生产车间的状况，包括生产进度、设备状态、人员配置等。这使得管理人员能够及时调整生产计划，解决生产中的问题。并且，现场看板系统还可以让工人实时了解其关心的问题，如生产计划、任务分配等，从而提高员工的士气和工作效率。

结语

综上所述，高低压开关柜智能制造是行业转型升级的必然趋势。通过引入先进的信息技术、自动化设备和智能化管理系统，可以显著提高高低压开关柜的生产效率、产品质量和市场竞争力。同时，智能制造还能够帮助企业实现柔性化生产、定制化服务和智能化管理，满足市场多元化和个性化的需求。展望未来，高低压开关柜智能制造将在技术创新、产业升级和市场拓展等方面展现出更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]沈顺德,余伙庆.智能低压开关柜馈线监控、测量装置的研发及应用[J].科技创新与应用,2019(07):162-163.
- [2]王小龙.探究当前高低压成套开关柜电气设计现状及智能化发展方向[J].大众标准化,2021(06):178-180.
- [3]王建新,李铁军,朱军,杜一锦.低压开关柜运行在线监测和诊断系统设计[J].电气工程学报,2021,16(04):189-195.
- [4]胡珊,李云.标准化低压开关柜试验分析[J].机电信息,2021(30):64-65+68.
- [5]刘高强,闫海彬.高低压开关柜智能制造探究[J].电子世界,2021(04):50-51.