● 装备技术 Equipment Technology ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.04.016

砂型3D打印设备电气安装和检测及调试研究

任广宁,王志刚
(共享智能装备有限公司,宁夏 银川 750021)

摘　要:为提高砂型3D打印设备的电气安装效率,提升电气检测的全面性及调试的效率。对电气设计、安装、检验及调试各环节存在的问题逐一进行剖析,提出了电气设计、安装规范化的方法,确定电气检测及调试的有效方案,从而提高设备电气运行的稳定性,助推砂型3D打印设备产业化应用的快速推进。

关键词:电气规范;模块化;检验平台
中图分类号:TG231　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)04-0308-03

Brief Analysis of Electrical Installation, Testing and Commissioning of Sand 3D Printing Equipment

REN Guangning, WANG Zhigang
(Kocel Intelligent Machinery Limited, Yinchuan 750021, China)

Abstract: In order to improve the electrical installation efficiency of sand 3D printing equipment, improve the comprehensiveness of electrical testing and debugging efficiency, the problems existing in each link of electrical design, installation, inspection and debugging were analyzed one by one, the standardized method of electrical design and installation was proposed, and the effective scheme of electrical testing and debugging was determined. The results show that improving the stability of the electrical operation of the equipment is conducive to rapidly promoting the industrial application of sand 3D printing equipment.

Key words: electrical standardization; modularization; detection platform

当前被誉为“第三次工业革命”核心技术的3D打印产业受到了国内外越来越广泛的关注,这种逐层堆积成形技术与传统制造技术相比,不必事先制造模具,不必在制造过程中去除大量的材料。因此,在生产上可以实现结构优化、节约材料和节省能源。随着精益生产在制造型企业用的越来越广泛,电气标准化、模块化的设计、制造也显得愈加关键。标准化的工作是一劳永逸的事情,一次性的投入取得长期性的回报。

在砂型3D打印设备产业化推进的过程中,从设备生产到最终出厂,电气部分还存在以下问题有待解决:电气元器件安装缺少可以参考的标准,造成控制柜质量参差不齐;控制柜安装及布线未实现模块化作业,不利于电柜的模块化检测及电柜标准的提升;砂型3D打印设备控制柜在装机前,无法在调试前全面、准确排查柜内错误;调试缺少标准化的调试流程及方法等一系列问题。为了保证设备运行稳定、可靠,同时提高设备制造标准,针对以上问题,结合行业及设备生产现状,提出如图1所示措施。

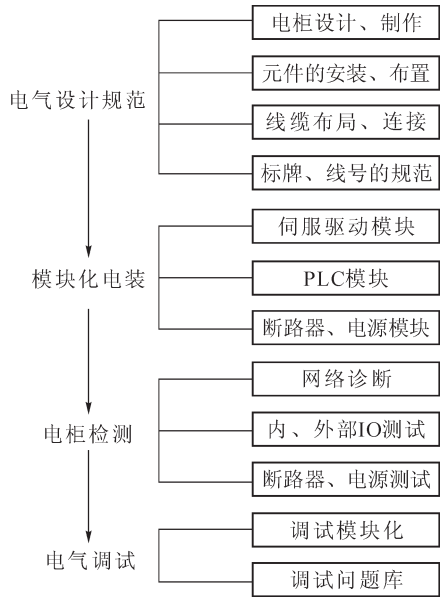

图1 电气设计、安装、调试流程
Fig.1 Electrical design, installation and commissioning process

收稿日期:2021-03-01
基金项目:国家重点研发计划资助项目(编号:2018YFB1106800,课题编号:2018YFB1106801)
作者简介:任广宁(1989—),宁夏银川人,中级工程师.主要从事机械设计制造方面的工作.电话:18095274598,Email:18095274598@163.com
通讯作者:王志刚(1987—),河南南阳人,硕士,中级工程师.主要从事电气控制技术方面的工作.电话:13519206554,Email:13519206554@163.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1　电气作业规范制定

二次回路是任何电气设备必不可少的重要组成部分，二次回路的电气性能好坏直接影响到整台电气控制柜的性能、可靠性和安全性。同时,其二次元件的装配、标号,导线的选择、铺设以及排列组合等项目,构成二次回路布线工艺的重要内容。针对砂型3D打印设备电柜作业存在的问题，需要从以下3个方面入手来改变现状,提高作业标准,提升砂型3D打印设备整体的标准:电气设计标准化;明确机柜的设计、制作要求;制定电气元件的布置与安装标准。

1.1　设计标准化

电气设计标准化：基于EPLAN进行电气标准化设计,EPLAN作为电气设计工具,可以将部件库、符号库、宏文件等内容在设计初期就制定标准、明确要求。在EPLAN中建立企业自己的标准部件库将会大大提高设计效率以及设计的准确性[1-2]。

电柜结构设计:机柜的结构设计是电气控制设备设计的重要组成部分。它不但直接关系到控制柜产品性能的好坏,而且可以提高整机的性能,大大提高产品的附加值。机柜应具有良好的技术性能,机柜的结构应根据设备的电气、力学性能和使用环境的要求,保证机柜具有良好的刚度和强度及良好的电磁隔离、接地、噪声隔离、通风散热等性能,并且设计时要充分考虑到便于安装、操作和维修。在设计时要特别关注并满足机柜结构的电气性能要求,主要包括:外壳的绝缘,电气间隙和爬电距离,电气保护与屏蔽等。

1.2　安装标准化

电气元件的布局与安装。对于电气元件位置的确定,一般较重、体积大的设备放在下层,主电路电气元件和安装板安装在柜内的框架上,控制电路的电气元件安装在安装板上。当元器件数量较多时,电气元件和安装板可分层布置。为便于拆卸和维修,各层间的引线以及与箱外的连线均应通过端子板(或插接件)连接。电气元件的布置应考虑安全间隙,各电气元件之间,上、下、左、右应保持一定的间距,并做到整齐、美观、对称;外形尺寸和结构类似的电器可安放在一起,以便进行加工、安装和配线。电气元件的安装位置及对应的标识牌必须符合图纸要求。低压断路器的安装应符合产品技术文件的规定,无明确规定时,宜垂直安装;具有电磁式活动部件的电气元件(如各种接触器及继电器),其安装方式应严格按照产品说明书的规定,以免影响其动作的可靠性。

2　电气安装模块化

工业的思想是将需求产品化，每个小模块都可以当成小产品来生产。怎么提高控制柜接线的效率及降低接线的错误率，是熟练的工人加上先进的工艺。为了优化电气柜元器件的安装及接线将砂型3D打印设备各个控制柜的元器件再按照功能进行划分,即模块化。模块化是将砂型3D打印设备的电气控制柜分解成多个不同功能的小模块，从而实现各个模块的单独安装,单独测试,最终达到提高设备运行稳定性,提高电装作业效率,同时提升设备标准化程度与砂型3D打印设备的竞争力[3]。

由于各种元器件安装位置不同，在构成一个完整的电气控制系统时,就必须划分组件模块。具体划分可以参照如下标准：把功能及安装方式类似的元件组合在一起;尽可能减少组件之间的连接数量,让强、弱电控制器分离,以减少干扰;为了使电气控制系统便于检查和调试,把需要经常调节、维护和易损元件组合在一起[4]。

对于砂型3D打印设备的模块化思想主要体现在功能区域划分和线束化两个方面。功能区域的独立性越强,电气元件的装配,标准模块的测试、维护等工作的相互影响程度就越小，功能区域划分是否合理是能否实现模块化安装及检测的重要影响因素。线束化可以有效避免布线前期工作与柜体制造、初期装配等工作之间的影响，同时也避免了不同功能区域之间布线的相互影响。根据砂型3D打印设备元器件的构成,可划分断路器开关电源模块,伺服驱动模块,开关电源模块,接触器继电器模块,PLC模块,对外端子排模块等。各功能模块划分之后,可以通过航插或者线束连接到一起。元器件安装位置的合理性直接影响到各个功能区域的独立程度,进而影响到电气布线的模块化效果，并最终决定设备能否实现模块化检测[5]。

各模块按功能划分之后，可以采用航插或线束的方式连接,一方面可以保证线缆连接的牢固,另一方面使设备后续的模块化检测变为可能。线束设计需要两项重要输入：一是各元器件的连接器和接线端子的空间位置,二是连接清单(包含电缆线号、电缆线两端的器件和针脚号、线缆的空间排布及走向、线缆长度)。电气设计人员在设计前期要考虑避开走线路径上的干涉，同时要考虑走线的美观和节约用料,这样就可以设计出三维的电气线束;再根据现场制作的需要,将三维的电气线束展平成平面图形,绘

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

制成线束模板图。线束制作工人只需根据线束模板图就可以加工出合格的线束，不用依赖于现柜，所加工出线束的一致性也较好。

3 电柜检测方案

砂型3D打印设备电柜经常在调试的时候会遇到线路错误，严重影响调试、设备交付的整体进度。如何在调试前期就能发现、检验出关键节点线路的错误是当前必须要解决的问题。借助PLC控制软件、工控机、输入输出模块等，主要测试各输入信号是否正常，输出信号线路是否串接，通过输出点强制来检验相关的执行部件运动是否正常，比如测试卷帘门输出控制卷帘门开和关动作是否正确，通过输出控制测试泵和阀动作是否一一对应，通过强制输出测试打印头供电回路是否有问题等。通过检验平台可以将设备调试期间遇到的重点问题在准备阶段进行解决，从而加快调试进度，保证设备正常交付。电柜测试方案如图2。

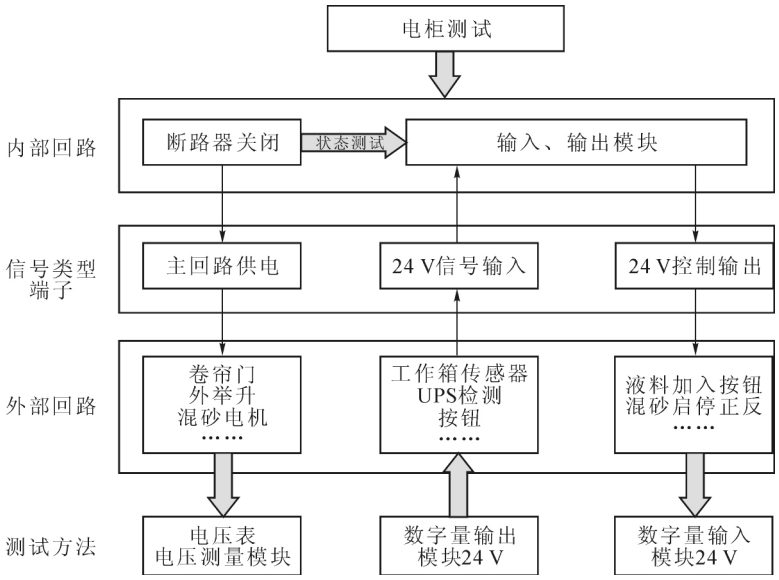

图2 电柜测试方案
Fig.2 Electric cabinet test plan

4 电气调试模块化

标准化调试及试运行主要分为线路测试，PLC输入、输出点的测试，执行机构及传感器的测试，电机运行调试等。随着砂型3D打印设备的产业化发展，逐步缩短调试周期、提高调试效率，建立标准化调试流程，将调试过程模块化、规范化已成为当务之急，因此提出并逐步建立砂型3D打印设备标准化调试流程。标准化调试流程的建立可以从以下几步入手：①编写调试作业指导书，按照设备调试的步骤，详细梳理整个调试过程、注意事项，按照指导书要求调试设备，并对反馈的问题逐步进行完善；②调试的模块化分工，依据调试先后可以分为调试前准备工作、工作箱和铺砂器调试、混砂系统调试、打印头动作调试四个模块，将每个模块定人定责定时，保证设备调试按期进行，并且定人定则后每个负责人对各个模块遇到的调试问题进行深入研究、解决、统计梳理，确保遇到问题后能第一时间解决；③建立调试问题库，针对调试过程中的问题，梳理并组织分析，针对每项问题确定原因及优化措施，并制作成案例，再次发生时可以快速排查解决。

5 结语

电气设计的标准化、信息化具有深远的意义，可在很大程度上减少设计人员的工作量，规范电气产品安装，提高电气调试效率，同时能有效降低设备故障率，对砂型3D打印设备高质量的发展、推进具有重大意义。本文主要针对砂型3D打印设备在电气设计、安装、检验及调试各环节存在的问题进行剖析，提出有效的优化建议及措施。

参考文献：

[1] 郑世静，刘佳. 一种标准化建立在EPLAN设计软件中的应用[J]. 起重运输机械，2013(10):36-38.
[2] 吕志刚，王鹏，徐少亮，等. EPLAN实战设计[M]. 北京：机械工业出版社，2018.
[3] 李东. 自动化生产线电气控制的模块化设计及在炉衬配料包装生产线中的应用[D]. 苏州:苏州大学，2014.
[4] 丁军. 电气控制的标准化模块化设计在大型混凝土生产系统的应用[J]. 中国标准化，2017(10)：14-15.
[5] 董亚春，刘旭，叶秀华，等. 机电装备电气设计标准化、信息化的设计与实现[J]. 石油化工设备，2014，43(5):76-81.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net