工厂的工艺布局和工艺管理探讨

张国富[1]　李佳润[2]

1. 中机国际工程设计研究院有限责任公司；2. 岳阳邦盛实业有限公司

摘　要：工厂需要物料运输、人员操作、设备运行等环节共同配合完成产品生产，在这些环节中，如果出现规划冲突将会影响生产进度，因此，合理规划工厂的工艺布局和工艺管理对于保证工厂生产顺利进行而言，具有重要意义。本文基于工艺布局原则，分析不同工艺布局方法的优势，并提出工厂工艺管理方法，以期能够为相关工作者提供借鉴与帮助。

关键词：工厂；工艺布局；工艺管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.103

前言

工厂工艺布局与工艺管理是生产运作的重要组成部分，对工厂的生产效率、产品质量以及工人的工作环境有着重要的影响。一个科学、合理的厂房布置能使工厂生产力得到最大程度发挥，同时也能减少生产成本，改善产品质量，让工厂更具有市场竞争力，有助于工厂长远发展。

一、工厂的工艺布局和工艺管理作用

（一）提高生产效率

工厂工艺布局优化能够缩短制造中材料与人员流动路程，降低材料与人员之间相互干扰，从而提升员工的工作效率[1]。另外，通过工艺布局优化，保证了生产流程的顺畅，从而大幅度提高工厂生产速度。另外，通过对机器设备及生产场所的适当安排，降低了各设备间的干涉与碰撞，从而达到了提升机器设备利用率、提高生产力的目的。

（二）提高产品质量

在实际生产操作中，若材料与生产人员需要长距离移动，或与机器设备间隔不合理，则会造成材料损失及产品质量问题。工厂的工艺布局优化，缩短材料与人员的间距，降低材料浪费，避免出现操作失误，增加生产稳定性。同时，工厂的工艺布局与工艺管理优化也能为员工创造一个干净、安全的工作场所，降低对环境的污染，减少事故出现概率，确保生产安全性。

（三）提供良好工作环境

创造一个优质工作场所，有利于增强工作人员的工作热情与工作效率，降低意外伤害及患病概率。通过对工作场所及设施适当布局，可以营造出一个更为宽敞整洁的工作环境，降低噪声、灰尘及有害气体对人体的危害，从而优化工作人员的工作环境，增强员工舒适性与满意度。

二、工厂工艺布局

（一）工艺布局原则

工厂工艺布局是将生产设备、工位及人员在特定的空间区域进行适当的布置，以保证物流顺畅，提高生产效率，合理的工厂工艺布局应该符合以下原则。

（1）流程最优原则：依据生产工艺路线，对各工位进行布局，保证材料在最短路线内流通，降低材料处理及转运的次数。

（2）节省空间原则：在场所的有限面积中，尽量充分使用空间避免浪费，为了增大存储空间和改善材料存储密度，可以采用竖向空间，例如采用搁栅等。

（3）安全性与舒适性原则：在厂区内，生产线布置要兼顾工人的工作条件及身体健康，生产环境必须保持整洁，以减少可能引起火灾等事故风险，为工人创造一个舒适的工作空间，保证工人的身体和心理健康。

（4）可扩展性原则：工艺布局必须具有很强的可扩展性，以满足将来工厂发展的需要及产量的提高。为今后增加新装置或重新定位，需预留适当的场地及出入口。

（5）持续改进原则：由于工厂产能与市场的要求在动态地发生着改变，所以必须对工艺布局进行持续调整与改善，不断地对厂房布置进行动态优化，以满足市场需求。

（二）工厂工艺布局类型

工厂工艺布局可分为三种：线性布局、功能布局和过程布局。线性布局是指根据制造工艺的次序，将制造设备按一定的次序进行布置，使其成为一条线或一条曲线[2]。该方案适合于生产工艺稳定，流程简单的情况，如组装线，包装线。直线布置能缩短人员与机器间的距离，并能有效地提高生产率。功能布局就是把类似的设施和功能进行归类，比如把车间，仓库，办公室等分隔开来。该方案适合于制造工艺比较复杂、要求经常进行调节和变化的场合。过程布局是指将各生产环节按空间相关的位置安排，如冶炼、冶炼、压制等。这种布置适合那些要求把注意力集中在产品流程和自动化水平上的情况。

三、工厂工艺布局设计方法

（一）流程图分析法

流程图分析法是一种常见的厂房布置设计方法，它可以清晰地显示出各道工序的时序及物流状况，并决定各道工序间的空间布置。该方法能够将工厂生产的全过程直观展现出来，帮助设计人员了解生产环节与生产工序，从而提高布局设计效果。例如，采用SLP方法，将产品、产量、生产路线、辅助部门、生产时间这五个基本元素，而产品和产量是关键因素，要以这两个因素为基础来划分工作单位，并按照它们之间的联系来决定布局地点，流程图如图1所示[3]。

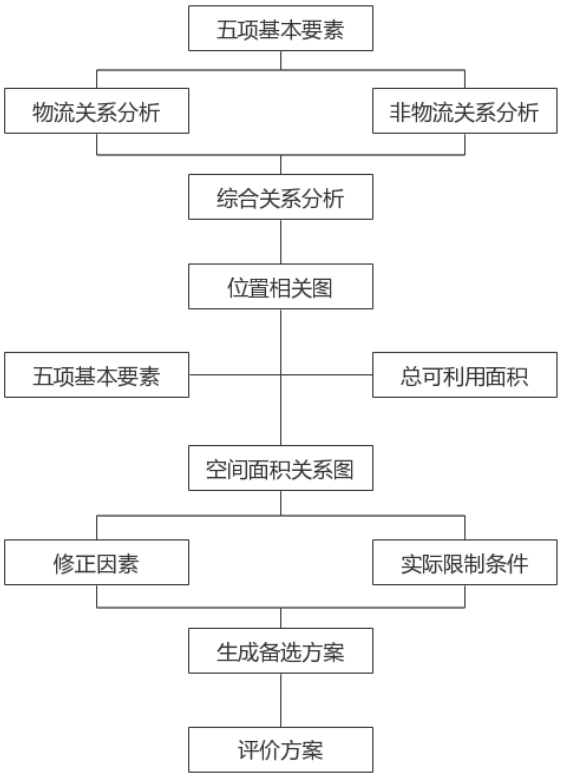

图 1 流程图分析

（二）优化算法

传统的工厂工艺布局依赖于二维平面的厂房改造规划和生产线建设计划，不能反映出生产装备在空间上的逻辑联系，造成技术改造中资源投入大、效率低、产能浪费大等问题。数字化工厂建模布局优化如图2所示，采用基于3D布局规划的建模、仿真、分析和评估等手段，不仅可以实现立体化布局，同时也为数字化生产打下技术基础[4]。优化算法能够通过计算机建立数学模型，仿真计算出最优工艺布局，在满足产品质量要求的条件下，充分利用已有的资源，减少工厂的制造费用，并对其进行优化。

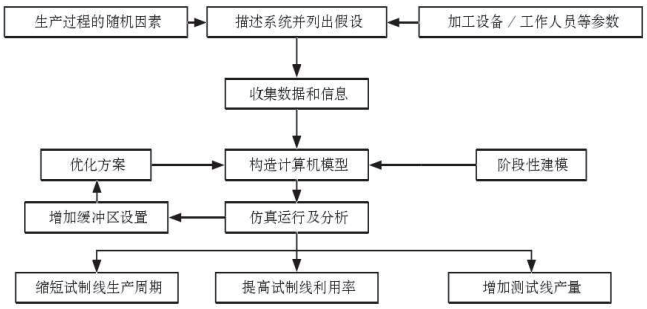

图 2 数字化工厂建模布局优化流程

（三）排列组合法

运用排列组合法，可为厂房平面布置提供更多的选择空间，得到最佳设备布置方案。通过材料与设备的排列组合，可产生多种不同的布置方式。在此基础上，利用模型模拟软件，对不同的规划方案进行仿真与评价，从而得出最优的规划方案。基于模型建立的工厂环境模拟，如图3所示，将根据实际需求对其进行反复分析，并根据过程规划进行修正，并对其进行迭代分析。生产工艺数据显性化就是通过观测设备的使用情况，发现生产工艺中存在的短板，为生产工艺优化提供依据[5]。

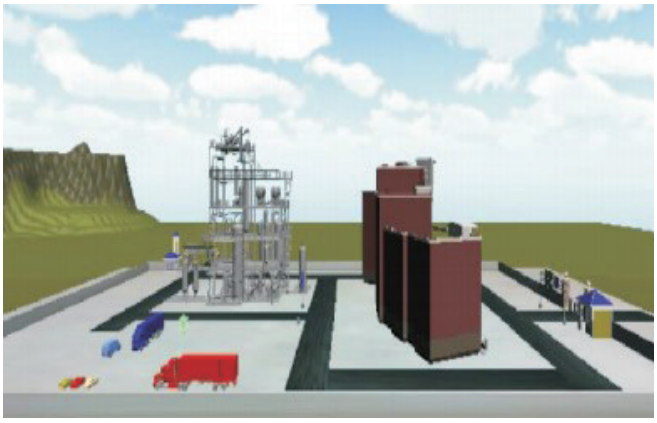

图 3 工厂环境模拟

四、工厂工艺管理优化

工艺管理优化就是对生产过程进行优化，从而达到提高产品质量，缩短生产周期，节约资源的目的。工厂管理中的工艺优化通常包括以下几个方面：

（1）设备优化：在对设备进行优化时，既要考虑设备的生产能力、性能，又要考虑设备之间的协作能力。通过设备布局优化，运行方式改进，可有效地提高生产效率，改善产品质量。

（2）物料流优化：通过运用自动化设备、传送带等先进的设备，对物流进行最优调度，降低物流的周期，降低人工费用。并对物料存放地点进行适当的安排，以保证材料的采购、供应和生产有序进行。

（3）人力资源优化：对工厂人员的工作职责进行适当安排，以改善工作流顺畅性与高效性。在此基础上，通过开展技术训练，提高工人技术水平，使其对生产技术认识不断增强，从而提高工作效果。

（4）数据分析与反馈优化：构建科学的资料收集与处理体系，及时获取重要数据，并加以分析与回馈。根据这些数据的统计分析，对工艺过程进行持续改进，从而改善声场过程的稳定性与可控性。

五、工厂工艺管理方法

（一）定期评估

对生产效率，产品质量，工人安全，以及设施维修等进行周期性的评价。通过对生产过程中出现的问题进行分析，找出存在的问题，并对其进行适当的调节与改善，从而保证工厂的正常运作。强化关键工艺、重点设备的监测，并与生产线的安全管理相联系，每年至少要对厂房进行一年一次的综合检验和评价，并在此基础上制定改善方案。针对生产设备和生产工艺，建立专项安全点表，每月或季度进行专项检查，并将其分解到更高级别。要建立和完善原材料检验制度。因原材料和规格的差异，其质量差异较大，对其安全构成极大的隐患。厂家可以把原材料批量检验，交给品管部门或者具有检验资质的外部机构，在正式投产之前，确保原材料检验

合格。在正式生产前，要严格审核生产计划，确保生产方案及生产工艺科学合理，按时保质完工。在实际生产过程中，应明确各参与方及参与人员的责任，建立标准化技术审查与产品验收制度，建立生产技术规范与生产质量标准，让监理人员可以在现场对生产线展开全方位监督。

（二）员工培训

加强员工培训是保证生产效率的重要一环。优化工艺布局与管理也包括优化员工的工作方法和工作程序。为此，工厂有必要加强员工培训，让他们了解新厂房布置，从而提升员工的工作效率与技术能力。工厂的工艺管理本质上就是对人进行管理，员工对生产的认识和技能水平的高低，对工厂安全和生产管理有着重要影响。所以，针对生产过程的特点，工厂在对员工开展专业技能训练的同时，也要对其进行安全技术培训，对危险源进行识别和风险评估，并定期演练现场应急处置方案。工厂可以定期为员工提供行业前沿知识讲座，还可以主动地组织员工与高校、科研院所开展技术交换与协作，通过多种方式使生产团队的工作能力不断得到提高。还可以利用虚拟仿真软件，生产操作过程与真实生产相似，还能够帮助员工直观感受生产环节，能够有效增强培训效果。

（三）设备维护

设备维护是保证工厂正常运转的物质基础。工厂内的生产设备通常有较长的连续使用时间，损耗较大，因此一般都要进行常规保养与检修，以保证设备的正常工作状态和使用寿命。做好设备维护，可以降低设备的失效次数，从而提高设备使用效率，避免设备停工而耽误生产进度。设备的日常维护和保养很重要，主要是检查设施的防水、防腐等性能，如机械设备的螺钉是否松动，零部件的使用情况等。一级维护主要是对设备内部进行清洁，并检查设备内部各零部件的安装状况。二级维护主要是消除隐患，对易产生小损伤的零件要加以预防，确保其正常使用精度，适当调整，同时检查维修。在设备检修时，应对各类故障准确与排除，以便在相对短的时间内，对信息进行反馈，使设备故障得以及时处理。该技术的应用极大地提高了设备的运行稳定性，使其能迅速排除各类故障，完善的监控设备能从多个方面提高故障诊断的准确性。该测试系统可以实现测试和分析工作的自动化，减轻了测试人员和操作人员的工作负担，并且可以有效剔除干扰信号，保证测试结果的可靠性。工厂应设立专业的操作和维修队伍，负责设备的维护和管理。对设备的质量检查工作进行分类，通过监测设备，能够获得网络中各种线路和设备的实时数据，当某些数据超过规定的范围时，可以启动保护功能，避免由于故障造成的设备损坏。

（四）信息化管理

信息化管理是工厂工艺管理的一个关键环节。通过构建和应用智慧工厂信息管理系统，如图4所示，可以实现对工艺布局、设备状态以及生产进度等的实时监测与管理，对其进行适当调节和改善，从而提升工厂的运行效率和产能。

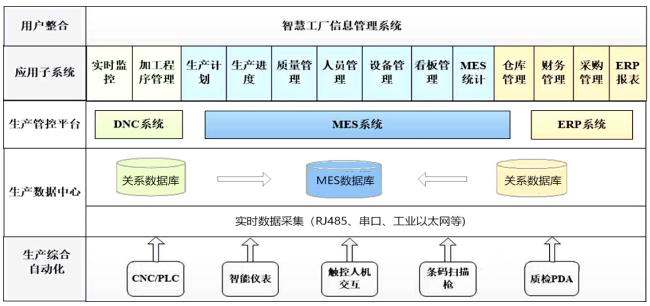

图 4 智慧工厂信息管理系统

在生产之前，通过质量管理信息系统的统一调度，可以发现物料品质的潜在风险，及时采取相应对策，将物料的品质安全问题排除。智慧工厂信息管理系统还可以对物料进行统计管理，防止物料浪费，并能对进场的原料、半成品进行质量检查，对问题物料进行盘点，避免产品出现质量问题。在物料组织和管理方面，工厂可以按照产品的材料需求，成立物料的采购团队，并有专人对物料品质进行检验。此外，工厂还需要对生产中的关键部分和关键环节的危害源进行监控，尤其是对温度、压力等危害源的信息进行在线实时采集，并通过信息平台向智能管控系统的服务器反馈信息，并根据建立的安全分线模型，实现对风险水平的自动化分析。工厂还可以使用机动车辆防撞系统，通过对厂区内部各类交通工具的实时辨识，优化运输车辆在工厂内的物流线路，当运输车辆接近交叉口时发出警报，以保证运输车辆在道路交叉口的安全。通过构建工厂危害辨识基准数据库，对比、解析该体系内的实时在线信息，利用手持式终端及无线网络，实现对工厂生产过程的全过程监测。系统具有报警、紧急停机等功能，并根据具体情况采取报警、紧急停机等功能，方便运维人员做出准确的判断与决策。

结论：在工厂工艺布局设计与管理优化过程中，要将生产流程、产品质量、人员工作环境以及资源利用等方面的要素综合考量，运用流程图分析法、优化算法、排列组合法等布局方法，根据工厂生产特点设计合理布局。在管理中也要进行周期性评价，加强员工培训，做好日常设备检修与维护，使用信息化管理方法，提高工艺管理效果，从而提升企业的运作效率与产品竞争力。

参考文献

[1]牛宇晨.基于联合厂房建筑布局和防火设计的问题研究[J].北方建筑，2021，6（01）：35-38.

[2]林超群，樊树海，陈鹏等.基于数字化工厂的混合作业车间布局公理化设计[J].组合机床与自动化加工技术，2019，（08）：16-18+38.

[3]李伟，马宏路.基于SLP的工厂规划设计[J].机电信息，2019，（23）：94-96.

[4]周鑫，张森堂，高阳.数字化工厂3D布局规划与仿真技术实践[J].航空动力，2021，（01）：66-68.

[5]蔡宝，朱文华，顾鸿良等.基于虚拟现实技术的工厂布局和漫游系统[J].制造技术与机床，2019，（03）：136-139.

作者简介：张国富（1981.8-），男，河南鹿邑，本科，高级工程师，主要从事工程设计工作。