

ICS 号
中国标准文献分类号



中国土工合成材料工程协会标准

T/CTAG XXXX-202X

土工合成材料 智能工厂

第 2 部分：数字化车间

Geosynthetics—Smart factory—Part 2:Digital workshop

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国土工合成材料工程协会 发布

中国土工合成材料工程协会标准

土工合成材料 智能工厂 第2部分：数字化车间

Geosynthetics—Smart factory—Part 2:Digital workshop

T/CTAG XXXX—202X



中国铁道出版社

202X年·北京

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 基本要求	3
5.1 数字化要求	3
5.2 网络要求	3
5.3 系统要求	3
5.4 集成要求	3
5.5 安全要求	3
6 体系结构	4
7 基础层数字化要求	4
7.1 网络设备	4
7.2 生产设备	4
7.3 物流与仓储装备	5
7.4 试验检测设备	5
7.5 生产资源	5
8 执行层数字化要求	5
8.1 计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)	5
8.2 制造执行系统 (MES)	5
8.3 生产物流系统 (PLS)	6
8.4 能源管理系统 (EMS)	6
8.5 设备管理系统 (EQMS)	6
8.6 质量管理体系 (QMS)	7
9 车间信息交互	7
9.1 通信网络	7
9.2 数据采集与存储	7
9.3 数据字典	7
10 功能模块间数据流动	7

前 言

《土工合成材料 智能工厂》分为六个部分：

- 第1部分：物料编码；
- 第2部分：数字化车间；
- 第3部分：制造执行系统MES；
- 第4部分：企业资源计划ERP；
- 第5部分：仓储物流管理WMS；
- 第6部分：系统集成。

本文件为第2部分。

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。

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。

本文件实施过程中，如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交山东路德新材料股份有限公司（山东省泰安高新技术开发区隆基街9号，邮政编码：271025，联系方式：18562293580，电子邮箱：ldrzban@163.com），并抄送中国土工合成材料工程协会（河北省石家庄市长安区北二环东路17号石家庄铁道大学春晖楼，邮政编码：050043；联系方式：0311-87939519；电子邮箱：chinatag@126.com），供今后修订参考。

本文件由中国土工合成材料工程协会标准化工作委员会负责解释。

本文件由山东路德新材料股份有限公司提出。

本文件由中国土工合成材料工程协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：山东路德新材料股份有限公司、青岛旭域土工材料股份有限公司、肥城联谊工程塑料有限公司、云南众驰工程材料有限公司、建筑材料工业信息中心、山东中研国建先进合成材料创新中心有限公司、山东润德复合材料有限公司

本文件主要起草人：

土工合成材料 智能工厂

第 2 部分：数字化车间

1 范围

本文件规定了土工合成材料智能工厂数字化车间的体系结构，基础层、执行层、管理层数字化要求及各功能模块间数据流数字化要求。

本文件适用于指导土工合成材料智能工厂数字化车间的规划与建设（新建或改建）。

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 37393—2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37413—2019 数字化车间 术语和定义

GB/T 41257—2022 数字化车间功能安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

3.2 基础层 base layer

包括数字化车间生产制造所必需的各种制造设备及生产资源，参与生产过程并通过其数字化标识与系统进行自动或半自动交互。

3.3

3.4 数字化 digitalization

以数字形式表示(或表现)本来不是离散数据的数据。具体地说，也就是将图像或声音转化为数字码，以便这些信息能由计算机系统处理与保存。

[来源：GB/T 37413—2019定义2.4]

3.5

3.6 数字化车间 digital factory (digital workshop)

以生产对象所要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测控技术等为手段，用数据连接车间不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

注：在本标准中，数字化车间仅包括产品设计、生产规划、生产工艺、生产执行阶段，不包括服务和支持等阶段。

[来源：GB/T 37393—2019定义3.3]

3.7

3.8 设备管理 equipment management

以设备为研究对象，追求设备综合效率，应用一系列理论、方法，通过一系列技术、经济、组织措施，对设备的物质运动和价值运动进行全过程管理。

注1：前期管理：规划、设计、选型、购置、安装、验收。

注2：后期管理：使用、维护、维修等过程。

[来源：GB/T 37393—2019定义3.5]

3.9

3.10 执行层 Execution Layer

包含相关功能模块,对数字化车间生产过程中的各类业务、活动或相关资产进行管理,实现车间制造过程的数字化、精益化及透明化。

3.11

3.12 作业计划 job plan

根据企业季度、月度、日生产计划的具体规定,为各个工段、班组、个人,或每个工作地制定的以周、日、班以至小时计,制造同一产品的计划。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.6]

3.13

3.14 物流调度 logistic scheduling

在稀缺资源分配过程中所涉及的物流的调配。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.7]

3.15

3.16 制造设备 manufacturing equipment

通过设备自身功能以及同其他辅助设备协同来执行车间具体生产工艺的设备。

注:制造设备包括加工设备、物流设备、质量检测设备以及维护设备等。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.8]

3.17

3.18 制造执行系统 manufacturing execution system

生产活动管理系统,该系统能启动、指导、响应并向生产管理人员报告在线、实时生产活动的情况。这个系统辅助执行制造订单的活动。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.9]

3.19

3.20 产品生命周期管理 product lifecycle management;PLM

以产品的整个生命周期过程为主线,从时间上覆盖产品市场调研、概念设计、详细设计、工艺设计、生产准备、产品试制、产品定型、产品销售、运行维护、产品报废和回收利用等的全过程,从空间上覆盖企业内部、供应链上的企业及最终用户,实现对产品生命周期过程中的各类数据的产生、管理、分发和使用。

[来源:GB/T 37413—2019定义2.28]

3.21

3.22 生产资源 productive resources

生产所需的除制造设备以外的制造资源。

注:生产资源包括人员、元器件、成品、半成品、辅助工具等。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.15]

3.23

3.24 生产物流管理 production logistic management

发出实时、具体的物流指令,调度物流资源、驱动物流设备、控制物流状态,按排产计划与调度要求为生产过程各个工位或区域,供应生产作业所需物料,保障车间生产的任务有效完成。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.13]

3.25

3.26 生产现场可视化管理系统 production site visualization management system

面向生产现场,采用电子看板、广播等技术手段,实现产品、设备、物流、生产状态、能源监管等信息公开化、可视化,以提升现场管理水平、优化现场工作环境的管理系统。

[来源:GB/T 37393—2019定义3.14]

3.27

3.28 质量控制 quality control

质量管理的一部分,致力于满足质量要求。

[来源:GB/T 37393—2019 定义 3.16]

3.29

3.30 搬运机器人 transfer robot

应用机器人运动轨迹实现代替人工搬运的自动化产品。

4 缩略语

下列缩略语用于本文件。

BOM: 物料清单 (Bill of Material)

CAPP: 计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning)

EMS: 能源管理系统 (Energy Management System)

EQMS: 设备管理系统 (Equipment Management System)

ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

PDM: 产品数据管理 (Product Data Management)

PLS: 生产物流系统 (Production Logistic System)

QMS: 质量管理体系 (Quality Management System)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

TCP/IP: 传输控制协议/互联网协议 (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

VPN: 虚拟专用网络 (Virtual Private Networks)

WLAN: 无线局域网 (Wireless Local Area Networks)

5 基本要求

5.1 数字化要求

5.1.1 制造设备

数字化车间的制造设备数字化应符合7.2、7.3、7.4的要求，数字化设备的比率应不低于70%。

5.1.2 生产数据采集

数字化车间所需的生产数据90%及以上可通过数字化车间信息系统进行自动采集。

5.1.3 生产资源的识别

应能对数字化车间制造过程所需要的生产资源的信息进行识别。

5.1.4 生产现场可视化

可通过车间级通信与监测系统，实现车间生产与管理的可视化。

5.1.5 工艺设计数字化

数字化车间的工艺设计宜采用数字化设计方法，符合8.1要求。

5.2 网络要求

数字化车间应建有互联互通的网络，可实现设备、生产资源与系统之间的信息互通。

5.3 系统要求

数字化车间应建有制造执行系统或其他的信息化生产管理系统，支撑制造运行管理的功能。

5.4 集成要求

数字化车间应实现基础层、执行层与管理层之间的信息集成。

5.5 安全要求

数字化车间应开展数字化车间危险与风险分析、数字化车间保护层评估、安全生命周期、数字化车间的功能安全管理，确定安全相关系统要求、功能安全管理信息系统要求、功能安全集成要求等内容，详细的信息见GB/T 41257—2022。

6 体系结构

数字化车间体系结构如图1所示，应包含基础层、执行层和管理层。

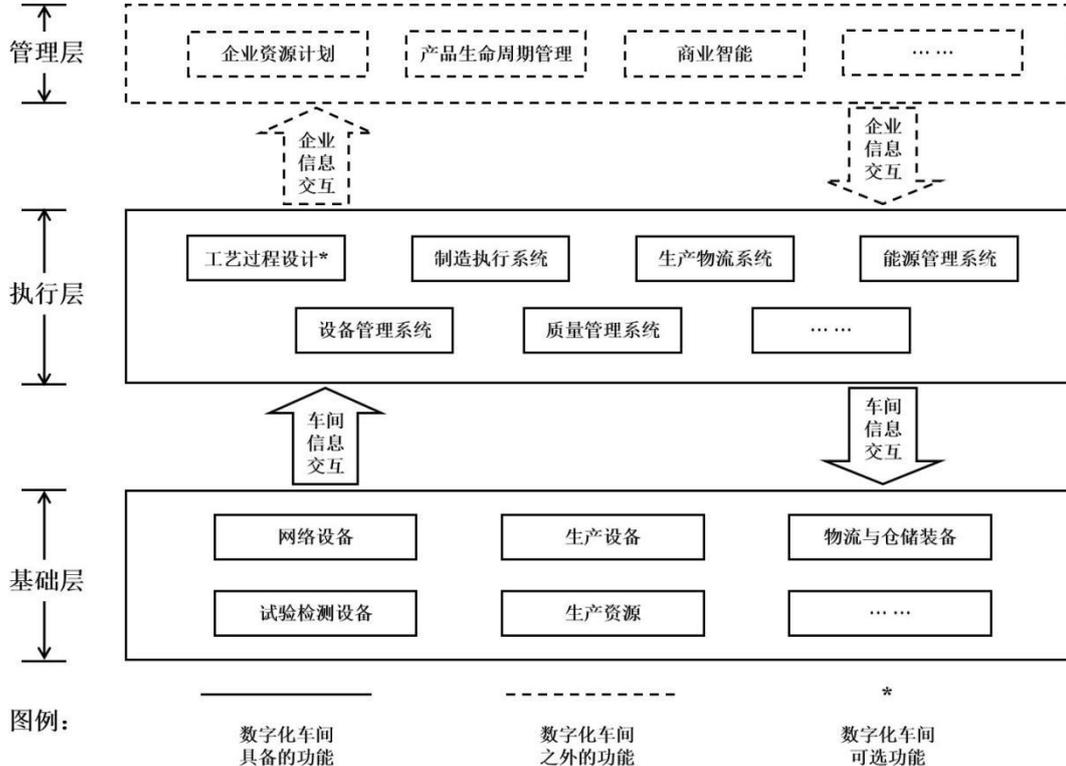


图1 土工合成材料 数字化车间体系结构

7 基础层数字化要求

7.1 网络设备

应具备生产运行数据、质量运行数据、维护运行数据、物流运行数据传输功能，实现向执行层反馈作业执行的状态和用户自定义的数据采集属性，主要包括网卡、网关、网桥、路由器、交换机等。

7.2 生产设备

7.2.1 应具备完善的生产设备档案信息，包括经编机、塑料土工格栅生产线、土工布生产线等生产设备的代码、参数等数字化描述。

7.2.2 应具备通信接口，实现与其他设备、装置以及执行层实现信息互通，应满足实时性与安全性，包括支持国标所列的现场网络标准、可通过MES系统订单选择加工程序、与辅助设备（如搬运机器人）无缝集成等。

7.2.3 应能接收执行层下达的活动定义信息，包括为了满足各项制造运行活动的参数定义和操作指令等。

7.2.4 应具备采集加工信息（如规格型号、工艺参数等）、运行状态数据（如温度、压力、运行速度等工艺参数）、工作状态数据（如开机、停机等状态）、故障报警信息（如报警代码、报警内容、持续时间、频次等）、能耗数据（如电、气消耗实时数据），并向执行层进行反馈的功能。

7.2.5 应具备一定的可视化能力和人机交互能力，能在车间现场显示设备的实时信息及满足操作的授权和处理相关的人机交互。

7.3 物流与仓储装备

7.3.1 适用于生产现场的搬运机器人应根据工序作业的要求，具备自动分拣和分类储存的功能，结合RFID射频（如颜色、激光等）、图像识别、生物识别等技术，实现不同形态和状态的工件搬运作业。

7.3.2 适用于生产过程中执行搬运作业的自动搬运小车，可分为有轨自动小车和自动导引运输车两类，应具备自动搬运功能，实现成品、半成品、原材料等物料的自动搬运任务。

7.3.3 应具备基于计算机管理、自动控制的物料搬运设备和货物存取作业功能，实现各类信息的存储和管理。

7.3.4 应具备无线通信方式，实现生产设备与自动运输系统及其管理系统之间的信息交互。

7.4 试验检测设备

7.4.1 采用基于数字化的测量方式，具有在线或离线检测（如幅宽、长度、厚度、外观缺陷等）、记录、显示、上传、分析和校准等功能。

7.4.2 应具备数字化接口，以支持检测设备与生产设备、检测设备与MES、检测设备与QMS之间检测数据的传输。

7.4.3 通过网络互联各类检测设备，构建数字化检测系统，实现对检测数据的采集、分析与处理，从而有效提高生产过程的质量控制水平。

7.5 生产资源

7.5.1 应在条码及电子标签等编码技术的基础上满足生产资源的可识别性，包括生产资源的编号、参数及使用对象等属性定义。

7.5.2 应采用自动或半自动方式进行读取，并自动上传到相应设备或执行层，便于生产过程的控制与信息追溯。

7.5.3 识别信息宜具备一定的可扩展性，如利用RFID进行设备及执行层的数据写入。

8 执行层数字化要求

8.1 计算机辅助工艺过程设计（CAPP）

8.1.1 宜具有采用辅助工艺设计方法建立产品模型的功能，确定原材料、产品结构和材料定额与定制化之间的逻辑关系。

8.1.2 宜具备建立工艺路线和工艺布局仿真图的功能，确定关键工艺参数信息，包括设备参数、原辅料配比等，实现产品数字化管理。

8.1.3 宜具备仿真模拟功能，可利用仿真模拟引擎，模拟真实环境进行计算，分析极限条件下产品性能。

8.1.4 宜建立工艺知识库，具备定制化设计功能，可根据用户需求定制参数，通过产品设计引擎，形成相关的设计结果。

8.1.5 宜具备提供电子化的工艺文件的功能，并下达到生产现场指导生产。

8.1.6 宜具备向MES输出工艺BOM的功能。

8.2 制造执行系统（MES）

8.2.1 应具备与数据中心进行信息交换的功能，具有信息集成模型，模块能与企业其他管理系统（如ERP、PDM等）实现信息双向交互和自决策。

8.2.2 应具备支持可视化信息管理的功能，即通过车间生产流程监测、控制系统反馈的信息，以可视化看板的形式展现作业计划执行的情况、工艺调整、指挥调度、物流（车间级）、产成品等信息，支持人机互动浏览操作、生产场景虚拟建模、3D模拟车间现场，以辅助人员在线实时地监控、参与、调整生产计划。

8.2.3 应具备根据产品工艺路线和可用资源制定工序作业计划的功能，排产的过程需综合考虑当前计划完成情况、车间设备等资源可用性、实际产能及节省能源、生产资源（如生产物流管理中设备、人员、物料等）可用性等因素，生成基于精益化生产理念的、以柔性制造为目标的生产排产计划，并将形成的

作业计划发送给生产调度。

8.2.4 生产调度应具备实时获取生产进度、各生产资源运行状态、生产现场各种异常信息的功能，并能做出快速反应，可及时处理详细排产中无法预知的各种情况，协调人员、设备、物料等生产资源，保证生产作业有序、按计划完成，获取生产现场状况的方式包括设备实时数据，通过数字化、可视化管理系统获取的各种生产过程信息。

8.2.5 生产跟踪应具备自动获取、统计和分析生产数据的功能，如数字化接口直接采集到的，或者经过其他功能模块加工过的信息。

8.2.6 应具备能力平衡功能，分析各中心、部门、班组的任务负荷，对生产过程中涉及的人员、设备、物料进行在线管理，协助设计作业计划和调度，优化作业计划排程。

8.2.7 应具备利用大数据技术提供决策支持分析的功能，规范和细化生产经营过程。

8.3 生产物流系统 (PLS)

8.3.1 应能自动感知和识别物流关键数据，并通过通信网络传输、保存和利用。

8.3.2 应基于物流规划中规定的时间条件，以及制造执行计划中的批次、路线及起始-到达的区位要求，设置合理、可行的物流起始时间、运行路线和到达时间。

8.3.3 应基于车间环境与实施条件和工艺执行计划要求，确定各次自动导引运输车、搬运机器人物流转运所应装载的物料或在制品。

8.3.4 应对进入物流计划的物料编码，并在物料本体上附加数字化标识，标识的编码结构应符合企业产品生命周期管理信息结构要求。

8.3.5 物流规划应输出相应的文件，包括物流运行的物件数量、批次组合、物流路线、物料需求时间和送达时间等基本信息。

8.3.6 物流方案应使物流批量与工艺指令相匹配，合理安排转序时间间隔，用准确的物料流量来满足工艺执行岗位的操作需要。

8.3.7 物流调度主要包括事前调度、事中调度和事后调度，应基于生产进度执行原则和精益库存管理原则，合理协调物流进度、调配物流时间和运输批次。

8.3.8 在具体物流调度的需求下，车间物料请求（包括具体的物料、数量以及配送地点等）通过设备、现场执行层或者制造执行系统提交给生产物流管理系统。借助于自动化物流设备和车间物流布局，车间物流管理系统产生相应的物流配送作业并将指令发送给对应的车间物流设备并指导该设备完成物流作业任务并反馈给生产物流管理系统。

8.3.9 库存管理应基于不同库存活动对车间物料形态、数量、状态等属性变化进行记录、追溯与分析等活动。借助于信息化手段与自动化技术，达到更加精确和透明的目的，主要包括库存数据采集与追溯、库存分析。

8.3.10 应具备库存管理功能，支持物料盘库、在线查询、统计分析、在线调整等功能。

8.3.11 应具备实时监控功能，实现货物在整个物流系统内部的信息识别和追踪，做到生产过程的可监控和可视化。

8.4 能源管理系统 (EMS)

8.4.1 应具备实时监控、能耗统计功能，实现工艺装备能源数据的及时收集统计。

8.4.2 应具备能耗警戒、能耗诊断功能，实现能耗异常反馈预警。

8.4.3 应具备能源指标分析、能源计划及数据存储功能，向执行层反馈数据信息。

8.5 设备管理系统 (EQMS)

8.5.1 应具备设备状态监控、设备维修维护和指标运行分析功能，利用设备控制与数据采集系统，实现自动在线采集反应设备状态所需的关键数据。

8.5.2 应依据设备运行标准和要求，对指标参数的监控结果进行分析和判定，对有异常变化趋势的情况进行预警，对发生异常或故障的情况进行报警。

8.5.3 应建立以设备维护计划制定、工单分配、下发、执行、反馈为流程的标准化维修维护体系，制定相应的周期性、预测性维护计划；

8.5.4 基于设备实时状态采集和维护维修过程中搜集的过程数据，应具备与设备相关的指标自动分析的功能，包括设备完好率、设备利用率、设备故障率、停机（或停产）时间、停机（或停产）次数、设

备平均故障间隔时间。

8.6 质量管理体系 (QMS)

8.6.1 质量数据主要包括生产设备工艺控制参数、质量检测设备检测结果、人工质量检测结果等生产过程数据，覆盖成品、半成品、原材料和零部件。

8.6.2 应提供质量数据的全面采集，对质量控制所需的关键数据应能够实时自动在线采集，以保证产品质量档案的详细与完整。

8.6.3 应对过程质量数据趋势进行监控，并对综合指标进行统计监控。

8.6.4 应基于实时采集海量质量数据所呈现出的总体趋势，利用以预防为主的质量预测和控制方法对潜在质量问题发出警告，以避免质量问题的发生。

8.6.5 应具备质量跟踪与分析功能，可利用 RFID 电子标签读写设备、传感器等智能设备，实现从原材料上线到成品入库的整个生产过程执行层、基础层实时的数据采集、跟踪、防错、监控和控制，为管理者提供高效的、准确的全生命周期质量控制及追溯管理。

9 车间信息交互

9.1 通信网络

9.1.1 现场总线

宜采用PROFIBUS、CC-LINK、MODBUS、CAN等协议方式。

9.1.2 工业以太网

宜采用PROFINET、Ethernet/IP、EtherCAT、POWERLINK等协议方式。

9.1.3 无线通信

宜采用工业无线(WIA-FA、WIA-PA)、WIFI、蓝牙、3G/4G/5G等协议方式。

9.2 数据采集与存储

应结合数据的实时性要求，利用合理的网络通信方式进行数据的采集与存储，并与企业级数据中心实现对接。

9.3 数据字典

应涵盖生产过程中需要交互的所有数据，包括基础层、执行层和管理层的各类信息；应描述各类数据基本信息；应支持定制化，可根据自身特点制定本行业数据字典。

10 功能模块间数据流动

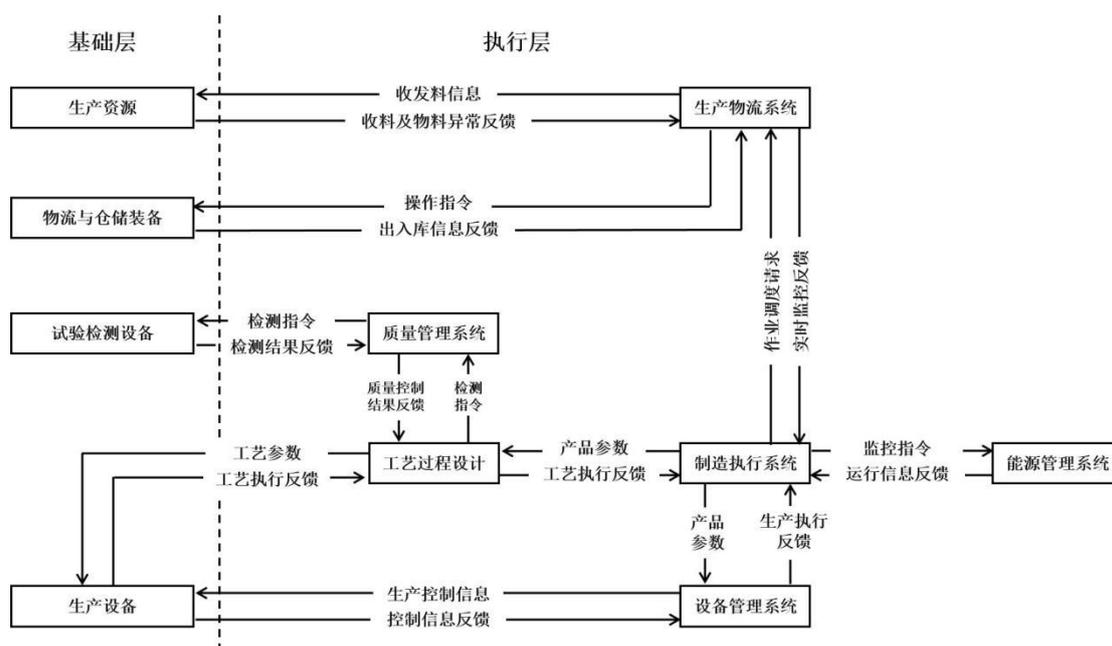


图2 土工合成材料智能工厂 数字化车间数据流动示意图

10.1 系统从企业资源计划承接分配到车间的生产订单，在制造执行系统模块分解为工序作业计划，排产后下发到现场。

10.2 生产制造过程中，为实现自动化生产，制造执行系统模块同时向设备管理系统和工艺过程设计模块发送产品参数，生产设备接受生产控制信息和工艺参数指令并做出相应反馈，设备管理系统和工艺过程设计模块汇总执行情况并反馈制造执行系统。

10.3 生产制造过程中需要对半成品、成品进行质量检测时，工艺过程设计模块向质量管理体系发送检测指令，试验检测设备接受检测指令并反馈检测结果，质量管理体系分析检测结果并反馈工艺过程设计。

10.4 生产制造过程中需要调动生产资源时，制造执行系统向生产物流系统发送作业调度请求，生产物流系统接收指令并向生产资源模块发送收发料信息指令，并接收收料及物料异常反馈。

10.5 生产制造过程中需要调动仓储与物流装备时，制造执行系统向生产物流系统发送作业调度请求，生产物流系统接收指令并向物流与仓储装备模块发送操作指令，并接收出入库信息反馈。

10.6 生产制造过程中需要能源管理时，制造执行系统模块向能源管理系统模块发送监控指令，并接受其反馈的运行信息。