

中华人民共和国国家标准

GB/T 47522.1—2026

自动化系统与集成 生产自动化分级 第 1 部分：框架与定义

Automation systems and integration—Taxonomy of production automation—
Part 1: Framework and definitions

2026-04-30 发布

2026-11-01 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 生产结构参考模型 2

6 与 GB/T 20720 功能层级的关系 2

7 生产自动化分级框架 3

 7.1 总述 3

 7.2 生产自动化等级划分 3

 7.3 TPA 各等级定义 5

 7.4 各 TPA 等级的通用技术要求 6

附录 A（资料性） 本文件生产结构参考模型与其他标准的对应关系 7

附录 B（资料性） TPA 等级与划分要素之间的对应关系 8

附录 C（资料性） 人工操作与生产自动化系统的角色分工 9

参考文献 10

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。

本文件是 GB/T 47522《自动化系统与集成 生产自动化分级》的第 1 部分。GB/T 47522 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：框架与定义。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本文件起草单位：浙江大学、北京机械工业自动化研究所有限公司、浙江中智达科技有限公司、浙江大学宁波国际科创中心、浙大宁波理工学院、深圳职业技术大学、浙江省自动化学会、西安理工大学、国家石油天然气管网集团有限公司山东分公司。

本文件主要起草人：苏宏业、孙洁香、谢磊、王一钦、王海丹、徐巍华、秦修功、侯卫峰、张志铭、王建新、王长明、马龙华、陶吉利、卢山、叶建卫、李艳恺、于瑞、李官政、辛在鹏、赵一勋。

引 言

自动化和信息化是工业企业进行数字化转型的基础支撑,对企业提升核心竞争力有重要作用。

生产自动化分级系列标准主要定位于 GB/T 20720 企业控制系统集成制造企业运行管理标准所有部分功能模型中定义的 0 层~2 层,评价 PCS 层中的自动化能力,包括生产过程数据采集、控制指令和控制指令执行的等能力。该系列标准能帮助企业找到自身自动化能力中的位置,定位弱势技术点位并制定合适的提升计划。为企业数字化信息化建设打下基础并助力工业企业数字化转型。

GB/T 47522《自动化系统与集成 生产自动化分级》拟由三个部分构成。

- 第 1 部分:框架与定义。目的在于规定制造企业制造过程自动化能力的定义与分级,包括各级别的主要技术特征和划分要素。
- 第 2 部分:评估与分级。目的在于规定制造企业制造过程自动化能力的评估流程方法和分级流程,为企业、第三方监管机构等测评自动化能力水平提供标准化的流程方案。
- 第 3 部分:技术报告。目的在于为标准实施单位提供标准在企业中的应用案例,以具体案例指导标准实施过程。

自动化系统与集成 生产自动化分级

第1部分：框架与定义

1 范围

本文件规定了制造企业生产过程自动化能力的定义与分级,包括各级别的主要技术特征、划分要素和通用的技术要求。

本文件适用于制造企业、制造流程自动化系统解决方案提供商和监管机构开展生产自动化等级的差距识别、方案规划和改进提升。

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 20720.2—2020 企业控制系统集成 第2部分:企业控制系统集成的对象和属性

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生产 production

在有限时间内,通过使用一个或多个设备,对输入物料进行一系列有序的处理(包括化学、物理或生物活动)以获得有限数量物料的过程。

注:生产可分解为若干个生产阶段(3.2)。

3.2

生产阶段 production stage

完成特定生产任务且具备独立运行特征的组成单元。

注:是生产(3.1)的组成部分,由若干个生产操作(3.3)组成。

3.3

生产操作 production operation

使被加工物料产生化学或物理变化,且其定义与具体设备配置无关的处理过程。

注:是生产阶段(3.2)的组成部分,由若干个生产活动(3.4)组成。

3.4

生产活动 production activity

构成生产操作(3.3)的基本单元。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

TPA:生产自动化分级(Taxonomy of Production Automation)

5 生产结构参考模型

本文件针对生产自动化分级定义的生产结构参考模型见图 1。

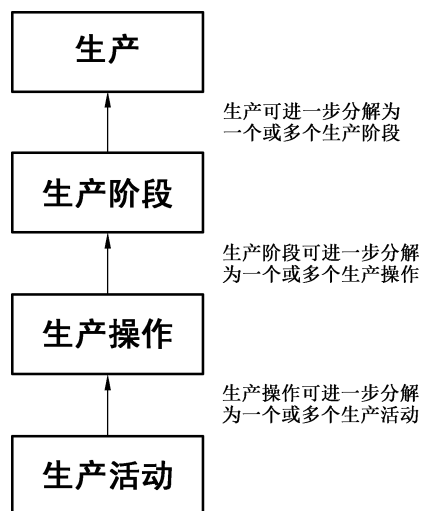


图 1 生产结构参考模型

自上而下,生产应由一个或多个有序的生产阶段组成;生产阶段应由一个或多个有序的生产操作组成;生产操作应由一个或多个有序的生产活动组成;生产活动为最基本的单元,不可再分。

不同标准对生产对象的定义及本文件中定义的生产结构参考模型与其他标准中的生产结构参考模型的对应关系见附录 A。

6 与 GB/T 20720 功能层级的关系

生产自动化分级的适用范围由 GB/T 20720.2—2020 所定义的制造运行管理功能层级框架结构约束。在该层级结构中,自下而上共分为 5 个层级,如图 2 所示。

生产自动化分级的范围覆盖第 2 层、第 1 层和第 0 层,第 3 层及以上的内容不在本文件的适用范围之内。功能层级的具体定义见 GB/T 20720.2—2020 对应内容。

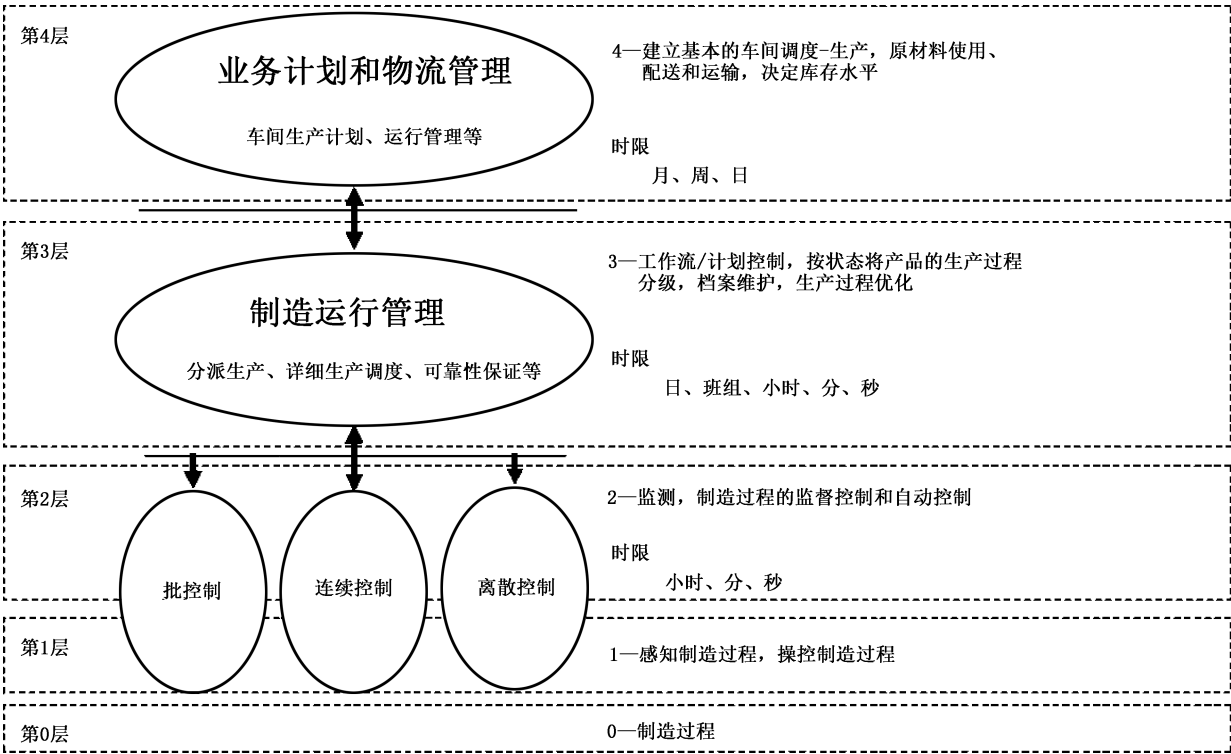


图 2 GB/T 20720.2—2020 中定义的功能层级结构

7 生产自动化分级框架

7.1 总述

根据工业企业生产自动化系统在执行生产任务方面的能力程度，和人在自动化过程中的任务分配情况，将生产自动化划分为 0 级至 5 级。TPA 各级与分类要素之间的关系详见附录 B；各等级下工厂所需的人工操作与自动化生产系统的操作详见附录 C。

7.2 生产自动化等级划分

工业生产过程的自动化能力划分为六个等级，从低到高依次为：

- 人工操作级；
- 初级自动化；
- 中级自动化；
- 优化级自动化；
- 高级自动化；
- 完全自动化。

生产自动化分级的的主要评估因素包括：

- 生产自动化系统是否能够自动执行某一项生产活动；
- 生产自动化系统是否能够自动执行所有生产活动；
- 生产自动化系统是否能够自动实现生产活动之间的协调控制；
- 对于每一项生产操作，生产自动化系统是否能够自动实现其包含的所有生产活动之间的协调控制；

- 生产自动化系统是否能够自动实现不同生产操作之间的协调控制；
- 对于每一个生产阶段,生产自动化系统是否能够自动实现其包含的所有生产操作之间的协调控制；
- 生产自动化系统是否能够自动实现不同生产阶段之间的协调控制；
- 生产自动化系统是否能够自动实现所有生产阶段之间的协调控制；
- 在任何可行条件下,生产自动化系统是否能够在无人参与的情况下,全自动执行全部生产活动。

更高的自动化能力等级将完全包含低等级能力的所有特征,各等级自动化能力的包含关系如图 3 所示。

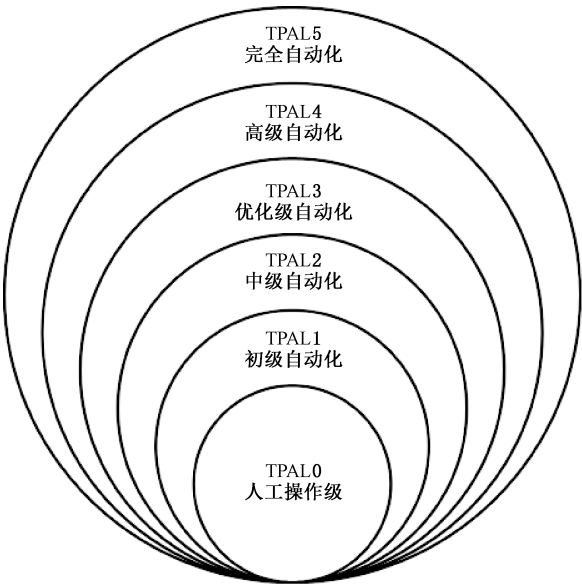


图 3 生产自动化等级划分

表 1 列出了各个等级对应的主要特征。

表 1 生产自动化等级特征

TPA 等级	TPA 等级名称	各等级应具备的特征
0	人工操作级	无任何自动化
1	初级自动化	自动化系统应能够： 控制至少一个生产活动 ^a
2	中级自动化	自动化系统应能够： a) 控制所有生产活动 ^a ； b) 实现至少一项生产活动 ^a 之间的协调控制
3	优化级自动化	自动化系统应能够： a) 控制所有生产活动 ^a ； b) 实现每一项生产操作 ^a 中所有生产活动 ^a 之间的协调控制； c) 实现至少一项生产操作 ^a 之间的协调控制

表 1 生产自动化等级特征（续）

TPA 等级	TPA 等级名称	各等级应具备的特征
4	高级自动化	自动化系统应能够： a) 控制所有生产活动 ^a ； b) 实现每一项生产操作 ^a 中所有生产活动 ^a 之间的协调控制； c) 实现每一项生产阶段 ^a 中所有生产操作 ^a 之间的协调控制； d) 实现至少一项生产阶段 ^a 之间的协调控制； e) 在人工操作人员监督下，自动进行生产的启动和停止
5	完全自动化	自动化系统应能够： a) 控制所有生产活动 ^a ； b) 实现每一项生产操作 ^a 中所有生产活动 ^a 之间的协调控制； c) 实现每一项生产阶段 ^a 中所有生产操作 ^a 之间的协调控制； d) 实现所有生产阶段 ^a 之间的协调控制； e) 在无人工监督的条件下，系统实现完全自动的启动和停车操作。 不再需要人工参与
^a 对于部分生产活动、操作和阶段，保持人工操作能达成更高的整体生产经济效益、安全性和平稳性。在评估前，可对生产活动、生产操作、生产阶段进行判断，提前剔除没有必要自动化运行的部分，仅对有价值的主要生产部分进行分级。		

7.3 TPA 各等级定义

7.3.1 TPA 0 级——人工操作级

TPA 0 级的系统应具备最基本的生产设备信息采集能力，由人工操作人员全权控制所有生产活动。

7.3.2 TPA 1 级——初级自动化

TPA 1 级的生产自动化系统应能够独立控制至少一项生产活动。

7.3.3 TPA 2 级——中级自动化

TPA 2 级的生产自动化系统应能够控制所有生产活动，并实现至少一项生产活动之间的协调控制。

7.3.4 TPA 3 级——优化级自动化

TPA 3 级的生产自动化系统应能够控制所有生产活动。对于每一项生产操作，自动化系统应实现所有生产活动之间的协调控制。此外，自动化系统还应实现至少一项生产操作之间的协调控制。

7.3.5 TPA 4 级——高级自动化

TPA 4 级的生产自动化系统应能够控制所有生产活动，对于每一项生产操作，系统应实现所有生产活动之间的协调控制；对于每一项生产阶段，系统应实现所有生产操作之间的协调控制。此外，系统还应实现至少一项生产阶段之间的协调控制，在该等级下，自动化系统应具有在人工操作人员监督下，自动启动和停止生产的能力。

7.3.6 TPA 5 级——完全自动化

TPA 5 级的生产自动化系统应能在任何可行条件下,完全自动执行全部生产活动、生产操作和生产阶段;同时,系统应具有在无人监督的情况下,自动启动和停止生产的能力。

注:该等级下,系统运行无需人工参与。

7.4 各 TPA 等级的通用技术要求

自 TPA 1 级起,生产自动化系统应满足以下通用的技术要求:

- a) 能够采集并显示生产活动中的生产信息和安全信息;
- b) 能够执行操作人员在生产活动中的指令;
- c) 应配置安全联锁系统(SIS)。

附 录 A

(资料性)

本文件生产结构参考模型与其他标准的对应关系

GB/T 19892.1—2005 和 GB/T 20720.1—2019 均对生产的概念及结构进行了规定,GB/T 19892.1—2005 主要针对批生产过程,GB/T 20720.1—2019 规定的模型关注制造运行管理的整体,均与本文件的关注点不同。

表 A.1 描述了在不同标准下对生产对象的定义。该表对比了本文件中的生产结构参考模型与 GB/T 19892.1—2005、GB/T 20720.1—2019 中的生产结构参考模型。

表 A.1 生产结构参考模型中对象的描述(兼顾其他相关标准的对应关系)

生产结构参考模型中的对象	描述	GB/T 19892.1—2005 中的对象	GB/T 20720.1—2019 中的对象
生产 Production	工业制造过程,即为实现物料或能量的转换、传输或存储而进行的一系列化学、物理或生物活动的过程	过程 Process	生产 Production
生产阶段 Production stage	生产过程的一部分,通常使被加工物料按照预定顺序发生化学或物理变化	过程阶段 Process stage	生产步骤 Production step
生产操作 Production operation	在设备中进行的操作,通常会使被加工物料发生化学或物理变化	过程操作 Process operation	操作 Operation
生产活动 Production activity	生产过程中最小的、不可再分的单元。一个或多个有序的生产活动组合形成执行所需生产过程的生产操作	过程动作 Process action	动作 Action

附 录 B
(资料性)

TPA 等级与划分要素之间的对应关系

生产自动化各等级与其划分(定义)要素之间的对应关系见表 B.1。

表 B.1 生产自动化等级与其定义要素之间的关系

TPA 等级	等级名称	生产活动	生产操作中生产活动的协调控制	生产阶段中生产操作的协调控制	生产阶段间的协调控制
0	人工操作级	操作员	操作员	操作员	操作员
1	初级自动化	操作员和系统	操作员	操作员	操作员
2	中级自动化	系统	操作员和系统	操作员	操作员
3	优化级自动化	系统	系统	操作员和系统	操作员
4	高级自动化	系统	系统	系统	操作员和系统
5	完全自动化	系统	系统	系统	系统

附录 C

(资料性)

人工操作与生产自动化系统的角色分工

在不同 TPA 等级下,操作人员与生产自动化系统之间的职责划分关系见表 C.1。

表 C.1 人工操作与生产自动化系统在不同等级中的职责分工关系

TPA 等级	等级名称	人工操作的职责	生产自动化系统的职责
0	人工操作级	执行所有生产活动 执行生产活动之间的协调控制 执行生产操作之间的协调控制 执行生产阶段之间的协调控制	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令
1	初级自动化	在系统辅助下执行生产活动 执行生产活动之间的协调控制 执行生产操作之间的协调控制 执行生产阶段之间的协调控制	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令 在操作员支持下执行部分生产活动
2	中级自动化	在系统辅助下执行生产活动之间的协调控制 执行生产操作之间的协调控制 执行生产阶段之间的协调控制	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令 执行全部生产活动 在操作员支持下执行生产活动之间的协调控制
3	优化级自动化	在系统辅助下执行生产操作之间的协调控制 执行生产阶段之间的协调控制	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令 执行全部生产活动 执行生产活动之间的协调控制 在操作员支持下执行生产操作之间的协调控制
4	高级自动化	在系统辅助下执行生产阶段之间的协调控制	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令 执行全部生产活动 执行生产活动之间的协调控制 执行生产操作之间的协调控制 在操作员支持下执行生产阶段之间的协调控制
5	完全自动化	不再需要人工操作	采集并显示生产数据 接收并响应操作员指令 执行全部生产活动 执行生产活动之间的协调控制 执行生产操作之间的协调控制 执行生产阶段之间的协调控制 自动实施最小风险策略并处理异常情况

参 考 文 献

- [1] GB/T 19892.1—2005 批控制 第1部分:模型和术语
 - [2] GB/T 19892.2—2007 批控制 第2部分:数据结构和语言指南
 - [3] GB/T 19892.3—2022 批控制 第3部分:通用和现场处方模型及表述
 - [4] GB/T 19892.4—2022 批控制 第4部分:批生产记录
 - [5] GB/T 20720.1—2019 企业控制系统集成 第1部分:模型和术语
 - [6] GB/T 20720.3—2022 企业控制系统集成 第3部分:制造运行管理的活动模型
 - [7] GB/T 20720.4—2021 企业控制系统集成 第4部分:制造运行管理集成的对象模型属性
 - [8] GB/T 20720.5—2015 企业控制系统集成 第5部分:业务与制造间事务
-

