

中华人民共和国国家标准

GB/T 41251—2022

生产过程质量控制 生产装备 全生命周期管理

Production process quality control—Life cycle
management of production equipment

2022-03-09 发布

2022-10-01 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
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 全生命周期阶段	2
5 全生命周期管理模型	3
6 全生命周期管理任务	3
7 全生命周期管理要求	4
7.1 规划管理	4
7.2 设计制造管理	4
7.3 安装调试管理	5
7.4 运行维护管理	5
7.5 报废管理	8
8 全生命周期管理信息化	9
8.1 概述	9
8.2 内容	9
8.3 任务	9

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。

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。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：绵阳市维博电子有限责任公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国工程物理研究院动力部、东风设计研究院有限公司、北京航空航天大学、重庆川仪自动化股份有限公司、无锡职业技术学院、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、中信戴卡股份有限公司。

本文件主要起草人员：彭正红、王成城、张颖诚、李东、何益海、陈伟、游和平、李云、王春喜、王骏、田英明、李士波、王凯、王威威、黄亮。

生产过程质量控制 生产装备 全生命周期管理

1 范围

本文件规定了基于生产过程质量控制需求的生产装备全生命周期阶段、全生命周期管理模型、全生命周期管理任务、全生命周期管理要求和信息化管理等。

本文件适用于工业生产过程相关的生产装备全生命周期管理,为工业企业开展生产装备全生命周期管理工作提供依据。

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 41272—2022 生产过程质量控制 质量数据通用接口

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

装备 equipment

实施和保障生产经营活动所配备的设备、设备系统及其配套技术器材等的统称。

注:在某些特定场景,装备也可直接称为设备。

3.1.2

装备全生命周期 equipment life cycle

装备从规划研究,经历设计和制造到使用和处置的整个生命周期的时间。

注1:通常包括规划和论证、设计和制造、招标和采购、安装和调试、运行维护、维修和改造,一直到报废处理为止的全过程。

注2:装备全生命周期,又可称为装备全寿命周期。

注3:按照管理任务发生顺序,装备全生命周期管理可分为前期管理、运行维护和更新报废等三个阶段。

3.1.3

装备维护 equipment maintenance

为防止装备性能劣化或降低装备失效的概率,按事先规定好的计划或相应技术条件的规定进行的技术管理措施。

注:装备维护,也可理解为“装备保养”。装备维护(保养)的核心工作是清洁,如:吹尘、吸尘、擦拭、清洗、除垢或替换。利用维护(保养)的机会可做:润滑、调整(对温度、位置、压力、速度、流量、松紧、间隙等)、紧固、防腐、检查、消缺和换件(耗材或易损件)。

3.1.4

组织 organization

操作生产装备完成生产制造活动,并负责装备全生命周期管理的机构。

3.1.5

预防性维护 preventive maintenance

为消除装备失效和非计划性生产中断的原因而策划的定期活动(基于装备工作时间的周期性检验和检修)。

3.1.6

预测性维护 predictive maintenance

通过对装备状况实施周期性或持续监测来分析和评估在役装备状况的一种方法或一套技术。

注:用于预测下一次故障发生的时间以及进行维护的具体时间。

3.1.7

周期性检修 periodic overhaul

用于防止发生重大意外故障的维护方法。

注:此方法根据故障或中断历史,主动停止使用某一装备或装备子系统,然后对其进行拆卸、修理、更换零件、重新装配并恢复使用。

3.1.8

质量预防成本 quality prevention cost

为预防产品不能达到顾客满意的质量所支付的费用。

注:质量预防成本可包括厂房及生产设备维护等预防性措施费用。

3.1.9

质量鉴定成本 quality appraisal cost

为评定产品是否达到所规定的质量要求,进行试验、检验和检查所支付的费用。

注:进行试验、检验和检查而调整产品及有关设备所需时间的费用支出通常是质量鉴定成本的组成部分。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

FIFO:先进先出(First Input First Output)

IT:信息技术(Information Technology)

MES:生产执行系统(Manufacturing Execution System)

4 全生命周期阶段

生产装备全生命周期包括规划、设计制造、安装调试、运行维护、报废等五个阶段。

——规划阶段:该阶段基于企业生产过程需求,做好装备的能效分析,确定生产装备配置与布局的总体方案,确认装备能够起到最佳作用。规划阶段工作主要包括规划与选型、招投标和采购等工作。

——设计制造阶段:该阶段基于前期规划和采购要求,开展装备制造商的监造和监理,以及出厂验收等工作。

——安装调试阶段:该阶段应依据设备工艺平面布置图等技术资料开展装备的安装与调试和装备验收,并做好装备资料的管理工作。

——运行维护阶段:该阶段重点是装备的正常使用,确保生产过程质量受控。本阶段主要工作

以设备台账管理为基础,以设备定期工作管理、点检管理、技术监督等预防性、预警性管理为核心,开展装备运行、装备维护、装备老化管理、装备点检管理、装备状态监测、装备维修管理等工作。

——报废阶段:该阶段主要以装备故障频次和生产过程质量状况为基础,开展装备改造和装备报废等工作。

5 全生命周期管理模型

生产装备全生命周期管理模型见图 1。

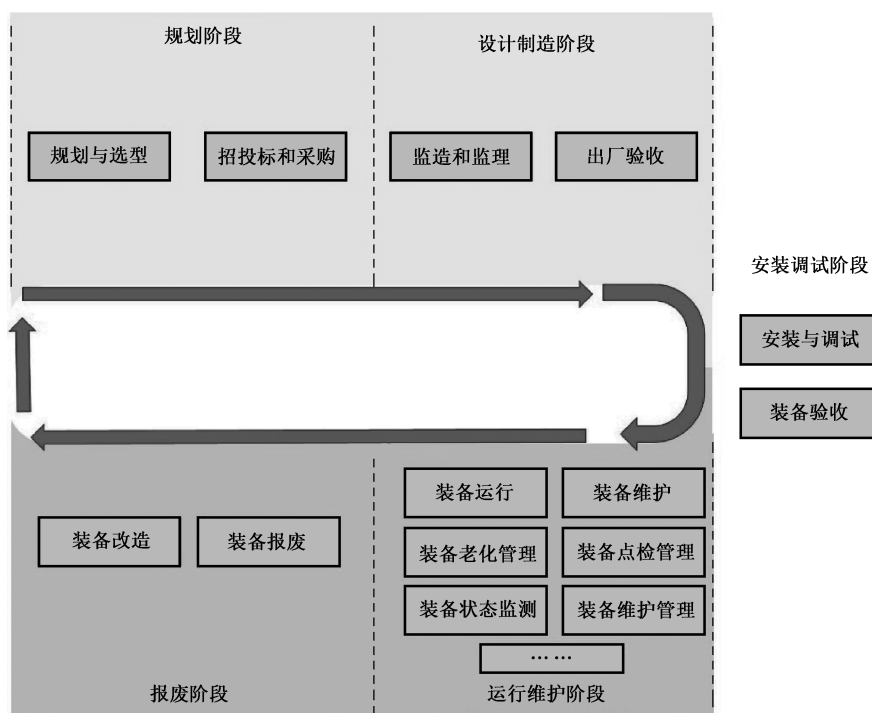


图 1 生产装备全生命周期管理模型

6 全生命周期管理任务

对装备的全生命周期进行管理,目的在于通过技术、经济和组织措施,获得装备寿命周期费用最经济、设备综合产能最高、产出质量最优的目标。

按照装备全生命周期管理的过程阶段,组织在装备全生命周期管理的主要任务包括:

- 前期管理阶段应做好装备的能效分析,确认能够起到的最佳作用,进而通过完善的采购方式,进行招标比价,在保证性能满足要求的情况下进行最低成本购置;
- 运行维护阶段应进行装备的日常维护保养、检查、监测、诊断以及修理等管理,以保证装备在运行过程中经常处于良好技术状态;
- 改造报废阶段应针对已到使用寿命、故障频发、影响到生产过程质量的装备进行技术改造或报废处理。

7 全生命周期管理要求

7.1 规划管理

7.1.1 规划和选型

组织进行装备规划时,应从经营战略和目标出发,考虑生产和市场需求、新产品开发、安全环保、寿命周期费用等方面的需要:

- 应由装备使用单位、装备管理单位、质量管理单位、公用工程单位及 IT 管理单位等参与装备规划及选型论证;
- 应明确装备选型决策的评价要素,对候选设备及供应商进行多指标加权综合评价排序;
- 根据工艺要求及市场供应情况,应按照技术先进、经济合理、生产适用、安全可靠和促进企业技术进步的原则,提出多种可选方案,择优选购所需装备;
- 论证后,应形成规划及选型记录和最终结论。

注 1: 设备经济评价的指标包括全生命周期费用等。

注 2: 技术评估指标,通常需评估设备的安全性、环境危害性、工艺适应性、性能或参数比较、可靠性、可操作性、可维护性、可维修性、通用互换性、节能降耗性、可循环性、易安装性、设备使用寿命、备件供应、售后服务、法规符合性、节能性、用户信誉度,在使用同类型设备中需注意的主要事项。

7.1.2 招投标和采购

组织应明确下列适用的设备招投标及采购要求:

- 根据设备规划及选型论证的结果,明确设备的采购方式;
- 在招投标或采购文件中,明确对设备的技术要求、交付要求、到货验收、调试后验收要求、技术培训、技术资料、异常处理、售后服务、双方责任等要求,以及对设备供应商的资质要求。

注 1: 组织可以采用招标采购和定向采购相结合的采购方式,即先通过招标采购的方式充分了解其性能及价格比的基础上,确定一种品牌,固定采购渠道,在以后公司扩建扩产、产品升级的采购过程中固定采购。

注 2: 设备技术要求,指设备的名称、规格型号及数量、设备功能要求、设备可靠性、可操作性、可维护性、可维修性、技术参数、采用标准、设备主要部件的工艺和材料要求、随机备件工具、设备的安全保护装置要求、主要技术要求、寿命要求、设备能源要求、环境要求等,适用时,可引用适用的国际、国家或行业标准作为设备技术要求。

注 3: 技术培训,指针对设备的使用、保养维护、点检、润滑、维修等方面的技术培训要求。

注 4: 售后服务,如:初期运行配套生产服务要求、保修期要求、技术支援要求和设备程序软件升级等。

7.2 设计制造管理

7.2.1 监造和监理

组织在监造和监理方面应符合以下要求:

- 需要装备制造进行设计改进或变更的较大型设备或设备系统,遵照组织有关外包程序执行;
- 适用时,组织宜参照装备监造有关的国家标准、行业标准以规范设备监造的管理要求,明确下列适用的要求:

- 设备监造的范围及其相应的设备制造质量监督方式;
- 监造人员权责及资质要求;
- 设备监造的业务流程和管理要求;
- 监造合同(协议)要点;
- 驻厂监造工作要点;
- 第三方监理的管理要点。

7.2.2 出厂验收

组织在出厂验收方面应符合以下要求：

——明确设备商务验收和技术验收的管理要求及流程。

——设备开箱验收时，按合同和装箱单清点检查下列适用的项目：

- 箱号、箱数及包装；
- 设备名称、型号及规格、数量；
- 设备质量证明文件；
- 配套设备及(安全)附件的规格、型号、数量；
- 随机工具、备件；
- 设备程序(软件)；
- 设备所附技术资料及说明书(含资料名称和数量)，如：维护用图、设计图、立体装配图、零部件清单、检查部位的明细图、配置图、流程图、配电图、参数表及常见问题处理对策一览表等。

——验货后，若发现不符合验收要求的，按采购文件进行处理。

——验收后，形成验收记录。必要时，需影像取证(重点包括：设备外观检查、查验设备技术资料和随机物件的完备情况)。

——适用时，明确验收后的设备存放管理细则。

注：到货验收的工作内容，通常包括参与人员、验货地点、验货时间、验货内容、验货方式、验货标准、验货记录、验货不符合要求时的处理方法。其中“验货内容”，通常指合同和装箱清单内规定的项目。

7.3 安装调试管理

7.3.1 安装与调试

组织在安装与调试方面应符合以下要求：

——确保安装前的准备工作全部到位，依据设备工艺平面布置图等技术资料做好基础施工，对设备的安装进行准确定位；

——确保安装过程中按照施工规范执行；

——安装结束后，通过试运行进行设备验证(包括：空转试验、负荷试验、精度试验等)。

7.3.2 装备验收

组织在装备验收方面应符合以下要求：

——设备调试和验证合格后，进行设备安装工程的最终验收，验收合格后办理设备移交手续；

——指定相关岗位参与设备的安装验收，确保符合合同及技术协议的要求(重点包括：查验设备主要技术参数和生产工艺质量要求的符合度)；

——验收合格交接时，留存安装验收记录；

——设备验收后，建立设备管理卡和固定资产设备台账，并确保设备相应的验收资料、记录等存入设备档案。

7.4 运行维护管理

7.4.1 装备运行

装备的运行维护管理应符合 GB/T 37393—2019 中 10.6 的要求，此外，组织应符合以下要求。

——视需要建立设备安全操作规程或标准化操作视频。操作规程易于设备使用者理解，且具可操

作性,确保在需使用的岗位能得到有效版本的规程。

- 企业的新设备,在设备投运前由设备厂家技术人员对设备操作及维护人员进行培训。内容包括设备原理、结构、操作方法、安全注意事项、维护保养知识、常见问题及处置等。
- 操作人员经过培训,合格上岗。培训内容包括设备技术性能、原理概况、操作方法、异常情况与突发故障处置能力的识别及培训。
- 操作人员按设备操作规程及设备技术性能和要求进行操作。
- 设备使用者及相关人员,在设备使用中发现的异常、缺陷等问题,若自己不能处理,按企业规定的流程、方式和要求及时通知相关人员处理,将问题信息及处理情况按企业的规定记录。通常将这些信息记录于设备运行记录表、点检记录、交班记录、工作日志或信息化系统内。
- 备用设备,按企业规定的周期进行切换或盘车。
- 有联锁自启动、停止的设备保证功能正常。
- 对设备操作有资质要求的,操作人员符合相关要求。
- 当设备为多班制运转时,设备使用单位明确设备交接班管理要求,对设备存在问题的,如实、规范记录于交接班记录。
- 对企业有规定做设备使用或运行记录的,设备使用者如实、按时记录。
- 为确保设备使用者能规范操作设备和按要求记录,设备使用部门应做好自主检查,设备管理等相关管理部门做好监督检查,视需考核。

注 1: 设备操作规程,可理解为操作规范、作业指导书、作业标准或标准作业卡。

注 2: 可操作性原则即标准中规定的履程序的行为指示清晰、明确、具体、容易操作或履行。

注 3: 设备操作规程,通常包括(但不限于此):文档管理信息、设备图示、启动(开机前检查、开机前准备、开机步骤)、作业(运行操作、调整或调试方法)、停机(停机操作)、异常处理。

注 4: 标准作业卡,通常包括但不限于:作业信息(作业单位、设备装置名称及位号、作业时间等)、工序要求(作业顺序号、关键工序名称、标准及要求、风险辨识与预控措施、执行记录、作业人员签名、执行评价人签名)。

注 5: 设备使用管理、保养管理、点检管理等要求,企业可根据需要整合。

注 6: 设备运行记录,通常包括日期、设备运行时间、设备工艺参数、设备运行异常状况及处理、交接班情况等。

7.4.2 装备维护

组织宜制定、实施并保持一个形成文件的全面生产维护系统,该系统应符合以下要求:

- 根据需要,建立装备维护规程(标准)或视频,以规范装备维护工作;
- 根据装备维护的要求,明确装备维护人员的责任,并对装备维护人员进行相关技能识别和培训;国家或行业有规定的,符合相关能力要求,以确保其能安全、正确执行装备维护工作;
- 根据需要建立(年度)装备维护计划,并按计划实施;
- 适用时,企业负责生产计划管理的人员,在编制生产计划时,为装备维护预留时间,以确保操作及专业人员有时间对设备进行保养;
- 根据装备维护需要,配置适合的器具和物资;
- 确保备用或停用装备维护良好,随时可以启用;
- 当组织对设备维护进行外包时,组织对外包过程进行评审,批准后实施,并对装备维护服务提供方进行监督和评价;
- 设备使用及设备管理的人员,对装备维护的执行进行监督检查并视需考核,以确保装备维护管理的有效性。

注 1: 装备维护外包可以是同一法人组织下的双方,也可以是不同法人主体的双方,通过合同或协议约定双方应履行的责任,确定外包的范围、责任、人员、专业、技术、质量、安全、环境、费用和其他指标等要求。

注 2: 设备维护规程,通常涵盖(但不限于此):设备名称、分工、周期或时机、部位、内容、标准、方法、手段和工具、保养验收等。

注3：年度装备维护计划表包括序号、设备编号、设备名称、保养（和或）检修部位、主要保养/检修内容、周期、责任岗、计划保养月份、制表人及日期、审核人及日期，计划与实施的单元格颜色区分（计划＝黄色，已执行＝绿色）、表格编号及版本识别号等。

7.4.3 装备老化管理

组织应建立、实施和保持装备老化管理过程，以确保装备备件的可可用性。该过程包括以下要求：

- 建立备件管理机制（重点涵盖：备件的分类、编码、库存模型、备件计划、审批、采购、验收、存储、入出库、盘点、备件国产化、修旧利废、再制造、异议处理和经济指标数据分析总结等），按照备件管理制度开展工作；
- 追求用最少的备件资金和合理的库存储备来保证设备维修的需要，不断提高设备可靠性和维修的经济性；
- 运用数据分析方法，优化备件库存模型和安全库存、批量采购数量等内容，管控备件库存金额；
- 规范备件采购的合同管理；
- 建立备件质量异议处理机制；
- 加强备件仓库管理（重点包括：仓库区域布局策略、储位规划、合适的货架等仓储设施选用、备件货位编码、仓库环境条件保持、FIFO、备件账物出入库管理、备件保管和维护等工作）；
- 不断提升备件库房管理、可视化和定制化管理水平。

7.4.4 装备点检管理

组织在装备点检方面应符合以下要求。

- 制定设备点检管理办法，明确管理要求（重点包括：组织架构、职责分工、专业点检人才培养和点检标准编制、点检计划制定、点检工作绩效评价和激励等），建立持续改善的闭环机制。
- 根据设备性能、工艺和安全等要求，编制点检标准（重点结合：设备技术说明资料、设备维修技术标准、点检工作经验、故障历史数据等内容），包括确保新增及改造过的设备在投入运行前已制定或更新有效的点检标准。
- 编制点检计划（编制依据：点检标准、润滑作业指导书、设备状态、点检作业负荷等），确保点检计划的及时性、准确性和有效性，并得到有效执行。
- 确保在点检中发现的装备异常或隐患能及时处理。
- 通过对点检数据及点检信息进行记录、分析、总结，掌握设备状态及劣化发展的趋势。视需要，及时调整点检项目，建立由点检工作所发现的设备故障信息库。
- 通过对点检工作的总结分析，发现设备管理和维修工作中的问题并加以改进，提升预防性维护管理水平。
- 适用时，通过记录跟踪装备故障特征参数值变化（劣化程度的测定），分析装备劣化的程度与趋势，并在适用时开展预测性维护。

7.4.5 装备状态监测

组织在装备状态监测方面应符合以下要求：

- 制定状态监测的管理制度和流程，落实职责分工，明确状态监测人员培养和绩效评价激励措施；
- 适用时，建立业务沟通流程，依据状态监测信息制定维修计划和安排维修任务；
- 视设备实际和管理需要，通过经济评价，引入在线或离线的设备状态监测仪器，明确需纳入设备状态监测的设备部位、受控点及控制参数；
- 确保由具有相应资质的单位或人员，按照既定周期对受控点项目进行监测与分析，编制状态监

测诊断分析报告；

- 针对经诊断发现的设备异常状况采取措施,并尽快制定对策直至消除异常；
- 确保受控点状态监测手段满足管理与控制需要,并不断完善和更新,使设备状态监测准确、有效；
- 视需要,依据设备状态监测结果数据及信息,定期优化设备状态监测技术标准；
- 依据设备状态监测结果,应用大数据技术和互联网技术,为设备智能维护提供决策支持。

7.4.6 装备维修管理

组织在装备维修管理方面应符合以下要求：

- 依据生产计划、质量、技术改造等要求及装备的实际状况和功能需求,制定各级、各类装备维修计划,编制现场维修方案,统筹协调维修资源；
- 根据维修管理的需要,制定合理的维修工作流程和管理要求,以指导维修作业有序进行；
- 基于不同的设备专业和使用条件,编制维修规程(维修技术标准),规范维修作业,提高维修质量和效率；
- 大型设备和装置维修前,根据装备技术状态检测和检查的情况,确定维修技术要求,编制维修方案；
- 根据组织的管理规定和程序,选择维修单位或指派维修人员；
- 适用时,大型设备和装置检修等委外维修项目按照招标制度执行；
- 合理安排维修时间,提升维修保障水平和维修质量水平；
- 做好装备维修前的准备,确保维修过程的有效管控(重点包括:标准化作业、安全管理、进度管理、质量管理、现场管理等)；
- 维修完成后,视需要,组织进行全面的检测(重点包括:设备空运转试车、负荷试车、生产运行的质量及效果等),形成验收意见,办理验收手续并交付生产。

7.5 报废管理

7.5.1 装备改造

组织在装备改造方面应符合以下要求：

- 根据国际、国内先进技术水平,结合行业标杆及组织内部技术水平,定期开展装备技术评估(重点是装备技术能力和状态)；
- 在科学有效的经济分析基础上开展装备的更新和技术改造工作；
- 以追求设备和工艺的最佳匹配为目标开展装备的更新和技术改造工作；
- 确保在装备技术改造决策时,能够依据装备技术寿命和经济寿命不断缩短的变化趋势而动态调整。

7.5.2 装备报废

组织在装备报废方面应符合以下要求：

- 明确装备闲置和报废的管理要求,属下列情况的(但不局限于此),应实施设备报废：
 - 维修无法恢复其性能,不能满足工艺要求及质量要求的设备；
 - 无法修复或修复不符合经济原则的设备；
 - 设备老化、技术性能落后、效率低、经济效益差的设备；
 - 属于国家法规规定的强制淘汰设备；
 - 污染环境,危害人身安全与健康,进行改造又不经济的设备；

- 因扩建、改建或因生产变更需要,拆除无法调剂、利用的设备。

——凡需报废的设备,按企业的设备报废管理要求和程序进行评估、审批及处置。

——对闲置设备应挂牌标识,明确闲置设备维护的责任人,以确保设备的使用性能和安全。

注 1: 从降本增效的角度,对于一些设备经过售价合理性评估后,可以考虑进行零部件拆装,如可编程逻辑控制器、变频器、触摸屏、伺服电机、温度控制仪、丝杠、导轨、气缸等元器件做内部入库再利用。

注 2: 从异步使用角度,对于一些从高精度拆卸下来的备件,可以变换使用地点,亦就是异步使用到其他精度低或风险系数低的地方。

8 全生命周期管理信息化

8.1 概述

结合组织内信息化建设整体规划思路和实施步骤,组织应建立装备管理信息化系统,以将装备全生命周期管理的各个方面集成为一个规范化的体系,形成科学高效的全生命周期管理机制,支撑装备全生命周期的质量信息管理。适用时,通过与 ERP、MES 等信息系统的对接,实现装备实物流、价值流、信息流等的融合,以基于适时分析评价对装备管理与维护做出精确的决策与指导。

生产装备质量信息管理的目的是充分开发和有效利用生产装备质量信息资源,为生产装备全生命周期管理提供决策依据和信息服务,从整体上提高生产装备的可靠性和维修性,降低装备使用过程中各种费用支出(包括质量预防成本和质量鉴定成本)。

8.2 内容

质量数据是信息化管理的对象,具体应符合 GB/T 41272—2022 的规定。根据生产过程质量控制的需要,生产装备全生命周期质量信息化的内容通常包括:

- 国内外同类装备有关质量特性指标及相应的使用环境、贮存条件和维护条件等;
- 国内外同类装备的故障统计数据,及重大质量问题案例;
- 装备规划和论证中提出的要求,包括使用要求和维护要求;
- 可靠性、维修性等质量特性设计准则与手册;
- 装备相关软件(包括嵌入式软件及装备运行和操作有关软件)的质量信息;
- 装备使用、贮存和维护过程中时间、故障、维修、保障资源消耗等数据;
- 有关维修方式、周期和作业内容的重大更改及加、改装的技术情况;
- 装备全生命周期管理工作中积累的工程和实践经验;
- 可靠性数据集(手册)、装备故障模式集(手册)、重大故障案例集(手册)等数据集(手册)。

8.3 任务

装备全生命周期的各方应开展适当阶段的装备质量信息化管理,主要任务包括:

- 确定质量信息管理职责,规划、计划和实施装备质量信息的管理;
- 进行质量信息需求分析,确定信息的来源和输出要求;
- 确定质量信息的获取、处理、使用的程序和要求;
- 将质量信息转换为对组织有用的知识;
- 利用数据、信息和知识来确定并实现组织的战略和目标;
- 开发与维护装备质量信息管理系统;
- 为设计、制造与使用过程中评价和提高装备质量提供决策依据和信息服务。