



中国设备管理协会

2020 中国设备管理新趋势报告



《中国设备工程》杂志社 发布

中国·西安 2020年12月15日

《2020 中国设备管理新趋势报告》编委会

总顾问

王金祥

顾 问

李葆文 董 鑫 张建新 王建民 武爱斌 陈 龙

主 任

牛昌文

委 员

魏景林 王 松 陈雪芹 方琦平 张凌翔 黄文强
魏小庆 岳华新 徐宝强 孟庆华 范 靖 于 群
刘炜光 潘旭霞 李建普 曲春林 左文钢 尤宝馨

报告策划与执笔

李葆文 陈雪芹 黄如誄

工作组

组 长：陈雪芹

副组长：黄如誄 梁 玲

成 员：司翠兰 毛 宇 王 宁



中国设备管理协会



《中国设备工程》杂志社

组织架构

指导单位

中国设备管理协会

发布单位

《中国设备工程》杂志社

联合发布单位

清华大学软件学院

支持单位

珠海经济特区顺益发展有限公司

朗坤智慧科技股份有限公司

震坤行工业超市（上海）有限公司

陕西延长石油（集团）有限责任公司

陕西延长石油（集团）有限责任公司油气勘探公司

陕西延长石油（集团）有限责任公司销售公司

华谋咨询技术（深圳）有限公司

上海宝欧工业自动化有限公司

山东中烟工业有限责任公司青州卷烟厂

前 言

为深入贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大、十九届二中、三中、四中全会精神，深刻领会和把握党的十九届五中全会通过的“十四五”规划建议，积极构建装备制造业“双循环”新发展格局，充分发挥行业组织和专业媒体在促进行业企业发展中的平台、资源和人才等优势，大力宣传推广行业企业在引领设备管理新趋势方面取得的经验成果，以实际行动助力行业企业增强发展新动能。在中国设备管理协会直接指导下，《中国设备工程》杂志社牵头，联合清华大学软件学院，在各地方协会、相关企业等支持和密切配合下，共同组织开展了《2020 中国设备管理新趋势报告》系列调研活动。

本次系列调研活动在国家发展改革委原副主任、中国设备管理协会荣誉会长王金祥等领导的亲切关怀下，由《中国设备工程》杂志社工作组集结多方力量，特别是在李葆文教授倾情奉献多年调研国内外设备管理领域形成的学术成果基础上，由《中国设备工程》杂志社与李葆文教授共同策划，由李葆文教授与本刊相关人员共同撰写了报告主体。报告共计撰文近 2 万字，分为四部分：一是我国设备管理发展趋势调研；二是调研结论；三是存在的问题；四是设备管理领域发展趋势概述及展望。

本次调研活动历时 11 个月（2020 年 1 月 1

日-11 月 30 日），采取实地走访与调查问卷相结合的方式，调研与填报问卷对象为全国范围内的规模以上工业企业（近 5 年内有重大违法违规事件和严重失信行为的企业除外）。调查问卷结合近两年实地走访调研的上百家重视设备管理工作的优秀企业取得的经验，集中归纳提炼出 18 个主要问题，分别围绕企业性质、所在区域、设备管理与技术方面新趋势特征、采购渠道、智能化建设、润滑管理及环保力度等进行抽样调查。通过网上填报与发送调查问卷的方式，收回有效样本近 300 个。这些回收样本涉及范围较广，包括机械、冶金、有色、化工、交通、船舶、汽车、煤炭矿业、建筑建材、电力电子、轻工、纺织、农业、食品药品及烟草等领域。调查问卷以网上实名填报为主、发送调查问卷为辅。根据基础调研数据由本刊会同李葆文教授等杂志社智库专家进行初核、分析、汇总资料并完成报告撰写。

装备设备领域的发展任重道远。在习近平总书记就中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标的建议，提出的“要深刻认识新发展阶段，要全面贯彻新发展理念，要着力构建新发展格局”要求指引下，本刊愿同广大设备装备领域的所有专业人士共同努力，力争在新时期做出更大的贡献！



注：报告全文内容请扫描二维码；亦可详见本刊官方网站（<http://www.zgsbge.com>）或关注中国设备工程微信公众号下载电子版报告全文内容。



2020 中国设备管理新趋势报告

策划与执笔：李葆文 陈雪芹 黄如沫

一、我国设备管理发展趋势调研

为深入贯彻党中央和国务院关于加强新基建等会议精神和工作部署，充分发挥行业组织和专业媒体在促进行业企业发展中的平台、资源和人才等优势，大力宣传推广行业企业在引领设备管理新趋势方面取得的经验成果，以实际行动助力行业企业增强发展新动能。经报上级主管单位同意，我社联合华谋学府咨询集团等共同组织开展以“新基建时代设备管理与技术创新面临的机遇和挑战”为主题的调研活动，以为设备装备领域提供更加详实的趋势性结论。

综述资料来源：实地调研与调查问卷相结合。

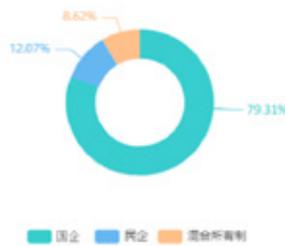
调研目的：通过对上规模企业的调查和研究，分析设备管理领域的发展趋势，研究设备装备企业的发展规律，了解发展中存在的问题，为服务我国经济高质量发展，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局提供样本参考。

实地调研方式：由《中国设备工程》杂志社组织落实，联合华谋学府咨询集团等，采取现场交流、在《中国设备工程》刊发经典案例等方式，并进行了系统收集梳理。

调查问卷方式：以网上实名填报为主，发送调查问卷为辅。填报结果由《中国设备工程》杂志会同李葆文教授等杂志社智库专家进行初核、分析、汇总资料。

调研与填报问卷对象：全国范围内的规模以上工业企业(近5年内有重大违法违规事件和严重失信行为的企业除外)。

调查问卷中 18 个问题的数据统计说明如下：



(一) 从参与调研的企业性质来看，国企参与度最高。这反映出规模以上企业非常重视设备管理。国企、民企、混合所有制分别占比 79.31%、12.07%、8.62%。



(二) 从全国分布区域来看，中部和东部地区参与度较高。这反映出发达地区对设备管理重视程度较高。中部和东部、北部、西部、南部占比分别为 54.31%、21.55%、14.66%、9.48%。



(三) 在有没有呈现设备管理“新趋势特征”的创新方面(多选)，创新成为主旋律。在技术创新方面有新趋势特征、在管理创新方面有新趋势特征几乎占比相同，分别为 36.58%、36.59%，如中海油中捷石化有限公司、国营芜湖机械厂等；不少企业表示正在创新，这类企业占比 17.56%；认为自身创新性不足，占比为 9.27%，这些企业大多集中在传统制造业企业，交通不

够便捷、信息化普及程度较低的地区明显创新不足。



(四)在设备管理中体现“新趋势特征”方面(多选), 偏重设备管理方式创新的占据半壁江山, 达到 52.38%, 如中交上海航道局、冀东水泥股份等; 对于设备管理制度创新的重视程度还有待提高, 占比为 30.16%; 在备品备件方面占比一成以上, 为 13.23%; 其他方面占比 4.23%。



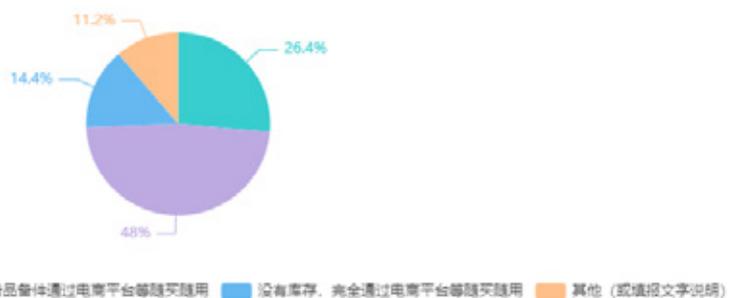
(五)在技术创新中体现“新趋势特征”方面(多选), 设备智能管理与预防性维护维修智能管理占比不相上下, 分别为 34.48%、31.47%。如上海地铁维护保障有限公司、云南云天化红磷化工有限公司等, 此两方面并没有呈现显著地域性差异, 这或表明智能管理已是大势所趋; 注重润滑、密封等运行管理方面占比 17.67%; 设备与相关物品的采购方式占比 16.38%。



(六)在加大环保力度的方式中(多选), 企业普遍表现出对技术改造力度的重视。加大技术改造力度方面占比 41.35%, 如济柴再制造分公司、江南造船集团有限公司等; 通过创新管理方式的占比 32.69%; 加大购置设备的资金投入占比 24.52%; 其他方面占比 1.44%。



(七)近 5 年主要设备采购来源中(多选), 国产设备购买率比重较大, 一方面显现出国家在生产制造领域自主研发与技术水平不断提速, 对国际品牌的依赖度明显减弱, 另一方面显现出国人对中国制造的自信。调查问卷显示, 采购国产设备占比达到 66.03%, 如中国石化天津分公司、湖南中烟郴州卷烟厂等; 进口占比仅为 23.72%; 自主研发占比 9.62%; 其他方面占比 0.64%。略感遗憾的是, 在自主研发和创新性方面与欧美发达国家相比还有很大差距, 同时也表明我国制造业企业分工更加精细化, 生产和研发两相分离。



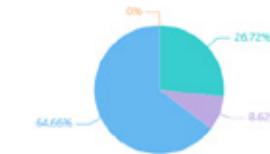
(八)在备品备件管理方式上(多选), 库存率并不高, 表明企业更青睐轻资产模式。有近一半的企业(48%)拥有少量库存, 大部分备品备件通过电商等随买随用, 如中海油能源发展装备技术有限公司、延长石油(集团)销售公司永坪分公司等; 以库存为主, 线上采购为辅的不足三成, 为 26.4%; 没有库存, 完全通过电商平台等随买随

用的企业占比仅为 14.4%。随着工业互联网的飞速发展，工业超市作为数字化的工业用品服务平台早已司空见惯，在电商交易平台、数字化工具、智能化服务融合发展下，我国工业用品领域具备一个跨越式成长的时间和空间。



■ 网上采购 ■ 成熟的线下供应渠道 ■ 招标 ■ 其他 (或填报文字说明)

(九) 在采购设备与备品备件的方式中 (多选)，通过招投标采购的占比 44.02%，这一占比与参与本次调研以国企或国资背景为主有很大原因，如山东宏信化工股份有限公司、国网驻马店供电公司等；成熟的线下供应渠道占比 34.78%，传统的熟客思维依然存在；网上采购占比 18.48%，还有很大发展空间。



■ 传统人工 ■ 智能监测 ■ 传统与智能结合 ■ 其他 (或填报文字说明)

考虑的因素中，首当其冲的影响因素是关注产品品类与价格，占比为 55.17%，如北京京能未来燃气热电厂有限公司、胜利油田应急救援中心等；优先考虑售后服务的企业占比为 25.86%；根据网络平台知名度选择购买的企业占比为 8.62%；其他方面考量占比 10.35%。



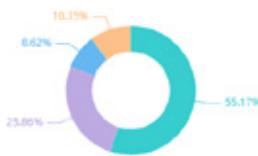
■ 90%以上 ■ 50%以上 ■ 50%以下 ■ 0

(十) 在网上采购设备与备品备件的占比上，网购比例仍有很大的上升空间。网上采购设备与备品备件在 50% 以下的企业占比高达 54.31%，如山东中烟工业有限责任公司济南卷烟、陕西延长中煤榆林能源化工有限公司等；网上采购设备与备品备件在 50% 以上的企业占比仅为 18.97%；网上采购设备与备品备件在 90% 以上的企业占比为 13.79%；没有网购的企业占比为 12.93%。



■ 点检 ■ 智能监测 ■ 智能指挥与调度中心 ■ 其他 (或填报文字说明)

(十三) 在了解设备运行状况的方式方面，超八成以点检和智能检测为主，其中点检占比 44.44%、智能检测占比 35.75%，如兖矿鲁南化工有限公司、天津荣程联合钢铁集团有限公司等，这表明智能检测正成为趋势性方式；依靠智能指挥与调度中心发现问题、解决问题的企业占比为 16.43%；其他方面占比为 3.38%。



■ 产品品类与价格 ■ 售后服务 ■ 网络平台知名度 ■ 其他 (或填报文字说明)

(十一) 在选择电商平台购置设备与备品备件最先



■ 智能指挥与调度中心 ■ 智能生产智能控制中心 ■ 智能化设备健康管理 ■ 其他 (或填报文字说明)

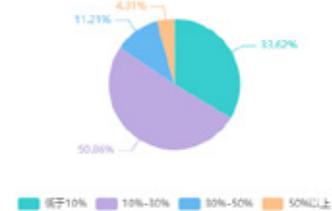
(十四) 在设备资产智能管理方面 (多选)，呈现出信息化管理多方面同频共振的趋势。运用信息化手段完善

设备编码的企业占比为 41.45%，如燕京啤酒（桂林漓泉）股份有限公司、江苏中烟南京卷烟厂等；运用设备运行调度与检测中心的企业占比为 27.98%；运用设备资产智能管控中心的企业占比为 25.91%；其他方面占比 4.66%。

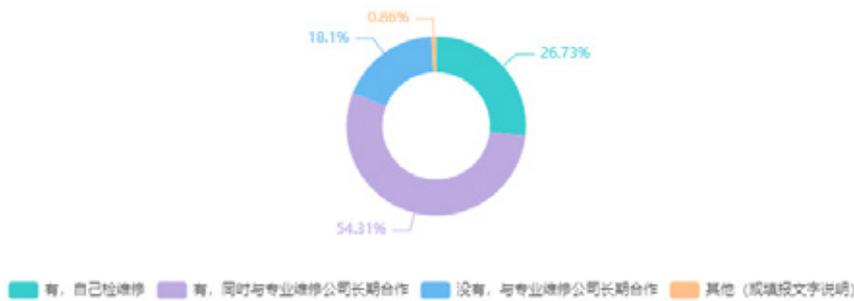
占比为 32.31%；完善设备资产智能监控的企业占比为 30.13%；其他方面占比 1.75%。



(十五) 在设备管理创新的重点方面（多选），呈现出资产智能监控、智能检维修、管理体制机制三分天下、齐头并进的态势。完善设备管理体制机制的企业占比为 35.81%，如民丰特种纸股份有限公司、联化科技（德州）有限公司等；完善智能检修系统的企业



(十六) 在设备管理智能化年度技改投资比例中，年度技改投资比例还有许多空间，技改投资比例占 50% 以上的企业为 4.31%，这表明设备管理智能化还有待深度挖掘。在 10%—30% 之间的企业占比为 50.86%，如中车南京浦镇车辆有限公司、招金矿业股份有限公司等；低于 10% 的企业占比为 33.62%；介于 30%—50% 之间的企业占比为 11.21%；50% 以上的企业占比仅为 4.31%。



(十七) 在企业是否拥有自己的专业维修队伍方面，呈现出一定程度的分工合作现象，很多企业自身没有专业维修队伍，设备出现故障后第一时间会委托专业维修公司及时跟进、排除故障、恢复生产。拥有自己的专业维修队伍，但同时与专业维修公司长期合作的占比 54.31%，如红塔烟草（集团）有限责任公司、沧州公共交通集团有限公司等；有专业维修队伍并依靠自己检修的占比不足三成，为 26.72%；没有专业维修队伍，完全靠与专业维修公司长期合作的占比 18.1%；其他方面占比 0.86%。



(十八) 在设备管理方面面临的主要问题中（多选），选择单一原因的很少，大多企业会出现多种问题重合现象，这表明提高设备管理水平还要多管齐下以提升综合能力，解决复杂难题。认为人员素质有待提高的占比 34.45%，如东方电机有限公司、中车大连机车等，同时他们也认为技术创新略显不足；对标交流机会少的占比 33.01%、技术创新不足的占比 31.58%、其他方面占比 0.96%。



二、调研结论

梳理近两年的调研情况及本次调查问卷结果，分析得出以下结论。

（一）在设备管理方面，呈现出设备管理创新与技术创新齐头并进的现象

在设备管理创新方面，调查问卷显示，通过管理方式创新的企业占比达 52.38%。这表明设备管理方式的创新活跃度较高。

在技术创新方面，调查问卷显示，智能管理成为主流趋势，占比达到了 65.95%，这与日常调研情况基本吻合。

（二）在设备采购方面，呈现出对国际品牌的需求下滑，国内品牌受到极大青睐的现象

调查问卷显示，国产设备占比达到 66.03%。随着我国综合国力及经济水平、科研水平的飞速发展，越来越多的工业企业采购设备不再仅仅关注国外名牌，明显出现首选国产品牌的倾向，这与国家制造业科技水平的全面提高，产品质量逐步提升紧密相关。

（三）在润滑管理方面，正由粗放模式向智能化管理转变

调查问卷显示，润滑管理采用传统与智能结合的方式占比为 64.66%。结合日常调研发现，润滑管理也日益呈现出由粗放模式向智能化管理转变的趋势。

（四）在信息化建设方面，智能管理正快速渗透到设备管理的各个环节

调查问卷显示，运用信息化手段完善设备编码、成立设备运行调度与检测中心、设备资产智能管控中心的企业占比高达 95.34%。

受“新基建”“大数据”“云计算”等因素影响，

越来越多的企业开始注重工业互联网建设，如购买使用智能装备和产品，使用智能程序优化和控制各个环节，甚至有一部分企业率先使用机器人替代一部分岗位工人，在管理中也会考量对职工使用智能化管理、对客户提供智能化服务等。

一个有趣的现象是，在实地走访众多企业中，体现智能化特点的车间生产自动化、制造系统信息化、设备智能管理系统等正越来越多地被应用到生产现场。

特别是设备远程监控与智能检维修系统，更是得到了广泛的应用。随着智能化程度提高，远程实时监控监测在一定程度上减少了维修频次，而设备运行健康状况在大数据等新技术手段的助力下，也一览无余地时时掌握在设备管理者手中。

（五）在备品备件采购方面，通过电商平台采购呈现趋势性特征

调查问卷显示，接近 48% 的企业拥有少量库存，大部分备品备件通过电商等随买随用。

结合调研情况，网上采购渠道虽然畅通，对于传统的企业而言，还未能完全契合日益互联网化的产销渠道，仍有很大比重以传统供货渠道的方式采购备品备件等，这种现象多出现在传统国企，与其体制属性以及采购渠道受限有一定关系。在平时被重点关注的机械设备中，作为工业消耗品的耗材、仪器仪表采购占据很大比重。企业采购更加关注产品的实用性和科技含量及操作维修服务，有些企业认为现在网络销售平台配件分类太乱，找到满意的产品比较繁琐，这也是放弃网购的一个原因。反过来看，国内知名的工业超市也有待进一步成熟完善和提升服务。

（六）在维护维修方面，单位原有维修人员与专业维修公司长期合作的模式成为主流

调查问卷显示，企业自身维修人员与专业维修公司长期合作的模式正被越来越多的企业认可，占比达 54.31%。近年来，服务于工业企业的专业维修公司成为工业服务领域独特的存在。不少企业放弃培养自己的专业维修队伍以节约人工成本，当遇到设备运转故障时，要么依靠专业维修合作伙伴，要么寻求供应商提供专业帮助。

值得关注的是，在售后服务中，生产企业更愿意看到，厂家主动定时对运行状况检测维护，以及远程监控

和产品自带故障预警功能。

（七）在加大环保力度、节能减排方面，企业非常重视，呈现各种措施多管齐下的趋势

调查问卷显示，企业普遍表现出对技术改造力度的重视。加大技术改造力度、创新管理方式、加大购置设备的资金投入的占比分别为 41.35%、32.69%、24.52%，这与日常调研情况基本吻合。

三、存在的问题

尽管我国设备管理的理论和实践进步很快，但因为国土辽阔、企业众多、发展不平衡，仍然存在很多问题。本报告结合近年的调研成果及本次调查问卷，归纳起来主要有以下几个方面。

（一）设备管理相关标准的缺失十分严峻

中国是制造业的大国，却是标准的小国。仅就设备管理而言，国际上仅故障诊断相关的标准就有十几个，而时至 2017 年我国才制定《设备管理体系 要求》标准。而且，这一标准的贯彻也不彻底。2020 年，我们才通过 LCC 的标准评审。我们既缺失与《设备管理体系 要求》相关联的各个行业设备管理标准，如化工行业设备管理标准、钢铁行业设备管理标准、矿山行业设备管理标准、电力行业设备管理标准等等，也缺失相关专业的管理标准，如涉及润滑管理、密封管理、防腐管理等等。显然，中国设备管理标准化的工作任重而道远。

（二）设备管理与检修人才的缺失和技术稀释十分明显

21 世纪，先进的设备和落后维修人才的矛盾日益严峻，这不仅是中国的问题，也是世界性的问题。据了解，全球检修人才的缺口不高于 30%。

而对于制造业大国，我国制造业门类多、设备复杂、体量庞大，检修人员的缺口就更加突出。一方面是基于

历史的原因，设备检修被看成是辅助、配套的工作，不受重视，工资待遇底下，不吸引人；另外一方面，因为这一工作环境条件差、工作辛苦、挑战性强，很多新生代不愿意从事此项工作，造成市场人才更加短缺。

在这种情况下，一些有资质的检修机构为了能够承接和满足工程需求，在有资质的人力资源不足情况下，就招收非技术工人补充人手，造成严重的技术稀释，极大影响检修工程质量。

解决这一问题可以考虑三个方面的思路，一是通过市场无形之手来调节提升检修人员薪酬待遇，吸引年轻一代加入设备检修队伍；二是强化各级机构和企业自身对检修人员的培训，将培训作为永恒的主题，以适应设备的技术进步；三是要求设备生产商在生产设备的同时，设计完成以设备树展开的互动智能检修手册，或协助使用企业完成这一智能检修手册，缩短社会化及企业内部检修人员培养的时间周期。

（三）学习国外、生搬硬套、贻害不浅

我们曾经是落后的农业大国，改革开放 40 多年来，中国逐渐从农业国走向工业化大国，并不断迈向工业化强国行列。我们不但大量引进了国外先进的技术和设备，还引入了先进的管理理念和方法。

值得指出的是，国际上先进的管理方法、理念是值得学习，但不一定完全适用于中国的人文文化。而且，



中国制造业的进步提供了管理进步的肥沃土壤，也滋养了本土的管理物种。适于本土文化、适用于本土制造业特点和企业生态的管理体系不断诞生出来，并值得发扬光大和推广。

在这样的环境下，一味盲目推崇、生搬硬套某些舶来管理体系，不但不会带动企业进步，甚至会贻误企业的发展。毛泽东主席曾经指出，有些人“言必称希腊”就是指这些不顾中国国情，盲目推崇西方管理和文化的人。就像习近平主席所指出的，我们应该有道路自信、理论自信、制度自信和文化自信这四个自信。我们也应该有对本土化的管理自信。我们的不少企业已经做到世界领先，成为全球行业的佼佼者，我们的管理为什么是一只跛脚鸭呢？

中国革命不是盲目学习，走出了自己的独特道路。中国的管理也是如此，需要坚持走一条“引进—学习—改造—创新—超越”之路。

（四）不同企业、不同行业的设备管理水平参差不齐

我国幅员辽阔，企业众多，企业所有制形式多样，管理者的形态各异，目前已经形成了丰富多彩和多元化的管理频谱。因为装置性质不同、密集程度不同，对企业的重要性不同，管理者对设备的认知不同，让各个企业的设备管理水平参差不齐，良莠不一。

我们不需要追求全部企业一致化的管理规范，但应该通过行业协会组织不断优化本行业的设备管理体系，通过各种形式的交流，不断让优秀的管理体系方法在本行业水平展开推广，以带动行业设备管理水平地提升和进步。

（五）重设备技术进步、轻设备管理创新比较普遍

企业在设备技术进步方面的投入，很容易看到效益。而管理的进步往往是无形的，效益的度量并不容易，效益的提升也不容易计算。这使得企业管理者更多的关注设备技术进步投入，而忽略了对管理创新的投入。就像一只鸟的两个翅膀，技术创新和管理创新同时并举，才能够让企业腾飞起来。当我们企业的技术创新、设备进步到一定阶段，管理滞后将阻碍和制约着企业的技术创新和设备进步。企业应该把未来的重心转移到管理创新

领域，才能形成平衡发展的新态势。

不过，整体而言，国企重视设备管理程度高于民企，如何提高民企对设备管理的重视成为面临的现实问题。调查问卷显示，国企参与调查问卷的占比高达 79.31%。在日常调研中，国企重视设备管理的程度普遍偏高，对标交流的机会也普遍高于民企。

不少企业虽然重视智能管理，但技改投资比例有待提升。调查问卷显示，用于智能管理方面的技改投资低于 10% 的企业占比达到了 33.62%。尽管工业互联网是实现智能制造的基础，但我国的智能制造依然存在一些问题，不少设备处在物联 + 分析或者后台纯数据化分析组合的初级阶段。调研还发现，仍有不少企业需要现场工作人员汇报、专门维修人员到现场通过眼观、耳听、手摸以及各种仪器仪表检测设备运行状态。

此外，润滑管理有待突破传统方式，寻求创新手段。调查问卷显示，智能化程度低，完全依赖传统人工实现润滑管理的企业占比为 26.72%，这一数字显然不符合智能管理的新趋势。

（六）行业组织协会的引领和推动作用相对薄弱

一些发达和先进国家，有着小政府、大社会的架构。其自发组合的行业或者专业协会组织对引领行业或者专业进步起着至关重要的作用。

相对而言，我国的学协会有一定政府的影子和官僚作风。这从某种程度上对行业或者专业发展的引领作用相对薄弱。随着国家体制改革的深入，政府逐渐从行业、专业组织中退出，未来自发的行业、专业机构作用会越来越强化，其引领作用会走出市场化之路。

（七）企业对电商采购的重视程度有待提高

调查问卷显示，在采购设备与备品备件的方式中，网上采购占比仅为 18.48%。由于大型国企、企事业单位购买备品备件资产金额较大，按照国家颁布实施的《招标投标法实施条例（2019 年修订）》等相关文件中要求，应通过公共资源交易中心进行招投标等方式完成采购，正是本次调研样本中通过招投标采购的占比达 44.02% 的原因所在，这一占比与参与调研问卷以国企或国资背景为主的大中型企业为主有很大原因。

四、设备管理领域发展趋势概述及展望

近年来，国际设备管理进步飞快，随着中国从制造业大国逐渐迈向制造业强国的进程，我国的设备管理进步更加明显，很多新理念、新方法是来源于中国制造的肥沃土壤。纵观国内外设备管理发展趋势，“十四五”甚至更长一段时期，以下特征将较为明显。

（一）虚拟传感——不是技术而是管理创新

国际上流行的虚拟传感概念，是通过间接的传感转换为设备状态信息，其实并非传感技术概念，而是思考如何利用设备上众多的传感器，利用其中的有用信息，转换为反映设备劣化的信息，从而帮助我们做出检修决策。虚拟传感也可以理解为将（可利用的）多变量进行组合，如正常的能源效率、异常的工艺状态、质量指标等等，通过数学运算得到驱动矩阵，来生成维修需求，这等于多变量的状态维修。国际上将这种转换工作划分为：

1. 白箱模型：由人写出的计算方式

即简单的由人写出的规则，例如，可以接受的传感器数值范围，过程步骤的可接受的最长时间等等，检测某一特定值的专门的统计方式或者算法；特定的复杂模型，如作为运行功能的压缩机效率。

2. 黑箱模型：由机器学习数据得到的模型

有监督的学习：需要目标输出函数样本来学习的模型（由人的“监督”得到）；非监督的学习：假设绝大多数用于训练的数据代表正常运行，如果检测到小概率的事件发生则认为异常。

以上两种模式是由机器来学习的，只是人来给出学习规则。

虚拟传感的运用推广过程如图 1-1 所示。



图 1-1 虚拟传感的运用推广过程

（二）关于设备管理的区块链概念

近年来，区块链成为十分时髦的概念，并逐渐显露出其未来的发展前景。

从概念上讲，区块链是基于记录的分布数据，每一执行的行为是被证明是一致的，而且永远不会被删除和修改。因此区块链技术是正确的可证实的、永恒不变的记录每一个行为。

由于区块链的上述属性，我们将区块链与资产管理建立了如下关系：

1. 保持非中心化可证实且永恒不变，不容篡改的资产历史记录；
2. 正确、唯一的资产身份识别；
3. 自动的、针对性的、独立的任务分配；
4. 合同执行的不可干扰性；
5. 资产整体信息的安全保障。

关于未来区块链在资产、设备管理领域的应用，将来会有以下发展趋势：

1. 将区块链转化为资产身份识别卡；
2. 将资产、设备按照区块链划分；
3. 将资产货币化，将资产设备零部件、总成、局部货币化；
4. 资产与设备状态指标的独立性、不可篡改性即客观性的实现；
5. 资产管理策略的独立性、个性化；
6. 资产管理绩效的可度量性和自动化生成；
7. 激发创造性和卓越的资产管理。

（三）设备管理进步的 3P 发展模式

作为资产与设备管理进步的标志性概念是预防（preventive）维修的出现。预防维修可以划分为定期预防维修、计划预防维修、状态（预防）维修、机会预防维修等等。

预防维修区别于传统事后维修的最大特点是使维修更有准备、更有效率、更好的分配利用维修资源，同时可以避免设备故障扩大和连锁损坏，减少或者降低设备的安全、质量以及环保事故。

上个世纪涌现出第二个维修策略是预知（predictive）维修。预知维修是基于对设备状态更深入的了解，通过某些监测、检测手段获取设备劣化信息，评估预测设备剩余工作寿命，进行维修决策。这无疑会

使设备维修更及时，避免传统预防维修产生的维修过剩（做早了）或者维修不足（做晚了）。

近年来出现的一个最新概念是精准（prescriptive）维修，这是笔者翻译使用的词汇，prescriptive的原意是规定的、规范的，其名词形式是开药方的意思。我认为翻译成为精准维修比较达意。图3-1给出了设备维修策略进步的主流趋势。



图3-1 设备维修策略进步的主流趋势

（四）大数据为基础的精准维护——BDBPM

在诸多维修策略中，我们认为，未来BDBPM——大数据为基础的精准维护体系将成为主导方向。从产生的背景来看，一方面是企业自动化、智能化的技术进步驱使，另外一方面是劳动力价格的攀升，加上机电产品硬件价格的持续降低，这样企业通过智能化降低成本成为可能。另外，从激烈市场竞争和精益的角度，企业不愿意投入大笔经费用于对原来设备状态的采集，而原来设备本身明明有不少数据信息却未被发掘利用。所以，我们可以从原有设备数据的挖掘开始。

如图4-1所示，我们构架了BDBPM的总体框架。

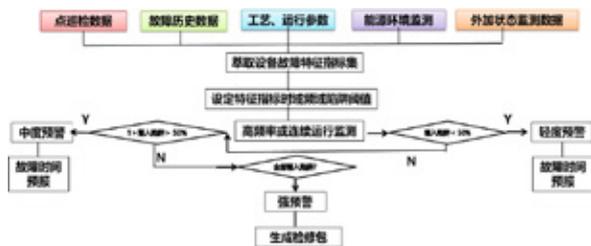


图4-1 大数据为基础的精准维护 BDBPM 的总体框架

在BDBPM模型里，信息的输入分别来自五个方向：

1. 设备的工艺参数，包括设备的温度、压力、流量、电流、真空度、速度、位移等等，这些信息是设备控制系统DCS本身自带的，其主要用于反映设备工艺流程、加工质量等信息，我们将其转化为设备劣化信息。例如压力太高，可能意味着管路堵塞，压力太低，也许是出现管道泄漏；例如，温度太高或者电流太大，可能是润滑不良。这类信息我们没有浪费，而是转化为设备劣化信息；

2. 设备的履历信息，包括曾经的故障、失效历史，换件历史等等，这部分信息是有助于我们的判断决策；

3. 设备的点检信息，这部分信息主要来自人类的无感，与人的经验密切相关。只要存在点检体系，这部分信息就要利用；

4. 设备的能源环境监测信息，这些信息常常可以间接反映设备的劣化，如管道的泄漏等等；

5. 设备的状态监测信息，这是根据需要后加给设备的某些传感器，如测温、测振、测压力、超声波监测以及油液监测等等，这部分信息直接反映设备劣化。

而BDBPM给我们的输出则是维修策略，维修时间节点，维修内容，使用工具，拆解范围、换件信息以及使用的工具。

BDBPM应该输出精准的维修包，主要体现6W2H1S，如图4-2所示。

其实，并非所有的设备都需要采用BDBPM维修策略。一部分设备或者其中的部件故障后果不严重，事后维修是最为经济的维修策略。另外一部分设备或部件如果具有明显的耗损周期，则宜于采用定期预防维修策略。当然，还有一部分设备尚无适合的状态信息采集手段，我们只能放弃。那么剩下的设备或者部件则是我们重点实施BDBPM策略管理的对象。



图4-2 精准的检修包要素

（五）风险地形图与屏障管理

所谓风险，按照国际通用定义，是事件概率（频率）和后果（影响）的乘积。风险概念是反映了企业面临的客观现实，但这个定义包含了两个哲学的不确定性。一是因果论的不确定性，以概率为代表。概率反映了随机试验结果的不确定性，有因不一定有果。而后果的定义又反映了排中律的缺失。客观事物不是非此即彼的，往往是亦此亦彼的。也就是说，事物本质属性的不确定性。

尽管传统风险管理将风险划分为五个或者六个级别，为了便于区分和管理，我们将风险简单划分为三个级别，即不能容忍的风险、严重风险和一般风险，它们

分别用红色、黄色和绿色进行区分。如图 5-1 所示。

风险级别	风险值	色彩
不能容忍	0.5-1	红色
严重	0.2-0.5	黄色
一般	0-0.2	绿色

图 5-1 风险色彩界定

例如，我们根据风险计算，建立了某城市地铁的某时间节点 AFC，电扶梯的风险地形如图 5-2 所示。



图 5-2 某地铁 AFC, 电扶梯的风险地形图

其中，红色的点代表不能容忍的高风险，黄色代表严重风险，而绿色代表一般风险。

在描述风险地图应用时，首先要明确建立风险地形图的意义，显然风险地形图的建立：

1. 可以让企业各级领导清楚最大风险区域和设备，聚焦关注重点；
2. 可以加大对高风险区域和设施的设备、技术以及资金投入；
3. 可以在提升平均服务可靠性、任务可靠性的同时，降低总体风险；
4. 后续的大数据为基础的维修——BDBPM 管理体系首先选择在最高风险的区域和专业试点实施，再不断水平展开；既然风险是我们重点管控的内容，人们自然想到，我们能否设置一些阻降风险的屏障来降低风险的发生频率或者缩小风险的后果影响，我们给出屏障的定义。

所谓屏障，是能够识别可能导致危险事件、事故、故障发生，并可以降低其发生的可能性或将其控制在一定范围内的行为举措，称之为屏障。为了形象说明屏障的作用，我们给出如图 5-3 所示的屏障功能图。

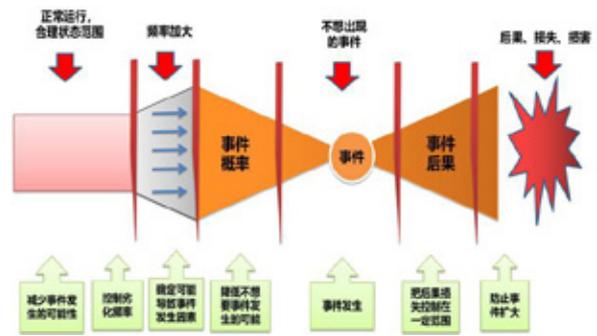


图 5-3 屏障功能示意图

图中左边的矩形代表设备正常与合理的运行状态，我们通过设置第一道屏障来减少事件发生可能性，或者劣化频率。当劣化越来越严重，或者事件发生频率加大，我们将研究导致事件发生的因素，并设置第二道屏障来避免事件的发生。为了避免不想发生的事件发生，我们会设置第三道屏障来加以阻降。也许不希望发生的事件还是发生了，我们会设置第四道屏障，将后果控制在一定范围内。第五道屏障的设置目的在于防止事态扩大和事件的连锁反应，亦或多米诺骨牌现象的发生。

严格意义上来讲，并不是所有的情景我们都需要设置五道屏障。对于风险较小的事件，允许一两道、两三道屏障足矣。对于十分严重的事件，我们当然可以设置五道以上的屏障，阻滞事件的发生。

例如在设备与设施管理领域，屏障管理的手段既专业又丰富。我们将其分解为事件前的屏障和事件后的屏障两大类。

事件前的屏障即指在事件发生前我们需要设置的屏障，旨在控制、阻滞事件的发生。我们提出五种维修策略，如图 5-4 所示。

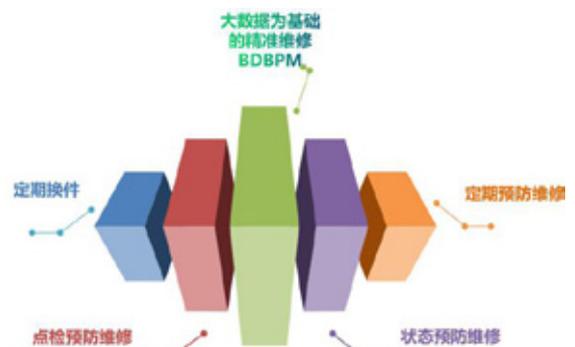


图 5-4 事前屏障的几种维修策略

事件后的屏障是指在我们不希望发生的事件发生后，为了控制事件后果，防止事态扩大或者产生多米诺骨牌现象而设置的维修策略屏障。如图 5-5 所示。



图 5-5 事件后屏障

设备设施的事件后屏障可以选择普通的事后维修、以资源换时间的赛车式维修和立足于永久根除故障的主动维修。

(六) 设备安全管理新方向

传统设备管理在设备安全管理方面是缺失的，有的也仅仅涉及特种设备管理内容。而近年来大量出现的安全事故都和设备密切相关，对于装置密集、技术密集型企业而言，系统本质安全离不开人本安全和机本安全两个方面。为此，结合工厂实际形成了设备安全管理的主体框架，如图 6-1 所示。



图 6-1 设备安全管理的主体框架

在这一管理体系里，每一个子系统都有详细的设计与精细的管理内容，例如网络安全管理，有图 6-2 所示结构。



图 6-2 网络安全管理框架

值得指出的是，风险分析与屏障管理是这一管理体系的特色。我们设计了无漏洞屏障，以保障从根本上杜绝安全事故的发生，图 6-3 给出了无漏洞屏障的示意。

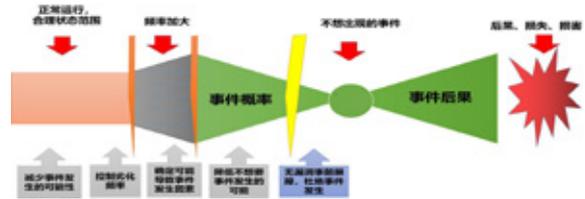


图 6-3 无漏洞屏障设计

图 6-4 显示了无漏洞屏障的直观效果，当一道道屏障都出现漏洞，事故仍可穿透漏洞而发生，遇到最后无漏洞屏障，最终可以被阻止。

设备安全管理体系无疑可以使企业的安全生产得到有力保障。

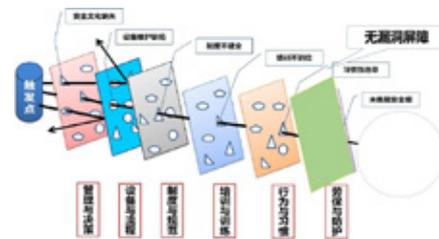


图 6-4 无漏洞屏障的直观效果

(七) 设备维护 2025

中国制造 2025 既给设备维护提出了更高要求，同时也为之提供了技术手段。在此基础上，设备维护涉及了工程建设、供应链、管理、组织、人员素养以及健康安全环境等等诸多要素。如图 7-1 所示。



图 7-1

要达成设备 2025 的目标，企业要应对三个方面的挑战，一个是企业高层观念的改变。很多企业高层需要有系统全面思考，需要未雨绸缪，不要只想到智能制造却忽视智能维护；二是人才的准备，未来先进设备和落后设备管理、诊断、维修队伍的矛盾十分突出，而且日

益突出，企业要有先见之明，要有相应政策和激励手段，要重视这一块人才的储备、培养和引进，在未来竞争中占领制高点；最后一点就是必要的硬件、软件的引进，工欲善其事，必先利其器，监测工具手段及其软硬件的导入对故障的预知不可或缺，忽视这一块的投入也不会达到目标。

为此，各类企业都要做好以下四个方面的准备，包括新硬件和技术手段、新组织和服务模式、新算法和软件技术以及新人才教育和聘管留机制等等，以适应时代的需要。

做好设备维护 2025 的准备，将会给企业带来如下收益：

- (1) 让设备的监测和诊断更精准、实时，并做到可预知、可遥感；
- (2) 让维护策略更灵活更多样，做到效益导向并聚焦的特定设备甚至总成部件，做到更加精准；
- (3) 让维护、检修人员更精简、高效，充分利用和发挥社会分工作用，形成多来源的维护资源支持；
- (4) 让维护自资材做到精益精准配备，可以 3D 打印，3D 修复；
- (5) 让设备寿命可延长、可拓展，在役设备可再制造、再利用，做到绿色环保可持续发展；
- (6) 让设备绩效可度量、可优化、可调控，并促进企业健康安全环境 HSE 水平同步提升。

如图 7-2 所示。



图 7-2

设备维护 2025 实施步骤：

结合中国制造业的实际，我们给企业设计了设备维护 2025 落地的四个步骤。第一是企业运行自动化，管理流程标准化；第二是装备状态预知化，维保系统精益化；第三是运行信息数字化，维保绩效可测化；最后是系统运行智能化，检修维护精准化。这四个步骤是不可省略和跨越的。如图 7-3 所示。



图 7-3 设备维护 2025 落地四步走

（八）设备寿命周期管理的完备性认识

后勤工程学最早提出寿命周期费用的概念，它还吸取了可靠性的理论，成为军事和工商业全系统综合管理和保障的比较彻底的科学。

寿命周期各个阶段费用叠加，则得到如图 8-1 所示寿命周期总费用的形状。其中设置费是设备设计制造、选型采购以及安装期所支出的费用，维持费是设备运行使用期所支出的费用，而处置费一般指设备淘汰期所支出的费用。中间的起伏代表设备大修期间发生的费用支出。

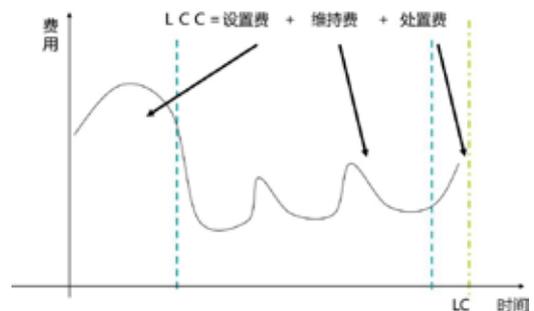


图 8-1 叠加后的设备寿命周期总费用

综合工程学的要点之一是寻求设备寿命周期费用 LCC 最经济。

所谓设备寿命周期费用(Life Cycle Cost, 简称 LCC), 是指设备一生所花费的总费用。

设备寿命周期费用 = 设备设置费 + 设备维持费 + 处理费。

设备设置费: 包括研究费(规划费、调研费)、设计费、制造费、设备购置费、运输费、安装调试费等。

设备维持费: 包括能源费、维修费、日常保养费、操作工人工资及与设备有关的各种杂费, 如保管、安全、保险、环保费等。

处理费: 设备报废的解体、销毁、环保处理等费用。

当我们追求寿命周期收益最大化, 新的问题就会提出来: 有的设备虽然寿命周期收益很大, 但寿命周期

费用也很高，反之亦然。那如何更好的选型决策呢？我们提出寿命周期利润的概念，即 LCP, Life-Circle Profit. 寿命周期利润的公式是：

$LCP=LCI-LCC-LPC$ ，其中 LPC 是寿命周期生产成本。

也就是说，寿命周期利润是寿命周期收益扣减寿命周期费用，还要扣减寿命周期生产成本。其结构如图 8-2 所示。寿命周期收益的面积扣除寿命周期费用的面积再扣除生产成本的面积，才是寿命周期利润的面积。

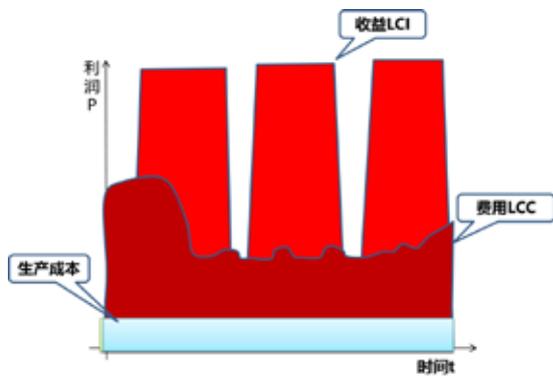


图 8-2 寿命周期利润的构成图

图 8-3 告诉我们选型决策时，虽然某设备寿命周期费用高，但收益也高，最后得到寿命周期利润仍然比较高。如果仅依赖寿命周期费用最小化的原则选型，显然是不正确的。

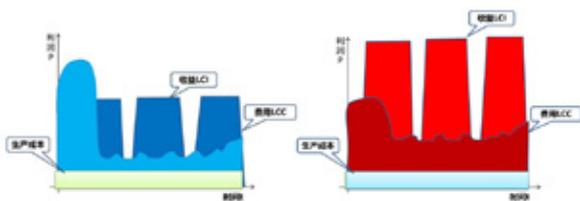


图 8-3 不同设备的寿命周期利润比较

对于有些设备而言，我们有时更在意的是其风险性，于是我们又提出了寿命周期风险的概念。

风险 = 概率 × 后果

寿命周期风险，简化为 LCR，即 Life-Circle Risk。

图 8-4 表明，不同设备的寿命周期风险是不同的。我们从风险最小化角度，应该首选寿命周期风险较小的设备。图中显示，设备服役后期，其故障概率加大，故障后果也变得严重，所以风险呈上升趋势。

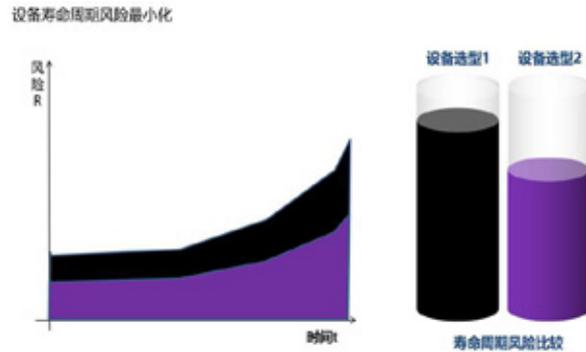


图 8-4 寿命周期风险最小化选型示意

从上面的描述，我们了解到从寿命周期的角度，对设备选型决策有不同的方向，那么我们选型的倾向性到底如何呢？根据我们多年的观察和经验，给出如表 1 所示的决策分类。

表 8-1 寿命周期选型决策表

寿命周期管理内容	管理侧重点	适用设备类型	典型实例
寿命周期费用 LCC	最小化	服务型设备、非加工型设备	工程机械、运输设备、办公设备、家用电器、办公设备、电梯、自动扶梯、空调、船舶、压缩空气、加热、制冷、武器装备等
寿命周期利润 LCP	最大化	加工型、产出型设备	各种成型、冲压、切削、洗机、包装机床、母机、发电、石油、化工机械
寿命周期风险 LCR	最小化	安全型设备、防护型设备	消防、连锁、安全防护、报警、网络安全设备、游乐设施、核发电设施、武器装备等

在上述表里，对于服务型的设备设施，如工程机械等，我们更注重寿命周期费用最小化，希望这些设备设施在满足服务功能的基础上，维护、维修费用最小。

对于加工生产类型的设备，我们更希望其寿命周期利润最大化，尽管有时其寿命周期费用比较高，只要收益足够高，能让利润最大化都是可取的。

而对于安全相关的设备设施，我们更要注重其寿命周期风险最小化。例如我们曾经指导过一家著名游乐场，其设施都是和游客打交道的，安全永远放在第一位，降低安全风险是管理的主要目标。

（九）设备全寿命周期管理顶层设计

中国设备管理走过向苏联学习、向欧美日学习的漫长摸索之路。中国制造发展的肥沃土壤，孕育了中国设备管理的完备化、科学化和系统化。结合中国企业的实践，也吸纳了国际设备管理的先进理念，我们形成了自己的设备全寿命周期管理顶层设计框架，如图 9-1 所示。

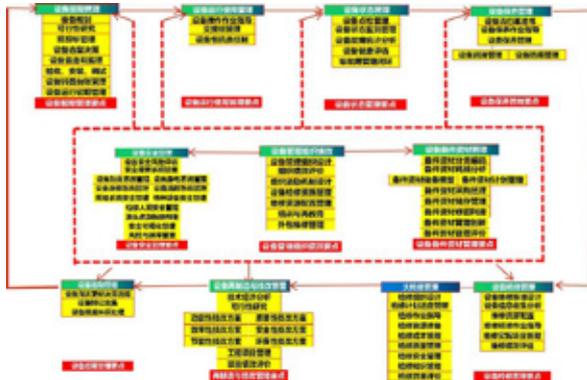


图 9-1 设备全寿命周期管理顶层设计框架

按照设备全寿命周期管理的时间维顺序，包含设备前期管理、设备运行使用管理、设备状态管理、设备保养管理、设备检修管理、设备再制造与技改管理以及设备后期管理。作为支持保障体系，我们设计了设备安全管理、设备备件器材管理和设备组织绩效管理三个模块。这一顶层设计可插拔、可拓张，将成为未来企业设备管理的主要依据，也是未来企业设备管理信息化工作的主要逻辑框架。

(十) TnPM 的普遍认知和推广

全面规范化生产维护——TnPM，诞生于 1998 年，经过 22 年的发展和传播，已经为众多的中国企业所了解与接受，在全国范围内渐成燎原之势。北到大庆油田，东到舟山群岛，南到南海海上平台，西到塔克拉玛干沙漠深处和海拔 4000 多米的青藏高原，都有企业在推行和实践着 TnPM 体系，也都在发展和丰富着 TnPM 方法和内容。

TnPM 在中国的成功应用，有大量的企业实践案例佐证。随着 TnPM 的日益成熟，开始扬帆启航走向海外。

这些年，我们的体系已经在伊朗、哈萨克斯坦、印尼和伊拉克落地开花，迈开走向世界的坚实步伐！

近年来，李葆文教授及其领导的专家团队应邀去比利时的布鲁塞尔、意大利的维罗纳（欧维联国际会议）、黎巴嫩的贝鲁特（海湾地区运行与维护国际会议）、中国台湾的台中（CTPM 年会）等地参加会议并作了学术报告，介绍 TnPM。封面如图 10-1 所示。



图 10-1 在美国学术出版社出版的李葆文关于 TnPM 专著封面

(十一) 中国设备管理标准化的进程

由中国设备管理协会组织发起的《设备管理体系要求》，于 2016 年 7 月 1 日启动，2017 年 6 月 1 日正式颁布，历时 11 个月，汇集了国内近 100 多名设备管理专家的智慧 and 意见，经十几次修改完善，终于完成。这是中国设备管理历史上的里程碑事件。设备管理体系的推进和评价，标志着组织以设备为主线的管理体系进入了一个可测评的阶段。



图 11-1 中国设备管理协会荣誉会长王金祥在中国设备管理体系标准发布会上发言

有了这一标准体系，组织通过设备管理体系的推进和评价，可以全面了解以设备人机系统为主线生产管理（包括设备对生产的支持程度、生产现场管理、员工技能提升和改善氛围、知识资产管理、设备资产管理、设备可靠性、维修策略、维修资源的组织和配置、维修行为规范、维修成本、设备综合效率、设备投资效率以及设备对安全、环境、健康的支持力度等）。通过提升设备管理体系运行水平，促进设备管理绩效全面改善，实现设备全寿命周期综合管理并创造价值最大化。

参照国际标准化的基本框架，吸收了国内外设备管理的先进理念和方法，并结合中国制造业发展的实际，向上对接国际资产管理体系 ISO55000，《设备管理体系

要求》的主体架构如图 11-2 所示。

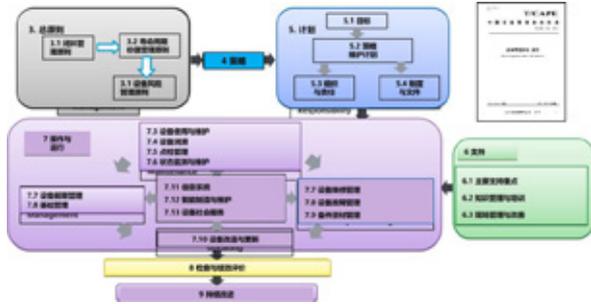


图 11-2 《设备管理体系 要求》主体架构

组织开展设备管理体系推进和评价工作具有以下重要意义：

1. 夯实生产经营的设备保障基础；
2. 建立设备管理交流与学习平台；
3. 打造设备管理标杆与可塑典范；
4. 提高设备管理水平与能力提升；
5. 增强设备管理综合绩效与实力；
6. 持续提升设备管理的整体水平；
7. 把握设备管理动态和未来趋势；
8. 实现设备管理共同愿景与目标。

组织依照本标准实施 T/CAPE 10001-2017 所规定的设备管理体系，通过定期评审和评价持续改进设备管理绩效，并依据经济状况和其他客观条件，确定持续改进过程的速度、程度和时间表。实施要点如下：

1. 成立设备管理机构（或承担设备管理职能的其他机构），明确管理机构层级及岗位人员的职责、工作标准和权限；
2. 根据组织的经营发展战略，依照设备全寿命周期价值最大化和风险管理原则，制订设备管理方针及目标，并根据阶段目标及工作重点，形成年度工作计划；
3. 将年度计划进行层级分解后付诸实施，强力监督并长期坚持；
4. 识别并确定设备管理体系所需的过程、程序和相互作用关系；
5. 确定相应的准则和方法并实施，确保过程受控和有效运行；
6. 高层管理者参与并提供必要的资源，确保设备管理体系有效运行；
7. 设备全寿命周期管理涉及多个职能机构的，需在制度中明确、划清职责并做好流程接口设计；
8. 各层级管理者需认真执行、落实设备管理制度；
9. 推动设备管理信息化建设，设立标准化工作流程，

建立并不断完善设备管理信息化系统数据库资料（如点检标准、维护保养标准、检修标准、费用定额标准等）；

10. 促进智能维护技术发展，逐步建立并完善以状态维修为中心的控制与管理；

11. 监测、分析设备管理体系运行过程和结果，及时发现改进机会；

12. 采取必要的措施，考核实施过程节点和结果，并持续改进；

13. 适用时，设备管理体系实施与运行过程中，涉及委外（委托外部的社会化协作服务）的项目，确保其实施过程受控，并在设备管理制度中明确和规范。

值得指出的是，《设备管理体系 要求》对目前企业设备管理的薄弱环节做出一些明确指引，如对购置设备普遍存在的低价中标问题，就明确强调购置设备要寿命周期费用最小化而非价格最小化。

《设备管理体系 要求》强调全员参与的自主维护，并明确自主维护的重点内容，如图 11-3 所示。



图 11-3 自主维护的重点内容

并在自主维护的润滑环节，明确了六定、二洁、一密封、三过滤的细节，使得润滑规范更加深入到位。所谓的六定，就是定点、定人、定质、定量、定法、定周期；二洁就是加油工具要清洁，加油部位要清洁；三过滤就是领油过滤、转桶过滤、加油过滤。这样，基层员工做润滑的行为规范就有了依据。即使未来进入自动润滑和智能润滑阶段，上述的内容仍然可以融入其中，成为高质量科学润滑的技术保障。

润滑规范管理内容如图 11-4 所示。

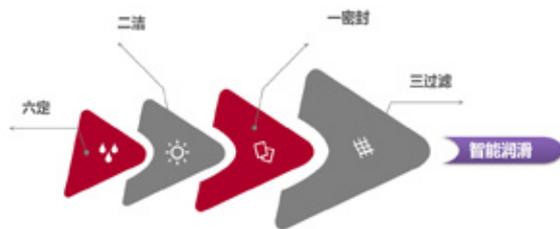


图 11-4 润滑规范管理内容

《设备管理体系 要求》特别强调了检修人员薪酬要高于其他相关专业人员水平这一点。尽管很少有管理标准涉及薪酬问题，这一体系要求却仍然强调，是出于两个原因。

1. 源于计划经济留下的历史惯性，国内不少企业检修人员工资薪酬普遍低于操作岗位，在操作环境越来越好，工作越来越简单轻松，而设备日益复杂，检修技术难度越来越高的情况下，检修人员流失严重，对目前企业设备状态影响日益严重，形成恶性循环；

2. 随着企业智能制造的逐渐成型，先进设备与落后检修队伍的矛盾日益突出，企业对检修人员需求会日益强烈，必须要有良性的机制来引导高技术人才向制造业流动。

《设备管理体系 要求》是在国际上现有标准基础上逐渐发展起来的，有继承，又有发扬。如图 11-5 所示。



图 11-5 几个标准的里程碑式历程

《设备管理体系 要求》不但可以告诉企业做什么，而且可以告诉企业怎么做，如何做的更好。也就是说，这一标准给出很多抓手，让企业参考实施，引导企业不断进步。她让企业的设备管理从离散走向系统、从粗放走向精细、从随意走向规范、从混乱走向科学。

我们如何检验《设备管理体系 要求》的推进效果呢？从体系颁布至今已经有几十个企业在推进实施之中，他们的实践证明，企业将从 KPI 的进步、骨干能力的提升等六个方面感受到体系带来的好处，如图 11-6 所示。



图 11-6 体系推进给企业带来的进步



中国设备管理协会



《中国设备工程》杂志社



中国设备管理协会



《中国设备工程》杂志社

特别鸣谢

中国改革报社
珠海经济特区顺益发展有限公司
华谋咨询技术（深圳）有限公司
朗坤智慧科技股份有限公司
震坤行工业超市（上海）有限公司
上海宝欧工业自动化有限公司
中石油长庆分公司
中央储备粮大连直属库有限公司
长庆油田第四采油厂
中信重工
鲁泰纺织股份有限公司
大连鼎宏科技有限公司
广西桂物金岸制冷空调技术有限责任公司
陕西延长石油集团销售公司
济柴再制造分公司
中国石化天津分公司
山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂
胜利油田东胜公司
郑州三棉
湖南中烟郴州卷烟厂
中交上海航道局
上海好旭实业发展有限公司
江南造船集团有限公司
中国航发沈阳发动机研究所
冀东水泥股份
国网驻马店供电公司
延长石油（集团）销售公司永坪分公司
山西省工程机械有限公司
中海油能源发展装备技术有限公司



山东宏信化工股份有限公司
联生药（扬州）
湖南华菱湘潭钢铁公司设备工程部
云南云天化红磷化工有限公司
陕西延长中煤榆林能源化工有限公司
胜利油田应急救援中心
陕西延长石油矿业公司
陕西延长石油集团山西销售有限公司
山东乾晟矿机
山东能源集团
兖矿鲁南化工有限公司
嘉兴新嘉爱斯热电有限公司
天津荣程联合钢铁集团有限公司
燕京啤酒（桂林漓泉）股份有限公司
中国宝武
中铁一局集团有限公司
江苏中烟南京卷烟厂
东方通信股份有限公司
五冶集团上海有限检修公司
民丰特种纸股份有限公司
联化科技（德州）有限公司
丰田纺织中国
大庆油田钻探工程公司钻井二公司
中国石油兰州石化公司研究院
中国兵器科学研究院宁波分院
中化泉州石化有限公司
河北蓝帆
山西建邦集团
胜利油田分公司滨南采油厂技术管理部
胜利油田油气集输总厂
威腾电气集团股份有限公司
山东中烟工业有限责任公司青州卷烟厂

东方电机有限公司
胜利油田设备管理部
沧州公共交通集团有限公司
胜利油田石油开发中心
浙江天际互感器有限公司
中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司孤东采油厂
胜利油田地面工程维修中心
胜利油田河口采油厂技术管理部
山东能源集团
金杯塔牌电缆有限公司
中车株洲电机有限公司轨道交通事业本部
胜利油田鲁明公司
常州八益电缆股份有限公司
中国石化胜利油田分公司东辛采油厂
国营芜湖机械厂
中车南京浦镇车辆有限公司
北京京能未来燃气热电有限公司
胜利油田纯梁采油厂
中国工程机械在线租赁平台
湖北中烟襄阳卷烟厂卷包车间
招金矿业股份有限公司
沧州市华亿机电设备安装有限公司
中海油中捷石化有限公司
中车大连机车
上汽通用汽车有限公司
红塔烟草（集团）有限责任公司
万达控股集团有限公司设备管理部
上海地铁维护保障有限公司

谨对以上单位及对调研做出贡献的其他单位表示衷心感谢！



中国设备工程杂志社热线
010-68052048/4837/4838/4816

中国设备工程官方网址
<http://www.zgsbgc.com>