随着我国的人工成本越来越高、招工难、人员管理难度加大、质量要求趋严、减少安全事故等诸多因素，尽管进行自动化升级有前期投入成本较高的缺点，然已成为不可避免的主流趋势。

业界公认的数据是：自动化升级项目的投入产出比一般在1:4～1:6。但笔者在不同性质的企业，目睹有些自动化项目在投入使用后，易出现与生产工艺匹配欠妥故产品质量不稳定;先天故障偏多故效率低下、或维护费用高昂等诸多问题，导致自动化项目的整体收益欠佳，甚至不少崭新的自动化设备或产线被直接废弃或闲置。

　　于是，如何确保自动化项目的质量、效率、投入产出比等指标符合预期要求，已成了一个无法回避的话题。

**自动化项目的主要管理流程**

　　不同的自动化项目、不同的企业，尽管很难完全相同，但自动化项目的主要流程一般会包括：项目提出与评估、预算与招投标、供方选择与合同签订、设计与制造、安装与调试、试产与验收、使用与维护、后期管理(例如技改、封存、报废)等。

　　可采取“网络图”、“甘特图”等方式来制作自动化项目的实施计划。

**自动化项目的实施责任方**

　　对于自动化项目数量不多的企业，从各部门抽调人员组成一个临时项目组，是可行的。

　　对于自动化项目数量繁多、又有心长期进行自动化升级的企业，则有必要成立专门的自动化项目管理部门、或在设备管理部门内增加此职能。

**项目提出与评估**

　　因为自动化项目需要耗费精力、资金等，尤其是大中型的项目，耗费动辄数十万元甚至更多，故宜考虑其目的为何：效率提升(包括省人、省力等);质量工艺更稳定;单位原料消耗量减少;能耗降低;安全系数增加;排污减少;节省空间等。当然，一个自动化项目可包含不止一个目的，例如自动立体仓系统既可提高物流效率、减少货物堆积造成的压坏压伤，也可节省仓储空间(仓储场地费用)。

　　实际上，对于企业人员来说，厘清自动化项目之目的并不难。但随之而来的一个问题却需要给予足够的留意：在人员精力、资金有限时，往往无法将整个产品价值流全盘进行自动化升级，在此情况下，究竟在哪个环节优先实施自动化项目?

　　建议参考高德拉特的“TOC原则”(瓶颈管理，Theory of Constraints)，在整个产品价值流的瓶颈环节，优先实施自动化升级项目。依据TOC原则，只有当在瓶颈环节提升了多少效率时，则整个价值流的效率才会提高多少。换言之，在非瓶颈环节所进行的自动化项目，虽不至于完全没有意义，但却错失了“利用最少的资源，取得最大化收益”杠杆作用。若企业的流程较为复杂，无法直接准确判定瓶颈环节，则建议采用“VSM(价值流程图，Value Steam Mapping)”、“产线平衡率”来分析与识别瓶颈环节。

　　接着需要对自动化升级项目进行进一步评估，包括：投入产出比、与现有设备的衔接性、产品工艺匹配度、可操作性、性能可靠性、维修维护便捷性、备件供应、使用寿命、法规符合性(例如排污指标、安全性)、能耗指标、售后服务等。

　　在评估投入产出比时，宜采用“LCC(全寿命周期成本，Life Cycle Cost)”方法，以免忽略该项目在使用、维护维修、能源消耗、报废等环节的费用投入。

**供方选择与合同签订**

　　自动化项目可内部自主完成、或选择供方来完成。选择供方时，应从供方的质量、价格、交付期、同类项目经验、售后服务、市场口碑等方面来进行综合考虑。

　　对于投资额度较大的自动化项目，有必要去实地考察供方已在市场上完成的同类项目，并全面观察其在运行过程中的各类指标状况。

　　签订项目合同时，因为(尤其是非标)自动化项目在投产后故障较多、投产后产品不合格率偏高等问题，故而合同应特别规定清楚：售后服务内容与方式、应提交的技术资料，例如：结构图、原理图、备品备件规格清单、针对所有关键部件的维护规范等。

**设计与制造**

　　在设计的过程中，应要求供方设法超越“自动化”、追求“自働化(Jidoka)”。所谓“自働化”，即让设备或系统拥有人的智慧——当被加工的产品出现不良时，设备或系统能即时判断并自动停止。追求“自働化”可达到两个目的：一是不生产不良品(实现零缺陷);另可节省监控设备运行的看护人(实现省人化)。当然，“自働化”不仅可针对质量控制，也完全可以应用到安全、能耗、排污等方面。例如：用围栏将机器人操作区域予以隔离，只要打开围栏，则机器人自动停止作业，如此可避免机器人动作对人员的伤害。

　　鉴于(尤其是非标)自动化项目的可靠性较易出现偏差，继而在使用过程中故障停机较为频繁，所以在设计阶段，不宜任由供方只凭经验进行设计，而有必要要求供方实施FMEA(失效模式与后果分析)或类似方法，然后采取改进措施。必须依据合同或方案要求对设计结果进行逐一验证。

　　对于故障停机频次较高、损失较大、维修耗时较长的自动化设备部位，在设计阶段就宜考虑如何便于将来在投产后实施“模块化维修”模式，即利用功能正常的“模块”替换发生故障的“模块”，先让自动化设备尽快恢复生产，然后再离线维修发生故障的“模块”。

　　应参与供方对自动化项目所实施的设计与制造过程，以便令项目进度受控，且确保项目结果达到预期要求。可派出“跨部门专业小组”确认供方的设计与制造，例如：工艺质量人员确认对产品质量的影响;生产人员确认可操作性;维修人员确认设备的可靠度、维护维修便捷性等。

　　有必要时，应邀请第三方对项目制造过程(与安装与调试、试产与验收)予以监理。

**安装与调试**

　　在安装自动化设备时，应结合产品工艺流程特点和精益原则，采取科学的布局(例如连续流、U型单元线等);并采用能及时响应的物流供应方式(例如“水蜘蛛”、AGV小车等)。

　　备注：“水蜘蛛”即生产线上专门从事按照生产看板进行物料准备、物料传递的人员。

　　自动化设备的安装与调试，一般会包括基础筑造、清理和抄平、设备部件拆洗和装配、吊装、安装精度的确定、安装(含地脚螺栓与垫铁)、灌浆等。

　　在安装环节中，需要特别注意“设备安装三要素”：通过找正、找平、找标高，使设备的中心线、水平性和标高达到规定的要求，以保证安装精度。安装精度将直接影响自动化设备在投产后的性能。

　　安装完工后，先进行不通电检查，例如：设备的稳固性、部件正确性、密封性(无泄漏)、接线正确性与牢靠性、接地可靠性等。此环节需要足够的细心，否则会酿成严重后果。例如：若相线与零线之间没有设置压敏电阻，则一旦零线漏接或松动脱落、或者相线与零线接反，通电后就会容易导致大面积的电子零部件的损坏，例如：PLC、PID(比例-积分-微分控制器)、DCS(分布式控制系统)、单相输入伺服驱动器等。

　　接下来进行通电调试，此环节宜参考“先单点后单机、先单机后联动、先低速后高速、先空载后仿真、先仿真后负载、先轻载后满载、先短时后长时”的原则。

　　备注1：“单点调试”即屏蔽PLC程序,通过强制置位/复位等操作,测试所有I/O功能;

　　备注2：“仿真调试”即采用替代物进行调试，例如在自动化冲压设备上用纸板代替铝箔;在清洗槽里用清水代替酸液等。

　　自动化项目安装与调试过程中，应注意采取措施以确保人员与财产的安全。例如：在雨季或多雷区，必须把防雷措施预备到位，以避免雷击损坏自动化设备和控制系统、伤害人员。

**试产与验收**

　　自动化项目应按合同规定期限进行持续试产。试产之前，应对员工与维护维修人员进行适当的训练。

　　试产时，应对自动化项目的各项运行参数、单位时间产量、合格品率、安全隐患、故障停机、能耗等情况予以记录，并分析其各种性能趋势与规律，必要时采取改善措施。一般在前期设计环节，就配套相应的软件模块，以便将各种运行数据进行自动记录、分析并指明改善方向。

　　应依据自动化项目在试产期所呈现的运行规律，制作有针对性的操作指导书、自主维护指导书、专业维护指导书。三类指导书均应包括安全要求。

　　试产期满后，应依据合同要求进行验收。因常出现资料移交不齐备而导致后期合同双方的纠纷，故而验收时的资料移交，建议参考和执行《国家重大建设项目文件归档要求与档案整理规范》。

**使用与自主维护**

　　(由生产操作者执行)

　　在小批量、多品种的生产状况下，换产活动较为频繁于是生产时间浪费较多，建议实施“快速换产”方法。

　　备注：“快速换产”即通过优化换产流程而使换产时间压缩到十分钟之内。主要步骤有:区分内外部设置、将内部设置转为外部设置、压缩内部设置时间、压缩外部设置时间、新换产流程的标准化。

　　自动化项目的小停机普遍较为频繁，而导致小停机的主要原因，除了设备本身、原料质量等因素外，也与生产操作者的操作习惯、保养息息相关。因此，有必要详细规定并由操作者实施的自主维护，含岗位清扫、岗位点检、岗位品控、岗位维护四方面的内容及要求。例如：从外观上，应确保自动化设备应符合“四无”要求(无灰尘、无松动、无油污、无杂物)。

　　备注：“小停机”即五分钟之内、不需维修只需进行调整的瞬停。

　　专业维护(由维修人员执行)

　　考虑到自动化设备的突发故障一般会造成较大损失(效率、能耗、安全隐患、质量等)，故应摒弃“不坏不修，坏了才修”的事后维修模式，而应采用预防维修模式。在维护维修策略选择方面，建议考虑下述策略的组合：

　　一、对于分散型的单机自动化设备，若设备数量较多，则宜实施“轮保”模式，即采用时间滚动方式，轮流定期对一台或几台设备进行专业维护、检修;在完成所有单机设备的维护与检修后，然后开始一个新的循环;

　　二、对于由多台设备组成的联动自动化产线，因为其频繁的停机维修会导致效率损失加剧，故一般宜实施“同步维修”模式，即在维修某一故障时，同时把全线所有关键部位也予以检查、维护和维修;

　　三、无论是单机还是自动化产线，除了尽量实施前文提及的“模块化维修”模式之外，同时均应考虑实施 “视情维修”，即采用离线或在线的探测手段，随时掌握设备的状况，以便可及时采取预防性维修。例如：油液分析、振动测试、红外测温仪等;若生产任务繁重而专门的维护时间不足时，则应考虑“机会维修”模式，例如：在(停机)换产时，同时实施维护、检修。

　　四、对于维修停机将导致较严重损失的自动化设备，例如某火电厂一个机组维修停机一天，就会导致约500万元的利润损失，则应考虑采用“快速抢修”(通过采用“ECRSI”等方法，以缩短维修周期)。备注：“ECRSI”即“取消(Eliminate)”、“合并(Combine)”、“重排(Rearrange)”、“简化(Simplify)”、“增加(Increase)”。

　　若企业自身的专业维修力量欠缺，则在初期设计阶段，宜配备远程维修的功能，以便自动化设备的生产厂家、或服务商可迅速开展故障诊断与维修。

**走出自动化迷思**

　　尽管我本人对自动化很有热情，也坚信自动化是未来的主流，但我们仍需走出自动化迷思。

　　比方说：在非瓶颈实施自动化，对企业整体收益的贡献并不大;因人们普遍对自动化设备非常信任，故而容易放松警惕，而自动化生产速度较快，于是一旦发生品质不良，就会导致短时间内产生大量不良品(所以要尽量做到“自働化”);若生产线不平衡，于是自动化设备越高效，则产生的过程库存就越多;至于“重技术、轻管理;重投资、轻维保”的思维，就更需要彻底戒除了。

**结束语**

　　自动化项目往往较为复杂，包含了仪表、执行机构(各类阀、液压泵站等)、电气设备(UPS、变频器、软启动器等)、PLC(配电柜、控制柜、操作台等)、历史数据站、屏显系统、高低压配电设备等。

　　正因自动化项目的复杂性，故有必要结合自动化项目的特点，识别、训练、考核相关人员的技能，使之能胜任项目的要求。

　　也正因自动化项目的复杂性，故相关资料与信息，为了便于可及时查阅，宜采用“一机一袋”的方法(即某设备全寿命周期的所有资料，放在一个文件档案袋中)。

　　若想使自动化项目符合预期的质量、效率指标、投入产出比等指标，继而加强企业的竞争力，就需要走出有关自动化的种种迷思，加强覆盖自动化项目全过程的系统管理。