

车间智慧质量解决方案助力智能制造

文 | 海克斯康



一、前言

制造业是立国之本、兴国之器和强国之基，是建设世界强国的要素。我国制造业仍然大而不强，在基础能力、自主创新能力和质量等方面与世界制造强国差距非常明显。我国的制造业转型升级正面临着严峻挑战，质量作为企业的生命线，是企业立身之本，也是企业长久发展的基石。质量为先，是实现制造强国确立的未来发展的战略指导思想。我国制造业必须提升质量意识、改变质量观念并加强全生命周期质量管控，才能实现“中国速度向中国质量的转变、中国产品向中国品牌的转变”的战略任务。本文针对智能制造产业，以质量驱动生产力为核心，以车间及自动化、信息化质量解决方案为主题，概述了先进的智慧质制解决方案的发展趋势，以及智慧质量检测如何助力智能制造，为制造装上眼睛，为制造转入智慧，为实现质量强国梦保驾护航。

二、制造转型升级，质量先行

随着改革开放的不断深化，中国制造业规模和水平飞速发展，并成功跃升为第一制造大国。虽然中国制造业获得了辉煌成果，但粗放式的发展也伴随着很多问题，如基础能力薄弱、缺乏众多核心技术、创新能力不足、质量低下、大

而不强及缺乏可持续发展的源泉和动力等。随着工业 4.0 的兴起，中国制造业面临着转型升级的机遇和挑战。中国制造由大变强，必须以提质增效为核心，通过创新和质量双轮驱动，推进信息技术与制造业深度融合，逐步实现智能制造。

中国制造业的转型不是推倒重来，而是在现有基础上，通过创新获得自主知识产权，通过追求高质量，攀升至行业的价值链上层，从而提升自身竞争力和投资回报率。德国和日本是制造强国，但他们在制造业发展过程中，也都曾标以“质量低下”之名。从 1870 年到二十世纪初，“德国制造”低质廉价，当时全球制造业的金字招牌是英国。为了和德国制造划清界限，英国要求所有商品必须标明出产国以区分质量。后来在德国，质量被提升至国家战略，坚持质量为先，以今天德国制造成为优质的代名词。日本也走了和德国人基本相似的一条路，从简单的生产代工起家，开始有自己的研发、技术和产品。二十一世纪五十年代中期，日本的产品因质量低下而难以在世界上立足。二战后，日本提出“质量救国”战略，引发一股质量革命热潮。在上世纪七八十年代，日本通过精益工程，进行全面质量管理不断提升质量，不断累积的质量优势使得日本制造迅速崛起，反向狙击了诸多欧美企业。

《中国制造 2025》明确提出了质量强国战略。中国制造需要转变质量观念，质量变革具有不可估量的“隐形价值”，质量驱动生产力、质量铸就品牌，质量产生效益。中国制造的要从“以价取胜、以量取胜”转变为“以精取胜、

以质取胜”，要从“保障质量观”转变为“引领质量观”，质量不再是生产流程后符合性监督，而是通过贯穿全生命周期的质量管理理念。通过先进的质量闭环控制方案、反馈生产和稳定生产工艺，不断提升质量，把质量作为公司生命线和长远核心竞争力，引导企业不断发展壮大。

为了准确了解“质量对于公司的成功作用”，麦肯锡公司进行了一项长达 14 年的名为“卓越质量管理”的国际研究，研究对象为 167 家欧、美、日等企业，包括世界上多数顶级的汽车厂商和零部件供应商。目的是研究世界范围内“质量”因素的重要性及从研究开发到产品生产和交货阶段质量管理的成功状况。根据最终研究结果，总结出各企业质量管理阶梯水平分为质量检查、质量保证、预防次品和完美无缺四个等级，并对于不同质量等级的企业的销售利润率和增长率进行了对比分析，如表 1 所示。该研究项目得出如下结论：

- ◎ 质量上乘是公司获得成功的最佳途径，是长远竞争力的根本依靠；
- ◎ 质量直接关系到利润和销售的增长；
- ◎ 成本降低，质量成本是其直接原因；
- ◎ 优质企业牺牲资本生产率（增值与固定资产比率）

以提高劳动生产率。

三、车间测量解决方案发展趋势

智能制造是新工业革命的核心，智能制造以个性化定制、柔性化和互联互通的信息化为重要特点，最终实现通过智能运维实现制造系统的价值最大化：“高质量、高效率、高效能”。智能制造的发展离不开传感技术。测量技术作为一种传感技术，是制造业的“物化法官”和“倍增器”，也是信息技术的基础和源头之一。为了顺应智能制造的发展潮流，为了保证制造高质量产出、助力工艺稳定、及时响应和反馈并服务于制造，测量技术也在不断创新和变革，包括测量设备、测量手段、测量方式、测量能力和测量效率等变革。其中最主要的发展趋势为由传统的离线实验室检测向车间线旁检测或在线检测的发展，以及检测自动化和数字化方案的普及和推广。

以三坐标测量仪为代表的高精度真值测量，都是以在远离车间现场的精密实验室或计量室。传统车间的检测手段以量具、量仪，定性检具和比对式测量等为主，检测效率和精度都较低，如图 1 所示。检测报告多以手写纸质形式，不便于数据统计分析、发现问题和解决问题，从而指导制造工

表 1 质量管理各个等级的利润与销售增长率

企业质量管理等级	企业数量占比	销售利润率	销售增长率
第一级：质量检查	26%	0.6%	5.4%
第二级：质量保证	36%	4.6%	7.1%
第三级：预防次品	25%	6.7%	8.2%
第四级：完美无缺	13%	9.1%	16.0%



图 1 传统的车间测量方案

艺改进。目前，车间型测量机集成柔性自动化测量、非接触式测量，3D 视觉检测、激光扫描检测等在车间应用越来越广泛，此检测方法数据采集量大，测量效率和抽检频率大幅提高，甚至在很多车间实现了全检，以确保制造质量完全可控，如图 2 所示。

测量数据的数字化，通过对于大量质量数据的可视化展示，如图 3 所示，质量信息可视化软件通过统计分析和关联性分析等，挖掘出有价值的信息，及时对制造进行预警或指导改进制造工艺。通过质量数据分析，一定程度上可以实现预测性制造。图 4 所示的智能刀具补偿方案，通过质量数据

的收集、统计处理和趋势预测分析，实现了对于刀具的自动补偿加工，确保了高精度加工的一致性。

测量作为智能制造重要的一环，是实现 PDCA 质量闭环的一环，PDCA 的基本内容如图 5 所示。车间的测量技术是企业提高生产效率、降低废品率、提升质量的重要工具，是帮助企业增强竞争力、提高企业效益的重要一环，是实现制造智能的发展必然要求。

四、车间现场测量方案及优势

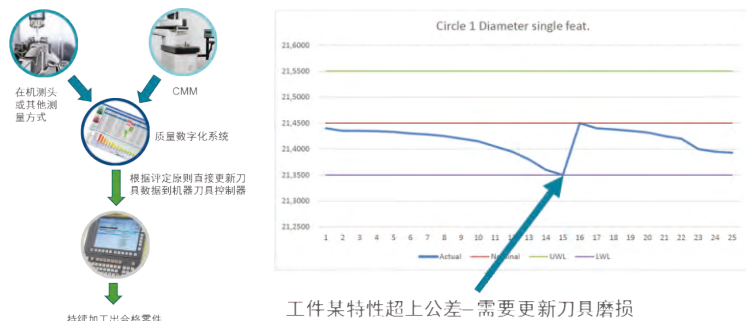
传统车间现场检测及实验室测量，测量效率较低、物流



图 2 先进的车间自动化测量方案



图 3 质量信息可视化



工件某特性超上公差—需要更新刀具磨损

图 4 智能刀具补偿方案

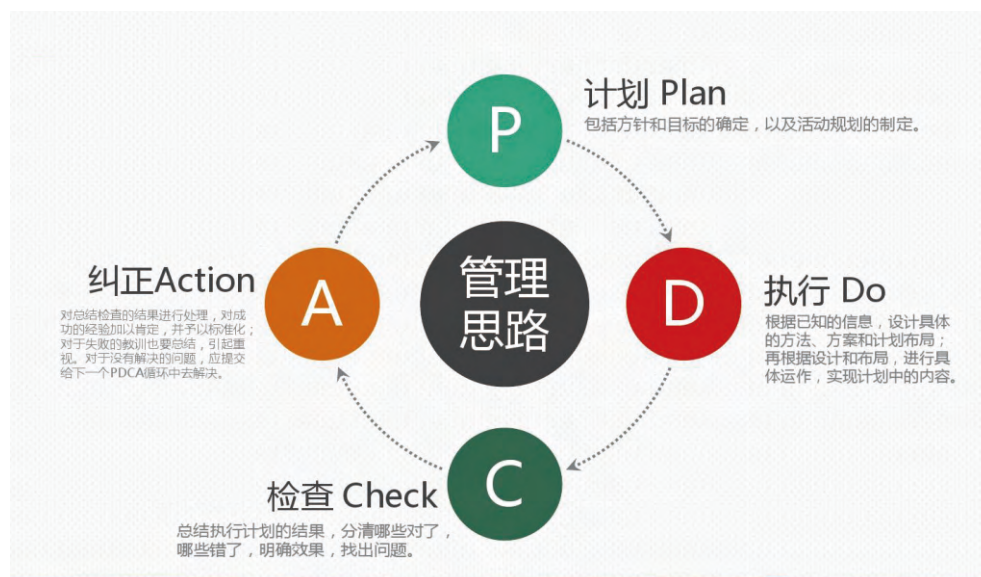


图 5 PDCA 的基本内容

运输周转时间长,甚至很多情况下测量需要排队等候,造成对于现场的质量反馈响应慢,成为生产工艺变动或调整过程中的一个瓶颈,影响现场加工进度和效率。传统车间现场的检测还有如下几点问题:一是以人工手动检测为主,检测效率低且需要大量的人工;二是大部分工件质量都是以是否合格来判断,检测结果人为因素影响大;三是检测多以专用检测设备为主,设备柔性低、维护成本高;四是检测结果多以纸质版本为主,难以统计和追溯,检测结果对于生产工艺改进和质量提升也没有起到良好的指导作用。

随着新工业革命浪潮的推动,以及我国制造业的转型和升级的迫切需要,我国制造业对于质量的重视越来越高,检测的要求也越来越高。为了解决传统检测的不足,同时适应智能制造发展的要求,测量新技术新产品不断涌现,如适应车间现场的三坐标测量机、3D 视觉检测和激光扫描检测等。同时,检测作为制造的眼睛,也嵌入到了自动化生产线中,实现了制造和检测一体化。由于零件配置二维码或 RFID,以及视觉识别技术、自动编程和仿真技术的发展,使得检测完全可以实现多品种小批量的自动化柔性检测需求,检测效率大幅提升,抽检频率提高,甚至实现了全检,提高了对于制造过程的及时反馈响应,提高了设备利用率及生产效率。自动化检测技术的应用,实现全面质量管控,又解放了大量的人工,节省了大量人工成本。

目前,检测传感器技术的发展也极大推动了检测质量数

据的数字化和信息化。通过质量数据的统计分析和可视化,对于生产工艺过程质量进行了透明解析,准确把握工艺过程能力指数,如 Cpk, Ppk 等,并提供了工艺的动态和改进方向。

而对于质量大数据反馈制造的应用,目前有两个主要方向:一是根据统计分析结果,指导机床调整刀具偏置,实现可持续性高质量加工。二是根据可追溯性的检验数据和检测分拆,可以有效控制装配公差传递和波动,实现高精度的精准匹配装配,提升了系统装配精度要求。车间的检测方案,使得制造过程质量透明化,同时质量数据的有效利用,为制造过程装入了智慧,实现了质量驱动生产力。

五、结语

无论是制造强企还是制造强国,都必须以质量为中心。无论智能制造如何发展,发展的何种程度,都离不开检测技术为基础的信息技术支撑。检测技术的发展,不再以判定合格与否作为目标,而是不断走向制造车间、贴近制造过程、及时服务于制造、实时监控并指导工艺改进并确保加工过程能力可控、制造过程质量透明化和加工质量可控。基于数字化的信息技术,以及智慧质量大数据,驱动制造向质量高端发展,推动制造变得更加智能。高质量始终是企业可持续发展并永葆竞争力的源泉,也是企业丰厚回报之根基。IM