



《华为经营管理》丛书

华为的生产管理

Huawei production management



根据华为前高管管理团队资料整理汇编

修订版（6版）

目 录

第一章 麦肯锡：华为给中国制造业的四大法宝.....	2
1.1 任正非和华为的故事.....	3
1.2 又一个从贫穷到巨富的深圳故事.....	3
1.3 华为的成功秘诀.....	6
1.3.1 低成本助你赢遍中国大部分地区.....	7
1.3.2 关键一战是中端市场.....	8
1.3.3 中国的制造业走向全球——但还看不出谁会胜出.....	8
1.3.4 制造业规模之战通常是谁坚持到最后中国制造业常常通过打造 起巨大的规模效应而赢得本土市场，规模之战就像“斗鸡博弈” (game of chicken).....	9
第二章 我们向制造部学习什么？	10
2.1 让精益生产插上智能化的翅膀.....	10
2.2 产品如人品：质量第一、交付第二、成本第三.....	10
2.3 向制造部学习什么？	10
2.3.1 大志小行、知行合一、让持续改善成为习惯.....	10
2.3.2 自动化背后的英雄不是机器，而是人的智慧.....	12
2.3.3 可视化、数据化应用对公共关系 IT 化的借鉴意义.....	12
2.3.4 以规则的确定性，确保质量的稳定性.....	12
第三章 华为智能制造转型实践.....	22
第四章 华为公司首席专家刘文安：华为智能制造变革项目分享.....	24
第五章 任正非考察松山湖工厂：我们的目的是实现高质量.....	27
第六章 谁说流水线上就没有工匠了？	30
6.1 操作员罗志清：习惯一次性把事做好.....	30
6.2 检验员蓝美：我工作中比较难说话.....	32
第七章 制造是华为重要的模块.....	33
7.1 未来是质量的世界，永远围绕高质量，提升华为的能力.....	33
7.2 智能化不要潮流化.....	34
7.3 用三年时间赶超苹果服务.....	35

7.4 要有称霸世界的雄心.....	35
第八章 任正非：建立华为的大生产体系.....	35
第九章 任总在人工智能应用 GTS 研讨会上的讲话（2017 年 1 月 7 日）	59
9.1 高质量的数据是人工智能的前提和基础，高质量数据输出要作为作业完成的标准.....	59
9.2 要聚焦投入，敢于投资，成功只是时间迟早的问题.....	60
9.3 人工智能要聚焦投入不要全面开花，先纵向打好歼灭战，旗开得胜后再横向扩张.....	61
第十章 华为：全球化视角下中国先进制造模式研究.....	62
10.1 问题的提出.....	63
10.2 华为构建先进制造模式的动态演进路径.....	64
10.2.1 “点”上突破：以先进制造技术产品开发为龙头.....	65
10.2.2 “线”上蓄势：集成产品开发流程体系.....	65
10.2.3 “面”上扩张：价值链的模块化.....	67
10.2.4 “网”上运营：以模块化为基础构建全球价值网络.....	70
10.3 华为构建世界级先进制造模式对中国制造企业的启示.....	71
10.3.1 先进制造技术是先进制造模式发展的前提和基础.....	71
10.3.2 先进制造模式是企业构筑持续竞争优势的关键因素.....	71
10.3.3 构建面向全球价值网络的先进制造模式是动态演进的过程....	72
10.3.4 构建全球价值网络须要强化合作伙伴的全面战略联盟.....	72
第十一章 安全生产，为制造业务成长护航.....	73
11.1 安全“天花板”，生产保护伞.....	73
11.2 叉车芳容美，员工更安全.....	75
第十二章 我们是制造现场“大合唱”的指挥棒.....	78
12.1 非常时期，救火也是贡献.....	78
12.2 走可持续发展的道路.....	79
12.3 还可以更快.....	80
12.4 向未来冲刺.....	83
第十三章 打造制造物流的“高铁线”	84

13.1	制造物流的“发改委”	84
13.2	模式革新的“急先锋”	85
13.3	独乐乐不如众乐乐	87
第十四章	终端制造的“柏林墙”	88
14.1	心胜则兴	89
14.1.1	除了直面问题，我们别无他途	89
14.1.2	九层之台起于累土	89
14.1.3	季布一诺，重于千金	90
14.2	苦难辉煌	90
14.2.1	乾坤大挪移	90
14.2.2	楚河汉界，豁然洞开	91
14.3	使命必达	92
14.3.1	邂逅 Mate 7	92
14.3.2	相遇“戴姆勒·奔驰”	93
第十五章	华为这样管理库存	95
第十六章	从制造部实践看如何用好博士员工群体的经验	97
第十七章	我的华为“芯”	104
17.1	愣头青也有真本事	104
17.2	爸爸，你能陪我玩会积木吗	107
17.3	消费者体验之旅	108
17.4	用诚心换取客户放心	109
第十八章	十二年 150 多万芯片还荣获国家专利，他是华为的修“心”人 ...	110
18.1	方案创新，从 10 分钟到 2 分钟	111
18.2	“疑案”探测，解决业界难题	115
18.3	实现维修业界首创，并非“痴人说梦”	117
第十九章	IMEI 生死劫	118
19.1	炮轰华为，IMEI 为何	118
19.2	初遇木村，在劫难逃	119
19.3	EA 发飙，立誓渡劫	121

19.4	老李置信，小兵敢为.....	122
19.5	博采众长，大道至简.....	123
19.6	力排众难，顺利切换.....	124
19.7	三新二意，劫后重生.....	127
19.8	从零开始，历劫求生.....	128
第二十章 突破才是主旋律.....		129
20.1	让“子弹”打得又准又快.....	129
20.2	牛头如何能对上马嘴？.....	131
20.3	组合夹具，变不可能为可能.....	132
20.4	揪出划伤手机的“真凶”.....	134
第二十一章 使命在心，责任在行.....		136
21.1	新形势下的挑战，勇挑重担，平台建设正式启航.....	137
21.2	彷徨中寻找业界标杆和方向.....	139
21.3	业务方案设计，抽丝剥茧，优先聚焦核心业务.....	140
21.4	开发交付，精益迭代思想是我们的主旋律.....	143
21.5	上线切换，53 小时保卫战.....	145
21.6	全面开启 NPI 业务管理的数字化新模式.....	146
第二十二章 用数据说话.....		148
22.1	小事也要做的极致.....	148
22.2	有问题，不怕！我用试验数据来帮你验证.....	149
22.3	数据说了算！.....	150
第二十三章 虚拟照进现实.....		151
23.1	“一草一木”皆智能.....	151
23.2	一双胞胎工厂.....	153
23.3	移动起来.....	154
第二十四章 山里有个厂，厂里有群华为.....		156
24.1	任务=搞定！.....	156
24.2	一穷二白、从零开始.....	158
24.3	质量第一，先认证再生产.....	158

24.4	质量就是遵守标准，寸土不让.....	161
24.5	纽约引爆点一捡垃圾.....	162
24.6	冲刺：意愿大于能力.....	163
24.7	精益文化生生不息.....	164
24.8	自己动手，丰衣足食.....	164
24.9	不辱使命：一群志同道合的人，一件不可思议的事.....	165
第二十五章 成功没有现成的路.....		166
25.1	从书生到大汉	166
25.2	将军也要前往一线.....	167
25.3	没有理由的坚守.....	169
第二十六章 永不分离.....		170
26.1	走通 1.5mm 的羊肠道.....	171
26.2	奔跑吧，双面胶.....	173
26.3	胶水君，你来了.....	174
26.4	永不分离.....	176
第二十七章 备件“交付保卫战”		179
27.1	遭遇新问题.....	180
27.2	做一块砖.....	180
27.3	敢于承诺.....	180
27.4	拼死保障.....	181
27.5	持续攻关.....	182
27.6	机制建立.....	183
第二十八章 交付人.....		184
28.1	初来新兵急应战，子夜鏖战捷报传.....	184
28.2	及时激励立兑现，士气昂扬人心赞.....	186
28.3	4G 浪涌再来犯，狭路相逢敢亮剑.....	187
28.4	揭开庐山识真面，不畏浮云遮望眼.....	189
28.5	持续改进不间断，孜孜以求谱新篇.....	189
第二十九章 梅花香自苦寒来.....		191

29.1	荆棘路，我也想走一走.....	191
29.2	目标，浓郁了我的斗志.....	192
29.3	早晨，闹铃是多余的.....	194
29.4	隔行如隔山？我倒要看看山有多高.....	195
第三十章	原来当“网红”是这样的滋味.....	196
30.1	女友来电，让我灵感闪现.....	197
30.2	催命的“十道金牌”.....	199
30.3	我像个“网红”，火了.....	200
30.4	手不“抖”，眼不“花”，脑子清楚了.....	201
30.5	做“顶天立地”的学问.....	202
第三十一章	我和日本客户有个“不美丽”的约会.....	203
31.1	心仪的“女神”，可是很挑剔的.....	203
31.2	跟女神的第一次约会，再多准备也不为过.....	205
31.3	攻陷女神还是一个体力活.....	208

第一章 麦肯锡：华为给中国制造业的四大法宝

中国制造业有很多突出优势，但也存在很多挑战。本文通过梳理任正非领导的华为的发展轨迹给中国企业赢遍中国乃至全球提供四大要点作为依据和参考。

我们要探讨的第二个大趋势便是中国的制造业规模，对西方观察者而言，这可以说是最为熟知的一点。全世界早已习惯了“中国制造”的商品，如鞋子、自行车、玩具、桌子等等。中国是“世界工厂”，有时也被称为“生产内衣的地方”。

但这并不仅仅与生产制造有关。其要点在于制造业规模——比任何一个国家都要大得多的规模。

这就是投资学中的“规模经济”。一旦你的规模远远超过竞争对手，就可以在研发、建厂、固定资产、市场推广和其他方面比竞争对手投入更多。由于规模很大，市场领导者的地位很难被震撼。这也是被沃伦·巴菲特称为“强者愈强”（**survival of the fittest**）的现象。如今中国制造业非同寻常的巨大规模实际上使得其竞争优势越来越强。

中国制造业巨无霸的几个事实如下：

- 作为世界最大的制造国，中国制造业的附加值达到 **2.2** 万亿美元。过去 **30** 年，制造业规模增长了 **18** 倍。下面的图说明了这一点。例如，全球 **80%** 的空调、**90%** 的个人计算机、**75%** 的太阳能电池板、**70%** 的手机和 **63%** 的鞋子产自中国。
- 制造业在中国 **GDP** 的比重高达 **40%**，并且直接为 **1.3** 亿人提供了工作岗位，这个数字在过去数十年一直保持相对平稳。
- 在每一个制造领域，都有为数众多的中国企业展开激烈竞争。例如，中国目前建筑材料厂超过 **3** 万家，产品从瓷砖到木地板无不囊括。

- 中国的制造业有很多突出优势，其中之一是传统上较低的劳动力成本。平均每小时工资 2.1 美元，仅为美国的 15%，美国为每小时 35 美元（虽然这一点目前正在迅速改变）。另一个优势是迅速膨胀的国内市场。例如每年汽车销售量已经达到 1500 万辆，超过了美国的 1300 万辆。持续增加的工科人才也是一大优势。其他优势还包括大量的基础设施投资和快速发展的供应商网络。进而，这些优势又可以像滚雪球一样带来更多优势。

以上这些并不意味着中国的制造企业没有遇到问题。实际上它们正疲于应对一大堆难题，例如复杂的全球供应链、挑剔的本土和全球客户以及国际市场的波动性。为了应对这些挑战，中国企业主要采取了两类战略：

- 积极从低技术含量的组装向先进制造转型。十年前，中国出口的大部分产品属于基本品类，如玩具和纺织品，现今，中国大部分出口产品可被归类为技术类，包括手机、引擎系统、汽车等，可能很快还会出口飞机。出口商品直接附加值已经从 20 世纪 80 年代的 20% 提高到今天的 50%。

- 第二个战略是从高成本的东部沿海地区迁移到低成本的中西部地区。持续改善的基础设施、不断增长的当地市场、更廉价的劳动力以及稳定的教育投入，这些都吸引了那些成本敏感型企业投资于中西部。在大熊猫的故乡西部城市成都，快速发展的高新科技园区已经吸引了英特尔、AMD、惠普和很多跨国高科技企业进入。武汉东湖新技术开发区（光纤通信产业）则受益于当地院校培养的大量理工科人才。这些举措的效果有待观察，但现状值得关注。

1.1 任正非和华为的故事

有一家中国公司把握住了制造业大趋势，从而获得巨大成功，它可能是时至今日最为国际化的中国企业。

由任正非于 1987 年创立的华为，如今已成为全球最大的电信设备制造企业。华为生产移动网络路由器、电话交换机、手持设备、Wi-Fi 设备以及几乎与电信业相关的所有产品。华为在全球 140 个国家开展业务，年营收达到 360 亿美元（2012 年数据）。这家公司拥有 15 万名员工，在中国、美国、德国、瑞

典、爱尔兰、印度、俄罗斯和土耳其设有 16 个研发中心。2012 年，华为实现了夙愿：即超越爱立信成为全球电信网络设备制造业老大，当然排名可能取决于怎样定义。

1.2 又一个从贫穷到巨富的深圳故事

华为创始人任正非 1944 年出生于中国西南地区的贵州。他的故事在很多方面和上一章的王石很类似：都在同一时期出生，都来自西南部，都在改革开放前经历了坎坷的 20 世纪 70 年代，最终都在一个对的时间来到深圳，成就了各自的财富神话。

任正非出生于教师家庭，父母都是都匀一中的教师。王石的家庭与解放军素有渊源，任正非的家庭则与国民党有些关系——他的父亲曾在广州的一家军队器械厂做过会计。这段历史后来给任正非带来不少麻烦。

高中毕业后，任正非进入重庆建筑工程学院就读。毕业后参军从事军事科技研发，并从这时起就展示出出色的技术能力。如果说王石本质上是商人，任正非则是工程师。据说他在部队里贡献了很多技术创新，由于工作出色，他曾经被选中参加 1978 年全国科学大会。

任正非在 38 岁时从部队转业，当时的大背景是部队裁军 5 万人。中国此时刚刚开始历史性的对外开放，任正非开过电子公司。与王石一样，当时没有任何迹象表明任正非会达到日后的成就。

这一决定性的时刻发生在 1987 年，43 岁的任正非决定去深圳发展。他来到朝气蓬勃的深圳，创办了一家很小的电子公司，叫做华为。注册资金约为 5000 美元。

与王石的万科非常类似的是，华为是从做贸易起步的。华为的首份合同是代理中资控股的香港某公司的小型用户交换机（PBX）。PBX 是公司内部总机转分机的设备，以很少的外部线路连接很多内线（所以不是公司里所有的电话都能通过自己的线路呼叫外部）。

王石通过代理和做贸易赚到了进军房地产业的第一笔资金，任正非的第一桶金则是用来加深对高科技产业的了解。他的目标是在外国竞争对手占据压倒性优势的领域创建本土技术公司。因此任正非和下属把赚的钱从各自的口袋里拿出来投资给了公司，专注于研发电信设备。1993年，华为已经为中国市场开发出自身的用户交换机产品。

非常幸运的是，制造业和中国的电信设备行业都在迅猛发展。华为扩展了其产品线，且非常善于瞄准缝隙市场。华为将重点放在农村和三线城市，这里的市场需求比大城市少，但竞争也没那么激烈。定位于二三线城市的战略也是中国制造企业的一个普遍战略，之后我们还将进一步讨论。这对于避免国外竞争对手非常有效——国外对手的技术更为领先，但是通常都将重点放在更容易进入的一线城市。

华为快速增长，到1995年企业年营收达到了1.63亿美元，主要是为农村地区的小企业和酒店提供电信设备。

1997年，华为下了一步重要的棋：向国际市场扩张。此举不仅开拓了新的潜在市场，也跳脱了本土市场的困境。华为的首笔国际生意是香港和记黄埔公司的电信订单（固网产品）。初战告捷，就此开始了国际化之旅。其海外扩张速度是任何一家中国公司无法企及的：华为覆盖了整个亚洲，扩张到了中东和非洲。在很多方面，华为的全球化还是沿用国内市场所采用的“农村包围城市”的先易后难策略：定位于发展中国家市场，销售额虽低但竞争也不激烈。华为早期的很多订单都来自东南亚、非洲和东欧，这些都是跨国巨头们所忽略的市场。

华为采取的主要是低价策略。有时，华为甚至为客户提供在一段时间内免费使用初级系统，等到其用户达到一定数量才要求付款。中国的制造企业如何利用其经济规模打败跨国公司是一个值得讨论的话题。是的，低成本优势的确存在，但是它们也有能力生产定制产品，原因是中国企业使用人工而非自动化。“低成本+定制化”战略对小规模的缝隙市场特别有效，如中东或三线中国城市。定制化对于跨国企业而言非常难，意味着它们要么需要增加劳动力，要么花大

价钱改造自动化工厂。如果要在一个较小的市场与奉行低价格和全面定制化的对手较量，跨国企业常常认为这个市场不值得竞争。

这一战略（以及其他战略）到现在都是行之有效的。华为从 90 年代末开始获得市场份额，到 2002 年，海外市场营收已经达到了 5.52 亿美元。2005 年，海外订单首次超过了国内订单。2009 年华为排名全球电信设备商第二位，仅次于爱立信。到 2012 年华为成为全球老大时，其 360 亿美元的总营收中有 2/3 来自中国以外的市场。

也是在这些年，华为不再只是生产电信设备，也拓展到了全球性的服务和装置领域，如智能手机和平板电脑。目前华为已经把 LG 和 HTC 甩在了身后，成为全球第五大手机制造商。

如今，华为被认为是最著名的中国品牌，也被认为是全球领先的高科技公司之一，与苹果、谷歌、三星和索尼齐名。美国《时代周刊》将任正非列入全球一百位最具影响力的人物。2010 年美国知名商业媒体 Fast Company 评出了 2010 年最具创新力的公司，华为排名第五。

任正非一直是华为的总裁。他是中国家喻户晓的亿万富翁，也最不愿意接受媒体采访。2013 年，快 70 岁的任正非才在新西兰首度接受了媒体采访。

华为 Mate 10 制造成本曝光，与 iPhone 8 形成鲜明对比

华为 Mate10 发布已经有一段时间了，国内发布的价格与国外价格有十分大的差距，让国内民众纷纷赞叹这个民族品牌，对于这个良心的价格，国人肯定不会有太多的质疑，但是享受更高的价格的国外民众就不是那么想了，外媒 tech-insights 终于对华为 Mate10 进行了芯片级拆解与分析，发现华为 Mate10 的制造成本仅为 1800 元，比 iPhone 8 还要高一点，比 iPhone X 和三星 Galaxy S8 还要低很多。

整部华为 Mate 10 最值钱的或许就是华为自家研发的麒麟 970 芯片，大核面积缩小了 38%，小核面积缩小了 25%，整体面积比前代缩小了 18%，但是

核心数却增加了许多，而且麒麟 970 还支持人工智能 AI 技术，为整合芯片的成本提升巨大。除了核心拆解分析之外，整机的其他部件都进行了拆解评估，其中还有新的射频收发器海思 Hi6363，使得华为能够达到 Cat 18/Cat 13 的速度。

华为 Mate10 的内存、存储都要比 iPhone 8 要贵，与徕卡合作所采用的徕卡镜头也比 iPhone 8 的镜头要贵，当然，在屏幕成本上却是低于 iPhone 8，iPhone X 与三星 S8 比华为 Mate 10 贵得多的原因很大部分是屏幕成本问题，其他如射频收发器、电源管理器等其他细节配置的成本与其他手机没有太大的成本差距（见下图）。

会看到华为 Mate 10 的国内售价，对比一下制造成本，还是算得上是良心产品，像 iPhone 8 这样的吃着巨大的利润相比显得还算是仁义，有时候民族品牌的良心会在对比中突显出来。

	Apple iPhone X A1901	Apple iPhone 8 A1905	Huawei Mate 10 (Quick Turn Teardown)	Samsung Galaxy S8 SM-G950F
Teardown Date	November 2017	October 2017	October 2017	April 2017
Applications Processor	\$52.00	\$52.00	—	—
Applications / Baseband Processor	—	—	\$52.50	\$71.00
Baseband Processor	\$14.50	\$14.50	—	—
Battery	\$4.00	\$4.00	\$6.00	\$4.00
Camera / Image	\$40.00	\$20.00	\$35.00	\$25.50
Connectivity	\$11.50	\$11.50	\$6.50	\$10.50
Display / Touchscreen	\$65.50	\$36.00	\$31.00	\$76.50
Memory: Non-Volatile**	\$20.50	\$20.50	\$24.00	\$22.00
Memory: Volatile	\$25.50	\$16.50	\$31.50	\$18.00
Mixed Signal	\$0.50	—	\$0.50	—
Non-Electronics	\$36.00	\$21.50	\$17.00	\$21.50
Other	\$16.00	\$15.50	\$17.50	\$15.50
Power Management / Audio	\$14.00	\$12.00	\$10.50	\$8.50
RF Component	\$21.00	\$25.00	\$20.50	\$18.50
Sensor	\$2.00	\$4.00	\$5.50	\$4.50
Substrates	\$14.50	\$9.00	\$9.50	\$11.00
Supporting Materials	\$3.50	\$7.00	\$8.00	\$7.50
Final Assembly & Test	\$16.50	\$16.00	\$14.50	\$12.00
Total	\$357.50	\$285.00	\$290.00	\$326.50

1.3 华为的成功秘诀

与万科一样，华为也赶上了天时地利。万科成功地把握住了城镇化的大趋势，华为则把握住了制造业的机遇。这使得两家公司不仅在中国市场，也在全

球市场获得了成功。关键的问题是：这两家公司是怎样获得成功？又是什么让它们区别于一众本土对手？最后甚至能够与爱立信、思科和摩托罗拉这样的跨国巨头相抗衡？

华为全球化的成功恰恰是中国制造业优势巧妙地应用于国际市场的结果。华为一个一个合同、一个一个市场地攻克。任正非还实施了华为 20 年来奉行的原则，包括：

- （1）专注电信领域；
- （2）投入年营收的 10%用于研发；
- （3）大力投资于人才；
- （4）崇尚“狼性文化”。

需要简单解释一下这些原则。

首先是专注于电信领域。华为在发展历程中有很多机会可以实施多元化。在中国经济快速发展的年代，华为规模很大，赚钱又多，为什么不做房地产？很多公司都这么做了。为什么不进入其他制造领域？为什么不做私募投资？这些都是比较常见的选择。很多大公司成了多元化巨头。但是任正非选择专注于电信行业，这甚至意味着离开中国，远征非洲和拉美。随着华为利用其财务资源和生产规模，接二连三赢得新市场，这条原则为其带来了丰厚的回报。

第三条关于人才的原则非常有趣。华为的人才战略似乎对于其成功至关重要。中国的人才流失率之高是一个大问题，特别是工程师。华为为此设计出了独特的股权结构。据报道，任正非在华为的总持股比例只有 1.48%，其余 98% 的股权都是“虚拟受限股”，据说由全体员工持有。我们不知道这些说法的可信度有多高，因为信息并非 100%透明。很显然华为员工可依据任职年限购买相应比例的内部股票，所以任职时间越久，所持股票越多。因此，华为能够长远地维系住一支高水准的核心人才团队。

最后，任正非创建了被他称为“狼性”的公司文化，包括三个关键要素：不屈不挠的进攻精神；勇于自我牺牲的团队意识；敏锐的嗅觉。他说华为如果有志于成为全球性公司，每名员工都需要有狼性精神。华为可能不是像爱立信那样的狮子，但是可以团结起来对雄狮发起围攻，直到雄狮筋疲力尽。

狼群显然也不容易受到惊吓。在 2012 年利比亚的内战中，华为是唯一一家没有把员工撤回中国的国际企业。

根据本书的叙事结构，我们给了该趋势的数据，也讲了一个小故事。下面，我们将逐一阐述四个要点。如果感觉得枯燥，只看要点也可。

1.3.1 低成本助你赢遍中国大部分地区

中国是很多跨国公司的“必赢”市场。当 90 年代它们刚刚进入中国市场时，本土制造商基本上不足以构成威胁。西门子和强生丝毫不担心那些原本生产自行车的厂家一夜之间生产起了超声波检测仪器。跨国巨头们拥有响亮的品牌、先进的技术以及沉甸甸的钱袋子。那个时候，威胁主要来自其他跨国公司——那些在全球市场长期的对手。

快进到 2013 年，中国市场的竞争变得异常激烈，特别是本土和跨国制造企业之间。现在大家都有了钱有了规模。虽然跨国公司的品牌和技术优势犹存，但本土企业的成本和政治优势不容低估。正如沃伦·巴菲特的合作伙伴 Charlie Manger 说的那样：“在伯克希尔·哈撒韦公司（Berkshire Hathaway Cooperation），我们不喜欢跟中国制造企业竞争。”

一个双方激烈竞争的市场是医疗器械，包括前文提及的超声波检测仪器。

未来 8 年中国在医疗领域的支出将会翻三番。如果再考虑到 13 亿人口的大市场，就不难理解为什么几乎所有的超声波仪器和其他医疗设备制造商都对中国市场虎视眈眈。通用医疗、飞利浦、雅培、强生和美敦力都在中国安营扎寨。如今，这些跨国公司主导了一线城市的高端产品，例如磁力共振扫描（MRI）

和超声波仪器。如果你到北京或广州就医，很可能就会看到洋品牌的磁力共振扫描。

但是，中高端产品仅占中国医疗设备市场的 25%。一旦离开了一线城市，医院里就是低端的中国产品，如迈瑞、康辉、威高和微创等品牌。现在，国产品牌占据了 50% 强的医疗设备市场。咸鱼翻身，当年的自行车和鞋类小厂家早已不复存在。这是怎么一回事？中国制造企业是如何主导高科技产品的市场的？

根本原因还是低成本和低价格。直到今天，低成本还是赢得大部分中国市场的不二法宝，显然中国制造企业具有显著优势。例如，进口的冠状动脉支架（即心脏支架）价格为 3200 美元，而国产只要 2500 美元甚至更低。

二、三线城市和农村地区的医院预算有限。因此，对医疗设备这类昂贵的产品而言，价格是非常敏感的因素。而且，中国公司在边远市场的销售经验也更丰富。这与华为的早期战略相同：将重点放在规模更小，更偏远的地区，且采取低价策略。这样的市场大型跨国公司通常都会放弃。

然而，就是这样，一个接一个地攻克客户，就像狼群围绕着猎物发起进攻一样，本土公司也在逐一侵蚀跨国公司的客户池。

情况还变得更不妙。产品价格低，利润率却很高。骨科材料企业如康辉和威高的利润率估计可达 40%—50%。微创和乐普的利润率估计可达 35%—55%。这些低成本的竞争者手握充实资金，且不遗余力地投入到扩大规模和研发之中。

但是，跨国企业同样在中国生产、制造。为什么成本结构会不同？本土公司怎么做到成本更低？

我们认为，要成为中国市场的低成本医疗设备制造商，必须具备更低的产品成本、更广泛更廉价的分销渠道，以及良好的政府关系。

实际上，中国医疗设备供应商的大部分成本优势来自销售和分销，而不是制造本身。中国幅员广阔，医院分销商超过 15000 家。由于没有全国性分销商，想要渗透到小城市和农村地区就非常困难。中国公司在国内大范围低价销售和分销方面经验老道。例如中国迈瑞公司的销售代表超过了 1500 名，是中国最大的分销网络。

因此，争夺中国市场主要依靠低成本。但是并非看上去那么简单。

1.3.2 关键一战是中端市场

如前所述，中国的医疗设备供应商以低成本主导了低端市场，跨国企业则在更注重品牌和技术的高端市场做得更好。

问题出现了。本土公司持续投资于销售力量、产能和研发的发展壮大。例如，2011 年迈瑞公司 18% 的年营收投在了研发。它们都想成为高端医疗设备制造商，也开始向跨国企业占领的中高端市场进军。

这将导致中端市场的激烈竞争。中国公司加快技术的升级，并开始进入二线甚至一线城市。与此同时，外资公司努力控制成本，且转战二、三线城市。通常，跨国公司通过收购中国公司来实现这一目标。

今天，你可以看到各个行业对中端市场的争夺。这也是中国市场变革的主要趋势。有时中国公司胜出，有时跨国公司胜出，双方胜负难分。但无论如何，这是一场值得关注的竞争。

1.3.3 中国的制造业走向全球——但还看不出谁会胜出

争夺中端市场是本土市场上制造业的发展态势。那么海外市场如何呢？美国市场呢？

走向全球是当今中国 CEO 的集体梦想。2008 年麦肯锡与 39 家中国公司的高管进行了访谈，近八成高管表示全球化是公司的战略重点。一半受访者希望公司在十年内实现真正的国际化。中国企业似乎的确在朝着这一方向发展。

十年前,《财富》世界 500 强榜单上中国企业仅占 11 席, 2013 年上榜企业增加到了 73 家。从国别看,中国是上榜企业数量第二多的国家(在美国之后)。

但是如果仔细分析就会发现,这并不能说明中国企业的国际化程度。大部分跻身《财富》世界 500 强的中国企业是因为其在本国市场的规模,而非全球化。中国制造企业是否有能力在海外市场直接竞争也有待观察。

直到现在,大部分中国企业的全球化并没有占领西方市场。在发展中国家,全球化是为了寻求缝隙市场和自然资源。而在发达国家,通常是为了获取技术、品牌和管理经验。

但是,成为真正的国际性企业是最终梦想。这意味着必须直接赢得西方市场。为了实现这一目标,它们纷纷在海外设立研发中心,成立合资企业,并在高端市场中寻求有机增长。它们知道最终是要直接与强大的西方老牌企业竞争。

究竟谁会赢这一国际化竞争,目前还不明朗。这将会是一个不断发展的商业故事。但是我们可以得出一个结论:全世界的消费者都将于此受益。

1.3.4 制造业规模之战通常是谁坚持到最后,中国制造业常常通过打造起巨大的规模效应而赢得本土市场,规模之战就像“斗鸡博弈”(game of chicken)

你必须愿意扩张产能,比对手更大。这样通常会导致异常残酷、赢者通吃的战争,结局是最大的公司能赚到一些钱,老二盈亏打平,其余的一败涂地。最终,当大规模的产能战趋于稳定时,效率最高者成了唯一存活的公司。

西方媒体总是喋喋不休于中国是多么的低效、产能又是多么的过剩,说这是政治经济体系所导致的。但是它恰恰是把竞争者踢出局,最后只留下唯一生存者的通用方法。钢铁业随着利润的下跌看起来已经出现这一趋势。

这一战略也常常被中国公司应用到其他新兴市场。它们规模大，还卖得便宜，这种策略总能取得效果。

但是如前所述，这一战略并不适用于西方市场，特别是与市场份额和品牌资产都非常稳定的西方对手竞争。虽然在管理层未能及时作出应对的情况下，可能会损失一些市场份额，但西方公司的品牌资产通常更为根深蒂固，也更难打破。品牌资产恰恰是西方企业对抗中国的制造业的关键防火墙。

中国制造企业如果要想赢得全球市场，首先要赢得本土市场，这意味着要在中端市场展开竞争。但是赢得中国市场并不能保证就可以赢得全球市场。清楚的一点是，中国制造企业并不满足于其当前的状态，它们希望成为未来的索尼、三星和丰田，这些来自以往的新兴国家，最终在高端市场做到全球领先的制造业巨头。

第二章 我们向制造部学习什么？

2.1 让精益生产插上智能化的翅膀

安静、有序是走进制造车间的第一印象。在数字化、可视化、智能化的物联网技术应用下，热火朝天的、喧嚣的大生产场景一去不返，取而代之的是机械臂和数字化设备在程序指令下，“静寂”地精确循环。

整个生产基地，从大卡车向基地运货、物料自动仓储入库、生产线自动提取配件、产成品出库，全线智能化管理。大数据、可视化管理，远不止生产基地，上至全球供应商的质量控制，下至维修店的故障分析，均在指挥中心的“数字大脑”上可以随时调取，监控。生产基地的自动化/数字化/智能制造标杆车间，每一台生产设备、每一位员工，每一件物料，均成为物联网上的一个数字化、可视化、智能化的节点。

2.2 产品如人品：质量第一、交付第二、成本第三

1999 年，制造部就与德国 FhG 合作厂房布局和自动化设计；2002 年起，在西门子管理学院的指导下推行六西格玛全面质量管理；2006 年，请丰田退休董事担任精益生产顾问；2012 年，又引入杜邦的安全生产先进实践。经过持续努力，产品直通率达到了 97.89%（日本领先的精益生产企业水平直通率为 99%）。

正是在开放的理念下，华为和世界上最好的公司合作、和世界上最优秀的人在一起，从而精炼出最高质量。

质量是企业的生存之本，一流的工具是生产出一流产品的必要元素，正如任总所说：“我们所有业务的本质是实现高质量，高质量的实现是需要投入高成本的，我们一定要明白我们要的是胜利。”

“质量与交付发生冲突，质量优先；交付与成本发生冲突，交付优先”，制造部总裁李建国介绍，质量第一、交付第二、成本第三的华为制造质量管理理念，是华为产品高品质的保证。

产品如人品。不管时代如何变化，以客户为中心，履行对客户的承诺，始终是质量管理的根基。

2.3 向制造部学习什么？

2.3.1 大志小行、知行合一、让持续改善成为习惯

“管理得不细，就像走在沼泽地。管理得细，就像走在大路上，越走越快”，李建国认为管理的改进，首先建立在发现问题、解决问题的基础之上。发现问题就是寻找改善点，找到改善点就可以通过改善为公司增加盈利，所以发现问题就是“寻宝”。

造就精益的活动，称之为改善。改善，就是今天的工作比昨天做得好，明天的工作比今天做得更好，天天小改进，年年大进步。对于组织和个人来说，持续改善的最高境界，就是让改善成为日常习惯。丰田不是一夜成为世界第一，

而是经历了六七十年日复一日地改善。“持续改善、精益生产”，正是自我批判在制造部的例行践行。

持续改善，其本质是精益求精。在视力、人手控制等生理局限下，人工装配的“精益求精”已经无法和机器抗衡。智能化、自动化工业生产的优势在于一天装配几万个部件，却可以做到分毫不差。但不断寻求自我突破和改进的工匠精神内核依然没有改变。

李建国介绍，原来华为生产是批量生产模式，生产过程中等待多、浪费多，周期长。面对今天的快速供货需求，华为不断加强供应链的快速响应能力，整个生产体系选择以缩短制造周期为主线持续进行精益改善，通过采用“一个流”生产模式等把制造业务做精做简，再大力推行生产自动化，并用智能化牵引，持续减少和消除各种等待和浪费，取得了生产周期、质量和效率的同步改善。

我们在松山湖基地现场看到，原来需要八九十人人的手机生产线，现在只需 28 人，第一台手机产出与第二台手机产出间隔 28.5 秒。偌大的厂房，已看不到人推小车运送物料的场景。这样的例子，不胜枚举……

每个生产车间都有一面墙的英雄榜，上面贴满因改进而获得奖励的员工照片。在员工获奖事迹里，我们看到许多诸如“节约 6600 秒/线”“每班次减少 200 次弯腰”的表述。无论是布局优化，还是卡托改进，制造部鼓励全员改善、自主改善，充分体现出制造部践行“小改进、大奖励”理念的执行力。

李建国回忆说，日本顾问在无线模块装配环节进行指导时，提出将电批由放在作业台上改为挂起来，每次取放节约 1 秒。面对我们的不可思议的表情，日本顾问表示只有真正重视每个哪怕只有 1 秒的改善点，才可能取得“大收益”。丰田正是通过几十万人在同一个平台上，经过几十年一点一滴的持续改善，才最终取得了今天的成就。改善要“从大处着眼，从小处着手”，实现世界级的制造工艺、制造管理和制造质量是华为制造人共同的梦想，但他们都从自己做起，从实际工作做起。每一件小事都做好了，也就是做好了“大事”。

任总在公共关系年会上说，假大空成不了世界第一，世界第一就是一件件小事积累起来的。公共关系提升也是一个长期、持续的过程，我们不能期望做一件大事改变一个营商环境。若要在当地国家改变认知，获得理解，建立信任，减少发展阻力，需要的正是这种几年、十几年、几十年碎片化、润物细无声的过程。“大志小行、知行合一、持续改进”的工作要求，同样适合公共关系工作。

2.3.2 自动化背后的英雄不是机器，而是人的智慧

在自动化、智能化生产过程中，人看不见了，但智慧无处不在。从提取配件到整机打包，手机生产线只有 120 米。连以往被认为无法随线的集中式庞大老化房都小型化、随线了，高度降到 1.6 米。改善的智慧，并不完全依赖硬件资源投入。只要多想、多试，一定有更好的方法。

李建国讲了一个故事，在精益改善过程中，日本顾问要求针对问题提出至少七种解决方案。为什么要七种方案？就是要把智慧充分发挥出来。针对多个方案分析利弊得失，上下游达成一致，最后再快速实施。

自动化生产背后的英雄是人，而不是机器。在自动化时代，精兵路线，更需要加大对高端人才的引进，以及与专业领域的权威的深度合作。

商业环境改善不是靠多建一个厂，多招一个人，多投一分钱，而是靠我们的专业能力去沟通和推动，高度依赖于人才的技能与经验。所以我们采取精兵战略，重人才质量，不追求数量，在各个领域引入专家和明白人，对外广交朋友、为我所用，以“公共关系八项基本工作原则”为指引，在全球开展工作。

2.3.3 可视化、数据化应用对公共关系 IT 化的借鉴意义

制造部从“精益生产”向“以精益生产为基础的智能化”转变，让精益生产插上智能化的翅膀，用自动化/数字化/智能化的工具和技术改造制造业务，大幅提升了生产效率。

可视化平台给予管理者以一种超广度和深度的视觉能力，可以打破物理空间与时间的制约，展示与再现任何时间的任何对象的任何信息，从而开启一种全新的可能性。

公共关系在对外沟通平台、全球项目管理、利益相关人管理、企业声誉与舆情监测、全球资源整合等管理上，与制造部的可视化、平台化管理还有大差距，应加大 IT 平台、数据分析系统等建设，为全球公共关系专家们提供实时、智能化的知识、工具与平台。

2.3.4 以规则的确定性，确保质量的稳定性

制造部的自动化生产，以高精密的设备替代人力，最大程度的降低了误差，是以规则的确定性确保了质量的稳定性。

尽管公共关系更多的是面对不确定性工作，“用法律遵从的确定性，来应对政治的不确定性”是公共关系工作的纲领，我们必须严格遵循，以保证正确的工作方向和质量的工作输出。

以开放的心态，向业内公共关系和政府关系专家学习和合作，用追求极致的工匠精神、严格的法律遵从、更务实和有弹性的业务流程，把公共关系的工作做得更加卓越和高效，春雨润物细无声，应该成为我们每一位公共关系从业者的追求和使命。

心声社区部分网友回复——

战士马甲：

我曾经从事研发十四年，做算法研究，软件（用过汇编语言），测试等，比大部分的研发更纯正。来华为不到一年，刚好做制造有关工作，看到那么多人看轻制造，骨鲠在喉，忍不住说几句。估计说那些话的都没有去从事过制造的工作，就跟我以前的想法有些相似。但是，我想说，事情不是你们想的那么简单！

1、制造为了产品质量，可谓是一头不是人。试问那些富士康等代工厂在发生质量问题的时候，会追着研发管吗？

当然问题会反映，但是你研发有没有反应，有没有解决不关我事，反正我是拿钱给你代工的，质量好不好跟我没关系，我拿到加工费得了，没必要得罪你弄得大家都不好过！可是我们制造不行啊，义不容辞，什么改进质量，降低不良率，还是增加产品的质量可靠性，这些方方面面都涉及到研发，有事只能追着研发跑。得，得罪人了！所以，研发的同事最讨厌制造了，他们就是个刺头！！

2、研发有时确实不给力，出现问题都几个月了，愣是没有个解决方案，实在不行有个妥协方案也好。研发的不会知道，出现问题的比例达到一定程度必须停产停线（不停线假如真的有问题还批量生产那就惨了），几十上百个人就在那晾着了，而且上面一帮人的考核都会影响，同时还影响计划（今天少生产多了直接影响明天后天的计划安排）。还有更重要的是，假如问题没搞清楚，生产出来的东西有批量问题怎么办？谁来负责？负得起这个责任吗？

3、制造，顾名思义就是个生产的，就是制造产品的。有关制造的问题他们解决天经地义，但是碰到有关产品技术问题，不找研发找谁啊，不找设计的人找谁啊？就算制造有能力搞定产品技术问题，那研发就不应该为自己开发的产品负责？

4、最主要一点，制造的人也是忙得很，没必要跟大家过不去。有事情解决不了才找人求助，难道会找人去解决生产问题？有人说一个螺丝也会求助研发，但是这个螺丝只是拧紧一下我相信不会找人，说不定这个螺丝的尺寸不合格有问题，不找设计的改难道自己拿锯子干或者下次继续不合格？！

5、制造也许有各种弊端，各种通病，我从十几年的外企去到里面，比你们更有深刻体会。但是，正是有他们在不断的挑刺，不断改进，才有我们产品质量的飞快进步。

最后说，大家都在同一条船上，没必要看轻制造，他们也不容易，都是为了把工作做好。多体谅一点，站在别人的角度，会有不同的心态。

粤 S 粤：

任总在松山湖工厂考察的讲话，我们的目的是实现高质量。制造要把产品做出来交付出去，一方面培养工匠技师，精益求精，能打硬仗，扎扎实实把好出厂质量关；另一方面要与时俱进，逐步实现自动化智能化生产，制造需要向上下游延伸，质量向研发和产业链前移，“解决输入和输出的标准化和简化”。

如果说向制造部学习，我的理解不是吹毛求疵看某个个体，而是一种期望，期望制造部耐得住寂寞有工匠的精神，有做大质量的胸怀和眼界，最终实现公司追求的高质量，成为 ICT 行业高质量的代名词。

我们还任重道远。

跑得更快：

研发、物料、计划等各方面的问题都在制造反映出来。要不就是推动各方面解决，要不就是逆来顺受。哪个更利于公司的发展是不言而喻的。问题解决过程中必定会带来一些争议，再发现解决方案，接下来再出现争议、再解决，也是一个能力螺旋上升的过程。

不断爬的乌龟：

看完这篇文章，为公共及政府事务部点赞，赞其虚心学习兄弟部门做得好的方面；也为制造部点赞，一直坚持“质量第一”原则，严格为出厂质量把关；懂质量管理的同事都知道，从设计源头构建好质量，用质量好的物料，才制造出高质量的产品，研发、采购（供应商来料）、制造三环节质量保障缺一不可；实际上，上述部门在产业链质量、ICT 物料端到端质量改进、质量预警、五层防护网等联合改进项目协同良好，产品质量不断提升，是有目共睹的；但在质量问题处理、改进上，各环节确实存在争论，有时分歧较大，有争论才不断明

白，减少风险隐患；公司还提倡红、蓝军呢。只要我们把这些问题当作“我们”的问题，共同改进才能进步，因为质量是“一荣俱荣，一损俱损”。

逆风前行：

看了上面的评论，作为研发人员也想说一说，跟制造打交道很多年了，我觉得大家心态还是要开放一点。制造作为产品的最后一个环节，我倒认为敢于暴露问题没什么不妥，如果有一天没有人敢说问题了，那才是最危险的。

制造的邮件或短信通报因为对问题暴露及时，而且有些问题很快就到了一定层级的领导，这会给人很大压力，但也让人无法忽视问题只能及时解决，虽然这样难受一点，但总比把问题隐瞒着留给最终客户要好。上面抱怨的我想多少是在工作中有过问题的，也正因为这样才会如此抱怨，如果做到没有问题，那还有什么担心被通报。其实制造除了暴露问题也在不断组织大家快速处理问题，大家不要只觉得自己难受，制造同样难受，停线了制造需要组织大家快速复线、出批量问题后要组织大家快速返工处理，制造也在不断完善问题的快速处理流程和机制。还是要多沟通，有问题当面提出来，共同改进，这样才能把华为的产品真正做出高质量。

最后引用老板在松山湖工厂考察时的讲话大家一起学习“你们想打通、要透明化，要从源头开始，源头不准确，后面的东西都不可能准确。产品的引入就要有标准控制。要把可制造、易交付、免维护或少维护融入产品开发的源头去。输入的产品怎么集约化。产品验收模板就是一个筛子，得研发自己钻这个筛子，钻不过这个筛子的东西就不准他投产，这样就倒逼研发改进。

不能没有想法：

打着高质量的幌子，推行领导的形象工程，敢问我们的这种制造成本以及效率，如何跟别人竞争？产品线用的起吗？客户买得起吗？现在真正扛大旗的还不是 EMS 厂家，松山湖就是给客户和领导参观用的样板工程。不记成本、不管交付脱离实际的一味的高质量要求，最后的结果就是产品做成工艺品，产线

做成了展示线，公司产品脱离实际的高质量要求导致产品交付不出来，脱离实际的高质量成本导致价高卖不出去！

静下来才有理性：

换个角度看，既然原帖似有推送制造的意图，本人也希望制造领域能成为公司重要且真正受尊重的部门，在公司产品交付质量中起到最后的堤坝作用。这里也基于自己对制造交往的了解，给制造部门提一点改进参考建议，说是吐槽也好，没有别的意思，只是希望制造变的越来越好：

1、质量优先，不是说质量就是一方说了算，也不简单是规范、标准符合与否的问题，是要基于市场成功、客户影响以及当前行业能力（我司能力、供应链能力等）等综合考虑的。谁都想要高质量，但有些情况下大家都不能逃避的事实是，质量只能进行一定的妥协，按任总说的就是要有灰度，否则僵化的理解标准、规范，也不存在当前的华为了。制造领域可能是因为视野和经验问题，或者说为了制造领域最安全的措施和要求，往往不能站在整体全流程看待具体质量问题，这也是研发和产品线和制造在质量活动上最大的分歧所在。我们不会因空气中有 PM2.5 就不呼吸，那除了窒息，看不出还有什么选择，当然也不能不去进一步改善环境，减少污染。如果质量就是僵化冰冷的规范、条款标准，那很多管理岗位，招一些文员操作足矣。

2、减少会议，提升决策和沟通效率。避免同一问题不同层面会议反复交流、讨论、通报，责任人不决策，层层升级决策较为普遍，这点在质量部门尤为突出。各种专项会议、例会（双周、月等），动辄十几二十几人参加，涉及很多部门。但其实需要解决的问题就是少数环节小范围沟通就解决了。希望没有针对性目的的例会，还是不开为好，尤其是涉及很多领域和人员的会议。有会议，就有很多胶片，有很多可有可无的泛泛的遗留问题。减少过多的大型会议，多针对性小范围沟通具体问题。我们的工作不是要做的大而好看（不少大会多是为了好看而已），而是要脚踏实地，默默无闻，这在制造领域非常重要。如哪天制造过于注重宣扬、体现自己，那制造就到了最危险的边沿。可惜制造有些部门正走在自我宣传、膨胀的路上，从无数频繁的会议、通报中能体现出来。

事实上，很多会议往往解决不了真正的问题，之所以有很多会议，一些情况下是为了责任备案、找存在、或为展示肌肉而已。

3、适度的组织和人员变动，制造需要稳定的组织和人员经验积累，但也不能以此为由，就不持续优化组织和人才。制造不少部门主管在一个岗位上很多年不会变动（相比研发和市场来说），可能会产生惯性思维和宗派问题，也不利于新思维和新氛围建设，业务面也比较窄，全局、全流程视野不足，也是在和周边领域对话中找不到共同频率的一个因素，不能在同一个层面上的沟通对话，是矛盾和分歧的最大人为因素。万物发展过程中不变的只有变。

4、适当改变工作方式，提升职业素养，有些制造人员觉得掌握了产品能否最后交付的话语权（有质量第一的尚方宝剑），在和研发等上游环节沟通上，有时趾高气昂，甚或盛气凌人，官气十足，这是导致研发、采购等领域对制造怨气最大的地方。华为人总体来说还是讲道理的，尤其是很多研发人员非常辛苦，制造人员在和研发沟通时，往往缺少对研发的人员设身处地的基本理解。要知道，研发才是解决、保障产品质量问题解决的最核心力量。

和制造在质量问题上难以有效沟通，是不少研发人员最深的感受。这方面，研发领域也需要改进，不少研发人员也是年轻气盛的。

爱拼才会赢 027:

制造部应借此机会重新定位在华为的地位，效仿代工厂的生产模式，树立研发的威望，尊重研发，研发是制造部的客户，制造部提升自我能力，在测试拦截，工装，设备，自动化，调试，工艺等方面树立华为最强音，以客户为中心，协助客户提供解决方案，相信这才是制造部的生存之道！

实事求是是生产力:

学习生产源头推进改进的方法：质量问题都是研发、采购物料为源头，这些都没有错，这些都是问题处理后的改进，只是希望制造部在问题出现后：

进一步促进把问题信息能够准确，样片能够有效保留，理货、父项信息能够在 1 个小时内拿出来更好，利用好现在 IT 工具。

钓鱼岛是中国的：

建议恢复公司当年的优良传统，所有研发和市场新员工都到供应链及制造过一遍再上岗，中高层领导有条件的 IPD 全流程里的各环节全走一遍，多了解制造。

制造的主管对产品开发流程也必须熟悉，向前端延伸管理好 DFM 相关需求，共同持续提高产品质量。

潜水中：

作为一名制造老兵，也跟大家分享一下体会吧。

出现质量问题时，制造也是严格按照质量问题分层分级流程组织各环节处理的，但在质量问题的处理、改进和预防上，各环节存在一定程度的制约和争论也是正常的，大家要理性对待。

但我们各个环节在技术分析、质量管理方法、沟通技巧、解决方案、决策效率等方面确实需要改进和提高，真正做到力出一孔，一切为了胜利。制造尽量做到生产现场的问题短平快自己处理，但一些难度较大的问题确实需求助研发，在此过程中难免有不妥之处，也请研发兄弟们多多海涵。

大家共同努力，争取早日成为 ICT 行业高质量的代名词贡献我们的力量。

湘中西南：

1、矛盾的结症应该在于现场问题的处理不彻底以及对问题产生因素的理解达不到统一。

2、研发希望制造产生的问题需要区分哪些是设计问题，哪些是设计可加强问题，哪些是制造问题或其它类问题。

3、需要设计、制造建立起良好的沟通渠道为开始，要以产品线决策为终点，避免无休止的争扯，不配合，不支持。

4、目前问题处理流程里面是有不足，对技术分析远远不足。

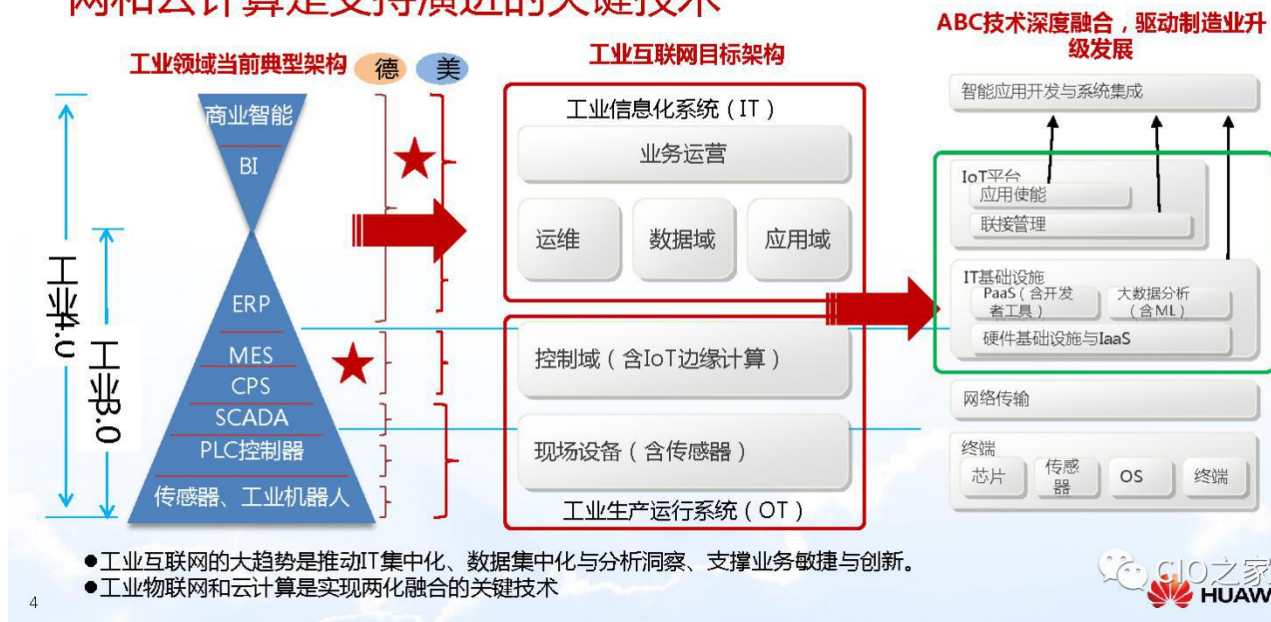
第三章 华为智能制造转型实践

数字化、智能化过程，实际上是把各层级之间打通、贯穿的一个过程。从数据被采集到分析再到集成，从设备、边缘计算到云计算再到不同平台之间、跨越企业边界的云互联，无论如何，业务最终要与现实世界打交道，因此必须要具备“感知-分析-执行”的闭环能力，必须有能力去执行，而不是只停留在信息层面。智能化设备、控制系统、连接都是其中非常关键的因素。

Agenda

- 智能制造产业洞察
- 整体架构以及原则
- 华为制造业解决方案
- 智能制造典型案例
- 生态与合作伙伴解决方案

趋势一:工业制造从2.0、3.0向4.0时代“两化融合”演进，物联网和云计算是支持演进的关键技术



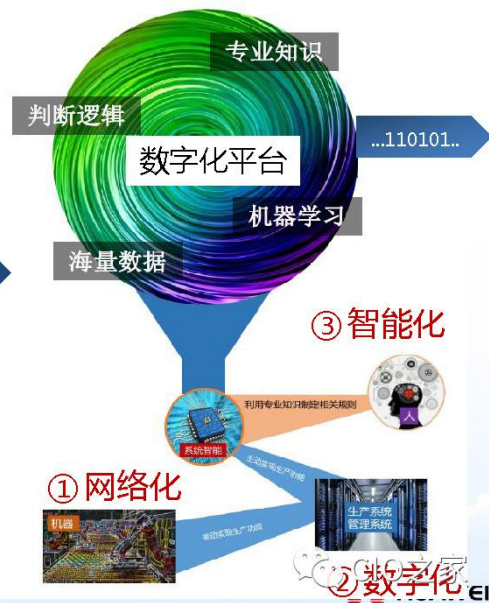
第四次工业革命 -> 网络化、数字化、智能化

德国工业4.0战略旨在通过充分利用信息通讯技术和网络空间虚拟系统—信息物理系统 (Cyber-Physical System) 相结合的手段，将制造业向智能化转型。

美国工业互联网战略旨在将智能设备、人和数据连接起来，并以智能的方式利用这些交换的数据，促进物理和数字世界的融合。新型工厂将通过互联网，实现内外服务的网络化，向互联工厂的趋势发展。

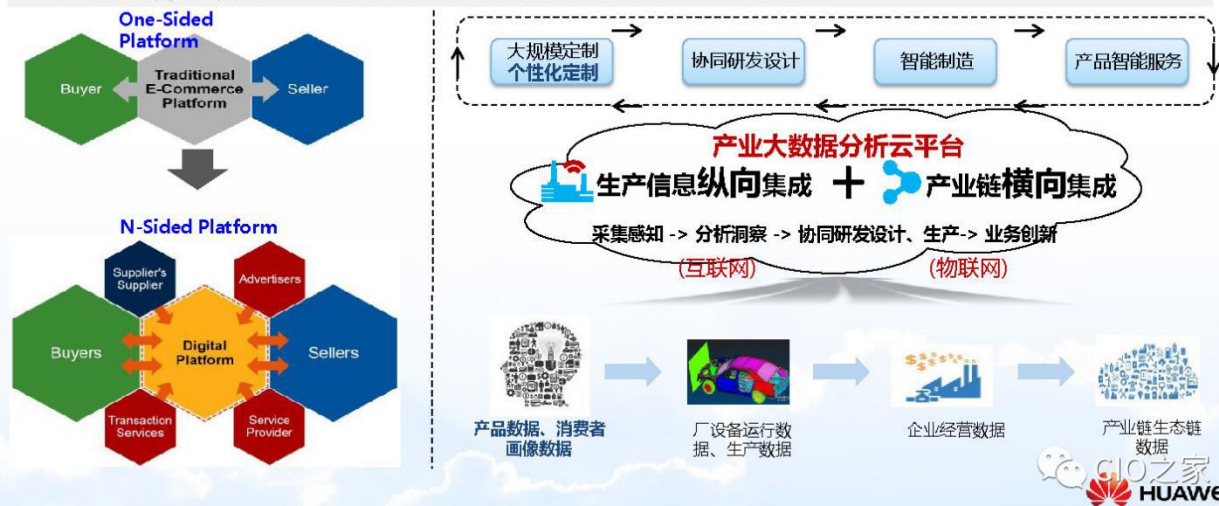
中国制造2025是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。旨在强化工业基础能力，提高综合集成水平，完善多层次多类型人才培养体系，促进产业转型升级，培育有中国特色的制造文化，实现制造业由大变强的历史跨越

制造业数字化转型



趋势二: 打破产业链大数据孤岛，数据驱动企业运营和业务模式创新

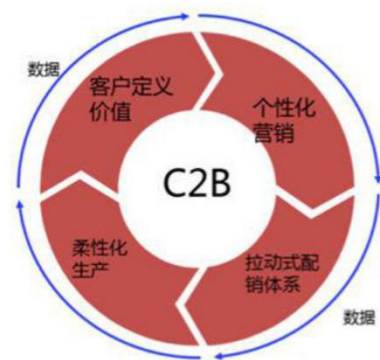
- ✓ 以消费者为中心，倒逼和促进新型的价值协同网的形成，基于互联网正在汇聚、分类、呈现、对接大量分散个性化需求；
- ✓ C2M模式，需要IT资源敏捷、弹性、可扩展、快速支撑，才能满足柔性生产的要求。



趋势三: C2B模式兴起，柔性生产是实现C2B的关键

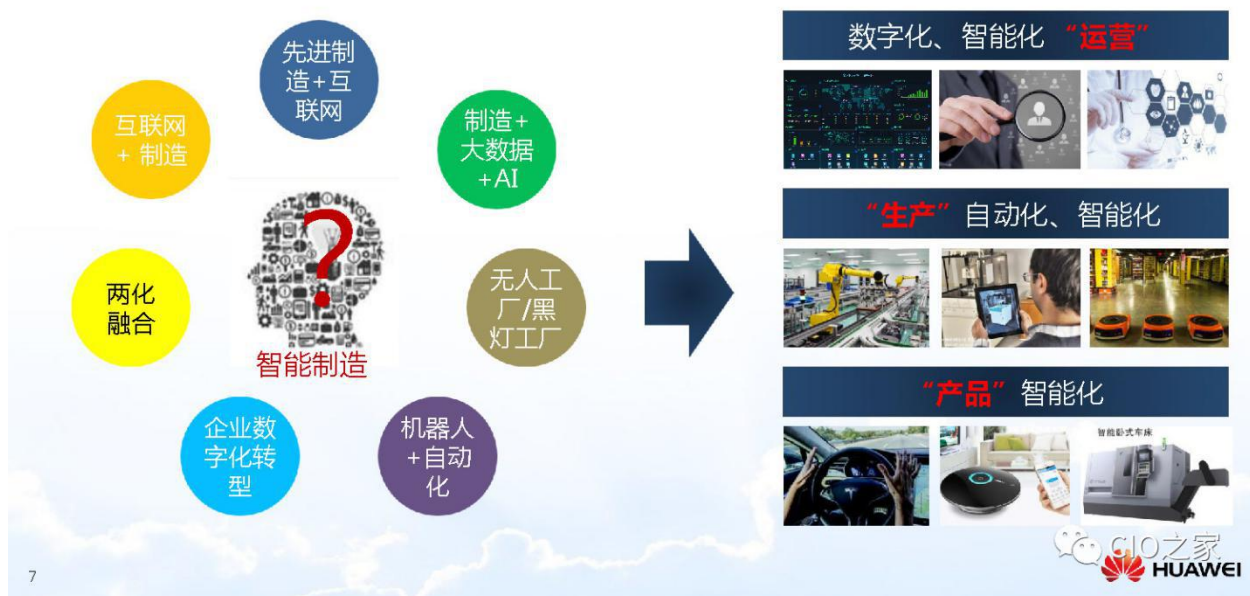
以消费者为中心，倒逼和促进新型的价值协同网的形成，基于互联网正在汇聚、分类、呈现、对接大量分散个性化需求

“生产制造 + 商贸流通” 的互联网化进程



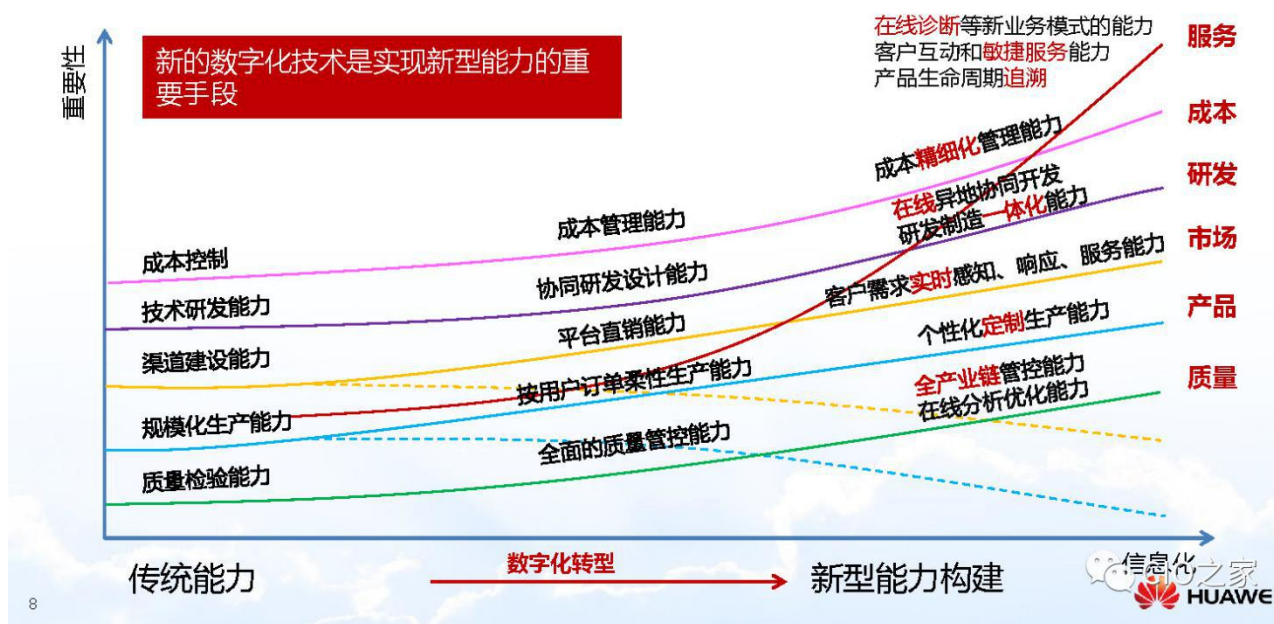
C2B对IT的诉求是敏捷、弹性、可扩展、快速支撑C2B业务系统满足柔性生产的要求

探究什么是智能制造？



7

企业驱动力：数字技术实现制造企业的新能力构建



8



网站 展厅 营销 电商 渠道



云计算+IoT+大数据+行业生态，构建先进的智能制造云



工业互联网是支撑智能制造的关键综合信息基础设施，也是互联网在工业全领域、全产业链、全价值链中的融合集成应用。通过对工业数据的全面深度感知、实时动态传输与高级建模分析，形成智能决策与控制，驱动整个制造业的智能化升级。

12

两大技术体系保障智能制造云成功

两个体系：技术支持体系和标准体系。在技术支持体系中，工业物联网、云计算、移动应用、工业大数据是连接和计算的基础，优化生产、智能装备、智能服务、工厂信息安全、知识自动化是五大支撑技术，数字双生与人工智能是面向未来的两大牵引技术。

在标准体系中，依据工业制造特征，构建智能工厂标准体系三维模型，包括管理维度、业务维度和技术维度。其中，管理维度以采用国家标准和自建为主；业务维度与石化行业业务紧密度高，具有行业特色，主要以自建为主；技术维度以采用国家标准为主。



13

智能制造“五化”

智能工厂渗透到企业生产经营各个环节，支撑创新的业务新模式。企业的智能化主要体现**数字化、集成化、模型化、可视化、自动化**五个方面。

1 数字化

- 物料、产品、设备、环境、人员的全面数字化

2 集成化

- 信息集成、服务集成、应用集成；
- 工艺过程集成、业务流程集成、上下游各环节集成

3 模型化

- 基于工艺模型、业务模型、机理模型、优化模型、设备三维模型、专家知识的预测预警、模拟、分析和优化

4 可视化

- 工厂的二、三维全方位视图，移动终端、仪表盘等多种展现方式，实体工厂与虚拟工厂的融合

5 自动化

- 对生产过程和环境的自动控制、自诊断、自学习、自适应

14

工业企业数字化转型三要、三不要原则

智能制造的“三不要”观点在2015年1月17日北京香山举办的中国智能制造百人会筹备会上由北京航空航天大学教授、百人会专家委主任刘强老师首次提出



智能制造的“三不要”：

- ① 不要在落后的工艺基础上搞自动化
- ② 不要在落后的管理基础上搞信息化
- ③ 不要在不具备网络化数字化的基础上搞智能化。



智能制造“三要”

- ① 一要标准规范先行
- ② 二要支撑基础强化
- ③ 三要CPS理解全面

误区

- 智能制造就是建立无人工厂、黑灯工厂
- 智能制造就是机器人换人，提升自动化水平
- 智能制造要产业升级，放弃中低端市场
- 智能制造一定是“互联网+先进制造”
- 智能制造=人工智能(AI) + 制造

- 智能工厂不是目的，其目的是提升产品竞争力与质量
- 智能工厂无法一蹴而就，需要企业长期的努力和变革
- 智能工厂不是简单地自动化改造，而是运营模式的变化
- 多品种、小批量企业不要盲目推进“无人化工厂”
- 信息化是智能化的基础与核心

15

智能工厂是工业 4.0 的核心组成部分，包括网络化的生产设施及智能化的生产系统。它是一种新的生产模式，融合了智能设计、智能制造、智能装备、商业智能、运营智能等全新的 ICT 技术。在工业 4.0 时代，建设智能工厂的关键在于智能可靠的传感器、海量高速的数据存储、细致深刻的大数据分析洞察、安全稳定的工业通信网络以及灵巧的智能机器人。

- 传感器智能化：智能工厂的传感器不仅需要提供具有超强抗干扰能力的数字输出，还需具备双向通信功能，能实现远端校准，并通过调节门限值提高生产灵活性，省去派遣人员至现场的环节。在一些非常恶劣的生产环境中也要能正常工作，其功耗和尺寸也受到严格限制。

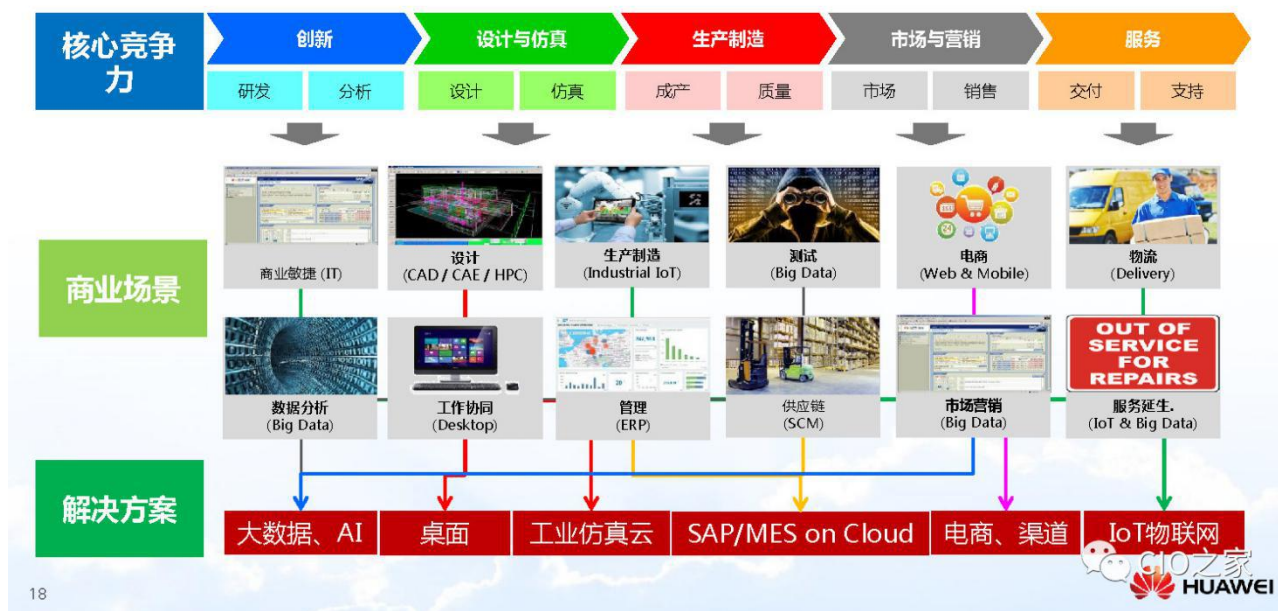
- 工业以太网及其安全：设备互联是大势所趋，机器与机器的数据通信有利于提高设备使用率，通信方式由有线现场总线扩展至工业以太网和无线接口。网络和系统的数据、通信安全问题都考验着企业的技术实力。

- 大数据计算分析能力：消费需求产生的海量数据与信息，以及生产过程中产生的生产信息与数据，这两方面大数据信息流，通过互联网在智能设备间传递，由智能设备进行分析、判断、决策、调整、控制并继续开展智能生产，制造高品质的个性化产品，形成工业 4.0 时代的生产数据云，基于这些海量的数据、分析和算法，将带来制造业企业研发、生产、运营、营销和管理方式的创新和变革。

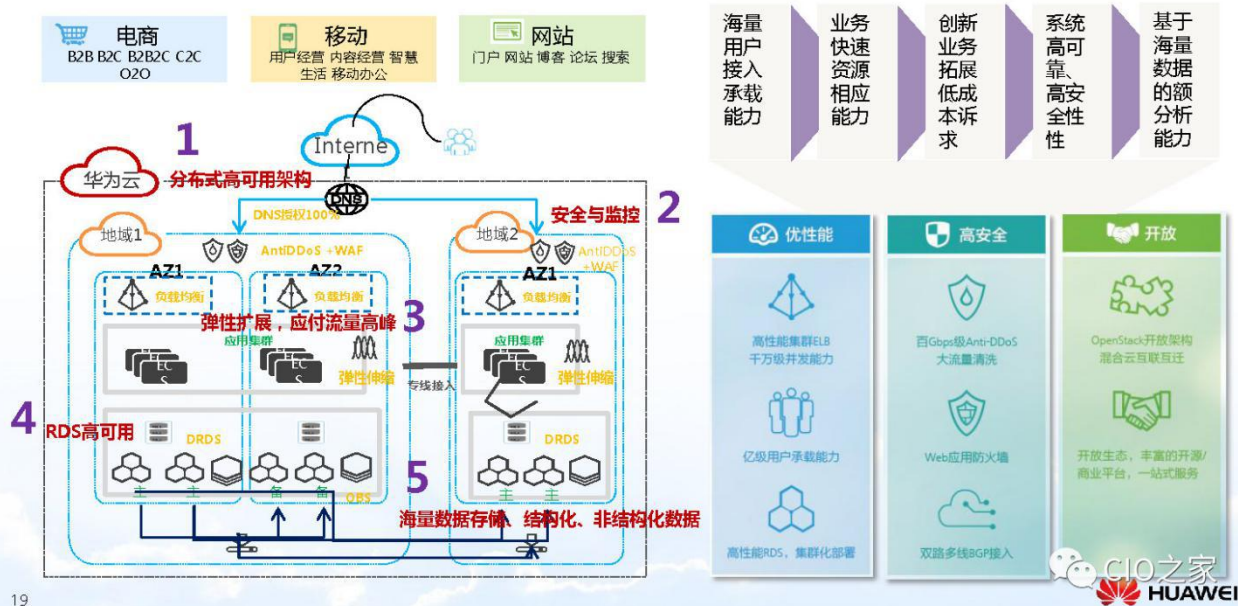
智能制造三步走原则



制造业数字化转型聚焦场景化、服务化、智能化



解决方案-移动互联云，助力制造业企业“互联网+”转型



19

解决方案-HPC高性能计算



计算优化实例

计算优化实例，采用更高性能的Intel Xeon CPU，同时提供 500 Mbps 到 4000 Mbps 的 EBS 专用吞吐量，远超提供实例的通用网络吞吐量



用于图形和通用 GPU、FPGA 计算的实例

GPU 实例非常适合高性能图形计算应用程序（包括 3D 建模和模拟）和计算工作负载（包括计算化学、金融分析、工程设计和通用 GPU 计算），GPU 实例支持最新的英伟达 M60（图形计算）和 P100（通用计算）GPU，提供更强大的计算能力



支持 100G InfiniBand 业务网络

单链接可达到 2.5 Gbps 的运行速度。这种架构在一个链接的时候速度是 500 MB/秒，提供高性能、低延迟的网络支持，满足高性能计算的要求



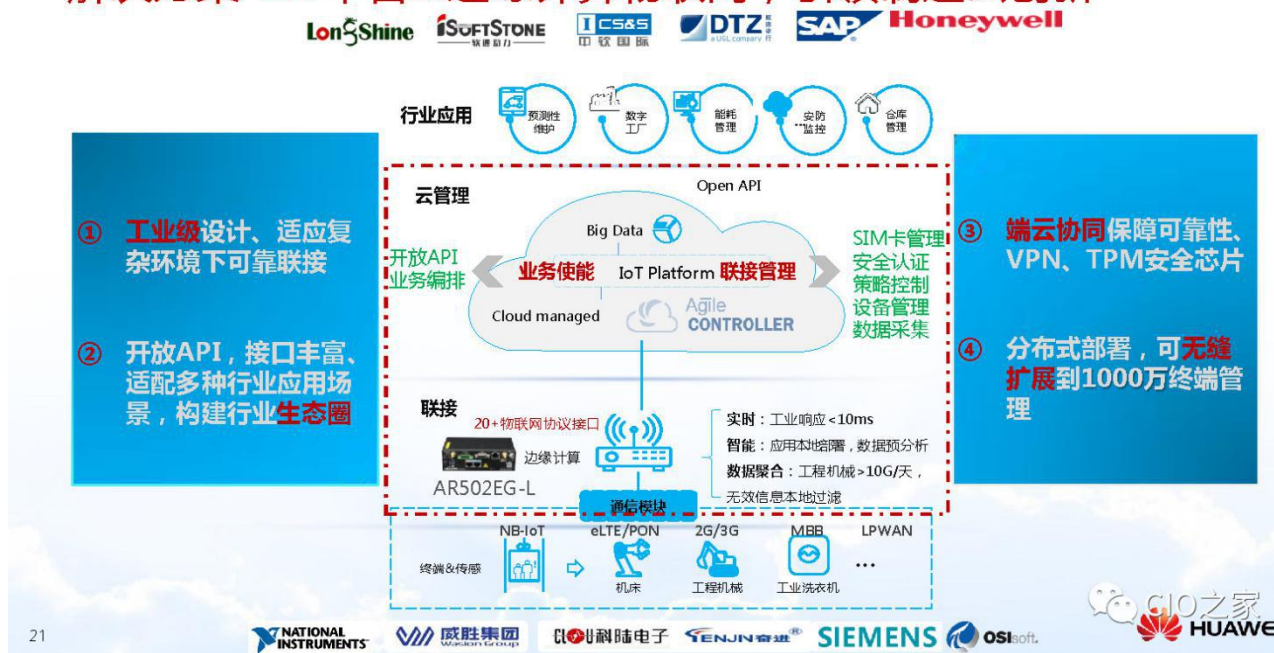
SR-IOV 的高性能网络

专有 HPC 实例，支持 SR-IOV（单个根 I/O 虚拟化）支持增强联网功能，它不仅能提高更高的 I/O 性能，同时还能降低 CPU 利用率。能够提供更高的数据传输速度，缩短实例间的延迟，并大大降低网络抖动。

- ① 弹性、快速、按需使用的云端高性能计算 ② 无限扩展的计算和存储能力 ③ GPU等图形加速计算，支持CAD、CAE ④ 降低科研机构使用HPC的体TCO
- CIO之家 HUAWEI

20

解决方案-IoT平台&边缘计算物联网，引领制造云创新



解决方案-大数据、EI，构建企业数字引擎



解决方案-工业设计仿真云



CAD aaS	Workspace服务 (with vGPU)	安全 ：云上设计比分散到每个桌面的工作站更安全 协同 ：解决跨地域协同设计问题
CAE aaS	HPC云服务 (with Infiniband)	业务弹性 ：自动资源伸缩，及时满足业务快速增长的需求 从Capex到Opex ：降低PLM设计仿真的IT总成本

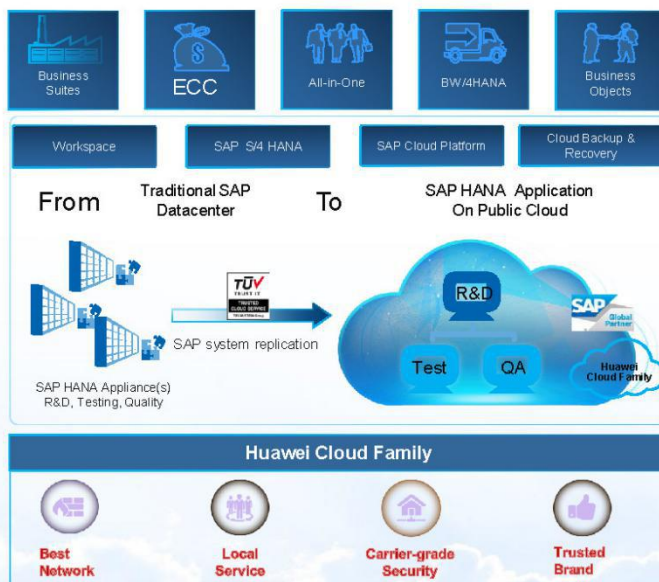


设计CAD(computer-aided design)：产品的建模
 仿真CAE(Computer-aided engineering)：对设计产品的仿真验证
 PLM(Product Lifecycle Management)：是整个产品研发流程的集成平台

23



解决方案-ERP企业管理云 (SAP on Cloud)



24

快速敏捷(Fast and agility)

- 大幅缩短交付周期，业务上线时间从数周缩短到几个小时
- 提供IaaS到SAP的管理服务，满足客户的灵活便捷部署要求

节省成本(Cost Saving)

- 重塑IT TCO/ROI的结构，CAPX转OPEX模式
- 整体TCO 成本降低40-60%

高性能、灵活可扩展性 (High Performance)

- 56G高性能InfiniBand网络
- 支持最大4T的大颗粒度虚拟主机，并支持最大8节点的集群，满足客户按需弹性扩展的需求

业务创新(Innovation)

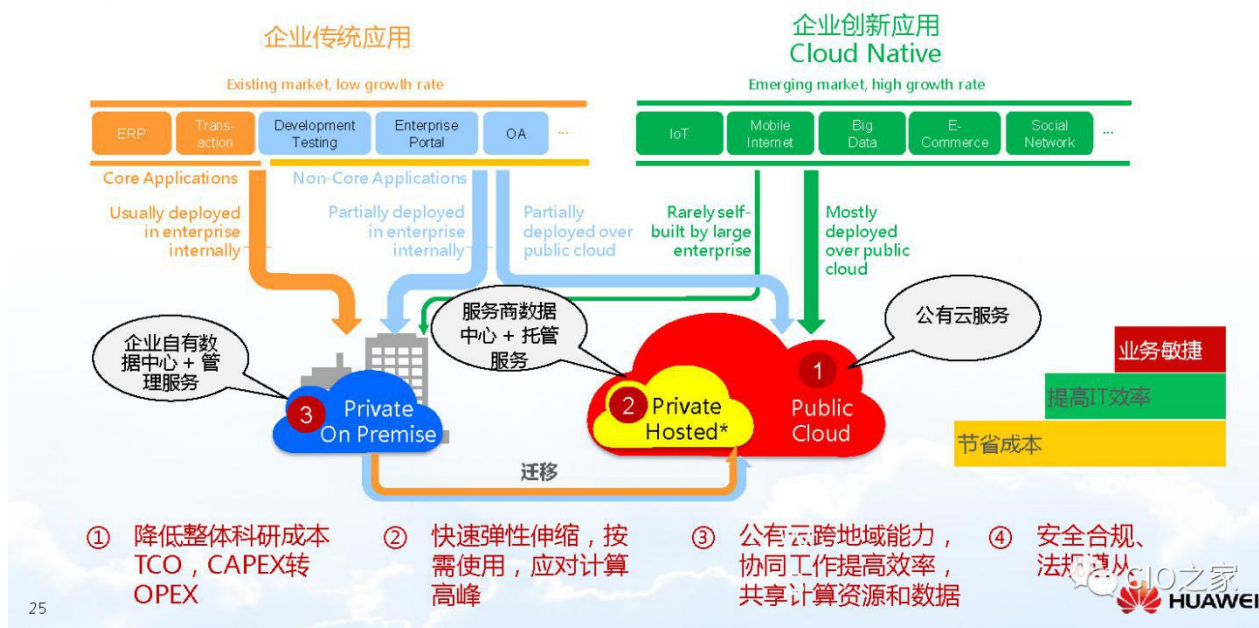
- 协助用户连接，转型，再造业务，配合SAP HANA特性迎接IoT的业务开发需求
- 支持SAP Cloud Platform平台，全面加速企业基于IoT、大数据、AI的业务创新

数据安全性Data Security :

- 100% 满足本地合规性以及数据安全的要求，99.95% SLA 服务保障



解决方案- 混合云



智能制造云加速传统产业的信息化和自动化的转型



据 Gartner 预计, 到 2020 年全球将有 260 亿台设备实现互联, 其中 13% 来自于制造业。连接是行业数字化与智能制造的关键因素, 将连接与 ABB 及华为等合作伙伴在垂直行业中的专业知识和能力相结合, 可以为客户和行业创造

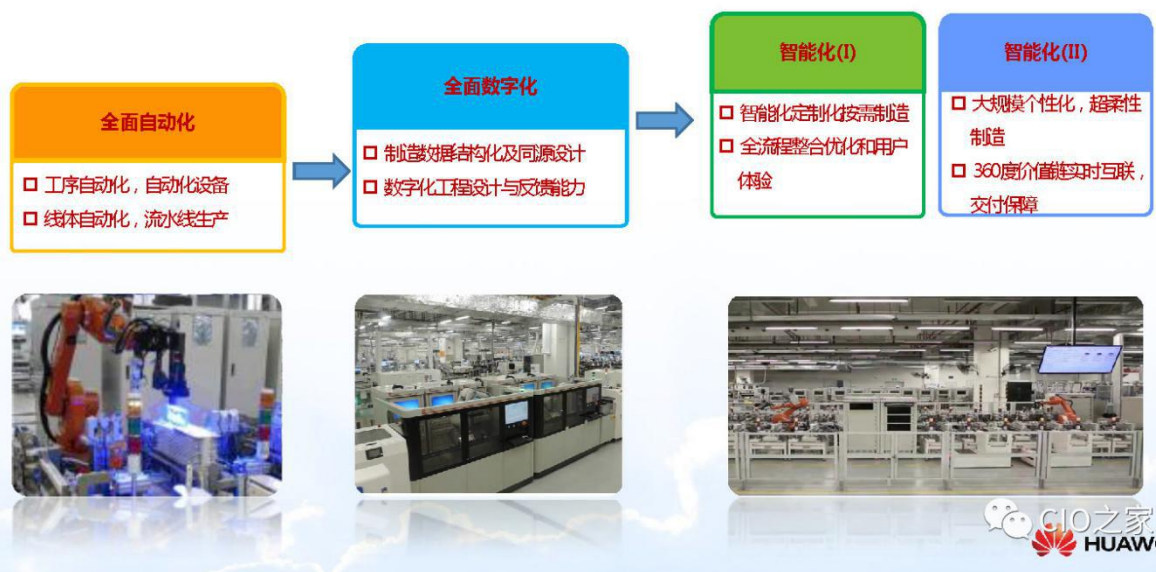
巨大的价值。以工业中的智能制造场景为例，机器人、传动设备、电机等设备和系统也可以根据不同场景和需求、采用不同的连接技术互联以及连接到云端。创新性的数字化技术和应用可以大幅度提高生产效率，节约能耗，延长设备寿命。借助可连接的机器人、制造执行系统、能耗评估、网络安全评估、机器人开发的数字化仿真、电能质量监测和需求响应，分布式控制系统、远程监控和优化，我们的客户可以将生产力提高 200%，能耗降低 30%，设备寿命延长 30%。

在许多垂直行业，无线还有更大的发展空间。在流程制造业中，自动化程度相对较高，对信息的采集、传输和频率要求也更高，场景和现场的条件也更复杂，我们结合多年积累的专业知识去分析和挖掘这些场景。在智能电网、智能水务、自动化港口领域都有很多非常好的应用。例如在地下矿中的智能煤流方案，通过对煤流的实时监控反馈，无线传输和集中控制，可以大幅度降低耗材成本，延长设备使用周期，给客户带来可观的经济效益。

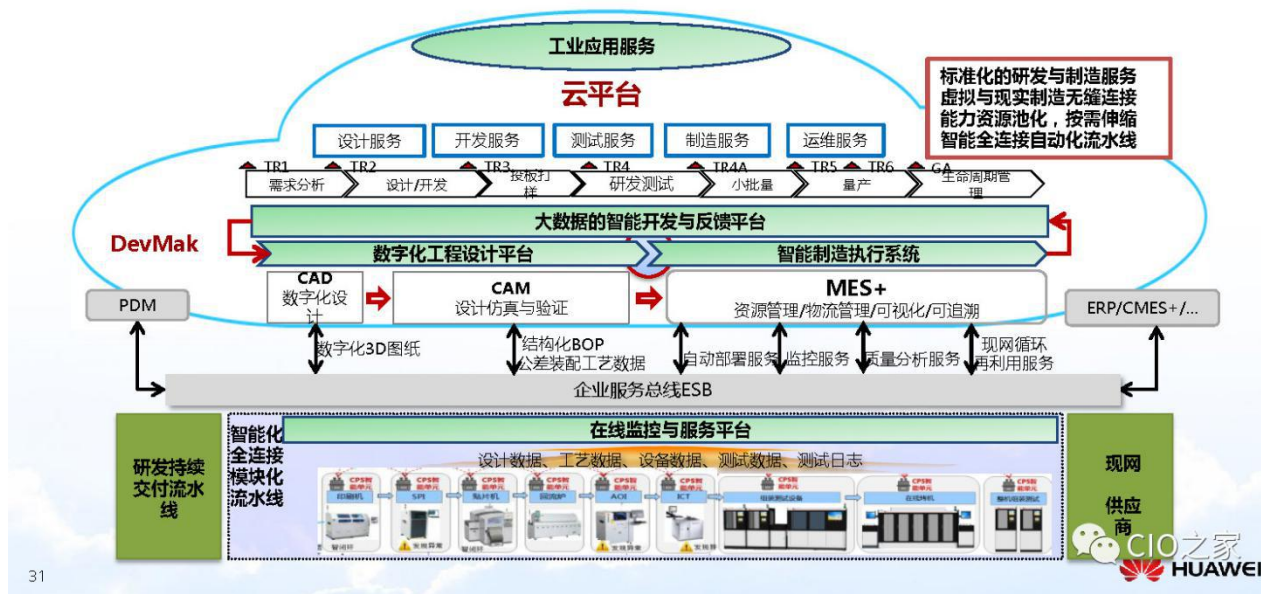
华为松山湖智能制造示范项目



华为松山湖案例：华为智能制造实践路径



华为松山湖案例：华为松山湖智能制造开发平台



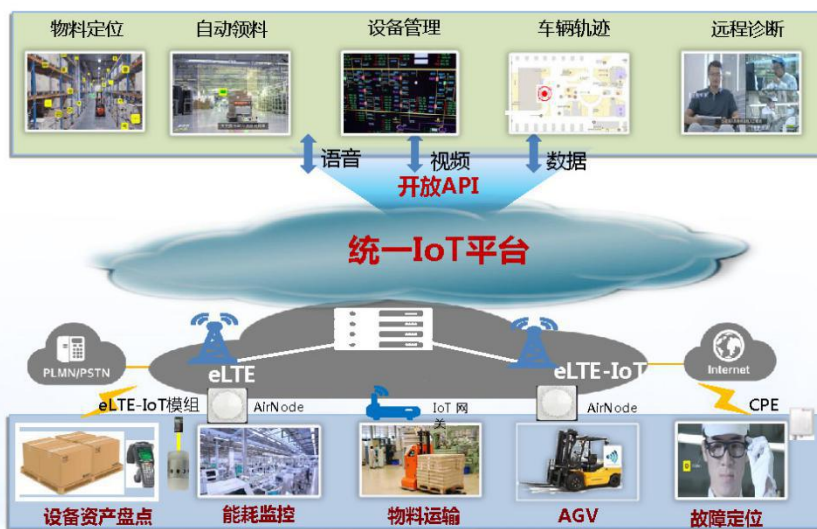
31

华为松山湖案例：：开放架构、与时俱进，构建面向服务的云制造架构



32

华为松山湖案例：华为松山湖智能工厂项目，树立业界标杆



33

1、设备资产可视化

- 需求：生产设备的盘点，建立资料库，减少不必要的采购
- 价值：资产可视化，自动盘点，减少出错，提升效率

2、设备能耗采集

- 需求：车间能耗管理粗放，无法对产线，设备能耗精细化管理
- 价值：对车间设备进行能耗监测，有针对性节能优化，构建绿色工作

3、安全监控和AGV调度

- 需求：摄像头，AGV导航设备稳定回传，移动设备等无线接入
- 价值：改善网络传输，减少丢包率，降低新增拉线，简化维护

4、人员和移动设备管理

- 需求：车间移动设备、贵重物品、人员等的定位，提高生产效率，降低成本
- 价值：资产智能管控，周转车自动出入库、人员热区分析、资源效能调度

HUAWEI

华为松山湖案例：：开放架构、与时俱进，构建面向服务的云制造架构



32

G10之家 HUAWEI

案例：中国石化智能生产大数据项目



石化盈科是中国领先的管理咨询、信息技术及外包服务商。凭借中国石化和电讯盈科两大母公司的资源和行业经验，已经成为石化行业最大的IT以及服务提供商

行业挑战及项目需求

- 1、石化工业由规模经济转向提升质量和效益、提升竞争力不断增加高性能、高附加值和专用化学品生产
- 2、越来越受到资源环境制约，开始高度重视节能环保、绿色低碳和循环经济发展
- 正逐渐从“末端治理”向“生产全过程控制”转变
- 3、在新科技革命的推动下，世界石化工业科技创新发展迅猛由注重单项技术创新向注重技术集成创新转变
- 4、以互联网为代表的信息技术与运营技术、制造技术的融合，不断催生出新业态、新模式，给石化工业生产方式带来革命性的变化



36



解决方案优势

融合通信解决方案：

- ✓ 支持多种连接场景、包括宽带eLTE以及窄带NB-IoT
- ✓ 多协议支持，支持多样性设备的连接

云+IoT+大数据分析

- ✓ 基于云的新ICT基础设施，满足石化企业对于业务敏捷以及创新的需求
- ✓ 基于数据的运营，提升企业的生产管控、能耗以及设备维护效率和竞争力



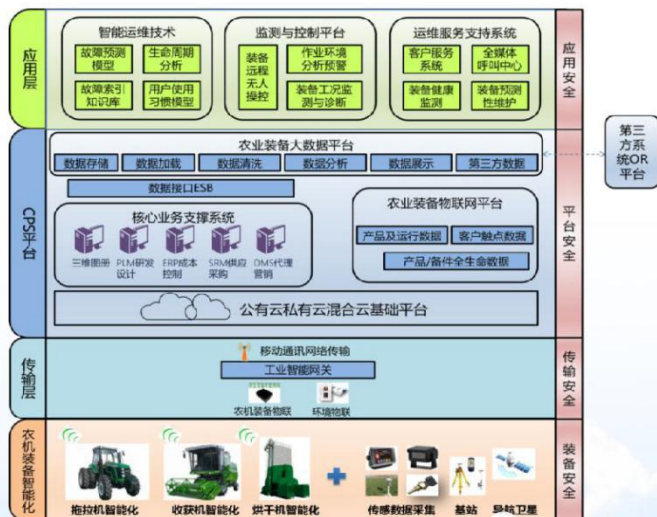
案例：CPS平台服务中联重科，实现现代农机远程运维新

ZOOMLION 中联重科

中联重科股份有限公司创立于1992年，主要从事工程机械、农业机械等高新技术装备的研发制造。20多年的创新发展，使中联重科逐步成长为一家全球化企业，主导产品覆盖9大类别、49个产品系列，800多个品种。目前，公司积极推进战略转型，打造集工程机械、农业机械和金融服务多位一体的高端装备制造企业。

现代农机装备远程运维服务新模式

- 基于CPS平台的标准化农机装备信息采集与控制系统，搭建远程智能服务体系
- 从“被动响应”到“主动服务”、“预测性服务”升级，满足服务全生命周期的智能化需求
- 以数据驱动经营，实现农业机械真正的全面智能化管理



37

37



案例：华为助力东润环能构建“新能源智慧云产业链”



东润环能是一家新能源并网运营技术服务及新能源互联网、数据挖掘与咨询服务的提供商，主要为风力发电场和光伏电站等提供新能源并网及调度软件产品、新能源智慧运营软件及服务。

业务挑战&需求

- **海量气象数据存储分析**：存量超过50TB，持续实时获取全球气象数据；需有效甄别、获得稳态且高质量的基础数据：用于各种风光资源的评估和分析
- **实时性要求严苛**：500家风光电站7天近2GB的数据，早上30分钟分就得完成处理和发送现场，一旦延误就会影响当天客户的工作推进，时间非常严苛
- **IT成本控制**：自建机房资源浪费、利用率低、ROI低、且运维成本高；
- **安全运营**：行业需要稳定、安全、高效的存储和计算环境



性能：分布式数据存储和计算，单目标区数据分析，相比老系统性能提升30倍

成本：基于云的大数据服务平台，无需维护，弹性扩容，极大节省了运维的成本
计算与存储分离，Hadoop只用于计算，按使用量购买MapReduce/Spark等计算资源，用完即可释放，避免了计算资源的闲置；海量数据使用OBS进行数据存储，极大节省了使用成本

效率：提供基于业务信息的多维度算法模型，极大促进了业务创新，
间提速5倍

解决方案

客户价值

38

案例：华为云助力宝沃汽车智能车联网以及C2M电商平台



业务挑战

- 宝沃汽车集团是一家致力于为全球中坚阶层提供突破豪华界限的智能产品及生态服务的德国汽车公司
- 传统IDC建设周期长、维护工作量大、扩容困难
- 车联网业务需求，本地化平台建设无法根本解决
- 网络规模匹配的人力运维投入，成本巨大

解决方案

- 华为协助宝沃构筑车联网和C2M项目基础设施平台，主要用于支撑车联网系统、客户营销系统，同时具有承载大数据以及未来宝沃其他项目的平台能力。宝沃云平台部署在华为云廊坊节点，专线接入节点选择北京POP点，通过专线传输通道打通廊坊

客户收益

- 业务快速上线，资源弹性伸缩，极大提高运营效率和客户体验
- 车联网+互联网+大数据+企业网的高度集中平台，为客户业务升级完善奠定基础

39

案例：HPC云助力吉利汽车开发测试



40

客户挑战：

- 汽车碰撞测试占用大量计算平台时间，任务排队等候。
- 之前运行于阿里云的HPC集群，故障率高，影响使用效率。
- 产品开发周期长，成本高。
- 研发人数多，建模和模型上传、计算结果回传对基地到HPC集群间的网络带宽要求高

解决方案：

- 在天翼云杭州Region，通过独立基础架构资源池为吉利提供强隔离的HPC集群。
- 采用多核（16核）高主频CPU，计算能力高于吉利基准10%。
- 100G Infiniband 网络连接所有计算节点，网络时延<5us。
- 基于IB网络的Lustre分布式文件系统。
- 吉利研究院杭州湾基地和大量云间使用4Gb云专线打通，满足多并发模型上传和下载要求。

客户价值

- 一站式响应并解决客户需求
- 提升汽车碰撞仿真平台性能
- 研发过程的显著加快
- 降低研发成本
- 缩短产品上线周期，推动产品创新



数字化、物联网和连接技术的发展，已经大大促进工业、制造业、能源等行业的数字化进程。未来，需要 OT、IT、ICT 企业与客户携手，利用各自的专长和对行业的理解，发掘出更多更深层次的场景，带动整个行业的发展。工业 4.0 是一个逐步演进的过程，制造领域将逐步开放，从完全封闭系统迈向半封闭系统，再到完全开放系统。智能工厂需求强劲，增长迅速，目前仍处于早期阶段，工业 4.0 时代，对于智能工厂的投入将远超过一般工业领域，且项目盈利能力也将显著提高，并且资本投入越大、投资的边际回报率越高。智能工厂将大幅节省劳动成本、提高生产效率、提升客户体验，增强制造厂商的竞争优势，较早适应工业 4.0 改造的产业和企业将最先受益。

第四章 华为公司首席专家刘文安：华为智能制造变革项目分享

可能好多企业家都在想，华为为什么会成功？除了大量产品和软件，华为还进军汽车，家电，智慧医疗等领域，华为成功的原因是什么？华为的智能制造并不是工业互联网一个领域，而是远远多于这个领域。

首先，华为有五个供应中心，遍布 120 个国家，有 1100 家供应商，每天运营的车辆上万台，单日收货最高 13 万箱，相当于每分钟收货 180 余箱，日平均发货 270 车次、2.5 万件，最高日发货 480 车次，相当于 2.5 分钟发货一趟。这么大的量，传统的制造模式是支持不了的，怎么办？华为首先要做智能制造转型。

转型第一步，是华为构建了自己的智能制造模型，这个模型远远超过国家标准和“工业 4.0”的标准。同时我们定义了五个愿景：智能研发、智能生产、智能营销、智能服务、智能管理，同时还定义了 52 个领域，325 个能力项，工业互联网只是其中能力项之一。

目标确定之后，华为采取了分步走的战略。很早以前，华为就认识到数据的价值，2014 年开始进行数据化的积累。通过大量自动化采集，物联网设备的传递，大量 IT 系统的植入，华为实现了数字流动。到 2019 年，华为已基本完成数据化转型，现在正迈向智能化。

德国第一个“工业 4.0”示范项目，是 2016 年开始启动的。华为在 2018 年已经达到“工业 4.0”评级标准 3.5 的标准，但我们觉得还不够。现在，华为在进行智慧园区建设，为 19 万员工提供更好地体验，以及为供应商提供各种更好的服务。

华为不提“工业 4.0”，硬件设备和堆积起来的工业自动化不是我们的内容，华为最核心的是考虑怎么保障业务的连续性，因此我们提出了业务数字化转型，我们通过流程、组织、IT 三位一体，构建华为的变革项目。

在变革过程中，我们总结了华为和行业的一些经验，实现了华为数字化转型方法论，并于今年 3 月 6 号在福州已发布，发布当天就有 2 万多的下载量。

华为数字化转型方法论里有四个重要内容。

第一、智能制造是一个董事长项目。

第二、必须要组织和文化双保障。

第三、要平衡战略和执行，业务和技术，自主和生态。

第四，有四个关键行动：全盘规划、顶层设计、生态落地、持续迭代的过程。

在持续迭代的过程，华为构建了能力体系，从控制论和智能运送，层次从低向高发展，中间对应的是企业架构四个层次。

华为按照架构做蓝图规划。第一块，我们认为数字是在企业的端到端进行流动，有数字主线以后可以提供各种服务，包括数字化研发，数字化制造等等。第二块，是华为领导总结出来的供应体系，分为：智能化供应和智能化工厂，我们要求对客户合作更加简单，内部协作更加高效，更加主动化，更加数字化，供应商的协作更加积极，更加透明。

在执行过程中，有些成果展现出来了。第一个成果是，通过华为配置器上云端的配置，我们可以进行合同界面快速拦截，发现不合理的漏配、错配、货币转换不合格的东西全部过滤掉，会降低 50% 的生产风险。

第二是，华为通过大数据预测到所有手机质量大面积爆发的时间点，进行退市处理。

第三是，华为通过自己大量数据发现，现在手机屏幕打孔点，从 8 毫米扩到 10 毫米的时候，质量从 120 万降到 30 万。同时华为也进行了设计制造一体化，在适应供应链的时候，华为打造了全球统一的 ERP，所以我们不怕哪一个工厂断货。

华为是泛网络模式，我们把组装的简单功能交给物流厂商，让他到客户现场进行组装，然后收取佣金。华为每天有 1000 辆大货车在松山湖工厂进出，但是松山湖外面和厂区没有堵塞，每个大货车基本精确到秒级。在云端制造协同里，华为是从大数据对市场的各种客户需求进行捕捉和预测。

华为是云端制造，现在网上所有华为手机支持 7 天到货。在大数据质量拦截方面，华为手机生产线 12 秒钟生产一部，12 秒钟会把有质量问题的手机都拦截，防止不合格产品流向市场。

同时华为也有智能运营中心建设，是 324 块 80 寸的屏幕组成的智能运营中心，数据量每天达到 20GB，这样的数据支持华为决策效率提高 15%。

华为制造部有一个数字化实验室，也有 2020 实验室，对先进技术进行研究和探索，比如人工智能、大数据、5G、AI 等等都在里面，我们都进行了实验和尝试，有些在产线已经进行了布局。

我们实现了什么内容呢？华为当时的想法是通过智能化、信息化手段，数字化转型，实现收入翻一番，人员不变。华为的制造部在这三年增加了 35 人，实现了业绩翻一番，其他行业认为这是华为的佳话。

同时华为借助数字化转型，把智能制造经验对外输出，我们不仅对外输出了华为的产品，在这三、四年中，华为还对外输出了一百多个项目，助力客户成功转型。

第五章 任正非考察松山湖工厂：我们的目的是实现高质量

要用世界上一切最先进的生产装备、最先进的工具方法、优秀的人，瞄准高质量前进。

这个时代的特征就是高质量，一定要永远围绕高质量，提升我们的能力。

这个世界未来是质量的世界。短缺经济时代东西少，华尔街用经济杠杆一撬，东西就多了，资本就盈利了；现在是过剩经济，东西多了就卖不出去，杠杆一撬，就更卖不出去了，边际利润就没有了。饱和经济时代的特征就是走向高质量。

我们要瞄准高质量前进，敢于投资，要以胜利为中心，不以省钱为中心。我们所有业务的本质是实现高质量，高质量的实现是需要投入高成本的，我们一定要明白我们要的是胜利。五千年来最省钱的是谁，是农民，但直到今天农民也没有富。你看我们这三十年来干了啥事，就是不停地花钱，构建起了这个共同的平台，这不是随便就能拷贝的。谁能打败华为？只有我们自己，如果搞个低质量，一下子就让我们栽了。

世界上不需要维护的是什么，是钞票。如果产品不需要维护，不就等于是拿电路板“印钞票”吗？

我们要的是领先、是领导者。要利用世界上一切优势的资源，一切先进的工具和方法、一切优秀的人，实现高质量。

要实现高质量，必须有大质量体系，大质量就是全面质量管理，端到端的质量哲学系统。就是要和世界上最好的公司合作、和世界上最优秀的人在一起。

制造是华为公司最重要的模块之一，要以工匠、技师为中心，建立一支铁的队伍。

我们向别人学习，要把培养人作为最重要的环节，用更多优秀的专家培养更多的优秀人才。和顾问合作，不能把大师请来当成打工仔，把事情做好了就走了，没有培养人。我们对变革项目多投一些人，优秀的苗子，跟着顾问干一段就开窍了。年轻时如果有机会，我都愿意给他们端盘子、端茶水，大师一席话会对我一生有多大启发啊。要给顾问多配一些人，把大量的种子投入进去，选那些踏实肯干、优秀的员工和他们在一起。这样种子传帮带，几年后我们就有了一支队伍，走掉两个，还剩下三个，公司还可以搞下去。

不确定性的工作和确定性的工作是有区别的，我们要用不同的人力资源政策进行管理。在你们这个系统里面，我们强调作业员工要以胜不胜任工作为评价标准，胜任就继续干，经验也是宝贵财富。你们也不要以5%为目标减员，这是书生关着门想出来的，他哪知道战壕那人能打机枪啊！教条主义。改善优化出来的人也不要减掉。经验对你们这个系统是重要的，不要盲目的年青化。

制造也是华为公司重要的模块，要武装到牙齿，只与最好的顾问公司合作，只买最好的设备与工具软件，用好的工程师/技师/技工，生产最好的产品。

逐步实现自动化生产，在关键节点上逐步智能化，缓慢走改良道路。

我主张在生产系统中走改良的道路。智能化这个路标，如果提得太高太快，可能就慢慢的做虚了、做空掉了，最后做死了。智能化在生产系统中，是个使能器，别太夸大了，别潮流化。我相信你们有进步，但不要把成长的目标拉的太快太紧，要用逐步改良的方法。

你们关注内部的改进我支持，还要解决输入和输出的标准化和简化。

你们想打通、要透明化，要从源头开始，源头不准确，后面的东西都不可能准确。产品的引入就要有标准控制。要把可制造、易交付、免维护或少维护融入产品开发的源头去。

输入的产品怎么集约化。产品验收模板就是一个筛子，得研发自己钻这个筛子，钻不过这个筛子的东西就不准他投产，这样就倒逼研发改进。研发人员一开始就要研究如何钻这个筛子，钻你这个模板，他就得标准化，如果他认为有冲突，可以和你一起讨论，循环改进。

以后我们的产品最好做到免维护，免维护做不到就做到服务的标准化。

我们在手机服务上差距还很大，要用三年时间，在服务的标准化、服务的及时和优良上，赶上苹果的高服务质量。我认为专家有两种，一个是你们提到的智能维修诊断学习机器人专家系统，第二个是真人专家，把他们结合起来，最终能找到免维护的方案，这就是付钱买来免维护。

你们提到的建模、切词、自学习特别好。要鼓励门店的维修人员把他们的维修案例词条、维修心得和小窍门上到我们的系统，就从我们的网站直接给维修人员奖励。我们的员工才 18 万人，全世界有 65 亿人，每个人都可以有案例、词条提上来。我们收集人工智能大数据从哪来，不就是这么来的？

现在你们的专家系统主要覆盖中国区，应该是全球覆盖，全球的用户都上这个系统。你们的手机维修专家系统全球化了，说不定对泛网络也有刺激，泛网络是有专家系统的，但是专家都是我们的员工。

我们一定要有全球视野，就要对全球提供服务支持。

华为制造跟上了时代的步伐，你们要有自豪感、自信心。

我认为制造也是华为公司高价值的重要领域，你们做的很好，我很高兴。我希望你们要有自豪感、自信心。

你们也要把自己的专家捧起来。你看市场系统，枪林弹雨那本书，说一个蚊子龙卷风把大家都激动起来了。制造为什么不学习这种做法呢，你们也写一本书，高质量就是我们的生命，写成小故事，不就把松山湖食堂也激动起来了吗？

上次我来，促进了你们的技师队伍建设，现在你们有 2500 多技师了，我很高兴。制造部要让技师在生产中发挥关键作用，并实现高工匠、高工资。我把工匠称为工匠科学家，你看我们英国的 CIP 是科学家自己管，他们是用生产心脏起搏器的方法生产光芯片，我们就是要走向这条道路。

制造部还可以利用社会荣誉激励员工，不要公司高层低调，普通员工也都那么低调，获得一个国家奖也很重要。但外面的评奖把技师报上去，他会很高兴。

这样，制造系统就会有更多的自豪感和自信心。

我曾说过，“都江堰疏导不了太平洋”、“八百里秦川何曾出过霸王”、“秦淮河边上产生不了世界领袖”，讲的就是我们一定要有称霸全世界的雄心，要去做世界领袖。

第六章 谁说流水线上就没有工匠了？

6.1 操作员罗志清：习惯一次性把事做好

经常有同事半玩笑半认真地问我，“你每天填写两三百份单据，怎么做到的从来不出错呢？”我不是太善于言辞，也说不出个一二三四来，通常都是笑一笑当作回答。有时候被追问急了，我挠头挠半天也只能回答三个字：“习惯了”

我叫罗志清，2013年5月进入公司终端制造部，从第一天至今，约四年半的时间里，工作上没有出过错误，保持了1600多天的零缺陷。据同事们说，这在内部算是一项纪录。不过我真没觉得这事有什么了不起的，其实只要每一步都按照规定来做，自然就不会出错。

我还经常会发现一些不起眼的小问题，入职不到半年的时候，一次产线上同时生产两款手机，都需要用到“受话器”，这是个指甲盖那么大的器件，组装在听筒里面，直接影响通话质量。但是两款“受话器”长得实在太像了，想区分开来，要么是看包装上的规格，要么看印在器件上只有蚂蚁大小的字符，如果没有足够的经验是很难区别的。有一次，一台半成品顺着流水线到了我这个工位时，我发现手机的“受话器”型号错了，我就马上呼叫工段长，说受话器用错了，工段长马上就安排把整条产线的手机都检查一遍。

我可能天生性格就比较严谨吧，同事们会调侃我，入职四年多了，连一次上下班忘刷卡都没有。2014年下半年，在产线干了一年多后，我被领导安排去一个需要严谨的岗位——退料。这个工作比产线要繁琐许多，当产线同事发现有不良物料时，就退到我和另外两名同事这里，我们每天要接受上百种、上千件不良物料，再将这些物料分别归置为了几十个大的门类，最后一件一件地填单处理。三年多来，我还没出过一次差错，因为我有习惯，填完单后一定会检查一遍，虽然基本上不会检查出错误，第一遍填得就是对的，但是为了万无一失，还是会检查。我一直认为，能第一次就把事做好，就不要再去做第二次。

我自己用的是华为，我好多朋友用的也是华为，从我手里不能生产不合格的降落伞。

6.2 检验员蓝美：我工作中比较难说话

检验岗位要求我们非常细致，到了什么程度呢，一个标签和字符都不能错。大家的印象里，做财务是连一个小数点都不能错，其实我们也不能错，错了就是大事，我就因为发现类似问题被部门表彰过。那是 2014 年，我刚入职不久，正在抽检一台手机发现，当时摄像头旁是黏贴有塑料薄膜的，薄膜上标注的像素参数“130M”。我换算了一下，是一亿三千万，吓了我一跳，一亿三千万的像素，肯定不可能。我翻了下操作指导书，应该是“13.0M”，一千三百万像素。其实大多数消费者拿到手机后，都会把这块薄膜撕掉，估计也不会发现这么细微的错误。但是对于我们检验员来讲，不行，错了就是错了，没有大错误和小错误的分别。后来我向主管报告，整批手机全部被重新核查。

来华为当检验员之前，我是当幼师的，以前每天面对活泼可爱的孩子，现在每天面对冷冰冰的设备。不过在我看来，幼师和检验员，看起来毫不相干，其实有共同点：都需要高度的责任心。

终端制造部车间有一面大墙，密密麻麻贴满了各种生产改善措施的名称，像体操里有“李宁大回环”、“托马斯全旋”一样，哪位员工提出的措施，就用谁的名字来命名。这一大堆措施里，有一个叫“卫明屏检改善”，卫明是我的名字。

就拿我做的“屏检改善”来说，以往操作员在检测手机屏幕时，都要“手舞足蹈”。他们先是把手机放进操作台上的黑箱中，检测屏幕有无“白屏黑点”或“黑屏白点”；然后拿出手机，打开摄像头，对准一张白纸，检查摄像头有没有脏污；接着又举起手机，先后对准竖在操作台上的一张彩色纸和印有文字的纸，为的是检查对焦功能；最后还要试一试闪光灯是否正常。整个过程，操作员将手机拿起放下、放下拿起，一组 6 台手机检测完毕需要 240 秒，不仅费时费力，还有跌落手机的风险，这个环节也成为了整个产线的瓶颈工位。

小孔下面、操作台里面就要大作文章了，要把白纸、彩色纸和印有文字的纸放置其中，而且还能随时切换，需要哪张时哪张就能“跳”出来。我试了很多办法，都不太方便，就找搭档王灵涛出主意。王灵涛善于摆弄电器装置，建议我设计一个小装置，把三张纸像蛋糕一样分三层，按一下操作台上的装置按钮，就会切换出来对应的纸板。最后，我们还在操作台里放置了一个 U 型镜，这样虽然操作员看不到手机背面的闪光灯，但只要闪光灯一亮，就能从 U 型镜里反射出来。

做精益改善，就是一个“省”字，我们的任务就是“省”，一切能为生产员工省时间、省体力、省成本的事，我们都做。目前精益改善部门成立的时间还不长，大家每年做的几十个改善都是小改善，但只要听到产线同事说“你这个设计真好用”，哎真的，心里非常舒坦。

第七章 制造是华为重要的模块

要用世界上一切最先进的生产装备、最先进的工具方法、优秀的人，瞄准高质量前进。

7.1 未来是质量的世界，永远围绕高质量，提升华为的能力

这个世界未来是质量的世界。短缺经济时代东西少。而现在是过剩经济，东西多了就卖不出去，杠杆一撬，就更卖不出去，边际利润随之消失。饱和经济时代的特征就是走向高质量。

我们要瞄准高质量前进，敢于投资，要以胜利为中心，不以省钱为中心。我们所有业务的本质是实现高质量，而高质量的实现是需要投入高成本的，我们一定要明白我们要的是胜利。我们这三十年来不停地投入大量资金，构建起这个共同的平台，这不是其他企业随便就能拷贝的。

谁能打败华为？只有我们自己。如果出现一个低质量产品，那么华为便会为此埋单。

利用世界上一切优势的资源、一切先进的工具和方法、一切优秀的人，实现高质量。

要实现高质量，必须有大质量体系，大质量就是全面质量管理，端到端的质量哲学系统。就是要和世界上最好的公司合作、和世界上最优秀的人在一起。

制造是华为公司最重要的模块之一，要以工匠、技师为中心，建立一支铁的队伍。

我们向别人学习，要把培养人作为最重要的环节，用更多优秀的专家培养更多的优秀人才。和顾问合作，不能把大师请来当成打工仔，把事情做好了就走了，没有培养人。要给顾问多配一些人，把大量的种子投入进去，选那些踏实肯干、优秀的员工和他们在一起。这样种子传帮带，几年后我们就有了一支过硬的队伍，即使走掉两个，还剩下三个，公司还可以发展下去。

不确定性的工作和确定性的工作是有区别的，我们要用不同的人力资源政策进行管理。

制造也是华为公司重要的模块，要武装到牙齿，只与最好的顾问公司合作，只买最好的设备与工具软件，用好的工程师/技师/技工，生产最好的产品。

7.2 智能化不要潮流化

逐步实现自动化生产，在关键节点上逐步智能化，缓慢走改良道路。

我主张在生产系统中走改良的道路。智能化这个路标，如果提得太高太快，可能就慢慢的做虚、做空，最后做死。智能化在生产系统中，是个使能器，别太夸大，别潮流化。我相信你们有进步，但不要把成长的目标拉得太快太紧，要用逐步改良的方法。

关注内部的改进，还要解决输入和输出的标准化和简化。

产品的引入要有标准控制。要把可制造、易交付、免维护或少维护融入产品开发的源头中去。

输入的产品如何集约化。产品验收模板就是一个筛子，需要研发人员自己钻这个筛子，钻不过这个筛子的产品不准投产，如此一来，倒逼研发改进。研发人员一开始就要研究如何钻这个筛子，钻这个模板，将一切标准化，如果研发人员认为有冲突，可以和同时一起讨论，循环改进。

7.3 用三年时间赶超苹果服务

产品最好做到免维护，免维护做不到就做到服务的标准化。

我们在手机服务上差距还很大，要用三年时间，在服务的标准化、服务的及时和优良上，赶上苹果的高服务质量。我认为专家有两种，一个是智能维修诊断学习机器人专家系统，第二个是真人专家，把他们结合起来，最终能找到免维护的方案，这就是付钱买来免维护。

员工提到的建模、切词、自学习特别好。要鼓励门店的维修人员把他们的维修案例词条、维修心得和小窍门加入到我们的系统，就从我们的网站直接给维修人员奖励。我们的员工才 18 万人，全世界有 65 亿人，每个人都可以有案例、词条提上来。我们收集人工智能大数据从哪来，不就是这么来的？

现在华为手机的专家系统主要覆盖中国区，应该是全球覆盖，全球的用户都上这个系统。华为的手机维修专家系统全球化了，说不定对泛网络也有刺激，泛网络是有专家系统的，但是专家都是我们的员工。

我们一定要有全球视野，就要对全球提供服务支持。

7.4 要有称霸世界的雄心

制造也是华为公司高价值的重要领域，现在的员工做的很好。我希望我们的员工要有自豪感、自信心。

近两年，华为手机一直重视技师队伍建设，现在我们拥有了 2500 多名技师。制造部要让技师在生产中发挥关键作用，并实现高工匠、高工资。我把工匠称为工匠科学家，英国的 CIP 就是科学家自己管，他们是用生产心脏起搏器的方法生产光芯片，我们就是要走向这条道路。

制造部还可以利用社会荣誉激励员工，不要公司高层低调，普通员工也都那么低调，获得一个国家奖也很重要。但外面的评奖把技师报上去，他会很高兴。这样，制造系统就会有更多的自豪感和自信心。

我曾说过，“都江堰疏导不了太平洋”、“八百里秦川何曾出过霸王”、“秦淮河边上产生不了世界领袖”，讲的就是我们一定要有称霸全世界的雄心，要去做世界领袖。

第八章 任正非：建立华为的大生产体系

面向工业 4.0 和智能制造，我们要从系统工程角度出发，从未来的商业模式规划和设计供应模式、制造模式和生产方式。先要把大生产体系的架构规划清楚，架构不清楚未来就会走弯路。

8.1 以德国的工艺流程和工业软件为主体，把日本的质量管理嵌进去，松山湖实验室要统筹规划未来整个大生产体系的系统性框架。

松山湖实验室要研究整个华为公司大生产体系和智能制造的系统性框架应该怎么做。你们一定要跳出现有的平台、跳出过去的基础，站得高一点来完成这个框架。也许这个框架将来还有更优秀的人进来做，但你们今天作为思想者、先驱者把框架提出来，这样我们德国实验室和日本实验室就不会迷航了。

我希望未来五年以后的大生产体系架构，以精益生产为基础，以德国的工艺流程和工业软件为主体，把日本的质量管理嵌进去。德国和日本的工业自动化实验室快要进入使用状态了(李建国：德国实验室今年7月份投入使用，日本实验室已开始运营)，架构清楚以后，它该生产什么就生产什么，精密制造、零部件开发等我都不阻挠，你想多做一些我也不干预，先踏踏实实做好。但要挑难的做，越难越可以立项，简单的就不要做了。德国和日本管理日常生产的是一伙人，要认真做好东西；还有另一伙人，要把关键能力(包括先进的流程、装备/工艺、软件、质量管理等)提取出来，组成我们未来新的生产模式。这样我们在德国做实验，在日本做实验，松山湖统一管，更大规模地把关键能力黏结起来，就形成了世界一流的先进生产系统。

为什么要设立德国工厂和日本工厂(建议改成德国和日本实验室)?德国人工作非常严谨、流程非常严格、工业软件非常优秀。比如说西门子，将机械、电气、电子、工艺、结构、材料、热能等多学科能力集成到了一个统一的软件平台上，产品和工艺的设计、开发、试制验证都可以在这个平台通过数字化手段完成，节省大量重复性工作。并且在西门子数字化转型过程中得到了充分检验，我们就可以借鉴德国的工艺流程，直接应用其工业软件。生产系统的软件对我们来讲是不重复使用的软件，坚决买。日本的“检一个、装一个、测一个”一个流没有断点的精益生产模式，从来料到出货全流程不间断流动，通常集中的老化工序也能随线。生产能流起来的前提是质量稳定，直通率达到95%，生产线可以动起来，达到98%时就可以顺畅流动。流动可以减少等待、减少沟通协调、减少浪费，也能避免出现批量质量问题，保证制造过程的高质量、高效率，这就是我们要学习的日本经验。结合德国“高质量/高性能/高度自动化”和日本“小型/低成本/一个流自动化”之长，把这些都融入到我们的大生产体系架构中，以有综合竞争力的成本实现高质量、高度自动化和部分智能化生产。

我们的大生产体系架构，包括质量方针/质量目标、计划体系、调度体系、生产体系、工艺体系等等，实际上都可以转化为确定性的。你们的计划体系不是指熊乐宁的那个计划体系，那个计划体系是非常不确定的，因为市场在波动。不要把波动传递到制造系统，制造就是要通过合理的吸收波动，做到均衡生产，

按照计划怎么能生产出优质产品来。这些确定性的工作怎么融合起来，整个管理过程每一个口的经线是什么、纬线是什么，怎么走向智能化，希望在这一次新架构设计和思想框架搭建过程中要很清晰。

经线做到比较清晰相对容易，纬线要打通则很难。我们每个口有大循环、中循环、又有小循环，我认为小循环有统计规律，大循环、中循环也有统计规律，要根据这些统计规律，在一个复杂的地方建一个模型，在另一个复杂的地方再建一个，模型和模型连接起来，就解决了很多纬线相衔接的问题。你们过去的很多改进做的很好，要不断地通过统计学进行持续优化。

8.2 参考工业 4.0 的架构，大生产体系的主体就是沿着三个流打通、集成和融合。

智能社会万物感知、万物智能和万物互联，机器人也可以像真人一样沟通。自动化解放了人手，智能化会解放人脑，工业 4.0 和数字化/智能制造可能会深刻改变未来的商业模式、供应模式、制造模式和生产方式。自动化/数字化/智能工厂内，关键资源都相互连接，可以动态灵活调配，通过“人与物”的相互协同、“物与物”的相互通讯，达到“人与物”的最佳配置和最优配合。未来有没有可能会部分走向 C2M 模式？市场、研发、生产制造等环节都数字化融合和集成，工厂与客户可以直接连接，可以远程验证、远程验收和远程维修/维护。比如说，客户通过虚拟环境进入工厂走一圈，就可以直接下单、甚至可以有规则地影响制造过程，满足不同用户的定制化需求，实现“设计即制造、所见即所得、制造即服务”。

未来大生产体系架构的主体应该围绕从产品设计到投入生产的产品工程数据流、从客户需求到生产指令的生产信息流、从来料到成品出货的生产工艺流这三个端到端的过程进行打通、集成和融合。

1)设计与制造数字化融合，多角色在一个平台上工作。产品工程数据流在先进的 MPM 软件平台上进行研发与制造融合设计，虚拟验证和实物验证相结合。产品工程数据从 PDM 到 MPM，再到 MES+端到端集成，设计到制造多角

色在一个平台上工作。产品、物料、工厂设施/生产设备和工艺流程都数字化，从而为真实的物理世界建立起一个虚拟世界的“数字双胞胎”，在设计阶段就可以在这个虚拟世界进行生产过程中每一步制造方案的设计/仿真/验证/优化和DFM的工具化/自动化检查;产品设计数据和工艺参数就可以免转换、一键式地灌入生产系统和生产设备，从设计源头保证产品高质量，缩短产品开发周期和试制周期。

2)客户订单/供应计划信息透传到制造工厂，共享式集成、自动化处理。生产信息流通过ERP把订单/计划信息透传到MES+，通过MES+实现客户数据驱动按价值流自动化生产。产业链上的供应商、制造工厂全过程互联，订单状态、供应商来料状态和生产过程状态透明可视，客户下单后就可以直接看到产品制造过程，看到他的产品生产到哪儿了，生产完就可以直接送到指定地点。

3)生产工艺过程是多级物联的，高度自动化、部分智能化，可以软件定义。生产工艺流要实现精益一个流/有综合成本竞争力的高度自动化生产，关键资源尽可能100%互联，生产设备智能诊断和预防性维护，资源动态调配。这样，原材料都是自动分拣、自动配送，然后自动检测、自动组装、自动测试和自动包装，一个流自动化不间断生产。人的工作就是设计机器、管理机器、维护机器，键盘敲一下就可以集中调用机器人、控制机械手工作，保证机器生产都是6西格玛的高质量水平，甚至零缺陷。这样，生产线/生产系统的研发、维护和生命周期管理将成为越来越重要的工作，要不断将人的经验变成数字化的管理平台 and 工业控制软件，不断迭代优化和刷新，机器人出问题了、系统出问题了，马上能够恢复，零部件的寿命到来之前也能够智能预防性维护。

中国5000年农民生产、手工生产是这三条主线，今天走向机器自动化生产也是这三条主线，管理也没有本质上的变化。三条线中间加一朵云，把所有的东西都连接起来，就改变了我们现在的生产方式，就是智能制造了。智能制造还是要坚持继承和发展，迭代推行，边规划、边实施。要优先保证高质量，也不能片面地追求全自动、无人化，人在未来智能制造系统中还是会起核心和决策作用，但工厂人员结构将会改变，都是工匠科学家和工匠专家。

8.3 要系统性地规范工匠科学家、工匠专家的管理，提高这些领域人的待遇，适当增加编制，让研发和制造从一开始就是融合在一起、就是打通的。

我们的生产过程不断地智能化，生产系统中越来越多的是工匠科学家、工匠专家。现在已经不再是做砖瓦砂石的时代，可能 3-5 年后我们每条线只有 5-6 个人，这 5-6 个人主要是维修/维护工程师，生产人员怎么还叫工人呢？你们一定要破除迷信，在制造系统以后没有工人称呼，大小都是专家。就像我们英国光芯片工厂，有大量动手能力很强的德国博士，要不是博士，就生产不了。研发很伟大，工艺研究也很伟大，管理也很伟大，就是要去掉这个界限，才能有利于公司的全流通。因此要系统性地规范工匠科学家、工匠专家的管理，提高他们的待遇。薪酬包怎么定呢，可以采用分享制，你们产生的贡献是多少，就分享一点钱嘛，这样制造和研发从头一开始就是融合在一起的、就是打通的。

未来生产人员的素质也很高，赚钱也很多，也有自豪感。你看研发人员老是不愿意出来，他认为你们还是工人，出来以后地位低了，挣钱少。所以制造系统不要去压弟兄们的工资、挤成本，要提高这个领域人的待遇，然后号召你们弟兄吃饭都稍微吃好一点，松山湖食堂的场地补贴是最高的。

三个实验室找到改进、突破方向之后，还要规模化的引进一些优秀人才，适当增加编制，要重视华为大生产体系的规划和设计。我们不仅要吸纳中国的博士、硕士进来，还要引入德国日本等发达国家的优秀博士、硕士，学习大工业的概念、学习世界的先进制造。你们可以引进些统计学、系统工程学、控制学……的大学生来做工匠科学家，还可以进来一些搞系统工程的、搞统计学的博士加强研究，他们有建模的能力。有时不一定完全看简历，受过这么高的训练，只要踏踏实实，有耐心好好干活，干几年他慢慢就能悟出道理来，这种改进对整个公司的价值创造是有很大帮助的。

现在你们需要人工智能研究方面的人才，可以有三个来源。第一，整个软件研发体系集体转型合并到用服，中间会抽出 1000 人来补到各个战略机会点，

可以去挖五六个人进来；第二，2012 实验室要整合一部分，里面有硬件、软件、物理的，划给陶景文做使能工程部和人工智能用，他一时吃不了那么多人，可以去挑几个人，李建国去找陶景文和李英涛要。不足的，高端的社会招聘，低端的别招了，留一点我们的员工转岗用，谁改行都能做。

多找一些人充实你的队伍，未来三五年的后备干部，都放到德国和日本学习培养，训练未来的各级管理干部和专家。

第九章 任总在人工智能应用 GTS 研讨会上的讲话 (2017 年 1 月 7 日)

公司巨大的存量网络是人工智能最好的舞台，GTS 要利用人工智能实现高质量和高效率的交付与服务，支撑“一万亿”美元存量网络的服务以及故障处理、预防的自动化……，以及支持每年数百亿美元的网络增量的科学、合理、有效地交付。持续为客户创造价值并提升客户满意，构筑活的“万里长城”，成为公司重要的可移动的“马奇诺防线”。谁能最低成本地提供高质量的服务，谁就是这个世界最后的赢家。公司的人工智能研究是一个使能器，促使公司各项管理进步，不要随议论的忽悠而迷失方向。

9.1 高质量的数据是人工智能的前提和基础，高质量数据输出要作为作业完成的标准

为什么我们不可以统一作业的工具，和工作的标准。配个数据采集聚集器，员工在现场作业完后，回到驻地处理一下，一按键就群发出去了，不必经过办事处、地区部，就一步到位了。数据对各级各段透明，没有层层级级的汇总处理，就快多了。

我们有 430 万个站点，每年增加 96 万个，1 万 1 千个合同，每个基站报上来的报表这么厚，是因为没有模块化分类。不抽象不总结就要上报，我们处理管道就那么粗，所以堵得一塌糊涂。实际上归纳出来可能就一百种，大不到一

千种模块。我们分类按模板传信息给供应链，供应链解码打开、作清单发货，我们管理会简化很多。现在报表层层上报，每层增加好多人，一大堆报表甚至没人读过。要基于目的标准模型建设简单自动报表体系，这样中间的人工就减掉了，主战场的员工就增加了。人人都基于作业给你提供准确数据，集中起来你的科学性就好了，有了这些准确数据，通过监督学习和统计手段就能使我们的效率提高。

填写的表中有清晰的也有模糊的，确定性的工作填写的数据要准确，如果没有审核就传上来不正确的数据，就是一团乱麻。清晰的数据不断更新积累，新的有效数据不断更替。总有一个模糊区，模糊数据的模糊性会持续不断降低，但又产生新的模糊。在不该模糊的地方应该有指引，能够指引基层工程师来清晰操作。人工智能就要靠几万员工在做事的时候把数据有效采集回来，在归纳总结中找出规律来。清晰、准确的现场数据是重要的事情。

我们是设备供应商不是流量运营商，要根据业务场景来看多快数据算实时，不要形而上学，要根据必要的需求来获取这些所谓实时数据。对于网络设备数据的输出，可以采用类似“七远八按”的方式建设数据输出标准，以基于人工智能的交付服务视角重新制定可服务性标准，并作为产品上市必要条件。

因此，你们说数据缺乏、杂乱无章，我不批评，我觉得没有数据才是我要批评的。每一个人能不能搞个工装穿在身上带个仪器，数据先收集存储起来，然后一按按钮就传送到信息库，对贡献数据者还可以奖励。

9.2 要聚焦投入，敢于投资，成功只是时间迟早的问题

在 GTS 选定的站点作业、网络集成、网络维护、网规网优等关键场景，在业务模型、算法、平台和数据上要加大投资，具体的人力与费用在战略规划未来的时间链中落实。

要开发公司统一的人工智能软件平台，把算法、知识、方法、经验等都固化在平台上，首先在 GTS 实践和应用，未来也可以为公司其他业务提供支撑。

数据底座的投资更需要加大，作为长期的基础工程来建设，有了高质量的数据基础，人工智能才能发挥作用。

2012 实验室的科学家要紧密与服务工程师合作，由熟悉理论和算法的科学家选择最成熟的方案应用到服务场景中，并共同完成业务提升，这就是技术和场景的结合。一部分人熟悉技术理论，一部分人熟悉场景，两者合作起来天下无敌，你们先把我们内部的改进搞好，到那时候我们是不是走向外部我们再考虑。

新事物失败也是成功，自己取得一点进展就记下来，这是过程记录，自己用萝卜刻奖章，积累多了就去换金牌。不要怕出错，别人说华为是落后的，因为我们只给成功的人发奖，从来不给失败的人发奖。今天比昨天好就要发奖，喜马拉雅爬一半也是成功，因为我们过去连山脚都没去过。

9.3 人工智能要聚焦投入不要全面开花，先纵向打好歼灭战，旗开得胜后再横向扩张

我们业务扩张中，人员不按线性扩张就成功了。服务工程师要聚焦服务业务，在完成服务业务同时完成人工智能所需要的正确数据输出，在此基础上产生场景分析师、数据分析师和模型设计师。这些专家要长期投入在服务战场上，通过服务客户不断提升能力。对于场景分析师、数据分析师、模型设计师，我的态度是要看在三年之内，有多长时间在一线服务战场上取得成功的实践经验。没有成功的实践经验就不要快速晋升，这样也保证水是流动不是腐败的。

人工智能在投资充分的情况下不要太冲动，要急用先行小步快跑，要聚焦在确定性业务、人工消耗大的项目，宁可做得少一点，先在一两个点突破杀开口子，集中力量打歼灭战，不要铺开一个很广泛的战线。不要遍地都是智能化，这会形成全面开花没有结果的盲动，就有可能满盘皆输。

如人工智能的应用首先要瞄准实现简工勘，在此基础上进而实现自动化设计。海量重复动作要运用人工智能技术来替代，实现文档自动生成、质量自动

审核、远程验收及自动开票。然后再把人工智能应用的成功经验扩展至网络维护、网规网优等业务场景，把被动问题处理变为主动预警预防，不仅提升了效率还提升了为客户服务的质量。

要踏踏实实聚焦场景一个个解决，选择与场景匹配的相对成熟的算法，不要等平台和数据底座的成熟，半成品也可以先投入到内部改进的使用，在不断的实践和问题解决中打造成成熟的平台和数据底座。我们在这些集中突破的项目上取得经验培养出新生力量，这些新生力量要到基层去贯彻推广落实，使它能够应用起来变成习惯。在纵向发展的基础上，把握好横向扩张的合理节奏。一只饼如果糊了再翻过来掉过去烙就是夹生饼，我们不要“出师未捷身先死，长使英雄泪满襟”，我们要的是旗开得胜和最终成功。人工智能是个新生事物，在实现过程中因为双轨运行，要接受阶段性的成本上升，实现清晰的长期目标。

人工智能应用中一定会遇到很多困难，在前进的过程中要多鼓励、少批评，可表扬可不表扬的要表扬。上战场枪声一响，谁是英雄，谁不是英雄？你说他不是英雄，在山脚你一拍他肩膀，他扛着两个炸药包，冲上了上甘岭，可能就真成了英雄。

第十章 华为：全球化视角下中国先进制造模式研究

中国发展世界级先进制造企业面临两个方面的挑战：一是拥有世界先进制造技术；二是构建全球先进制造模式。运用实地调研的研究方法，对华为公司构建面向全球价值网络的先进制造模式动态演进的路径进行了实地调查。研究表明：华为公司的制造模式经过“以产品开发为龙头”、“集成产品开发的流程体系”、“价值链的模块化”、“全球价值网络的构建”，即“点”、“线”、“面”、“网”四个阶段最后形成全球价值网络，并由此带来华为公司竞争优势的不断增强。在总结华为公司经验的基础上，提出了中国发展世界级先进制造模式的对策建议。

10.1 问题的提出

伴随着经济全球化、市场一体化和现代科学技术的迅猛发展,制造业在全球范围内发生了巨大的变化,制造业由垂直分工发展到水平分工,并过渡到网络分工,产业链被空前细分。通过这种方式,世界先进制造企业将网络上各个环节的成本降至最低,有效构建起了全球价值网络。全球价值网络是一种新型的先进制造模式,同时也是一种经营策略和资源配置方式。通过构建全球价值网络,制造企业能够跨越时空界限推动价值的创造、转移和实现,形成持续的竞争优势,增强竞争能力。因此,揭示全球价值网络的形成机制,研究其动态演进的路径对于提高制造企业竞争力具有重要的现实意义,也是学术界研究的重要课题。

20 世纪 90 年代,国外对先进制造模式的研究逐渐过渡到价值网络阶段。**Ghoshal & Bartlett** 提出要将跨国企业看做一种包含总部和不同国家分支机构的全局网络组织。**Bartness & Cerny** 认为跨国企业要通过营建全球能力网络构筑竞争优势。**Moore & Carlos** 认为大型制造公司应利用网络伙伴的力量来应对竞争。**David** 等指出世界先进制造企业正在通过有效地管理和经营网络、积极创造客户价值提升自己的全球竞争能力。**Kristien** 等指出大多数跨国制造企业 20%~ 50% 的资产都存在于战略联盟之中。**Michael** 认为价值网络有助于增强跨国先进制造公司的竞争优势。**Wall** 等明确指出跨国公司正通过构建全球价值网络构筑竞争优势。**Noori** 对大型跨国制造公司价值网络的构建和网络成员的调整问题进行了研究。

目前,国内对先进制造模式构建和动态演进的研究仍停留在“点”、“线”、“面”的阶段,对“网”较少涉及。“点”,即以产品开发为龙头,如呼江超认为应用先进制造模式加快企业新产品的开发和制造,是企业取得竞争优势的关键;邹元超认为今后先进制造模式必须实现零件标准化、部件标准化、产品模块化;罗璟等认为在先进制造模式下要注重产品核心能力的培育。“线”,是对先进生产经营和组织管理流程化,如张曙提出了精简化生产的典型模式——独立制造岛;李全喜等指出了在先进制造模式下供应链的质量管理的特点和实施方式。“面”,是从模

块化的角度来研究先进制造模式,如李海舰等从不同的角度分析了模块化现象,得出了有益的结论。

综上所述,多数国外的研究主要关注价值网络对于本国先进制造企业赢得竞争优势的实践层面;国内的研究对于面向全球价值网络的先进制造模式的构建和动态演进的研究较少涉及,已有的研究也只是局部和简单的生产制造网络。随着由本地制造向全球制造的不断发展,先进制造企业迫切需要建立适应全球化竞争的先进制造模式。国内对该领域的研究,尚未见到大批量成熟的研究成果,特别是面向全球价值网络的先进制造模式的演进路径研究,无论是国内还是国外,更是匮乏。本文采用实地调研的方法,以华为公司为案例,重点研究其构建面向全球价值网络的先进制造模式的动态演进路径,希望能给中国制造企业发展世界级先进制造模式带来有益的启示。

10.2 华为构建先进制造模式的动态演进路径

华为构建面向全球价值网络的先进制造模式的路径总体特征表现为:“点”上突破,“线”上蓄势,“面”上扩张,“网”上运营。

10.2.1 “点”上突破:以先进制造技术产品开发为龙头

华为以产品开发为龙头经历了从代理交换机销售的学习型决策逐渐发展到专注高技术龙头产品生产的领先型决策。1987年,华为公司成立之初,当时注册资金2万元,只有14名员工,主要从事小型程控交换机、火灾警报器、气浮仪的开发生产及有关的工程承包咨询。当时的中国电信设备市场几乎完全被国际跨国公司垄断。在起初的两年时间,华为主要代销香港的一种HAX交换机,靠价格差获利。1992年,华为把用代理交换机挣来的全部利润都投入到半机械、半数字的入门级产品——交换机JK1000——的研发上,销售额首次突破1亿元。1993年,华为推出2000门级C&C08交换机,1994年又推出万门级C&C08交换机。而在交换机产品取得优势以后,华为又将积累的主要资金投入到了以SDH技术为核心的光网络传输产品上。华为自主创新的交换机产品在性能价格

比方面也优于国外相应产品, 获得国内用户的广泛好评, 为企业的发展积累了相当的财力、物力和技术创新能力。

10.2.2 “线”上蓄势：集成产品开发流程体系

华为在国内最引以自豪的就是对技术的重视, 华为每年拿出不低于销售收入的 10% 进行产品开发。但是, 在研发费用每年翻番增长的同时, 研发的效率却逐年下降。1997 年, 华为开始出现“增产不增收”的效益递减现象。在华为研发的 CT2(第二代无绳电话)、DECT (数字增强无绳通信) 等无线产品以及 ATM 交换机等尖端技术产品中, 每项投资都是数千万元, 但很多产品在开发之前就已经注定失去了商业价值。同时, 华为开发的产品中有相当一部分是极端复杂的大型产品系统, 如 C& C08 交换机、GSM、WCDMA 等, 其软件规模均超过千万行代码, 由分布在不同领域里的数千名开发人员历时两到三年方能完成, 如何快速把产品推向市场成为摆在华为面前的重要问题。华为从 IBM 公司引进了集成产品开发的流程体系(IPD), 见图 1。

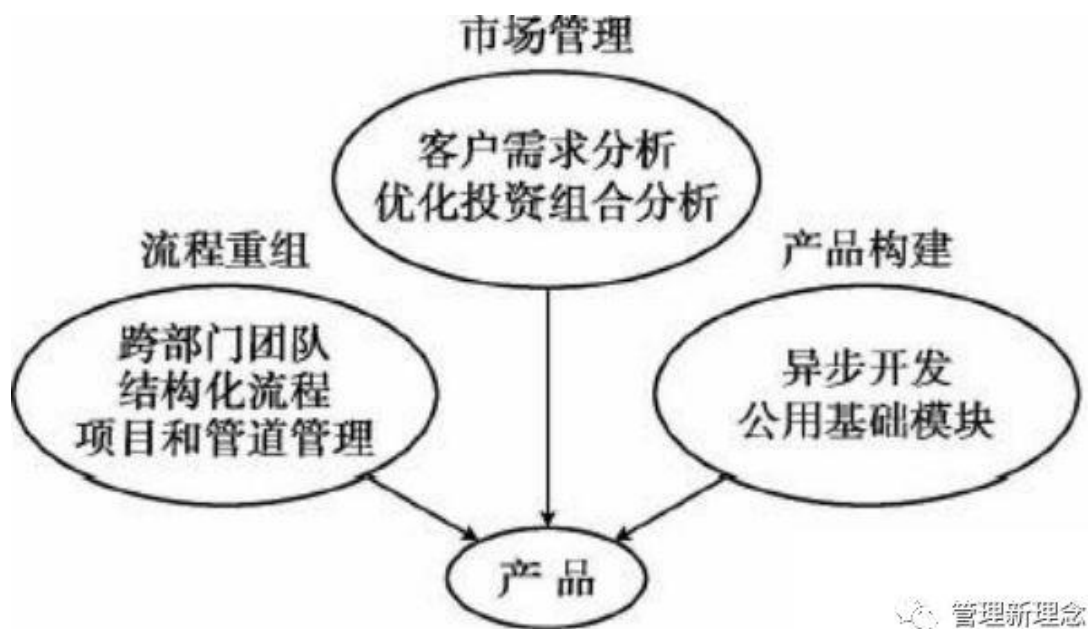


图 1 华为集成产品开发流程体系

一个 IPD 实际上就是一个小型的独立运作的公司, 不仅有财务指标, 也有成本核算。华为公司总共有大大小小 100 多个产品线。每个大的研发产品线都

有一个集成产品研发管理委员会,它是由总监级或者资深的产品专家组成,负责对旗下各个产品线的研发活动作关键环节的监控和评估,以决定是继续还是中止某个产品的研发活动。监控和评估的主要依据就是看这个产品研发成本投入和未来市场效益的比较,以及技术、资金、人力等方面的可行性。

在充分理解客户需求的情况下,华为在研发领域广泛推行集成产品开发流程体系,不仅提高了通讯产品质量,而且缩短了产品上市时间。IPD使华为从技术驱动转向了市场驱动,华为完成了从市场调研、需求分析、预研与立项、系统设计、产品开发、中间实验、制造生产、营销、销售、工程安装、培训与服务到用户信息反馈的完整流程意义上的产品线制造管理。每一条产品线的客户经理必须对自己的产品是否响应市场需求和销售效益负责。根据市场上搜集的客户反馈,考虑市场空间、客户需求的重要性排序以及哪些需求会对未来的市场和产品竞争力产生重大影响等问题,在市场人员的参与下,真正的产品概念得以形成,同时也使华为的研发向国际先进制造企业看齐。

10.2.3 “面”上扩张：价值链的模块化

调查显示,华为利用IPD模式,构建了完整的企业价值链,并以市场管理、流程重组、产品管理为基础构建起营销服务模块、生产制造模块、研发模块(见图2)。借助模块化,华为在全球范围内寻找成本最低的模块制造商,将附加价值低的模块外包出去,自身则专注于核心模块,强化其在核心模块上的控制地位,使核心模块的附加价值持续获得提升。

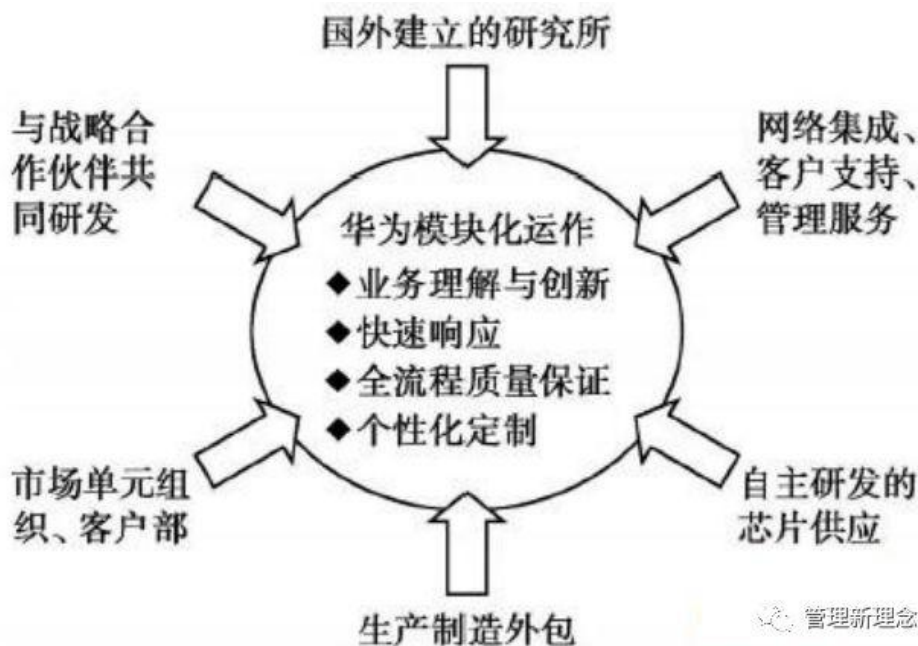


图 2 华为的模块化运作

(1) 研发模块

从 1996 年开始, 华为就与国内著名高校开展合作研发。以 CDMA 技术为例, 华为和北京大学一起研究以 IS95 为核心的窄带 CDMA 技术。虽然当时只是些实验性技术的研究, 但为华为未来的 CDMA 技术的发展打下了基础, 培养了一批技术人才。清华大学、电子科技大学、东南大学、中国科学技术大学都是华为长期的技术合作伙伴。华为在 SDH 光网络技术领域的进步, 也得益于与清华大学无线电系合作所取得的成果。同时, 华为公司为了掌握和使用先进的技术, 减少研发投入和时间, 先后与 TI、摩托罗拉、英特尔、Agere、微软、NEC 等建立联盟关系。

华为在瑞典斯德哥尔摩、美国达拉斯及硅谷、印度班加罗尔、俄罗斯莫斯科, 以及中国的深圳、上海、北京、南京、西安、杭州、成都和武汉等地设立了研发机构, 通过跨文化团队合作, 实施全球异步研发战略。印度所、南京所、中央软件部和上海研究所等通过 CMM5 级国际认证, 表明华为的软件过程管理与质量控制已达到业界先进水平。公司还与全球前 50 位电信运营商中的 36 家展开技术合作, 建立了近 20 个联合创新中心。在全球经济不景气的大背景下, 华

为仍然持续加大研发投入, 2009 年研发费用达到 133.4 亿元人民币, 同比增加 27.4%。

(2) 生产运营模块

过去, 华为是包揽生产的全过程, 产品价值链是在企业不同车间内部完成。随着企业的发展, 华为开始采取比较优势的原则, 将产品价值链的不同功能分解到不同国家的不同企业, 一个产品的生产过程是由多个企业合作完成的, 所参与的企业遍布各地。

1999 年, 经过 IBM 专家的论证, 华为公司的核心竞争力在于研发和领先市场的优势。在供应链管理的过程中只要牢牢把握住核心竞争力, 其余非核心部分完全可以外包出去, 让专业公司分包。华为对公司的组织机构进行了相应的调整, 把原来的生产部、计划部、采购部、进出口部、外协合作部、发货部、仓储部统统合并, 成立“供应链管理部”。供应链管理成为华为公司降低成本、库存, 提高供货质量、供货速度以及工程质量的有效手段。

2000 年, 华为公司通过业务外包, 进一步将非核心业务砍掉。这一次主要涉及公司的生产环节, 包括制造、组装、包装、发货和物流。在深圳市就有大大小小上百家分包商专门为华为服务。这样做不仅发挥了专业分工的优势, 而且降低了成本, 减少了管理难度, 提高了华为供应链的竞争力。现在的华为基本实现了零库存和一周内交货的快速反应能力。由于非核心的产品生产和服务的外包具有成本上的比较优势, 华为公司开始越来越多地在全球范围将零部件和中间产品予以外包, 形成了一个动态的呈蛛网状的全球生产网络。在这种生产组织形式中, 华为公司居于核心的地位, 诸多分包商环绕在其周围, 提供最终产品生产所需零部件或进行某一生产工序的加工。

(3) 营销服务模块

创业初期的华为在市场战略上并不领先竞争对手, 华为决定采取“农村包围城市”的营销策略, 逐渐拓展到中国香港、非洲、欧洲、美洲。2000 年开始, 通讯市场竞争格局巨变, 国际市场的萎缩直接威胁中国企业对国际市场的拓展。从

2005 年开始, 华为把国际化作为战略重点, 以研发、生产制造的全球化为起点, 同时带动自己的海外市场网络和服务网络, 实现全球化运营。公司开始拓展国际市场时, 初期战略“沿用”了华为拓展中国市场的思路, 选择了先期进入发展中国家市场的策略, 然后从发展中国家市场再走向发达国家市场。在营销手段方面, 主要通过国家外交路线、投放产品广告、参加各种电信专业展览会和电信论坛、与客户进行技术交流甚至邀请客户参观公司等, 增加客户对华为公司的全面了解。这些手段与华为的国内营销拓展方式如出一辙。这种本土化拓展模式的_{最大优势就是能够很好地实现当地融资以及融合当地的文化, 在最短的时间内}创出自己的品牌, 获得国际的认可。经过二十几年的发展, 华为已在全球建立了四个销售大区, 分别是中国、亚太、美洲、中东非洲四个大区, 并且各片区下还设有代表处。

10.2.4 “网”上运营：以模块化为基础构建全球价值网络

调查显示, 华为以模块化为基础, 密切关注并了解瞬息万变的市场趋势, 积极寻找合作伙伴, 通过缔结利益共同体、大幅让利、产品兼容、资本融合、参股合作等方式与科研机构、跨国公司、供应商、销售商和客户建立战略合作关系, 优势互补, 构建全球化价值网络。在日本, 华为选择 NEC 帮助自身快速实现了数据通信产品的销售。在北美, 华为与知名品牌 3COM 公司合资, 利用其世界级网络营销渠道来销售华为的数据通信产品, 大幅度提升产品在北美的销售。同时, 华为和电信运营商结成合作伙伴, 为运营商承担网络运维服务。华为已经为 180 家运营商的 320 个无线网络、2 20 个固定网络提供优质服务, 逐步实现生产制造和服务领域的融合。与西门子成立了合资公司, 专注于 TD-SCDMA 的研发、生产、销售和服务, 共同推动 TD-SCDMA 的进一步发展。与摩托罗拉在上海成立了 UMTS 联合研发中心, 旨在为全球客户提供功能更强大、全面的 UMTS 产品解决方案和高速分组接入方案(HSPA)。此外, 华为还先后在埃及、俄罗斯及巴西等国建立合资厂;在沙特、伊朗、印度等国, 通过当地合作伙伴, 成功实现了本土化生产。随着海外业务的拓展, 华为服务日益全球化。如今, 华为有 112 家服务分支机构遍布全球, 3 大技术支持中心为客户提供 24 小时不间断服务, 29 所

培训中心为客户量身定制培训服务,更有 14 300 名专业人员组成的服务团队为客户进行服务,其中海外市场员工本地化率高达 73%,保证了服务的优质、高效。通过全球资源共享平台,可以方便快捷地获取所需的信息和服务。华为拥有一支包括 760 多名 PMP 项目管理师的精英团队,致力于为客户提供端到端的服务。

华为构建以利益相关者为主体的全球价值网络。华为与国内外多家科研机构、高等院校、高科技公司、跨国公司、外包商全面合作,并与中央相关部委及地方政府保持密切的联系,充分利用企业内外部所有的资源,构建价值网络,见图 3。

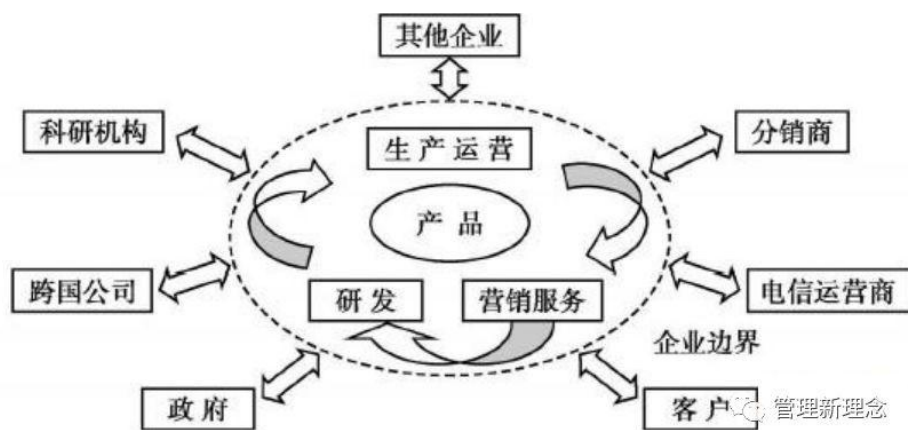


图 3 华为构建全球价值网络

10.3 华为构建世界级先进制造模式对中国制造企业的启示

综上所述,华为通过“点”、“线”、“面”、“网”四个阶段,不断优化先进制造模式,取得了显著的成效。100 多年以前,美国凭借大规模的工业化流水制造模式成为世界头号工业强国;20 多年前,日本凭借以“丰田模式”为代表的先进制造模式成为新的世界高技术制造中心。21 世纪之初,美国凭借独特的信息经济模式引发了长期的经济增长。21 世纪,中国的先进制造企业能否把握千载难逢的历史机遇,实现适应全球化竞争的先进制造模式的持续创新?华为不断创新和优

化的先进制造模式的经验,对中国制造企业构建先进制造模式具有重大的启示作用。

10.3.1 先进制造技术是先进制造模式发展的前提和基础

华为从成立之初就一直重视研发的投入,在其发展先进制造模式的过程中,从最初“以产品开发为龙头”到最后构建“面向全球的价值网络”,在制造模式演进的每一个阶段,华为始终对先进制造技术进行大规模的研究和开发投入。华为每年都持续不断把销售额的 10% 投入研发,有的年度甚至高于这个比例,实现从技术跟随到技术引领的飞跃。随着全球产业结构不断向高度化升级,先进制造技术对我国制造业发展的支撑引领作用日渐显著。在一些高新技术产业领域,如电子信息、生物医药、光电子、新能源、纳米等制造业,先进制造技术已经成为产业发展和结构调整的关键;在一些基础行业和装备制造业中,如钢铁、石化、冶炼等传统基础制造业,先进制造技术也成为产业调整和升级的巨大动力。因此,中国制造企业只有具备先进制造技术,才能在全球化激烈的市场竞争中抢占先机,推动“中国制造”向“中国创造”转变,实现又好又快的发展。

10.3.2 先进制造模式是企业构筑持续竞争优势的关键因素

回顾华为持续构筑竞争优势的发展历程,华为走向世界级企业的关键就是不断引入先进的制造模式体系。华为最初以产品开发为龙头的“点”型制造模式,其本质就是以技术推动为核心的制造模式,所有的产品生产制造都是围绕着产品开发进行。经过向 IBM 咨询后形成的以集成产品开发为代表的“线”型先进制造模式就是以客户需求作为制造模式的出发点,以生产计划为中心,把有关的产、供、销各个环节的活动有机地联系起来,形成一个整体,进行协调,使它们在生产经营管理中发挥最大的作用,同时也形成了企业完整的价值链,最终满足客户的需求。“点”型制造模式向“线”型模式的转变,也使华为由“职能导向”转变为

“流程导向”。随之而来的是产品研发周期的缩短,市场反应速度的加快,以及风险的降低。

10.3.3 构建面向全球价值网络的先进制造模式是动态演进的过程

华为通过“点”、“线”、“面”、“网”四个阶段构建全球价值网络。对于更多的中国制造企业,应该采取适合自己的路径渐进发展。如中国制造企业可以利用产品生产制造环节的优势,建立支点,通过与跨国公司的合作在全球价值网络中获得立足点,同时不断增加支点强度,并将制造能力发挥到最大化,使“哑铃型”生产制造与“橄榄型”生产制造对接,融入面向全球价值网络的先进制造模式的演进路径;中国制造企业可以集成产品开发流程为导向,由模仿到形成产品设计能力,在国内迅速做大做强,拓展海外市场,最终构建面向全球价值网络的先进制造模式的演进路径;中国制造企业可以价值链的模块化为基础,应用合作研发、跨国并购、上市、参股、重组、外包以及战略联盟等多种模式,推动中国先进制造企业在全球市场上做大做强,构建面向全球价值网络的先进制造模式的演进路径。

10.3.4 构建全球价值网络须要强化合作伙伴的全面战略联盟

在中国制造业发展的今天,单纯依靠一个企业的力量,或是单纯依靠技术、产品等某项单独的资源,已经很难保证制造企业赢得竞争的优势。价值网络是一个模式、一种方法,也是一种思想。它将创造性思维等智力因素融入其中,从而使各相关要素之间能互补匹配,形成更加高级有序的整体竞争结构。从华为面向全球价值网络的先进制造模式的过程来看,全球价值网络是华为在日益激烈的市场竞争压力和创新价值不确定性条件下的必然选择。华为把供应商、分包商等各种合作伙伴有效地结合成一体,建立了一种长期相互信赖的关系,与所有相关企业实现全面的战略联盟,保证了全球价值网络的整体竞争力。

第十一章 安全生产，为制造业务成长护航

安全生产是我们常常挂在嘴边的公共话题，在制造部我们如何做能将它植入工作中呢？日常工作中，生产员工天天开展生产活动，面对各种各样的生产设备和变化多样的生产工艺，面临安全事故就如“常在河边走，哪有不湿鞋”，必然在开展生产活动中会遇到。而我们做的安全管理，则是要通过我们的努力推动，保障员工避免发生安全事故，即保护员工不要“湿鞋”，不要受到伤害。

目前，制造部有二万多名员工，各式生产设备及辅助装置有数十万台，有上千种生产工艺；每天员工生产作业累计有数百万次，制造出了上万台不同类型的通信产品；我们的安全生产管理工作就是保障员工的操作安全，消除对人员的危险伤害，即使每天面对数百万次的动作，也要做到万无一失。

制造部负责公司各 BG 核心产品的生产加工，小到可以装入口袋的手机、大到二米多高的机柜，每天成千上万种产品在这里从无到有，经历原材料组装到成型，再到检验与包装，最后发往全世界各地。

在公司产品交付到客户过程中，制造安全是一个必须面对的话题，正如某客户说“贵公司工厂的安全生产管理好，是我们采购的首要条件”。如何实现在安全条件下生产，平稳进行交付，让我们一起走进安全护航的事件去吧。

11.1 安全“天花板”，生产保护伞

2010 年 4 月份随着梅雨季节的来临，深圳、东莞下雨直接开启了瓢泼模式，有时一连十多天都是下雨，空气湿度爆表，早上晾的衣服到了晚上可能还拧得出水来。如此潮湿的环境给我们生产厂房带来了很大的安全隐患。

在五一假期后的一天晚上，一块 3-4 厘米厚的水泥天花批荡在没有任何征兆的情况下从约 9 米高的天花板上脱落下来，直接砸到一个地面上，这块重约 3 公斤的水泥块像石头一样，硬是把坚固的水泥地板都给砸出约 1 厘米多深的口子，此后几天，接二连三又不同区域出现了几起天花批荡坠落事件，幸好这

几起天花批荡坠落时均没有人员在此下方作业，其中一次坠落的位置不远处有一个作业人员在办公。在调查原因时，问到该同事时他说他当时被吓得面如土色，心都要跳出来，要是再近他一米，后果不堪设想。

接到天花批荡坠落事件通报后，制造部李建国总立即指示，“安全管理不能全凭运气、不能靠天吃饭。面对如此大的安全风险和隐患，我们是绝对不能让它存在我们身边的。员工安全为天，每个员工是我们的兄弟姐妹，要让行政部不惜代价将隐患排查”。面对松山湖南方工厂 B1 有数十万平米天花，且天花批荡在未坠落前，外观上完全看不出有任何端倪，又不可能把所有的天花批荡铲除重做。为了找出解决办法，事件发生后的日子里，我们安全管理人员一有空就把这些快坠落的天花批荡摆到桌面上观察，大家左瞅右瞄也没发现到底是什么原因导致批荡坠落，改善一下子陷入了僵局。

一个周末的下午，我正在家里教小孩玩橡皮泥，小孩将不同颜色的橡皮泥捏成了几个薄片，然后说这是家人的三明治；玩着玩着，突然其中叠在一起的橡皮泥薄片有两片突然掉了下来，这让我突然眼睛一亮：地球引力和橡皮泥粘力在出现不平衡时，橡皮泥片就会掉下来。想到这里，忽然就想起了一直在冥思苦想的天花块，说不定就是这样的关系。吃过晚饭，我赶到公司找出坠落的那些块天花批荡，找来了一把卡尺，对天花的四周和中间部位进行了测量和计算重力情况，并用小刀对天花表面进行清洁，对分层处撬开。果不其然，三块中有两块中间部位比四周厚约 1 厘米，第三块相差不大，中间部位天花分层有 0.2 厘米裂开；更重要的是天花分层处有一层白灰。周一上班后我就和部门同事易工找到当时负责厂房修建的基建部同事老招，一起将我的发现与大家分享分析，最后大家认可了我们发现的问题根因，即坠落的天花批荡大多是天花梁体底部不平处，在施工过程中进行一次或多次纠平，纠平时也没有经过防坠落处理，从而导致原有天花与纠平层无法有效粘合，其中也有纠平天花批荡偏厚，外有白灰，时间一长，遇上自身引力或外力作用，白灰分层片四周拉力不够就会发生坠落，根本原因就是原来厂房的框架梁底基平面凹凸不平导致，我们终于找到了突破口。

2009年下半年我们开始对南方工厂 B1 和 B2 一共数十万平米的天花进行拉网式的安全隐患排查，发现了一百多个存在类似安全隐患的分层天花块，开始铲除松动的天花块，并做修补试点。在试点修补时，当工人往铲除的凹面重新填充水泥时，小凹面还能粘贴住，大块的凹面由于水泥粘贴力不够，会重新坠落，还有一些当时看上去修补好了，可过了数天后，新补的水泥块与原来的水泥块又产生间隙，隐患有重新出现。要知道新、旧水泥间隙如何有效粘合这可是建筑行业一直存在的难题，如果间隙过大，说不定那天修补的水泥块也会像一颗定时炸弹在某一时刻再次坠落，看来这个办法还不尽完美，我们不能因为改善一个危险源而带来一个新的危险源，我们必须做到 100%安全。

2009年国庆节前我们与基建部、行政部研讨决定，对厂房基面凹凸不平的地方不再实施水泥天花批荡纠平，如果要纠平，必做要有更好的工艺或粘性更好的材料；原来已经铲除天花批荡留下的凹面直接用相同颜色的面层涂料滚平。这些改善措施落实后，先后花去了近一年时间的敲打和铲除，终于将这个隐患排除。为了避免类似的事件发生，我们将这些案例直接转化成了松山湖 C 区、D 区厂房的建筑标准；这些标准的形成，就像一把安全伞，将老厂房发生天花次坠落的类似安全隐患给挡住，员工们终于放心地在厂房内工作了。

11.2 叉车芳容美，员工更安全

随着华为业务的高歌猛进，2015年5月为了向世界一流安全水平迈进，公司领导指示，将制造部安全管理水平提升一个台阶，我们拜访了在安全管理领域处于世界领先的 D 公司。D 公司在美国早年是一个从事火药制造的家族企业，一次严重的工厂爆炸事故，导致三十多人的 D 家族只剩下了 D 先生一人；从那以后，D 先生始终把生产安全放在企业的管理首位，并成为员工聘用的条件。得益于 D 先生的安全理念，如今 D 公司已持续发展的世界五百强的百年品牌老字号。

我们参观的 D 公司下属的子公司，是她旗下一家位于深圳蛇口的化工厂，工厂面积不大，操作的工人也不多，随处可见的是各种口径的管道连接着各个大大小小的提炼炉。在仓库门前我看到两名员工正驾驶着电动叉车运载着桶状

的货物，从整体外观型号来看，他们的叉车应该有些年数了，但叉车的车身及脸部却异常的整洁无瑕，黄色油漆饱满而透亮，无一处被碰撞或划花的痕迹。这不禁让我想起我们生产现场的叉车，那些叉车前前后后简直就像一个大花猫，不堪入目，划痕撞痕累累。

回到公司后，我们决定成立叉车擦痕安全改善项目组，要改善擦痕首先要摸清擦痕的来源。在项目推进调研时，问到叉车工为什么叉车车身伤痕累累时，有的叉车工振振有词，认为这根本不是一个事，甚至说即使是你自己买回来的新宝马车，开着也会被划伤，更何况工作过程场地有限，划伤叉车是无法避免的。

面对业务部门的不理解和叉车工的不以为然，安全改善项目组负责设备现场安全的杨工则蹲守在公司物流区域，对收货口、物料存放区、发货仓库、发货台等进行数据收集。为了不放过每一种产生擦痕的可能，收集更多的擦痕数据，那时电动叉车开到哪，我们安全管理人员就跟到那。不少叉车工看到安全管理人员就皱眉头，有人甚至一脸的不屑，认为我们安全管理人员工作量不足而在故意找茬。安全改善项目组成员面对种种不理解和责怪，都说这个项目让大家是“亚历山大”。有压力，就有动力，大家还是尽心尽力分部门对就制造部大大小小近 300 台电动叉车进行了记录和统计；在一个多月的观察记录数据，我们发现每周产生的新擦痕只有四十几处，而且还很有特点，有的车一处擦痕也没有新增，而有的车已经多出了好几处擦痕。经过跟踪叉车工作场地统计发现，新产生擦痕的地方集中在叉车转弯或进入集装箱体装车这两个时间点。我们的安全技术人员召集叉车司机一起研讨，叉车产生擦痕主要是叉车司机驾驶时对空间距离判断失误，大部份是判断车身与周围物体安全空间过大，而实际行驶时车身与周边物体的安全空间过小，导致车身触碰物体产生擦痕。

为了让叉车工更好理解这个安全改善项目的开展，我们把每一次叉车碰到的物体比喻看作是撞到一个人，那么每一处擦痕就是一次交通事故，大家都慢慢也理解了。叉车工们于是敞开心扉，将他们知道发生叉车擦痕的主要原因告诉了我们，即是车速过快、作业时判断不准、粗心大意、不爱惜车辆、野蛮

开车等。叉车驾驶亦同汽车驾驶，所以减少擦痕需要降低叉车的速度，提升员工的安全意识，提升叉车的驾驶技能。

我们针对调查的结果，利用历史华为自己发生的叉车伤害安全案例，全面开展各部门叉车司机的安全意识、安全技能等理论培训和实操复核，并组织叉车技能竞赛，修订和完善叉车管理规范 and 内部资格证书的获取方式，不断解决员工安全意识和操作技能不足的问题；同时通过技术手段把大电动叉车从 12 KM/小时降至 8KM/小时，小电动叉车车速从 10KM/小时降至 5KM/小时。

正当我们将改善措施如火如荼开展时，落实降速改善措施，遇到了个别部门的顾虑：在将车速下降的同时，如何保障业务不受影响？改善一时陷入了困境，似乎遇到了一块硬骨头。2016 年春节过后，随着制造部智能制造理念的提出，各部门通过自身业务优化、自动化设备引入和 AGV 小车的应用，结合精益生产效率提升，再加上不断强化的安全理念、意识和观念的转变，困境也慢慢打开了。在项目组近一年的努力下逐步实现了叉车全部降速，叉车擦痕管理制度实施良好效果也逐渐展现了出来。现在叉车擦痕在不断减少；擦痕管理也成为了司机交叉叉车的必备检查项目之一，实行登记管理。现在制造部有大小电动叉车 350 多辆，擦痕从 16 年下半年平均 0.65 条，下降到 17 年上半年的 0.23 条，80%左右的叉车由当初的花猫脸，变回了原样并已经能衬出叉车工可爱的笑脸。

结束语

风险无处不在，安全持续改进。这些年，制造部始终把安全管理摆在首要位置，实施着“小事管好，大事不出”、“我要安全，我会安全”、“安全第一，预防为主”的主动管理理念，实践着制造部总裁李建国总“质量第一，安全是更高的质量”的管理要求，制造部安全生产管理致力于通过本质安全从研发到客户的全流程安全拉通，落实制造现场安全保障有力，生产产品安全品质优秀，实现安全制造、绿色制造。

如果把每一个细小的安全风险改善当成一滴水，这些年来我们与业务部门一起联合持续推进的安全改善现在已汇成一条大河，托起华为这艘大船安全前

行。多年的安全管理无愧、无怨、无悔，安全为华为业务成长护航，将托起更安全的华为制造的明天！

第十二章 我们是制造现场“大合唱”的指挥棒

小小的手机，零部件加上生产工序，可能出错的环节有千千万，如何让每个音符都摆放在正确的轨道上，让制造现场的“大合唱”快速准确、铿锵有力，需要有运筹帷幄之中，决胜千里之外的指挥艺术。

进入终端业务是我职业生涯中的一次有转变意义的经历，作为 12 年转入终端制造的“新兵”，有幸亲身经历了终端手机从市场上反响平平到世界排名第三，中国市场龙头的过程，这其中的酸甜苦辣不仅开拓了视野，更转变了我对职业发展的认识，非常感谢公司提供了这样一个宝贵的机会。

12.1 非常时期，救火也是贡献

“调度是干嘛的？是客户下单后下任务令，生产有异常组织开会解决吗？有些人的第一反应会是这样。13 年终端制造管理业务刚切换到制造部的时候，确实是调度业务真实写照。

当年整个终端体系响应余总的变革号召，不再依靠运营商，打造华为自己的品牌；美好梦想的实现总是要接受严酷现实的洗礼，面对汹涌的市场浪潮，没有了运营商这道防护网，整个体系的问题都暴露了出来，到处都是火灾不断，火警连连，调度业务也完全不是宣传片中全自动化的高大上形象，我们的工作更像一个踏实的老农，不管风吹日晒，靠夜以继日的拼搏换来产品的及时交付。

一次部门内部几位主管闲聊，大家谈到刚接手时的情况，也都是深有感触，听到“welcome to join the conference”的频率与之前相比呈数十倍的增加；资源调度主管王大庆还笑着给我们说他老婆至今还偶尔拿 14 年清明节假期的事跟他算账，“原本计划陪老婆回湖南老家，机票提前订了，老丈人一家也都心心念着女儿女婿好容易团聚一次，谁知道放假前一天临时发生了电池鼓包的

质量异常，新产品上市迫在眉睫，开了半夜电话会议后，为了保交付，自己决定继续跟进返工的产能规划及生产安排，只好送老婆到机场让她独自回家。”

开局虽难，但非常时期，靠着“笨办法”，几百个日夜坚持下来也收获了满满的硕果，在团队的努力下，14 年终端制造交付首次达到了挑战，P6 高端销量超百万台、荣耀销量增长 10 倍，华为的品牌在市场上逐渐得到了认可。

12.2 走可持续发展的道路

“工厂产能承诺有问题，人没招到，拉工厂的人讨论了 2,3 次，每次都承诺的很好，隔天就跳票”

“不知道为啥一到周五下午 5:00 就会有物料质量隔离，今天晚上还得拉电话会议”

“刚采购报了一个欠料，上午的排产要重新调整”

自从接触到终端现场交付业务，常常听到员工对突发异常的抱怨。14 年对部门员工的工作日历做了梳理，发现平均每天预留的异常处理时间超过 4 小时，除了例行的一些工作外，平均每人每天都要加班 2-3 小时去来协调解决突发问题。

异常管理相当棘手，也不知道哪天什么地方会出问题，，每天全检一遍又太耗时耗力，容易做虚，但公司战略摆在眼前，不可能允许长期的苍蝇头乱撞模式。

部门领导都意识到传统的管理方式已经走进死胡同，需要在观念和方法上做一次变革。恰在此时，部门从质量体系引入了一位六西格玛黑带专家赵宏兵老师，“你们可以参考下质量的 QMS 体系？”在一次内部讨论会上，赵宏兵老师给我们支招，看到我们一头雾水，他又拿出了质量部门具体的管控文件，这不就是我们想要的吗？终端交付 90% 的业务由代工厂承担，如果工厂各项业

务都能有明确的处理规则和管道，那不管未来业务有多大的发展，现场管理都可以按照既定的方案流下去，不再受制于人员，地点的约束。

时不待我，我们立即成立了项目组，列出过去影响交付的各类异常明细，制作出近百项需代工厂明确规则的点检表。历经 2 年多的努力，当前自研所有工厂交付领域都已经摆脱了完全靠老员工，靠经验吃饭的困境。近几年终端年均 20% 以上的增长率，年度交付达成率屡创新高，但现场调度人数反而减少了四分之一，原因无它，“能否用规则让各环节第一次就把事情做对”成为了现场调度能力衡量的新标准。

12.3 还可以更快

2013 年底春节回家，高中几位好友聚会聊天时谈到了每个人的现状：

“我现在在华为，广东那边”原本有一些期望的。

“华为，你们是做什么的？”

听到这样的疑问，虽然心里有些许尴尬，但还是硬着头皮解释：“华为都没听过，你太 low 了，国内最厉害的民营企业，主要是做通信设备，手机接收讯号，卫星信号传输，跟移动、联通等运营商合作的比较多，不直接面向消费者，没听过也正常；思科，爱立信都被我们干掉了，现在全球排名第一”。

事情虽已过去多年，至今仍清晰的记得当时心中的惆怅和期望，何时可以以自身所从事的手机业务为傲？何时我们也可以成为业界第一呢？

在 2015 年迎来了一个契机，P8 作为 2015 年上半年旗舰机型，自 4 月份上市后销售情况极佳，在提升公司品牌知名度的同时，也带来了丰厚的利润；为了进一步满足市场需求，各代工厂均大幅增加产能，但 6 月中旬由于手机屏来料质量问题，导致产品大面积隔离，近半月无产出；下旬首批新料到达后，终端公司要求压缩 1/4 制造周期，保障产品快速交付到市场上。

平时处理紧急订单作为以条数来计，靠加班加点盯紧点就能满足；如果连续大半个月的产品每一批都要压缩交付周期，就必须要有了一套新的计划和过程管控方案来适配。

特别是通过几年的持续改善，生产周期已经经过了多次压缩。改善到了一定阶段后，同等数量的周期缩短难度系数会呈指数级上升。最初我们提出两个方案：一个是把整体需求按日分解，安排 4-5 名骨干轮番上阵。这个方案符合现有规则，不需要太多变化，但是能否达成目标心里是没底的；二是压缩耗时长工位的作业时间。这个方案技术难度更大，在制造向来是把保证质量作为第一优先级，短时间内大幅缩短老化、测试等工序的时间，基本上是没有希望的。我对这两个方案都不满意，因为都不能保障可以稳定的满足客户需求。

项目交付团队重新整理思路，最后提出一个精益解决方案，摒弃之前的按计划生产模式，按照流线型连续加工的思路，消除工序间的周期等待和浪费，提升水流速度。这是一个非常大胆的设计，要求每个环节都要按时保质保量完成任务。

作为交付的指挥棒，调度召集周边部门进行讨论，每个环节均对自身的效率充满信心，一致赞同此方案。前进的路线终于敲定！

随后便是夜以继日的生产加工。一开始质疑时间要求如此紧促，物流和生产单位能不能很好的互通，但真正运行一段时间后，我发现不仅没有延迟，实际上大家基本都是提前完成任务。项目完成后的反思会上，各部门的骨干、行管都认为这才是本部门应有的效率。按过去的行为模式，为了保障自身领域的承诺达成，各部门都预留了一定的柔性，用库存来降低风险；在新的精益模式下，每个环节都清晰的知道后环节的需求，自然卯足了劲加油干，不仅完美满足的客户需求，在制和库存量在同期产品中均创下新低。

终端市场竞争激烈，不进则退，每年 20%-30% 的改善幅度远远不能支撑消费者市场快速增长的需求；我们必须赶在友商和客户负向感知之前进行自我超越。过去总认为精益更多的应用于生产、质量领域，通过 P8 的实践，我们认

识到调度领域也大有可为。至此以后，精益的分析和改善方法是在调度环节逐步流行起来，各种培训、项目如雨后春笋般兴起，逐渐成为一项基本技能。

在随后的业务改善和变革活动中，如制造周期缩短、返工流程优化等，都大量应用了精益的工具和方法，并且为调度培养了一批又一批懂业务，有技能的人才储备，为未来超越自身、向世界第一迈进打下了坚实的基础，也支撑着我们向着更快，更强的目标迈进。

12.4 向未来冲刺

2015 年底，新成立的终端制造管理部来了三星的专家 RHA JONG HAG，几次汇报结束，过去我们引以为傲的交付保障、生产周期改善成果与业界标杆三星、苹果相比比，仿佛有小学生和巨人站在一起的既视感，有这么好吗？我是持怀疑态度的，不会是故意给我们压力吧，好歹我们已经做到世界第三了。

几位兄弟联系到了一些在三星工作的朋友，不比不知道，一比吓一跳，如同人治和法治的区别，我们是想如何通过各种约束让人少犯错，不犯错；而三星是通过相互承诺、相互锁定的规则约束，辅助全流程可视的 IT 工具，让每个在圈子里人无法犯错。

这是一个庞大的工程，做好自己的事情容易，要周边部门每个人都及时准确完成任务，心里还是很忐忑；我们这个刚成立 4、5 年的新部门，可以吗？

在这时候部门领导袁建东给我们打气，“新部门就是要有冲劲，做别人不敢做，做不到的事。我们是公认的交付指挥棒，这个时候就要迎难而上，三星苹果可以做到的，凭什么我们做不到？我们不仅要做到，更要比他们做得快，做得好。”

带着对未来的期望，16 年调度正式主导启动了锁排三天零变更项目。在首次项目例会上，终端制造管理部部长 RHA JONG HAG 说到，三星是通过类似的项目，用 5 年以上的时间实现了从平庸到长期保持世界第一的的跨越，今天

在华为，如果你们做成了，带领华为成为新的世界第一，那么不管到哪里，你们都是交付领域 No1 的代名词”。

历经 1 年的努力，虽然与三星仍有差距，但脚印更清晰可见，17 年生产周期下降到 3.2 天，差距缩短到 1.2 天；95%收敛周期从 9 天改善到 4.5 天；一周预测变更率 4.5%，较上一年下降 40%；制造定时定量产出能力从 75%提升到 95%以上；过去合作的质量、统筹、计划、物流、IE 等成为了真正的伙伴，每年改善 30%不是挑战，各个业务领域都能够呈数量级改进，赶超三星才是我们真正的梦想。

第十三章 打造制造物流的“高铁线”

中国高铁从“四纵四横”到“八纵八横”在当今中国乃至世界都具有深远意义，准确、高效几乎是高铁的代名词，人们出行可实现以“小时”计。而我们生产产品所需的物料仍然处在“绿皮车”阶段，库存周期以“天”计，甚至以“周”计。这种低效的物流模式和超长的库存周期造成的低效和浪费，就如每年的“春运”，但是在公司却时常发生，造成更多的成本投入。改变现状，建设制造物流“高铁线”势在必行。

13.1 制造物流的“发改委”

我一直在华为制造物流从事现场管理工作，尤其在原材料仓储和成品发货业务上长期深耕细作。在日常工作中对“精益思想”也有接触，但只限于皮毛。2016 年华为制造部推行“精益生产方式”10 周年，“精益生产将进入加速度，改善项目逐步要触及深层的、根本的原因”，制造部上下如火如荼的推行精益生产，随后部门指派我承担制造物流的精益改善推进工作。我跟大家开玩笑的说，让我推进精益改善估计是源于我扎根业务太深、涉及业务相对全面，正好用精益理念先对我进行革新，同时也对整个制造物流业务模式进行革新。

在开始推行制造物流精益改善之初，我面临很多疑问。华为制造物流的方向在哪里？如何识别、开展精益物流项目，怎么突破现在的物流模式？怎么为公司创造更大的价值？

我向日本顾问老师、HPS 专家取经，与广汽丰田、亚马逊等全球先进物流公司交流，与华为外招的业界优秀物流人员探讨，想搞清楚我的推行组应该扮演的角色与承担的职责。经过短暂的密集的讨论，我的思路越来越清晰。从业务层面讲，制造物流分为原材料收货进来、物料仓储、分拣交付生产车间、成品发往客户，各业务模块虽在开展改善项目，但大多是点的改善，很难连成线更难形成面，所以长期以来忙于点的改善、现场的管理，埋头苦干，没有抬头看路或看的不全面不系统。就管理角度而言，改善人员对业务改善目标不明确，处于“东一榔头西一棒子”的无政府状态，未形成合力，未聚焦主要改善力量突破关键问题。

我应该关注的是业务的应有状态，按照应有状态或愿景规划重点攻坚项目、现场作业效率提升项目，关注改善人员“力出一孔”，促使他们聚焦业务改善的主航道。在这期间，日本顾问老师让我们做了一个“小游戏”，要求我们生产各环节最优秀的人员分段设计一条生产线。大家马上投入设计工作，很快根据工作经验设计出本环节最优的方案。但是各环节连在一起，这条生产线的效率反而是更低的。日本顾问老师正是通过这个“游戏”让我们明白，局部利益最大化并不是全流程利益最大，所以日本人发明了“大部屋”的概念，各环节人员打破部门障碍、技术局限，开发设计出全流程最优的方案。所以我需要能站在更高的角度规划项目、审视各项目的契合点，发表业务改善的独立意见，督促各业务不断提升，通过实际项目运作，共同支撑制造物流向应有状态改善，满足公司业务快速发展的要求。

13.2 模式革新的“急先锋”

这年盛夏，我被公司安排跟随日本顾问老师到日本本土企业感受、学习精益的理念。这一周时间内，除了紧张的学习课程和实战操作，对我感触最深的莫过于，日本企业对精益思想的极致运用。财务报销这种非生产性工作，我本

以为和精益思想是风马牛不相及的。但是日本人却把财务报销的每个流程设置成固定的时间，有节拍的依次按照流程操作，环环相扣，就像加工产品一样形成“单件流”。这次真是开了眼界，即惊讶又感慨：人家连这都能改善，我们还有啥不能改善的呢？！

精益改善就是消除不增值活动、消除浪费，从精益思想的角度来看“库存”是最大的浪费，而且还是“万恶之源”。以日本丰田为代表的企业提出“零库存”的观点，主要代表是准时生产方式(JIT)。公司这些年也在推行 JIT，但是基本是供应商将物料准时送到库房存储，没有实现 JIT 消除库存的真正含义。在日本顾问老师、HPS 专家的指导下，对现场、业务流程、库存数据进行了大量的调研和分析，基于此率先提出“当产线需要时，由供应商将正确的物料、准确的数量、准时的送到正确的需求地”。看似简单的模式，如果是一条大马路上就一辆车那就畅通无阻，但是现在的华为就是一条“深南大道”，而且是早高峰，别说能准时到达，车能走的动就不错了。

而我们首先找到了“交通管理员”计调部门，热情飞扬的给他们讲解治“堵”方案，一起把现在的问题逐一打开分析，共同寻找对策，最终答应我们开辟一条“小路”试一下。后来计调等周边部门的同事成了我们战壕里最坚实的“盟友”。

路铺好了，但是供应商与华为都没走过这条路，心里难免犯嘀咕。首批选定的供应稳定的几家供应商纷纷以成本、交期等各种理由推托。之前供应商给华为送物料，都是把多种物料装满满的一车，一次送到华为做库存，并且很有道理“反正华为有地方，物料早晚也要用”。这样一来供应商物流成本、仓储成本低了，但是华为为之付出了更多的投入。我们要让他们准时、准点、准量送物料，对他们惯有的思维、物流方式确实有一定的冲击。如何寻求“双赢”的措施？在日企工作过的同事给了很大启发，日本企业广泛采用“milkrun”的方式来解决类似的问题。就像送奶工给若干用户送奶并回收空奶瓶，这样循环取货的物流方式。方案确定后，大家立即行动起来，小尹拿出地图标注供应商的位置，像排公车站点一样，安排每家供应商的取料顺序、取料时间，俨然一个战场上的指挥员；小冯像“10086”客服一样，在电话中耐心向供应商介

绍方案，并请供应商现场安排好货台、物料、标识等；小陈的任务也很关键，由于没有供应商愿意提供车辆，华为也没有自己的送货卡车，小陈只能自己想办法协调，“实在不行的话，我就自己开车跑一趟”，小陈匆匆出门前撂下这句话，并留下我们一脸茫然并迅速脑补一下私家车拉货的劲爆场面。带着这股冲劲，卡车也协调到了。上午 9 时车辆准时从华为出发，开启华为原材料供应的第一条 **milkrun**。车辆出发先，小尹还跟这辆有在华为制造物流历史上有里程碑意义的卡车合了影。

车辆出发了，大家很激动很忐忑，卡车上我们安排了小孙跟车，在我们眼里小孙就是 **milkrun** 的首席“试飞员”。之前大家只是在模拟 **milkrun** 的场景，现在是真的试点了。“试飞员”小孙将实况异常信息不断向我们传来：交通堵塞、供应商厂房找不到、物料未准备等第一手信息，这些数据为我们完善 **milkrun** 运作奠定了坚实的基础。等小孙回到华为已很晚，回来时小孙一身汗透，脸上的汗水已与灰土形成了汗痕，张了口的皮鞋上沾满了泥土。疲惫的身体上只有眼神依旧在放光，布满尘土的衣服上只有鲜红的华为工卡带仍然那么显眼。这样的跟车试点持续了一周，发现问题及时解决，改善后再试点，问题越来越少，**milkrun** 运作越来越顺，供应商担心的成本、交期等问题迎刃而解，供应商也更愿意和华为一起改进业务了。试点成功了，大家没有我原本想象的激动和兴奋，好像一切本应如此一样。也许大家都明白，试点只是新的开端，推广开来给公司创造更大的价值才是我们的追求。

13.3 独乐乐不如众乐乐

经过长期的积淀，我们对业务规划已了然于胸，然而在项目规划该如何执行却是一个新课题，不同的业务有不同的场景和问题。如何根据不同的场景和问题出具针对性的有效解决方案，这就需要我们培养更多的优秀精益改善人员。

对于精益改善队伍建设，我们坚信“宰相必起于州部，猛将必发于卒伍”。在现有精益改善队伍的基础上，我们又从现场选拔了一批业务骨干到精益改善队伍里来，通过目标管理，将各业务的改善人员紧紧的团结在一起。同时将一部分改善人员下放至基层业务，通过他们影响带动基层业务一同改善。

对于精益改善队伍建设，我们还坚信“人才不是培养出来，是自己成长起来的”。精益改善人员需要立足现场掌握更多的改善方法，我们建立“实战工具培训”、“作战案例复盘”等一系列的措施，让愿意提高和愿意接受挑战的队员，先从理论上快速武装起来。通过与现场业务改善项目结合，不断提高项目管理技能和持续改善的能力。

对于精益改善队伍建设，我们始终坚信“团结一切可以团结的力量”。从我接手制造物流精益改善伊始，通过日本顾问、HPS 专家指导，逐渐意识到制造物流的改善不是某个具体的项目就可以一蹴而就的，它需要从信息流、实物流共同改善，甚至需要华为供应体系进行系统性改善。这样我们通过邀请 HPS 专家在不同场合宣讲精益物流，在每个项目中邀请周边各环节参与，济济人才汇聚相信会提升华为制造物流的业务水平。

我们一直在路上，虽然路还很长。但是我们不迷茫，因为我们心中已有“山峰”。我们在摸索、试错与磕绊中成长，希望建成一条“高铁线”，为公司制造高质量的产品提供更高效的服务。

第十四章 终端制造的“柏林墙”

2017 年 5 月 2 日，心声社区一篇《我们向制造部学习什么？》的文章引起了公司各部门广泛的热议，文章对我们的成绩予以了肯定：

“我们在松山湖基地现场看到，原来需要八九十人的手机生产线，现在只需 28 人，第一台手机产出与第二台手机产出间隔 28.5 秒。偌大的厂房，已看不到人推小车运送物料的场景。这样的例子，不胜枚举……”

看到这段话，亲历终端发展的我顿时感慨万千，思绪不禁飘回到四年前。

此时终端制造部刚成立不久，由于业务急剧增长，部门人员快速扩张到 3000 多人。现场多个功能区分散在各个地方，就连 R12-R13 的连廊都搭建着临时生产线。所有员工都在“热火朝天”地交流，各种状态的产品堆积如山，

一度积压近十万台 P6 手机，现场嘈杂如菜市场。市场需求紧急，我们却交不出货。

14.1 心胜则兴

当时业务错综复杂，大家也刚从运营商制造转行手机制造没多久，大部分人的思维模式仍停留在过去，然而这种模式却不适合如今的消费类产品。大家摸不到头绪，灰心丧气。

14.1.1 除了直面问题，我们别无他途

我们当时已经意识到，现场近十万台各种状态的半成品是亟待解决的首要问题。市场催货紧，我们却交不出货，现场氛围剑拔弩张。

“必须在一个月内完成现场所有在制品的清理！”，我们定下了目标，心里却没有什么把握。

组织起这么大规模的在制清理是一件非常不容易的事情，我们给每一条生产线制定目标分配了任务。

发扬“愚公移山”的精神，用最“简单”的办法——通过扫描条码弄清楚每个手机的状态，然后逐个清理。每天早会对前一天的达成情况进行回顾，遇到困难大家现场讨论，及时决策，保证顺利交付，生产状态逐渐变得井然有序起来。

不出一个月，完成了一个看似不可能的目标，建立了团队的凝聚力与行动力，同时找回了信心，战胜困难有两次，第一次是在心中。

14.1.2 九层之台起于累土

基督教的创立者圣保罗曾经说过：秩序是天国的第一要律。通过这次对现场大规模的在制清理，大家意识到现场的秩序是我们能做好生产的基础，苦干加巧干才会有效果。只要规矩立好，严格要求，很多问题就可以迎刃而解。

规范化例会由此而来，终端制造部有了一个从不缺席的会议。从部长，经理到主管，每个人都十分重视，从不请假，从不缺席，一直坚持到现在。当时的规范化专员还清晰记得第一次开会的场景：现场简单放置一个投影仪，把胶片投在墙上，十几个主管经理站在一起开会。

没有规矩，不成方圆。在例会上，月度规范化指数排名倒数的部门经理和车间主管要分析改进，排名前列的则给大家分享经验。通过规范化运作，逐步建立了各种规则和对规则的敬畏意识，在规则的约束下井然有序的生产现场逐步成型，规范化带来的良性循环增强了大家的信心和凝聚力。

业务步入正轨后，我们脱离救火状态，开始着手业务优化。

14.1.3 季布一诺，重于千金

当时我们的产能跟不上，及时交付率（EPD）很低，经常半夜三更遇到“惊魂夺命连环 call”，大家一筹莫展。要改变这种被动的状态，EPD 必须做到 100%。

每个人的第一反应是——不可能！生产现场一直面对各种异常，能做到 95% 就很了不起了，100% 怎么可能做得到呢？还没有开始讨论切实的执行方案，大家心里开始打退堂鼓了。在一次 T-1 会议上，部长讲到：“EPD 是什么？是交单承诺，承诺的事情必须要兑现，这是最起码的原则，要做一个有信用的人，别人才愿意跟你交往。同样道理，团队间的合作，我们也要做到一言九鼎，这样才能赢得别人的信任。”

我们决定齐心协力，一鼓作气达成目标。每天召开 T-1 会议，会上对前一天生产情况进行总结，对未来的生产进行安排，逐条审视任务令达成风险，拟定解决对策。会后现场落实闭环，经过几个月努力，我们的目标达成了。

EPD 做起来后，我们又对产出提出了更高的目标，在资源不增加的状况下，单月产出从 60 万提升至 80 万。通过设定挑战性的目标，挖掘内部潜力，持续

改进。13 年国庆节的时候，我们的数据出来了，9 月产出突破了 80 万！有了这次突破，大家的干劲更足了，不断提升工作质量，我们的效率年年攀升。

其实每个人都是在从自己的经历和经验当中，或自我设限，或汲取能量。我们终于成功打破了心中的藩篱。这一年来，横亘在终端制造人心里那堵“柏林墙”，就这样被我们推倒了！

14.2 苦难辉煌

2014 年 6 月，任总亲自来松山湖视察工作。当时 P7 交付不畅，操作流程复杂，生产效率不高，这时，我们感觉到了空前巨大的压力扑面而来。

14.2.1 乾坤大挪移

我们还沉浸在沾沾自喜中，现实就给了我们当头一棒。逐步改善远远达不到业务的需求和领导的期望，要么坐以待毙，要么破釜沉舟，一定要在生产模式上有突破性的进展！

我们团队有个优点，就是抗压能力强，越是在有压力的条件下越是能激发无穷的斗志。大家每天在现场碰撞与讨论，有时甚至忘了时间，直到凌晨才回去休息，为了加强交流及时响应，生产环节与周边各部门达成了一致，先从办公位的整合开始，将分散的办公区集中布置，便于大家交流与异常的解决。

我们与 IE 一起讨论设计了总体平面图。确定好了之后，就立即动工了。

第二天一早，整改工程团队全部进场，办公区现场按照原计划开始施工。终端制造部的“乾坤大挪移”由此逐步展开，历时一个月，完成了 103 个功能区的调整。

当整改初具规模的时候，我们有了一个更加大胆的想法……

14.2.2 楚河汉界，豁然洞开

之前终端制造部还没有“一个流”的生产概念，两堵石膏墙将我们的车间天然的划分成三个区域，半成品生产与整机组装环节被完全隔开。

要想前后物流拉通，全流程实现一个流生产，这两堵墙是项目进展中最大的两个障碍，必须推倒！

很多人都感慨，没有谁像这么折腾的，如果不做这个事情，大家可能还更安全，大不了慢慢做整改，但是做了这个事情，一旦没做好，我们可能立马就要卷铺盖走人了。

经过深思熟虑，第一堵墙被推倒了，此时李总恰好从欧洲回来，便立即来到终端制造现场查看，他对我们的业务优化思路给予了很大的支持与认可。大家原本忐忑的心情，在得到上面领导认可后，平静了下来，紧接着第二堵墙也被打通了。

两堵横亘在半成品与整机制造中间的“柏林墙”打通之后，我们开展精益改善的心墙也被打通了。这时，有了信心的管理团队和员工，集思广益，在现场如火如荼地开展精益改善活动，一时间终端制造部全员参与改善，百家争鸣。

生产线体模式的改善尤其突出。随着制造工序和产品的复杂度不断增加，我们从友商 S 公司引入的“非”字型线体出现了水土不服的状况。很快，有主管带领大家搭建起了“一”字型生产线，也有部门成功地把组装线体优化成了个人 CELL 线体……我们不断优化线体模式，日均产出持续攀升，员工的绩效工资也随之提高，大家的改善劲头越来越足。

卢健勇，是一名生产一线员工。当时他发现手机彩盒包装工序有一张废弃的保护膜需要手动撕除。“我看在眼里，思考着能否做一个小装置来代替员工作业呢？”他回忆道。在工作之余，他利用现场废旧材料制作出终端首个简易、低成本小工装，为生产线体节省了一个人力。后来，这个工装被命名为“5块钱小工装”，并在终端制造部所有生产线体上推广运用。

随着越来越多的小工装被发明出来，为了更好地激励员工，我们将所有的改善用员工本人的名字来命名，并专门在客户参观通道上开设一块“改善达人墙”，把他们的优秀案例向全员展示。

那段时间，李总和各领导只要有空就会亲临终端制造生产现场，提出指导意见。领导的支持，使所有人充满了斗志。随之，终端制造部做了一系列体系化的改善，通过对人流的疏导，物流动径的优化，半成品与整机的对接，实现同一产品前后工序的贯通生产。建立成品码头、安灯系统、AGV 配送系统、虚拟工厂系统，配合拉式发料、排产 IT 系统的应用，实现了信息流的拉通管理。匹配一个流式的生产方式，优化终端制造部四层组织，提高组织运作效率。通过以上改善，初步形成了生产可视与人机结合的现代化生产现场。

今年 3 月份，任总再一次来到了终端制造部，这次他对我们的生产现场给予了肯定，这无疑是对我们最高的褒奖了！

人生如行路，一路艰辛，一路风景，你的目光所及就是你的人生境界。不经历风雨，怎么见彩虹？人类是天生的孩子，成长就是我们最大的力量。

14.3 使命必达

14.3.1 邂逅 Mate 7

任何事情可能都有一定的偶然性，但是机会永远是留给有准备的人。很快 Mate7 的生产给了我们证明自己的机会。

事情的转折是在 2015 年，Mate7 刚开始试制验证，大家对它的期望仅仅是高端机型的一款，销量不会太大。

有一天，PDT 经理问我们能不能支撑 Mate7 的生产？当时做这种机型就意味着每天要面对数不清的物料质量问题与停线的损失，有人反对，有人支持。但如果我们不做高端机，不支撑好产品线商业成功，我们存在的意义又是什么

呢？不忘初心，方得始终。我们必须改变以往被动接受产品的方式，从前端设计早期介入。

为了能让这款产品顺利的导入与爬坡，我们组织了一个特殊的团队——“试制验证及交付保障团队”。深入终端 VS 现场，了解 Mate7 产品的特点和生产流程，并运用精益 3P 方法对这个产品进行导入前改善，制定“四步法”导师跟线机制来保障产线的快速爬坡与复制。后来“美腿妻”大火，一时间洛阳纸贵，一机难求，加价也买不到。我们能够准确及时的将高品质的 Mate7 交付到客户手中，产品线便放心大胆地将订单交给我们来做。在整个交付期间，我们承担了 Mate7 一半的生产量，其中高配版（尊享版）占了 80%，那一年，我们的效率增长**%，也是首款制造成本明显低于 EMS 的产品。

Mate7 不仅仅是消费者 BG 划时代的产品，同时也成就了我们，它转变了我们终端自制在产品线人心中的印象，奠定了我们作为终端产品试制验证能力中心、高端旗舰大 T 产品量产中心和客户体验华为精品制造参观基地的地位。从那时候起，华为的每款高端旗舰机型产品线都会与我们合作。

产品线和我们之间的柏林墙也被推倒了。

14.3.2 相遇“戴姆勒.奔驰”

2014 年年初，终端制造部主动承接了处于起步阶段的车载设备制造业务，涉足一个全新的战略领域。

当时负责车载业务的车间主任王维回忆道：“我们刚刚适应了手机业务，突然又要承接车载业务，整个团队对汽车电子行业的了解几乎是零。白手起家，所有的业务知识都得重新学习，所有业务体系都得重新建立，涉及到质量、交付、成本、精益、人力资源、物流、研发等各个领域。”

2014 年 9 月份，车载业务部门成立仅半年时间就迎来了第一个世界重量级客户——戴姆勒.奔驰。

长达一个半月的准备期后“大会考”如期而至。纵使准备得再充分，世界顶级车厂的认证也足够让我们紧张起来。

高高的个子，立体的面孔，鲜明的五官是德国奔驰客户给我们最直接的印象。一行 8 个人带着审查官应有的庄严和肃穆，缓缓的走进车载车间。突然，站在线头他们似乎有些迟疑，我们的产线跟他们想象中的不一样？远达不到他们的要求？还没开始就觉得不满意？还没有缓过神来，主审官却在线头对我们竖起了大拇指：**This is the cleanest workshop I ‘v everseen!** 原来刚才的迟疑是赞叹我们车间现场的整洁！

德国人对每个不良品的分析改善报告、质量管控预警方案、潜在风险识别清单、不良品管控方案等各方面均做了细致入微的审核。他们严谨、精益求精的态度让我们真正见识了车载行业对质量的执着，面对这么精细的审查，我们有些应接不暇，但拥有专业素养的我们在面对审核时依然表现出最佳的状态：

“测试作业指导书的备注栏中我们对员工操作注意的 7 大事项进行明确的说明，并会纳入员工技能上岗时的理论和实操考核中，确保每一个上岗人员都能熟练掌握”、“印刷钢网的使用寿命管理我们采用的是系统自动计数监控，钢网使用报废次数为 10 万次，但是系统会在 8 万次时进行预警”“锡膏印刷后暴露时间 2H 管控，我们采用的管控方法是回流前增加采集动作，并将回流时间与印刷时间做系统扣减判定，以确保正常回流的每 PCS 单板锡膏暴露都不会超过 2H”……，面对德国客户的每个问题，对答如流并举证充分，如数家珍，审核员那立体的面孔上严肃的表情也渐渐舒展开，并多出些许微笑，准确讲应该是认可和赞许的神情！

经过几天的审核，我们获得了华为车载进军欧美汽车电子行业的第一张绿卡，市场端、研发端也接二连三发来成功牵手奔驰的喜报，一时间遍地开花。

自此，我们打破了车载业务的柏林墙，踏入了一个新的领域。

2015 年 4 月，通过通用客户审核，为我司成功独家中标上海通用车载项目打下良好基础。

2015年7月通过爱信（奥迪项目）的客户审核，被评为A级供应商。

2016年2月，哈曼（奔驰项目）在对华为审核中给予满分100分，将华为评定为A级供应商；奥迪车载模块0公里DPPM为0，奔驰车载模块0公里DPPM达成10以下，远超客户预期业界100DPPM的出厂质量表现，获得客户及市场一线的高度认可。

2016年8月，通过丰田客户的审核认证，我司成为丰田供应商体系中唯一一家中国公司。

2017年3月，通过大陆电子（奔驰项目）客户审核，华为成为大陆电子的A级供应商。

后记

回首这一路，终端制造人筚路蓝缕，以启山林，取得了卓越的成就。在那些辗转反侧，压力山大的夜晚，我们枕戈待旦，第二天一早起来我们永远是充满斗志地来公司上班。在整个业务改善过程中，我们上下一心、敢打敢拼，朝着目标的方向砥砺前行。

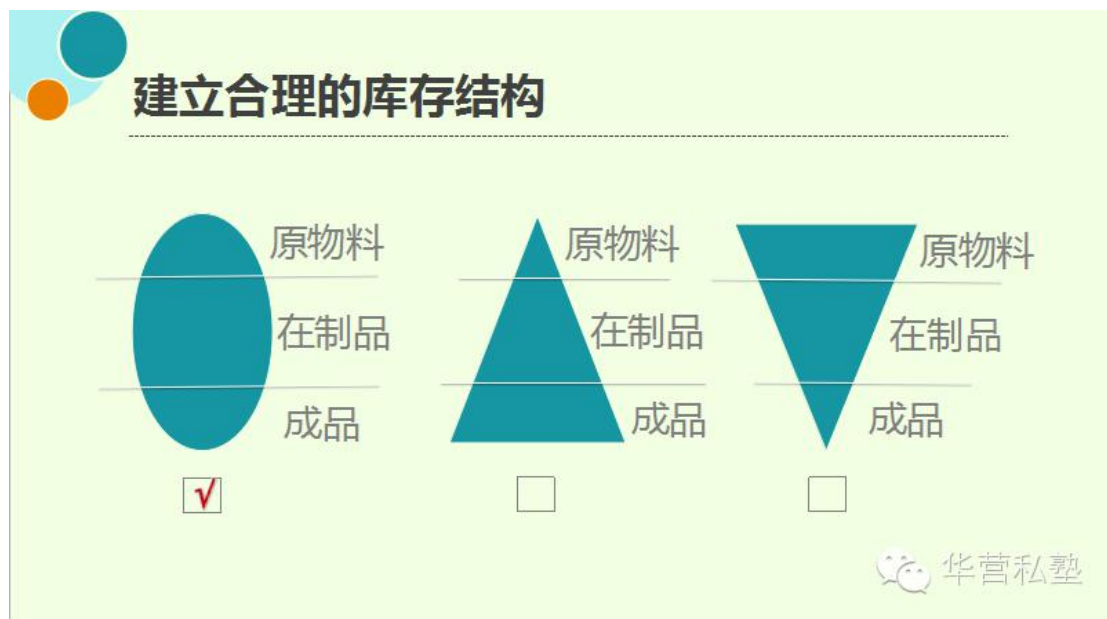
在这个过程中，涌现出一大批不怕苦、不怕累、脚踏实地、百折不挠，向着目标前进的优秀员工和管理干部。我们的队伍从实践到认知，从认知到成长，克服了一个又一个困难。

面对未来，依旧充满挑战，不忘初心，继续勇往直前，让我们携手并进，一起努力，为制造业务的发展、为公司的商业成功，做出更大的贡献！

第十五章 华为这样管理库存

库存是把双刃剑，一方面能提高供应柔性，但另一方面会占用大量资金。不合理的库存水平将有可能造成企业的资金链断裂。相比产品本身开发的失败，库存造成的损失往往更大。

在华为，库存管理的特点主要在于库存规划和日常管理方法。在规划方面，华为有一套成熟的订单履行流程，并且通过与业内标杆比对不断进行改进，往往在年初时就需要定好全年的指标。而在库存的日常管理方法方面，主要有以下几点值得其他企业借鉴采纳：



华为在建立自己的库存结构时，采用了“枣形”结构。这对于大多数按订单生产的企业来说，也是一个比较合理的库存模型：成品及原材料相对比重较小，在制品比重较大。



在华为，主要采用 ABC 分类法对物料进行管理。ABC 管理法是根据事物的经济、技术等方面的主要特征，运用数理统计的方法，进行统计、排列和分析，抓住主要矛盾，分清重点与一般，从而有区别地采取管理方式的一种定量管理方法。又称巴雷托分析法、分类管理法等。



根据通用性强弱、价值高低等差异，华为对不同的物料采取了不同的采购、计划与库存控制策略。对战略性物料需要做适当的长单或储备，根据一定的方法（如根据其历史用量和未来 6 个月需求量，ABC 分类法等）对各种物料设定安全库存。

加强齐套性管理

通过先进的计划方法
及把握市场准确需求信息，
提升计划制定的准确性

提高计划执行力度，
设定一定时间跨度的生产
冻结期

定期审视计划的执行情况，
及时调整后续计划

华营私塾

齐套性是指完成某个半成品或成品的生产时，其构成的所有物料全部到位，能够进行全部工序的生产。物料的齐套性很重要。物料不齐套将造成生产停线待工，浪费机台和人力及管理成本，影响生产进度。因此，华为通过提高计划的准确性及计划的执行力度，加强齐套性管理。

在华为，齐套性管理主要从两个方法入手：（1）预缺料管理；（2）风险预警及升级机制。

到货控制

进

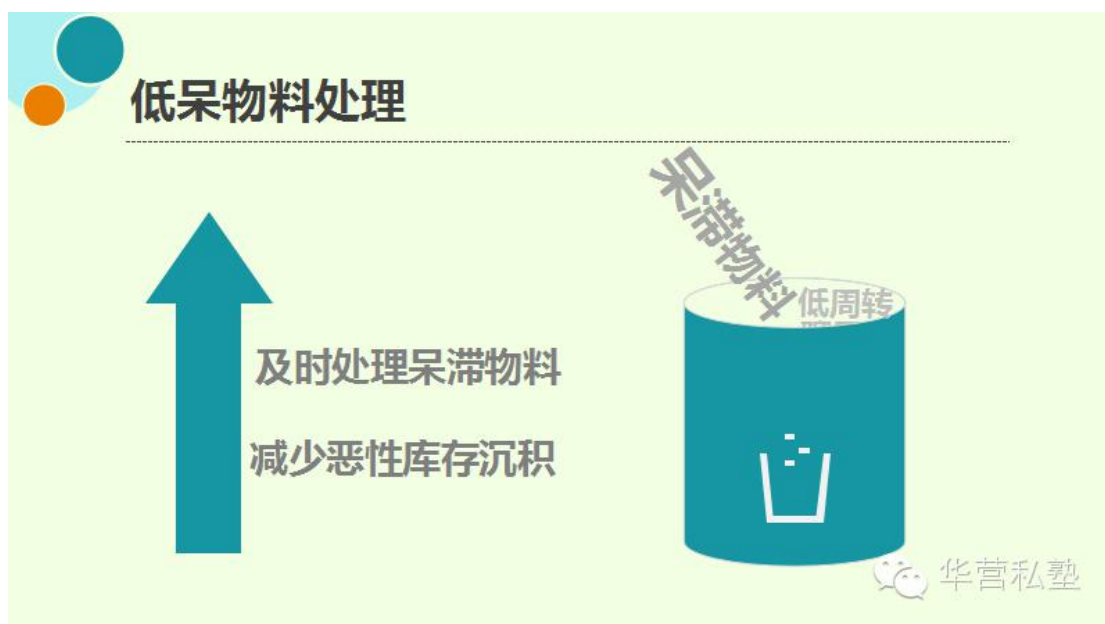
严格控制物料到货的
进度与节奏
维持进出平衡

出

华营私塾

此外，华为还十分注意控制物料到货的进度与节奏，维持进出平衡。控制物料的到货主要是加大对例外信息的处理力度，控制不合理到料。具体方法可

以采取如：把例外信息处理的比例列入采购的考核指标（按金额），每周公布统计排名；或者考虑把这个标准列入供应商考核的指标等。



华为对于低周转物料的处理办法是，第一，定期处理，分责任人，提交处理报告。第二，低周转物料产生时，要把责任、原因分析清楚。第三，该报废的报废，该变卖的变卖，决不手软。并且，低呆物料在不同情况下对它的周期有一些规定，像电容类、耐用品等的周期是不一样的，不是一刀切的。



除了上述几点，还有一些其他措施，比如：计划提前介入研发 IPD 进度，严格把关物料的可计划性、物料归一化管理、物料的多家供应等评审；推行分级备

料的方式，让整个供应链条一起承担库存风险，也能提高供应柔性；建立计划/采购/核心供应商的定期沟通机制，提高信息透明化...

总之，华为在库存管理方面有不少方法，除了需要不断改进和优化，也需要和供应链其他环节如计划、采购相互配合，力争消除库存负面积压、周转率低等所造成消极影响。

第十六章 从制造部实践看如何用好博士员工群体的经验

有报道华为公司创新活跃的 2012 实验室及研发体系博士员工的离职情况，那么是否华为就不善于使用博士员工呢？是否是华为严格的管理流程与作业规范，天然就限制了博士员工的创造性发挥呢？

答案显然不是！在咨询委员会深入走访制造部、学习调研公司先进制造转型的过程中，我们却发现在最需要严格规程管理，传统上感觉创造性并不很强的公司制造部，所遇到的博士员工却都是两眼放光，精神面貌极好。我们看到一群来自各专业的博士员工，集中在先进制造实验室，有学图像处理的博士正在利用光照相技术研究如何让线路板上的机械手更好地完成器件自动化插拔；有学算法的博士，正在研究如何利用先进算法提供解像度来提高自动化设备识别板件的能力；有学机器人的博士，正在研究如何让机械手模拟人手柔和的动作，以保障机械手能进行更精密的装配...学有所用、用以促学，不仅是我们在与他们访谈时获得的信息，更是在现场看到的实际工作场景。这样的博士团队应该是被高度激励的团队，应该是稳定的吧？带着这个假设，我们立即调取了制造部的博士离职数据，果不其然，制造部博士员工的离职率很低，具体数据如下：

制造部 15-19 年累计招聘博士 54 人（已离职 4 人、调岗 2 人、在岗 48 人），博士整体离职率仅为 7.7%。到底是什么原因，使传统意义上并不是创新高地的制造部的博士能安居乐业，学以致用，不断做出贡献呢？有什么经验值得我们

总结并可以给公司相关部门分享呢？带着这些问题，我们邀请人力资源部人才管理部的专家，随机抽取了制造部的 11 名博士员工，进行一对一访谈，实践案例与分析发现如下：

典型案例：案例 1：招聘前深入调查经历，入职后人尽其用，岗位职责很 match

我 16 年入职，刚好满三年。当时是公司制造部的副总裁专门去华科面试我，就是为智能制造专项项目。他说他们有几个项目，刚好跟我之前做的非常之吻合，我才知道他们招聘我之前，已经深入调查过我的经历，我本、硕、博包括在 A 国留学，一直学习智能制造方面的核心算法，我做了十几年的东西居然跟这个岗位职责这么 match，然后有人可以这么的赏识我，我学到的东西是可以得到认可的，有一个好的应用，这一点其实是我一直想要做到的。有很多小一点的公司不愿意，或者没有必要引进这种很高深的算法去帮他做，小公司流程很简单，也没有那么多的复杂场景，反倒不需要这种人工智能，但是华为这个平台够复杂，足够的场景，反倒对我们学这种复杂算法的人提供了一个机会，我觉得公司这种应用场景跟我学的是很匹配。毕竟千里马常有伯乐不常有，所以我二话不说，想都没想，就来了华为，只面试了华为一家企业，也没有找过别的公司，也没有看其他的岗位。入职之后算是人尽其用吧，我做的那些算法就是他们项目需要的，我觉得特别好，就挺开心的，在读博士阶段开发的研发成果就可以很好的带过来用，这样的研发就会更快，不用从头开始起步。

案例 2：我觉得我来晚了

我 17 年入职，我个人觉得在华为制造部感触最深的就是领导非常尊重知识、尊重人才，这是吸引我大部分的原因，我觉得我来晚了。我的领导非常支持我的工作，比方说有一个不良率，我参与进去分析这个原因。我提出来一个假设，然后领导说，你就是要坚持你的观点，要大胆假设小心求证，错了也没关系，错也能吸取经验教训。最后证明我的分析判断还是对的，我们把这个原因找出来了，对其他的项目是非常有借鉴作用，我觉得领导的观念和眼光非常棒。

案例 3：增加博士群体并集群使用，可进一步提高效益，现在有价值的东西，缺人手，只能忍痛割爱

我的团队只有一个博士，有很多项目缺人手，我实在负担不起，只能忍痛割爱，按照项目优先程度、项目时间紧急程度，把 Top3 或者 Top5 的先做。一些现场问题看着好像很小，但是很紧急，也是有需求的，只好先快速给一个方案，但是这个方案其实不够好，我只能先把这个不够完美的方案给出去，但我自己心里其实是很愧疚的..... 现在人的资源不够，如果有个帮手，至少不会像现在这样拖着别人，我希望专家和博士的队伍可以更壮大一些。还有，我们这边虽然也有一些博士，但都分散在各个领域，是一种单打独斗的模式，我一直都喜欢团队合作的感觉，因为之前在实验室、在学校里就是需要有一个 team，大家在一起群策群力，然后也有很多思想的碰撞跟火花，更多的同仁加入进来，这样做事情效率也会高一些。案例 4：要加大博士间的交流互助，武林高手要过招，功夫才有进步

手机显示技术进步非常快，日新月异，我觉得再过一年我可能 out 了，就要落伍了。因为这个行业进步太神速了，我们 P20、mate20 现在卖的供不应求，马上就要 P30 了，如果我只吃过去的老本，却没有思想、知识的更新迭代，我很快就会落后，这也是我的危机感。我觉得多一些互动交流，有助于我们日常工作中遇到的问题的解决。现在博士聚在一起互动交流的机会还要增加，如果博士多一些交流互动和思想碰撞，即使不是同一个领域的，但是某一方法论或者一个借鉴的案例，也可能会帮助问题的解决。武林高手要过招，功夫才有进步。

通过以上有益尝试及待改进场景的访谈与分析，我们试图小结出业务部门有效利用博士专业知识的一些经验。

第一、要差异化理解博士所具有的典型专业特征，技能与责任匹配是用好博士员工的基础

1、 优秀博士敢于挑战未知、思考方式更系统全面，对学科前沿技术方向了解更多

在学业研究阶段，博士接触的资源会很多、很好。我自己的导师是院士，能接触这个领域世界顶级的科学家。我觉得优秀的博士更合适做大系统的架构设计，因为博士是自己思考问题，自己解决问题，自己找资源做出来。我当时的导师跟我说过一句话我非常有感触：一个博士能不能毕业，不是老师觉得你能不能，而是你自己觉得你能不能。当你真正研究到达一定的阶段，你自己是有感觉的，你会觉得在这一块我自己已经是专家了才能毕业。

博士多学了几年，而且是在这个行业里面浸染，参加行业交流，对这个学科前沿方向技术点了解地比硕士更多，面对工作的时候更加游刃有余；另一方面，博士受过系统的思维训练，在解决问题上更有优势。硕士一般大体知道有答案，去寻找答案，博士的难度在于，导师也不知道有没有答案，也可能找不到，找到就毕业，找不到就再找问题去找答案。所以博士在研究未知问题上更有优势，比如，我以前在北航的时候，参与一个国家级的“九五计划”的课题，编写一个可靠性的工具套件，当时我们实验室有 5、6 个人参加，只有我一个人是博士，其他都是硕士，每个人负责一个模块，最后代码编完了，导师拿去演示，回来说只有我这个没出错，其他人都出错了，其实我就是在编代码的时候加了一些容错机制。

2、制造部门的博士要懂产品，也要懂制造，才能提供更好的研究方法去实现产品的质量与可制造性

制造部不做产品，但是我们提供更好的方法去实现产品。我们既懂产品，又懂制造。制造发现了研发没有发现的问题。我们要发出自己的声音，有理有据，倒逼前端思考，告诉前端设计产品按照我的路线设计，我让你信服！我们车间其实有很多的问题点，打个比方，这是一条河，研发是上游，制造在下游，鱼从上往下流，上游把鱼基本上捕的差不多了，下游量产阶段时候鱼已经很少了，但还是有漏网之鱼。这就是研发工作也有很多不太扎实的地方，还有可能改善的空间。我的工作其实就捡这个漏，有些比较疑难杂症，我们就介入进去了。

制造部的博士日常既有研究，又有交付，解决生产工程师们遇到的问题，提高效率，改善质量，我的工作是搞优化算法。优化的概念就是针对我们制造交付成本跟质量方面的技术交付，提供算法优化，包括机器参数的对接调整都属于优化。主要目的就是在我们的资源调配上，找一个优化组合方案帮助改善业务，主要是帮我们解决一些比较复杂的决策逻辑。有些复杂的决策问题，需要决策的时候，可以用这些优化算法去做一个工具，辅助人去做一些快速计算。平时的工作需求主要是针对于生产工程师们遇到的复杂问题，或者是他们会想提高效率，或者是改善质量的一些问题，他们觉得有困难会提到我这里，然后看是不是用大数据的方式来解决。现在我们在建这个数字化的能力，还有就是有一些大数据技术能力平台，那这些工作会有一些涉及到研究方面的工作。

第二、从源头上保障博士员工使用的有效性。招聘时定位是很清晰的、了解需求的高管招高端，博士来后发挥作用，招聘过程体验好，自然就能筑巢引凤了。

1、我们制造部招聘感觉首先是对人的定位是很清晰的，招人比较准，所以配合起来很不错。我在美国留学的时候，一直学习智能制造方面的核心算法.....招聘时候是根据项目，对照我的简历才把我招进来的，因为他是等米下锅，所以我一进来就直接进了项目组，负责算法开发，这个项目其实还跟我还蛮对口。当时是公司制造的副总裁，专门去面试我，就是为智能制造专项项目，入职之后的话也算是物尽其用。他说他们有几个项目，然后我一听刚好跟我之前做的非常之吻合，就挺开心的，因为毕竟千里马常有伯乐不常有。招聘面试要全面考察，重点看曾经的经历是否与岗位职责和工作内容相关。

2、华为的大平台+有竞争力的薪酬应该是可以的，其实很多博士生的学科实践性比较强，所以也想来企业来看看的，自己在这里能发挥作用，所以也愿意推荐同学进来。今后建议进一步改进博士招聘的体验，比如当时华为去我们学校座谈，宣讲，后来不知道怎么，博士这块就没有下文了。我后来问招聘那个人，回复说我们主要招硕士。后面等通知，后面我发邮件又问了联系的人，才给我转过来，博士没有安排专场招聘。当时我们三个同学一块去看的，都等

了很久，也没有消息，后来一个人出国了，一个人留校了。一直听说华为很多硕士都是随机分的，专业可能不对口，博士招聘也会受到这种口碑的影响。

第三、博士员工的使用专业匹配，产出明确，工作就有价值感。而直接主管在专业上放手要让博士员工处理，在资源、组织、协调上给与帮助，这种赋能型而非管控型管理，更容易促进博士员工的产出。

1、博士所学即所用，是最有利博士研究积累发挥的途径。

比如有访谈者谈到，他当前在制造部，大部分博士的所学专业与工作匹配度相对较高，制造领域的博士大都是工程类专业，产出较为明确，工作有价值感。我博士时读的专业叫系统可靠性，现在的岗位与专业完全匹配，北航我当时所在的学院叫可靠性系统工程学院，来华为就做可靠性工程师。还有访谈者提到，他主要是承接制造部重大项目，通过做一些模型的算法开发，就会发现有很多合作点和机会点，刚好用到这个刀刃。

2、直接主管并不一定在技术上很强，但是在专业上放手让博士处理，在资源、组织、协调上给与帮助，就能充分发挥博士的特长。

在访谈中，很多博士提到，主管不一定要在技术上很强，当然博士在技术上也需要人指导和帮助。一个合格的管理者一定会发挥下面的人的力量，主管对专业的部分基本上都比较放手处理，主要是在华为内部的资源、组织、协调、求助上来帮助下属。把下面的人搞定，不需要靠技术来压下属，虽然管理者大部分是技术高手，实际上，只要思路清晰，把下属能力发挥出来，不管是博士还是硕士做主管都可以。

第四、尊重专业、创新容错、沟通学习的团队氛围，是博士员工更容易发挥的组织土壤

1、博士员工在专业研究方面的积累以及社会接触较多的现实，客观上使他们比一般员工更看重组织对个体及专业的尊重。

比如访谈中，有博士提到：“制造这边对博士还挺高看一点的，在制造还是挺看学历的，比如昨天的制造部年会，博士还作为被邀请对象参加晚会，不管有没有获奖都列席晚会。作为制造部的博士，还是感觉到差异化对待的，比如在二级部门，即使没有到 19 级也是和 19 级专家作为一个群体来对待，参加晚会，列席一些业务的会议，是对人的关注和关心比较好。感觉比较被尊重，很多事情会尊重我的想法。比在台湾感觉好。在台湾 T 公司世界各地的人才很多，自己去了容易被稀释掉，去了就是听公司的。”，也有博士重点提到：“工艺工程部每年会组织团建，副总裁请我们吃饭。很佩服他的眼光，他的资源协调和分析能力很强，把握得很准，很有启发。感觉公司比较尊重人才，制造部会组织博士和专家团队，搞一些团建活动。制造部的各级领导都非常非常尊重知识，尊重人才，我觉得这也是吸引我的大部分原因”

2、减少不必要的过程协调，让博士能专注工作，不同专业博士员工能更多交流，是博士员工有效管理需要进一步提高的方面。

部分博士员工也谈到：“当前跨部门的项目、部门之间沟通协调花费时间较多，一个项目如果涉及多个部门，需要跟各方沟通；每个环节管理的段很短，超出这个领域一点点的东西，就需要跟相关部门去沟通，很多时间用来开会沟通。身边有个博士转到产品与解决方案去了，还有两个离职，感觉不同部门之间协助性差一点。”，很多博士也提到，希望不同部门的博士之间可以多一些非正式的交流。比如“在台湾 T 公司，当有新的议题涉及未来 5-10 年的技术发展，公司会找到相关领域的博士专家来讨论未来的方向，一起头脑风暴。组织头脑风暴的人是集团副总级别，他们都清楚博士的领域，对不同的议题能找到相关领域的博士一起讨论。但是现在的岗位比较偏制造，感觉很多是 2012 实验室规划，我们只是执行。我们跟 2012 实验室沟通很密切，但是我从业界过来我很清楚业界怎么做的，其实跟 2012 不一定要是上下游，应该是平行的”，“在日本也有个模式，会定时把某个专业领域的人才聚在一起交流。每周比较轻松的时候（例如周五）一起举行非正式的交流，办一些内部的讲座，提供小点心喝咖啡，类似内部研讨会。上周在开一个会议交流时遇到一个南洋理工的博士，

他的项目对他来说很有挑战，但是他后来通过他的主管，知道我很熟悉这个领域，才找到了我”。

第十七章 我的华为“芯”

前段时间网上有个很火的段子：“我想有座房子，面朝大海，空调WIFI，手机在握。”对于现代人来说，手机功能越来越强大，惠及衣食住行等方方面面，已然成为绝大多数人的“第二生命”。但作为高等生物存在的人类尚且不完美，何况机器乎？试想一下，你正准备打个车、购个物、点个外卖，或者游戏正酣时，亦或是同家人、恋人视频海聊时，手机突然坏了，是不是得火冒三丈。可气归气，问题还是要解决，那么你首先想到的会是谁呢？

17.1 愣头青也有真本事

2004年9月28日，合肥火车站进站口，19岁的我第一次真正意义上的出远门，心里既兴奋又紧张。历经24H的颠簸，拖着倦怠的身体下了火车，却发现深圳的秋天可以这么“任性”。老家已是秋高气爽，可深圳的太阳依旧炙热，灼目的阳光让我措手不及。或许这耀眼的光芒正代表着加速发展中的深圳和我即将为之奋斗的华为！

除了不分明的四季，更让人始料未及的就是才入职终端一个月的我就领到了职业生涯中第一个任务。还记得那是个闷热的上午，领导递来一张纸对我说：“小余，准备下，东莞电信局有批产品因刷机失败导致不开机故障，需现场维修，立即出发。”接到指令的我一头雾水，手里的纸条密密麻麻写满东莞各镇区电信局的联系方式和地址。也许是领导看出了我眼中的迷茫，笑了笑：“你怕了吗？通过这个月的观察，我发现咱部门你技术比较扎实，你去一定能修好！快准备去吧。”听了领到的夸赞，真不知道是该高兴呢？还是该高兴呢？

长这么大还从来没出过差，也不知道要准备啥。回到宿舍找了个背包胡乱塞了一通，背上电脑包拎着工具箱便踏上了征途。长途汽车疾驰了一个半小时到了东莞莞城，下车一打听离莞城电信局还有点远。于是拦了一个面的，司机

开价就要 6 元。对于还没有发过工资的新人，一分一厘都得精打细算，何况当时的 6 元也能吃个不错的快餐了。两权相较取其轻，反正就让他坑这一回。谁知收了钱上了车，司机还是不走。我问道：“咋不走呢？”司机不以为然的说到：“你讲咩啊？靓仔。拉你一个人就 6 块，还不够油钱……（此处省略若干普通话加白话的废话）如果你着急的话出 20 我可以给你跑一趟。”我一听简直被气懵了，但又无可奈何，谁叫这地方没有公交车呢？等了大约 30 多分钟好不容易上了一对母女，这时我又催到：“这下该走了吧。”司机没有回话，用本地化嘟囔了几句才发动了汽车。

那时候的手机还没有 GPS 导航功能，问路只能靠嘴。一路问到了莞城电信局，时间已是下午 3 点。电信大院铁门紧锁，门口也没有保安，迎接我的只有恶犬的狂吠。无奈只得拨通了纸条上负责人的电话，原本以为会受到热情款待。谁知等了得有半小时，一个肥头大耳，趿着人字拖的“伙夫”才慢悠悠地挪出来。隔着铁门，一副居高临下，盛气逼人地瞄了我一眼。用审问犯人的口吻问道：“你是哪来的？跑到这儿来干什么？”我按捺住内心的不满，面带微笑说明了来意。虽然他仍旧对我这个“愣头青”将信将疑，但最终还是把我带到了内院仓库，简单交代几句后背着手走了。奔波大半天，不说一杯茶，甚至连杯水都没有，我只能苦笑一声调适心情。

仓库面积不大，约 30 个平方，映入眼帘的便是角落里错乱堆放的几十台待修产品，二话没说撸起袖子就开干，首先临时找了块木板搭成桌子，放下背包拿出电脑和工具立马开工，逐个上电给产品做“体检”。彼时的仓库没有空调也没有电扇，密闭的仓库除了一扇破门再无别的通风设施。不一会便汗如雨下，咸涩的汗水流进眼里，那滋味可真不好受。尤其是带着眼镜擦汗更方便，不戴眼镜，裸眼又看不清。就这样，在煎熬中将最后一块板修好上电测试 OK。看看时间已经过去 4H 了，终于可以长舒一口气，伸个舒服的懒腰。通知客户验收，面对眼前的一切，负责人不由自主地对我竖起了大拇指：“小师傅，没想到这么多维修产品被你一下午就搞定了，真是后生可畏啊！”得到客户的赞许，此前的一切不快和委屈都烟消云散。哪怕过程再艰辛，最后能得到客户的认可，比什么样的奖励都更加激励人心。等出了大院已经是晚上 9 点多，仰望

繁星点点，一个人走在寂静的路上，打量着这个陌生的城市，心里只盘算着赶紧找个地方大快朵颐，然后养足精神奔赴下一站。

17.2 爸爸，你能陪我玩会积木吗

2015年，由于公司 Mate7 的商业成功，市场份额不断增大，市场对备件的需求量日益递增。要想快速响应市场需求，维修团队必须迅速扩容，提升维修能力。这意味着那些经验丰富、长期奋斗的技师需要挑起新的担子。

面对当时维修的严峻形势，必须要“壮士断腕”。抽调技师负责招兵买马，组建自有核心维修能力。领导第一时间想到了我：“我们要组建终端维修‘尖刀连’，你很荣幸成为了连长。但没有一兵一卒，需要你白手起家。”就这样承载着万人瞩目的“光杆司令”诞生了，那时候的我并没有后退也没有害怕过。因为根本没有时间去瞻前顾后，只能默默付出行动，干出成绩。

在接下来的几个月除了不停的在网上搜索简历招募精英外，就是每天两点一线和疑难单板博弈。记得有一次 Mate7 市场返修出现偶发性的打不出电话，维修员都是一筹莫展，用常规测试根本无法拦截，我知道一旦这种故障遗漏到市场上，将会面临可怕的后果。时间紧、任务重，面对此难点我没有退缩的理由，结合故障现象认真分析、反复验证，经过 2 天的日夜奋战，当看到频谱仪上瞬间捕捉到波形时（和心电图类似），我笑了，2 天来的疲倦一扫而光，这个“山头”被攻破了。

有时候遇到技术瓶颈就习惯性拿手机到网上搜搜。家和公司已经没有区别了，人在哪里，哪里就是办公地。那段时间老婆经常嗔怪我“该吃饭就好好吃饭，不要整天抱着手机，等会饭都吃到鼻子里去了……”。回到家，三岁大的儿子也经常拉着我的手说“爸爸、爸爸，你能陪我玩会积木吗？你都好久没有陪我玩过了。”每当看着儿子稚嫩而又祈求的眼神，心里便会莫名的疼。为了工作，的确亏欠家人太多，少了很多应有的陪伴。

2015年8月随着优秀技师的不断涌入，我这个“光杆司令”也正式退出了历史舞台，随之替代是真正的尖刀连的诞生，随着一个又一个的“山头”被攻破，我也斩获了各种荣誉。

17.3 消费者体验之旅

随着终端服务向消费者前移的不断推行，实现从售后维修服务转变为贯穿用户之旅的端到端服务，提升消费者服务体验和满意度。维修赋能业务重心开始向维修网点延伸，即从幕后转向台前，一场没有硝烟的战争即将打响。

2016年1月，我带着3名维修业务骨干雄心勃勃来到了“前线”（深圳海岸城华为客户服务中心）试水。刚到客户服务中心没几天，就见识了客户怒气冲冲指着店员鼻子骂、当面摔手机等过激行为。心情顿时就像霜打的茄子，服务经理老黄和我们说：“有些客户摸准了华为的脉络，这些现象已经见怪不怪了。”

由于业务性质的差异，我们必须从以前的修板快速转型到如何“修人”，这是摆在我们这一行人中最大的难题。痛定思痛，唯有自我反思并虚心求教才能找到新出路。第二天早上8点，店面还没有开门营业，我就打电话给老黄：“黄总，能否安排今天我站店迎宾？”老黄呵呵一笑：“可以嘛。悟性很高，看来你是想通了。”

迎宾岗位看似枯燥，但却是第一时间接触到客户并受理客户种种需求的第一人，通过换位思考和客户沟通真正了解到客户需求。白天接待一批又一批客户，端茶递水，答疑解惑。晚上回到宿舍恶补服务礼仪文化知识。通过短短2周的时间强化学习，基本上客户每天送修的机器只要一说故障现象就能断定是什么问题，都能及时帮助客户解决。

印象中最深的一次是有位阿姨，大概有60多岁，那天匆匆忙忙跑来店里，阿姨见到我忙说：“小伙子，帮我看下这手机，怎么我孙子的照片都不见了？”

看着阿姨焦急的眼神，我把她领到休息区，安慰道：“阿姨，您先别着急，我先帮您看下。”

接过阿姨的手机打开图册看了下，原来相册里面的图片部分无法显示。和阿姨聊天得知这台手机是她儿子前几个月给她买的，平时主要是用来和孙子视频，手机里面存的全是小孙子的照片。前段时间阿姨发现手机照片存不了了，就在附件的小商店买了个内存卡。也就从那时开始手机里面的照片出现无法显示的现象。

了解事情的经过后基本已断定故障来源，拔出内存卡看了看，和阿姨解释说：“阿姨，您的手机没有问题，问题就出在了您这张内存卡上，您买的这张内存卡是山寨的。”

我从店里借来一张内存卡给阿姨插卡演示一切正常“阿姨，您的这张内存卡的图片我尝试给您恢复下。”

我走到电脑旁用读卡器把内存卡的图片拷贝出来并用软件做了修复，最后照片导入到手机后正常显示了，阿姨接过手机看到几天前孙子的那些照片高兴的流下了幸福的眼泪，阿姨临走时拉着我的手说：“小伙子，今天真是遇到好人了，太谢谢你了。”

告别阿姨后原本以为这事就过去了，没想到过了几天阿姨满面春风的来到店里，身边多了一个小男孩，阿姨看到我后主动和我打招呼：“小伙子，这是我孙子，放寒假特地过来陪我，今天是专门来感谢你的，要是没有你，我的好多回忆可就保不住了。”

“阿姨，不用客气，这是我应该做的。”

客户的满意其实就是以心换心，帮客户解决问题。现如今，客户服务中心如雨后春笋般在全球快速蔓延，综合服务水平正在发生质的变化。

17.4 用诚心换取客户放心

国家工信部发展中心主任罗民说：“一个拥有工匠精神，推崇工匠精神的国家和民族，必然会少一些浮躁，多一些纯粹；少一些投机取巧，多一些脚踏实地；少一些急功近利，多一些专注认真；少一些粗制滥造，多一些优良精品。”回顾这 13 年的成长历程，五味杂陈。对于自己的工作，首先得要感兴趣，并充满热情。必须做到诚挚在心，寄乎于手。一丝不苟，斤斤计较；精益求精，一以贯之。善于在工作中发现美，挖掘意义。真正的工匠应该对工作秉承一种近乎于变态的执念和敬畏，保持一种为之奋斗的信仰。这样，我们便紧握着足以改变世界的力量。资源尚会枯竭，唯有精神生生不息。华为希望用我们的坚持，不断给消费者提供最好的服务和产品，不断为客户创造价值。让我们的客户和消费者能接受到最优质的产品与服务。这是每个“华为匠人”终生信奉的荣耀！

第十八章 十二年 150 多万芯片还荣获国家专利，他是华为的修“心”人

十二年前，我研究生毕业后加入华为制造工程部，参与公司所有产品的芯片维修工作。我至今还清晰记得和部门主管第一次谈话的情景。

主管问我：“你知道 BGA（球栅阵列）维修吗？”

我知道 BGA 芯片是产品的“心脏”，但我对它的维修知识却了解不多，只能摇了摇头坦言：“不知道，但我送修过家电和手机，我看他们维修很简单，就是直接换板。”

“那只是一线维修的一种方式。而我们作为技术部门，需要指导他们用什
么设备、方式，将换下来的故障主板维修好。”

随后主管指着我的实验数据问：“你为什么认为 360° 这个温度值最好？
361°、362° 怎么样呢？”

在学校做了三年试验的我，从来没想到这样的问题，只好无奈地再次摇头。

主管随后给我推荐了两本书——《再流焊接工艺及缺陷侦断》和《六西格玛管理知识》，并且明确后续由我来接管芯片维修业务。

这次谈话让我感觉像被人在背上抽了一鞭子。我曾以为自己寒窗苦读多年，还有外企生产线的实习经历，胜任这份工作不在话下，可主管的几个问题就把我问得哑口无言。于是我当晚就开始破卷阅读，决定一切从“心”开始。

18.1 方案创新，从 10 分钟到 2 分钟

我找到之前负责维修业务的同事石工，希望能从他那里得到一些资料及指导，结果他给了我一份“BGA 返修操作指导书”，把我介绍给维修的操作员就走了。

那会儿两位老维修工都在忙，还时不时地指导一下新维修工小周植锡球，就是用锡球填充拆除下来的零部件上的焊点。

我观察了半天，觉得这个似乎很简单，就提出来让我试试。没想到我在填锡球的过程中就遇到了不少困难，好不容易植好了，有个锡球用镊子轻轻一碰又脱落了。正当我手足无措时，老维修工赵师傅一手用镊子夹起锡球，一手拿着烙铁对锡球加热，不到一分钟就补好了。我赞叹赵师傅妙手回春，对小周感慨道：“没想到植球这么难，比绣花的针线活还难。相信我，一个月后，我会努力将这个操作变简单，让咱们这种小白鼠也能快速植好。”

谁知，一直没说话的另一位老维修工郑师傅开口了：“是吗？你能扛住一个月再说。”

我后来才知道，在我之前的几任工程师都没人真正研究过这个技术，半年内我已是第三任了。

于是，我深扎生产线，仔细观察分析植球的每个动作以及焊接出现的问题，优化植球钢网和细化作业手法，但改善效果不明显。我又查阅大量资料，调研

了业界多个芯片生产商，但大批量生产模式不适合我司零星业务需求。难道植球方案真的很难改进了吗？

芯片植球是芯片维修中一项非常重要和通用的技能，如果能提高这个成功率，将极大提升我们的维修效率。我不愿意放弃，继续冥思苦想，后来在一次与芯片返修供应商沟通交流时，偶然发现他们的简易工装植球方式成功率在80%左右，缺点是每种芯片要制作一套工装和植球钢网。我经过多次工装改版设计，首创使用阶梯植球钢网设计，打破了原有流程，最终将植球时间从10分钟降至2分钟，成功率由不足60%提升至95%以上，还实现了批量植球，并解决了细间距植球成功率“0”的窘境，我也因此荣获了一项国家专利。

但这项新的改进方案在推行中又遇到了困难：老维修工们熟悉自己旧有的工作方法，不愿改变。我就先找小周和一些刚入职的菜鸟让他们试用新方案，他们很轻松就完成了植球，效率高质量好。两位老师傅看到徒弟比自己还快，顿觉脸上无光，于是请徒弟吃饭，偷偷让他们传授操作方法。终于大家都慢慢接受了新方案。

这件事情让我和维修工们拉近了距离，通过他们了解到了芯片返修的痛点，做了几个有关芯片返修能力提升的6Sigma项目。项目中的各项措施他们都积极配合落实，芯片返修也由之前的“自管自营”过渡到“规范化”，返修成功率从70%提升至95%以上，达到业界主流厂商同等水平以上。

在此过程中，我也逐渐成长为这一业务的专家，研发的同事在开发新单板涉及器件布局及新器件应用时，都会主动找我评审确认可维修性。遇到贵重单板维修时，看到我在现场坐阵指导，他们心里就非常踏实、有信心。在他们看来，只要我确认芯片可以维修就一定能修，不能维修的就肯定修不了，那他们的布局就要适当调整。

这样的认可让我感觉到了自己肩上责任更重，不断鞭策自己提升返修技术水平，减少对单板布局的局限性，提升单板布局密度，尽量避免因为器件布局的可维修性问题而影响单板开发进度。



18.2 “疑案”探测，解决业界难题

转眼间到了 2012 年，随着欧盟环保要求的发布，无铅器件应用越来越多，有铅与无铅器件并存，衍生出一新组装工艺叫“混装工艺”。如何在解决无铅器件维修的同时不损坏有铅器件？对维修带来前所未有的挑战。

同年 11 月，泛网络 MRRU 模块在老化前测试发现告警，打开模块时发现芯片从单板上脱落，反查同一任务令共有 20 片不良，不良高达 10%，是共性问题还是偶发事件？

此时，我已从“菜鸟”逐渐成长为同事眼中的“维修工艺专家”。我根据经验初步判断是开焊问题，就是因焊点未有效连接导致电路不通。

我首先使用高倍显微镜对断口外观形貌进行观察分析，发现断口呈大面积重熔现象；接着用红墨水倒在其他单板相同位置的芯片上，然后通过外力将芯片从单板上拔起，发现芯片的焊球上存在不同程度的染色，由此可以明确缺陷为开焊导致。

那是什么原因导致了开焊？我又反查单板的加工记录，发现此批单板均返修更换过芯片，且返修芯片离脱落芯片 8mm 左右。我按照原有工艺返修后测试，故障复现，其他任务令单板返修也存在同样问题，因此明确了此问题是由于单板返修过程中，相邻芯片焊点出现重熔，导致开焊。

要解决此问题，重点是找到隔热或快速降温技术。我查阅大量技术文献，翻看了早已落满灰尘的热力学书，尝试了各种各样的隔热方法及散热方案，都无法达到理想效果。后来我在一次电脑维修中得到启发：维修人员只在 CPU 下方刷涂了一层新的导热硅酯，就解决了主板发烫的问题。那我是否也可以采用类似方法散热降温？于是我结合水蒸汽散热原理，设计出一款适合我司所有产品的芯片散热块，并加装吸水海棉，有效达成了降温效果。

但实验测试结果与实际返修能一样吗？方案评审时大家提出各式各样的疑问：水蒸汽散热时，水珠会不会滴落在单板上导致芯片受潮分层？水蒸汽挥发时，会不会烫伤人？于是，我们最终决定用 5 块单板进行小批量现场验证。

在确认每一个动作都按照我的要求做到位后，我启动了程序按钮。大概过了 4 分钟后，有水蒸汽从散热槽中冒出来了。不一会儿，水蒸汽越冒越多，最后形成小白雾，但来不及停留在单板上就消失得无影无踪。待程序运行到最高温度时，设备伸出吸杆，干脆利落地将芯片从单板上分离。水蒸汽还在不停地挥发，直至程序运行完毕。随后负责质量的同事拿着放大镜将单板仔仔细细地检查了一遍，肯定地说道：“单板上没有任何水迹，芯片焊盘完好无损。”

听到这句话，在场的同事都开心地笑了，我紧皱的眉头也稍微舒展。后来，我们又经过了芯片的焊盘清理和焊接、外观检测、功能及温循测试，以及 2012 实验室的验证。最终所有测试通过后，大家全票通过此方案。历经 1 个月悬而未决的故障板，终于有机会完好无损地修复出货了。

经历这件事情之后，我越发觉得开阔思维的重要性，要善于观察，成功也许就蕴藏在生活的一些细节中，正是“细节决定成败”。

18.3 实现维修业界首创，并非“痴人说梦”

虽然每次批量维修都能“有惊无险”地完成，但是在实施过程中“弦”一直紧绷，还要协调维修技能熟练的操作员，压力和成本都很高。那我们是否能实现“全自动化维修”呢？若是有一条这样的样板线，一切问题都可以迎刃而解。

当我提出这个想法时，同事都说我是“痴人说梦”。在他们看来维修是手工作业，断点多、维修的芯片种类多、布局受限太多，难以实现自动化。但我却不愿放弃这个梦想。我抓住一切与业界交流学习的机会，参加各种自动化展，与供应商交流，寻找技术实现的可能性，成功吸引了几家供应商一起投入工程人员进行技术研究。

我组建团队和供应商讨论技术方案，要想实现自动化维修，首先得将芯片维修动作进行拆分，实现由设备完成。我遇到的第一道难题就是：如何将离线作业的拆焊设备更改为在线作业？

有人提议采用上板机自动进板，拆焊设备实现“左进右出”，但如何从“人机结合定位”过渡到由“设备自动定位”？这些问题对于前端 SMT（表面贴装技术）加工来说是很成熟的技术，可对于维修却是首次大胆的尝试。为了保证设备走位精度，我们将步进马达更改为控制精度更高的伺服马达，芯片的拆卸方案总算有点眉目了。

可是接下来的难题又让大家犯了难——“单板焊盘的清理”没有成熟的技术方案可以借鉴，需要自主设计。就在大家对方案争论不休时，我脑海里闪现出多年前老赵一手拿着烙铁、一手拿着真空吸锡枪维修插件孔的画面，当即拍板定了“非接触式真空吸锡”方案。

后来，我们又讨论确定了助焊膏涂覆和芯片焊接的方案。历经一年的攻关，我们总算在 2017 年 2 月初步完成了自动化维修样板线的搭建。但在试跑的过程中，问题又接二连三出现，一会自动除锡设备感应失灵，除锡喷嘴距离焊盘

太高，无法有效完成除锡；一会又是出现自动焊接设备软件 Bug，运行程序不显示。

难道花费一年孵化出来的“婴儿”就要这样夭折了？这可是花了上百万元呢！虽有合同条款保护，明确规定不达到工艺验收标准可以无条件退货，但花费的心血是无法弥补的，并且会直接导致我们几年都不敢在这方面投入，维修工艺技术很可能几年都停滞不前，想想就不寒而栗，所以决不能轻言放弃！

我和设备供应商技术人员逐项仔细检查，发现只是感应器接线松脱，设备软件与杀毒软件不兼容而已。我们重新接好后，又检查了一遍，然后启动试维修，看到第一块单板完成器件自动的拆卸、除锡、点锡、贴片和焊接，并且成功通过各项功能测试时，攻关团队都露出了欣慰的笑容。

接下来我们加大验证量，进行小批量生产，统计的维修质量比手工维修提升了 5 个百分点，效率提升了 5 倍，为“全自动化”维修迈出坚实的一步，实现业界首条全自动化维修线体。虽然在应用中还存在这样那样的问题，但至少我们已走在前进的路上，相信在不久的将来，维修也可能跟上工业 4.0 的步伐，实现专属于维修的工业 4.0。

回顾这十二年来的成长历程，我指导维修了 150 多万 PCS 芯片，从只懂理论的学堂到实践的战场，从心高气傲的懵懂少年，到终于知道“路漫漫其修远兮”的维修工匠。

现在，我带领的团队负责所有泛网络产品和终端产品的芯片维修，每年维修量都接近 200 万 PCS。前路仍多磨难，改善永无止境。我们目前正在开发数字化维修方案，维修 BOP 和全球物理维修能力管理系统等，相信在不久的将来，芯片维修能力会迈上一个新台阶。

第十九章 IMEI 生死劫

修仙定要渡劫，最难渡的是生死劫，华为发展至今渡过很多劫。回想当年，作为不知名的小兵，我也经历一回 IMEI 生死劫，很幸运，我们又活下来了。

19.1 炮轰华为，IMEI 为何

13 年，所有人都知道的大事件，应该就属软银炮轰华为，其实软银发邮件给高层时，此事件已经发酵过一段时间，我有幸了解不少初始的故事。

“2012 年至今，产品问题重复发生 10 起以上，制造类低级问题未有效拦截，超过 5 年还未有效解决”

“这些质量问题让我们不想买华为的产品”

软银炮轰华为的原文描述，字字诛心，从社会责任，质量意识，质量改进及预防，直指华为存在的质量问题，撕裂我们光鲜的外衣。

其中重复发生的问题就是 IMEI 不一致，制造领域当年的生死劫。

有些朋友可能还不知道 IMEI 是什么？就是手机上按*#06#出来的一串数字。IMEI（International Mobile Equipment Identity）国际移动设备标识，这里代指移动设备的物理号，可看成通信终端的身份证。在日本，移动运营商（如软银）销售产品（如手机，数据卡，移动热点等）的信息都与 IMEI 关联，便于运营商提供用户相应优惠服务，同时日本电波法明确产品 IMEI 信息一致性的要求，以保障用户的权益。

你的身份证信息怎么能错呢？绝非软银危言耸听，法律法规就是最基本的质量要求。

IMEI 事件像蝴蝶效应一般，在制造领域挂起当年最强的龙卷风，IMEI 也成为当时各领域谈之色变的名词。

19.2 初遇木村，在劫难逃

13年，我还是一名15级工程师，作为MBB（移动宽带）NPI人员，参与过多次日本客户审核，自认对日本MBB项目非常熟悉。3月与软银客户交流，通知我协助解答日本市场历史出现IMEI问题所涉及的华为制造方案。日本项目每年都会出零星几起IMEI问题，但都与一线、研发、EMS共同顺利解决，因此当时心里也没担心有何难度，更没想过这是事态恶化的伊始。

一个约15人的会议室，加客户密密麻麻硬是坐了30多人，按照议程我与会的比较晚，坐在最后，算是旁听。

质量人员给软银介绍了近几年出现的IMEI问题，软银质量主管木村要求我们详细介绍每个工位的实现逻辑，质量人员毕竟不是技术人员，即使转换不同表达方式，木村依然没理解，华为这边大家面面相觑，着急如何应对。

但好在木村言语上一直很友好，没听懂就微微摇摇头，然后很平静的发问不理解的细节。但现场最让人紧张的就是木村的这种执着，木村自己没理解就一定会发问，华为这边越说越乱，越补充越存疑。当木村发现我们描述前后矛盾时，先是惊讶，再无奈的微笑，与身后白发质量主管交流自己的想法，此时我们插不上话，常常凝结十多分钟，看着木村他们两人用日语细声的耳语。

因为MBB产品的制造方案是我主导归一的，介绍时哪里不对我很清楚，也是心里着急，见前排位置空出来，便轻轻挪到老胡身边，耳语，“IT和装备逻辑其实是这样的，刚才讲错了”，老胡作为老主管，知道我对细节清楚，便立即向客户介绍我，由我这个NPI技术人员向木村重新介绍方案。

这时我才正面打量了来访的软银客户，总共7人，前面的两位主要提问，一位是木村主管，满头银发，年龄虽大但精神矍铄，另外就是一直发问的木村，黑发，留着小胡子，命中注定的相遇就此开始。

按照自己的思路，将产品工艺路线从头到尾，仔仔细细重新给木村介绍一遍，也没什么保留，木村问什么，就按照实际逻辑一一答复。因为华为的IMEI

制造方案，涉及 IT 系统逻辑，关联转换，条码雕刻，标签打印等各类信息，同时还要日语翻译，大约历时一小时，木村才在中日语不断转换的交流中，了解华为 IT 系统的逻辑。木村与白发主管一边手上比划，一边激动讨论之后，木村露出神秘笑容，用手示意大家，整理衣着，站起来。

“非常感谢华为各位为我们详细讲解 IMEI 相关的 IT 系统，我们已清楚华为软银项目为何出现诸多 IMEI 问题，究其原因是华为的 IT 系统不防呆，没有校验我们关注的 IMEI，离线工位没管控，包装环节也没有校验，……”

这就盖棺定论了？无法接受这硬生生打脸的结果。心里默念，为何我的归一化方案不防呆？这就是 EMS 人员没按要求执行啊，心中滋生对光弘工厂的无限恨意，全都是光弘生产的日本 E5 一个月内出现四起 IMEI 问题。

同时也懊恼，是不是我把华为的 IT 和装备方案介绍太详细，透底了，才会被木村抓到把柄，言多必失。

此时以已入夜快 12 点，吴博用真诚的声音总结到，“谢谢软银帮我们一起发现问题，我们下来制定改善方案再与你们交流，请看我们的改善效果”。

我当时仅仅只是想把事情关闭，从没思考过系统改善，这就是软银指出的质量意识。木村为何如此执着，在于他找到根因并推动华为改善的决心，并从此与华为结下生死结。

19.3 EA 发飙，立誓渡劫

当年 MBB 产品线最重要的就是日本 EA（EAccess）的 mini E5 项目，可偏偏 EA 年前被软银收购，就变成软银产品，这节骨眼上软银炮轰华为 IMEI 问题，大家都觉得没安好心。MBB 产品线吴总就因为软银投诉的 IMEI 问题，要炜哥，老李和我当面汇报。

吴总和 EA 总裁讨论 mini E5 项目交付，我也有幸被产品线邀请出席，这次就真的只是旁听。

EA 总裁带了 3 位随行主管，但全程仅他一人说话，声音很宏亮，手舞足蹈的，虽听不懂日语，也能感受到这位总裁的呼之欲出的怒火，根本等不及日语翻译，直接用英语或中文说出来，日英中三种语言切换，就怕我们没理解。在训斥下，我们完成不敢正视客户，“是，……，是，……，是，……”

不清楚背景的我，完全无法理解 EA 总裁那种濒临死亡的紧张感。后来产品线的兄弟告诉我，软银刚把 EA 收购，EA 和软银的团队暂时还是分开的，已立项的 mini E5 仍由 EA 主导，但如果交付异常，EA 整个团队都可能被裁掉，包括 EA 总裁自己。因此 mini E5 项目是最后的稻草，EA 总裁的生死劫，这次亲自来访除谈项目需求和计划，更强调绝不能出现 IMEI 问题，否则大家全下课。对 E5 产品来说，日本市场是最大的粮仓，如果丢掉 EA 和软银客户，那 E5 这块大蛋糕基本也丢了。

“EA 和华为一直合作很好，我们的基站是华为的，我们的 E5 是华为的，销量和市场表现一直很好，也希望华为将 mini E5 这个项目交付好，帮下我们，我刚才说那么多，主要是希望华为重视，质量和进度都不能出一点差错。”

EA 总裁从一开始发飙，到最后袒露心声求华为的态度，我们已无需多言，承诺最好的资源来保障，14 年 1 月交付，半年多时间，为了 MBB，为了 EA，心里清楚这是荣誉之战，定会承受败则拼死相救的惨烈。

19.4 老李置信，小兵敢为

一周后，为了全面应对软银投诉，终端、制造相关二三级主管全聚在威新软件园一间培训用的大会议室里，现场讨论策略和方案。吴博，朱总明确要立即改善，但是缺少一个技术方案牵头的人，因为这是公司级的事情，必须是有影响力的人，朱总建议老李来当项目经理，老李考虑到我最熟悉 MBB 产品，又和客户真正交锋过，并感受到我强烈的取胜意愿，就极力推荐我来统筹做改善方案。其实当时大家对我还是有怀疑的，毕竟我只是个小兵，但好在认可我与软银交流时的表现，毕竟也没有其他熟悉产品和制造系统的合适人选。朱总考

虑到项目的挑战性和我个人影响力，坚持让老李支撑我，也因为这份坚持和老李关键时刻的援手让我熬过此后的一劫又一劫。

当时我是又兴奋又忐忑，兴奋的是终于有机会干公司级的大事，但涉及到 IT，装备，质量，EMS 领域，MBB，家庭，手机的所有产品，心里也是犯难，客户要我们立即改善，承诺的时间不足 2 月。

为保证进度，邹总同意 MES IT 系统年度开发计划延迟，MES IT 人员优先保证 IMEI 需求实现，吴博要研发装备全力配合，我自己 NPI 工作也全部放下，专职负责 IMEI IT 方案优化。资源有充足保障，主管们才稍微安心，我自己也憋着一口气，只有一个信念，IMEI 生死劫我一定要带大家闯过去。

可很多时候不是你想就能成，IT 开发不是动嘴皮子就行，要写 IT 需求文档，当时好不容易把队伍拉齐，IT 兄弟们说，没有 IT 需求文档他们什么也做不了。

我当时听到后，心都凉了，想着就 2 个月时间，开发都紧，哪还有时间写这种需求材料啊，就直接找 MES IT 老张。

还是老战友知道兄弟的痛，看过我用 Excel 简单做的 IT 效果界面，“这 IT 需求可以不用写，陈文都把界面画出来，可以直接开发。”

“没清晰需求 IT 兄弟真没法做”，IT 主管蔡胜利反对。

“我从来没写过这种需求，再说时间也来不急，我觉得逻辑挺简单，不能破例，直接开发么？”

“IT 必须要有明确的需求，才能开发，你想着简单，其实背后的逻辑都很复杂。而且你的方案是对现有 IT 系统架构的大变更，强行开发，肯定最后达不到要求，更是耽误时间。”

蔡工也理解我，老张与蔡工商量下，“那这样，我和张敏先和你一起把需求分析清楚，写出来，再由我来告诉 IT 兄弟怎么开发，行吧！”

这才是拼死相救，革命友谊，蔡工亲自帮我拆解 IT 需求。

第一周，我，老张，蔡工，渠川，忠游，洪波，杨笑将自己关在会议室里，我们口述需求，蔡工和老张帮我们转化成 IT 语言，写满一墙，再细心给自己的 IT 兄弟们讲解，通过这几天 IT 需求分解，总算理解 IT 开发过程，磨刀不误砍柴工，庆幸蔡工坚持按规则做事。

墙上仔细清晰的 IT 需求，桌前分工明确的 IT 兄弟，按照 IT 系统上线时间倒排计划，封闭联合开发，当面交流，快速测试，经过多轮模拟测试及 EMS 测试，最终调试通过顺利上线。在极短的时间内完成 IT 系统优化，原本是不可完成的任务，但我们咬住目标不放，使命必达，做到准时交付。

19.5 博采众长，大道至简

IT 系统，装备增加校验，其实就是增加成本保障质量，已经有不少不同声音，但为了先做到 IMEI 问题不流出，各领域都没直说。想着先熬过这一关，再内部慢慢优化。

“华为现在是将 IT 系统的检验全部做到了，但是工序也增加了很多，成本肯定会增加，软银不希望你们因为质量问题而增加这么多成本，最终我们都无法成功，华为要优化 IMEI 方案。”

我心想“这什么意思？累死累活的将 IT 系统优化了，还不够，还要再改”，听到木村这么说心里是很奔溃的，因为搞 IT 项目开发，精力已经透支，就想着好好歇会，睡个觉。

是福不是祸，是祸躲不过，是劫就必须安心心的渡，不要妄想蒙混过关。

系统改善最根本的是心态，心里的排斥来源于要推翻自己归一化的制造方案，自己掘自己的坟，肯定心有不甘。当时朱总，老李都开解我，有问题就必须改，还要从根上改，这才是质量改善应该具备的决心，自身认可原方案在 EMS 操作层面防呆不足，逐步从怨恨 EMS 的愤怒者变成誓要彻底改善的卫道者。

自己深刻记得我们是如何把客户绕晕，“华为 IT 系统很复杂，有太多标签，太多关联关系”，所以我决定，再优化，方案必须极致简单。正好当时手机在学习三星，并推行一种较简单的 IMEI 方案，我就主动了解所有友商的 IMEI 相关方案，仔细分析手机生产视频。结论是，三星的方案也没做到零缺陷，手机的方案减少工序但仍没做到极致。

有时候真的是佛争一炷香，人争一口气，联想到杨过自创黯然销魂掌，我研究了多种的 IMEI 方案，为何不集百家之长，自创武功，让质量效率做到最佳。

要做到最好，必须先定出极致目标，什么是极致？——大道至简，越直接越简单——没转换关系，没过程标签，一个工位。

心中默念这个目标，抽丝剥茧，釜底抽薪，融合友商工位精简和华为最新方案防呆的优势，琢磨出 IMEI 优化方案。兴奋之余，立即组织 NPI，装备，IT，工程兄弟研讨，都认可 MBB 产品做到一个工位完全可行。

方案核心思路也很简单，就是 IMEI 由先写后贴，颠倒过来，变为先贴后写。IMEI 方案和买票乘车很类似，如果将产品当做乘车人，IMEI 当做身份证，新旧方案对比，是从排队买票，变为网上订票，从检票进站，变为刷身份证进站，像如今的身份证一样，做到直接扫 IMEI，保证信息唯一性。

19.6 力排众难，顺利切换

优化方案的思路质量，DFX，IT，工程都很认可，一线也同步传递改善方案给客户，“我（木村）希望这种优化方案能在软银的下一款新产品 mini E5 上落地”，“What？”大家都无法接受木村如此激进的想法，特别是研发兄弟，要一月份量产的 miniE5 应用新方案，这相当于临阵换将，制造、一线都极力说服客户，希望理解变更的难度和风险，延缓变更的时间和产品。

“现行方案只是拦截不良，针对老产品也只能算临时措施，新产品就应该使用最优的新方案，必须要保证，何况到明年还有三个月时间，我认为时间足够”，木村非常坚定。

制造领导见木村态度这次非常强硬，“好，我们努力达成”，听到这句话，感觉木村脸上露出鬼魅的笑容。大家都认为这是软银故意在刁难我们，虽说心里难受，但再苦也要咽。

可这仅是制造对客户的承诺，会后给产品线及研发领导汇报，“制造承诺可以搞定，要制造去开发啊”，此话一出，制造和研发的矛盾瞬间升级，这时多亏老李反应快，亲自与研发领导说清楚问题严重性，让大家先冷静下来。回想我们还真的是没评估，没沟通就敢承诺，不过迫于木村当时不承诺不结束的态度，一线和制造任谁都顶不住。

得到支持，我和版本经理老孔，马上与装备，软件对齐项目计划，不耽误了点时间，我又投入与装备，软件的联合开发。

名义上是同意推新方案，很多路还没通，“这方案变化太大，是彻底变更架构，MBB 以定制为主，变更通用装备，质量风险谁承担啊”，装备和软件如此反馈。自己负责 MBB 产品，清楚这绝非推卸，对研发的动作实在太太。

为了让装备和软件兄弟理解，我写好新方案思路，蹲点在装备和软件实验室，和研发兄弟当面交流，从早到晚一步步分析，共同识别生产风险并制定解决方案。总算对齐思路，但涉及软件总体变更，任谁也不敢决策，必须向古总汇报同意。拉着软件平台易涛，装备主管老涂一同汇报，信心很足，快速将新方案的优势汇报完，古总却说“这个方案只说了优势，没说软件风险，肯定不能通过，整理好下次再汇报吧”，原本计划着，通过后立即开发，正好匹配项目开发计划，可到头来是一场空，当时整个人都愣住，傻傻的看着古总快速离开的背影。

由于没有在研发体系汇报过技术方案，毫无心理准备，汇报完整个人恍恍惚惚，心中只剩默默埋怨自己，“怎么准备的，这下完了，miniE5 看来要在砸我手里。”

回来一脸晦气，在询问下，我将汇报情况告知老李，“不要气馁，只要方案好，就应该强力去推，没事”，立即拨电话给软件主管薛贵炎，说明项目交

付的紧迫性。薛总理解召集上软件兄弟，与老李和我一起讨论对策，在充分理解思路后说“你再修改下，和易涛一起将风险和措施列出来，再汇报”。

可等我将汇报内容细化后再等汇报，却遇上古总要出国，会议必须延期，时间老是给我们开玩笑，当时大家都已做好准备告诉客户，mini E5 切换新方案我们做不到。“陈文，我已经在古总出国前私下给古总汇报过了，古总同意切换新方案，但需要提前验证，才能在 mini E5 上切换”，记得周五深夜接到薛总这通电话，我满血复活，“谢谢薛总，我马上和软件，装备制定详细计划，保证切换质量。”

虽说无法在 mini E5 上直接开发，但同意切换已是最好的结果，由于涉及软件和装备修改和重新开发内容较多，软件，装备和我每天保证当面沟通，一点点分析逻辑，一步步制定细节。由于我们制定方案时已经穷举所有场景，很幸运，第一版新装备验证就无大问题。到 12 月给客户汇报时，我们已在两款新产品顺利完成验证。

吸取以前汇报耗时的教训，我先用示意图对比新旧方案差异，再按流程介绍每个工序逻辑，示意图效果很好，木村一看就明白，示意我翻下一页，“这一页是所有工序的。。。”，木村突然又示意再往下翻，我当时心里一振，“不是理解了么，这是怎么了？”，后来一线服务 MM 翻译，“客户是说方案已经理解，这页详细过程可以不用讲，直接往下”，我当时想，“每个字都是认真琢磨的，这就不讲了？”其实这才是最满意的表现，充分说明客户已经非常清楚我们的思路。

IMEI 方案交流提前结束，我们就等厂验最后一关。

19.7 三新二意，劫后重生

miniE5 客户厂验，我内心很激动，因为终于可以将成果复制到 EMS 南宁，展示到客户面前。但对南宁而言，是三新，新产品，新方案，新工厂。IMEI 炮轰在前，大家都异常谨慎，而且由于光弘连续出现 IMEI 问题已不承接 E5 项目，

所有人都清楚，作为第一次交付软银项目的南宁工厂，这次必须通过软银 mini E5 厂验。

关键时候，大家超级配合，我们提前给南宁工程和生产人员进行新方案培训，共同完成生产线布局，端到端风险排查，通过多轮预审，基本胸有成竹。

到厂验时刻，木村却没来，临时更换其他质量人员，大家觉得应该是木村对我们方案比较放心。审核很顺利，现场 IMEI 方案讲解也很清晰，客户很满意。更重要的是，南宁也非常推崇新方案，让生产线，人员都大幅减少，做到客户和 EMS 对质量、成本都满意。

通过质量改善降成本，这是让我最欣慰的，南宁的工程人员询问，“是不是后续新产品都切新方案？”，“新产品全部切换，老产品我们也会考虑切换，这可是今年保质量，降成本的大项目。”这次审核是软银厂验最轻松的一次，也是准备最充分的一次，败则拼死相救，我们清楚如何自救。

经过这次，我也算一战成名，从一个大家还表示怀疑的小兵成长为大家心中的 IMEI 专家。

“你可是搞定木村的人啊”，此后出现的软银数码相框，CPE 相关的 IMEI 不一致问题，我都有参与并顺利解决，同步优化 IMEI 方案的诸多细节。

软银和华为的质量例会，木村再次来访，“很感谢华为当年和我一起将 IMEI 问题系统改善，产品质量提升，我也得到提升”，通过一线了解到，就因为 IMEI 问题解决的好，木村之后就升职了，木村的生死劫才有惊无险的顺利度过。

再说现在，日本市场依然红火，利润很好，软银的项目都是单款每年上百万，我们活得更好，老客户 EA 也活了下来。

在客户的强压下，我们经历了一次完整的零缺陷洗礼，在日本项目上做到了 IMEI 零缺陷，祸兮福所倚，福兮祸所伏，IMEI 生死劫变成零缺陷标杆。

近 5 年以来，使 IMEI 客诉问题从前期日本市场的 13 起，降低到近一年 0 起，获得客户认可，以及获得 2014 年度公司质量与变革奖。

19.8 从零开始，历劫求生

从 IMEI，可以说是华为制造，木村，EA 总裁的生死劫，从最初的兵戎相见，到如今相谈甚欢，为成就了客户，IMEI 这个生死劫，渡劫后才能回味，在劫难逃不可怕，历劫的心态最重要，以客户为中心，坚守质量底线，才是我们经过三灾、九难、十劫依然活下来的根本。

13-14 年，从介入到 IMEI 问题处理，到 IMEI 新方案跟踪落地，整整有一年时间，或许是我入职以来最烧脑的一年，也是承受压力最大的一年，但也是我蜕变的一年，渡劫才能成仙，感谢和我一起历劫的朋友，助我渡劫的领导，人生总要经历一次天劫，才能让你以一敌百。

IMEI 问题已经归于平淡，还有更多的挑战摆在终端业务面前，我们回归本源，从零开始，以客户为中心，质量优先；从零缺陷开始，即便历经千难万险，也要为了成就客户，成就华为，成就自己，找到生存之路，飞升之道。

第二十章 突破才是主旋律

2005 年，我刚从计划体系调到制造系统，就收到了一个“烫手的山芋”——精益改善。

制造部总裁李建国希望我担起筹建华为生产体系（HPS）的任务，向丰田学习精益生产。所谓精益，往大了说，就是用最少且最合理的人力、空间和时间资源，去实现高质量生产，这就涉及到生产流程方方面面的改善。往小了说，就一句话，细节决定成败。只有从大处着眼、小处着手，才能成为世界一流。

20.1 让“子弹”打得又准又快

初学乍练的场景，总是令人最难忘怀。

2005年8月，作为HPS项目组第一个成员，我第一次走进单板加工车间就被震撼了。生产线上员工穿着整齐的白色工服，争分夺秒地工作：首先在生产好的PCB板上要焊接的位置涂上锡膏，进行焊接点位的印刷；然后，小心地把每一个元器件贴在焊接位置上，让锡膏融化，达到焊接的目的；接下来是回流焊，经过回流炉对锡膏进行冷却和固定……我简直像刘姥姥进了大观园，看啥都稀奇。吸嘴是什么，锡膏是什么，吸塑盒是什么，这些东西它认识我，我不认识它。

更为尴尬的是，有个项目组长眼瞅着精益专家来生产线指导了，赶紧询问我不同产品型号切换加工时存在哪些问题，可我一句都答不出来，实在是没底啊！心里有种说不出的苦涩。

这样下去可不行，我决定对自己发狠，定下小目标——三个月内彻底熟悉生产线。我每天雷打不动地蹲点现场8小时，看SMT（表面贴装技术）备料、上板、印锡、贴片，听顾问指导、车间早会、工艺讲解，问操作难点、不合理现状，动手测作业时间，画价值流程图……每天晚上回到家，静下心来，脑子像放电影似的回顾一天所见所闻，并且反复研读《精益思想》《大野语录》等书籍恶补知识。

高强度的学习和连续的蹲点终于有了一点收获。一天，我在生产线边观察边记笔记，发现无线R产品SMT生产最容易在备料环节栽跟头，比如设备备料异常、接料异常，还有尾数单板处理不及时。

如果说整个加工过程是炒菜，那么设备备料就是择菜、洗菜、切菜、配菜的准备过程。原材料没准备好，巧妇也难为无米之炊。物料一排排摆在备料车上，像弹夹装在机枪一样，如果弹夹出问题了，子弹就打不出。如果物料卷到一起把设备卡死了，也可能导致备料失败。针对这两个问题，我把设备部主管吴工拉到现场，讲清楚利害关系，建议他们把设备当成战争中的机枪来维护，使得枪在要派上用场时一定能正常使用，并把备料动作标准化，快速换物料且不影响设备运作，让“子弹”打得又准又快。

那么尾数单板又有什么问题？假如一个任务令有 100 块单板要加工，可由于焊接不良、欠料、质量问题等，只有 98 块加工好，剩下 2 块就成了尾数单板。这部分单板需要重新备料、生产，否则任务令不能闭环。可经常出现的情况是，不能马上把信息传递到上工序的备料环节，快速准备好物料。

为什么非要等到油下锅了，才开始洗菜、切菜？不能提前准备好吗？我立马牵头将车间、质检、备料、设备等相关部 门召集起来，商讨出了备料的质量标准，建立快速领料机制，督促员工按指导书标准作业，使得每次炒出来的菜都是色香味俱全，保证加工质量的一致性。

经过一段时间的运行，三类问题得到大幅改进，不仅效率提升了 35%，质量问题改善了 28%，而且原来分段管理的部门墙也被拆掉了。看到初期的改善取得如此成效，我走路的步子也轻快多了。这更让我意识到，改善就是要学会现场观察。当你产生疑问、感到困惑的时候，或是需要灵感的时候，就到生产现场去。

20.2 牛头如何能对上马嘴？

精益的魅力还在于做别人不敢想、不敢干的事。

在专业化分工的牵引下，电子加工行业一般是将单板和整机分段加工，华为也不例外。单板段的交付对象是各种单板，所有资源配置都面向单板编码；整机段的交付对象是产品，资源配置直接面向产品编码。两者的关系犹如“头部”与“人体”。大部分的单板编码跟产品编码并非一一对应的关系，通常 1 个产品编码会对应 4-6 个单板编码，多则几十个编码。

这样问题就来了，前面的工序大量加工各种型号的半成品，堆在后面的环节，必须等待最后一个半成品齐套，才能统一装配，把生产节奏搞得晕头转向。就像厨房很早就切配了许多种菜，有猪肉、青菜、大虾……但后面炒菜的锅只有一口，原材料没地方放了，菜也很难做出来。

2013 年我到日本丰田交流，看到汽车控制单元“一个流”的制造方法，突然想到：我们能不能采用成套生产模式？这是个大胆的想法，业界还没有成功的实践。可徘徊在松山湖的半成品周转库，几次三番地思索后，我认定，要想消除堆积如山的库存，必须突破“单板按预测加工，整机按订单装配”的库存制造模式，改变牛头不对马嘴的现状。

2014 年底，我把成套生产的想法和改善专员兆卿沟通，由他组织车间、工艺、设备等部门初步讨论思路的可行性。让人沮丧的是，前几次会议都不欢而散，不仅没得到切实的解决方案，反而收集了一大片“喊败”声——

“不可能实现成套生产！一个整机对应多种单板，研发就这样设计的产品，又不能降低效率水平。”

“先不说我们这么复杂的产品，就是简单产品，行业内也没见哪家企业按成套生产，听都没听说过。”

“IT 系统不支持，你来做？”

.....

甚至好几个资深主管听说成套生产的想法后，也认为天马行空，绝对不可能。

是啊，“不可能”是绝大多数人的第一反应，但我却觉着看似不可能的事却是最大的改进点，消灭库存会产生多么诱人的收益啊！改善的执念坚定了我必须尝试一把的决心。

20.3 组合夹具，变不可能为可能

说干就干，我们不再在会议室仅仅讨论方案了，直接把大家带到生产线边，针对成套生产进行第 N 次沟通。在现场，我提出唯一的要求：不允许说不行，只讲需要解决哪些困难。

这次，来自研发、生产、设备等多个领域的负责人，看产品、看设备、看夹具，得出全流程成套制造的四大障碍：一是锡膏印刷精度无法保证，印刷需要的精度是 0.1mm，相当于头发丝那么细，可实际却大于 1cm，生产出来的只能是缺陷品；二是单板贴片无 MARK 点，精度差，就像打靶一样，没有靶心子弹就打不准；三是回流焊掉件问题，焊接后器件没粘紧，很容易掉下来；四是制造 IT 系统不支持。

我们率先对锡膏印刷精度问题开刀。按照产品成套的条件，需要将 6 种编码的 9 块单板一次生产完成。正如一个家庭每顿饭炒 6 盘菜，那么我们就要同时准备这 6 盘菜的 9 种原材料，定下配菜规则，如莲藕切片、土豆切丝、南瓜切块……经过计算 9 块单板尺寸，我们分析出拼板成套后的尺寸约 450mm*500mm。

保证精度的最佳方法是研发更改设计，将 9 块单板直接拼接到同一 PCB 板上，但因为部分编码和发货产品是选配关系，且研发也暂无改板计划，只能另寻他途。经过进一步分析，我们觉得还可以使用夹具进行拼板，就像做成快餐盒饭一样的凹槽，不同的菜可放在对应的凹槽里，而且份量是固定的。在这个过程中，我们集思广益想出了 56 种可行方案，并通过梳理和归类，确定了定位孔定位的方法。

一系列如火如荼的实验开始了，曲折却超出了我们的想象。定位孔定位需要使用夹具，但夹具在回流焊中存在热胀冷缩的问题，很难保证锡膏印刷精度达到 0.1mm，无法大批量生产。

似乎在找到突破口之后，我们又进入到了另一个死胡同。难道真要被这个问题卡住？我一遍遍反省，不断梳理现有方案，期望从中打开缺口。那段时间的一个周末，我驱车行驶在深南大道，看到主干道旁边有次道、辅路、支路之分，忽然灵光一闪：最优路线并非不能变通啊！假设我买了一张 5 块钱的地铁票，可以乘坐 10 个站，但我坐到第 7 站再换公交，可以更快到达目的地，那就没必要全程坐地铁，而是用“地铁+公交”的组合方式。

其实，高精度定位也是一样，在锡膏印刷环节需要高精度的夹具，但到了回流焊环节就不是必要的，我们可以使用“精定位夹具+回流夹具”组合，解决印刷高精度定位和回流焊热胀冷缩之间的矛盾。带着兴奋，一上班我就组织改善团队付诸于行动，将 9 块单板的摆放位置模拟了 130 种拼接方案，选出最优的三种，制作组合夹具模型，不仅很好地解决掉热胀冷缩带来的质量变异，还降低了 60% 的夹具费用，一举两得。

经过七个月的不断挑战，我们充分挖掘团队成员的潜能，一一攻克了成套生产的疑难课题。验证成功的那一刻，我的心情也像浪花一样欢腾！改善成果让所有人大吃一惊——加工效率提升了 320%，生产周期缩短了 65%，更重要的是，生产过程中的大量库存不见了，让管理变得更简单。

20.4 揪出划伤手机的“真凶”

接下来，我开始了更多的思考。比如，如何第一次就将事情做正确，而且次次正确？

在开展 M 手机产品零缺陷项目时，我们发现手机划伤问题是个顽疾，经常发生，极难根治，一旦发生就会被认为是次品，不能出货。可是要找到划伤发生的地点，就一个字，难。手机划伤一般都是到检验工序才发现，而 100 多米长的产线上加工工序多达 36 道，怎样才能找到问题发生的工序呢？

我让老黄负责这个项目，并请精益顾问介绍日本企业的改善思路。顾问寥寥几句就让我们茅塞顿开——做质量没有投机取巧的方法，第一步应确保投入的物料是良品，然后一个一个工序去看有没有出现不良。我们立即分工，36 个工序准备安排 36 个人排查。项目组没有那么多人咋办？改善专员毛亮出了一个招，说可以像莲藕一样一节节地掰开，将工序分成 4 段，然后一段一段排查，每小段只要 8 人，这样把人手不足问题搞定了。

做不良排查要像钓鱼一样有耐心。通过对 10 天 10 夜生产的 14 万个产品排查，我们锁定了所有划伤问题发生的工序，同时按照九宫格的方式记录下每个缺陷出现的位置。慢慢地，我们知道了每个工序中发生划伤问题的情况，比

如有多少个划伤、是什么样的划伤、划伤部位在哪，翔实的数据为改善打下坚实的基础。

接下来怎么办？按照传统的方法，我们要对工序的各个要素进行风险识别，改善风险较高的要素。刚开始我们也这样做，发现缺陷减少了一点，但仍然无法杜绝。零星缺陷像牛皮癣一样难缠，看不到是什么人做的，是什么设备造成的。

我和老黄说，可以尝试在现场画一个立定圈，站在问题发生的工位观察人、机、料、法、环的变异过程，务必揪出不良“真凶”。于是，项目组成员全部跑在现场去抓现行，同一个点、同一个角度一站就是好几天。过了大半个月，问题确实抓到了不少，但还是看不清是如何产生的。毕竟每个工位都有很多设备及人的动作，作业动作很快，想抓住问题发生的那一刻很难。

这时候，另一招又被想出来了。借鉴银行柜台的监控方式，我们与现场主管和员工沟通好，架着摄像机，24小时不停拍摄作业过程。看不明白的地方就不断回放、慢放，直到彻底搞清楚。这种做法，让我们发现了以前很多没有注意的小细节，譬如作业路线不固定碰到产品、设备发生轻微的偏倚、作业台面堆积产品会碰伤等。

紧接着，我们把现场得到的照片逐张拿到10倍的放大镜下观察，若还找不到问题，再拿到400倍的显微镜下研究。这下，任何瑕疵都无所遁形了。通过研究不良现象、不良特征、不良发生过程、不良物质成分，我们找到了划伤的“真凶”，最乱的麻团终于被层层解开。我们用铁的事实不断打破“99%”的极限，将零缺陷由神话变为现实。目标达成时，老黄笑得特别灿烂。

一眨眼，我扎根精益改善领域已经十多年了，经历过大大小小、数以千计的项目，从消除现场浪费，到制造模式改进，再到零缺陷、产品3P设计、设备小型化……很多人问我，如何才能做好改善？其实，真没啥秘密，就是不断追问自己“还能改进吗？”只要敢于突破固有思维的束缚，改变旧观念的那个“框”，直面问题、迅速行动，就可能创造许多意想不到的奇迹。

第二十一章 使命在心，责任在行

产品制造设计与导入（MNPI）作为产品设计到制造导入的桥梁，是制造域唯一称得上懂产品的“产品线代言人”。制造代表作为 MNPI 的核心岗位，自新产品开发从无到有，再转移到工厂大量生产交付，始终扮演着领头羊的角色，他们既是产品制造系统的设计者和制造策略的制定者、也是产品生命周期制造域的经营者，故承担着产品制造质量和交付的“首问责任”。部门业务经过 10 多年的发展，已覆盖数以百计的全球各制造工厂，每天都有数以百计的新产品在紧锣密鼓的开发导入，如果没有一个“统一作战指挥平台”武装制造代表及其核心团队，产品制造设计与导入工作还是传统的手拉肩扛：即项目开会靠“吼”、信息传递靠“手”、跟进任务和问题靠“走”的原始管理模式，人人每天栖栖惶惶，到处都是一派“繁忙”景象。随着公司业务快速成长，及信息时代数字化、智能化企业的发展趋势，如何与研发协同将新产品高质高效开发出来并导入到全球各制造工厂？又如何能做到全球一致的导入标准和质量管控？这是全体 MNPI 人必须面对的新挑战。

建立数字化业务管理平台，是 MNPI 业务发展的客观要求和新时期的必然选择，在公司智能制造战略牵引下，要实现制造的数字化、智能化，首先是要实现设计与制造的数字化融合，这就意味着我们作为 MNPI 必须先做到自身业务的 IT 化、数字化。这不仅是数字化、智能化时代的发展趋势，也是 MNPI 业务快速发展的客观要求和新时期的必然选择。为加快推动设计与制造数字化融合，我们必须强化产品制造设计责任，而且要做到这点，不是简单的人跑到研发去就融合了，必须清楚和研发兄弟在一起我们需要提前做什么？基于当前能力我们能做什么？及怎样做才能更好的相互促进？实现产品和制造设计能力的共同提升。因此，NPI 全体需转变观念，快速转身，要通过将现有业务 IT 化、数字化，支撑制造代表及其团队高质高效开展新产品制造设计与导入业务，减少线下沟通、手工文档处理及信息传递的投入，将更多精力放在产品开发前端与研发融合，协同作战，让信息多跑路，人员少跑路，让团队在新产品开发阶段与研发在 DFM 和产品制造设计上加强互动，促进设计与制造的真正融合。

21.1 新形势下的挑战，勇挑重担，平台建设正式启航

早在多年前，部门就有了建立一个统一的业务管理 IT 平台的想法，但用平台来具体支撑哪些业务，支撑到什么程度，哪些人需要用？及有了平台之后的会给管理带来哪些价值？大家都没想明白，每个人都能说出一堆建与不建平台的理由，没有真正的系统性去梳理和规划过，而且每次大家都议而无果，不了了之；加上当初的部门人数相对较少，业务规模也没像现在这么庞大，日常的新产品项目大家手拉肩扛也已习以为常，虽然效率低，做起来比较辛苦，但也能熬的过去。时过境迁，特别最近几年，在制造部总裁李建国的带领下，制造管理团队敏锐的嗅觉到自动化、数字化、智能化是未来制造企业的发展趋势，他们先后去了西门子、博士、通用电器等代表世界级先进水平的数字化工厂参观学习，每次参观完这些在自动化、数字化、智能化方面走的比较前沿的数字化工厂，再回过头来比较我们华为制造自身管理水平的差距，主官们更坚定了当初的想法，并号召大家必须立即行动起来，制定华为制造自己的自动化、数字化、智能化战略，有计划有步骤的大力推动制造的自动化，数字化和智能化，实现赶超。

时至 2016 年初，在 MNPI 一次部门年度业务规划讨论会上，面对公司智能制造战略契机，及制造部总裁对新形势下 NPI 业务提出了更高的要求-----NPI 要实现从版本 1.0 升级到 2.0，要用先进的工具和方法，在产品制造设计中构建精益生产，实现自动化/数字化/网络化。部门大家长杨永民就当前部门业务管理现况及新形势下面临的挑战，明确而坚定的说，我们是到了该转变观念和改进工作方法的时候了，否则，很快我们的工作将变得非常被动。

部门管理团队和专家们经过仔细讨论，认为业务的 IT 化、数字化已是不可阻挡的趋势，在新的历史时期，必须建立能承载我们业务管理的数字化平台，将我们日常的制造设计与导入活动系统化融入 IPD 流程，武装制造代表及其团队，让制造代表从日常琐碎的 paperwork，沟通协调中逐步释放出来；让代表及其团队成员有更多精力将产品制造设计工作前移、在产品开发阶段进行设计

与制造融合、强化 DFM/制造系统设计，实现产品制造的安全/高质量和制造系统的天然精益，最终的目的还是要能支撑产品商业成功。

根据杨总的指派，由我来负责新平台的统筹建设，至于为什么安排我来负责新平台建设，在他看来，我本身隶属部门能力中心 COE，之前的几年负责管理过制造 IT 相关的工作，对制造领域总体业务现况及 IT 平台支撑情况还算比较了解，且有系统规划建设方面多年实践经验。说句实话，我当时心里挺没底气的，原因主要有以下二点：首先，部门比我资历深厚的老专家很多，他们在华为已 10 多年甚至 20 年不等的经历，既懂产品又懂业务，虽然我本人在电子通信制造行业的工程能力、系统规划、项目管理等领域加起来也有 20 余年经验，但与这些老专家相比，在华为我算是个新兵，对 MNPI 当前的业务知道的很浮浅，对博大精深的 IPD 更是一知半解，因此，要做这个事难度是可想而知的；其次，部门多年来也曾梦想过，数次尝试建立一个自己的工作平台，但因种种原因最终未能如愿，就这次如何构建，及能否最终真正把平台建立起来，圆大家多年的梦想，很多同事也是没底，有同事直言并不看好，这无形中给了我更大的心理压力。但杨总强调，面对当前智能制造战略发展机遇，及制造部总裁对新形势下 NPI 业务提出的更高要求，我们没有退路，必须借助先进的 IT 工具方法，提升我们的业务管理水平，让制造代表及其核心团队从日常繁琐的线下工作得以释放，有更多精力提升专业能力，在产品开发前端与研发融合，共同做好产品制造设计工作。

是的，既然部门决定了，就得勇敢面对，再说压力也是动力，难得有这样的机会，挑战和历练一下自己，我就硬着头皮上了。

21.2 彷徨中寻找业界标杆和方向

因为新平台需要承载基于 IPD 流程与制造域关联的业务，涉及到的业务流程和 IT 系统多而复杂，所以项目组需要产品线、2012 实验室、质量/流程与 IT 及制造等多个领域的参与，经过 2 个多月的沟通和协调，最终确定来自各业务功能领域的专家骨干共 50 余人组成项目组，可谓阵容强大。

为方便大家后续在项目开展时的沟通，给这个新的平台起个什么名字是首先要解决的问题，基于新平台的定位及部门的业务特点，我初步拟定了 NPIS, NPIM, eNPI 等 5 个带英文缩写的平台简称方案，经过部门全体投票评选，最终 eNPI 高票胜出，因为大家觉得 eNPI 与信息化，数字化关联性及 NPI 业务的契合度高，而且好记。

平台名字选定之后，接下来就是平台的技术架构和功能应用选型了。“拿来主义”还是“自力更生”？

“拿来主义”是当初最直接的想法，前期的探索和调研之后，业界几家解决方案顾问团队都拟制了一份完整的解决方案报告：经过 IT TMG 和相关业务专家们的共同评审，不论是 S 公司的项目管理平台 PM，还是 P 公司的 PROJECTLINK，还是 O 公司的 PPM 等，供应商们提供的平台解决方案其核心功能基本上都限于标配的项目管理几个通用功能，要适配我们当前基于 IPD 流程的不同产品线的新产品制造设计与导入业务，需要做很多的业务场景适配，而且改造和定制化开发的工作量非常之大，每家顾问说至少要 6~9 个月的时间才能保证先把产品项目管理的功能做起来。因为顾问也需求了解和学习我们的业务，然后才能告诉我们应用怎么做，这样一折腾算下来比全新开发还要投入的精力还要大；除此之外，更重要的产品制造策略规划、DFM 管理、制造系统设计、TPI 等与产品项目强关联的业务承载，业界没有一家解决方案能满足，而且华为的业务发展和变化迅速，需要供应商能快速响应和配合。经过项目组内来自产品线，研发等各领域的专家讨论和建议，最后基于公司现有 HAE 平台，借鉴业界新产品开发项目管理平台最佳实践，并结合我们自身多年的业务积累和管理的 know-how 来全新开发和建设，走“拿来主义+自力更生”相结合的新模式，把平台建设采用欧美砖还是华为砖的争论就此平息下来。此时，我也突然明白当初为啥整个华为公司的项目组合管理 PPM 平台及研发大硬件协同开发项目平台 HDCP 最终决定自行开发了，现在看来情况的确如此。

21.3 业务方案设计，抽丝剥茧，优先聚焦核心业务

平台技术架构和建设方向明确之后，接下来就进入到业务方案设计阶段。新平台如何做到既能满足不同产品线基于 IPD 流程框架下不同开发模式的 NPI 管理需求，又能快速匹配相同产品线不同业务形态的导入模式和运作规则的变化；既能承载 NPI 端到端的业务管理，又能对业务运营情况进行数据统计分析和监控，促进管理改进；能基于业务运行的场景变化支撑快速迭代，又能基于新业务需要进行扩展应用覆盖。因此，业务方案设计其难度不亚于筹备一场“超级交响乐”。我真的有点懵，毕竟我没亲自管理过目前 NPI 的业务和带过产品项目，可静下心来一想，使命在心，万事开头难，只着急解决不了问题，必须得利用好各产品导入领域的业务专家，发挥他们的特长和优势是我要做首要工作。为此，我把项目组作为大家展示业务能力和创新想法的舞台，只要你懂业务，有想法，不论你是技师、工程师、专家、还是主官，每个人都会得到欢迎，每一种意见和想法都可得到表达的机会，得到尊重。

基于 IPD 流程并结合 MNPI 业务特点，经过项目业务方案组大家共同讨论，把相关的业务方案设计成：项目管理/任务拆解（WBS）设计、制造策略及制造系统设计，制造设计与导入经验库及绩效管理等几个方案组，在方案规划设计上齐头并进，然后集中逐个评议和完善，最终整合成完整的 TO-BE 业务解决方案。

业务方案梳理和设计的大致计划和领域负责人虽然算是分了，解决了项目首期的头等大事，但毕竟我负责整个项目的统筹运作，对最终的结果负责，特别是当大家在讨论到业务方案设计的选择，或者大家有不同想法需要决策时，我马上就遇到“专业”瓶颈。每次遇到这种难啃的骨头，我都会请各相应领域的专家出马，倾听他们的想法和建议。使命在心，责任在行，压力即动力，在充分统筹和安排好各产品领域业务专家的资源做好业务方案初步设计的同时，我也坚信勤能补拙，白天完成手上的项目工作之余，晚上就挤出时间猛啃 IPD 相关的知识，像禾苗喝露珠一样一点点吸收能量。不明白的地方，一有机会就向部门懂产品和懂 IPD 的专家们请教，为了更快更好地打基础，便于项目的推

动，每天我都与 IPD 为伴，不论是在办公室，还是项目讨论会议中，还是在上下班的路途上……，满脑子都是 PDT, TDT, TR, SCR, DCP, CCB 等之类术语。项目推行中，虽然忙翻天，但很充实，也感觉不到累，对我来讲每天都是新鲜而激情满满！

首先，项目管理/任务 WBS 设计组，这块业务是整个平台建设中项目管理的主轴，很多项目管理涉及的其它功能应用都将基于 WBS 延伸和展开。因此，几个业务设计核心成员是专为 WBS 方案设计而来：谭立勋工作认真、思维缜密，善于总结；赵新安带产品经验丰富，乐于与大家分享经验；于海涛可谓有求必应，话不多说但说出的观点都掷地有声，非常切换实际；葛树围头脑机敏，做事干脆利落如同一把快刀。王爱军行事沉稳，敢于担当；吴金权可谓软件产品设计与导入的灵魂人物，所有与软件产品相关的问题在他那总能得到解决办法；而业务方案组组长王歧印，简直就是一部 IPD 业务规则活字典，每个业务活动、角色、评审点、交付件的前世今生都熟记于心，能信手拈来；另外，WBS 任务周期核算规则的梳理和设计是本组业务规划的重点和难点，而其本身又承载了项目管理标准化、任务自动排程逻辑，任务执行的 RACI 模型、裁剪规则等等，故整体方案小组耗时数二个月，通过跟各个业务领域不断地澄清、修订完善，终于输出了一套完整的项目任务管理 WBS 模板管理核算规则，每一项目任务，承担角色，交付件等每一句每一字都经过了反复推敲琢磨。于是方案设计小组感叹到，之前从来没有这样坐下来系统性的梳理和总结过我们的业务，真的是一次再认识和学习的过程，意义重大。连业界专门做项目管理的顾问了解到我们设计思路和方法后都感叹，他们做了这么很多年的项目管理解决方案，从没经看到过如此全面而灵活的项目管理解决方案的，真的很有借鉴意义。

其次，DFM 数字化方案组，由精力充沛敢于冲锋的才子彭龙金负责，辅以王歧印、赵新安、张会廷等专家协助。该方案组负责有关新产品开发时 DFM 需求、解决方案设计、评审、产品设计实现、案例总结及基线刷新等完整的业务规划，确保从需求到设计基线的刷新形成端到端的闭环管理，而且要实现整个 DFM 管理过程可视透明，大大降低 TR4A 后 DFM 问题的占比和需求闭环的周期；另外一方面，由于 DFM 从需求、解决方案设计、到执行落地，形成案例/

解决方案货架、再在到纳入 DFM 基线为新产品设计开发借鉴。整个过程涉及角色多，周期长，而且上下游关联系统多，平台化管理参差不齐，要真正做到全流程的全面数字化可视，尚需要一些时间，为此，项目组采用迭代开发的方式，分段来实现可视化、数字化。

另外，制造策略和制造系统设计组和项目绩效管理方案组：方案设计要确保产品制造策略能从新产品开发到工厂生产都能得到有效贯彻和执行，制造系统的设计要能匹配产品的设计和特性，实现天然精益。而且项目执行的结果可以分析和衡量，考虑到融合设计推行时间短，制造系统设计复杂，平台能力支撑采用迭代的方式逐步实现，先标准化，再结构化，最后实现制造系统从规划设计，到验证、改进闭环的数字化打通。

最后一组是 IT 开发团队，面对这些覆盖产品广，场景复杂，业务规则多变的一个个需求，的确给 IT 的开发实现带来了超乎想象的难度。为此，杨永民杨总请来了制造 IT 首席专家罗文广，不论对制造领域，还是供应及研发领域的总体业务运作及 IT 系统支撑情况老罗都相当熟悉，在他的带领下，马卫鹏，肖志刚，罗阳，柳茂林等技术骨干都参与。从早期的业界标杆调研平台，平台 IT 架构设计，到 IT 方案设计，再到开发实施及技术平台支撑等工作，可谓全流程全天候的技术支撑。确保了项目在 IT 技术和资源保障方面无后顾之忧。

在方案设计的过程中，项目组如抽丝拨茧般梳理头绪，拨开层层迷雾，并结合业务具体成熟度和需要，有些聚焦作为主航道的核心业务，终于在 2016 年 7 月 11 日业务方案经过 IT 的系统分析和方案设计完成，项目组总算看到了具备里程碑意义的胜利曙光。

21.4 开发交付，精益迭代思想是我们的主旋律

面对这样一套业务场景复杂、覆盖产品广、交付质量高，速度要求快的平台建设需求，几家全球顶级的软件解决方案厂商都表示现有解决方案无法满足，即便是在现有软件包上二次开发，短期内新版本也不能确保完全满足华为的需求。

既然买不到，就自己开发！凭借初生牛犊不怕虎的冲劲，项目组决定刀山火海也要闯一闯。此外，项目还被套上了一个“紧箍咒”——一年之内上线。坦率地说，这确实有点“盲目承诺”。一是项目业务方案组绝大多数都没有平台建设经验，业务涉及产品多，场景复杂，很多成员连项目实施基本步骤及需求文档怎么写都不太清楚；二是面对新的 HAE 开发平台，项目开发组在这方面的积累几乎是一穷二白，一开始甚至连要投入多少开发资源都无法估算。

开弓没有回头箭，项目组在技术和资源都没准备到位的情况下开始裸奔了。但很快就受到了“冲动”的惩罚。一方面，大家没有经验，写出的 IT 需求文档，IT 没法看懂，感觉是 IT 和业务之间没有共同语言，第二个，开发人员对新 HAE 平台太陌生，就连在华为做了 10 多年的开发人员也感觉浑身乏术，多年的开发武功排不上用场，怎么开发效率还不到其他 .NET, Java 的一半。有开发兄弟直言，这个项目，我们的经验和武功都废了，见过难用的开发平台，但从来没有见过这么不好使的开发平台……”

时间已经过去三周，面对开发效率事倍功半的困境，我看在眼里急忙在心里，压力比他们更大。就在一筹莫展之时，我突然想到前段时间杨总给项目组推荐的那本叫《精益设计》的书，书中特别强调了如何利用草图，实现设计与业务之间有效沟通、如何通过高保真原型设计来达到增强用户体验的目的、如何通过敏捷与精益 UX 结合，提升开发效率代来完善系统的功能应用等，于是我让项目开发和相关业务成员边学边实践，不管结果如何，先试试看；同时鉴于项目交付时间紧急，项目组特别从公司 IT 请来以项目经理胡琦为首的三位在 IPD 领域做了多年的专家加入项目组，他们在华为项目组有 8~10 年 IPD/PDM 方面的工作经验，另一方面，为了快速培养新进开发人员熟悉 HAE 平台，项目组邀请制造 IT 负责技术平台的柳茂林进行协助，帮忙培训基于 HAE 平台的开发技能。通过及时的策略调整，果然进展有了转机，不到一个月项目交付取得重大进展，整个系统框架及开发上线计划都整理的清清楚楚，无疑给项目的如期上线重新带来了希望和光明。

21.5 上线切换，53 小时保卫战

2016 年 10 月 22 日，被锁定为 eNPI 上线的日子。这是 MNPI 部门历史上第一次做整个业务管理数字化平台，系统上线，意味着所有需要制造域负责导入和量产管理的新产品开发项目，都需要经过 eNPI 平台进行管理，而且同时需要管理的项目几百个，涉及制造代表及其团队等相关人员近千个用户，系统的上线顺利与否直接影响到大家日常工作，因此，本次上线只能成功不能失败！

为了确保 10.22 这天平稳上线，项目组前期很多兄弟放弃了中秋、国庆休假，对系统的功能实现、性能测试进行了密集的加班加点攻关，共卷入上百人员参与测试，前前后后总共测试用例数以千次计。

20 日上午 9 点，经过前几轮的 UAT 测试和 BUG 问题基本解决之后，项目首期上线前的 Readiness Review 会议正式开始，各业务模块负责人分别汇报最后一次 UAT 测试验证结果及少数遗留问题：DFM 管理仍发现问题 4 个，研发段数据回传问题还有 2 个需再优化；项目管理模块又发现数据导入导出、成员变更，产品数据同步问题问题 8 个，3 个问题待优化验证；系统首页我的代办，我的已办数据统计等问题 3 个，2 个问题待优化……。经过轮番汇报之后，发现仍然有 15 个问题待紧急攻关解决；标准模板部分除了团队成员名单之外其他都就绪；变更申请已经提交……

21 日 上午 8:30，上线审视会议再次开始，项目开发经理谢工说：“昨天晚上我们一直干到凌晨 3 点，遗留问题还剩下 5 个，但新增 2 个与浏览器有关的问题导致有些内容便携用户看不到完整页面，今天我、彭辉，李鑫负责公关最后这几个问题，测试文档准备，数据准备，系统部署等相关请罗阳按照变更规定和项目组要求划再行确认……

2012 上午 10:00，所有遗留问题全部解决并验证完毕，测试环境和正式环境代表及数据核对正在进行，其他问题基本准备就绪，剩下一个用户打开系统自动推送的平台功能宣传在 google 浏览器上播放显示不全的问题，影响用户的体验，正在查找原因解决……

本来中午 12:00 可以提前上线发布的，为了给平台一个顺利的开头，绝不辜负大家这么长时间的奋斗，不给 eNPI 上线留下什么遗憾，下午 1:00 最后一个用户体验的问题终于解决了！3:00 点，所有上线数据终于加载，上下游数据打通，系统上线圆满成功。

的确，2016 年 10 月 22 日，是 eNPI 平台建设值得记住的日子，全体 MNPI 人多年的统一工作平台建设梦想终于变成了现实。随着系统顺利上线，大小 6 个循环的 UAT 测试共发现的近千个挡在上线路上的问题瞬间消失，大家的辛苦付出总算有了收获，终于有自己的工作平台了，一时间大家不由喜笑颜开，欢欣鼓舞……！回首过去整整 100 天的紧张开发、测试验证、再优化和再验证，大家付出了无数汗水和努力，牺牲个人休息时间无数，UAT 测试现场，舍我其谁，由此谱写了一曲由以曲感人的赞歌！

21.6 全面开启 NPI 业务管理的数字化新模式

随着 eNPI 平台的成功上线，MNPI 业务管理模式开启了新的平台化模式。我们也可以跟业界其他同行一样，打开 eNPI 就能随时查看自己的新产品开发项目及经营指标状况。

新平台实现了项目管理端到端数字化可视，制造代表及其核心组统一平台协同工作，大幅度提升了 NPI 自身业务管理的规范性和标准化水平，大幅减少了产品制造设计中交付文档和数据的手工输出和统计，同时 SCR 评审周期大幅提升近 30%，设计问题闭环周期也大幅缩短超过 34% 等等，一个个数据都能反映出业务的改进和变化！在今后一段时间，平台将借助公司数据底座建设契机，通过引入新的数据分析和数据挖掘工具来强化数据应用。让我们的业务管理更便捷和高效。

虽然 eNPI 平台首期上线已经过去了近一年，但每当回想起当年的情景依旧让人激动不已。很多项目组成员都说这个项目对他们不仅仅是一段工作经历，更是一次难忘的历练，大家不仅仅拓展了专业能力，更磨练了自己的意志，每

当回想起一年前家人常说的那句：“你心中只有你的项目，也没咱这个有家了”，的确内心很愧疚！

于我而言，从一个从事系统规划多年的老手，一脚踏入这个似曾相识但又如此陌生的业务管理变革性 IT 平台建设项目成为新兵，也经历了一场从头到脚的洗礼。是这个项目教会了我穿透技术和业务的表象紧盯管理变革最终目标；更教会了我要知人善用，以开放胸怀把一大群专家精英们拧在一起，齐心协力完成公司赋予的使命担当。

总之，eNPI 平台建设及对业务的承载尚属初级阶段，随着公司业务数字化、智能化的不断推进，及融合设计业务的深入开展，平台的迭代建设也将持续推进，使命在心，责任在行，让我们共同努力，持续创新，不断丰富和完善平台的应用，增强用户体验，继续谱写产品制造设计与导入业务数字化管理建设的新篇章！

第二十二章 用数据说话

时光荏苒，我来可靠性实验室已经 5 个年头了，每当我回想这几年的工作时光，我的思绪纷飞到不能自己，痛苦转型下的失落、问题解决时的甜蜜、数据收集的艰难、结果验证时的喜悦，一幕幕在我心里划过。

22.1 小事也要做的极致

回想起 2012 年 8 月，因华赛整合，我加入了制造可靠性实验室。早期的实验室工作侧重在可靠性测试资源的管理上，温循筛选作为嵌套在生产中的一道工序，要保证工序的快速交付。曾有段时间，温箱在调度、计划、生产等环节的代名词就是瓶颈，产品一到温循环节就等于进入了“黑洞”，什么时候能交付大家心里完全没底，说的最多的就是：“温箱不够啊！”。于是产能规划时，温箱的柔性变大了，温箱的需求量越来越大，另外我却看到温箱的空闲时间越来越多，一方面是资源不够，另一方面又是温箱浪费严重。由于缺乏数据支持，一度温箱效率改善陷入停滞。看着无法开展切实有效的改善工作，我如

坐针毡，想想先从自身开始做起，于是开始联合各方建立温箱效率统计规则，先从温箱使用记录开始做起。当时的想法很简单，就是要把最原始最真实的数据展示给大家，面对一百多台温箱，我和我的同事们每天例行去现场抄录温箱使用了多长时间、产出了多少片产品、累计空闲了多长时间，去调查温箱为什么没使用的原因，一个电话接一个电话去确认、一个会议接一个会议的去说明现状讨论对策，并将每天温箱的效率、负荷率、资源浪费原因及需要改善环节等信息通过日报/月报的形式呈现给大家。慢慢的，温箱空闲的时间变少了，释放资源的部门越来越多，新购买的温箱数量呈倍数降低，更让人开心的是，越来越多的部门、同事都加入到温箱效率改善中。随着温箱可视化排产系统、可视化智能监控系统上线普及，人工记录终将成为历史，离我远去，但每当我想到我和小伙伴在温箱旁忙碌记录数据的身影，我觉得我的努力没有白费。

22.2 有问题，不怕！我用试验数据来帮你验证

随着实验室基础工作不断的细化完善，我的工作方向也开始逐步向可靠性专业领域转型，在转型之初我们经历过将理论应用于试验验证失败的痛苦与失落，也感受过试验方案验证成功后的甘甜与喜悦。

无线产品开展 **ORT** 试点，首批单板测试结束后就发现单板边缘不同程度氧化发黄，研发人员现场调查后迅速定位为：温箱误操作导致的产品凝露，继而发生腐蚀，定性为操作原因。看到研发的结论，以及周边部门对我投来的质疑眼光，我心里是很不服气，但是什么也没有说，我想我能做的就是用试验数据来证明。此时的我虽然在实验室呆了 3 年，对可靠性试验有了基本认识，但对失效机理还不是很清楚，我硬着头皮，找专家咨询并查阅相关文献，确认露点温度关系及腐蚀的失效机理，制定了一系列验证方案，同时联系器件中心对 **PCB** 腐蚀物成分进行分析；等待结果的时间，总是很漫长，我的内心也很煎熬，生怕自己的分析与最终的验证结果背道而驰；随着一项项试验数据和器件中心腐蚀成分分析的结果出来，确认了此次腐蚀并不是因为温箱的误操作导致，而确实是在正常的湿度下，单板上的助焊剂残留物过多，发生了腐蚀；但这还没有结束，我又翻阅了案例库，发现内部自制和 **EMS** 厂都出现过此类案例，我把

这些案例整理出来，发现助焊剂残留问题很普遍，每年都会发生很多起，我知道我的改善工作刚刚开始，我的目标就是要把这个问题降到 0；通过对腐蚀类型分解、腐蚀机理和失效模式掌握，从设计、制造、市场应用全流程进行风险识别并制定改善措施，我相信我们的目标一定能够达成。

某日一个深夜，疲惫的身躯刚准备躺下，熟悉的乐声将我从浓浓的困意中拉回现实，又一个生产质量问题处理的紧急电话会议！电话会议的背景和目的是：产品出现不良、根因未找到但交付又十分紧急，需要可靠性实验室尽快从市场实际运用角度下评估市场风险，并明确相应解决方案。我作为助手，全程参与了试验方案制定、风险评估整个过程；在同各领域对齐现场失效信息后，我们内部迅速的召开了电话会议开始讨论，夜很深了，但是大家的激情很高，经过小伙伴们的头脑风暴和反复推敲建模后，我们输出了可靠性试验和风险评估方案。会议结束时，我看了下时间，凌晨 2 点钟，但是我并不觉得困，内心反而有一种小小的激动，从何时起，我们也可以真正用可靠性的专业领域知识来解决实际生产问题，我感受到了价值；第二天一上班，和产品线沟通后，认可、采用了我们推荐的试验验证方案，经过了近二十小时的试验验证和对试验结果的拟合分析，与我们预期的分析结论相差无几，经过筛选后产品的质量表现已稳定，支持决策发货。我们悬着的心落地了！大家一片欢呼！

当越来越多部门和我们一起探讨产品可靠性方案，要求我们进行应力跟随试验，制定产品可靠性技术规范时，我深刻感受到“实验室=温箱”的时代已远去，我们已经向可靠性专业领域的方向迈进了一步。

22.3 数据说了算！

在韩国顾问的指导下，实验室开发了一套产品制造可靠性保障体系评估细则，我很有幸参与到首批试点产品的评估工作中。评估的过程就是收集数据的过程，通过现场访谈、调研、历史案例回访，制造/市场数据收集，经过几周各领域同事专家和顾问的评估，最终产品打分排名以及问题列表被展示出来了，此时此刻，我坦然了，原来这套体系真能将大家模糊的感受量化成分数告诉大家。眼中朦胧着一股“水汽”，我清晰的记得，为了收集完整真实的数据，我

看了密密麻麻的不良数据、隔离单、批量问题清单、客户投诉问题清单。在确认研发遗留问题数量时，因为没有系统查看权限，我连续 3 天晚上厚着脸皮的拉着 NPI 的同事下班后留下来把近 2 年的 DTS 单据一一确认；在评估过程中，有产品研发代表因为评估实际分数与期望落差大，而提出质疑甚至反对的声音，我们耐心的打开评分细则和问题清单，一项一项解释说明，最终确认了产品可靠性保障中存在的问题。

当我们第一次展示评估的结果时，大家纷纷认可了结果是客观的，并要求在自己所负责的产品上开展评估，很多同事戏称：可靠性实验室的 RAS 是一个照妖镜，不管什么产品一进去，妖魔鬼怪都出来了；这一刻我内心真是激动，同时也知道我和我的小伙伴们将继续走在可靠的路上，路还漫长。

在过去的工作中，我走过光明大道，也绕过崎岖小路；受到过大家的质疑，也获得过肯定，每一项工作的推进，每个沟通的电话、每项做出来的试验、每个评估出来的结果，都让我对可靠性工作有了不同的认识，我想，就是这些经历让我有一个华美的绽放，也许这就是蜕变吧；几年的时光，改变的不仅仅是我的外在，我的内心也逐渐理性了，不再人云亦云；尽管有压力、有郁闷，但是感到了快乐和幸运，因为我见证了实验室以及小伙伴的成长，在他们的身上，我看到了自己；如果现在还有同事问我，侯攀，可不可靠？我会骄傲的告诉你：“用数据说话，可靠！”

第二十三章 虚拟照进现实

崔健在歌里唱到，“不是我不明白，这世界变化快。”放在两年前，如果有人跟我说起“工业 4.0”，我可能会一脸懵，但现在，我们已经在这条路上迈开第一步了。工业 4.0 是一个热得烫手的概念，也是大势所趋，它将物理世界与虚拟世界融合，从数据中创造价值。2015 年，我有幸加入面向工业 4.0 的华为三化（自动化、数字化、智能化）制造项目组，“三化”中最基础也最先行的是“数字化”，我们团队就肩负着数字化制造转型的重任。

23.1 “一草一木”皆智能

数字化转型的前提，是万物互联，要让车间里的人员、机器、物料、产品和环境等这些“一草一木”，都能够开口报出自己的状态，并且相互传递信息。这些信息包括“一草一木”各自所处的位置，每天吸收了多少阳光、多少水、多少矿物质营养元素，长了多高、施了多少肥、谁施的肥，甚至一天的光照强度、风力、湿度等。这样系统可以有效调整施肥的配比、浇水量、光照强度等，促使一草一木更好地生长。

设想是美好的，但这事有多难呢？单说让“花草树木”主动报告自己的位置，就好比拿 100 颗大小相同的弹珠，每个上面编了一个很小的序号，撒在你们家客厅，然后要求随便报一个序号，就能够马上找到对应的弹珠。

“那感觉我们是要给每个物件都配部手机啊。”有同事开玩笑说。

“对！就是给它们都配上终端设备。”

“可是终端设备在室内的 GPS 精度不高，而且对续航能力要求高，不能三天两头就去给它充电，哪里有这样的终端？”

“去找！”

3G、4G、wifi、蓝牙、zigbee、LTE(eLTE)、Z-wave、NB-IoT、GPRS、SigFox、LoRa 等，这些技术我们研究了个遍，都无法满足精准定位。我们终日苦思冥想，与产品线的兄弟交流，查各种文献，终于找到一种相对合适的方法，通过 UWB（超宽带）进行定位。UWB 技术传输速率高（最高可达 1000Mbps 以上）、发射功率较低、穿透能力较强，且是基于极窄脉冲的无线技术无载波。正是这些优点，使它在室内也能有较精确的定位。

最初，我们在市场上找到几家能提供该类产品的公司，都号称“定位精度能达到 10cm，电池能用半年”，听到这种消息，我们当然欣喜若狂，这即将给我们的生产带来革命性的影响。然而，把产品拿到现场一测试，全是问题，

精度基本都在 50cm 以上，而且由于车间环境复杂，位置漂移严重，人站在 A 工位，实际定位到 B 工位，完全没法使用。如果连物品的位置都找不到，谈何数字化，说出去岂不是笑话。测试完后的那几天，情绪十分低落。

但项目还是要做啊，我们耐着性子，几乎把所有具备 UWB 室内定位技术的公司都搜了个遍，一家一家地联系，一家一家地测试验证，真的是屡败屡战……正当我们失望至极时，有一家小公司的产品竟然初步满足我们的要求，精度能达到了 15~30cm，理论功耗可以用三个月。虽然深入验证后同样有许多问题，比如定位漂移与功耗，还有车间环境复杂，存在着定位死角，但毕竟让大家看到一丝希望。

活人总不能被尿憋死啊，我们联系厂家，共同改进。一点一点地改、一点一点地调，比如通过增加定位基站的布局密度，使覆盖无死角；优化定位软件算法，减少漂移幅度；降低定位标签发射频度，减少电池消耗。

通过一系列措施，终于达到基本可用的条件，定位精度达到了 15cm。什么概念呢？人的鞋子大概是 30cm 左右长，工位和工位之间大概 1~2 米，设备和设备之间也大概 1~2 米，这个精度可以让携带定位标签的人员、工装夹具、周转工具、设备精准地报出所在位置及状态信息。

基于各种资源的定位数据与轨迹，我们还可以做许多大数据分析与应用，对提升工厂的透明度与运作效率有非常大的帮助。室内定位技术的应用，只是实现车间“一草一木”皆智能的手段之一，我们还借助其他各种通讯技术、RFID、传感器、设备物联等方法，针对不同的场景，让更多花草树木开口说话，实现车间的万物互联。

23.2 一双胞胎工厂

搜集“一草一木”的数据不是目的，关键是后续怎么使用它？我们了解到，业界有一种“玩法”，用这些数据搭建工厂。从实体的物理工厂搜集流程数据、设备数据和产品数据，基于这些数据，以数字化的方式，在虚拟空间里复制实体工厂。这一对物理工厂和数字化工厂，一般称之为“双胞胎工厂”。

可是说实话，“双胞胎工厂”是工业 4.0 时代的新玩意，一开始我们更多地是“赶时髦”，并不十分清楚它能应用到哪些领域、带来什么价值。在我们成功做出“双胞胎工厂”后，曾一度陷入迷茫，到底该怎么使用它？

一天，我正在车间转悠，发现一位相熟的工段长皱着眉头，有点小脾气，原来，他产线上的产品在测试后发现异常，现在要找出是哪个生产环节出现问题。“这么长的生产流程，哪里去找问题嘛！”第二天我又遇见他，他告诉我，一群人费了好大劲，终于发现是产线上某台设备出了点小毛病，原本该供 5 安电流，只供了 4 安，“你说，就这么点小问题，耗费我们多少人员和精力。”

分手后，我仔细回味了一下这位工段长的话，这不是正好瞌睡遇到枕头吗，我们的“双胞胎工厂”正愁不知道怎么发挥价值，其实完全可以解决他困扰。我立马就去找他，给出解决方案，在产线所有关键节点上布置数据采集点，这样就采集了三个方面的数据：流程数据、设备数据和产品数据，将这些数据导入数字化工厂中，如此一来，从一个节点到一个节点之间，人员、物料、设备、产品的实时数据和任何改变，全都在虚拟工厂中一目了然，一旦有异常，管理者当场就能发现和处理。

有了一次成功的应用，我们信心大增，更加勤快地在车间里满处转悠。某天，我和团队另一名成员在生产现场，他突然猛拉我一下，指向地上，“我们每天都看到的東西，见怪不怪了，可是这真的正常吗？”我明白过来，他说的是地上堆积如山的物料。以往，我们的生产是“推式”的，比如这批货要产 200 台，那么供应部门就把 200 台产品所需的物料全部运到车间，不仅占地方，找起来还特别麻烦。而且产品生产的速度不同，经常出现第一台产品孤零零的躺在中转站，眼巴巴地盼望着跟它在同一个订单的“兄弟”，而它的“兄弟”拿到被包装的号牌是 100 号，前面还有 99 台在等待包装，很是影响效率。

要不，我们用新武器来试试？我们先将产线的数据导入数字化工厂，在数字化工厂中试着调整参数，加之数字化工厂本身就是智能化的，很快我们就找到了一种更合理的流程。将这个流程再同步到实体产线中，数字化工厂就能根据不同的产品生产时间，智能分批分配物料、控制生产节奏。自此，我们既不

用把所有物料一次性堆在产线现场，也不用让先出生的产品长时间等待后出生的产品。

后续，我们又用双胞胎工厂推动了测试预测和包装排产等改善，进一步准确预测出测试周期，消除了包装环节的拥堵状态，提升现场作业效率 **28%**，节省人力 **40** 多人。如今，它已运行了近一年时间，获得生产部门的广泛认可。

23.3 移动起来

一天在食堂吃饭，一位工程师叹气，“脚都直了，今天太累了。”

“你一个工程师，又没干重体力活，有那么累吗？”我感到奇怪，反问他。

“你试试就知道了，来回地走，一天下来不知道走了多少路。”

之后我认真地观察了一下，生产现场的工程师和技术员一般是拿着小本子记东西，记完后又去找电脑查资料，再回到设备前继续记录，如此反复来回走动，如果碰到比较棘手的问题，一天的走动量确实不小。我开始认真考虑，是否可以改变靠纸质作业的流程，不仅仅是减少员工的走动，更重要的是，纸质作业有时会导致信息传递不及时、不准确。

早都进入移动互联网时代了，一个手机就能满足我们大部分生活需求，生产现场为什么不行？“我们搞个 **APP** 不就行了吗，每人拿部手机，随时随地办公。”我跟同事商量着，觉得事情应该很简单。

可还没动手干就遭遇难题，车间主管顾虑重重，担心踩了信息安全的红线，因为经常会有核心产品在这试制，一些关键物料的数据参数都会在制造系统里流转，车间员工平时上班都是不让带手机的。这让我们一度十分沮丧，我们的想法是有价值的，却被一个信息安全问题给难住了。

一次，我去银行办业务，看到工作人员用 **PAD** 处理我的转账请求，忽然想到，银行也是对信息安全要求极高的行业，既然银行可以用 **PAD**，那么我们也行。**PAD** 屏幕尺寸适中，既方便员工移动作业，又可以显示比手机界面更多的

信息，而且是统一采购，可以定制化配置操作系统，规避私人手机所带来的信息安全问题。

使用 **PAD** 的想法终于通过，我们开始找一项业务进行试验。就从最传统和繁琐的巡检业务开始改进，以往巡检员是靠纸和笔记录巡检情况，一个普通产品要耗费一二十张纸，有的特殊产品更是要一百多张纸，况且全凭巡检员一支笔，某些特殊情况下巡检结果存在一定疑问。于是我们在 **PAD** 上开发了移动巡检应用，同时给每台设备上贴上二维码标签，巡检员只需用 **PAD** 扫描二维码，就可以获取这台设备的型号、参数、保养状况以及历史故障维修记录等。一旦发现关键设备出现异常，**PAD** 还存有操作指导，员工依照着进行操作就行。

接下来，我们又把改进的目光，投向了一项复杂的作业节点——判定器件角度。在半成品制造过程中，有至少八个环节需要判定器件角度，仅此一项，累计耗时就在 1 个小时以上。而且，2011~2017 年因器件角度错误问题导致的批量返修事故有 22 起，近半年因无法确认角度而向现场工艺工程师求助的 **MES** 问题单平均每月有近两百起。出现这些问题的原因，不是操作人员不专业，而是判定器件角度本身实在是件非常复杂的事，光是通用指导书就有 19 页、69 条规则，员工需要反复记忆这些规则，但实操中，操作员是在毫无参照物的情况下，用肉眼去判断，差错在所难免。记得任总曾经说过，“我们要改善一线员工的作业装备，用信息化的工具武装他们上场……”我们的任务，就是用信息化的工具来辅助员工作业，这也是我们制造数字化项目的价值所在。

通过在业务部门实地调研，我们上线了数字化备料移动 **APP** 应用群，包含电子料表、器件库信息查看、料表履历查询、摆飞达作业、备料 **IQCP** 检验等一系列信息化移动化应用。通过拉通研发与供应商数据，操作员拿着 **PAD** 扫描物料，就会出器件的实物图，且有上料角度、步距、飞达，器件丝印信息，这些对操作员来说很实用的消息，图文并茂的汇聚到了一个界面，按图确认角度即可，降低了操作难度。

后来，我们又将移动化的思路应用在物料投递、物料清点等许多环节，既提高了生产效率，又增强了员工技能。

说实话，工业 4.0 是新生事物，没人对它有清晰完整的认知，也没人知道它的道路将有多远，而且路上必然会伴随着无数质疑和挑战。可不管怎样，既然它是正确的方向，我们就要勇敢地向前走。号角已经吹响，未来才刚刚开始。

第二十四章 山里有个厂，厂里有群华为人

有这样一群华为人，背上的出厂原配电脑包和斑驳的拖箱是他们的标配。他们经常往返于工厂与华为、工厂与工厂之间。机场、车站、码头经常能看到他们匆匆的身影；他们出没在 EMS 的质检房、生产线、仓库、实验室、会议室、货台；他们的手机随时响起一个熟悉而“甜蜜”的女声：“Welcome to join the conference……”，没错！他们就是华为派驻到各家 EMS&ODM 工厂的驻厂人员。而我就是他们中的一员，下面讲述的就是发生在贵州贵安新区，我和他们的几个小故事。

24.1 任务=搞定！

2015 年 9 月 1 日晚九点多，夜里的风还比较凉爽，我在房里看书，电话铃声响起，来电显示是部门主管肖瑞标，他告诉我，要我做驻厂代表(华为驻工厂现场最高管理代表)带队去贵州和富士康合作建厂做华为的手机，原因是 7 月某 EMS 出现财务危机，为了防止财务风险，我们主动停止生产合作，这导致在 9/10 月高峰期出现每日*万台以上的产能缺口，必须要尽快考察引入新厂才能解决，挑战目标是双十一前交付 100 万台。听得我心里不由得一紧，毕竟有 3 年没有驻厂了，又是新厂，2 个月要搞定 100 万台，可能吗？能不能搞定呢？还有离家这么远，估计一两个月才能回家一次，家里人能同意吗？口里是答应了，但心里却打起了小鼓。

挂了电话，风好像也停了，有点闷热，和老婆说了下要去贵州驻厂，老婆没多说什么，不是第一次驻厂了，但是好像有点不开心，毕竟儿子读小学三年级，正是顽劣叛逆的时候。第二天一早，出门前和老婆简单聊了下，希望获得

她的理解和支持，老婆确实是通情达理的人，对我说放心去吧，她叫妈过来帮忙做饭照顾小孩。

9月2日，上班后我给几个相关部门的主管做了沟通，请他们派出骨干力量与我同行，大家非常支持，仅仅4天，就快速组成了包含EMS管理、质量、工程、采购、计划、研发等角色全功能团队。接下来，还得在部门内部找一个助手，驻厂时间比较长的几个人我比较熟悉了，但是考虑他们在外驻厂的时间比较久了，这次新厂开厂建设任务重时间紧，关键还比较远，就不折腾他们了，我想到了杨明，他虽然新加入部门，但是却是老华为人了，华为工作时间10年以上，这段时间看他做事有激情有意愿，管过生产也有相关经验，但是他前不久微信报喜第二个小孩剖腹产，他会不会不愿意去呢？电话打过去，我：“杨明，我要去贵州驻厂，和富士康合作的，考虑到你也是老华为人了，而且管过车间有经验，跟我一起去吧。”

杨明：“贵州啊……”感觉他有点吃惊。

我：“给你一天时间考虑，你回去和老婆商量下，明天答复我”

杨明：“谭工，没问题，你都能去，我也没问题。不过小孩才出生三个月，我回去做下老婆的工作，喊我老子老娘过来”。没想到他直接答应下来了，我心里非常欣慰，果然是好样的没看错。

队伍拉起来了。接下来就是明确目标，给马上要远离家人的团队鼓鼓劲，我邮件给首战团队成员和主管发布了《华为英雄集合令》，树立目标，号召大家向贵州出发，为华为产品保质保量交付战斗。

9月6日星期天中午，我们如期相约在宝安机场，首批前往人员分别来自终端和制造的几个部门，除了我和杨明，还有很多其他部门的同事，很多同事之前都不认识，通过简短的介绍，短暂的寒暄，大家慢慢熟悉起来，谈起贵安新区富士康工厂所在地，原隶属贵州安顺市，而安顺就是任总出生成长的地方，可以说是老板的第二故乡（祖籍浙江）。我们聊着老板的故事，带着一个美好的期待，飞向贵州，向老板的故乡安顺进发。

24.2 一穷二白、从零开始

下午准时到达贵阳龙洞堡，出来机场坐车，我们看到机场周边感觉还不错，果然是多彩的贵州，爽爽的贵阳，旅游胜地！马路上绿树繁花，还有随处可见的旅游广告牌——“贵州旅游…黄果树瀑布欢迎你”，“我在贵州等你…西江千户苗寨”“多彩贵州醉美之旅-原生态-多民族-奇异景”。等坐上去贵安新区的巴士，上高速一路向西走，我们却开始有点发虚了，路是新修的，宽阔而且笔直，就是没有几台车，路边的山多起来，渐渐看不到几个房子了，这里能建工厂，能生产我们的手机吗？等我们到了住地后，看到这里的情况后，更是倒吸了一口凉气。这里可以说人迹罕至，宿舍背后就是被挖掉一半的山峰，周围遍布稻田、菜园、水塘、沟渠和群山，还有就是辛勤作业的大型机械在不知疲倦的开山修路建楼。等到了晚上到处一片蛙声，我们住在顶楼，嗖嗖的山风把窗户和门吹得砰砰响。朝窗外望去，可以看见连绵不绝的群山。还有工厂门前空荡荡的公路和露出泥土石头的工地。

第二天进入工厂后，我们又傻了，空荡荡的厂房，只有 2 条线在生产 MEITU 手机的 PCBA 板，巧妇难为无米之炊，双十一怎么交付 100 万？！

24.3 质量第一，先认证再生产

对着空旷的车间，富士康的主管给我介绍工厂资源准备情况，他告诉我在公司最高主管直接安排下，富士康调集了从集团台湾、廊坊、观澜、龙华、烟台等各厂区的精英，配置有 1 个副总、1 个总经理特助、2 个处长、5 个协理、十几个经理，还有 1 百多工程师，生产所需的工人，经过从社会中介等渠道招聘面试，第一批预计到位 1500 人，并在 9 月陆续抵达贵州贵安新区工厂；按照华为要求配置的 SMT 等设备也会陆续到达并按照要求架设好，争取达成双十一交付要求。人力配置很豪华，但面对摆着“空城计”的车间，我却高兴不起来，按照 2 天一条 SMT、组包线体的架设、还要提交质量 PCN 认证，这至少得一个月，就算每周生产六天，在双十一前也只有三十多天的生产时间了。如果要实现交付一百万台，除非不做线体认证，直接上量爬坡冲刺每条线 3.5K 的日产

出才能勉强达成，要这样做吗？这样做出来的产品质量行吗？肯定不行啊，我下定决心，绝对不能这样做，高质量是我们的生命，新开的车间、新架设的线体必须经过严格认证才能批量生产，同时还必须做好新工厂的流程对接、能力建设，打好基础，没有质量的交付会变成一场灾难，只有量没有质的一百万台就是1百万个炸向华为和富士康品牌的炸弹。

我冷静的告诉工厂负责人，一百万可以作为我们的挑战目标，按照现在情况，实现只有理论上的可能，而且我们不能为了数量降低质量要求，所有产线先认证再生产，线体的生产爬坡计划必须 **follow** 这个要求，我们不能砸了华为和富士康的招牌。通过多次的讨论和 **PK**，我们达成一致，在考虑了质量认证周期的情况下与富士康建立了从工厂&线体认证、流程对接、能力建设到产品交付的整体计划，并通告到内部相关主管和工厂各部门不能对一百万目标太乐观。并请工厂主管将整体计划上报到富士康总经理，第二天，富士康的贵州工厂现场主管转达自郭总裁的指令希望共同努力加快线体认证速度，他们在郑州可以2个月搞定苹果上量30条线，在贵州也可以做到华为一百万台。好吧，不管怎么样，先做，**JUST DO IT!**

线体逐步架设，认证同步展开，由于我们的生产认证项目涉及 **MTPO**（制造技术要求）、**QPA**（质量体系）、现场管理等较多内容，为避免工厂人员对条款内容理解不到位，认证组长张斌组织团队给富士康说明条款内容，指导培训工程 **PCN** 准备工作，华为这边也分好工，杨明、何欢、孙国平、张斌、李鹏等每人负责几个模块，与富士康对应好，大家立即投入到紧张的认证中来，第一批认证组装包装 **01** 线，累计发现问题 **90** 起以上，结论自然是无法通过认证。我们与工厂管理层检讨，要求工厂用一天时间仔细的针对驻厂发现的问题逐一确认改善后再提认证申请。工厂陈文钦处长发动台干和各级主管连夜整改，在第二天又就提交认证申请，认证团队根据工厂提交的申述材料组织第二次认证，结果发现部分岗位上老的问题没有闭环，之前没有问题的岗位又出现新问题，这说明工厂只是针对已发现问题改善，没有水平展开，认证组长张斌马上叫停认证，这样可不行，不能求快，问题改善要举一反三，全面铺开，我们找到处长，告诉他工厂应对审核组织仅靠课长级别的质量体系主管谢小赛拉通，授权

不够，质量、工程、TE、生产等各模块没有形成合力，问题没有彻底改善，针对这个情况，我们商议各部门台干牵头迎审并包线，认证 2 次不通过的，台干就要记负向事件，同时安排华为认证团队点对点辅导改善，扶上马，鞭子也抽起来。第四天，工厂第三次提交申请，通过辅导和包线改善后，进步明显，前期问题大部分闭环，但因为没有大批量做手机，人员操作还不是很熟练，特别是夜班员工培训指导不到位，认证团队给出结论，白班可以有条件生产做小批量试产，夜班继续培训改善，我们在小批量试制完成后根据约定试产的直通率和检验合格率决定是否启动批量生产，期间，部分台干在会上提出申请是否可以边生产边整改，我立即驳回“PCN 不通过达不到生产条件坚决不允许生产！”

白班试产良率通过，工厂包线团队对夜班的整改也见到了效果，第四次提交 PCN 申请，认证组长 TQC 张斌宣布通过，因为这次艰辛的历程，付出了辛勤的汗水，工厂线体认证小组当着华为驻厂面鼓掌、跳跃、欢呼，部分人擦拭眼角，流下了感动的泪水！

万事开头难，开了这个头，就有了经验和能力，驻厂与工厂认证团队加班加点拼命干，华为认证团队成员 TQC 张斌、PQE 张立勇&左熊、PM 杨明、工艺何欢&毛政亮&杨波&杨柯成为这段时间最忙碌的人。记得其中有好几次，他们主动放弃周末休息时间审核工厂连夜通宵整改的线体。最终在 10 月初按计划完成线体认证，十六条生产线逐步开始批量生产。

24.4 质量就是遵守标准，寸土不让

10 月 4 日，国庆期间，工厂还在紧锣密鼓的生产，OBA 杨康接到了贵州富士康送检的第一批产品荣耀 4X，首件就发现批量中箱标签暗码少分隔符。工厂确认问题属实，但不认可问题的严重性，认为暗码少分隔符完全不会影响最终消费者的识别以及使用，OBA 判定标准过于严苛，并发生争执。找到我，我和 PQE 张立勇作出解释：首先按照华为标准这就是问题，其次我们要从购买机器的运营商客户角度出发看问题，少分隔符会对运营商系统采集数据造成影响。工厂准备拉回返工，我们告知还要继续检验。因为此批产品未抽样完成，是否还有其他问题尚不可知，仅处理标签问题再二次送检可能出现其他问题，浪费

返工成本与交付时间。OBA 又投入检验，恰好前期车间网络卡顿，下载不了部分检验参考文件，网络问题解决后又发现条码枪无法自动换行影响数据采集效率，反复折腾，此批产品检验完成后不知不觉到已是晚上 12 点。汇总检验结果，又有发现电池电量低导致无法开机等缺陷，整批产品拉回产线返工，第二天我们检查返工情况发现返工时候将彩盒、中箱全部报废处理，我们立即阻止，彩盒上贴有防拆可以用美纹胶纸进行擦除，中箱封签可以用热风枪吹热后撕除，完全可以二次使用。作业问题识别后，又转身投入检验工作，再次抽样，发现再次出现批量中箱标签暗码少分隔符，经工厂调查发现为排查过程中未识别到，导致漏流入 OBA。然后我们指导工厂系统查询以及排查方法，准确定位生产异常批次。第一次否机产品二次送检了，相当于工厂的第三次送检，经过 OBA 检验后合格入库。就是这样，我们不怕折腾，用心指导与帮助，共同保障出货质量。

24.5 纽约引爆点——捡垃圾

10 月批量生产展开，我们遇到很多问题：连续的生产检验不合格退货、直通率不达标……，经过分析，我们发现外观问题居多，最后定位到现场工人理解执行指导书不到位，对待工作缺少基本的 5S 素养，更别谈按照标准作业的习惯了……工厂所在贵安新区地处祖国腹地贵州，富士康是这个园区唯一的大型电子厂，这里并没有成熟的用工来源，新招聘人员 90%都是没出过远门的本地年轻人，他们没有电子厂的工作经验，我们的脑海中浮现出这样的场景：昨天他们还在菜市场卖菜，田间地头劳动，今天就洗干净手脚进厂打工，……。素质素养确实需要更多的培养。好吧，先把培训做起来，我们和工厂制定计划，我以及驻厂几个人也帮忙授课，各种培训、宣传、张贴、警示全面轰炸，可是两周下来效果不是很明显，各项过程指标还是未见大的起色。

怎么办？我想起老祖宗的两句话，“一帽不平何以平天下”、“言传不如身教”，我们决定先从作业环境 5S 开始做，怎么做，自己动手捡垃圾！我和 PM 杨明有事先通知工厂特意带上两个透明的塑料袋，沿着加工路线从仓库、SMT、组包装，从 SMT 车间到组装车间，组装车间到仓库，两个透明的袋子

一路飘扬，各种不应落在现场的垃圾和杂物被我们在各种角落、架子下面、机器底下、垫子下面、线体上面发现：产线的纸片&不良标签、施工留下的螺栓&电线、物料包装袋、角落的饮料瓶、掉落的零件&包装袋、破损的胶纸&手套、各处出入口散布的指套……一开始，产线工人不知道我们在做什么，投来呆滞异样的目光。过了一会儿，有看明白的人通知了生产主管，主管们从办公室火速赶过来，不好意思的道歉并跟随在我们的身前身后，也当起了清洁工，又过了一会儿，车间的员工在我们感召下也开始行动起来，大家互相提醒着，扫视自己的周围，拾捡杂物，清洁线体，整理桌面。预期的第一层效果算是达到了，走出车间，我们来到处长办公室，将两袋子垃圾交给处长，请他召集各部门经理/主管来认领自己留在现场的“宝贝”，组织学习整改。通过这次“生产寻宝行动”员工和主管开始初步有了现场 5S、操作遵从的意识，现场由脏乱差开始走向整洁净。

从生产基础和灵魂工作 5S 开始，在驻厂坚持不懈的推动下，彻底扭转了工厂现场管理观念，由点及面，建立了工厂内部品质稽查体系、主管值夜班制度、质量交付业务模块例会制度、部级主管包线制度等，顺利牵引工厂管理层聚焦到现场管理、直通率等过程质量改善，从捡垃圾开始引爆改善，现场跑步行进在正确的道路上。

24.6 冲刺：意愿大于能力

随着生产步入轨道，每日产量越来越大，各类疑难杂症多起来，研发也给我们派来了生力军，研发维护花维滨带着兄弟前来支援，驻厂工程也增加了驻厂人员杨柯和杨波，还记得 10 月 20 日晚班贵阳富士康单板测试段 Cherry 机种 CBT 工站射频误码率误测达到 2.86%，马上就要达到 3% 的停线标准了，产线工程师查询数据发现误测比较分散，经过交叉实验也未找到问题的真因，夜班人员在 10/20 十点左右立即向驻厂工艺杨柯求助，杨柯马上组织工厂团队同时通知研发人员，大家从被窝中爬起来，这时温度只有七八度的样子，大家从宿舍冒着绵绵小雨穿过泥泞小路 15 分钟赶到工厂，到达工厂后团队成员来不及擦干头上和身上的雨水，穿上静电衣直奔车间观察现象和分析解决问题，由于建厂初

期资源匮乏,机柜都是几年前偏矮机柜,杨柯就趴在地上做综测仪的校准和线损的校准,并且分工让每人看两台机柜重复不断的压测,经过近 30 分钟的压测查看分析的透视数据后误测现象还是不集中,无法锁定问题主要根因。大家一筹莫展、垂头丧气一脸沮丧。杨柯叫上大家再发散讨论下,最后决定换个场地试试,将机柜/设备/治具/耗材移到另一栋厂房验证,由于晚上没有厂区穿梭运输车,为了问题的快速解决,几个人脱掉自己的外衣给推车上的设备\治具\耗材挡雨,拉着车就往另一栋厂房跑,通过几个小时的问题跟踪与数据收集,误测降到了 0.46%,最后确定造成误测的根因是生产厂房的外界干扰,当我们走出车间寻找干扰源时,好像老天都被我们的精神感动了,雨停了,乌云散去,星星和月亮出来了,专案团队拿上手电筒和检测仪器寻找干扰源,最后发现可能是厂房上方新建的移动基站造成了 Cherry 机种 CBT 工站干扰,立即通知移动公司关闭厂房上的移动基站并安排工程师同我司工程师一同分析、验证,通过几个小时的跟踪与数据收集,确定了是移动基站造成了干扰,我司通知移动公司立即关闭该基站并搬迁该基站,问题解决了,生产恢复了正常,通过十几个小时的奋斗,团队成员脸上看不到疲倦,只有灿烂的笑容和满满的幸福。

以上片段还有很多,为及时解决生产线在爬坡阶段出现的异常,工厂、驻厂以及研发维护跟线团队连续两个月每天加班,中餐与晚餐基本是匆匆在办公室吃盒饭。10 月后天气非常冷,又经常下雨,从宿舍到工厂需要步行 20 分钟,一天 2 趟走下来,很多人因此感冒发烧。10 月底有段时间,K 项目金属外壳机型导入非常不顺,生产制程操作问题又较多,常常解决完问题已是凌晨两点多,睡眠的时间只有 4-5 小时。由于持续的疲劳作战及贵州的严寒天气和水土不服,我的暗疾复发,返回深圳做完手术,术后休息几天后,带上药赶回贵州,继续投入到新工厂交付和质量管理中来,带着团队每日巡查产线;还有首任研发驻厂维护组长老花也染病坚持不下火线。

目标刻在钢板上,众志成城,意愿大于能力,通过现场华为和富士康团队携手努力,有质量的交付持续向前推进。

24.7 精益文化生生不息

精益文化是制造改进的法宝，华为制造部门开展精益生产活动已有 20 年历史，身为制造一员，我们有责任和义务将精益推广到富士康，结合制造 EMS 管理部开展的“0340”精益活动(0340：客诉为 0、FFR 小于 3%、制造周期 4 天、日清日结)，在贵州新工厂建厂期间安排直接引入精益文化，我们邀请内部高层主管来现场松土宣讲，给工厂管理层、生产骨干培训精益理念和精益思想，牵引持续改善，并邀请双方领导互访和现场现物，统一思想和认知。

24.8 自己动手，丰衣足食

大家从繁华的深圳来到贵州的山窝窝，一开始对周围的一切觉得新奇有趣的，我们还会在工作之余休息时在周边走走看看，新鲜劲一过，我们开始体会这里的困难，工厂地区群山中，首先交通不便，离市区 40 公里，只有一趟间隔时间很长的公交车，根本叫不到的士，最不习惯的莫过于工厂食堂的饮食了，很多人吃不惯辣椒和折耳根（鱼腥草），多人由于水土不服而生病感冒。

我想到贵州山清水秀，污染少。工厂周围就是农村，产出的都是无公害绿色食品。为了解决大家的吃饭问题，以及加强和工厂管理层的沟通，周末我们徒步 2 小时去赶圩，我自己掏钱买来当地的新鲜食材给驻厂及台湾的管理层做饭吃，犒劳团队加强团结，结成战斗友谊。

我们经常去的就是离工厂最近的墟场-马场镇，集市人并不多，卖菜倒挺多，作为也是农村出来的我，有一股回到自己家乡的味道，看到摆地摊的人们，觉得是那么地亲切和自然。打听后知道，卖菜的绝大部分是当地农民，自己种的菜吃不完，拿到集市上卖掉，换一些零花钱。我们上午买完菜在街上吃碗米粉或馄饨后回到宿舍，已近中午，大家七手八脚开始准备做饭。我责无旁贷，充当主厨。

当我们举起酒杯，吃着“可口”的饭菜，一股豪情油然而生。我们为自己的工作感到自豪，为团队取得的成绩感到骄傲。

24.9 不辱使命：一群志同道合的人，一件不可思议的事

从9月6日，仅用1个月时间，10月7日工厂顺利完成首批订单发货，9月底到11月中，产出近50万台。11月达成每日2万台产出，成为最快速度达成这个量产目标的工厂，虽然没有实现双十一一百万台挑战目标，但是我们树立了质量的口碑，工厂各项KPI指标逐步稳定达成目标，精益运作体系基本成型，加工周期由10月16天降低到3天左右。零客诉、零批量质量事故。建厂3个月后，16年1月份KPI总得分104.36分，在所有手机厂排名第三，实现了新工厂建设从未有过的高度，初步建成一个符合公司及部门导向的绩效合格的新工厂。

“一群志同道合的人在一起，干一件不可思议的事情，值得一辈子回味，并成为一辈子的朋友”，这句话，在贵州新工厂建设团队里体现得淋漓尽致，新工厂建设期工作已经完成，工厂管理交棒给新的驻厂团队，各部门抽调成员大家各自回到原部门或轮岗，节假日大家互相问候或偶然遇到，大家都会提起这次建厂经历。那份激情、感动铭刻在记忆中久久挥之不去！诸多画面留存于心头，质量认证、交单、停线、加班、返工，在贵州经历的一切久久浮于脑海，难以释怀。

时至今日，我加入华为已有14个年头了，其中在各地驻厂的时间也有近8年了，虽然我并未一直呆在华为总部，也不能与家人时刻相守陪伴（老婆曾经说过“你老是不陪儿子，回家见到他玩游戏就是骂，他都抱怨你还没有老师亲切”），但是藉由华为足够大的平台，足够多的触角与连接，还有后方家人的理解和支持，一切都像未曾远离。也感谢华为，给了我这个机会，让我可以与一群志同道合的人，做一件件不可思议的事情，值得回味一辈子，成为一辈子的朋友，有此经历，此生无悔。

今天，驻厂的兄弟们仍然战斗在生产一线，对此自己心中也充满着深深的敬意。遂以此文致敬常驻在工厂的兄弟们，致敬奋战在枪林弹雨现场的兄弟们！

第二十五章 成功没有现成的路

与华为结缘的时候，我还只是一名华荣的外包员工。经过十三年的坚持与不懈努力，如今的我已经成长为华为一名高级技师。也许成功对于我来说，或许是因为幸运，但我却更相信是因为不言放弃的执着。即使通往成功的道路有万条，但我始终认为没有一条是现成的。

25.1 从书生到大汉

2004 年加入华为备件维修部的时候，我还只是一名刚出校门的学生。那时候，我的体型显得还比较消瘦、皮肤又黑，外加鼻梁上的小眼镜，从头到脚给人的感觉就是小男孩的模样。于是同事开玩笑的时候，总喜欢叫我“小黑孩”。

我入职后的第一个岗位是维修工，每天的工作就是需要将几十公斤重的模块搬运到工作台，然后将部件全部按顺序拆开，排除故障，再把部件全部组装回去。看似几个简单的步骤，但对于我这个没有过任何工作经验的新人来说，就连打螺丝这种简单的工序，我都需要进行专业般的“研究”。我记得第一次装配 TRX 射频模块的时候，我连工具都还没有熟练地掌握，工具抖动，我的手也跟着颤抖。就连我当时的导师甚至还送了我一句经典的“名言”：“喝粥都需要师父”。因此，当时很多人并不看好我这个“小黑孩”，总觉得我的体格，根本适应不了这样的体力劳动，更别说其它的技能，估计没有几天我就会自己离开。尽管当时每天学习很辛苦而且还不被别人认可，但我却相信自己一定可以的，于是在没有人为我鼓掌的时候，我选择了坚持下来为自己加油。起初的几天，车间里面的同事为能看见我这个小黑孩的身影还有些“诧异”。但接下来的几天，这种“诧异”在我的坚持下也就转换成了对我的认可和鼓励。为了能快速上岗，提升自身的业务技能，甚至中午休息的时候，我还在岗位上学习。因此，我是在同一批新员工当中，最先上岗的一位。

记得上岗后不久，有一次，为了完成紧急交付。中午休息时候，我又开始干活。由于拆卸模块时电批发出噪音，当时干活太过入神忘记有同事在休息。

直到后来车间主任来找我，我才知道，我中午工作时拆卸螺丝的声音太大，影响到了周围同事的休息。尽管因同事投诉而受到车间主任的“批评”，但是我并没有因此而放弃，我直接对车间主任说“那我中午时候去测试吧，这样就不影响大家休息”。

由于长期的坚持和不懈努力，我不仅在最短时间内掌握了多种产品的维修技能，还担任多名新员工导师，每月的产出，总能位列前茅。2006年由华荣转入慧通，不仅正式成为华为大家庭中的一员，并且还成长为无线车间副车间主任。意味着我将带领一个团队完成维修交付业务，当初大家眼里的小黑孩已经成长为大家心中的大汉。

25.2 将军也要前往一线

随着华为海外业务的不断扩大，备件维修也在快速的发展。为了能第一时间响应客户需求，维修站点也将要实现全球化的布局。为搭建海外维修环境，我先后两次奔赴海外一线进行技术支持。分别挑战了零下30度的酷寒和29天的夜行军。

2008年，俄罗斯地区部贝托华为的维修网点瘫痪，维修测试环境故障、本地员工离职，本地维修业务被迫暂停。而此时，俄罗斯客户要求缩短备件更换周期和本地化维修。为解决客户诉求，需要在乌法重建维修业务。搭建新的维修站点，需要的不仅仅是专业的技能，更需要的是综合素质及对备件业务端到端流程的了解。时至11月，乌法已经进入严冬，最低气温下降到了零下31度。很多同事都没有接受过这种“极限”的挑战，担心自己适应不了这么恶劣的环境。即使有主动请缨的“兄弟”，但所拥有的专业技能和综合素质也未必能在乌法历史性的维修站点立上一块完美的“里程碑”。对于这种前无“粮草”，后无“援军”的“战役”。我认为一个好的将军不仅能在指挥所眼观沙盘“运筹帷幄”。更应该能身先士卒，去前线冲锋陷阵攻堡垒。于是我决定脱下将军的“军衔”，带着士兵的行囊，奔赴乌法挑战零下31度的酷寒。历经4个月的严寒，在没有任何“炮火”与“援军”的支援下，不仅顺利完成了乌法海外

维修站点的建设，培养了本地员工的维修能力。而且清理了历史积压的故障件，以及总结了海外维修点建设的经验和案例。

2010年6月，乌兹别克维修站点告急，需要有海外维修经验的技能高手前往一线支援。当时正是国内产能交付高峰，车间无法抽出多余的人力。为了不影响国内产能交付高峰，又要满足海外支持，我决定再次以士兵的身份奔赴前线。乌兹别克的维修业务与其他国家和地区相比，比较特殊，故障需要逐个排查，只能让维修人员前往客户的每个网络机房去进行检测维修。为了不影响用户使用，所有的业务都只能在晚上进行，天亮之前必须要保证网络畅通。抵达乌兹别克的时候，正好遇上当地的雨季，连续的暴雨导致道路泥泞。车辆抛锚根本不足为奇，尤其是在夜间行车更像是家常便饭。因此，好几次前往站点的路上汽车都出现了抛锚，陷入泥泞不能“自拔”，都需要下车推着才能前进。有次在偏远的地区，司机为了能绕开泥泞道路，结果在树林里面迷失方向，直到天亮的时候才找到出口。为了能节约时间，白天根本顾不上返回驻地休息，就直接前往站点。搬运设备的途中，为了保护设备和仪器，自己倒成了“落汤鸡”，穿着被雨水淋湿的衣服，在没有一点食物可以充饥的现场，一直坚持到恢复网络，已经是第三天的黎明。回到休息地才发现自己已经连续几十小时没有合眼。就这样在乌兹别克连续工作了29天，做了29天的夜行军，我为海外交付画上了句号。

海外一线的维修业务虽然一路波折，但对于满满的成就感而言，如果再一次抉择，我想我依然选择坚持。

25.3 没有理由的坚守

每逢元旦佳节，千家万户都是相聚一堂、推杯换盏，一家人其乐融融。但对于组织部门年终盘点业务的我来说，却是一年中最繁忙、最紧张的时刻。为了保证盘点业务能有序的进行，我已经连续10年主动放弃了元旦佳节与家人团聚的机会。为确保盘点无一差错，我每次都会亲临一线，与盘点人员共同进退，经常工作到深夜。尤其是2013年的盘点，面对部门部长的“遣返”我还是选择了坚守。

2013年的元旦，备件维修部盘点业务像往年一样拉开序幕，我依然担任备件维修部盘点业务总指挥。在“阵地”上像往年一样忙碌着。但这次与往年不同，我的电话总是接二连三的响过不停。打电话的不是别人，正是我的爱人。这天，是我与爱人从恋爱到结婚生子，爱人第一次不停给我打电话。因为我的孩子生了重病住院，孩子比较胖，护士在输液时根本找不到血管，孩子疼的撕心裂肺的哭，爱人心疼。家里没有人照顾，只有我爱人一个人忙里忙外。我是家里的主心骨，我不在他们身边，爱人一个人在医院难免担心害怕。爱人希望我能早一点赶去医院，陪在孩子的身旁。当时正进入盘点关键的时刻，我除了忙碌剩下的就是太忙，根本无法脱身。每次看见是爱人的电话，我总是重复那两句简单的“快了”、“马上就好了”，然后匆匆就挂断了，甚至没有多一个字的解释，因为我怕电话占线，影响到业务的正常开展。因为盘点是个细致活，作为总负责人，不光要做好自己管辖的一亩三分地，而且必须保证每个小团队没有丝毫的差错。既然一开始就是自己主导，就必须负责到底。如果中途撤退，出现异常就没人解决。因此，对于爱人的“电召”，我几乎是进行了一天的“敷衍”。最后爱人也使出了“杀手锏”，直接给我的领导打了电话哭诉。部门部长打电话给我，“命令”我去医院陪孩子。面对无法脱身的业务，我索性一条道走到黑。直到盘点圆满结束，我来不及回家收拾，第一时间赶往医院，回到了孩子身边，回到爱人身旁，照顾孩子，安慰爱人。

也许就是因为这种执着的坚守，我连续 10 年担任备件维修部盘点业务总负责人，保证了备件维修部连续 10 年盘点零差错。

时至今日，我已从事备件维修业务 13 年，一直用实际行动实践“板凳要坐十年冷”的精神，不仅见证了备件维修部从小到大的历程，自己也成长为维修领域一名高级技师。回顾昨天在华荣的起点，如果没有当初的坚持，我想我不会从一个华荣外包员工成长为车间主任、不可能成为公司第一批晋升 13 级的操作族员工，也不可能在公司不拘一格降人才中破格成为连升 3 级的高级技师。公司给予我的每份殊荣都是“不让雷锋吃亏”最直观的验证。成功没有现成的路，只

能长期坚持不懈的努力和艰苦奋斗，多打粮食，多打胜仗，才能走出一条成功的道路。

第二十六章 永不分离

2010 年开始，华为终端开始研发智能机，面对内外部的质疑，在迷茫中有的只是一份勇气和追逐胜利的坚持和努力。我们遇到的其中一个工艺难点——触摸屏和结构件贴合分离问题——折磨了我们 5 年的时间……

智能机的一个主要特征就是屏幕大。随着消费者对智能机的外观及功能的要求越来越高，屏占比这个新名词“跃然纸上”。屏占比就是说屏幕的显示面积占整个手机面积的比例，比例越大，消费者拿在手上感觉手机全是显示屏，对视觉的冲击就越大，对手机会爱不释手。为了实现这一外观效果，又要满足产品的可靠性要求和实现工艺实现的可行性，设计上如何下手？手机显示屏与手机壳件的粘接宽度就要受到挑战。

26.1 走通 1.5mm 的羊肠道

2011 年 7 月，我刚来公司不久，主管康工对我说：“你去负责 HONOR1 的 NPI 导入吧。”

“好的”我就这样愉快的答应了。

这是一个重点产品，心里充满了使命感并深感自豪，也非常感谢领导对我的充分信任。但是心里还是打鼓的，我能顺利的完成产品的交付吗？虽然进公司之前有一定的手机结构经验，如果碰到疑难问题，我是否能顺利解决？带着忐忑的心情，我加入了 honor1 的项目组。由此开启了我与 TP 与结构件粘接工艺的不解之缘。

honor1 产品作为 X 系列第一代产品，当时还没有 P 系列产品出来，所以它就是理所当然的旗舰机，是我司市场战略的关键，ID 为保证显示效果，将产品触摸屏和结构件的粘接最小宽度缩减到 1.5mm，其中最大的问题就是可靠性

后触摸屏和结构件分离的问题。当时华为手机还没有做那么窄的，与业界存在很大的差距，S 公司已经在这一块已经使用的很好了，华为和友商就是三岁小孩和成人之间的差距。我们需要努力追赶上业界标杆。

首先我们来理解下窄边粘接宽度这个名词，结构件就相当于一个架子，显示屏要放到这个架子的槽里面，触摸屏则需要搭在这个架子上，我们需要基于这个搭接的宽度使用双面胶将触摸屏和架子牢牢的粘住，来保证显示屏不会和架子脱离。而搭在架子上这一部分的宽度，我们俗称为窄边框宽度（手机的宽度方向）。

经过对此问题的充分的讨论和准备后，试制启动了，在等待可靠性结果出来这一段时间，大家的心都是悬着的，感觉度过了整一年时间。结果出来后，大家蒙了——10%不良。和正常的 0.1%不良要求相差 100 倍，同时也意味着生产 100 台手机，有 10 台的不良要维修，直接成本至少上升 10%，每生产 1000 台手机就损 20 万。对于一个利润本来就不高的手机业务来说，就是致命的打击。产品就无法上市，前面的所有研发费用打水漂。产品就此终止？答案是：不可能，也不允许！

由于问题比较严重，主管老李紧急拉 NPI 内部开了一次会，会上老李问我：“蔡小根，这个问题，说说你的想法。”

当时我刚转正，而且负责的第一个产品就出了那么大的问题，虽然对问题有一定的想法，我怕说错，但是领导鼓励我将我自己的想法表达出来。

“我认为，首先我们要将不良拦截在产线，不能到用户手上，可靠性比较滞后，无法第一时间表现出来，不良品少，不利于分析。现在需要找到一个能很快发现不良，及时下手分析的方法，只要不良分析的够，问题的原因相信肯定能找出来。”

“好，由于产品进度很紧，我建议你主导拉通各相关领域一起攻关，在 1 个月内将不良控制下来”

“好的，我马上与研发兄弟们讨论”

得到了领导的支持，就像打了鸡血一样，我和研发兄弟一起在线上讨论分析，经过近一周的试制验证，终于发现一个共性类的问题，机器放 2 天后重新挑选，只要是不良的基本都会暴露出来，和当时做的可靠性的比例吻合度非常高（可靠性测试：针对手机在使用寿命期间的相关测试，如 1 米高定向跌落、0.5m 直径的滚筒里面连续 300 次以上的滚动、模拟极限使用温度情况下手机使用情况等），这样也大大提升了问题定位的效率和不良分析的样本量，而不是靠那仅有的几台可靠性测试不良品了。后来大家才了解到，放 2 天是因为双面胶粘不住了，应力释放后，触摸屏和壳件就分开了，很简单的一个机理。

技术问题有方向了，但是当拿着不良需要测量相关数据时，竟然发现工厂没有任何相关的测试设备，产线唯有 2 个游标卡尺，整个工厂的工程人员都在抢着用。大家都很苦恼，如果投递回公司实验室或者供应商，来回需要 3-5 天的时间，时间上根本不满足。找相关人员咨询，工厂驻厂厂长、工程、PM 等都问光了，都反馈说没有。

在一次中午去食堂吃饭的时候，我正想着下午找谁去询问测试资源的问题，突然听到一个人和另外一个人抱怨说他们实验室的测试设备坏了没人修。我跑到这位兄弟的面前，询问他们实验室在哪，是否可以借用，这位兄弟也很好心的回答了我的问题，由于不是同一个大部门，需要领导的批准。我们找工厂的总监，协调找对应部门的主管进行沟通寻求支持，量测资源的问题得到了解决。

由于需要测量的数据比较多，他们也有正常的测试工作需要，我们也只能在他们设备相对空闲的时候使用。我们需要测试尺寸时，见缝插针，在旁边等着。有些时候也是等他们下班、吃饭时使用，由于使用的次数多了，和实验室的兄弟们都熟套了，他们也经常抱怨说，由于你们经常来测试，我们的设备维修次数翻了 1 倍。

我们每天坚守在产线上，这些动作一轮一轮的重复着，持续了整整 3 个月，白板上写满了影响因素和对应的验证方案、验证结果记录，光记录的测量数据都有厚厚的一小本。最后找出了影响触摸屏和壳件分离的影响因素，将物料来

料平面度、制程操作要求、压合力等改善措施合入，不良比例由 10% 一直降低到 0.1% 以内。可靠性也得到验证通过。项目组终于松了口气，作为制造段的工艺接口，我也跟着松了口气，问题得到了有效解决，产品质量得到了质的提升，产品也能顺利的批量交付了。

26.2 奔跑吧，双面胶

Honor1 产品分离的问题得到有效解决，但是由于技术上没有及时得到拉通，2012 年初，触摸屏和结构件的分离问题也频繁发生，产线经常停线、可靠性抽检出现问题导致批量返工，天天救火，研发和交付团队感觉在打地鼠，按了这个，那个又出问题了，“乐此不疲”，贬称“救火员”。

面对多产品出现相同的问题，月度例会主管都会对这些产品的问题过进展。工程工艺孙总特别提出此类问题必须要彻底解决，必须建立起相关的工艺规范。

是的，我们不能做“救火员”，我们要做未雨绸缪者，这样产品质量才会有保障。

攻关组成立了，由研发整机工艺罗凡带队，我是其中一名主要成员。

“蔡工，honor1 的问题，你跟的比较深，受的罪估计也不少，你觉得这个问题我们要从哪些方面开始入手。”第一次电话会议上，罗凡问我，从他稳重的声音里面我也能感觉他承受的巨大压力。

“罗工，我从制程、物料、设计三个方面整理了影响分离问题的几大点……”

说干就干，由于产品多、问题多，我们从设计、供应商物料、物料来料检验、制造制程等各个环节，梳理出所有的解决方案，并对当时所有的正在开发和已经量产的产品进行全面排查，像筛子一样过滤所有的产品、所有的相关因素，确保问题能一次性发现，并能一次性完全解决。

由于是双面胶、触摸屏、结构件三者之间的关系，我们需要摸清楚他们之间相互配合的关系和规律，我们泡在实验室摸索双面胶对触摸屏和结构件的粘

接力的规律，找到业界通用的 15 款双面胶，梳理出共 30 余种相互匹配的验证方案，每种验证方案要进行 3-5 次试验。从这接近 100 个实验数据中找出他们之间的配合规律。最终确定了 3 款符合要求双面胶型号，制定出触摸屏和结构件的设计规格和管控要求。

对正在设计、试制验证、量产的所有产品进行摸排，所有不符合设计要求、物料管控、制程管控的产品全部进行更改。为了保证优化措施能 100% 的落地，我们 2 周内跑完 5 家 EMS 厂和 6 家供应商，按照梳理的 50 条 checklist 进行逐条稽核；梳理了 20 余条设计、物料、制程的管控要求，我们找了十几个华为内部相关领域人员反复沟通确认，就是为了保证所有产品都能完美的解决设计上的问题。

在 6 个月的攻关中，我们输出了工艺规范，并推动了规范中的所有要求落地。经过大家的共同努力，效果来了，在 13 年所有手机的 FFR 此类不良控制在 0.03% 以内。这份规范书也为后续所有触摸屏与壳件的粘接工艺打了一个坚实的基础，类似开山鼻祖一样，给后面很多人提出了有效的依据和参考，如 16 年开始采用 0.6mm 宽度的双面胶，按照此类要求进行验证、设计、制程管控，最终也得到了产品使用的成功。以《大话西游》中的至尊宝的原话说：世界终于安静了！我们也可以好好的进军下一个难点了。

26.3 胶水君，你来了

2013 年，手机趋向屏占比最大化，各个手机厂商都鼓足了劲从 ID 效果、设计方案上进行优化。其中提出的一个概念就是最窄边框，即手机两边不显示区域的宽度变窄。要实现显示屏更宽的实现效果，就是我们的粘接宽度由原来的 1.5mm 减小开始减小到 0.8mm 以下。目前业界的双面胶还无法满足我们的工艺要求，只能更换另外一种材料。这一次需要我们更换另外一个更难的、我们从来没接触过的方案——胶水粘接！

胶水的粘接大家都清楚，平时生活中需要将两个东西粘接起来，便于使用，我们可以用比如 502 快干胶来粘住两个零件，以恢复这个物品本来的形状。我们使用的胶水和 502 的效果是一样的，但是胶水要求会更高，原理也完全不同。

我们需要把胶水以 mg 级别的精准度涂在 0.8mm 宽壳件对应的位置上，就像把大卡车开在只有 2.2M 宽的山道上来回百次千次不能跑出道路，不能撞到山壁，一旦跑出线外，就会坠崖。

要求是明确的，问题是：我们如何在 0.8mm 如此窄的宽度上精准施胶？设备每天连续生产 2-3K，需要保证每 pcs 产品上点胶重量要控制在 $\pm 10\text{mg}$ 的范围内，我们应该使用什么样的设备？人员操作如何管控？

经过多次讨论，并与业界仅有此能力的厂商进行沟通摸底，大家认为采用自动化设备来实现会比较靠谱，由于之前对设备没有任何经验，我们需要将设备性能彻底摸透，才能买对设备。经过近 2 个月时间的摸排和多次的汇报，初步确定了 2 家供应商的设备上线验证。

设备上线了，在试制过程中试制不良达到 20%，主要表现在装完 TP 后发现胶水全部溢胶（胶水跑到外观面）。不良品需要使用无尘布、0.1mm 的薄片进行清胶，基本清洁一台不良品需要 5-10 分钟，基本一天下来生产的不良品有近 200 台，大家对此抱怨非常大，线长在日总结会上说，如果这个问题不良还是那么高，我们拒绝生产，太难修了，产线的员工说要做这个工位都很拒绝呀。

原因到底出在哪呢，今天晚上必须得找到原因，不然明天没产出了。我们将当天生产的 200 多台不良全部拉出来一个一个进行分类，胶水跑到触摸屏表面、从触摸屏与壳件的间隙中可以看到明显多胶、胶水未点到指定位置、断胶等 6 类。分别对这 6 类不良进行分析，针对性的调整设备点胶参数，逐条验证参数是否有效或者带来其他不良。6 种参数验证完成后，大家对验证的数据进行了总结，将参数全部融合成一个最终的点胶参数，为了确保问题确实有效的得到解决，我们将从产线上借了 100 个壳件点胶并观察胶线位置是否达到预期要求，组装触摸屏后检查不良，在确保这 100 台的到 2% 后，大家都松了口气。问题得到有效的解决，虽然离最终的 0.5% 不良还有很大的距离，但是至少明天

能开线了。这时候才发现我们还没吃晚饭呢，从工厂到酒店的这段路，发现门面基本都打烊了，终于发现有一个大排档，老板正在收拾打扫卫生，估计也准备关门。

找老板随便炒了几个菜，由于很晚了，没什么好吃的菜，可能由于饿的原因，大家都吃的很香。吃完后，大家都感觉胃暖暖的，好舒服！

版本经理说：“大家辛苦了。大家赶紧回去睡觉，明天早上产线 8 点开线，大家准时到产线指导产线生产。长期措施按照晚上的会议结论，要求在 2 周内将改善措施全部落地到产线，我们要将此类问题降低到目标。”本来还想聊聊今天的喜悦的，版本经理这句话直接给硬塞回去了，还是乖乖收起那份喜悦，回去睡觉吧，希望在这短短的几个小时内可以睡的香一点。

第二天我们早早的来到产线，指导产线操作，经过验证 500pcs 后，不良控制在 1.5% 左右。我们继续攻关优化参数、物料来料要求，经过近 1 周的攻关，整体不良终于控制在 0.3% 以内，达成了初期大家承诺的目标。

产品量产了，设备顺利引入，工艺要求也明确，同时也与研发一起梳理了点胶工艺的规范，为胶水工艺打下坚实基础。

26.4 永不分离

随着胶水的成功使用，华为手机采用此种工艺的产品也就越来越多，要求也就越来越高，2015 年领导要求触摸屏和结构件的粘接宽度只能 0.4mm，0.4mm 就相当于 4 根头发并在一起的厚度。要在那 4 根并排的头发丝上跳舞，而且要不能有失误，就是由之前开大卡车改为开大飞机在山道上蜿蜒，难度系数以 10 倍 20 倍的难度梯度的增加。一不小心就出现失误、一不小心就会掉入悬崖。

制造由制造代表蔡江亮带队，罗奕、闵江波为 NPI 的技术负责，制造工程由荆和平整体负责。为了达到这个要求，大家在“发挥超级想象力”，我们在白板上画出了所有可能的和不可能导致目标无法实现的因素，我们进行逐个的

讨论。一个一个因素的分析，一个一个因素的讨论结论和措施，这些动作看似简单，实际是非常枯燥乏味的。

理论依据有了，然而试制验证才是检验工艺稳定性的唯一途径，经过 V3 试制验证，可靠性结果和产线的标准都表现的很好，大家都觉得这有点不可思议，竟然没有问题，难道前期担心是多余的？在 V4 试制验证中印证了大家的担心还是靠谱的，在试制的首批可靠性测试时，触摸屏和壳件又分离了。

当时试制刚好是春节期间，大家都在为能回老家过个团圆年而感到高兴时，丁大伟和产线一起蹲在现场提取不良品，拿到实验室去分析。我们将所有的可能引起不良的因素全部排查了一遍，都没有问题，那又是什么原因导致了这次的可靠性失败呢？

通过对验证品进行切片分析，切片就是照 CT 一样，但是没有电子设备来帮我们，只能靠手一个一个的在砂轮上磨，磨到我们需要看的截面位置，磨一个界面需要 0.5H-1H，一个不良品有些需要磨 10 个截面。并对截面进行尺寸测量。磨了近 10 台手机后，原因找到了。原因很小，也是致命的，它就是壳件的直线度过大导致。由于点胶的宽度只有 0.4mm，就像飞机在这个山道上飞跑的时候，由于山道弯道过多、急转弯过大，飞机肯定无法立即转的过弯来，所以我们需要山道要相对的直，飞机才不会跑到道路外面。壳件当大家找到原因的那一刻，是那么的开心，感觉像找到了一个价值连城的宝藏，真的是细节决定成败呀。

经过 4 个多月的攻关，每出现一次触摸屏和壳件分离的问题，对大家都是一次惊心动魄的考验，发现的原因也是很小也非常重要的因素，如触摸屏表面残留一层微米级别厚度的光学胶，需要在 20 倍以上显微镜上才能发现，这层光学胶直接阻碍了触摸屏和壳件的有效粘接，使得触摸屏和壳件的粘接力急剧下降，对可靠性的影响是非常巨大的。但是每出现一次问题，我们对 0.4mm 窄边宽度的粘接工艺就更进一步，教训是惨痛的，收获也是丰硕的。

其中一个同事在搞定 0.4mm 超窄边框点胶工艺后，和大家说：“我终于可以赶在小孩睡觉前到家了，开心。自开始搞这个 0.4mm 的点胶工艺开始 4 个多

月，我都没跟我小孩照过面，每天我回到家他已经睡了，我上班时他还在睡觉。那么久了，他会不会不认识我了呀？”

然而改进是无止境的，在窄边方案在全面推行的过程中，我们发现由于胶水的使用，我们的整个生产周期无形的增加了 24H。由于胶水的性能要求，需要保压 2H，保压完后还需要放 22H 才能进行整机的组装。也就是本来是 3 天就可以完成整机出货的，现在要变成 4 天。这也就无形的增加了我们的物料的库存时间、库房的存储压力，抬高了产品的整体成本，所以我们又提出了新的目标——整体时间降低一半！

领导老叶说：“这个改善，可以有效的压缩我们产品的交付周期，提升竞争力，而且还可以减少夹具设备的成本，我们必须实现。”

是的，工艺需要精益求精！

制造这边由我们新招的材料博士瞿兰整体负责，当我们与研发工程工艺提出静置时间缩短到 10H 的要求后，他们的意见是强烈反对的。

“目前业界所有的此类胶水工艺都是按照 2+22H 的方案来的，胶水供应商也建议此方案。目前这个工艺经过大家长达几年的摸爬滚打好不容易做到了可靠性完全 OK，我们不希望在这个上面再做更改，避免其他不确定的因素引入导致可靠性问题。”老成在与瞿兰的沟通会上提出。

“是啊，这个工艺折腾的大家很痛苦，但是我们 2016 年在 VIE 产品上做过相关的验证，完全可以将静置时间降低，说明静置时间是有希望精简的，希望大家可以配合我们再做下验证，实际以数据说话。”

由于工程工艺对此问题比较的保守，我们也只能强推要求在 A 项目上进行验证，希望从单个产品上打通。一次与计划聊天，他们也在抱怨这个工艺静置时间长，增加了他们的生产排产的难度，希望得到优化，将时间降下来。于是拉通计划一起汇报，在万总层面得到了很大的支持，通过之上而下的方式与工程工艺达成了一致意见——验证数据充分后进行精简。

瞿兰一周至少跑一次到 2012 实验室，与整机工艺平台的共同讨论，梳理出不同材料的结构件、从 6H/8H/10H/22H、低湿&高湿、产品蠕变因素考量，进行实验，整体验证方案多达 30 多种。通过对 30 多个数据的对比分析，发现 10H 和 22H 的整体性能是一样的，结合 A 项目试制的验证情况，得出了 2+10H 完全可以满足产品的可靠性要求。将整理的数据在整机工艺 TMG 上汇报后，得到了各个专家的认可，一致认为 2+10H 可以作为后续的主要量产方案。

由于这一改进，使得我们的点胶工艺完全领先业界，友商虽然也有类似此改善，但是目前还仅仅是计划而已。

有同事半开玩笑的说：“经过我们这么多年、这么多人的摸爬滚打，总算实现了触摸屏和结构件的永不分离。”

是呀，自从我进公司以来，触摸屏和结构件的粘接，一直就没少和它们接触，粘接方案从双面胶到胶水，粘接宽度由 1.5mm、1.2mm、0.8mm、0.5mm 到最终 0.4mm 的量到质的变化，经过 5 年泥坑中摸爬滚打，终于促成了他们的永不分离，也得到了一个很好的技术积累。

后记

工艺，《现代汉语词典》的解释为：将原材料或半成品加工成产品的工作、方法、技术。在制造行业，我们无时不刻都在接触这个词。解释虽然简单，但是其过程的艰辛、过程的复杂、过程的辛酸苦辣、过程的坚持只有经历的人才能体会的到。看似简单的一个工艺方案，其实里面夹杂着多少人的汗水、多少人的感情在里面。但是成功的那一刻，自豪、光荣来形容已经略显暗淡，我想这才是我们前仆后继的攻克一个一个的难关的动力。

在此，我要感谢我们整个和这个工艺相关的所有同仁们，包括整机工艺罗凡、白建伟、丁大伟、王洪星等，结构黄强、罗育锋、代晓涛，NPI 张英元、蔡江亮、罗奕、闵江波、王志峰、瞿兰，制造工程荆和平、孙岩等，只有你们无私的付出，才有了我们的永不分离！

第二十七章 备件“交付保卫战”

时光如白驹过隙，转眼间从学校毕业到华为已经十二年。十多年的奋力拼搏，已经成为我生命中一道道不可磨灭的印记，回忆起这些年和同事奋斗的点点滴滴，仍然是心潮澎湃。

27.1 遭遇新问题

备件是给客户设备损坏时维护用的物料。它是给运行设备提供更换和维修的一种售后服务。2013年正是公司终端业务的快速发展阶段，此时备件供应能力还比较薄弱，网点的备件还不能快速供应，由于终端产品直接面临的是广大消费者，因此接收到的客户抱怨声音和一线求助邮件每天都有。恰巧此时进行部门整合，终端备件维修业务并入制造，但转入负责交付业务的只有一个人，此时备件维修交付的形式十分严峻。

27.2 做一块砖

我原本是负责泛网络备件内部加工的交付业务，因外购业务交付复杂，涉及供应商多达200多家，交付周期和及时性往往达不到GTS追求，主管安排我到此块业务进行一些流程的优化和业务规则的梳理，经过半年的努力，逐步进入平稳状态。正当我暗暗松下一口气时，就在那天下午，主管找我说：“小余，终端备件现在交付形势比较严峻，那边需要人手，你好好考虑考虑，愿不愿意去？”我说：“不用再考虑了，那就去，哪里需要就往哪里搬。”我觉得这是公司和领导对我的一种信任。虽然也早已听说那是个“火坑。”

27.3 敢于承诺

就这样，我进入了终端备件业务。记得那天晚上十一点左右，正准备带小孩睡觉，这时电话响了，是公司“0888”再熟悉不过的号码，接通电话时，电话里的声音都炸开了锅。

“你知不知道，这款手机是我们公司的主推产品？XX公司的XX机型马上就要上市，我们必须先抢占市场。3天之后就要开发布会了，备机都还没到网点？新机出现任何异常我们怎么更换？怎么去向客户交待？”听的出来这是一线女同事的声音。

“我明白，这个确，确实很重要，可是现在整机，整机都没有，哪来备机呀？”在高分贝的连续追问下，服务代表男同事的回答变得支支吾吾。

“不管用什么办法，我们必须要在发布会召开之前将备机送到网点，这代表公司的品牌维护声誉”一线女同事态度很坚定。

“这怎么可能呢？三天，才三天？”。服务代表焦虑的回答到。

“是的，大家都知道只剩三天了。”一线女同事又补充到。

来来回回听了几个回合，明白了一线的需求。“呃，XX，停一下，停一下”。我想插上话，但这正常的说话分贝，在他们的争辩中根本搭不上调。于是，关上门，走到阳台。“XX，停一下，停一下”。比一线女同事的声音足足高出3倍，这时电话两端才安静下来。我说到“大家不要再争了，既然会影响到客户感知，那就肯定要满足。现在也不是争吵的时候，有困难大家要一起想办法解决”。见电话还是安静的，我连忙补充到“现在我们可以根据时间来倒排一下。一线同事，我们的备机从库房最快多久可以到网点？”

“我们正常是4天到货，最紧急的最快可以协调到2天。”听的出来，一线女同事的声音开始变得缓和。

“计划同事，我们紧急从正向库房将整机转库到备件库房需要多久？”“如果我们各环节加急，最快明天下午17:00可以到备件库房”计划同事回答到。

“那好，请计划同事，你立即安排发料，确保准时到备件库房。一线同事，你安排承运商后天一早到公司提货。剩下的我来安排晚上连夜将整机拆成备机。”

“你们晚上可以拆出来？你不会是画个饼吧，这可是要真枪实弹的交货。”这时电话会议停留了大约 5 秒之后，一线女同事问道。

“我们现在已经没有其他选择，这是最后的机会，请你相信我，我会尽最大努力来保障。”我回答道。

“好的，那就拜托你了，这批备机对一线真的非常重要……。”一线女同事恳请的说。

我心里很清楚这个任务的艰巨，也明白一旦承诺没有兑现会引起一线的投诉，但是更明白，如果不这样去安排、去承诺交付，带来的后果是客户对华为的投诉，所以必需要大胆的选择承诺并且努力交付完成。

27.4 拼死保障

电话会议之后虽然已是凌晨，但我躺在床上，脑子就开始翻腾倒海。2000 个整机，我们的拆机业务在供应商，怎么确保一个晚上能顺利拆完？协调到自制完成？自制的人力怎么来？过程怎么保障？一大串的问题都需要考虑出解决方案。翻来覆去有了初步思绪之后，我赶紧从床上一跃起来，写下这些方案。没过多久后，已到了早晨。我早早到了公司，正好上午有个集体会议，我将此交付的背景和解决方案紧急在会上进行了汇报，申请临时决策此批交付由自制车间完成，调配周边主管及二线人员上线支援。汇报声音刚落，维修部部长看着周边的主管问道：“大家有问题没？”“没问题，我们团队支援 4 人”质量主管抢先答道。库房主管说“我们支援 5 人”。“我们支援 6 人”，“我们支援 8 人”现场会就像变成了一个拍卖会，大家争先恐后的开始了报名。最后维修部部长说：“好，大家都同意你的方案，你的物料 17:00 到，我 17:00 准时到。”我当时楞了一下，“X 总，你也参加？”“恩，没错，也不能少了我呀。”随着 X 总的笑声，原本我紧张的交付压力视乎即刻就舒缓了很多。

17:00 所有支援的人员都准时到达现场，无一人迟到，大家根据自己的岗位特长，质量的负责检验，库房的负责拆包，车间人员负责拆机，形成了一条

即时的流水线。X 总开着玩笑说：“你们都安排好岗位了，似乎还少一个水蜘蛛，那我来做。”

“我这里拆包的快断线了，需要赶紧配料。”

“好，我来支援。”

“我这里检验完了，谁还需要帮忙？”

“我这边，这边”

.....

现场似乎变成了一首交响曲，临时组建的队伍，大家配合的却非常默契，一帮人晚上加班干得热火朝天。任务比预期的提前，23:00 就已经完成。这个时候，大家也是饥肠辘辘，才舍得吃晚饭，虽然饭菜早已变凉，但大家还是吃的津津有味。于是，我立即通知承运商提货，最终将这批物料如期到达网点。等到提货完后，打上地铺，就地而睡，一线女同事事后感叹：制造不吹牛，是真牛！能将一切的不可能在你们这里变成皆有可能！

27.5 持续攻关

接下来的这类新机型备机铺货保障也是接连不断，虽然新机型在努力之下都如期交付，可花费的精力太多，投入的成本太大。记得有天晚上，我们家宝贝问我：“妈妈，你怎么老是加班？”我这才意识到，连续多少个晚上都在加班，好久都没有陪她讲故事，练舞蹈了。“是啊，我怎么老是在加班？”我也在反问自己。一但有新机型上市，我们就开始忙忙碌碌的安排拆机。那我们能不能提前拆机？或者能不能不拆机？为什么我们每个备机都要去加工成整机再去拆成备机？对，不拆机，这才最省事。如果要不拆机，那我们就要直接加工成备机。如是，加工成备机的想法就开始产生了。第二天一上班，我们拉着工程部门就去了解正向加工业务。通过调查了解，确实存在可能性。经过汇报决策，成立了一个专项项目组，首先在自制以荣耀 3 进行试点。在 0 至 1 突破时

总会有不可遇见的问题出现，如何从业务和系统上识别备件订单？备件订单太小怎样解决工厂频繁换线？等等一系列问题，于是扎守现场，从订单下达到最后的订单交付每个环节循环跟线，经过近一年半的努力，终于将此业务拉通并正式运作。直接解决了正向生产加工整机时同步加工出备机，让备机和整机同步铺货至各网点，终于在新机型上市时不用再忙忙碌碌的去安排拆机了。

27.6 机制建立

当各种大大小小的交付业务持续攻关下来时，一线的投诉越来越少，并不时还收到一些感谢信，心里不甚有些欣慰。但又转念在想：当我们哪天不在这块业务时，后来的人该怎么去交付？担任部门流程接口的我在一次和供应商的沟通时清楚的明白，需要建立起相应的流程和规则机制。还清楚的记得第一次和 CEG、供应商沟通的场景。

.....

我：“X 总，我们近期 XX 机型需要紧急交付至一线，需要你们一起协同啊？”

X 总：“XX 机型可能有些困难，我们现在还不会修。”

我：“上市都已经三个月了，还不会修？”

X 总：“不会呀，你们的新产品还没导入完。这个产品对应的测试设备、工装夹具都还没有。”

我：“那我们紧急协调导入和设备资源周转，争取本周到位。这样下周可以加大维修量吧？”

X 总：“这个需求太急，没有提前规划，产能现在还有写问题，我先紧急去协调人力。”

.....

没有产品的导入导出流程、没有产能的月度规划、更没有周产能的例行审视，所以交付非常被动。

于是我牵头组织了一个流程规则的优化小组，先将我们业务目前是怎么做的，在纸上一个一个画出来，再大家集思广益打点出我们业务目前的痛点难点问题，搞清楚业务现状和问题后，再请专家指点，我们业务应该怎么走。一个点一个点攻关，一块业务一块业务块沟通优化，经过一年多的努力，终于在备件业务中就逐步开始诞生了产能规划、周产能审视、计划预测准确率、产品的导入导出等流程和规范。逐步清晰后，就拉通周边部门建立起了交付流程、排产规则、重大节假日保障方案等，面对终端业务的市场波动，也能安全、从容、稳定的交付。

我只是华为制造的一名普通技师，和大家一样，通过自己的点滴奋斗靠一步一个脚印来为公司创造价值，有过现场的技术经验，能让我在交付业务上做的更精、更专。回首往事，蓦然发现，成长的道路上已经印下了无数美丽的印记。我将继续前行，去追逐梦想。

第二十八章 交付人

天空不会总是万里无云，平静的大海也会有惊涛骇浪，道路有崎岖曲折，正如人生奋斗历程，当你达到成功彼岸感到欣喜时，想起曾经的乌云和风浪，走过的坎坷道路，没有想象那么可怕，曾经激情燃烧岁月的艰难，更是一种磨练和幸福。

我叫梁波，来公司已七年多的时间，历无线总测部理货包装车间主管，无线制造二部精益改善主管。回顾在公司这几年的峥嵘岁月，我深深感到满足客户需求是我们存在唯一理由，前进的路上还有很多我们去解决。很多人问我，当时我们的交付条件那么苦，你是怎么坚持下来的？我坦然回答，这没有什么，所有的挫折考验都是上天最好的安排，人和业务向着“善”的方向走，经历再苦也是快乐的。

28.1 初来新兵急应战，子夜鏖战捷报传

2010年3月中旬，我社招进入华为公司无线总测部（即现在的无线制造二部前身）负责理货包装业务。还没有进入答辩环节，在七月末就迎来了中国移动TD6.2期的交付洗礼。进入华为之前，我在三星主管生产交付，从媒体上了解着华为成就，看到华为一栋栋气势雄伟的厂房，绿树成荫、风景秀美的生产园区，以及来来往意义气风发的华为人，作为高科技企业，想必制造应该是先进的，现场交付应该也是一帆风顺的。华为的交付有什么不一样呢，不就是组织资源，将符合标准的产品给客户吗？

然而当我置身月交付的战场时，残酷的现实打破了我的设想。现场闻到的是3G三大战役还没有完全消散的硝烟，耳闻目染都是理货包装业务史诗般的壮烈经理上线，主管上线，周边支撑人员上线，白夜班连轴转，手动叉车扬起漫天灰尘，支援的人接踵而至，整个现场就像亮剑中描述的那样，找不到主力队伍，有单就做，最恐怖的情况是一天下来延误数十个合同批次。我的心紧张到嗓子眼，到底业务量是多少啊？问调度每天业务量是多少不知道，问IE如何衡量业务量，也找不到合适的维度。有着多年交付经验的我，心里不由泛起一阵阵寒意，我们进入了吞噬一切的黑洞。怎么会这样呢，我以前在三星的交付工作如此平稳，月度计划准确，这里业务量为何不透明呢？以前是怎么过来的？理想是丰满的，现实是骨感的，看来理货包装的交付是复杂和艰巨的！还没有时间来得及思考，交付的洪流就像巨大的海啸得呛得我喘不过气来，排山倒海的巨浪裹挟着我不停的求助上级领导和周边，通过人拉肩扛上甘岭式人海战术和“人在，交付在”顽强拼搏毅力度过了烽火连天的8月份的交付。

9月份又迎来了高峰，我清楚的记得刚入职不久的产品调度陈艳萍电话向我求助：一个印度Bharti合同产品250个站需要在第二天一早保证发货。Bharti是印度第二大的运营商，当时公司在印度的局面刚刚打开，项目不容有失。时间已经到了夜班，场地严重不够，经受过多次交付洗礼的工段长陈德生、成海文连连摇头：这是不可能的任务，无法完成。就这样放弃吗？交付人的字典里没有“NO”，我紧急召集安全、IE电话会议，启动了R1F1防火连廊场地，并

进行风险备案。没有物料？紧急求助到当时的库房主任禹跃辉，短短 4 个小时，750 个模块从深圳生产中心源源不断地送到了现场！所有的人都沸腾了，每个人都像打了鸡血，眼中发出亮光，嗷嗷的冲上去。已经凌晨 1:00 钟了，当时正在和一线对接的统筹陈桂华打来电话向我确认进展，我坚定的告诉他没有问题，耳边传来一连串大声的“好！好！好！”。

28.2 及时激励立兑现，士气昂扬人心赞

2013 年临近端午节前夕，无线理货业务交付异常繁忙，场地面积没变，人员没变，可任务翻了一翻，资源严重不够，产品调度陈文、刘锦玲每天 N 个电话给我，甚至到现场来跟催，能否搞定每天 6000 个模块的需求。这段时间，压力超级大，根本没有休息日，心中总惦念着交付，每天总是到凌晨才拖着疲惫身体下班。

端午节前天晚上，现场累积的订单好似长江洪峰过来，再不采取措施，就要决堤！怎么办？我使出浑身解数，除了召集人力支援，我紧急召集组长以上骨干开会动员以提升产能。“早会开始，小组长梁湘今晚如完成 300 个木箱（正常产能 200 个/班次），就奖励 200 元，小组长老米若完成 900 个托盘，就奖励 200 元，备料组长蒋垂文如完成物料齐套供应，也进行奖励！人在指标在，你们夜班存在价值就是保证指标按时完成，交付要有决心，每个人争当发动机”。我挺着嘶哑嗓子说完后，三位骨干慨然允诺，紧急行动。翌日早上 7:30 我风风火火跑到现场盘点战果：梁湘小组完成了 380 个木箱，超额完成任务，有力保障了交付，我立即兑现承诺进行奖励。后来工段长给我讲：有好一阵子梁湘精神抖擞，不知疲倦，带着手下的兄弟创造一个又一个交付记录。

还有一次白班，我正在现场巡视，理货员王文良理货时，发现标签特殊备注与实物不符，而且还有几个隐患深藏不露，很难发现。对于会引起客诉的重大质量隐患，他马上告知工段长，我得知后立即对工段长讲“好样的，很好，值得表扬，要根据大比武规则加分”，并现场奖励了一百元！正是有了基层员工的认真细致，才保障了产品的出厂质量。这位员工后来一直是零缺陷，被选拔到了质量更高要求的制单工段。

28.3 4G 浪涌再来犯，狭路相逢敢亮剑

2014 年 4G 通信牌照颁发，运营商疯狂扩张的需求导致交付高峰铺天盖地而来。无线基站作为通信网络的空中接口，交付的桥头堡，在公司地位可想而知，可谓“无线胜，则公司胜”。

正值年关，整个公司面临严重缺人的局面，各个部门都是捉襟见肘。春节还没有过，我们已经早早到了人才市场进行招聘。春寒料峭，人才市场周围空荡荡的，南方城市特有干冷的寒风吹得我们内心瑟瑟发抖。我和张玉彪及 HR 的陈志清苦守一天，才有 3-5 个人过来面试通过了 1 个人，而且虽然陈工安慰我们“好歹今天开张了”，然而心中却是异常的苦涩，其中滋味只有亲身经历方可体会到。

第二天早上正在为人力发愁，突然接到 HR 经理庄志飞的电话“EMS 那里可以借到人，赶紧去！”我喜出望外，一路狂奔冲向 R6，和庄志飞奔跳上了去 EMS 的大巴车。早上 8:30 出发，晚上 23:30 带着沉甸甸收获归来，看着带着锅碗瓢盆和铺盖安全抵达外租宿舍的 147 名外租人力，心中的一块石头终于放下了。

人员问题刚解决，现场又断料了。模块收货口距离产线接近 400 余米，而现场也没有多余的场地来暂存来自松山湖管委会仓库的模块，每个模块的及时供应显得尤为重要。怎么办？我与车间主管郭学勤紧急协调人力和 20 余部叉车，迅速组成了一条滚滚的车流，转瞬间一楼的场地尘土飞扬，快速移动的人影个个面目变得模糊。

业务量还在持续上升，好似长江水位已超出了警戒线还在疯长，中下游城市岌岌可危！从业务量的分布来看已经远远超出松山湖 B 区的极限产能 8000 个模块/天，而高峰需求是每天 15000 个，再也没有一片可以使用的土地了！整个交付如同困在囚笼中的野兽，陷入绝境！再不开辟第二战场，就会彻底的失去战略机会！在一次会议上，IE 田新民提到了施工接近尾声的 C 区，真是天无绝人之路，宛如一叶迷失航向的扁舟在茫茫大海上突然看到了一个闪着光华的

灯塔！然而 C 区作为未来的手机制造基地，刚施工完，没有食堂，没有班车，手机信号都收不到，每打通一个电话，就要从车间跑到货台上，这样的环境能行吗，比土八路装备还不如呀？部长卿前永紧急协调 HR、工程部等部门，短短 20 余天实现四通（通路、通车、通电、通气），各部门的兄弟和我们一起在一片荒地上建立的厂房中构建了作业环境。

C 区安排妥当后，我们老根据地 B 区却不能丢，也需要保障安定产出。有次当从 C 区回到 B 区已到翌日凌晨，经理范凯夕和我一起从 R11F1 的成品仓库向 R12F3 去时，我们两个人已经走不动了，只听见彼此的呼吸声和咚咚的心跳声，而且感觉越跳越快，扶着楼梯半天说不出话来。良久之后，范工对我说“我们一定要坚持下来，千万不能生病，也生不起病，客户还在等着我们交货啊。”看着范工参差的胡子碴和憔悴的面容，坚定的目光，我用力的点头称是，就这样我们互相鼓励着到了现场，看到现场有序的交付后，我们才安心的离开了现场。

高峰交付期间，还有一件事给我留下了深刻的印象。一个重大紧急的合同已经上升到总裁级别，客户的投诉一波接着一波，却因为找不到一个关键的模块迟迟没有交单。分散在两岸三地的仓库被篋了一遍又一遍，怎么也找不到。手表的指针已经指向 23 点，怀着死马当活医的想法，不要在仓库看了，到产线去看看。当我路过模块产线的一刹那，如同得到了神的指引，它就在那里，上面正发着五彩光芒，平时粗笨沉重的模块从来没有那么美丽过。

问题解决后，怀着轻松的心情下班走出 R11 大堂，四周静悄悄的，只听见自己的脚步声，昏黄的灯光，将夜色笼罩下的树木影子拉得很长很长……

28.4 揭开庐山识真面，不畏浮云遮望眼

经历了多次惨胜如败的交付，不由得痛定思痛：为什么我们在理货包装业务上这么被动呢？单单依靠群情激昂的人海战术，即使胜利也只能是惨胜，客户界面的感知肯定也是会打折扣的，而且也不可持续，期间蕴含着巨大的安全、

质量及员工情绪波动的隐患。只有在规则、流程、制度上进行完善，才能以不变应万变，以准备的确定性应对需求的不确定性。

交付改善反思会上，大家各抒己见。大家对无线理货包装的整体感知是如同四季的天气，时而如春日和煦，让人悠闲舒适；时而夏雨滂沱，让人猝不及防；时而如秋风猎猎，让人穷追不舍；时而如冬天冰雪，令人痛彻骨髓。

计划、调度和我们达成了高度的共识，订单的波动性和业务的不可视是困扰我们交付的最大问题，这个黑匣子必须打开！而解决问题的前提就是要有合适的业务量衡量维度。通过分析工时、订单数、体积、模块等多个维度的优劣并结合交付实际，我们选定了模块数量来衡量业务。无线调度员苏丽结合需求，花了几夭绞尽脑汁编写了 SQL 查询语句（这种获取计划数据的方式，我想除了华为公司，真的也没有谁了），将两周的业务量都给刷出来了，建立了业务量看板，并进行滚动刷新。这就像天气预报或预警飞机提前预警，我们知道了业务变化的趋势，通过与产品调度、一线持续磨合，建立了产能基线、火线，并平滑了需求。业务可度量、可视化让我们走出了混沌，无线的交付变得豁然开朗起来。

28.5 持续改进不间断，孜孜以求谱新篇

4G 高峰交付暴露出来的交付瓶颈一场地、人力、找货困难，部门领导非常重视，为了避免灾难再现，提升能力优化改善的任务迫在眉睫。

2014 年下半年，制造部为了扩大精益生产的广度和深度，掀起了新的篇章，核心制造部专门选拔一批人员从事精益改善工作。作为理货包装车间主管的我，尽管对理货交付已轻车熟路，对于精益改善还不太熟悉，为了改变目前的交付现状，我主动请缨担当部门的改善工作，于是带领几个 20 多岁刚出头的小伙子，开启了改善之路。

一直以来 SPS 系统抓取未来长期订单需求，发料任务颗粒度大，并且推式发料到现场，导致场地阻塞、找料困难及物料挪用等问题层出不穷，交付缺料

和内控问题隐患极大。我们推动 IT 部门 SPS 程序进行了逻辑优化，减小了抓包颗粒度，大大缓解了场地压力，提升了产能柔性。

BBU 以前很长一段时间都是过度包装，箱中箱套中套，并且经过多次转运周转，存在很大的浪费。我想能否把 BBU 装配测试、理货包装、全拉通一个流进行生产呢？说干就干，我们先后组织包装工艺李振国、奚昌鹏对包装方式进行了优化，并和 NPI 历成新一起开展 BBU 制造模式 3P 设计和秒级改善，开发出一条精益的 BBU 调测线体，效率提升了 58%，人员却降低了 20%。

随着全流程外包的比例逐渐扩大，内部的场地释放出来，我们完成了 C 区模块理货业务向 B 区汇聚，消除了区域物料周转浪费，管理变得清晰简单，资源得到了最大化的利用。

2016 年我们大力推行“2016 战略”通过样板线改善成果横展，无线制造二部人力同比减少 350+，当量 UPPH 提升了 58.1%。

随着交付能力的提升，目前即使遇到再大的浪涌，都能轻松面对，可谓“不管风吹浪打，胜似闲庭信步”。

结 语

回首七年多的工作，两千多个日日夜夜，以客户为中心的价值观深深融入我的血液，也深深体会到要想将交付工作干好，不仅需要埋头苦干，扛得住压力，耐得住寂寞；更需要讲究巧干的方法，做到事半功倍，这样才能做到从容交付，从救火式的交付泥沼中拔出腿来。

随着我们的改善进入深水区，我们的视野不能再局限于生产内部的改善，和上下游、外部供应商、客户的协同是我们未来的方向，整个供应链交付能力的提升才是我们的核心竞争力。我深知未来交付之路漫漫，必将上下而求索。

第二十九章 梅花香自苦寒来

零，在自然科学中是一个平淡的数字；零，可以是数学坐标系的原点；零，可以是时间轴的起点；零，亦可以是生命的诞生，模糊地让自己的生命起点在记忆中隐蔽。我的人生路也有很多零点，大多亦是挂着平淡与简单。而有一个特殊的零，让我铭记。

此刻的无线标杆车间，正闪烁着全流程无线产品的生产线，每条生产线点缀着一台台高效、稳定运作的自动化设备，每台自动化设备封装着产品的各种工艺。宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。稳定运行的自动化车间背后，积淀着多年来自动化团队不可量计的汗水；设备中各模组快速高效地完成自动化动作背后，积淀着每个工程师一丝不苟的精心设计。我将执笔墨，于纸砚中绽放这一工程。它涵盖着自动化团队每个兄弟的力量，涵盖着自动化团队每日每夜的不懈努力，也涵盖着自己在华为自动化路上最重要的零点的蜕变。

29.1 荆棘路，我也想走一走

二零一一年，三十岁的我加入华为制造部自动化部门。自动化的科学含义是指机器设备、系统或生产过程在没有人或较少人的直接参与下，按照人的要求，经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，实现预期的目标的过程。对于工业制造，自动化已经逐渐成为了不可替代的重要生产方法，自动化设备正在一步步替代人工作业，更高效、高质量的完成产品的生产。我心系着行业目标，背负着部门期望，怀揣着自己的理想，迈入了华为制造部无线车间。

理想很丰满，现实很骨感。两个同事带着我，系统参观了无线产品加工车间。这是我第一次亲眼看到华为的生产车间，当时我确实被震撼到了。每一个员工都在争分夺秒的工作，他们穿着整齐的白色工服，忙碌在车间的每一个工位。在插件工位，员工谨慎小心的把每一个元器件插在单板上；在补焊工位，员工仔细检查着单板的每一处锡膏，对焊锡不良的点进行补焊；在产品的锁螺丝工位，员工手持着电批将一颗颗螺钉准确地紧固到产品中。看着眼前的场景，

我暗自思考：如此大的制造车间，想要实现自动化推进应该需要很多部门同事的共同努力吧。然而两位同事告诉我，“我们三个就是负责无线产品制造部自动化设备开发的全部人力了。”看似轻描淡写的一句话让我整个人僵住了，我环视车间除了成熟的外购设备基本没有自动化的影子。我咬紧牙关故作轻松地问，“不会吧，这么大的车间就咱们两三个人负责自动化设备开发么？”话音未落一个同事就给了我当时最不愿意听到的答案，并告诉我他们两个也很快会被外调至其他部门。整整一天，我坐立不安，紧皱眉头思考着，思考着不久后我将独自负责整个无线产品制造的自动化规划及推行，好像自己未来的工作就像一块永远都不会熟的肉浸泡在烈火熊熊上的高压锅里，压力巨石瞬间落在自己头上，任重道远。然而，与生俱来的抗压和调节能力还是在那天辗转不能入睡的夜晚发挥了作用：我想到了詹天佑，京张铁路的修建在帝国列强欺压下尚可展开，中国第一条铁路干线在詹天佑的麾下完美竣工。我面对眼前的压力，面对公司给予我的使命，面对内心的那份自强，又怎能退却。

29.2 目标，浓郁了我的斗志

眼前的车间，员工忙忙碌碌，有条不紊，一切都显得很自然。在以前，我更多的是完成上级分配的任务和执行命令，而在制造部无线产品加工车间却没有命令等待我去执行。我必须制定属于自己的任务并独自完成。如果说当时的无线产品自动化设备开发团队是一支军队，那么我的职责就是冲在前面杀敌的士兵，同时兼军师和司令。无线产品制造车间的自动化推进，犹如一场战役，而撕破战役平衡的剑，我指向了自动打螺钉工艺。众所周知，螺钉可以把两个零件紧密连接在一起，它的应用无处不在。对于无线车间，螺钉的装配更是尤为重要，这道工序几乎占了整条线百分之六七十的人力，且螺钉的装配质量直接会影响到无线模块的屏蔽效果和品质。在此之前的同事对于第一代自动螺钉机的开发做出过努力，然而效果并不理想，所以将人工锁螺丝转变为机器自动锁螺丝自然地变成了我的第一个目标。

目标的制定浓郁了我们的斗志，而自动化的推进却举步维艰。当时的无线产品制造车间每条线有超过 30 人在作业，如果自动锁螺钉设备可以做成功并批

量推广，那么将会大幅度的减少人力，并且提升工作效率。然而万事开头难，记得那次我连夜赶出一个自动化方案，第二天我拿着方案找到车间主管及相关部門同事开会讨论，寻求建议和指导。方案讨论会议中我们被相关环节各种质疑：“一台设备二十几万，操作员才多少钱一个月，有必要吗？人能保证每天的产能，机器设备会一直不出故障吗？维护保养不占用产线的产能吗？”。言外之意，大多数人更倾向于目前的人工生产作业，并不放心把生产方式转变为自动化设备作业。从那以后，我们在做的每一台设备之前，都要疯狂搜集整理该自动化设备未来会给车间带来的收益以及可能的风险点，在与相关人员方案讨论的会议中更是如履薄冰，尽可能展现我们自动化方案的优点，展现我们自动化作业的效率与质量，让我们的自动化方案的得到大家的认可。

产品的多品种，少批量一直是无线产品的特点。比如说在当时锁螺钉工序，每个产品需要在数十处位置锁螺钉，而不同编码产品的大小不同、高矮不同、锁螺钉的位置不同、数量不同并且螺钉规格也不同（螺钉的大小、头部形状、是否带弹垫片）。这些产品全部要在同一台设备上兼容生产，并满足快速换线，这就要求设备有非常大的柔性。而当时业界并无成熟的带弹垫片锁螺钉技术，也没有可以满足华为多种产品生产的柔性自动化设备。再加上第一代螺钉机并不太成功的开发，相关环节对自动化的热情逐渐消失，大家更愿意让人工去适应如此高的柔性生产。为了能推动无线产品制造自动化的发展，这就迫使我们耗费大量精力和时间，去了解每种产品的工艺，了解每种产品未来的迭代趋势，收集所有产品的尺寸大小、外形轮廓、来料包装方式、来料检验标准以及每个螺钉的安装位置和螺钉规格。数据的收集支撑起我们自动螺钉机的设计，我们把第一批装配好的螺钉机设备搬进了厂区。螺钉机在厂区的出现引起了众目睽睽的好奇与期待，各部门破天荒的找到我们，询问设备的原理与功能。毋庸置疑，我们感到了自己在华为的存在感，我们深切的感受到各部门对我们自动化设备突如其来的关注。对于自动化设备开发工程师而言，我们深知设备加工、安装完成还远远不够，最大的难点在于运行的稳定性，设备是否可以稳定的运行几乎是设备好坏评判的唯一指标。如果把设备比作人，那么设备的稳定性与产品的质量就相当于人身体的安康。成千上万颗螺钉在朝夕之间需要被牢固的安装在产品上，如果我们的自动螺钉机完成不了这一使命，那么这个庞然大物

将会变为废铜烂铁，我们的存在也将会一文不值。压力又一次泰山压顶般降临，我们要做的也是唯一要做的，即是向大家证明我们设备的稳定性，证明我们存在的价值。

29.3 早晨，闹铃是多余的

三更灯火五更鸡，正是男儿发愤时。“叫我起床的，将不是闹铃，而是电话。”这句话大概能反映出我那时的工作状态。无数棘手的问题陆续暴露出来：气压的波动导致锁螺钉出现浮锁、视觉检测的误差导致产品质量问题、产品尺寸公差导致了許多锁螺钉不良的现象、物料的来料质量对设备良率的影响甚至导致单板报废。如果把设备的问题点比作人生病，那么解决这些问题点就相当于人看病治病，不可怠慢。

部分人员的不理解也成为了我当时很苦恼的事情。记得一个晚上的 22:30，我刚下班回到家，就接到车间员工的电话：

“我是 XX 工段的工段长，你带进来的设备供应商没有自动化部门人员陪同，请马上过来。” XX 工段的工段长以命令的口吻说。

“因无线产品自动化只有我一个人负责，晚上 21 点下班前我有跟你们车间主任说晚上供应商跟线，你们帮忙陪同一下。”我回答。

“不行，你跟谁说了都没有用，你们接待的供应商必须由你们的正式员工全程陪同，半个小时你不到现场我打电话给 XX 总，1 个小时不到我打电话给 XX 总。”工段长严肃道，滴……电话挂断。

渐渐地，我负责的设备越来越多，半夜被产线员工叫醒的现象也时有发生。凌晨一点到凌晨五点都可能。我们的电话通话也越来越简洁：

“刘工，xx 设备出现多次报警现象，速来处理”。

“刘工，产品的一个器件检测出不良现象，请速来分析原因”。

曾记得有一个周六早上，我被产线员工电话“亲切”地叫醒，驱车来到公司，我像往常一样一头砸进设备调试中。那一次，时间真的过得好快，当我们调试解决了设备问题点，坐在厂区 R12 楼下路边的台阶上休息时，已经是第二天的下午了。坐在冰凉的台阶上，我发呆了许久。三十多个小时的调机，我们没有合过眼，只吃过一顿饭，但是我清晰地记得那时的我依然没有困意，也没有食欲，只想懒懒的坐在台阶上，涣散的盯着路边的落叶。那时，我没有因设备的调试稳定而兴奋，也没有因超强度的工作负荷而倒下，无线产品制造车间自动化最难突破点已被我们拿下，我们下一步目标将由点到线、由线到面，打造整条生产线的自动化作业、打造生产车间的全流程自动化。

29.4 隔行如隔山？我倒要看看山有多高

隔行如隔山，线体的全流程自动化规划并没有像我当时预期的那么顺利。把设备调试稳定、保证产品质量还远远不够，工业工程、精益、产品工艺、产品设计等陌生的领域也是实现全流程自动化建设不可或缺的部分。人机如何协作才能保证自动化投入效益最大化，产线如何布局才能精益化，产品如何设计才能可自动化，核心工艺参数如何数字化，这些主题贯穿了这几年无线产品制造车间自动化的推进与建设。“世间无难事，只怕有心人”，陌生的知识领域像一根根骨头，在这几年尽数被我吞咽消化。

万事开头难，自动化部门在艰难起步后也羽翼渐丰，团队逐步壮大，四条初步自动化产线在二零一五年底完成。经过 2016 年自动化与新产品设计融合，在产品前端构筑“天然”的自动化。2017 年年底从原材料入库，PCBA 加工、焊接，模块装配、老化、测试，到成品发货实现物流少人化，生产高度自动化并初步实现智能化的标杆车间顺利建成。

无线自动化标杆线间像一支梅花，得到了车间的认可与其他业务块的赞赏。沁人心脾的梅花香不是昙花一现，它绽放在严寒中，流淌着无线产品自动化团队几年来的心血，浇灌着自动化团队几年来的汗水。我们不会止步，实现自动化方案的低成本、小型化、智能化，实现人机协作的更优化，推广并打造整个无线产品高质量、低成本生产。对标“奔驰”“宝马”等业界标杆，学习标杆、

并超越标杆。让“华为制造”成为高质量的代名词是我们未来努力的目标和方向。我们将咬紧牙关，继续前行。

宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。

第三十章 原来当“网红”是这样的滋味

2016年7月，26岁的我从华中科技大学博士毕业加入华为制造部，做机器视觉开发。部门报到第二天就来活儿了：移动营业厅的手机，背面竟打着电信的LOGO！买到手机的同学不但怀疑人生，甚至怀疑买到了“假手机”和“山寨货”。

当然，这些不是假手机或山寨货，而是华为手机在生产过程中“盖戳”出错了，这样的事件对华为手机品牌影响很不好。当时也有严格的检测流程，每生产一部手机，都需要人工目检外观。但工作强度大，易疲劳，一双肉眼难免漏检错检。公司希望引入机器视觉来自动检测，防止不良品流出工厂。

由于之前并没有专职做视觉检测的同事，于是，我这个新员工就这样赶鸭子上架了。

30.1 女友来电，让我灵感闪现

机器视觉说来并不陌生，比如人脸识别、车牌识别应用已十分广泛。我做的机器视觉主要应用在工业领域，记得刚来时领导的鼓励：如果把制造比作人体，机器视觉就是火眼金睛，智能制造离不开机器视觉。

给设备装上“眼睛”，让机器“看见”，并非那么容易。我们找了很多设备供应商，起初都抱有强烈的兴趣，可听完我们的要求后都纷纷摇头。华为手机产品型号多、同一种型号材质多、同一种材质颜色多，供应商表示做不了软件算法。视觉检测设备的核心就是图像处理算法，如果没有软件，无异于雄鹰

没有翅膀，老虎没有牙齿。自力更生、自主开发整套视觉检测方案，成了我唯一的选择。

我从产线借了两个报废物料，搭建好了硬件实验平台，很快就设计出了一种图像比对算法，拍摄一张良品图像做模板，每次放入一部手机都与模板进行像素间的比对，比对后算法给出相似度分值，如果分值低于设定的标准则认为是 **NG**（不良）。问题这么容易就解决了？设备供应商只知道吓唬人，我心里还有点小得意。

可是随着实验样品的增多，我发现问题并不那么简单：检测结果常常不稳定。检测同一部手机上的图案，有时 **OK**，有时又报 **NG**。我这就纳闷了，明明是同一部手机，怎么会有两种截然不同的检测结果呢？

通过分析采集到的图像，我发现是光源出了问题。就像拍婚纱照一样，图像检测也得有专业的“打光”。但手机电池盖是有一定弧度的，如果两次放置的位置稍有不同，拍出来的图像就时亮时暗。一片黑的时候还怎么检测？但办法总比困难多。我重新设计了一种亮度自适应比对算法，该算法类似人眼的瞳孔。光线亮时瞳孔缩小，光线暗时瞳孔放大，并不会因为图像变亮或变暗而影响检测结果。

光线问题刚解决，新的问题又接踵而至。我发现有几类电池盖的图像质量非常差，检测结果再次变得不稳定。这类电池盖采用了磨砂工艺，任意两部手机的磨砂颗粒分布都不可能完全一样，因此待检测图像中存在大量随机噪点，就像人脸上突然长了很多麻子，机器认不出来了。真是“刚翻过了几座山，又遇到了几条河”，新的问题使方案再次陷入了困境。

晚上回到宿舍，我还一直惦记着这个问题，正当我一筹莫展时，手机响了。原来是女友找我视频聊天，告诉我送她的华为手机到了。视频中我发现她比从前漂亮了很多，痘痘也不见了。原来华为手机使用前置摄像头时自动开启美颜模式，人像变得美白清晰！这时突然一个灵感从我脑海中闪现，为什么不能对手机电池盖图像进行“美颜”呢？第二天回到实验室，我查阅了美颜算法的相

关论文，编写了一种高效的图像滤波增强算法，给图像“美颜”，把一脸“麻子”抹掉。重新实验了磨砂电池盖，图像噪点消除了，检测稳定了。

30.2 催命的“十道金牌”

经过三周的代码编写和测试，整机软件第一个版本开发完毕。我联系了终端车间三条产线进行试用验证。“新手”上战场，难免出问题。有时软件死机，有时控制器没反应，有时相机掉线，有时报警灯乱叫，各种莫名其妙的问题，经常按下葫芦起了瓢。

有一天出了问题，我从南方工厂 B 区坐穿梭车赶往 C 区处理，短短十五分钟的路程，现场打了十个电话，真是“十道金牌”呀。刚到现场就被工艺的、质检的、生产的同事团团围住，工段长大声吼道：“能不能搞好，搞不好叫你们经理来搞，再搞不好让你们部长来搞”。当时真被那阵势吓到了！我询问了情况，原来是临时排产了一批国外手机，按照所在国的法律，手机背面印了型号、制式、环保属性等大大小小十几种图案，每一项都要检测是否正确。技术员吐槽到：“你的软件这么复杂，这么多图案要检测，让我怎么用”！原来软件界面上密密麻麻的视觉参数，非专业人士难以下手。为了快速解决问题，5 分钟内我配置好了参数，生产恢复了正常。

那天我意识到：生产线就是“印钞机”，停线一分钟就要损失 X 万元，耽误十五分钟那就损失了几十万元。这就像救火一样，能抢一分钟是一分钟，能抢一秒是一秒。必须要给出一个长期解决方案，容不得丝毫懈怠。回去后我优化了算法，可以自动计算大部分参数，需要手动设置的参数也给出了参考范围，简化了操作过程中对专业知识的要求。中午作业人员休息，我提前借好物料，争分夺秒的实验和收集数据，晚上修改代码，终于推出了适合技术员使用的软件。

“对自动化设备开发部 LOGO 检测设备异常频发的红牌通报”，2017 年 3 月 16 日，早上一上班就被一则醒目的邮件惊到了。原来是几条产线频繁报

NG，但实际是良品。设备不是一直都运行良好吗？即便是有机械和电气故障，现场维护的兄弟也都能及时处理，怎么突然就被红牌通报了呢？

起初我认为是图像处理算法错误，后来发现即便是图像质量非常好也会误报。为了弄清原因，我在生产一线蹲点了一周时间，深入了解各种情况，经过调研分析，梳理出设备异常的主要原因。原来相对于两个月前，工厂生产的手机型号发生了较大变化。同一细分型号的来料，图案大小、字体笔画粗细及间距都存在一定差异。

图案大小和字体笔画粗细及间距的细微变形，都是符合外观标准的，并不影响客户的感知。但这种无规律的变形难以用具体的数字量化，在保证不良品百分百拦截的前提下，如果仅仅调节现有算法的参数，根本不能解决问题。既然传统方法能力有限，为什么不改变固有思维寻求新的技术呢？还好我们部门就是一个技能“百宝箱”，既有做机械的，软件的，也有光学的，更有 AI、大数据的。这相当于在一个部门就打造了一支高精尖的智能制造团队，这在其他公司是很难想象的。

带着问题我找到了吴博。吴博是海归专家，他说可以将设备看成是调皮的小孩，有时经常犯错误，很难用具体的数字告诉小孩应该怎么做。但可以通过不同的学习榜样教育他、引导他，通过不断学习，他就可以成为一名优秀的学生。

讨论完后，吴博发给我一篇机器学习的文献，读后我深受启发。结合工厂的作业特点和华为产品的形态，提出了学习型缺陷检测的策略。如果现场确认物料没有问题，设备误报了 NG，可将该图像标记为良品，并追加到良品学习样本库。随着样本的积累，检测变得越来越准确，机器具备了学习能力，误报率自然大幅度下降。

就这样一点一点的优化、改进，完成了 164 项改善任务，最终将检测误报率从 10% 以上降低在 2% 以内，满足了产线需求，解除了投诉红牌。后来，手机 LOGO 检测设备实现了全面复制和推广。现在每部手机都必须经过我的软件检测，“假手机”事件再也没有发生过。

30.3 我像个“网红”，火了

新人初来乍到，别人不认识，生产线有需求也不知道找谁去。这种情况下，我不能像刘备似的，一会儿找袁绍，一会儿找曹操，必须主动出击，先把荆州抢过来再说。

于是我揣了一大叠名片，到生产线当起了推销员，“有视觉图像方面的需求可以找我。”一大叠名片发完后，不仅终端制造找我，其他各类产品制造部门也陆续有需求传递到我这边。

渐渐的，越来越多的人找到我，“自动化设备开发部有一个张步阳博士，做视觉的，有需求就扔给他。”突然间我像个“网红”，火了。但毕竟我只有一个脑袋，两只手，每天不吃不喝不睡也处理不来这么多需求啊。于是，我们花了一年的时间，做了一个视觉工具平台。

机器视觉听起来“高大上”，但归结起来无非是图像采集和图像处理。视觉工具平台就是为了实现这两个过程的标准化和通用化而打造的。图像采集就是使用相机对目标进行拍照。但是相机种类繁多，有彩色的、有黑白的、有 USB 的、有网线的，不同相机厂家的软件协议各不相同，真可谓“七国八制”。业界普遍的做法是尽量采用同一品牌的工业相机，避免过多的适配开发。但是弊端太大，如果遇上供应商缺货，将直接影响项目交付。长此以往，相机厂家变成了“大爷”，服务越来越差，价格却居高不下。根据华为制造的业务场景，我制定了一套采图协议，实现了采图逻辑与相机硬件的解耦，国内外厂家纷纷加入“张博协议”。公平的竞争机会，使相机供货价大幅度降低，甚至降到以前的一半，在为公司节省了开支的同时，进一步丰富了机器视觉在华为的应用场景。

在此基础上，我们对所有的视觉需求进行了梳理，并总结为：定位、测量、检测及识别四大类应用场景，开发了 50 多种通用的图像处理工具。每一种工具

相当于手机应用商城里的一个 APP 小程序。有了它，人人都是视觉工程师。通过下载不同功能的“APP”并进行简单的组合，无需编写代码，就可快速完成视觉系统搭建，即便是生产线的操作人员也可以轻松上手。

现在我们部门每年交付 1000 到 2000 台自动化装配与检测设备，每台都搭载了视觉工具平台。这个牛我相信可以吹一辈子：松山湖华为工厂生产的每一个产品都是由我的视觉工具引导装配完成的！

30.4 手不“抖”，眼不“花”，脑子清楚了

华为产品越来越精细，标准越来越严格，对制造技术提出了更高的要求。2019 年，我们遇到了一件相当棘手的事。那是一个芯片封装项目，我们给机械臂加上“眼睛”，让机械臂能抓起一个微小的传感器，并放置到另一个器件上。产线误差要求是 20 微米以内。不仅如此，每次都要求放在中间位置，不能这次是 1 微米误差，下一次是 19 微米误差。虽然 1 微米和 19 微米误差都不会对产品有影响，但华为制造就是要求这么严苛，要最大程度确保产品生产的稳定性。这种微米级别的精度要求，我们此前从未碰到，参数优化等手段全部无效。搞了两个月，怎么改进都达不到指标，最后产品线甚至连物料也不再给我们提供了。

团队里有的成员也打了退堂鼓，认为根本做不出来。但在我眼里，这又不是遇上了摩尔定律极限，只是个工程问题，怎么会做不出来呢？我打算挑战不可能，将信将疑的同事也被我拉着继续干下去。这个问题的难度在于，我们压根找不到原因。“眼睛”明明看得挺清楚的，怎么就会出现偏差呢？

我们一步步剖析，发现不能只盯着图像视觉这一点，得系统分析。这就像人一样，眼神虽然好，但手哆嗦也不行啊。我们认为机械臂在运动控制上有问题，放置东西时会“哆嗦”。我们找了自动化机械设计的专家，对机械臂的抖动做了抑制，不再“哆嗦”。光学上也做了优化，此前的光学设计不合理，它要求的是 5.0 的眼睛，结果我们是一个近视眼。在此基础上，我们综合运动控制、光学上的误差，做了算法上的适配。

最终手不“抖”了，眼不“花”了，脑子清楚了，结果变得很稳定。

30.5 做“顶天立地”的学问

其实，我之前并没有打算来华为。我研究的机器视觉比较前沿，国内制造业普遍处于中低端，我深怕没有用武之地。本打算博士毕业后继续攻读博士后，多发些论文，出来当个老师。如果那天没有去听华为的招聘宣讲会，我现在应该是“张老师”，在三尺讲台前口沫横飞，一边讲段子一边传道授业。

但华为改变了我的看法。华为既有精益生产、智能制造、精密制造等理念和前沿研究，也有足够多的业务场景让我们实战，更有跟我专业百分百吻合的岗位让我发挥。所以听完宣讲会后，我就下定决心要到华为大干一场。还记得当时跟导师提出要到企业去时，他很支持并告诉我说，华中科技大学有一种精神叫顶天立地，做学问既要做最前沿的、顶天的学问，也要能接地气，把学问用到实际中去。

现在国内做工业机器视觉的公司，很多是基于 A 国的一个算法库来开发的。这个算法库类似于手机的安卓系统。2019 年，我们也开始自研底层的算法库，打造工业机器视觉的“鸿蒙”。

“想飞上天，和太阳肩并肩，世界等着我去改变。想做的梦从不怕别人看见，在这里我都能实现。”三四年过去了，我庆幸当初的选择。学有所用，华为使我成为了一个顶天立地的人。

第三十一章 我和日本客户有个“不美丽”的约会

作为一个华为人人都知道，日本客户对交付和质量的要求，是出了名的严苛，攻克日本客户需要付出极大的成本和精力。所以一个产品是否需要花这么大的代价开拓日本市场，研发、制造、一线等多领域之间分歧不断。即便如此，不少产品线相继对日本市场发出了挑战。与日本客户的合作，不仅是经济上的收益，更多的是日本客户对问题的吹毛求疵和对质量的精益求精，与他们的合作，

让我们能够更好的认识到自己的不足，在不断的挑战与完善自我之中，能够让我们的产品，更上一个台阶，达到一个新的高度。虽然前景很美好，但是很多相关人员并不是那么希望与日本客户正面接触，而与日本客户的交锋，更是被他们戏称为与日本客户的一个“不美丽”的约会。

31.1 心仪的“女神”，可是很挑剔的

2013 年，华为能源产品开始寻找进入日本市场的机会，当时试图攻克的一个客户，就是日本 KDDI 客户。在这里不得不给大家介绍一下这个 KDDI 客户，KDDI 是在日本市场经营时间最长的龙头电信运营商之一，这个客户在业内以要求严格，甚至苛刻出名，集众多日本客户之“变态”于一体。其实在当时，日本市场对能源产品的需求并不大，我们的产品主要销往欧美市场，所以对于攻克这个市场，我们内部也存在很大分歧。有人坚持稳扎稳打，继续稳固其他市场，做好做强；也有人认为日本市场容量虽小，但是日本客户的高要求代表着高端市场的存在，代表攻克日本市场将意味着我们产品的市场份额已扩至最大，打开日本市场是整个产品线向最好最强发展的信号。

经过多方 PK、决策，最终结论是，干！李建国总甚至向我们部门提出了要求，我们不仅要打开日本市场，还要通过跟日本市场的合作，以日本客户的要求为基准，整体提高能源产品的交付和质量。领导们斗志昂然，我却是心里拔凉拔凉。因为我负责的一次电源产品，很幸运……却又是很不幸地被选中成为打入日本市场的第一炮。

幸运的是，挑战代表着机遇，机遇代表着绩效，绩效代表着升职加薪。在华为，谁不想升职加薪，谁不想获得事业的成功。我负责的一次电源产品在当时作为能源的起家产品，是整个能源线做得最好的产品，正因为如此，领导们才对我这个产品寄予厚望，希望能来个开门红，这个产品如果能够顺利打入日本市场，将是华为能源产品在全球市场拓展史中一个极其重要的里程碑。不幸的是，当时我们虽然没有跟日本客户正式打过交道，但是日本客户的“变态”在兄弟产品线传得神乎其神，让人心生畏惧。面对这样的客户，不想首战交锋就被 KO 那就必须严阵以待。当时我们的产品从研发、制造、一线多个领域，

从上到下组织了一个日本质量保障组，为的便是满足 KDDI 客户对质量的高要求。

来自 KDDI 客户的第一次挑战，便是由我来组织一次电源产品的场验。其实，场验对我们 NPI 并不陌生，就其他客户而言，场验无非就是从研发测试、来料管理，再到生产制造，全流程扒开来展示给客户，展示的是我们想要给他们看到的東西，讲解是我们想要他们听到的东西。特别是 NPI 主导的场验，我们只需根据研发提供的场验报告，再次给顾客展示一遍，一般顾客在这种场验中并不会提出过于苛刻的问题和要求，较为轻松。然而这次面对 KDDI 客户的场验，我却不敢丝毫放松。在正式场验之前，我多次向跟 KDDI 客户打过交道的其他产品线兄弟请教、学习经验。他们这群过来人看到我这副如临大敌的模样，同情之余也不免开起玩笑：KDDI 客户虽然苛刻，却也不是无理取闹，只要你准备好了，跟他们制定好标准，达成了他们的要求，他们也是挺好说话的。别把 KDDI 客户当成“如花”望而却步，明明是个知书达理人人向往的女神，你想追求人家，还不允许人家挑剔点呀？唐伯虎点秋香都要使出十八般武艺呢。所以，别把和日本客户的业务接触当成一场严峻的战役，想象成一场和女神的约会，岂不是浪漫多了。

31.2 跟女神的第一次约会，再多准备也不为过

曾经搞定过“女神”的哥们现在明显是坐着不知站着的我腰疼，净说风凉话。然而我却不得虚心接受他们的谆谆教诲，顺便再从他们那儿挖走“追求女神”的成功经验。

我召集我们产品的技师、工艺组成了一个 KDDI 场验小组，多次深入学习其他产品线日本 KDDI 项目交付总结。通过几个项目的深入分析，我们知道日本 KDDI 客户对质量的要求真的前所未有的严格，他们对质量的目标可以说是零缺陷。从案例分析中，我们也总结了日本客户的特点，他们善于钻研，不会放过任何一个问题，对每个问题都刨根问底；而且他们希望合作方信守承诺，

跟他 KDDI 客户的任何交流结果都需要形成记录，白底黑字，然后必须按照承诺办事。我从兄弟产品线的兄弟那里获悉，日本客户甚至会拿着一两年前产品发生的问题及其材料和他们核对，所以，如果作出了承诺，务必一言九鼎。

日本客户的特点和对质量的严格要求，意味着我们与他们的每一次交锋都马虎不得，必须方方面面，每个细节都做好准备。

在产品开发初期，我们就参照 KDDI 的标准，在一般客户的场验 checklist 上增加了十余条的补齐，并针对日本客户制定其专用的制造方案。从产品开发阶段开始高度重视，时刻与研发人员保持信息交流，及时跟进产品的改善，需求的落实。在场验准备阶段，我们准备了详细的场验路线和预演方案，小组内多次模拟演习，甚至请来部门内其他产品的工程师，帮忙发现问题，提出疑问，以期全覆盖日本客户可能会提出的质疑。针对这些问题，我们分门别类，做好详尽的解释和澄清。

相较于其他产品的场验，我们这个产品的准备似乎早已充分，但是我仍旧提出了一直所担忧的一个问题，日本客户的严苛众所周知，我们都知道他们关注细节，刨根问底，那么，我们现在所做的这些准备，是否正好对上他们的关注点，如果不是，我们努力再多也是白费。唯有知己知彼，方能百战不殆。因此，是否需要在 KDDI 正式场验之前请来日本供应链的同事进行一次模拟场验？因为他们作为日本当地的供应人员，对日本客户有多方的接触，相较我们有比较深入的了解。当时有人提出了反对意见，邀请日本供应链的同事不是一件简单的事情，并且这种操作太耗时耗力，最重要的是，我们都没有与日本客户正式打过交道，大家对于传说中的日本客户是否太夸大其实？反对者们认为，我们的准备已足够充分，只要客户不是来找茬的，我们有足够的能力与信心可以让其满意。这样的看法，并不能让我认同，我对此表示忧虑。因为我们不曾真正和日本客户打过交道，所以谁能保证，日本客户对于产品要求的严格，是严格到什么程度？我们认为的准备充分，万无一失，真的就是如此？会不会只是我们依据过往经验过早下了结论，在一些我们没太注意到的地方，会不会有所疏漏？如果真出现这种情况，又该怎么办呢？幸好经过多方讨论，我们最终仍旧决定邀请日本供应链的同事举行一次模拟场验。根据其他产品线兄弟的“约

会理论”就是，跟女神的第一次约会，再多准备也不为过。然后，我清清楚楚地记得模拟场验那天，我们在日本机关同事的一个个质疑下溃不成军。

我们邀请的两位日本供应链的同事看起来都相当温文尔雅，思及都是华为自己人，而且我们的准备足够充分，当时的我充满信心。模拟场验那天，我总结了几次演习的经验，开始重点演示和宣讲。一开始两位日本供应链同事提出的问题均是一些澄清类或建议类的问题，那些问题我们在演习中都有提前识别，所以能够轻而易举地给出完美的答复。大家不由庆幸，且忍不住沾沾自喜，心道日本客户也不过如此，之前果然过虑了。却在此时，这两位温文尔雅的同事就突然化身迫击炮，一路火花带闪电向我们小组几个人抛出了十来个问题，直接把我们轰傻了。直到现在，我仍旧清晰记得当时我的团队成员相继投来的求助眼神。我能怎么办？我也很绝望啊。

我有过多次场验组织的经验，以往客户提出的问题我们基本都能够现场给予解答和澄清，NPI、工艺等制造部门无法解释的比较专业的产品问题，也基本会在场验过程中电话联系相关产品研发人员给予回答。但是在这场 KDDI 客户的模拟场验中，我们选择了在场验后第二天组织一场正式的澄清会。澄清会举行之前，日本质量保障组所有成员开始准备问题的澄清。技术层面的问题，由研发给予解答，而制造方面的问题，绝大部分都超出我们之前的预想和准备。虽然日本客户在产品质量 checklist 上跟其他客户项目一致，可是他们明显更注重细节，且要求严格。比如条码打印，一个字母清晰度易于其他字母，他们会问为什么，怎么改善；比如内存 PE 袋，其他产品的质量标准是破损区域不得大于 50X50cm,而日本客户要求不得大于 30X30，这些是我们之前都未考虑到的。白纸黑字满满一页的问题梳理下来，我们不由得庆幸提前邀请了日本供应链同事准备这一场模拟场验。

第二天的场验澄清会如期到来，走进会议室的我仿佛将要面临三堂会审，新鲜刺激伴随着没来由的紧张情绪，一直跟随者我。打印好的问题 checklist 分发到两位日本同事手里，包括问题的分析、措施、以及后续解决方案。一场澄清会满满当当四个小时下来，场验中提出的问题终获他们认可的答复，所有人确认了讨论细节，修改了文档，最终现场打印并所有人完成了签名。澄清会结

束，两位日本供应链的同事表示对这次的场验结果非常满意，但是同时也表示日本客户对质量的目标要求是零故障，无止境的质量改善，他们在这次场验中提出的问题只是部分，后续还需要大家继续识别新问题和改善，做好这个产品，为我司继续拓展日本能源市场开一个好头、做一名合格的急先锋。

31.3 攻陷女神还是一个体力活

KDDI 客户的场验如期而至。之前充足的准备和日本同事成功的模拟场验，给了我们很充足的信心，场验的整体节奏在我们的掌控中，有条不紊的进行着，眼看就要圆满结束，日本客户突然提出的一个问题，杀得我们全体人员一个措手不及。

他们在实践拔插的过程中，提出拉手条在操作时有阻涉感。这是一个极具主观色彩的问题，因为每个人使用喜好和习惯的不同，对于插拔手感松一点或紧一点的要求不同，所以很难界定，这个是否属于质量问题。一次电源模块是面向全球百万级发货的产品，在此之前，已面向全球逾百万的客户发售过该产品，但从未有客户就此问题进行过反馈。

然而，既然日本客户提出了这样一个问题，我们还是必须认真对待，经验告诉我们，绝不能用“其他客户不觉得拔插松紧程度是问题”这样一个理由来搪塞日本客户，否则结局将是前功尽弃。但是如果说服不了日本客户，这个问题最后被判定为质量问题的话，那么，相较于欧美市场标准下产品检验一次通过率 98%，在 KDDI 客户要求的条件下一次通过率仅为 30%。这样一个摆在我们面前的难题，我们不得不去面对，但是如何解决这个问题，又是路途崎岖，困难重重。经过实物分析和结构仿真，我发现这个问题通过模具修正的可能性较低，因为通过模拟客户操作感知发现系统精度要求高于当前模具精度，并且采用修模方案的话在时间上也来不及。谁也不曾料到，小小的拉手条问题，最后却成为了整个项目交付的“拦路虎”。

但是，不论如何艰难，我们还是不得不去想尽办法，迎难而上，竭尽全力去解决拉手条的问题。在一次讨论中，我突然灵机一动，工具和设备做不了的

事，有时候人工是可以办成。既然人工能够感知，那么是否能够通过人工来修复？在这紧急时刻，我立刻召集了产品相关成员进行了多方讨论，综合考虑2012、结构开发等周边部门的意见后，我决定临时采用手工修复塑胶件的方式解决本次交付的“拦路虎”。战鼓响，召令下，迅速拉通有相关经验周边领域同事组建了一个八人手工小分队，奔赴到EMS生产现场。

不是第一次来到EMS生产现场，却是第一次以一个作业者的身份在EMS生产现场“干苦力”。相对于我们小分队其他成员的无奈，我个人倒是摩拳擦掌、跃跃欲试。在华为的工作日常，不是各种停不下来的电话会议，就是坐在办公位前绞尽脑汁地做胶片，久坐使我腹肌变肥膘啊！所以纯粹的体力活也不失为一次有趣的体验。然而刚走进我们协调到的场地后，我的表情也变得同其他成员没什么不一样，生无可恋。

热！是我的第一个直接感受。刚走进这个场地就仿佛置身于一个火炉，热气铺面而来，不到一分钟，汗水就糊了我一脸。我四处看了看，没有空调，几米远的地方有个老旧的吊扇慢悠悠的转着，发出磨人的吱吱声。吵！不知哪儿发出的轰隆隆声音让我不得不作出第二个评价。我看到小伙伴嘴唇翕动，不知道在说着什么，我有种错觉我跟他们处于不同的空间。我努力想透过他们的嘴型看出他们说了什么，只觉得脑壳开始抽疼。然后就是挤，这是我对这个产地做出的最后一个评价。环绕的包装箱中空出一块小小的空地，我情不自禁地看了一下我们的8人小分队成员，非常怀疑这点地儿能不能同时容得下我们几个身宽体胖的老爷们。

环境再恶劣，也没能打击我们的干劲。首先是第一个样品场成型。修复拉手条是一项细致的活儿，我们从实物着手、反复测量数据，发现模块只要修正0.5毫米，0.5毫米是什么概念？也就是说在切割和打磨过程中，需要你使出吃奶的力气就绝不能使出吃瓜的力气。确认数据后，开始选择刀片和打磨用具，切割和打磨方案也需要通过一次次测试。八人小分队反复使用刀片切割调校、检验、装配后复检，两个小时后终于“打磨”出一个日本客户所谓的完美手感的拉手条。我记得那个时候每个人都像从水里捞出来的一样，汗水在白色的厂服下一道道往下淌，手中更是湿滑得仿佛拿不稳工具。工具和方案确定，接下

来就是批量复制。坚持至凌晨 5 点，终于完成了首批拉手条的修复工作。完全收工的一瞬间，大家累得瘫坐在地上，根本无法顾及地上脏乱，也无法顾及远处是否有摄像头。每个人看着都是狼狈不堪，但是还有闲情开玩笑，攻陷女神，真是一个体力活啊，单身的兄弟们，以后找个凑合点的就行了！大家都哈哈大笑起来，我看着他们每个人脸上的喜悦，特别想用手机记录下来，那是我永生不会忘记的一个画面。

次日，经正常生产检验流程全部合格，产品直通率达到 96%。我们向日本客户汇报了后续修正 0.5 毫米的磨具的方案，同时对所有的因素做了系统的排查，同步发现了三个潜在的操作问题。日本客户对此次场验表示非常满意，并且表达了希望与华为合作的长期愿望。经此一役，我为能源后续的日本项目交付完美地“打了一个样”。

结语

日本客户犹如最挑剔的约会对象，约会的过程可能不美丽，但通过我们的努力，思其所思，投其所好，结果却可以很完美，携手共进，最终将达到双方的共赢！