

华为投资控股有限公司应用大数据分析在质量预警中的经验

摘 要

华为投资控股有限公司（以下简称华为）将产品质量作为公司立足之本，2008年建立了质量管理5层防护网拦截体系，并在2005年提出并建立了FDPPM（生产失效率）质量预警机制。随着华为业务的不断增长以及产品质量要求不断提升，原有的FDPPM预警已无法全面的分析现有质量数据，伴随着互联网+、大数据分析理念的广泛应用，华为自2013年起就在原有质量预警机制的基础上开展了依托互联网+、大数据分析的大数据分析质量预警研究，经过近3年的实践应用，现大数据分析在质量预警中的应用已对发挥了巨大的作用，有效预防了质量事故的发生。

华为制造大数据预警全景图由五个部分组成：1. 质量监控预警管控理念及方案；2. 依托工业4.0的智能测试及数据采集硬件装备；3. 质量数据IT语言标准化机制；4. 运用大数据分析的技术应用平台；5. 质量问题处理快速响应机制。系统梳理并识别产业链的CTQ因子：建立了从供应商物料关键因子自动化检测数据采集，IQC来料测试项，测试结果监控、生产各环节自动化测试、生产各环节质量数据采集、OBA检测结果IT系统管控、市场质量表现数据采集分析的闭环数据分析处理机制。并在各个环节建立了该环节预警警戒线，一旦该环节触发预警，则其他环节加严该物料的相关监控。硬件保证上：在物料供应商端针对物料的关键特性部署了华为自研的自动化测试设备，通过内置的软件实现对关键特性测试结果的采集；提升华为IQC来料检测自动化设备部署，针对自研装备可实现测试结果的实时上传，通用设备通过对设备端口的改造实现测试数据的采集；生产测试针对AOI、ICT、DDR等关键工位部署由华为自主开发的自动化检测设备。大数据分析应用平台由智能测试、精准预警、硬件生命周期管理三个子解决方案和DOS、JNN、HyperCube等四个核心技术平台构建。随着华为业务的不断扩大，80%以上的业务以外包模式运作，针对此特定的运作模式，构建了

以华为全球制造中心松山湖为数据分析中心，并延伸至全球各制造中心、EMS 外包厂的质量数据采集模式。通过华为中国制造中心与全球制造工厂的 IT 对接实现蜘蛛网式数据传输采集模式，对全球数据同时进行大数据融合分析，搭建了全球质量数据分析平台，可实现在华为中国制造中心预测全球物料、产品质量状况实时监控、预测。

一、企业简介

1. 企业基本信息

组织名称	华为投资控股有限公司		法人代表	孙亚芳
所属行业	通讯设备制造		行业编号	392
注册地址	深圳市龙岗区坂田华为基地 B 区 1 号楼			
通讯地址	深圳市龙岗区坂田华为基地 B 区		邮政编码	581049
组织负责人	孙亚芳	电 话	0755-28780808	
成立日期	1987 年 9 月	组织机构代码	74664525-1	
工商注册号	440301103097405	职工总数	17 万+	
组织质量目标	让 HUAWEI 成为 ICT 行业高质量的代名词			

2. 企业发展简介

华为公司成立于 1988 年，过去 20 多年，华为抓住中国改革开放和 ICT 行业高速发展带来的历史机遇，坚持以客户为中心，以奋斗者为本，基于客户需求持续创新，赢得了客户的尊重和信赖，从一家初始资本只有 21000 元人民币的民营企业，稳健成长为世界 500 强公司。2014 年，公司年销售规模达到近 2882 亿人民币。如今，我们的电信网络设备、IT 设备和解决方案以及智能终端已应用于全球 170 多个国家和地区，服务全球近 30 亿人口。

作为全球领先的信息与通信解决方案供应商，我们为电信运营商、企业和消费者等提供有竞争力的端到端 ICT 解决方案和服务，帮助客户在数字社会获得成功。我们坚持聚焦战略，对电信基础网络、云数据中心和智能终端等领域持续进行研发投入，以客户需求和前沿技术驱动的创新，使公司始终处于行业前沿，引领行业的发展。我们每年将销售收入的 10% 以上投入研发，在近 17 万华为人中，

超过 45%的员工从事创新、研究与开发。华为在 170 多个标准组织和开源组织中担任核心职位，已累计获得专利授权 38825 件。

华为积极致力于社会经济的可持续发展，运用信息与通信领域专业经验，弥合数字鸿沟，让人人享有高品质的宽带联接；我们努力保障网络的安全稳定运作，助力客户和各行各业提升效率、降低能耗，推动低碳经济增长；我们开展本地化运作，构建全球价值链，帮助本地发挥出全球价值，实现整个产业链的共赢。

我们深信：未来将是一个全联接的世界。华为与合作伙伴一起，开放合作，努力构建一个更加高效整合的数字物流系统，促进人与人、人与物、物与物的全面互联和交融，激发每个人在任何时间、任何地点的无限机遇与潜能，推动世界进步。

2014 年，华为构筑的全球化均衡布局使公司在运营商业务、企业业务和消费者业务领域均获得了稳定健康的发展，全年实现销售收入人民币 288,197 百万元，同比增长 20.6%。(如图 1.1)



图 1.1 华为公司 2010 年~2014 年营收状况

二、大数据质量预警的实践背景：

1. 华为公司质量战略目标

华为公司将质量作为立足之本，2008 年华为推出企业首席质量官制度。过去 20 多年来，我们一直坚持以“质量为企业的生命”，努力提升产品的质量和服务的质量，赢得了客户的信任，也构筑了华为今天的成功。

2015 年华为公司制定了公司未来的质量目标“让 HUAWEI 成为 ICT 行业高质

量的代名词”。为了支撑质量目标的实现，在质量目标的基础上，又提出了“以质取胜”的公司整体质量方针。秉承质量问题早发现早预防可有效降低质量成本的理念，华为公司质量预警机制应运而生。

2. 华为公司质量预警的发展

华为在 1998 年就建立供应商品质提升、研发质量监控、IQC 来料检测拦截、生产质量监控拦截、市场质量问题逆向分析改进 5 层质量拦截提升防护网；同时加强对各个领域质量体系不断完善；并在 2005 年由制造质量管理部提出并建立了 FDPPM 指标质量预警雏形，华为产品的质量也得到了不断提升，已处于世界一流水平，但随着华为对质量要求及技术能力的不断提高，华为产品对设计要求，来料品质要求越来越高，单板加工制造工艺也越来越复杂，这就对原有质量管理模式提出了更高的要求。同时随着业务不断增长，华为 80% 以上的产品是外包生产，制造工厂分布在世界各地，各制造工厂又都存在着海量的生产、检测、质量数据。各环节都会产生大量的质量数据，这些质量数据之间都存在着隐性的因果关系；且华为产品工艺复杂，生产过程中产生了海量的检测、质量监控数据。这就对这些海量的数据快速传输，快速分析就显得尤为重要。

3. 大数据在质量预警中可应用性分析

随着制造域技术要求不断发展，传统的制造质量管理模式已无法适应新的发展变化，华为公司在制造质量管理中应用当今广泛被应用的“互联网+、大数据分析”对质量管理进行指导提升。

“互联网+”的本质是传统产业的在线化、数据化，而“互联网+”的实现则需要依赖于海量数据的采集、分析、应用。结合华为制造的特点，无论物料供应商测试、IQC 来料检验测试、生产测试、市场质量表现，都会产生大量的质量数据。而无论是从产业链各个质量数据，亦或是生产测试环节，各制造工厂所产生的海量质量数据之间是一个个数据孤岛。无法有效将这些有着隐形因果关系的数据进行融合分析，导致生产质量问题发现周期长，无法及时在问题发生初期进行侦测识别，使小问题演变成大的质量事故，为此增加了返工、报废成本。

对于海量数据有用价值的挖掘、应用显得尤为重要。要对海量数据实现挖掘，数据的流动性是实现的基础条件。将产业链上每个链条上的数据实现在线化，数据

只有流动起来，其价值才能得以最大限度的发挥作用。“互联网+、大数据”分析对于数据的要求，正契合了华为近年来力推的工业 4.0 智能制造理念。如何更好的将智能制造中产生的海量数据应用于质量管理中，正是质量预警所要研究的。

三、方法内容

1. 质量预警的概念

质量预警的目的是在质量问题发生之前或之初，根据以往的数据或总结的规律侦测到质量潜在的问题，并向相关部门/人员发出紧急信号，报告已经发生/即将发生的事情。

华为的质量预警基于供应商、IQC 来料测试数据、生产测试环节的数据进行拉通分析（如图 3.1）。并设定特定的门限值，一旦达到或超出门限值，系统就会自动触发预警，并以邮件的形式告警给负责的工程师。预警的形式及类别包括：1、单一器件失效数量预警；2、单一器件周期内 FDPPM 失效率预警；3、单一器件任务令内应用于不同产品上的 FDPPM 失效率预警。周期有周（7 个自然天），月度预警针对全流程的数据采集之后进行失效数量预警（如图 3.2）。

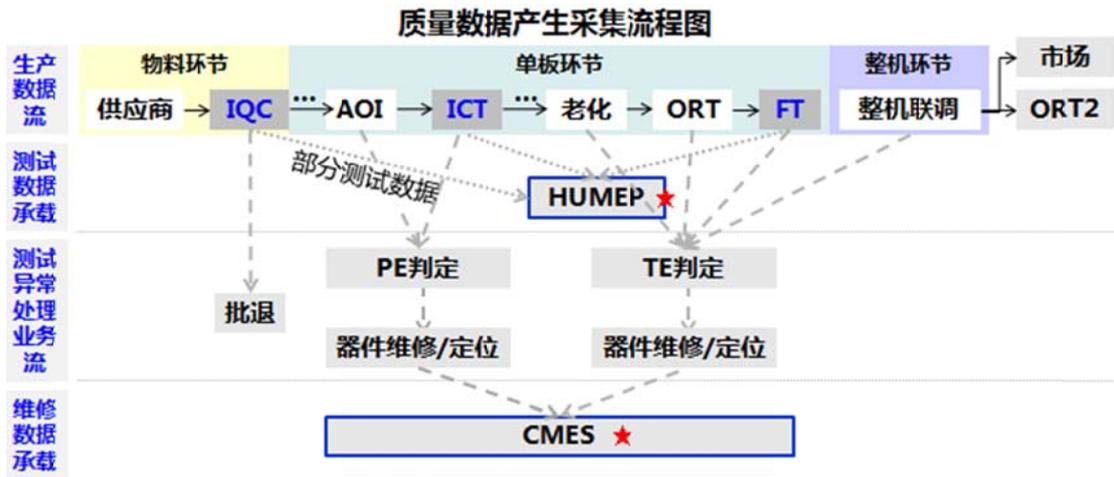


图 3.1 质量数据生产采集流程图

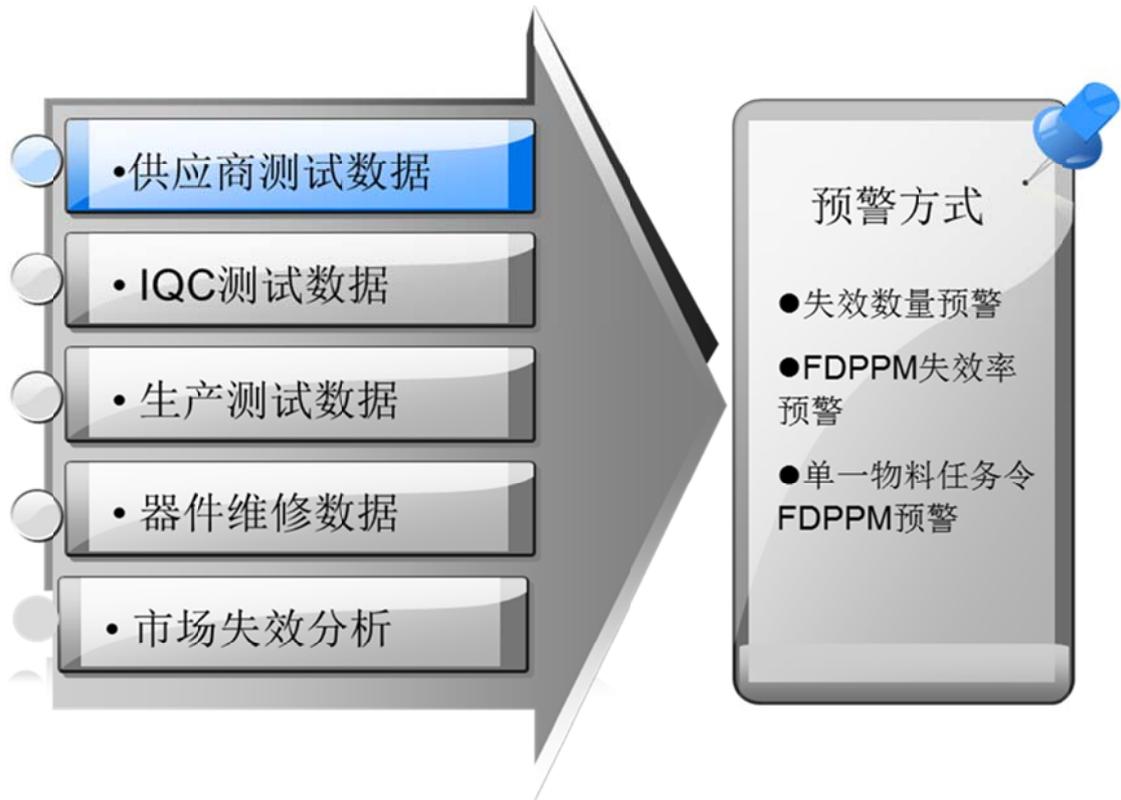


图 3.2 质量数据预警原理示意图

2. 大数据分析质量预警规划

综合大数据分析的特点，并结合华为制造的特点，规划了大数据分析在质量预警中的应用方式。

大数据质量预警主要分 3 个大的层面（如图 3.3）：1、质量数据采集应用基础：以工业 4.0 自动化数据采集设备硬件能力作为输入；借助于预警 IT 算法的开发实现对自动化设备所采集的数据进行逻辑处理；通过产业链上 CTQ 识别对自动化设备进行最优部署，并分析各个 CTQ 之间的逻辑关系建立恰当的预警数据分析算法。2、数据存储清洗：如何从海量的数据中挖掘有用信息，如果单靠人工的统计分析，已无法满足；并且人工的分析很难发现海量数据中的因果性、关联性。通过计算机语言的编辑建立 IT 化数据系统，对采集的海量数据进行关联性、因果性分析。3、数据的应用：数据采集、数据清洗的最终目的是要利用从数据中挖掘的有用信息进行实际的生产应用。而对于质量预警最实际的数据应用目的就是实现质量问题的提前暴露，提前识别质量问题的发生。应用层面需要明确各个数据输出环节的输出要素以及输出节点。系统分析识别了应用层面的各个环节：供应商来料 CTQ

监控、物料质量全流程监控、产品质量全流程监控、生产质量联动监控、市场问题实时反馈及监控。

通过明确质量预警基础输入点，同时规划数据的实际应用，最终确定数据清洗的逻辑算法 IT 化实现。这就是华为质量预警的 3 个层面。

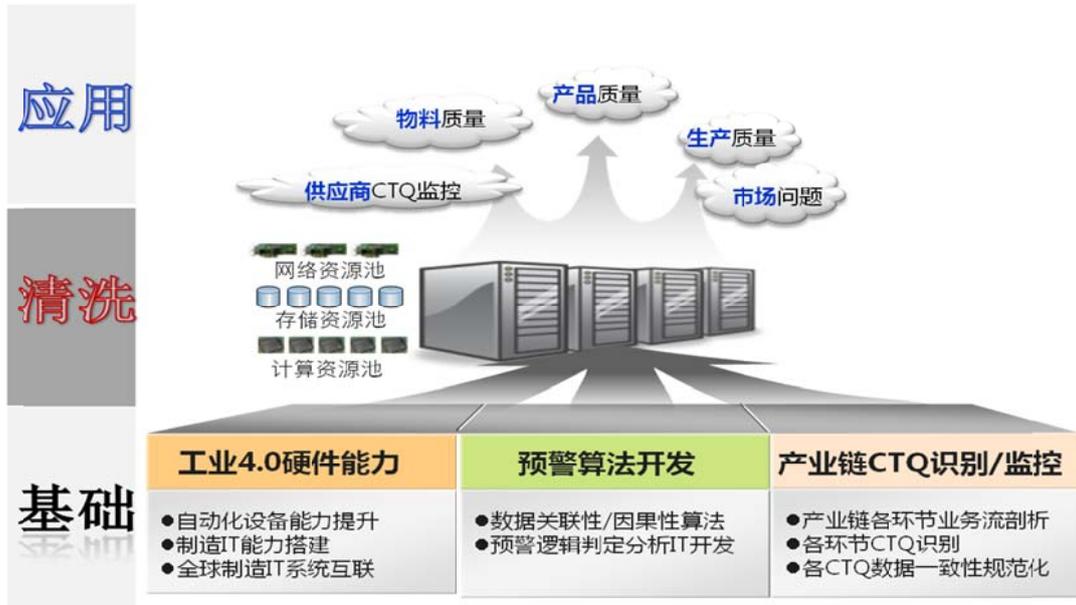


图 3.3 大数据质量预警 3 个层面

四、实施过程

1. 大数据分析在质量预警中应用开展方式策划

1.1 充分的前期调研工作

工作开始初期，调研分析了现有质量管理工作中的不足：现有质量管理方法大多都是依赖于事后解决，这样就导致质量成本的增加，且无法将质量问题在萌芽初期就解决。基于质量问题早发现，早拦截可将质量成本降至最低的理念，并结合华为公司质量管理工作中不足，提出了质量问题的预防拦截通过预警的方式开展理念。鉴于此质量管理的需求，找寻实现途径，结合现在被广泛应用的大数据分析技术，考虑将大数据分析应用于质量预警中。

1.2 项目组成立

在确定了质量预警的管理策略之后，在公司内广泛搜寻资源，成立了大数据质

量预警项目团队（如图 4.1）。该项目团队由高层领导作为项目 sponsor 以期获取领导层的支撑，并在各项业务开展遇到困难时由 sponsor 给予协调支持；项目组由 1 个整体统筹组、3 个业务支撑执行组组成，每个组都设定组长/副组长，以及小组执行秘书，组长/副组长协调本小组的工作策划等全项推行工作，执行秘书负责各小组业务的推动执行；整体统筹组负责大数据质量预警项目思路策划、项目整体分工以及进度评价，并协调项目执行与外界资源协调，由制造质量管理部部长担任组长；业务执行组 1 主要负责 IT 系统开发以及部分自动化测试装备的开发部署；业务执行组 2 负责数据追溯保证以及数据采集 IT 语言一致性保障，以及各个制造中心以及 EMS 代工厂的数据上传稽查等数据提取保障工作；业务执行组 3 负责项目应用的推广以及生产测试环节的数据 it 化采集。

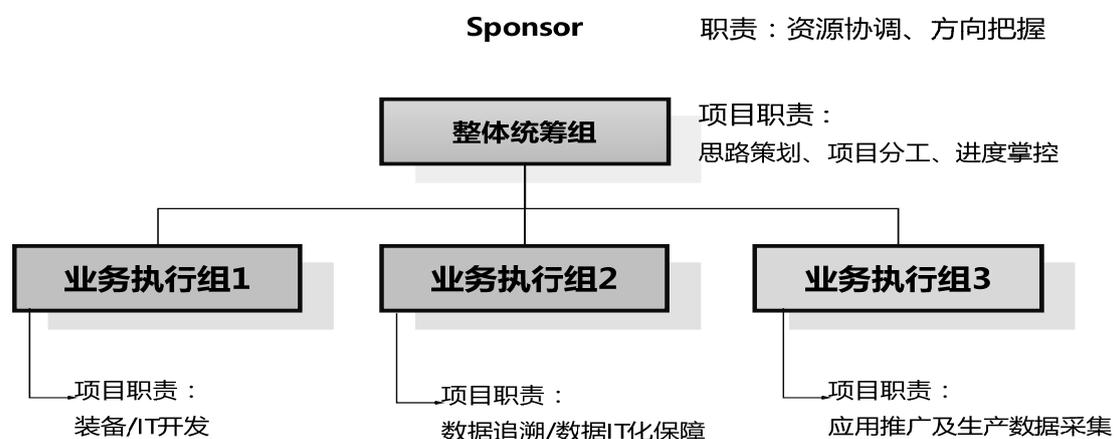


图 4.1 大数据质量预警项目组分工

2. 思路策划

首先在项目开始时，整体统筹组通过 workshop 讨论的形式，由各个需求以及应用单位一起研讨，采用脑力激荡的方式，收集各个需求单位在实际应用过程中的需求以及应用实施过程中的困难点，并在讨论会议中对各个困难点及需求提出了方案解决思路。通过研讨后，并最终确立了以大数据质量预警 3 个层面的思路为基础，建立适用于华为公司的质量预警 5 层架构。通过脑力激荡的 workshop 讨论，最终确立了以下大数据预警应用的几个概念及方向。

2.1 明确预警的概念

通过对质量预警目的等的分析，明确预警的一些特性，必须具有前瞻性/及时性、必须以大量的事实/数据为基础、告警需精准、同时响应处理需及时有效。通

通过对预警概念的剖析，明确质量预警的实现要素：1) 数据采集覆盖程度；2) 数据侦测/记录的准确性。

2.2 华为质量预警的5层架构

分析了实际业务的需求，并针对华为目前特有的制造模式，确定了可适用于华为制造的质量预警5层架构（如图4.2）



图 4.2 华为公司质量预警 5 层架构

第一层架构：横向的以器件→产品→市场应用为应用轴的全流程数据采集以及质量监控模式（如图4.3）。涵括：1、供应商端器件关键测试项目以及测试因子的数据采集以及质量监控；2、IQC 来料的检测数据以及各供应商质量表现的数据采集以及质量监控；3、生产检测环节的器件级、板级、产品级的测试数据采集以及质量监控；4、市场应用层面的器件以及产品级的失效分析后数据采集以及质量监控逆向分析回溯机制。通过供应商→IQC→生产→市场，形成全流程的数据采集应用。通过建立器件、单板、产品条码追溯，建立了各个环节之间相互的关联，信息互通。追溯的建立可细化到供应商/器件的颗粒度，其中部分芯片类器件可追溯到供应商生产该器件时使用的设备信息。通过全流程数据的采集，以及逐渐完善的条码追溯系统，为大数据质量预警提供的最基础的质量数据。此部分全流程数据原来由悍马自动化测试系统收集并储存分析。



图 4.3 大数据质量预警全流程数据采集示意图

第二层架构：纵向的全球生产质量数据采集体系的建立（如图 4.4）。由于华为目前 80%以上的业务为外包业务，生产测试的数据大多存在于各个外包工厂以及分布在全球的 5 大制造中心。而早期这些外包工厂以及全球 5 大制造中心的生产测试数据之间都是孤立的，无法进行统一的监测。

随着生产模式的不断变更，华为外购了生产数据监控系统 CMES 系统，此系统负责将各个生产环节的数据进行采集、存储、分析。各个生产中心，外包厂的生产数据构建以中国制造中心为数据分析监控中心，全球制造工厂为数据采集末梢的蜘蛛网式数据采集传输网络系统。

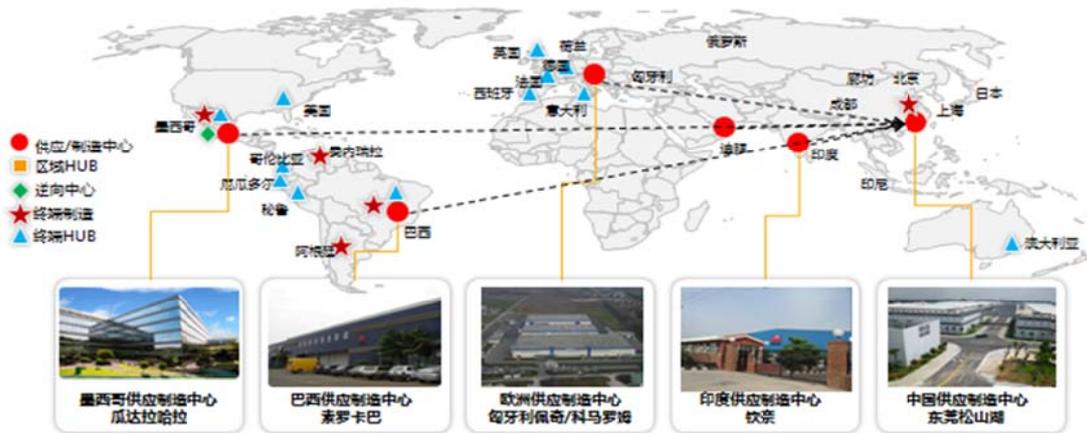


图 4.4 华为公司全球生产质量数据采集体系

第三层架构：纵向的全球生产维修体系的建立。为了快速及时的对生产中的失效品进行分析，建立了 24hr 线边维修机制。一旦生产测试出产品异常，失效单板/产品会及时的送往线边的维修点，可快速定位出失效原因：设备异常、操作异常、器件异常、单板异常。维修测试后的数据会在 24hr 内上传到 CMES 系统，作为生产测试异常数据。并且在全球各外包工厂以及制造中心都有设立线边维修工位。维修后的异常分类可按照工厂维度、物料供应商维度、物料族维度以失效数量、失效 DPPM 维度进行展示，供质量人员进行质量分析判定应用，并作为生产各环节针对该类器件抽测检验的调整依据。



图 4.5 按照各 EMS 维修厂区不良预警结果分析图

第四层架构：横向的全球市场返回品失效分析机制（如图 4.6、4.7）。针对返回品进行失效分析，并将失效分析后的原因进行记录，作为来料高风险抽检的依据之一。并针对市场失效品建立了运营可视化系统，月度统计市场失效的不良率表现，用于月度的监控某类产品、某类器件在市场上的表现。



图 4.6 按照各 EMS 维修厂区不良预警结果分析图

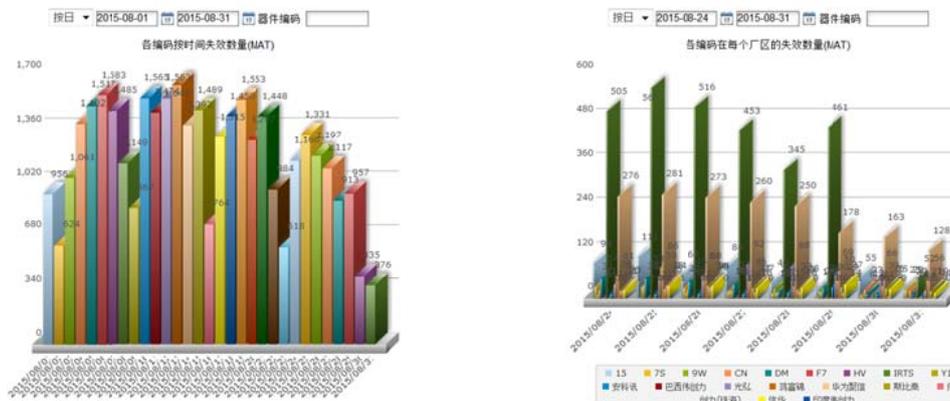


图 4.7 按照各编码维度建立的不良预警结果分析图

悍马自动化装备开发界面（如图 4.10）

HM-IDP2.0平台演示



图 4.10 悍马自动化装备开发界面

4. 数据采集及 IT 语言化介绍

为便于数据的采集以及识别，针对各个 EMS 工厂以及制造中心，制定了规范化的数据传输 要求，以确保数据 IT 语言化，保证数据标准化以及可采集化。

5. 全球质量预警系统全景图

在松山湖全球制造中心，建立全球预警中心（如图 4.11、4.12），实时监测各地生产质量状况。



图 4.11 全球预警中心分布示意图



图 4.12 全球预警中心悍马界面

五、实施效果

生产批量拦截情况：2015 年 1 月~6 月，运用大数据质量预警共触发质量问题预警 6196 起，发现问题 3733 起（包括器件、设计、工艺、操作、装备类），驱动改进 766 起，拦截批次隐患问题 198 起，触发隔离 53 起（物料以及生产）。在业务量增长 XX%的基础上，生产批量问题同比 2014 年改善 43.7%。

1. 经济效益

参考 2015 年上半年批量问题改善幅度及 2014 年返工成本，预估 2015 年可有效减少质量返工金额：4909.5 万 RMB。

2. 社会价值

提供一种质量管理的新思路，通过数据间的因果性分析，相关性分析，模糊性分析，有效践行质量早预防，早发现理念。

六、深化与推广

大数据应用是一个系统性的工程，仅用于质量控制预警领域，目前华为所做的也只是冰山一角，截止 2014 年华为的质量预警只应用于供应商来料测试、IQC 来料检测、制造生产制造监测，而针对对质量影响权重比较高的器件选型认证、

产品设计验证、产品小批量试制时的质量数据还未完全利用，这其中的数据还有很大的利用开发空间。

华为针对大数据质量预警的应用还只是开始，在大数据应用领域会一直不停歇的探索，继续深入研究相关性模糊算法。

表 6.1 质量方法创新项目成员表

姓名	所属部门	职务	主要职责
黄文源	制造质量管理部	部长	项目策划
孙冠军	2012 实验室测试装备部	部长	项目策划
陈诚	制造工程部测试工艺部	部长	落地和推广
袁林生	制造质量管理部	部长	数据准确性保证
李桂生	2012 实验室测试装备部	经理	开发和应用
余亚群	制造质量管理部	工程师	执行秘书/方法论研究
夏科	2012 实验室测试装备部	工程师	数据分析及算法

华为投资控股有限公司联系方式：

联系人：伍斌

电话：0755-28356912/ 28355158（传真）

邮箱：john.wubin@huawei.com

地址：广东省深圳市龙岗区坂田华为基地 A10-4F