



## 惠普喷墨系列打印机的供应链\*

布伦特·卡特尔 (Brent Cartier) 是惠普公司温哥华分部物料部门的特殊项目经理。这一星期是很长的一周, 看起来周末也会很漫长, 因为卡特尔要做一些准备, 在星期一和小组管理人员开会, 就喷墨打印机产品系列的全球库存水平进行讨论。即使很忙, 卡特尔也要花上一段时间, 骑上自行车 25 英里的路程去上班, 这样可以帮助卡特尔降低压力。

喷墨系列打印机于 1988 年上市, 此后成为了惠普最成功的产品, 销售稳步上升, 1990 年就销售了 60 万台, 约 4 亿美元。不幸的是, 随着销售额的上升, 库存也不断上升, 惠普的配送中心的货盘上充满了喷墨系列打印机。糟糕的是, 欧洲分公司声称: 为了保证各种产品的供货让用户满意, 要进一步增加库存水平。

每个季度, 来自欧洲, 亚太地区 and 北美三地的生产部, 物料部和配送部的代表们聚在一起, 讨论“我”这个话题, 但他们相互冲突的目标阻止了他们在同一话题上达成共识。每个公司有不同解决问题的方法。生产部门不想卷入, 声称这仅是“物料问题”, 但又不时指责产品的类型的持续增长, 分销公司的不满抱怨则来自预测的准确性, 他们认为不能仅仅因为温哥华分部不能制造正确数量的正确产品, 而让分销公司去跟踪和储存库存。欧洲分销公司走得更远, 甚至建议对额外的存储空间收费, 直接把空间反租给温哥华分部, 而不是把成本摊销在运送的全部产品中。最后, 布伦特的上司大卫·阿科迪尔 (David Arkadia), 温哥华分部的物料经理, 在上一次会议中对小组管理者的观点进行了总结, 他说: “这个来源于公司, 我们不能用这些非生产性的资产来运营公司, 我们必须用更少的库存去满足顾客的需求。”

布伦特看出目前主要存在两个问题。第一个问题是找出一种好方法, 既能随时满足顾客对各种产品需求, 又可尽量减少库存; 第二个问题更棘手, 是要在各个部门之间就正确的库存水平达成一致意见, 这需要开发一个设置和实施库存目标的持续方法, 并让所有部门在上面签字, 以便采纳。这并不是一件很简单的事情。欧洲的情况特别急迫, 布伦特的脑海中充满了他前天收到的传真图片, 上面显示了欧洲配送中心某些产品版本的产品可获得性水平正在下降, 但布伦特非常确信, 一箱又一箱的喷墨系列打印机在过去的几月里都运送到了欧洲。在布伦特的语音邮件中已装满了来自销售部门的令人气愤的信息, 可欧洲配送中心告诉温哥华它已经没有空间去储存温哥华的产品了。

布伦特停下了自行车, 走进公司大厦, 然后沐浴。早晨的沐浴是布伦特的惯例, 他可以趁机重新回顾一下当天的各种方案, 考虑不同的情况。说不定一项解决方案就会从脑海中跳出来。

### 背景

惠普公司由威廉·惠乐和大卫·普卡于 1939 年成立, 总部设于加州帕罗阿托市 (Palo Alto)。在随后的 50 年里, 公司稳步发展, 产品从电子测试测量设备到计算机及其外围产品, 后者成为了公司目前的拳头产品。1990 年惠普在全世界有 50 个运营机构, 收益 132 亿美元, 净收入 7.39 亿美元。

惠普的组织结构一部分由产品线确定, 另一部分由职能确定。计算机外围产品, 在惠普六大产品组中位居第二, 1990 年收益为 41 亿美元。每个产品组的分机构是该产品系列的战略事业单元。产品包括打印机、绘图仪、磁盘、终端、网络产品等。计算机外围产品组已经为其大多数产品确定了技术标准, 并进行了革新, 如在喷墨打印机和移纸绘图仪中采用了可回收的打印头。这些创新推动了外围产品组的成功, 同时外围产品组也被公认为具有寻找和高利润地开拓市场机会的能力, 其最成功的产品——激光打印机就是很好的一个例子。

\* 资料来源: Copyright 1993 by the Board of Trustees of the Leland Stanford University. All rights reserved. 本案例由斯坦福大学工业工程与工程管理系的 Laura Kopczak 和 Hau Lee 教授撰写。

## 打印机零售市场

1990 年全球共销售了一千七百万台小工作组打印机和个人打印机，大约销售额 100 亿美元。打印机零售市场紧密跟踪个人电脑的销售情况，这个市场在美国和西欧已经成熟，但在东欧和亚太地区，市场仍在发展中。小工作组及个人打印机几乎全部通过中间商销售，中间销售渠道变化很快，特别在美国。通常打印机通过计算机分销商销售，但随着个人电脑向消费产品的转型，越来越多的打印机通过超市、大卖场销售，如凯玛特和廉价俱乐部。

零售打印机市场由三个技术细分市场组成：点击式（40%），喷墨式（20%）和激光式（40%）。点击是最老的技术，被认为是三种打印机中噪音最大，打印质量最低的。在随后几年，随着打印技术越来越被喷墨打印机和激光打印机在各种应用程序中所取代（除各分式和宽带打印外），点击打印机的市场份额将下降到 10%。在 1989 年前，大多数顾客还不知道喷墨技术。但是，顾客已发现，喷墨打印效果几乎与激光打印效果一样好，而且价格比较可以承受，其销售额将急剧上升。在黑白打印机市场，最终何种技术将占主导地位，目前还有待观察，这主要要看两种领域内的技术发展速度以及相对成本价格。

惠普和佳能在 80 年代早期分别在各自的公司实验室内研制喷墨技术。关键的技术突破是墨的形式和可回收再用的打印头。惠普率先于 80 年代晚期引入可回收的打印头模式——ThinkJet 打印机，而佳能则在 1990 年才引入。

惠普主导美国喷墨打印市场，佳能则主导日本市场，欧洲的竞争对手包括爱普森，西门子，奥利维特（Olivetti），梅尼斯梅恩-塔利（Mannesmann-Tally），其中只有奥利维特于 1991 年引入可回收再用的打印头技术。一些点击式打印机公司也开始生产喷墨式打印机。

喷墨打印机很快成为通用产品。在两种速度相同、打印质量相同的喷墨打印机间进行选择时，最终用户越来越多地借助一些通用商业标准，如成本、可靠性、质量和可获得性来决策，产品的忠诚度在不断上升。

## 温哥华分部及其对“零库存”的追求

在 1990 年温哥华分部的使命书中写道：“我们的使命是成为在向办公室、家庭的商务个人计算机用户提供打印通讯设备的供应商中公认的、世界级、低成本、高质量的打印机领先者”。

温哥华分部，位于华盛顿州温哥华市，于 1979 年成立。惠普发现了向相对较新、发展快速的个人电脑市场提供个人打印机的契机。惠普把四个分部（科罗拉多州的弗特柯林斯市（Fort Collins），爱达荷州的伯艾斯（Boise）市，加洲的桑瑞尔市（Sunnyvale）和俄勒冈的柯费利市（Corvallis））的个人打印机业务合并到了温哥华。新的分部成为惠普外围电脑产品组的成员，负责喷墨打印机的设计和制造。

鲍勃·福恩库尔特（Bob Foncoul），温哥华最老的员工之一，现任生产经理，回忆道：“全世界的惠普公司拉动管理，最后落实到温哥华。没有紧密结合在一起的员工队伍，没有实施业务的紧密结合在一起的合作小组——这也许就是我们为什么对新观点如此开放的原因吧。”

制造部门很早就意识到，要在打印机市场获得成功，需要快速的制造流程和大批量生产。如果还是当前（1979 制定的）的 8 到 12 周的制造周期和 3.5 个月的库存，温哥华分部注定是要失败的，他们想从惠普内部寻找有关大批量流程的经验知识，却没有找到。惠普，作为一个设备公司，仅仅有一些关于使用批量工艺流程生产小批量、高定制化产品的经验。

1981 年年中的一天，两个温哥华分部的经理碰巧在飞机上与内布拉斯加大学的理查德·斯可恩伯格教授（Richard Schoenberger）和印第安纳大学的罗伯特·霍教授（Robert Hall）邻座。斯可恩伯格教授刚写了一篇名叫“驱动生产率的机器”的论文初稿，介绍日本采用的看板制造工艺。温哥华的管理者意识到了这种新制造概念的前景，罗伯特·霍教授则意识到了一个在美国试验其想法的机会。他们决定一道合作。

在一年内，温哥华把其工厂转换成了无库存适时生产（JIT）。库存从 3.5 个月下降到了 0.9 个月，生产周期也急剧下降，温哥华成为看板工艺的典范工厂。从 1982 年到 1985 年，两千多个惠普公司及其它公司的高级管理者参观了此工艺流程，温哥华分部让参观者于到达时在一个打印电路板原材料上签名，然后一个半小时后，把利用标准工艺和打印电路板制造

成的打印机交给参观者，此举给参观者留下了深刻印象。

但是，有一个关键因素被忽视了。鲍勃·福恩库尔特谈到：“我们都打扮好了，但却没有人领我们去跳舞。”温哥华还没有引进一种可以充分利用这种先进产品线的大批量生产产品，温哥华利用惠普最新的喷墨打印技术上引进了产品，但在任何新技术上，他们需要获得排除缺陷的经验。最早的模式，解决方案差，要求专用的打印纸张，在市场上成功的机会很有限。从1988年起事情有了转变。温哥华引进了台式打印机，这种新的模式采用标准纸张，解决方案提供接近每个字母标准的质量。这种产品的导入获得全面成功。由于制造工艺已经引进，并全面获得实施，所需要做的仅是：“启动开关”。惠普在喷墨打印技术方面的知识和实施，以及它的制造工艺的物流路线，帮助它获得成为喷墨打印机市场领先者的优势。

### 台式喷式打印机供应链

台式喷式打印机的供应商、制造商、配送中心、中间商和用户一道构成其供应链(图1)。惠普温哥华，在制造工艺中有两个关键阶段：(1) 打印电路板的安装和测试；(2) 总装和测试，前者包括电子部件，如应用程序专用的集成电路、只读内存、制造逻辑板块的打印电路板原料、打印机使用的打印头驱动板等的安装和测试。后者包括其它部件的总装，如发动机、电缆、塑料底盘、键盘、“外壳”、齿轮和打印电路装配，制造出一个可以使用的打印机，并对打印机进行最终测试，这两个阶段需要的部件从惠普的其它分部以及全世界范围的外部供应商处采购。

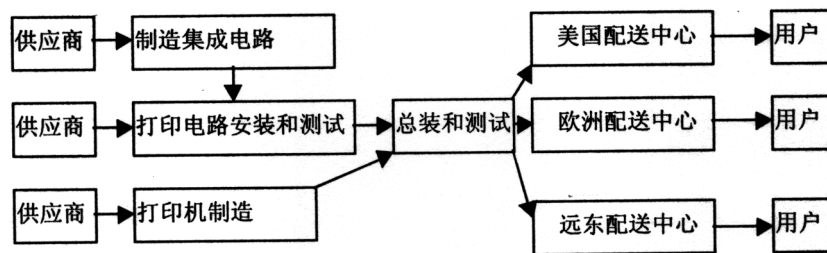


图1 温哥华供应链

在欧洲销售台式喷式打印机，要求对打印机实现定制，满足当地国家语言和动力供应的要求，这个流程称之为“当地化”。具体地讲，台式喷式打印机在不同国家的当地化包括安装正确的动力供应模块，这反映了要求有正确的电压（110 伏或 220 伏）和电源终端（插座），把其与可运行的打印机和一个使用恰当语言书写模块打包起来。产品设计是这样的：动力模块的安装和测试是最后的工序，所以打印机的当地化就可在工厂进行。因此，工厂的制成品包括向各个国家运送的打印机，这些产品分成送往三个配送中心的三组产品：北美，欧洲和亚太。图2 具体描述了物料清单和各种可行的选择。

送出的产品通过轮船运送到三个配送中心。在温哥华，部件和原材料的库存维持在可以满足生产需求水平，否则，在两个关键阶段间就没有大量的缓冲库存。管理层仍然坚持在工厂里最好没有制成品，这个传统在前面一节中已讲到。

从打印电路板安装到总装的整个生产周期大约是一周，从温哥华运送到座落在加州圣琼斯的美国配送中心的时间大约是一天，而送到亚洲和欧洲大约要四至五周。到亚洲和欧洲的运输时间很长，这主要是由于海轮运送需要清关，在海关入关处还要交关税。

打印机行业竞争很激烈，惠普计算机产品的用户（中间商）希望保持尽量少的库存，但是保持一定水平的最终用户可获得性，对他们而言也是很重要的。因此，惠普面临越来越大的压力，作为制造商，它要在配送中心为中间商提供高水平的可获得性，相应地，管理层决定以一种按库存制造的模式来运营配送中心，从而向中间商提供高水平的可获得性。在三个配送中心设置了目标库存水平，其等于预测销售额加上一些安全库存水平。

前面我们提到，温哥华对其是一个几乎零库存的工厂感到很骄傲。因此，与配送相反，

台式喷墨打印机的制造是以拉动生产的，生产计划按周设置，适时补充配送中心，维持目标库存水平。为了确保可获得性，对进入工厂的物料设置了安全库存。

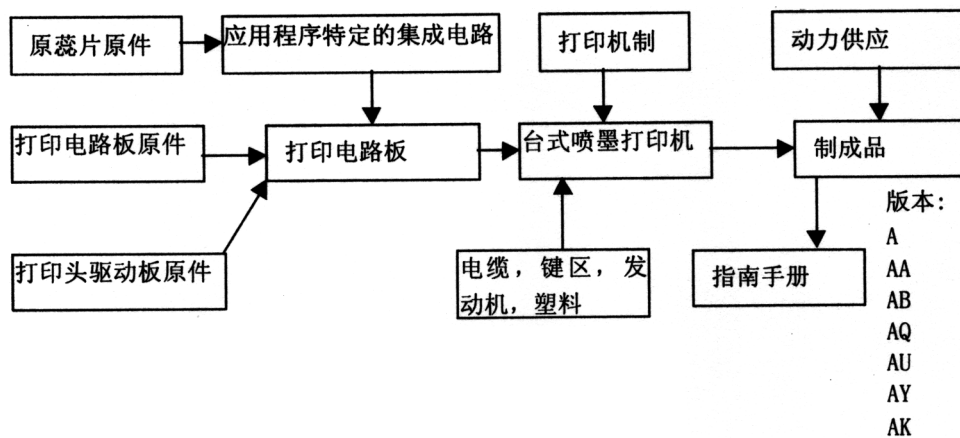


图 2 温哥华供应链物料清单

主要有三个不确定因素来源会影响供应链：（1）进来物料的交货情况（运输晚，零件出错等）。（2）内部流程（流程产量和机器停工时间）和（3）需求。前两种不确定因素导致制造提前期变化以致延迟补充配送中心的库存，需求不确定性导致库存增加或者定单积压，由于完工的打印机是从温哥华用船运送出的，亚洲和欧洲配送中心的运输提前期很长，结果导致配送中心对不同产品类型的需求变动反应十分有限。为了确保用户可获得性高，欧洲和亚洲配送中心不得不维持很高水平的安全库存。对于北美配送中心而言，情况简单多了，由于大多数需求是美国版的台式喷墨打印机，有关当地化的变动很小。

## 配送流程

在惠普，一个典型的配送中心运送成百上千种不同的计算机及其外围产品，但一部分产品却占据很大的单位产量份额。台式喷墨打印机就是这样一种高产量产品。

每个地区的配送中心的运营经理向一个全世界范围的配送经理汇报，其再向惠普的市场营销副总裁直接汇报，然后再间接汇报给外围产品组经理。（外围产品占据了配送中心的大部分运送量）每个运营经理手下有七个职能经理，分别是财务，质量，NGS，市场营销，实体配送和配送服务，前三个职能与制造部的相应职能类似，市场营销负责与顾客打交道，实体配送负责实体处理包括从接收到运送，配送服务负责计划和采购。

配送中心典型的基本绩效评估包括产品线物品完成率和定单完成率。产品线物品完成率等于及时提供的用户定单产品线物品总数除以顾客定单产品线物品需求的总量（每次惠普想要拉动一个产品线的物料时，称为一次需求）。定单完成率的计算类似，不同之处是基于定单的完成情况，一个定单包括多个产品线物品。次要的绩效评估包括库存水平，每次运输毛成本中的配送成本。两个主要的成本是外部货运成本和工资。货运成本根据实际运输产品量反过来加总到各个产品线上。此外，配送中心预计运送某种产品线需要的努力程度，把非运输成本部分的额外成本算入产品线上。这种制度有点非正式，配送中心要和主要产品线在确定预算的过程中进行多次谈判，确定每个产品线合适的分配百分比。

配送中心传统上把其流程看成一个简单、直线型、标准化的流程，包括四个步骤：

1. 接收各个供应商（完工）产品并存储；
2. 为完成顾客定单、挑选各种需求的产品；
3. 对完成定单的物品打包，贴标签；
4. 通过恰当的承运商运送订货。

台式喷墨打印机非常符合标准流程，但其它产品，如个人电脑和监控器，要求特殊的称之为“集成”的加工，包括添加针对目标国家市场的正确的键盘和手册。尽管这种额外加工所要求的额外工时不多，但很难与标准流程融合，因而打断了物流过程。而且，配送中心的物料管理系统支持配送（最终物品以单个模块和选择方案的形式在通过时进行加工处理），不支持制造生产（部件装配成制成品），这里没有 MRP（物料资源计划）和 BOM（物料清单），配送中心也没有足够接受过部件采购培训的人员。

考虑到支持装配工艺，配送机构内有相当大的波动。一般而言，高级管理者强调配送中心是一个仓库，要继续“做他们最拿手的事—配送”。汤姆·比尔（TOM Beal），美国配送中心的物料经理，在其话中表达了大家的关注，他说：“我们不得不确定我们的核心能力以及添加的价值。我们需要确定我们是一个仓储行，还是集成行，然后采取战略支持我们的业务。如果我们想在这里从事制造流程，我们需要安排相应的工艺来支持它们。”

### 库存和服务危机

要在整个台式喷墨打印机供应链中限制库存量的同时，提供所需要的高服务水平，对于温哥华的管理者而言，是个很大的挑战。温哥华的生产组已经努力工作，在供应商管理方面，降低由于原料交货变动引起的不稳定性，并提高加工产量，降低工厂停工时间。已取得的进步是令人鼓舞的，但是，改善预测的准确度仍是一个大难题。

预测错误在欧洲特别大。某些国家需要的产品类型缺货，而其它类型的产品却库存不断增加，这样的事情经常出现。在过去，配送中心的目标库存水平是根据一些通用判断法则确定的安全库存水平来确定的。因此，越来越难获得正确的预测水平似乎意味着安全库存法则也要重新考虑。

表 1 台式打印机的需求数据样本：欧洲

式样	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
总计	29872	27003	32344	18954	26617	23103
式样	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
A	0	9	20	54	84	42
AA	432	816	430	630	456	273
AB	13336	10578	6096	14496	23712	9792
AQ	1676	540	2310	2046	1797	2961
AU	0	5004	4385	5103	4302	6153
AY	248	484	164	384	384	234
总计	15692	17431	13405	22692	30735	19455

大卫·阿卡迪尔（David Arkadia）向惠普公司的彼利·康藤（Billy Comnton）博士，一位年青的库存专家寻找帮助，希望能帮助他建立一个基于科学的安全库存系统，其可以对预测错误和补充提前期快速反应。彼利组成一个由劳拉·罗克（Laura Rock，工业工程师），吉姆·贝莱（Jim Bailey，计划主管），乔斯·弗楠德（Jose Fernandez），（温哥华的采购主管）组成的小组，来建立安全库存管理系统。他们要为三个配送中心的各种模式和选择推荐一种计算安全库存水平的方法。收集正确的数据首先就花费了小组大量的时间，现在他们认为自

已有了一个很好的需求数据样本（见表 1），开始开发安全库存计算方法。布伦特希望这种新方法可以解决库存和服务问题。如果他能让告诉管理人员所有的库存和服务问题都是由于缺乏一个健全的安全库存计算方法，那该多好。这样彼利的专业知识将成为他们的救星。

一个不断出现的问题是：在安全库存分析中要用何种库存费用。公司内部的估测在从 12%（惠普的债务成本加上一些仓储成本）和 60%（根据新产品开发项期望的投资回收率）间变动。另外一个问题是要采用的目标产品线物品补充率，公司的目标是 98%，这个数字是由市场营销部提出来的。

随着关于欧洲配送中心情况变糟的电话和传真越来越多，布伦特也开始从其他同事那里获得其它更有进取性的建议。已经有人提出，让温哥华在欧洲再建一个工厂。欧洲的销售额已经足够可以建一个厂吗？这个厂应建在何处？布伦特知道欧洲的销售/市场营销人员很喜欢这个想法，他个人也很喜欢在欧洲建厂，解决欧洲的库存和服务问题。也许这样也可以使他最近常常失眠的情况得以结束。

当然也有一部分人提倡库存越多越好，对他们而言，这仅仅是逻辑问题。“当转化为真正的现金时，库存成本并未计入收支平衡表，而销售机会的丧失却会影响收益，不要向我们提什么库存——服务平衡，到此为止吧”。

凯·约翰逊（Kay Johnson）是运输部负责人，很久前就建议向欧洲采用空运，取代船运。“缩短提前期意味着对产品组合的不确定变化可作出快速反应，同时意味着库存低、产品可获得性高。空运成本是贵，但我认为是值得的”。

布伦特回忆起，他在午餐时与一位来自斯坦福大学的夏季实习生的谈话。这位热情的学生向布伦特说教，要他永远尽量找出问题的根源。这位实习生称，找出问题的根源是教授在学校讲的，也是很多质量权威所提倡的。问题的根源在于预测系统很糟糕。这没有简单的解决方法，你需要投资，把整个系统进行改革。我认识一位斯坦福教授，他可以帮助你，你听说过博克斯-芬金斯（Box-Fenkins）方法吗？”布伦特还记得当他聆听那位学生对他急切地进行建议时，他完全没有了胃口。

### 下一步是什么？

布伦特回顾一下当天日程安排，在 11:00 他打算与彼利、兰纳、吉姆和乔斯见面，审核他们采用安全库存模型计算出的推荐库存水平。布伦特颇为关心模型推荐的改变程度，如果改变很小，管理层也许不会觉得此模型有用，如果建议大改动，也许管理层又会不接收。

午饭后他将与物料和生产经理简短会晤一下，审核一下结果，并草拟一下他们的推荐方案，在 2:00，将与美国配送中心的物料经理进行电话会谈，晚上要到新加坡，星期六早上，要到达德国，希望能在每个人那里都能得到一定的让步。

布伦特也在疑惑，是否还有一些其他应该考虑的方案。他知道无论他提出哪个数字，都将是很大的。

**表 1 数据补充**

<b>Europe Options</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>
A	80	0	60	90	21	48
AB	20572	20895	19252	11052	19864	20316
AU	4564	3207	7485	4908	5295	90
AA	400	255	408	645	210	87
AQ	4008	2196	4761	1953	1008	2358
AY	248	450	378	306	219	204
TOTAL	29872	27003	32344	18954	26617	23103
<b>Europe Options</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>
A	0	9	20	54	84	42
AB	13336	10578	6096	14496	23712	9792
AU	0	5004	4385	5103	4302	6153
AA	432	816	430	630	456	273
AQ	1676	540	2310	2046	1797	2961
AY	248	484	164	363	384	234
TOTAL	15692	17431	13405	22692	30735	19455

### **HP inventory - assignment**

问题：

1. 假设继续生产在欧洲销售的六种型号的喷墨打印机，试建立一个库存系统以管理这些打印机。利用表 1 中提供的数据，应用你的模型，计算对欧洲分销中心的预期年投资额。在安全库存分析中使用的库存持有成本采用 25% 的销售成本，假设每台打印机从生产到运抵欧洲花费约为 250 美元。公司要求服务水平应不低于 98%。
2. 比较你在问题中得到的结果与当前欧洲分销中心采用、持有一个月的平均销量作为库存的政策。
3. 评价这一想法：为欧洲分销中心供应标准组装部件，在向其所属的转销商供货之前，由分销中心组装上相应的电源和使用手册。在这一分析中，请注意对分销中心库存投资的影响。
4. 为了有效地提高服务水平和降低库存，你对惠普公司有什么建议？