

0-1 整数规划方法对生产线平衡分析及其 lingo 软件的求解案例

目录

摘要	1
1 绪论	2
第 1 章：绪论。论述了生产线平衡问题的研究背景及意义。	3
1.2.2 研究技术路线	3
2.1.1 生产线平衡的概念	5
2.1.2 生产线平衡评判指标	5
2.2.1 程序分析	6
2.2.3 ECRS 原则	7
3.1.1 X 公司简介	9
3.1.2 X 公司生产主要问题	9
3.3.1 作业数据测定方法	11
3.3.2 工序作业时间测定	13
3.3.3 工序作业时间分析	14
4.2.1 流程优化	17
4.2.2 瓶颈工序优化	18
4.3.1 生产线平衡数学模型的建立	20
4.3.2 基于 Lingo 软件的模型求解	22

摘要

近年来，中国的经济增长和社会进步很快，人民的消费水平不断提高，制造业蓬勃发展。为了充分满足市场的多元化需要，提升市场的竞争力，企业必须尽量降低生产成本，实现同步生产。企业需要提高生产线的生产率，以满足客户的需求。实现一个流生产，使生产线的各个工序都能够达到平衡。生产线平衡要求在一个给定的约束条件下，将一系列的作业要素可以合理分配给合适数量的工位。并且能够满足各种作业要素之间的优先关系，从而大大提高生产线的生产效率。

本文介绍了“5W1H”分析法和“ECRS”原则在案例企业 SMT 车间生产线平衡优化中的应用。通过分析生产线的评价指标，得到平衡效果。对 SMT 车间生产线的生产现状进行了深入的分析。对整个生产线的生产流程进行系统的整理，然后对生产线各个工序的作业时间采用秒表测时法进行测定。根据秒表测时法的步骤制定出生产线各个工序的标准作业时间。找出生产线上超出生产节拍的工序，对这一工序进行重点优化，降到生产节拍以下。通过计算生产线的平衡率，说明生产线的生产能力。根据生产线的实际情况，发现存在的问题，对生产线的生产流程进行优化。消除生产流程中的超节拍工序和不合理的工序，合并较为简单的作业工序。设计优化方案，利用 0-1 整数规划方法建立数学模型。再通过 lingo 软件求解，得到最小工作站划分方案。最后，重新计算生产线优化后的工序作业时间。对比分析优化前和优化后的生产线平衡率和平衡性指数，根据结果说明生产线平衡优化后得到了一定程度的提高。

关键词：生产线平衡；SMT 车间；lingo

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

目前，中国的经济正处于快速发展阶段，也带动了制造业的发展，制造业面临前所未有的挑战，是国家全力扶持的支柱产业。如果企业想占取更广阔的市场和获取更大的利益，就需要从自身出发，事实求事，找出问题的关键，并根据问题的实际情况采取相对应的措施进行整改，整改完之后还要进行系统的优化，这样更有利于提高生产效率，生产效率有了提高，市场的占有率和收益也会显著提高。

一个高效的生产体系就意味着具有更高的生产效率，能给企业创造更多的利益。在大大提高生产效率这个方面，制造企业必须建立完善的作业指导书，以确保作业人员操作熟练。提高生产技术是企业首要实行的措施，也是提高效率的客观条件。使生产线达到更高的平衡并不断优化，保持更高的生产效率。

X 公司是一家生产汽车 PCB 板的公司。伴随着我国汽车行业市场的发展与繁荣，对汽车软硬件设备的需求量不断地增加，公司的订单量也随着需求量逐年增加，但公司产品产量不能满足市场的需求。同时，公司因为各种费用的增加，虽然公司经济收入在不断增加，但实际产品盈利并没有与营业收入同比例增长。因此，公司急不可耐地想改变这一现状，想要提高生产效率以此满足市场需求，并且降低成本来获取更多利润，可以通过生产线平衡优化来解决 X 公司的问题，以此达到想要的效果。

1.1.2 研究意义

一个高效的生产系统可以使生产更加顺畅，流程更加合理，减少因为生产流程安排不恰当，导致的生产库存堆积过多和生产停滞不前，需要增强生产计划的规划与合理性，就此缩短生产周期，加快订单交付能力。因此，研究生产线的平衡问题非常关键，意义如下所述：

(1) 提高流水加工线中的生产效率。凭借着车间技术的改进，协调生产线的各方机会，重新梳理各生产线的工序内容。使生产过程中的每道工序变得更加顺畅，确保生产的持续性，减少生产过程中的不正常情况，使生产线效率有大幅度的提高，能够生产出更多的产品。

(2) 提高产品质量。生产作业的详细区分可以有效地减轻作业任务的繁琐，更加便于操作人员的实际操作。当产品有不足与缺陷时，能更迅速、更精准地找出问题的“漏洞”的操作过程，尽早地解决问题，使由此造成的停机时间和对生产工作进程的影响降到更低，同时也确保了产品的质量。

(3)

提高操作者的积极主动性。均衡生产确保了生产的公平性合理性，同时工作量也更加均衡。身在瓶颈工位的工人不需要过长时间处于高压高强度的工作状态之下。这样既保证作业速度不减缓，又保证产品质量不下跌。

1.2 研究内容及技术路线

1.2.1 研究内容

本文主要运用“5W1H”分析和“ECRS”原则对生产线的生产流程进行分析，解决生产流程中所存在的问题，并运用0-1整数规划理论，建立数学模型后用lingo求解，重新划分生产线的各个工序，将一些工作站合并在一起，减少工序数，减少人员和机器，起到优化生产线的目的。

第1章：绪论。论述了生产线平衡问题的研究背景及意义。

第2章：相关理论概述。对生产线平衡优化中的相关理论与相关方法进行了介绍，为后续的研究提供一定的基础。

第3章：X公司SMT车间生产线的现状分析。根据现实情况存在的一些现象分析了SMT车间生产线的生产流程存在的问题。根据生产线的生产流程，采用秒表测时法确定了生产线各个工序的作业时间。再整理数据得出标准作业时间。然后计算了生产线的平衡率和平滑性指数，得到生产线的平衡效果。

第4章：SMT车间生产线优化方案。分析现状所存在的问题，优化SMT车间生产线的生产流程。采用0-1整数规划方法对生产线平衡问题进行研究，并建立数学模型，然后利用lingo软件进行求解。根据工作站划分方案，对生产线平衡进行优化。

第5章：总结。对本文研究的内容及优化结果进行一个概括性的总结。

1.2.2 研究技术路线

本文的研究思路，首先是明确研究的方向，其次是对相关理论与方法进行概述。接下来对所研究对象进行细致的现状分析，发现存在的问题有哪些。然后，根据问题提出相对应的优化方案并实施优化。最后，对其优化结果进行分析得出总结。技术路线如图1-1所示：

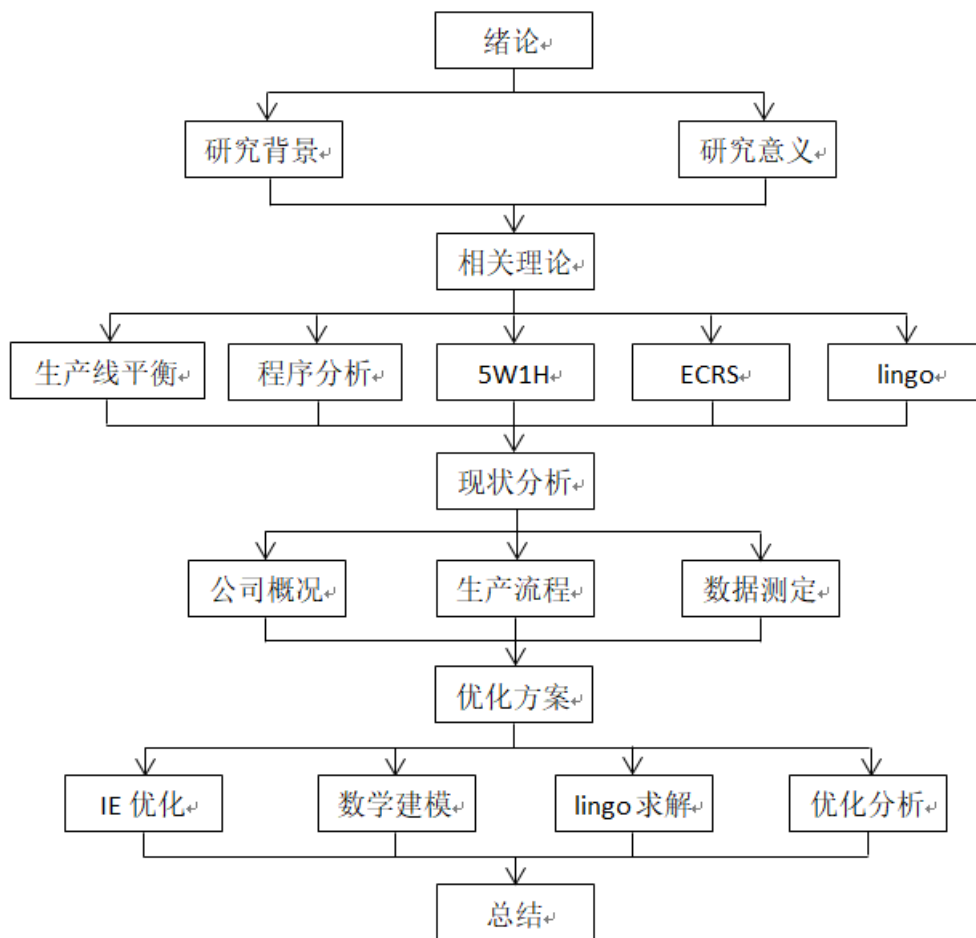


图 1-1 研究技术路线图

2 相关理论概述

2.1 生产线平衡概述

2.1.1 生产线平衡的概念

生产线平衡是对生产线各工序均衡情况进行分析的一种技术方法，对生产线的工序时间合理安排。通过调整各工序相互之间的作业时间平均化，让每个工序都可以实现负载均衡，相差不会太大。从而消除各种工序间的作业时间浪费，提升生产线的生产效率和减少等待时间。生产线平衡是生产流程优化与生产能力提高最重要的方法，对生产线的生产过程进行设计，合理分配，规范生产作业，平衡作业时间。

在实际的生产环境中会受到各种条件的干扰，导致生产线都不能做到完全平衡。造成生产线不平衡的重要原因之一就是瓶颈工序的存在，如果不解决生产瓶颈，那么各工序作业不等会造成时间损失，这样就会严重影响到下一步的工序，导致工作的开展十分困难，甚至会影响整个生产线的正常运行，造成停滞，还会影响生产进度。

实施生产线平衡优化的目的，是为了在生产工作的现场实现一个流的流畅生产模式。其理想状态是使工序和工序之间按照相同的节奏生产产品，消除多余的作业等待，减少等待时间，以此提高整个生产线在运行中的平衡性和稳定性，并且提高效率。

2.1.2 生产线平衡评判指标

生产线的评价指标主要包括两个，这两个评价指标是生产线平衡率（LB）和平滑性指数（SI）。影响生产线平衡率和平滑性指数指标的因素有工序作业时间、瓶颈时间、生产节拍、空闲时间等。利用生产线平衡率公式计算得出结果，将结果与评价标准两者之间进行比较。得到对比的评价结果，这样可以更加了解生产线的平衡情况是怎样的。

（1）生产线平衡率（LB）的计算公式如下：

$$LB = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{P * N} \times 100\% \quad (2-1)$$

其中：N表示生产线的工位数。T表示生产线第i个工位的操作时间。P表示生产线的瓶颈时间。

通过计算生产线的平衡率，得到评价结果，将计算所得到的结果与生产线平衡效果的评价标准这两者之间进行比较。根据生产线平衡率的区间范围，看结果属于哪个范围内，得出生产线平衡性的结果。制定的平衡效果评价标准如表2-1所示：

表 2-1 平衡效果评价标准表

生产线平衡率（LB）	评价结果
$LB \geq 90\%$	优
$80\% \leq LB < 90\%$	良
$LB < 80\%$	差

（2）平滑性指数（SI）的计算公式如下：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/086242101120010144>