

[经营·管理]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.05.021

# 基于 SLP 和 AHP 的企业物流系统 改善与评价

王 斌

(杭州娃哈哈集团饮料有限公司, 浙江 杭州 310018)

**摘 要:**为了进行合理布局,以提高物流系统的搬运效率,节省搬运时间,降低物料搬运成本,笔者以某生产企业为研究对象,分析该制造企业生产车间的物流现状及存在的问题,采用系统布置设计(system layout planning, SLP)方法对该企业车间进行分析改善,并采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)对生成的方案评价和选优。改进后,有效减少了企业搬运成本,从而提高了企业的生产效率。

**关 键 词:**物流系统;内部物流;系统布置设计;层次分析法

中图分类号:F273 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)05-0096-05

## Improvement and Evaluation of Enterprise Logistics System Based on SLP and AHP

WANG Bin

(Hangzhou Wahaha Group Driking Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** A reasonable layout can improve the handling efficiency of the logistics system, save handling time and material handling costs. This paper analyzed the present situation and existing problems of the logistics workshop of a manufacturing enterprise. The system layout planning (SLP) method was used to analyze and improve the workshop. Adopted the method of analytic hierarchy process (AHP) to evaluate and choose the generated scheme. Eventually, using the method of AHP to evaluate and choose the generated scheme. After improvement, the handling cost is reduced effectively, so as to improve the production efficiency of the enterprise.

**Keywords:** logistics system; internal logistics; SLP (system layout design); AHP (analytic hierarchy process)

随着市场经济的不断完善,竞争越来越激烈。企业若想拥有利润空间,必须降低成本、提高服务品质,才能够占有较大的市场份额<sup>[1]</sup>。物流成本占企业生产成本的20%~50%,提高企业物流管理水平对于节约成本和提高企业竞争力显得尤为重要,是当前中小制造企业面临的重要问题<sup>[2]</sup>。

20世纪70年代起,美国学者理查德·缪瑟提出SLP和SHA方法<sup>[3]</sup>,其核心是分析物料的流向、流量及流速与各个生产单位的要求,在规划新建系统和改进现有系统时要统筹考虑<sup>[4]</sup>,以确定合理的物流系统,减少搬运工作。国内企业也应用SLP和SHA方法

来改进工厂的布局,减少物料搬运及生产延误时间,提高工厂物流系统的效率<sup>[5]</sup>。

课题组将SLP与AHP方法运用于某制造企业车间,通过获取的数据分析各作业单位之间的物流关系和非物流关系,再将两者综合,根据得到的综合关系<sup>[6]</sup>,画出作业单位位置相关图,并结合面积相关因素画出作业单位面积相关图<sup>[7]</sup>。在上述基础上综合考虑多方面因素得到多套优化方案,再利用层次分析法AHP进行方案选优<sup>[8]</sup>。

### 1 制造企业车间物流系统现状分析与改善

#### 1.1 现状分析

以浙江某制造企业生产车间为例,该车间以生产

收稿日期:2017-03-30;修回日期:2017-07-06

第一作者简介:王斌(1976),男,浙江杭州人,本科,现为杭州娃哈哈集团饮料有限公司工程管理人员,主要研究方向为食品机械。E-mail:wbin@wahaha.com.cn

家用吸尘器为主。吸尘器工艺过程主要是注塑、表面处理、洗磨、喷漆、烘干、在制品库存、固化、抛光、预装、总装、表面清洁、模具仓库、检验和包装等 19 个作业单元,作业单位划分如表 1 所示。

表 1 作业单位划分表

Table 1 Assignment table of operating units

序号	作业名称	序号	作业名称
1	原材料库	11	固化区
2	注塑区	12	抛光区
3	在制品缓冲区	13	预装区 1
4	表面处理区	14	预装区 2
5	水磨区	15	表面清洁及检验区
6	油漆区	16	成品包装区
7	烘干区	17	成品库
8	油漆检验区	18	模具仓库
9	机加工区	19	总装区
10	喷漆区		

通过人机料法环对该车间进行分析画出鱼骨图如图 1 所示。由图 1 可知该生产车间的环境因素为布局不合理,课题组将重点对该车间的布局进行改善<sup>[9]</sup>。即对车间进行系统布置设计,改善车间布局,减小物流量距<sup>[10]</sup>。

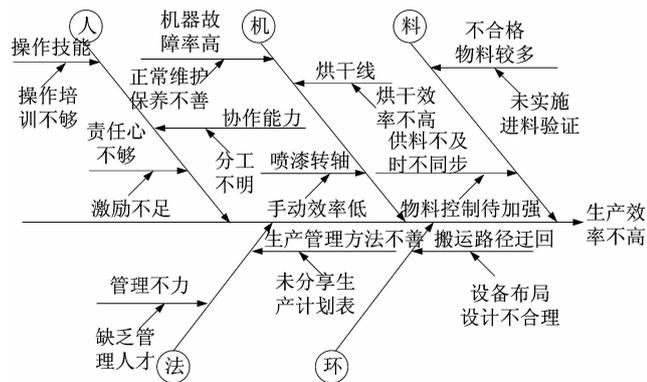


图 1 生产效率不高的鱼骨图分析

Figure 1 Analysis of fish bones with low productivity

### 1.2 SLP 分析

1) 通过企业现场数据采集,得到物流强度分析如表 2 所示。其中物流强度等级用 A(相当重要),E(很重要),I(重要),O(一般重要),U(不重要)来表示。

2) 非物流强度分析。

通过现场深入调研,考虑影响该车间的非物流因素为:作业性质的相似性,工艺流程的连续性及噪声、

温度等环境因素等。作业单位密切程度理由如表 3 所示。

表 2 物流强度分析表

Table 2 Logistics strength analysis table

序号	作业单位对 (物流路线)	物流强度/kg	物流强度等级
1	16-17	32 015	A
2	14-15	20 095	A
3	15-16	20 095	A
4	6-7	19 860	E
5	5-6	19 740	E
6	13-14	15 835	E
7	1-2	12 766	E
8	16-18	11 920	E
9	2-3	11 740	I
10	9-10	10 020	I
11	10-11	10 020	I
12	11-12	10 020	I
13	12-13	10 020	I
14	7-8	9 960	I
15	8-9	9 960	I
16	5-7	9 900	I
17	3-4	9 840	O
18	4-5	9 840	O
19	18-19	4 520	O
20	14-18	3 160	O
21	13-18	2 015	O
22	3-13	1 900	O
23	13-19	1 900	O
24	14-19	1 100	O
25	6-18	120	O
26	9-18	60	O

表 3 密切程度理由

Table 3 Reasons of close degree

编码	理由
1	物料搬运
2	工作流程
3	工作联系频繁程度
4	监督与管理方便
5	噪声、振动、烟尘及危险品的影响
6	公用设备及辅助动力源
7	使用同一组人员
8	人员联系

参考表 3 可以得出各个作业单位之间的密切程度,从而得出非物流关系图如图 2 所示。

3) 综合相互关系表。

由于在该车间的物流强度与非物流强度影响相当,所以取比例为 1:1,将物流强度等级和非物流强度

序号	作业单位名称	非物流关系图																	
1	原材料库	A																	
2	注塑区	A	O																
3	在制品缓冲区	A	X	U															
4	表面处理区	A	X	U	U														
5	水磨区	A	X	U	U	U													
6	油漆区	E	X	U	U	O	U	U	U	U	U								
7	烘干区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U			
8	油漆检验车间	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
9	机加工区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
10	喷漆区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
11	固化区	A	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
12	抛光区	A	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
13	预装区1	A	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
14	预装区2	A	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
15	清洁和检验区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
16	成品包装区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
17	成品库	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
18	模具仓库	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
19	总装区	E	X	U	U	O	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

图2 非物流关系图

Figure 2 Non-logistics relationship diagram

等级进行量化,令等级 A 为 4 分,E 为 3 分,I 为 2 分,O 为 1 分,U 为 0 分,经过计算得出综合相互关系的计算结果如表 4 所示。

表 4 综合相互关系表

Table 4 Comprehensive correlation table

序号	作业单位对 (物流路线)	综合相互关系		序号	作业单位对 (物流路线)	综合相互关系	
		分值	等级			分值	等级
1	16-17	8	A	14	7-8	2	I
2	14-15	7	A	15	8-9	2	I
3	15-16	7	A	16	5-7	2	I
4	6-7	6	E	17	3-4	1	O
5	5-6	6	E	18	4-5	1	O
6	13-14	5	E	19	18-19	1	O
7	1-2	5	E	20	14-18	1	O
8	16-18	4	E	21	13-18	1	O
9	2-3	3	I	22	3-13	1	O
10	9-10	3	I	23	13-19	1	O
11	10-11	3	I	24	14-19	1	O
12	11-12	2	I	25	6-18	1	O
13	12-13	2	I	26	9-18	1	O

根据表 4 可以绘制出作业单位面积相关图如图 3 所示。

4) 总平面布置方案。

对作业单位面积相关图进行调整,包括加入道路和绿化等因素,得 3 个布置方案,如图 4 所示。

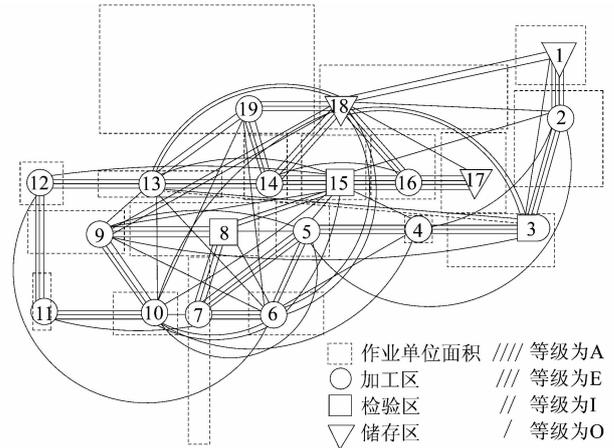
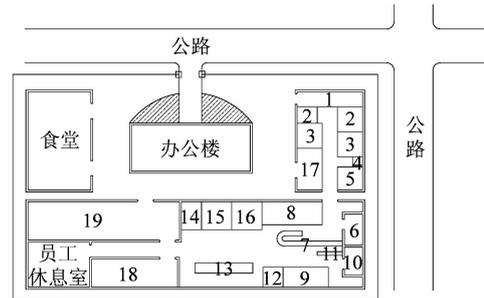
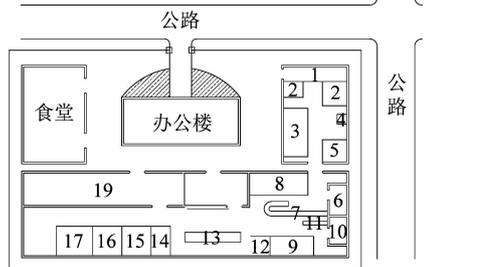


图3 作业单位面积相关图

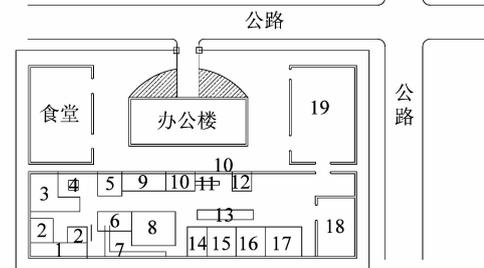
Figure 3 Working unit area correlation chart



(a) 总平面布置方案 I



(b) 总平面布置方案 II



(c) 总平面布置方案 III

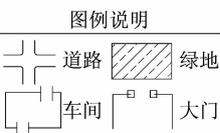


图4 总平面布置方案

Figure 4 Overall layout arrangement

## 2 基于层次分析法的改善方案评价

### 2.1 AHP 概述

层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 是将相关元素分解成目标、指标及方案共 3 个层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。AHP 是一种定性和定量分析相结合的系统分析方法,特别适合分析多准则、多目标的复杂系统问题,其主要特点是方法简便、思路清晰、系统性强及适用面广等<sup>[11]</sup>。

### 2.2 建立评价指标和层次结构

评价指标和层次结构如表 5 所示。

表 5 评价指标和层次结构

Table 5 Evaluation indicators and hierarchical structure

关键指标 C1	关键指标 C2	关键指标 C3	关键指标 C4	关键指标 C5
改建成本	物流效率与方便性	空间利用率	工作环境与舒适性	管理的方便性

具体的层次结构如图 5 所示。

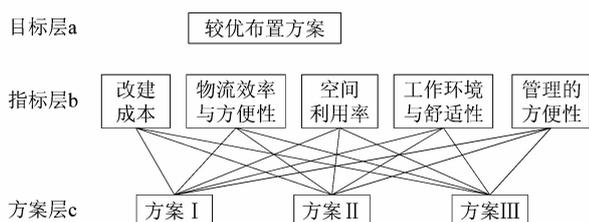


图 5 关键指标层次图

Figure 5 Key indicators hierarchical map

### 2.3 判断矩阵

结合企业经理和专家的意见,确定出各个关键指标之间的重要度关系,列出关键的 5 个指标的判断矩阵,如表 6 所示。

表 6 重要度判断矩阵表

Table 6 Importance table

关键指标	重要度				
	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	1/4	1/2	2	5
C2	4	1	2	7	8
C3	2	1/2	1	6	7
C4	1/2	1/7	1/6	1	3
C5	1/5	1/8	1/7	1/3	1

### 2.4 相对重要度计算

采用求和法算出 5 个指标的相对重要程度。步骤为:

1) 将重要度判断矩阵按列归一化,得相对重要度

如表 7 所示;

2) 将归一化后的各列相加;

3) 将相加后的向量除以  $n$  即得相对权重向量  $W$ 。

表 7 相对重要度表

Table 7 Relative importance table

关键指标	相对重要度					相对权重 $W_i$
	C1	C2	C3	C4	C5	
C1	0.13	0.12	0.13	0.12	0.21	0.14
C2	0.52	0.50	0.53	0.43	0.33	0.46
C3	0.26	0.25	0.26	0.37	0.29	0.29
C4	0.06	0.07	0.04	0.06	0.13	0.07
C5	0.03	0.06	0.04	0.02	0.04	0.04

### 2.5 一致性检验

若影响某个因素的因子很多时,如果直接主观确定这个影响因子对该因素的影响程度大小,可能顾此失彼,使决策者提出与实际重要性程度不同的数据,因而很可能提出了隐含矛盾的数据,而一致性检验可以验证数据之间是否存在错误的逻辑关系<sup>[12]</sup>。平均随机一致性指标如表 8 所示。

最大特征值<sup>[13]</sup>:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_i \left( \frac{AW}{W_i} \right) =$$

$$\frac{1}{5} \left[ \frac{0.73}{0.14} + \frac{2.42}{0.46} + \frac{1.5}{0.29} + \frac{0.37}{0.07} + \frac{0.19}{0.04} \right] = 5.15。$$

式中: $A$  为表 6 中前 5 列数据组成的  $5 \times 5$  的矩阵; $W$  表示相对权重组成的列向量;矩阵  $(AW)_i$  表示  $AW$  向量的第  $i$  个分量。

表 8 平均随机一致性指标

Table 8 Average random consistency indicators

阶数	平均随机一致性指标	阶数	平均随机一致性指标
3	0.52	9	1.46
4	0.89	10	1.49
5	1.12	11	1.52
6	1.26	12	1.54
7	1.36	13	1.56
8	1.41	14	1.58

一致性指标:

$$C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{5.15 - 5}{5 - 1} = 0.0375。$$

由于此案例中,有 5 个指标,阶数  $n = 5$ ,所以平均随机一致性指标  $R_1 = 1.1200$ 。

随机性一致性比值:

$$C_R = \frac{C_1}{R_1} = \frac{0.0375}{1.12} = 0.0335 < 1。$$

所以判断矩阵的一致性是可以接受的。

### 2.6 方案总重要程度计算

结合各方意见,分别给 3 个方案在 5 个关键指标下评分(分值为 1~5 分),得出关联矩阵列表如表 9 所示。表中  $V$  为加权得分和,  $V_i = A_i W$ 。其中  $A_i$  表示每个方案对应的评分行向量,  $W$  表示相对权重组成的列向量,对 3 个方案的重要程度计算如下:

方案 I 的加权得分

$$V_1 = 0.14 * 5 + 0.46 * 4 + 0.29 * 5 + 0.07 * 5 + 0.04 * 4 = 4.50;$$

方案 II 的加权得分

$$V_2 = 0.14 * 4 + 0.46 * 4 + 0.29 * 4 + 0.07 * 3 + 0.04 * 4 = 3.39;$$

方案 III 的加权得分

$$V_3 = 0.14 * 2 + 0.46 * 5 + 0.29 * 3 + 0.07 * 2 + 0.04 * 3 = 3.71。$$

表 9 关联矩阵列表

Table 9 Associated matrix table

方案	关键指标 $C_1$	关键指标 $C_2$	关键指标 $C_3$	关键指标 $C_4$	关键指标 $C_5$	加权 和 $V$
I	5	4	5	5	4	4.50
II	4	4	4	3	4	3.93
III	2	5	3	2	3	3.71

由权重计算结果和表 9 可知,方案 I 的得分最高,所以应选择方案 I 作为系统布置设计得出的优化方案。

### 3 结语

课题组以某制造企业的生产车间为研究对象,运用系统布局设计(SLP)和工业工程的理论对该车间进

行布局设计,结合该企业车间的具体情况,得出平面布局的多个方案。将系统工程中的层次分析法 AHP 与 SLP 相结合,判断制定出更合理的布局方案,为以后的布局与方案的选择提供了一种新的方法,从而有效的减少搬运成本,提高企业的生产效率。进一步的研究可以将 SLP 进行定性(安全,人因及环境等)与定量相结合的多目标分析,结合元启发式算法进行建模与求解,这样更符合企业的实际。

### 参考文献:

- [1] 李亚飞,兰秀菊,陈呈频.基于 SLP 方法的生产车间设施优化布置[J].轻工机械,2010,28(6):121-124.
- [2] 胡小建,冯爽.基于物流优化的 SLP 在车间设施布局的应用研究[J].物流工程与管理,2016,38(1):73-76.
- [3] SINGH S P,SHARMA R R K. A review of different approaches to the facility layout problems [J]. The international journal of advanced manufacturing technology,2006,30(5):425-433.
- [4] 陈钢.国际物流系统评价及风险管理[D].武汉:武汉理工大学,2001:6-9.
- [5] 李福学.我国企业物流存在的问题及对策[J].中国流通经济,2005,19(1):9-11.
- [6] 陈爽,马钧.基于 SLP 的汽车零部件仓库功能区布置研究[J].汽车维修,2017(3):2-3.
- [7] 王学道,刘焯,伊恩弟,等.关系表技术在手表防震器制造车间设施布局优化中的应用[J].轻工机械,2013,31(3):104-107.
- [8] 宁树正,韩亮,朱世飞,等.基于 AHP 的灰色聚类法的煤中铝、镓资源评价体系[J].煤炭学报,2016,41(2):316-323.
- [9] 叶连发,刘胜,包北方.SLP 在 H 公司柴油机零配件生产车间布局优化中的应用研究[J].机械,2012,39(5):24-28.
- [10] 宝斯琴塔娜,陈红霞,姜广君,等.基于 FLEXSIM 的流水线生产物流优化[J].工业工程与管理,2008,13(4):106-125.
- [11] 邵亚飞.层次分析法在服装零售连锁企业第三方物流评选中的应用[J].企业技术开发(学术版),2010,29(3):67-69.
- [12] 潘仁飞,邹乐乐,侯运炳.基于专家可信度的不确定型 AHP 方法及其应用[J].系统工程,2008,26(10):101-106.
- [13] 汪应洛.系统工程[M].4 版.北京:机械工业出版社,2008.

[信息·简讯]

· 行业简讯 ·

## 2017 中国国际造纸创新发展论坛在深圳成功召开

由中国造纸学会、中国造纸协会和中国制浆造纸研究院共同举办的“2017 中国国际造纸创新发展论坛”在深圳会展中心成功召开。工信部领导、科技部、中科院专家以及行业专家、企业家做了精彩的演讲与对话,探讨了行业的现状与发展前景,来自全国各地的企业家、专家以及国内外企业代表共 200 多人出席了此次论坛。

2017 中国国际造纸创新发展论坛的主题为“开放创新·价值共享”。创新论坛首项环节是成果发布,《中国造纸产业竞争力报告》是中国制浆造纸研究院的一项年度研究成果,今年继续用客观数据和分析方法,以全新的视角对中国和全球造纸产业进行研究和评价。主题演讲环节邀请到了领导和专家进行主题演讲,分别进行政策解读、产业解析、科技创新、企业创新、思维创新及技术创新的专业分享,并站在国家的角度,深度分析了造纸行业面临的形势和问题、解读了“三品”专项行动的意见,并就造纸行业深入贯彻实施“三品”战略加快升级发展进行了介绍,对造纸企业具有非常重要的指导作用。

(常 兴)