

# 基于模特法的限速器轮子装配的工作研究

庞 敏, 王战中

(石家庄铁道大学 机械工程学院, 河北 石家庄 050043)

**摘要:**针对电梯限速器中轮子装配工艺过程的作业不规范、时间不合理的问题,提出采用工作研究的方法进行改善。首先介绍了轮子装配的作业过程,分析各作业要求,对各工序员工的动作进行分解,并利用模特排时法(MOD)对各工位操作时间进行测定,制定了生产线的标准作业时间;其次,通过采用模特法对各动作因素进行分析研究,并基于分析结果,对不合理动作进行合并、简化、删除,从而达到改善的目的;最后,通过模特法进行分析研究后,能够改善工人的操作动作,减少无效动作,降低工人的劳动强度,节省作业时间,提高装配效率,并且装配效率提高了 17%。

**关键词:**模特法;轮子装配;作业测定

**中图分类号:** TG95 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0373(2019)01-0043-05

近年来,随着制造装配行业的竞争加剧,精益生产已经成为中国制造装配业未来发展的必经之路<sup>[1]</sup>。引进精益生产管理,充分利用企业现有的人力、物力和财力,提高生产效率,减少生产浪费,是企业市场竞争中获得生存优势的有效方法之一。工作研究,起源于泰勒提倡的“时间研究”与吉尔布雷斯夫妇提出的“动作研究”,是一种提高生产效率,增加企业收益,排除工作中不合理、不经济、不科学因素的技术<sup>[2]</sup>。

工作研究是工业工程体系中基础技术<sup>[3]</sup>。工作研究运用方法研究和作业测定技术对整个作业系统中人、机、料、法、环进行分析,寻求更经济的工作方法和最合理的人机布局,从而提高生产系统效率,增加企业收益的同时,降低工人的劳动强度<sup>[4]</sup>。作业时间测定<sup>[5]</sup>,简称作业测定,是运用各种技术来确定合格工人按照作业标准完成某项工作所需时间的过程。作业测定包括直接法和合成法,合成法又包括预定时间标准法(PTS)和标准资料法。本文采用 PTS 法进行作业测定,PTS 法是制定时间标准的先进技术方法,根据作业中各种动作的预定时间值计算该作业的正常时间,再加上适当的宽放时间后就得到标准作业时间<sup>[6]</sup>。应用广泛的 PTS 法有模特计时法(MOD 法)、方法时间测定法(MTM 法)、工作因素法(WF 法)、WF 简易法等等,本文采用的是模特法。通过与石家庄一家生产电梯安全部件的民营企业进行合作,对电梯限速器的装配线进行细致周密的研究,限速器是电梯安全的重要部件,限速器装配主要包括摆装配、轮子装配和架子装配。本文主要研究的是限速器装配线中的轮子装配,并将工作研究中的模特法引入到限速器轮子装配过程中进行分析研究。

## 1 模特法原理

模特法在人体工程学试验的基础上,根据人的动作级次,选择一个正常人的级次最低、速度最快、能量消耗最小的手指一次动作的时间消耗值作为时间单位,定为 1MOD<sup>[7]</sup>。相当于手指移动 2.5 cm 的距离,平均动作所需的时间为 0.129 s,即 1MOD=0.129 s<sup>[8]</sup>。

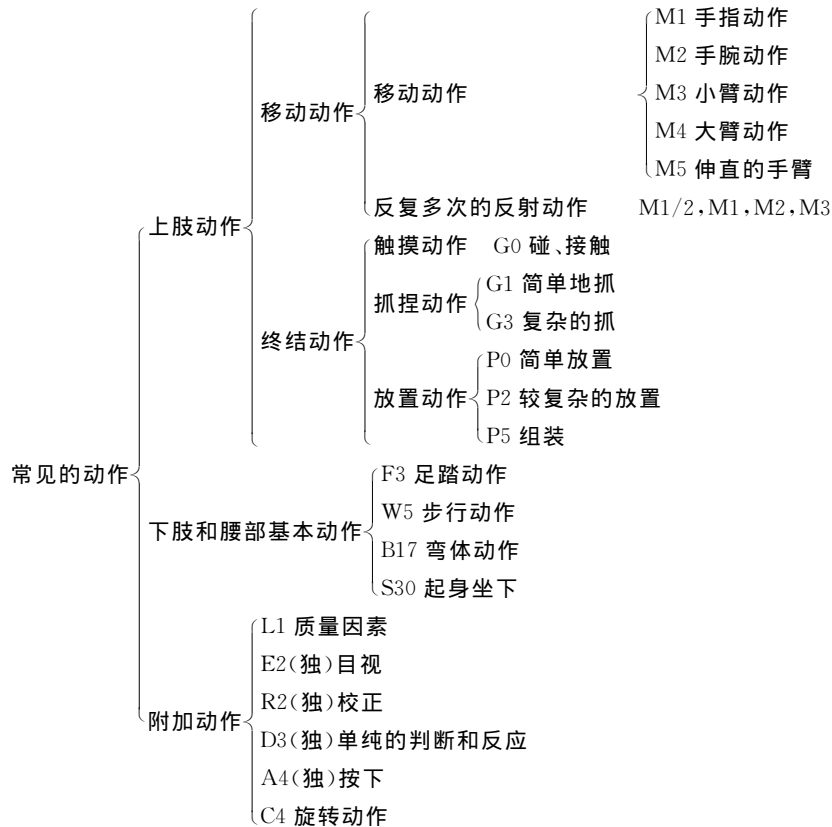
收稿日期:2017-07-17 网络出版日期:2019-02-10 责任编辑:车轩玉 DOI:10.13319/j.cnki.sjztdxxbzb.20170155

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1402.N.20190210.1131.006.html>

作者简介:庞敏(1990—),女,硕士研究生,研究方向为流程优化。E-mail:1559737984@qq.com

庞敏,王战中.基于模特法的限速器轮子装配的工作研究[J].石家庄铁道大学学报:自然科学版,2019,32(1):43-47.

模特法将人的动作归纳为 21 种,21 种动作都以手指动作一次的时间消耗值为基准进行试验、比较,来确定各动作时间值,其中上肢基本动作 11 种,下肢和腰的基本动作 4 种,附加动作 6 种。各种动作的具体划分见图 1<sup>[9]</sup>:前面的英语字母代表的是各种动作的符号,后面的数字代表的是 MOD 值。其中 M1 表示的是手指动作的 MOD 值是 1MOD,以此类推。



## 2 基于模特法的轮子装配的作业测定

根据轮子装配图,制定轮子装配的工位作业要求,轮子装配图如图 2 所示。

轮子装配的工位作业要求:

- (1)把 2 个 6203 轴承分别用正确的方法安装进内绳轮内孔去;
- (2)把绳轮轴安装进内绳轮里(不能损伤轴及轴承)如图 2 所示;
- (3)把四星轮装到内绳轮上,四星轮上的 2 个小孔分别对准内绳轮的 4 个卡爪(注意:四星轮上的小孔接近外绳轮);
- (4)把外绳轮装到内绳轮上(注意:外绳轮 A、B 面相平的一面与四星轮连接);
- (5)用 M8×40 的内六角螺栓将外绳轮、四星轮、内绳轮连接到一起。

根据轮子装配的作业要求,将操作人员的动作进行分解<sup>[10]</sup>,并按照左手动作与右手动作,分解为各个动作因素。然后根据左右手的动作叙述,以及模特法的动作分类表,列出分析式,并计算出各动作因素所需要的时间值。例如:轮子装配的第一步,首先右手取内绳轮至操作台并检查,要步行两步去取内绳轮,根据模特法的动作分类,步行动作用 W5 表示,说明步行一步所消耗的时间值为 5MOD,则步行两步的分析式为  $W5 \times 2$ ;到达地点后,需要弯腰去取内绳轮,分析式为 B17,表示弯腰再到站立的动作需要消耗的时间值为 17MOD;取内绳轮的时候需要的是小臂动作,用 M3 表示,说明所消耗的时间值为 3MOD,抓取

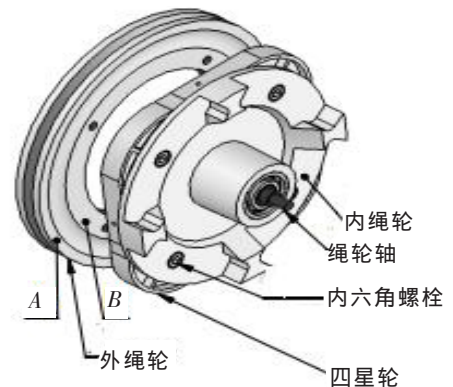


图 2 轮子装配

内绳轮的动作用 G1 表示,时间值为 1MOD,在抓取的时候进行简单的观看和检查,用 E2 表示,时间值为 2MOD,因此取内绳轮过程的分析式为 M3G1E2;取完内绳轮之后,返回至操作台,分析式为 W5 \* 2,表示消耗的时间值为 10MOD;到达操作台后将内绳轮放置,需要小臂动作以及大致位置上放置动作,分析式为 M3P2,表示所消耗的时间值为 5MOD。将所有的时间值加起来就是第一步右手动作所消耗的时间值。左手处于等待状态,用 BD 表示,当一只手什么都没做时,另一只手进行动作操作时,综合分析以操作手动作为准。因此第一步动所消耗的时间值为 10+17+6+10+5=48MOD。其它的动作分析详细见图 3。

左手动作			时间	右手动作		
动作叙述	分析式	次数	MOD 值	次数	分析式	动作叙述
等待	BD, BD, BD, BD, BD	1	48	1	W5 * 2, B17, M3G1, E2, W5 * 2, M3P2	取内绳轮至操作台并检查
取轴承至操作台	H, H, H,	2	28	2	W5 * 2/2, M3G1, W5 * 2/2	取轴承至操作台
持住内绳轮	H, H	2	28	2	M3P5, E2A4	轴承贴近内绳轮
持住内绳轮	H, H, H	2	40	2	M4G1, M3 * 3, M4P2	取工作敲击三次
等待	BD, BD, BD, BD	1	43	1	W5 * 2, B17, M3G1E2, W5 * 2	取四星轮至操作台并检查
持住内绳轮	H, H	1	16	1	M3R2P5, E2A4	四星轮移向内绳轮
检查	E2	1	2	1	E2	检查
等待	BD, BD, BD, BD	1	43	1	W5 * 2, B17, M3G1E2, W5 * 2	取外绳轮至操作台并检查
取住内绳轮与四星轮	H, H	1	16	1	M3R2P5, E2A4	外绳轮移向四星轮
检查	E2	1	2	1	E2	检查
取内六角螺栓、垫片、螺母至操作台	W5/2, M3G1, W5/2, M3P2	2	28	2	W5/2, M3G1, W5/2, M3P2	取内六角螺栓、垫片、螺母至操作台
持住六角螺栓	H	4	32	4	M3P5	装垫片
持住内绳轮、外绳轮及四星轮	H, H, H	4	128	4	M3G1, M3P5, E2A, 4(M1G0, M1P0) * 7	预装内六角螺母
持住	H, H, H, H	4	76	4	M4G1, M3P5, UT, M4P2	拧紧螺栓
运至组装处	M4G1, W5 * 4, B17, M4P2, W5 * 4	1	68	1	M4G1, W5 * 4, B17, M4P2, W5 * 4	运至组装处

图 3 轮子装配动作因素分析图

通过对目前轮子装配工位进行作业测定,可以发现现有装配线上轮子装配工位分析模特数:598MOD,手持工具进行操作(UT)的时间为 8 s。通过动作分析发现,原有的轮子装配的操作过程存在不合理的动作,存在不必要的动作,这样增加了消耗的时间,降低了装配效率,有改进的必要性。

### 3 改善后的轮子装配的作业测定

将物料架设计为高度可调试型,使升高范围在 1.6~1.9 m 之间。根据操作人员的身高适当升高物料架,使操作人员不用弯腰就可以取内绳轮、四星轮、外绳轮;例如:第一步的取内绳轮至操作台并检查,原分析式为  $W5 * 2, B17, M3G1E2, W5 * 2, M3P2$ , 消耗的时间值为 48MOD; 进行改善后,省略了原来的弯腰动作,分析式变为  $W5 * 2, M3G1E2, W5 * 2, M3P2$ , 消耗的时间值为 31MOD, 减少了 17MOD; 经过测量,工具箱距离操作人员右手边 30 cm, 但是将工具箱靠近操作台右手边的地方,距离右手 15 cm 处,这样也不影响员工的操作,而且距离由原来的 30 cm 缩短为 15 cm,使 M4 变为了 M3,因此时间值由 4MOD 缩短为 3MOD; 例如:取工具敲击轴承 3 次时,原来的分析式为  $M4G1, M3 * 3, M4P2$ , 因为有 2 个轴承,所以消耗的时间值为 40MOD, 改善后,分析式为  $M3G1, M3 * 3, M3P2$ , 消耗的总的时间值为 36MOD, 减少了 4MOD; 其次六角螺栓、垫片、螺母等物料盒放在工位旁,减少搬运时间;将物料区进行规整,将内绳轮与轴承放在一起,外绳轮与四星轮放在一起,从而取物料时分为左右手同时进行,减少移动次数,缩减移动距离;缩短料架与操作区的距离。具体改善后的动作分析以及 MOD 值的变化详见图 4。

轮子装配			工作地 布置图	物料架		
工位序号				物料盒		
定员:1				操作者		
操作者						
MOD 数:496						
日期						
左手动作			时间	右手动作		
动作叙述	分析式	次数	MOD 值	次数	分析式	动作叙述
取内绳轮至操作台并检查	$W5 * 2, M3G1E2, W5 * 2, M3P2$	1	31	1	$W5 * 2/2, M3G1, W5 * 2/2, H$	取轴承至操作台
持住内绳轮	H, H,	2	28	2	$M3P5, E2A4$	轴承贴近内绳轮
持住内绳轮	H, H, H	2	36	2	$M3G1, M3 * 3, M3P2$	取工具敲击三次
取外绳轮至操作台并检查	$W5 * 2, M3G1E2, W5 * 2, M3P2$	1	31	1	$W5 * 2, M3G1E2, W5 * 2, H$	取四星轮至操作台并检查
持住内绳轮	H, H	1	16	1	$M3R2P5, E2A4$	四星轮移向内绳轮
检查	E2	1	2	1	E2	检查
持住内绳轮与四星轮	H, H, H	1	20	1	$M3G1, M3R2P5, E2A4$	外绳轮移向四星轮
检查	E2	1	2	1	E2	检查
取内六角螺栓、垫片、螺母至操作台	$M3G1, M3P2$	2	18	2	$M3G1, M3P2$	取内六角螺栓、垫片、螺母至操作台
取外绳轮至操作台并检查	$W5 * 2, M3G1E2, W5 * 2, M3P2$	1	31	1	$W5 * 2/2, M3G1, W5 * 2/2, H$	取轴承至操作台
装垫片	$M3G1, M3P5$	4	48	4	H, H	持住六角螺栓
预装内六角螺母	$M3G1, M3P5, E2A4 (M1G0, M1P0) * 7$	4	128	4	H, H, H	持住内绳轮, 外绳轮及四星轮
持住内绳轮, 外绳轮及四星轮	H, H, H, H	4	68	4	$M3G1, M3P5, UT, M3P2$	拧紧螺栓
运至组装处	$M4G1, W5 * 4, B17, M4P2, W5 * 4$	1	68	1	$M4G1, W5 * 4, B17, M4P2, W5 * 4$	运至组装处

图 4 改善后轮子装配动作因素分析图

通过合并、简化、删除动作要素,对操作人员的动作进行改善。然后对改善后的轮子装配工位进行作业测定,可以发现轮子装配工位分析模特数为 496MOD,手持工具进行操作(UT)的时间为 8 s。时间值比原来减少了 102MOD。

## 4 结论

通过对轮子装配线的各个工位进行分析,从中发现了作业不规范和标准工时定额不合理的问题。进而采用模特法对装配线进行改进:合并可以同时进行的动作、改善作业流程,实行作业标准化等。改善前轮子装配工位分析模特数为 598MOD;改善后通过对轮子装配工位进行作业测定,可以发现轮子装配工位分析模特数为 496MOD。对比发现,改善后的时间值比改善前减少了 102MOD,装配效率提高了 17%。并进一步与企业进行合作,将此方法应用于电梯轮子装配线中,改善前轮子装配需要的时间为 78 s,通过分析记录得出改善后的轮子装配需要的时间为 67 s,实际的装配效率提高了 13%,验证了此方法的可行性。

## 参 考 文 献

- [1]易树平,郭伏.基础工业工程[M].北京:机械工业出版社,2007:275-278.
- [2]蒋建飞.工作研究在动车组总装配工序中的应用研究[D].北京:北京交通大学,2012.
- [3]闫莉,王旭超.工作研究在产品装配线改善中的应用[J].机械管理开发,2009(5):110-112.
- [4]贺超.工作研究在制造企业效率改善中的应用[D].成都:成都理工大学,2014.
- [5]Dana Belakova, Inese Ziemele. Work measurement, identification and control[J]. Advanced Materials Research, 2015 (6):177.
- [6]邹树梁,余潇韧,向虹,等.制造业标准工时制定方法研究现状及展望[J].南华大学学报:社会科学版,2014,15(4):61-65.
- [7]覃乾. MOD 法在生产线平衡中的应用[J].机械管理开发,2011(1):106-107.
- [8]庞新福,杜茂华.基于工业工程中模特法的动作研究[J].机电产品开发与创新,2007(3):28-30.
- [9]佟江元.模特法在营口摩迪液压件厂螺纹轴装配标准作业中的应用研究[D].长春:吉林大学,2014.
- [10]韦庆东.基于动作分析法的 M 公司标准工时定额研究[D].长春:吉林大学,2012.

## Research on Wheel Assembly of Speed Governor Based on Model Method

Pang Min, Wang Zhazhong

(School of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

**Abstract:** To solve the problem that the process of the wheel assembly in the elevator governor was not standardized and the time was unreasonable, a method of using work-research was proposed. Firstly, the wheel assembly process was introduced, and the job requirements were analyzed. the actions of the individual staff were decomposed. The movements of each process staff were decomposed, and the operation time of each station was measured by model scheduling (MOD). The standard operation time of production line was established. Secondly, all the action factors were analyzed through the model method. Based on the analysis results, unreasonable actions were merged, simplified, and deleted, so as to achieve the purpose of improvement. Finally, all the work stations were analyzed with MOD again, the results showed that the operation movements of the workers can be improved, the ineffective movements can be reduced, the labor intensity of the workers can be reduced, the operation time can be saved, and the assembly efficiency can be improved by 17% through the model method.

**Key words:** model method; wheel assembly; job determination