

制造业标准工时制定方法研究现状及展望

邹树梁,余潇韧^①,向虹^①,匡思莉^①

(南华大学 经济管理学院,湖南 衡阳 421001)

[摘要] 生产标准化是提高制造业生产系统效率和管理水平的有效途径,而生产标准工时制定为制造企业标准化等提供最为科学合理的手段。文章在梳理相关文献基础上,分类总结了当前不同标准工时制定的代表性方法,分析了各类标准工时制定方法在应用中的研究重点、适用性、优点和不足。最后根据当前存在的问题,提出标准工时制定方法的研究展望。

[关键词] 标准工时; 工时定额; 标准化

[中图分类号] TB497 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2014)04-0061-05

实施标准化是提高生产效率的关键,制造行业标准化最重要的手段是标准工时的制定。标准工时的制定能为企业绩效考核、成本核算及作业流程标准化提供基本依据。本文根据标准工时定额方法的发展历史和特点,将标准工时制定方法分为统计经验类、直接时间研究类、动作分析类、数学模型和计算机辅助类,并分析各类别标准工时制定的代表性方法。针对企业具体生产情况,选择恰当的标准工时制定方法,对标准工时制定的准确性、科学性有着至关重要的作用。

一 标准工时框架、方法分类与特征

标准工时主要由正常时间和宽放时间两部分组成,正常时间并不考虑操作者个人需要和不可避免的延迟时间,需要宽放时间加以修正。标准工时制定框架如图1所示。

标准工时方法研究主要是指针对正常时间的方法研究。标准工时定额是一项长期复杂的工程,一个系统的工时定额往往是多种定额方法应用的结果,表1分类列举了目前主要标准工时制定方法,从已有的文献研究可以归纳如下。

(一) 统计经验类

一般意义的工时制定最早可以追溯至传统的经验估工法,经验估工法是一种根据工时定额技术人员的实践经验来制定工时,采用直接人工估算的方法,它具有简便、工作量小、定额快的优点。但估算工时所依据的是技术人员经验,缺乏理论根据,定额人员的主观因素对工时估计影响较大,定额准确性差。为了克服经验估工法的缺点,在实践应用中需结合其它方法,利用概率统计方法进行概率估工就是其中一种,这种方法更加具有科学性^[1]。其它方法如学者杨青海等人为提高工时估算的准确性,在传统估算方法的基础上,提出了基于案例推理和事物特性表的零件工时估算方法^[2]。早期经验估算法的研究,主要是通过优化工时估算方法来提高估时的准确性。经验估工法目前主要应用于中小企业单件小批量的生产、临时性生产、新产品试制等。

统计分析法也称历史记录法,是在过去工时定额基础上经过整理分析,结合定量、定性分析来确定同等或相似内容的时间标准的一种方法。统计分析法在已有工时定额基础上进行了整合分析,并且不需细分作业去测量工时,只需对已有数据统计分析,相比经验估算法,统计分析法更具科学性,使用也更加方

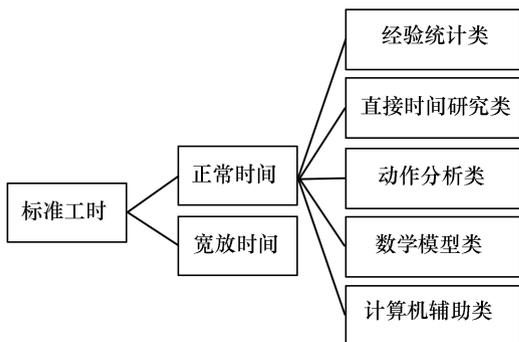


图1 标准工时制定框架

[收稿日期] 2014-06-16

[作者简介] 邹树梁(1956-),男,江西安福人,南华大学经济管理学院教授,博士。

^①南华大学经济管理学院硕士研究生。

便、易操作。但统计得出的标准工作时间包含其它工作时间和私事延迟等,没有区别开非定额时间,造成统计资料数据一般大于实际操作时间,制定的工时并不科学,误差也较大。通常提高统计工时的准确性有两种方法,一是借助模型,二是对数据的可靠性等方面进行加工,比如罗文德等人,提出了基于聚类 and

计分析的模具工序标准工时制定方法,该方法通过建立聚类分析模型对模具产品进行分类,利用统计分析模型对各类别中的工时数据进行了分布统计和显著性检验,得到了工时的统计分布和标准工时,并通过实例分析验证了方法的可行性^[3]。

表1 标准工时制定方法特点归纳

类别	代表性方法	适用对象	工具(方法)	优缺点	精度
统计经验类	经验估算法	单件、中小批量生产	经验估算	简便、高效、定额快但不科学性	低
	统计分析法	单件、中小批量生产	原始资料统计分析	简便方便、工作量小,定额快	较低
	类推比较法	单件、中小批量生产	经验估算和原始资料统计分析	简便方便、定额快、平衡性好	较低
直接时间研究类	秒表法	重复循环式作业	秒表等计时工具	结果可靠、耗时、工作量大	较高
	工作抽样法	周期长、重复性较低的作业	目视、统计	效率高、经济性好、方便简单	较高
动作分析类	方法时间衡量 MTM	流水线平整,作业改进	动素、预订时间值	主观影响小,精确可靠,要素分析繁琐	高
	工作因素法 WF	流水线平整,作业改进	动素、预订时间值	通用性强、要素分析繁琐	高
	模特排时法 MOD	流水线平整,作业改进、设计、管理	动素、预订时间值	基于人体工程学、简单易行、功能性强	高
数学模型类	线性回归	机械加工、规律性强生产系统	数学模型	统计量大、使用方便	高
计算机辅助类	各工时制定软件	标准化生产环境,生产稳定	计算机辅助、工时模型	效率高、操作方便、使用有局限性	很高

类推比较法是以现有产品定额资料为依据,经过对比、分析,推算出另一种产品、零件或工序定额的方法,该方法兼有经验估工法和统计分析法的特点,比经验估工法准确性高、平衡性好,但同样存在人为影响较大、对定额人员实践经验要求较高的缺点。大多数单件、小批量生产企业常采用类推比较法与经验估工法相结合的方法制定劳动定额^[4]。

(二)直接时间研究类

直接时间研究是指直接通过作业现场测量来制定标准工时,常用方法有秒表法和工作抽样法,是工时研究最基础方法。秒表法是运用秒表测时工具,采用抽样技术对作业执行情况进行直接、连续观测,把工作时间等数据一起记录下来,并进行数据分析的一种方法,主要用于对重复进行的操作制定标准时间。因为秒表法借助科学的测量工具,在测量过程中采用抽样技术,并对采集的数据进行科学的分析处理,避免了在时间数据获取上的主观因素,所以其测时精度较高。秒表法的缺陷是必须是生产效率在稳定水平才能实施,在计算正常作业时间时需要作业评定,作业评定受主观因素影响,降低了定

额的准确性,秒表测时过程也非常耗时、工作量大,使得工时的定额与管理工作的比较繁重。

秒表法更多的是作为一种时间研究工具来使用,应用已经很成熟。由于测时工作量大,大量测量数据需要处理,秒表法研究重点主要是提高其测时效率和结果的可靠性。比如通过合理地选择工时计算参数计算产品工时^[5]、结合工业工程方法等。工业工程秒表时间研究法,是指在工时测定前通过进行方法研究,并以此作为作业标准化改善的依据,再针对作业特点用秒表测时法进行作业测定,通过综合评价制定出标准时间,这种科学方法应用非常普遍^[6]。秒表测时过程需要作业单元划分,以及对时间测量点和测时方法的选择,当作业顺序变动时,测量结果容易产生波动,通过秒表时间研究和其他方法的结合,如与 MTM-UAS 的综合运用进行工时定额研究,能够消除单纯使用秒表研究受操作顺序影响产生的波动,又可避免单独使用 MTM-UAS 分析工作量大的弊端,二者的综合运用,能为企业制定标准作业提供指导^[7]。通过时间研究找出作业的瓶颈工序,秒表法能对生产线平衡分析起到很好的效

果。合肥工业大学张保忠通过测定作业工时进行产品加工过程平衡分析,找出瓶颈工序,实现了产品加工过程的作业改善^[8]。吉林大学刘立功采用秒表法和模特法,找出车间中小吨位汽车起重机车架主体拼装线的瓶颈等一些生产管理问题,并对这些问题进行了诊断,取得了良好的效果^[9]。

工作抽样法是对作业相关要素瞬时观测,调查要素发生的次数和频率,从而进行工时研究和作业改善的一种时间研究方法^[10,11]。相对于秒表法,工作抽样时间研究避免了繁琐的作业测量和大量的时间记录,具有效率高、准确性高、方便适用等特点,但工作抽样无法细分作业,只能得到平均结果,不能体现个体差异,相对生产周期短、重复性高的作业还是不如秒表测试方法方便、准确,具体应用中需要结合其他方法测定工时^[12]。

(三)动作分析类

动作分析时间研究最早可追溯至19世纪80年代泰勒的《科学管理》和吉尔布雷斯夫妇的动作经济原则与动素划分,二者的研究被认为是科学标准工时定额的开端。其中最具有代表性的是预订动作时间标准法,预订动作时间标准是国际公认制定时间标准的先进技术,它将作业分解为几个带有预订时间值的基本动作,只需将这些预订时间值相加,并予以放宽即可得标准作业时间。自1926年,美国人西格根据划分动作单元发表《动作时间分析MTA》一书,并提出动作要素时间分析之后,在随后的几十年间相继有著名的美国无线电公司J. H. Quick发表的《工作因素体系法》简称WF法、美国西屋电气公司H. B. Mynad发表的《方法时间衡量系统》简称MTM、H. C. Geppinger首创的《空间动作时间方法》简称DTM、加拿大人Bailey发表的《基本动作时间研究系统》简称BMT等,目前已有40多种PTS法^[13]。PTS法对生产标准化和企业管理水平的提高起到举足轻重的作用^[14],国外学者NAKAYAMA Shun, Iehi等人分析了PTS法中多种标准工时制定方法,结合企业现场情况,提出基于劳动成果指数的标准工时制定方法^[15]。目前应用最广泛最著名的预订动作时间标准方法,是由1966年澳大利亚博士G. CHey基于人因工程学研究成果创立的模特排时法,简称MOD。

以模特法为代表的PTS应用非常广泛,主要功能是标准工时制定、生产改善和生产平衡等,应用价值显著。国内学者郭伏对某公司生产线任务分配、操作方法、工时定额、人员配置及标准产量制定等方面存在的问题,结合“ECSR”四大原则及动作经济

原则,运用模特法进行改善取得十分良好的效果^[16]。白丽杰在工时定额研究时,把机械加工分成机动时间和手动时间两部分,手动时间主要是运用MODAPTS法来对工人的操作进行研究,并研究开发MODAPTS下对计算机辅助工时定额管理系统,促进了企业工时定额的信息化^[17]。庞新福运用模特法分析生产效率低下的原因,制定了工时定额^[18]。于晓宏用MOD准确计算机械加工工序辅助时间^[19]。张睿通过MOD法减少工时浪费,提高生产率平衡^[20]。祁光威基于辅助加工时间的难估计性和工时定额耗时性,以零件工艺特征的关系及属性相似性质制定动作模板,设计了面向工艺特征模特法,极大提高了工时定额的效率^[21]。陈晔通过运用模特法结合学习曲线理论建立动态基准工时库,提高了工时标准动态适应性^[22]。

相对于秒表时间研究,PTS法显著的优点就是避免了时间观测,只要根据动作序列,相应地查询预定时间值便可以制定出标准时间。预订时间值由大量实验研究所确定,不需要进行作业评定,避免了研究人员的主观影响,因而PTS法制定的标准时间更为精确可靠,使用起来非常方便快捷。另一方面当作业方法变更而修订作业的标准时间时,PTS法所依据的预订动作时间标准不变,因此适应性也更强。从实践中应用效果来看,PTS法是流水线平整的最佳方法。当前PTS方法在动作分析原理基础上都进行了进一步应用发展,在结合现代工具的基础上使得工时的制定更加科学合理,极大提高了工时定额的效率,通过学习曲线构造动态工时定额也进一步提高了MOD法制定标准工时的合理性。但基于PTS法的动作研究和分析在初期是一个繁琐和长期积累的过程,并不适合大型复杂系统和新型生产系统的快速工时定额,对系统变化的适应性也比较弱,有待进一步研究。

(四)数学模型与计算机辅助类

数学模型法工时研究是指建立标准工时数学模型,数学模型反映的是标准工时与影响因素之间的客观规律;计算机辅助工时定额是指通过建立工时数据库、模型数据库等方式构建计算机辅助工时系统。该部分研究主要集中在三个方面:一是工时模型的建立上;二是数据统计分析及检验方法上;三是模型与计算机等辅助工具的结合上。除前面所述方法制定的标准工时可以作为作业单元工时模块外,最常用的是建立工时数学模型,常用的方法有平均待定系数法、选点法、复合函数法和回归分析法等。回归分析法是典型的常用方法,国内学者对其在工

时定制方面有深入研究。如刘刚基于样本数据的线性逼近研究建立的工时定额线性回归模型^[23]、黄清云对车削工时与零件外径尺寸关系的线性回归探讨研究^[24]、傅晓锦的切削实验回归分析等^[25]。但是构建工时回归数学模型需要建立在大量数据统计上,一个生产系统由无数时间模块组成,构建各个模块中的细分单元时间模型,也是一个繁琐而任务量大的过程,并且模型法只适合少数工序,主要是机械加工工序。同时模型法对影响工时的因素变化不灵敏,适应性不强,提高模型法工时制定效率是目前研究趋势,其中最主要的是与计算机结合,这样既能有效解决数据存储量大的任务,又能通过计算机快速计算来提高标准工时的制定效率;在数据统计分析、检验、优化方面,主要是通过结合相关理论和技术对数据进行科学处理,如结合数理统计、神经网络、遗传算法等使其处理过程更加优化、可靠、科学合理。

计算机辅助工时研究主要是通过设计和优化工时定额系统来提高工时计算速度和准确率,国内外学者在应用方面做了大量深入研究。为实现计算机辅助编码快速输入、工时自动计算等功能,南京航空航天大学庄长远等通过建立分类编码系统对标准工时进行建模处理^[26]。西北工业大学姜晓鹏针对制造业企业加工工时数据量大特点,开发了基于基元化理论的工时定额管理系统,极大缩短了工时计算的重复,从而提高了定额效率和准确性^[27]。周占峰工时定额时考虑到操作工人的熟练程度,依据描述熟练程度的相关理论,并结合计算机技术来进行动态工时定额,提高了工时的合理性^[28]。除此之外,神经网络技术、成组技术等计算机辅助工时应用上都取得良好的效果。国外对于计算机辅助标准工时研究主要是在各种标准工时理论上重点进行信息化,开发适合不同行业的工时软件,如处理、跟踪工时和工时汇总的《Spec ware Inc》和《Digital Don》软件、基于动作研究的手工任务测时软件《Quick Times for Business Pro》、适合机械加工定额的《Speed Estimator Pro》和《Machine Shop Pro》等。

计算机辅助标准工时系统提高了工时计算效率,解决了大量时间资料的存储和计算问题,使用计算机也更加方便查询和修改数据资料,因此它的工时制定是建立在不断修正的工时模型上,以及生产系统数据不断积累上,其工时定额相比一般方法准确性更高。但大多计算机辅助工时系统,是根据不同生产系统具体情况开发的,应用面狭窄,仅适合标准化较强的企业或特定应用场景,通用性不强。另一方面,利用的工时模型对外界因素变化不能快速

有效调整,缺乏灵活性,对目前灵活多变的柔性、小件多批量的生产方式不能有效支持,在产品快速更新换代的现代生产制造模式下,计算机辅助工时有待进一步研究。

二 结论与展望

综合上述标准工时制定方法的研究,不难发现制造行业标准工时方法的发展,是因为制造生产系统对工时定额的适用性提出了更高要求,是源于企业追求管理水平和生产效率的不断提高。标准工时制定方法发展变化是:制定方法从定性到定量、从宏观估量到微观分析、方法工具信息化以及定额准确性、科学性、合理性的不断提高。同时标准工时制定存在效率较低、适应性不强、准确性有待提高三个方面问题,针对当前研究的不足可从提高标准工时制定方法的准确性、效率、适应性上展开进一步研究。

系统性研究:在生产系统中标准工时制定着重于局部时间研究,容易忽略整个系统的情况,一个生产系统中一般又应用了多种定额方法,由于各方法的局限性造成工时误差的积累,最终导致系统工时准确度低,造成工时制定缺乏合理性和公平性,因此在制定工时时应研究加强全局考虑,以缩小系统标准工时偏差为目标,通过实践不断优化局部标准工时,修订工时资料库,建立系统的标准工时资料库,从而提高整个工时系统的准确性。

效率研究:目前大部分企业工时制定还是基于简单的经验和统计分析方法,虽效率高但定额存在较大的主观因素,不具科学性,对企业管理水平提高有限。而准确度高的方法工作量又比较大,数据统计分析繁琐,工时定额效率低下,这些都不利于工时制定的规范化和标准化。应加强标准工时模块化研究,比如典型工步、成组模块技术等,通过模块快速组合提高工时定额效率和灵活性,尤其应在结合计算机辅助上进一步研究,以实现企业标准工时定额的信息化和集成化。

适应性研究:考虑到工人心理、学习曲线、现场环境变化等工时影响因素,非机器操作外的标准工时事实上是不断变化的。为了加强动态环境变化的支持,在工时研究时应着重优化工时模型建立动态工时基准数据库,同时减少定性研究加强定量方法研究。当前,辅助工时研究发展迅速,但各种工时系统使用仅局限于单一的研究对象,当生产变化较大或者作业对象变更时,工时系统通用性不强,造成工时相对环境变化的滞后性,不利于企业管理水平和

效率的提高,反而增加了企业成本,加强企业、行业工时系统的标准化有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] 王 蕴. 概略估工法在企业劳动定额中的应用[J]. 桂林航天工业高等专科学校学报, 2004, 9(2): 64-65.
- [2] 杨青海, 祁国宁, 黄哲人. 基于案例推理和事物特性表的零件工时估算方法[J]. 机械工程学报, 2007, 43(5): 99-105.
- [3] 罗文德, 陈庆新, 毛 宁, 俞爱林, 刘建军. 基于聚类和分析的模具工序标准工时制定方法[J]. 工业工程, 2013(4): 126-132.
- [4] 李耀旭. 航天企业劳动定额制定方法研究[J]. 航天制造技术, 2005(6): 47-50.
- [5] 潘春荣, 黄学佳, 陈洪波. 秒表法在工时定额中的应用[J]. 机械设计与制造, 2012(11): 97-99.
- [6] 刘光达. 汽车总装线标准工时制定方法的应用研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012: 26-73.
- [7] 王 娜. 汽车焊装生产线工时定额研究[D]. 天津: 天津大学, 2012: 22-53.
- [8] 张保忠. 汽车零部件生产企业现场改善与布局优化方法研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2008: 13-45.
- [9] 刘立功. 中小吨位汽车起重机车架主体拼装线标准工时的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2011: 13-43.
- [10] 郝景新. 板式家具典型作业岗位工时与产能研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2006: 12-23.
- [11] 刘晓红. 工作抽样法在家具企业生产管理中的应用[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(1): 67-71.
- [12] 林 莹, 谢 标. 基于托盘的船舶管子焊接工时预测方法研究[J]. 机械, 2013(4): 9-12.
- [13] 易树平, 郭 伏. 基础工业工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 241-243.
- [14] D G Proverbs, G D Holt, P O Olomolaiye. A method for estimating labor requirements and costs for international construction Projects at inception[J]. Building and Environment, 1999 (34): 12-21.
- [15] NAKAYAMA Shun Iehi, NAKAYAMA Ken Ichiro, NAKAYAMA Hiroshi. A Study on Setting Standard Time Using Work Achievement Quotient [J]. International Journal of Production Research, 2002(12): 32-35.
- [16] 郭 伏. 模特法在生产能力平整中的应用[J]. 东北大学学报: 社会科学版, 2003, 5(1): 31-33.
- [17] 白丽杰. 基于MODAPTS的计算机辅助工时定额管理系统研究与开发[D]. 大连: 大连交通大学, 2007: 30-37.
- [18] 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, 20(3): 28-30.
- [19] 于晓宏, 张振明, 田锡天, 黄利江. 基于模特法的机械加工工序辅助时间计算方法[J]. 机械与电子, 2009(4): 68-70.
- [20] 张 睿. 基于模特法的企业劳动定额制定与改善[J]. 统计与决策, 2009(19): 182-183.
- [21] 祁光威. 工时定额标准化研究与系统开发[D]. 大连: 大连交通大学, 2012: 39-54.
- [22] 陈 晔. 昌硕公司 X 机型生产线工作效率的改善应用[D]. 上海: 上海交通大学, 2012: 19-35.
- [23] 刘 刚. 工时定额标准的量化规律研究[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 1995(4): 20-24.
- [24] 黄清云. 应用回归直线法制定车削工时定额的探讨[J]. 广西机械, 2001(4): 46-47.
- [25] 傅晓锦. 金属切削加工中逐步回归模型[J]. 江苏机械制造与自动化, 2000(2): 18-20.
- [26] 庄长远, 翟存荣. 计算机辅助机加件劳动定额制定与管理研究[J]. 南京航空航天大学学报, 1996, 28(5): 703-706.
- [27] 姜晓鹏, 王润孝, 盛义军, 等. 基于基元理论的计算机辅助工时定额管理系统研究[J]. 机床与液压, 2006(5): 173-176.
- [28] 周占峰, 李 涛, 闫 莉, 等. 基于学习曲线的计算机辅助动态工时定额系统研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2006(10): 28-29.

A Review of Methods for Setting Standard Working Hours in Manufacturing Industry

ZOU Shu-liang, YU Xiao-ren, XIANG Hong, KUAN Si-li

(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: The production standardization is an important means of improving the efficiency of production systems and the level of management in manufacturing industry, at the same time, the methods for setting standard working hours provide a scientific and rational way for enterprises to standardize. At first, on the basis of relevant literatures, this paper aims to classify and summary the current different methods for setting standard working hours. Secondly, it analyzes advantages and disadvantages, applicability and application of different approaches in practical application. At last, it points out the prospects of methods for setting standard working hours.

Key words: standard working hours; fixed working hours; standardization