

第三章 生产作业计划与控制

总体（中期）计划确定之后，需要将生产任务在时间、空间和其他生产资源间作进一步配置，转化总体（中期）计划为生产作业计划并贯彻实施之。不同的生产类型，对生产作业计划和控制工作产生的影响也不同。

第一节 生产作业计划与控制概述

生产作业计划与控制工作，是一个动态管理过程，它涉及对总体（中期）计划任务的下达，详细作业进度计划的编制，以及在实施过程中的静态和动态的控制。生产作业计划与控制同样要体现系统优化的观点。

一、生产作业计划的概念和任务

生产作业计划是总体（中期）计划的具体化，是组织日常生产作业活动的依据。生产作业计划将总体（中期）计划的任务转化为具体的品种、数量和进度要求，并在各个具体的生产组织单位内合理分配。生产作业计划的计划期一般为月、旬、周、日甚至更短，不同的生产类型条件其计划期各不相同。

生产作业计划要充分体现组织生产战略和总体（中期）计划的各方面要求，这主要反映在效率、资源利用和总成本的优化上。生产作业计划工作的任务一般包括：各项生产作业准备工作的检查；期量标准的选择和确定；生产能力及其他生产资源需要与可能的详细核算和平衡；生产的组织技术措施的落实；编制生产作业计划。

二、编制生产作业计划的信息资料

生产作业计划编制需要详尽的资料，主要有：总体（中期）计划和订货情况变化；前期生产作业计划完成情况；成品和外购件的库存；设备状况和维修计划；产品制造等技术文件；生产能力和劳动力的负荷；原材料能源等的供应；成本、费用核算资料以及技术组织措施安排等等。

三、生产任务的分配下达

生产任务的分配下达，是生产作业计划工作首要任务，也是各个生产组织单元，进一步制订详细作业进度计划的前提。

生产任务的分配下达，一般是将总体（中期）计划的生产任务按品种、产量、质量、进度各方面具体要求下达给各个生产车间或工段，由车间或工段编制生产作业计划，然后由车间、工段对生产任务进一步分配，下达给各个班组、工序甚至工作地和个人。

生产任务分配下达的具体方法与生产系统、物质设施的类型有密切关系。如果基本生产车间按产品（对象）原则设计，则可将生产任务直接分配给生产车间；如果情况相反，即车间按工艺原则组织，则不但要规定各个车间完成生产的具体任务，还要安排确定车间之间生产中在品种、数量、质量、进度各方面的衔接。

四、生产作业计划的编制

各个生产组织单元内容的生产作业计划的编制和执行，涉及多个环节和多方面内容，除了考虑上述车间、工段的产品或工艺特点，还必须考虑生产系统的连续或间断性、产品的品种、数量（专业化程度）。在第二、第三节中，将分别以大量生产系统和间断生产系统为前提，研究各自在对象原则和工艺原则情况下的生产作业计划和控制工作。

第二节 大量生产系统的进度计划与控制

大量生产是现代社会生产的主流特点，大量生产系统的运营管理相应成为研究的基本领域。大量生产系统存在多种形式，从自动化、机械化为的大量连续生产系统，到更为普遍的机械和人工劳动并重的人机生产系统，都可成为大量生产系统。大量生产按其生产连续程度不同可分为大量连续生产系统和大量间断生产系统，与这种划分直接相关的因素是生产的物质技术设施布置的对象原则或工艺原则的不同。本节按此展开生产进度计划与控制方面的讨论。

一、对象专业化大量生产系统的进度计划与控制

对于大量连续生产系统，如果产品和生产技术不变，总体（中期）计划，包括用工水平和生产率都已确定，那么在某种程度上已解决了详细的进度计划安排。但这种假定的情况在现代生产中并不多见。即使如此，在总体（中期）计划作出以后，还存在重要

的问题需要解决：①需要将总体计划中的综合性产量在各种产品之间进行分配；②可能的劳动力使用水平的变化，必须引起设备与劳力之间的重新平衡，以及劳力的使用效率和结构问题的调整；③与前述两点及产品生产的供应、分配系统有关的产品的库存变动与生产进度和数量的关系处理。

如同总体（中期）计划，大量连续生产系统的进度计划与控制，仍然要体现系统和动态的观点。大量连续生产系统，是以长期稳定的市场需要为存在基础，产品均衡、连续的产出是这种系统以及相应的总体（长期）计划的要求。

按系统观点看问题。首先，广义的生产系统是供应→生产→存储→分配一体化过程，撇开供应的上游因素，生产→存储→分配系统受到独立的批发商和零售商的订货、销售的影响。因而成为较难控制的重要因素，作为批发和零售商们销货、订货的信息输入对于计划品种进度安排、反馈存在滞后性。其次，生产→存储→分配的一体化和系统特点及动态性，使库存环节有了相应特性，库存系统的动态特性同样应该作为重要的进度和产量计划的输入。系统库存量有三部分构成：①在途存货。在途存货量要受到平均流量和订单处理时间的影响，它是必要在库存。②周期库存。周期库存受订货周期和订货频率的两种影响，同样为满足供货正常需要所必备。③缓冲库存。缓冲库存为缓和需求偶然性变化而设立，它取决于需求变化性质和生产系统的供应水平的目标。系统库存量就为上述三部分之和，它表明了生产系统正常运行必需的最低限度数量。如前述它是由系统效率、订货和供应水平所决定。批发、零售商的订货决策独立性及其反馈滞后性，将使得库存对系统进度计划的影响突出。

生产的品种结构安排。总体计划对用工水平和生产率的决策，决定了系统在计划期的有效能力，生产的品种结构就是要将有限的的能力分配到各种类型和规格的产品中，同时要符合经济优化的原则。产品生产的品种结构问题，有很大的普遍性。

产品生产的品种结构决策，为进一步的详细进度计划、用工计划及材料采购等提供了资料依据。但前者也对详细进度计划产生严格限制，在编制过程中经常可能产生劳动力和设备能力的矛盾。解决两者矛盾的办法有两种：①适当调整生产系统产生矛盾环节的工作时间，以适合设备生产率；②重新调整生产系统（线），使之适合劳动力。第二种方法往往以用工较大变化为结果，但可使生产率有较大幅度变化。值得注意的是要考虑生产系统设备设施的设计特点，即容易调整与否。

详细作业进度计划的编制，拟扼要叙述如下：①根据总体（中期）计划任务，分配至各个产品种类和规格。②如果总体计划对用工没有变化，则可按日确定各产品和设备的具体生产任务，同时安排好外协作；如果用工计划变化，则对设备或劳力作出调整后，再确定产品、设备的日生产进度和任务。③随着生产进度的逐日按计划推进，适当时间间隔后（按周、旬等），取消一时间间隔的进度计划并确定新的间隔期的进度计划。在此之前，要掌握加班人工，外协任务和库存水平与总（中期）计划一致性，如果不相一致，则应将信息反馈到第二步②。④制订时间间距不等，相互衔接的日进度、周进度和下一时期进度计划。在详细作业进度计划的编制和执行中，要很好贯彻动态原则。

大量连续生产系统的作业进度控制，主要依据是详细的作业进度计划，可以据此设计出迅速、准确反映实际和计划差异的信息系统，主管人员据此主要用工作时间变化作出调整，如果差异过大，就可能要转入以后的总体计划中去。

二、工艺专业化大量生产系统的进度计划与控制

按工艺原则组织的大量生产系统是另一种典型情况，也可包含在间断生产系统中，本目注重于大量生产的意义。如前所述，编制生产作业计划的内容、方法随生产类型，组织形式不同而异。实行工艺原则的大量生产系统编制进度计划的前提是品种较少，各个基本生产单元（车间、工段等）之间有较密切的相互依存关系。在这种条件下，编制生产作业计划应首先保证各个基本生产单元的生产在品种、数量、产出进度上彼此配合；保证各个生产单元生产能力的平衡。做到这一点，是体现总体（中期）计划的要求。其次才是编制每个生产单元内的详细作业进度计划。实行工艺原则的大量生产系统，编制生产作业计划的基本方法是在制品定额法。

在制品定额法。在制品定额法，是按工艺流程的反方向，从成品出产的最后生产单元开始，逐次往前推算各个生产单元的投入、产出的生产任务的方法。在制品定额是作为计划、协调、控制各个生产单元生产任务的重要标准，是事先研究、确定的计划单位。

运用在制品定额法，同样要贯彻系统化原则。在编制进度计划过程中，需要掌握在制品、半成品储备情况，总体（中期）计划产成品产出要求，计划期末在制品、半成品的需要，从而确定各生产单元的投入、产出计划。

运用在制品定额法安排各个生产单位的生产任务，可运用两个经验公式进行：

$$Q \text{ 产出} = Q \text{ 后段} + M \text{ 销} + (Z \text{ 末库} - Z \text{ 初库})$$

$$Q \text{ 投入} = Q \text{ 产出} + M \text{ 废} + (Z \text{ 末定} - Z \text{ 初定})$$

在制品定额及其种类。在制品占用量定额，是在一定生产技术、组织条件下，保证生产经济合理地进行所必需的、最低限度的在制品占用量标准。在制品是存在于生产过程中的各种毛坯、零部件、外购件和半成品总称。

在制品占用定额水平、种类及相应计算，随不同的生产系统而有所区别。在按工艺原则组织的大量生产系统情况下，在制品定额种类有：①车间内部在制品占用量定额。②车间之间库存半成品占用量定额。相应的计算公式如下：

车间内部在制品占用量定额：

$$Z \text{ 内} = N \text{ 出} \times T \text{ 本}$$

车间之间库存半成品占用量定额：

$$Z \text{ 库} = N \text{ 需} \times T \text{ 额} + Z \text{ 保}$$

生产单元内部生产作业计划的编制：总体（中期）计划规定了各个基本生产单元的生产任务，也规定了各个生产单元在品种、数量、进度等方面的相互配合。在此条件

下,生产单元内部作业计划编制一般采用标准计划法。标准计划法是将各种制品的投入产出顺序、数量、进度等基本计划内容确定下来并加以标准化,编制成标准化的生产作业计划。运用这种方法,产品的计划单位可以是成品、部件或者零件。

生产作业控制。编制好的标准化的生产作业计划,将作为控制标准来使用,对生产作业活动的进度、数量等进行静态、动态的控制。控制的信息工具一般采用投入产出进度表,此表综合了生产作业过程的计划与实际投入与产出的静态和动态的情况,具有很大的便利性。

第三节 间断生产系统的进度计划与控制

多品种、成批和小批量生产是现代工业生产的另一重要领域,它与社会经济发展所派生的需求的多样化和复杂化密切相关。多品种、批量生产与间断生产系统的结合表现为对象原则的生产类型和工艺原则的生产类型两种基本情况。

一、对象原则间断生产系统的进度计划与控制

按对象原则组织的间断生产系统,其基本生产单元(车间)有封闭式和开放式两种,前者生产可储存产品,后者生产订货产品。两种类型的物质设备布置都为非连续的生产线、装配线。多品种、批量生产的任务来源可能是组织按预测所作出的生产决策,也可能是客户的订货。两种来源不同的生产任务,因为在生产的进度计划和作业管理方面存在着共性,在以下的阐述中将作统一处理。

对象原则生产车间的进度计划和作业管理,存在很大的难度和复杂性。这是由于:①生产线本身的加工能力和稳定性成为开展管理的重要限制;②多品种、批量生产所产生的多种关系及其他的组合使得要解决的问题变得千头万绪。诸如产品和工艺设计,作业程序和周期,劳力和设备能力的负荷,以及物料,在制品、半成品甚至成品的管理都呈现出多样化要求。生产车间的进度计划和作业管理,需要对众多的复杂关系和问题,尽可能作出统一和简化的决策处理,同时又不丧失必要灵活性。这就是对象原则生产车间的进度计划和控制管理的基本要求。

订单管理。订单管理是对象原则间断生产系统运营管理的首要和基本问题。作为首要问题,是因为订单是生产任务的下达,意味着一切工作的开始,订单管理有效性直接关系到准时交货。作为基本问题即使非订单生产的封闭式生产系统,也必须对产品的品种、批量、投产和交货期作出决策。

订单管理系统。车间围绕订单的一切具体业务管理的管理人员及其工作的统称为订单管理系统。车间工长、计划员、调度员和派工员分别负责订单管理的具体业务。他们是为每一份订单制订详细的进度计划和办理管理手续,工作具体到如:确定每份订单的

加工次序、时间和完工日期；按照某种判定原则将订单分配到各个工序加工，以及准备和处理有关订单的各种技术文件和其他车间单据。

订单进度计划的编制方法和原则。订单进度计划编制的目的在于：在使得交货期、订货质量保证的前提下，将有限的力量、资源与各种订单生产任务的要求作出最优的结合，达到资源、力量的充分利用和成本的最低。以下种种方法和原则都是为此目的服务的。

成组技术。订单一般各不相同，但普遍性的装配型产品的零部件设计的标准化，使得外形或工艺相同、相近的零部件可归并生产，从而取得批量经济的效果。交叉分类表、组装表等属于这类管理技术。

进度图表。对于复杂产品编制装配进度计划，需要绘制进度图表以辅助。编制按照完工日期的逆顺序进行，将装配、组装零部件制造，材料采购等环节同时间表统一起来，在图表上详细表达。

甘特图（横道图）及其新发展的各种图表可用于编制多品种的进度计划、检查生产进度、检查生产过程中各个环节的工作负荷，设备和人力的利用程度。各种图有：①工程项目计划甘特图，用以制定装配型大型产品的详细计划，也可以用于工程项目计划。②甘特负荷表。用以显示设备的动态的计划量，以及未完成的累计工作量。③甘特布置图表。用以显示每台设备的订单的进度计划，以及保留给每个订单的时间，甘特图表尚有多种其他用处。运用各种甘特图都必须做到维持完整、准确及时地登记。

工序加工的调度判定规则。工序加工的调度、安排是一个基本、又复杂的问题。一般而言，每个订单各不相同，其中每一工序的开始和完成日期也不相一致。对每份订单的每道工序的加工开始和完成日期的安排调度，涉及交货期、设备、劳力利用率，以及各种成本费用的构成和水平。不同的安排调度产生不同的效果，这些不同的效果往往是相互矛盾的，因此，解决工序加工的调度安排，使之服从于系统目标，首先要研究可行的判定规则，以及采用不同规则的综合效果。

关于工序加工的调度制定规则及其效果，在实际生产系统开展实验研究存在的困难，使学者们转向计算机模拟研究，取得的成果被多家大公司在生产中使用并取得了实效。研究成果总结了六种判定规则和十种判定结果的标准。运用它们可对结果的优劣作出判别。

六种判定规则为：①工序加工时间最少。②工序的富裕时间最少。③先来先做。④计划动工最早。⑤订单到期日期最早。⑥随机选择。十种判定结果的标准则依次为：①如期完成的订单数。②延迟完成的订单的百分比。③订单完成额分布的平均数。④订单完成额分布的标准偏差。⑤在车间等候的订单平均数。⑥订单的平均等候时间。⑦订单排队的每年成本负担。⑧等待期间存货占用的费用对加工时间存货占用费用的比例。⑨工时利用率。⑩机器能力利用率。

订单生产的信息反馈和控制系统。对订单生产作出正确无误的前馈控制几乎是难以做到的，加工车间为了确保订单生产符合进度计划，并必要时作出调整，需要依赖于准

确、迅速的信息反馈和控制系统。为此，许多大公司都研究和采用了多种通讯手段。诸如：内部计算机网络系统，远程通讯的电传打字电报机、气动管道传递系统等。这些系统较好解决了信息的迅速收集、反馈和处理，为订单生产的动态管理提供了利器。

多品种，批量生产，尤其是订货生产，使按对象原则组织的间断性生产系统的计划和控制工作很为困难，这导致了以使用计算机为基础的综合系统管理。此方面的研究已取得了成效并有着广阔的前景。

二、工艺专业化生产系统的作业与控制

按工艺原则组织的生产系统，有较强的产品品种和产量的适应性，因此探讨这种生产系统条件下的多品种成批和小批量生产有现实意义。

多品种成批生产的作业计划和控制。多品种成批生产，是指生产的品种规格较多，产品和工艺相近，并且每种产品的批量大小不一的情况。多品种成批生产细分为三种类型：①一批产品只生产一次。类似于单件生产订货；②一批产品根据需要不定期重复生产；③产品有持续需求，规律性定期重复生产。第②、第③种类型都属于成品储存型生产，生产任务来源于客户订货或者组织的计划决策，后面的情况可能居多，对于第①种类型的作业计划和控制较为简单，可一次性排定计划组织生产；或者按需要将批量分小，逐次投入生产。也可以与其他产品生产穿插，平行组织生产。第②、第③种类型的作业计划工作增加了复杂性，不仅要安排各种产品进度和次序，还需要作出批量决策，而且两者是相互关联的。一般而言，可以将三种类型的成批生产统一起来考虑生产作业计划工作，适用的方法为提前期法或累计编号法。

运用提前期法或累计编号法的基础，是将多品种、成批生产组织为成批轮番生产。所谓成批轮番生产，指规律性地确定各品种的投产批量，安排好各种产品的生产次序和进度组织生产。成批轮番生产的作业计划编制的重点，在于做好各个生产单元，各环节在品种、数量和时间上的协调衔接。如果产品批量稳定、则根据产品技术和定额资料，设备生产能力，就可以得出规律性的（稳定的）生产周期和提前期等期量标准。据此就能够对各个生产单位担负的产品或零部件的生产任务作出具体安排，从而保证各个生产单位的制品在时间和数量上的协调性和统一性。

提前期法或累计编号法，具体为：根据最后生产单位产成品的平均日产量，将生产提前期转化为提前量，并相应规定各个生产单位应达到的投入和产出的零部件的数量。对生产的各种产品实行统一的累计编号，按照产品的先后顺序进行编号，累计号数从年初或者投产日开始起编，最终得到代表所有产品产量的连续累计号。累计号数在生产过程中存在规律性，越接近最后生产单位，累计号数就越少；反之亦然。产品在同一时间在某个生产单位（环节）上的累计号，与成品出产累计号的差别，称之为提前量（是由提前期转化而来）。

根据上述原理，可以求得每个生产单位在计划期产出和投入应达到的累计号数，进一步可以求得每个生产单位在计划期内应完成的投入量和产出量。两种不同的计算公式

如下：

各个生产单位在计划期末产品产出和投入应达到的累计号数：

$$M_{\text{出}} = M_{\text{后}} + T_{\text{出}} \times N_{\text{日}}$$

$$M_{\text{投}} = M_{\text{后}} + T_{\text{投}} \times N_{\text{日}}$$

各个生产单位在计划期内应完成的投入量和产出量：

$$N_{\text{出}} = M_{\text{出}} - M_{\text{初出}}$$

$$N_{\text{投}} = M_{\text{投}} - M_{\text{初投}}$$

提前期法或累计编号法存在编制简便，不用修改和保证成套性等优点。

第四节 期量标准

所谓期量标准，就是劳动对象（产品、零部件或毛坯）在生产制造过程中有关期限和数量方面的标准数据。合理的期量标准，使生产作业计划建立在一个客观的基础之上。这使得生产作业计划能较好满足生产的时间、质量、协调、均衡等方面的要求。

不同类型的企业，其期量标准不同。大量生产企业的期量标准主要有：节拍、在制品定额、工作指示图表等；批量生产企业的期量标准主要有：批量、生产间隔期、生产提前期、生产周期、在制品定额等；单件生产企业的期量标准主要有生产周期、生产提前期等。

一、批量和生产间隔期

批量是指一次投入或产出的相同制品的数量，或指花费一次准备结束时间所生产同种产品的数量。生产间隔期是相邻两批同种产品投入（或产出）的时间间隔。两者之间的关系是：

$$\text{批量} = \text{生产间隔期} \times \text{平均日产量}$$

一般说来，生产批量越大，生产间隔期越长；反之亦然。所以这两者只要确定了其中一项，另一项也就决定了。一般有如下三种方法确定批量。

1. 经济批量法。它是以生产费用包括设备调整费用和在制品占用费用最小为目标的一种批量计算方法。采用经济批量法，可以求得生产费用最低情况下的最佳批量。计算公式如下：

$$Q_E = \sqrt{\frac{2AN}{CI}}$$

式中 Q_E ——经济批量；
 A ——一次设备调整费；
 N ——计划期产量；

C ——单位在制品占用费；

I ——在制品占用费用率。

2. 最小批量法。它是以保证设备的合理利用为主要目标的一种批量计算方法。这种方法主要是从充分利用设备和提高劳动生产率这个方面来考虑的，就是把设备的调整时间控制在允许的范围內，计算公式如下：

$$Q_{\min} = \frac{t}{k \cdot t_0}$$

式中 Q_{\min} ——最小批量；

t ——更换品种时对设备工装进行调整的时间；

k ——设备调整允许损失系数；

t_0 ——单间工艺工序时间。

设备调整允许损失系数，一般取 0.02 ~ 0.12 之间。这种方法在确定批量时，通过选取不同的 k 值，既考虑了零部件对流动资金的影响，也考虑了不同生产类型对设备利用率的影响。不同零部件和生产类型对设备利用率的影响如表 3-3-1 所示。

表 3-3-1 不同零部件和生产类型对设备利用率的影响

零部件价值	生产类型		
	大批	中批	小批
低	0.02	0.03	0.05
中	0.03	0.05	0.08
低	0.05	0.08	0.12

3. 以期定量法。它是根据标准的生产间隔期来确定批量的一种方法。但产品的年产量确定以后，生产间隔期和批量关系可以用公式表示如下：

$$R = \frac{Q}{P}$$

式中 R ——生产间隔期；

Q ——批量；

P ——平均日产量。

这种方法只要有了标准的生产间隔期，批量很快就可确定，特别是产量任务变更的情况下，这种方法的优越性就更为明显。

二、生产周期和生产提前期

生产周期是指某种产品从原材料投入生产开始，到成品出产为止的全部日历时间。

生产提前期是指产品（零部件、毛坯）在各车间投入或出产的时间比产成品出产的日期应提前的天数。前者称为投入提前期，后者称为出产提前期。计算生产提前期是以

产品最后工艺阶段为起点，然后按反工艺顺序逐个计算的。其计算公式如下：

$$\text{某车间投入提前期} = \text{本车间出产提前期} + \text{本车间生产周期}$$

$$\text{某车间出产提前期} = \text{后车间投入提前期} + \text{保险期}$$

如果某零件在各工艺阶段，前后两车间生产间隔期不同，且成倍数关系时。其出产提前期的公式如下：

$$\text{某车间出产提前期} = \text{后车间投入提前期} + \text{保险期} + \frac{\text{本车间生产周期}}{\text{后车间生产周期}} \times \text{后车间生产间隔期} - \text{后车间生产间隔期}$$

投入提前期计算公式不变。

有了提前期标准，就可根据生产任务计算合同规定的产品交货期限，正确确定产品中各零件的投入和出产时间，保证生产任务按时完成。

三、在制品定额

在制品定额是指在一定的组织技术条件下，为了保证生产正常进行，生产过程各个环节所需占用的最低限度的在制品数量。

由于企业生产类型不同，制定在制品定额的方法也不一样。在一般情况下，在制品定额是按零部件（毛坯）分别制定。

1. 在大批量流水生产条件下在制品定额的制定。流水线内部的在制品按其性质和作用有四种不同形态。①工艺在制品，按各个工作地上正常进行加工的在制品量确定；②流动在制品，间断流水线上由于相邻两工序生产效率不同而形成的备周转的在制品占用量，根据经验统计资料确定；③运输在制品，连续流水线上各道工序之间正在运送过程中的在制品，根据工作地具体加工的情况而制定；④保险在制品，是为了保证在个别工序发生偶然事故时，生产线仍能正常运转而建立的。这项占用量只是在最容易出故障的工序上设置，根据经验统计资料而确定。

2. 在定期轮番成批生产的条件下在制品定额的制定。

(1) 车间内部的在制品定额的制定。可根据以下公式计算：

$$\text{车间内部在制品定额} = \frac{\text{一批零件在该车间的生产周期}}{\text{该种零件在该车间的生产间隔期}} \times \text{批量}$$

(2) 车间之间库存半成品定额的制定。车间之间的在制品也称为半成品，是为了保证前后车间生产的衔接而形成的，其中还包括保险储备量，一般是根据过去的统计资料而确定的。