

设备工程监理 进度控制

中国设备监理协会 组织编写
吕文学 主编

 天津大学出版社
Tianjin University Press

《设备工程监理进度控制》

设备监理培训教材编写委员会

主任委员:于献忠

副主任委员:汪立昕 商如斌

设备监理培训系列教材

主 编:汪 洋

副主编:吕文学 张连营

《设备工程监理进度控制》主编:吕文学

编委:和金生 郑春东 尚天成

设备监理培训教材审定委员会

主任委员:孔令龙

副主任委员:任树本 罗国三 汪建业

阎献军 齐二石 林逸川

《设备工程监理进度控制》审定组长:齐二石

审委:王 璞 张喜军 刘瑞华 王新林

童振武

序

在大家的共同努力下,设备监理培训系列教材正式出版了。这是设备工程监理史上的一件好事,相信它的出版会对设备工程监理的教学、研究、学习与实务工作有所裨益。

产品质量包括工程质量和服务质量,是一个国家经济实力、国家文化和国民素质的重要标志之一。党和国家领导人历来都把提高质量放在十分突出的地位。设备监理正是市场经济条件下孕育出的一种科学的、先进的、成功的项目管理制度,它关系到工程质量,关系到工程安全,关系到工程效益,同老百姓的利益密切相关。用“三个代表”的要求来衡量,设备监理工作归根到底就是要保护和发展生产力,保护和发展先进文化,保护和发展最广大人民群众的根本利益。所以,做好设备监理工作也是实践“三个代表”要求的具体体现。国务院在《质量振兴纲要》中提出:“健全工程项目质量管理体系。工程项目建设中实行项目法人责任制、招标投标制、工程监理制和合同管理制。大中型建设项目和国家重点工程要推行建设监理制度;对重点建设项目中的成套设备,在项目法人制的基础上,建立设备监理制度。”2001年《国务院办公厅关于印发国家质量监督检验检疫总局职能配置内设机构和人员编制规定的通知》再次明确提出,国家质量监督检验检疫总局的主要职责之一是:“组织实施《质量振兴纲要》,会同有关部门建立重大工程设备监理制度。”建立设备监理制度,开展设备监理活动,以保证重点项目的顺利实施,保证设备质量和投资效益,已经成为高层管理者的共识。因此,从2001年11月起,《设备监理暂行办法》、《设备监理单位资格管理办法》、《注册设备监理工程师执业资格制度暂行规定》、《注册设备监理工程师执业资格考试实施办法》和《注册设备监理工程师执业资格考核认定办法》陆续出台,将设备监理活动、设备监理单位和人员都纳入了法制化、科学化的管理范畴。以这几个规章、规范性文件为基础,全面构筑了我国设备监理的法律框架和工作体系,为工程质量、投资效益提供了坚实有力的保障。

设备工程监理专业技术要求高,组织管理复杂,因而在设备工程监理单位和人员上都要求高起点、高标准,提高我国设备监理工作人员的素质和竞争力也更显得尤为重要。只有下大力气,培养出更多的优秀人才,才能从根本上提升我国设备工程监理的整体水平。为此,国家质量监督检验检疫总局委托天津大学编写了这套设备工程监理丛书,它必将对我国设备工程监理人才的培养起到重要的促进作用,从而为保证工程质量,提高投资效益,促进国民经济的健康发展做出积极贡献。

国家质量监督检验检疫总局副局长

王秦平

2004年12月15日

前 言

随着我国经济的高速增长,固定资产投资呈现快速增长和多元化的趋势,这其中工业建设项目投资增长明显高于其他行业,而设备投资在其中占有很大比例。因此,抓好重要设备从设计到采购、制造、安装等一系列环节的监督管理就成为确保重点工业建设项目质量乃至经济运行质量的关键。

为此,1996年国务院颁布的《质量振兴纲要》明确提出,对重点建设项目中的成套设备,在项目法人责任制的基础上,建立设备监理制度,并要求积极发挥中介组织的作用,开展设备监理工作。1999年,原国家质量技术监督局开始启动设备工程监理工作,为我国建立设备监理制度奠定了基础。近几年来,设备工程监理已得到了长足的发展,初步形成了新的工程项目管理的格局,促进了工业建设项目管理体制改革和管理水平的提高;另一方面,设备监理制度的实施也对设备监理工程师提出了更高的要求,对设备监理工程师的培训已成为当务之急。设备工程监理系列教材就是在这样的背景下产生的。

1999年12月,原国家质量技术监督局委托天津大学管理学院组织编写设备监理工程师系列培训教材。本系列教材在借鉴国内外监理理论和已有的设备工程监理实践的基础上,根据国家质检总局和国家发改委等国务院有关部门发布的相关政策法规文件和全国注册设备监理工程师执业资格考试大纲编写,主要作为全国注册设备监理工程师执业资格考试的参考教材和设备工程监理人员的培训教材。

本系列教材包括《设备工程监理导论》、《设备工程监理合同管理》、《设备工程监理质量控制》、《设备工程监理投资控制》和《设备工程监理进度控制》共五本教材,系统地介绍了设备监理制度、设备监理知识体系框架和设备监理实务的主要内容。

在本系列教材编写过程中,经过多次专家研讨会议的讨论,在专家建议的基础上,形成本系列教材的第一稿。在全国设备监理高级研讨班试用和征求意见的基础上,经本系列教材编写委员会和审定委员会专家及各本教材编者的共同努力,形成第二稿的基本框架。在本系列教材第二稿完成后,来自多所院校的老师又对本系列教材的结构和内容提出了很多宝贵的意见。应该说,本系列教材的形成凝聚了众多专家和老师的经验和智慧,他们不仅对本系列教材的编写提出了建设性的意见,还提供了大量的第一手资料,中国设备监理协会的各位工作人员对本系列教材的编写提供了很多帮助,在此一并致以衷心的感谢。

限于编者的水平,本系列教材的体系和内容还存在缺陷和不足,教材提出的理论和方法还需在设备工程监理实践中得到检验和完善,在此,编者恳请广大读者批评指正。

设备监理培训教材编写委员会

2004年10月

目 录

第一章 设备工程进度控制概论	(1)
第一节 设备工程进度控制概念.....	(1)
第二节 设备工程进度计划编制.....	(8)
第三节 设备工程进度控制计划系统.....	(14)
第二章 网络计划技术	(17)
第一节 网络计划技术概述.....	(17)
第二节 双代号网络图.....	(20)
第三节 单代号网络图.....	(40)
第四节 网络计划优化.....	(47)
第三章 搭接进度计划	(65)
第一节 基本概念.....	(65)
第二节 单代号搭接网络计划.....	(67)
第四章 设备工程进度控制方法	(74)
第一节 概述.....	(74)
第二节 设备工程进度计划监测与调整的系统过程.....	(77)
第三节 实际进度与计划进度的比较方法.....	(84)
第四节 工期变化的处理.....	(89)
第五章 设计、采购、制造、安装与调试进度控制	(96)
第一节 设备工程设计进度控制.....	(96)
第二节 材料和设备采购进度控制.....	(100)
第三节 设备制造进度控制.....	(102)
第四节 设备安装进度控制.....	(109)
第五节 设备调试进度控制.....	(112)
第六章 计算机辅助进度控制	(114)
第一节 概述.....	(114)
第二节 进度控制软件的基本功能.....	(115)
参考文献	(121)

第一章 设备工程进度控制概论

第一节 设备工程进度控制概念

一、设备工程进度控制

(一) 设备工程进度控制含义

设备工程进度控制是指对设备工程各阶段的工作内容、工作顺序和工作持续时间根据其进度总目标及资源优化配置原则，编制计划并付诸实施、检查和调整的全部过程。设备工程进度控制的最终目的是实现其时间目标。其总目标是设备工程的工期。

设备工程进度控制中常用到的一些概念如下。

①工期。工期是指设备工程从正式开始实施到全部完工投产、交付使用所经历的时间。

②合同工期。合同工期是指在承包商与业主签订的合同中规定的完成全部合同工作的时间期限及非承包商责任引起的延长期限。

③进度计划。进度计划是指根据合同所规定的工作范围、工期及目标等，对计划实施的设备工程的全部活动顺序，包括设计、采购、制造、安装、调试等各个过程的具体活动的预期时间安排。

④当前进度与调整进度。当前进度是指工程按进度计划执行到某一时间状态下的实际进度，或者称某一时间的状态进度。调整进度是指工程的当前进度因受某种干扰因素的影响，需要采用控制措施，对原计划进行重新调整。调整进度的目的是保证各阶段进度目标的实现，进而保证工程总进度目标的实现。

⑤设备工程总进度计划。设备工程总进度计划是以整体设备工程的进度作为编制计划的对象，内容包括设计工作进度、设备采购进度、设备制造进度、设备安装与调试进度等。

(二) 设备工程进度控制的意义

设备工程进度控制的意义主要有以下三点。

1. 保证设备工程按预定的时间交付使用，及时发挥投资效益

我国每年投入大量资金进行固定资产扩大再生产，其中有不少涉及设备工程，如发电厂、炼钢厂、石油化工厂等。投资的目的：一是发展国民经济，二是提高人民的物质和文化生活水平。因此保证设备工程按预定的时间交付使用，及时发挥投资效益是利国利民的大事。进度拖延无疑是巨大的物质浪费和时间浪费，会给国民经济和人民生活带来不良影响。

但即使进度提前,也不一定会产生经济效益,因为设备工程是一个系统工程,一般需要很多的配套工程或占用大量的资源等,如果单项或部分设备进度提前却不能发挥整个设备工程的投资效益,就可能造成资源的积压,还可能给整个工程造成混乱。

2. 加强进度控制,有益于维持国家良好的经济秩序

由于大型设备工程投资多、消耗大,它所需要的资金、人力和物资必须由国民经济各相关部门提供,故涉及这些部门的正常运转。因此设备工程只有按计划进行,才能不影响这些部门的正常运转秩序。另一方面,设备工程,尤其是大型的设备工程,其投产后将会给国民经济带来巨大的效益,如果不能按期完成,无论拖后或提前,都可能给相关部门或单位带来巨大损失或扰乱其正常的运行秩序,甚至还可能对整个国民经济的宏观调控与计划产生影响。

3. 良好的进度控制能给业主带来良好的经济效果

对于业主来说,控制进度就控制了速度、经营管理秩序和总工期,业主的生产和经营就可以均衡地、连续地进行,合同可以正常履行,资金得以正常地周转。控制进度还有利于提高产品质量和降低成本,体现社会效益、经济效益和业主信誉的统一。

(三) 设备监理单位进行进度控制的必要性

监理单位参与设备工程的进度控制,大大加强了进度控制的效果,有利于实现进度目标。

1. 监理单位可以对工程进度进行全过程控制

无论是进度决策,还是进度计划的实施,监理单位都参与咨询和监督,使设备工程中的每个步骤都对进度目标的实现起促进作用,这就有效地防止了进度控制在某些环节发生脱节现象,可以扭转过去进度控制重后期、轻前期和重施工、轻决策的不良倾向。

2. 监理单位可以对工程进度实施系统进行监督控制

设备工程的进度控制是一个大的系统,从目标上看,它是由进度控制总目标、分目标和阶段性目标组成的目标系统;从所涉及的阶段来看,它是由设计阶段、设备制造阶段、设备储运阶段、设备安装阶段、设备调试阶段等构成的过程系统;从进度控制计划上看,它是由总进度控制计划、子进度控制计划和相应的设计文件、资源供应、资金保证、投产动用等计划组成的计划系统。各个系统的总体控制和监督的任务,都应由监理单位承担,以达到全面、客观、有效地控制系统的目的。

3. 监理单位具有进度控制所必需的专业知识

进度控制方法和手段已经得到了充分发展,进度控制具有很强的科学性,必须有专业化的人才去掌握和应用。监理单位进行进度控制,可以充分发挥其专业人才的作用,科学有效地进行进度控制。

4. 监理单位的协调作用保证了目标的一致性

由监理单位进行进度控制,可以保证进度控制、质量控制、投资控制、合同管理和信息管理目标的一致性和协调性。监理单位进行目标控制,不可能也不应该是单一的,而必须是全面的、协调的、相关的。监理单位可以客观地做到在保证质量的前提下使进度合理和投资

节约。还可以科学预测和处理各种风险因素，在合同执行过程中运用其专业技能进行协调、管理和沟通，保持设备工程信息畅通。同时，可协助有关单位采取必要的措施，实现各种目标。

二、设备工程进度的影响因素

设备工程进度控制是一个动态过程，影响因素多，风险较大，应当进行认真的分析和预测，以便采取措施应付变化，使不平衡变为相对的平衡，在动态中实现进度控制目标。

（一）从设备工程的参与单位以及客观因素分析

设备工程的进度主要受下列因素的影响。

①设备工程业主的影响。这包括设备工程业主提出的设备目标、资金、材料、辅助设备的供应进度，各项准备工作的进度，以及业主各项管理的有效性等。

②设备监理单位的影响。设备监理单位委派的设备监理工程师在设备工程现场履行其合同义务和责任时，会对设备工程的进度产生影响，如作出决定的客观性、对工程风险预测和分析的准确性，以及对进度控制所采用方法的合理性等。一个具备设备工程监理资质、技术水平高和经验丰富的监理单位会促进设备工程进度健康、有序和均衡地发展。

③设计单位的影响。这包括设计进度目标的确定，可投入的设计力量及其工作效率，各设计专业的配合状况，工程设计的难度，审查设计文件的进展速度，以及设备业主与设计单位的协作状况等。

④设备制造单位的影响。这包括制造进度目标的确定，制造单位的设计、生产能力和管理素质，投入的人力、资金及装备等。

⑤施工单位（安装、调试单位等）的影响。如施工单位的规模、技术水平等，更广义的施工单位还应该包括相关的土建工程的施工单位。

⑥设备运输单位的影响。这包括运输期限的制定、运输方式的选择、货物安全保障能力等。

⑦其他影响。这包括上级领导部门的指令和指导意，制造材料市场供应的状况，国家财政状况、银行贷款的审批与拨付，国际、国内或地方政府政治和经济环境的影响，气候的影响，不可抗力等。

（二）按造成工期延长的原因分析

在设备工程进展过程中，如果发生下列事件，则有可能造成工期的拖延：

①设备工程发生变更；

②业主要求不当；

③业主未能在合同规定的时间内，给予承包商进入和占有现场的权利；

④遇到不可预见的物质条件；

⑤现场发现化石、硬币、有价值的物品或文物以及具有地质和考古意义的结构物与其他遗迹或物品；

⑥改变合同规定的试验的位置或细节，或进行附加试验；

- ⑦暂停工程某一部分或全部的施工;
- ⑧妨碍进行竣工试验;
- ⑨国家的法律改变(包括适用新的法律和废止或修改现有法律),或对此类法律的司法解释有改变;
- ⑩业主风险达到对设备工程、货物或承包商文件造成损失或损害的程度;
- ⑪不可抗力的后果;
- ⑫异常不利的气候条件;
- ⑬由于流行病或政府行为导致可用的人员或货物的不可预见的短缺;
- ⑭同时在现场工作的参与方过多造成互相干扰;
- ⑮设备工程制造或安装地的风俗习惯;
- ⑯承包商管理混乱;
- ⑰合同当事方违约,如不严格履行合同义务、违反法律规定、公司破产等;
- ⑱其他原因造成的工期拖延,如国际政治经济环境的影响,业主的经营状态和资金的影响,设备工程质量缺陷、材料质量缺陷、设计缺陷等的影响。

以上诸因素既有客观存在的,又有人为的、可以预测和控制的。其中人为因素是最常见的和最重要的。设备工程监理单位参与进度控制,既构成影响进度的重要因素,又可以通过签订合同,接受设备业主的委托,采用有效的方法和手段,对各种进度控制的影响因素实施干预,促进进度控制目标的实现。

三、设备工程进度控制措施

(一) 设备工程进度控制的基础工作

1. 信息工作

编制用以进行进度控制的计划必须掌握充分的信息,尽量使信息数据化,以使用数据说话。这些信息主要包括以下几方面:

- ①设计单位信息,如各专业的人员数量、设计工作效率、设计管理能力等;
- ②制造单位信息,包括各类人员数量、技术水平、生产管理水平、劳动效率,制造设备状况和加工能力,所需零部件加工能力,原材料、外购件采购能力,科研能力及资金状况等;
- ③设备安装单位信息,包括历年产值、产量、质量、工期、成本、利润、材料消耗、能源消耗、劳动生产率、资金周转、设备利用状况等信息;
- ④设备监理单位信息,包括设备监理单位的资质、人力资源、以往监理经验、财务、信誉等方面的信息;
- ⑤其他信息,如市场状况、通信、交通运输、国家政策、国际政治经济环境等方面的信息。

2. 预测工作

用于进行设备工程进度控制的主要依据是事先制定的进度计划,而计划又是对未来行动

所做的时间安排,故预测工作便成为进度控制的基础工作。预测包括设备工程开始前对拟进行的全部工作的完成时间的预测和实施过程中对后续工作完成时间的预测。

预测是对未来发展趋势进行预计和推测。用于进度控制的预测内容和预测方式可以有多种,现分述如下。

(1) 设备工程进度控制预测的工作内容

设备工程进度预测的工作内容包括:对进度控制目标的预测、对市场供应状况的预测、对风险因素的预测、对进度控制的效果预测等。

(2) 进度控制预测的方法

①定性预测法。定性预测法是利用进度控制专业人员的经验进行预测。为了把这种经验收集起来,可以用“专家会议法”、“专家调查法”等。

②定量预测法。定量预测法是根据调查得来的数据利用数学模型进行预测。虽然定量预测方法有许多种,但最适用的是时间预测法,如回归分析、时间序列等方法。

3. 决策工作

决策工作的目的是确定进度目标。计划的编制与执行均有赖于科学的决策。

进度控制目标决策是依据对影响进度的各种因素的理解和预测得到的结果,常由设备工程业主负责进度目标总决策,进度计划编制人员进行阶段性目标的决策,设备监理单位对决策工作进行咨询和监督,故可称为在授权范围内“参与决策”。

4. 统计工作

在实际的设备工程中,不确定性因素有很多,很难通过数学模型进行有效的进度控制,因此需要在执行过程中加强进度信息和数据的收集、整理、分析和报告(报表)工作,利用得到的必要的信息资料作为进度控制的基础。只有在统计资料充分、准确的情况下,才能进行有效的进度控制。无论是日常统计或周期性统计,都是进度控制所必需的。

(二) 设备工程进度控制的具体措施

为了有效实施进度控制,设备监理工程师应根据设备工程的具体情况,确定设备工程进度控制的详细措施,以确保进度目标的实现。设备工程进度控制的措施一般包括组织措施、经济措施、技术措施、合同措施和信息管理措施。

1. 进度控制的组织措施

①建立设备工程进度目标控制体系,并据此建立进度控制的设备监理现场组织机构,将实现进度目标的责任落实到每个进度控制人员。

②建立现场进度控制的工作责任制度,说明进度控制人员在进度控制中的具体职责。

③派驻称职的设备监理人员,即设备监理人员应具备一定的素质和执业资格,并在上岗前经过有针对性的培训。

④建立可行的进度控制工作体系,包括例会制度(技术会议、协调会议等)、进度计划审核及实施过程监理制度、各类文件审核程序及时间限制等。

⑤建立完整的变更控制系统,一旦设备工程发生变更(如设计变更),各方应遵循事先建立的变更程序,及时审核和批准变更。

⑥建立激励机制,对进度控制人员的工作进行协调和考核,利用激励手段(奖励、惩罚、表扬、批评等方式)督促他们进行进度控制。

2. 进度控制的经济措施

进度控制的经济措施,是指用经济的手段对设备工程进度控制进行影响和制约,它有以下几种:

①建立设备工程付款程序,及时审核承包商的进度付款申请,并向业主出具付款签证,以便业主及时向承包商支付进度款;

②及时处理变更和索赔付款;

③采取奖惩措施,如对提前竣工,可给予物质和经济奖励,对工程拖期,则采取一定的经济处罚;

④向业主支付误期损害赔偿费;

⑤在承包商违约的情况下,业主向承包商索赔经济补偿。

3. 进度控制的管理技术措施

进度控制的管理技术措施是指运用各种项目管理技术,通过各种计划的编制、优化实施、调整而实现对进度有效控制的措施,主要包括:

①建立一套实用和完善的设备工程进度控制的程序文件;

②采用横道图计划、网络计划技术等,编制设备工程进度计划;

③利用电子计算机和各种应用软件辅助进度管理,包括进度数据的采集、整理、统计和分析。

4. 进度控制的合同措施

进度控制的合同措施是指必须按照合同规定的进度控制目标,采用合同规定的进度控制方法,对设备工程进度进行控制的措施。如在合同中规定的开工时间,设备工程应开始实施。进度控制的合同措施主要包括以下几方面。

①选择恰当的合同管理模式,如设计—建造模式、设计—采购—施工/交钥匙模式、单价合同模式等。

②按当事方签订的合同进行管理,即在处理设备工程实施过程中遇到的任何进度问题或其他问题,均应依据合同规定进行处理,不能主观臆断。

③编制进度计划所使用的方法和计算机应用软件应在合同中作出规定,并在合同中规定设备监理工程师负责监督承包商按审定的进度计划实施设备工程。

④合同中对与进度有关的内容作出明确规定,如开工日期、竣工时间、主要事件的完成时间、各类文件的审核时间、主要试验和检验的时间安排等。

5. 进度控制的信息管理措施

信息管理措施是指在设备工程进度控制过程中,对设备工程进度信息进行有效管理,以掌握最新的信息,确保决策正确性的方法。主要措施包括以下几方面。

①建立进度文档管理系统,事先设计好各类进度报告的内容、格式及上报时间等。

②建立进度信息沟通制度,保证信息渠道畅通。

③规定信息传递的方式和方法。进度信息传递方式是指书面或口头方式、电子方式等传递进度信息；信息传递方法是指采用纸质打印或手写文档、电子文档、电报或其他类型的文档。

④建立信息管理组织。信息管理包括人工管理信息系统和计算机管理信息系统两种。前者包括信息人员的配备、会议制度的建立、各项基础工作的健全化、信息的鉴定、签证和归档制度等。后者包括人员配备、计算机硬件和软件配置等。

四、设备工程实施阶段进度控制的主要任务

在设备工程实施过程中，设备工程监理单位的主要任务如下。

（一）收集有关设备工程工期的信息，协助业主确定工期目标

工期信息包括与本设备工程在建设环境、设备性质和规模等相类似的设备工程的工期信息，单体设备的制造周期信息，设备和材料运输的途径和所需要的时间信息以及可能对设备工程进度产生重大影响的其他信息，如国际政治经济环境等。

收集工期信息一般采用的方法是调研和从各种传播媒介上获取。调研的方法最直接，也最可靠。对大型和关键设备直接向制造厂家调研。

为有效控制设备工程进度，设备监理工程师应在充分调研和分析的基础上，协助业主确定工期总目标，并向各参与单位提供有关的工期信息。

（二）编制或审核设备工程各级、各类进度计划

设备工程进度计划包括设备工程总进度计划和设备工程各参与单位（如设计、制造、储运、安装和调试单位）的进度计划。设备工程总进度计划是各参与单位编制其进度计划工期的约束条件，同时各参与单位的进度目标必须相互协调一致，才能确保设备工程总进度目标的实现。

设备监理工程师在没有总承包单位的情况下，需要根据业主要求，编制设备工程总进度计划。在有总承包单位时，负责审核总承包单位提交的总进度计划。

设备监理工程师应负责审核设备工程各参与单位编制的进度计划，并在合同规定的时间内提出审核意见。

（三）控制设备工程各级、各类进度计划的执行

在设备工程实施过程中，对审核批准的各级、各类进度计划进行监测和调整，包括：

- ①确定进度计划监测的对象，如关键线路、关键节点和实时监测的工序过程；
- ②确定对进度控制对象的定期监测的频次、非定期监测的时间以及实时监测的关键线路和关键工序；
- ③确定进度计划管理的职责分工，将进度计划控制的责任落实到人；
- ④建立执行效果的比较基准和跟踪、测量方法；
- ⑤测量设备工程的实际进展并分析执行效果；
- ⑥作出进度调整决策；
- ⑦对未来工作进度作出预测，确定下一阶段进度控制目标；

⑧将进度信息及时传递给有关各方。

第二节 设备工程进度计划编制

一、设备工程进度计划类型

根据设备工程的目标要求,需要编制设备工程进度计划,即对实施设备工程的各项活动作出周密的安排,确定所需完成的具体工作内容、时间顺序,完成各项工作与工程所需的工期、人力、资源等。进度计划是设备工程进度控制的依据,必须按计划实施各项工作,使设备工程在合同规定的期限内完成。

工程进度计划按照不同分类原则,可划分为如下几类。

(一) 按计划的阶段分类

1. 设备前期工作进度计划

设备前期工作进度计划主要包括编制设备工程可行性研究报告、设计任务书,并确定承担上述任务的负责单位和完成时间。

2. 设计进度计划

设计进度计划主要包括设计的组织安排,设计单位的责任范围,设计的输入输出,设计的评审、验证和鉴定等。

3. 采购进度计划

采购进度计划主要包括设备招标投标工作的组织和安排以及采购方式的确定等。

4. 设备制造进度计划

根据合同和设备工程总进度计划,具体安排各种设备制造的进度计划,主要包括原材料的采购进度,零部件的制造进度,单体设备的组装、调试和试验进度等。

5. 设备储运进度计划

根据设备安装工程总进度计划的要求,对设备或部组件的运输和储存工作进行安排。

6. 设备安装调试进度计划

它是设备安装与调试单位根据业主要求,考虑到可能对施工产生影响的各种因素,并结合自己的组织管理水平、技术水平等编制的工作进度计划。

(二) 按计划的范围分类

1. 设备工程总进度计划

设备工程总进度计划是以设备整体工程作为编制计划的对象,在设备工程可行性研究报告被批准后对工程实施的全过程进行统一部署的进度计划。根据该总进度计划可安排各单体设备交货、安装、调试和试运行的实施进度,合理分配年度投资,组织设备供应及各方面的协作,保证整个设备工程目标的完成。

2. 单体设备或分系统进度计划

根据设备工程总进度计划编制相对独立的单体设备或分系统进度计划,其将作为编制部

组件工程进度计划的依据。

3. 部组件进度计划

对于工程规模大、技术复杂和施工难度大的设备工程，在编制单体设备或分系统进度计划之后，对某些主要或特殊部组件尚需编制进一步的作业计划，作为直接指导设备设计、制造、安装等具体过程的依据。

(三) 按计划期分类

按计划期设备工程进度计划可以分为：①年度进度计划；②季度进度计划；③月度进度计划。

二、设备工程进度计划编制依据

设备工程进度计划在设备工程管理中起控制作用。进度计划编制的质量直接影响着进度计划和其他各类计划的实施与控制。

编制设备工程进度计划，通常以下面的管理信息资料、调查研究的内容和同类设备工程的成熟经验等作为编制依据。

(一) 合同文件

合同文件中规定了设备工程的工期总目标以及设备质量和资金拨付等合同双方的责任、权利和义务，业主必须以此为首要限制条件编制进度计划。

(二) 设备工程所需资源状况

设备工程所需资源类别、数量以及资源的可获得性会影响各项活动的持续时间。这些资源包括技术、资金、人员以及设备的设计、制造、运输、安装与调试单位等。

(三) 风险分析资料

设备工程存在的各类风险无疑会对进度计划产生影响。风险主要是指在制定进度计划时，设备工程中存在的不确定性因素的状况，一旦发生会对设备工程的进度产生影响。

(四) 日历

考虑设备工程所处的社会和文化环境，即公休日、节假日等对进度计划的影响。

(五) 约束条件

约束条件主要指设备工程所处的环境对进度产生的影响，如地理位置偏僻产生的交通运输障碍、通信障碍，设备安装地区的地质、水文情况等，也包括对设备工程实施所作的各种假定，如开工日期。

(六) 历史资料

可以借鉴以往建成的类似工程的经验。

在编制设备进度计划之前，必须收集到与设备工程有关的各种资料，认真进行分析整理，列出影响进度计划的约束条件以及可利用条件，为编制计划提供依据。同时，必须结合设备工程现场和实际情况对进度计划作出更新，以便在设备工程的各个阶段中能具体实施，并根据实施的具体情况调整与控制进度计划。

三、设备工程进度计划编制方法

一般采用工作分解结构方法 (Work Breakdown Structure, WBS) 编制进度计划。一个设备的进度计划通常要编制至少三级, 多则达到六级, 故也称为多级 (或多层次) 进度计划, 最后采用横道图或网络图直观表示。

(一) 多级进度计划的概念

在大型、复杂的成套设备工程建设中, 需要完成大量的工作或活动, 其进度计划显得非常庞大和繁杂, 为满足不同级别和类型的用户需要, 可将其编制成多级进度计划。

多级进度计划是根据设备工程进度控制目标和不同用户需求而编制的详细程度不同、具有多个级别的进度计划。多级进度计划由若干个具有一定逻辑关系的子进度计划组成。

(二) 多级进度计划特点

多级进度计划除具备一般进度计划的功能和特征外, 还有其特殊性, 具体表现在它的多级性和子进度计划的相对独立性。

1. 多级性

一个大型、复杂的成套设备工程, 在编制进度计划时, 可根据工程的具体特点, 采用工作分解结构方法, 将其分解为在纵向上详细程度不同的多个子进度计划 (如图 1-1 所示)。上一级进度计划对下一级进度计划的编制具有时间上的约束性, 即下一级进度计划的全部工作或活动必须在上一级进度计划规定的时间期限内完成。

2. 相对独立性

相对独立性是指在编制进度计划时, 根据工程的具体特点, 采用工作分解结构方法, 将其分解为在横向上相对独立的、互相干扰很小的多个子进度计划。如按设备工程所涉及的专业编制进度计划时, 设备安装进度计划和土建进度计划之间的关系具有相对独立性, 可以同时实施, 但它们又存在一定的逻辑关系, 即土建施工进度计划的全部工作必须在设备到场安装前全部完成, 否则将影响工艺装置的安装进度。

(三) 多级进度计划与工作分解结构的关系

工作分解结构是编制多级进度计划时对设备工程进行分解所采用的一种工具。采用工作分解结构可以分析并确定设备工程建设全过程需要完成的全部工作或活动, 以及它们之间的逻辑关系。这是编制多级进度计划必须完成的前期工作。在此基础上, 才能进一步编制多级进度计划。

多级进度 (或网络) 计划是我国工程领域通常使用的一种方法, 在本书中均简称为进度 (或网络) 计划。

(四) 工作分解结构

根据设备的复杂程度确定设备进度计划的层级数, 并且自上而下逐级、分类编制, 下级进度计划是实现上级进度计划的保证, 同时上级进度计划又构成了对下级进度计划的时间限制条件。工作分解结构的层级划分如下:

层级	描述
1	设备
2	单体设备
3	任务
4	工作包
5	工作或活动

第1级：指整个设备工程系统竣工后能发挥设备工程的生产能力或体现投资效益的工程。

第2级：指具有独立设计文件、竣工后能独立发挥生产能力或体现投资效益的工程，如水电设备中的单位工程。

第3级：有单独设计文件，但完工后不能独立发挥生产能力或体现投资效益的工程，它是上一层的组成部分，如化工设备中的分部工程。

第4级：是上一层的组成部分，按区域、部位或类型划分，如水电设备中的扩大单元工程或单元工程。

第5级：视情况再划分为可分配给专业组负责的更小的工作包。

.....

工作分解结构实际上是根据设备工程合同工作范围，对完成工程必须实施的全部活动进行定义，明确责任。因此采用工作分解结构对设备工程进行分解的最终结果是得到一份详细的清单和详细的支持性资料。该清单列出了实施和完成设备工程的全部工作。

目前，一般的项目进度管理软件均具备横道图与网络图同时使用的功能，即两者之间可以相互转换。

例 1-1 一个石油化工设备的分级进度计划，如图 1-1 所示。

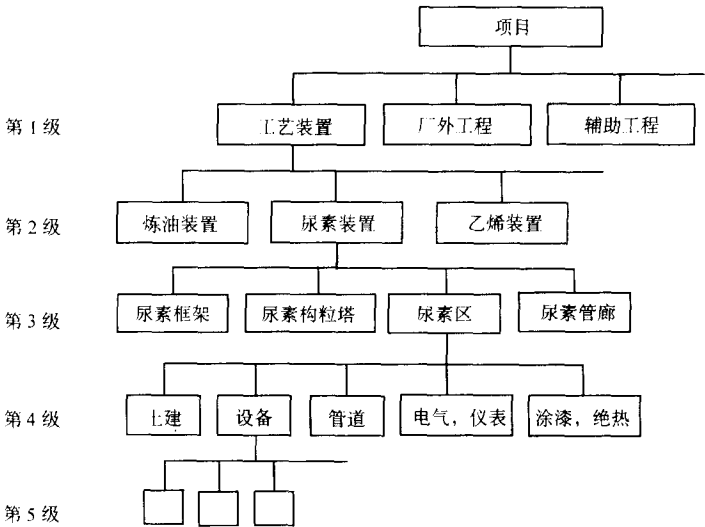


图 1-1 石油化工设备工作分解

第1级：整个设备工程总进度计划，将整个设备工程划分为工艺装置、公用及辅助工程、厂外工程等部分，确定各部分的相互关系和起止时间。

第2级：工艺设备进度计划是按各个相对独立的工艺装置、单项之间的关系安排各装置的起止时间。其功能是按合同要求协调各装置和单项的进度关系。

第3级：各主要装置和单项分别按设计、采购、施工和调试等阶段编制，表明其综合进度关系。最终形成装置设计进度计划、装置采购进度计划、装置施工进度计划和装置调试进度计划。

第4级：详细进度计划要标出各个工作包的起止日期。工作包通常是由专业组独立实施，它是进行进度管理、资源分配和执行效果测量的最小单元。因此，详细进度计划已达到能进行资源分配的深度。

第5级：作业进度计划。对有的工作包需要作进一步分解，对每一工作或活动也应安排进度计划。

四、进度计划编制程序

编制设备工程进度计划按下列步骤进行。

(一) 确定设备工程进度总目标

设备监理工程师应对设备工程的目标进行有效的控制。就进度控制而言，首先必须合理确定进度目标。没有目标，控制就没有意义。可是如果目标不合理或不可行，也无法控制执行。编制进度计划要明确设备工程的目标，以便在进度计划的编制与实施中能实现此目标，这是一项至关重要的工作。

(二) 确定设备工程目标层次

根据系統工程的观点，可将一个设备逐级进行分解，明确进度管理目标和相应的责任者，以便有效地组织实施，并能控制整个网络计划系统的实施。

一般采用工作分解结构方法确定设备的目标层次。例如，建筑安装项目可以划分为单项工程、单位工程、分部工程和分项工程；水电设备可划分为单位工程、分部工程和单元工程。不同行业对设备的划分方法不同，无法采用统一的名称，但划分的基本原则是一致的，即可按以下原则进行目标分解。

①按设备组成分解，就是将设备分解为相对独立的可交付成果（单体设备或子产品），并将其进一步分解成小的、易管理的单元。这些单元可相对独立地进行计划、实施、控制和结束，并确定这些单元的开工和完工日期。具体划分方法见前述进度计划编制方法。

②根据设备工程的特点，按时间阶段分解，明确各阶段的起止时间和具体任务。

③考虑设备工程分标，即考虑由不同的承包商独立实施设备工程某一部分的要求。

设备工程目标分解的层次达到满足进度控制的要求即可。目标层次与进度计划的层次是一致的，如图1-1所示。

(三) 计算工程量

按初步设计或扩大初步设计对工程进行概预算，确定设备工程各项工作的工程量，并进