

高等学校教材

油气储运工程 焊接与施工

王树立 高玉明 赵会军 主编



化学工业出版社

本书从焊接基础和常用管道器材入手,详细介绍了油气管道与立式圆筒形储罐的施工、制造与安装及质量检验方法。主要包括:油气储运建设工程施工组织设计的编制;油气管道的焊接与施工;储罐制作和安装所需的设备及工具;立式圆筒形钢制焊接储罐的施工工艺;立式圆筒形金属储罐的焊接;无损检测技术;储罐的质量检验和试验;储罐焊后消除应力热处理等,是指导油气储运工程设计、施工及运行管理的参考书。

本书可作为大专院校油气储运等相关专业的教学用书或教学参考书,也可供从事油气储运工程设计、施工管理、工程监理、生产操作人员及相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

油气储运工程焊接与施工/王树立,高玉明,赵会军
主编. —北京:化学工业出版社,2007.8
高等学校教材
ISBN 978-7-122-00978-4

I. 油… II. ①王…②高…③赵… III. 石油与天然
气储运-管道-焊接-高等学校-教材 IV. TE973.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 126846 号

责任编辑:程树珍
责任校对:陈 静

文字编辑:项 澈
装帧设计:潘 峰

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:北京市彩桥印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 362 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00 元

版权所有 违者必究

前言

能源是人类社会存在与发展的重要物质基础。石油、天然气在过去的一个多世纪以来一直是全球经济发展的主要能源品种，也普遍被认为是化石燃料中的清洁能源，是一种关系到国计民生和国家安全的重要战略物资，是人类生产生活的血脉，是我国实现全面小康社会、实现现代化战略目标的重要保障。石油与天然气工业的发展水平与速度是衡量一个国家经济实力的重要标志。

现今世界石油探明经济可采储量为 1750 亿吨，天然气探明储量 144 万亿立方米，在今后 30 年中将各占世界一次能源的 30% 以上。据最新的油气资源评价结果，我国的石油总资源量为 150 亿吨，其中陆上占 73.8%，海上占 26.2%。天然气总资源量为 38.4 万亿立方米，其中陆上占 78.1%，海上占 21.9%。中国的石油和天然气资源量均在世界前 10 名之列。尽管如此，我国油气资源仍然存在很大缺口。2003 年，我国石油需求在过去 10 年中翻了一番，已取代日本成为仅次于美国的世界第二大能源消费国。2004 年，我国原油消耗量为 2.73 亿吨，其中原油进口达到 1.17 亿吨。2005 年我国原油消耗达 3 亿多吨，进口达到 1.27 亿吨。在未来 15 年内，我国国民经济将以 7% 左右的速度发展，原油需求将以 4% 左右的速度增加，而同期国内石油产量增长速度却只有 2% 左右，低于石油需求增长速度，国内石油供需缺口将逐年加大。根据国际能源机构预测，到 2010 年中国石油消耗量将是 3.4 亿吨，其中原油进口将达到 1.6 亿吨；到 2020 年，中国石油消费量将达 4.5 亿吨，其中原油进口将达到 2.5 亿吨，对外依存度分别为 47% 和 60%。天然气消费分别为 1000 亿立方米和 2000 亿立方米，届时缺口分别为 200 亿立方米和 800 亿立方米，对外依存度分别为 20% 和 40%。随着我国全面建设小康社会的不断深入，油气消费将继续保持较高增长速度，供需差距越来越大。我国油气安全供应形势非常严峻，为缓解这一矛盾，国家制定了能源中长期发展纲要，增强了国内油气勘探开发和利用境外油气资源的力度，同时也加大了油气储运等基础设施建设的步伐。

油气的储存与运输在国民经济中起着十分重要的作用，不仅在石油天然气工业内部是联系产、运、销的纽带，在全国乃至世界范围内，也是能源保障系统的重要一环。

1970 年以后的 10 年，是我国油气储运工业发展的第一个高峰。至 20 世纪 90 年代中期油气储运工业发展的第二个高峰逐渐兴起。从 1999 年起，以涩—宁—兰输气管道建设为标志，我国加快了油气储运工程建设的步伐，近几年已建成的或正在兴建中的管线有：西气东输天然气管线、涩北—西宁—兰州天然气管线、兰州—成都—重庆成品油管线、茂名—昆明成品油管线、忠县—武汉天然气管线、宁波—上海—南京进口原油管线、仪征—长岭的沿江原油管线、环珠江三角洲、长江三角洲的天然气管线、镇海—萧山成品油管线以及平湖—上海海底天然气管线、陕西—北京二线以及忠—昌线、和—田线、乌—善线等。为进一步解决发达地区的能源需求缺口，还将建设北油南调、西油东调的覆盖东南、东北、华北、西北和鲁西地区的成品油管网，预计到 2010 年，我国投运的成品油管线将超过 10000km。正准备兴建的管道还有中俄天然气管线、中俄原油管线，远景规划可能有吐库曼至中国的天然气管线、西西伯利亚至中国天然气管线以及苏里格气田的外输管线等。

目前，我国正在启动国家油气储备计划建设，一期在镇海、舟山、黄岛和大连建设四个石油储备基地。同时，“五大储气库”工程也在规划之中，并在北京、信阳、上海及武汉设立四大调配枢纽以配合五大储气库，以便于调配特大型管网的配气量。预计在 2010 年左右，我国油气储运管网将逐步建成和完善。

有鉴于此，本书是一本全面系统介绍油气储运建设工程的综合性实用教材。主要内容有：油气储运建设工程施工组织设计的编制；焊接基础；管道器材；油气管道的焊接与施工；储罐制作和安装所需的设备及工具；立式圆筒形钢制焊接储罐的施工工艺；立式圆筒形金属储罐的焊接；无损检测技术；储罐的质量检验和试验；储罐焊后消除应力热处理。

本书适用于工程设计、施工管理、施工技术、工程监理、生产操作工人及大专院校师生，也可供相关专业人员参考。

赵书华、周诗崇、李恩田、周昊、石兆东等同志参加了本书的编写工作。另外，在本书的编写过程中得到了相关单位的大力支持，辽河油田油建公司赵实教授级高工在百忙之中对书稿进行了审阅，在此表示感谢。

施工技术在不断发展之中，书中所介绍的内容可能与目前现场施工技术或方法有所差别，望读者见谅。鉴于时间紧迫、涉及面较广，加之编者水平所限，书中不妥之处在所难免，望批评指正。

编者

目 录

第一章 油气储运建设工程施工组织设计的编制

第一节 施工组织设计概述	1	第三节 施工组织设计的编制内容及程序	3
一、施工组织设计的作用和任务	1	一、施工组织设计的编制内容	3
二、施工组织设计编制原则	1	二、施工组织设计的编制程序	5
三、施工组织设计的分类	2	第四节 施工组织设计中几个主要部分的编制	6
第二节 各类施工组织设计编制的依据	2	一、施工方案的选择和确定	6
一、施工组织总设计的编制依据	2	二、施工进度计划的编制	7
二、施工组织设计的编制依据	3	三、技术、物资供应计划的编制	8
三、施工方案的编制依据	3		

第二章 焊接基础

第一节 金属焊接方法	11	三、焊接坡口的准备	27
一、金属焊接的分类	11	四、焊前预热和焊后热处理	28
二、电弧焊接过程的基础理论	14	第三节 常用材料的焊接	30
三、焊接接头缺陷	18	一、材料的可焊性	30
四、焊接接头的检查与试验	22	二、低碳钢的焊接	30
第二节 金属焊接技术及焊接材料	23	三、合金钢的焊接	31
一、焊接参数的选择	24	四、不锈钢的焊接	31
二、焊接材料的选择	24	五、常用异种钢的焊接	32

第三章 管道器材

第一节 管道材料	34	二、管件	39
一、强度	34	三、法兰及其紧固件	40
二、韧性	35	四、垫片	43
三、可焊性	35	第三节 阀门	44
四、管材的选择	36	一、阀门的分类及基本参数	44
第二节 管道器材	36	二、阀门型号	45
一、管子	36		

第四章 油气管道的焊接与施工

第一节 油气管道施工技术概述	51	第三节 管道工程的施工与组织	68
一、管道施工工序及要求	51	一、工艺管道安装的组织与管理	68
二、竣工验收	55	二、管道工程施工进度控制系统	70
第二节 油气管道焊接技术	56	三、管道施工中应注意的几个技术问题	72
一、油气管道手工焊接工艺	56	第四节 管道的涂料防腐和表面色	75
二、自保护焊药芯焊丝焊接与药芯焊丝半自动焊接工艺	62	一、管道的涂料防腐	75
三、长输管道自动化焊接技术	65	二、设备与管道的表面色和标志	79

第五章 储罐制作和安装所需设备与工具

第一节 储罐制作和安装所需设备	83	第三节 储罐施工用的工卡具	85
一、储罐制作所需设备	83	一、组装机卡具	85
二、储罐安装所需设备	83	二、吊装工卡具	87
第二节 手动及电动工具	84	三、防变形工卡具	88
一、手动工具	84	第四节 计量器具	89
二、电动工具	85		

第六章 立式圆筒形钢制焊接储罐施工工艺

第一节 概述	90	施工工艺	111
第二节 现场施工程序及施工准备	91	一、施工工艺原理	111
一、施工程序	91	二、电动倒链多点提升倒装法的 主要设施	111
二、储罐施工准备工作	92	三、提升倒装设施的布置及有关 问题的处理	114
第三节 罐底及罐顶现场组装	93	第九节 液压提升倒装法施工工艺	115
一、基础验收	93	一、液压提升法工艺特点	115
二、储罐底板的组装	93	二、液压提升的工艺原理	115
三、倒装法施工时的拱顶组装	95	三、液压提升法主要设施	115
四、浮顶的组装	97	四、液压提升机数量的确定及其 平面布置	118
第四节 充气倒装法施工工艺	99	五、罐壁的提升工艺过程	118
一、储罐充气倒装法工艺原理	99	第十节 卷扬机提升法施工工艺	118
二、充气倒装的主要设施及其 选择	99	一、卷扬机提升法工艺原理	118
三、充气倒装程序要点	103	二、卷扬机提升法主要设施及 选择	118
四、充气倒装法施工常见故障及其 预防、处理措施	103	三、提升设施的设置要求	119
第五节 中心柱倒装法施工工艺	104	四、提升方法与程序	120
一、中心柱倒装法的主要设施及其 选择	104	第十一节 大型浮顶储罐罐壁及附件 的组装	120
二、中心柱的架设与拆除	106	一、底层壁板的组装	120
三、罐体组装及质量保护措施	106	二、第二层及以上各层壁板的 组装	121
第六节 浮顶储罐的充水倒装法施工 工艺	107	三、罐壁组装焊接后的质量要求	122
一、充水倒装法工艺原理	107	四、储罐附件安装的关键	123
二、充水倒装施工的主要设施及 选择	107	第十二节 浮顶储罐的充水正装法	123
三、充水设施的安设	108	一、充水正装法工艺原理	123
四、充水倒装法施工工艺	108	二、充水正装法工艺特点	123
第七节 电动螺杆顶升法施工工艺	109	三、充水正装法工艺的主要设施	123
一、电动螺杆顶升法的工艺原理	109	四、充水正装法组装罐壁程序	125
二、电动螺杆顶升法的主要设施	109	第十三节 大型浮顶储油罐的内脚手架 正装法和水平脚手架配自动 焊正装法施工工艺	125
三、罐体吊装所需电动螺杆顶升机 数量及配置原则	110	一、内脚手架正装法施工工艺	
四、电动螺杆顶升法施工程序	111		
第八节 电动倒链多点提升倒装法			

简介	125
二、水浮脚手架配自动焊正装法	
施工工艺简介	126
第十四节 拱顶储罐的螺旋法施工	
工艺	126
一、螺旋法施工工艺	126
二、螺旋法施工程序	127

三、工艺特点	127
第十五节 双壁低温储罐的施工	
工艺	127
一、双壁低温储罐简介	128
二、施工程序	128
三、施工方法	128

第七章 立式圆筒形金属储罐的焊接

第一节 焊接的一般要求及焊前	
准备	130
一、一般要求	130
二、焊前准备	130
第二节 焊接顺序	131
一、储罐底板的焊接顺序	132
二、储罐壁板的焊接顺序	132
三、储罐固定顶的焊接顺序	132
四、储罐浮顶的焊接顺序	132
第三节 钢制储罐常用板材及焊接	
材料	133
一、钢制储罐常用板材	133
二、钢制储罐常选用的焊接材料	133
第四节 钢制储罐底板的焊接	133
一、手工电弧焊	133

二、气体保护自动焊	135
三、埋弧自动焊	136
第五节 钢制储罐壁板的焊接	137
一、手工电弧焊	137
二、埋弧自动横焊	140
三、气电立焊	142
第六节 钢制储罐顶板的焊接	143
一、焊接电源	143
二、焊接材料	143
三、焊接施工	144
第七节 焊缝的检验及修补	144
一、焊缝的外观检查	144
二、焊缝的无损检测	145
三、焊缝的修补	145

第八章 无损检测技术

第一节 概述	146
一、储罐安装工程中的无损检测	146
二、无损检测方法选择原则	146
三、制造安装施工单位无损检测	
责任	147
四、无损检测人员基本要求	147
五、常见常压储罐无损检测相关	
技术	147
第二节 射线检测技术	148
一、射线检测	148
二、焊缝射线检测常用范围	149
三、表面要求	149
四、射线检测规程	149
五、技术资料归档管理	155
第三节 超声波检测技术	155
一、超声波检测	155
二、超声波检测常用范围	155
三、检测人员要求	155
四、超声波检测方法	155

五、检测表面要求	156
六、超声波检测规程	156
七、报告填写、签发和归档	160
第四节 渗透检测技术	161
一、渗透检测	161
二、渗透检测适用范围	161
三、渗透检测剂	161
四、渗透检测方法及其选用	161
五、检测表面要求	162
六、检测灵敏度及对比试块	162
七、渗透检测规程	162
八、渗透检测缺陷评定	163
九、报告填写与签发	163
第五节 磁粉检测技术	164
一、磁粉检测	164
二、磁粉检测常用范围	164
三、检测表面及时机要求	164
四、磁粉检测设备及其辅助设备	164
五、磁化方法	165

六、磁粉检测灵敏度的确定	166	一、储罐无损检测	169
七、磁粉检测规程	167	二、气柜无损检测	171
第六节 无损检测技术应用	169	三、球罐检测	171

第九章 储罐的质量检验和试验

第一节 检验和试验总则	178	试验	181
第二节 球形储罐的质量检验和试验	178	第三节 立式圆筒形储罐的质量检验和试验	183
一、球形储罐的质量检验	178	一、立式圆筒形储罐的质量检验	183
二、基础验收	180	二、立式圆筒形储罐的基础验收	187
三、球罐的压力试验和气密性		三、立式圆筒形储罐的试验	187

第十章 储罐焊后消除应力热处理

第一节 焊接残余应力及其消除方法	191	第三节 常压储罐清扫孔、人孔的消除应力热处理	200
一、焊接残余应力及其影响	191	一、消除应力热处理的目的	200
二、焊接残余应力的消除方法	194	二、消除应力热处理工艺参数与工艺曲线	200
第二节 焊后热处理的作用及机理	196	三、消除应力热处理的方法	202
一、焊后热处理的作用	196	四、消除应力热处理工件、加热器及测温系统的布置	202
二、焊后热处理消除残余应力的机理	196	五、消除应力热处理操作程序	204
三、焊后热处理改善力学性能的作用和存在的问题	197		

参考文献	206
------------	-----

第一章

油气储运建设工程施工组织设计的编制

在油气储运建设工程中，编制施工组织设计、质量手册、质量控制程序文件、施工组织管理、工序施工程序文件、焊接工艺评定和焊接工艺程序是工程开工的必备文件。油气储运工程施工组织设计是用以指导工程建设项目施工质量、强化施工现场管理以获取合理经济性的一项重要管理性文件，也是验证施工企业在工程建设中应具有一定施工实力及管理水平，体现施工企业综合技术能力的一项保证措施。它依据工程建设项目的需要及工程总体质量、安全、进度的要求，按照施工现场的现实客观条件，结合施工企业的具体能力，科学合理地组织“人、机、材”的配置，充分发挥其作用。油气储运工程建设实践经验表明，在工程建设施工前期做好施工组织设计，能够有效地控制或缩短施工作业周期，降低施工工程成本，节约工程投资，保证工程建设的施工质量及施工安全。本章着重介绍施工组织设计的编写。

第一节 施工组织设计概述

一、施工组织设计的作用和任务

施工组织设计是施工准备和组织施工的技术、经济文件，是指导工程施工的依据。施工组织设计是施工单位指导工程施工而编制的设计文件，它是工程安装企业管理的重要组成部分，是保证按期、优质、低耗地完成安装工程施工的重要措施，是工程安装企业实行科学管理的重要环节。

（一）施工组织设计的作用

施工组织设计的作用是全面规划和布置施工活动；制定先进的技术措施和各项组织措施，确定经济合理、可操作性的施工方案；合理使用人力、物力和财力，主动调整施工中的薄弱环节，及时处理施工中可能出现的问题，加强协同配合，保证有条不紊地组织施工，全面地完成施工生产任务，以实现最优的经济效益和社会效益。

（二）施工组织设计的任务

- ① 确定工程开工前必须完成的各项准备工作；
- ② 安排施工程序，编制施工进度计划；
- ③ 根据工程量计算确定劳动力、机具、材料的需用量以及供应方案，尽可能压缩施工高峰，做到均衡施工；
- ④ 采用技术先进、经济合理的施工方案和技术组织措施；
- ⑤ 对施工现场的总平面和空间进行合理布置；
- ⑥ 制定确保工程质量、安全生产、消防以及季节性的技术措施；
- ⑦ 确定工程施工的各项技术经济指标。

二、施工组织设计编制原则

编制施工组织设计时，应根据本工程的特点，突出关键项目和关键工序，解决施工中的主要矛盾。在施工组织设计编制过程中必须贯彻如下几项原则：

- ① 必须遵守国家基本建设方针、政策、法令、法规以及有关行政规章制度；
- ② 必须符合对建设项目的计划要求，遵守承包施工合同所规定的各项条款，按合同工期和质量交付使用；
- ③ 必须遵守国家 and 行业现行的工程建设标准、规范、规程及有关安全、防火、防爆、卫生、环保等方面的规定；
- ④ 积极推广先进经验，采用新技术，实行机械化、工厂化、装配化施工，以提高劳动生产率、降低施工成本；
- ⑤ 必须体现科学的施工管理，提高企业的综合效益；
- ⑥ 落实季节性的施工措施，确保全年连续施工；
- ⑦ 积极推广项目法施工，组织文明施工，提高施工作业水平。

三、施工组织设计的分类

施工组织设计是一个总的概念，根据所编制工程对象和范围不同，通常编制的施工组织设计有以下三种。

（一）施工组织总设计

施工组织总设计是以一个建设项目为对象，依据初步（扩大）设计对整个建设项目在总体布置、施工工期、技术准备、物资供应、大型临时设施等方面进行规划和安排，以保证施工准备工作按程序合理有效地进行。它是指导整个建设项目施工的全面性的技术经济文件，是企业编制年度计划的依据。施工组织总设计的内容一般比较概括、粗略。

（二）施工组织设计

施工组织设计是以一个单位工程（或某一单项工程）为对象，在施工图纸到达后并经设计交底、施工图会审，开工前对单位工程（或单项工程）所做的具体的施工组织、施工方法和技术措施等。施工组织设计内容较为详细具体，适用于指导单位工程（或单项工程）的施工管理。单位工程施工组织设计是企业编制季、月计划的依据。

（三）施工方案

施工方案是以一个较小的单位工程或难度较大、技术复杂的分部（分项）工程或新技术项目为对象，内容较施工组织设计更为具体、更有针对性。它主要根据工程特点和具体要求，对施工中的主导工序，在施工方法、工期及空间布置等方面进行合理安排。对工艺相同的安装项目一般编有标准工艺卡，重点说明施工工序和技术要求。在编制施工方案时可以引用标准工艺卡内容，但应根据施工现场实际状况对空间布置及工期等做出相应安排。

施工组织总设计、施工组织设计和施工方案三者之间的关系是：施工组织总设计涉及工程整体和全局，施工组织设计和施工方案是局部；施工组织总设计是施工组织设计和施工方案编制的依据，施工组织设计和施工方案是施工组织总设计的深化和具体化。

第二节 各类施工组织设计编制的依据

一、施工组织总设计的编制依据

- ① 计划文件：如国家批准的基本建设计划文件，分期、分批投产项目的期限要求；投资标准和工程所需设备、材料的订货指标；建设地点所在地区主管部门对工程的批件；施工单位的中标文件等。
- ② 设计文件：如批准的初步设计和扩大设计、设计说明书、设计总概算等。
- ③ 建设地区的调研资料：如气象、地质、地形、交通运输条件以及地区公用设施等。
- ④ 有关上级的指示和国家的规定，现行的施工规范、法规以及建设地区颁发的安全、消防、环保等方面的规定及要求。

- ⑤ 施工合同。
- ⑥ 定额文件：如概算指标、概算定额、预算定额、劳动定额、工期定额等。
- ⑦ 总包（或土建）编制的该工程施工组织总设计。
- ⑧ 类型相似项目的经验资料。

二、施工组织设计的编制依据

- ① 施工图：包括本工程的全部施工图纸、设计说明以及所需的标准图。
- ② 土建的施工进度计划、相互配合交叉施工的要求以及对本工程开、竣工时间的规定和工期要求。
- ③ 施工组织总设计对本工程的规定和要求。
- ④ 国家有关的规定、规范、规程，各省、市、自治区的操作规程、工期定额、预算定额和劳动定额。
- ⑤ 设备、材料订货资料（引进设备、材料的到货日期）。
- ⑥ 有关科技成果和类似工程的经验资料等。

三、施工方案的编制依据

- ① 施工图及设计技术文件；
- ② 标准、规范、规程及定额；
- ③ 工程合同、施工组织设计及施工计划；
- ④ 土建的施工作业计划及相互配合交叉施工的要求；
- ⑤ 类似项目的经验资料等。

第三节 施工组织设计的编制内容及程序

一、施工组织设计的编制内容

1. 施工组织总设计的编制内容

施工组织总设计的内容视所建工程的性质、规模的大小，施工的复杂程度、工期要求，施工条件及建设地区的自然条件和经济条件而有所不同，但要突出“规划”和“控制”的特点。一般应包括以下内容。

① 工程概况：工程名称、地点、建设单位、监理单位、设计单位、工程性质及内容，主要工程量、工程总造价或投资额、建设总工期；上级对本工程的批件；建设地区的自然条件和技术经济条件；工程特征、工艺要求，主要工艺流程、新工艺、新技术和技术关键等。

② 施工部署和主要单位工程施工方案的确定，主要包括施工任务的组织分工和安排，主要单位工程施工方案。

③ 施工总进度计划，包括工程施工总进度，主要单位工程综合进度和土建配合施工进度，用以控制总工期及各单位工程的衔接关系和延续时间。

④ 保证工程质量和安全生产的技术组织措施。

⑤ 主要物资供应计划。

⑥ 劳动力组织及各工种劳动力需用计划。

⑦ 施工准备工作计划：掌握设计进度，明确应编制的施工组织设计、施工方案、技术措施的项目及进度计划，新工艺、新技术、新材料的推广应用进度计划，施工机具的准备等。

⑧ 大型临时设施规划。

⑨ 施工总平面布置图。

2. 施工组织设计的主要内容

施工组织设计是以单位工程为对象,根据施工现场的实际条件及施工组织总设计、本单位工程提出的条件和要求,编制指导本单位工程施工的文件,它是施工组织总设计的具体化。一般应包括下列内容:

(1) 编制说明

① 应说明工程性质(如新建、扩建、技术改造工程或国外引进项目)及建设的目的、意义;

② 应说明编制依据,列出依据性资料、文件等。

(2) 工程概述

① 建设规模、地点、工程建筑占地总面积及建安工作量;

② 工程承包合同工期;

③ 工程项目分工及单位工程的划分;

④ 主要实物工程量。

(3) 工程特点

① 工艺流程及工艺设备特点,采用的新技术、新工艺、新材料、新机具情况;

② 施工现场各种设施现状,水、电、动力供应条件,场地、道路、障碍物处理及其他准备情况;

③ 施工的重点和难点。

(4) 施工部署

① 总体目标(工期、质量、安全、协作目标);

② 施工组织及管理(包括责任划分、组织机构图等);

③ 应确定单项或单位工程施工顺序、划分施工阶段、明确各阶段的工期目标,以单项或单位工程的主要分部、分项工程为工序进行编制计划,明确主要控制点,并应以文字加以叙述;

④ 劳动工日计划表(各专业劳动工日计划表及各工种劳动工日汇总表)、劳动力计划表、劳动力动态图;

⑤ 对于施工机具应编制施工机具设备需用量计划表;

⑥ 施工准备工作计划,例如技术准备(图纸会审、技术交底、施工方案编制、新技术应用等)、劳动力组织与调配、技术培训;加工件委托加工及施工机具、设备的准备;施工现场“三通一平”及临时设施准备等,详细内容可依据具体情况编制;

⑦ 临时设施规划(临时供水、供电、临时用地、临时建筑等)。

(5) 施工总平面布置

① 施工总平面图绘制,图例应符合相应规范的规定;

② 其他编制内容,可根据项目具体情况增删,例如施工图纸交付情况;主要设备供货情况;非标设备、构件加工情况等。

(6) 主要施工技术措施

① 重点单位工程、关键分部工程施工方法,重大设备的运输及吊装方法等;

② 施工重点及难点技术措施;

③ 所采用的“四新”技术措施。

(7) 主要保证措施

① 保证工程质量的措施;

② 保证工程进度的措施;

③ 保证施工安全消防的措施;

④ 其他措施根据项目特点和需要编制,如提高施工技术水平、推广应用新技术、提高劳动生产率的措施,提高经济效益、降低成本措施,冬、雨季施工措施等。

3. 施工方案的主要内容

施工方案适用于单位工程中工程量不大而施工工艺比较复杂、技术及质量要求较高，或采用新技术、新工艺的某一分部（分项）工程或专业工程，其内容基本上与单位工程施工组织设计相同，但比单位分项施工组织设计简单。施工方案应突出技术、组织措施和施工方法，一般包括下列内容：

① 工程概况（包括工程名称、范围、地点、规模、特点、主要技术参数、工期要求等）；

② 主要实物工程量；

③ 施工方法与施工程序；

④ 技术要求与技术措施；

⑤ 劳动力安排；

⑥ 施工用主要材料、机具；

⑦ 施工进度计划；

⑧ 质量保证措施；

⑨ 安全措施；

⑩ 消防措施；

⑪ 施工平面布置。

二、施工组织设计的编制程序

（一）施工组织总设计的编制程序

施工组织总设计编制程序框图如图 1-1 所示。

（二）施工组织设计的编制程序

施工组织设计编制程序框图如图 1-2 所示。

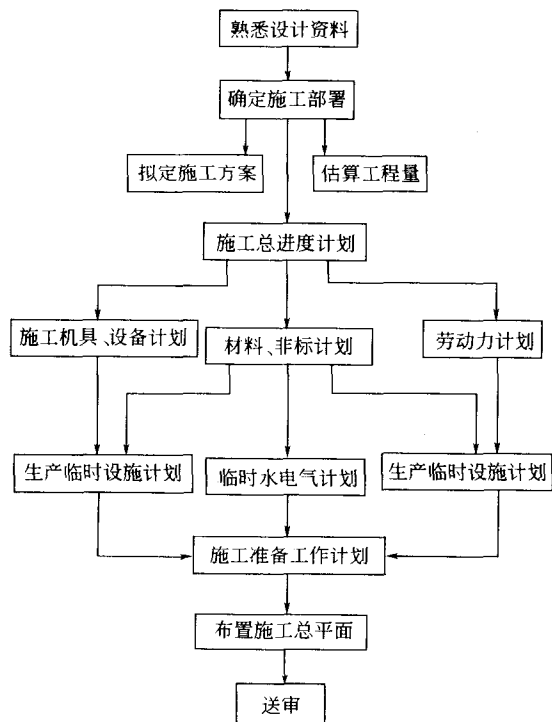


图 1-1 施工组织总设计编制程序框图

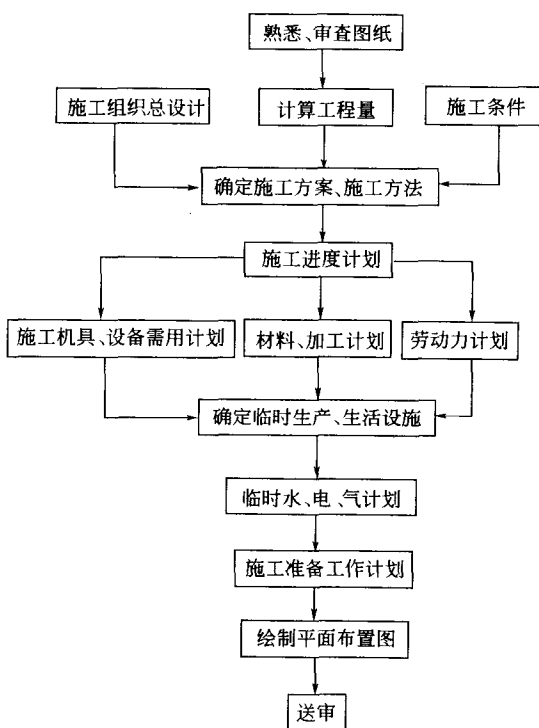


图 1-2 施工组织设计编制程序框图

(三) 施工方案的编制程序

施工方案的编制程序框图如图 1-3 所示。

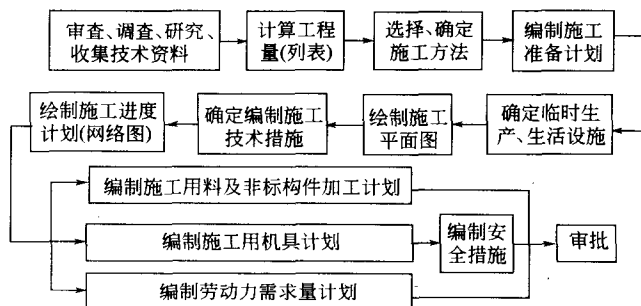


图 1-3 施工方案的编制程序框图

第四节 施工组织设计中几个主要部分的编制

一、施工方案的选择和确定

施工方案是施工组织设计的一个重要组成部分，也是编制施工进度计划和绘制施工现场平面布置的依据。施工方案通常包括以下几个方面。

(一) 施工顺序安排

整个建设项目的施工顺序安排，主要应根据工程投产顺序和各单位工程施工工期的长、短以及是否有利于以后施工顺利进展为原则进行。一般应按生产工艺流程对先投产、工程量、施工周期长的工序优先安排施工。

工程施工顺序，主要应考虑施工工序的衔接，要符合施工的客观规律，防止颠倒工序，避免互相影响和重复劳动。一般应先土建，后安装；先地下，后地上；先高空，后地面。设备安装工程应先设备安装，后进行管道、电气、仪表安装；先安装重、大、关键设备，后安装一般设备；管道安装应先干管，后支管；先大管，后小管；先里面，后外面。

(二) 施工组织的确定

施工组织即施工力量的部署。对于安装工程施工，一般是按分部、分项工程组织进行的。一般施工组织形式有：依次施工、流水施工、交叉施工三种，具体采用哪种组织形式需根据工程和现场实际来综合考虑。

(三) 施工方法的选择

安装工程的施工方法多种多样，同一施工项目，可采用多种施工方法来完成。采用哪种施工方法一般要视施工的装备、现场实际条件以及施工队伍技术素质等因素综合考虑。

在选择施工方法时，应注意下列几个问题。

① 必须结合实际，要求方法可行、条件允许，可以满足施工技术和工期要求。
② 尽可能采用先进技术和施工工艺，提高自动化、机械化施工水平；对施工专用设施要经过周密计算，确保施工安全。

③ 施工机械的选用，要结合实际情况，尽量利用现有条件，使用现有装备。

④ 必须符合国家的施工验收规范和工程质量检验评定标准的有关规定。

⑤ 认真进行施工技术方案的经济技术比较。

施工方案选择是否先进、合理、经济，直接影响工程的质量、工期和成本。因此要在拟定的多种施工方案中进行技术经济比较，选择技术先进、工期合理、能确保工程质量、施工成本较低、可操作性强的最优方案。

施工方案的技术经济比较可从定性和定量两个方面进行。定性分析即对诸方案的优缺点从先进性、安全性、可操作性等方面比较,定量分析主要是消耗费用的比较。

二、施工进度计划的编制

编制施工进度计划的目的在于合理安排施工进度,做到协调、均衡、连续施工,为施工计划的编制提供可靠的依据,同时也是劳动力计划、材料供应计划、加工件计划、机械需用计划编制的依据,它是施工组织设计中一项非常重要的内容。

(一) 编制施工进度计划的依据

- ① 已经确定的施工方案。
- ② 国家或建设单位对工程竣工投产的工期要求和施工组织总设计对该单位工程的工期要求。
- ③ 现场施工条件,如设备、材料、机具及劳动力的供应状况,土建进场及现场准备情况等。

(二) 编制施工进度计划的原则

① 施工进度计划应与施工方案相吻合,照顾各工序间的衔接关系,按顺序组织均衡施工。

② 先安排工期最长、工程量和施工技术难度最大及占用劳动力最多的主导工序。

③ 优先安排易受季节性条件影响的工序,尽量避免季节因素对施工的影响。

(三) 用网络法编制施工进度计划

施工进度计划编制方法有网络法、线条日历过渡法、流水作业法及用坐标曲线指示施工进度等。一般广泛采用网络法和线条日历过渡法。必须根据工程具体情况灵活选用。利用网络法编制施工进度计划有如下优点:

① 能把施工对象的各个有关施工过程组成为一个有机的整体,因而能全面而明确地反映各工序之间相互制约和相互依存的关系。

② 可以进行各种时间参数的计算,根据计算结果,在诸多的施工环节中找出影响工程进度的关键工序,便于集中精力抓住主要矛盾,统筹兼顾,进行合理的计划安排和计划调整。

③ 能提供一套计划调整和优选的科学方法,便于从诸多可行方案中,根据不同的评价指标选择最优方案,同时为计划执行时的控制、调整提供简便、有效的途径。

④ 它能反映出工序间的机动时间,可以更好地运用和调配人力、物力,从而节约人力和物力,达到降低工程成本之目的。

⑤ 可以通过电脑对复杂计划进行计算、调整和优化,实现计划管理科学化。

网络法编制单位工程施工进度计划的方法步骤如下:

① 熟悉图纸、调查研究、分析情况。

② 确定施工顺序。施工工序流程图应以满足实际需要为原则。供施工技术人员和生产调度人员使用的工序流程图,工序则应适当划分细一些,便于发现问题,及早解决矛盾,正确指导施工;供领导参考使用的工序流程图,工序可以划分粗一些,以便图面简洁、清晰、一目了然,便于抓住关键。对于复杂或工期长的工程,工序流程图可以分阶段绘制,由粗到细,逐步发展。先编一个粗的工序流程图作为控制性计划,随着工程的施工进展,再按分部或分项工程编制较细的工序流程图。

③ 计算工程量。如施工图预算已编制,则可直接采用其中的工程量。

④ 套用定额,计算劳动力和所需的机械。

⑤ 确定各工序的作业时间。根据劳动力和机械需用量、各工序每天可能出勤的人数、

机具及作业面大小情况,即可确定出各工序的作业时间。对于采用新技术、新工艺、新材料或出勤人数不易确定时,可采用估算法预计工序的作业时间。

⑥ 绘制工序流线草图。

⑦ 计算时差并确定关键线路和总工期。时差就是每个工序最早可能开工的时间与该工序最迟必须开工的时间差。关键线路就是支配和影响着工程进度、在工序流线图中需要工期最长的工序线。

⑧ 检查与调整。对已绘好的工序流线图进行下列几方面的检查:总工期是否符合要求;各工序安排时间与顺序能否保证工程质量和安全施工的要求;劳动力使用是否均衡;机械、材料、配件及加工件供应能否满足要求。

三、技术、物资供应计划的编制

技术、物资供应计划是实现施工方案和施工进度计划的保证。施工进度计划确定之后,应依据它的要求编制技术、物资供应计划。技术、物资供应计划的内容,一般应包括以下几个方面:

(一) 劳动力需用计划

劳动力需用计划是根据施工进度要求反复平衡以后确定的。施工进度计划中的劳动力平衡图是劳动力需用计划的数量依据;提出了施工中各工种工人的技术等级要求(主要是高级工),它是对劳动力素质的要求。劳动力需用计划要从数量和素质两方面考虑,从而保证施工活动的正常进行。

(二) 施工机具需用计划

施工机具需用计划主要是根据施工方案和施工进度计划所规定的施工期限来确定的。其内容应包括施工机械、工具及重复使用材料。

施工机械又有通用施工机械和专用施工机械之分,油气储运建设工程中所用吊车、电焊机等为通用机械,施工中所用的螺旋顶升机、液压提升机等均为专用机械。施工所需机械要提出型号、规格、数量和需用日期等。

(三) 设备进场计划和材料、配件及加工件供应计划

施工中的工艺设备及材料、配件、加工件必须按施工进度要求的时间组织供应。

(四) 施工准备工作计划

施工准备工作计划是施工准备工作的一项重要内容,也是绘制施工现场总平面布置图的基础资料。包括施工现场用水、用电、用气、工具棚和仓库、现场预制加工场地和临时设施的计划。

(1) 施工用水计划 施工用水包括生产、生活和消防用水三大部分。在确定施工现场用水时主要解决以下问题。

① 确定供水点及规定水质要求;

② 计算供水量;

③ 布置给水管网。

应注意,某些储运工程设备强度试验所用的水,其氯离子含量必须符合设计要求。

(2) 施工用电计划 保证用电是现场施工的首要条件,所以,编制好施工用电计划十分重要。其编制步骤如下。

① 确定施工现场的用电量。现场施工用电包括动力用电与照明用电,在计算用电量时,应考虑:全工地所使用的机械动力设备、其他电气工具及照明用电的数量;施工总进度计划中施工高峰段同时用电的机械设备的最大数量;各种机械设备在工作中需用的情况。

总用电量可按以下公式计算:

$$P = (1.05 \sim 1.10) \times \left(K_1 \frac{\sum P_1}{\cos \varphi} + K_2 \sum P_2 + K_3 \sum P_3 + K_4 \sum P_4 \right)$$

式中 P ——供电设备总需要容量, $\text{kV} \cdot \text{A}$;
 P_1 ——电动机额定功率, kW ;
 P_2 ——电焊机额定容量, $\text{kV} \cdot \text{A}$;
 P_3 ——室内照明容量, kW ;
 P_4 ——室外照明容量, kW ;
 $\cos\varphi$ ——电动机的平均功率因数, 在施工现场最高为 $0.75 \sim 0.8$, 一般为 $0.65 \sim 0.75$;
 K_1, K_2, K_3, K_4 ——需要系数, 参见表 1-1。

表 1-1 需要系数

用电名称	数量	需要系数		备 注
		K	数值	
电动机	3~10 台	K_1	0.7	如施工中需要电热时, 应将其用电量计算进去。为使计算结果接近实际, 各项动力和照明用电应根据不同工作性质分类计算
	11~30 台		0.6	
	30 台以上		0.5	
加工厂动力设备			0.5	
电焊机	3~10 台	K_2	0.6	
	10 台以上		0.5	
室内照明		K_3	0.8	
室外照明		K_4	1.0	

单班施工时, 用电量计算可不考虑照明用电。

由于照明用电量所占的比重较动力用电量要少得多, 所以在估算总用电量时可以简化, 只要在动力用电量 (即公式中的第一、二两项) 之和再加 10% 作为照明用电量即可。

② 电源选择。选择施工现场临时供电电源时须考虑的因素:

- a. 建筑工程及设备安装工程的工程量和施工进度;
- b. 各个施工阶段的电力需要量;
- c. 施工现场的大小;
- d. 用电设备在施工现场的分布情况和距离电源的远近情况;
- e. 现有电气设备的容量情况。

临时供电电源的方案如下:

- a. 完全由工地附近的电力系统供电, 包括在全面开工前把永久性供电外线工程做好, 设置变电站;
- b. 工地附近的电力系统只能供给一部分, 尚需自行扩大原有电源或增设临时供电系统, 以补充其不足;
- c. 利用附近高压电力网, 申请临时配电变压器;
- d. 工地位于边远地区, 没有电力系统时, 电力完全由临时电站供给 (常用的有柴油发电机组);
- e. 确定电源供应点, 进行供电线路的布置;
- f. 计算确定配电导线。

导线截面积可依据电流强度进行选择, 然后以电压损失及力学强度加以核算。

(3) 施工现场工具棚和仓库的确定 目前施工安装单位为适应施工对象频繁变换以及搬迁方便等情况, 各种工具棚和施工设备 (如电焊机等) 均采用搬运方便的集装铁柜形式。因此安装现场工具棚和设备的位置可以根据施工方便等实际情况而定。