

EPC模式下核电建设项目进度管理机制的关键因素分析

谢铷鸿, 邹树梁^①

(南华大学 湖南 衡阳 421001)

[摘要] 文章基于EPC管理模式,利用层次法对各因素进行分析,构建核电工程项目进度管理结构模型关系图,并提出核电建设工程项目进度管理机制。通过对关键因素的分析,提出要对核电建设工程进度进行科学化管理的观点。

[关键词] 核电建设项目; 进度管理; 管理机制; 影响因素分析

[中图分类号] F426 [文献标识码] A [文章编号] 1673-0755(2011)03-0005-06

当前,从世界核电发展趋势看,各国新的核电技术正向着更安全、经济的方向发展,我国核电建设步伐也在快速向前迈进。截至2011年1月,中国在建核电站超过了全球的40%,在建规模居世界第一。目前有13台机组投入运营,在建的核电机组有28台,装机容量3000万千瓦以上,按目前核电建设进度,2015年核电装机可达到4000万千瓦,2020年要达到7000万千瓦,“十二五”期间需开工3000万千瓦。因此,中国核电正进一步提速向前发展。

核电建设项目在进度管理上需讲求效率,又对质量、安全有着高标准的要求。2011年3月发生的日本福岛核事故对世界核电发展造成了巨大的冲击,我国于3月16日召开的国务院常务会议强调要充分认识到核安全的重要性和紧迫性,要把安全放在核电发展的第一位。为避免出现保证了质量而延迟进度或增大投资;或者为了追赶进度,而忽视质量的问题,现提出以EPC总承包模式的核电建设项目进度管理,而对设计、采购、施工等各个环节所涉及的相关因素间的系统性协调管理更显重要。

一 EPC总承包模式的特点和作用

EPC(Engineering 设计、Procurement 采购、Construction 施工)工程总承包模式,目前在国际工程建设市场中约占30%~40%的份额,是国际上采用的较先进的工程建设项目组织实施方式之一。在我国EPC模式的发展趋势还不够,为推进建设项目工程总承包与国际接轨,我国建设部于2005年发布了《建设项目工程总承包管理规范》,总承包的优势逐渐被认识,市场也在不断扩大。目前,我国对外工程总承包模式在国际市场中仅占1%,在国内的工程承包市场中也只占10%左右。如果设计、采购和施工能够得到很好的统筹,把人、财、物最佳地组合到工程建设项目上来,就能够在满足项目目标要求的前提下有效地节约成本和缩短工期,由于其能

很好地满足项目的目标要求,较传统的承包模式有着巨大的优越性^[1]。据估计,EPC总承包模式在今后的一段时期内,将成为国家引导核电建设工程项目发展的主要管理模式^[2]。因此,以EPC总承包模式为例,探讨、构建有普遍指导意义的核电进度管理体系,进行与总承包模式进度管理相关影响因素的分析,这对构建进度管理模型有着重要的现实意义。

二 EPC模式核电建设项目进度管理的影响因素

(一) EPC模式核电建设项目进度管理机制的细分

项目建设作业活动的承担者是承包商、制造商、设计和施工单位,针对设计、采购与施工三个方面,不同的作业活动的任务范围与活动方式不同,应加强设计、采购、施工各环节之间的协调管理^[3]。

核电建设工程项目就是要以质量与安全为首要前提,促进项目管理的进度,提高社会效益、经济效益。因此有必要对核电进度管理机制进一步细分,来探求EPC模式下系统的管理方式。我们将核电进度管理机制划分为决策机制、信息传递机制、激励机制和调节控制机制、接口协调机制等五个子系统。

(二) EPC模式核电工程项目进度管理的影响因素

在核电站建设项目进度控制中,由于受多种因素的制约,常出现工期拖延的现象。如秦山核电建设二期工程,由于设计和施工方面的原因,致工期拖延^[4];田湾核电建设项目因设备问题,从核岛主回路热试开始,使进度拖延;大亚湾核电建设项目因综合原因,总进度推迟14.6个月^[5]。实行科学的项目进度控制,能在保证工程质量和工程安全的前提下,缩短工期,降低建设成本。如秦山三期1号机组提前43天投入商业运行,2号机组提前112天投入商业运行,其总投资比国家批准概算减少了10.6%,节约投资25亿元左右;大亚湾核电站,据估计每推迟一天的经济损失达100万美元^{[6][7]}。由此可见,实施系统的、完善的管理,势必大大地提

[收稿日期] 2011-05-15

[作者简介] 谢铷鸿(1976-),女,湖南永州人,南华大学高级政工师。

^①南华大学教授,博士生导师。

高核电建设项目的经济和社会效益。

我们针对 EPC 模式下管理进度的机制子系统的相关影响因素 经过核电建设项目现场的实践论证和专家认真调研分析 找到核电站建设项目中应重点研究、考虑人员因素、建筑材料、作业面、施工器具、质量标准、管理水平、施工难度、项目范围、工程进度款、平行作业、环境、信息、接口等 13 个因素。在核电项目建设管理进度中 通过对这些影响因素加以管理、协调和干预 就能更加有效地解决进度管当中的问题 这对有效地控制核电建设管理进度起到了积极作用。

三 EPC 模式下核电工程项目进度管理初等模型构建

(一) 用 ISM 法构建核电工程项目进度管理模型

我们利用层次模型对各要素进行分析 建立可达矩阵, 对各因素分析如下: 人员因素: 人员的工作状态、积极性影响工作量 将可能造成工程量增加 从而影响进度; 建筑材料: 建筑材料到达时间影响项目范围 建筑材料质量影响质量标准 从而影响进度; 作业面: 作业空间以及面积大小决定平行作业展开情况 将可能导致人力资源浪费和施工器具浪费,

影响项目范围 影响进度; 施工器具: 施工器具数量以及到位情况影响项目范围 施工器具状态影响质量 进而影响进度; 质量标准: 质量标准取决于建筑材料的采购选择以及生产标准作业 同时可能令工程返工 增加项目范围 进一步影响进度; 管理水平: 管理水平不高造成人力资源浪费 建筑材料和质量不合格 信息传递缓慢 影响项目范围和接口; 施工难度: 难度增大造成进度款投入增加; 项目范围: 范围大小影响进度; 工程进度款: 款项是否保证及时到位 直接影响到进度; 平行作业: 平行作业多 接口少 人员多 项目范围小 进度款投入少 进度快; 环境因素: 环境情况恶劣造成施工难度加大 质量标准受影响 人员贡献率 进度款投入增加 影响项目范围 影响进度; 接口: 接口关系协调越好 进度越快; 信息: 信息传递越快越全越新 接口协调就会越快 进度款投入越少 进度也就加快。

以下利用解释结构模型来分析:

1、建立可达矩阵 简单关系见表 1:

表 1 各影响因素间简单关系表

	人员因素	建筑材料	作业面	施工器具	质量标准	管理水平	施工难度	项目范围	进度款	平行作业	环境因素	信息因素	接口	进度
人员因素	1							可能增大						影响
建筑材料		1		影响				增加						影响
作业面	面小		1	面小浪费				成本						影响
施工器具	人员浪费			1	影响质量			增加						影响
质量标准		选择生产			1			影响						影响
管理水平	影响	影响		影响	影响	1		影响				影响	影响	影响
施工难度		影响		影响	影响		1	影响	影响					影响
项目范围								1						影响
进度款									1					影响
平行作业	影响							影响	影响	1			影响	影响
环境因素	影响			影响	影响			影响			1			影响
信息因素									影响			1	影响	影响

现设人员因素为 a_1 , 建筑材料为 a_2 , 作业面为 a_3 , 施工器具为 a_4 , 质量标准为 a_5 , 管理水平为 a_6 , 施工难度 a_7 , 项目范围为 a_8 , 工程进度款为 a_9 , 平行作业为 a_{10} , 环境因素为 a_{11} , 信息因素为 a_{12} , 接口为 a_{13} , 进度为 a_{14} 。

根据上述各因素分析其关系 如 a_i 对 a_j 有影响 填 1; a_i 对 a_j 无影响 填 0 ($i, j = 0, 1, 2, \dots, 14$) 得到影响项目进度各因素的关系见表 2:

表 2 各因素之间关系 0-1 数值表

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
a_1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
a_2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
a_3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
a_4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
a_5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
a_6	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
a_7	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
a_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
a_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
a_{10}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
a_{11}	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
a_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
a_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
a_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

以下来求其可达矩阵:

$$A + I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

可得到其可达矩阵:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(2) 对可达矩阵进行区域分解如表 3:

表 3 数据表(1)

i	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \cap Q(S_i)$
1	1, 8, 14	1, 3, 6, 10, 11	1
2	2, 5, 8, 14	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
3	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14	3	3
4	2, 4, 5, 8, 14	3, 4, 6, 7	4
5	2, 5, 8, 14	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
6	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14	6	6
7	2, 4, 5, 7, 8, 9, 14	7	7
8	8, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	8
9	9, 14	3, 6, 7, 9, 10, 11, 12	9
10	1, 8, 9, 10, 13, 14	10	10
11	1, 2, 4, 5, 8, 9, 11, 14	11	11
12	9, 12, 13, 14	6, 12	12
13	13, 14	6, 10, 12, 13	13
14	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14	14

(3) 层级分解

为了更清晰地了解系统中各要素之间的层级关系, 最顶层表示系统的最终目标, 往下各层分别表示是上一层的原因。利用这种方法, 我们可以科学地建立进度与各因素之间的关系模型。

进行层级分解的方法:

根据 $R(S_i) \cap Q(S_i) = R(S_i)$ 条件来进行层级的抽取。如上表中对于 $i = 14$ 满足条件, 这表示 S_{14} 为该系统的最顶层, 也就是系统的最终目标。然后, 把上表 3 数据表(1)中有关 14 的要素都抽取掉, 得到表 4:

表 4 数据表(2)

i	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \cap Q(S_i)$
1	1, 8	1, 3, 6, 10, 11	1
2	2, 5, 8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
3	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9	3	3
4	2, 4, 5, 8	3, 4, 6, 7	4
5	2, 5, 8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
6	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13	6	6
7	2, 4, 5, 7, 8, 9	7	7
8	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	8
9	9	3, 6, 7, 9, 10, 11, 12	9
10	1, 8, 9, 10, 13	10	10
11	1, 2, 4, 5, 8, 9, 11	11	11
12	9, 12, 13	6, 12	12
13	13	6, 10, 12, 13	13

从上表中又可以发现 $i = 8, 9, 13$ 满足条件, 即可以抽出 8, 9, 13 这表示 S_8, S_9, S_{13} 为第二层, 并是 S_{14} 的原因, 得到表 5:

表 5 数据表(3)

i	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \cap Q(S_i)$
1	1	1, 3, 6, 10, 11	1
2	2, 5	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
3	1, 2, 3, 4, 5	3	3
4	2, 4, 5	3, 4, 6, 7	4
5	2, 5	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	2, 5
6	1, 2, 4, 5, 6, 12	6	6
7	2, 4, 5, 7	7	7
10	1, 10	10	10
11	1, 2, 4, 5, 11	11	11
12	12	6, 12	12

从上表表 5 中又可以发现 $i = 1, 2, 5, 12$ 满足条件, 即可以抽出 1, 2, 5, 12 这表示 S_1, S_2, S_5, S_{12} 为第三层, 并是 S_8, S_9, S_{13} 的原因。得到表 6:

表 6 数据表(4)

i	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \cap Q(S_i)$
3	3, 4	3	3
4	4	3, 4, 6, 7	4
6	4, 6	6	6
7	4, 7	7	7
10	10	10	10
11	4, 11	11	11

从表 6 中又可以发现 $i = 4, 10$ 满足条件, 即可以抽出 4,

10 这表示 S_4, S_{10} 为第四层, 并是 S_1, S_2, S_5, S_{12} 的原因。得到表 7:

表 7 数据表(5)

i	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \sim Q(S_i)$
3	3	3	3
6	6	6	6
7	7	7	7
11	11	11	11

在上述分析的基础上, 利用 ISM 法分析, 得到解释结构模型关系图如图 1 所示:

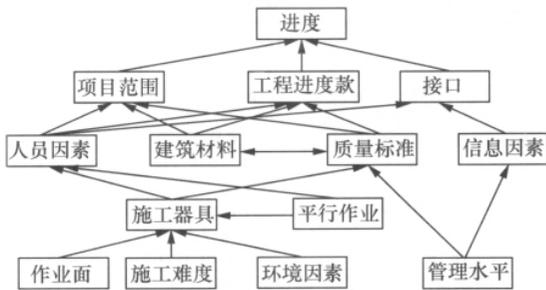


图 1 解释结构模型关系图

(二) 核电工程项目进度管理层次模型分析

从图 1 中可以看出, 影响核电建设工程进度的关键因素可以分为 5 级递阶结构。其中, 影响工程进度的直接因素是工程进度款、项目范围和接口。影响工程进度的主要因素是工程进度款、项目范围、人员因素、质量标准、建筑材料、施工器具、信息因素。基本因素是作业面、施工难度、平行作业、环境因素和管理水平。

在此基础上, 建立一个三级递阶结构, 分别为目标层、准则层、管理措施层, 其中目标层包括(工程进度 A)、准则层包括(进度款 B_1 、项目范围 B_2 、接口 B_3 、信息因素 B_4 、人员因素 B_5 、施工器具 B_6 、建筑材料 B_7 、质量标准 B_8)、管理措施层包括(决策机制 C_1 、信息传递机制 C_2 、激励机制 C_3 、调节约束机制 C_4 、接口协调机制 C_5)。对各层列出判断矩阵, 进行层级分析, 各影响因素所对应核电建设项目进度管理机制的子系统的关系利用层次模型表示如图 2:

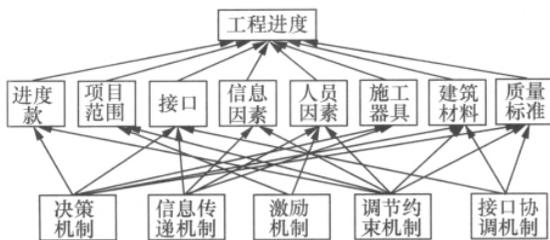


图 2 核电建设项目进度管理机制子系统与各影响因素的关系图

(三) 用层次分析法对 EPC 管理模式与非 EPC 管理模式下的核电建设项目进度进行比较: 目标层、准则层包括的因素均同前, 方案层也即管理措施层为: EPC 管理模式 C_1 、非

EPC 管理模式 C_2 。

对准则层列出判断矩阵如下表所示:

A	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
B_1	1	1/4	1/4	5	5	5	5	2
B_2	4	1	2	6	5	5	5	2
B_3	4	1/2	1	4	4	5	5	2
B_4	1/5	1/6	1/4	1	1/2	1/2	1/2	1/5
B_5	1/5	1/5	1/4	2	1	4	4	1/4
B_6	1/5	1/5	1/5	2	1/4	1	2	1/5
B_7	1/5	1/5	1/5	2	1/4	1/2	1	1/5
B_8	1/2	1/2	1/2	5	4	5	5	1

对方案层列出判断矩阵如下表所示:

B_1	C_1	C_2	B_2	C_1	C_2	B_3	C_1	C_2	B_4	C_1	C_2
C_1	1	1	C_1	1	1/2	C_1	1	2	C_1	1	3
C_2	1	1	C_2	2	1	C_2	1/2	1	C_2	1/3	1
B_5	C_1	C_2	B_6	C_1	C_2	B_1	C_1	C_2	B_8	C_1	C_2
C_1	1	1	C_1	1	3	C_1	1	1	C_1	1	1
C_2	1	1	C_2	1/3	1	C_2	1	1	C_2	1	1

根据准则层、方案层的判断矩阵, 得出权值总排序如下表所示:

管理模式	总排序权值
EPC	0.5079
非 EPC	0.4921

通过对核电站进度管理机制各子系统的分析, 得到相应的权值总排序情况, 我们可以分析得知这两种核电站建设管理模式, 在相同的进度款以及保证质量的前提下, EPC 管理模式下的核电项目工程进度更快。

四 EPC 模式下核电工程项目进度管理子系统的比较

(一) 用层次分析法对 EPC 模式下核电工程项目进度管理子系统进行比较

利用层次分析法对核电站进度管理机制各子系统及其影响因素进行分析(见图 2), 目标层、准则层包括的因素均同前, 方案层即管理措施层为: 管理措施层: 决策机制、信息传递机制、激励机制、调节约束机制、接口协调机制。

对准则层列出的判断矩阵如下表所示:

A	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
B_1	1	1/4	1/4	5	5	5	5	2
B_2	4	1	2	6	5	5	5	2
B_3	4	1/2	1	4	4	5	5	2
B_4	1/5	1/6	1/4	1	1/2	1/2	1/2	1/5
B_5	1/5	1/5	1/4	2	1	4	4	1/4
B_6	1/5	1/5	1/5	2	1/4	1	2	1/5
B_7	1/5	1/5	1/5	2	1/4	1/2	1	1/5
B_8	1/2	1/2	1/2	5	4	5	5	1

对管理措施层列出判断矩阵如下表所示:

B_1	C_1	C_4	B_2	C_3	C_4	B_3	C_1	C_2	C_5	B_4	C_2	C_4	
C_1	1	3	C_3	1	1/3	C_1	1	1/4	1/4	C_2	1	5	
C_4	1/3	1	C_4	3	1	C_2	4	1	1/2	C_4	1/5	1	
						C_5	4	2	1				
						B_7	C_1	C_4	C_5	B_7	C_1	C_4	C_5
B_5	C_3	C_4	B_6	C_1	C_2								
						C_1	1	4	2	C_1	1	4	2
C_3	1	5	C_1	1	1/2								
						C_4	1/4	1	1/4	C_4	1/4	1	1/4
C_4	1/5	1	C_2	2	1								
						C_5	1/2	4	1	C_5	1/2	4	1

(二) 根据 matlab 计算, 得到核电工程项目进度管理子系统相应的权值总排序如下表:

进度管理机制	权值
决策机制	0.26962
信息传递机制	0.11871
激励机制	0.27452
调节约束机制	0.14863
接口协调机制	0.18852

五 核电工程项目进度管理的对策建议

(一) 对项目进度管理影响因素的作用及定性分析

根据各影响因素对核电工程管理进度的影响程度, 可分为影响工程进度的直接因素、主要因素和基本因素, 其中直接因素包括工程进度款、项目范围和接口; 主要因素包括项目范围、人员因素、质量标准、建筑材料、施工器具、信息因素; 基本因素是作业面、施工难度、平行作业、环境因素和管理水平, 各因素对工程进度管理的影响及作用:

1、作业面

作业面有限, 会对机械投入有很大限制, 如某些大型机械可能用不上或使用效率低, 或一些位置只能用特殊机械才能施工, 这都会对项目资金成本造成影响。工作面有限, 也会对项目人力资源投入带来很大的限制, 进而可能造成合同项目范围不能全部按期完成, 或由于工作面影响可能会增加额外的工作量。资金成本增加可能会造成项目预算资金不足, 项目范围增加或不能如期完成, 均会造成计划进度的滞后。

2、平行作业

平行作业由于安全因素和技术因素, 会造成作业间施工互相影响, 影响施工人员工作效率, 从而造成项目人力资源不足, 进而可能造成合同项目范围不能全部按期完成, 或由于工作面影响可能会增加额外的工作量。平行作业也会影响机械的使用和协调, 影响机械使用效率, 从而增加机械使用台班费, 影响项目整体资金成本。资金成本增加可能会造成项目预算资金不足, 项目范围增加或不能如期完成, 均会造成计划基于 EPC 模式下的电厂建设项目进度计划与控制研究进度的滞后。

3、施工难度

施工难度除了同上面两因素一样会影响人力因素和施

工工具, 从而影响项目范围和资金成本因素。也由于难度的提高, 可能造成施工质量不能满足质量标准, 由于质量不达标造成的大量返工或返修, 会增加项目工作量, 进而影响项目计划进度。同时质量标准因素与设备材料因素是相互影响的, 更高的工程质量标准要求更好的设备材料, 而更好的设备材料才能保证有更高的工程质量。

4、管理水平

管理水平决定了项目人员对接口工作的协调和施工质量的控制能否到位, 及对设计、采购和施工间配合是否协调有序, 乃至生产的产品能否满足质量要求, 是否会增加工作量等方面, 进而影响计划进度。管理贯穿在质量控制(QC)、质量保证(QA)和质量监督(QS)中, QC是直接针对产品质量的, QS既用于QC部分, 也用于QA部分。进度管理中从事质量控制、监督的人员必须对实现产品质量无直接的关系, 如来自业主、总包商或它们委托的监理公司等, 以实现管理的质量和效率, 充分调动工作人员的积极性, 促进项目的完成。

5、环境因素

环境因素包括如施工电力、气候、地质以及自然灾害等方面, 如施工电力供应不充足, 势必影响施工工具的正常使用, 增加机械的入场时间从而增加项目的资金成本, 影响项目计划工期。气候、地质以及自然灾害等均需给以统筹考虑, 避免影响项目进度。

(二) 核电建设项目进度管理机制的对策及建议

1、主要因素和基本因素的协调控制。通过上述分析, 可以认为, 影响核电建设项目进度管理机制的 13 个因素都是确定的。其中“项目范围”、“进度款”、“接口”、“人力资源”、“质量标准”、“施工工具”、“信息因素”和“建筑材料”等属主要因素, 其余作业面、平行作业、施工难度、管理水平、环境因素等 5 种不易控制的因素属基本因素。

核电建设项目在质量、安全方面有非常严格的要求, 我们要对各主要因素所对应的管理机制子系统, 进行有的放矢的协调控制; 对于不易控制的各个基本因素, 其不可控方面, 应通过决策、信息、调节约束等机制子系统做好预案编制计划, 加强对不可控因素的应对处理, 从而提高核电工程建设的进度。

2、对核电工程项目进度管理机制及其影响因素进行合理调控。核电工程项目进度管理机制包括决策机制、信息传递机制等各子系统; 其中决策机制又分为决策的结构、权限的界定、计划的制定等; 信息传递机制分为信息的获取形式、信息传递的结构形式、信息传递的形态、信息的传输能力与联合方式; 激励机制子系统分为利益分配机制、劳动用工机制、干部人事机制、民主管理机制、福利机制以及竞争机制等; 调节约束机制子系统分为来自外部的产权、市场、法律、行政、社会以及环境的调控和约束机制, 以及来自企业内部的企业法人治理机构监督机制及自我约束机制等; 接口协调机制分为进度控制机制、接口管理机制、业主、承包方、监理三方协调机制等。

决策机制子系统主要是对工程进度款、接口、施工器具、

建筑材料以及质量标准等影响因素进行调节控制;信息传递机制主要有接口、信息因素、人员因素、施工器具等因素;激励机制主要对项目范围、人员因素;调节机制主要对进度款、项目范围、信息、人员因素、建筑材料、质量标准起作用;接口协调机制主要对接口、建筑材料、质量标准起作用。同时,各影响因素都分别对两个或两个以上子系统形成影响,如进度款的多少,直接影响到管理机制中的决策与调节约束子系统,反之,我们可通过对决策、调节约束机制的调控,来达到对进度款的合理的管理支配与使用。

3、以影响权重对管理机制子系统进行合理决策。(1)在各影响因素中,进度款受到进度计划以及市场的影响,即进度款受决策机制和调节约束机制的影响;(2)项目范围受施工影响,故激励机制和调节约束机制对其产生制约;(3)接口受上一作业完成信息传递,以及决策和接口间的影响,由此决策机制、信息传递机制和接口协调机制的好坏对其影响均较大;(4)信息因素受信息传递机制和调节约束机制的影响;(5)人员因素受激励机制和调节约束机制影响;(6)施工器具受决策机制和信息传递机制的影响;(7)建筑材料和质量标准由解释结构模型分析,两者可等同看待受市场、法律等调控,故其受决策机制、调节约束机制和接口协调机制的影响。

由此可以看出在进度管理中,管理机制中决策机制与激励机制应对核电建设进度的影响分别为0.26962、0.27452,可见,决策机制在各子系统中对核电项目进度管理的影响是最大的,应对决策的结构、权限的界定、计划的制定等方面进行有效合理的管理统筹,经过科学的实践论证,具体应用于核电建设实践中。

4、EPC模式应作为核电工程建设管理模式的优选管理模式。根据对核电站进度管理机制各子系统的分析得到的权值总排序情况,可知在相同的进度款以及保证质量、安全的前提下,EPC管理模式下的核电项目工程进度更快。选择EPC核电进度管理模式,有效管理协调核电进度管理机制子系统各相关影响因素,更有利于实现核电工程进度管理的质

量、安全及效益的最大化。

综上所述,中国的核电项目建设项目的设计、采购、施工一体化管理EPC总承包模式正逐步推广完善和深化。目前,工程总承包在中国还没有法律文件规定来规范,地位尚不明确,且二级分包市场有待形成总承包管理的现象在中国已存在多年,仍未出台相关的法律、法规来予以规范^[8]。国家和政府应出台严密的,符合中国国情的总承包管理办法、招标投标规章制度、合同管理文本及及管理办法,进一步完善并深化EPC总承包模式。并对该模式下核电项目进度管理机制的研究须不断深入,科学合理地协调管理机制各子系统之间的关系,在切实保证核电项目工程施工的质量与安全的前提下,有效地控制核电工程项目的管理进度,以逐步实现核电建设项目设计、采购和施工等方面的科学化、创新化、一体化管理,大力促进核电建设在我国实现新的飞速发展。

[参考文献]

- [1] 聂凯. 建筑施工企业项目管理要点探讨[J]. 水力发电, 2004(11): 81-83.
- [2] 黄绍良. 我国工程总承包(EPC)的项目管理挑战[J]. 国际工程与劳务, 2008(10): 8-10.
- [3] 曲川, 秦俊荣. 核电工程EPC总承包项目风险管理分析[M]. 中国新技术新产品, 2010: 18.
- [4] 邹树梁. 中国核电产业发展研究[M]. 北京: 原子能出版社, 2008: 60-63.
- [5] 和平东, 孙汉虹. 核电工程项目管理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009: 97-98.
- [6] 连培生, 樊喜林, 陈曝之, 傅济熙. 核电站建设的项目管理[M]. 北京: 原子能出版社, 1997: 120-123.
- [7] 康日新. 秦山三期核电站工程建设实践[M]. 北京: 原子能出版社, 2006: 98.
- [8] 曹艳华, 杨艳超. EPC总承包管理模式中存在的问题与对策[J]. 科技传播, 2011(2): 83.

Key Factor Analysis on the Management Mechanism of the Schedule Control for Nuclear Power Construction by the EPC Modle

XIE Ru-hong, ZOU Shu-liang

(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: Based on EPC model, this article analyze the key factors of the model using Analytic Hierarchy Process (AHP) approach. We set up a relation diagram of the schedule control for nuclear power construction, and propose the management mechanism of the schedule control for nuclear construction. In addition, we suggest that scientific management should be used in the schedule control for nuclear construction.

Key words: nuclear power construction; schedule control; management mechanism; factor analysis