

第一章 机电工程施工进度管理

案例分析题一

【2013 年考题】某安装公司承建一高层商务楼的机电工程建设项目,该高层建筑处于闹市中心,有地上 30 层,地下 3 层,工程改建的主要项目有变压器、成套配电柜的安装调试、母线安装、主干电缆敷设;给水主管、热水管道的安装;空调机组和风管;冷水机组、水泵、冷却塔和空调水主管的安装。变压器、成套配电柜、冷水机组和水泵安装在地下 2 层,需从建筑物原吊装孔吊入,冷却塔安装在顶层。

安装公司项目部进场后,编制了施工组织设计、施工方案和施工进度计划,根据有限的施工场地设计了施工总平面图,并经建设单位和监理单位审核通过。

安装公司项目部将变压器、冷水机组及冷却塔等设备的吊装分包给专业吊装公司,吊装合同签订后,专业吊装公司编制了设备吊装方案和安全技术措施,因改建项目周界已建满高层建筑,无法采用汽车式起重机进行吊装,论证后,采用桅杆式起重机吊装,通过风险识别评估,确定了风险防范措施。

改建项目完工后,按施工方案进行检查和试验,其中因热水管道的试验压力设计未注明,项目部按施工验收规范进行水压试验,并验收合格。

问题

1. 项目部编制施工进度计划时,哪些改建项目应安排在设备吊装完成后施工?
2. 临时施工平面图设计要点有哪几项内容?
3. 在设备吊装施工过程中存在哪些风险?
4. 热水管道水压试验的压力要求有哪些?

参考答案

1. 项目部编制施工进度计划时,母线安装、主干电缆敷设,给水主管、热水管道的安装,空调机组和风管;空调水主管的安装改建项目应安排在设备吊装完成后施工。

2. 临时施工平面图设计要点:起重机械的布置;设备组合、加工及堆放场地的布置;交通运输平面布置;办公、生活等临时设施的布置;供水、供电、供热的布置;经济指标。

3. 在设备吊装施工过程中存在的风险:高层建筑周围环境和当地气象对设备吊装的风险;桅杆式起重机缆风绳、受力锚点的风险;预计采用的施工安全措施风险;施工机具应用成败的风险等。

4. 热水管道水压试验的压力要求:试验压力应符合设计要求。当设计未注明时,热水供应系统水压试验压力应为系统顶点的工作压力加 0.1 MPa,同时在系统顶点的试验压力不小于 0.3 MPa。

案例分析题二

【2010年考题】某建筑空调工程中的冷热源主要设备由某施工单位吊装就位,设备需吊装到地下1层(−7.500 m),再牵引至冷冻机房和锅炉房就位。施工单位依据设备一览表(见表1-1)及施工现场条件(混凝土地坪)等技术参数进行分析、比较,制订了设备吊装施工方案。方案中选用 KMK6200 汽车式起重机,起重机在工作半径 19 m、吊杆伸长 44.2 m 时,允许载荷为 21.5 t,满足设备的吊装要求。锅炉房的泄爆口尺寸为 9 000 mm×4 000 mm,大于所有设备外形尺寸,设置锅炉房泄爆口为设备的吊装口,所有设备经该吊装口吊入,冷水机组和蓄冰槽需用卷扬机牵引到冷冻机房就位。

表 1-1 吊装设备一览表

设备名称	数量/台	外形尺寸/(mm×mm×mm)	质量/(t/台)	安装位置	到货日期
冷水机组	2	3 490×1 830×2 920	11.5	冷冻机房	3月6日
双工况冷水机组	2	3 490×1 830×2 920	12.4	冷冻机房	3月6日
蓄冰槽	10	6 250×3 150×3 750	17.5	冷冻机房	3月8日
锅炉	2	4 200×2 190×2 500	7.3	锅炉房	3月8日

在吊装方案中,绘制了吊装施工平面图,设置吊装区,制订安全技术措施,编制了设备吊装进度计划(见表1-2)。施工单位按吊装的工程量及进度计划配置足够的施工作业人员。

表 1-2 设备吊装进度计划

序号	工作	3月											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	施工准备												
2	冷水机组吊装就位												
3	锅炉吊装就位												
4	蓄冰槽吊装就位												
5	收尾												

问题

1. 设备吊装工程中应配置哪些主要的施工作业人员?
2. 起重机的站立位置的地基应如何处理?
3. 指出进度计划中设备吊装顺序不合理之处,说明理由并纠正。
4. 在设备的试吊中,应关注哪几个重要步骤?

参考答案

1. 设备吊装工程中应配置的主要施工作业人员:信号指挥人员、司索人员和起重工。
2. 起重机在吊装前必须对起重机站立位置的地基进行平整和压实,按规定进行沉降预压试验。在复杂地基上吊装重型设备,应请专业人员对基础进行专门设计,验收时同样要进行沉降预压试验。

3. 进度计划中设备吊装顺序不合理之处：锅炉吊装就位后进行蓄冰槽吊装就位。

理由：锅炉房泄爆口为设备的吊装口，所有设备经该吊装口吊入。

纠正：应该最后进行锅炉吊装就位。

4. 在设备的试吊中，应关注的几个重要步骤：吊起设备的高度、停留时间、检查部位、是否合格的判断标准、调整的方法和要求等。

案例分析题三

某安装公司承担某市博物馆机电安装工程总承包施工，该工程建筑面积 32 000 m²，施工内容包括：给水排水、电气、通风空调、消防、建筑智能化工程。工程于 2012 年 8 月开工，2013 年 7 月竣工，计划总费用 2 100 万元。

施工过程中项目部绘制了进度和费用的 S 形曲线，如图 1-1 所示，对工程进度和费用偏差进行分析；通风空调工程于 2013 年 6 月进行系统调试，安装公司主要考核了室内空气温度是否达到设计要求，并做了 10 h 带冷源的试运转。

工程竣工验收合格后，建设单位立即向公安机关消防机构报送了工程竣工验收报告，有防火性能要求的建筑构件、建筑材料、室内装饰材料符合国家标准或行业标准的证明文件、施工和检测单位的合法身份证明及资质等级证明文件等资料，申请备案。

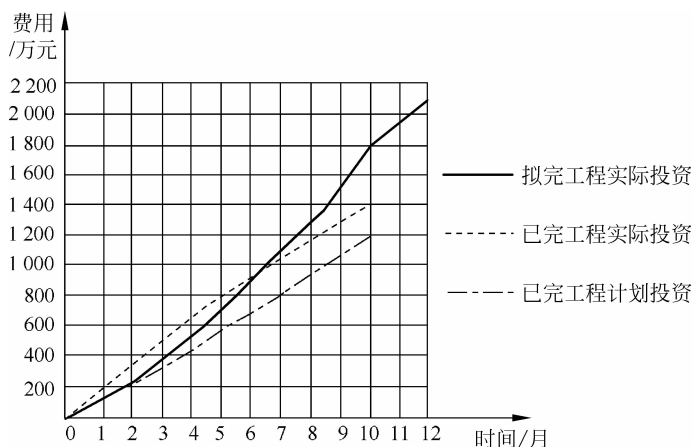


图 1-1 进度和费用的 S 形曲线

问题

1. 计算工程施工到第 10 个月时，项目部的进度偏差和费用偏差。
2. 通风空调系统调试中还有哪些考核指标？
3. 建设单位申请消防竣工验收备案是否正确？说明理由。
4. 消防竣工验收还应提交哪些资料？

参考答案

1. 从图中可以看出第 10 个月时，拟完工程计划投资是 1 800 万元，已完工程实际投资是 1 400 万元，已完工程计划投资是 1 200 万元。

进度偏差 = 已完工程计划投资 - 拟完工程计划投资 = (1 200 - 1 800) 万元 = -600 万元。
说明实际进度落后计划进度 600 万元。

费用偏差=已完工程计划投资-已完工程实际投资=(1 200-1 400)万元=-200 万元。
说明项目运行超出预算费用 200 万元。

2. 通风空调系统调试中还有以下考核指标:室内的相对湿度、气流速度、噪声或空气的洁净度能否达到设计要求,是否满足生产工艺或建筑环境要求,防排烟系统的风量与正压是否符合设计和消防的规定。

3. 建设单位申请消防竣工验收备案不正确。

理由:根据有关规定,建筑总面积大于 20 000 m² 的博物馆,建设单位应当向公安机关消防机构申请消防设计审核,并在建设工程竣工后向出具消防设计审核意见的公安机关消防机构申请消防验收。本案例中,博物馆的建筑面积为 32 000 m²,大于 20 000 m²,所以必须向消防机构申请验收而不是备案。

4. 消防竣工验收还应提交的资料有:

(1) 建设工程消防验收申报表。

(2) 消防产品质量合格证明文件。

(3) 有防火性能要求的建筑构件、建筑材料、室内装修装饰材料符合国家标准或者行业标准的出厂合格证。

(4) 消防设施、电气防火技术检测合格证明文件。

(5) 工程监理单位的合法身份证明和资质等级证明文件。

案例分析题四

某工业项目,建设单位通过招标与施工单位签订了施工合同,主要包括设备基础、设备钢架(多层)、工艺设备、工业管道和电气仪表安装等。

工程开工前,施工单位按合同约定向建设单位提交了施工进度计划,如图 1-2 所示。

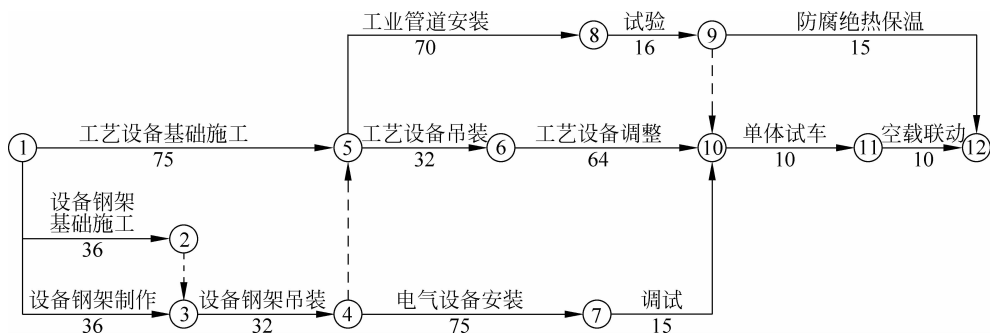


图 1-2 施工进度计划(单位: d)

上述施工进度计划中,设备钢架吊装和工艺设备吊装两项工作共用一台塔式起重机(以下简称塔机),其他工作不使用塔机。经建设单位审核确认,施工单位按该进度计划进场组织施工。

在施工过程中,由于建设单位要求变更设计图纸,致使设备钢架制作工作停工 10 d(其他工作持续时间不变)。建设单位及时向施工单位发出通知,要求施工单位塔机按原计划进场,调整进度计划,保证该项目按原计划工期完工。

施工单位采取措施将工艺设备调整工作的持续时间压缩 3 d,得到建设单位同意。

施工单位提出的费用补偿要求如下,但建设单位没有全部认可。

- (1) 工艺设备调整工作压缩 3 d,增加赶工费 10 000 元。
- (2) 塔机闲置 10 d 损失费: $1\,600 \text{ 元/d}(\text{含运行费 } 300 \text{ 元/d}) \times 10 \text{ d} = 16\,000 \text{ 元}$ 。
- (3) 设备钢架制作工作停工 10 d 造成其他有关机械闲置、人员窝工等综合损失费 15 000 元。

问题

1. 用节点代号写出施工计划的关键线路,该计划的总工期是多少天?
2. 施工单位按原计划安排塔机在工程开工后最早投入使用的时间是第几天? 按原计划设备钢架吊装与工艺设备吊装工作能否连续作业? 说明理由。
3. 说明施工单位调整方案后能保证原计划工期不变的理由。
4. 施工单位提出的 3 项费用补偿要求是否合理? 计算建设单位应补偿施工单位的总费用。

参考答案

1. 施工计划的关键线路: ①→⑤→⑥→⑩→⑪→⑫。该计划的总工期是 191 d。
2. 施工单位按原计划安排塔机在工程开工后最早投入使用的时间是第 37 天。
按原计划设备钢架吊装与工艺设备吊装工作不能连续作业。
理由: 按原计划设备钢架吊装工作是在第 68 天末完成,而工艺设备吊装的最早开始时间与设备钢架吊装最早完成时间间隔 7 d,因此不能连续作业。
3. 施工单位调整方案后能保证原计划工期不变的理由: 设备钢架制作工作的总时差为 7 d,其停工 10 d 导致总工期延长 3 d。而施工单位采取措施将工艺设备调整工作(关键工作)的持续时间压缩 3 d,压缩后关键线路总工期缩短 3 d,为 191 d,因此可以保证原计划工期不变。
4. 第(1)项费用补偿要求合理,应补偿赶工费 10 000 元。
第(2)项费用补偿要求不合理,应补偿 $(1\,600 - 300) \text{ 元/d} \times 3 \text{ d} = 3\,900 \text{ 元}$ 。
第(3)项费用补偿要求合理,应补偿综合损失费 15 000 元。
建设单位应补偿施工单位的总费用 $= (10\,000 + 3\,900 + 15\,000) \text{ 元} = 28\,900 \text{ 元}$ 。

案例分析题五

W 公司承建某市一海水冷却的电厂循环水系统工程,工程内容包括循环水泵房的机电工程安装和四支大直径 3.5 km 长的循环水管的敷设两个单位工程,泵房土建工程已完工,循环水管敷设的土方开挖和回填由 W 公司分包给 H 公司承担。投标承诺合同工期为 12 个月。施工中恰逢百年一遇的强降雨,导致管沟塌方严重,影响了敷管施工进度计划的实施。

问题

1. W 公司应怎样考虑编制施工进度计划的类别?
2. H 公司的施工进度计划应怎样编制?
3. W 公司施工进度计划怎样实施?
4. 强降雨影响了循环水管敷设的进度,宜采用什么措施纠正进度偏差?

参考答案

1. W 公司只要编制两个独立的单位工程施工进度计划及施工作业进度计划就足以控制工程进度,编制的单位工程进度计划开、竣工时间要符合项目建设计划的安排。
2. H 公司要与 W 公司沟通,掌握循环水管道敷设的单位工程进度计划,要编制的是与循环水管道敷设施工作业进度计划相协调配合的土石方开挖回填的施工作业进度计划。
3. W 公司在实施单位工程进度计划时要抓好实施前的交底、实施中的进度统计、实施中的生产要素调度 3 个环节,并做好实施的准备、实施的检查、实施的小结这 3 样工作。
4. 采取纠正偏差的措施:改变主要作业组织形式,如扩大作业面;多段同时施工,即由依次作业改为平行作业。

案例分析题六

某机电工程项目,承包商根据施工承包合同规定,在开工前编制了该项目的施工进度计划,如图 1-3 所示。经项目业主确认后承包商按该计划实施。

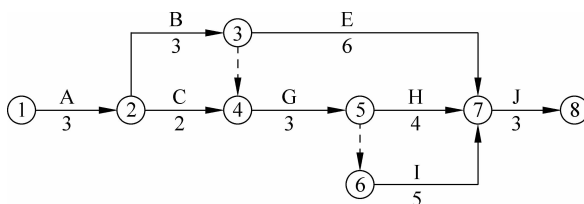


图 1-3 施工进度计划(单位:月)

施工过程中,发生了下列事件:

事件 1: 施工到第 2 个月时,业主要求增加一项 D 工作,D 工作持续时间为 4 个月。D 工作安排在 A 工作完成之后,I 工作开始之前。

事件 2: 由于设计变更导致 G 工作停工待图 2 个月。

事件 3: 由于不可抗力的暴雨导致 D 工作拖延 1 个月。

上述事件发生后,为保证不延长总工期,承包商需通过压缩 G 工作的后续工作的持续时间来调整施工进度计划。根据分析,后续工作的费率是: H 工作为 2 万元/月, I 工作为 2.5 万元/月, J 工作为 3 万元/月。

问题

1. 该建设项目初始施工进度计划的关键工作有哪些? 计划工期是多少?
2. 在该建设项目初始施工进度计划中,C 工作和 E 工作的总时差分别是多少?
3. 绘制增加 D 工作后的施工进度计划并计算此时的总工期。
4. G、D 工作拖延对总工期的影响分别是多少? 说明理由。
5. 根据上述情况,提出承包商施工进度计划调整的最优方案,并说明理由。

参考答案

1. 该建设项目初始施工进度计划的关键工作是: A、B、G、I、J。

计划工期 = (3+3+3+5+3) 个月 = 17 个月。

2. 计算线路的总时差=计划工期-通过该线路的持续时间之和的最大值。

C工作的总时差= $[17-(3+2+3+5+3)]$ 个月=1个月。

E工作的总时差= $[17-(3+3+6+3)]$ 个月=2个月。

3. 增加工作D后的施工进度计划如图1-4所示。

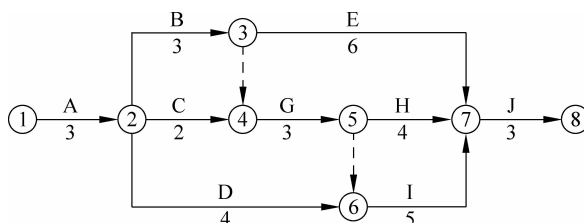


图 1-4 增加工作 D 后的施工进度计划(单位: 月)

此时的总工期= $(3+3+3+5+3)$ 个月=17个月。

4. G、D工作拖延对总工期的影响。

(1) G工作的拖延使总工期延长2个月。

理由: G工作位于关键线路上,它的拖延将延长总工期。

(2) D工作的拖延对总工期没有影响。

理由: D工作不在关键线路上,且D工作的总时差为 $[17-(3+4+5+3)]$ 个月=2个月,因此D工作的拖延对总工期没有影响。

5. 承包商施工进度计划调整的最优方案:各压缩I工作和J工作的持续时间1个月。

理由: 调整的方案包括3种,第1种方案是压缩J工作的持续时间2个月,其增加的费用为3万元/月 $\times$ 2个月=6万元;第2种方案是各压缩I工作和J工作的持续时间1个月,其增加的费用为2.5万元/月 $\times$ 1个月+3万元/月 $\times$ 1个月=5.5万元;第3种方案是压缩I工作的持续时间2个月,同时压缩H工作的持续时间1个月,其增加的费用为2.5万元/月 $\times$ 2个月+2万元/月 $\times$ 1个月=7万元。由于第2种方案增加的费用最低,因此,施工进度计划调整的最优方案是各压缩I工作和J工作的持续时间1个月。

案例分析题七

某机电工程的建设单位与施工单位按照《建设工程施工合同(示范文本)》签订了施工合同。项目监理机构批准的施工进度计划如图1-5所示,各项工作均按最早开始时间安排,匀速进行。

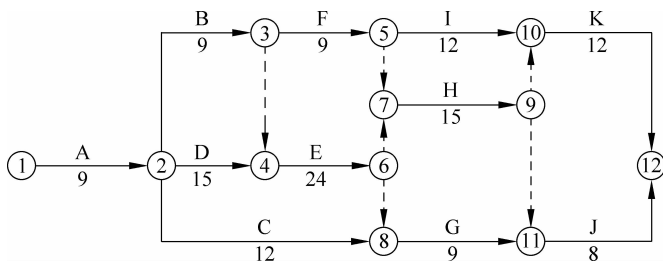


图 1-5 施工进度计划(单位: d)

施工过程中发生以下事件:

事件 1: 施工准备期间, 由于施工设备未按期进场, 施工单位在合同约定的开工日前第 5 天向项目经理机构提出延期开工的申请, 总监理工程师审核后给予书面回复。

事件 2: 施工准备完毕后, 项目监理机构审查“工程开工报审表”及相关资料后认为: 施工许可证已获政府主管部门批准, 征地拆迁工作满足工程进度需求, 施工单位现场管理人员已到位, 但其他开工条件尚不具备。总监理工程师不予签发“工程开工报审表”。

事件 3: 工程开工后第 20 天下班时刻, 项目监理机构确认: A、B 工作已完成; C 工作已完成 6 d 的工作量; D 工作已完成 5 d 的工作量; 在 B 工作未经监理人员验收的情况下, F 工作已进行 1 d。

问题

1. 总监理工程师是否应批准事件 1 中施工单位提出的延期开工申请? 说明理由。
2. 根据《建设工程监理规范》, 该工程还应具备哪些开工条件, 总监理工程师方可签发“工程开工报审表”?
3. 针对图 1-5 所示的施工进度计划, 确定该施工进度计划的工期和关键工作, 并分别计算 C 工作、D 工作、F 工作的总时差和自由时差。
4. 分析工程开工后第 20 天下班时刻施工进度计划的执行情况, 并分别说明对总工期及紧后工作的影响。此时, 预计总工期延长多少天?
5. 针对事件 3 中 F 工作在 B 工作未经验收的情况下就开工的情形, 项目监理机构应如何处理?

参考答案

1. 总监理工程师不应批准事件 1 中施工单位提出的延期开工申请。

理由: 根据《建设工程施工合同(示范文本)》的规定, 如果承包人不能按时开工, 应在不迟于协议约定的开工日期前 7 d 以书面形式向监理工程师提出延期开工的理由和要求。本案例是在开工日前 5 d 提出, 不符合规定, 所以不应批准。

2. 根据《建设工程监理规范》, 该工程还应具备以下开工条件, 总监理工程师方可签发“工程开工报审表”。

- (1) 图纸会审和技术交底已完成。
- (2) 施工组织设计已获总监理工程师批准。
- (3) 施工单位现场质量、安全生产管理体系已建立, 机具、施工人员已进场, 主要工程材料已落实。

- (4) 进场道路及水、电、通信等已满足开工要求。

3. 该施工进度计划的工期为 75 d, 关键工作为 A、D、E、H、K。

C 工作自由时差 = $(9+15+24-9-12)d=27 d$, 总时差 = $(75-9-12-9-8)d=37 d$ 。

D 工作为关键工作, 因此, 自由时差为 0, 总时差为 0。

F 工作的自由时差为 0, 总时差 = $(75-9-9-9-15-12)d=21 d$ 。

4. 开工后第 20 天下班时刻, 施工进度计划的执行情况如下。

A 工作已完成, 对总工期及紧后工作均无影响。B 工作已完成, 对总工期及紧后工作均无影响。C 工作已完成 6 d 的工作量, 拖延了 5 d, 拖延的时间既没有超过总时差, 也没有超过自由时差, 对总工期及紧后工作均无影响。D 工作已完成 5 d 的工作量, 拖延了 6 d, D 工作为关键线路, 会使总工期延长 6 d, 也会影响紧后工作。F 工作推迟 1 d, 不影

响总工期,影响紧后工作的最早开始时间 1 d。此时,预计总工期延长 6 d。

5. 项目监理机构的处理程序:下达局部“工程暂停令”,经项目监理机构对 B 工作验收合格后,再进行 F 工作,并由施工单位承担所造成的费用及工期损失。

案例分析题八

某实行监理的机电工程,施工合同采用《建设工程施工合同(示范文本)》,合同约定:吊装机械闲置补偿费 600 元/台班,单独计算。经项目监理机构审核批准的施工总进度计划如图 1-6 所示。

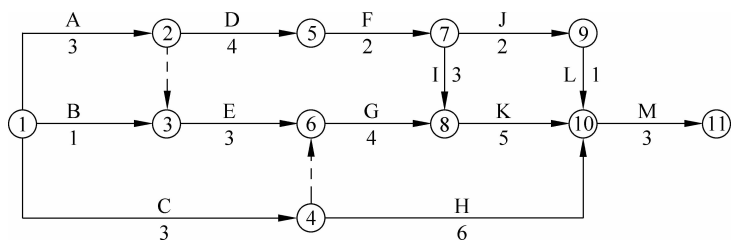


图 1-6 施工总进度初始计划(单位:月)

施工过程中发生下列事件:

事件 1: 开工后,建设单位提出工程变更,致使 E 工作的持续时间延长 2 个月,吊装机械闲置 30 台班。

事件 2: G 工作开始后,受当地百年一遇的洪水影响,该工作停工 1 个月,吊装机械闲置 15 台班,其他机械设备损坏及停工损失合计 25 万元。

事件 3: I 工作所安装的设备由建设单位采购。建设单位在没有通知施工单位共同清点的情况下,就将该设备存放在施工现场。施工单位安装前,发现设备的部分部件损坏,调换损坏的部件使 I 工作的持续时间延长 1 个月,发生费用 1.6 万元。对此,建设单位要求施工单位承担部件损坏的责任。

事件 4: 在 K 工作开始之前,建设单位又提出工程变更,致使该工作提前 2 个月完成,因此,建设单位提出要将原合同工期缩短 2 个月,项目监理机构认为不妥。

问题

1. 确定初始计划的总工期,并确定关键线路及 E 工作的总时差。
2. 事件 1 发生后,吊装机械闲置补偿费为多少? 工程延期为多少? 说明理由。
3. 事件 2 发生后,项目监理机构应批准的费用补偿为多少? 应批准的工程延期为多少? 说明理由。
4. 指出事件 3 中建设单位的不妥之处,说明理由。项目监理机构应如何批复所发生的费用和工程延期问题? 说明理由。
5. 事件 4 发生后,预计工程实际工期为多少? 项目监理机构认为建设单位要求缩短合同工期不妥是否正确? 说明理由。

参考答案

1. 初始计划的总工期 = (3+4+2+3+5+3)个月 = 20 个月。

关键线路为 A→D→F→I→K→M(或①→②→⑤→⑦→⑧→⑩→⑪)。

E 工作的总时差 = $[20 - (3 + 3 + 4 + 5 + 3)]$ 个月 = 2 个月。

2. (1) 事件 1 发生后, 吊装机械闲置补偿费 = $600 \text{ 元/台班} \times 30 \text{ 台班} = 18\,000 \text{ 元}$ 。

(2) 事件 1 发生后, 工程延期为零。

理由: E 工作有 2 个月的总时差, E 工作的持续时间延长 2 个月不会影响总工期。

3. (1) 事件 2 发生后, 项目监理机构不应批准费用补偿。

理由: 百年一遇的洪水属于不可抗力事件, 不可抗力事件发生后, 承包人的机械设备损失及停工损失由承包人承担。

(2) 事件 2 发生后, 项目监理机构不应批准工程延期。

理由: G 工作的总时差为 $[20 - (3 + 3 + 4 + 5 + 3)]$ 个月 = 2 个月, 虽然该工作停工 1 个月, 但没有超过其总时差, 不会影响到总工期, 因此, 不应批准工程延期。

4. (1) 事件 3 中, 建设单位的不妥之处及理由的判定。

① 不妥之处: 在没有通知施工单位共同清点的情况下, 将其采购的设备存放在施工现场。

理由: 建设单位在其所供应的材料设备到货前 24 h 应以书面形式通知承包人, 由承包人派人与发包人共同清点。双方共同清点接收后, 由承包人妥善保管, 发包人支付相应的保管费用。

② 不妥之处: 建设单位要求施工单位承担部件损坏的责任。

理由: 建设单位未将设备移交施工单位保管。

(2) 项目监理机构应同意给予施工单位补偿费用 1.6 万元, 并延长工期 1 个月。

理由: 建设单位采购的材料设备在未通知施工单位进行验收的情况下就存放于施工现场, 由此发生的损坏丢失由建设单位负责, 而且 I 工作为关键工作, 持续时间延长 1 个月会影响总工期。

5. (1) 事件 4 发生后, 预计工程实际工期为 19 个月。

(2) 项目监理机构认为建设单位要求缩短合同工期不妥是正确的。

理由: 造成 K 工作提前 2 个月完成的原因是工程变更, 因此可以要求缩短工期, 但 I 工作延长 1 个月的时间可以补偿, 故总工期仅比原合同工期缩短 1 个月。

案例分析题九

某 35 kV 电气装置工程项目, 施工项目经理部为了保证施工项目按期完成, 使资源配置尽量达到合理和最大限度地降低成本, 组织人员进行施工进度计划的编制, 编制采用的方法是横道图施工进度计划。

施工过程中的部分施工工序和要点如下:

(1) 坚持先交接试验后通电运行、先接电启动后模拟动作的原则进行。

(2) 在做电气交接试验时, 高压电气部分做绝缘强度和继电保护试验。

(3) 在做电气交接试验时, 低压电气部分主要是做继电保护试验。

(4) 在负荷试运行时要根据工程师的要求决定是否要联合编制负荷试运行方案。

(5) 所有电气在试运行时必须是在空载状态下进行。

(6) 电气设备安装技术人员应配合土建工程进行预留和预埋工作。