

单位代码： 10293 密 级： \_\_\_\_\_

# 南京邮电大学

## 专业学位硕士学位论文



论文题目： 面向 5G 时代蜂窝物联网工程建设项目进  
度管理研究

学 号 1313390430

姓 名 张志鲲

导 师 张立凡

专业学位类别 工程硕士

类 型 在 职

专业（领域） 项目管理

论文提交日期 2018.5

# **Research on the Progress Management of the Construction Project of Cellular Internet Engineering for the 5G Era**

Thesis Submitted to Nanjing University of Posts and  
Telecommunications for the Degree of  
Master of Engineering



By

Zhang Zhikun

Supervisor: Prof. Zhang Lifan

May 2018

## 南京邮电大学学位论文原创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得南京邮电大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

本人学位论文及涉及相关资料若有不实，愿意承担一切相关的法律责任。

研究生学号：\_\_\_\_\_ 研究生签名：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

## 南京邮电大学学位论文使用授权声明

本人承诺所呈交的学位论文不涉及任何国家秘密，本人及导师为本论文的涉密责任并列第一责任人。

本人授权南京邮电大学可以保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子文档；允许论文被查阅和借阅；可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索；可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编本学位论文。本文电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。论文的公布（包括刊登）授权南京邮电大学研究生院办理。

非国家秘密类涉密学位论文在解密后适用本授权书。

研究生签名：\_\_\_\_\_ 导师签名：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

## 摘要

本课题将项目管理理论应用在某移动蜂窝物联网工程建设项目进度管理中，并且在应用领域方面进行相关方面的创新。

本课题对某移动蜂窝物联网工程建设项目进行了介绍以及详细地分析，通过对某移动蜂窝物联网工程建设项目有了详细地了解之后，再用项目管理方面的知识对项目范围以及项目目标进行详细的分析与研究，在对某移动蜂窝物联网工程建设项目的实际情况进行充分考虑之后，本课题为了能够制定出一套非常可行的蜂窝物联网工程建设项目的进度计划，对项目管理中的进度管理进行了详细的研究，并将其知识应用到该项目进度计划的制定当中；最后，整理出影响当前项目管理中项目进度的各种原因以及问题，根据项目进度控制方面的知识的指导，提出了在项目进度控制方面具体项目控制的方案以及措施。

**关键词：**蜂窝物联网，项目管理，进度计划，进度控制

## Abstract

This article introduced and detailed analysis of a mobile Internet project in the construction of cellular Internet of Things. After a detailed understanding of a mobile cellular Internet of Things project construction project, and then using project management knowledge to carry out the project scope and project objectives. Detailed analysis and research, after fully considering the actual situation of a mobile cellular Internet of Things project construction project, this project in order to be able to work out a set of very feasible cellular IOT project construction project schedule, for project management Progress management is studied in detail, and its knowledge is applied to the development of the project schedule. Finally, various reasons and problems affecting the progress of project management in the current project are sorted out, and guidance is given according to the knowledge of project schedule control. Proposed project control measures and measures in project schedule control. This project will apply the project management theory in the progress management of a mobile cellular Internet of Things project construction project, and carry out relevant innovations in its application field.

**Key words:** Cellular Internet of Things, schedule planning, schedule control

# 目录

第一章 绪论 .....	1
1.1 选题背景 .....	1
1.2 研究意义 .....	2
1.3 国内外研究现状 .....	2
1.3.1 国外研究现状 .....	2
1.3.2 国内研究现状 .....	3
1.4 研究方法和思路 .....	5
1.5 研究内容 .....	5
第二章 项目进度管理的相关理论概述 .....	7
2.1 项目管理理论 .....	7
2.1.1 项目的有关定义及特点 .....	7
2.1.2 项目管理概念 .....	7
2.2 项目进度管理 .....	7
2.2.1 活动定义 .....	8
2.2.2 活动排序 .....	8
2.2.3 时间估算 .....	8
2.2.4 进度计划制定 .....	9
2.3 进度控制 .....	10
第三章 蜂窝物联网工程建设项目介绍 .....	13
3.1 项目背景 .....	13
3.2 项目范围的界定 .....	14
3.3 组织结构 .....	15
3.4 项目管理方式 .....	17
3.5 项目建设的特征分析 .....	17
第四章 蜂窝物联网工程建设项目的进度计划制定 .....	19
4.1 项目进度管理计划制定的指导思路 .....	19
4.2 蜂窝物联网工程建设项目的活动分解 .....	19
4.3 蜂窝物联网工程建设项目的活动排序 .....	23
4.4 蜂窝物联网工程建设项目的工期估算 .....	26
4.5 制定蜂窝物联网工程建设项目的进度计划 .....	27
第五章 蜂窝物联网工程建设项目进度控制与保障 .....	35
5.1 蜂窝物联网工程建设项目进度控制的整体构思 .....	35
5.2 蜂窝物联网工程建设项目的进度控制方法及实例 .....	35
5.2.1 严密监测全过程的项目进度 .....	35
5.2.2 进行偏差分析 .....	37
5.2.3 及时进行调整和优化 .....	38
5.3 蜂窝物联网工程建设项目进度控制的保障措施及实例 .....	42
5.3.1 合理制定相关的保障机制 .....	42
5.3.2 营造良好的内外部建设环境 .....	43
5.3.3 做好物资、经济以及技术方面的储备和保障 .....	44
第六章 研究结论及展望 .....	45
6.1 研究结论 .....	45
6.2 展望 .....	45
参考文献 .....	47

致谢 .....49

# 第一章 绪论

## 1.1 选题背景

5G 是面向 2020 年以后移动通信需求而发展的新一代移动通信系统。根据移动通信的发展规律,5G 将具有超高的频谱利用率和能效,在传输速率和资源利用率等方面较 4G 移动通信提高一个量级或更高,其无线覆盖性能、传输时延、系统安全和用户体验也将得到显著提高。5G 移动通信将与其他无线移动通信技术密切结合,构成新一代无所不在的移动信息网络,满足未来 10 年移动互联网流量增加 1000 倍的发展需求。5G 移动通信系统的应用领域也将进一步扩展,对海量传感设备及机器与机器通信的支撑能力将成为系统设计的重要指标之一。未来 5G 系统还须具备充分的灵活性,具有网络自感知、自调整等智能化能力,以应对未来移动信息社会难以预计的快速变化。

移动互联网的蓬勃发展是 5G 移动通信的主要驱动力。移动互联网将是未来各种新兴业务的基础性业务平台,现有固定互联网的各种业务将越来越多地通过无线方式提供给用户,云计算及后台服务的广泛应用将对 5G 移动通信系统提出更高的传输质量与系统容量要求。5G 移动通信系统的主要发展目标将是与其他无线移动通信技术密切衔接,为移动互联网的快速发展提供无所不在的基础性业务能力<sup>[1]</sup>。按照目前业界的初步估计,包括 5G 在内的未来无线移动网络业务能力的提升将在 3 个维度上同时进行:1)通过引入新的无线传输技术将资源利用率在 4G 的基础上提高 10 倍以上;2)通过引入新的体系结构(如超密集小区结构等)和更加深度的智能化能力将整个系统的吞吐率提高 25 倍左右;3)进一步挖掘新的频率资源(如高频段、毫米波与可见光等),使未来无线移动通信的频率资源扩展 4 倍左右。

蜂窝物联网技术包括 NB-IoT 和 eMTC 两种,NB-IoT 是独立制式的无线网络,eMTC 是 LTE FDD 的一项功能<sup>[2]</sup>。NB-IoT 覆盖能力占优,主要适用于覆盖要求高、用户速率低、无语音、低速移动场景的业务;由于我公司没有 LTE FDD 牌照,现阶段只能在 900MHz 采用带外(Stand-alone)方式部署 NB-IoT,设备硬件同步储备 eMTC 和 LTE FDD 能力,后续 eMTC 与 LTE FDD 同范围同期部署。

本期工程是中国移动蜂窝物联网一期无线网工程,将在现网 2G/3G/4G 存量站址资源基础上科学规划,在城区按需建设蜂窝物联网 NB-IoT 室外宏基站,实现 NB-IoT 室外连续覆盖和局部深度覆盖;对部分 2G 老旧基站进行合理替换,以实现节能减排、降低网络运营成本;在偏远农村地区完成电信普遍服务建设 LTE FDD 基站。



## 1.2 研究意义

本课题对 X 公司蜂窝物联网一期工程建设项目进度管理进行了详细地研究，其意义体现在以下几个方面：

1.加强了 X 公司蜂窝物联网一期工程建设项目管理，不仅为基站建设节约了成本，而且也提高了项目管理的质量；

2.从长远发展来看，对项目进度管理进行研究不仅推动了 X 公司蜂窝物联网一期工程建设项目发展，而且对其今后的投入使用打下了基础；

3.面对越来越激烈的市场竞争，加强对 X 公司蜂窝物联网一期工程建设项目进度管理，不仅可以有效的提高了此项目的市场竞争力，而且还可以让其尽量规避市场风险，早投入早产出。

## 1.3 国内外研究现状

### 1.3.1 国外研究现状

国外专家对项目进度分析的研究，主要有关键路径(CPM)和项目计划评审技术(PERT)的研究。

1997 年，以色列物理学家高德拉特(Tyler F. Thomas)提出了一种基于约束理论的项目进度管理方法，用“关键链”(Critical Chain))代替“关键路径” CPM，主要用于解决项目进度计划的问题<sup>[3]</sup>。所有的项目都需要通过人来实施完成，成功的项目管理需要考虑人的一些内在和外在因素，例如工作生活习惯，人们的一些自然天性、文化等。关键链一方面要考虑人的因素，同时也要考虑管理和跟踪的便利性。适时重新规划项目和确定关键链，常常能够得到更短的并且可行的项目工期<sup>[4]</sup>。

在关键链项目计划调度中，为克服项目进度计划中人的不良因素，Joyce Michael C 建议采用后向(Backward)的调度方式<sup>[5]</sup>。但是 Zwikael 等指出，尽可能晚的开始活动方法在许多案例中不足以解决 CCPM 中克服人的不良行为因素的影响<sup>[6]</sup>。

Riedl S 等通过对项目进度绩效预测方法进行比较分析，系统阐述了计划价值率法、挣得工期法和挣得进度法的进度预测方法<sup>[7-8]</sup>，以便项目能够顺利地成功完成。通过计划进度路径算法评价进度计划规划中的元素，结合 ERP 和供应链系统中的各个主要模块功能，提高了项目实施中的进度计划、控制和执行能力<sup>[9]</sup>。

Lingling Fan 通过研究指出好的项目计划和沟通对项目成功至关重要<sup>[10]</sup>，要做好项目进度计划，首要任务是清晰、准确地收集业务需求项目资源对项目进度计划有着重要的影响，Anonymous 指出 SAP 系统的实施对公司整个 H 系统架构产生深远的影响，其中 SAP 项目实施所需的资源合理分配决定了项目成功与否<sup>[11-12]</sup>。衡量一个项目的成功除了预算和交期，也应该包括项目成员的忠诚度，通过项目团队在实施过程中的绩效对他们做出相应的奖励以提高忠诚度，达到双赢的目的<sup>[13]</sup>。公司提倡各个资源协同完成项目以便树立顾客利益和价值，成为创新和竞争优势，主要通过四步设定目标和收益：选择业务场景，协调各方资源，合理选择项目实施工具和流程，以及和利益相关者制定正确的契约<sup>[14]</sup>。

### 1.3.2 国内研究现状

区别于其他项目，通信工程项目的难度更高、专业性更强、涉及到的管理部门也更多。张弘（2016）认为通信工程项目在实际开展过程中，有以下特点：1）协同性要求高，通信工程项目各个工序之间都需要较强的连贯性，在这个过程中如果单纯依靠管理部门以及监督部门，很难促使整个工程的完成；2）灵活性强，通信工程项目运用的主要设备以及原材料都存在一定的差异，其工程量不能够全面按照相关的定额计算。3）技术专业性强，通信工程项目相关的技术具有一定的特殊性，不同于建筑工程中技术存在的广泛性，它具有很强的专业性，通信工程项目在通信工作开展中需要专业水平较高的人员进行完成<sup>[15]</sup>。赵昕（2016）认为通信工程项目存在对专业技术人员要求较高、工序连续性强、项目周期长、资金需求量大等特点<sup>[16]</sup>。俞薇（2017）认为由于通信工程项目的管理涉及到的方面多、所包含的不确定性因素越来越多，所以通信工程项目的管理存在技术的特殊性、工序的连贯性、过程的复杂性、应用的差异性、问题的多样性等特点<sup>[17]</sup>。党国庆（2017）认为通信工程项目存在技术特殊性、工序连贯性、投资金额大、技术要求高、项目难度大、项目风险多等特点<sup>[18]</sup>。

正是因为通信工程项目存在这些特点，使得通信工程项目管理的难度非常之大，也提高了通信工程项目对项目管理的要求。因此，运用先进、合理、科学的项目管理手段，加强对通信工程项目的管理，从而建立可复制的管理模式，提炼先进的管理经验显得尤其重要。

党国庆（2017）结合通信工程建设项目的特点，对通信工程建设项目的进度管理进行了较为深入的研究，并对青岛网 H 局光环路调整工程的项目进度管理进行分析，认为要保证通信工程建设项目的顺利完成，必须要控制好影响项目进度的成本因素、组织因素、质量因素和风险因素<sup>[19]</sup>。

陈曦（2012）运用项目管理有关理论和方法，以四川电信 CDMA 一期工程作为案例，介

绍了在通信设计项目中应用项目管理理论解决进度计划和进度控制的方法,通过分析与研究,作者认为在通信设计项目计划制定过程中不能太过随意,要深入地执行项目管理理念,运用项目进度计划和进度控制的理论与方法对项目进行科学的管理,还应该对项目进度和质量控制二者之间的协调进行控制,以避免项目目标合理而质量目标不合理这一情况发生<sup>[20]</sup>。

濮立松(2010)应用项目进度管理的方法对某公司移动基站项目建设的进度进行管理分析,认为在通信工程建设项目进度管理过程中,要充分发挥建立在工程建设中的作用,要充分重视沟通、人员对项目成功起到关键作用,要注意进度与质量的平衡,要充分重视选战对进度的影响,要建立并管理共享进度的应急储备<sup>[21]</sup>。

刘勇军(2010)运用项目进度管理中进度计划和进度控制相关理论与方法,分析了基站建设项目进度管理,提出了一套针对基站建设项目的进度计划管理与进度控制模式,即在项目实施前,要深入分析项目背景,找出影响进度控制的主要因素,使用 WBS 制定详细的施工进度计划表,找出整个项目实施过程中调度、跟踪、监测、调整的依据,合理地安排资源,科学的地计划进度。在项目计划进度控制过程中,要建立高效的项目管理团队,确立人、机、物的调配和沟通体系,以及相应的采购物资保障、工程质量保障等制度措施<sup>[22]</sup>。

邓顺光(2010)运营 WBS 方法论将通信工程项目进行分解与界定,利用网络图方法将工程项目活动进度排序,利用甘特图方法论制定工期计划,最后认为要实现对通信工程项目进度的有效管理,还应该关注政府有关部门颁发的法律法规、质量管理及全面风险管理等内容<sup>[23]</sup>。

林波(2014)认为影响通信工程建设项目进度的因素包括成本因素、质量因素、风险因素以及组织因素,通信工程项目的进度管理要做好前期准备工作,建立雄厚资金储备和人才储备,要加强项目建设的过程监控,实施总体与个体进度管理计划相结合的方式<sup>[24]</sup>。

韦建成(2013)运用项目进度管理的 PMS、WBS 和 CPM 等工具和方法,对目前主要影响基站建设进度的问题进行分析研究,并以某公司基站建设项目为例,对移动基站项目的实施全过程科学分解,对工程各个阶段进行深入分析,找出影响项目进度的因素,得出要保障往来改造工程高效、安全、顺利完成,必须对工程项目的进度进行有效管控,分析问题,寻找对策<sup>[25]</sup>。

濮立松(2011)认为由于通信工程建设项目进度管理中存在难度大、风险高、动态性、系统性与完整性等特点,因此,在项目进度管理过程中,要将分级进度计划制定出来,并进行落实,要对进度管理措施进行完善,要在进度管理过程中做好风险管理<sup>[26]</sup>。

上述作者将项目进度管理理论与方法应用到通信工程设计、建设等项目中,体现了项目进度管理技术对通信工程项目管理的重要性,也为类似项目的进度管理提供了参考与经验。

目前将项目进度管理理论与方法运用到蜂窝物联网基站建设项目中的研究较少，并且对此类项目的特点分析不足，因此，迫切需要对蜂窝物联网工程建设项目的特点进行梳理，并运用项目进度管理理论进行分析，为以后类似项目的进度管理提供经验借鉴。

## 1.4 研究方法和思路

本课题采用了理论联系实际的原则，应用了如下研究方法：

（1）案例剖析法。在课题对项目进度管理研究的过程中，解剖并分析了 X 公司蜂窝物联网一期工程项目案例，以理论联系实际，用实际来验证理论。

（2）实地调查法。进行深入的调查研究，实地调研了与 X 公司蜂窝物联网一期工程项目相关的规划、建设、施工、监理等项目当事人和干系人。实地察看施工现场，全面了解项目的准备、设计、施工、验收工作的具体情况，取得翔实的第一手资料。

（3）文献检索法。针对论文的研究方向，通过广泛查阅相关书籍、刊物和互联网信息，学习吸收国内外的学术成果，借鉴国内外建设工程项目进度管理的成功经验，为论文写作提供理论和材料支持

本论文以项目进度管理的相关理论为基础，结合 X 公司蜂窝物联网一期工程项目情况和工程管理现状，运用项目管理方法对项目范围和目标进行解析，然后采用项目管理中进度计划的方法、技术和工具，制定出科学、可行的项目进度计划，并结合项目的实际进度情况，梳理并分析了目前进度管理中的各类问题及原因，进而提出相应的进度控制的具体保障措施。

## 1.5 研究内容

本论文研究内容分为如下 6 个部分：

第一章为绪论。主要描述论文研究的背景与意义、研究现状、研究内容、研究方法以及研究思路等。

第二章为相关理论概述。这是文章的基本理论基础，本章阐述了项目的概念和特征，项目管理的概念和特征，项目管理的要素，项目进度管理概念，制定项目进度计划以及挣值法的理论基础。

第三章为 X 公司蜂窝物联网一期工程项目概况。本章 X 公司蜂窝物联网一期工程建设项目的背景、项目特点以及项目进度管理存在的问题。

第四章为 X 公司蜂窝物联网一期工程项目进度计划。文章分别介绍了项目结构分解、

活动排序、工期估算、关键路径设计。

第五章为 X 公司蜂窝物联网一期工程项目进度控制。本章对进度控制细则、思路进行概述，并用进度控制方法进行偏差分析，最后对项目进度监测并给出保障措施。

第六章为结论与展望。本章对论文进行了总结，提出不足之处和展望。

## 第二章 项目进度管理的相关理论概述

### 2.1 项目管理理论

项目管理就是把各种知识、技能、手段和技术应用于项目活动之中，以达到项目的要求。项目管理是通过应用和综合诸如启动、规划、实施、监控和收尾等项目管理过程来进行的。

#### 2.1.1 项目的有关定义及特点

在人类活动中，那些临时的、一次性的活动，往往按照“项目”的方式进行组织；这类活动是在有限资源的条件下，以一套独特而又有联系的任务为前提，为了特定的目标组织在一起。项目制的组织模式具有灵活性高、适应性强等优点，除了企业单位，项目制也受到政府单位的青睐<sup>[26]</sup>。在移动互联网时代，外界环境变化迅速，客户需求千变万化，项目制的组织模式恰当的顺应了这些变化。

#### 2.1.2 项目管理概念

为保证项目的顺利进行与交付，需要运用各种知识、技能、手段和技术对项目的各个活动进行管理，在实际的操作过程中，项目的管理工作一般都是围绕规划设计、协调指挥、整合实施及考核评估等几大板块来开展的<sup>[27]</sup>。项目管理是一项多目标管理任务，具体包括 5 个方面的因素：进度、成本、资源、质量和工作量，相应地，项目管理的内容就涉及到许多环节，而成本、质量、范围、时间、及施工人员等要素是项目管理工作的重点，因此，在项目的实施过程中，不仅要关注对项目的局部、整体、质量、成本、时间等方面的管理，同时还不能忽视对项目实施人员、风险、沟通及采购等环节的管理。虽然沟通、整体、采购及风险管控并不是项目管理的主要环节，但只有做到统筹兼顾，将这些内容集成起来，才能发挥作用且实现高效的结果。

### 2.2 项目进度管理

人们在工作中可以通过一定的工具、技术和技巧来帮助他们实现目标、完成工作，这一手段称为项目进度管理。它是可以使项目成员对时间的利用更加有效，在规定期限内保证项

目能够完成的一系列的管理过程。在某一时间段里什么事情是应该做的是由进度管理决定的。作为项目的核心-进度管理，想要取得更好的效果，相互配合其他分支是必需的。虽然项目的全局管理并不能通过单独进行进度管理来完成，但是其进度计划、参考和指导可以由其对项目的分析、排序等来完成<sup>[28]</sup>。提高用户满意度、项目完成不超时，可以通过制定完善的进度计划在项目开始前。同时，各种财力、人力、物力资源的协调使用可以由其帮助项目经理完成。项目质量的提高可通过其对每个活动的开始和结束时间的严格控制来完成。

活动定义、活动排序、活动时间估计、进度计划制定和进度控制组成项目进度管理体系。

### 2.2.1 活动定义

具体计划活动作为确定项目为产生可交付的各种成果而必须进行的即为活动定义。活动定义是对一些特定的活动进行描述和确认的一个过程，项目细目和子细目（WBS 结构中的）可以由这些活动的完成来标志。项目目标的体现可以通过定义活动这一过程来完成<sup>[29]</sup>。

1.过程的输入-活动定义：由假设因素；约束因素；工作分层结构图；范围的叙述；历史的资料组成。

2.工具和方法-活动定义：由活动参考样板；活动分解组成。

3.过程的输出-活动定义：由 WBS 结构的修改；活动目录；细节说明组成。

### 2.2.2 活动排序

文件形成，各活动计划之间依存关系的确定，即活动排序。工作顺序、特殊领域的依赖关系和项目活动之间的依赖关系要在活动清单、产品描述的基础上找出。在这里，一些相关工作作为完成项目所要做的，优先逻辑关系和特殊顺序被团队内部所希望的，及各种依赖关系存在于外部与内部、外部与外部是必须要考虑的，例如对于软件测试等工作在最终的硬件环境中<sup>[30]</sup>。

### 2.2.3 时间估算

工时单位数在各计划活动所需的估算即活动持续时间估算。资源状况、项目范围计划列出项目活动所需要的时间是项目持续时间估算的依据。保证质量、现实和有效是估算的活动持续时间所必需的<sup>[31]</sup>。因为项目时间受风险因素、环境因素、活动清单、合理的资源需求和人员的能力因素的影响，所以要考虑充分在估算时间时。项目时间估算完成后，可以文档化

得到量化的时间估算数据，同步活动清单完善更新。

人工时间在完成一项活动所需要的即工时，连续或间断的时间都是被默许的。但是，周末、节假日等非工作日不包括在一个项目的实际工期中。工期的影响因素有错误、误解、突发事件、工作效率和参与人员的熟练程度等<sup>[32]</sup>。以下是估计工期的一般方法：

1.经验类比法。具有现实根据的估计可以通过借助以往参加过的项目中某些与当前进行估算的活动相似的活动经验得到。

2.历史数据法。估计的基础可以是以往完成项目的资料记载存在于正规企业的。

3.专家意见。相应领域(多个)专家的意见和判断可以为涉及新技术或不熟悉项目时提供指导。

4.德尔斐法。一、项目和要评估的活动由主持人介绍；二、所有专家得到一份由每位专家给出其最好估计的列表(第一轮)；评估结果由主持人汇总，并让专家陈述为什么其估计值与平均值相差达的理由，新的估计继续进行(第二轮)；三、重复第二步步骤(第三轮)；四、调整结果在第三轮结果的基础上，德尔斐法估计结果就是其平均值<sup>[33]</sup>。

5.三点估计法。活动完成时间有三种可能在其实际完成时间假定为表现为随机分布的基础上：乐观估计时间-所有事件最为有利对完成活动的时间(O)；悲观估计时间-所有事件最为不利对完成活动的时间(P)；完成活动一般情况下所需时间(M)，估计活动时间可按下式(E)：

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6}$$

## 2.2.4 进度计划制定

分析资源要求、活动持续时间、活动顺序和进度制约因素是制订进度表必要条件。项目的进度计划是一个反复确认的过程，对项目活动的开始和结束日期有着明确定义。统一考虑活动特征、风险管理计划、项目执行的工作日历、资源需求、资源共享情况、进度限制、最早和最晚时间、估算的活动工期、项目网络图等是确定进度表的依据。通过活动排序对活动之间的进度关系考虑进行定义即进度限制。

里程碑、甘特图或网络图可以代表进度计划。

1.一种对项目工期计划以条形图表示，同时使工期计划和进度安排简便化工具即甘特图。其内在思想用线条图表示，横轴和纵轴分别表示时间和活动(项目)，计划和实际的活动在整个期间上完成情况用线条表示。什么时候进行任务计划在及对比实际进展与计划要求可以被它直观地表明。作为一种理想的控制工具可以使管理者极为便利地弄清一项任务的工作进度，并可评估工作进程。活动显示以图形或表格的形式表示；实际日历天和持续时间在构造时是



必需的，周末和节假日不算在进度之内是非必需的；显示进度是一种通用的方法是甘特图的三个基本含义。甘特图在企业管理工作中因其具有便于编制、醒目和简单等特点被广泛应用<sup>[34]</sup>。甘特图的五种形式进度表、负荷图表、人员闲置图表、机器闲置图表和计划图表是按反映的内容不同来分别的。

2.箭线式和节点式组成网络图。节点式网络图的活动用节点表示，活动间的关系和顺序用带箭头的线表示。箭线代表箭线式网络图每项活动，活动的开始和结束分别用箭尾和箭头代表；箭线记录活动内容和时间；表示事件的圆圈连接活动。紧前时间和紧后事件分别代表活动的开始事件和结束事件<sup>[35]</sup>。

3.能够被明显地确认的事项关键活动和进行的日期是里程碑法仅能列出的，用来对进度计划执行中各个阶段的目标进行反映。项目进度计划的进展情况可以通过在一定时间内对这些关键事项完成情况可来反映。

## 2.3 进度控制

监控实际进度是控制有效项目进度的关键，必要的纠正措施可以立即采取通过与计划进度及时、定期地进行比较。控制项目进行根据项目管理的特点的主要方法:是否满足特定的先决条件通过被控对象在评估机构对达标程度指标的测试方式依据即通过/不通过控制；提供历史资料为将来项目计划和控制通过对问题的分析与总结在项目结束时的事后控制。

识别关键，有负时差以及已偏离预定进度的路径的进度分析是项目进度控制时首先要进行。能够减少有负时差的路径上活动工期的纠正措施是必须的，因为路径上时差的相应的变受活动的工期变化的影响。更有效的对负时差的活动路径分析时，近期内的活动是必须应注意的。压缩活动工期的措施在经过分析后，对于工期长的活动是必需的。活动进程的加快通过增加时间资源或人力资源来实现，从当前有正时差的活动可以转移增加的相应资源。活动工期的缩短可以通过改进技术和方法提高生产率，活动范围缩小和降低活动要求来实现。减少负时差的纠正措施确定后，对其减少负时差能否像预期的那样，网络计划中相应活动工期的修正，更新进度的计算显得尤为重要。项目范围缩小与成本增加之间的权衡是负时差通过缩短活动工期消除时的必要存在。整个项目目标的范围、预算、进度和质量等各要素可能会受质量标准的降低因项目成本的大幅度提高或工作范围缩减的影响，在项目按进度进行的情况下。此外，时间和成本的平衡应该注意在进度控制时，可以通过对那些使总成本增加最少的活动工期压缩来实现。每次只压缩增加成本最低在关键路径上的单位时间活动对压缩整个项目的工期是非常必要的。

有效管理工程进度的前提是一个切实可行的进度计划的存在。工程进度管理(目标管理)中一个切实可行的进度计划对工期目标顺利实现是必不可少的。时效性和独特性是项目进度计划所具有的,因为它的每一个建设项目的进度管理的体系因其所处的施工内容、建设时间、地域、结构形式和工期目标的不同无法形成了一个相对完善的体系,没有一个有相对固定、有章可循的标准在管理过程中。工程进度管理是多样的因其具有丰富的工程的建设内容。如果管理只对一个工序或施工内容进行,是具有危险性的,虽然对单项的进度要求可能满足甚至超出预期,它可能对整个建设项目进度造成滞后(其他项目无法实施或进度落后),甚至经济效益也可能因为施工费用在成品保护和工序穿插的需要增加而降低。所以将所有建设内容都纳入工程进度的管理内是必要的。以主进度为标准,依次深入、完善的各个分项的管理是进度管理的内容多样所必需的。所以层次分明的进度管理是必须。保证进度管理需全员参与。一个个体是无法保证和落实进度计划的,因为在工程的建设中涉及到各个领域,一个进度计划管理可能因为任何一个部门、单位的“短板”造成落空。计划考虑因素要保证其全面性,就要充分听取、采纳所有参与单位或部门每个方面的建议,在制定进度计划的时。要保证有效落实进度计划管理,都要向各参与单位或部门完整而及时的进行说明,在实施阶段的调整或计划制定完毕时。使每个单位都有作为进度管理的一份子的觉悟。工程进度管理的动态性是其显著特点。在指定任何一个进度计划时都是理想条件下进行施工,即便对企业工期定额和项目特点等参照数据进行结合,对干扰因素如天气等的考虑。工期目标落空的原因是导致进度滞后的因素包括施工实施周期内自然因素、社会因素及随着工程实施的深入而出现的新问题等因素造成不可避免的进度干扰。要降低损失就要及时、有效的主动进度调整出现的干扰因素。否则必然造成更大的损失,使干扰效果的干扰因素扩大化。为保证进度管理的经济效益,对于相对保守的计划即实际进度超出当进度计划,要通过进度管理来灵活调整。所以要动态纠偏,时时核对,灵活调整进度管理要根据实际情况。要保证工程进度控制的持续提高人才的培养与计算机的使用是必需的。工程建设管理行业在信息化时代,引用计算机管理软件是不可避免的,而工程进度管理软件的使用,可以使更好的数据支持提供给进度控制,系统化进度控制数据的到保证。可靠的管理人员是进度的控制、计划的调整、计划的制定、计算机使用的保证,所以进度管理成败的关键是培养管理人才。人才是一个长期工程,因为多个方面都被涉及到工程进度控制中。而一批可靠的管理人才可以提高工程建设单位的核心竞争力,使得企业的未来得到保证。任何建设或施工单位都应发挥团队知识,形成团队精神,增进团队协同意识,构建团队文化,提高管理人员的水品这一稳定可靠的人才培养机制来培养人才。作业的实施要实现标准化、程序化,就必须有高效的人才来运用国内外先进的项目管理模式和方法。社会效益与经济效益的双丰收需要高质量工程管理水平,积极的工作氛围,

使工程进度目标顺利实现。

处于工程项目的进度管理过程中，最为重要的环节就是施工项目进度的全面检查工作，它牵扯到基础性的项目进度计划，项目进度计划需要根据检查的结果做出适时的调整 and 改变。项目进度检查办法绝非仅仅只有管理制度这个方面，具体还含有如下几种方法：

### （1）横道图进度检查法

该方法指的是：一个横道图中集中反馈了处理后的实际项目进度信息以及项目计划进度两项指标，不难想象，观察者能够一目了然的对这二者进行比较，根据二者之间的差距对项目进度计划做出适时的改变。当实际项目进度比项目计划进度快的时候，此时采取降低成本的措施也是一项比较好的办法；当项目计划进度赶超过了实际项目进度时，此时需要做的是想方设法的提高实际项目进度，

对明显落后的趋势进行转变，在无法改变的情况下采取措施调整项目的总体进度计划。

### （2）移动式进度计划法

该方法指的是在时间坐标中，用同一条实线体现出实际完成工作量与目标计划工作量二者之间的关系，其中二者按照上下方位部署。该方法的闪光点就在于能够非常清晰的表示出实际进度与计划进度之间的距离感，大大简化了计算工程进度与计划进度的步骤。

### （3）S 形曲线比较法

S 形曲线比较法也是通过图形和文字说明的形式进行表示，其中，纵轴代表的是工程累积完成占总数的百分比，横轴代表时间，其反馈出的信息同样为实际进度与计划进度。通常情况下，在项目实施的准备阶段，相关工作者就会绘制出计划进度曲线图，当项目进行的时候，以横轴的时间为基点，处于特定的基点之上，对项目的具体进展现状加以检查，同时在计划进度曲线图当中将检查结果全面展现出来，最后将实际的进度曲线产生出来，此时计划与实际进度曲线之间的差异便一目了然了，最终结果服务于项目进度的分析评估。

## 第三章 蜂窝物联网工程建设项目介绍

### 3.1 项目背景

青海移动 2G/3G/4G 无线网络共 9 个地市，主要由中兴和华为两个厂家承建。现网 GSM 网络中，中兴承建海东、海南、海北、海西、格尔木、玉树、果洛共计 7 个地市，设备份额占比 53%；华为承建西宁和黄南共计 2 个地市，设备份额占比 47%；



图 3.1 GSM 网络市场地图

现网 TDD 网络中，中兴承建海东、海西、格尔木、果洛、玉树共计 5 个地市，市场份额占比 45%；华为承建西宁、黄南、海南、海北共计 4 个地市，市场份额占比 55%；



图 3.2 TDD 网络市场地图

无线网络是移动运营商的生命基础，设备商所提供的方案的先进性，维护的及时性决定了网络的基础素质，设备商对于未来技术的前瞻性和研发能力决定了网络未来发展的能力。因此运营商设计出厂家之间良好的格局比例、在技术落后区域引入技术实力强的设备商，打造良性的竞争环境，可以激活省内各个设备商去相互竞争、相互促进，进而以技术、服务、商务等综合反哺运营商的发展，实现共赢。

### 3.2 项目范围的界定

2017 年 4 月，某地市移动正式启动 NB-IoT 蜂窝物联网项目，建设内容包括：

- 1.建设规模：30 个新建蜂窝物联网基站。
- 2.工期要求：2017 年 5 月 1 日-2018 年 4 月 30 日。
3. 主要建设内容

本项目主要建设内容包括：核心网系统建设；无线网方面设备及配套设施建设；

- #### 4.建设目标

(1) 为了扩大 NB-IoT 在全国乃至全世界的影响力, 加快推动 NB-IoT 产业发展的步伐, 就需要对这些必要资源进行投入, 从而使得 NB-IoT 产业越来越成熟化, 也使得端到端产业链也越来越成熟化。

- (2) 争取能够达到与 EMTC 一样发展水平，尽量做到与 EMTC 同步发展，因此在网络性能、质量、成本上也要尽可能与 EMTC 达到同等水平。
- (3) 为了更好地对 NB-IoT 的发展有一个全面、客观、真实认知，探索 TD-LTE 网络建设、运营的规律是我们值得研究得。
- (4) 为了将 NB-IoT 技术进行演进，就需要对新的技术、新的功能、新的产品进行测试，从而从通信领域得到大发展。

3.3 组织结构

根据该项目的工程规模、工程进度要求，成立某移动蜂窝物联网工程建设项目部，该项目部主要负责蜂窝物联网工程建设项目整个项目的实施管理工作。项目组织结构如下图 3-1 所示。

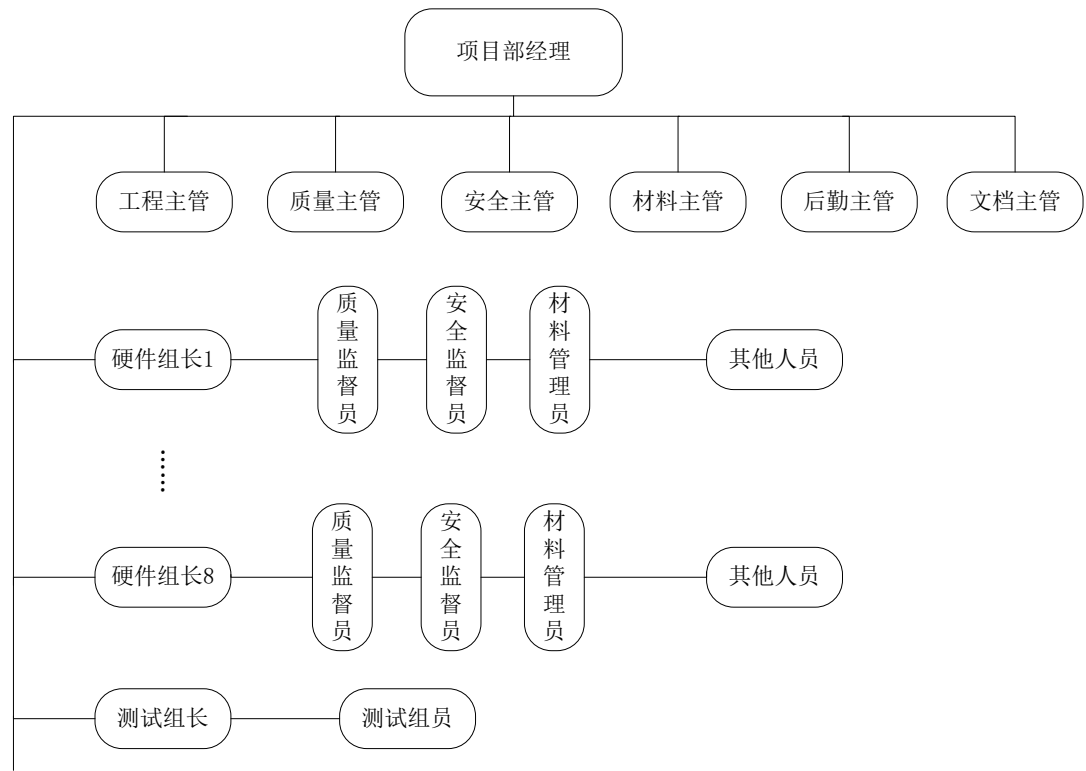


图 3-1 项目组织结构

根据蜂窝物联网工程建设项目组织结构，对相应的岗位进行人员配备，然后对不同岗位的人员制定相应的岗位职责。

1.项目部岗位职责

(1) 项目部经理职责

项目部经理的职责主要负责蜂窝物联网工程建设项目工程的计划、组织、协调等各项工

作，项目部经理可以代表本公司履行与客户签定的施工合同；以及需要对蜂窝物联网工程建设项目工程做好全面的管理工作，使该工程项目可以按期并优质地完成。

### （2）工程主管职责

工程主管职责主要工作如下所示：在施工前要进行一些准备工作，工程主管负责对蜂窝物联网工程建设项目工程信息收集，比如某移动的需求、某移动负责人及其联系方式、蜂窝物联网工程建设项目工程的规模、蜂窝物联网工程建设项目工程的施工图纸等；工程主管负责了解某移动的工程准备情况及某移动在工程实施中会遇到的难点，从而使蜂窝物联网工程建设项目的工作效率得以提高、并且保证了施工过程中的安全；对蜂窝物联网工程建设项目工程的施工人员做好施工前准备指导工作，比如熟悉蜂窝物联网工程建设项目工程施工图纸，工器具等。

根据蜂窝物联网工程建设项目工程的特点，应该对蜂窝物联网工程建设项目工程的进展情况进行全过程的实时监控，并且主动协助移动客户进行一些工作协助，对实施过程中不能解决的问题应该及时通过电话或者周报的形式向移动方人员进行反馈，

### （3）质量安全环境管理员职责

质量安全环境管理员应该对本次工程的质量、安全、环境方面的情况进行全面负责，质量安全环境管理员还应该制定不同项目的安全质量规范，并对项目的安全质量规范加以宣传、贯彻；质量安全环境管理员应该严格按照工程安全质量规范和质检标准对蜂窝物联网工程建设项目工程进行检查，应该客观、公正、准确的对该蜂窝物联网工程建设项目进行检查并评分；在工程实施的过程中，还应该对施工的地点进行监测和控制，并根据监控施工现场的情况进行实际填写《工程项目监测记录》；质量安全环境管理员应该及时总结项目实施过程当中出现的问题，并且通过对现场人员指导、培训，保证工程项目的安全质量不断改进。

### （4）材料、后勤主管职责：

材料、后勤主管职责是配送一些工程设备及材料的，采购项目实施过程当中要用到的工具、材料，还应该对施工人员的后勤服务负责。

### （5）文档主管职责：

文档主管职责的是发放、收集以及整理整个项目部的相关资料，以及编制工程项目的竣工技术文件。

### （6）安装班组长职责

安装班组长职责是管理本安装组的全面工作，以及整个施工现场的工程材料，对项目工程中所用到辅助材料质量进行控制，让这些辅助材料可以满足该工程项目的需求。

### （7）测试班组长职责：

保障施工过程中的设备和电路，以及对本次工程项目所需要的设备进行系统测试，记录测试过程中的数据，以及解决电路中出现的故障。

为保证项目的质量，确保仪表正确使用。

将测试报告及时交给该工程项目的负责人，配合该工程项目的负责人编制竣工技术文件。

### 3.4 项目管理方式

根据这些年在通信工程施工管理领域的实践，项目管理者在与建设方的协调工作上，花费时间非常大，因此建设方的项目管理人员管理效率的高低直接影响整个工程项目的进度。

与传统职能管理方式相比较，项目管理模式对工程管理起到的作用非常大，结合工程项目的特点，可以有针对性的对项目进行管理。

随着通信技术的飞速发展，市场上也出现越来越多新技术、新业务的应用，随之而来是竞争越来越激烈的通信施工市场，因此这对施工单位的管理水平也提出了越来越高、越来越新的要求，项目管理的水平和能力现如今也已经成为评判现代施工企业核心竞争力的一个至关重要的条件。同时，现代施工单位要面临的施工环境也变得越来越复杂，现在的项目大多都是风险大、变化快、质量要求高、工期要求短、成本也要求低。项目分布广、数量多，直接加大了企业对施工单位的成本控制，工程进度协调以及对质量的管理等工作难度加大。

所以，通信行业的施工单位应该结合自身的实际情况，将项目管理的先进技术运用到实际通信行业的工程管理中来，因此对管理水平的要求也就变得越来越高，尤其是在项目进度、质量、成本管理等方面。

### 3.5 项目建设的特征分析

通过以上的介绍，我们可以总结出蜂窝物联网工程建设项目的几个特点。

#### 1.技术复杂

高技术含量的通信工程是一种知识密集型工程，随着越来越多的现代的新技术、新工艺、新产品的涌现，产品的更新换代也变得很快。将这些内容体现到工程中的话，有三个方面的难度问题，一是技术方向，二是对技术的掌握，三是对技术的检测，这三方面的难度都将带来很多新的问题。特别是这次是设备投入实际工程当中，对于这种新技术使用的同时也带来了新的问题，这就对建设和合作双方都提出了一个新的要求。

#### 2.工期紧迫

通信工程项目的投入对运营商发展及其市场的扩大非常必要，通信工程对时间方面的要



求以及某些特定人群的覆盖要求特别的高，因此，如果延误项目进度，将会对客户的投资效益造成很大的影响，更有甚者会导致错过开拓市场的大好时机。在如今竞争激烈的通信行业中，为了能够将新业务以及新技术及时应用到市场当中，通信工程项目对工程建设的进度要求非常高。移动集团公司对这次蜂窝物联网工程建设项目提出的工期要求也是建立在移动的4G网络制式的劣势条件下做出如此的决定，因为只有通过加快蜂窝物联网商用的步伐，才可以在以后的竞争中赶超其他竞争对手。本项目于2017年4月开始部署，要求在12个月完成，由于设备厂家设备供应问题，更换设备厂家合作洽谈，期间拖延一个月，时间更加紧迫。

### 3.需求复杂

繁杂多变的通信工程涵盖专业领域也是很多，工程实施的过程当中不确定因素也是非常多，导致了项目的需求及目标也是多种多样的，导致需要多次才可以将需求确定得很明白，所以往往就是因为需求不清或变更，而造成项目工程当中的争议、扯皮、返工等现象。

### 4.环境多变

根据通信网络规划的需要，基站的站点分散到城市内的不同地方，有的可能在很拥挤的市中心，有的可能在非常偏僻的农村郊区，更有甚者有的基站站点建设在某些山上，不同的地方有不同的业主，并且基站站点周围也存在很大的交通、地理、人文环境差异，并且户外施工受外界影响因素比室内的影响因素多，如基站的选址受业主的影响，土建工程建设可能会受地形的干扰，铁塔工程建设可能受天气影响，传输管道工程建设可能会受到市政工程的干扰等等。

### 5.不确定因素多

通信基站类的工程往往很容易受到外部条件的影响，对于工程项目进度把控也会变得很困难，因此完成项目的时间也很容易受到影响，并且工程项目建设的大量时间都花在协调、控制方面，如设备的到达所需要的时间、基站选址的所需要的时间、传输管道的挖、线路的布放所需要的时间等等。对于外部原因造成的这些不确定因素，在项目管理上一定得对工程项目建设中存在的这些问题做好相应的准备措施，要进行动态调控，这些在工程项目建设开始之前就该做好充分准备，制定一套完整详细的计划，以便在发现相应的问题后可以针对问题及时调整项目进度计划。

## 第四章 蜂窝物联网工程建设项目的进度计划制定

### 4.1 项目进度管理计划制定的指导思路

某移动对本次蜂窝物联网工程建设项目很关注，因此在工程项目的工期方面要求也有一定的要求。本次蜂窝物联网工程建设项目工程的必须得在 2018 年 4 月 30 日完成项目目标，共总历时 1 年。换一句话说，某移动公司的项目进度计划的制定都是在这个时间的基础上来完成的。某移动为了能够准确制定此次蜂窝物联网工程建设项目的进度计划，就必须对该项目中不同的单项工作的先后关系进行确定，对每一项任务的进度以及可能的延长时间进行预估。考虑本次的蜂窝物联网工程建设项目过程中可能会有些任务一定得有先有后，而一些任务可以同时进行，另外实施过程可能会涉及非常多的部门，一旦对项目完成的时间估计不对的话，这就一定会使得蜂窝物联网工程建设项目的工期的延长以及所花的费用增加，从而会使得工程项目的质量有问题。所以蜂窝物联网基站建设工程项目部就需要对各方面的资源进行仔细调研，与各个方面的部门进行沟通与协调，并且根据一些历史的资料和项目经验，对此次蜂窝物联网工程建设项目过程中的每一个任务工作的工作量以及需要花费的时间进行了大致的估算。通过对工程项目过程中每个任务持续的大致时间的估算，再结合本次项目的实际资源情况，制定出一套完整的项目进度计划。如果该进度计划不可以达到强制完成时间的要求，此时就需要压缩工期以及增加资源等，再对项目的进度计划进行整体变更，直至达到要求为止。

### 4.2 蜂窝物联网工程建设项目的活动分解

某蜂窝物联网基站建设工程项目通过工作分解结构(Work Breakdown Structure WBS) 对此次蜂窝物联网工程建设项目要素进行分组，分组是建立在可交付成果的基础之上。工作分解结构对本次项目的范围进行定义，以及自上往下制定层级关系，越往下分解的工作内容越详细，这就使得每个项目组成员的分工也变得很清晰，因此工作分解结构对蜂窝物联网基站建设工程项目的进度计划来说是非常重要的，通过工作分解结构可以制定出该项目的进度计划，对资源需求，项目的风险管理和计划采购有所帮助。此次项目的工作分解结构的作用主要有多下几个：

- 1.工作分解结构是一种对项目的思路进行规划以及设计工具，通过工作分解结构能够使

得项目经理和项目团队对项目进行合理有效地管理。

2.工作分解结构能够非常清楚地将此次工程建设项目中每个项目任务之间的关系相互联系起来。

3.工作分解结构可以将此次工程建设项目的整个样貌显示出来，并且能够对项目需用到的各种资源进行详细说明。

4.工作分解结构对此次项目实施过程中的关键事件进行说明，以此向领导和客户汇报此次蜂窝物联网工程建设项目的完成情况，因此可以充当项目状况的报告工具。

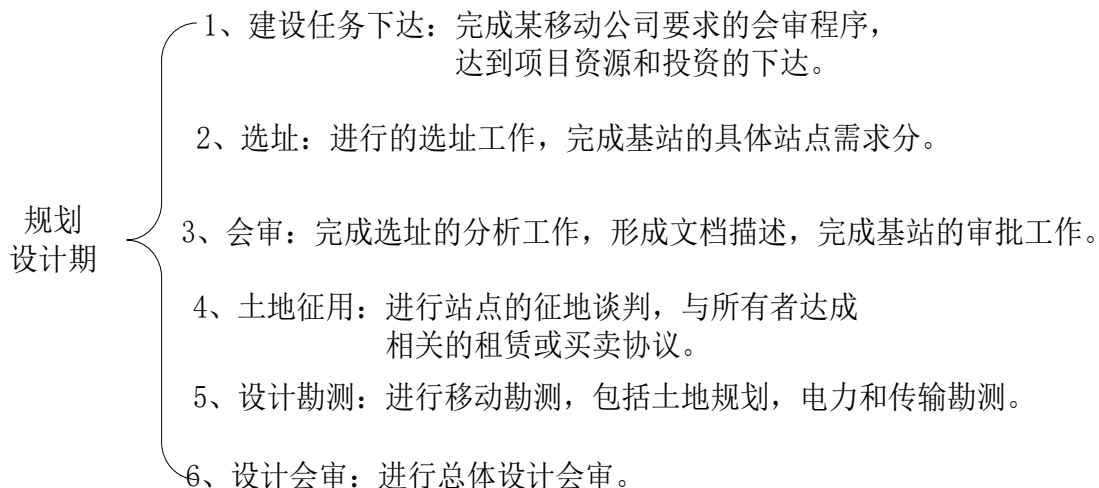
在蜂窝物联网基站建设工程项目中，蜂窝物联网基站建设工程项目的特色就是工期长，因此项目建设的过程中牵涉的方面较多。移动蜂窝物联网工程建设项目又具备工程建设的特点，同时还有技术应用项目的特点。蜂窝物联网工程建设项目的工期大致上可以分为以下 7 个，分别是规划设计期，施工单位招投标，前期准备，场地准备，机房建设，设备安装和设备运行验收，7 个大的步骤和活动中的每项活动又能够分解为 2-6 个比较具体的活动。某移动蜂窝物联网工程建设项目活动定义大致上可以通过此次项目的目标、项目范围的界定以及项目的 WBS 来定义，同时可能还要考虑到往年的历史经验以及数据信息，以及此次项目当中的很多约束条件和假设前提条件都需要考虑到。此次项目活动定义的输出是此次项目的活动清单和活动清单各种相关的具体信息。接下来将对此次项目的目标以及约束条件进行说明，并且对活动运用 WBS。

**2017 年蜂窝物联网基站建设工程项目的约束条件：**

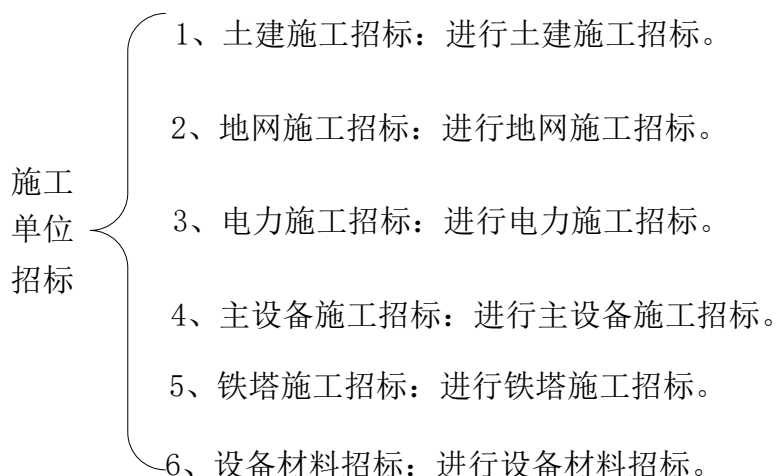
2017 年蜂窝物联网基站建设工程项目考核办法规定此次项目的考核的基本目标 95%，挑战目标 98%。

根据上述约束条件以及以往的经验，将 2017 年蜂窝物联网工程建设项目用 WBS 分解为八大步骤或者活动，分别为规划设计期、施工单位招标、前期准备、场地准备、移动机房建设、铁塔建设、设备安装、运行与维护。

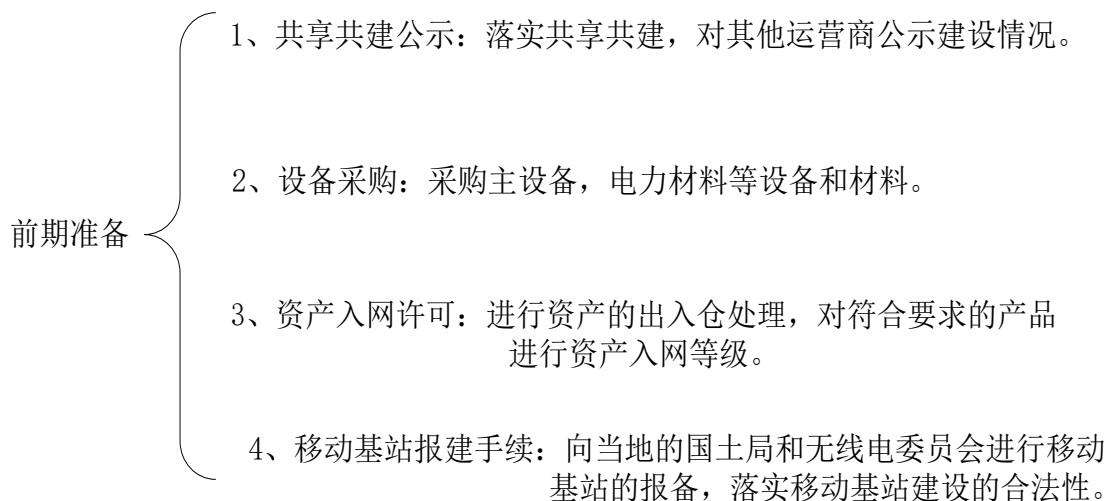
**1.规划设计期包括了以下小活动，如下所示：**



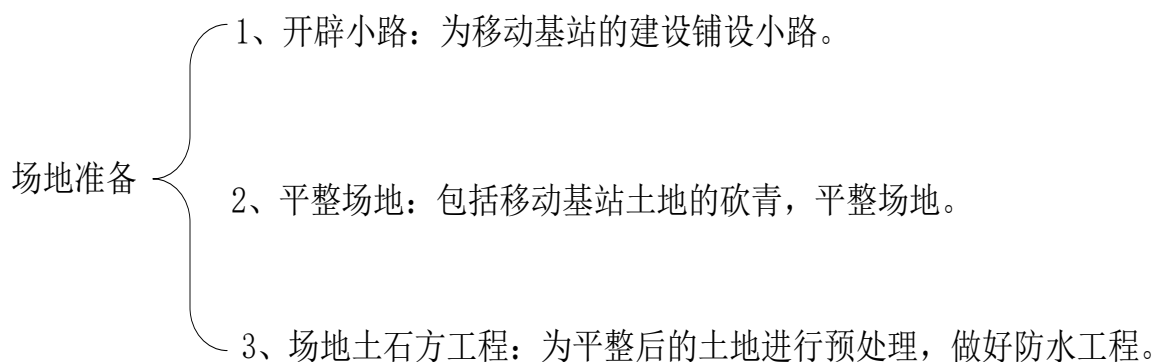
## 2.施工单位招标包括了以下小活动，如下所示：



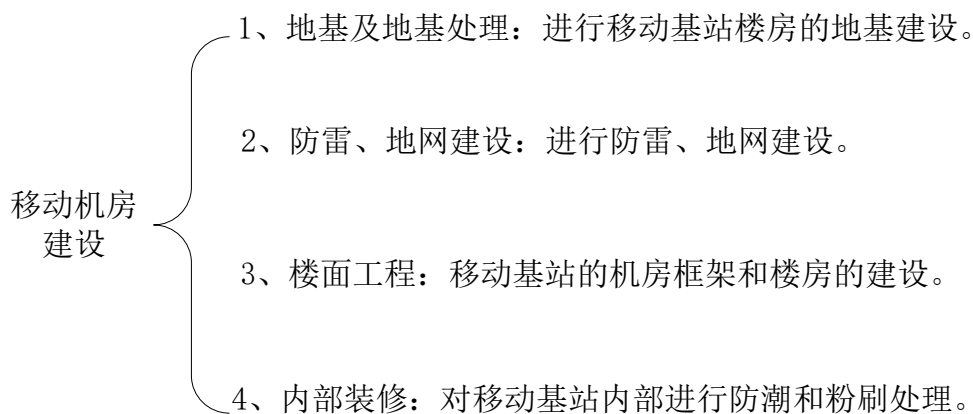
## 3.前期准备包括了以下小活动，如下所示：



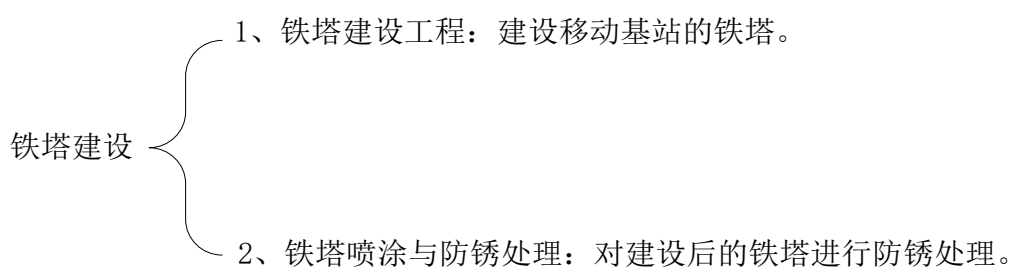
#### 4.场地准备包括了以下小活动，如下所示：



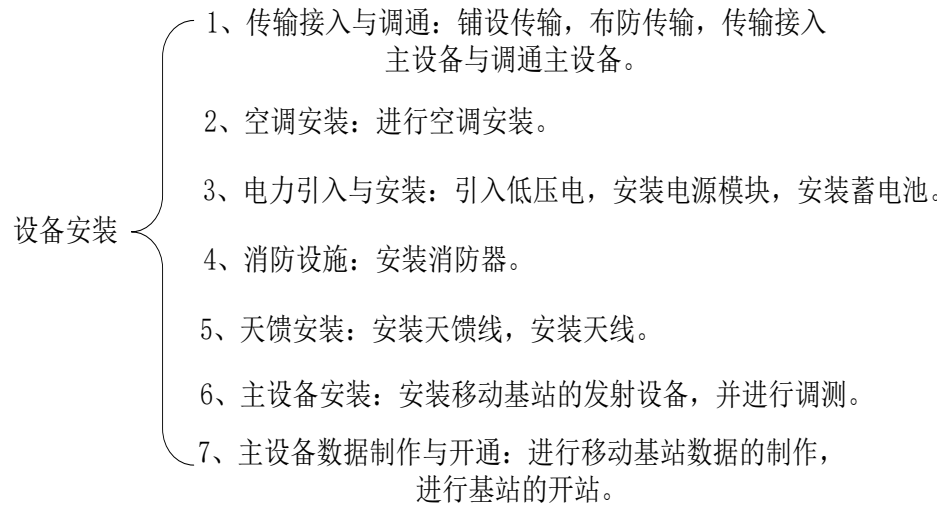
#### 5.移动机房建设包括了以下小活动，如下所示：



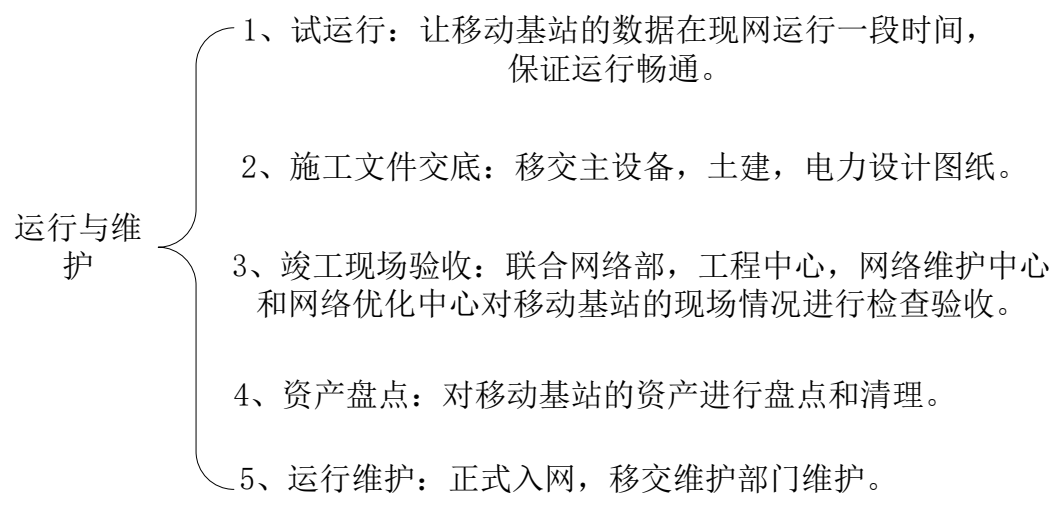
#### 6.铁塔建设包括了以下小活动，如下所示：



#### 7.设备安装包括了以下小活动，如下所示：



8.运行与维护包括了以下小活动，如下所示：



4.3 蜂窝物联网工程建设项目的活动排序

我们不难从此次建设项目的 WBS 中发现，此蜂窝物联网工程建设项目涵盖的活动有几十个，但是项目的活动有先后顺序以及依赖关系，因此需要对这些先后顺序以及依赖关系进行确认。因此需要通过项目网络图将这些活动之间的相互联系的关系体现出来。

通过以下四步就可以将此次蜂窝物联网基站建设工程项目的前导图绘制出来：

- (1) WBS 分解出活动清单。
- (2) 确定这些活动之间的相互关系。
- (3) 对项目网络图进行绘制。
- (4) 从逻辑上检查所绘制的项目网络图。

蜂窝物联网基站建设工程项目作为通信工程建设，其建设过程复杂且时间长。从接收到

网络部门下达任务，这项工作开始。此后，就需要开展主设备、电力施工、地网施工、土建施工、铁塔施工、设备招标工作。同时，还需要对此次项目的建设站点进行选址，以及基站会审和土地征用。开展设计勘测和设计会审工作，紧接着就是移动基站报建手续。

上述工作完成之后，开始施工现场工作，施工现场工作包括了开辟小路、平整土地和土石方工程。紧接着，做防雷和地网，以及基站地基，然后就是楼面建设工程，以上活动完成也就表示机房的建设完成，接着是内部装修和铁塔安装。在内部装修活动完成后，对传输，消防，空调，电力和主设备进行安装，然后开通项目中所用到的主设备并进行试运行。等待所有工作都符合验收规范之后，该项目进入运行维护阶段，对现网的运行进行交接，最终完成蜂窝物联网工程建设项目。

对此次项目中每个活动之间的依赖关系进行确认之后，可以使用前导图法(单代号网络图)(PDM)绘制出蜂窝物联网工程建设项目的网路图。与此同时，通过 Microsoft Project 软件制作该项目的甘特图。

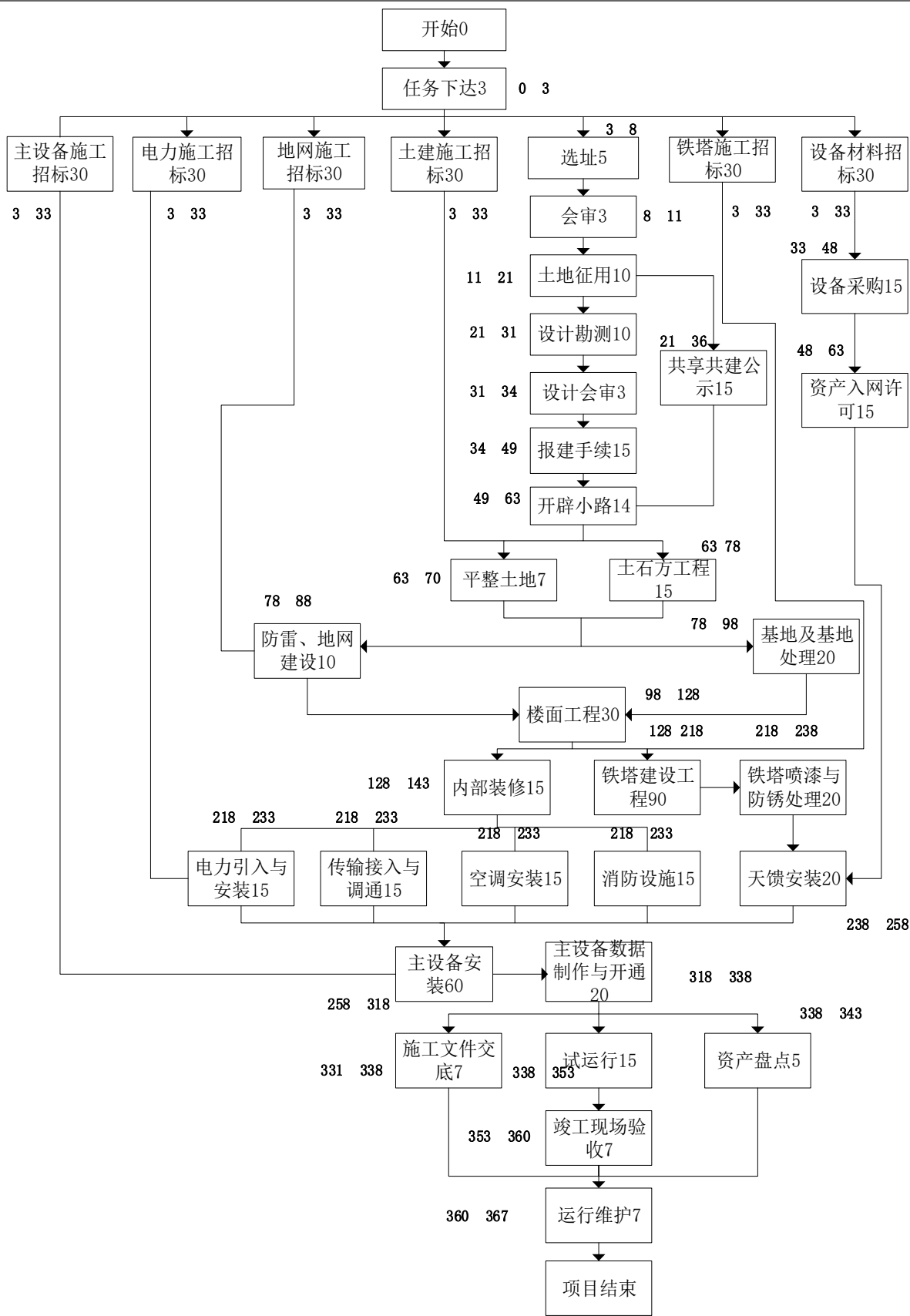


图 4-1 带有最早开始(ES)和最早结束(EF)时间的蜂窝物联网基站建设工程项目网络图



## 4.4 蜂窝物联网工程建设项目的工期估算

对工期的估算是从粗到细的，逐步完善，估算的好坏取决于参考数据的质量。如果所使用的数据越详细，估算的工期越准确。本次蜂窝物联网工程建设项目活动持续时间评估表如下表 4-1 所示。

表 4-1 蜂窝物联网工程建设项目活动持续时间评估表（单位：天）

序号	WBS编号	任务名称	持续工期
1	1.1	建设任务下达	3
2	1.2	选址	5
3	1.3	会审	3
4	1.4	土地征用	10
5	1.5	设计勘测	10
6	1.6	设计会审	3
7	2.1	土建施工招标	30
8	2.2	地网施工招标	30
9	2.3	电力施工招标	30
10	2.4	主设备施工招标	30
11	2.5	铁塔施工招标	30
12	2.6	设备材料招标	30
13	3.1	共享共建公示	15
14	3.2	设备采购	15
15	3.3	资产入网许可	15
16	3.4	移动基站报建手续	15
17	4.1	开辟小路	7
18	4.2	平整场地	7
19	4.3	场地土石方工程	15
20	5.1	地基及地基处理	20
21	5.2	防雷、地网建设	10
22	5.3	楼面工程	30
23	5.4	内部装修	15
24	6.1	铁塔建设工程	90
25	6.2	铁塔喷涂与防锈处理	20
26	7.1	传输接入与调通	15
27	7.2	空调安装	15
28	7.3	电力引入与安装	15
29	7.4	消防设施	15
30	7.5	天馈安装	20
31	7.6	主设备安装	60
32	7.7	主设备数据制作与开通	20
33	8.1	试运行	15
34	8.2	施工文件交底	7
35	8.3	竣工现场验收	7
36	8.4	资产盘点	5
37	8.5	运行维护	7

活动持续时间估算的依据：

### 1.行业经验

参与此次项目的单位都有自己对项目工期估算的数据库以及各种历史数据、经验与教训，这些可以参考的，还有一些资料是专业书籍，比如说对混凝土的养护需要多久的时间。

### 2.历史资料

和此次项目类似的活动历史资料可以拿来对这些活动的持续时间进行估算，这些资料一般在单位内部有存档，通过这些数据可以估算这些活动的持续时间。

### 3.项目说明

在对这些活动进行持续时间估算时，需要考虑此次项目说明书中多提到的制约因素和条款。

对于蜂窝物联网工程建设项目来说，它采用专家判断的方法对此次项目中的活动进行持续时间估算，采用类比估算对每个子活动持续时间进行估算。通过参考一些以前的项目数据，专家判断可以给出活动持续时间估算所想要知道的信息，也可以通过对以往类似项目进行总结，再应用到此次项目中，从而估算出最大活动持续时间。其实专家判断这种方法也可以考虑是否将多种方法运用在一起联合使用来估算活动的持续时间，也可以用来对比这些方法之间存在的差异。类比估算通常参考以往类似项目的数据，用来对此次项目中同类的参数后者指标进行估算。正是因为可以借鉴以往的经验使得类比估算所需要花费的成本较低、所需要消耗的时间也较少，但是对活动持续时间估算准确性也是相对来说较低的。

## 4.5 制定蜂窝物联网工程建设项目的进度计划

针对本次项目来说，项目必须在 2018 年 4 月 30 日完成，期间一共有 360 个工作日。为了让项目能够顺利完成，使客户满意，利用关键路径法对本项目进行进度计划进行绘制。

关键路径法(CPM)指的是可以通过利用进度模型来对项目进度进行分析的技术。关键路径法在不考虑资源受限的条件下，从理论上计算对蜂窝物联网工程建设项目所有活动的最早开始时间以及最早结束时间和最晚开始时间以及早晚结束时间进行计算。这些计算同时通过两种推算得出来的，一是正推式(从项目的开始阶段往项目收尾的阶段进行推算)，二是反推式(从项目的收尾阶段往项目的开始阶段进行推算)，这些推算所得结果都应该在整个项目进度网络路径中体现出来。上述所推算出来的最早开始时间(ES)和最早结束时间(EF)以及最晚开始时间(LS)和最晚结束时间(LF)不是现实项目中的时间表，只是通过这些推算结果可以更好得将进度任务分配某个时间段，在关键路径网络图中要有项目的任务工期、活动之间的逻辑关系、以及提前、滞后量和一些已经知道的约束条件。

因为项目当中出现“总浮动时间”(此时间可以为项目的进度提供弹性时间,此时间可以是正、也可以是零或者是负的),对于不同网络路径中的最早开始时间、最早结束时间、最晚开始时间、最晚结束时间都有可能是不尽相同的。在此项目的网络路径中,总浮动时间由项目的 ES 和 EF 值来决定,在关键路径上的活动任务被称为“关键任务”,为了使项目关键路径上有一个具有为零或者正的总浮动时间,因此就需要对项目中的活动任务调整历时进行,还要调整活动之间逻辑关系,提前量,滞后量和其它有关项目进度约束的条件。只有在项目网络路径的总浮动时间为零或者正,该项目就有了很明确的“自由浮动时间”,即只要不对项目关键路径上的历时有影响,就可以在关键路径历时内进行自由调整活动任务的历时。根据关键路径法对蜂窝物联网工程建设项目的时间进度表进行编制,关键路径上的进度计划表如下 4-2 所示。

表 4-2 附有总时差的蜂窝物联网基站建设工程项目的进度计划表

图 4-1 带有最早开始(ES)和最早结束(EF)时间的蜂窝物联网基站建设工程项目(单位:天)

图 4-2 带活动分类的关键性活动甘特图。

表 4-2 附有总时差的蜂窝物联网基站建设工程项目的进度计划表

序号	WB S 编 码	活动名称	负责部门	工期估 计（工 作日）	最早开 始时间 （ES）	最早完 成时间 （EF）	最迟开 始时间 （LS）	最迟结 束时间 （LF）	总时差
1	1.1	蜂窝物联网任务下达	网络部	3	0	3	0	3	0
2	1.2	选址	网络优化中心	5	3	8	3	8	0
3	1.3	会审	网络优化中心	3	8	11	8	11	0
4	1.4	土地征用	工程管理中心	10	11	21	11	21	0
5	1.5	设计查勘	网络优化中心	10	21	31	21	31	0
6	1.6	设计会审	网络优化中心	3	31	34	31	34	0
7	2.1	土地施工招标	网络部	30	3	33	26	56	23
8	2.2	地网施工招标	网络部	30	3	33	51	81	48
9	2.3	电网施工招标	网络部	30	3	33	41	71	38
10	2.4	主设备施工招标	网络部	30	3	33	221	251	218
11	2.5	铁塔施工招标	网络部	30	3	33	91	121	88
12	2.6	设备材料招标	综合部	30	3	33	188	218	185
13	3.1	共享共建公示	网络优化中心	15	11	26	41	56	30
14	3.2	设备采购	综合部	15	33	48	203	218	170
15	3.3	资产入网许可	综合部	15	48	63	218	231	168
16	3.4	移动基站报建手续	工程管理中心	15	34	49	34	49	0
17	4.1	开辟小路	工程管理中心	14	49	63	49	56	-7
18	4.2	平整场地	工程管理中心	7	63	70	64	71	1
19	4.3	场地土石方工程	工程管理中心	15	63	78	56	71	-7
20	5.1	地基及地基处理	工程管理中心	20	78	98	71	91	-7
21	5.2	防雷、地网建设	工程管理中心	10	78	88	81	91	-7
22	5.3	楼面工程	工程管理中心	30	98	128	91	121	-7
23	5.4	内部装修	工程管理中心	15	128	143	121	136	-7
24	6.1	铁塔建设工程	工程管理中心	90	128	218	121	211	-7
25	6.2	铁塔喷涂与防锈处理	工程管理中心	20	218	238	211	231	-7
26	7.1	传输接入与调通	工程管理中心	15	218	233	211	226	-7
27	7.2	电力引入与安装	工程管理中心	15	218	233	211	226	-7
28	7.3	空调安装	工程管理中心	15	218	233	211	226	-7
29	7.4	消防设施	工程管理中心	15	218	233	211	226	-7
30	7.5	天线安装	工程管理中心	20	238	258	231	251	-7
31	7.6	主设备安装	工程管理中心	60	258	318	251	311	-7
32	7.7	主设备数据制作与开通	网络优化中心	20	318	338	311	331	-7
33	8.1	试运行	网络优化中心	15	338	353	331	346	-7
34	8.2	施工文件交底	工程管理中心	7	338	345	331	338	-7
35	8.3	竣工现场验收	工程管理中心	7	353	360	346	353	-7
36	8.4	资产盘点	网络优化中心	5	338	343	348	353	10
37	8.5	运行维护	网络优化中心	7	360	367	353	360	-7

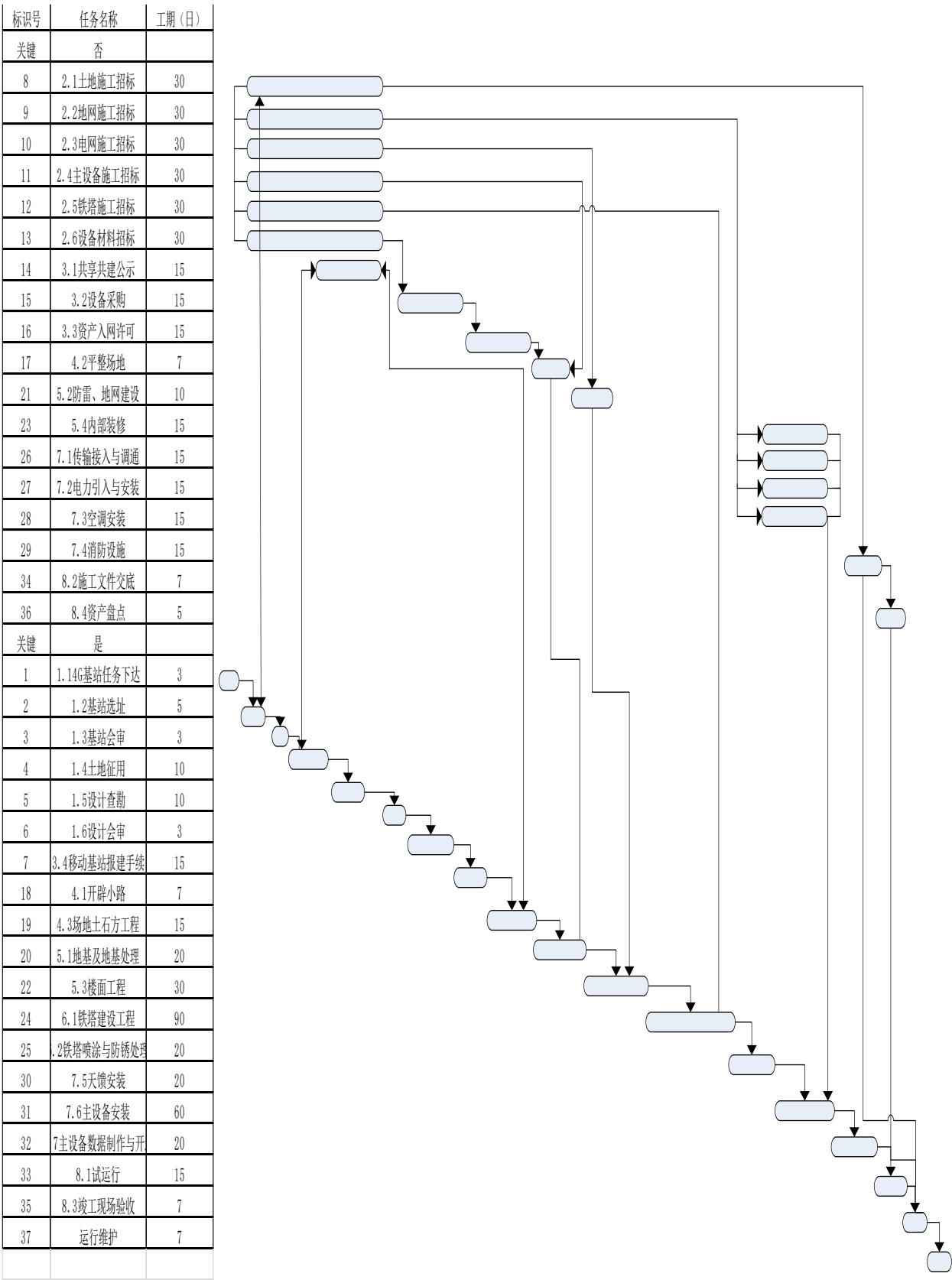


图 4-2 带活动分类的关键性活动甘特图

由图 4-2 可以清晰看出项目的关键路径以及非关键路径的活动。

从图 4-1 不难发现，蜂窝物联网工程建设项目的总工期超出了某移动所的要求工期，因此，关键路径就由总时差为-7 的活动所构成，关键路线如下图 4-3 所示：

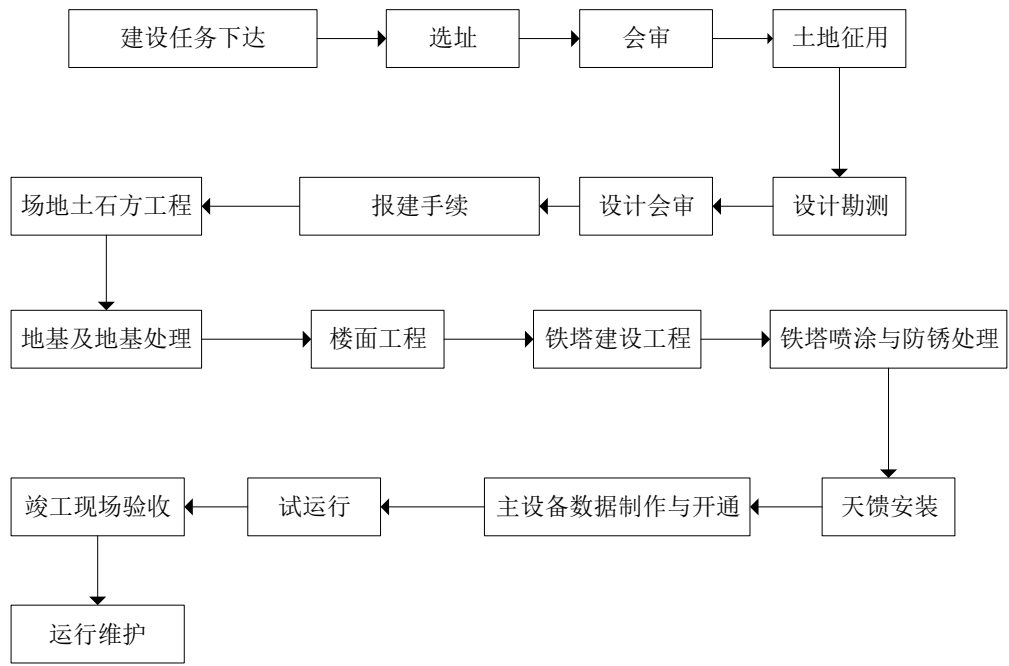


图 4-3 关键路线

再从图 4-1、表 4-1 所示的情况分析得出，该关键路线上每个关键活动的持续时间加起来是 367 个工作日，但是蜂窝物联网工程建设项目要求最晚的完成时间是 357 个工作日，所以必须得从移动基站建设项目的关键路线的所需要的时间缩短 10 个工作日。

通过对关键路径的每个活动进行仔细分析后发现，在此基站建设的项目中，有些活动的消耗时间是不可以减少的，因为有些是受到政府制约或者是有些不可避免的外力因素，因此有些关键活动的耗时是固定的。比如说，移动基站报建手续和试运行这两个活动，都是受到政府或者公司的硬性要求，流程耗时必须是这么多，是固定的。然而为了要求时间内完成项目，公司计划缩短楼面建设时长，通过增加施工人员，提前准备施工材料及适当增加每天施工时长等措施，将楼面建设的工期从 30 天减少为 20 天，减少了 10 个工作日。如表 4-2 所示。

通过上述调整，蜂窝物联网工程建设项目的关键路线没有发生改变，但是关键路径上所需要的时间从原来的 367 个工作日变为现在 357 个工作日，因此移动基站建设项目的总工期也变为 357 个工作日可以按时完成项目。调整后的进度计划表 4-3、网络建设图 4-4、甘特图 4-5 如下所示。

表 4-3 调整后进度计划表（单位：天）

序号	WBS 编码	活动名称	负责部门	工期估计 (工作日)	最早开始时间 (ES)	最早完成时间 (EF)	最迟开始时间 (LS)	最迟结束时间 (LF)	总时差
1	1.1	任务下达	网络部	3	0	3	0	3	0
2	1.2	选址	网络优化中心	5	3	8	3	8	0
3	1.3	会审	网络优化中心	3	8	11	8	11	0
4	1.4	土地征用	工程管理中心	10	11	21	11	21	0
5	1.5	设计查勘	网络优化中心	10	21	31	21	31	0
6	1.6	设计会审	网络优化中心	3	31	34	31	34	0
7	2.1	土地施工招标	网路部	30	3	33	26	56	23
8	2.2	地网施工招标	网路部	30	3	33	51	81	48
9	2.3	电网施工招标	网路部	30	3	33	41	71	38
10	2.4	主设备施工招标	网路部	30	3	33	221	251	218
11	2.5	铁塔施工招标	网路部	30	3	33	91	121	88
12	2.6	设备材料招标	综合部	30	3	33	188	218	185
13	3.1	共享共建公示	网络优化中心	15	11	26	41	56	30
14	3.2	设备采购	综合部	15	33	48	203	218	170
15	3.3	资产入网许可	综合部	15	48	63	218	231	168
16	3.4	移动基站报建手续	工程管理中心	15	34	49	34	49	0
17	4.1	开辟小路	工程管理中心	14	49	63	49	56	-7
18	4.2	平整场地	工程管理中心	7	63	70	64	71	1
19	4.3	场地土石方工程	工程管理中心	15	63	78	56	71	-7
20	5.1	地基及地基处理	工程管理中心	20	78	98	71	91	-7
21	5.2	防雷、地网建设	工程管理中心	10	78	88	81	91	3
22	5.3	楼面工程	工程管理中心	20	98	118	98	121	3
23	5.4	内部装修	工程管理中心	15	118	133	118	136	3
24	6.1	铁塔建设工程	工程管理中心	90	118	208	118	211	3
25	6.2	铁塔喷涂与防锈处理	工程管理中心	20	208	228	208	231	3
26	7.1	传输接入与调通	工程管理中心	15	208	223	208	226	3
27	7.2	电力引入与安装	工程管理中心	15	208	223	208	226	3
28	7.3	空调安装	工程管理中心	15	208	223	208	226	3
29	7.4	消防设施	工程管理中心	15	208	223	208	226	3
30	7.5	天线安装	工程管理中心	20	228	248	228	251	3
31	7.6	主设备安装	工程管理中心	60	228	248	228	251	3
32	7.7	主设备数据制作与开通	网络优化中心	20	308	328	308	331	3
33	8.1	试运行	网络优化中心	15	328	343	328	346	3
34	8.2	施工文件交底	工程管理中心	7	328	335	328	338	3
35	8.3	竣工现场验收	工程管理中心	7	343	350	343	353	3
36	8.4	资产盘点	网络优化中心	5	328	333	342	336	3
37	8.5	运行维护	网络优化中心	7	350	357	353	360	3

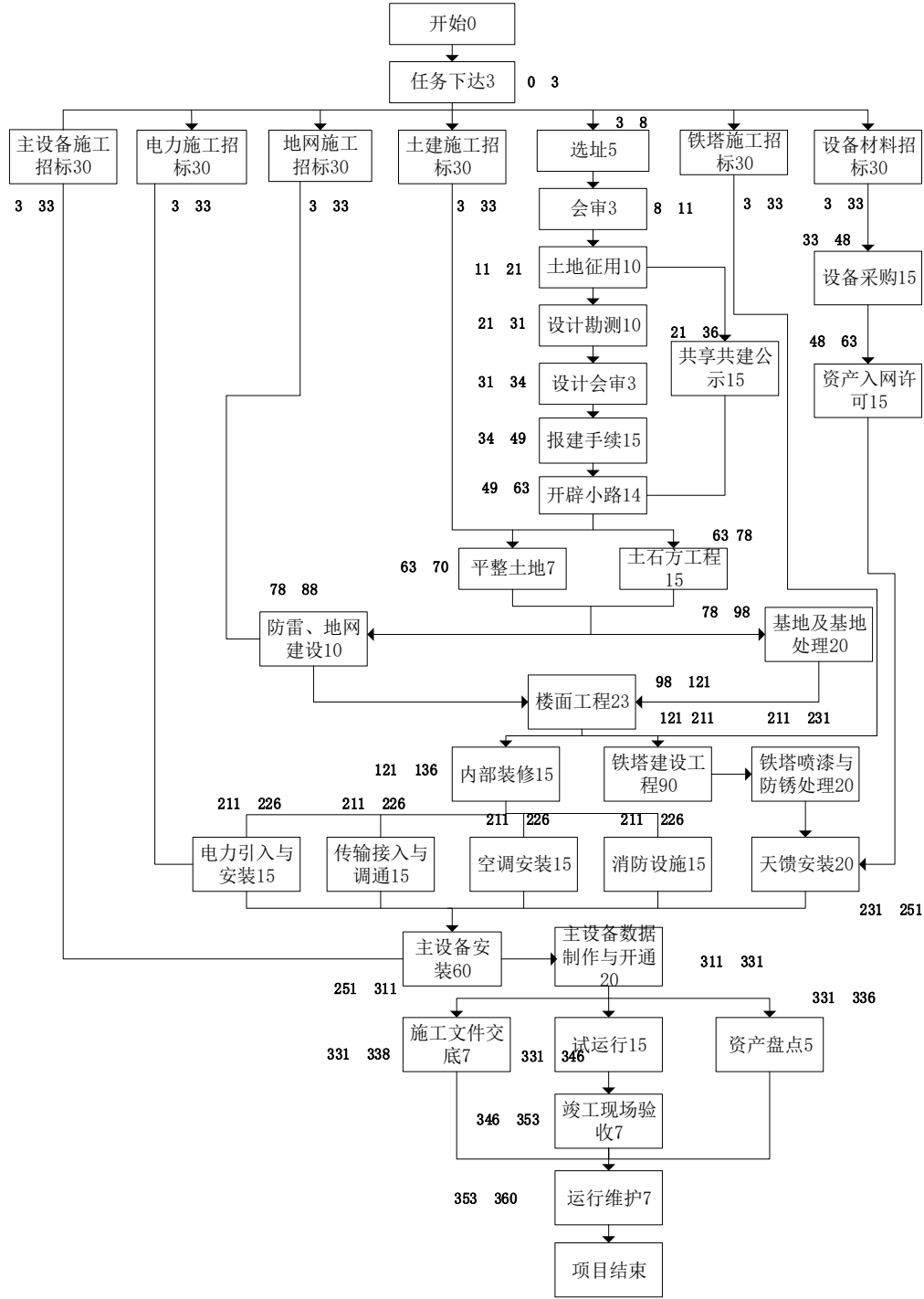


图 4-4 调整后的网络建设图



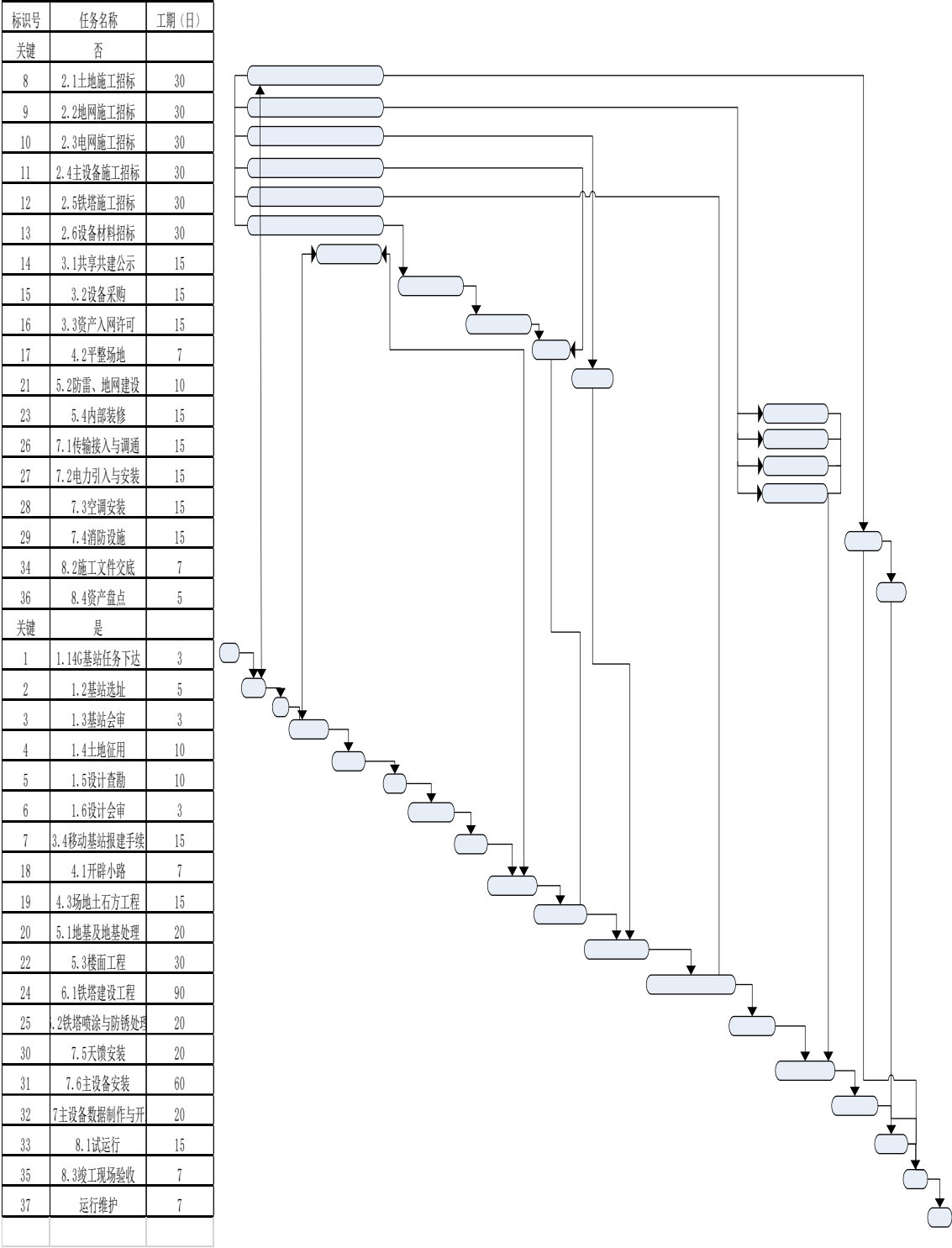


图 4-5 调整后的甘特图

通过上述调整优化后，移动蜂窝物联网工程建设项目的关键路径不变的同时，由于对项目活动关键路径进行了调整优化，项目所需要总工期发生了一些变化。通过引入新技术，将项目的关键路径活动的总耗时从 367 个工作日减少至 357 个工作日，减少了 10 个工作日，项目可以按时完成。

## 第五章 蜂窝物联网工程建设项目进度控制与保障

### 5.1 蜂窝物联网工程建设项目进度控制的整体构思

项目进度计划控制是项目实施过程中一系列活动的总称，这些活动包括活动程序和活动之间的规划、实施以及检查等，在具体项目进行实施的过程中，根据已经确定并核实的项目进度计划，使用科学的方法，每个一段时间对项目实施过程中实际的进度情况进行跟踪以及核查，并与制定好进度计划表进行对比，发现它们之间存在的差异，并找出产生这些差异的各种原因，以及影响工期的各种因素。之后通过项目相关单位对项目进行组织、指导、协调和监督，并及时采取有效的措施对该项目的进度进行调整，在不增加该项目的工程造价的情况下，按时完成该项目。

在该项目的具体实施过程中，为了更好实时跟踪该项目的进度，通过应用到该项目中的各种工具及方法，对该项目的实时信息进行收集。但是该项目在实施的过程中还是存在很大的不确定性，项目可能按时完成、可能会提前也可能会延迟，因此，只有通过项目实际过程中的变化来对项目进行调整。

项目进度更新计划作为项目进度控制的核心，在项目管理中起到至关重要的作用。进度更新计划也是建立在项目按时完成的基础之上的，在保证不增加项目的工程造价的同时，又不影响工程项目的质量，通过对关键路径上的某些活动进行适当的调整，来达到对项目的完成做到保质保量的目的。

### 5.2 蜂窝物联网工程建设项目的进度控制方法及实例

#### 5.2.1 严密监测全过程的项目进度

项目进度监测是指在项目实施过程当中对整个实施过程可能会影响项目进度的因素进行记录与反馈，项目管理人员根据项目计划目标对整个项目实施过程进行全面的监控。这也是为了能够更好地了解项目的实施进展情况，也可以更好了解项目人员是否及时的完成各个阶段的任务，以及在实施每个阶段任务时所遇到的问题，另外还可以验证计划是否能够被执行。所以，我们就需要对蜂窝物联网工程建设项目的实际进度情况进行监控，如下图 5-1 所示：

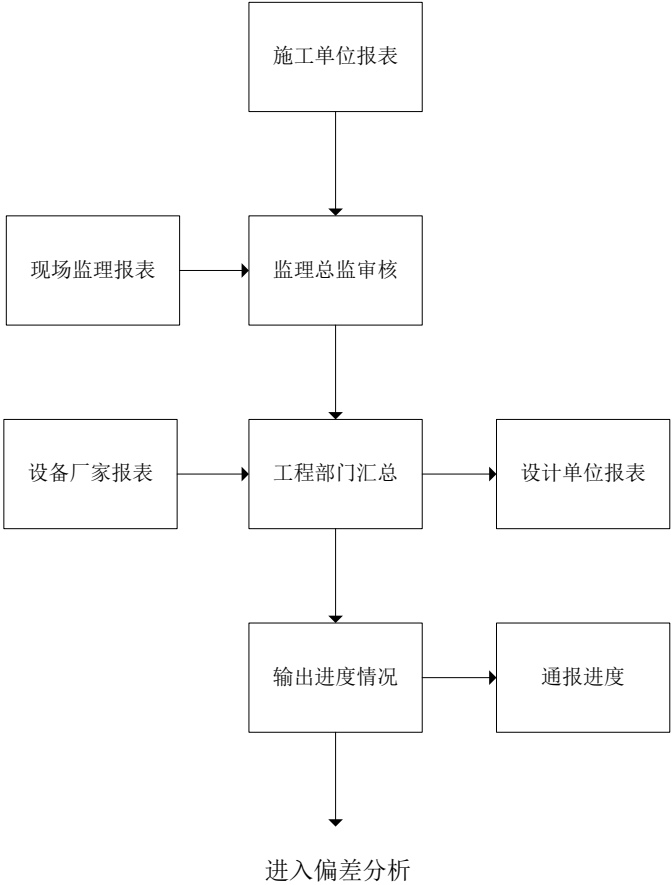


图 5-1 项目进度监控流程

一般，常用的项目监测方法和工具有以下几种：

1.定期报表

在蜂窝物联网工程建设项目的实施期间，因为该项目的工作量较大，涉及到的工作单位多，涵盖的知识广泛，因此需要对协调单位、设计单位、施工单位及设备厂家这些单位统一管理，让他们通过日报及周报的形式将各自负责的项目的进度向工程部门进行汇报。

2.现场检查

因为在项目实施的过程中，需要对质量进行严格的把关，不仅要现场监理站在一旁对施工进行监督，还需要监理总监以及项目经理在项目施工的时候进行不定期的检查，这样一来既可以项目实施的质量情况进行现场监督工，还可以检查出每个单位汇报的工作量是否与施工现场情况一样。

蜂窝物联网工程建设项目中，组织项目组成员对蜂窝物联网工程建设项目抽查过程中发现地基处理存在安全隐患，则要求施工方立即返工，同时给予合作方处罚。

3.每隔一段时间召开项目相关的例会

某移动为了更好的了解蜂窝物联网工程建设项目的实际进度情况，项目的负责人每隔一

周（原则上为每周三下午 3 点钟）就需聚集该项目有关人员开项目相关的会议，与此同时，还能够对项目实工过程中出现的问题进行监督控制，为了下一阶段工作做好准备。

### 5.2.2 进行偏差分析

对项目实施工程与进度计划之间产生的偏差进行分析是非常重要的，分析偏差可以找到问题出现在哪一个环节，以及什么原因导致这些问题的出现，然后根据相应的问题进行相应调整进度计划，我们通常根据项目路径网络图中总时差与自由时差来对这些偏差进行分析。

具体分析步骤如下：

#### 1.关键路径上的活动是否发生偏差。

看偏差是否出现在关键路径上，如果出现，那不仅会对后面的项目活动造成影响，还有可能会影响到整个项目所需要的时间。如果没有出现，那就需要进一步对蜂窝物联网工程建设项目的实施过程中的实际情况进行监控在对蜂窝物联网工程建设项目的偏差进行分析时，看关键路径上会不会出现与计划进度有偏差，即蜂窝物联网任务下达-选址-会审-土地征用-设计勘测-设计会审-移动报建手续-场地土石方工程-地基及地基处理-楼面工程-铁塔建设工程-铁塔喷涂与防锈处理-天线安装-主设备数据制作与开通-试运行-竣工现场验收-运行维护这条关键路径上如果出现偏差，不仅会对后面的项目活动造成影响，还有可能会影响到整个项目所需要的时间。如果没有出现，那就需要进一步对蜂窝物联网工程建设项目的实施过程中的实际情况进行监控。通过此方法发现关键路径上的场地土石方工程出现总时差为-7 天，导致后面的活动都出现进度偏差，从而使项目的总工期延长了 7 天。

#### 2.此进度偏差是否大于总时差。

如果在项目实施的过程当中某项活动的进度差异大于它的总时差，则说明此差异不光会影响该项目的后续活动的工期，而且会对整个蜂窝物联网工程建设项目的工期产生影响，这个时候就必须采取非常有效的方法进行调整；如果该活动在实施过程中与计划进度的进度差异小于或等于它的总时差，说明此差异暂时对蜂窝物联网工程建设项目的总工期无影响，但它对后续工作的有所影响，需要根据比较偏差与自由时差的情况来确定。

#### 3.进度偏差是否大于该工作的自由时差。

看在项目实施的过程当中某项活动的进度差异是否大于该活动的自由时差，如果大的话，则表示这种差异会对该活动后面的活动产生一定的影响，到底应该采用什么样方法对这种差异进行调整，还应该依据该活动后面的活动允许被其所影响的程度来看，如果小的话，则表示这种偏差对后面的活动没有影响。

5.2.3 及时进行调整和优化

项目进度调整根据项目的实际进度情况与进度计划情况之间的偏差来决定的，进度调整的过程如下图 5-2 所示。

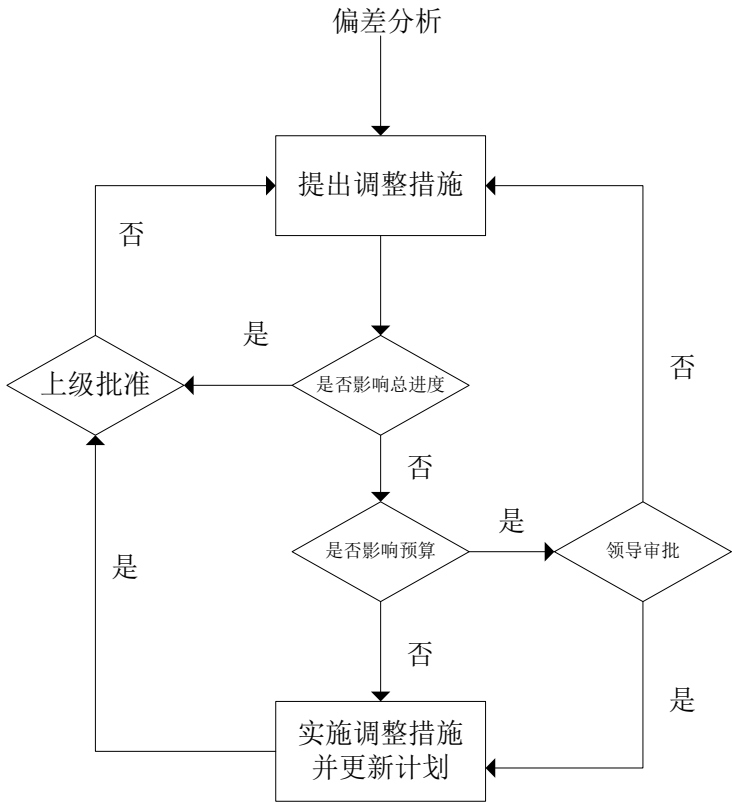


图 5-2 蜂窝物联网工程建设项目偏差调整流程设计

在蜂窝物联网工程建设项目中，往往进度偏差出现的次数很多，为了避免项目实施过程中不必要的浪费，并不一定出现与进度计划之间的差异就得采取相应的方法对其进行调整，调不调整还是要由这种差异对整个项目所带来的后果决定。对纠正偏差的措施在采用的时候还得有必要的流程来作为保障，整个纠正偏差流程主要为了实现两个关键点，一是评估，二是审批，通过这 2 个关键点可以使得纠偏的有效性和合理性得到保证。纠偏措施一般要考虑到两个方面，一是调节原定基准，二是调整运行状态，如果这两个方面的因素同时存在的情况下，就将这 2 个方面综合起来考虑。

1.修正基准计划，也就是项目总体的进度计划进行调整。如果项目受到气候条件恶劣、辐射环保问题引起周边居民阻挠等等影响因素而引起的项目范围重大变化时，此时就需要修正基准计划。

2.调整运行状态，主要通过改变活动之间的逻辑关系以及将活动的持续时间进行压缩这

两种方法来进行调整的，运用方法如下：

### （1）改变活动间的逻辑关系

在对蜂窝物联网工程建设项目的实际活动当中，通过改变了某些活动间的逻辑关系达到调整的效果，如在设计会审之后，可以开始移动报建手续的同时进行设备采购，这样可以改变项目关键线路以及非关键线路上的超过工期计划的有关活动之间的逻辑关系，这样可以让项目工期得到了相应的减少。但是这种调整对项目整体计划调整较大，还是应该谨慎使用。通常来讲，有些活动虽然在非关键路径上，但是活动之前存在的关系还是很紧密的，调整的时候还需要对这些活动之间的关系非常清楚，实施调整时需要相关专业人员在场指导与监督。

### （2）压缩活动的持续时间

压缩活动的持续时间是建立在关键路径上的工期延误或者非关键路径上延误的时间超过了关键路径的工期之上的。它并没有改变每个活动之间存在的逻辑关系，而是通过缩短项目中某些活动的实施时间，来缩短工期，从而计划工期的实现得到保证，但是这种方法只能针对小范围内调整。

而对整个项目的活动而言，管理者只有对关键路径上的各项活动工期计划及完成情况实施监控，并根据监控的内容实时调整才能确保项目工期计划的按期执行。所以，为了好项目活动工期的计划控制，首先必须清楚项目活动的关键路径和在关键路径上的活动。一般使用工期压缩来确保关键路径上各活动实施。通过工期压缩得到的关键路径上的时间，称之为最佳时间进度计划。所以，在针对本案例制定的项目时间管理工作中，要对关键路径上活动进行重点关注和控制，重点优化关键路径上的活动的时间，确保关键路径上的活动的最佳时间进度计划。与此同时要在物力和人力资源配备以及重视程度上对关键路径上的活动重点控制，并相互协调。对本项目来说，如果有压缩工期方面的要求，只能从关键路径上活动来压缩时间，可以采取增加项目资源或者延长工作时间这类的方式，来达到压缩工期的目的。

以下的四项工作是进行通信工程项目施工进度控制的关键。

#### （1）采取补救措施

#### （2）跟踪和记录项目实际进展

#### （3）建立进度基线

#### （4）计算偏差

#### 1.补救措施的采用

一般采取赶工、快速跟进这二种方法作为补救措施。通常情况下在施工项目的进度将要或者已经拖延时，不得以才会采用上述的一种或多种补救办法。例如：假定现有一个施工工程项目，活动 A 历时五天而 B 活动历时十天，则工期为十五天。如图 5-3 所示：

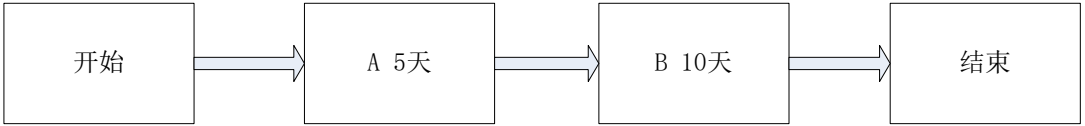


图 5-3 某施工项目工期

赶工，如图 5-4：

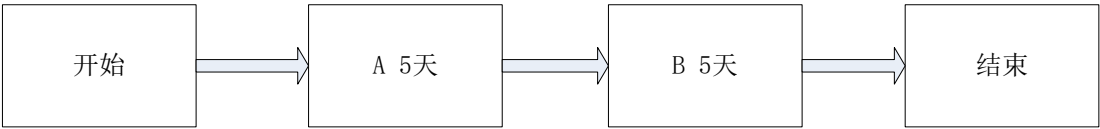


图 5-4 某施工项目工期赶工

赶工：增加资源投入，用资源换时间；

快速跟进，如图 5-5：

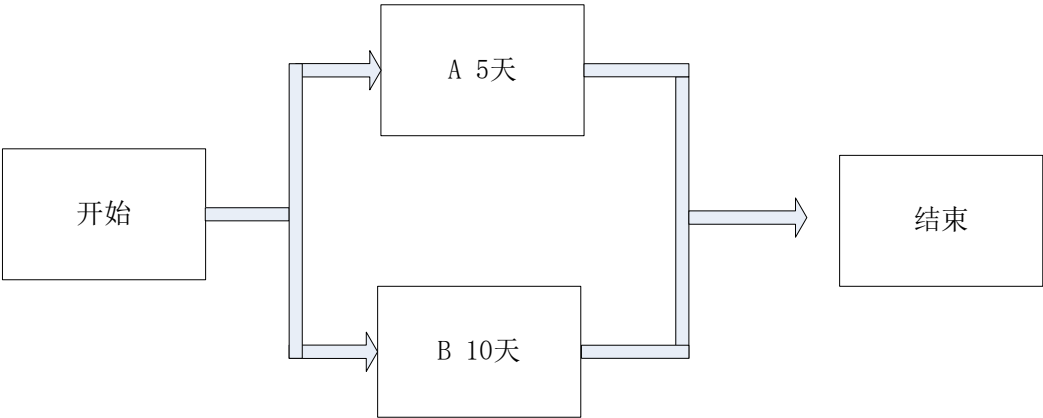


图 5-5 某施工项目工期快速跟进

使用快速跟进这一方法会对原有的活动逻辑关系进行改变，这样操作会增大项目风险，一般不建议采用。

2.跟踪和记录项目的实际进展

项目管理者为了确保每项工作的按进度计划进行，必须在项目的一开始监控项目的进度。因为在项目施工的整个过程中，各种可能的外在因素都会对某项任务的完成时间产生影响；而对内部因素来说，某一项施工任务无论以何种的实际进度完成，也都会对其后续的施工任务产生开始和结束时间方面的影响。对项目活动的实际开始和结束日期的记录，就是进展跟踪。

3.进度基线的建立

通信工程项目施工的项目进度控制的基准是进度计划或者进度基线，因此，必须锁定一个可以对项目进展进行测量的基线，比如甘特图中的里程碑事件。如果总是以最近最新的计划为基准衡量项目的进展，或者缺乏比较的标准，对进度的控制就有可能失控。管理层或客户对通信工程项目的施工进度计划做出了确定以后，本项目的进度基线就已经形成了，这个基线不能随便修改，同时也必须受到严格的控制，这是为测量实际进展提供衡量和比较的基准。通过建立进度基线，也是对项目的实施情况进行测定和评估项目的方法。

#### 4.计算偏差

进度偏差，是用关键路径上的活动或者非关键路径上的活动的延误时间计算出来的。进度偏差也可以通过对后续活动的剩余浮动时间来进行推算。项目计划完成的日期向后拖延的情况，一般发生在关键路径上的活动开始日推迟或者后续活动的剩余时间为负。必须研究某个施工活动延误的影响以及对于整个工程项目进度的影响以确定活动的延误对项目的进度是否有影响，这样才能及时的采取必要的措施进行补救。

为了保证项目能够保质保量及时的完成，同时也需要对项目进度计划进行优化，一般来说，项目进度计划优化包括以下几种方法：

##### 1.为了提高项目实施的效率，可以使用一些新的设备以及新的工艺

考虑到 5G 技术在中国来说使用的都是新技术，这样一来，对于那些施工人员来说也是一大挑战，这样会到项目实施的效率降低，对于所用到的这些新技术可以采用样板站点进行学习建设的方法，以便施工人员可以对这些新技术尽快进行熟悉，提高项目施工效率。

##### 2.在一些关键路径活动上进行并行施工以及交叉施工

在一些关键活动上进行并行施工和交叉施工也是为了对项目的施工时间进行缩减的一种方法，不过是在原来的资源上的条件下进行的。通过这种在不增加资源的情况下，对一些不存在逻辑关系的活动可以同时进行施工，或者是可以改变一些活动之间的逻辑关系，从而达到将施工工期缩减的目的。

##### 3.在一些关键路径上的活动增加一些人力、物力

我们都知道，关键路径上的工期影响着整个项目实施完成的工期，因此为了保证项目的工期可以按时完成，在关键路径上增加一些人力、物力对缩减项目完成的工期是很有帮助的。我们可以将关键路径上活动实际的工期与计划工期进行对比，找到一些可以缩减工期的活动进行增加人力、物力，这样在实施的过程当中不停地重复，从将关键路径的工期进行缩减，保证了项目能够按时完工。

从 WBS 图找到蜂窝物联网工程建设项目的关键路径为蜂窝物联网基站建设任务下达-选址-会审-土地征用-设计勘测-设计会审-报建手续-场地土石方工程-地基及地基处理-楼面工程-



铁塔建设工程-铁塔喷涂与防锈处理-天线安装-主设备数据制作与开通-试运行-竣工现场验收-运行维护。通过上述调整控制以及优化措施,通过分析发现,蜂窝物联网工程建设项目中,某些环节的工作时间是不能缩短的,或者是受到政府制约或不可避免的外力原因影响,所耗费的项目工期是固定的。例如蜂窝物联网工程建设项目报建手续和试运行两个环节,这些都是由于政府的要求和公司的运行流程原因,活动工期的长短是固定的。为了在项目要求时间内完成所有工作,某移动增加了人员和资源投入,将楼面工程工期保证在 20 个工作日内,比较之前的 30 个工作日,减少了 10 个工作日。通过计算,关键路线上的总时差由-7 个工作日变为 3 个工作日。

通过这种调整,蜂窝物联网工程建设项目的关键路线没有发生变化,关键路线的耗时由 367 个工作日变为 357 个工作日,相应地蜂窝物联网工程建设项目的总工期也变为 357 个工作日,比项目要求完工时间提前 3 个工作日。

## 5.3 蜂窝物联网工程建设项目进度控制的保障措施及实例

### 5.3.1 合理制定相关的保障机制

在项目实施过程中,还需要制定相关的保障机制,包括组建能力强的项目管理团队,办公场地保障,团队成员培训及团队考核与激励等。

#### 1. 组建能力强的项目管理团队

某移动公司内部成立独立蜂窝物联网基站项目团队,由移动公司分管网络的领导为牵头人,网络部门经理为总协调人,网络部门各专业口员工及各片区营销中心经理为项目组成员,网络部员工主要管建设,片区营销中心主要做协调工作。

#### 2. 办公场地保障

因为该工程项目涉及到的单位较多,专业知识也较广,因此需要参与人数也很多,为了保证项目的顺利进行,保证每个负责部门的人员能够及时得到一些问题的反馈,就得安排一个统一的工作地点,方便这些人能够及时的沟通,避免了一些不必要的麻烦,也解决了浪费时间以及对一些内容在理解上的差异所带来的负面影响。

某移动公司把网络部会议室设置为蜂窝物联网工程建设项目办公室。

#### 3. 团队成员培训

在对该项目进行施工之前,需要对项目人员进行一些相关的专业知识进行培训,强化工作人员的专业知识,同时运用到蜂窝物联网工程建设项目中的新技术进行基础的培训,以

便提高团队的综合素质和工作技能。

某移动公司在项目之初开展了一次蜂窝物联网基站知识培训，提高了项目团队成员的专业知识。

#### 4.团队考核与激励措施

项目经理采取对个人年度绩效考核的方式对项目团队人员进行绩效考评，同时采用激励机制，对该项目设立一个专项奖，激励项目工作人员的积极性，使得项目可以更加快速高效地完成。

某移动公司将蜂窝物联网工程建设项目进度纳入绩效管理，并开展基站建设劳动竞赛。

### 5.3.2 营造良好的内外部建设环境

蜂窝物联网工程建设项目建设进度的影响因素较多，必须要营造良好的内外部建设环境，包括与政府、媒体、公众以及合作单位等的关系。

#### 1.与政府部门的关系

某移动公司为了获得政府相关部门的认可，公司一把手亲自出马，积极主动跟政府相关部门人员进行沟通，从而使蜂窝物联网工程建设项目被纳入政府重点工程，并发文要求各下级单位积极支持，在减少实施过程中的阻力的同时还可以获得部分基站站址资源。

#### 2.与媒体、公众的关系

为获得社会各界人士的支持，积极主动和社会媒体进行沟通，使得蜂窝物联网工程建设项目可以得到正面的宣传。

某移动公司员工家属在广电局当主持人，该员工利用该关系成功为移动蜂窝物基站建设做了一期专访。

#### 3.与合作单位关系

为了项目可以按时优质得完成，要同合作单位形成一个整体的思想，使得甲乙双方关系变得很良好。

某移动公司每月召开合作单位沟通会，对基站建设中存在的问题进行及时沟通，双方相互协同，合作顺畅。

#### 4.公司内部氛围

为了激励项目组成员，设立专门的项目，从而增加项目组成员的干劲，使得蜂窝物联网工程建设项目顺利完工。

某移动公司抽调了部门协调能力较强的员工组建了疑难站址攻坚团队，同时还针对疑难

站址的选址给予了现金奖励，进一步提高了员工积极性。

### 5.3.3 做好物资、经济以及技术方面的储备和保障

#### 1. 资金预算和付款

该项目所需要的投资金额事先进行了预算和计划，如选址费用为专项资金，可以随时签订，随时支付。为了调动施工单位的积极性，某移动根据工程进度对施工费用按月结算。

#### 2. 工程物资供应

对蜂窝物联网工程建设项目所需要相关的配套设备、物资应该进行了优先采购以及优先配发，保证不因为此而导致项目进度有所偏差。

某移动在建设过程中，有时候会缺设备、材料，这时候，分管领导就会亲自出面，和上市公司协调，争取资源。

#### 3. 工程和管理技术手段

为了提高设备的调通率和验收效率，某移动对设备进行综合管理。通过使用项目工程信息系统对项目进行辅助管理，工作报表的标准化有利于项目数据的统计分析，从而使得项目管理效率得到提高。

## 第六章 研究结论及展望

### 6.1 研究结论

项目进度管理通过将项目管理技术应用到具体实施过程中，项目进度管理是两者结合的产物。本文通过了解蜂窝物联网工程建设项目情况后，通过使用项目管理方法对蜂窝物联网工程建设项目的范围及其目标进行分析，制定出了分析优化后的蜂窝物联网工程建设项目进度计划表，然后又对项目实施过程中可能会对项目进度有影响各种因素进行了分析，最终制定了某移动蜂窝物联网基站项目的进度管理相关保障措施。通过对蜂窝物联网工程建设项目进度管理的研究，本文获得了以下的发现：

1.本文通过国内外的项目管理研究现状进行大量的研究分析，也对项目管理中的进度管理进行了大量研究与分析，并将其知识运用到蜂窝物联网工程建设项目当中。

2.在某蜂窝物联网工程建设项目中，为了能够更好以及及时完成项目，就必须得系统地制定一套进度计划，然后在项目实施的过程当中，通过与进度计划相比较，就能够发现在实施过程当中存在的问题，并且能够及时解决这些问题，保证了某移动蜂窝物联网基站项目能够保质保量按时完成。

3.考虑蜂窝物联网工程建设项目涉及到的领域多，因此存在的问题也就多，为了更好的发现以及及时解决这些问题，就得对蜂窝物联网工程建设项目进行实时实地监控，保证项目的每一个环节不出现问题，使得项目能够按时完成。

4.项目实施前后，合理有效的保障措施对项目进度来说也是很重要的，因此制定合理有效的保障措施是项目能否按时完成的前提。

### 6.2 展望

为了更好能够将项目的知识应用到实际的项目当中，我觉得还应该从以下几个方面加强对项目的研究：

1.学习国外一些先进的管理技术，并将这些国外先进的管理技术引进来，并对其进行研究，将其运用到实际的项目中。

2.根据不同行业的项目特点，应用到其中的相关项目管理知识也各有特色，应该针对不同的行业对项目管理知识进行不同的研究，总结其中的特点，并将其推广开来。

3.将传统的国企职能管理体系向以项目管理为导向的管理体系迈进，从而使得企业公司的工作效率得到提高。

随着项目管理理论的发展越来越快，其中的应用也越来越多。本课题仅仅只对项目进度方面的理论进行应用研究。在项目的其他知识领域研究甚少，因此，我在以后的研究中会尝试延伸到项目管理的其它知识领域。

## 参考文献

- [1] 刘毓, 孟宪光. 基于工作流的基站建设管理系统设计与实现[J]. 西安邮电大学学报, 2015, 2001: 93-98.
- [2] 吕战锋. LTE 基站建设进度时间改进[J]. 中国新通信, 2015, 1721: 55.
- [3] Tyler F. Thomas. Motivating revisions of management accounting systems: An examination of organizational goals and accounting feedback[J]. Accounting, Organizations and Society, 2016.
- [4] Clyde Zhengdao Li, Geoffrey Qiping Shen, Xiaoxiao Xu, Fan Xue, Lucila Sommer, Lizi Luo. Schedule risk modeling in prefabrication housing production in Hong Kong[J]. Journal of Cleaner Production, 2016.
- [5] Nikola Ivanov, Fedja Netjasov, Radosav Jovanović, Stefano Starita, Arne Strauss. Air Traffic Flow Management Slot Allocation to Minimize Propagated Delay and Improve Airport Slot Adherence[J]. Transportation Research Part A, 2016.
- [6] Joyce Michael C. Turn your fee schedule into a valuable management tool[J]. Journal of Medical Practice Management, 2003, 191.
- [7] Riedl S. Modern operating room management in the work flow of surgery. Spectrum of tasks and challenges of the future[J]. Der Anaesthetist, 2003, 5210.
- [8] Mitsuru WAKABAYASHI. Career progress into middle management in the Japanese corporation[J]. Japanese Journal of Administrative Science, 1987, 21.
- [9] Current progress in the management of rare diseases and orphan drugs in China[J]. Intractable & Rare Diseases Research, 2012, 12.
- [10] Lingling Fan, Hui Zhang, Xiao Li. Schedule Control of Coal Mine Construction Projects Based on Factor Analysis[J]. Geomaterials, 2013, 0303.
- [11] Anonymous. DHS Continues To Make Moderate Progress In Acquisition Management[J]. Defense Daily, 2010, 24839.
- [12] Cameron CA, Olswang SG. Patient debt management and student academic progress.[J]. Journal of dental education, 1989, 5310.
- [13] Barber Emma L, Eisenberg David L, Grobman William A. Type of attending obstetrician call schedule and changes in labor management and outcome[J]. Obstetrics and Gynecology, 2011, 1186.
- [14] Lee Stephanie J. Have we made progress in the management of chronic graft-vs-host disease? [J]. Best Practice & Research: Clinical Haematology, 2010, 234.
- [15] 张弘, 卢光跃. 基于工作流的移动网建设管理平台设计与实现[J]. 电子科技, 2016, 2912: 138-141.

- [16] 赵昕, 彭辉. LTE 基站项目进度管理方法研究[J]. 电信快报, 2016, 10: 15-18.
- [17] 俞薇, 高庆. 实现通信工程建设项目中的进度管理刍议[J]. 工程技术研究, 2017, 06: 171-172.
- [18] 党国庆, 程晓艳. 挣值法在通信基站建设项目中的应用[J]. 科技视界, 2017, 07: 66-61.
- [19] 党国庆, 程晓艳. 探讨我国通信基站建设工程项目管理中对成本和进度控制存在的问题[J]. 科技视界, 2017, 06: 100-78.
- [20] 陈曦. 关键路径法在基站网管软件项目进度管理中的应用[J]. 现代商业, 2012, 14: 141-142.
- [21] 濮立松, 夏竹君. 通信基站设计优化与创新管理的研究与实践[J]. 建筑设计管理, 2010, 2705: 15-17.
- [22] 刘勇军. 拓宽选站思路加快建站速度[J]. 物流工程与管理, 2010, 3205: 107-109.
- [23] 邓顺光. 通信基站建设项目风险监督管理研究[J]. 科技风, 2010, 11: 182.
- [24] 林波. 海南电信 BSC 传输端口创新管理[J]. 电信技术, 2014, 03: 48-50.
- [25] 韦建成. GSM 移动通信工程外驻基站的建设与对策[J]. 电子制作, 2013, 17: 158.
- [26] 濮立松. 总承包管理在共建共享通信基站改造中的应用[J]. 建筑设计管理, 2011, 2803: 40-43.
- [27] 纪振坚. 浅谈无线通信基站工程施工管理[J]. 科技风, 2011, 22: 260.
- [28] 郑哲杰. 无线通信基站工程施工管理中存在不足点及改进[J]. 通讯世界, 2016, 11: 88-89.
- [29] 新疆联通: “策马扬鞭” 打造 4G 精品[J]. 当代兵团, 2016, 14: 55.
- [30] 杨景. 台站建设全生命周期管理对建设项目全生命周期成本的影响分析[J]. 建筑知识, 2017, 3714: 174-175.
- [31] 卢佳友, 刘智. 移动基站建设项目进度控制措施[J]. 企业家天地下半月刊(理论版), 2009, 11: 137-138.
- [32] 陈俊海. 通信工程建设中的进度管理应用探讨[J]. 科技风, 2011(11): 255.
- [33] 罗正岳, 王柯, 程骁. 通信工程建设项目的进度管理研究[J]. 科技与企业, 2014(24): 22.
- [34] 冯杰文. 通信建设工程中项目进度管理的应用探讨[J]. 信息通信, 2015(06): 199.
- [35] 方斌. 通信工程建设项目中的进度管理[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2015(06): 38-39.

## 致谢

首先，感谢我的论文导师张立凡教授！张教授以渊博的学识、认真的态度为我在论文写作的方方面面寻找方向，指点迷津

最后，感谢对我论文进行评审和答辩的各位专家教授，感谢您们在百忙之中对我的论文进行指导并提出宝贵的意见。一路走来，收获的不仅是理论上的知识积累，更是锻炼了自己独立解决问题的能力，磨砺了遇到困难要坚忍不拔的意志。在这即将完成学业之际，我非常感谢那些在我成长道路上给予帮助关心的人，衷心的感谢你们！