

河南神火房地产公司新龙华庭住宅项目

施工活动安排及优化分析

摘要 (Abstract) : 网络计划图及关键路线法是一种科学的计划管理技术，在各领域有着广泛的应用，通过组织和控制生产工作可以提高工作效率，提升工作质量。房地产工程项目施工的进度直接影响着项目的成本和质量，网络计划图和关键路线法是优化安排工程项目进度的重要方法。首先对房地产工程项目的任务进行分解，列出组成项目的活动清单，确定每项任务的紧前活动，估算出各项任务的工期，并按照各项任务的先后顺序画出项目的网络计划图，计算出每个任务的时间参数，找出关键路线，得到最短总工期。如果最短总工期不能满足要求，可在关键路线的关键任务上，增加资金投入和人力投入，缩短工期，满足项目进度管理要求。

关键词 (Key Words) : 网络计划图；关键路径法；进度管理

1. 引言

房地产行业在一段时期曾是我国经济发展的主导产业，随着城市化进程达到一定程度，及中央房住不炒的政策要求，房地产行业无序的发展得到控制，同时暴利时代已经结束，下一个阶段要求房地产企业通过精细化管理提高效益，资金筹备、进度控制、资源优化、质量管控于一体的工程管理应运而生。进度管理作为工程管理的一部分，与工程质量、工程成本之间的关系密不可分，也是保障项目按期完成的基础，时间进度管理直接决定着项目建设能否顺利完成，关系着房地产开发企业的社会信誉度和经济效益。

河南神火房地产公司是国有综合性房地产开发二级资质企业，目前资产总额达 20 多亿元。现与河南神火建筑安装工程有限公司实行合并管理，业务范围涵盖房地产开发、土地整理、建筑施工、市政公用工程等。公司现有各类专业技术及管理人员 330 名，其中高、中级职称人员 100 余人。神火地产坚守“细节决定成败、严

谨铸就精品”的质量理念不动摇，先后在省内商丘、郑州、许昌，新疆等地开发了多个中高端楼盘。

新龙华庭项目是神火地产的高端项目产品，项目总占地 330 亩，总建筑面积 23 万平方米，产品均为多层洋房，具有项目周期长，施工工艺流程复杂，项目风险性较大的特点，施工进度、质量及成本之间的相互协调就显得尤为重要，对整个项目的进度管理有着较高的要求，进度管理对于平衡项目费用成本、保证项目交付业主时间起着关键性的作用，因此在整个项目的实施过程中，进度管理是其中最为重要的一个环节，如何把项目进度管理做好，使工程项目在保证质量的基础上尽可能的缩短工期，是项目管理的关键内容。

2.案例背景及现实问题

影响房地产项目进度的因素有很多，包括项目计划缺乏可实施性、项目内外部组织协调不利、外部环境等不可预见因素等。

2.1 项目计划缺乏可实施性

由于房地产项目在施工的准备阶段缺乏充分的计划和组织准备，没有对项目进度管理进行科学合理的设计，缺乏对项目实施方案进行科学的甄选过程，导致项目实施过程中各环节存在不确定性，变化大，缺乏对各种潜在影响因素的分析和考虑，造成项目计划缺乏可实施性，脱离了实际，导致计划方案不具备指导性和控制性作用，制约了项目进度管理的后续工作。

2.2 项目内外部关系协调不利

房地产项目进度管理水平的高低，还受到了项目内部外组织协调机制的影响。房地产项目具有一定的复杂性，因此需要多方参与组织协调，才能够推动房地产项目的完成实施。但是在施工过程中，各个分包商不能够按照进度和计划安排进行项目施工，这制约了其他单位和环节的施工进度。另外，项目的供应商由于不能够按期、保量、保质的供应建筑材料，造成了施工现场无法正常作业，甚至会暂停施工。同时由于项目部缺乏科学的组织协调机制，项目施工环节和各个部门之间对资

源、时间和人员存在竞争，各个项目部门之间缺乏有效的沟通和协调机制，这些都会严重影响房地产项目的进度管理。

2.3 其他影响进度的因素

项目自身的环境包括开发环境、部署环境、运行环境等，这些环境要满足必要的条件，才能保证各项任务的有效实施，如果在某个任务所依赖的自身环境因素出现问题，势必会影响项目的进度。比如项目的桩基施工现场，因为施工地点属于淤泥冲积层，障碍物较多，地下水位较高，这必然会给工程施工带来预料之外的困难，从而造成工期的延长。水位、地质、气候等各方面环境因素都会对工程项目的施工进度造成不同程度的影响。另外政策、经济及项目外部宏观环境等多方面的不可预见因素，也会间接的影响项目的进度。

3. 研究目标与分析模型

3.1 研究目标

通过网络计划技术与关键路径分析，对工程的进度时间优化，根据计划进度的要求，缩短项目工程的完工时间。可以采取先进的技术措施，如引入新的施工新工艺、引进新的施工机械设备，以缩短关键活动的作业时间。或是利用快速跟进法，找出关键路径上的哪个活动可以并行，采取组织措施，充分利用非关键活动的总时差，利用加班、延长工作时间、倒班制和增加其它资源等方式合理调配人、财、物等资源，缩短关键活动的作业时间。

3.2 网络计划图

网络图是一种形同网络的图解模型，根据中国建筑工业出版社出版的《工程网络计划技术规程》，网络图最常用的包括单代号网络图，是以节点及其编号表示工作，以箭线表示工作之间逻辑关系的网络图，并在节点中加注工作代号，名称和持续时间。单代号网络图中每个节点表示一项工作，节点用圆圈或矩形表示，节点所表示的工作名称，持续时间和工作代号等应标注在节点内，单代号网络图中的节点必须编号。一项工作必须有唯一节点及相应的唯一编号。箭线表示紧邻工作之间的

逻辑关系，应画成水平的直线、折线或斜线。箭线水平投影方向应自左向右，表示工作的进行方向，工作之间的逻辑关系包括工艺关系和组织关系，在网络中均表现为工作之间的先后顺序。

3.3 关键线路法（CPM）

关键路线法(Critical Path Method, CPM)，最早出现于 20 世纪 50 年代，由雷明顿-兰德公司(Remington- Rand)的 JE 克里(JE Kelly)和杜邦公司的 MR 沃尔克(MR Walker)在 1957 年提出的，用于对化工工厂的维护项目进行日程安排。这种方法产生的背景是，在当时出现了许多庞大而复杂的科研和工程项目，这些项目常常需要运用大量的人力、物力和财力，因此如何合理而有效地对这些项目进行组织，在有限资源下以最短的时间和最低的成本费用下完成整个项目就成为一个突出的问题，这样 CPM 就应运而生了。它是通过分析项目过程中哪个活动序列进度安排的总时差最少来预测项目工期的网络分析。它用网络图表示各项工作之间的相互关系，找出控制工期的关键路线，在一定工期、成本、资源条件下获得最佳的计划安排，以达到缩短工期、提高工效、降低成本的目的。CPM 中工序时间是确定的，这种方法多用于建筑施工和大修工程的计划安排。它适用于有很多作业而且必须按时完成的项目。关键路线法是一个动态系统，它会随着项目的进展不断更新，该方法采用单一时间估计法，其中时间被视为一定的或确定的。

3.4 相关计算参数

最早开始时间（Earliest Start）：ES；

最早完成时间（Earliest Finish）：EF；

活动时间：t；

我们需要对项目网络图进行向后推进，计算 EF 和 ES。一项活动的最早完成时间，等于最早开始时间加上活动时间： $EF = ES + t$ 计算规则。每项活动的最早开始时间 ES 等于它的所有紧前活动的最早完成时间 EF 的最大值。

最晚开始时间（Latest Start）：LS；

最晚完成时间（Latest Finish）：LF；

我们需要对项目网络图进行向前逆推，计算 LS 和 LF。一项活动的最晚开始时

间 LS ，等于最晚完成时间 LF 减去活动时间 t ： $LS = LF - t$ 。一项活动的最晚完成时间 LF ，等于其所有紧后活动最晚开始时间的最小值。

松弛（又称时差， $slack$ ）：是指延误某项活动的时间内而不影响项目整体完工的时间长度。其计算公式为： $Slack = LS - ES = LF - EF$ 。

关键活动：是指没有任何松弛的活动，即： $ES = LS$ 或 $EF = LF$ 。

图 1 网络计划图节点示意图

| | | |
|------|----|----|
| 项目 A | ES | EF |
| t | LS | LF |

4. 数据获取与统计分析

新龙华庭住宅项目已经拿到土地使用权证、用地规划许可证、建筑规划许可证，通过了环境评价和项目立项，供水、电力、供气、人防设施等市政已经审批通过，完成了施工图设计，签订了设计、建设、监理合同，具备了进场施工的条件。

4.1 工程逻辑关系确定

该住宅工程中的每一个具体的施工环节，相互之间都会有一定的逻辑关系，只有在一项工作完成后，下一项工作才能开始，这种工作之间的逻辑关系主要有两种存在方式：一种是由施工的实际情况所决定，无法人为的进行改变；另一种则是为了满足施工需要，人为的进行编制，把不同的工作按照逻辑关系组织。在确定了工程的逻辑关系之后，就可以轻松得到各工作之间的关系列表以及网络图，网络图可以展示出各工作之间的逻辑关系和 workflows。

4.2 工期预估

进度计划编制的前提条件就是工期预估，工期预估受到现场施工材料供应、施工量、施工工艺、施工环境等多种因素的影响，因此需要进行客观的预估。结合项目的实际情况和各工作间的逻辑关系，得出了基建工程中各工作的持续时间和工期预估。

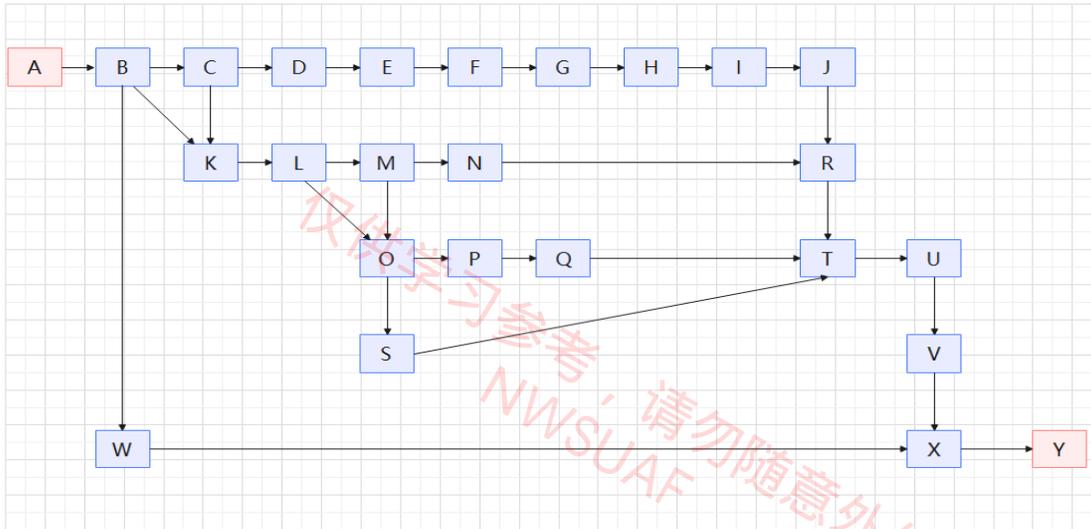
表 1 工作分解及工期预估表

| 项目序号 | 工作内容 | 工期预估 (天) | 前置工作 |
|------|-------------|----------|-------|
| A | 现场平整放线 | 3 | —— |
| B | 基础施工 | 10 | A |
| C | 地下一结构 | 15 | B |
| D | 冬季低温及春节停工 | 20 | C |
| E | 1-2 层结构 | 42 | D |
| F | 3-4 层结构 | 45 | E |
| G | 5-6 层结构 | 30 | F |
| H | 墙面找平 | 7 | G |
| I | 墙面保温 | 8 | H |
| J | 墙面防水 | 6 | I |
| K | 地下一层结构加强 | 17 | B C |
| L | 1-2 层结构二次处理 | 28 | K |
| M | 3-4 层结构二次处理 | 26 | L |
| N | 5-6 层结构二次处理 | 20 | M |
| O | 1-2 层门窗安装 | 23 | L M |
| P | 3-4 层门窗安装 | 16 | O |
| Q | 5-6 层门窗安装 | 16 | P |
| R | 整体粉刷 | 20 | J N |
| S | 地面处理 | 30 | L M O |
| T | 给排水安装 | 35 | Q R S |
| U | 供电施工 | 20 | T |
| V | 供暖施工 | 13 | U |
| W | 管路封闭性测试 | 20 | B |
| X | 施工现场整理清扫 | 10 | V W |
| Y | 工程竣工验收 | 5 | X |

5.模型求解过程与结论

根据表 1 中给出的信息及工作逻辑关系，可以绘制新龙华庭住宅工程项目网络图，网络中的方形框代表每项工作，箭头线代表各项工作之间的优先顺序。

图 2 新龙华庭住宅工程项目网络计划图



通过对 ES、EF、LS、LF 参数的计算得到以下带时间参数的网络计划图：

图 3 含时间参数的网络计划图

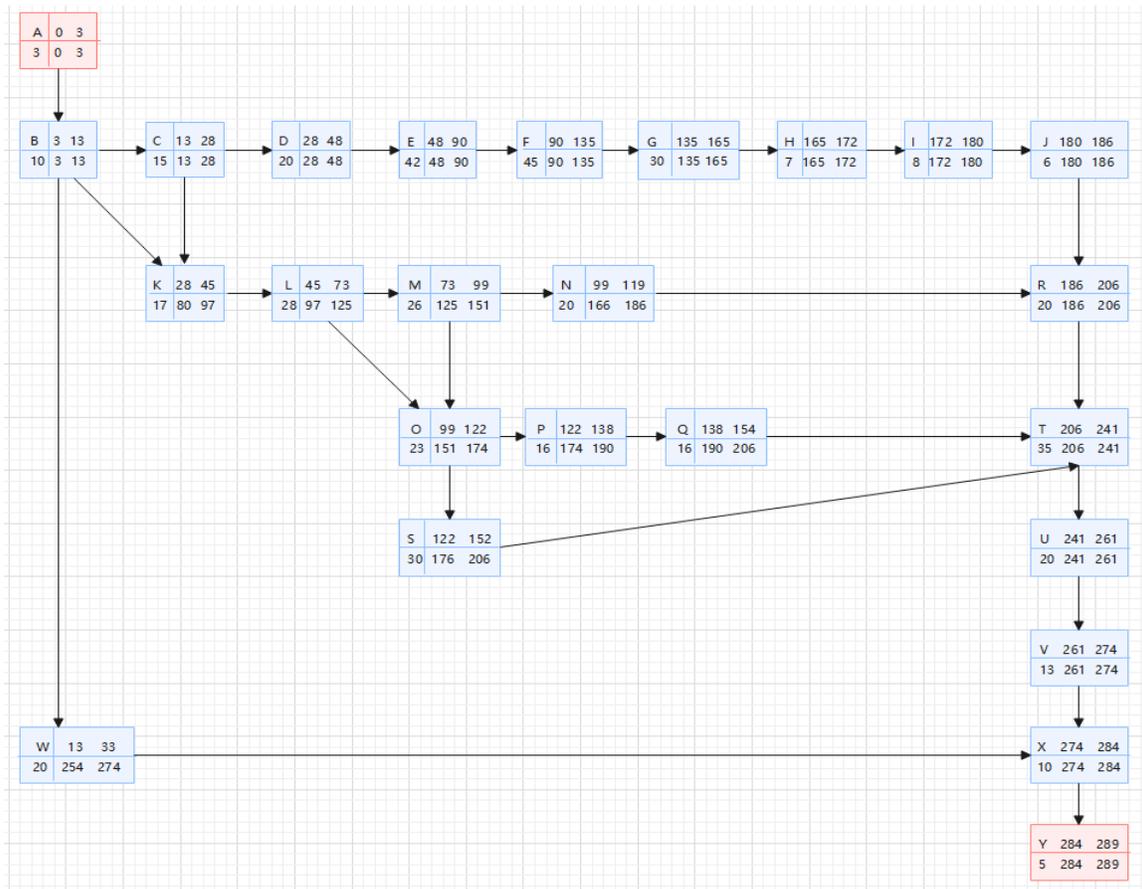


表 2 项目进度表

| 序号 | 工作内容 | 工期 | ES | LS | EF | LF | 时差 | 关键活动 |
|----|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| A | 现场平整放线 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 是 |
| B | 基础施工 | 10 | 3 | 3 | 13 | 13 | 0 | 是 |
| C | 地下一结构 | 15 | 13 | 13 | 28 | 28 | 0 | 是 |
| D | 冬季低温春节停工 | 20 | 28 | 28 | 48 | 48 | 0 | 是 |
| E | 1-2 层结构 | 42 | 48 | 48 | 90 | 90 | 0 | 是 |
| F | 3-4 层结构 | 45 | 90 | 90 | 135 | 135 | 0 | 是 |
| G | 5-6 层结构 | 30 | 135 | 135 | 165 | 165 | 0 | 是 |
| H | 墙面找平 | 7 | 165 | 165 | 172 | 172 | 0 | 是 |
| I | 墙面保温 | 8 | 172 | 172 | 180 | 180 | 0 | 是 |
| J | 墙面防水 | 6 | 180 | 180 | 186 | 186 | 0 | 是 |
| K | 地下一层结构加强 | 17 | 28 | 80 | 45 | 97 | 52 | 否 |
| L | 1-2 层结构二次处理 | 28 | 45 | 97 | 73 | 125 | 52 | 否 |
| M | 3-4 层结构二次处理 | 26 | 73 | 125 | 99 | 151 | 52 | 否 |
| N | 5-6 层结构二次处理 | 20 | 99 | 166 | 119 | 186 | 67 | 否 |
| O | 1-2 层门窗安装 | 23 | 99 | 151 | 122 | 174 | 52 | 否 |
| P | 3-4 层门窗安装 | 16 | 122 | 174 | 138 | 190 | 52 | 否 |
| Q | 5-6 层门窗安装 | 16 | 138 | 190 | 154 | 206 | 52 | 否 |
| R | 整体粉刷 | 20 | 186 | 186 | 206 | 206 | 0 | 是 |
| S | 地面处理 | 30 | 122 | 176 | 152 | 206 | 54 | 否 |
| T | 给排水安装 | 35 | 206 | 206 | 241 | 241 | 0 | 是 |
| U | 供电施工 | 20 | 241 | 241 | 261 | 261 | 0 | 是 |
| V | 供暖施工 | 13 | 261 | 261 | 274 | 274 | 0 | 是 |
| W | 管路封闭性测试 | 20 | 13 | 254 | 33 | 274 | 241 | 否 |
| X | 施工现场整理清扫 | 10 | 274 | 274 | 284 | 284 | 0 | 是 |
| Y | 工程竣工验收 | 5 | 284 | 284 | 289 | 289 | 0 | 是 |

通过对时差 (slack) 的计算: $Slack = LS - ES = LF - EF$, 时差为零的分别是 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、R、T、U、V、X、Y, 所以他们是关键活动, 并构成关键线路, 总工期为 289 天。

使用管理科学家软件对收集的原始数据进行分析, 选择模块 7.PERT/CPM。新建路径分析工作文件, 确定分析类型, 选择 Known Activity Times, 首先设定工作数量, 其次设定各项工作的所需时间, 最后设定各项工作的紧前工作。求解得出以下结果。

图 4 管理科学家工具参数设置界面

| Activity | Immediate Predecessors | Expected Time |
|----------|------------------------|---------------|
| A | | 3 |
| B | A | 10 |
| C | B | 15 |
| D | C | 20 |
| E | D | 42 |
| F | E | 45 |
| G | F | 30 |
| H | G | 7 |
| I | H | 8 |
| J | I | 6 |
| K | B, C | 17 |
| L | K | 28 |
| M | L | 26 |
| N | M | 20 |
| O | L, M | 23 |
| P | O | 16 |
| Q | P | 16 |
| R | J, N | 20 |
| S | L, M, O | 30 |
| T | Q, R, S | 35 |
| U | T | 20 |
| V | U | 13 |
| W | B | 20 |
| X | V, W | 10 |
| Y | X | 5 |

图 5 管理科学家工具计算结果

| ACTIVITY | EARLIEST START | LATEST START | EARLIEST FINISH | LATEST FINISH | SLACK | CRITICAL ACTIVITY |
|----------|----------------|--------------|-----------------|---------------|-------|-------------------|
| A | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | YES |
| B | 3 | 3 | 13 | 13 | 0 | YES |
| C | 13 | 13 | 28 | 28 | 0 | YES |
| D | 28 | 28 | 48 | 48 | 0 | YES |
| E | 48 | 48 | 90 | 90 | 0 | YES |
| F | 90 | 90 | 135 | 135 | 0 | YES |
| G | 135 | 135 | 165 | 165 | 0 | YES |
| H | 165 | 165 | 172 | 172 | 0 | YES |
| I | 172 | 172 | 180 | 180 | 0 | YES |
| J | 180 | 180 | 186 | 186 | 0 | YES |
| K | 28 | 80 | 45 | 97 | 52 | |
| L | 45 | 97 | 73 | 125 | 52 | |
| M | 73 | 125 | 99 | 151 | 52 | |
| N | 99 | 166 | 119 | 186 | 67 | |
| O | 99 | 151 | 122 | 174 | 52 | |
| P | 122 | 174 | 138 | 190 | 52 | |
| Q | 138 | 190 | 154 | 206 | 52 | |
| R | 186 | 186 | 206 | 206 | 0 | YES |
| S | 122 | 176 | 152 | 206 | 54 | |
| T | 206 | 206 | 241 | 241 | 0 | YES |
| U | 241 | 241 | 261 | 261 | 0 | YES |
| V | 261 | 261 | 274 | 274 | 0 | YES |
| W | 13 | 254 | 33 | 274 | 241 | |
| X | 274 | 274 | 284 | 284 | 0 | YES |
| Y | 284 | 284 | 289 | 289 | 0 | YES |

CRITICAL PATH: A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-R-T-U-V-X-Y
PROJECT COMPLETION TIME = 289

由以上分析得出结论，新龙华庭住宅工程工期长达 289 天，同时在施工过程中不可避免的会受到恶劣天气的影响，其中冬季气温零度以下加之春节停工 20 天，是在关键线路上，这就直接导致总工期增加了 20 天工期。同时该项目涉及多个工种、工序，在施工过程中，各工种、工序之间的交叉配合、工序交接必须协调统一，落实各工种、工序之间的交接时间，严格按照计划时间实施，保证不会因工序交接问题影响进度。对于关键路线上的停工，在编制总进度计划时应该提前考

虑，保证工序交接时间不受影响，确保施工进度按时完成。另外采取冬季施工保温措施，及春节期间给工人加倍工资的方法，可缩短因此的停工时间。

在建设工程二次结构处理和门窗安装过程中，因天气寒冷，二次处理后的基础强度在规定时间内无法达到标准强度，导致施工进度的延后，并影响到门窗的安装，因为二次处理和门窗安装的施工内容均不在关键线路上，虽然进度发生了拖延，但是并不影响总施工进度，在基础强度达到标准后，门窗的安装工作也随之启动，并最终完成了施工，对建设工程的总进度没有产生影响。但是仍然需要制定一套完善的施工保障措施，尽可能的减少进度延误现象的产生。

6. 房地产项目进度管理改进建议

6.1 加强人员组织措施

加强房地产项目的进度管理，促进房地产项目预期的工期、成本、质量、安全控制目标实现，必须加强项目管理团队的建设。现代企业的竞争是人才的竞争，房地产开发项目离不开有效的人员组织措施，只有引入高素质的项目经理，加强房地产施工项目的人才配备，促进房地产项目成员的团队协作与沟通，提高房地产项目开发施工的组织协调能力，通过高效的组织机构的运作，提高房地产项目现场进度管理的效率，推动项目进度按照预期目标实现。

6.2 注重进度计划的编制工作

房地产项目在实施准备阶段，应该进行科学的、合理的项目进度计划的编制工作。在进度计划的编制过程中，应该重视明确工期，合理的安排项目施工的各个阶段的时间和进度。结合对同类型的或者相似的房地产开发项目的实际施工工期材料，结合自身实际情况，科学合理的对房地产项目工期进行测算并制定出科学的项目进度计划书。科学、完善、详细的项目进度计划书是有效的房地产项目进度管理的前提条件。

6.3 加强对项目进度计划实施的监督和控制

房地产项目进度管理依照科学的项目进度计划书充分实施，但是在项目进度计

划实施的过程中，应该对项目实施计划进行实时的追踪、分析、对比、检查、协调以及控制。加强对房地产项目现场进度的全过程的监督和控制在及时的纠正和改进项目建设过程中存在问题，提前预防导致项目进度的滞后和延误情况发生。消除工程项目进度管理过程中存在的干扰和制约因素，促进工程项目计划顺利执行。

参考文献

- [1]王安平. 浅析房地产进度管理[J]. 房地产导刊, 2014, 12: 24.
- [2]赵廷勇. 工程项目进度管理及优化研究[D]. 华北电力大学, 2010.
- [3]哈罗德·科兹纳. 项目管理: 计划进度和控制的系统方法[M]. 北京: 电子工业出版社, 2018: 56-80.