

建造者的艺术

TAKT 规划

运用TAKT PRODUCTION SYSTEM®
与LAST PLANNER® 的精益施工规划

-新增内容更新版-



杰森
施罗德
与凯文·赖斯
凯特·施罗德合著

LEAN TAKT

AN ELEVATED COMPANY

TPS® 已整合于集成生产控制系统 (IPCS™) 中



感谢大家！

我有幸与这个星球上一些最杰出的人士共事。在此，我衷心感谢以下各位：

凯特·施罗德，感谢她创作了本书的所有最终图形并设计了全书的结构与格式。

凯文·赖斯，感谢他发明了许多如今被纳入本书的Takt生产系统（Takt Production System®，即TPS®）的方法。

马尔科·宾宁格博士与扬诺什·德洛伊博士，感谢他们传授了我们关于Takt（节拍）的诸多基础知识。

艾瑞斯·D·托梅莱因博士，感谢她在工作密度分析理念方面给予我们的启示。

法比安·丰，感谢他启发了我们的风险分析流程。

塞缪尔·桑多瓦尔与丹尼尔·巴斯克斯，感谢他们为本书更新了案例示例。

安娜·路易莎·马约金、露西娅·阿门塔与路易斯·瓦伦西亚，感谢他们为本书提供了原创设计。

萨曼莎·佩雷斯，感谢她设计了本书的封面及营销视觉素材。

全体LeanTakt团队，感谢你们以辛勤付出、创新精神和对Takt的专业能力震撼整个行业——你们正在改变成千上万人的生活！

以及所有我曾向其学习的节拍领域专家们。这项工作旨在汇集并展示你们多年来所做出的卓越贡献！



致谢

《节拍规划》(Takt Planning) 中文版的问世，是连接全球精益建设运动与华语世界的桥梁。本书得以顺利出版，离不开一群志同道合者的奉献。他们和我一样坚信：卓越的建筑工程绝非偶然——它是经过精心设计、严密规划并带着使命感建造而成的。

我由衷感谢本书的中文版技术审校 Ivan Lim。Ivan 兼具严谨的学术造诣与经受过现场考验的实践智慧。在 Teambuild Engineering & Construction 领导精益建设实施的七年多时间里，他成功部署了末位计划员系统(LPS)、节拍规划以及数字化转型举措，在复杂的现实环境中优化了项目流程和劳动生产率。

他拥有南洋理工大学 (NTU) 的工商管理硕士学位 (MBA) 以及新加坡国立大学 (NUS) 的工业工程硕士学位。这些学术背景为他在战略与技术层面的卓越表现奠定了坚实基础。作为新加坡建筑管理学院 (BCA Academy) 的兼职讲师，Ivan 教授精益建设、LPS 和节拍规划等课程，致力于武装建筑环境领域的专业人士，助力他们从静态进度计划转向基于流的生产管理。

Ivan，你将全球精益原则与当地建筑环境相结合的能力，确保了本书能引起华语从业者的真实共鸣。在此过程中，你的深刻见解和慷慨支持无价。感谢你的专业知识、投入的时间以及对我的信任。正是因为有像你这样的贡献者，《节拍规划》现在开启了一个全新的世界。

怀着感激与敬意，

杰森·施罗德 (Jason Schroeder)

《节拍规划》作者

“提升建筑”系列丛书 (Elevating Construction Series)

Takt 生产系统的核心理念

Takt 生产系统®始终是以人为本的，并且这一原则应该永远得到遵循。该系统旨在尊重一线工作者，赋予项目领导者权力，确保每个人都能安全回家与家人团聚。一旦我们偏离了这一核心理念，就意味着我们尚未真正理解其内涵。节拍的规划、引导与控制，其根本目的是为了造福人类，让人们的生活更加美好

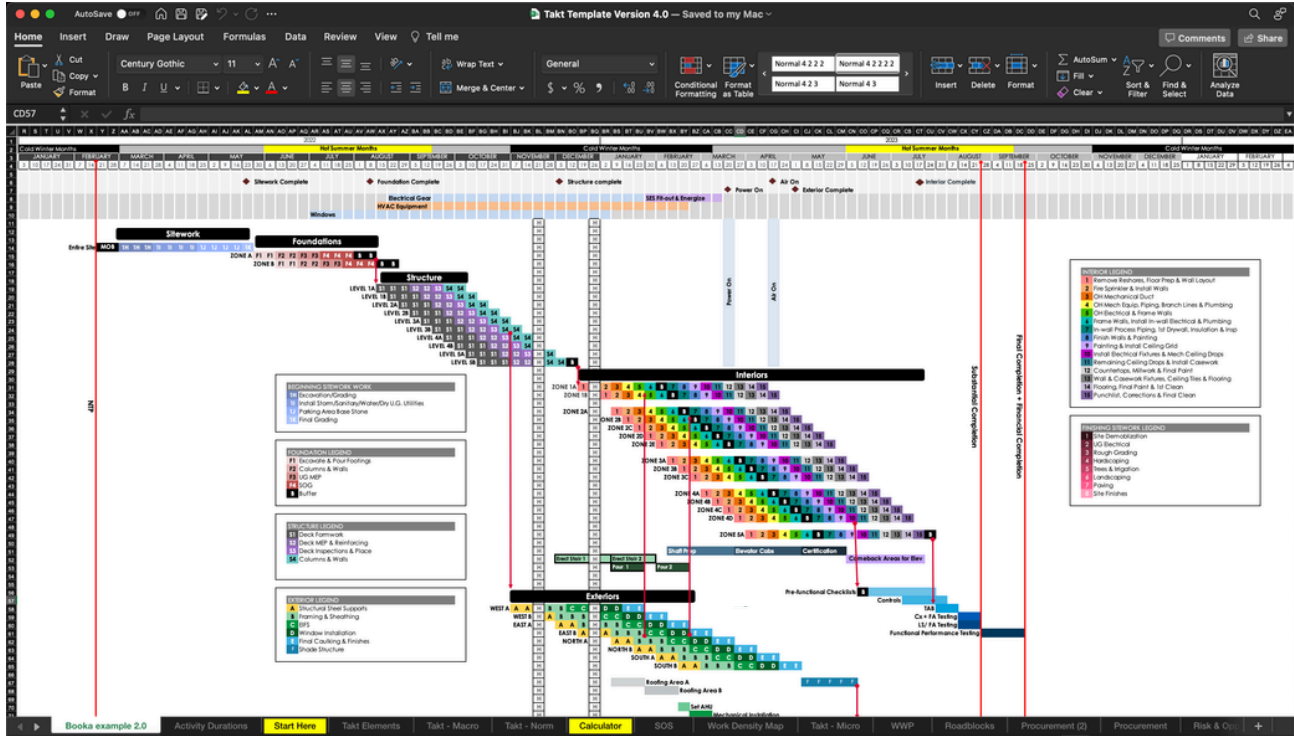


终将有一天，Takt 规划会取得卓越的成就，变得极为流行，甚至吸引那些心怀不轨或理念偏差的人，试图将其用来追逐名利，而非造福社会。本书的使命，正是为了阻止这一时刻的到来





在阅读本书时，请考虑使用这一更新版的模板，以丰富您的学习体验：

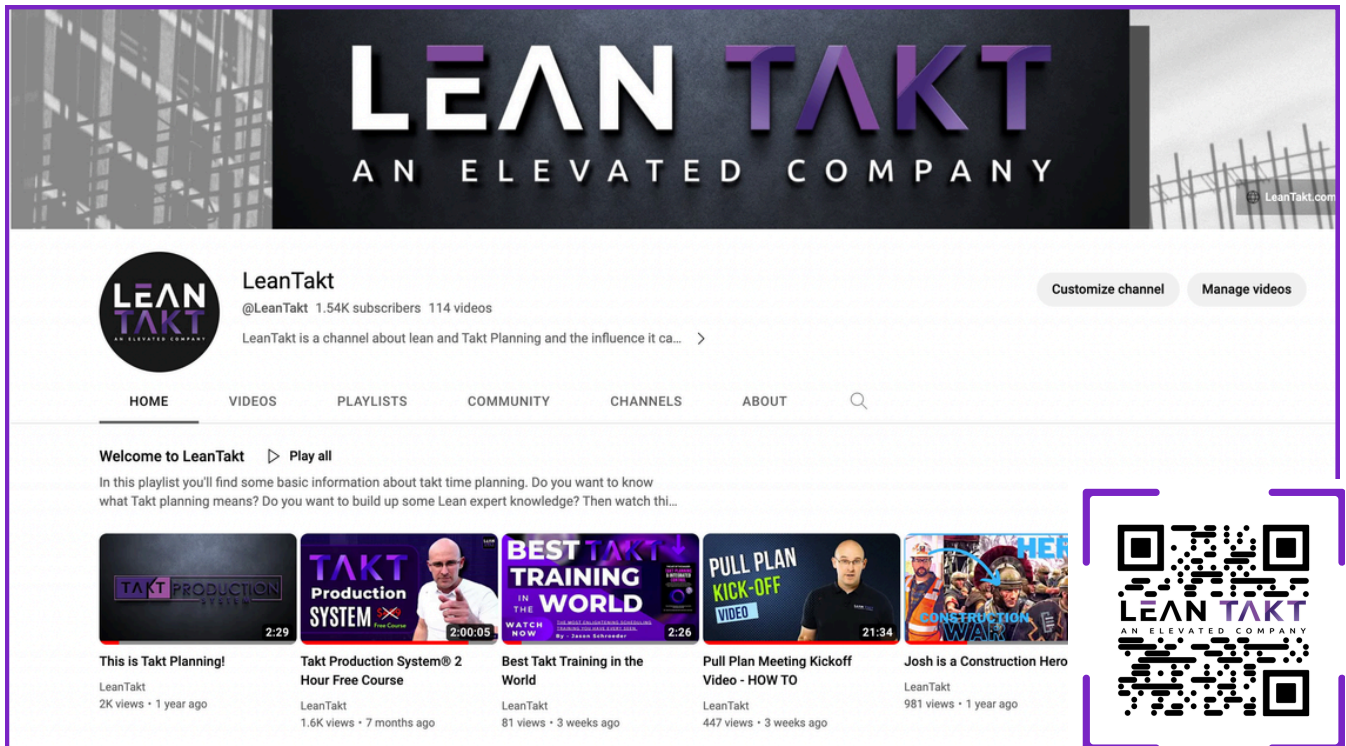


- THURSDAY**
Ep.17 - Trades & Trade Flow - Takt Production System® Series 14 min
 In this podcast we cover: Trades, Trade flow, What trains of trades are, How to package them, How it ties to the entire system. If you like the Eleva...
- THURSDAY**
Ep.16 - Takt Time - Takt Production System® Series 18 min
 In this podcast we cover: Takt time, What it is, How to identify it for your project, How its used in construction. If you like the Elevate Construction podcast, please subscribe for free and you'll never miss an episode. And if y...
- JULY 25**
Ep.15 - Zones - Takt Production System® Series 16 min
 In this podcast we cover: Zones, How to think of them and design them, What important things to remember. If you like the Elevate Construction podcast, please subscribe for free and you'll never miss an episode. And if y...
- JULY 25**
Ep.14 - Phases - Takt Production System® Series 18 min
 In this podcast we cover: Phases, How to identify them, Why they are so important to the system. If you like the Elevate Construction podcast, please subscribe for free and you'll never miss an episode. And if you really l...
- JULY 24**
Ep.13 - Milestones - Takt Production System® Series 12 min
 In this podcast we cover: • Milestones, • How to approach them, • Whether you should work back from them or determine them, • What you should know about milestones. If you like the Elevate Construction podcast, pleas...
- JULY 19**
Ep.12 - Program & Projects - Takt Production System® Series 15 min
 In this episode Jason talks about the first part of the Takt Production System®--programs and projects.

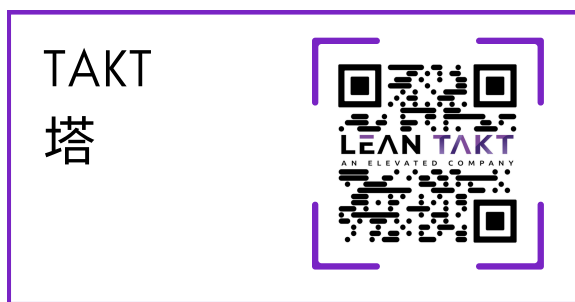
我们特别为您录制了以下播客节目，以便您在学习本书内容时收听：



这些视频可在我们的 LeanTakt YouTube 频道观看，将有助于提升你的学习体验。



我们诚挚地建议您在阅读本书之前或期间，观看以下视频并浏览相关博客文章：



目录

5

Takt 规划 第一册

- 16 项目群与具体项目
- 19 里程碑
- 21 阶段
- 27 作业区
- 59 TAKT 周期
- 68 列车与工种流
- 101 生产定律
- 127 缓冲
- 159 互连关系
- 161 独立活动
- 163 关键流路径
- 203 FIRST PLANNER® 与 LAST PLANNER® 协作
- 227 指南与原则

欢迎阅读本书，深入探讨 Takt 规划及其在将项目转化为高效生产体系中的应用艺术。

本书旨在简洁明了地阐述如何在施工过程中创建并运用 Takt 计划。

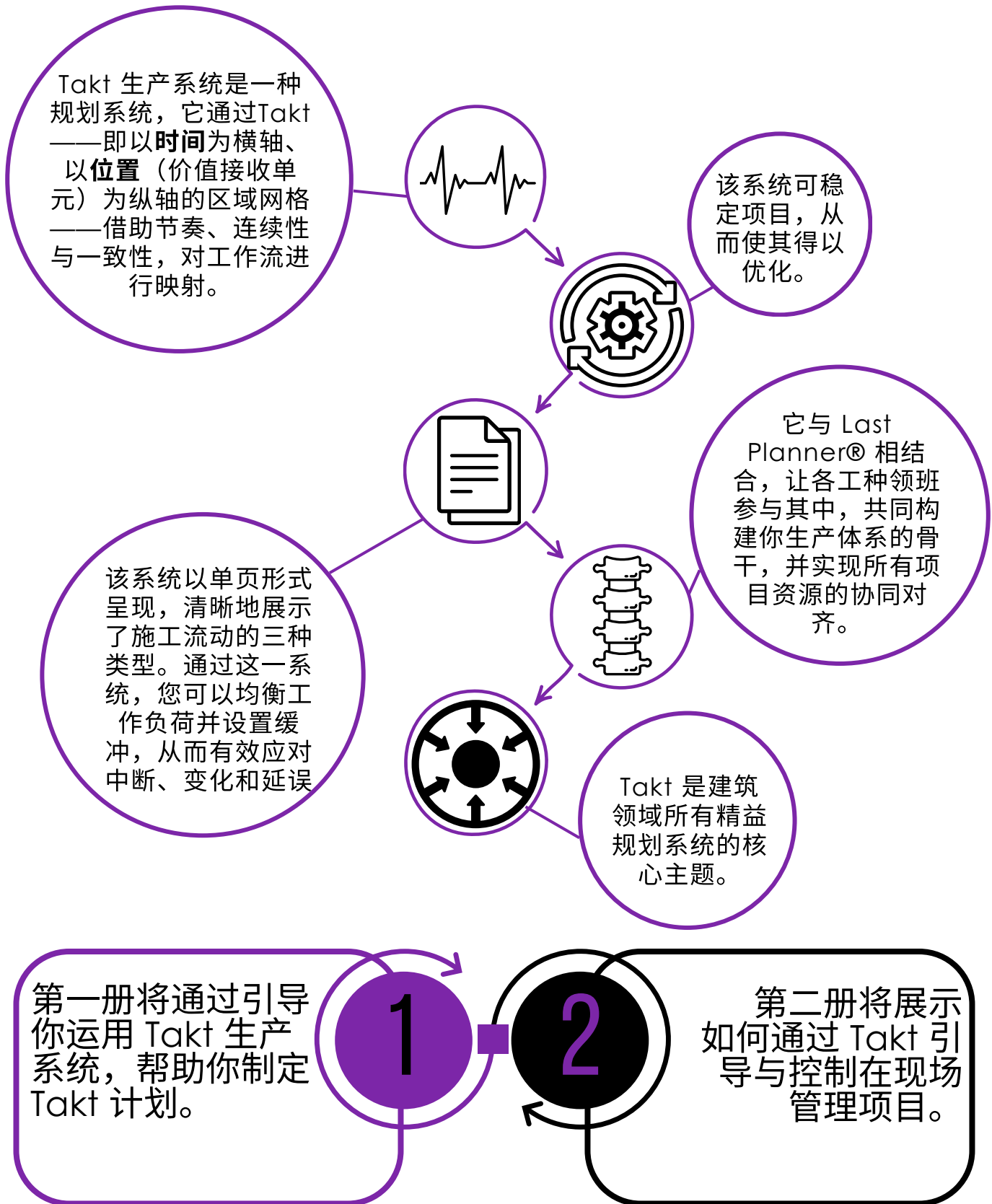
如果您手中正握着这本书，我们相信您已认可 Takt 施工的理念，并将其视为精益施工规划的核心方法。因此，我们将直接进入系统设计部分，详细说明如何在实际项目中有效实施。在正式开始本书内容之前，我们诚邀您先观看这段 YouTube 视频。祝您阅读愉快。



在 YOUTUBE
上观看



这些书籍将帮助你直观地理解 TAKT 系统，并逐步在你的项目中加以实施。



第一册



TAKT 规划



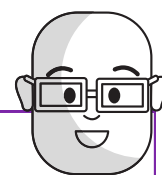
预测：

TAKT 施工将占据主导地位

建筑业中充满了滋生浪费与波动的诱因：部门间的隔阂、高压式的管理、不合理的合同、动荡的市场、陈旧的工艺、对他人的漠视，以及被滥用的关键路径法（CPM）等僵化系统。这些正是我们要发起行业变革、彻底铲除的目标——我们要扭转行业的颓势，为劳动者创造安全、健康的作业环境。之所以视其为敌，是因为它们不断制造浪费与波动，这正是发展的阻碍。它们被淘汰并被新模式取代，已是必然趋势。即便某些弊端目前仍被称作“必不可少”，其根基也早已动摇。

总有一天，领导者必须学会协作、坦诚并敢于承认不足。总有一天，“设计—招标—建造”这种老旧合同将大幅减少，甚至彻底退出历史舞台。总有一天，市场会回归平稳，轻视员工的行为将无处遁形，那些过时、错误的管理系统也将被清理干净。这一天正加速到来。关键在于：我们是想勇立潮头，还是被时代甩在身后？我们是想固步自封成为消失的百视达，还是顺应潮流成为进化的奈飞

我打造了 Takt 生产系统，将其作为建筑行业的“丰田模式”。在这个体系中，Last Planner® 系统与 Scrum 是两大核心支柱。Takt 生产系统将彻底重塑整个建筑业——这并非虚言，而是一个大胆且正在实现的宣言。以下是几个值得深入探讨的核心观点：



概念一：精益以 TAKT 为先。

精益架构以 Takt（节拍）为核心，辅以“拉动”机制——它并非如外界传闻那般，仅仅只靠“拉动”。正如工厂流水线，本质是按节拍循环运转，一旦触发缺陷，便通过安灯（Andon）系统即时停线。随后，各类组件才经由看板系统被“拉动”至工位。依靠这套机制，各作业单元得以同速、等距地匀速前行，最终汇聚成如流水般顺畅的生产作业流。

概念二：施工应被组织为一个生产系统。

面对速度不同、强度各异各个工种，如何让他们步调一致、等距前进？问得好！答案就是：把他们“装进列车车厢”。想象一下，各工种起初就像一群性能迥异的独立赛车，快慢不一、大小不等（画面感如同《疯狂的麦克斯》里的狂奔乱象）。要让他们整齐划一地行进，办法就是把他们装上列车。有的车厢会塞入多个小工种，有的车厢则只负责承载一个大型任务的一环。关键在于：所有工序都会被均衡化并紧密耦合，就像汽车装配线那样。随后，这列“施工列车”将以恒定速度、固定间距，沿着预设的项目阶段，从一个流水段平滑地驶向下一个流水段，贯穿全生产线。

概念三：在某一阶段中协同作业的工种列车即为施工中的“流动单元”。

为什么这一点至关重要？因为在建筑施工中，真正的“流动单元”并非砖石瓦块，而是一整套作业过程——它是工人、工具、设备与材料协同作战的整体。正如汽车厂的流动单元是车，医院里是患者，建筑业的流动单元就是“工种”本身。如果工种不能像流水一样动起来，整体流动就是空谈；如果不把工种组织成生产线或“列车”，流动就无法实现。因此，我们的主进度计划必须彻底贯彻这一逻辑。这正是 Takt（节拍）成为基石的原因：只有那种将时间设为横轴、区域设为纵轴，用“Takt 车厢”代表工序，并让所有车厢以恒定速度、固定间距在各区域间穿行的计划，才配称为真正的“主进度计划”

概念四：我们应当创建关键流路径，而非关键路径。

丰田生产体系的成功经验完全可以直移建筑业。那么，排程中常说的“关键路径”该怎么看？它根本就不该存在。我们必须立刻用“关键流路径”这一概念彻底取代它。两者的区别在哪？关键路径是指计划中最长的那条线，总浮动时间为零——只要其中一个环节掉链子，整个项目就会延期。而关键流路径则像一套铁轨系统：列车之间通过“缓冲区”相互间隔；它负责将各个阶段或“列车”串联起来。正如铁路运营一样，列车之间及线路末端都设有缓冲。如果不把施工组织成流动的“列车”并在其间设置缓冲，建筑业就永远无法实现真正意义上的流动。这在本质上，就是艾利·高德拉特所阐述的“关键链理论”。

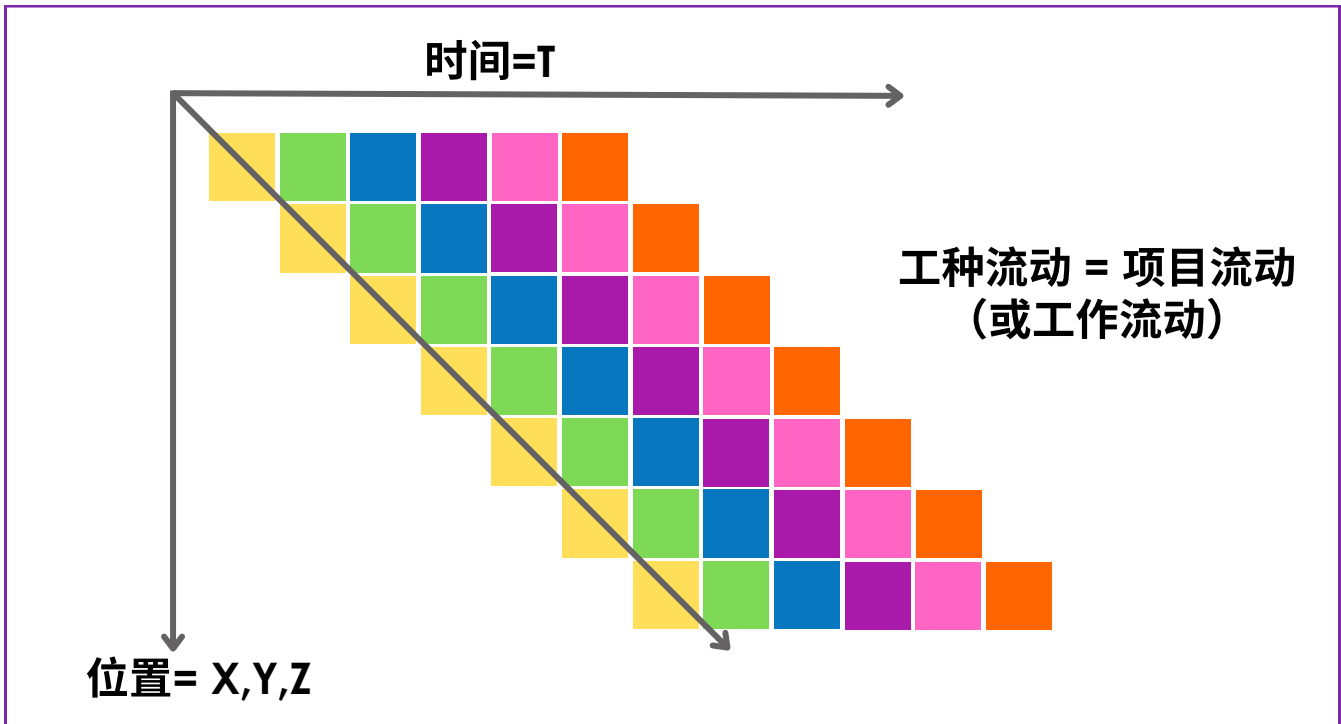
概念五：LAST PLANNER® 与 SCRUM 在 CPM 之外也能高效运作。

这些系统切实有效，且威力惊人！但前提是，必须以正确的整体主计划为基石。当前 Last Planner® 与 Scrum 遭遇的所有瓶颈，根源都指向了过时的 CPM（关键路径法）。一旦将 CPM 踢出局，这些系统便能无缝衔接，化为一套刚柔并济的体系：Takt 确立生产节奏并实现平衡优化，Last Planner® 负责培育协作文化并锁定短周期计划，而 Scrum 则通过设计与前置准备，将所有资源精准、高效地拉入这一生产系统。

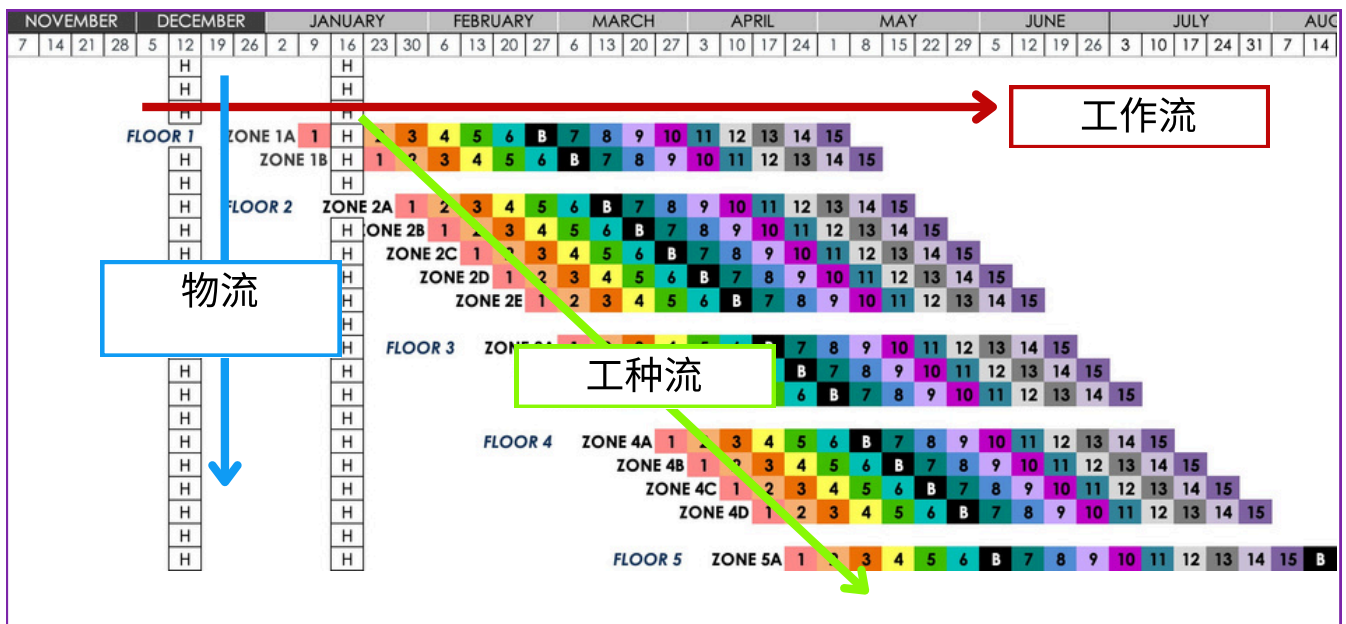
CPM 作为核心主进度计划技术正淡出历史舞台，而 Takt Production System® 正迅速取而代之。未来，CPM 或许会以改良形式存在，其软件也可能继续用于创建简单的瀑布式计划，但这些都必须受 Takt 及其“关键流路径”的统领与约束。到 2030 年甚至更早，以 Takt 为核心的生产规划、引导与控制，将全面主导精益施工排程领域



所有施工进度计划都应采用如下格式：



并呈现如下形式：

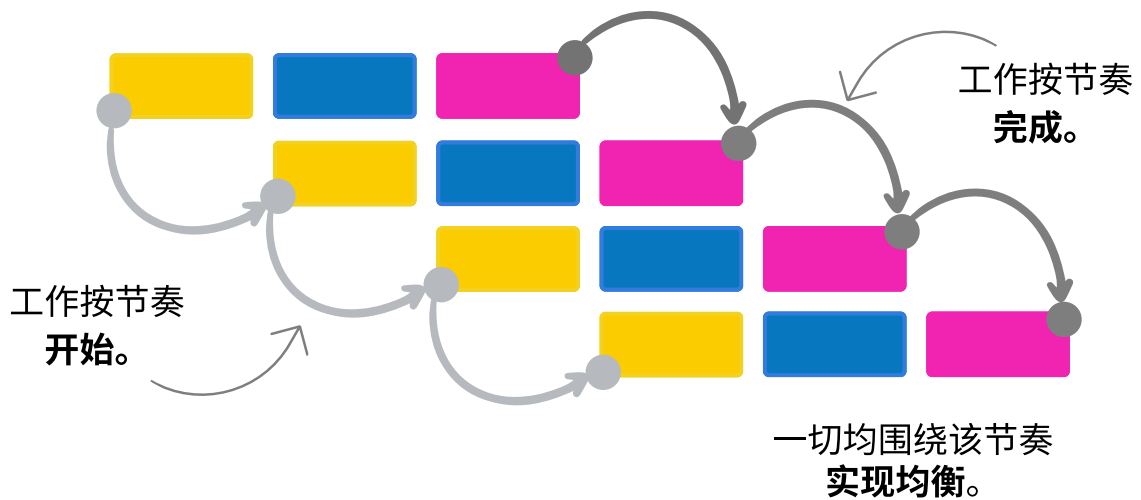


施工计划本就应以“时间 × 空间”的模式排布，从而构建起真正的 4D 进度体系。一旦你能清晰透视所有维度，就能直观掌控生产原则、精益逻辑、流动状态，以及项目获胜的所有关键要素。

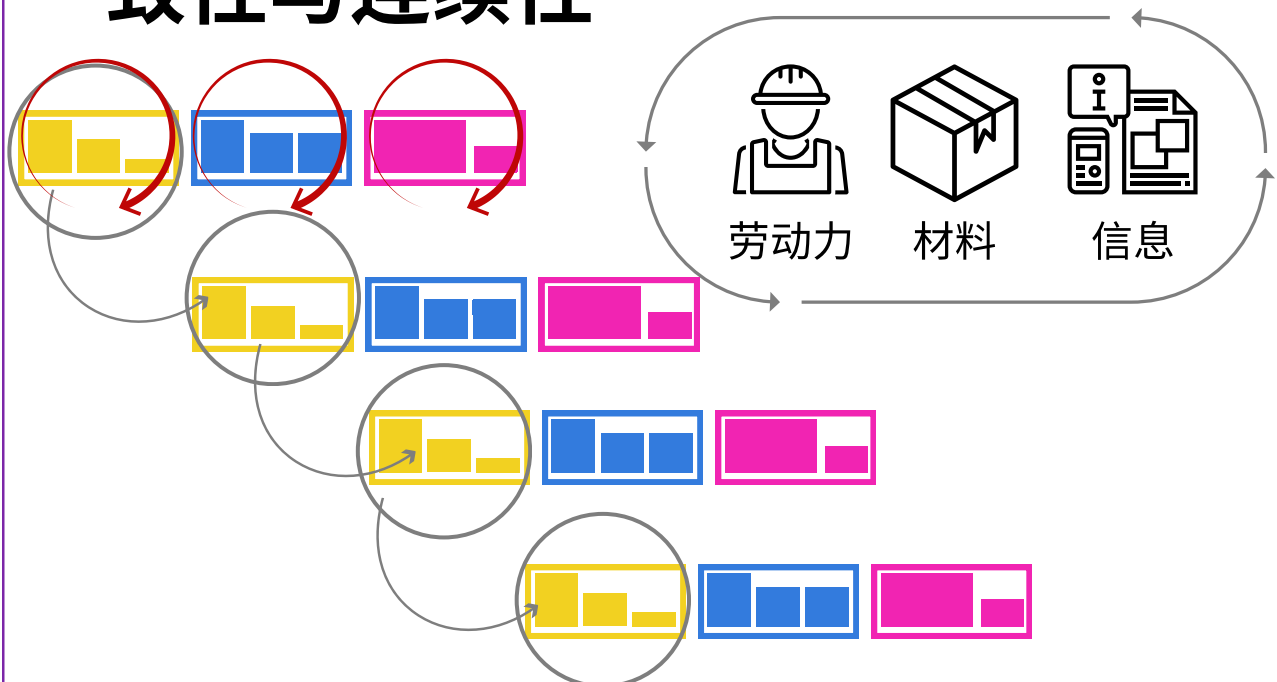
接下来，我们将逐一深度剖析每一个核心组成部分

以这种方式排布的进度计划将提供一个具备节奏、连续性与一致性的方案。

节奏



一致性与连续性



一致性是指劳动力、材料与信息在各区域间被打包且均衡分配，并在各环节间紧密衔接。而**连续性**，则是指区域内各项作业顺序之间，几乎没有或完全不存在任何时间空档。

那么，让我们来拆解这一系统.....

项目群 与具体 计划

当你开启 Takt 规划之旅时，首先要明确**项目群**与**具体项目**。项目群是一组相关项目的集合。为便于直观理解，项目群可以类比为**一个校园建设集群、一座超大规模数据中心、一个机场**，或任何互有关联的项目组。要启动你的 Takt 施工实践，你需要逐一识别各个具体项目，并开展针对性规划——切勿试图一次性规划整个项目群。

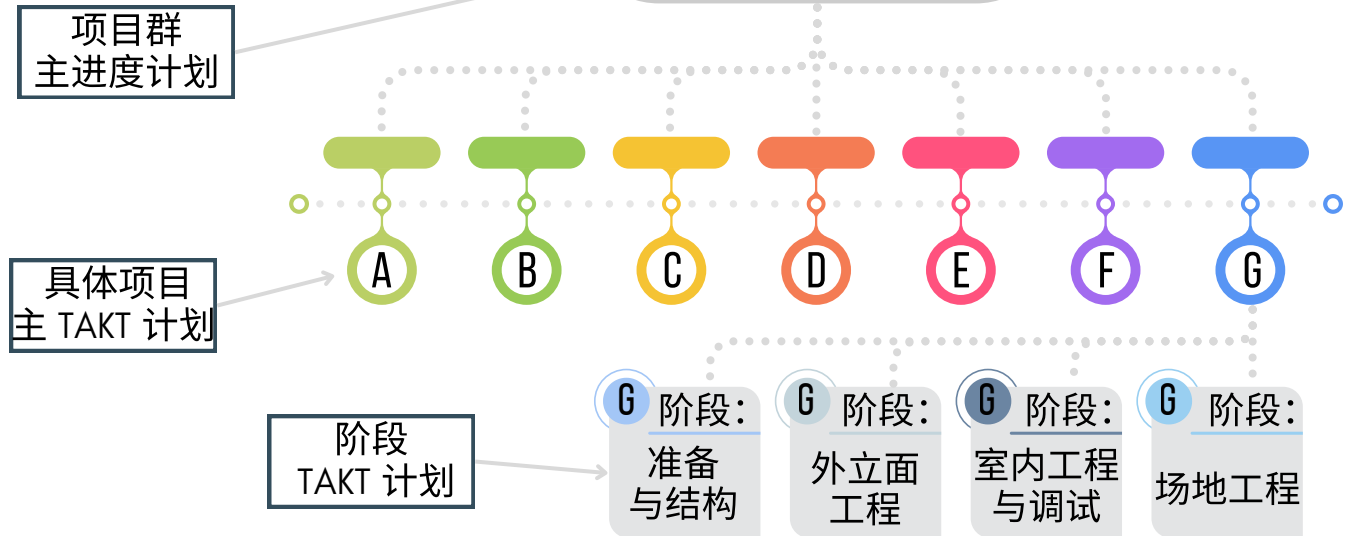
大学校园项目群 项目 A-G





项目 G

大学校园项目群



项目群主进度计划

项目群主进度计划将作为总体概要，展示整个项目群各组成部分之间的相互关联及整体实施策略。每个子项目的各阶段被汇总为独立的条形，并通过显示项目间的衔接关系，计算出完成整个项目群的总体路径。

具体项目主 TAKT 计划

具体项目主 Takt 计划（生产计划）将展示该项目的所有阶段、起止里程碑，以及针对该特定项目的实施策略。

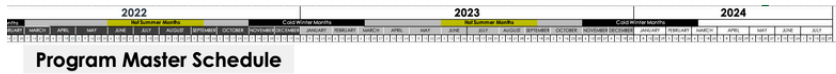
阶段 TAKT 计划

阶段 Takt 计划（生产计划）用于由助理主管在其自身的会议体系、所属班组领班以及短周期计划工具中管理生产计划。

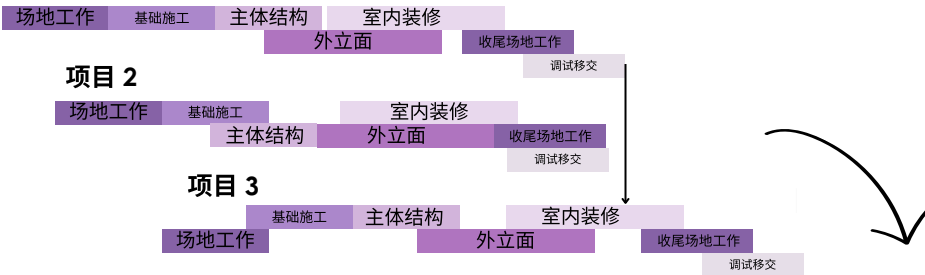
步骤 1

首先明确项目群，其次确定各具体项目，然后梳理出作为你整体策略组成部分的所有不同阶段。

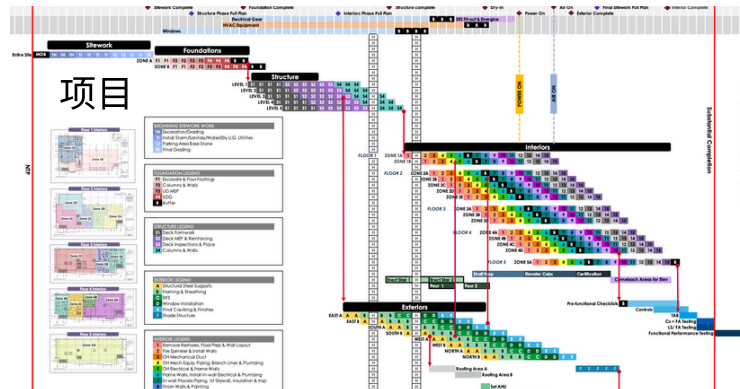
你将把哪些具体项目汇总为一个项目群？



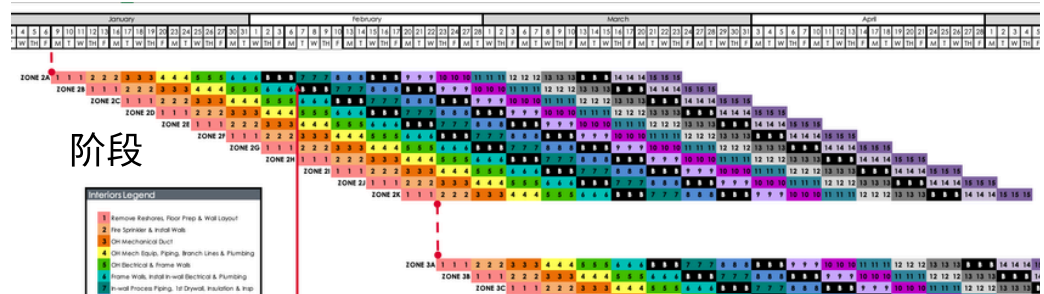
项目 1 — 校园建设项目群



你将首先规划哪个项目？



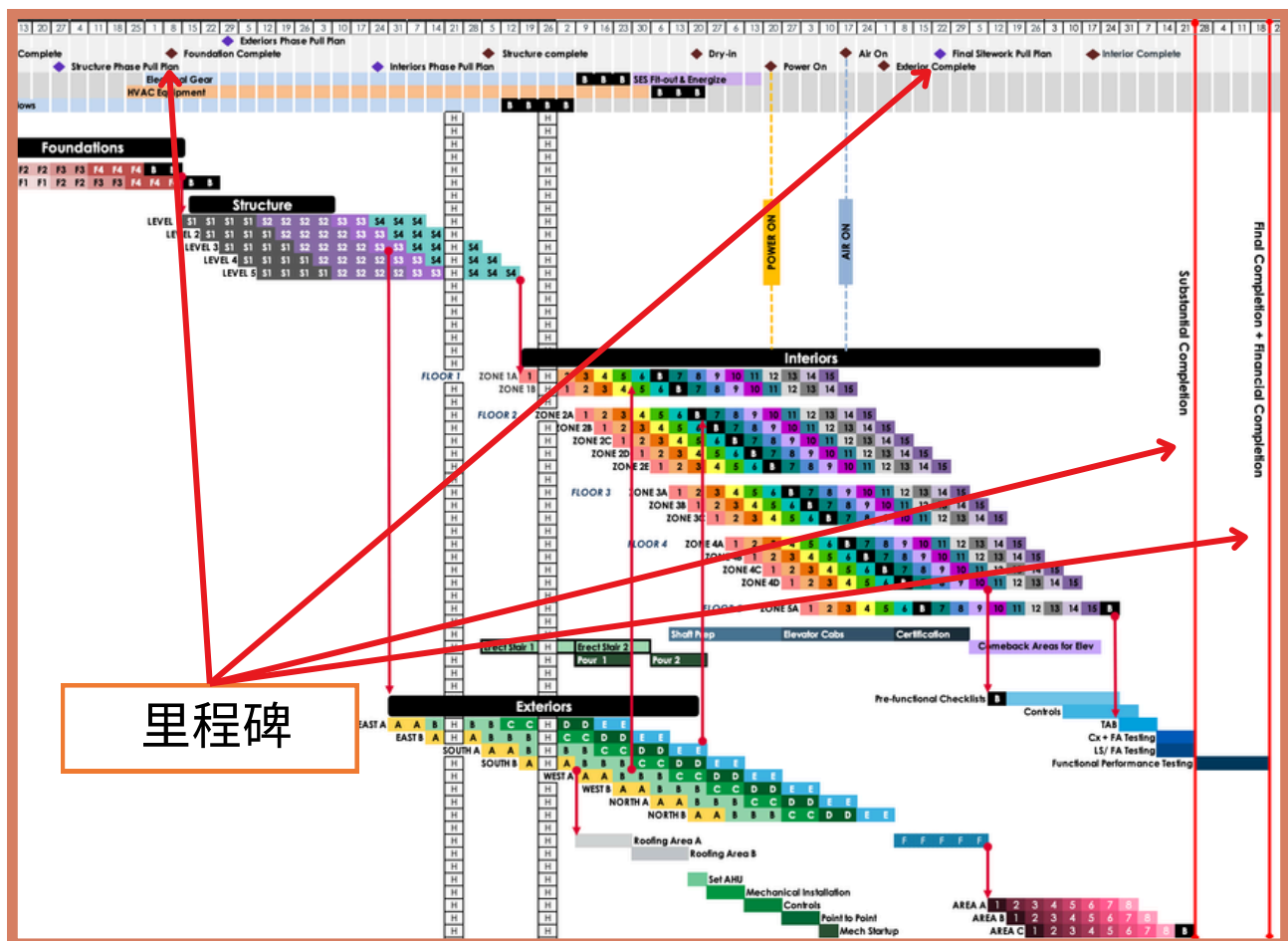
你的第一个项目包含哪些阶段？



里程碑

下一步是为你的首个项目识别里程碑。项目里程碑标志着各阶段的开始与结束，对于触发作业和设定目标至关重要。在“常规层级”中，每个完成类里程碑前都应预留一个缓冲区。

- **NTP (开工通知)** —— 项目的起始里程碑
- **中间里程碑** —— 各阶段结束时的里程碑
- **实质完工** —— 你必须深入研究本项目对此的具体要求
- **最终完工** —— 通常在整改清单全部完成后达成

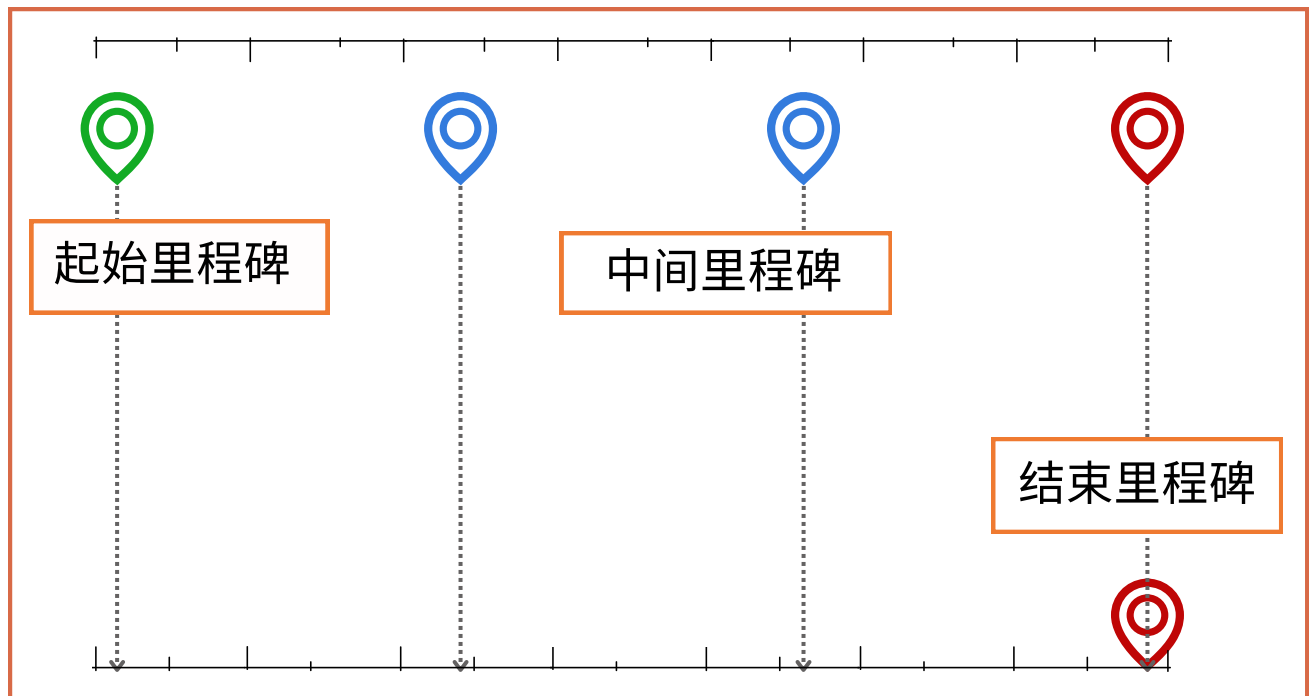


步骤 2

制定项目 Takt 生产计划有两种方式：

1. 明确起止里程碑，围绕业主设定的参数来设计计划。
2. 确定开工日期，基于自身能力与历史数据规划可行的进度，并据此提出建议的完工日期。

无论采用何种方式，你都需要通过深入调研，来锁定定义项目边界的关键起止里程碑。至于中间里程碑，则会在各阶段规划任务完成后，得到进一步的明确。



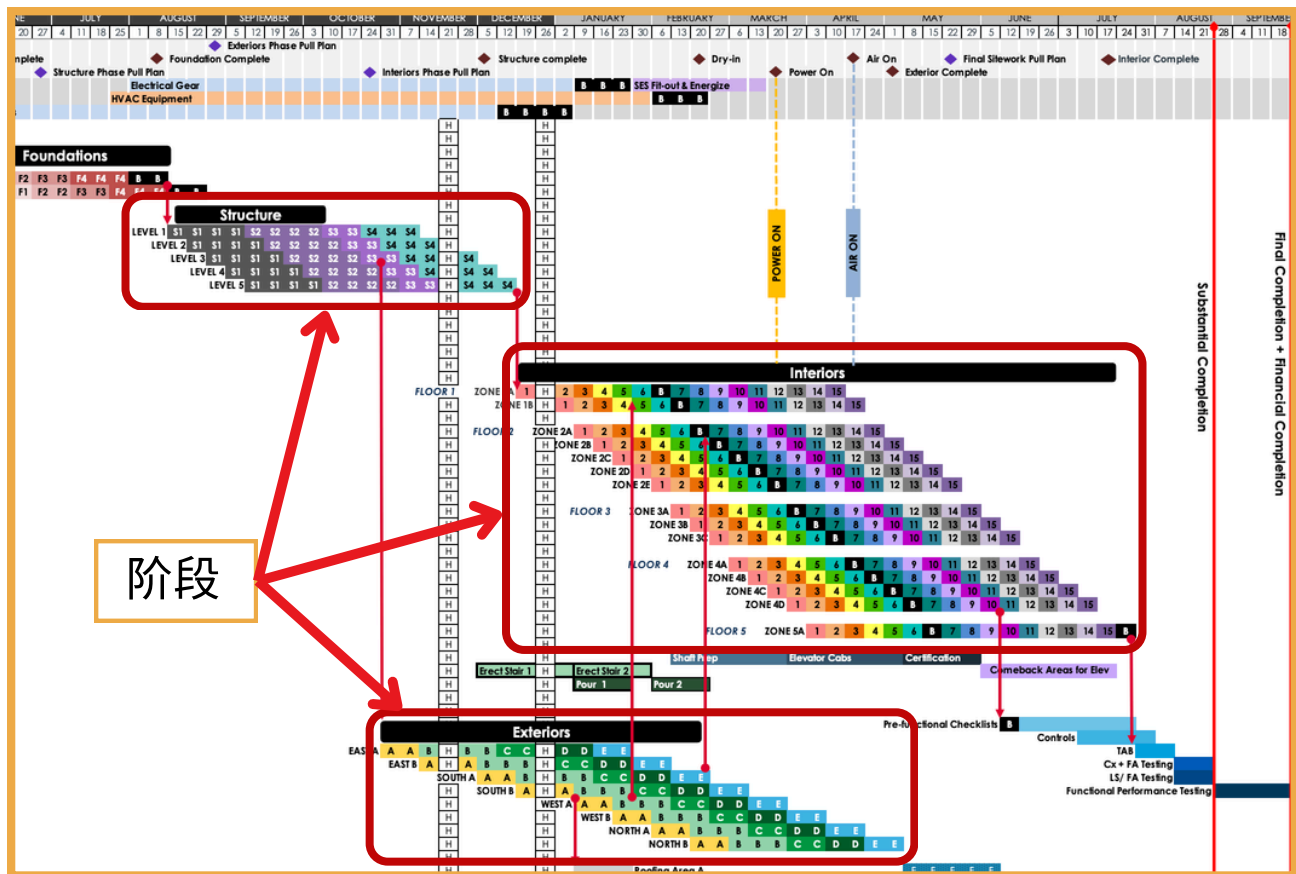
既然你已经明确了要规划的项目，接下来你需要确定以下内容：

1. 设计里程碑
2. 开工通知里程碑
3. 目标实质完工日期
4. 目标最终完工日期
5. 财务完工
6. 中间里程碑

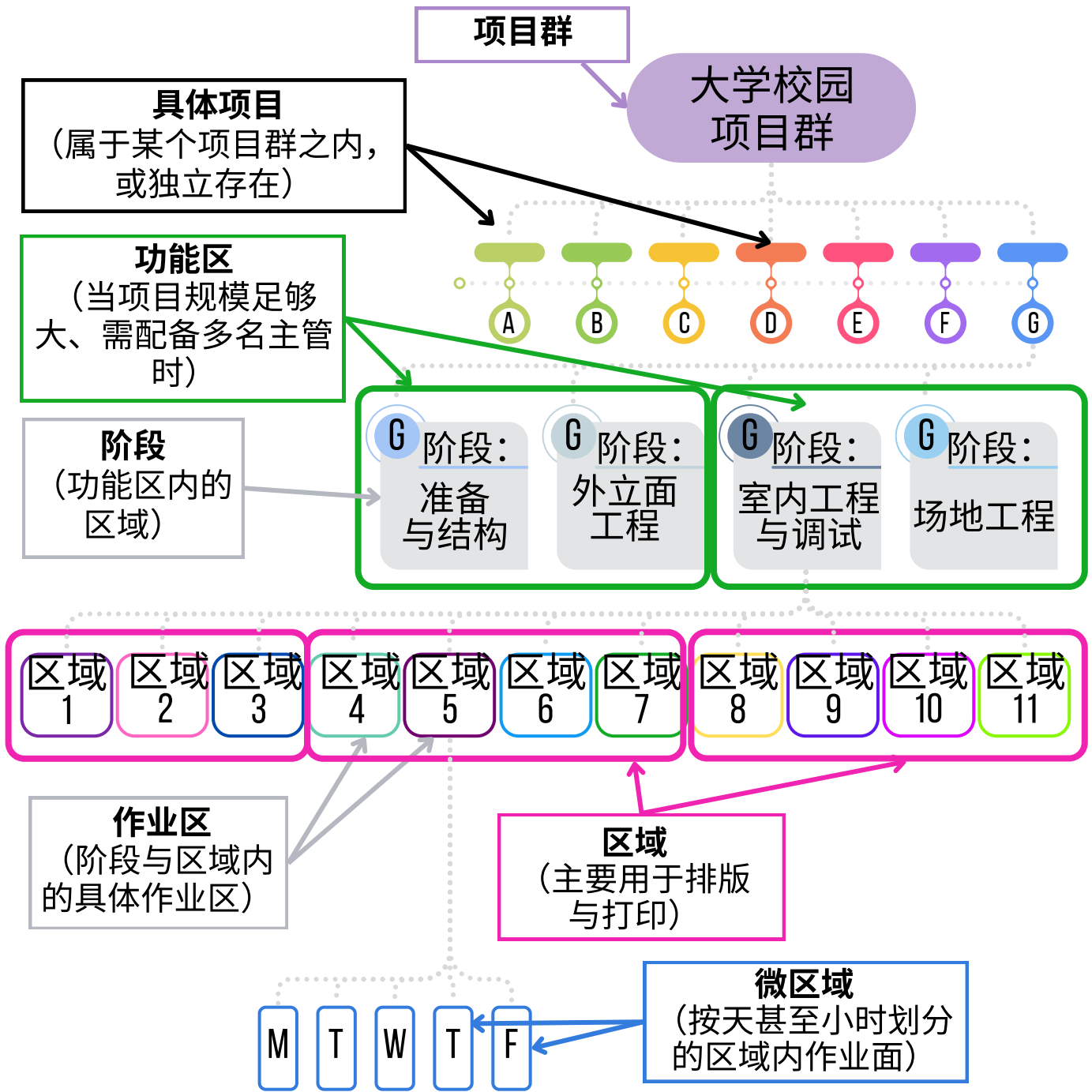


阶段

接下来，阶段可被理解为若干区域的组合，这是最直观的理解方式。在这些区域内，多列工种“列车”穿梭其中，而“位置间的流动”则是共同的核心。此外，每个阶段都包含起始里程碑、作业序列、节拍控制线、缓冲区及完成里程碑。阶段划分是将项目分解为生产单元的首级分类；一个项目通常包含多个阶段，且如下所示，这些阶段在时间轴上可以并行开展。



在下一节中，我们将讨论“区域”，但我想先完整拆解项目的整体结构，以便你理解 Takt 如何适用于任何规模的施工项目。



宏观层

Cold Winter Months																
JANUARY			FEBRUARY			MARCH			APRIL							
3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28	4	11	18	25

常规层

October															
2		9		16		23									
M	T	W	TH	F	M	T	W	TH	F	M	T	W	TH	F	M

微观层

7:00am						8:00am						9:00am					
10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60

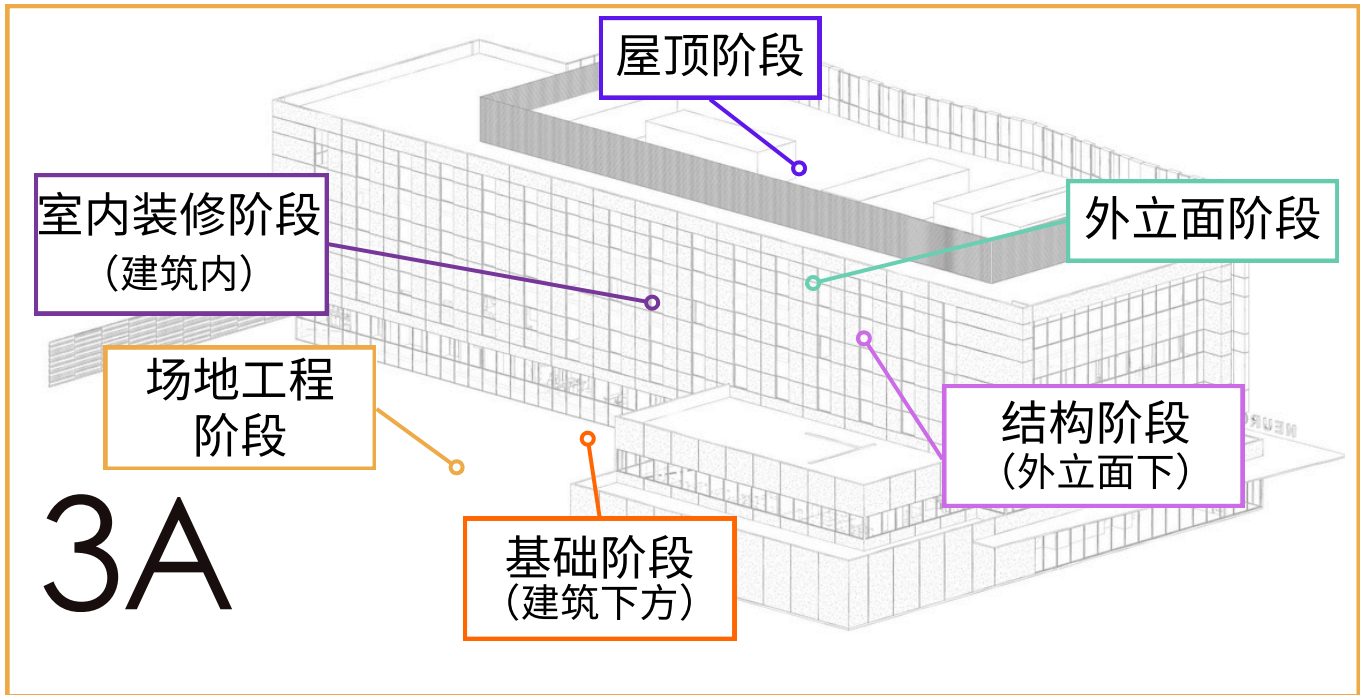
宏观 Takt 计划以周为单位展示计划；常规 Takt 计划以天为单位展示计划；微观 Takt 计划则以小时或分钟为单位展示计划。

步骤 3

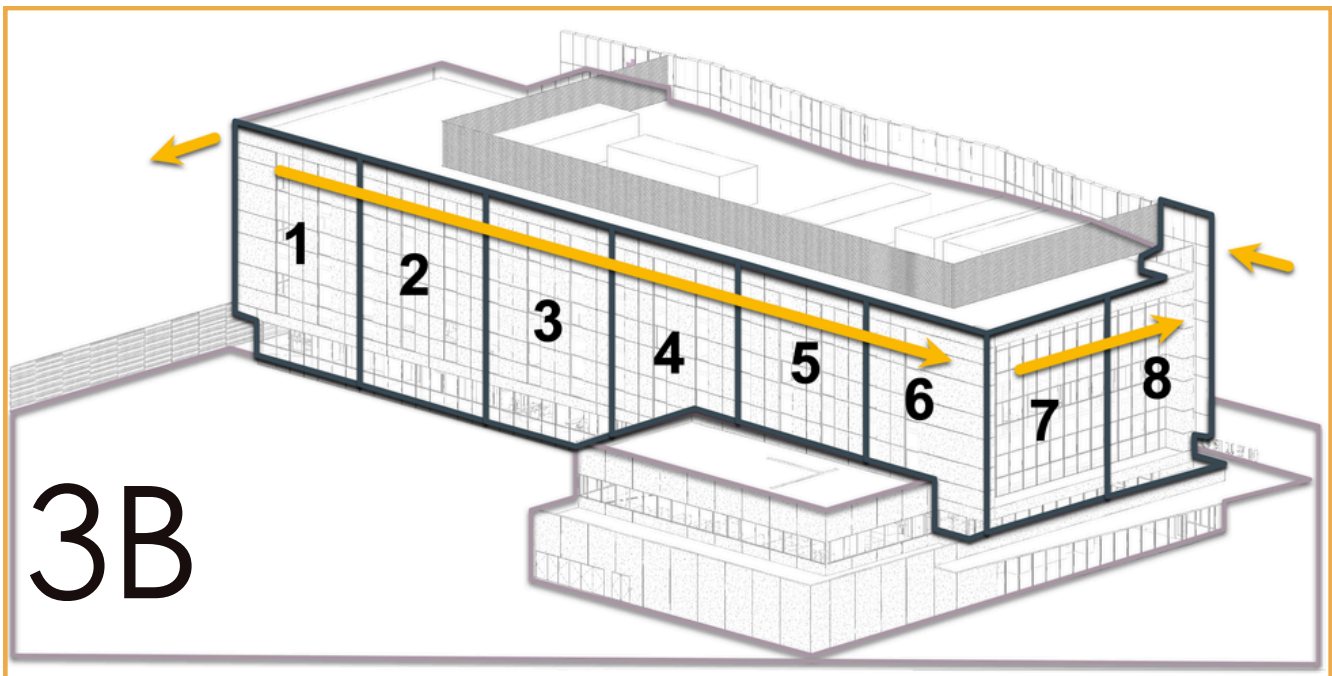
确定你的阶段。



研究图纸，识别工作的主要阶段和工作流。

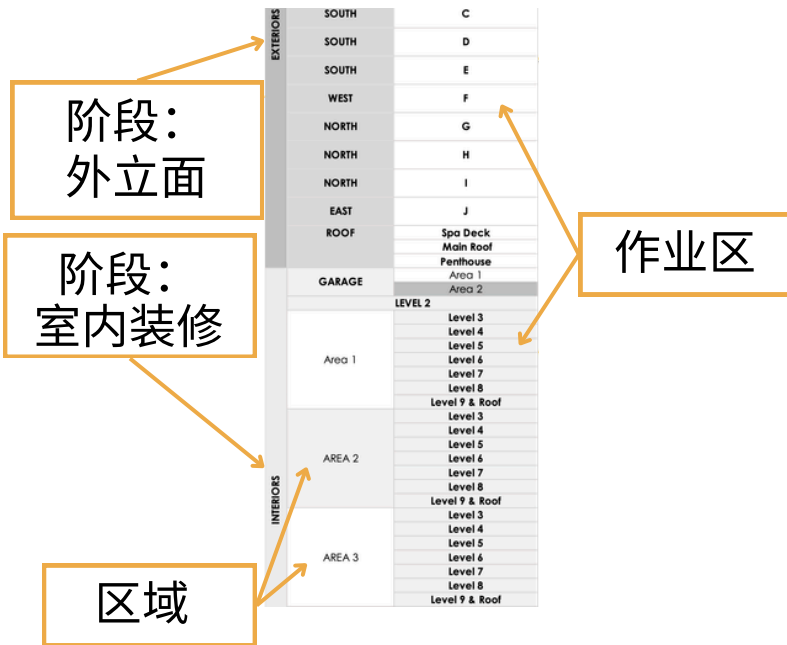


B. 请确定该阶段内部是否包含一致的区域或作业区。明确工作将如何流动。





你的 Takt 生产计划将以**时间为横轴（顶部）、位置为纵轴（左侧）**进行排布。明确识别各阶段至关重要。

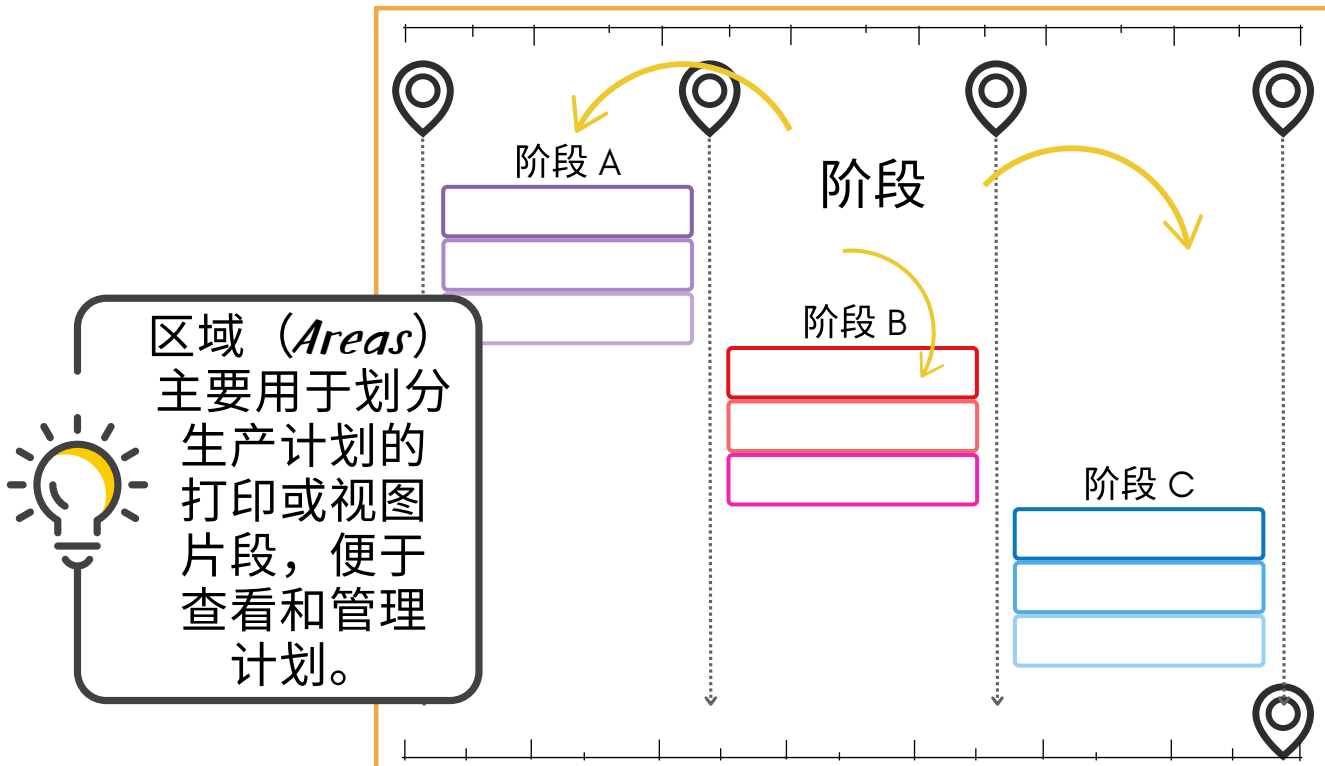


典型阶段：

- 设计
- 招标定标与采购
- 场地准备
- 人员设备进场
- 拆除工程
- 基础工程
- 主体结构
- 外立面工程
- 室内装修
- 场地工程
- 测试与调试

请遵循以下建议：

- 识别那些需要协同流动的大类工作。
- 询问自己：该阶段是否构成一条可供“工种列车”顺畅穿行的路径？
- 各阶段相互衔接、彼此关联，形成连续的工作流。
- 每个阶段通常具有其独特的工作类型和流动模式。



我们在施工项目中——尤其是大型项目——经常遇到的一个重大问题是：在划分阶段之前，未能先将项目拆分为功能区。如果这一步做得正确，就能把整个项目分解为若干个可管理的单元，这些单元类似于阶段或作业区；但与阶段和作业区不同的是，功能区代表大型项目的若干独立子集。每个功能区都作为一个小型项目进行的管理，拥有专属的会议机制、独立的控制性交付成果以及专门的团队架构。超大型项目按照“校园项目群—具体项目”进行组织，然后将功能区进一步细分为阶段、区域、作业区和微作业区。而较小的项目可能仅包含一个功能区，并在此基础上划分为阶段、区域和作业区。

每个功能区都应拥有独立的分包商周度战术会、下午工长会、工人晨会及每日作业区巡检。我们必须将这些会议拆分，否则会面临会议冗长且低效的风险。若混为一谈，我们将偏离主题并陷入错误信息中；现场将失去秩序，无法有效管理各自区域。每个功能团队均应配备专属的项目经理、工程师及工长，负责规模通常在 8,000 万至 3 亿美元之间。该团队必须拥有专属的会议机制和专职工长——这一点至关重要。

我们将在“First Planner 与 Last Planner® 协作”章节中详细介绍会议体系，但这里先展示一下会议如何根据项目规模进行调整。只有一个功能区的项目，将作为一个整体项目团队，共同开展上述所有会议。



这些会议面向整个项目团队。

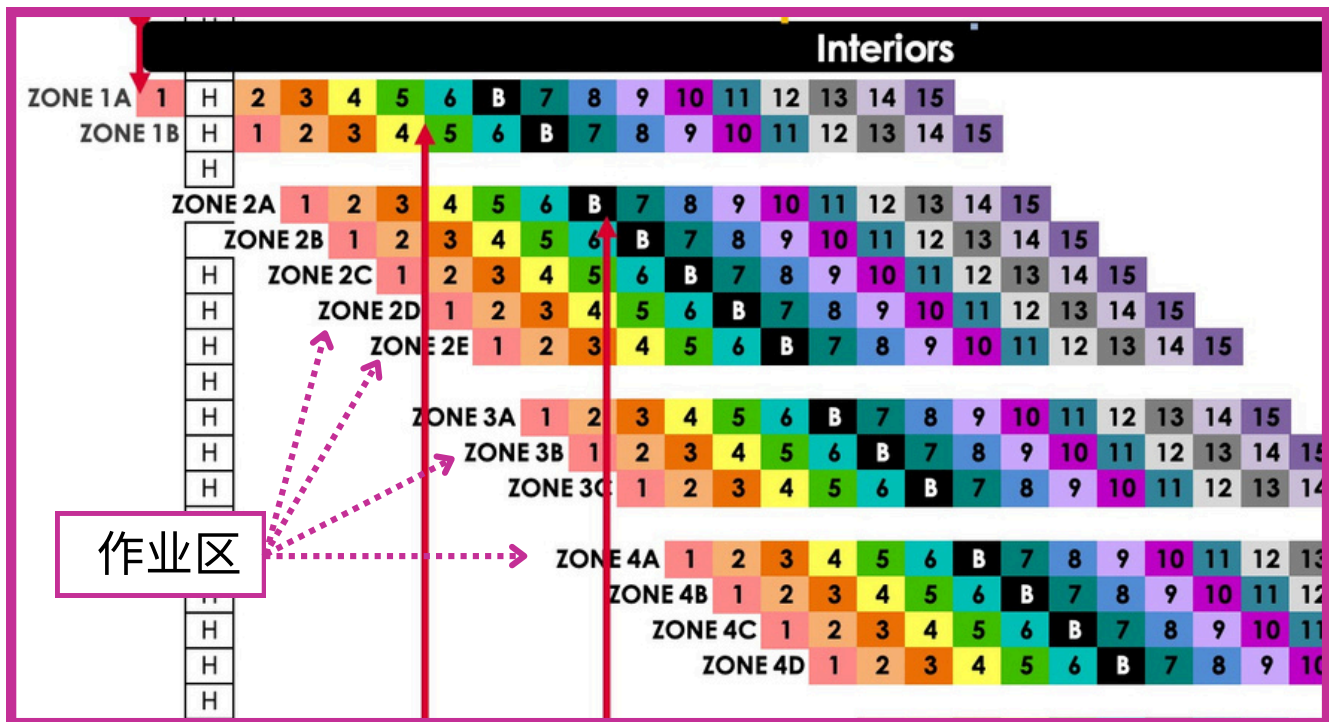
大型项目



请记住，该体系具有分形特性，可根据项目规模灵活放大或缩小。

作业区

阶段内的工作按位置进行分解，而**作业区**正是对阶段的进一步划分。一个阶段内划分出的作业区数量，很大程度上决定了“工种流”通过该阶段的速度。通常来说，作业区数量越多，或单个作业区的面积越小，工种流的推进速度就越快。此外，要让工种流高效运行，作业区的划分必须基于**工作量密度**进行均衡，而不是单纯按面积均分。



在开始划分作业区时，你需要先明确项目的总体工作流向。

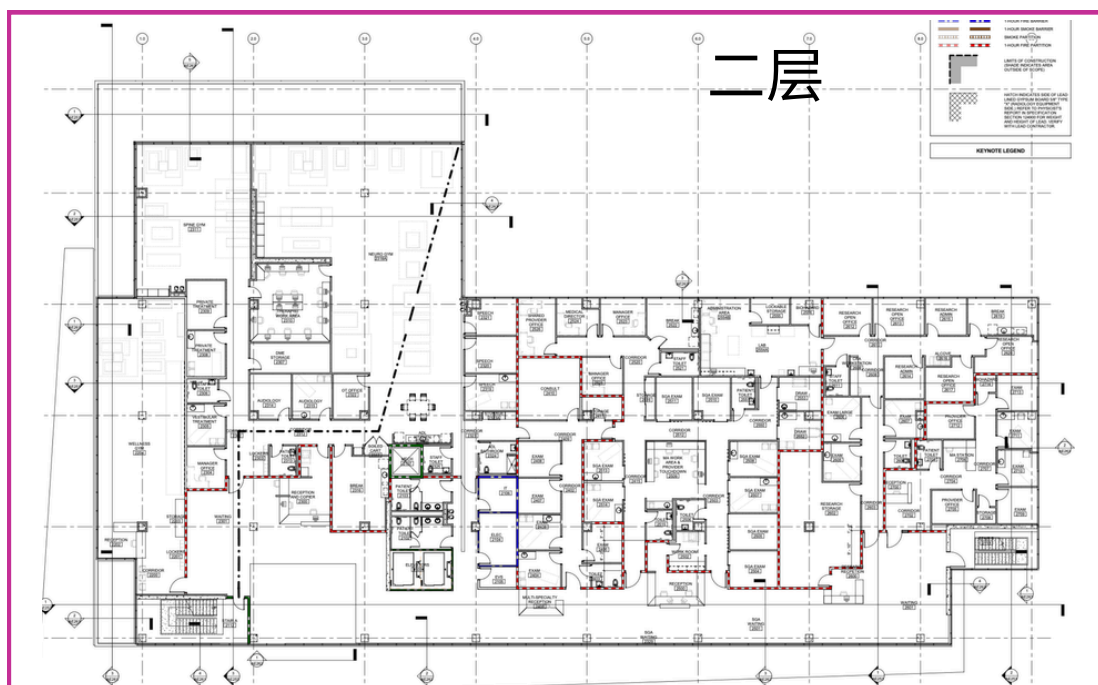
让我们从本书将贯穿使用的示例开始——一栋属于大型校园的医疗办公楼。



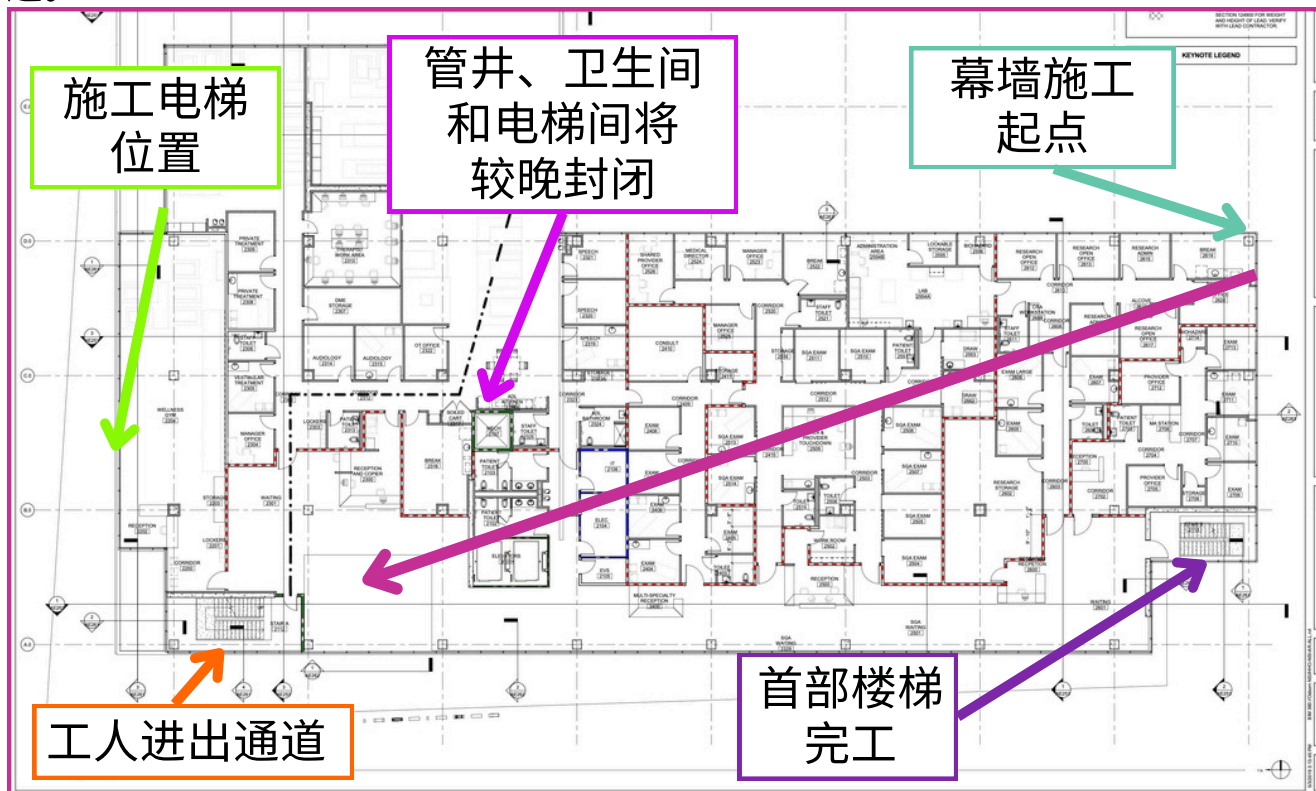
建筑特征：

- 轻度配筋混凝土楼板
- 暖通空调系统，包括空气处理机组、变风量末端和风机盘管
- 一半墙体为全高隔墙
- 常规室内装修饰面
- 无医用气体、真空或压缩空气系统
- 常规市政设施接入建筑

为简化说明，我们将展示如何对二层进行作业区划分。



根据楼层上可见的制约因素，施工方认为该楼层的工作流将沿大箭头所示方向推进。



在为本楼层选定初步作业区之前，我们可能需要先进行工作量密度分析。**工作量密度分析**是一种用于识别各区域内工作投入量的方法，目的是实现作业区之间工作负荷的均衡，从而合理确定作业区的大小。首先，我们需要将楼层划分为若干网格单元。我们可以使用 Excel 中的网格线功能来完成这一步。在此我想特别说明：这一方法是我从精益建造先驱、Takt 计划科学与实践的重要推动者——**艾瑞斯·D·托梅莱因博士**那里学习到的。



许多人会选择等到从宏观层向常规层优化时再进行工作量密度分析。你可以在对你而言合适的时机开展这项分析，但请记住：如果你现在就做，此时划分出的作业区**并不会**是最终在现场使用的版本。

一旦确定了用于分析的网格如何划分该区域，便可执行以下步骤：



工作量密度分析流程：

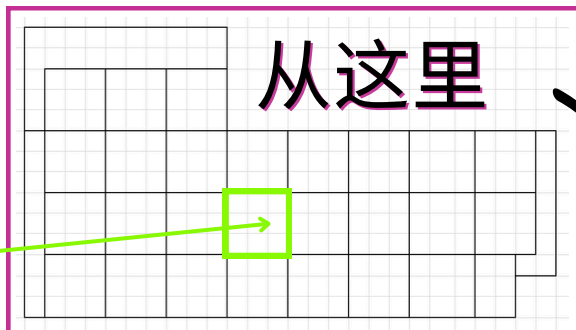
1. 研读图纸，了解各区域所需的工作投入量。
2. 建立你的密度评分标准及示例。我们已将数字 1、3、8 和 10 锚定到本建筑的具体特征上，这样所有区域的工作投入量均可参照这些锚点，在 1-10 的尺度上进行比较。在图纸的柱网方格旁做好标注。
3. 识别任何不属于平均水平的特殊工作范围，并加以注明。
4. 汇总图纸上各区域的评分。
5. 按柱网方格生成工作量密度图。
6. 如有需要，进行调整。

工作量密度评分标准：

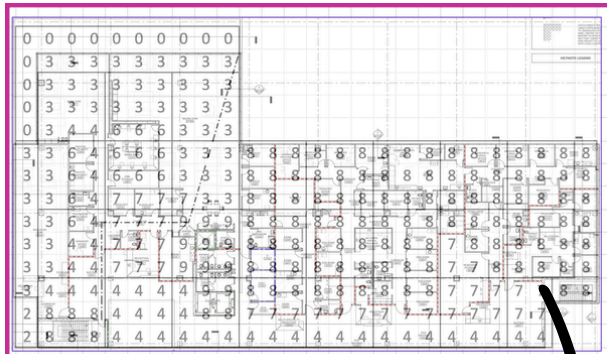
- 1 — 几乎无工作
- 2
- 3 — 走廊
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8 — 诊室
- 9
- 10 — 高机电与高装饰含量区域、幕墙区域

第一张图展示了团队如何在 Excel 中使用**网格线**对建筑进行划分。现在，他们可以在每个 9 格区块中测算工作量密度。

网格模式中的 9 格区块



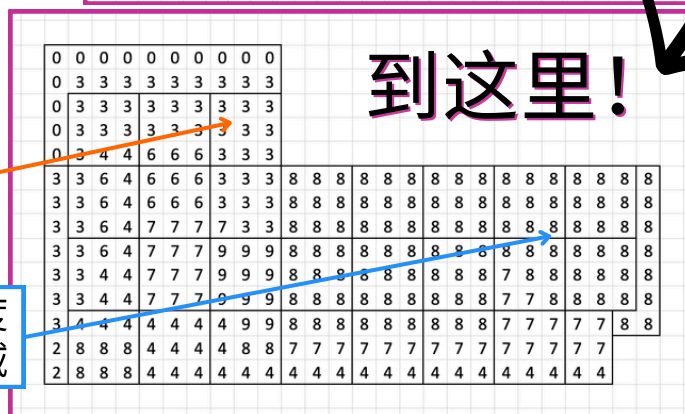
下一张图展示了主管在图纸上完成的分析结果。



最后一张图是工作密度分析的结果。

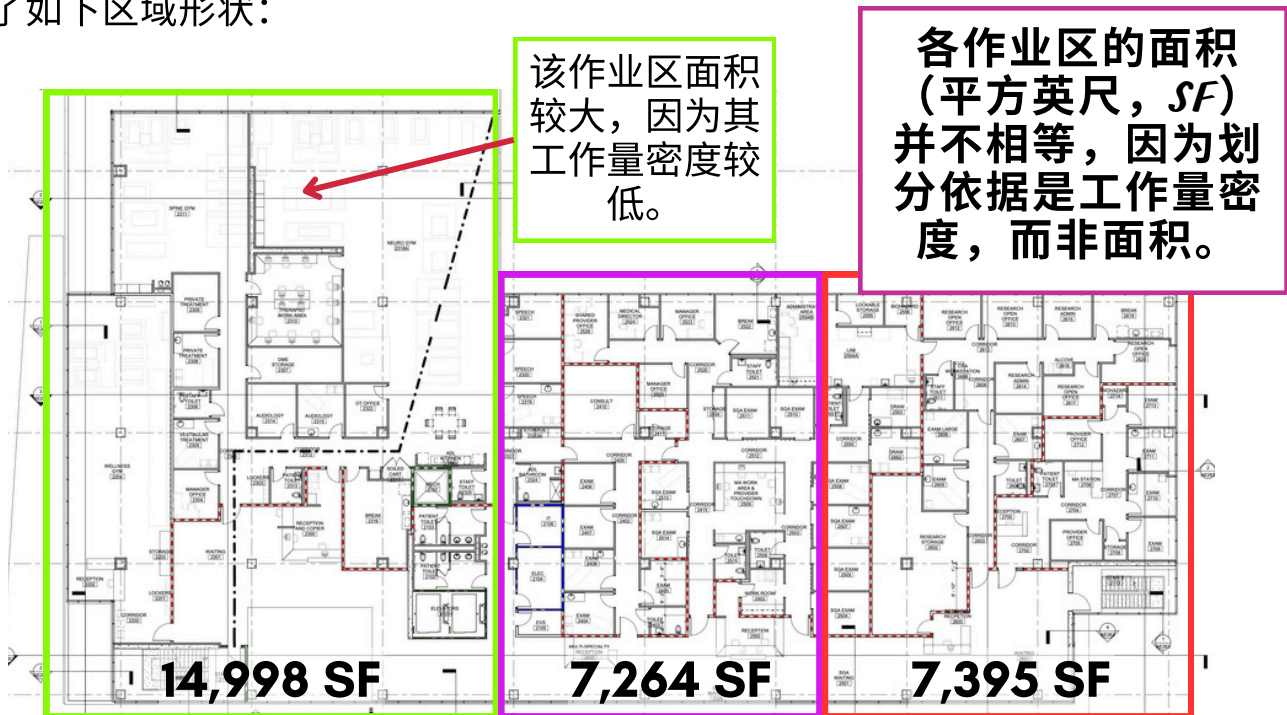
工作量密度较低的区域

工作量密度较高的区域



到这里！

如果在此阶段进行工作量密度分析，可以帮助你 and 团队初步尝试划分初始作业区。下图中的团队进行了初步判断，选择从三个作业区开始。后续我们将使用计算工具来确定最适合常规层的作业区划分策略。你可以等到那时再进行工作量密度分析，但我们在此提前介绍这一方法，以备你现在就需要使用。根据团队在 Excel 中对各网格单元评分汇总后得出的工作量密度结果，他们最终形成了如下区域形状：



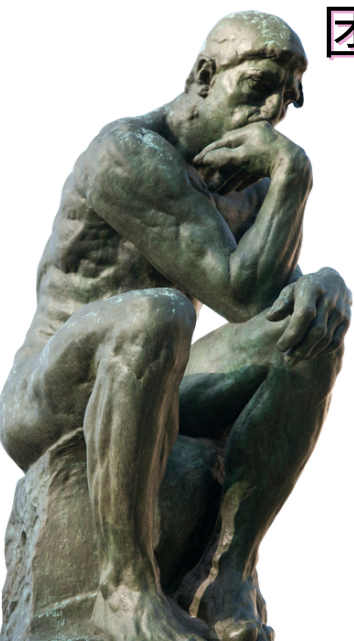
采用3个作业区的密度分析结果：

Z	SF	密度和
1	7,395	494
2	7,264	512
3	14,998	493

切勿用纯色填充作业区！
如有需要，仅可在边界使用颜色。请将颜色保留用于任务、工种流车厢和障碍项。

团队考虑的问题.....

1. 我们希望划分多少个作业区？（考虑到初期倾向于设置较大面积的作业区）
2. 作业区的类型有哪些？
 - a. **水平型**：工作沿水平方向推进。
 - b. **垂直型**：工作沿垂直方向推进。
 - c. **可施工积压区**：已准备就绪但非关键路径的工作区域。
3. 各作业区的面积（SF）是多少？（如数据可用）
4. 整层楼的总面积（SF）是多少？
5. 工作将沿哪个方向推进？



要判断划分为三个作业区是否合理，我们需要对本阶段工作所需的 Takt 工序车厢数量进行初步估算。所谓车厢，是指在一个 Takt 周期内、在一个作业区内完成的一组任务的集合。下表是由主管为本阶段工作准备的活动清单，后续将在拉动计划会议中由各工种合作方确认和验证。这些活动的持续时间已按楼层上的作业区数量进行了分摊，而初步的工作包划分表明：总共需要**二十五个车厢**。我们称这种快速打包方法为**快速包装**。

初步活动清单

Activity List:	Duration for Floor:	No. of Zones	Crew Count:	Duration / Zones:	Duration / Zones:	1	2	3	4	5	Takt Wagons:
Remove re-shores	5	3	4	1.67	2	X	X				1
Final patch ceiling	10	3	3	3.33	4		X	X	X	X	
Sweep floor	3	3	2	1.00	1	X					2
Refresh control lines	3	3	3	1.00	1		X				
Layout walls	5	3	3	1.67	2			X	X	X	
Install fire sprinkler main and branch lines	15	3	4	5.00	5	X	X	X	X	X	3
Install priority walls including elec and comm rooms	9	3	6	3.00	3	X	X	X			4
Separated Install overhead mechanical duct	25	3	8	8.33	9		X	X	X	X	
Separated Install overhead mechanical equipment	10	3	4	3.33	4	X	X	X	X		5
Install overhead mechanical piping	10	3	4	3.33	4	X	X	X	X	B	6
Install overhead mechanical branch lines	10	3	4	3.33	4	X	X	X	X		7
Install overhead plumbing	9	3	6	3.00	3		X	X	X	B	
Install overhead electrical	15	3	7	5.00	5	X	X	X	X	X	8
Frame all walls	15	3	6	5.00	5	X	X	X	X	X	9
Install in-wall electrical	15	3	6	5.00	5	X	X	X	X	X	10
Install in-wall plumbing	15	3	4	5.00	5	X	X	X	X	X	
Install in-wall process piping	8	3	2	2.67	3	X	X	X			11
One-side drywall	12	3	5	4.00	4		X	X	X	X	
In-wall inspections	5	3	1	1.67	2	X	X				12
Place insulation	5	3	2	1.67	2			X	X	B	
Second side drywall	12	3	5	4.00	4	X	X	X	X		13
Tape, bed, and finish walls	12	3	9	4.00	4		X	X	X	X	
Prime, 1st & 2nd coat paint	15	3	5	5.00	5	X	X	X	X	X	14
Install ceiling grid	15	3	3	5.00	5	X	X	X	X	X	15
Separated Install lights and electrical fixtures	20	3	6	6.67	7	X	X	X	X	X	16
Separated Install mechanical ceiling drops	5	3	2	1.67	2		X	X			17
All remaining ceiling drops	5	3	2	1.67	2				X	X	
Separated Install casework	20	3	4	6.67	7	X	X	X	X	X	18
Separated Install countertops	9	3	3	3.00	3	X	X				19
Millwork plumbing fixture install	6	3	2	2.00	2	X	X				
Final paint (possible)	7	3	3	2.33	3			X	X	X	20
Install wall and casework fixtures	7	3	3	2.33	3	X	X	X			
Place ceiling tiles	4	3	1	1.33	2				X	X	21
Install flooring	15	3	4	5.00	5	X	X	X	X	X	22
Final paint	6	3	2	2.00	2	X	X				
Final clean first pass	5	3	3	1.67	2			X	X	B	23
Incomplete work list	10	3	2	3.33	4	X	X	X	X	B	24
Architect punchlist	10	3	2	3.33	4	X	X	X	X	B	
Corrections	10	3	4	3.33	4	X	X	X	X		
Final clean	5	3	3	1.67	2	X	X	B	B	B	25
Buffers											11
Duration %											12%
											0.08%

初步工作包划分练习

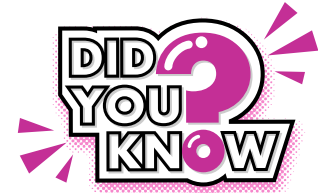
8% 缓冲区

不必纠结于此处所用流程的细节。关键在于找出哪些活动能够合理地组合在一起，适配一个五天的 Takt 周期。按照流程推进即可。



初步工作包划分流程：

1. 列出所有活动。
2. 确定整层楼的总工期。
3. 计算单个作业区的工期。
4. 通过合并或拆分活动，将其打包成适配五天 Takt 周期的工序车厢。
5. 统计最终形成的车厢数量。



宏观 Takt 周期始终是五天！而常规周期则很少如此。

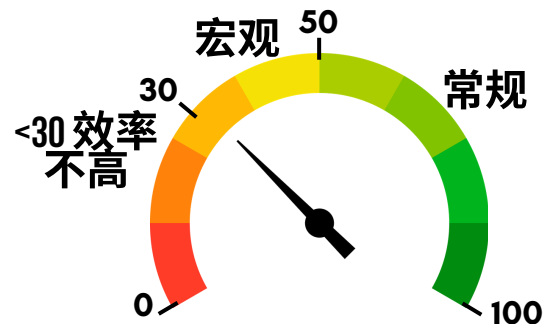
现在我们已经得到了该工作的初步作业区数量和工序车厢数量，可以运用施工领域的利特尔法则公式，或称雅诺什·德洛希与马尔科·宾宁格定律，来计算出最优的作业区数量。该公式如下：

$$(TW + TZ - 1) * TT = \text{工期}$$

$$(\text{Takt 车厢数} + \text{Takt 作业区数} - 1) \times \text{Takt 周期} = \text{阶段总工期}$$

我们这样做是为了确保宏观计划既具竞争力又切实可行，并在后续优化至常规计划时，为我们重新赢得缓冲时间。为此，我们需要将宏观计划的作业区划分策略，严格控制在 35%–50% 的**实际流动潜力(RFP)范围内。理解 RFP 最简单的方式，是将本阶段的工种流想象成一个从 0 到 100 的演进过程

在我们的示例中，这些数字代表的是百分比，而非英里每小时 (MPH) 或公里每小时 (KPH)。如果 0 表示没有流动，100 表示基于你的标准时间单位所能达到的最快速度，那么你的宏观计划 RFP 和作业区划分策略需要处于 35%–50% 之间才具有竞争力，而你的常规计划 RFP 和作业区划分策略则需要处于 50%–100% 之间，才能既具备竞争力又高效。这是确保我们能以宏观计划为基础做出恰当的合同承诺，随后通过工种协作瞄准更高速度，并在拉动计划期间及之后获得缓冲时间的最佳方式。



我曾担任主管多年——我说的不是理论，而是来自亲身经验。如果你不遵循这里的步骤，业主就会过度聚焦于常规计划的完工日期，而忽视对缓冲时间的需求，你将再次陷入仓促、被催促和恐慌的局面。我们必须承诺合理可行的目标（宏观计划），并通过优化（常规计划）来加快进度，从而赢得缓冲时间，并具备吸收延误的能力。

警告

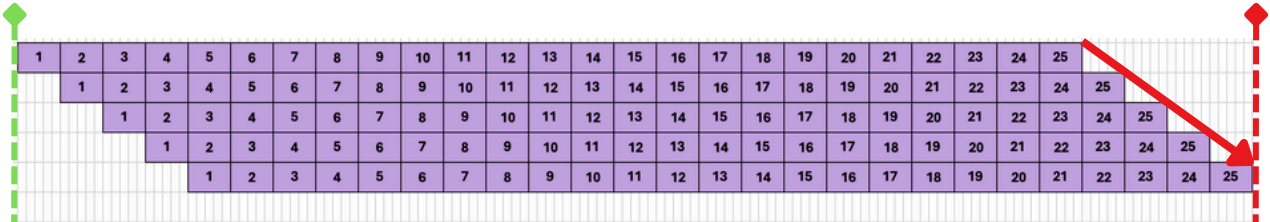




承诺

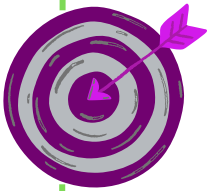
宏观层级生产计划——

一种基于5天Takt周期的预测性计划，采用较大作业区。该计划在**施工前期**作为“首位计划员系统”(First Planner System®)的一部分，用于设定里程碑。



实际流动潜力：35%–50%

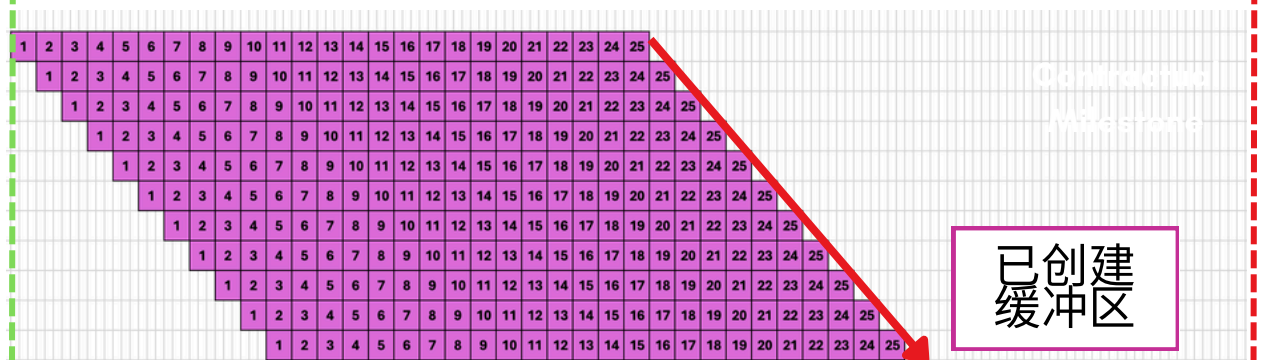
合同里程碑



目标

常规层级生产计划——

一种基于拉动计划、由**各工种共同参与**制定的生产计划，包含经过优化的作业区、Takt周期和工作包。该计划在**施工阶段**作为“末位计划员系统”(Last Planner® System)的一部分，用于驱动现场生产，具有高度的细节深度。



实际流动潜力：50%–100%

已创建
缓冲区

宏观计划与常规计划是
同一份计划，只是推进速度不同。

在继续之前，让我们更深入地理解宏观计划与常规计划的目的和功能。

承诺



宏观层级生产计划——

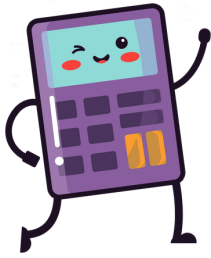
1. Takt 计划通常采用 5 天的 Takt 周期，并划分**较大的作业区，代表项目“首位计划员”的战略规划**。其实际流动潜力（RFP）控制在 35%–50% 之间，以确保在规划初期保持保守和稳健。该计划使项目团队能够：
 - a. 明确项目的整体总工期；
 - b. 核实预算中的现场条件与总体要求；
 - c. 引入并协同项目建造方开展合作；
 - d. 启动长周期材料设备的采购工作（以现场需用日期为基础，外加 10% 的前置时间缓冲）；
 - e. 与团队召开风险识别与“新鲜视角”评审会议；
 - f. 从战略层面规划项目，规避风险，并锚定到同类参考项目。
2. 该计划通常在施工前期采用 5 天 Takt 周期制定，**略显保守**，以便在**工种合作方**加入后，通过增加作业区数量、缩短 Takt 周期对阶段进行优化。届时，**拉动计划**将作为优化过程中的工序逻辑依据，用于生成最终的 Takt 阶段计划。

目标



常规层级生产计划——

1. 一种基于**拉动计划**制定的生产级 Takt 计划，其实际流动潜力（RFP）介于 50%–100%。该层级的 Takt 计划采用逐日格式，旨在让工种列车以更快速度推进，从而在整个阶段中赢得**缓冲时间**。
2. 前瞻计划、周工作计划和日计划**均由此计划逐级分解而来**。各工种在持续协作、沟通和动态调整中维护工种流动，并同步更新这些下层计划。宏观与常规层级本质上是**同一份计划**，只是采用了**不同的作业区划分策略和 Takt 周期**。二者共同体现了项目团队在生产阶段主动争取缓冲、提升交付可靠性的核心策略。



值得庆幸的是，我们有一个计算工具来分析并确认你的宏观层级 Takt 计划既**安全又具备竞争力**。稍后，我们将计算你的常规计划。

这将根据你左侧所选的选项，显示基于5天Takt周期的新工序车厢数量和作业区数量。

First Macro Iteration/ Original Guess

Takt Inputs	
Takt Wagons	25
Takt Zones	3
Takt Time	5
Duration	135

请在此部分输入你的初步信息。

Selected Macro

New Wagons Count	15
Adjusted Takt Zones	5
Takt Time	5
Duration	95

NAO = Not an Option

Takt Zones	Takt Wagons Adjusted	Takt Level	Macro Duration	Realized Flow Potential	4
2	40	NAO	205	19%	
3	20	Macro	15	35%	
4	15	Macro	95	45%	
5	15	Macro	100	43%	
6	15	Macro	105	42%	
7	10	NAO	95	41%	
8	10	NAO	100	59%	
9	10	NAO	95	57%	
10	10	NAO	100	56%	
11	10	NAO	105	54%	
12	10	NAO	110	53%	
13	10	NAO	115	51%	
14	5	NAO	95	100%	
15	5	NAO	100	98%	
16	5	NAO	105	95%	
17	5	NAO	110	93%	
18	5	NAO	115	91%	
19	5	NAO	120	89%	
20	5	NAO	125	87%	
21	5	NAO	130	85%	
22	5	NAO	135	83%	
23	5	NAO	140	81%	
24	5	NAO	145	79%	
25	5	NAO	150	77%	
26	5	NAO	155	75%	
27	5	NAO	160	73%	
28	5	NAO	165	71%	
29	5	NAO	170	69%	
30	5	NAO	175	67%	
31	5	NAO	180	65%	
32	5	NAO	185	63%	
33	5	NAO	190	61%	
34	5	NAO	195	59%	
35	5	NAO	200	57%	
36	5	NAO	205	55%	
37	5	NAO	210	53%	



此处显示了适用于你宏观计划的合理选项范围。其他行中的“NAO”表示“不可选”。

这是你最初的猜测。

此处显示你的选择。

此列显示根据所选作业区方案，你的工序车厢数量将调整为多少。

此列显示不同的作业区划分方案。



这是你的新策略。

如果你对工序车厢从 25 个缩减至 15 个感到困惑，这完全可以理解。这种逻辑转变确实不够直观，但我会为你拆解清楚。起初，我们对宏观计划中作业区（3 个）与车厢（25 个）的数量仅是初步预测。随后，我们将这一推测转化为了基于生产科学的量化分析。

现在，我们已明确了当前阶段最合理的作业区与车厢配比。鉴于仍处于宏观计划层级，我建议维持 5 天的 Takt 周期，待进入常规计划后再做细节微调。目前，我们可以有信心地将方案从“25 车厢 + 3 作业区”优化为“15 车厢 + 5 作业区”，并以此稳步推进

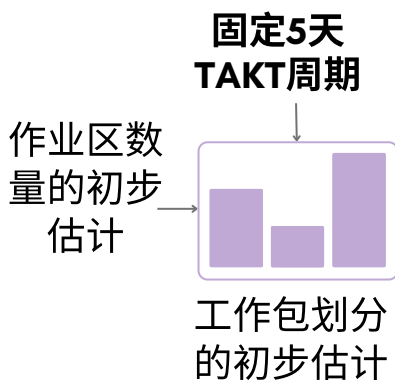


你的**宏观计划**初稿只是一个基于固定5天Takt周期的猜测。

- 而你**最终的宏观计划**现已对**两项内容**进行了优化和调整：作业区和工作包，但仍保持5天Takt周期不变。因此，车厢数量会发生变化，你需要重新打包你的车厢。
- 在**常规计划层级的优化**中，你将对**三项内容**同时进行调整：Takt周期、作业区和工作包，从而将计划从周计划转变为日计划。

1 估算

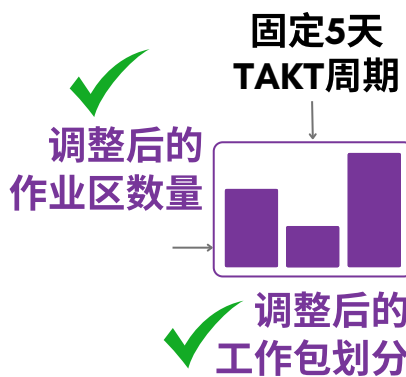
宏观初稿



**FIRST PLANNER®
流程**

2 承诺

宏观终稿



**FIRST PLANNER®
流程**

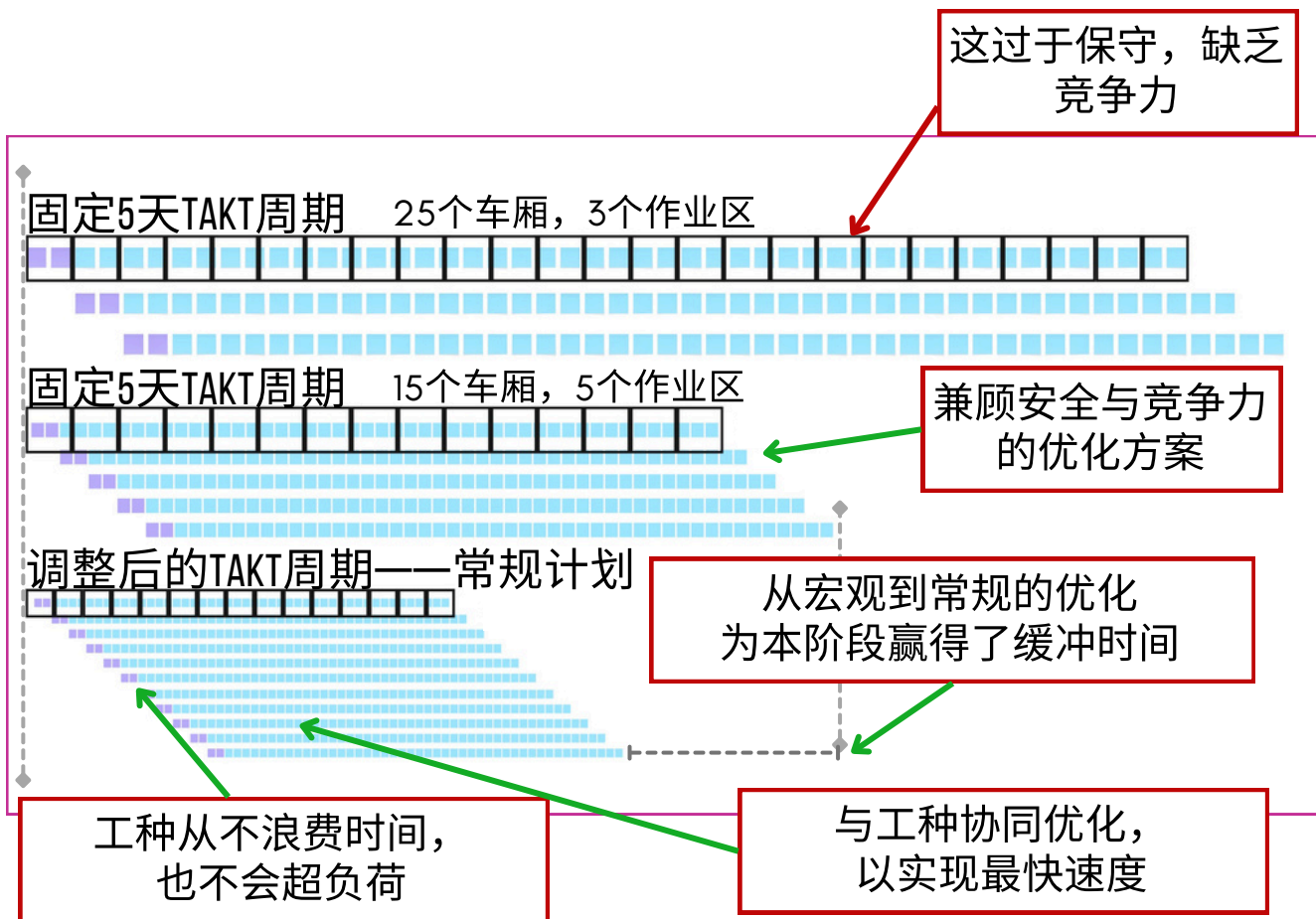
3 目标

常规计划



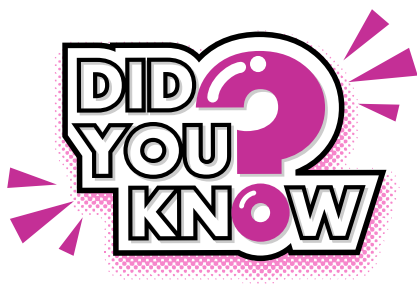
**FIRST PLANNER®
与 LAST PLANNER®
协作**

尽管有陷入细节陷阱的风险，我仍想展示我对这一过程的理解。如下页图示，最初采用 3 个作业区的方案显然不妥。当你将作业区增至 5 个时，单项活动持续时间随之缩短，现在它们能被合理排入 15 个 5 天的 Takt 周期中，而非原先的 25 个。随后，我们将通过拉动计划，为常规计划选定 11 个作业区。你可以看到，整体吞吐时间再次大幅缩短，我们也因此赢得了宝贵的缓冲时间。



需要注意的是，在整个过程中，**工种的利益始终不会受到损害**。正如你所看到的紫色活动（代表某一个工种），它们的持续时间从未被压缩；你并没有强迫工种加快速度或叠加作业。从你的宏观初稿到宏观终稿，你一直保持5天的Takt周期不变。而当你从宏观计划过渡到常规计划时，才会同时调整作业区数量和Takt周期。希望我们对此已达成共识。

下一页展示了若使用同一张电子表格进行最初的快速工作包划分练习，其呈现形式如下。如你所见，我们将作业区数量调整为5个，重新测算了每项活动的持续时间，并再次将这些活动打包进5天的Takt周期中。最终结果正如之前的图示所示——成功形成了15个车厢。



我们通过合理划分作业区来赢得时间，而不是像关键路径法（*CPM*）那样通过“赶工”压缩活动。

团队为新的宏观策略设定了5个作业区。

由于作业区数量增加且每个区域更小，各项活动的持续时间随之改变。

随后，根据这些新的持续时间重新进行了工作包划分。

Activity List:	Duration for Floor:	No. of Zones	Crew Count:	Duration / Zones:	Duration / Zones:	1	2	3	4	5	Takt Wagons:
Remove re-shores	5	5	4	1.00	1	X					1
Final patch ceiling	10	5	3	2.00	2		X	X			1
Sweep floor	3	5	2	0.60	1				X		
Refresh control lines	3	5	3	0.60	1					X	
Layout walls	5	5	3	1.00	1	X					
Install fire sprinkler main and branch lines	15	5	4	3.00	3		X	X	X		2
Install priority walls including elec and comm rooms	9	5	6	1.80	2				X	X	
Install overhead mechanical duct	25	5	8	5.00	5	X	X	X	X	X	3
Install overhead mechanical equipment	10	5	4	2.00	2	X	X				
Install overhead mechanical piping	10	5	4	2.00	2			X	X		4
Install overhead mechanical branch lines	10	5	4	2.00	2				X	X	
Install overhead plumbing	9	5	6	1.80	2	X	X				5
Install overhead electrical	15	5	7	3.00	3			X	X	X	
Frame all walls	15	5	6	3.00	3	X	X	X			6
Install in-wall electrical	15	5	6	3.00	3		X	X	X	B	
Install in-wall plumbing	15	5	4	3.00	3	X	X	X			7
Install in-wall process piping	8	5	2	1.60	2			X	X	B	
One-side drywall	12	5	5	2.40	3	X	X	X			8
In-wall inspections	5	5	1	1.00	1				X		
Place insulation	5	5	2	1.00	1					X	
Second side drywall	12	5	5	2.40	3	X	X	X			9
Tape, bed, and finish walls	12	5	9	2.40	3			X	X	X	
Prime, 1st & 2nd coat paint	15	5	5	3.00	3	X	X				10
Install ceiling grid	15	5	3	3.00	3			X	X	X	
Install lights and electrical fixtures	20	5	6	4.00	4	X	X	X	X		11
Install mechanical ceiling drops	5	5	2	1.00	1				X	B	
All remaining ceiling drops	5	5	2	1.00	1	X					12
Install casework	20	5	4	4.00	4	X	X	X	X	B	
Install countertops	9	5	3	1.80	2	X	X				
Millwork plumbing fixture install	6	5	2	1.20	2		X	X			13
Final paint (possible)	7	5	3	1.40	2			X	X		
Install wall and casework fixtures	7	5	3	1.40	2				X	X	
Place ceiling tiles	4	5	1	0.80	1	X					
Install flooring	15	5	4	3.00	3		X	X	X		14
Final paint	6	5	2	1.20	2				X	X	
Final clean first pass	5	5	3	1.00	1	X					
Incomplete work list	10	5	2	2.00	2		X	X			
Architect punchlist	10	5	2	2.00	2			X	X		15
Corrections	10	5	4	2.00	2				X	X	
Final clean	10	5	4	2.00	2				X	X	

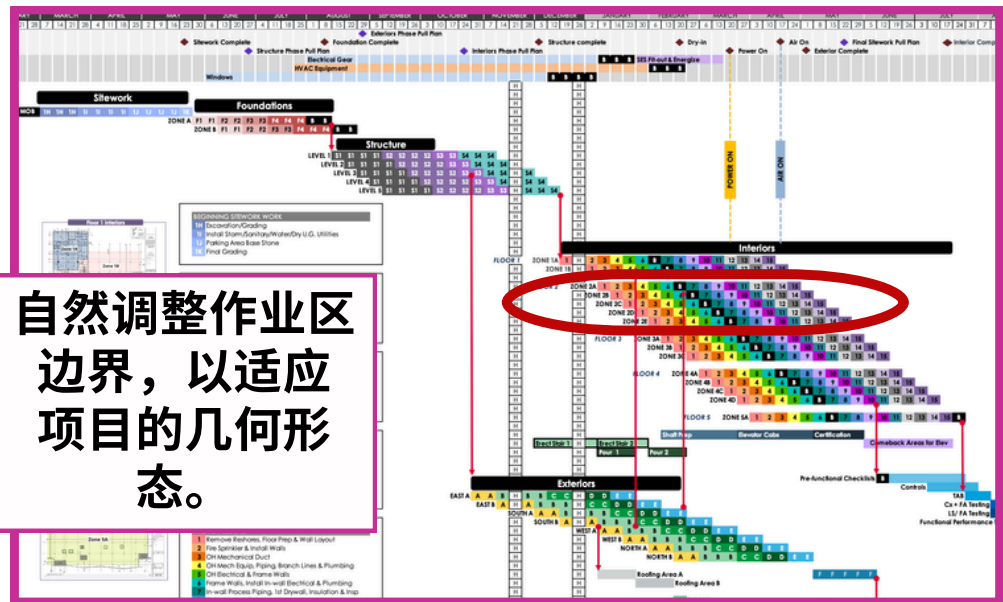
- INTERIOR LEGEND**
- 1 Remove Reshores, Floor Prep & Wall Layout
 - 2 Fire Sprinkler & Install Walls
 - 3 OH Mechanical Duct
 - 4 OH Mech Equip, Piping, Branch Lines & Plumbing
 - 5 OH Electrical & Frame Walls
 - 6 Frame Walls, Install In-wall Electrical & Plumbing
 - 7 In-wall Process Piping, 1st Drywall, Insulation & Insp
 - 8 Finish Walls & Painting
 - 9 Painting & Install Ceiling Grid
 - 10 Install Electrical Fixtures & Mech Ceiling Drops
 - 11 Remaining Ceiling Drops & Install Casework
 - 12 Countertops, Millwork & Final Point
 - 13 Wall & Casework Fixtures, Ceiling Tiles & Flooring
 - 14 Flooring, Final Paint & 1st Clean
 - 15 Punchlist, Corrections & Final Clean

团队通过这一5作业区策略确定了15个工序车厢。

现在，这15个工序车厢均可被命名并纳入你的整体宏观Takt计划中。

重新打包完成后，宏观层级的Takt计划将最终成为一个既具竞争力又切实可行的计划，如下图所示。通过采用5个作业区的宏观Takt计划，团队已制定出一份出色的First Planner®生产计划。这些作业区将在后续的常规计划层级进一步优化为更小的单元，从而为项目阶段赢得缓冲时间。

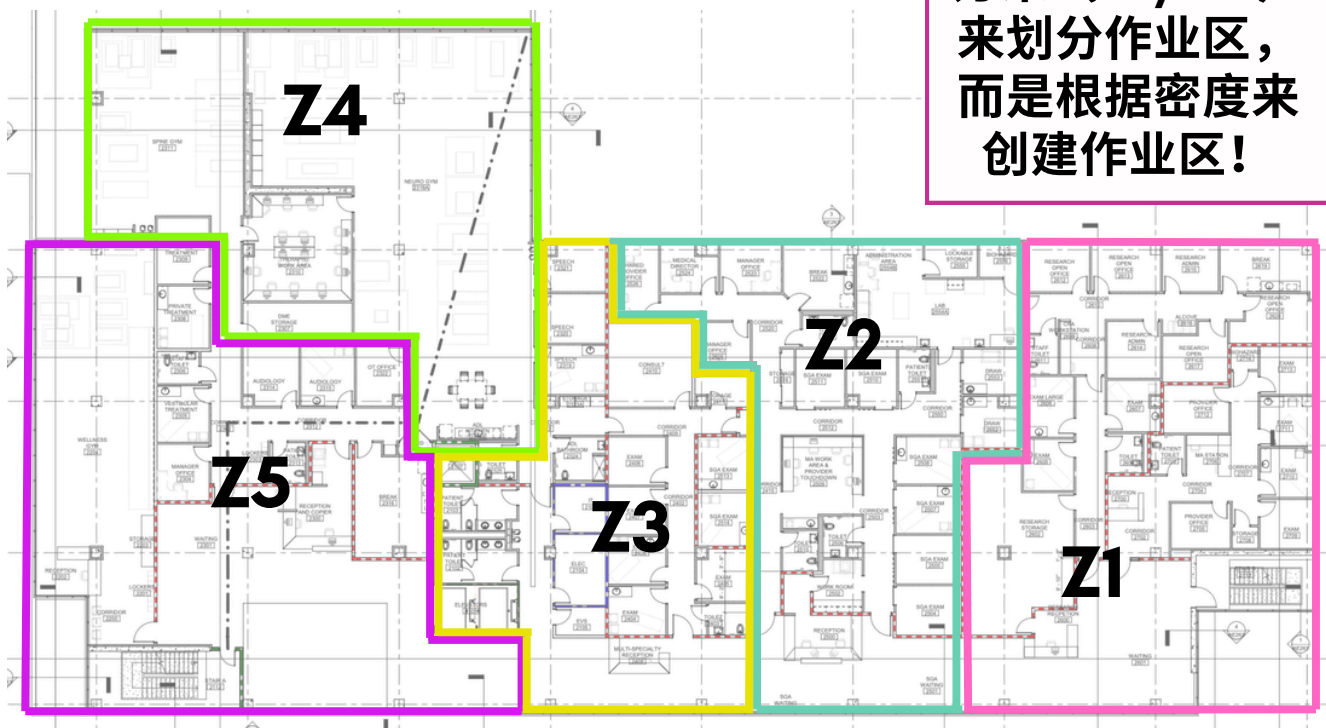
确记 → 自然调整作业区边界，以适应项目的几何形态。



此前我们仅以第2级为例进行说明。要创建完整的宏观计划，你需要对所有阶段都执行这一流程，并通过里程碑之间的相互依赖关系将各阶段衔接起来。

确记 ↓

我们从不根据面积或平方英尺/平方米 (SF/SM) 来划分作业区，而是根据密度来创建作业区！





TAKT 计划格式说明

随着本书的推进，现在有必要展示 Takt 计划的标准格式。一旦你在施工前期完成宏观计划，就应立即按以下格式进行整理和使用，以指导战略规划：

项目名称

日期及天气影响周期

里程碑

完成日期

图例

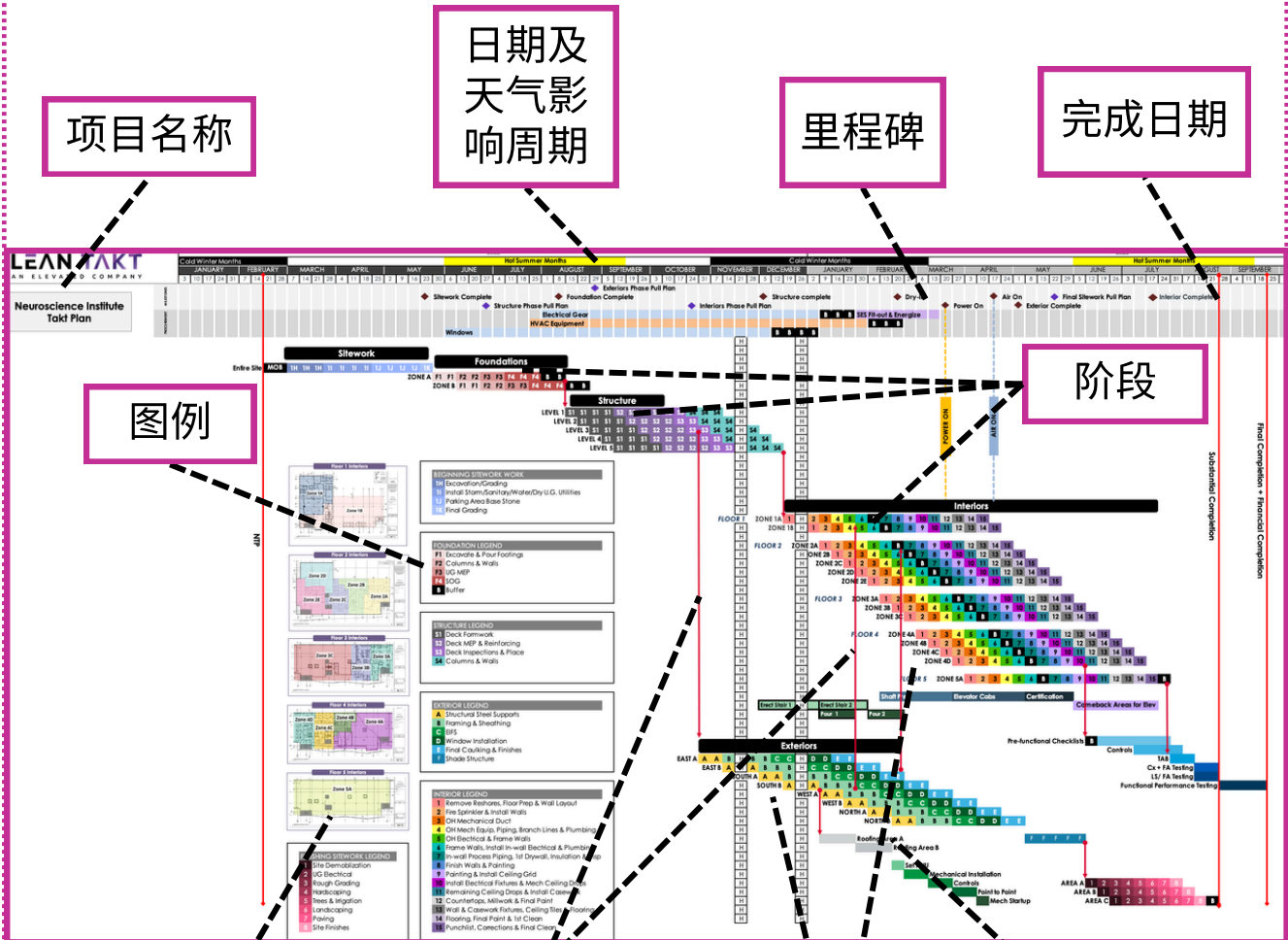
阶段

作业区划分图

工种之间的相互依赖关系

作业区

工种流



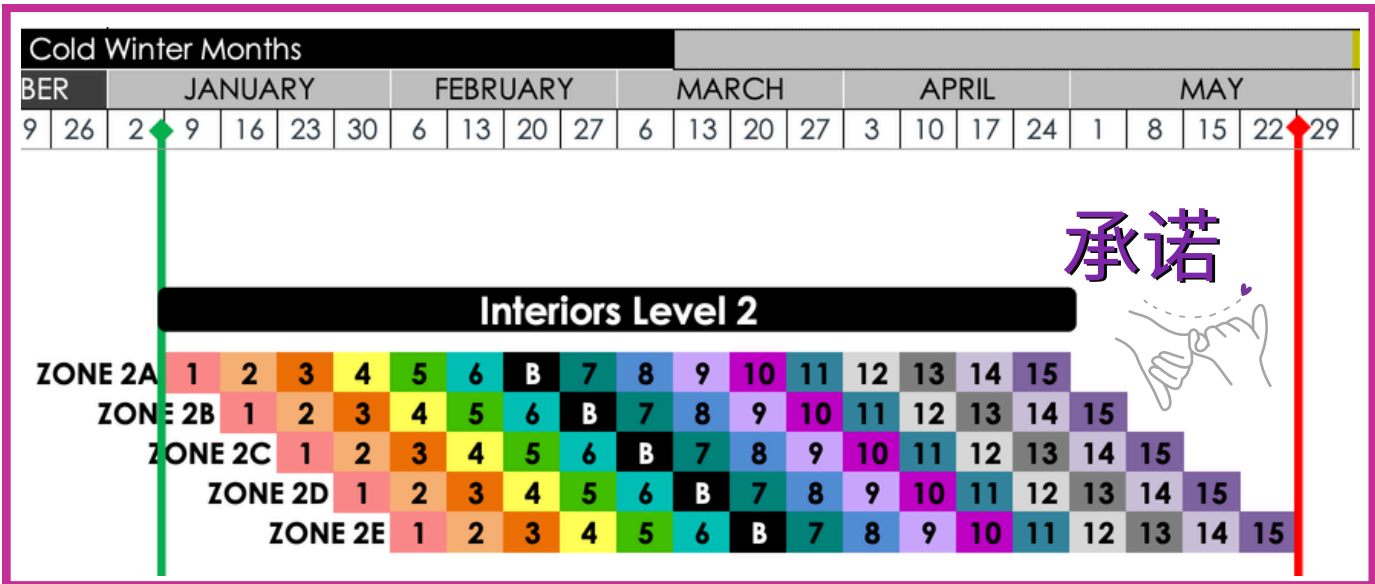


TAKT 计划的最低要求

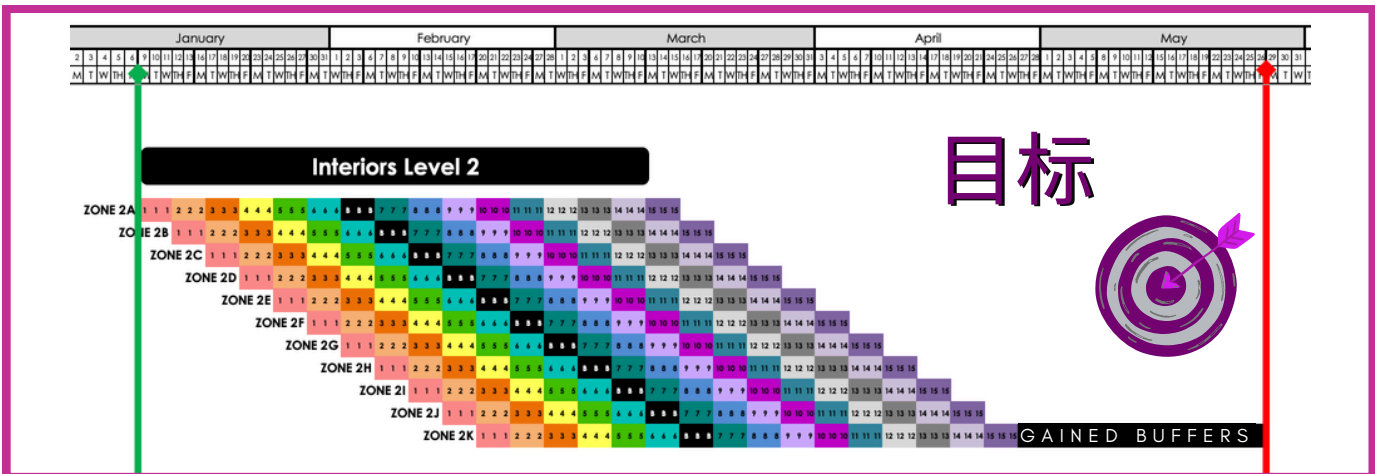
为确保 TAKT 计划格式规范、清晰且可执行，必须包含以下内容：

- 宏观 Takt 计划应控制在一页内。
- 时间轴置于顶部，位置（作业区/阶段）列于左侧，始终采用“时间 × 位置”的格式。
- 始终对活动或工序车厢进行颜色编码，以便清晰地看到**工种流**，并附上明确公开的图例。工序车厢必须上色；作业区仅可在不与车厢颜色冲突或造成混淆的前提下使用彩色边框。红色和橙色不得用于工序车厢，应保留给**障碍**和**制约因素**使用。
- **活动内容**应标注在图例中，或直接标在活动本身附近。**Takt 作业区划分图**应紧邻对应的阶段展示。**天气影响周期**应置于时间轴顶部。
- 计划需包含项目名称及公司标识，并清晰标出以下关键目标日期：
 - 开工通知日
 - 实质完工目标**目标**
 - 最终完工**目标**
 - 财务完工**目标**：即总包和业主代表停止计费的时间点
- 这些目标日期和天气风险均已设置相应的**缓冲**。你主要会在常规计划中看到缓冲。宏观计划可以不显示缓冲，因为它代表的是你最慢、最保守的推进速度。我们将在后续的常规计划中通过优化赢得缓冲。
- 以下三项关键要素必须明确呈现：
 - 许可
 - 合同
 - 协调
- **施工前期会议**和**拉动计划**应设有内置**触发机制**。
- **关键里程碑、长周期采购项及关键材料设备**需明确标注。
- 工种间的相互依赖关系必须清晰标记。
- 如适用，需标明“**不可逆 Takt 节点**”。
- 除非绝对必要，**否则不要显示周末**。

现在我们准备好向常规计划进行优化了。下面的图示展示了同一份计划采用两种不同作业区划分策略的差异。第一个计划是宏观计划，其中标出了作为合同组成部分并已向业主**承诺**的完工日期。该计划具有生产力、责任感且公平合理。本例仅针对二层的一个单一阶段。



第二个计划是经过优化的常规策略，它通过加速推进赢得了宝贵的缓冲时间，同时依然兼顾了各工种的实际需求。这种优化的实现，得益于与分包商的紧密协同，以及项目团队对细化作业区划分的共同承诺。本质上，这两份计划同根同源，只是展现了两种不同的运行速率，而优化后所释放的缓冲空间现在已清晰可见。



重要的是要理解，这两张图展示的是同一个计划、同一个里程碑、相同的劳动力数量和相同的工作量。**唯一的区别在于作业区的划分方式**。当常规计划采用更细粒度的作业区划分时，团队就能赢得缓冲时间，并以流畅的方式完成工作。宏观计划是向业主做出的**承诺**，而常规计划则是团队内部追求的**目标**。我们是如何做到这一点的呢？接下来，我们需要深入使用凯文的另一个计算工具。



Takt 计算器--

该工具由凯文·赖斯开发，用于优化我们的施工阶段。计算器会为你推荐最优的作业区划分策略，从而优化 Takt 阶段，换句话说，它能生成流动最佳、总工期最短的最优执行策略。接下来我们将逐一解释其中的各项内容，下一页将提供更详细的图示说明。

该计算器会模拟多种不同的作业区划分策略。

此列显示针对每种作业区策略所调整后的 Takt 周期。

此列显示各工种因采用该作业区策略而赢得的时间量。

“实际流动潜力”一栏以百分比形式反映你的计划流动效率的高低。

初始 Takt 工序车厢数量。

初始作业区数量。

单个作业区的平均面积 (平方英尺或平方米)。

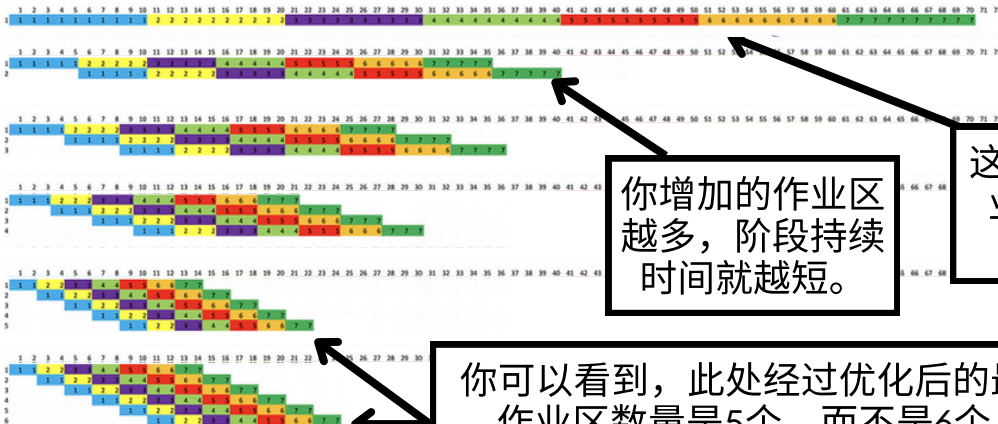
Takt Wagons	Takt Zones	Takt Time	Duration	Trade Time Gained	Area per Zone	Takt Level	Realized Flow Potential	Efficiency Parametric	Value Parametric
15	2	13	208	1	14,398	Bad	15%	2.50	15.00
15	3	9	153	2	9,598	Bad	25%	5.00	7.50
15	4	7	126	3	7,199	Macro	31%	3.75	5.00
15	5	5	95	0	5,759	Macro	41%	3.00	3.75
15	6	5	100	5	4,799	Macro	39%	2.50	3.00
15	7	4	84	3	4,114	Macro	46%	2.14	2.50
15	8	4	88	7	3,999	Macro	44%	1.88	2.14
15	9	3	69	2	3,199	Norm	54%	1.67	1.88
15	10	3	72	5	2,880	Norm	54%	1.50	1.67
15	11	3	75	8	2,618	Norm	52%	1.36	1.50
15	12	3	78	11	2,400	Norm	50%	1.25	1.36
15	13	2	54	1	2,215	Norm	72%	1.15	1.25
15	14	2	56	3	2,057	Norm	70%	1.07	1.15
15	15	2	58	5	1,920	Norm	67%	1.00	1.07
15	16	2	60	7	1,800	Norm	65%	0.94	1.00
15	17	2	62	9	1,694	Norm	63%	0.88	0.94
15	18	2	64	11	1,600	Norm	61%	0.83	0.88
15	19	2	66	13	1,516	Norm	59%	0.79	0.83
15	20	2	68	15	1,440	Norm	57%	0.75	0.79
15	21	2	70	17	1,371	Norm	56%	0.71	0.75
15	22	2	72	19	1,309	Norm	54%	0.68	0.71
15	23	2	74	21	1,252	Norm	53%	0.65	0.68
15	24	2	76	23	1,200	Norm	51%	0.63	0.65
15	25	1	39	0	1,152	Norm	100%	0.60	0.63
15	26	1	40	1	1,108	Norm	98%	0.58	0.60
15	27	1	41	2	1,066	Norm	95%	0.56	0.58
15	28	1	42	3	1,028	Norm	93%	0.54	0.56
15	29	1	43	4	993	Norm	91%	0.52	0.54
15	30	1	44	5	960	Norm	89%	0.50	0.52
15	31	1	45	6	929	Norm	87%	0.48	0.50
15	32	1	46	7	900	Norm	85%	0.47	0.48
15	33	1	47	8	873	Norm	83%	0.45	0.47
15	34	1	48	9	847	Norm	81%	0.44	0.45
15	35	1	49	10	823	Norm	80%	0.43	0.44
15	36	1	50	11	800	Norm	78%	0.42	0.43
15	37	1	51	12	778	Norm	76%	0.41	0.42

此列显示你当前所处的 Takt 计划层级。

你和你的施工经理认为的单个作业区面积 (平方英尺或平方米) 下限。

此列显示根据你所选作业区策略得出的阶段持续时间。

“效率与价值参数”是由马尔科·宾宁格和亚诺什·德劳吉发明的衡量指标，用于界定常规计划层级中可接受的合理范围。



你增加的作业区越多，阶段持续时间就越短。

这是仅使用一个作业区时的阶段样子。

你可以看到，此处经过优化后的最佳作业区数量是5个，而不是6个。

如果团队已有工种进场，并已准备好开展拉动计划，他们将使用此前确定的宏观计划参数——即15个工序车厢、5个作业区和5天Takt周期——作为起点，进而推导出常规生产计划所需的新作业区数量和新的Takt周期。

从宏观到常规

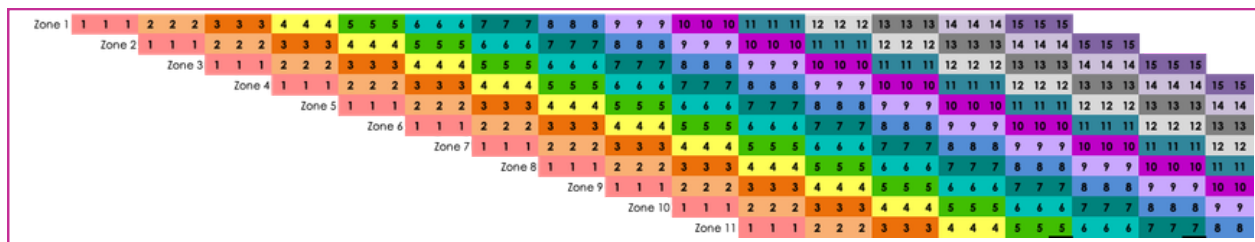
Optimize the Takt Phase		Takt Wagons	Takt Zones	Takt Time	Duration	Trade Time	Value Parametric	Takt Level	Realized Flow Potential	Efficiency Parametric	Value Parametric
Takt Wagons	15	15	2	13	200	1	24,713	Bad	19%	7.50	15.00
Takt Zones	5	15	3	9	159	2	16,475	Bad	25%	5.00	7.50
Takt Time	5	15	4	7	126	3	12,356	Macro	31%	3.75	5.00
Duration	95	15	5	5	95	0	9,885	Macro	41%	3.00	3.75
		15	6	5	100	5	8,238	Macro	39%	2.50	3.00
		15	7	4	84	3	7,061	Macro	46%	2.14	2.50
		15	8	4	80	7	6,176	Macro	44%	1.80	2.14
		15	9	3	69	2	5,492	Norm	57%	1.67	1.88
		15	10	3	72	5	4,943	Norm	54%	1.50	1.67
		15	11	3	75	8	4,493	Norm	52%	1.36	1.50
		15	12	3	78	11	4,119	Norm	50%	1.25	1.36
		15	13	2	54	1	3,802	Norm	72%	1.15	1.25
		15	14	2	56	3	3,530	Norm	70%	1.07	1.15
		15	15	2	58	5	3,295	Norm	67%	1.00	1.07
		15	16	2	60	7	3,089	Norm	65%	0.94	1.00
		15	17	2	62	9	2,907	Norm	63%	0.88	0.94
		15	18	2	64	11	2,746	Norm	61%	0.83	0.88
		15	19	2	66	13	2,601	Norm	59%	0.79	0.83
		15	20	2	68	15	2,471	Norm	57%	0.75	0.79
		15	21	2	70	17	2,354	Norm	56%	0.71	0.75
		15	22	2	72	19	2,247	Norm	54%	0.68	0.71
		15	23	2	74	21	2,149	Norm	53%	0.65	0.68
		15	24	2	76	23	2,059	Norm	51%	0.63	0.65
		15	25	1	39	0	1,977	Norm	100%	0.60	0.63
		15	26	1	40	1	1,901	Norm	98%	0.58	0.60
		15	27	1	41	2	1,831	Norm	95%	0.56	0.58
		15	28	1	42	3	1,765	Norm	93%	0.54	0.56
		15	29	1	43	4	1,704	Norm	91%	0.52	0.54
		15	30	1	44	5	1,648	Norm	89%	0.50	0.52
		15	31	1	45	6	1,594	Norm	87%	0.48	0.50
		15	32	1	46	7	1,545	Norm	85%	0.47	0.48
		15	33	1	47	8	1,498	Norm	83%	0.45	0.47
		15	34	1	48	9	1,454	Norm	81%	0.44	0.45
		15	35	1	49	10	1,412	Norm	80%	0.43	0.44
		15	36	1	50	11	1,373	Norm	78%	0.42	0.43
		15	37	1	51	12	1,336	Norm	76%	0.41	0.42

Shortest Durations		
Best # Zones	Takt Time	Duration
25	1	39
13	2	54
9	3	69
7	4	84
5	5	95
5	6	114
4	7	126
4	8	144
3	9	153
3	10	170

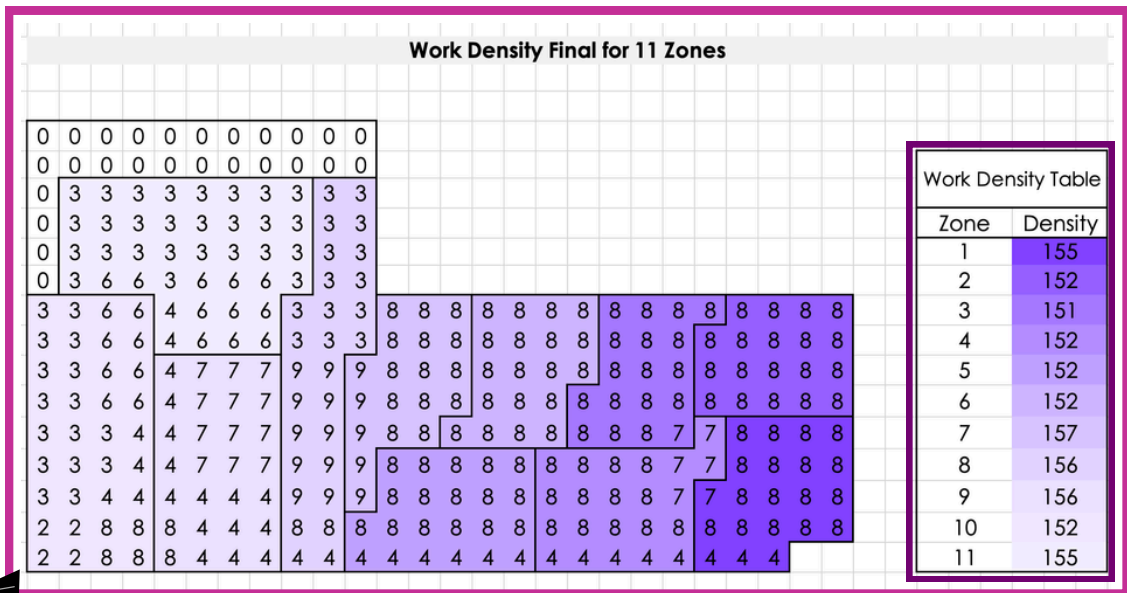
团队选定的常规策略是11个作业区。这一方案为工种伙伴争取了更多时间，整体工期更短，且单个作业区的面积（平方英尺）处于可管理范围内。这是一个优质的计划，同时团队还可保留9个或13个作业区的备用方案以备不时之需——这些备用方案的实际流动潜力（RFP）通常在60%至100%之间。一旦确定采用11个作业区，团队便根据该策略对工序进行打包和排序。



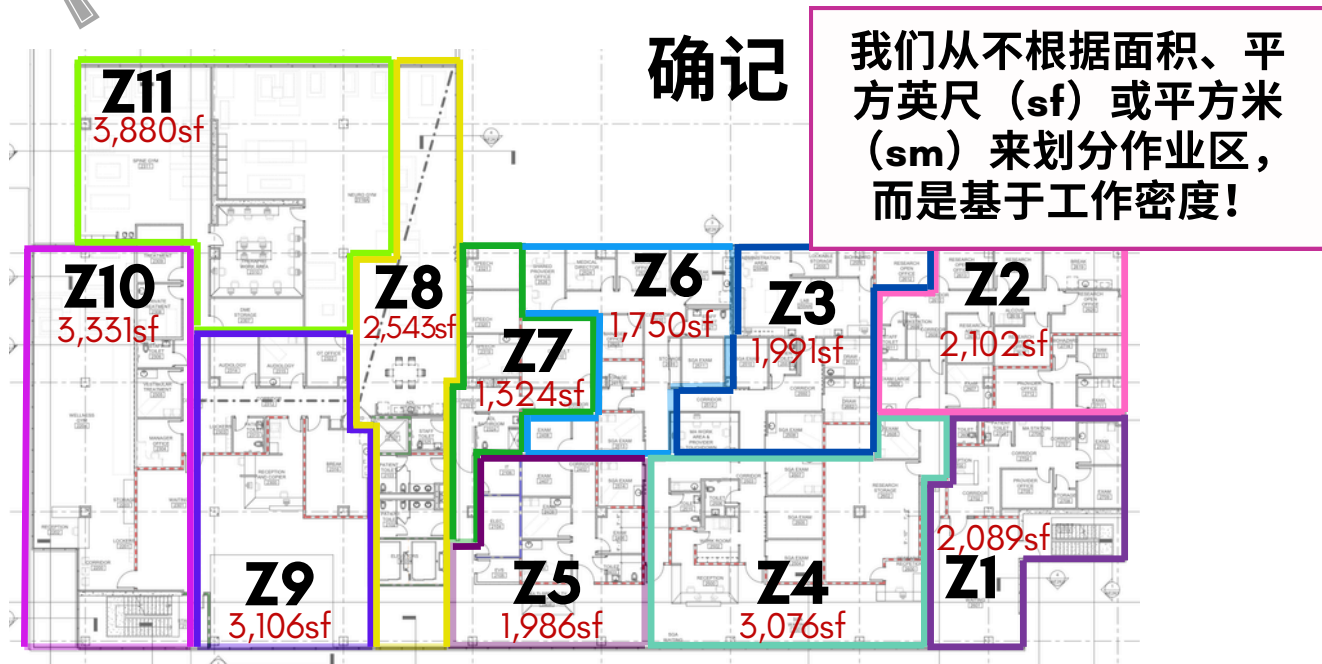
这就是最终成果：你可以看到这个包含11个作业区和15个工序车厢的常规阶段。该阶段将用于设置缓冲，并作为实际生产执行的依据。



对照上一张图右侧的**工作密度表**，我们发现各作业区的工作量并不均衡。为了让各施工班组在每个作业区内承担大致相同的工作量，我们需要对作业区边界进行适当调整。

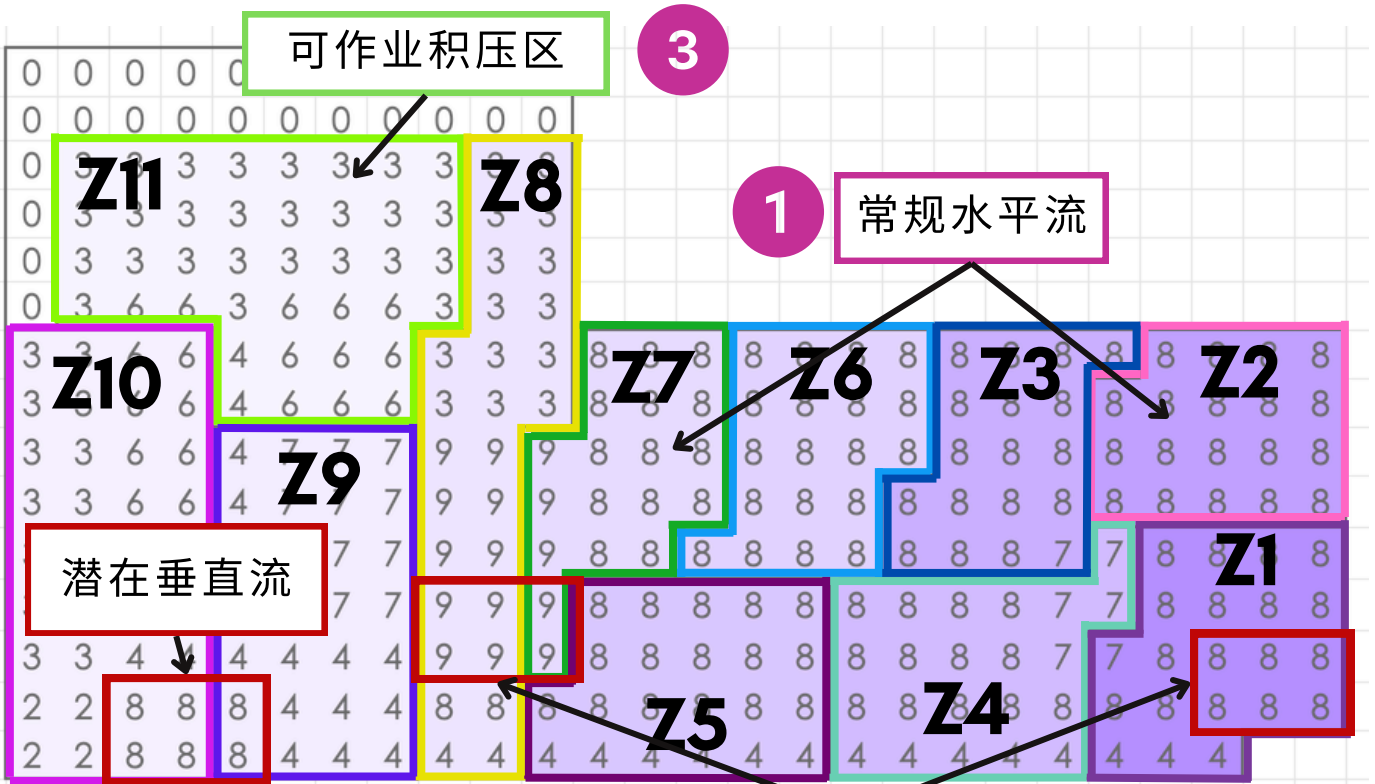


自然调整作业区边界，以适应项目几何形态！

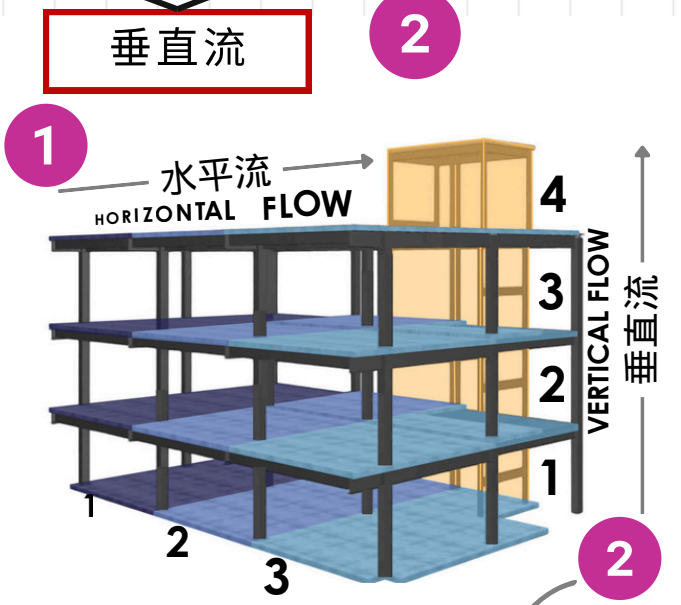


现在作业区的工作量已经均衡，接下来我们将按**作业区类型**进行标注。请记住，我们有以下几种作业区类型：

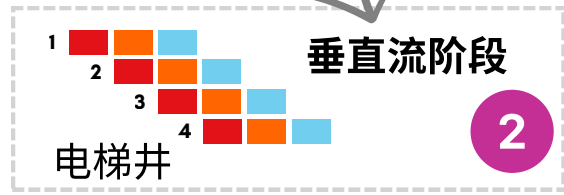
1. **水平型**：适用于水平方向推进的工作流。（注意：第一个作业区应略小一些。）
2. **垂直型**：适用于垂直方向推进的工作流。
3. **可作业积压区**：指已准备就绪、但不属于关键流动路径的工作。这类区域用于支持“弹性产能”——即当资源需在不同区域间共享、或某处需要额外支援时，可灵活调配人力投入。



我们已确定第11区可作为可作业积压区，同时也标出了可能被选为垂直流的区域。电梯井、楼梯间、卫生间、上下对齐的电气间和管道竖井等，都是典型的垂直流示例。



你将在“延误”章节中了解到为什么我们需要这个。



我想具体说明一下宏观计划与常规计划之间的关系，并将其延伸至实际作业执行层面。



主计划

宏观

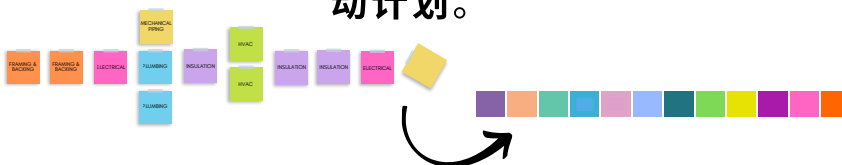


宏观计划是我们基于最佳估算、项目图纸及技术规格制定的战略性**主计划**。



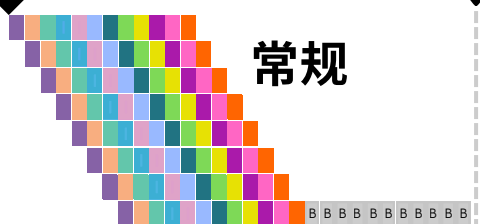
拉动计划

随后，针对每个阶段，依据宏观计划中的里程碑，并按作业区逐一编制**拉动计划**。



生产计划

常规



随后，基于与工种协作确定的作业顺序，并结合优化后的作业区数量，制定出**常规层级**的**生产计划**。该常规计划现已包含缓冲时间，成为实际生产的执行目标。



前瞻计划

前瞻计划随后从该常规计划中提取生成，用于提前准备作业面，并在障碍影响施工前**识别、讨论和解决**这些问题。

周工作计划

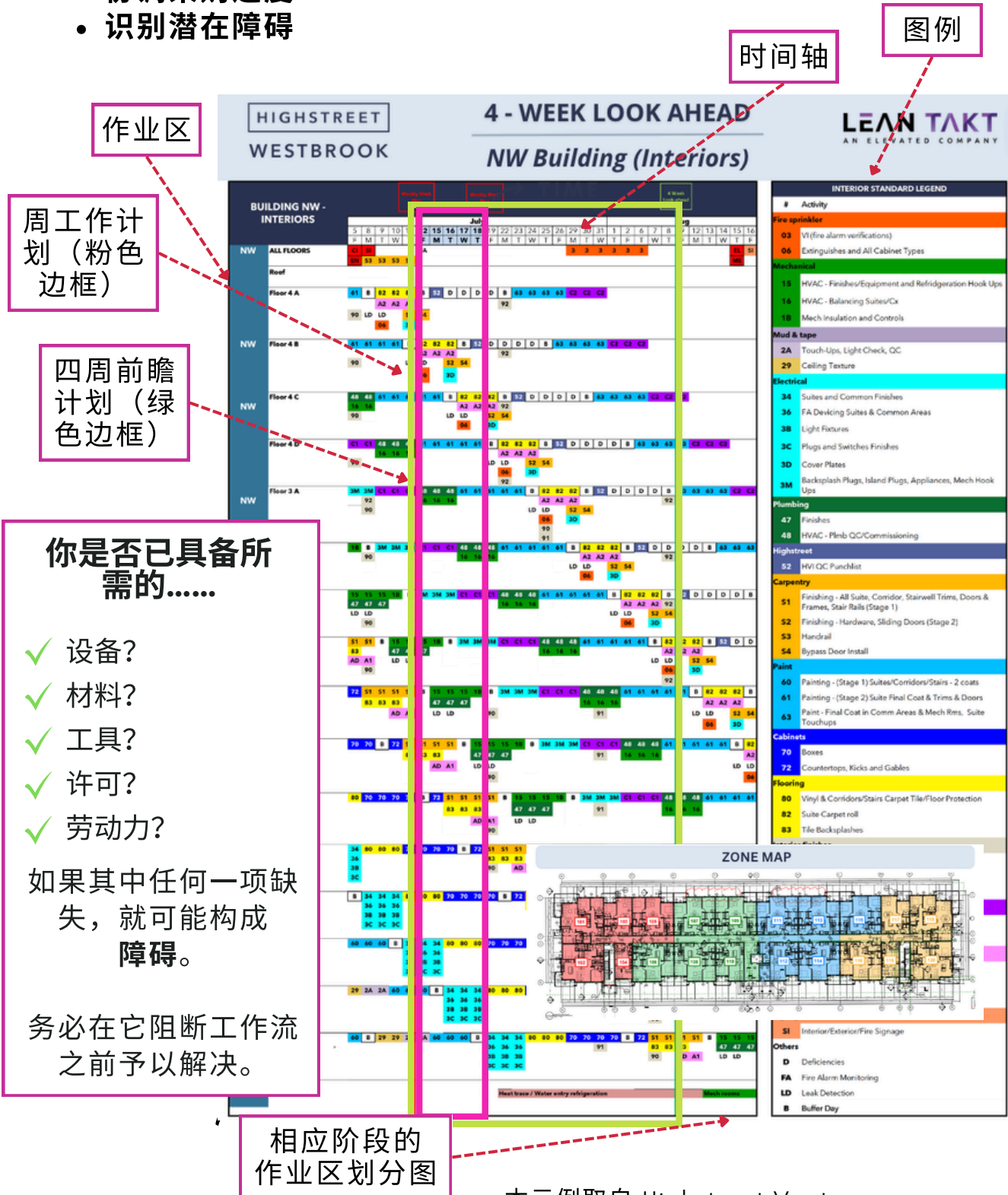
周工作计划随后从前瞻计划中进一步细化，作为末位计划员®（Last Planners®）进行交接承诺和执行作业的工具。通常涵盖本周剩余时间和下周的工作内容。

前瞻计划、周工作计划和日计划在《TAKT 指导与控制》一书中有详细阐述，但它们均以常规层级的生产计划为基础。因此，我在接下来的页面中附上了示例，以便让你了解它们的实际样子。

前瞻计划一览表

目的：

- 让工作面准备就绪
- 协调采购进度
- 识别潜在障碍



周工作计划一览表

目的：

- 掌握各作业区的每日生产安排。
- 带入工地现场，进行实地巡查。
- 识别并管理各工序间的移交。
- 发现并清除现场的作业障碍。
- 在打印图纸上直接记录调整内容。
- 在每日会议中开展高效协作

HIGHSTREET WESTBROOK		WEEKLY WORK PLAN		LEAN TAKT					
		NW Building (Interiors)		AN ELEVATED COMPANY					
Section	ZONE	WEEKLY WORK PLAN		12	15	16	17	18	NOTES
		TRADE	#	ACTIVITY	F	M	T	W	
All Floors	Others	FA							
	Highstreet	S2		HVOC Punchlist					
Floor 4 A	Others	D		Deficiencies			D	D	
	Carpentry	S4		Bypass Door Install					
	Flooring	82		Suite Carpet roll					
Floor 4 B	Appliances	A2		Appliances - F, S, W&D					
	Others	LD		Leak Detection					
	Fire Sprinkler	06		Extinguishers and All Cabinet Types					
	Highstreet	S2		HVOC Punchlist					
	Carpentry	S2		Finishing - Hardware, Sliding Doors (Stage 2)					
Floor 4 C	Carpentry	S4		Bypass Door Install					
	Electrical	3D		Cover Plates					
	Paint	61		Painting - (Stage 2) Suite Final Coat & Trims & Doors					
	Flooring	82		Suite Carpet roll					
	Appliances	A2		Appliances - F, S, W&D					
Floor 4 D	Others	LD		Leak Detection					
	Fire Sprinkler	06		Extinguishers and All Cabinet Types					
	Paint	61		Painting - (Stage 2) Suite Final Coat & Trims & Doors					
	Mechanical	16		HVAC - Balancing Suites/Cx					
	Plumbing	48		HVAC - Plumb OC/Commissioning					
Floor 3 A	Paint	61		Painting - (Stage 2) Suite Final Coat & Trims & Doors					
	Cleaning	C1		Cleaning - Construction					
Floor 3 B	Plumbing	48		HVAC - Plumb OC/Commissioning					
	Mechanical	16		HVAC - Balancing Suites/Cx					
Floor 3 C	Electrical	3M		Backsplash Plugs, Island Plugs, Appliances, Mech Hook Ups					
	Cleaning	C1		Cleaning - Construction					
Floor 3 D	Mechanical	16		HVAC - Finishes/Equipment and Refrigeration Hook Ups					
	Plumbing	47		Mech Insulation and Controls					
Floor 2 A	Electrical	3M		Backsplash Plugs, Island Plugs, Appliances, Mech Hook Ups					
	Mechanical	16		HVAC - Finishes/Equipment and Refrigeration Hook Ups					
	Plumbing	47		Finishes					
	Others	LD		Leak Detection					
	Carpentry	S1		Finishing - All Suite, Corridor, Stairwell Trims, Doors & Frames, Stair Rails (Stage 1)					
Floor 2 B	Flooring	83		Tile Backsplashes					
	Appliances	AD		Appliances - Delivery					
	Appliances	A1		Appliances - DW & MW					
	Others	LD		Leak Detection					
	Mechanical	16		HVAC - Finishes/Equipment and Refrigeration Hook Ups					
Floor 2 C	Plumbing	47		Finishes					
	Cabinets	72		Countertops, Kicks and Gables					
	Carpentry	S1		Finishing - All Suite, Corridor, Stairwell Trims, Doors & Frames, Stair Rails (Stage 1)					
	Flooring	83		Tile Backsplashes					
	Appliances	AD		Appliances - Delivery					
Floor 2 D	Cabinets	70		Boxes					
	Cabinets	72		Countertops, Kicks and Gables					
Floor 1 A	Flooring	80		Vinyl & Corridor/Stairs Carpet Tile/Floor Protection					
	Cabinets	70		Boxes					
Floor 1 B	Electrical	34		Suites and Common Finishes					
	Electrical	36		FA Devising Suites & Common Areas					
	Electrical	3B		Light Fixtures					
	Electrical	3C		Plugs and Switches Finishes					
Floor 1 C	Flooring	80		Vinyl & Corridor/Stairs Carpet Tile/Floor Protection					
	Paint	60		Painting - (Stage 1) Suites/Corridors/Stairs - 2 coats					
	Electrical	34		Suites and Common Finishes					
	Electrical	36		FA Devising Suites & Common Areas					
	Electrical	3B		Light Fixtures					
Floor 1 D	Electrical	3C		Plugs and Switches Finishes					
	Mud & Tape	2A		Touch-Ups, Light Check, OC					
	Paint	60		Painting - (Stage 1) Suites/Corridors/Stairs - 2 coats					

作业区

周工作计划

工序交接

图例

作业区划分图

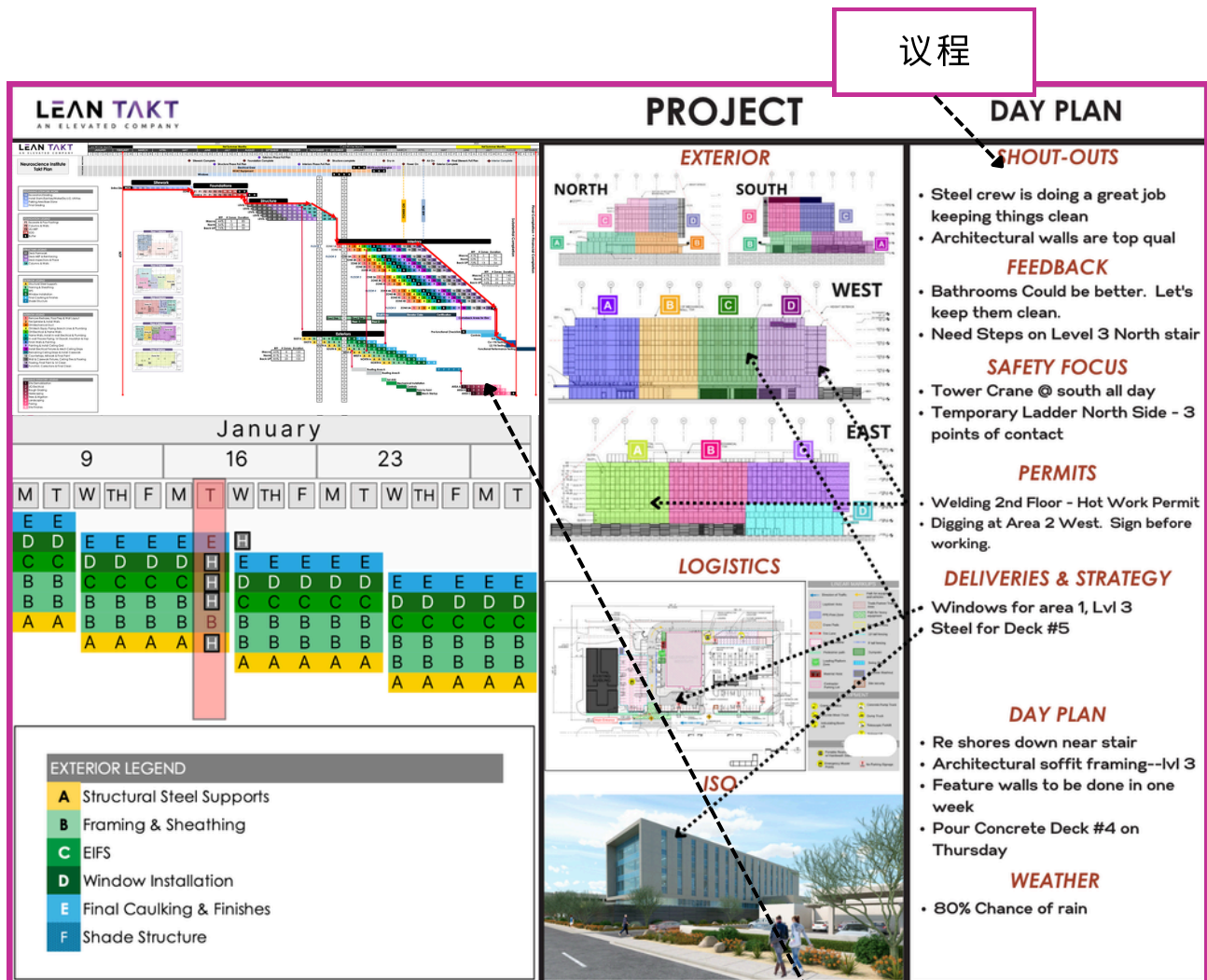


本示例取自 Highstreet Ventures。

日计划看板一览表

目的：

- 将当日计划可视化
- 为早晨班组短会提供议程
- 确保所有人员目标一致、信息同步
- 提供一种可通过二维码随时访问的标准化格式



议程

项目
可视化图示

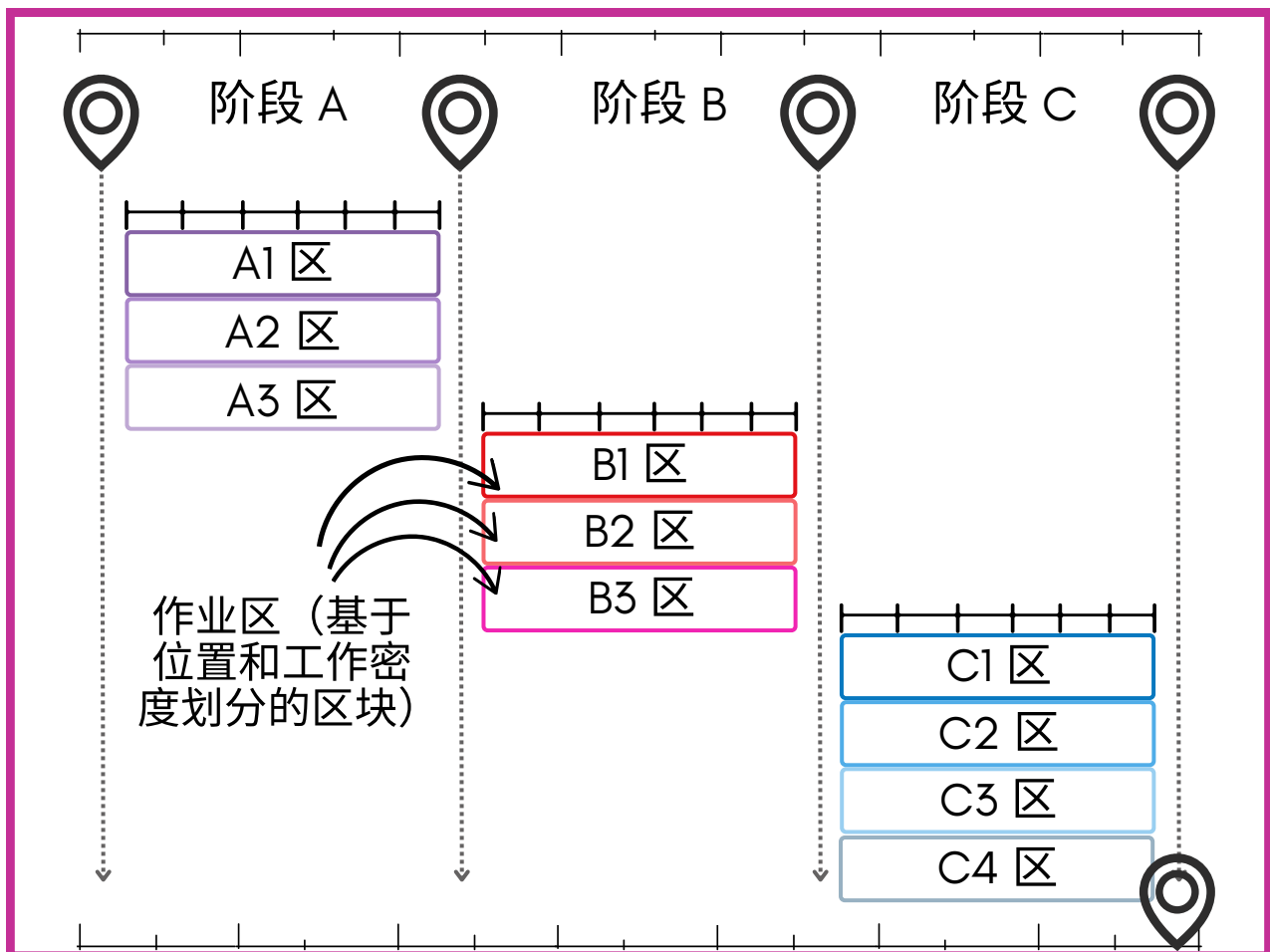
步骤 4



作业任务：

1. 研读施工**图纸**。
2. 识别必须绕行或协调的**制约因素**。
3. 理解项目的整体**施工流**。
4. 进行**工作密度分析**。
5. 初步划分**作业区**。
6. 初步确定 **Takt 工序车厢**数量。
7. 使用施工 **Takt** 公式，结合计算器，找出理想的作业区数量。
8. **调整并均衡**新作业区的边界。
9. 按**类型**对作业区进行标注。
10. 在设置**缓冲**后，确保计划格式规范、内容完整，可供评审。可使用检查清单核对是否包含所有必要组成部分。

现在我们已经明确了作业区策略，并完成了作业区的均衡划分。接下来，就可以讲解 Takt 周期了。请始终记住：在开展拉动计划、工作打包、确定最终 Takt 周期以及制定详细计划之前，必须先完成作业区的划分。

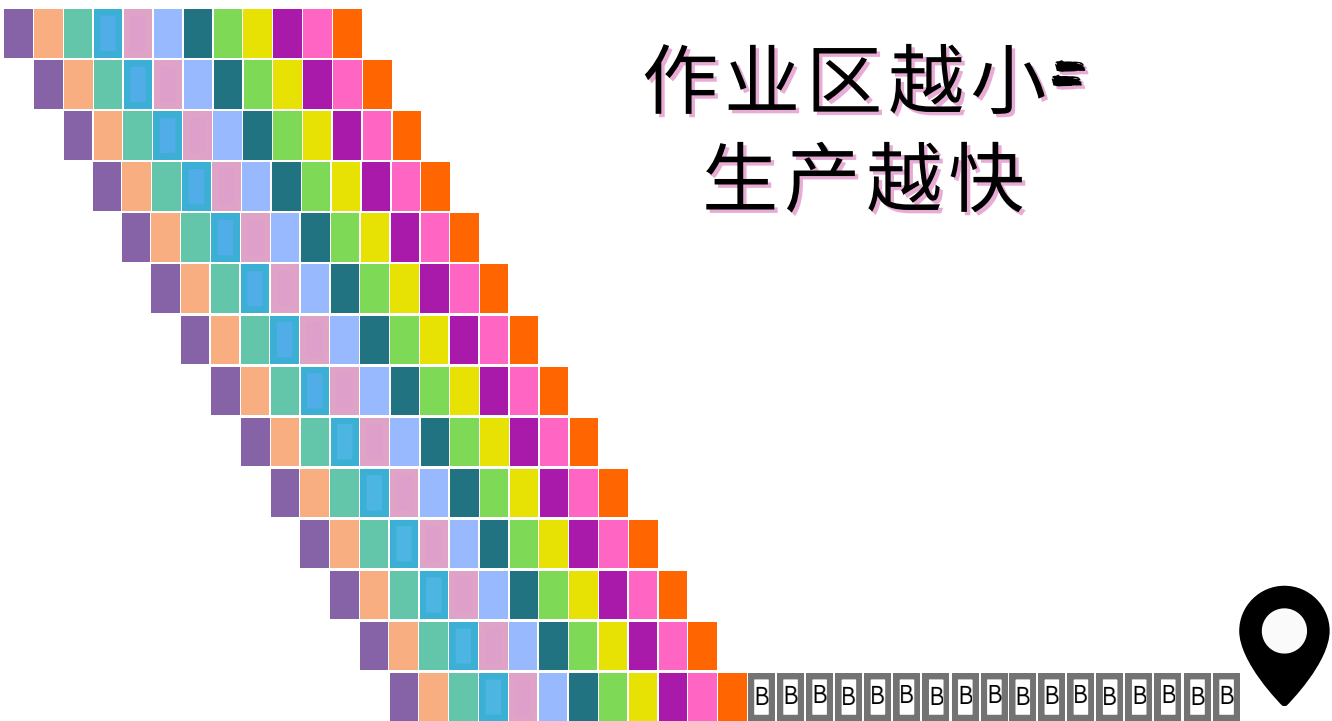


作业区策略

你可以通过重新划分作业区（借助计算器）来缩短阶段工期。例如，对于下图所示的某个随机7个作业区的阶段，如果将其作业区数量翻倍（即每个作业区的实际面积减半），就能在生产计划中显著节省时间。



这种做法在制定项目生产计划时非常有用——你可以在不损害工种伙伴利益的前提下，向业主展示其他可能的工期加速方案。作业区越小，生产计划的推进速度就越快；反之，若保持大作业区，则节奏会更慢。

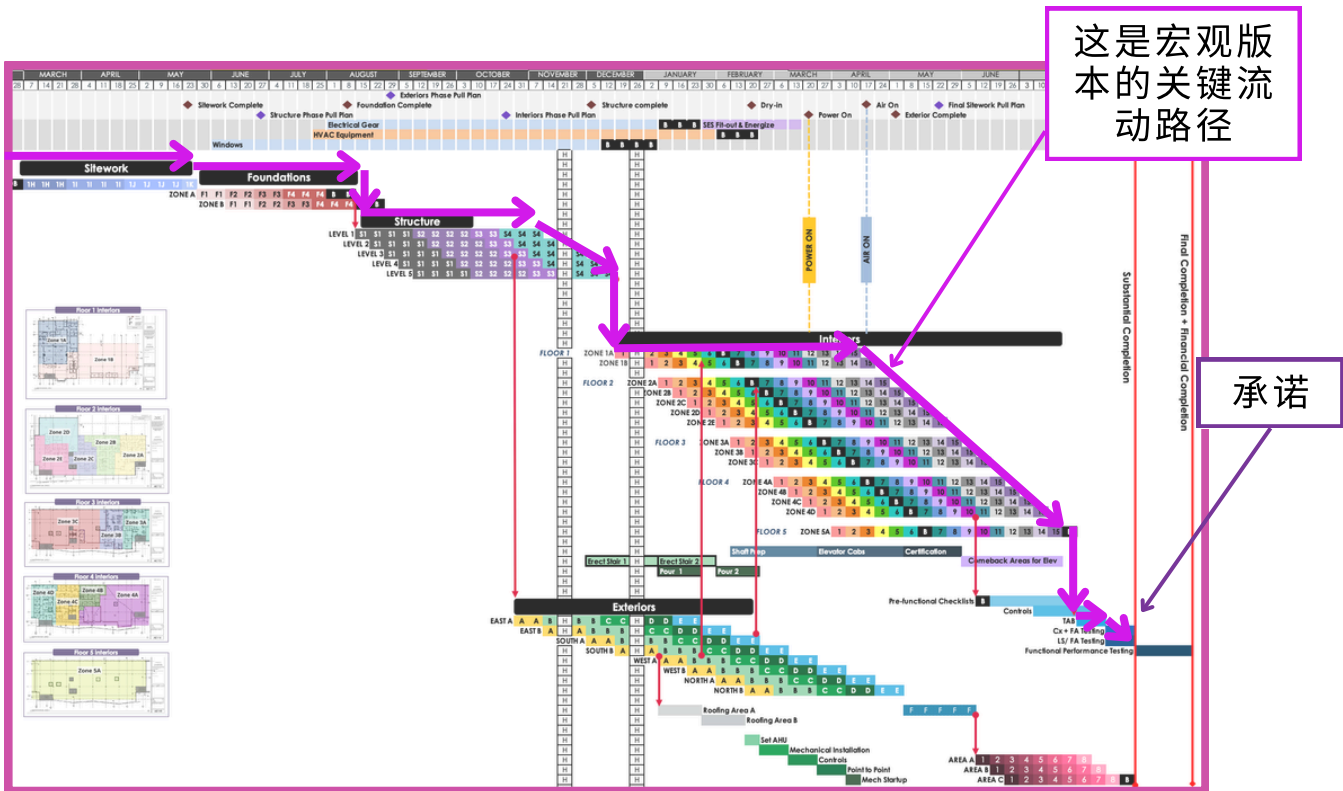


作业区越小 =
生产越快

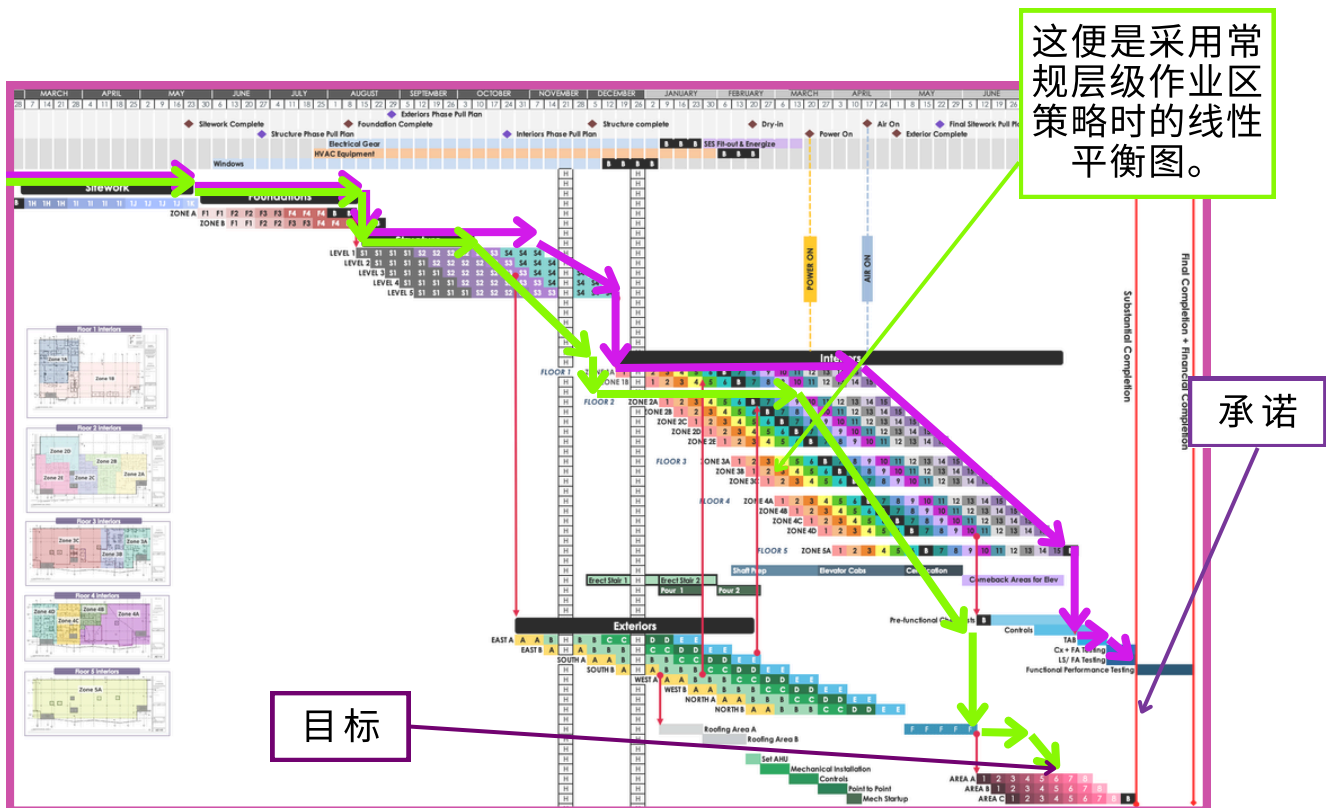
Takt 计划使您能够灵活设定三种推进速度，既不会对分包商产生负面影响，也无需投入额外成本：

- 宏观策略 —— 对应您对业主的合约承诺；
- 常规策略 —— 对应团队内部的执行目标；
- 备用策略 —— 对应情况恶化时的应急方案。

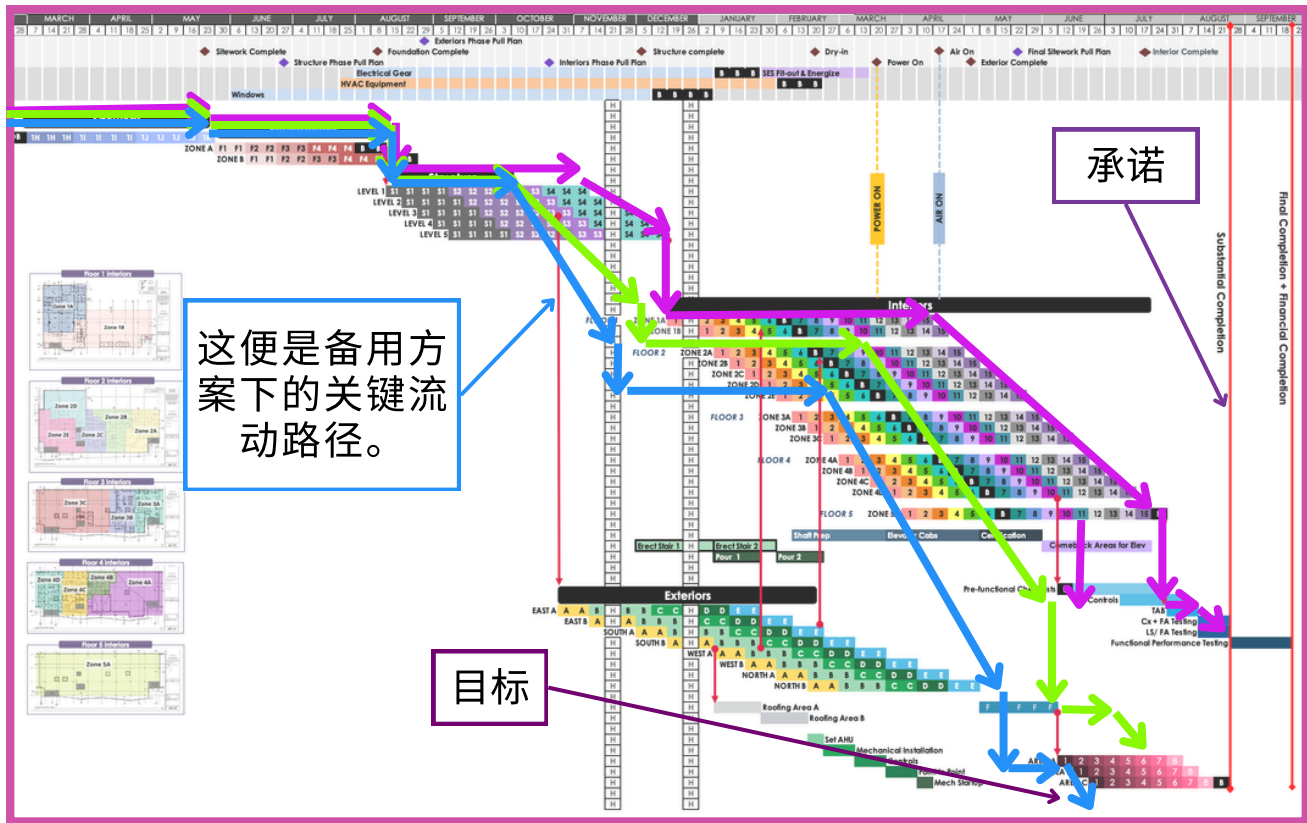
下一页的图示将直观展示这一宏观计划的结构。



如你所见，仅通过重新划分作业区，下方的生产计划就可以大幅提前。但需牢记一点：你的团队必须在每个阶段末尾保留缓冲时间 因此不能将所有赢得的时间都让渡给业主。你应将所赢得时间的三分之二保留在计划中作为缓冲。



请记住，你始终需要准备一套备用的作业区策略，以防项目陷入困境。



你可以借助 Takt Production System® (节拍生产系统)，并使用由凯文·赖斯开发、基于亚诺什和马尔科研究成果的 Takt 计算器，来识别和制定你的各种策略方案。

Optimize the Takt Phase		Takt Wagons	Takt Zones	Takt Time	Duration	Trade Time Gained	Area per Zone	Takt Level	Realized Flow Potential	Efficiency Parametric	Value Parametric		
Takt Inputs		15	5	5	95								
Area Inputs (m ² , sqft)		Area / Zone		9,885		Min Zone Size		1,000		Max Zone Size		10,000	
Total SQFT of Phase				49,425									
Shortest Durations		Best # Zones	Takt Time	Duration									
25	1	39											
13	2	54											
9	3	69											
7	4	84											
5	5	95											
5	6	114											
4	7	126											
4	8	144											
3	9	153											
3	10	170											
15	2	13	208	1	24,713	Bad	19%	7.50	15.00				
15	3	9	153	2	16,475	Bad	25%	5.00	7.50				
15	4	7	126	3	12,356	Macro	31%	3.75	5.00				
15	5	5	95	0	9,885	Macro	41%	3.00	3.75				
15	6	5	100	5	8,238	Macro	39%	2.50	3.00				
15	7	4	84	3	7,061	Macro	46%	2.14	2.50				
15	8	4	88	7	6,178	Macro	44%	1.88	2.14				
15	9	3	69	2	5,492	Norm	57%	1.67	1.88				
15	10	3	72	5	4,943	Norm	54%	1.50	1.67				
15	11	3	75	8	4,493	Norm	52%	1.36	1.50				
15	12	3	78	11	4,119	Norm	50%	1.25	1.36				
15	13	2	54	1	3,802	Norm	72%	1.15	1.25				
15	14	2	56	3	3,530	Norm	70%	1.07	1.15				
15	15	2	58	5	3,295	Norm	67%	1.00	1.07				
15	16	2	60	7	3,089	Norm	65%	0.94	1.00				
15	17	2	62	9	2,907	Norm	63%	0.88	0.94				
15	18	2	64	11	2,746	Norm	61%	0.83	0.88				
15	19	2	66	13	2,601	Norm	59%	0.79	0.83				
15	20	2	68	15	2,471	Norm	57%	0.75	0.79				
15	21	2	70	17	2,354	Norm	56%	0.71	0.75				
15	22	2	72	19	2,247	Norm	54%	0.68	0.71				
15	23	2	74	21	2,149	Norm	53%	0.65	0.68				
15	24	2	76	23	2,059	Norm	51%	0.63	0.65				
15	25	1	39	0	1,977	Norm	100%	0.60	0.63				
15	26	1	40	1	1,901	Norm	98%	0.58	0.60				
15	27	1	41	2	1,831	Norm	95%	0.56	0.58				
15	28	1	42	3	1,765	Norm	93%	0.54	0.56				
15	29	1	43	4	1,704	Norm	91%	0.52	0.54				
15	30	1	44	5	1,648	Norm	89%	0.50	0.52				
15	31	1	45	6	1,594	Norm	87%	0.48	0.50				
15	32	1	46	7	1,545	Norm	85%	0.47	0.48				
15	33	1	47	8	1,498	Norm	83%	0.45	0.47				
15	34	1	48	9	1,454	Norm	81%	0.44	0.45				
15	35	1	49	10	1,412	Norm	80%	0.43	0.44				
15	36	1	50	11	1,373	Norm	78%	0.42	0.43				
15	37	1	51	12	1,336	Norm	76%	0.41	0.42				

Takt 术语定义：

Takt 计划 (Takt Plan)：一种以“时间 × 位置”格式呈现的施工计划，清晰展示各工种（即“工种列车”）在计划主体中的流动，并符合 Taktguide.com 网站所规定的标准。

丰田生产系统 (Toyota Production System, TPS)：由丰田公司开发的一套集成化社会技术系统，包含其管理理念与实践方法。

Takt 规划 (Takt Planning)：在宏观或常规层级上创建 Takt 计划的过程。

Takt 引导 (Takt Steering)：对“工种列车”的运行进行管控，并围绕项目制约因素灵活调整路径的过程。

Takt 管控 (Takt Control)：通过管控项目环境，为“工种列车”清除障碍，并规范各工种作业方式的过程。

优化 (Optimize)：对计划中的任何组成部分实现最佳或最高效利用。

关键路径法 (Critical Path Method, CPM)：一种项目管理技术，用于流程规划，识别关键与非关键任务，并将其整合成网络图。

安灯系统 (Andon)：一种通知管理层、维修人员及其他相关人员出现质量或流程问题的警示系统。

流动单元 (Flow Unit)：在系统中被优先保障流动的基本单位。

末位计划员 (Last Planner®)：一种项目生产管理体系，旨在促进多方协作，建立可预测的工作流，从而实现可靠成果。

Scrum：一种管理框架，帮助团队自我组织并朝着共同目标高效推进工作。

缓冲 (Buffer)：插入两项活动之间的时间余量，用于减轻或缓解延误带来的影响。

开工通知 (Notice to Proceed): 由业主或公司负责人向承包商发出的正式函件, 告知承包商可依据先前签订的合同开始施工的具体日期。该日期即为合同的正式起始日。

实质完工 (Substantial Completion): 指整个项目 (或其中某一部分) 已达到可按预期用途使用的状态。

最终完工 (Final Completion): 标志着建筑项目的彻底结束, 表示所有工作——包括主要和次要任务——均已按照合同要求全部完成。

制约因素 (Constraints): 指项目环境或“工种列车”中存在的永久性 or 半永久性限制因素, 会妨碍正常功能发挥。这些因素在尽可能优化后, 仍需被接受, 并在其基础上进行规划和绕行。

障碍 (Roadblocks): 指任何可能阻碍施工中工序序列或“工种列车”正常推进的问题。

工作密度 (Work Density): 指某一工种所承担的工作量与其可用资源之间的比率。

Takt 工序车厢 (Takt Wagons): 在一个 Takt 区域内、同一 Takt 周期内打包的一个或多个工作包 (或工作范围), 并与同一“Takt 列车”中的其他车厢相连接。

工作包 (Work Packages): 项目中一组相互关联的任务, 将在一个 Takt 工序车厢内完成, 或作为多列 Takt 计划的一部分执行。

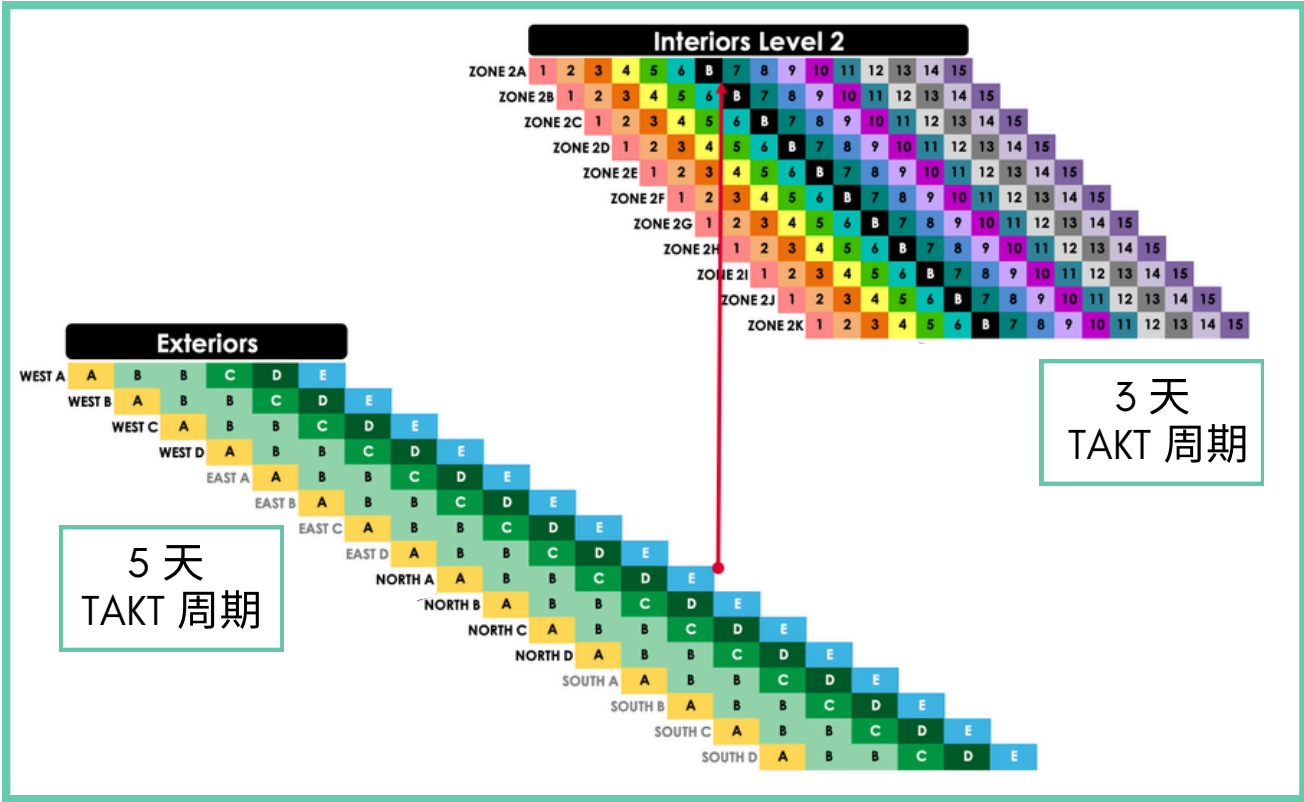
工种列车 (Train of Trades): 指按顺序作业、经过均衡并打包成 Takt 工序车厢的各工种班组。它象征着多个工种以相同速度、保持固定间距协同工作的运行模式。

瓶颈 (Bottleneck): 指阻碍目标达成的关键限制因素。通过系统性地改进该因素, 直至其不再成为制约点。

线性平衡图 (Line of Balance): 一种图表, 由一系列倾斜线条组成, 用于表示施工序列中重复性作业之间的生产速率关系。

TAKT 周期

在精益制造的语境中，Takt 周期 (Takt Time) 指的是为满足客户需求、同时保持 workflow 均衡，产品或服务所需完成的节奏。在建筑行业中，其原理类似，但具体指各工种工序在不同阶段中穿越作业区的速度，以确保如期达成最终完工日期。同时，Takt 周期也代表了“工种列车”完成一个阶段后，按固定节奏交付可移交空间给业主的速率。需注意：Takt 周期会因阶段不同而变化，某些阶段甚至包含多列“工种列车”，各自运行在不同的 Takt 周期下。

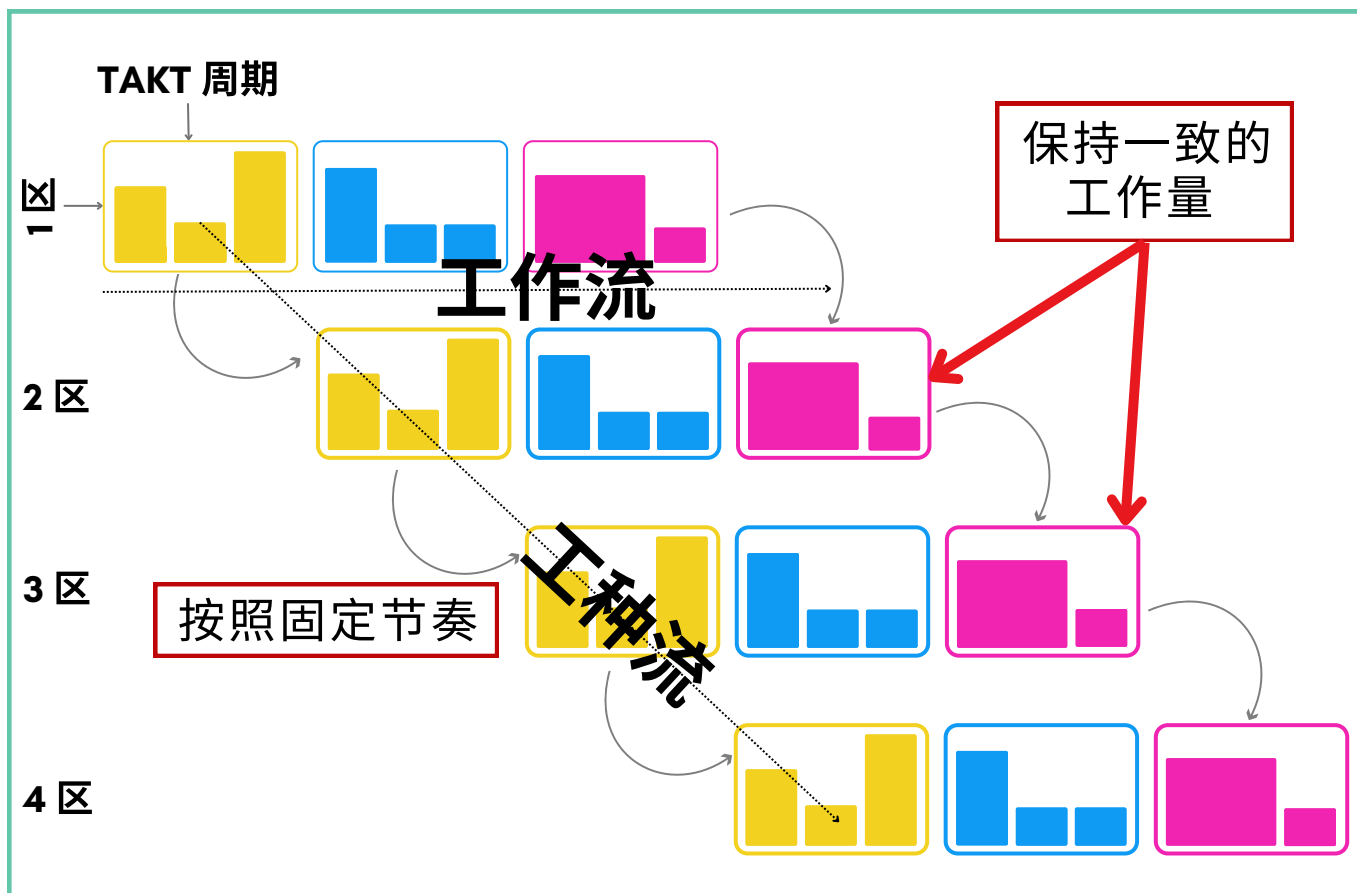


在施工中采用 TAKT 周期：

除了作业区边界外，Takt 周期提供了另一个关键参数，用于定义施工过程——



这使我们能够清晰地看到工种流动和工作流的节奏与状态。



.....并帮助我们确定在某一空间内需要划分多少个作业区，才能实现理想的生产效率.....

TW = TAKT 工序车厢数

TZ = TAKT 作业区数

TT = TAKT 周期天数

$$(TW + TZ - 1)(TT) = \text{工期}$$

	M	T	W	Th	F	M	T	W	Th	F	M	T	W
ZONE 1	1	1	1	2	2	2	3	3	3				
ZONE 2				1	1	1	2	2	2	3	3	3	

$$(TW + TZ - 1)(TT) = \text{工期}$$

$$(3 + 2 - 1)(3) = \mathbf{12 \text{ 天的工期}}$$

因此，通过减少每个作业区的面积来增加作业区的数量，可以有效地缩短工期。这正是优化过程的体现。

	M	T	W	Th	F	M	T	W	Th	F	M	T	W
1 区	1	2	3										
2 区		1	2	3									
3 区			1	2	3								
4 区				1	2	3							
5 区					1	2	3						
6 区						1	2	3					

优化

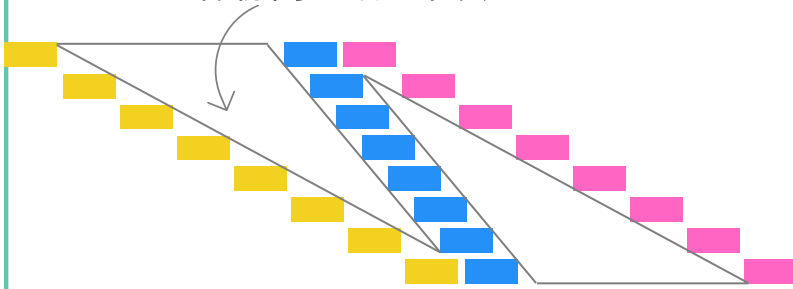
$$(TW + TZ - 1)(TT) = \text{工期}$$

$$(3 + 6 - 1)(1) = \mathbf{8 \text{ 天的工期}}$$

采用 **Takt 周期**，可在施工过程中为每个作业区设定中间节点（阶段性截止时间），从而实时跟踪进度。这使团队能够以单一流程连续作业，避免效率断层和资源过载。

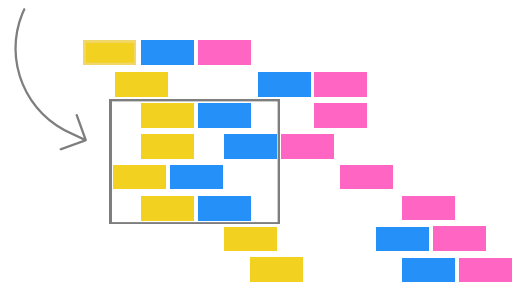
仅追求工种效率

会导致工种之间出现巨大**间隙**，因为它优先考虑各工种自身理想的生产速率，而非整体协同一致的节奏。

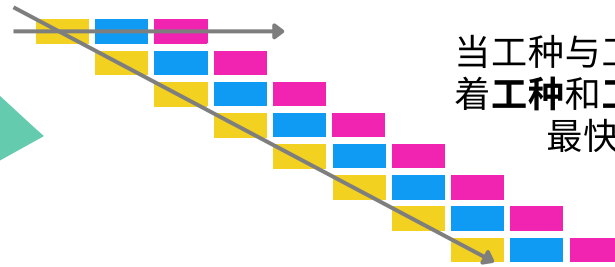


仅追求工作效率

会**过度压榨**工种，因为它忽视了工种实际完成工作的能力与限制。



高水平的工作效率 + 工种效率 = 工种流



当工种与工作**协同**高效时，意味着**工种和工作**能够以可能达到的最快速度流畅推进。

工作效率聚焦于市场需求——即项目需要在何时交付多少完成的空间。工种效率则聚焦于市场提供已安装工程的能力——即各工种能否稳定、可靠地完成工作。我们必须平衡并协调这两者，也就是说，需要同时实现高水平的工作效率和工种效率。

试想一家商业航空公司：业务中最关键的部分是什么？是飞机，还是乘客？

很多人会说“乘客”，这没错——但如果没有飞机，乘客寸步难行。如果航空公司希望将乘客安全准时送达目的地，就必须确保飞机得到妥善维护，并具备持续运行的能力。

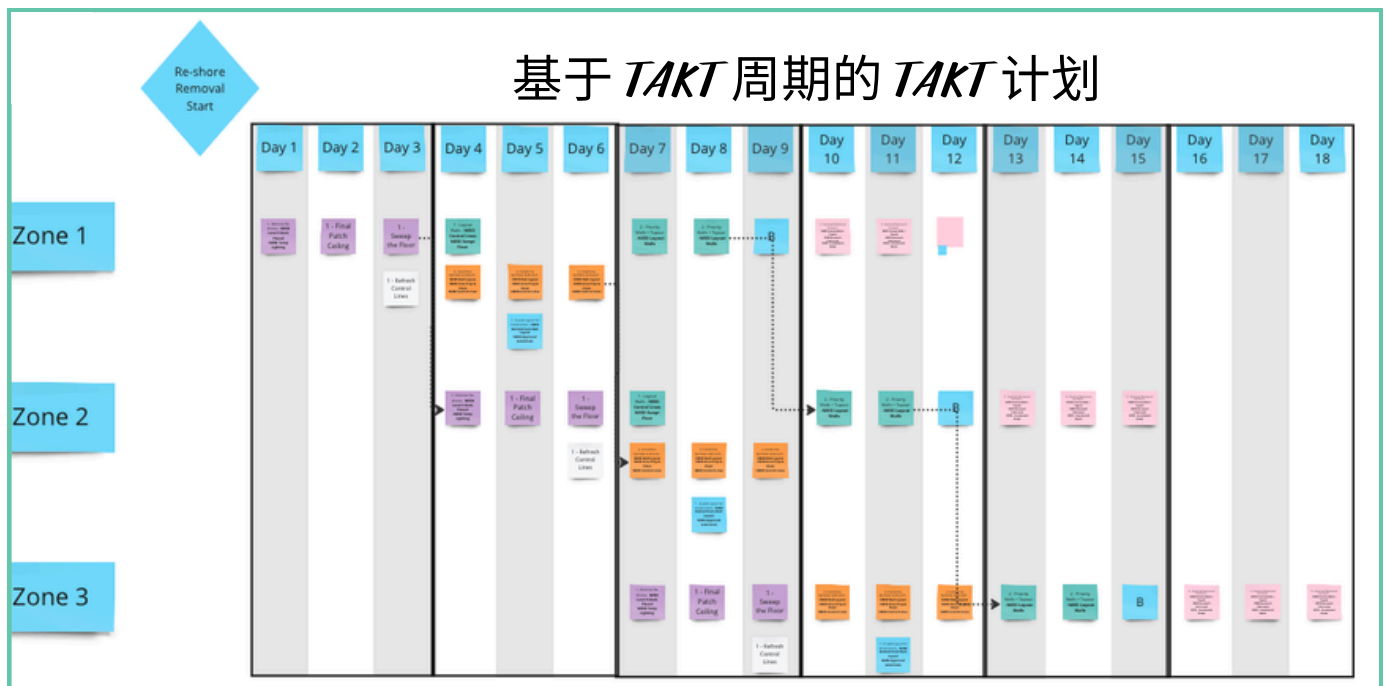


让飞机顺畅飞行，乘客自然就能顺利抵达。



接下来，我想强调一点：在一个阶段内，完全可以存在多列“工种列车”和多个 Takt 周期。坚持“一个阶段只能有一列列车、一个 Takt 周期”的做法，其实是行业中一个常见的误解，也是我们经常需要纠正的误区。需要明确的是：**每个阶段只应有一套统一的作业区划分**，但允许多列不同节奏的工种列车在同一套作业区内并行运行。

第一张图展示了我们在“基于 Takt 周期的 Takt 计划方法”中的示例前半部分。前三项工序经过前期优化（被“买出”），因此可以采用 3 天的 Takt 周期。橙色的消防喷淋承包商被要求缩减其安装班组的人数，以延长作业时间，从而适配 3 天的 Takt 周期——这样做的目的是将所有工序强行统一到同一个 Takt 周期中。



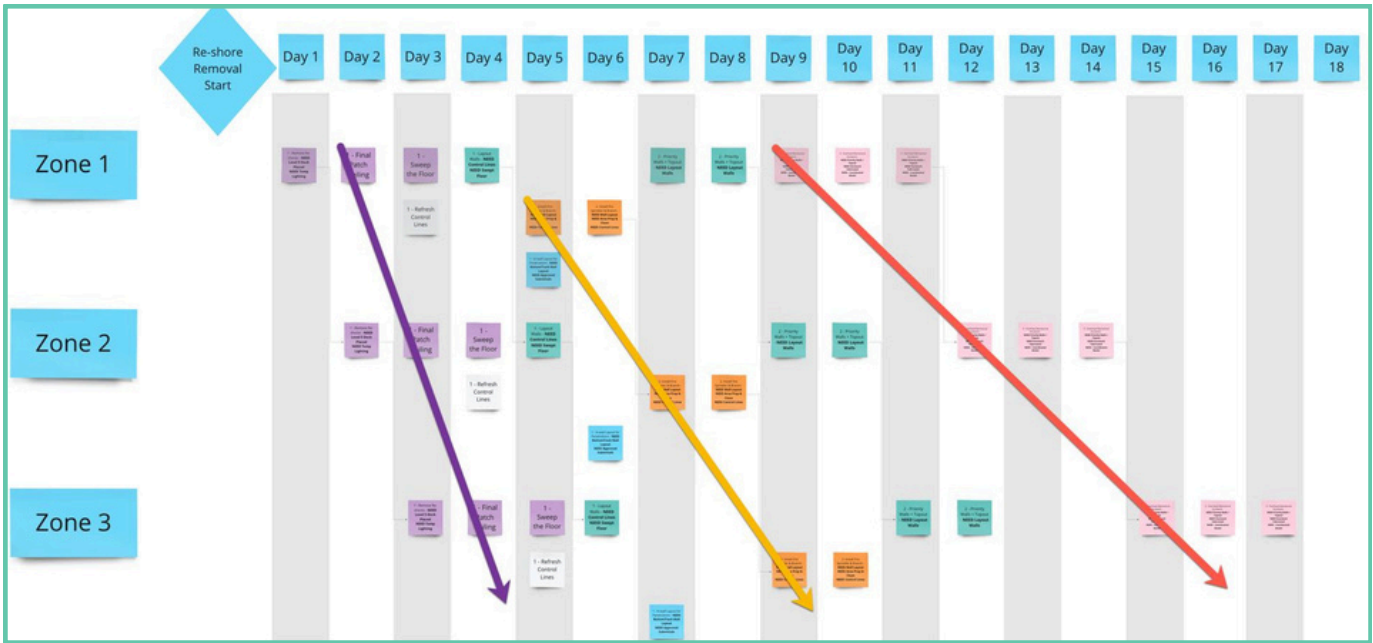
在基于资源的 Takt 计划方法中（如下一页所示），如果符合整体计划目标且不会因节奏差异导致效率断层、进而延长阶段工期，我们可以允许不同工种以不同的速度推进。这种方法称为多列 Takt 计划，它包含多个 Takt 周期。采用此方法时，请务必遵循以下原则：

- 尽量减少列车数量（即图中用线条表示的“工种列车”）；
- **尽可能**将相邻工序“吸附”到这些列车上，形成协同流；
- 优先优化最大的那列列车（即工作量最大或最关键的路径），并以此为基础，通过 Takt 计算器确定其参数；
- 尽量缩小各列车之间的间距，使它们彼此靠近，减少等待与空档；
- 绘制所有列车的交汇点，**确保路径清晰、无冲突**；
- 如需协助，请联系 LeanTakt：(602) 571-8987。

无论采用哪种方式，关键在于：**各工种都能以单一流程从一个区域顺畅地流向下一个区域。**

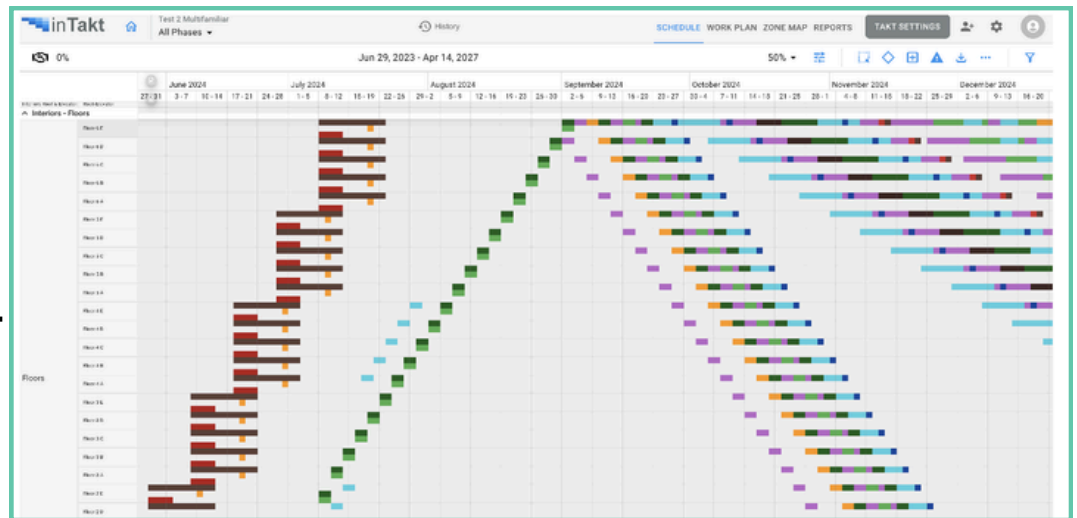


基于资源的TAKT计划

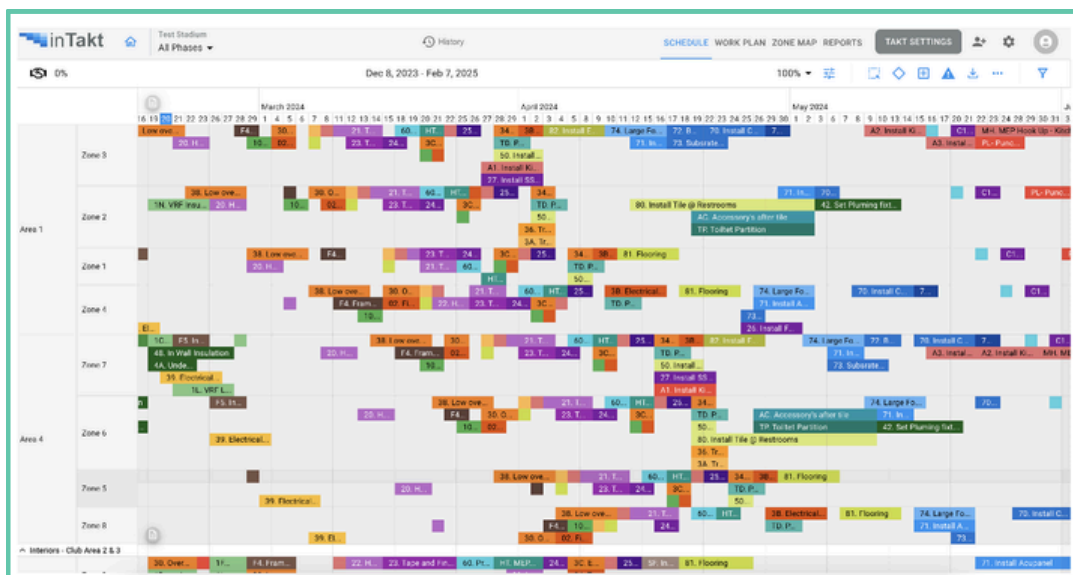


1

具体示例
请参见
INTAKT 软件
中的数字
化展示。

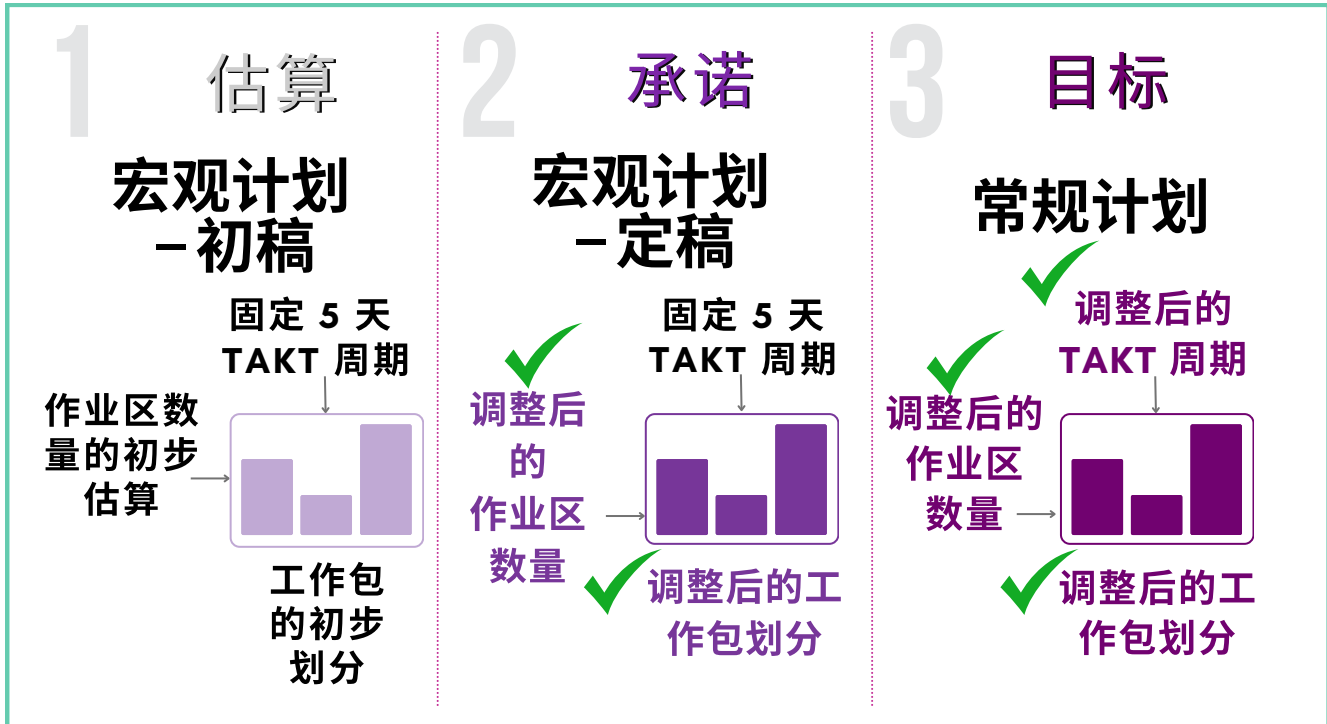


2



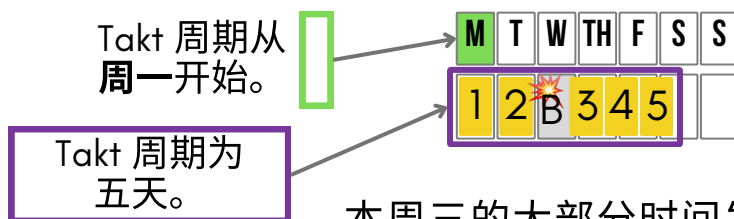
关于 TAKT 周期需要牢记的重要事项：

在宏观层级，你将从一个5天的Takt周期开始，但进入常规层级后，会调整为不同的Takt周期。常规层级的Takt计划**很少**采用5天的Takt周期。如下面图示所示，随着Takt计划层级的推进，你可以灵活调整作业区的数量与边界、工序车厢的工作打包方式，以及Takt周期本身。我们**仅在宏观阶段**固定使用5天Takt周期，是为了在项目**早期阶段**便于使用和沟通。



切勿在常规层级的生产计划中，以周一或周末作为 Takt 周期的节拍基准——**永远不要这样做**。如果你这样做，要么会浪费时间，要么会打乱节奏，最终陷入混乱。你必须能够灵活应对半天、一天甚至多天的延误，而无需强行将任务或工序车厢限制在周末之间。

将 TAKT 周期限定于**周末**之间模拟**延误**的情形：



本周三的大部分时间发生了延误。团队不得不在周六加班几个小时来完成当期工作。



Takt 周期从周一开始。

Takt 周期为五天。

在第二周，周四因天气原因延误，团队又不得不在周六加班赶工。到此时，你已经不尊重工种了。



在第三周又发生了一次延误，但此时团队已经失去了协同性。由于不愿再连续周末加班，他们打破了 Takt 节奏，将本应完成的 Takt 周期推迟到了下一个周一才结束。



在第四周，团队将消耗四个缓冲来恢复并重新设定 Takt 周期，使其再次从周一开始。如果你不主动重置并维持 Takt 节奏，工种就会说：“这个系统根本行不通，我们已经乱了节奏。”他们将因此失去对整个系统的信任。



在第五周，团队重新回到正轨。在整个五周期间，他们经历了三次延误，实际工作了二十个工作日，并消耗了七个缓冲。

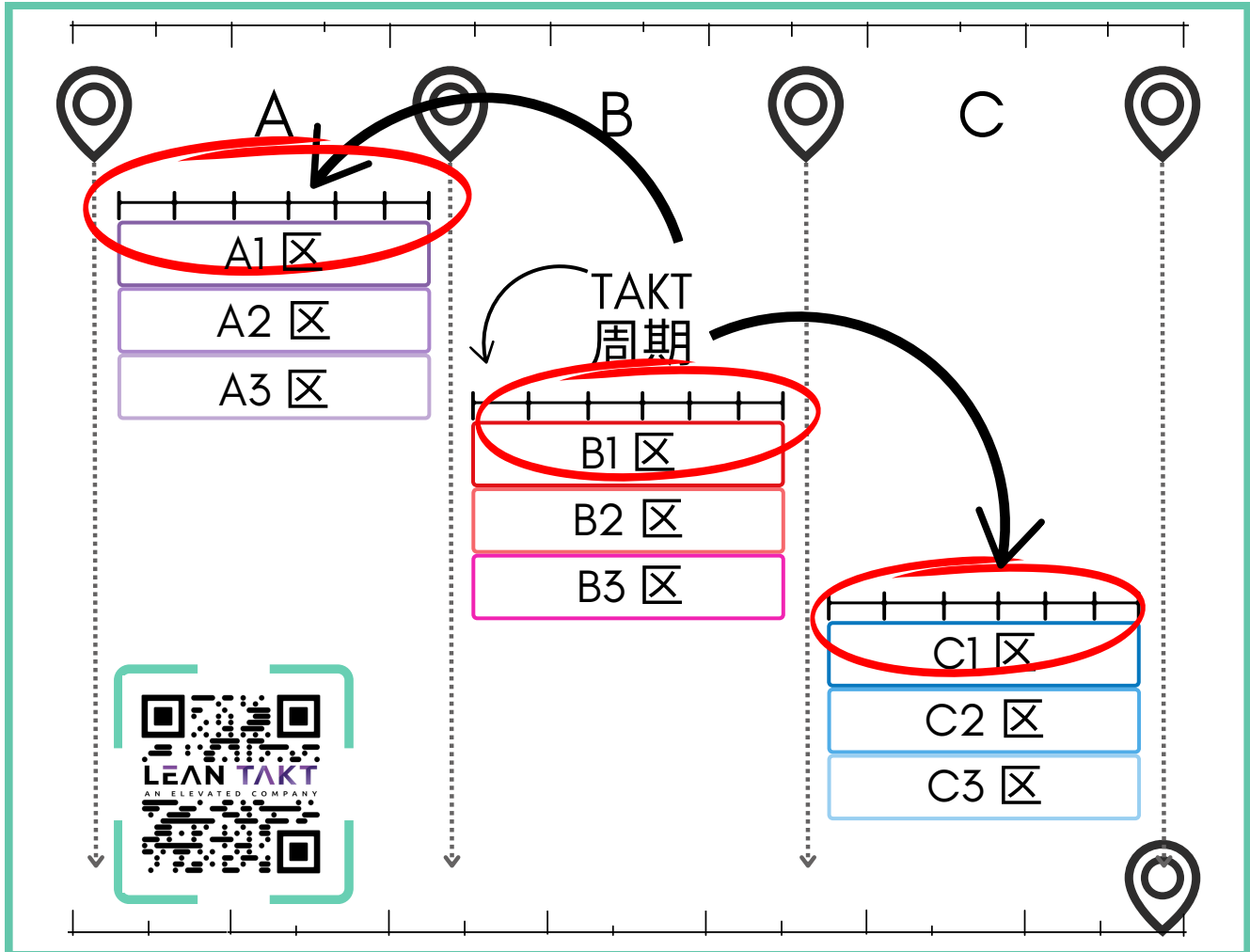
不将 TAKT 周期限定于周末之间模拟延误的情形：



该团队同样经历了三次延误，工作了二十个工作日，但仅消耗了三个缓冲，并且比前一个团队提前两天完成。这支团队既没有在周末加班，也没有过度压榨工种，同时依然保持了 Takt 周期的节奏。

步骤 5

请确认你为各阶段设定的 Takt 周期能与各工种的实际能力相匹配。随着你和工种团队对 Takt 生产系统越来越熟练，你们将能够采用更短的 Takt 周期。Takt 周期与作业区数量之间的关系，直接反映了工种推进速度的快慢——Takt 周期越短、作业区越多，流动就越快。**注：**总有一天，建筑行业将实现1天 Takt 周期，甚至以小时为单位的 Takt 周期。



提高工作效率的策略

- 选择适合的推进速度，确保各工序的启动与结束时间合理错开，并利用 Takt 周期来管理作业区内的的工作，以便实现单一流程的顺利完成。
- 在同一阶段内，确保所有工种保持一致的工作速度。
- Takt 周期是以下计算公式的核心变量：
$$(TW+TZ-1)*TT = \text{工期}$$
- 从宏观阶段的5天 Takt 周期开始，然后在常规阶段进行相应调整。
- 切勿将周末视为 Takt 周期的节拍标志。

工种列车 与工种 流动

当工人、班组或工作包以相同方向、相同顺序推进，在每个作业区承担均衡的工作量，并保持一致的移动速度与间距时，即可实现顺畅流动。

将各工种组织成列车形式，是实现现场高效流动的核心关键

FOUNDATION LEGEND

- F1** Excavate & Pour Footings
- F2** Columns & Walls
- F3** UG MEP
- F4** SOG
- B** Buffer

STRUCTURE LEGEND

- S1** Deck Formwork
- S2** Deck MEP & Reinforcing
- S3** Deck Inspections & Place
- S4** Columns & Walls

EXTERIOR LEGEND

- A** Structural Steel Supports
- B** Framing & Sheathing
- C** EIFS
- D** Window Installation
- E** Final Caulking & Finishes
- F** Shade Structure

INTERIOR LEGEND

- 1** Remove Reshores, Floor Prep & Wall Layout
- 2** Fire Sprinkler & Install Walls
- 3** OH Mechanical Duct
- 4** OH Mech Equip, Piping, Branch Lines & Plumbing
- 5** OH Electrical & Frame Walls
- 6** Frame Walls, Install In-wall Electrical & Plumbing
- 7** In-wall Process Piping, 1st Drywall, Insulation & Insp
- 8** Finish Walls & Painting
- 9** Painting & Install Ceiling Grid
- 10** Install Electrical Fixtures & Mech Ceiling Drops
- 11** Remaining Ceiling Drops & Install Casework
- 12** Countertops, Millwork & Final Paint
- 13** Wall & Casework Fixtures, Ceiling Tiles & Flooring
- 14** Flooring, Final Paint & 1st Clean
- 15** Punchlist, Corrections & Final Clean

FINISHING SITEWORK LEGEND

- 1** Site Demobilization
- 2** UG Electrical
- 3** Rough Grading
- 4** Hardscaping
- 5** Trees & Irrigation
- 6** Landscaping
- 7** Paving
- 8** Site Finishes

这些图例代表各阶段所执行的工作。有些工种参与多个阶段，有些工种仅在一个阶段内作业。

Takt 生产系统在建筑行业的应用

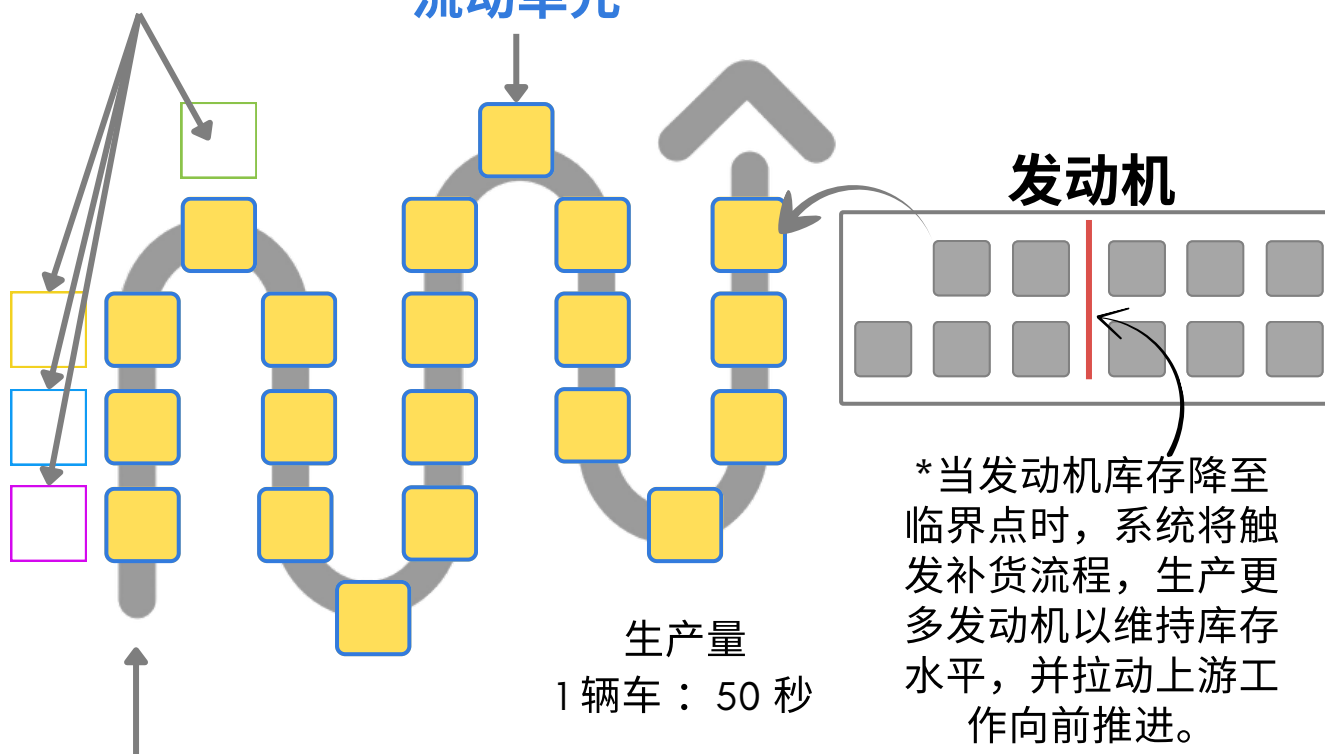
Takt 生产系统是建筑行业对丰田生产系统实践的运用，而丰田生产系统已在全球制造业中被广泛采纳。在汽车制造工厂中，车辆按照固定的 Takt 节拍在生产线上流动，所有车辆以相同的速度和间隔依次推进。各种资源（例如发动机等）会根据需求被“拉动”至生产线。一旦出现问题，整条生产线可能会立即停工。

这套生产体系以 TAKT 为先

流程
固定单元

汽车
流动单元

.....并以拉动为次

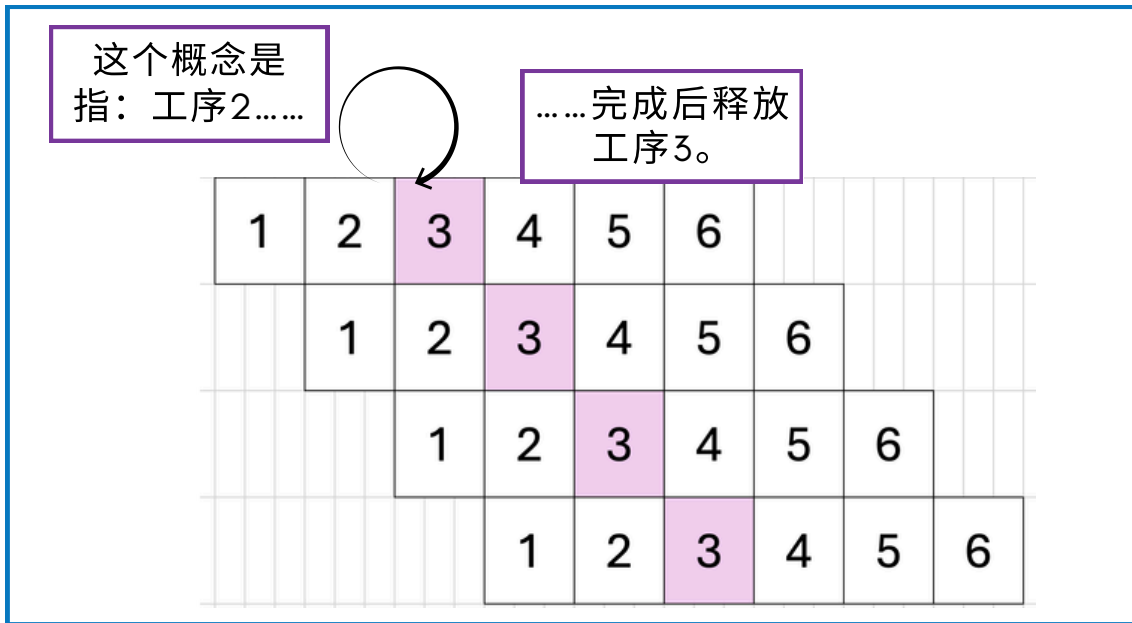


在汽车制造厂中，你会看到一份 Takt 计划：顶部是时间轴，左侧是工作站，而中间则是车辆。在这个环境中：汽车是接收价值的流动单元；工作站是创造价值的固定单元；汽车在流动，工作站则固定在厂房内；资源被调动到各个工作站，以支持生产节拍。建筑行业采用的是同样的系统，只是方向相反。接下来，让我们理清这些概念，以确保大家的理解一致。

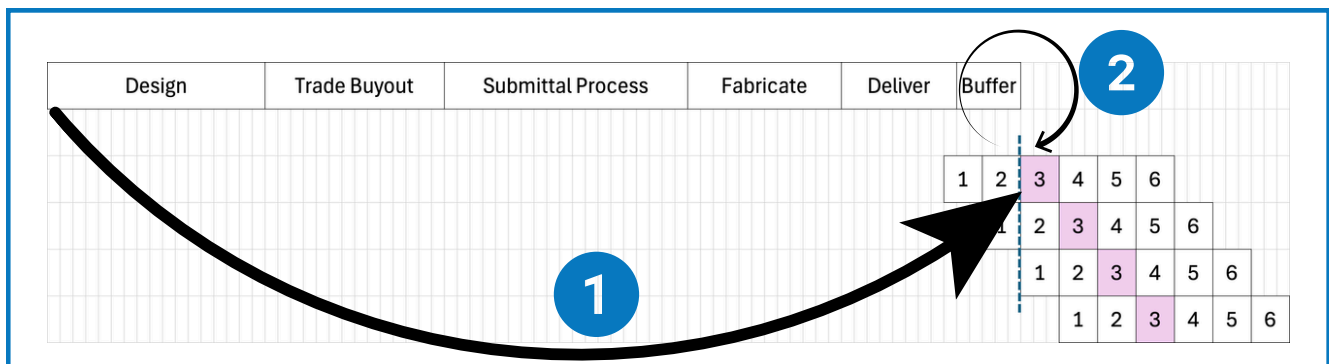
定义 (PULL)

“拉动”(Pull) 是一种生产理念：工作是由流程中下一步的实际需求所驱动和触发的。这一方法确保材料、资源和人力仅在真正需要时被使用，以避免过量生产和浪费。

我高度推崇“拉动”，但其优先级应次于 Takt 周期。如果我们仅依据“物料即时需求”来安排生产，由于建筑业供应链庞大且周期漫长，关键物资将面临严重的滞后风险。许多精益实践者将“拉动”简化为“一个工序完成后才释放下一个工序”——

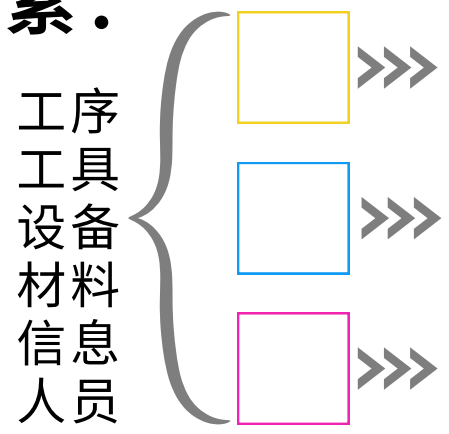


但现实情况却如下面的图示所示：要确保某项工作准时开始，其前置工序必须提前很长时间（有时甚至长达数月乃至数年）进行统筹管理。这正是为什么基于 Takt 周期来模拟生产系统如此关键——它为我们的供应链提供了清晰、可瞄准的目标。因此，精益建造的运作逻辑是：**先 Takt，后拉动。**

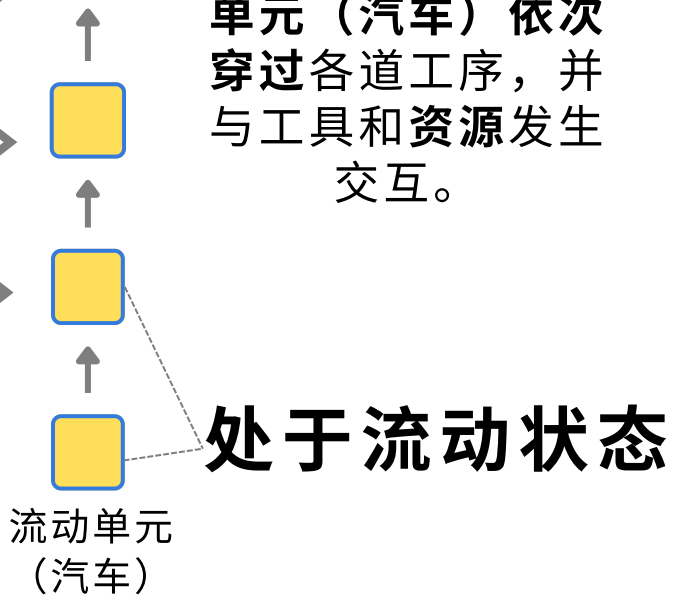


定义 流动

固定要素：

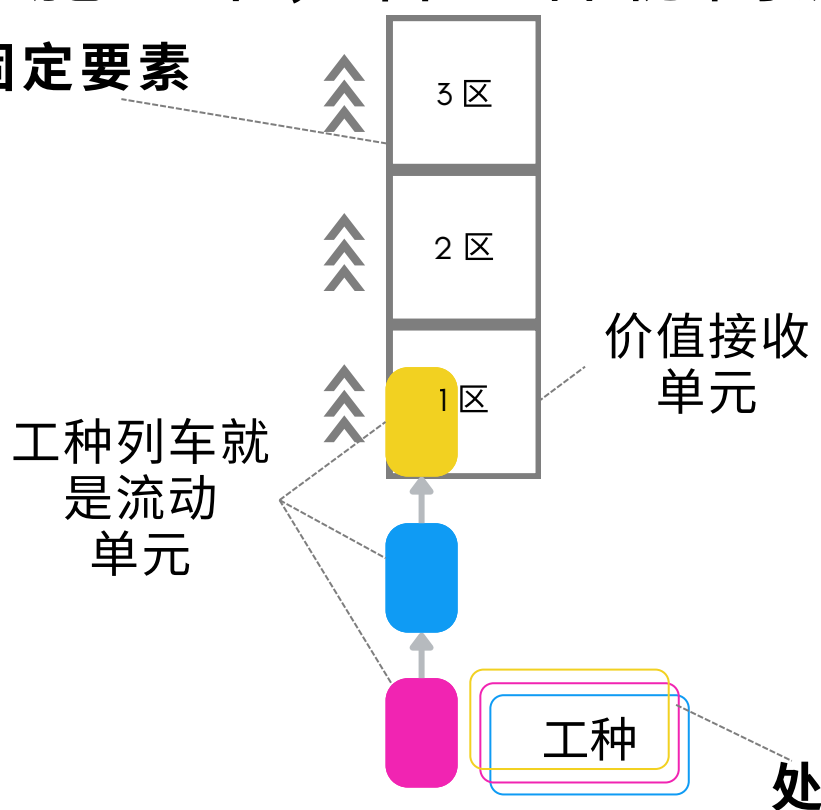


在制造业中，**流动单元**（汽车）依次**穿过**各道工序，并与**工具和资源**发生交互。



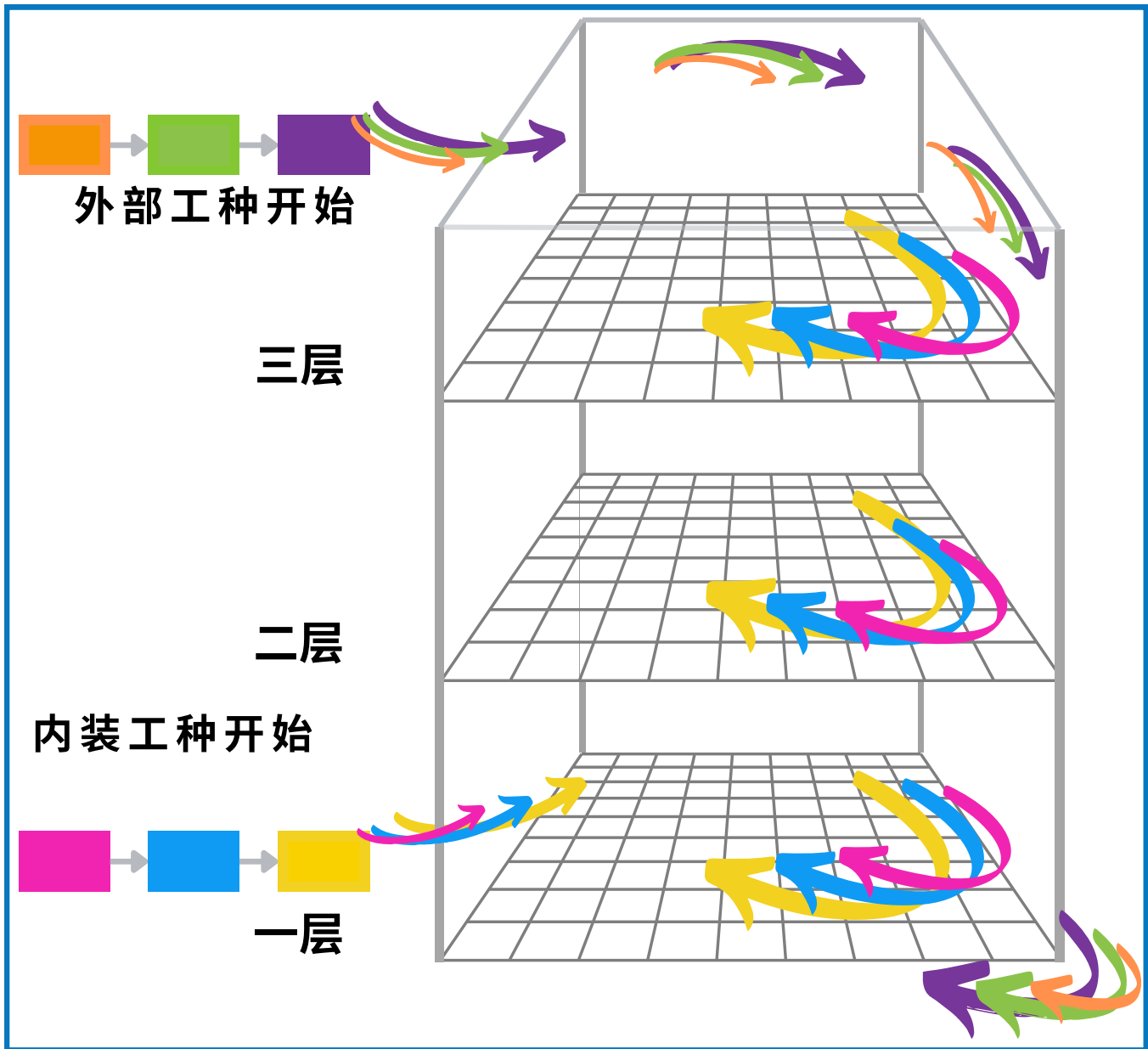
在施工中，各工种协同流动——

固定要素



在施工中，**流动单元**就是“**工种列车**”，它们以**稳定的节奏**流经项目中固定的**作业区**。在建筑业，这些作业区也被称为“**生长单元**”——这一贴切的名称由尼古拉斯·莫迪格提出。

我们需要让各工种像制造业中的汽车一样流动起来——使它们以相同的速度、保持相同的间距，有序地穿过项目的各个阶段。



上图对于我们理解 Takt 生产系统至关重要。每个项目都会包含多个阶段，每个阶段都划分为若干作业区；而每个带作业区的阶段中，都会有一列或多列工种列车流经其中。

要做到这一点，必须：



- 均衡作业区
- 均衡工种节奏
- 在阶段内设置合适数量的作业区

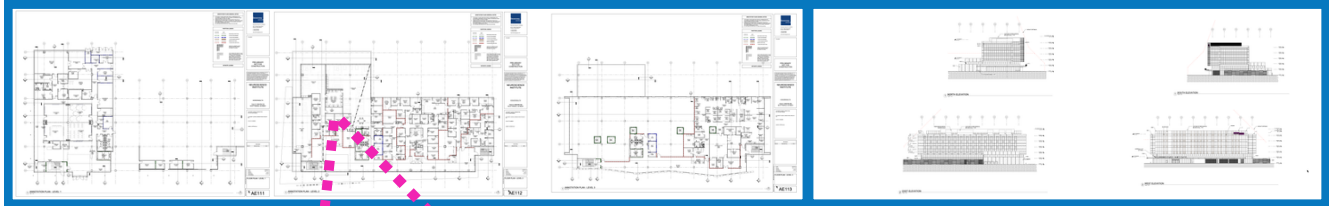
当我们做到这些，并让所有工种以统一的速度协同推进时，真正的**流动**就实现了。



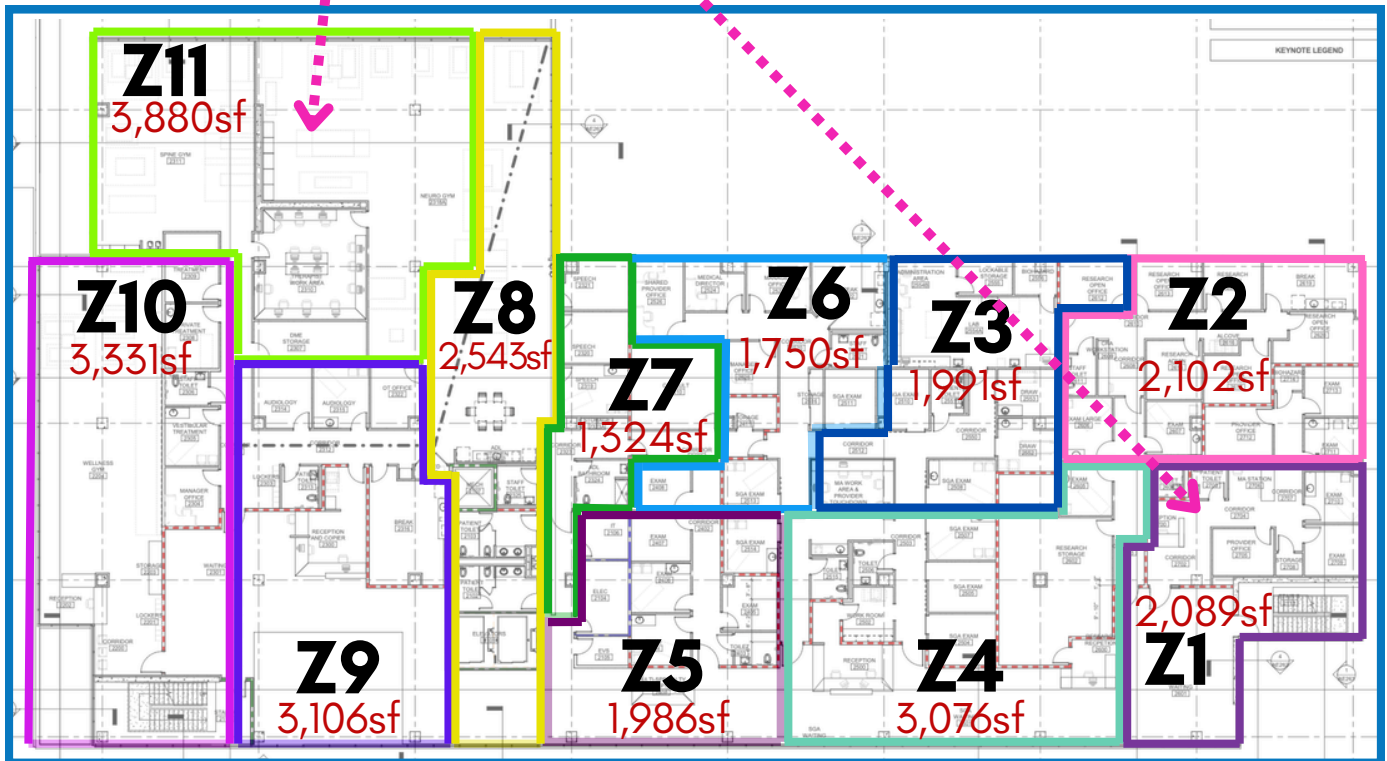
所有项目都包含若干阶段，每个阶段包含类型相近的工作，这些工作首先可按项目群、具体项目、功能区域和施工阶段进行划分。

内装阶段

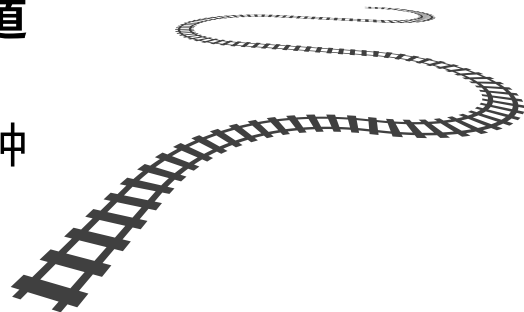
外装阶段



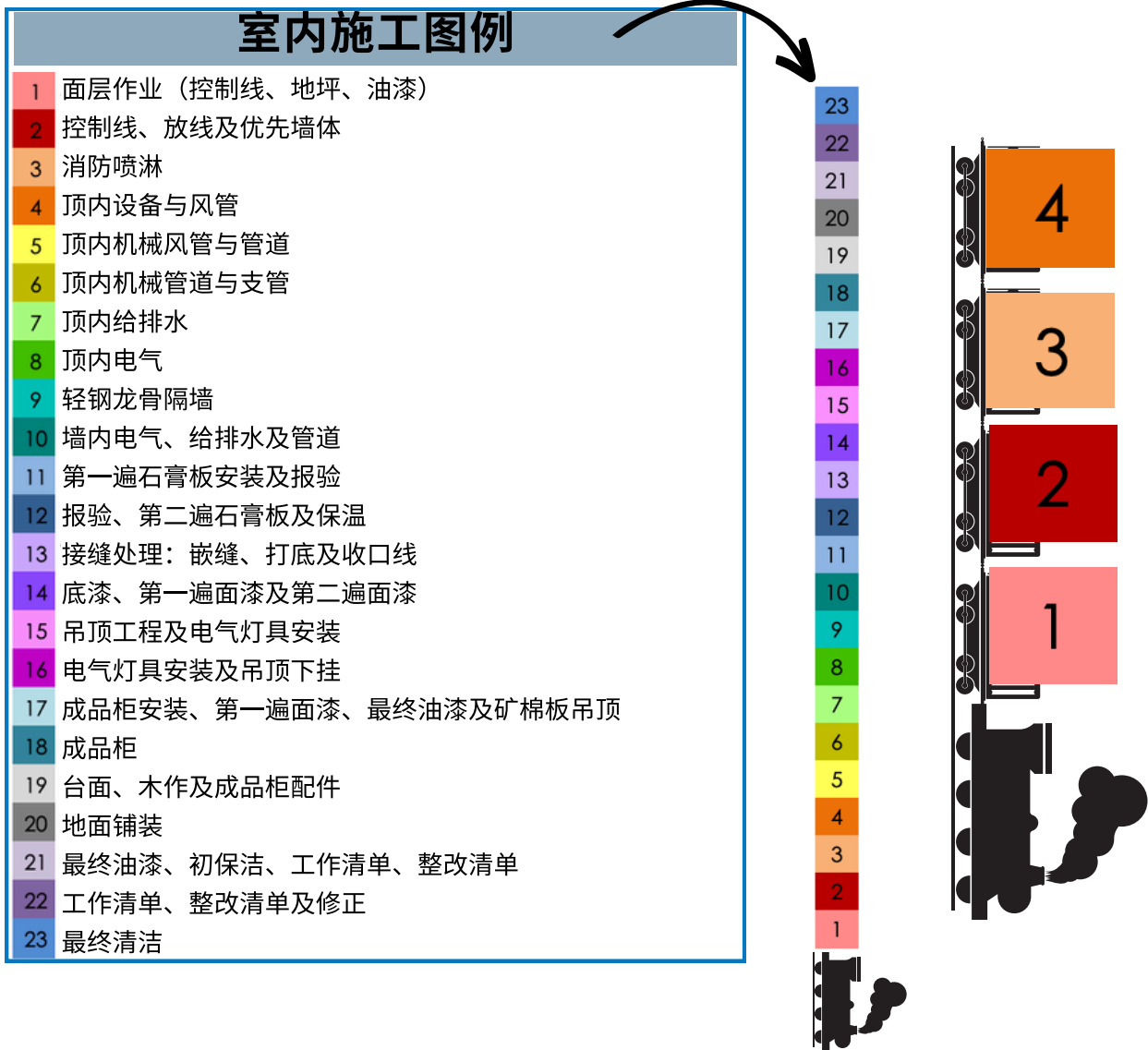
每个阶段都包含作业区，甚至可能进一步细分为微作业区。



这些作业区在阶段中如同铁路轨道——为“工种列车”提供行进路径。按顺序排列的作业区，构成了工种列车流经并完成项目的完整通路。



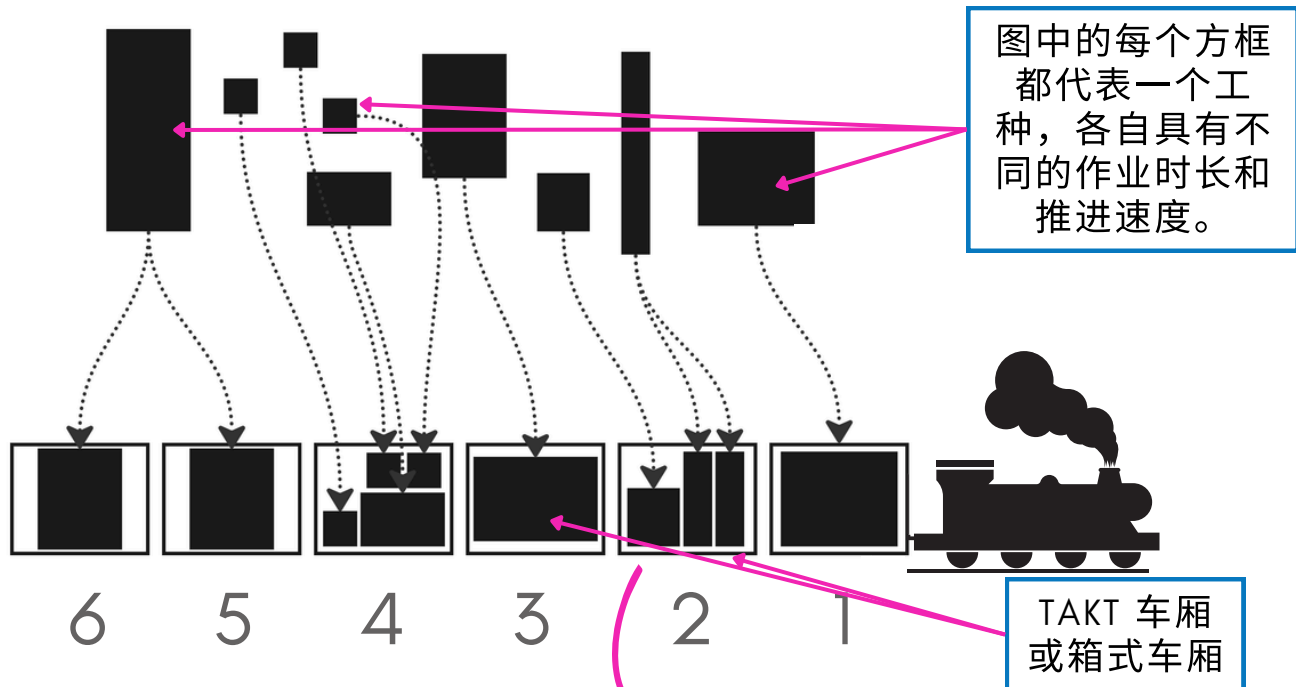
现在你已经有了“轨道”，接下来就需要让“工种列车”在其上顺畅流动。Takt 计划中的 **Takt 车厢符号**，就代表了“工种列车”中的一节节车厢。



这些车厢（即工作包）被**均衡**打包，并以**缓冲**间隔开，从而确保整列列车能够以**统一的速度协同推进**。至此，我们既有了列车，也有了轨道，可以稳步穿越整栋建筑，完成施工任务。



我们该如何把规模不同、速度各异的多个工种，整合成生产计划中节奏一致的“列车车厢”呢？这正是**工作打包**要解决的问题——而它，将成为你新的得力助手。



Takt 车厢体现了你所设定的 Takt 周期与作业区面积我高度推崇“拉动”，但其优先级应次于 Takt 周期。如果我们仅依据“物料即时需求”来安排生产，由于建筑业供应链庞大且周期漫长，关键物资将面临严重的滞后风险。这两个核心参数，它承载的是在特定时间与空间范围内能够完成的施工活动。为了将持续时间不同、推进速度各异的工序合理装入这些车厢，我们可以采用以下工作打包方法：

- 合并工序：将多个短工序组合成一个完整的工作包；
- 拆分工序：把一个长工序拆解后分配到多个连续的 Takt 车厢中；
- 调整劳动力投入：通过增减人力，有意识地加快或放慢某项工序的速度，使其适配 Takt 节拍。

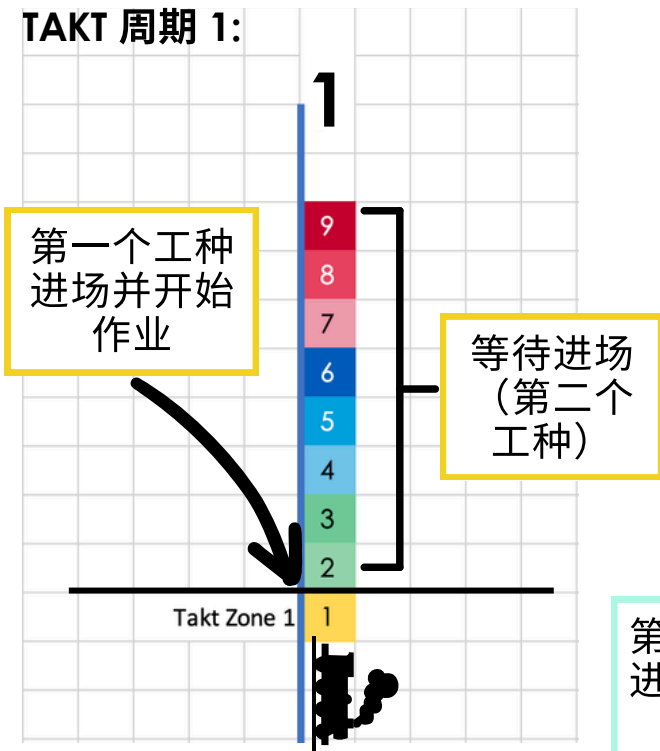


注意事项：

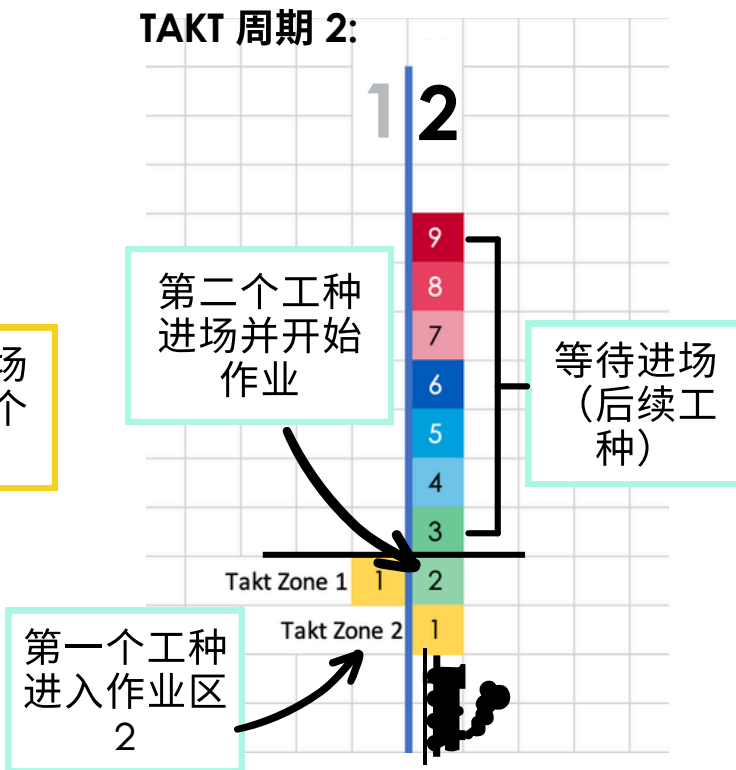
- 上方有人作业时，下方不得施工。
- 合并工序须确保安全。
- 打包方式应符合施工逻辑。
- 拆分工序前，确认其可拆分性。

当你将工作包装入 Takt 车厢后，这些工作单元就会被标记为“车厢”。阅读 Takt 计划时，你看到的正是这些车厢随着时间推移，依次流经各个作业区的过程。请参见下方图示，直观展示列车随时间推进的流动状态。

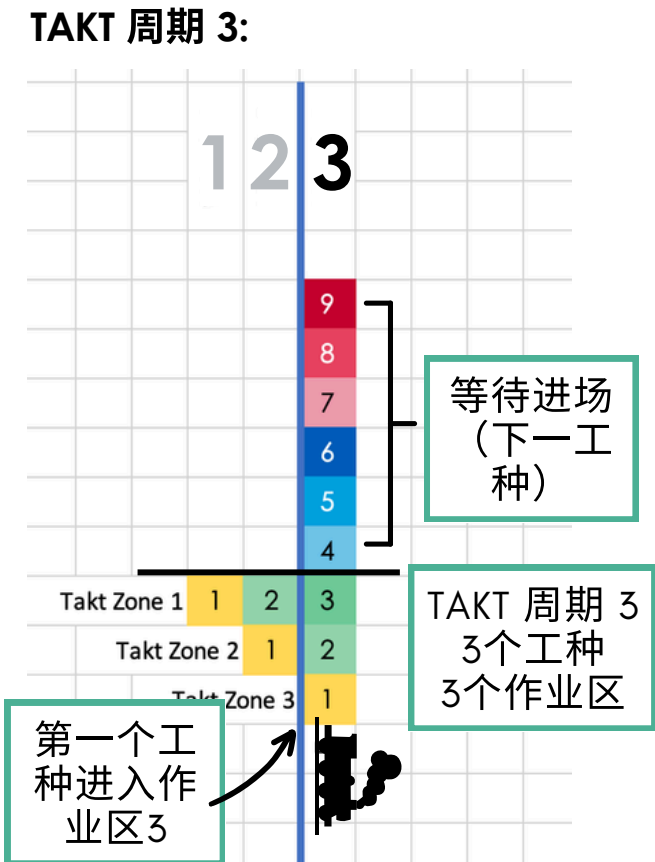
TAKT 周期 1:



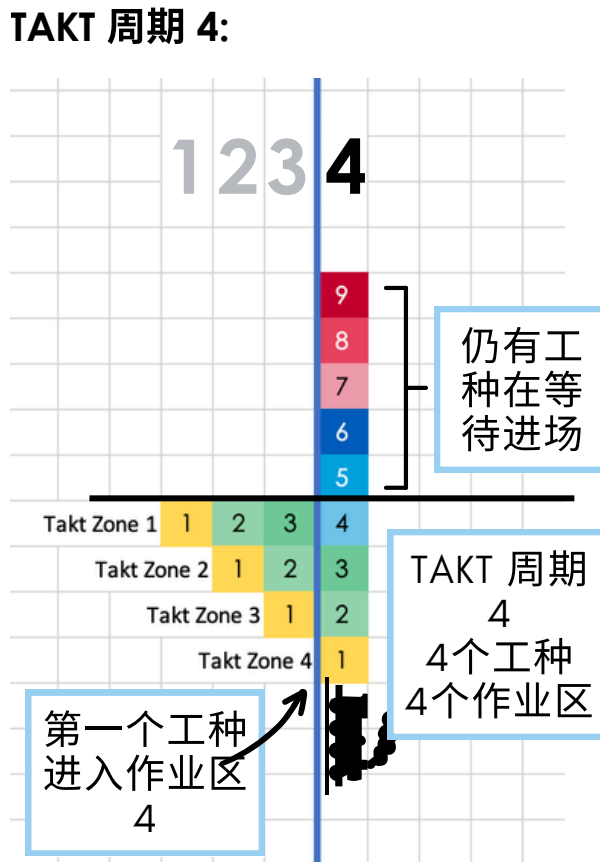
TAKT 周期 2:



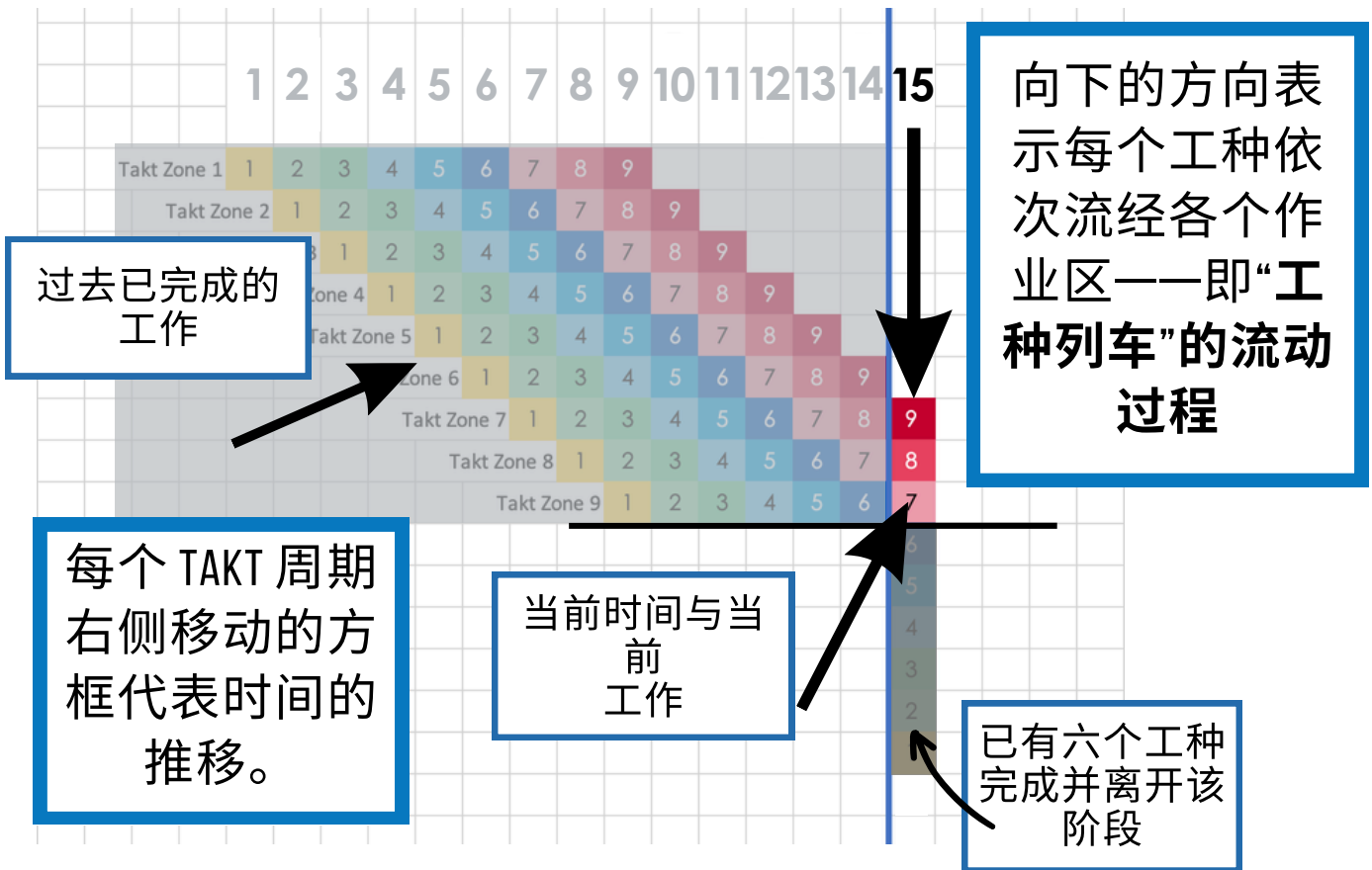
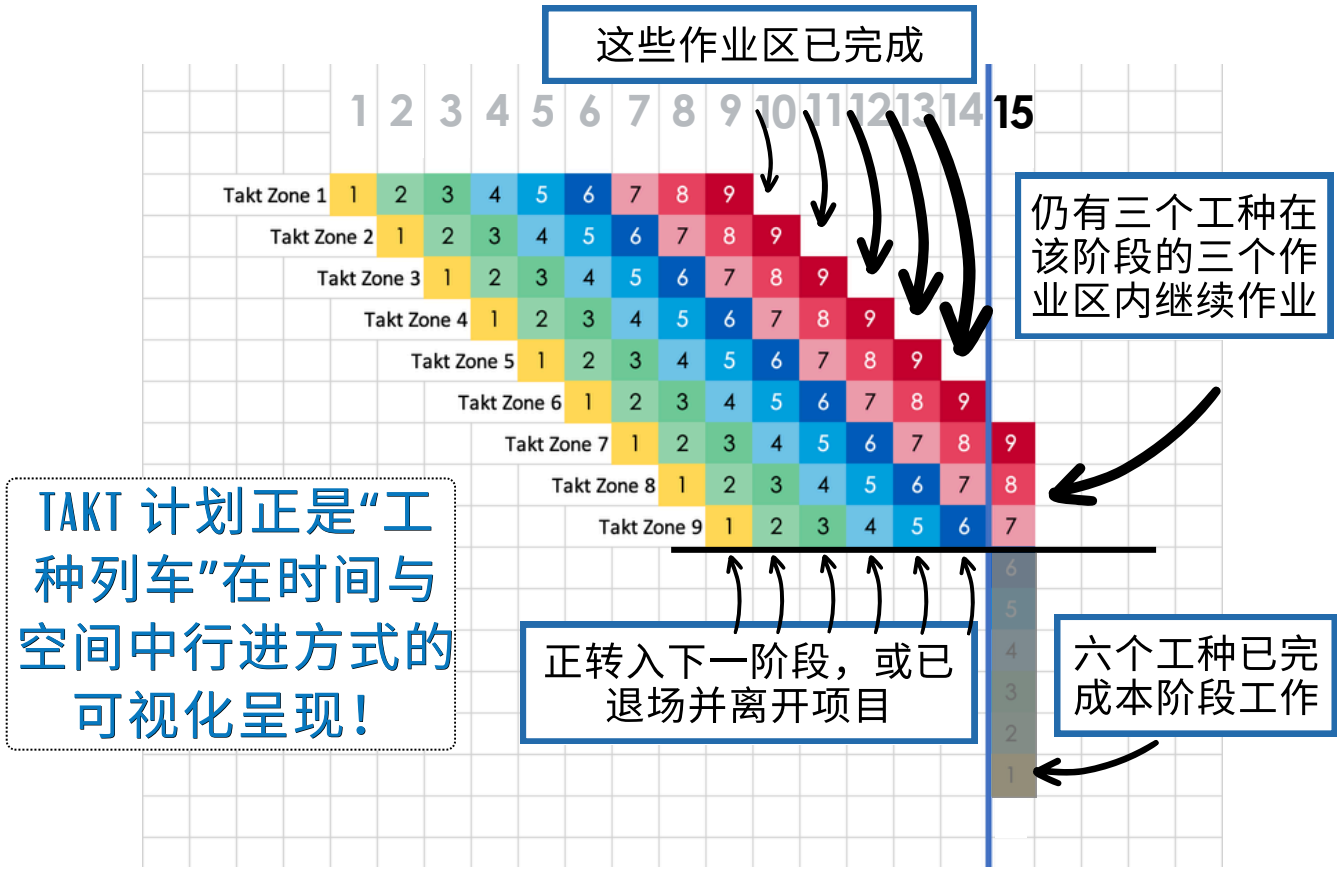
TAKT 周期 3:



TAKT 周期 4:

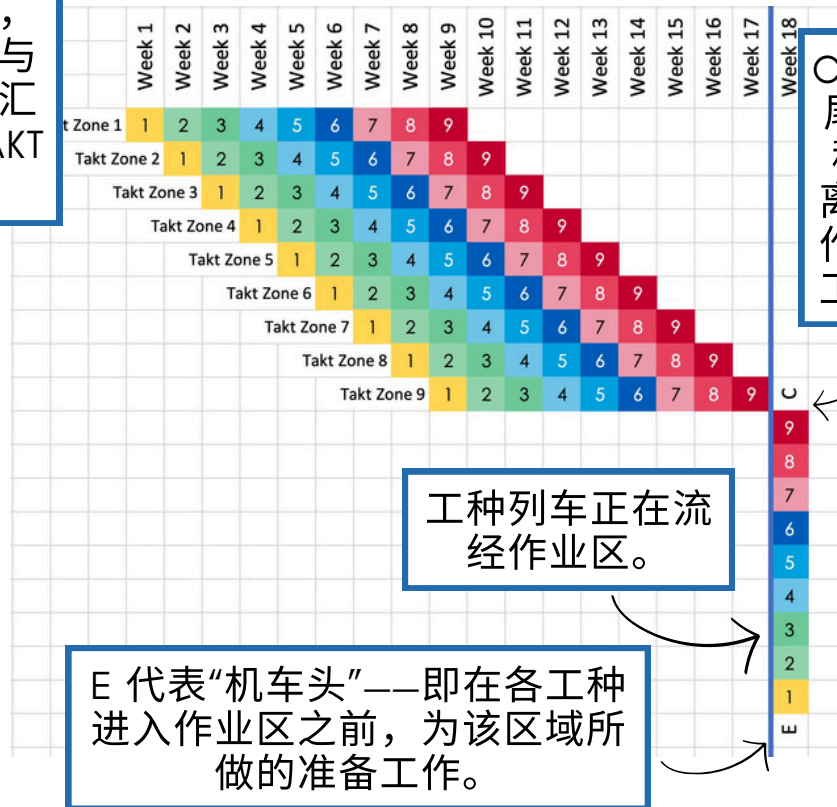


TAKT 周期 15:

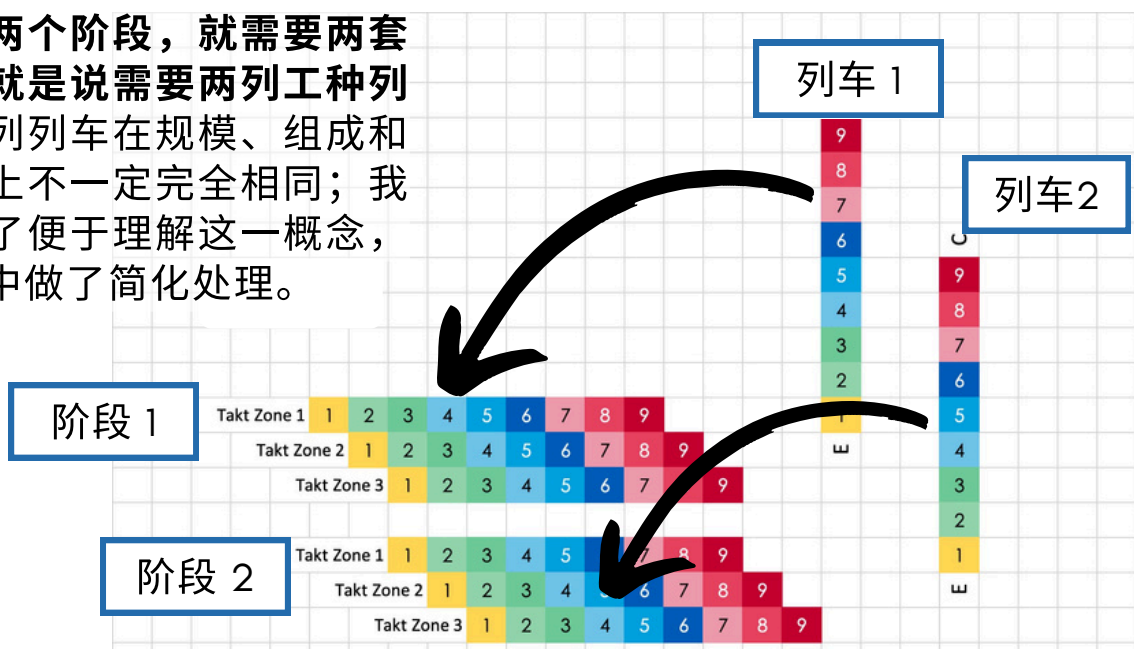


Takt 计划是生产计划中时间与空间交汇关系的可视化呈现。准确理解其图形表达方式至关重要，因为如果 Takt 执行不当，问题将直接体现在图形的形态上。在学习 Takt 的过程中，团队成员可能未意识到自己不恰当地给某个工种施加了过重的负担，或将其工序不合理地堆叠在一起。如果你发现相同的工序序列或 Takt 车厢出现重叠排列，这通常意味着要么计划本身存在缺陷，要么团队需要额外资源才能完成该任务。

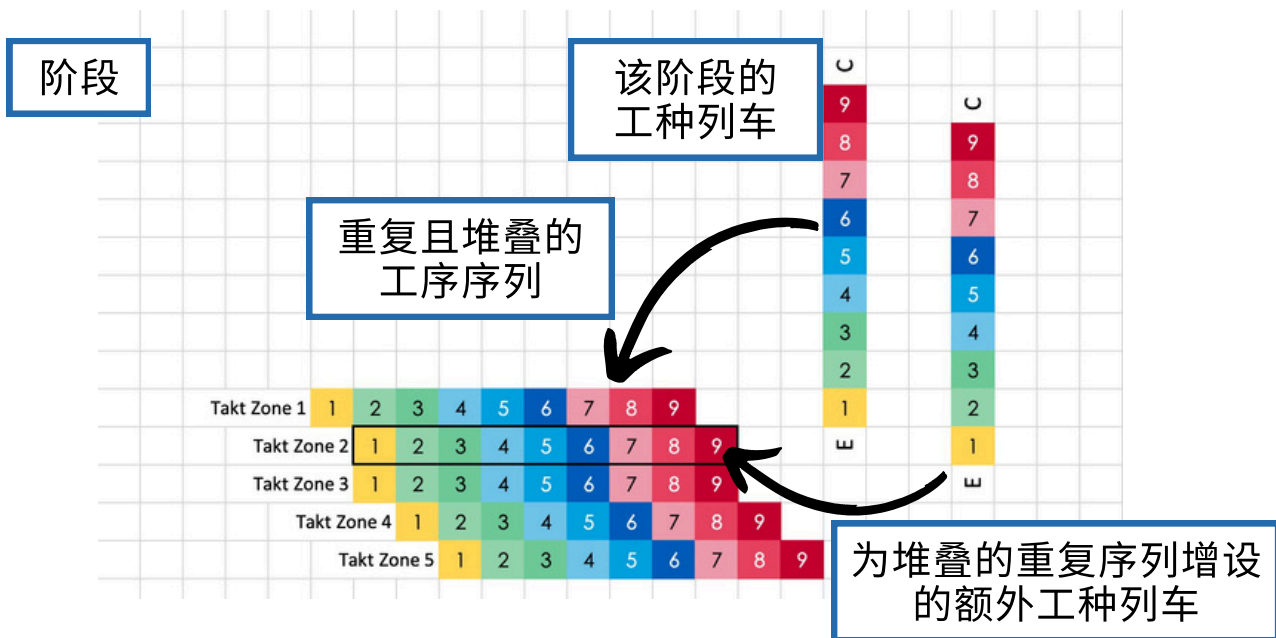
下图展示的，
才是由时间与
空间正确交汇
所形成的 TAKT
计划。



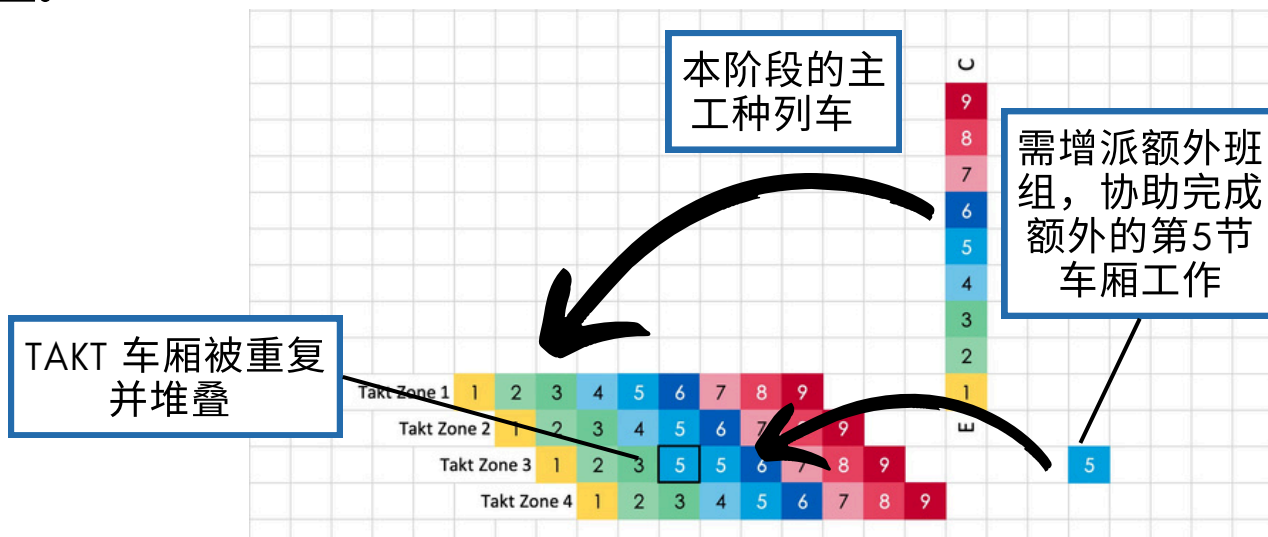
如果你有两个阶段，就需要两套
资源，也就是说需要两列工种列
车。这两列列车在规模、组成和
工序顺序上不一定完全相同；我
们只是为了便于理解这一概念，
才在图示中做了简化处理。



一旦你看到重复的工序序列，就意味着你需要两列工种列车。**Takt 车厢不能简单地上下堆叠**；你必须为此提前规划额外的资源。

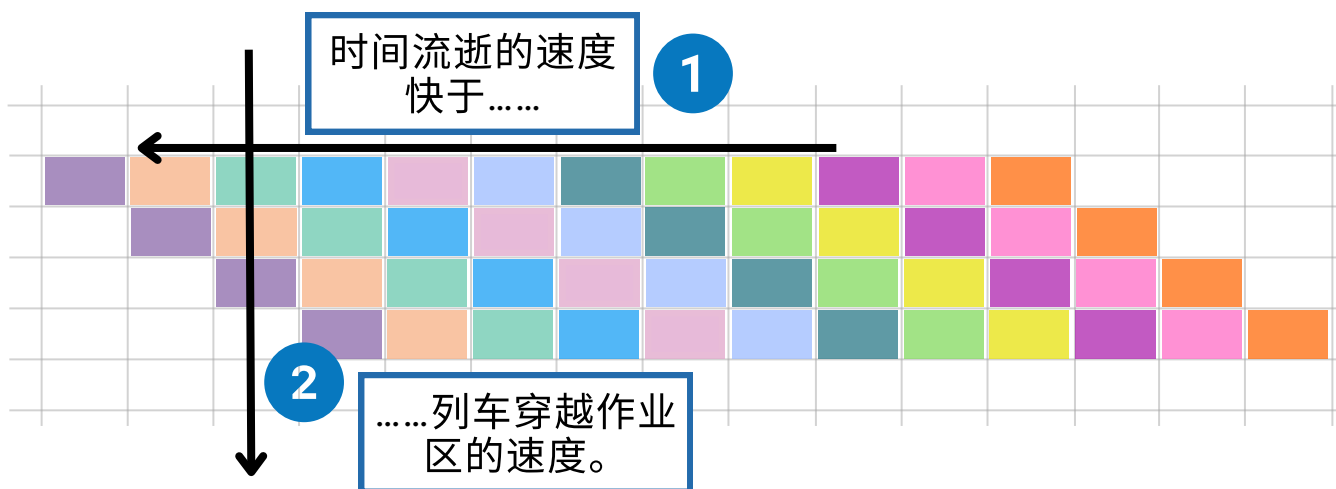


同样，如果出现了重复的 Takt 车厢，这意味着你需要额外的车厢资源。你不能期望在不增加资源的情况下，强行让一列“列车”承担超过其能力的工作量。

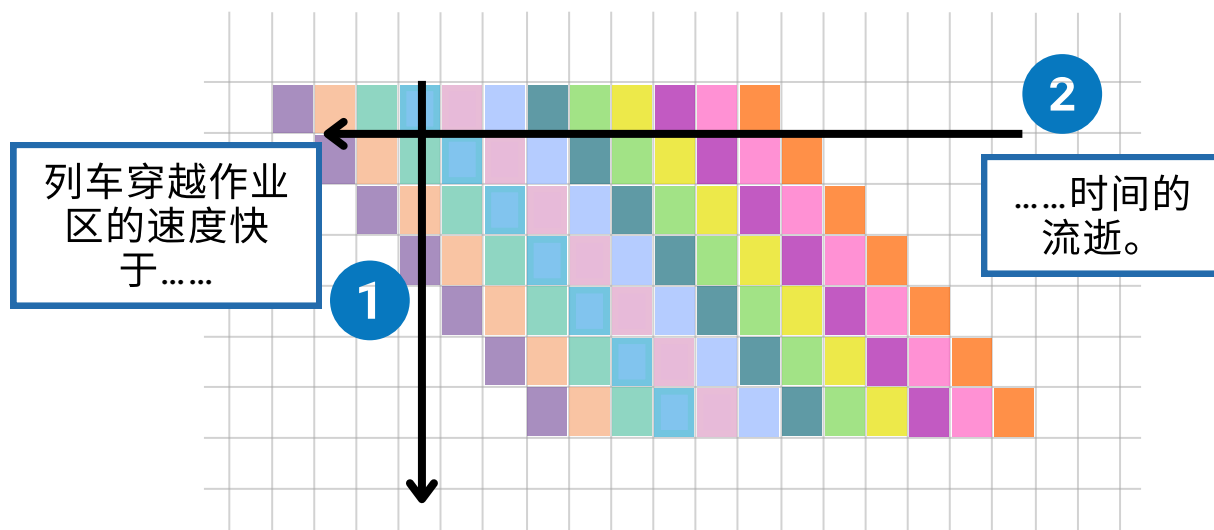


许多人误以为，增加资源（例如更多的工种或延长工时）能够神奇地加快项目的完成速度。我们需要纠正这种观念，并意识到：在生产系统中，工作是根据系统的能力进行推进的。一旦超过了系统的容量，不仅不会加速进程，反而会导致项目延误，并违反生产的基本法则——特别是接下来我们将讨论的露西定律。关于超负荷运作及其后果的深入探讨，请参考托德·R·扎贝尔的著作《注定失败》。

在继续之前，我想强调一点：你可以通过列车的形状来判断它的行进速度。列车越长，移动的速度就越慢。



列车越高，推进越快。



这一理解将帮助你在后续学习中更准确地解读和绘制 Takt 计划。请始终记住：无论速度快慢，都不能将车厢上下堆叠，否则会违反生产的基本法则——特别是第107页所阐述的露西定律。



让我们开始进行工序打包，以便为我们的示例做好准备。第一步是列出该阶段的所有施工活动。

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 拆除临时支撑 ■ 天花板最终修补 ■ 清扫地面 ■ 复测控制线 ■ 墙体放线 ■ 安装消防喷淋主管及支管 ■ 安装优先墙体，含电气间和通信机房 ■ 安装顶部风管 ■ 安装顶部机械设备 ■ 安装顶部机械管道 ■ 安装顶部机械支管 ■ 安装顶部给排水管道 ■ 安装顶部电气管线 ■ 全部墙体龙骨安装 ■ 安装墙体内电气管线 ■ 安装墙体内给排水管道 ■ 安装墙体内工艺管道 ■ 单面封石膏板 ■ 墙体内隐蔽工程验收 ■ 铺设保温材料 ■ 双面封石膏板（第二面） ■ 墙面接缝处理及腻子打磨（嵌缝、刮底、收光） | <ul style="list-style-type: none"> ■ 涂刷底漆、第一遍及第二遍面漆 ■ 安装吊顶龙骨系统 ■ 安装灯具及电气末端设备 ■ 安装机械专业吊顶下引部分 ■ 安装其余所有吊顶下引部分 ■ 安装橱柜及固定家具 ■ 安装台面 ■ 木作及卫生洁具安装 ■ 最终面漆（视情况而定） ■ 安装墙面及柜体上的各类配件 ■ 安装吊顶饰面板（矿棉板等） ■ 铺设地面材料 ■ 最终面漆（如有） ■ 第一次全面清洁 ■ 未完工程清单整理 ■ 建筑师检查并出具整改清单 ■ 整改施工 ■ 最终清洁 |
|---|---|

在列出所有施工活动后，最佳做法是根据历史数据、合作工种以往的经验以及自身施工经验，为每项活动确定生产效率（生产速率）。如果暂时没有这些信息，也请尽量按照以下层级进行估算：

- **良好**：依靠你自己的施工经验进行估算；
- **更好**：结合你自身的判断与工种的实践经验共同估算；
- **最佳**：与工种一起，基于工程量和历史数据进行精确估算。

为了准确确定每项活动在单个作业区内的持续时间，LeanTakt团队开发了这个持续时间计算器：它将整层的总工期除以作业区数量，从而得出单个作业区的活动持续时间。

DURATION PER ZONE

Type in your # of zones and it will automatically calculate the columns based on the duration per floor: # of Zones:

Activity List:	Duration per Floor:	No. of Zones	Crew Count:	Duration per Zone:	Duration / Zone (Days)
Remove re-shores	5	11	4	0.45	1
Final patch ceiling	10	11	3	0.91	1
Sweep floor	3	11	2	0.27	1
Refresh control lines	3	11	3	0.27	1
Layout walls	5	11	3	0.45	1
Install fire sprinkler main and branch lines	15	11	4	1.36	2
Install priority walls including elec and comm rooms	9	11	6	0.82	1
Install overhead mechanical duct	25	11	8	2.27	3
Install overhead mechanical equipment	10	11	4	0.91	1
Install overhead mechanical piping	10	11	4	0.91	1
Install overhead mechanical branch lines	10	11	4	0.91	1
Install overhead plumbing	9	11	6	0.82	1
Install overhead electrical	15	11	7	1.36	2
Frame all walls	15	11	6	1.36	2
Install in-wall electrical	15	11	6	1.36	2
Install in-wall plumbing	15	11	4	1.36	2
Install in-wall process piping	8	11	2	0.73	1
One-side drywall	12	11	5	1.09	2
In-wall inspections	5	11	5	0.45	1
Place insulation	5	11	5	0.45	1
Second side drywall	12	11	5	1.09	2
Tape, bed, and finish walls	12	11	5	1.09	2
Prime, 1st & 2nd coat paint	15	11	5	1.36	2
Install	15	11	5	1.36	2
Install	20	11	5	1.82	2
Install	5	11	5	0.45	1
All rem	5	11	5	0.45	1
Install	20	11	4	1.82	2
Install	9	11	3	0.82	1
Millwo	6	11	2	0.55	1
Final paint (possible)	7	11	3	0.64	1
Install wall and casework fixtures	7	11	3	0.64	1
Place ceiling tiles	4	11	1	0.36	1
Install flooring	15	11	4	1.36	2
Final paint	6	11	2	0.55	1
Final clean first pass	5	11	3	0.45	1
Incomplete work list	10	11	2	0.91	1
Architect punchlist	10	11	2	0.91	1
Corrections	10	11	4	0.91	1
Final clean	5	11	3	0.45	1

该数据来源于基于项目工程量的历史信息

现在，我们已根据作业区数量，得出了调整后的单区持续时间

最佳做法是先确定整层或整个阶段的生产效率。你、你的工种团队以及其他相关人员，在估算大批量作业（如整层或整个阶段）中某项活动的总持续时间时，通常会更准确。之后，可以根据你划分的作业区数量，再将总持续时间拆分到各个区。无论采用哪种方法，都应确保所获得的持续时间与你所选定的分区策略尽可能精确匹配。



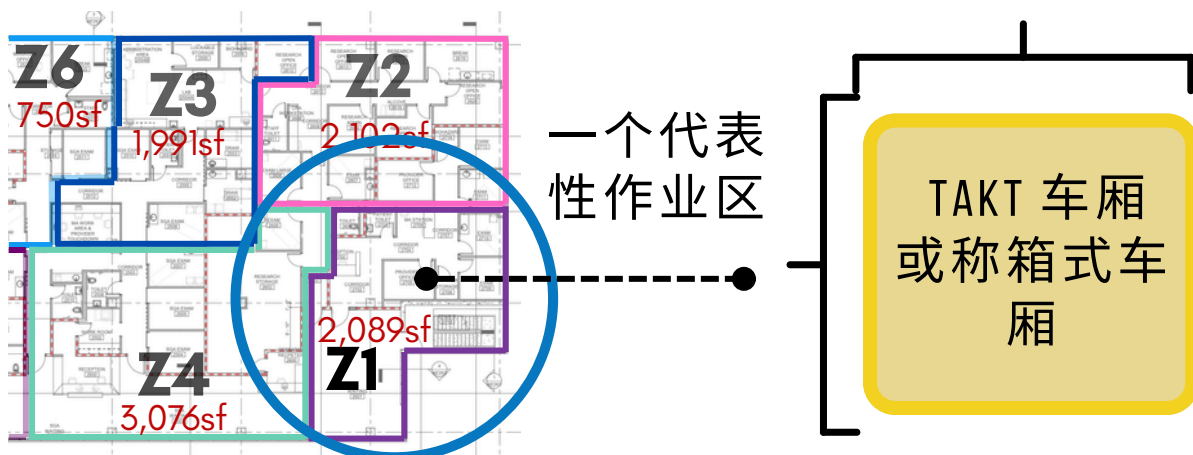
在估算任务所需时间时，往往会出现显著的偏差。因此，尽可能利用历史数据显得尤为重要。

我推荐的工作打包方法是：在墙面上或使用 Miro 等协作软件创建便签，以可视化打包策略。在此过程中，我们将把活动清单中的数据逐一转移到这些便签上。

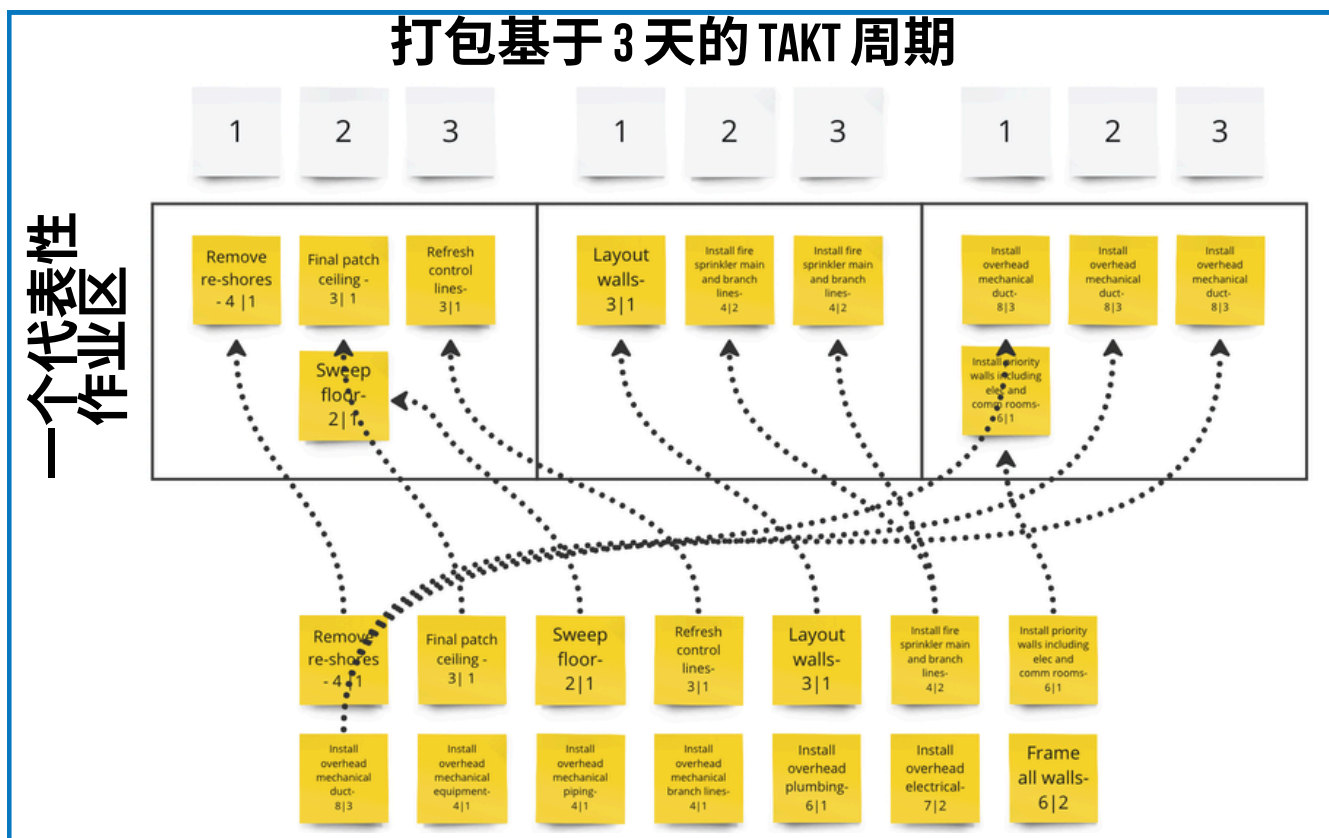


开始将施工活动打包进 Takt 车厢，每个车厢代表标准作业区面积和当前的 Takt 周期。

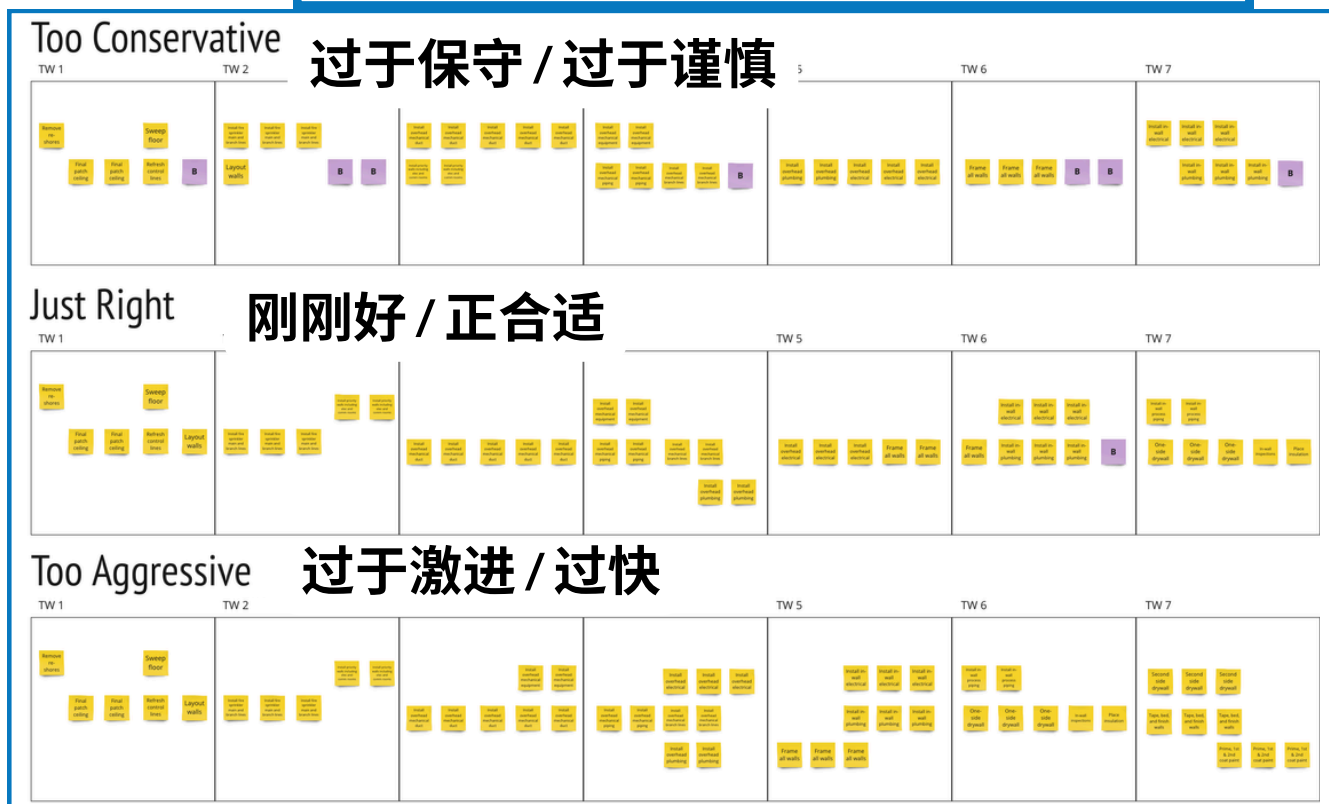
3 天 TAKT 周期



你将把施工活动以可视化方式打包进 Takt 车厢，确保它们自然地适配于相同的 Takt 周期和同一个代表性作业区内。

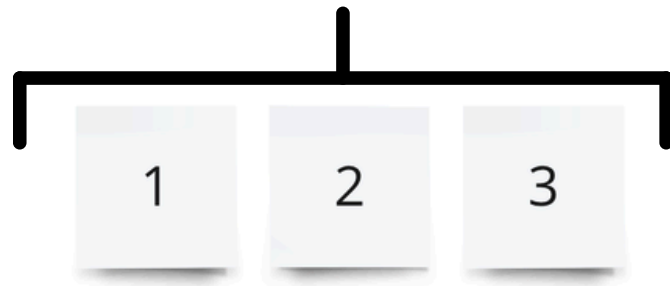


你最终应在工序序列中预留约 5%-20% 的缓冲时间，如下图所示。如果缓冲超过 20%，说明计划过于保守；如果缓冲低于 5%，则可能过于激进，存在延误风险。



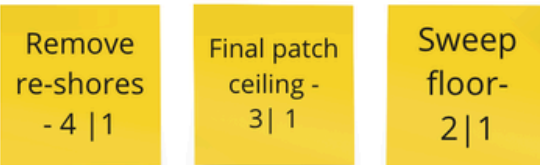
完成工作打包后，你需要为每个 Takt 车厢贴上标签。不要简单地把所有活动名称堆砌在一起，而是要对内容进行概括和总结。

TAKT 周期 (3天)



一个代表性作业区

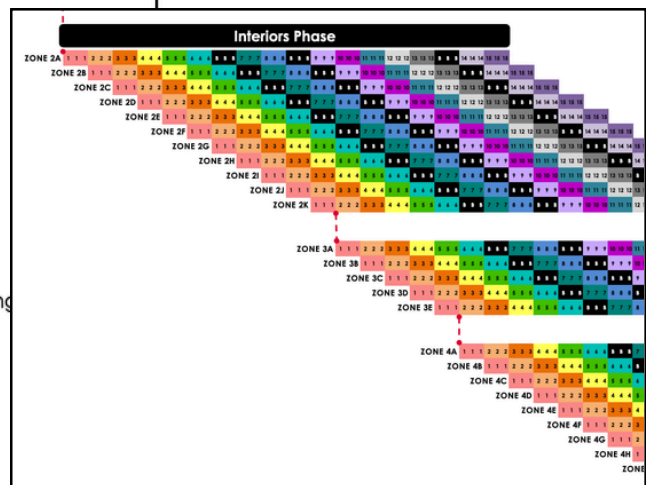
楼层准备工作



现在你已确定所有车厢标签，接下来要为 Takt 计划创建图例。当你根据该图例绘制 Takt 计划时，最终效果将如下所示：

室内施工图例

- 1 Remove re-shores, Floor prep, Final Patch Ceiling, & Layout Walls
- 2 Install Fire Sprinkler Main and Branch Lines & Install Priority Walls
- 3 OH Mechanical
- 4 OH Mechanical, OH Plumbing
- 5 OH Electrical & Frame Walls
- 6 In-Wall Electrical & Plumbing
- 7 In-Wall Piping, One-side Dry Wall & In-Wall Insp
- 8 Second Side Dry Wall, Insulation & Finish Walls
- 9 Prime 1st & 2nd Coat Paint
- 10 Ceiling Grid, Lights, Electrical Fixtures & Mechanical Ceiling
- 11 Casework & Final Paint (Possible)
- 12 Millwork Plumbing, Wall and Casework, Ceiling Tiles
- 13 Flooring
- 14 Final Paint, Final Clean 1st Pass & Incomplete Worklist
- 15 Arch Punchlist, Corrections & Final Clean



你的工序打包流程应遵循下图所示的指南。 这里的关键在于：我们强烈建议，常规层的施工序列应基于**协作式拉动计划**来制定。

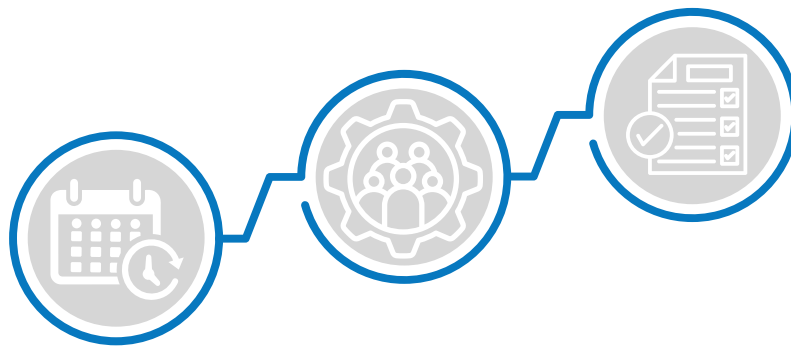
宏观层流程



常规层流程



拉动计划是一种通过引入项目中的“末位计划员”(Last Planners®) 来制定更精准的工序序列和工期的方法。“末位计划员”指的是在规划周期中负责最终决策的人员——通常是现场的领班。通过让这些直接领导作业班组的一线管理者参与到计划中，团队能够获得更真实和可靠的信息，借助协作更有效地解决问题，并赢得一线团队的信任与支持。



拉动计划可能显得复杂且充满挑战。接下来的内容将为你提供逐步的讲解，同时我们也准备了一些可供使用的模板。这些模板将定期更新。如果你需要最新资源，欢迎随时通过电子邮件联系我，邮箱是 jasons@elevateconstructionist.com，或访问我们的网站 [<http://www.elevateconstructionist.com>]

拉动计划执行

第一步：明确满意条件

为了让所有人对拉动计划的期望达成一致，我们可以采取以下措施：

准备团队：

- 传达以下关键信息：
 - 拉动计划会议的日期、地点，并发出正式邀请；
 - 本次拉动计划要倒推达成的**里程碑**目标，以及该计划的总体“满意条件”；
 - 对会前准备的期望，例如研读图纸、准备便签，或完成一份会前思考作业表。
- 有些总承包商会要求各工种提前填写工作表。



召集团队：

- 在此步骤中，你需要召集所有参会人员，进行安全简报，并向他们介绍以下内容：
 - 拉动计划会议的具体地点；
 - 所需物资的存放位置；
 - 本次拉动计划的“满意条件”；
 - 为确保拉动计划顺利进行所需的各项准备工作；
 - 拉动计划会议的整体流程概览。



提供准备时间：

- 在参会人员完成召集、引导和信息同步后，建议预留 15 至 30 分钟的时间，让他们完成最后的准备工作，并重新聚焦于本次会议的具体情境。

明确满意条件清单：

- 当所有人都有充分时间准备后，你需要介绍或再次强调本次拉动计划的“满意条件”。你要说明本次会议的目的、团队将要开展的工作，并明确此次拉动所指向的里程碑。建议你进一步说明以下内容：计划需要做到何种详细程度、必须包含哪些关键事项，以及最终的成功标准是什么样子。

满意条件

1. **里程碑** - 具备封石膏板条件
2. **高层级要求** - 仅需工序序列
3. **开始日期** - 在本层临时支撑拆除之后
4. **核实**该里程碑的总工期是否合理
5. **检查**工序安排及分配给验收检查的时间是否充分

第二步：

明确里程碑的开始和结束

将有助于团队在制作标签或便签时保持清晰。

本层临时
支撑已拆
除

- 混凝土结构已完成
- 临时支撑全部清出
- 地面已清扫干净
- 控制线已复测并清理畅通

已具备封
石膏板条
件

- 隐蔽工程验收已完成
- 仅限二层
- 电梯尚未完工
- 可开始安装石膏板

第三步：

传达便签格式要求

在此步骤中，全体成员需统一标签或便签的格式，确保信息清晰一致。



活动
简要描述

持续时间: | 工人数量:

活动:

需求:

1.

2.

该活动所需
的前提条件
或依赖项

第四步：

选择每种颜色代表的工种。

墙体龙骨
与背板

给排水

机械管道

电气

暖通空调

保温

第五步：

制定规则

参与拉动计划的每个人对会议该如何进行、应遵循哪些规则，都会有不同的看法。化解分歧、避免僵局的最佳方式，就是让大家**统一认识，共同商定规则**。



拉动计划指导原则：

1. 每次只允许一人发言。
2. 在移动不属于你的**便签**前，必须先征得其所有者同意。
3. 按照流程，每次只处理一个工种：
 - a. 从你**最后一项活动**开始；
 - b. 清晰**描述**该项活动；
 - c. 说明**完成**该活动所需的前置条件或支持；
 - d. 邀请其他相关工种或专业添加便签，以**满足你的需求**；
 - e. 当你的需求被满足后，请坐下，由**下一位代表**继续。
4. 如果你遇到**障碍或里程碑**，将便签斜放。
5. 坚持面对面、人对人的直接沟通。
6. 做出承诺。
7. 真正协作，用心倾听。
8. 确保参会的是合适的人选——即各专业的现场专家，他们有能力做出这些承诺。
9. 拉动计划完成后，进行一次**正向推演**，以识别可并行开展的工序并优化整体序列。

第六步：

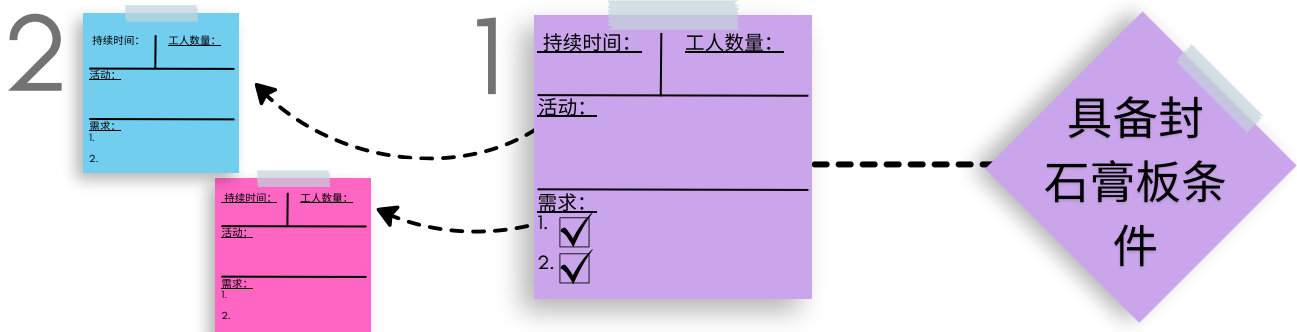
召开拉动计划会议

一旦团队就规则达成共识，即可按照以下步骤正式启动拉动计划会议：

1. 主持人邀请负责第一项活动的单位将他们的便签粘贴到看板上。该单位代表需说明活动的名称、持续时间、所需工人数量，并清楚列出完成该活动所需的前置条件（即“需要什么”）。

拉动计划 (续)

2. 能够满足需求的承包商将把自己的便签贴在看板上，而第一位承包商会在该便签旁的框内打上一个“对勾”。接着，明确下一个需求。通过这种方式，计划将从终点向起点逐步倒推，确保每项任务的所有前置需求都得到满足。当整个序列中的所有需求都被覆盖并确认后，拉动计划便宣告完成。



第七步：

通过正向推演检查工序序列

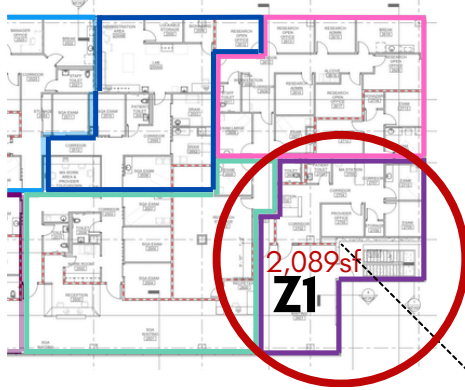
在完成整个倒推序列后，与各工种一起进行正向推演，看看是否有机会节省时间或将某些活动并行开展。



第八步：

将拉动计划转化为合适的格式

拉动计划完成后，你可以将其纳入正式进度计划中，生成Takt序列；也可以保留其当前格式，供各工种直接遵循。务必向**所有工种**传达Takt计划的成果，确保他们清楚了解该计划。



下图展示了一种直观的方式，帮助理解拉动计划。当拉动计划按作业区进行时，可以将其整合成你的Takt计划。通常，拉动计划不会孤立存在。简单来说，拉动计划本质上是一个单一的Takt序列，而Takt计划则是多个拉动计划按统一节奏协同运作的整体安排。



每个拉动计划应代表一个单独的作业区，并依次上下级联排列，形成连续、节奏一致的TAKT流水作业。

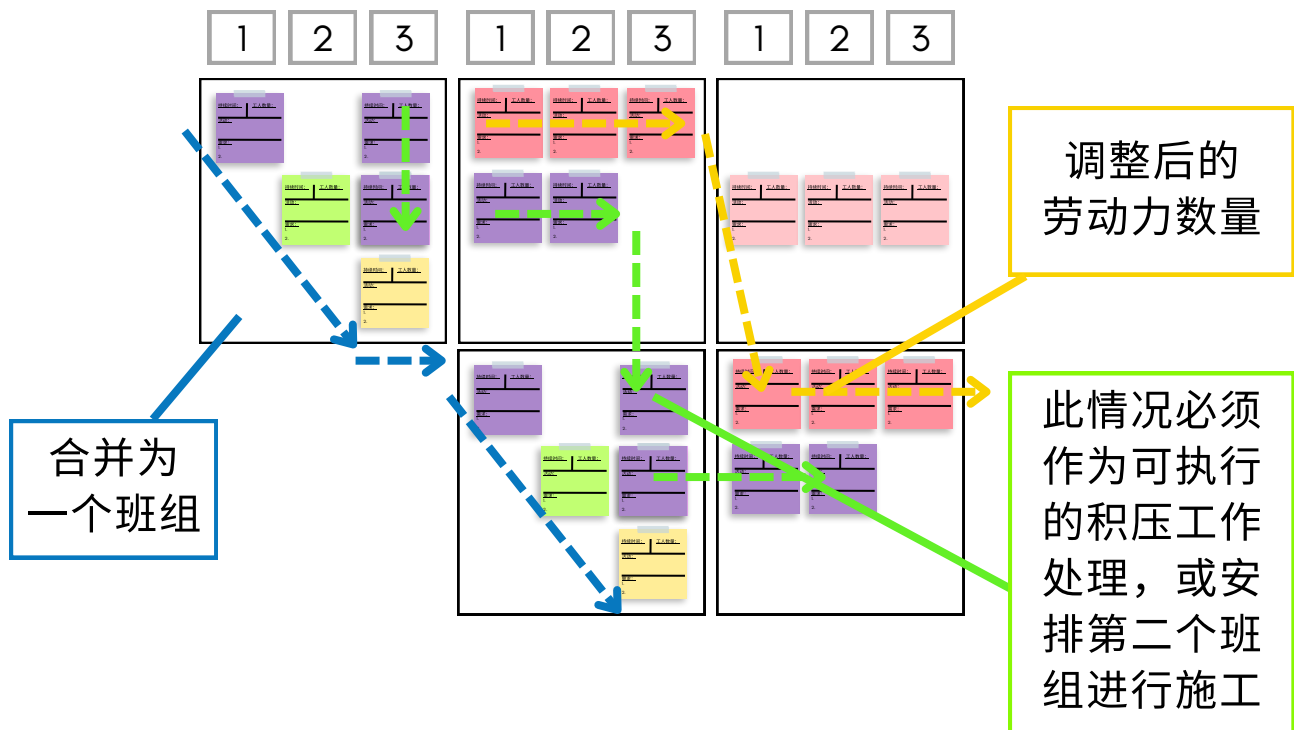
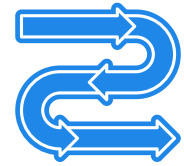


拉动计划（续）

这里的重点不仅仅在于分析拉动计划序列内部的工作流，也要对不同作业区之间进行分析，以确保各工种能够顺畅衔接。一旦你在标准层面——或在前期策划的宏观层级——完成了拉动计划并确认了工序序列，就需要将各个打包好的作业区序列进行上下叠加比对，以确保各工种能够在不同作业区之间实现单一流程和连续作业。

工作包中验证工种流动性的步骤：

1. 确保工作已按作业班组合理划分并落实到位；
2. 调整各班组的劳动力数量，以实现工作量的均衡（平准化）；
3. 如有必要，调整工序顺序以实现顺畅的工种流动；
4. 在出现空档时，酌情加入可执行的（待施工工作量），以保持节奏连续；
5. 如有需要，将某些活动与其他班组配对协作，提升协同效率；
6. 如果确实无法实现良好的工种流动，至少要坦诚面对，并据此如实进行工作包**划分**和资源**安排**。



至此，我们通过工作包的划分实现了各工种的均衡运作，并通过工作密度分析保障了各作业区的负荷均衡。此外，我们还利用计算工具确定了合理的作业区数量。现在，我们已经为实现顺畅的工作流程做好了充分准备。

1 要施工流畅，必须对各工种进行均衡安排。



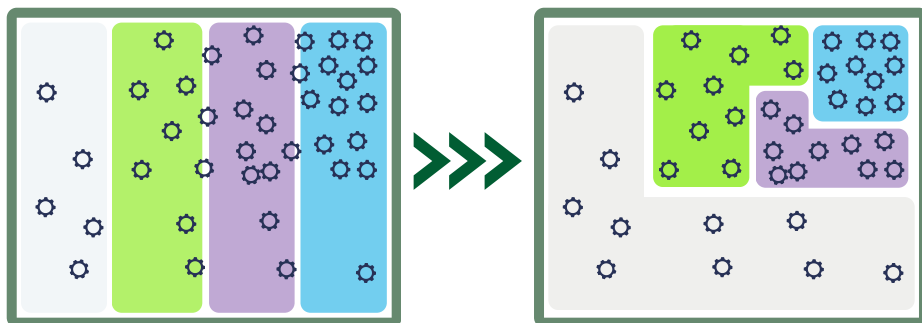
工种2人数太多

因此被拆分为两个工作包。

虽然仍属于同一工种，但现在是两个作业班组。

2 要施工流畅

你必须根据工作密度对作业区进行均衡。



平方英尺面积	10k	10k	10k	10k
工作密度	50	90	110	150

平方英尺面积	20k	9k	7k	4k
工作密度	100	100	100	100

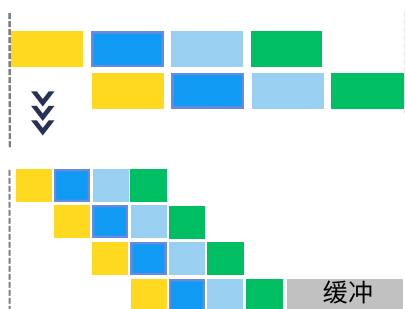


我们不会按面积大小均分作业区

而是通过调整作业区的形状，使各作业区的工作密度相等

3 要施工流畅

你必须设置合适数量的作业区。

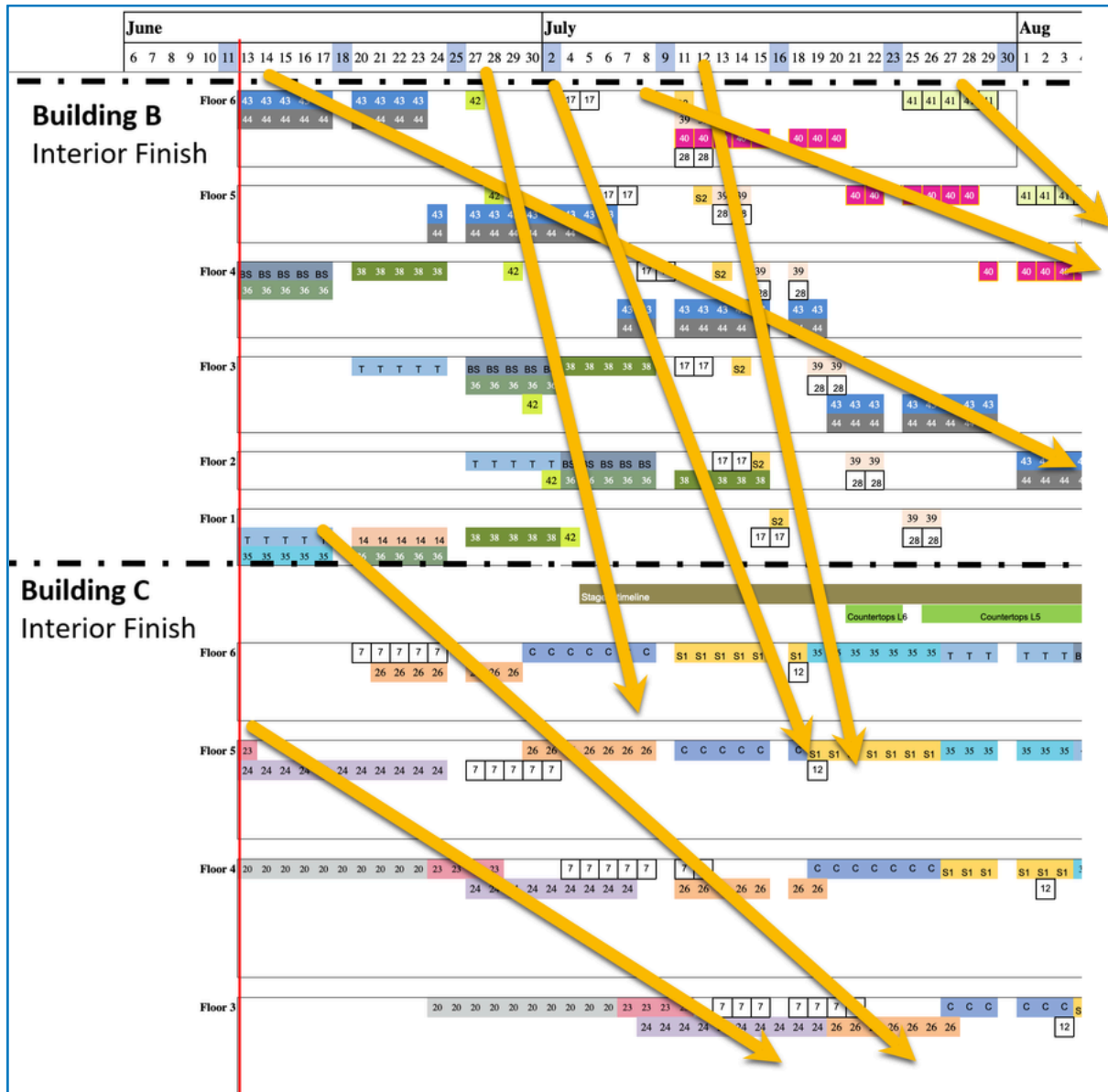


大块区域意味着进展缓慢，因为各工种必须长时间等待前一道工序完全结束后才能进场。

而通过科学合理划分阶段内的作业区，各工种就能以更紧凑的节拍连续流动，减少等待，从而加快节奏、提早完工。

拉动计划（续）

我们的示例展示了一个阶段内仅包含一列“施工列车”的情况。但实际上，许多项目在一个阶段中会安排**多列施工列车**。



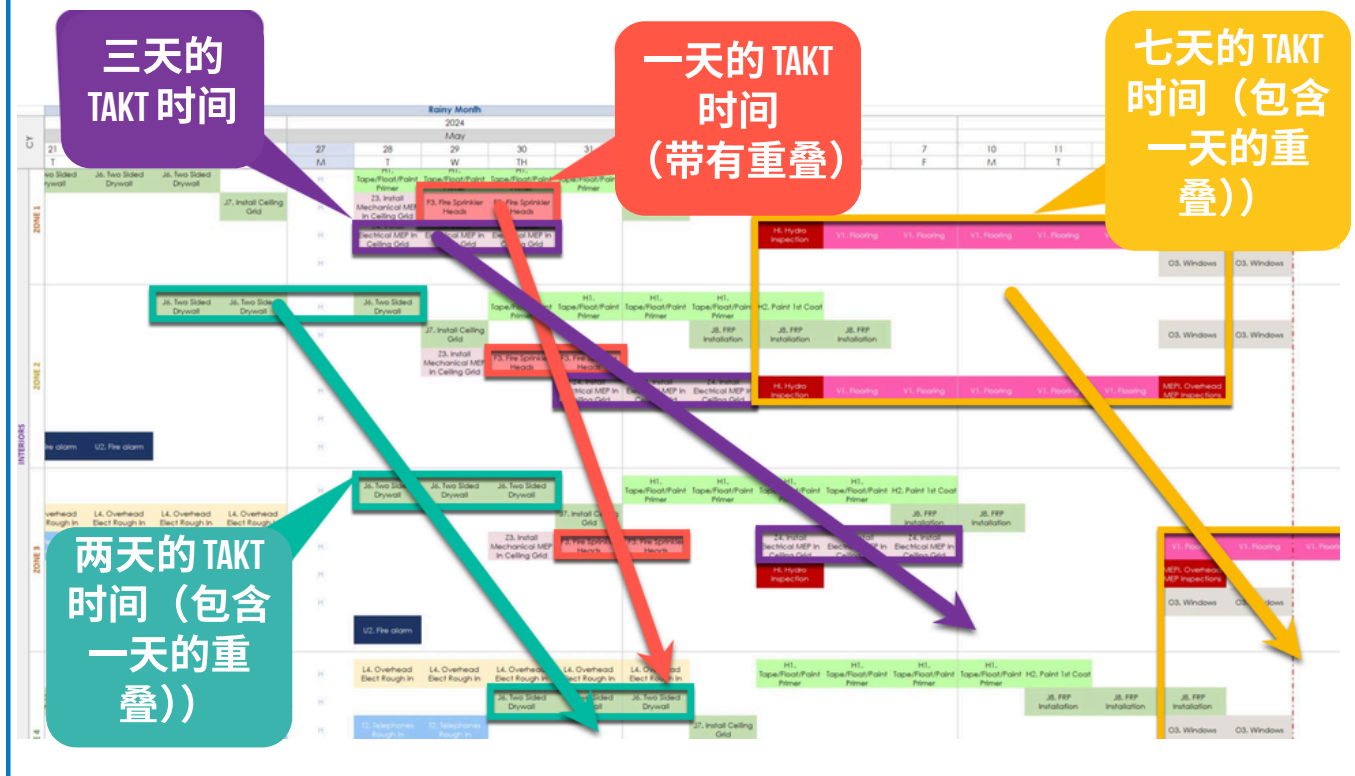
当出现多列施工列车时，请遵循以下原则：

1. 尽量减少施工列车的数量（以线条表示）；
2. 尽可能将相邻的工序“吸附”到这些列车上，形成连贯流；
3. 优先优化最大的那列施工列车，并以此为基础进行整体排布——该优化应基于Takt计算器的分析结果；
4. 将各列车线路彼此尽可能靠近布置，以缩短流动距离、减少空档；
5. 标出所有列车交汇点（交叉区域），并确认现场存在清晰、无冲突的作业路径；
6. 如需支持，请致电 LeanTakt 寻求帮助：(602) 571-8987。



前几天，我在社交媒体上分享了下面这张图片，有人留言询问其中的Takt周期时长。答案是：这是一个多列施工列车的Takt计划，包含多个不同的Takt周期，这与强制将所有工种放在同一个Takt周期的计划截然不同。我们通常会首先教授单列施工列车的方法，以帮助大家建立对Takt的基本认知；但随着你在项目中更深入地应用Takt，多列施工列车的形式将会变得越来越熟悉和常用。

多列施工列车或基于资源的 *TAKT* 计划



Takt 生产系统的运作方式

1. 各个阶段设有专门且相互独立的作业区，每个阶段都有其独立的作业区划分图。
2. 每个阶段可以包含多列工种施工列车。

你的 Takt 生产计划并不受一个固定的 Takt 周期的制约！我们已经在宏观层面验证了，该计划能够满足业主的需求和最终工期要求。现在，你需要在最佳方式、最佳时机和正确顺序之间找到平衡，以确保工作能够准确、高效地执行。并不存在一个适用于所有工种的“最优 Takt 周期”。你需要对各个阶段进行工程化优化，以控制**未完工程量**（WIP），同时创造作业容量、平衡资源利用率，并高效处理各项作业。

业区内的循环周期，从而推进本项目的建造——因此，有时这意味着我们要从单列施工列车和单一 Takt 周期，转向多列施工列车和多个 Takt 周期。

那么……为什么叫 *Takt* 计划呢？

因为“Takt”意为节拍——而我们所创造的，正是这样一种节拍。Takt 生产计划是一门艺术：让工种列车以稳定、可预测的流动方式，穿越经过均衡划分的作业区。这与制造业中对“Takt 周期”的传统定义，或系统中仅作为时间参数的 Takt 周期组件有所不同。它关注的是在建筑施工中建立节奏。你可以称它为流水计划、节拍计划或单件流。但无论名称如何，目标始终如一：各工种协同推进，工作顺畅流动，项目准时完工。

当你需要采用多列施工列车和多个 Takt 周期时，请遵循以下步骤：

1. 首先使用 Takt 公式**优化**最慢的那列施工列车；
2. 将相邻工序**锚定**到最近的施工列车上；
3. 尽可能将各列施工列车的**平衡线**彼此靠近布置；
4. 有效管理各施工列车之间的**交汇点**。

我们大多数客户最终都会采用**多列施工列车**模式——这是一种基于资源的 Takt 计划，而非严格依赖统一 Takt 周期的 Takt 计划。尽管形式不同，但它同样能实现 Takt 的核心目标。

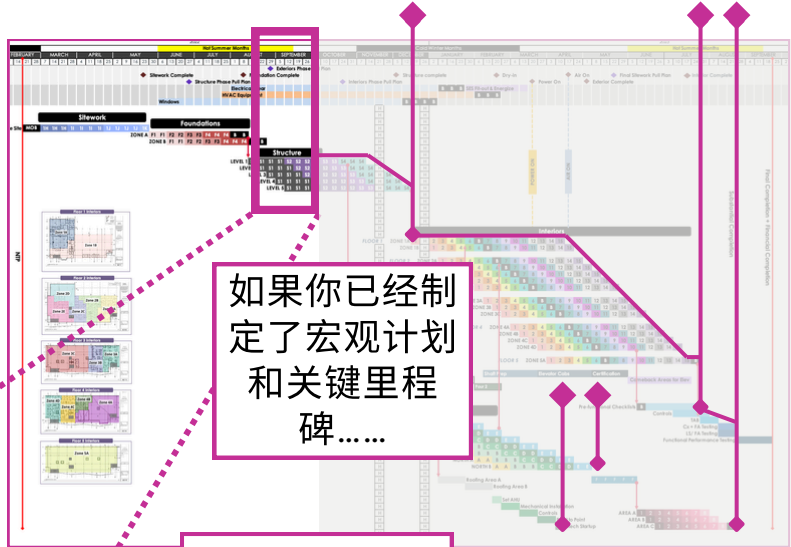
- 你依然可以使用 Takt 公式进行优化；
- 你依然能够建立工种之间的顺畅流动；
- 你依然可以实施 Takt 导向与管控；
- 你依然能均衡未完工程量（WIP）；
- 你依然拥有稳定的节奏；
- 你依然保持计划的一致性；
- 你仍可通过设置缓冲来应对风险，并确保满足业主要求的交付时间。

能够构建一个覆盖全局、量身定制的大型生产系统，既契合项目整体需求，又能满足为每个工种单独设计的子生产系统的要求，具有极大的价值。



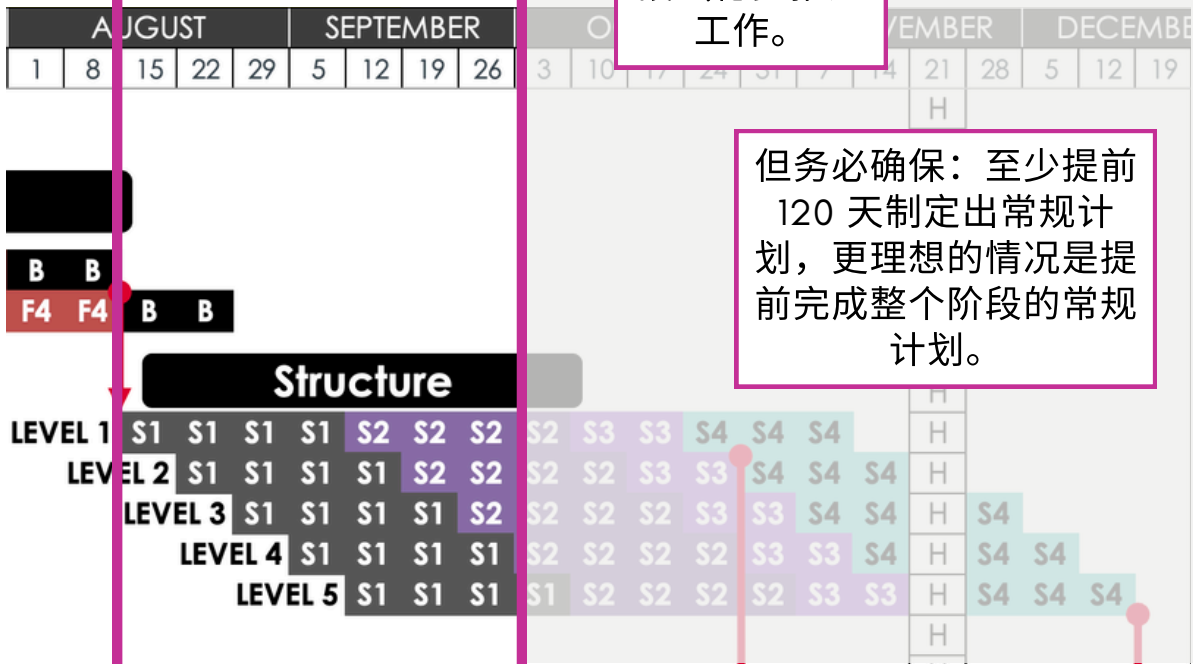
好消息!

你不必焦虑。只要你已有宏观计划，就可以在特定的时间窗口内，或在逐阶段开展拉动计划时，创建并优化你的常规计划。

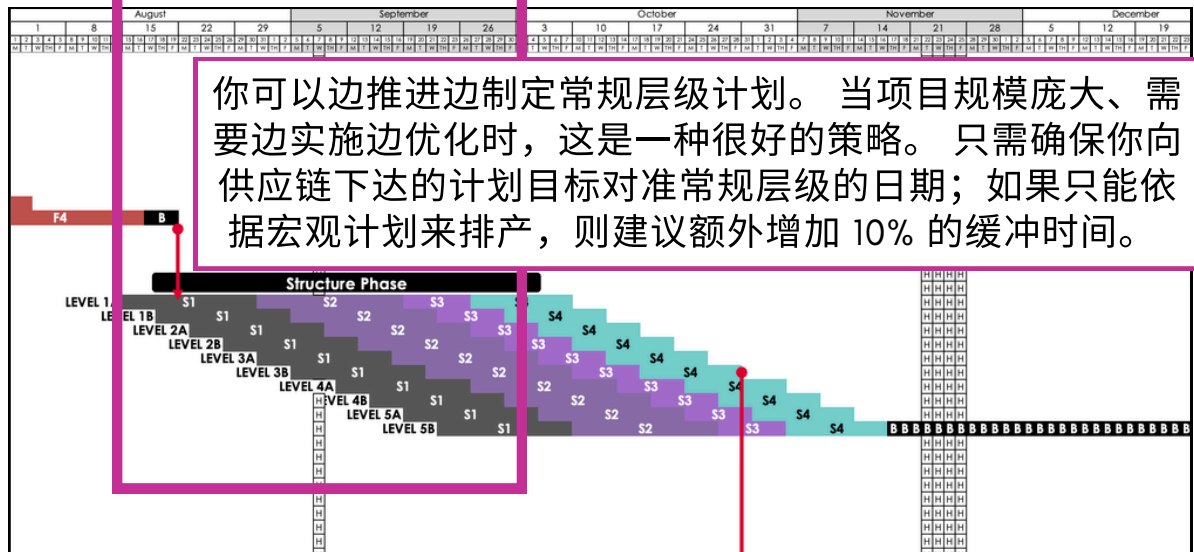


.....就可以逐阶段（稳步推进工作。

但务必确保：至少提前120天制定出常规计划，更理想的情况是提前完成整个阶段的常规计划。

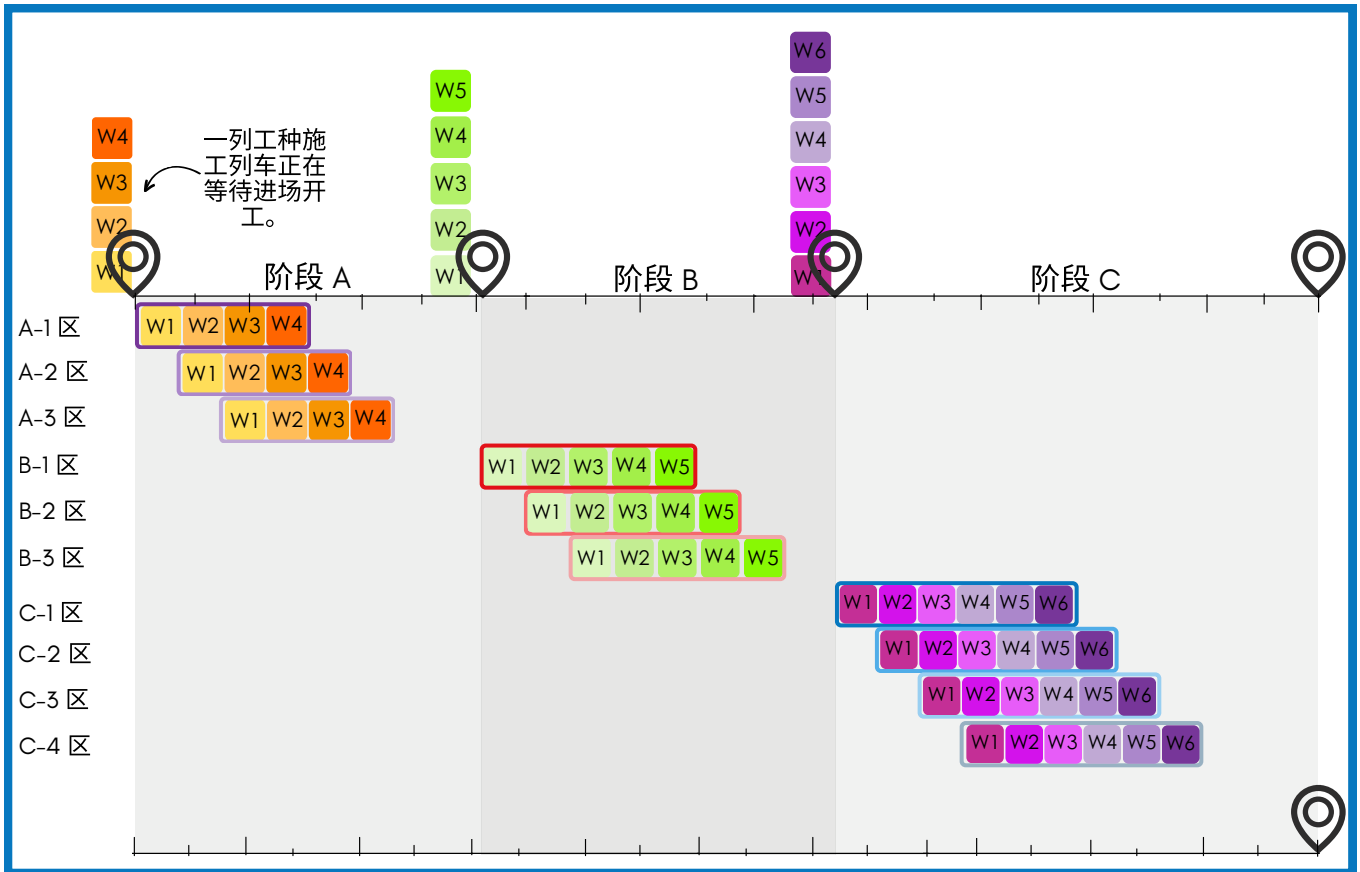


你可以边推进边制定常规层级计划。当项目规模庞大、需要边实施边优化时，这是一种很好的策略。只需确保你向供应链下达的计划目标对准常规层级的日期；如果只能依据宏观计划来排产，则建议额外增加 10% 的缓冲时间。



步骤 6

将各个工种整合为有序的工序序列，以确保其顺畅流动。请牢记：整体进度永远不会超过最慢的工种、最慢的作业区，或您对项目作业区划分的方式。



1. 将工序序列与具体工作内容及工种流动一同打包整合。
2. 确保该序列中设置了充足的缓冲，以应对不确定性并保障节奏稳定。
3. 将该序列输入 Takt 模板，并按标准格式进行排布和呈现。



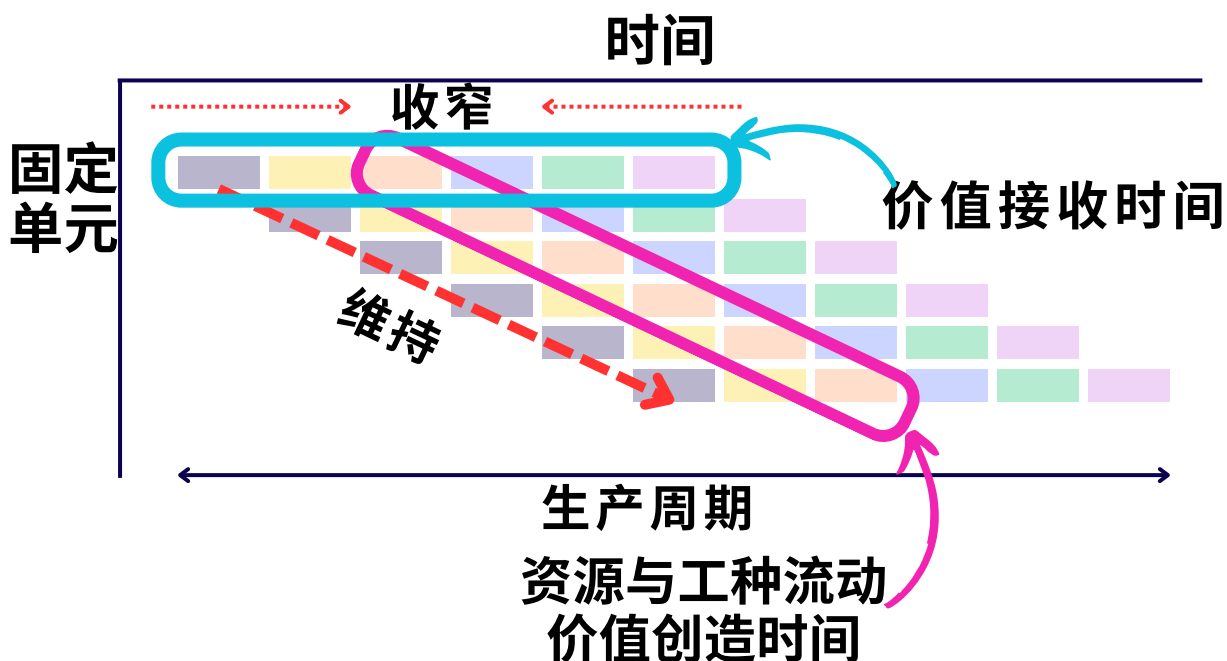


工种流动指导原则

工种流动至关重要。实现真正的“流动”意味着各工种应做到以下几点：

- 执行**同一份**长期计划；
- 朝着**相同**或正确的**方向**推进；
- 按照**相同**或合理的**顺序**作业；
- 通过**均衡配置的班组**，在各作业区提供**一致**的价值产出；
- 在每个作业区完成大致**相等的工作量**；
- 保持**相同**或合适的施工**速度**；
- 维持**相同**或合理的**工序间距**；
- 能及时获得所有必要**资源**，并依託管理良好的采购日志确保工作准时开展；
- 积极融入并致力于成为**同一个**紧密协作的**团队**；
- 共同聚焦于**同一份短期区间计划**；
- 获得与总包**同等程度的尊重**与参与决策的机会；
- 实现无中断、无反复启停的连续**施工流**。

工种流动表现为：

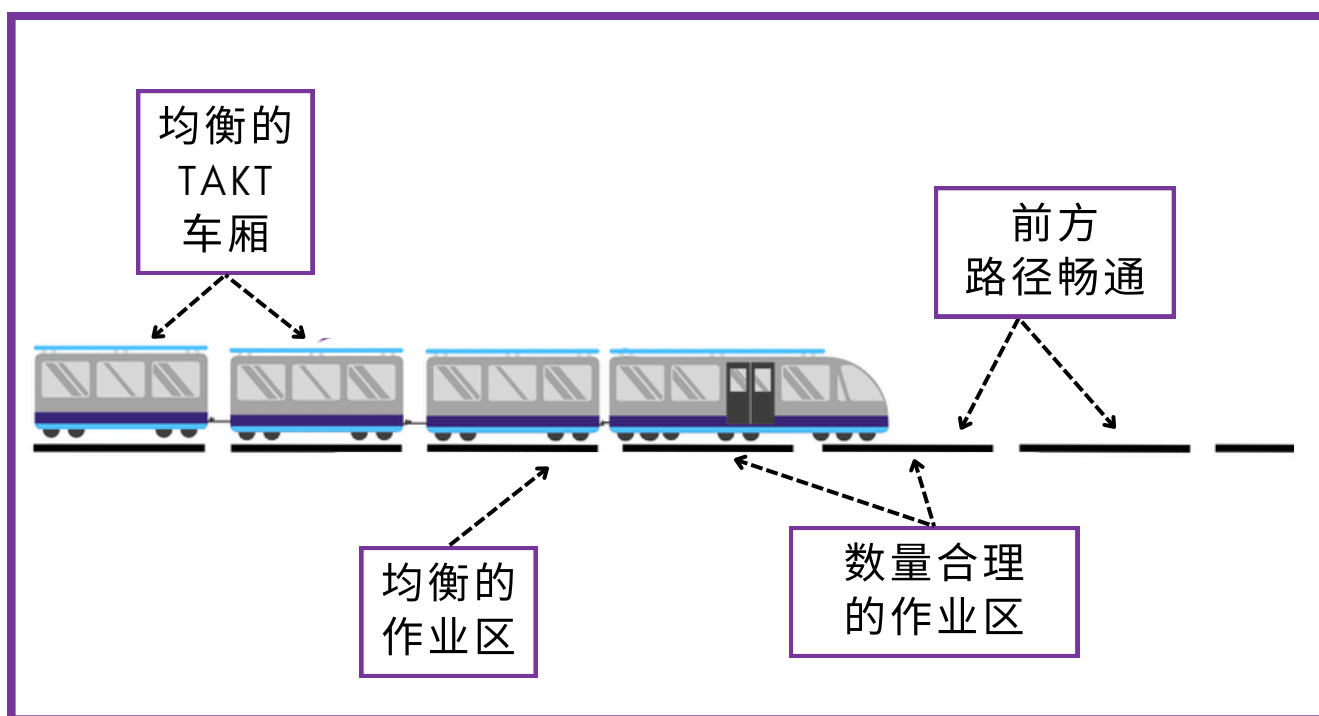


生产定律

你必须清楚认识到，你正在为项目设计和建立一套完整的生产系统。你需要开发此系统，以创造各工种的作业容量并进行有效管控——这一切都必须基于生产法则的应用。施工列车的速度（即“工种列车”执行工作的速率）受到以下因素的影响：

- 作业区的数量
- 工作量的均衡程度
- 为列车提前清理出的通行路径

我们已经将制造业中的生产法则应用于建筑施工实践，以确保并实现最高效、最有效的系统化成果。

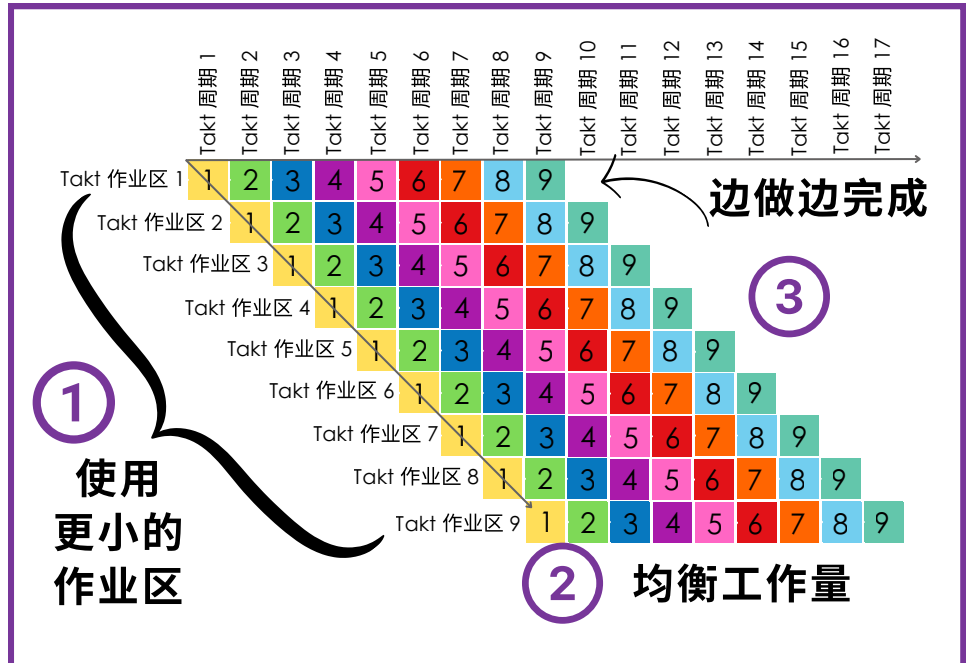


借助 *TAKT* 生产系统 (*TAKT PRODUCTION SYSTEM*®) 和末位计划员系统 (*LAST PLANNER*®)，我们可以清晰地看到施工列车及其前方的作业内容。

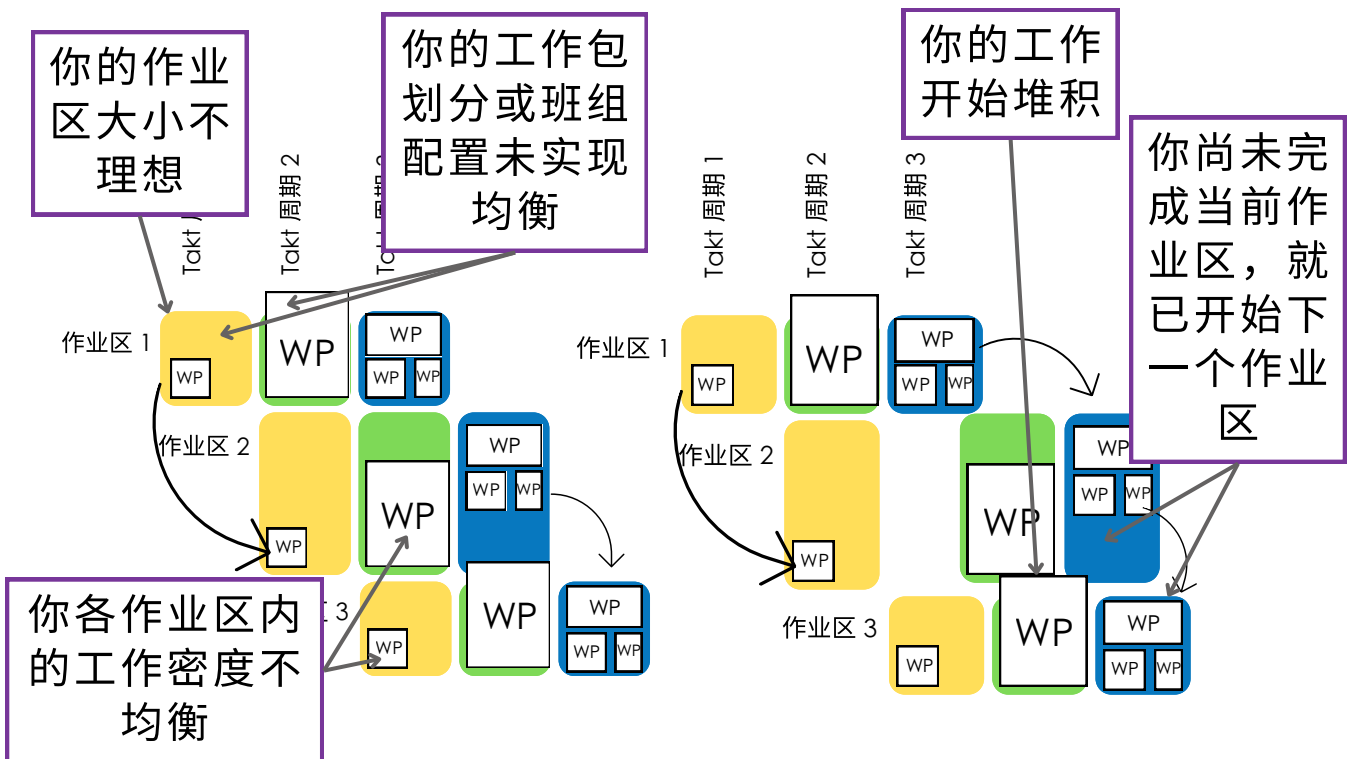
利特尔法则

将利特尔法则应用于建筑施工需要一些努力，但我们能够成功确立以下三条规则：

1. 如果作业区划分得更小，项目或阶段的进度会更快；
2. 如果工作量实现均衡，项目或阶段的进度会更快；
3. 如果做到“边做边完成”，项目或阶段的进度会更快。



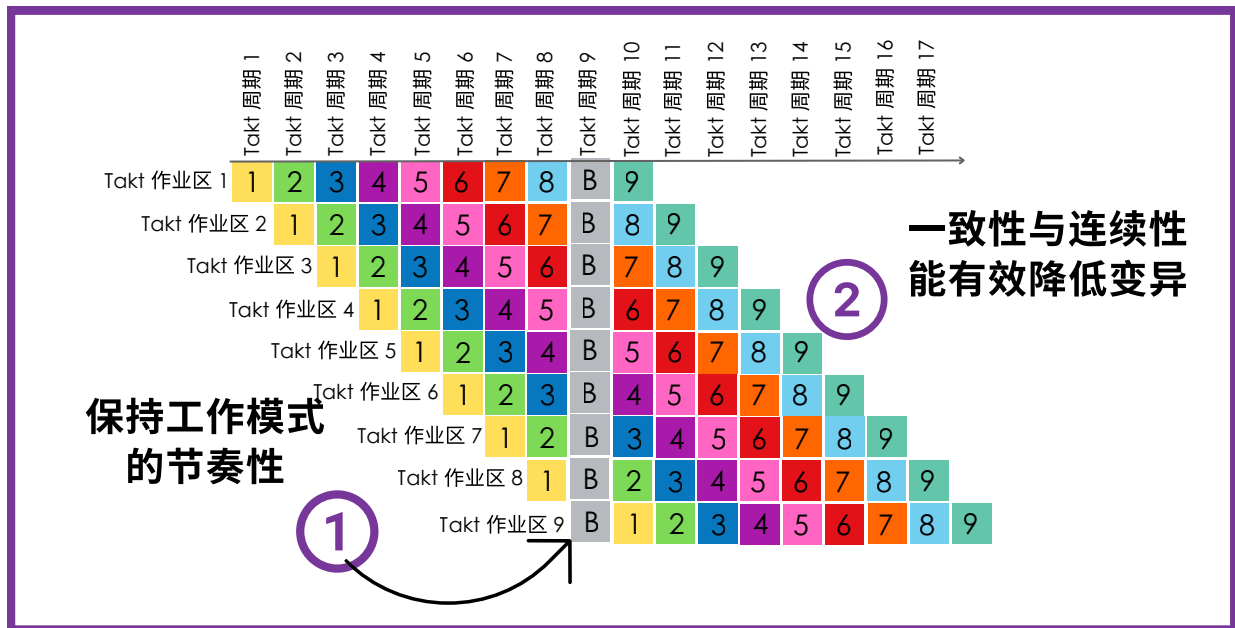
这些定律是科学且数学上确定的，无法绕过。如果你发现以下任何问题，就说明你已陷入困境，并脱离了 Takt 节奏：



你不能在以下情况下仍然声称遵循 Takt 生产系统：作业区数量不正确、作业区不均衡、Takt 车厢不均衡、工作堆积，以及收尾方式缺乏节奏感。

变异效果法则

从制造业转化到建筑业，其含义是：建筑项目经历的变异越多，工期就会越长（或竣工日期将不断延后）。Takt 生产系统通过保持工作模式的节奏性和一致性，有效抵消变异带来的负面影响。



即使在 Takt 系统中出现延误，该系统仍能够以一致且可控的方式吸收这些延迟，从而保持整体工作模式的稳定性。

变异往往是由管理者以下行为引发的：

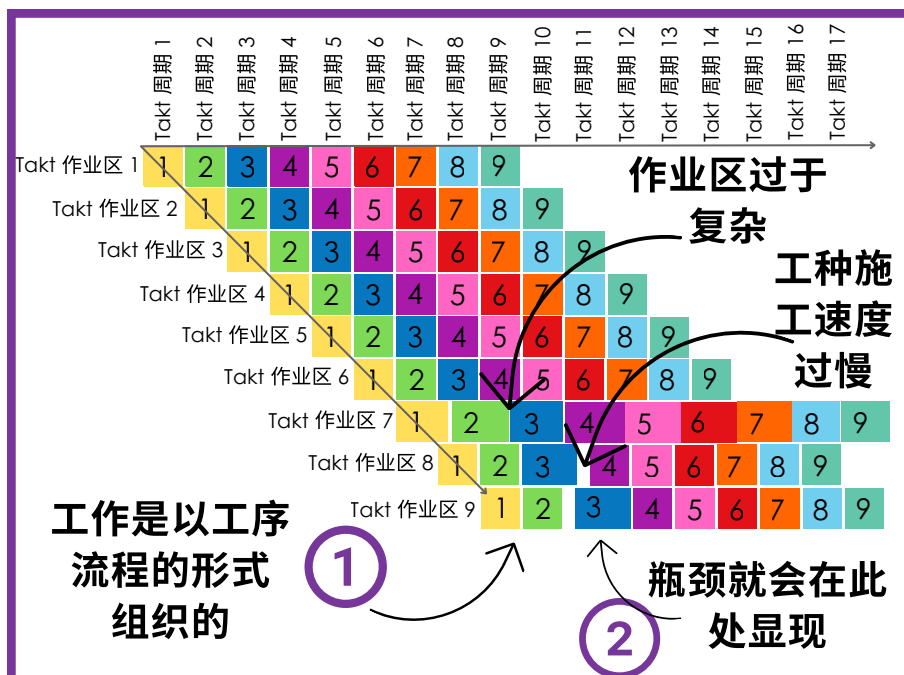
1. 随意修改计划；
2. 对延误的反应措施导致更多变更；
3. 项目安排缺乏节奏与一致性；
4. 因前期工序提前完成，盲目提前后续工作的开始时间；
5. 面对业主的变更时，没有严格的调整流程；
6. 作业面准备不足，导致工种频繁停工和重启；
7. 一旦出现问题便陷入恐慌，盲目增加项目的资金、人员和材料，进一步导致失控；
8. 缺乏周密的计划及前期准备；
9. 对现场团队的期望与要求表达不清晰；
10. 施工现场管理混乱、肮脏且无序。



瓶颈定律

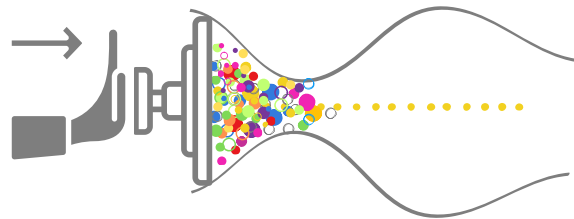
在建筑施工中，每个项目至少都会面临一个限制因素或瓶颈。解决了这个主要限制后，新的限制因素或瓶颈便会浮现。瓶颈通常出现在你的“工种列车”中，或是这些工种经过的作业区域。这也是为什么 Takt 被视为一个卓越的可视化系统——它能够清晰地揭示瓶颈所在，帮助你迅速识别流程中的中断与异常。

一旦你识别出导致瓶颈的工种、工序或作业区域，就必须立即采取措施来缓解这一瓶颈。强行“推过”瓶颈是无济于事的——这样只会加重堆积和变异。有效的解决方法包括：通过平衡工作量、优化作业区域或直接解决根本问题来消除阻碍。

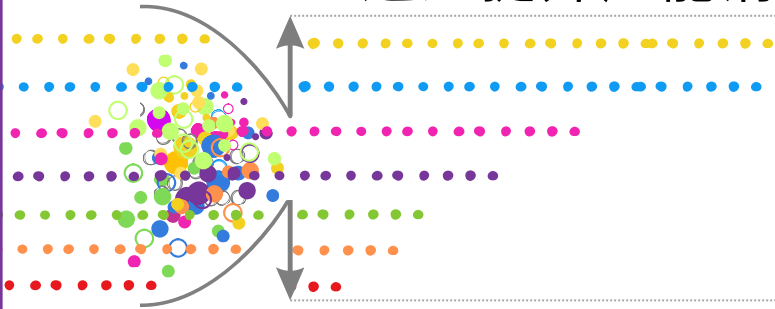


当我们强行推动资源时，就会产生瓶颈：

- 增加更多人员
- 投入更多材料
- 强行催促工人赶工
- 临时增派额外班组
- 支付加急费用



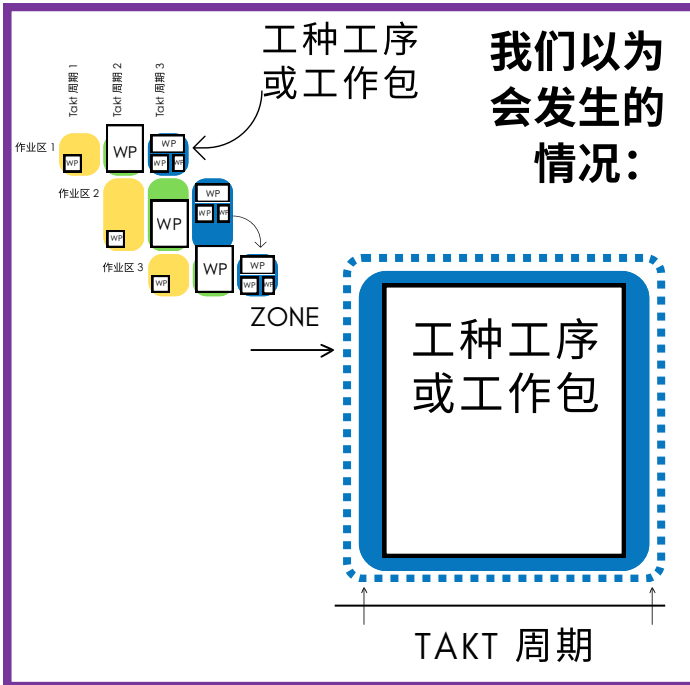
通过提升产能消除瓶颈



- 设置合理数量的作业区
- 均衡各工种的工作负荷
- 均衡各作业区的工作密度
- 保持统一的施工节奏
- 清除现场障碍与干扰

金曼公式——适配版

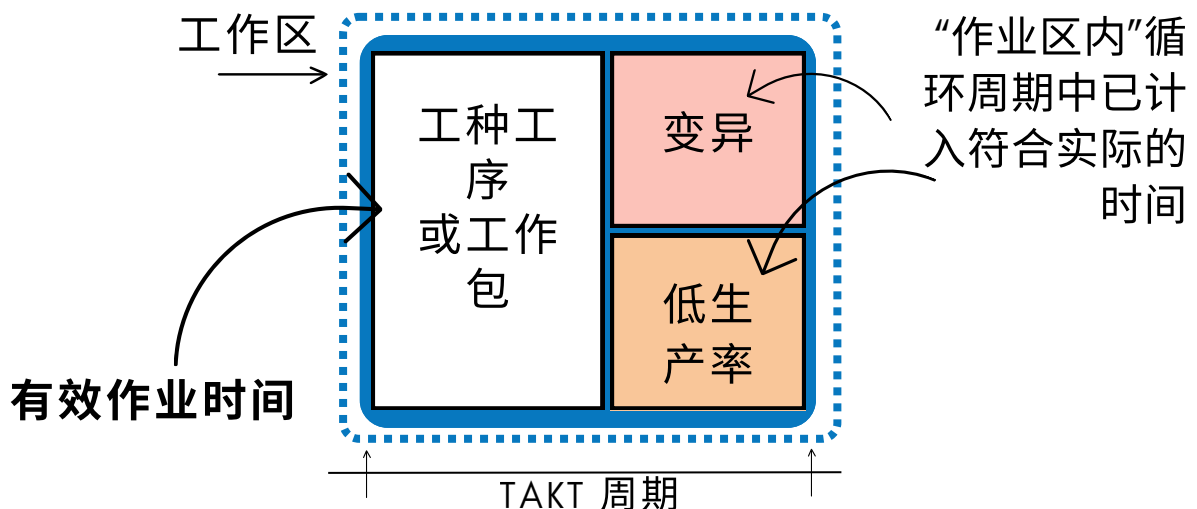
第四条定律——金曼公式，若将其大致应用于建筑施工，意味着我们必须这样打包工作：不仅包含工序本身的作业时间，还要加上因班组所遭遇的变异而增加的时间，以及因班组生产率偏低而额外耗费的时间。



Takt 生产系统 (Takt Production System®) 恰好非常适合应对这一挑战，因为它向所有计划人员和使用者清晰地展示了工作是如何被打包的。一旦施工开始，团队就能立即观察到当前的工作包是否有效，并据此对后续工作进行调整优化。

Takt 车厢展示了工作是如何被打包的。

实际会发生的情况:

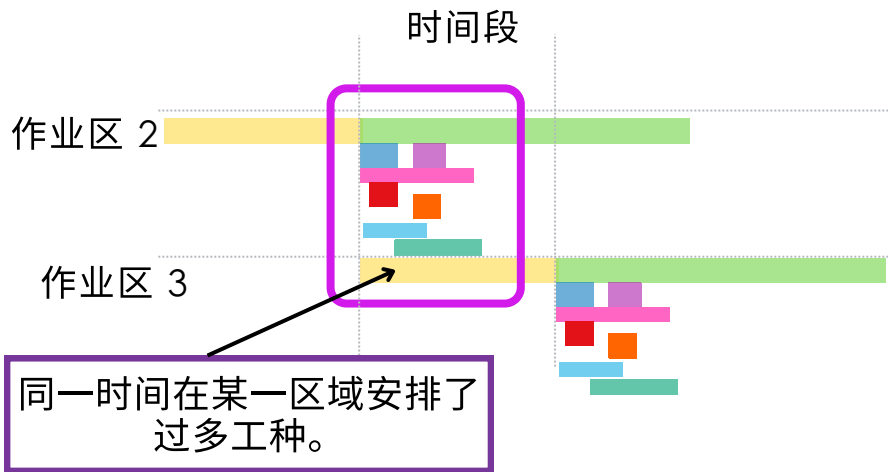


布鲁克斯定律

当布鲁克斯定律应用于建筑施工时，其含义为：向项目中投入过多劳动力，反而可能会延长项目的工期，尤其是在项目的后期阶段。试图通过增加额外的劳动力、材料和资金来“解决”问题，通常效果甚微，因为超出实际需求的额外人员只会拖慢整体的生产效率。这一切往往源于工种堆叠或工种超载。当项目陷入困境、团队感到无从应对时，常常会盲目地通过制定包含工种堆叠和工种超载的计划来增加劳动力——这不仅无法解决问题，反而会加剧混乱、阻塞和延误。

工种堆叠

工种堆叠是指在施工项目的某一特定区域，被安排了过多的分包商（或专业工种）同时作业，导致现场拥挤、相互干扰、效率下降甚至安全风险增加的现象。

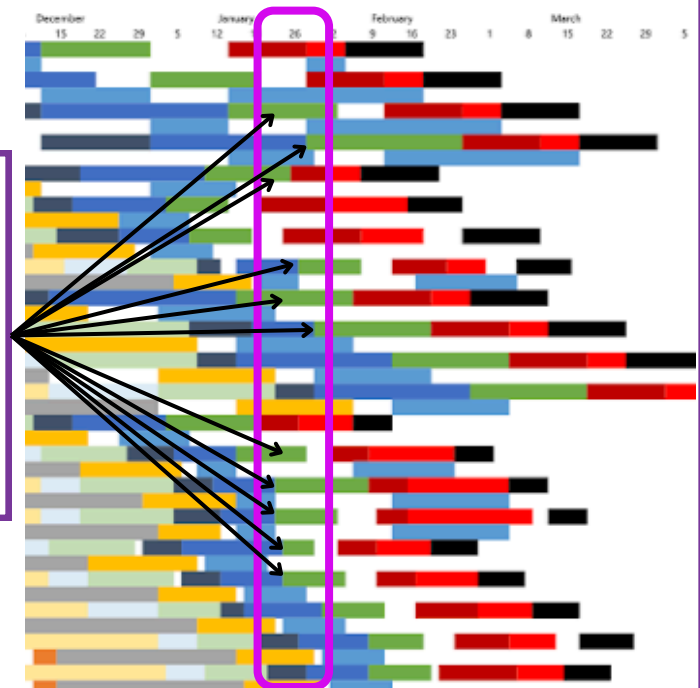


工种超载

工种超载则是指某个分包商（或专业工种）在同一时间段内被安排在项目中过多的作业区域同时施工，使其资源（如人员、设备、管理精力）过度分散，无法在任一区域高效、连续地完成工作。

当某一*工种在同一时间段内被要求在多个区域作业时

*绿色



露西定律

露西定律是第六条生产定律，也是其中最为重要且需深入理解的一条。它并非源自传统制造业的生产定律，而是我在实践中所创立的全新概念。在此，我希望尽可能清晰且务实地阐述这一理念。

首先，我必须坦诚地说明：我曾将这一定律称为“蹦极效应”，但凯特对此比喻并不理解。凯特是本书的代笔作者，她的原则是：如果她无法理解某个概念，就会不断追问，直到所有内容变得清晰。由于她对“蹦极绳”、“动能与势能”以及“重力转换”等物理概念过于字面化，我的解释反而使情况更加混乱。

在一次挫败后，我引用了《我爱露西》中露西和埃塞尔在巧克力工厂手忙脚乱的经典桥段，凯特立刻明白了我的意思。为向露西尔·鲍尔致敬——她在自己的行业中同样是一位开拓者——我们于2024年5月29日正式确立了“露西定律”，将一个曾令人沮丧的概念转化为一条清晰、直观且富有实践意义的原则。



如果你从未看过《我爱露西》中“露西和埃塞尔在巧克力工厂”

的经典片段，请点击此处观看，以便快速理解这一比喻的精髓。

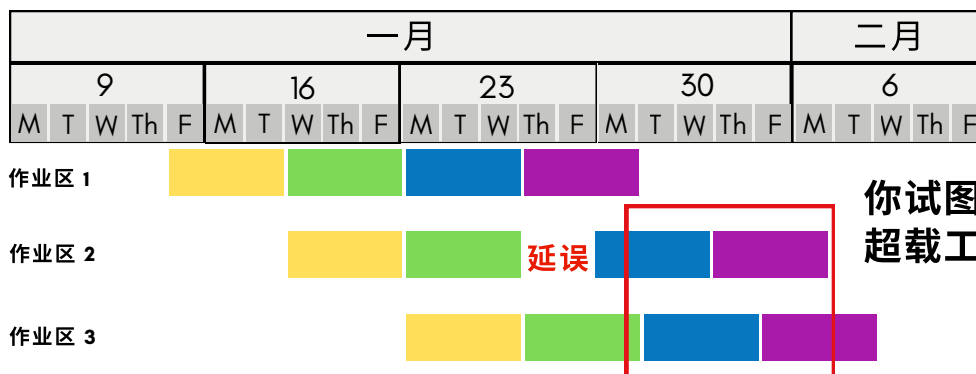


在没有接受适当培训或示范的情况下，露西和埃塞尔被要求包装巧克力，还被告知一旦出错就会受罚。她们开始工作，起初一切顺利。但不知为何，生产线的速度突然加快，两人再也跟不上节奏。当主管回来检查时，她们慌忙把混乱藏起来；而主管看到“表面顺利”，竟称赞她们干得不错，并宣布：既然你们表现这么好，那就再提高一下生产速度吧！从此，原本已经难以完成的任务彻底变成了不可能完成的挑战——我们只能一边苦笑，一边欣赏这位喜剧传奇用滑稽演绎出的深刻隐喻。

露西定律指出：当生产系统出现延误时，仅靠人员或工种自身是无法满足系统需求的。一旦出现问题，必须对生产系统本身进行调整，而不能指望工种去弥补延误。下图采用“时间-位置”格式，以便清晰展示这种影响。

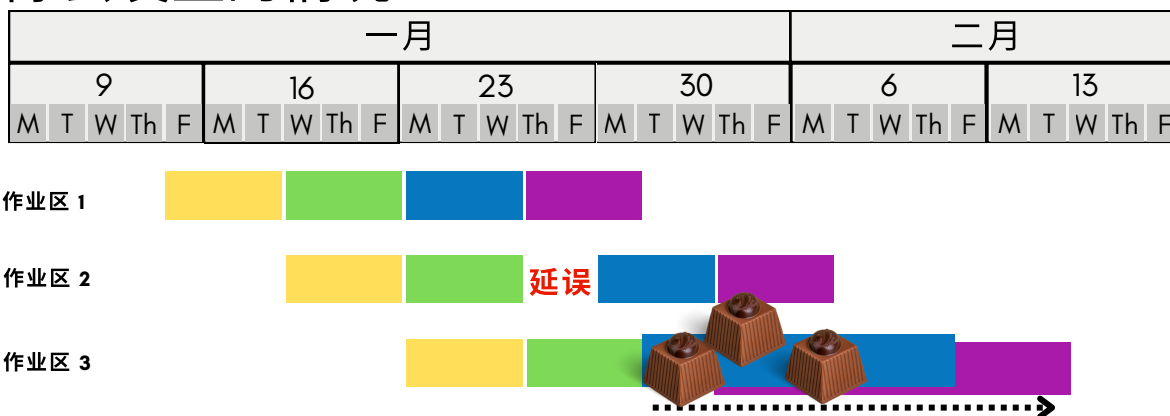
在下方图示中，可以看到蓝色 Takt 车厢在 2 号作业区发生了延误。许多施工管理人员的惯常做法是：要求该工种同时在 2 号和 3 号作业区施工，试图以此让项目重回正轨——但代价却完全由该工种及其班组承担。他们没有意识到的是：这种做法根本行不通——绝对不可能。

延误发生后我们常做的尝试：



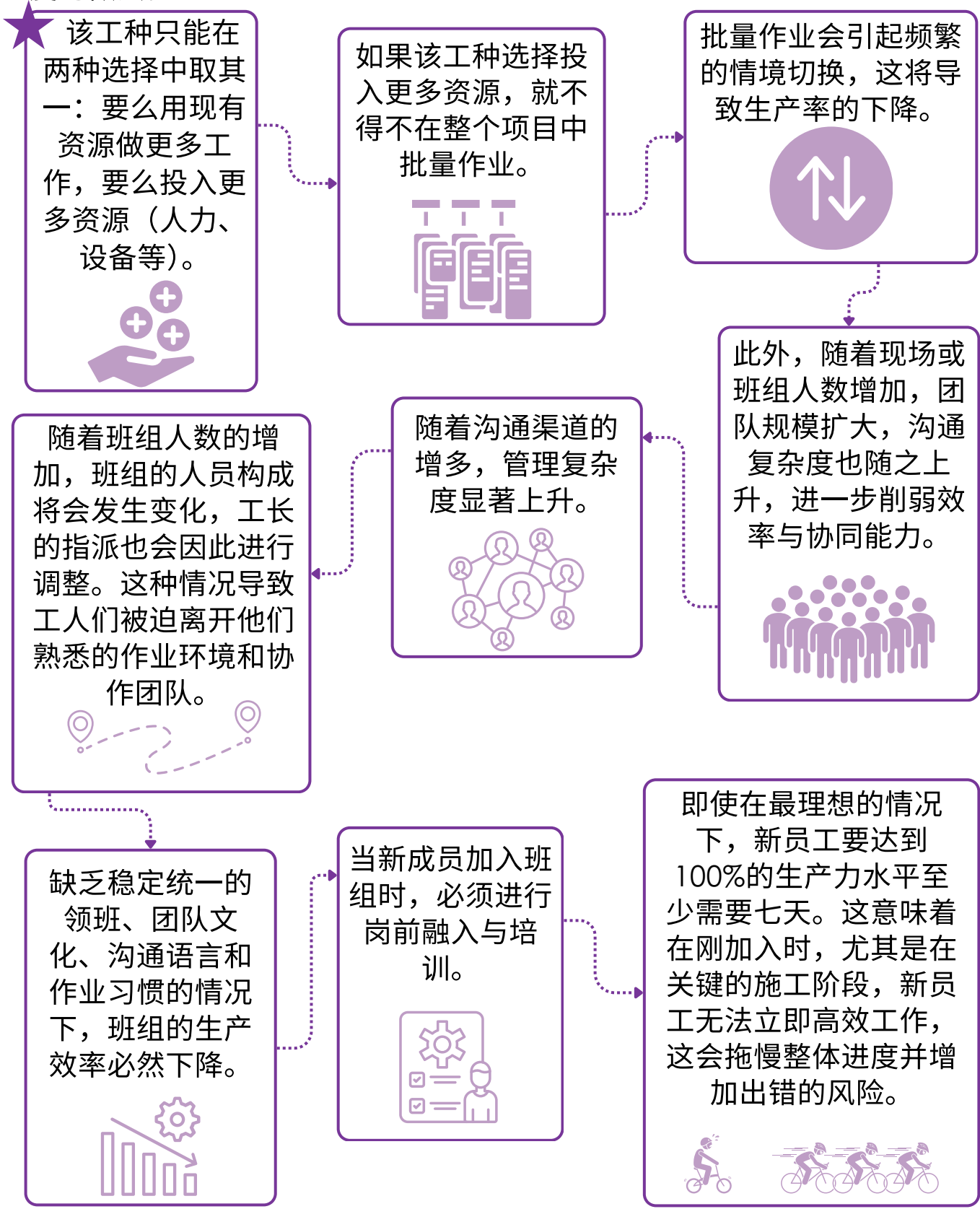
当施工管理人员和工种试图这样做时，Takt 周期和系统产能并未作出相应调整。此时，系统中根本没有余地容纳更多人员或进一步加快该工种的施工速度。如果该工种本可以干得更快，他们早就已经那样做了。如果你在发生延误后不对生产系统本身进行调整，而强行要求工种“赶工”，只会引发更多变异，并导致进一步延误。

实际会发生的情况：



如果你试图通过调整工种来强行维持原定计划，工作将不可避免地超出原计划的时间。实际耗时甚至可能达到预期的三倍之久。

该工种目前已脱离其 Takt 节奏，工作进度仍然受到系统最初设定的产能限制——无论如何催促，这一上限都无法突破。这将导致该工种陷入生产率持续下降的恶性循环。这样的螺旋式下滑是由一系列的生产力损失造成的，而这些损失正是源于你试图通过对员工和班组施加过度压力以追赶进度的做法。



在新增资源尚未真正提升整体生产效率之前，班组通常会开始安排加班，而这会导致工人疲劳并进一步加重其负担。这种做法最多只能在几周内维持表面的生产提升，随后生产力便会急剧下滑。



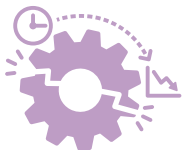
一旦开始加班，同时又有新人员加入现场，团队便会将注意力从质量上转移开。



班组此刻已然分心。



一旦分心，他们就开始错误地安装作业内容，导致大量返工——而返工的成本和耗时通常高达原始工作量的两到十二倍。



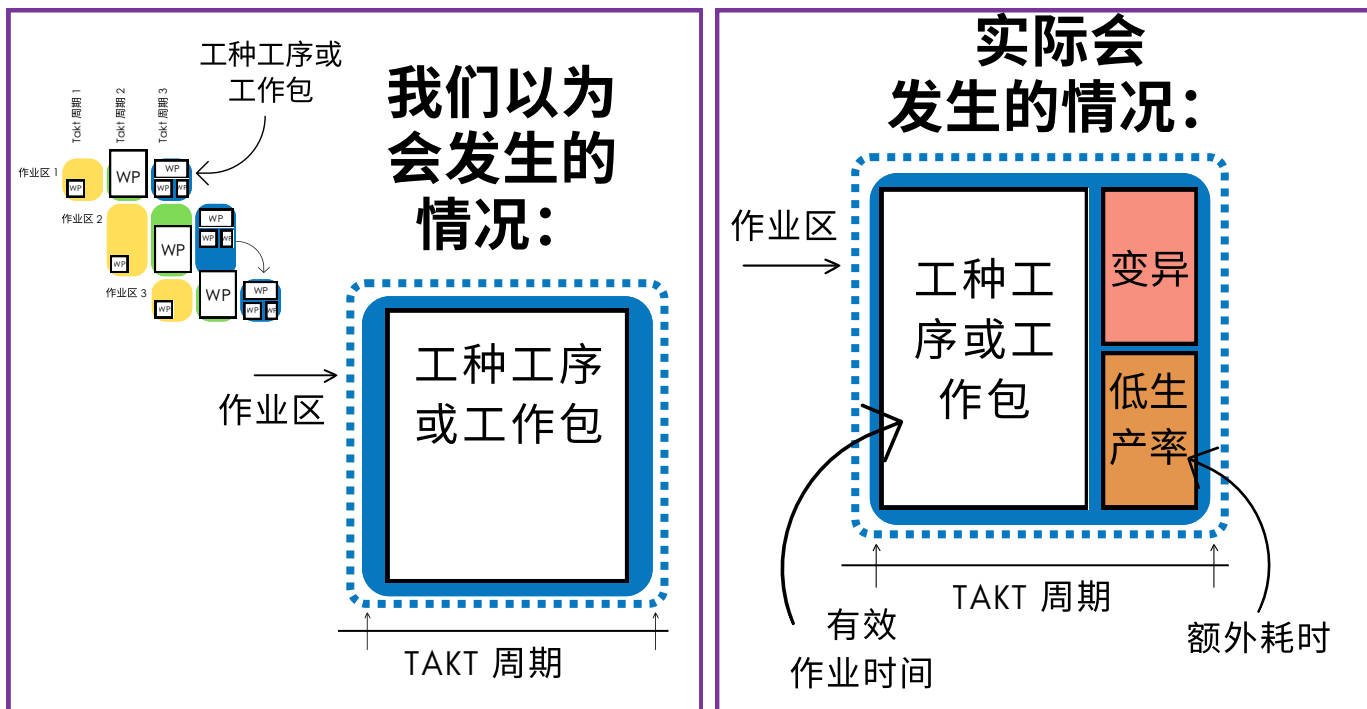
随着返工大量发生，项目团队便无暇专注于前方的计划、预防措施以及障碍清除工作，转而陷入频繁的停工与重启之中。

到此时，项目已经完全陷入混乱——就像在一座燃烧的建筑内发生的垃圾箱火灾，同时还伴随着核弹爆炸和太阳耀斑的爆发。

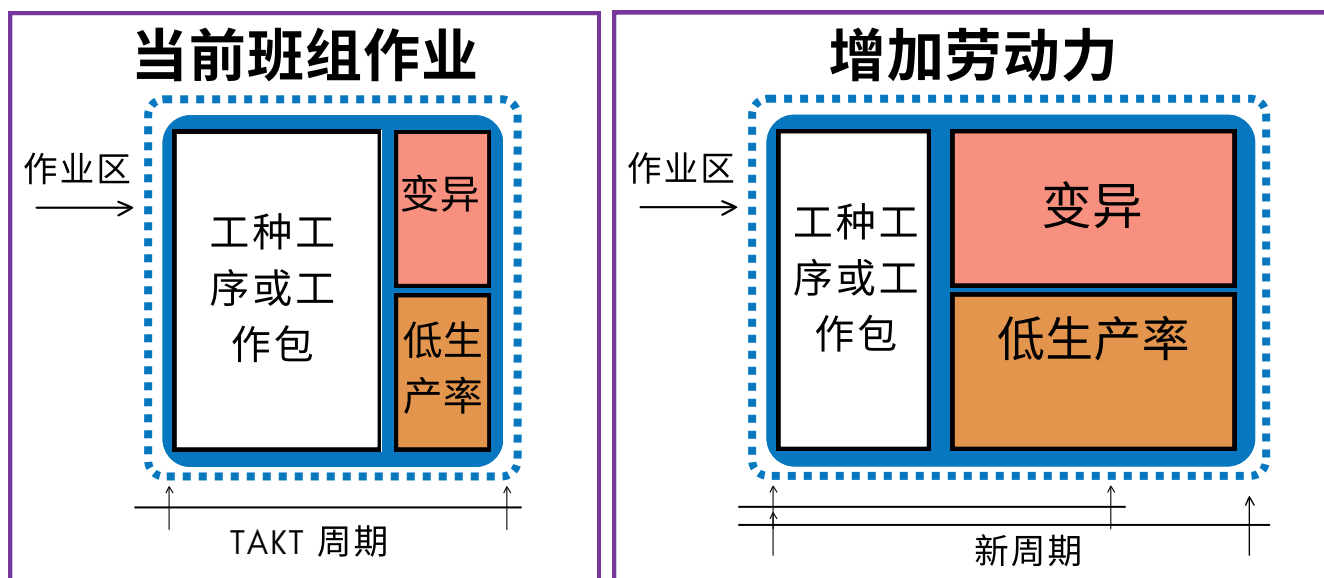


当你试图在未对整体生产系统进行系统化加速设计的情况下强行赶工时，最终只会造成一团糟。唯一安全且有效的加速方法是：缩短 Takt 周期、增加作业区数量，并同步调整一系列相互关联的杠杆（例如资源配置、工作包划分、班组安排等）。如果仅仅寄希望于某个工种“做得更快一些”，结果必将重演《我爱露西》中的混乱场景——不过在现实中，没有笑声，也没有广告暂停的机会。

我们可以借用金曼公式中的概念，进一步阐明这一观点。请记住：一项工序的持续时间，不仅仅是指完成该工作本身所需的时间——你还必须在工期中计入因应对变异所耗费的时间，以及因低生产率而损失的时间。

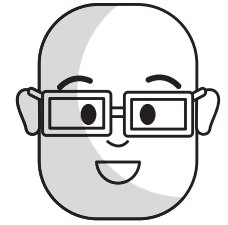


当一项工序处于正常流动状态时，其总工期中通常会包含一个平均水平的额外时间，这部分时间用于应对变异和生产损耗，同时也包括一定比例的非增值步骤所需时间。然而，如果你对班组施加过重的负担或盲目增加人员，虽然表面上看“作业时间”似乎有所缩短，但实际上，由于变异和生产率的下降，额外时间会显著增加。最终，你不仅没有节省时间，在大多数情况下，完成这项工作反而会花费更长的时间。



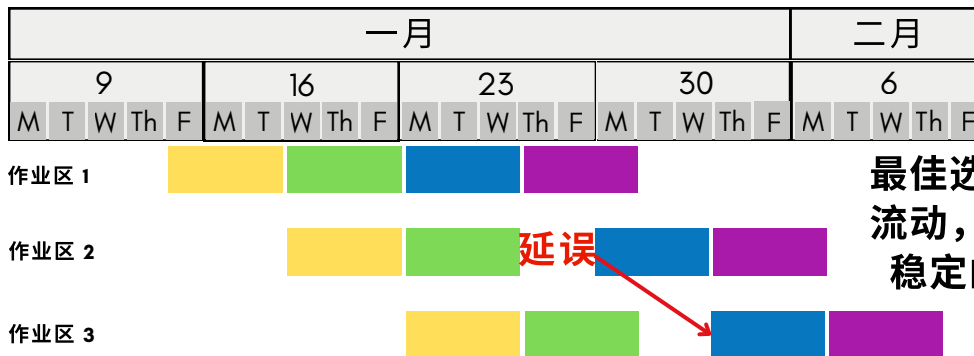
单个工序看似更快，但变异和生产率损失反而会延长整体工期。

这就是建筑行业看不见的现实： 想要快，就必须保持流动， 并维持节奏。



在后续的章节中，我们将深入探讨延误与缓冲机制，但此刻我想强调露西定律背后的核心真理：仅仅通过增加劳动力并不能加快“列车”的速度。当项目出现延误，且这种延误必然会影响后续的工作时，恰当的做法是将延误逐级传递，同时保持系统的流动性。这样的做法不仅可以保护各个工种免受影响，还能有效防止整个项目陷入失控的恶性循环。

我们如何应对延误：



你可能会怀疑这种方法的可行性，但通过 Takt 生产系统，我们能够利用多种作业区划分策略来创造缓冲空间。绝大多数的延误都可以通过这种方式被有效地吸收和恢复，而无需打乱工作节奏或对班组施加过大的压力。

在 TAKT 系统中，这又是如何实现的呢？

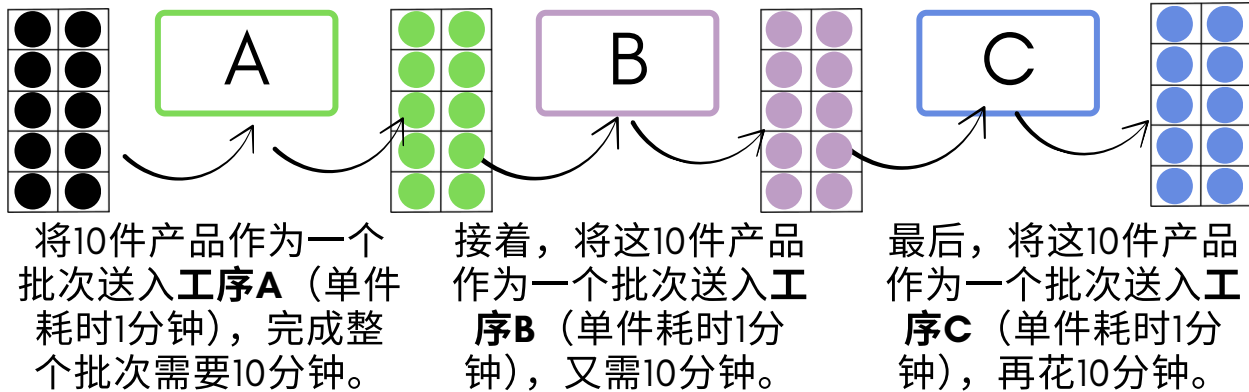


总结而言，面对延误，你只有两种选择：要么急于赶工、强行推进、仓促应对、混合工种——最终自食其果；要么在完善的系统中保持稳定的流动——这才是真正高效的方法。请务必铭记露西定律的核心：增加资源 ≠ 缩短工期。只有保持流动，才能实现更短且更可靠的交付周期。接下来，我将深入分析生产率损失的具体成因，帮助你全面理解：一个缺乏周密规划、运行不畅的生产系统会导致怎样严重的后果。

生产率损失： 批量作业

当工种被堆叠或超负荷安排时，他们被迫在多个区域同时作业，不得不采取批量作业的方式。而一旦进行批量作业，工序所需时间就会延长，并产生更多浪费。

批量生产示例：



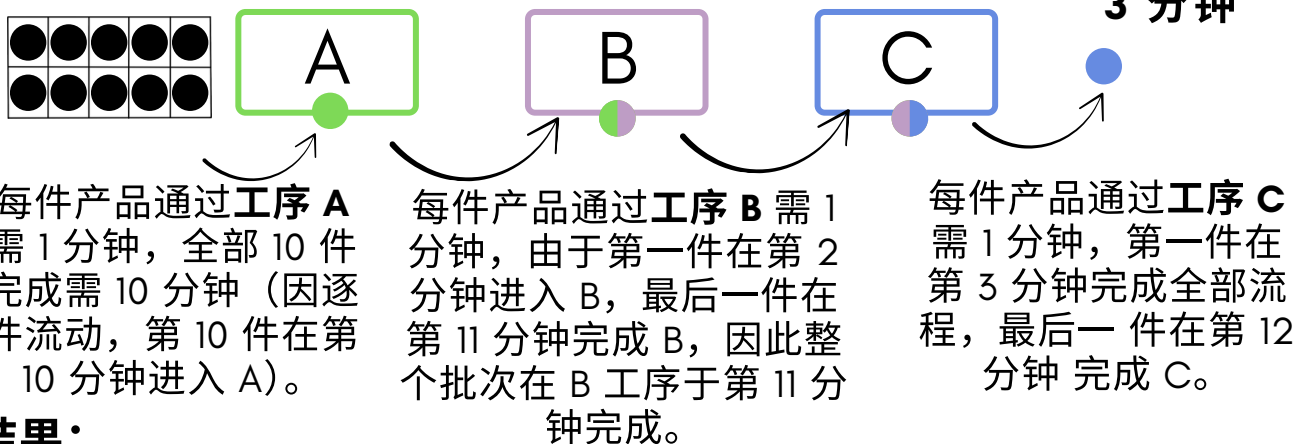
结果：

你将需要 **21** 分钟 才能产出第一件产品，而整个批次要到 **30** 分钟 才能全部完成。在此过程中，工序 B 和 C 会经历**大量空闲等待时间**。各工序之间会**堆积大量库存**，从而增加物料损坏、错用或丢失的风险。同时，系统中存在大量的**在制品** (WIP)。请扫描二维码，观看一段关于“批量作业”的视频。



单件流生产

单件流程耗时：
3 分钟



结果：

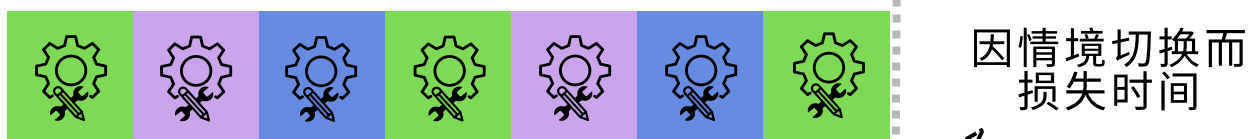
你只需 **3** 分钟 就能产出第一件产品，**12** 分钟 即可完成整个批次。工序 B 和 C 的空闲等待时间极少。各工序之间**不会堆积库存**，从而最大限度地降低了物料损坏的风险。同时，你已将**在制品**数量 (WIP) 控制在最低水平。

批量作业总是耗时更长，因为它不仅延迟了首件产品的交付，还会导致频繁的情境切换。

生产率损失： 情境切换

每当我们在不同任务或环境之间切换时，大脑需要时间来重新加载处理新任务所需的关键信息。这就是为什么我们常常在一天中被频繁的会议和微观管理者的信息打扰，感到不堪重负。情境切换会显著影响我们的工作效率。

我们以为自己工作的方式（不切实际）：



我们实际的工作方式：



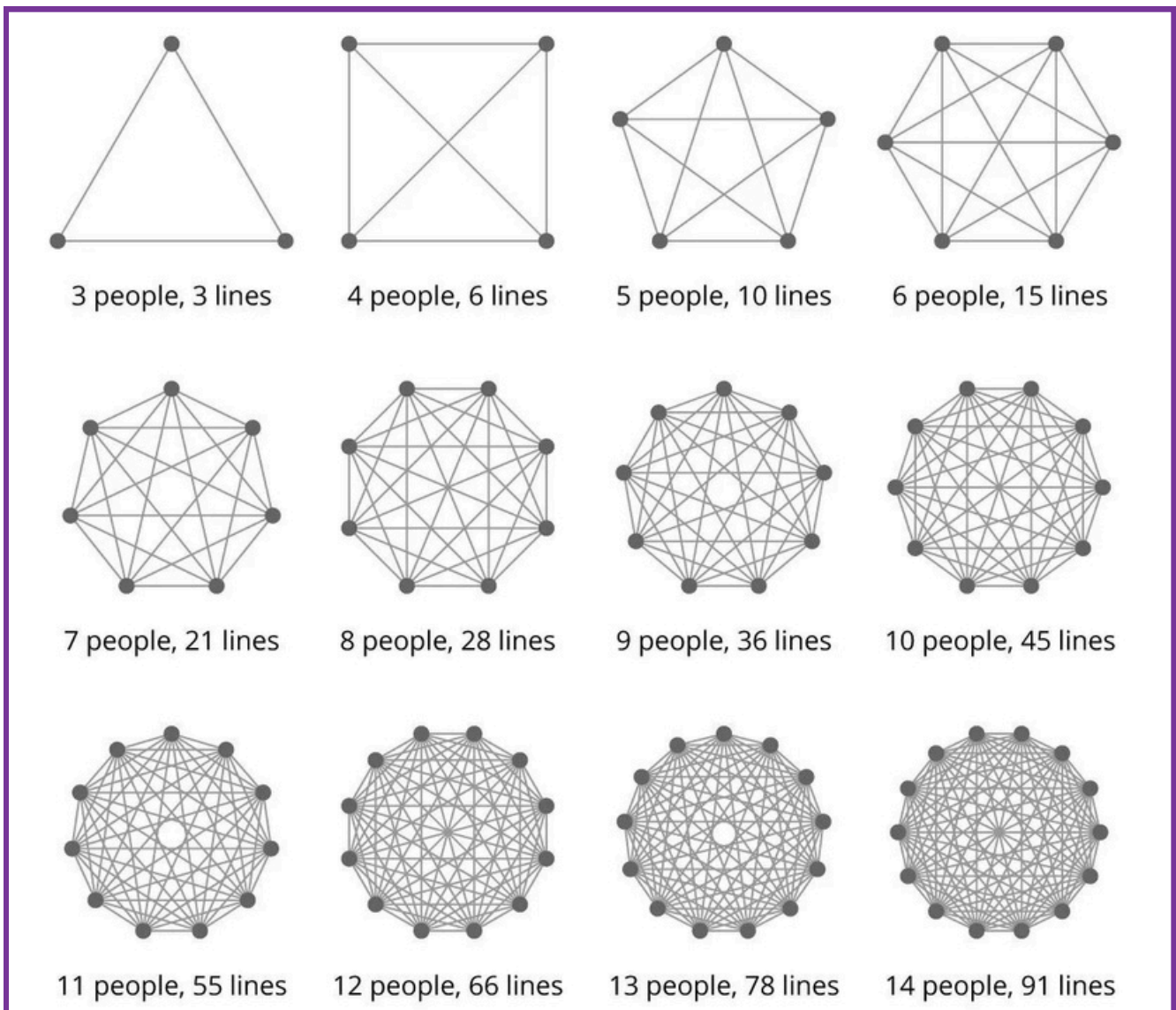
我们应有的工作方式：



各工种之所以损失生产率，是因为我们在情境切换中浪费了大量时间。不必过度深入细节，防止工种频繁情境切换的最佳方法，就是确保末位计划员（Last Planner®）——这样，工长就能在前一天充分准备好第二天要执行的工作。

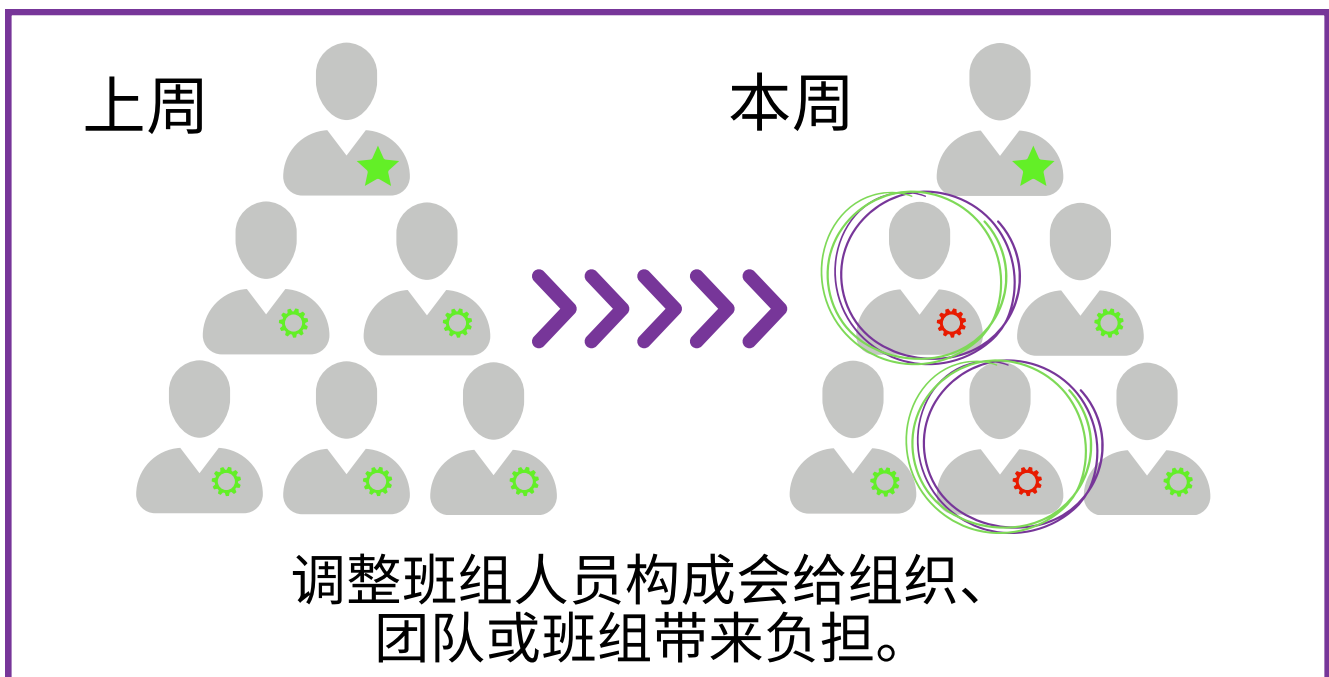
生产率损失： 沟通

当工种被堆叠或超负荷安排时，往往需要大量增派工人以满足人力需求。然而，这种情况下，沟通渠道迅速变得复杂，工作节奏反而会减缓。如下图所示：一个四人团队拥有六条沟通途径，而一个八人团队则激增至二十八条沟通途径。这意味着出现二十二次出错、误解、目标不一致和生产损失的机会。随着团队规模线性增长，沟通的复杂性却呈指数级上升。这种情况会削弱团队的协作能力，降低共同理解，并使团队陷入大量低效甚至错误的“忙碌工作”中。



生产率损失： 缺乏情境

当工种被堆叠或超负荷安排时，往往被迫调整班组构成，更换领班或班组成员。这种变动会损害班组及其生产力，因为团队需要时间去适应新的人员组合、文化氛围、作业方式和团队动态。当我们不必要地更换领班或班组成员时，项目就会遭受损失。频繁变更班组构成，对组织、团队乃至整个班组本身都是一种沉重负担。



生产率损失： 缺乏情境

当工种被堆叠和超负荷安排时，他们被迫向现有班组增派劳动力，甚至为项目增加全新的班组。这会导致不必要的人员入职与融入过程。

建筑行业的新员工入职通常需要大约七天时间，工人或工长才能达到100%的个人生产效率——当我们不必要地为项目引入多名新人员时，项目就会因此遭受损失。

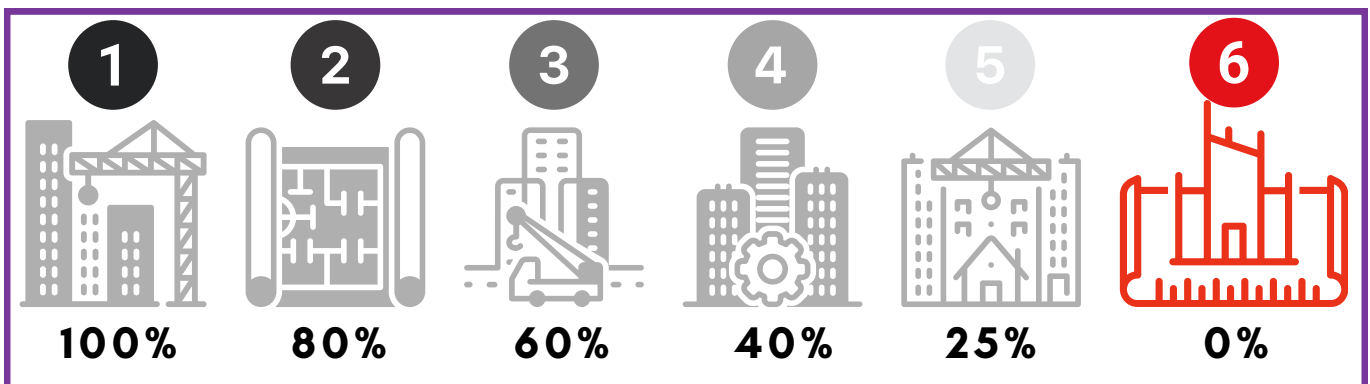


当工种因被堆叠和超负荷而不得不通过引入新人来追赶进度时，项目通常会开始安排加班，直到新员工达到100%的生产效率。



然而，加班并不是一个理想的解决方案。根据美国联邦政府的研究，**加班对生产率的提升**仅在第2至第6周内短暂有效。到了第9周，由于疲劳和过度劳累，生产率反而会下降到低于原始水平。此外，**过度加班**不仅会影响工人的家庭生活，还可能使员工处于不安全的工作状态。

当工种被堆叠和超负荷安排时，他们被迫同时监管过多的任务、区域或班组。正如费利佩·恩吉尼尔在Scrum.org的Scrum大师课培训中所教授：管理者投入单一项目的专注时间为100%，两个项目则为80%，三个项目为60%，四个项目降至40%，五个项目时仅剩25%。这意味着管理者在五个项目上会将75%的时间耗费于任务切换，这属于无效损耗。当项目超过五个后，注意力将被极度稀释，导致第六个项目及原有五个项目几乎无法获得任何实质性的关注与监管。



生产率损失： 缺乏专注力

当领导者和团队因分心或过度疲劳而工作时，他们往往会以有缺陷的方式完成任务。研究表明，修正这些缺陷所需的返工成本通常是原始成本的2到12倍。

一旦团队陷入返工，他们便会失去专注，无法清除障碍和为后续任务铺平道路。这通常是项目开始失控并逐渐恶化的关键时刻——团队几乎可以预见到一次彻底的“硬着陆”。

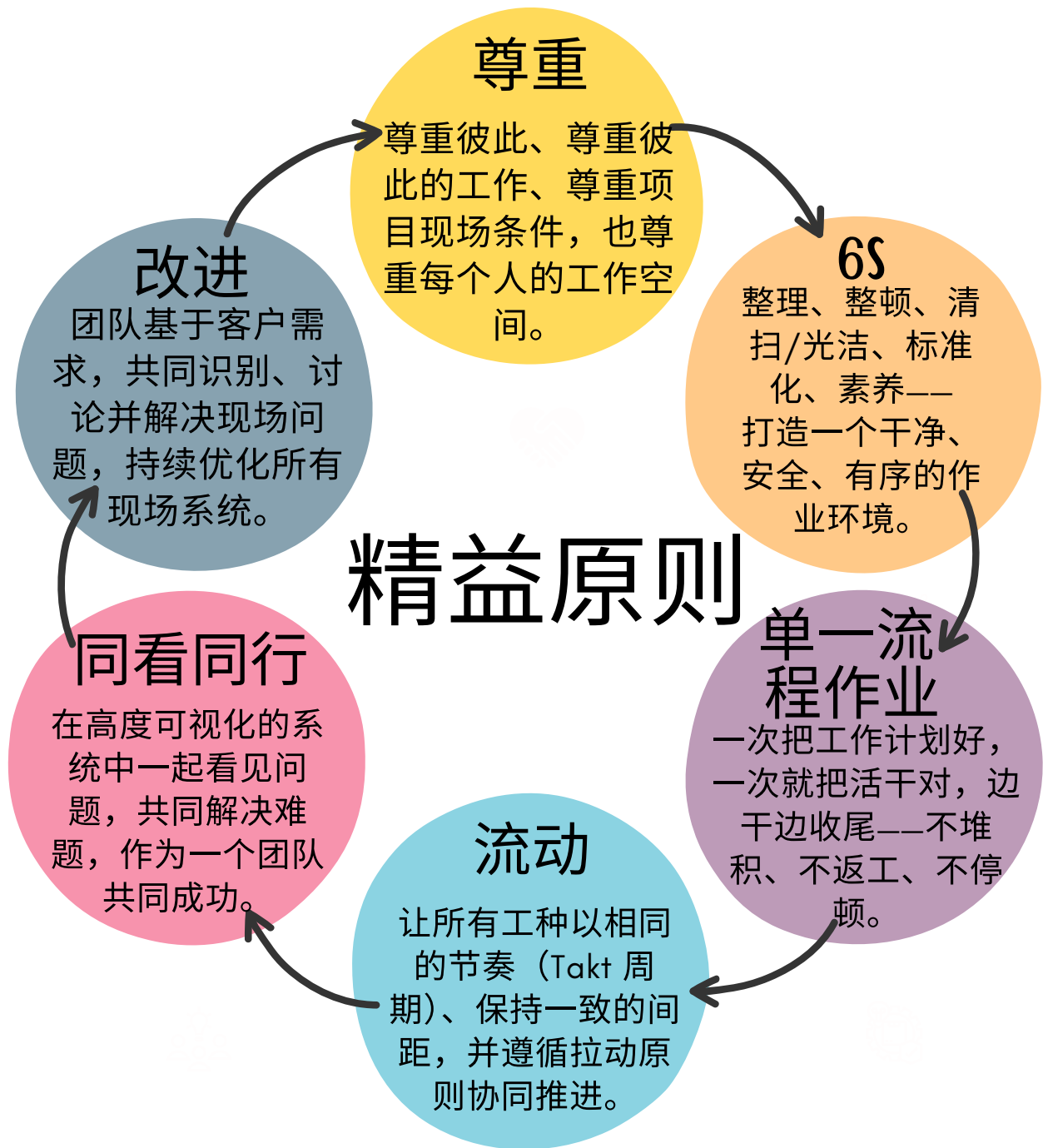
一旦你的项目陷入失控螺旋，你很可能会遭遇以下情况：

- 系统全面失效
- 沟通彻底崩溃
- 团队士气低落、精力枯竭
- 会议质量低下、毫无成效
- 工种合作方无法正常履约
- 工作毫无流动可言
- 现场杂乱无章，缺乏整洁
- 安全状况恶化
- 运营混乱无序
- 人员越权行事，角色错位
- 人员高流动率
- 团队协作功能失调
- 以及数不清的其他问题——
- 到那时，你可能真的需要拨打 (602) 571-8987，寻求专业的项目抢救与恢复支持。



你和你的团队值得更好的结果
——切勿忽视生产的基本法则。

在建筑行业的规划历史上，我们首次能够运用这些生产法则，正是因为 Takt 生产系统（Takt Production System®）建立在精益原则之上。实际上，Takt、末位计划员（Last Planner®）和 Scrum 是少数几个基于精益原则的进度计划体系。



在结束“生产定律”这一章节之前，我们希望深入探讨六个关键的精益理念，这些理念为 Takt 系统的有效运作提供了强有力的支持。这些正是您可以集中精力，以最小的投入实现最大效益的核心领域。

当我们推行 Takt 生产系统时，我们自然而然地承诺为每位现场工作的员工——无论性别——提供一个充满尊重的环境、条件和管理体系。

尊重

通过设立干净整洁的卫生间、舒适的休息和用餐区，以及每天早晨举行的班组会议，能够营造出一种让工人真正感受到被尊重的工作氛围。

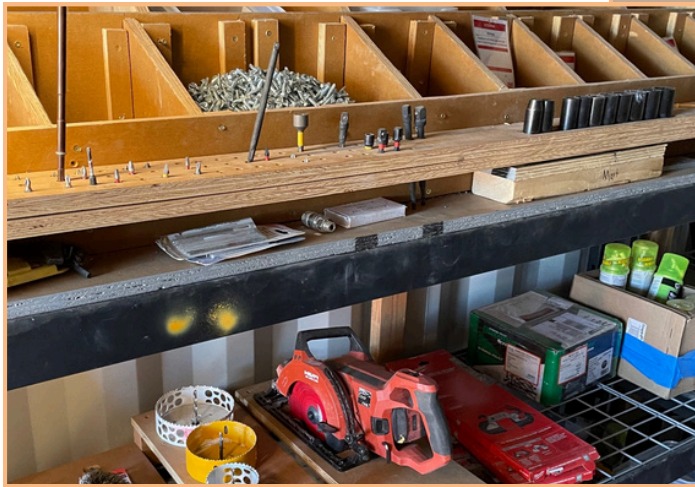


尊重他人。

6S

干净、安全且有序的项目现场，为实施 Takt 节拍化作业提供了必需的稳定性基础。6S意味着我们：

- **整理**——只保留工作所需物品。
- **整顿**——将所需物品有序摆放。
- **清扫/光洁**——保持工作区域干净、光亮、美观。
- **标准化/流程化**——让维护变得简单。
- **素养**——每天固定时间坚持这一习惯。
- **安全**——建立全员负责的安全文化，每天优先关心和保护工人。



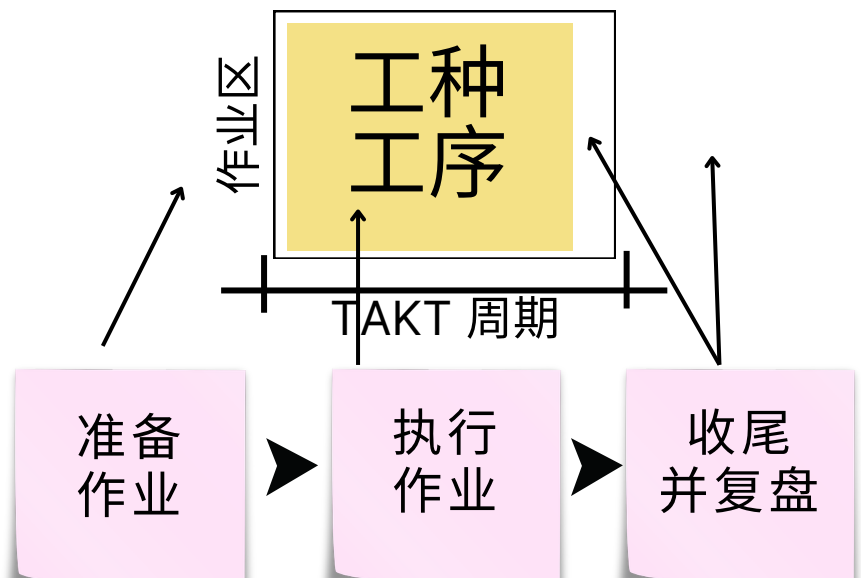
干净、安全、有序的现场

单一流程作业

单一流程作业（OPF，源自“单件流”）是指：一个工种班组能够在特定作业区内充分做好准备，紧接着前一道工序顺利进入该区域，完成自己的任务，并进行收尾、复盘和持续改进。该团队专注于单一作业区，力求一次性将工作做到位、完成。

单一流程作业是精益建造思想中的核心理念之一。

计划，
施工，
收尾



单一流程作业

内建质量

创造真正的灵活性

提升生产率

释放作业空间

改善安全状况

提振团队士气

降低库存成本

采用单一流程作业使项目团队能够清晰看到：

- 各工种之间的交接点
- 帮助班组按时收尾的关键节点
- 在进入下一区域前，当前作业区内工作已彻底完成
- 任务工期中设置的缓冲及其使用或调整方式
- 项目整体的均衡程度，从而直观掌握各工种的流动状态

流动

Takt 计划的节奏让所有工种以相同的速度、保持相同的间距同步推进。该生产系统使各工种能够每天按单一流程作业，并协调多个工种同时有序流动。我们通过前瞻计划提前预判干扰，清除障碍，确保各工种安装作业的持续顺畅流动。

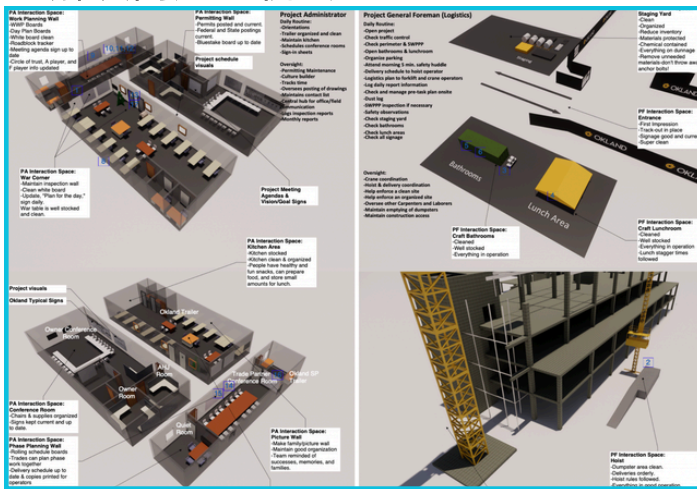


同速前行，
等距推进

Takt 生产系统 基于一个核心前提：计划必须高度可视化且易于理解。当所有人都能同看同行时，才能共同解决问题。要让团队真正“在同一页面上”，就必须把计划浓缩在一页纸上（如 A3 报告），这样团队才能真正掌控并管理它。



你无法管理那些无法衡量的事物，而看不见的事物也难以进行衡量。我们希望所有问题都能够被揭示，并摆在大家面前。Takt 本身并不会为你解决问题，但它能够清楚地指明问题所在，给你和团队提供及时而有效地解决问题的机会。



高度 可视化 系统

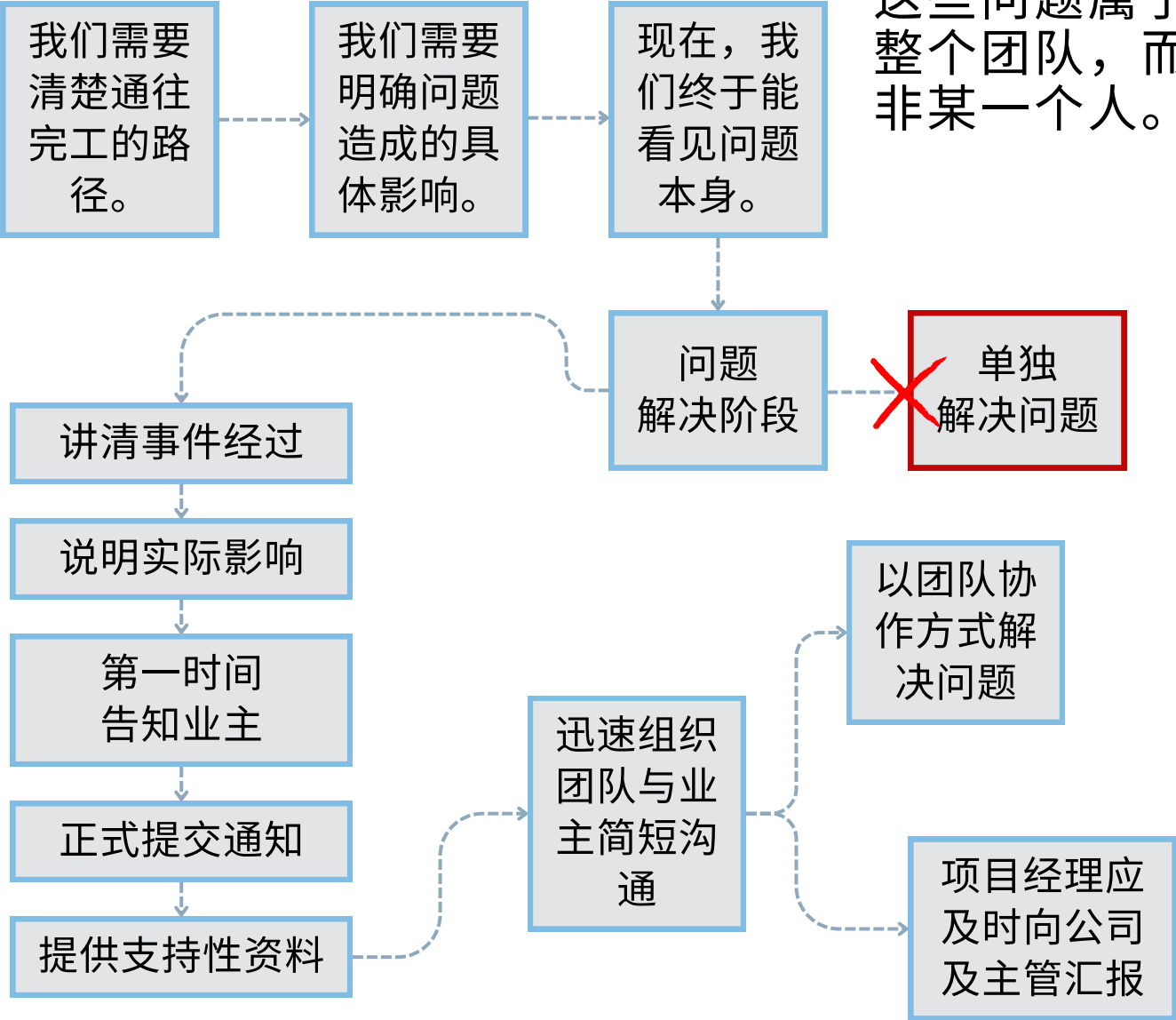


3D 物流图

改进

当你能够基于生产法则和精益方法，清晰地洞察项目中的实际情况时，你就能进行有效的改进，及时应对延误，并将负面影响降到最低。

这些问题属于整个团队，而非某一个人。



以团队之力， 解决真实问题

步骤 7

此时，你应确保项目遵循生产法则，具体包括以下要素：

1. 合理的作业区数量
2. 均衡划分的作业区
3. 节奏均衡的 Takt 工序单元（或任务）
4. 恰当的 Takt 周期
5. 匹配且成比例的资源投入
6. 清晰可见的前方推进路径



均衡的作业区

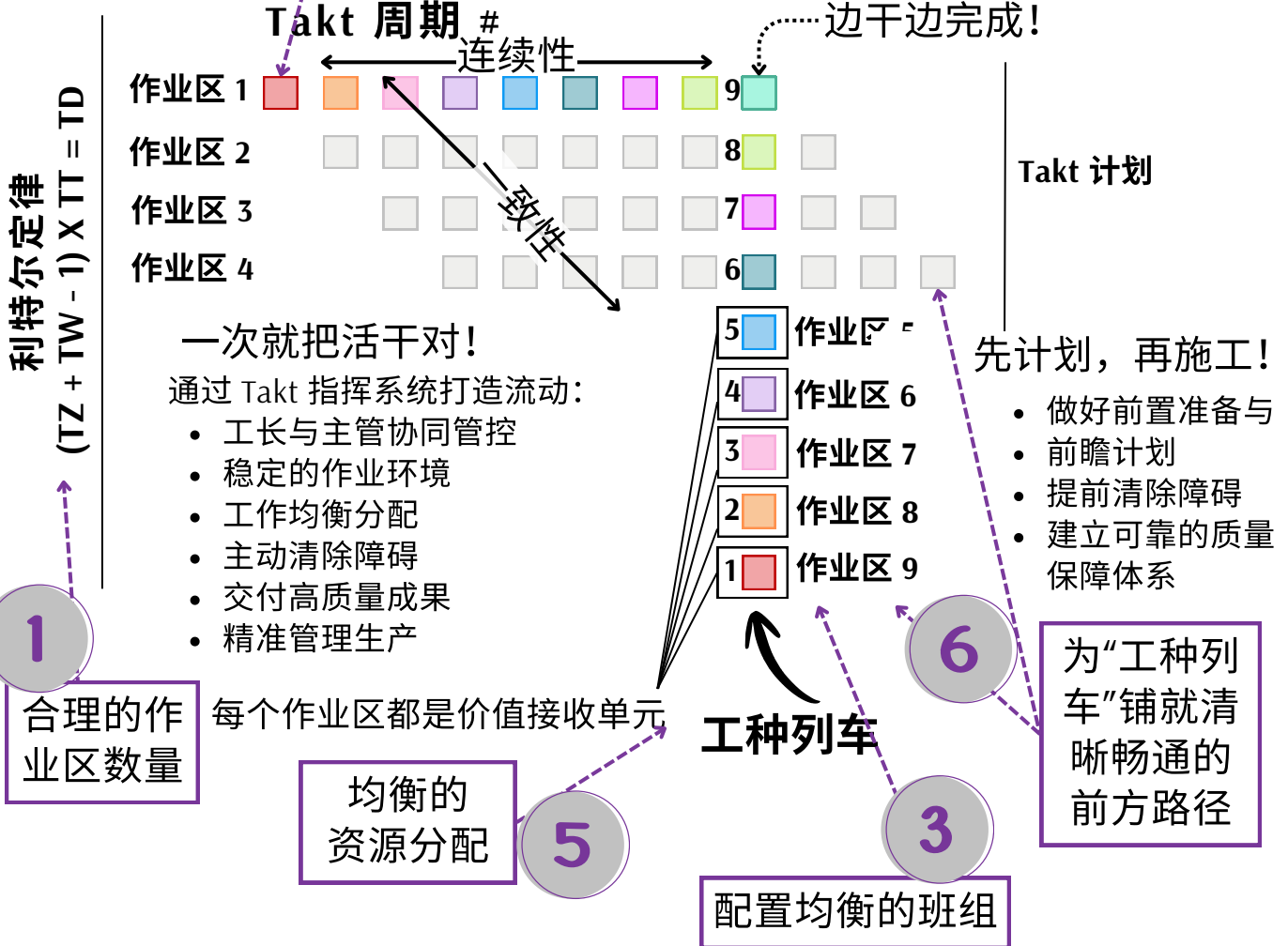
4

合理的 TAKT 周期

2

利特尔定律

$$(TZ + TW - 1) \times TT = TD$$



有了这些，你将能够真正尊重各个工种，营造一个干净、安全、有序的工作环境，践行单一流程作业。在各个阶段内以相同的节奏协同流动，通过可视化的方式清晰展现计划，并共同解决问题。这才是建筑行业理应采取的运作方式。

Takt 术语定义：

Takt 计算器：Takt 计算器是一个电子表格工具，可根据 Takt 工序单元（Takt 车厢）、Takt 作业区数量和 Takt 周期，计算出理想的分区策略。它通过多列信息帮助施工团队识别最优的作业区划分方案。该工具由凯文·赖斯发明，他将多种 Takt 公式进行整合与调整，用于计算进度计划中能够实现理想流动的最佳参数。

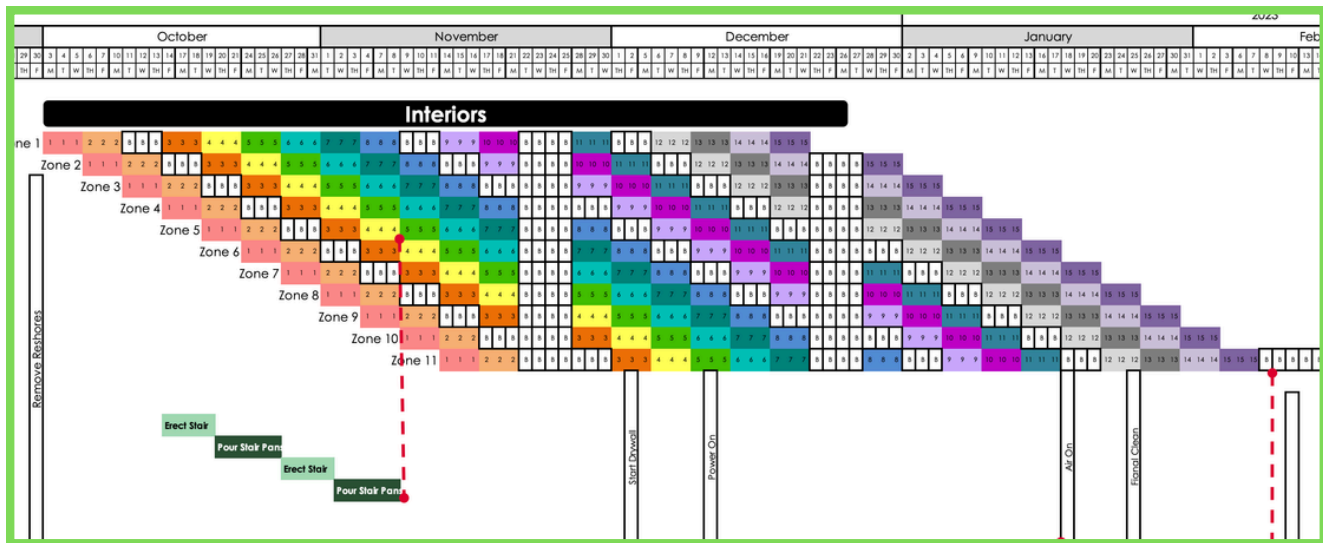
分区策略：指项目团队为某一阶段所制定的策略，通过确定该阶段内设置多少个作业区，来合理设定“工种列车”的运行速度。该策略的核心在于选定合适的作业区数量，以确保项目具备承诺速度、目标速度和备用速度。

已实现的流动潜力：用于评估当前 Takt 列车的实际流动效率与理论最快流动效率之间的差距。该指标通常由可实现的最小时间单位（即最短 Takt 周期）决定。目前建筑行业普遍采用 1 天 Takt 周期作为标准。我们以此来衡量并验证“工种列车”运行速度是否处于合理区间。

弹性调配能力：指在可作业的待施工工作包与“工种列车”之间灵活调动劳动力的能力。当出现问题时，待施工工作包中的工作既可以让工人保持忙碌，也可以提供额外人力支援延误的列车或工序单元，从而恢复流动节奏。这种能力在现场形成了一种劳动力资源缓冲，增强系统应对波动的韧性。



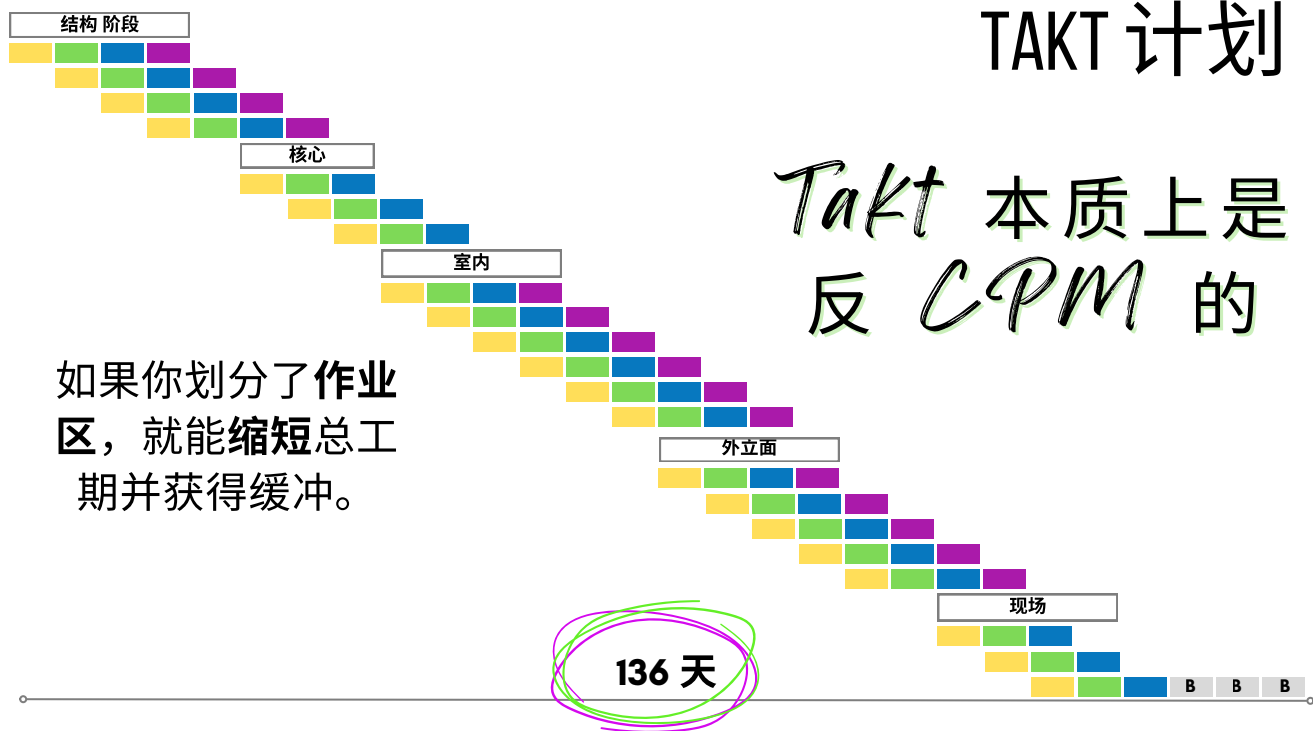
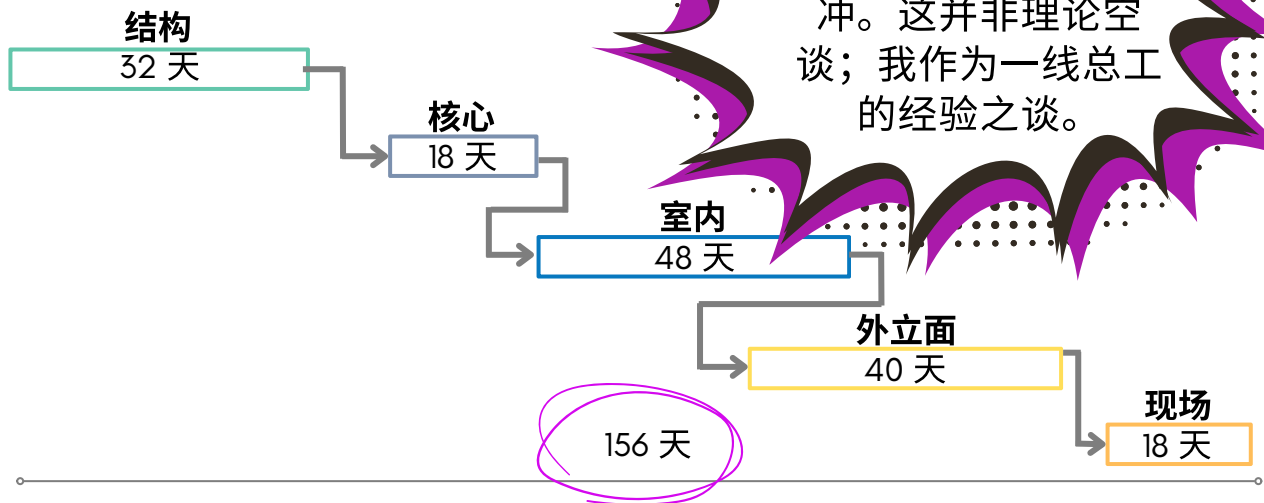
在制定任何生产计划时，绝对不能忽视缓冲的设置。无论是工序单元、作业序列、工种列车、作业区、阶段，还是整个项目，都必须留出适当的缓冲。此外，在产能、材料和劳动力方面也要预留缓冲。没有缓冲的生产计划，永远无法被视为合理和准确！缓冲的主要作用在于吸收延误，为项目团队创造成功的机会。



这正是 Takt 生产计划优于关键路径法（CPM）的原因之一。CPM 计划本质上生成的是不含缓冲的工期——这意味着每一个节点都必须完美达成，否则团队就不得不堆叠工种。而“堆叠工种”通常是管理者在追求利润时所采取的权宜之计。

在 Takt 生产系统中，**“尊重他人”**是项目执行过程中的基本原则。堆叠工种或超负荷安排工种，始终无法体现对人的尊重。缓冲的存在，正是我们践行“尊重他人”这一原则的关键保障。Takt 生产计划的核心优势是什么？缓冲如何影响项目团队的效率？CPM 计划有哪些常见的缺陷？

关键路径法 (CPM)



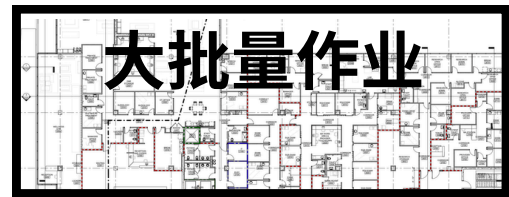
如果你划分了作业区，就能缩短总工期并获得缓冲。

Takt 生产计划经过不断优化，并内置了缓冲机制。这样一来，当延误发生时（延误是不可避免的），团队就能在一个灵活而敏捷的系统中利用这些缓冲，吸收延误并保持整体的流动性。

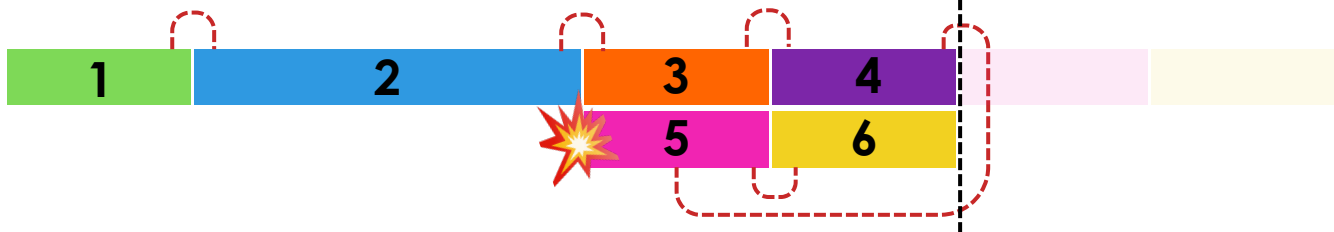
Takt 生产计划在优化方式上与 CPM 存在本质的差异，这也是其优越性的一个重要原因。由于 CPM 进度计划并不是以“时间-位置”的格式组织，因此它无法清晰地展示作业区的划分，也难以对分区进行有效优化。行业内普遍采用 CPM 的做法往往是直接“赶工”某项活动，打破逻辑关系，随后开始堆叠工种和超负荷安排工种——这种做法不仅牺牲了流程的稳定性，也违背了对人员和工作的基本尊重。

CPM 计划大批量作业

CPM计划往往倾向于安排大规模的作业。这种大批量的安排可能导致工序的序列被拉得更长。当总工和计划员注意到进度延迟时，为了在截止日期前完成项目，他们不得不采取一些极端的措施。

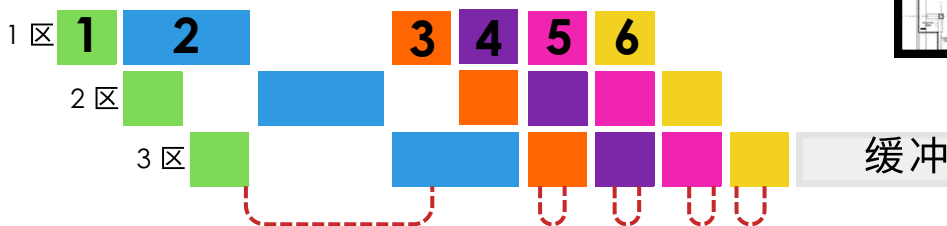
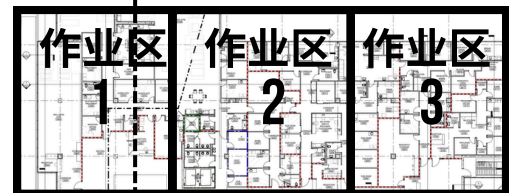


在 CPM 计划临近截止日期时，常常会出现以下现象：逻辑关系被忽视，非顺序施工大量增加，各工种堆叠，作业安排超负荷。这正是大多数 CPM 项目在推进到约三分之二节点时陷入“硬着陆”的主要原因。



在 Takt 生产系统中，我们完全不需要破坏逻辑、进行非顺序施工，也无需堆叠或超负荷安排工种。只需在“时间-位置”格式的计划中合理调整作业区划分，就能够按时达成里程碑，并赢得宝贵的缓冲时间。即使面对某些较慢的工种任务或工序单元（如图所示），这一方法依然有效。

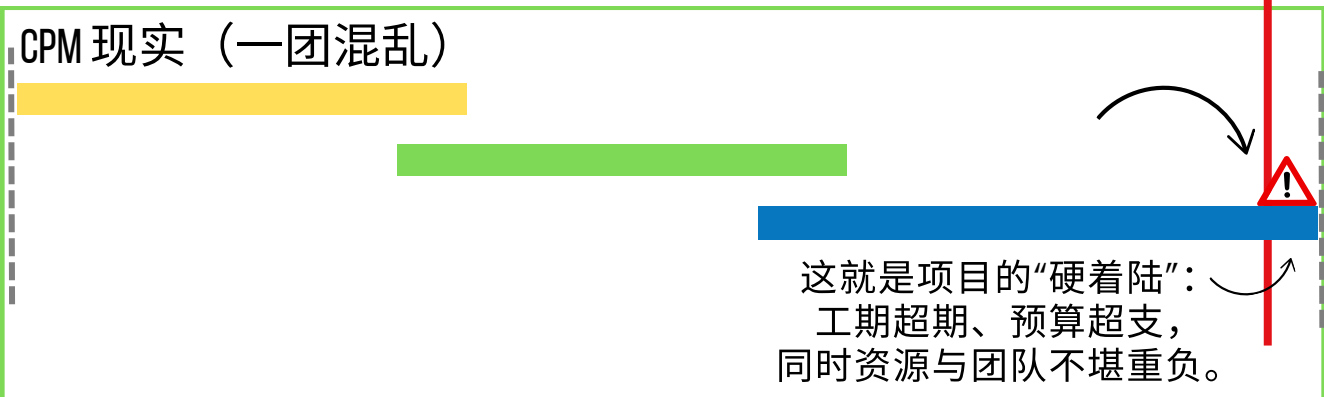
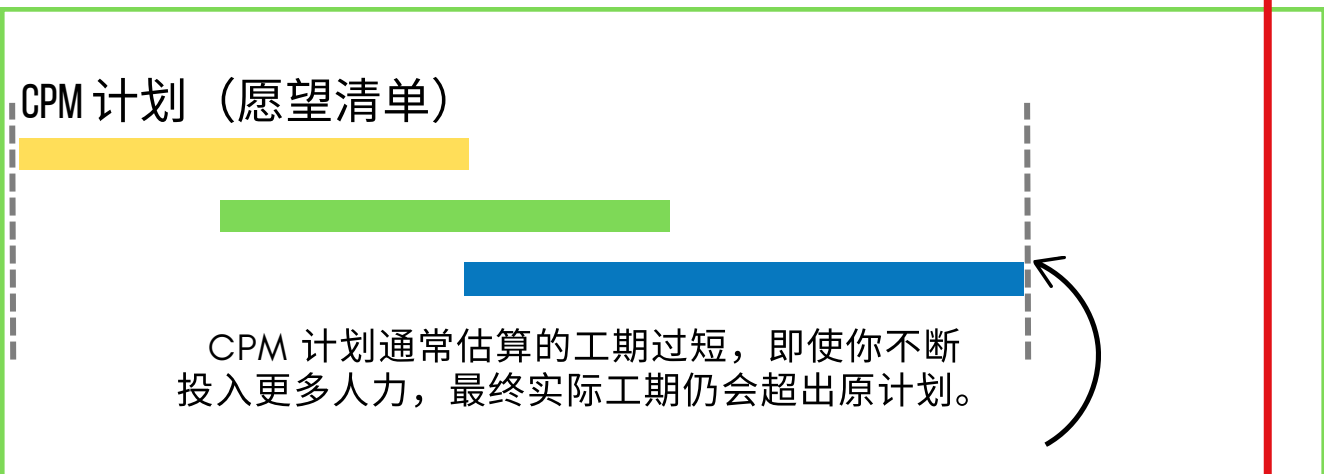
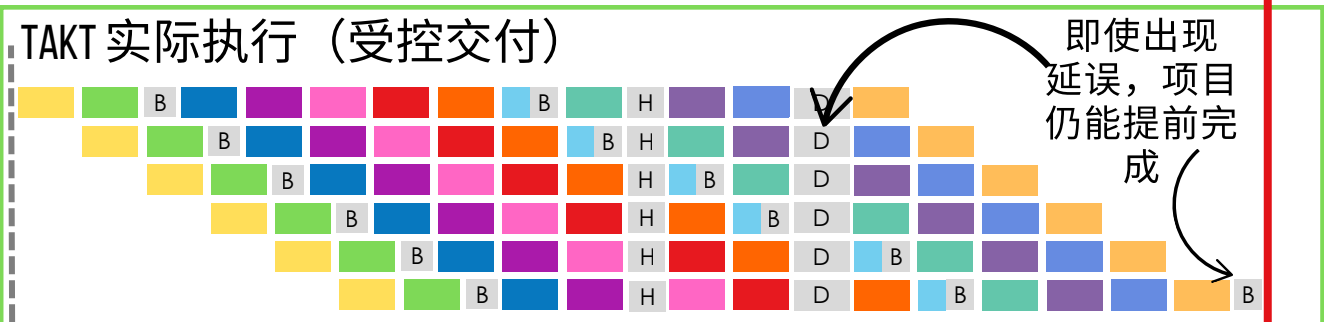
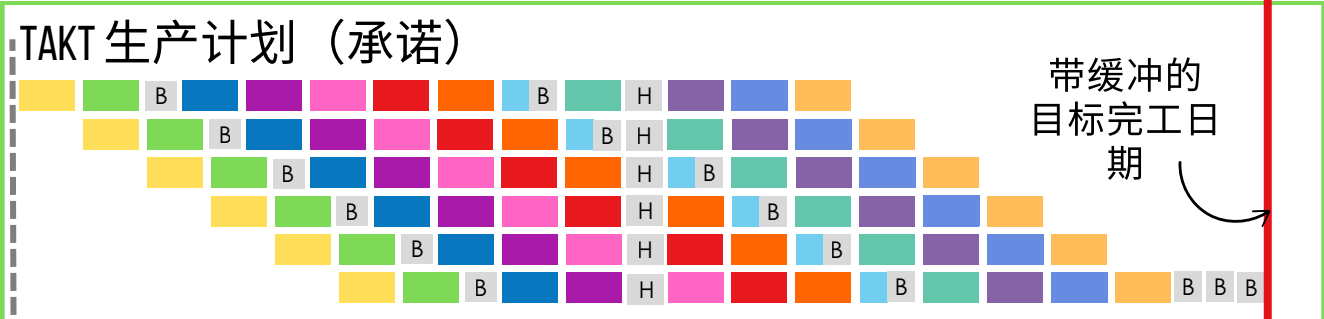
带作业区的 TAKT 计划



Takt 不仅仅是一种进度计划方法——它是一场反抗。它在每一点上都与 CPM 对立：CPM 剥削，Takt 尊重；CPM 堆压，Takt 流动；CPM 忽视缓冲，Takt 主动构建缓冲。这两种体系无法长期共存。因为一旦你开始真正尊重人、珍视流动，CPM 的本质就会暴露无遗——它是一个必须被抛弃的旧系统。当你加入 Takt 阵营，你就已经加入了反 CPM 运动。请别再相信“Takt 和 CPM 可以共存”的迷思。任何声称二者能兼容的人，要么从 CPM 的使用中获得经济利益，要么缺乏一线实战经验，从未亲眼见过 CPM 在现场造成的真正伤害。

此外，Takt 生产计划在估算合理工期方面更加准确。这意味着，如果你用 Takt 计划来预估整体工期，就更有可能按时完工，而不是低估工期、后期强行赶工。

预计完工截止日期



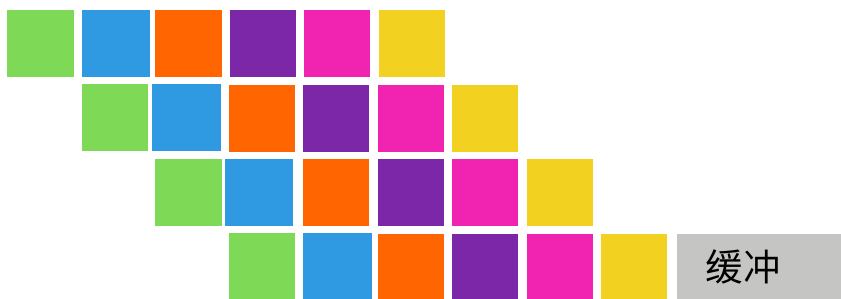
缓冲

我们坚信缓冲的重要性！说实话，我们对缓冲充满热爱——对此我们毫不感到抱歉。缓冲绝不是一种不负责任的表现，它不会助长懒惰，也不会奖励拖延，更不会造成浪费。缓冲并不是增加波动，而是有效地吸收波动。它们为团队创造了余地，使得计划更加周全，执行更加从容；同时，它们为系统带来稳定，确保节奏不被打乱。

实际上，导致最大波动的原因恰恰是缺乏缓冲——当团队被迫拼命工作、强行推进、时刻处于紧张状态时，混乱就会不可避免。而当延误发生时（这一定会发生），正是缓冲使你不至于脱节、不失去秩序，也不陷入失控的漩涡。因此，每一份生产计划都必须合理地包含缓冲——这不仅仅是事后的补救，而是策略中不可或缺的核心要素。

而且，当我们提到缓冲时，绝不是再说“虚报工期”。缓冲应当是透明的、公开的，并且是为了应对实际干扰而设计的。

真实的工期

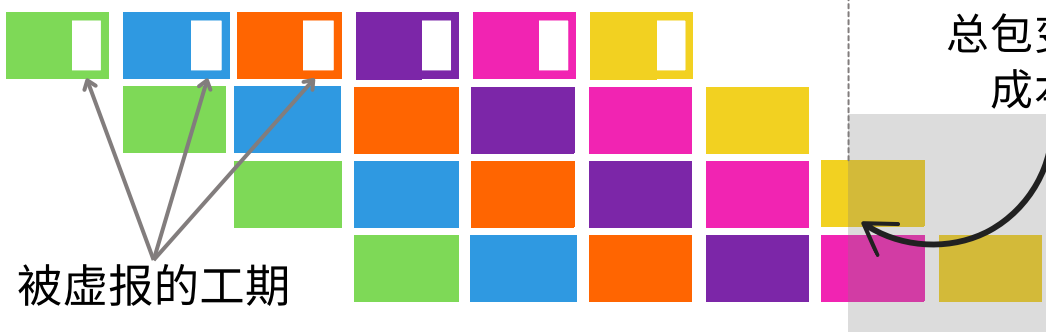


如果彼此信任，
且人人都坦诚相待，
那么所有人
都是赢家。



“虚报工期”是隐蔽的，源于缺乏信任，并且会伤害所有人——尤其是各工种，如下图所示：

虚报工期 = 额外的总包变更和返工



一旦信任崩塌，人们就会虚报工期，从而导致总包变更和返工成本上升。



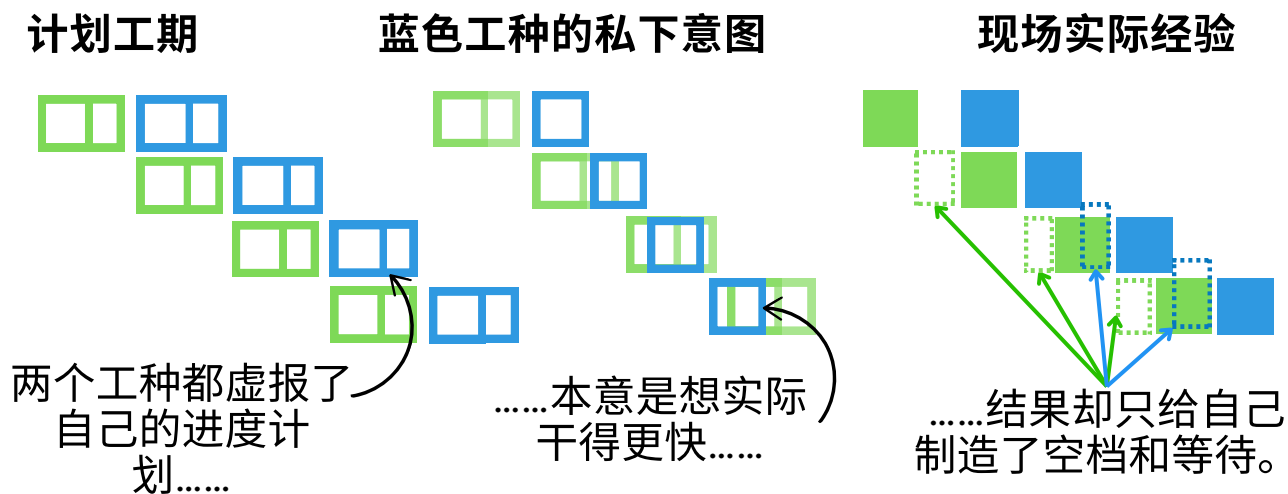
虚报工期还会扰乱供应链，并损害其他工种的利益。如果某个工种虚报工期，却比预期更早完工，那么所有后续工种都会因此延误——他们只能白白等待那个原本被故意拉长的虚假工期。

虚报工期 = 低效 + 供应链脱节



最后，虚报工期甚至会影响该工种自身的工作流动。如果他们先虚报工期，之后又试图加快进度，就可能导致频繁停工与重启。

虚报工期 = 该工种自身出现等待空档

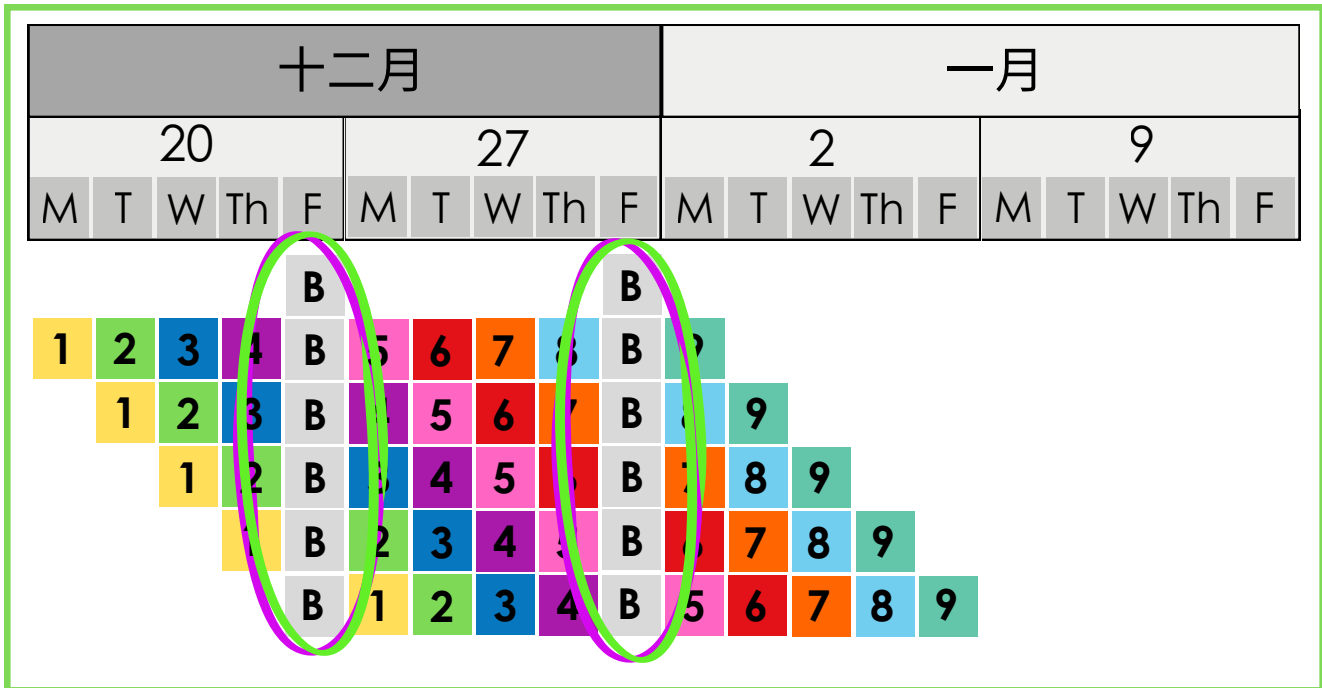


再次强调，当我们谈到需要缓冲时，绝不是指虚报工期。



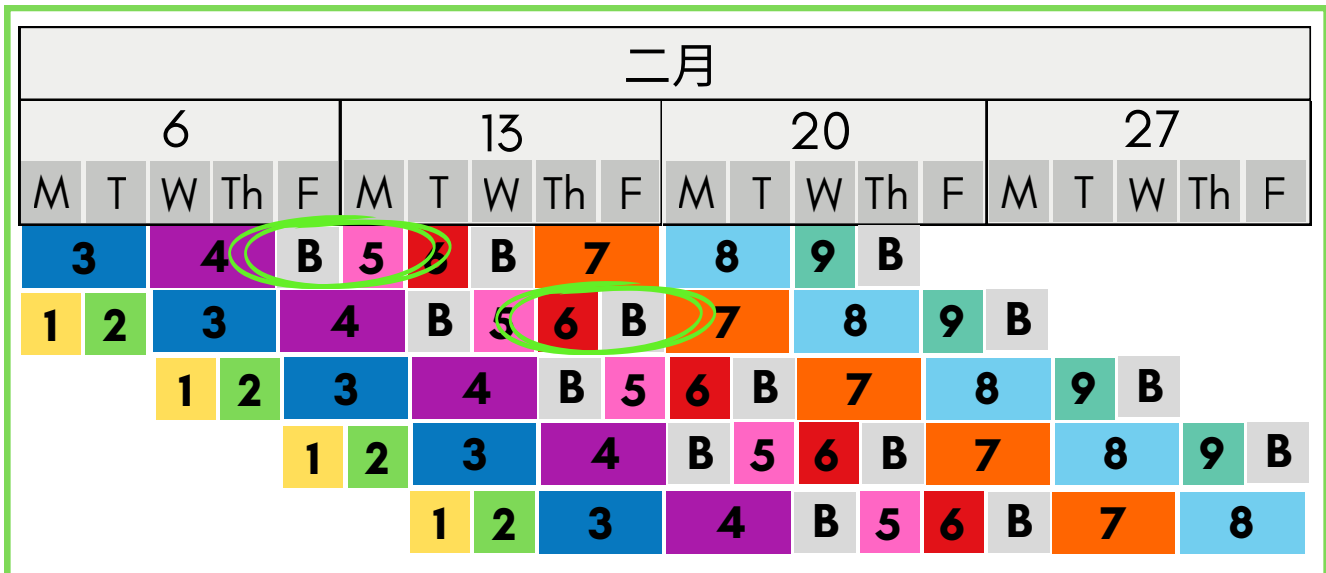
TAKT 时间缓冲:

Takt 时间缓冲用于在某一阶段内暂停整个工种节拍列车的工作，并在 Takt 时间中设置停顿。常见的用途包括：节假日、恶劣天气日、项目临时停工等。

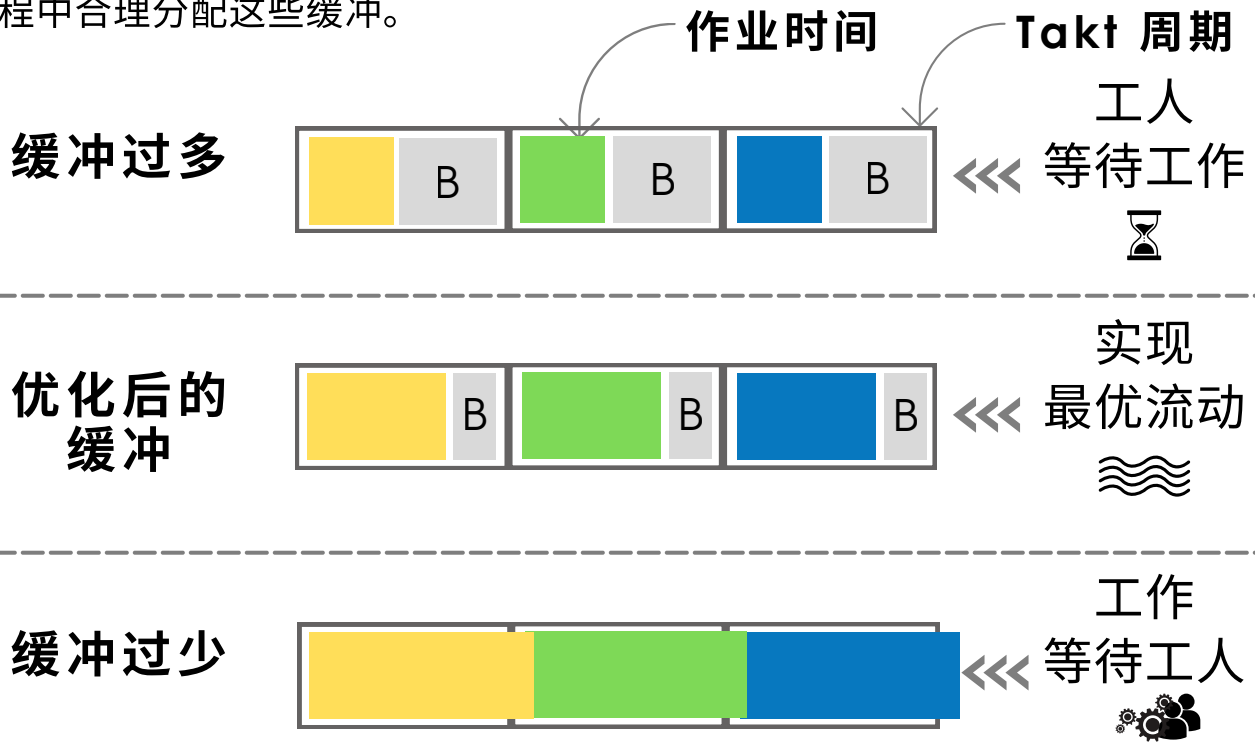


TAKT 工序单元缓冲:

这是在工序序列中的各个工序单元（车厢）内设置的小型缓冲。建议将累积的缓冲整合进标准作业序列中，使缓冲时间占整个序列总工期的 5% 至 20%。

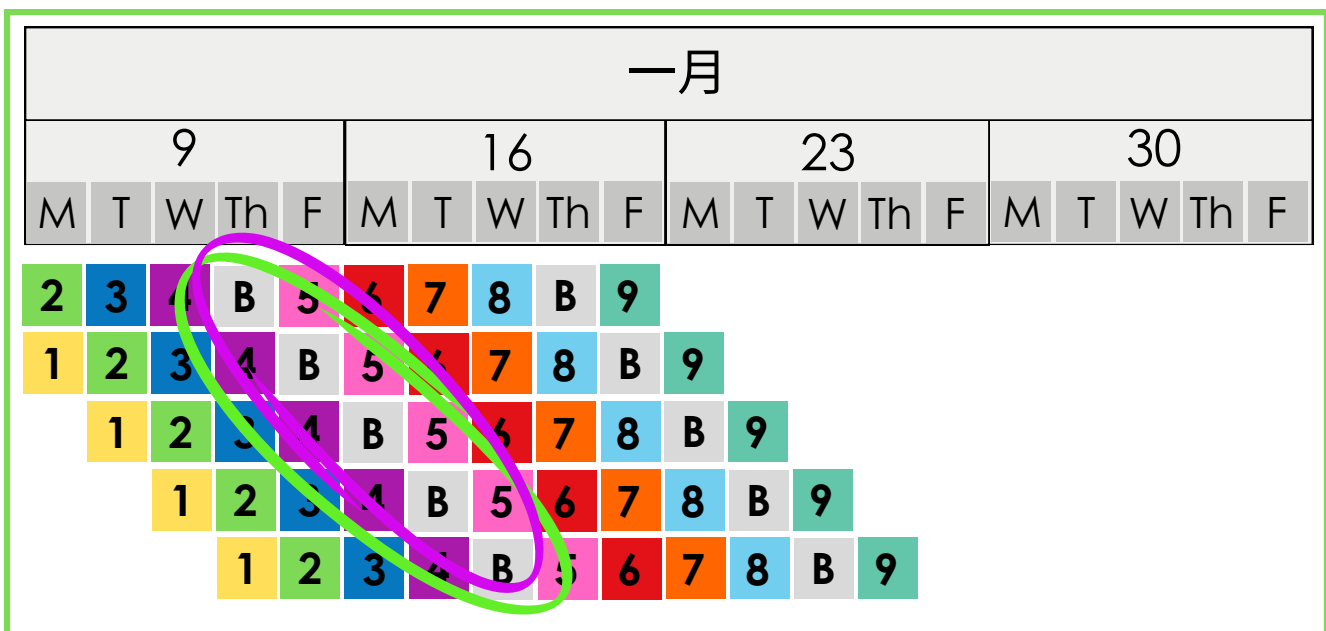


设置 Takt 工序单元缓冲的目标是为每个工种提供足够的时间，以便他们在进入下一个作业区域之前，能够从容地完成当前任务并进行反思，而不必感到匆忙。若缓冲过多，工人可能会面临等待工作的问题；而缓冲过少，则会导致工作等待工人完成。理想的做法是在每个工序单元中引入适量的缓冲，并在整个流程中合理分配这些缓冲。



序列缓冲:

序列缓冲是指在作业序列中插入一个空的 Takt 时段、缓冲工序单元或通用缓冲段。当你希望确保阶段前半部分有更高的成功概率时，通常会采用这种缓冲方式。



目标是在恰当的位置，以合理的比例使用缓冲。

要正确做到这一点——

1. 首先进行**风险分析**；
2. 明确你需要多少**缓冲**；
3. 与团队共同讨论缓冲应放在哪里以及为什么放那里。



请记住——

1. 你可以先制定计划，加入缓冲后确定完工日期；
2. 也可以先给定一个规定的完工日期，从中扣除缓冲时间，然后优化各阶段，使其刚好适配从开工日到第一个缓冲之间的窗口。

无论采用哪种方式，你都必须将**生产计划与末端缓冲**相加，才能得出项目的**总工期**。



风险分析（简化版）

1. 聚焦于你要分析的阶段。
2. 围绕该阶段展开讨论，提出问题：“在这个阶段，最可能发生哪些风险？这些风险会出现在哪里？”
3. 与团队共同讨论，列出所有识别出的风险。
4. 估算每个风险可能导致的延误天数。
5. 完成列表后，选取其中的最大值，并确保通过缓冲预留至少这么多天来应对该风险。



**有效
风险**

- 供应链问题
- 劳动力短缺或波动
- 审批或许可延迟
- 恶劣天气影响
- 现场不可预见条件

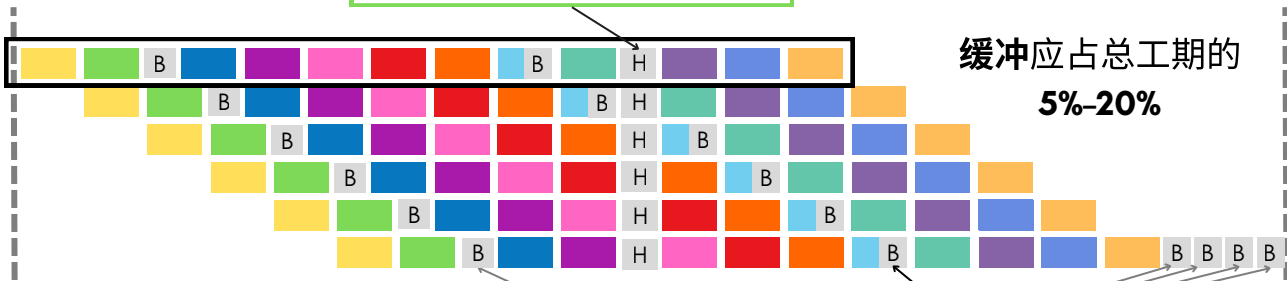


**无效
风险**

- 太阳耀斑
- 核战争
- 全球大流行病
- 天灾
- 不可抗力

*就我们的规划目的而言，这些被视为无效风险，因为无法对这类极端、不可预测的事件进行切实可行的计划安排。

节假日不计入缓冲天数。



缓冲应占总工期的
5%-20%

最大的**风险**天数即为你的**缓冲**总量（例如：一个序列缓冲 + 四个末端缓冲）。

该 **Takt** 工序单元缓冲不计入总缓冲天数，它仅被视为该工种工作包的**自然**组成部分。

风险分析

风险	天数	成本
1	3	\$\$
2	3	\$
3	5	\$\$\$

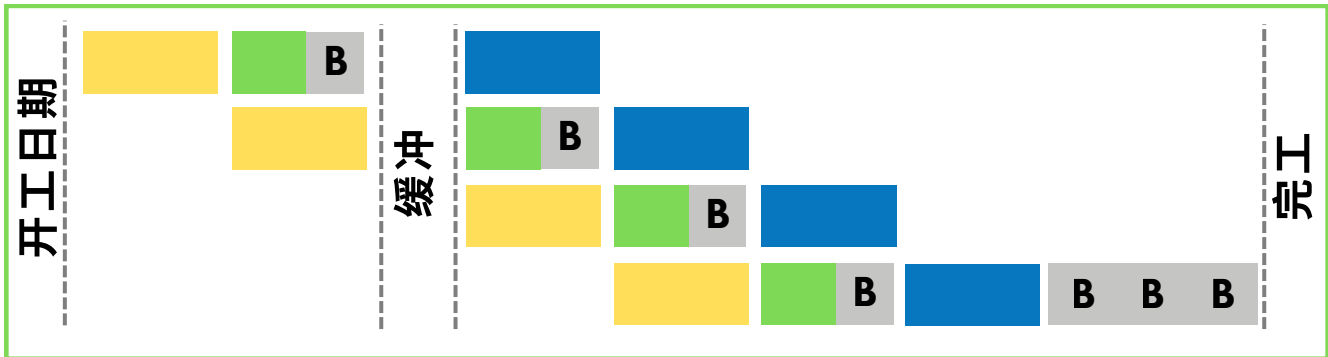
风险转化为
缓冲！



一些需要牢记的要点：

- 我们通常选择最大的风险值，而不是将所有风险天数相加，因为风险往往是同时发生的，而不是按照“完成—开始”的顺序逐一出现。
- 不要对不可抗力进行估算——你只需预测阶段内的正常可预见风险，而非极端事件（如飓风、核爆或国际战争）。
- 请记住：你无法通过增加作业区、超负荷安排工种或叠加工种来弥补延误。因此，一旦发生延误，必须通过缓冲来吸收。
- 建议在阶段末尾设置50%-75%的缓冲，同时在阶段内部融入25%-50%的缓冲。
- 占总工期5%-20%的工序单元缓冲是独立于风险缓冲的，它的作用是保障日常流动的节奏，而不是专门应对已识别的风险。

目标是为该阶段设定尽可能准确的总工期，以便能够吸收各种波动、延误和中断，同时仍能按时完工。你的计划**必须**包含合理的总工期，并内置缓冲。



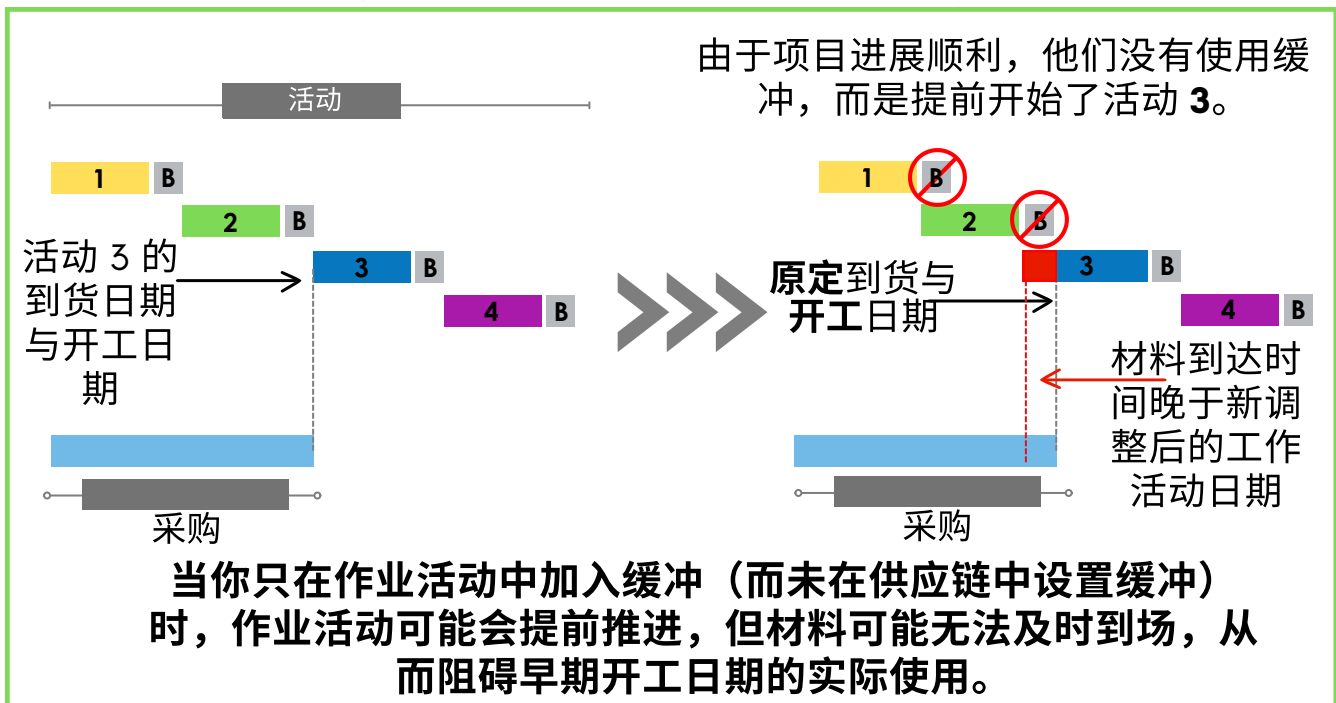
采购缓冲：

在采购管理工作中，同样需要设定缓冲。最糟糕的做法之一是，在所有活动中随意填充缓冲，同时将材料的“现场所需日期”紧贴该序列的开工日期设定，并试图提前完成各项任务。

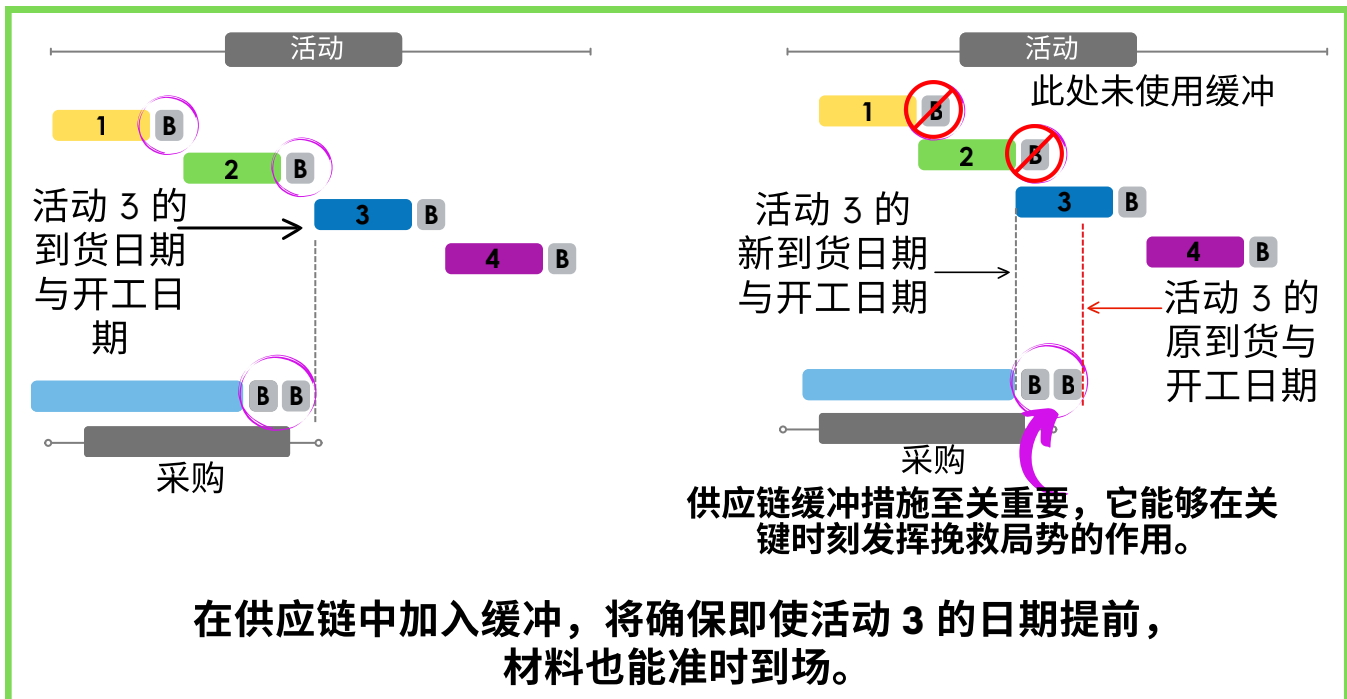
这样做时，一旦作业进度提前，供应链将无法与实际开工日期对齐，导致偏差。为了解决这个问题，请遵循关键链理论的原则：将大部分缓冲放在末端；在规划采购日期时，明确考虑材料库存缓冲和供应链缓冲。以下以活动 #3 为例进行说明。

目标

现实



如果你在 TAKT 计划中设置了缓冲，就一定要在采购序列中也设置相应的缓冲！



采用 *Takt* 计划，而非消耗缓冲

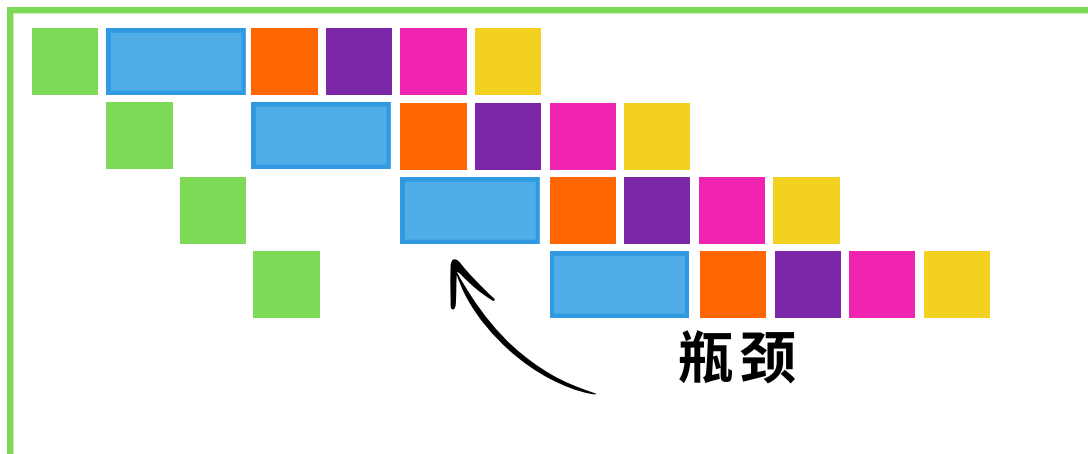
如何正确使用缓冲

你可能会问：究竟如何有效地使用缓冲？确实，意外情况总是会发生——例如供应链中断、员工突然请假，或者在施工现场安装时才发现设计缺陷或质量问题。因此，提前设置缓冲至关重要，以应对这些不可预测的情况。然而，请注意：缓冲绝不应用于那些可以预见的问题，也就是说，那些由于计划不周或未做好前瞻性安排而引发的问题。举个例子：最近一位现场主管明明知道某种关键材料会严重延误，却没有及时告知团队其他成员。结果，团队无法调整作业顺序，最终在短短一个下午内浪费了十个缓冲，仅仅因为未能提前缓解这一已知的延误。缓冲应仅用于无法预防的突发状况。

接下来，我将在我的著作《Takt 引导与管控》中深入探讨这个主题，但在此我将提供足够清晰的见解，帮助你理解如何通过预防性的 Takt 计划措施，避免误用缓冲。接下来，我们将简要讨论如何优化两类主要瓶颈，并进一步识别和应对各种制约因素与障碍。

工种瓶颈

首先，即使在你花费大量精力制定了 Takt 节拍列车后，依然可能会遇到工种瓶颈或作业区瓶颈。一旦这种情况出现，我们就需要进行深入分析，以优化这些瓶颈。工种瓶颈是指某项任务或工序单元无法与其他工种保持同步，从而在效率上造成空档和断点。这个瓶颈将决定整个工种列车的节奏。如果你读过艾利·高德拉特的《目标》(The Goal)，就会对这个概念有所了解：整个团队的移动速度是由最慢的成员决定的。



工种瓶颈的解决方案（而非依赖缓冲）：

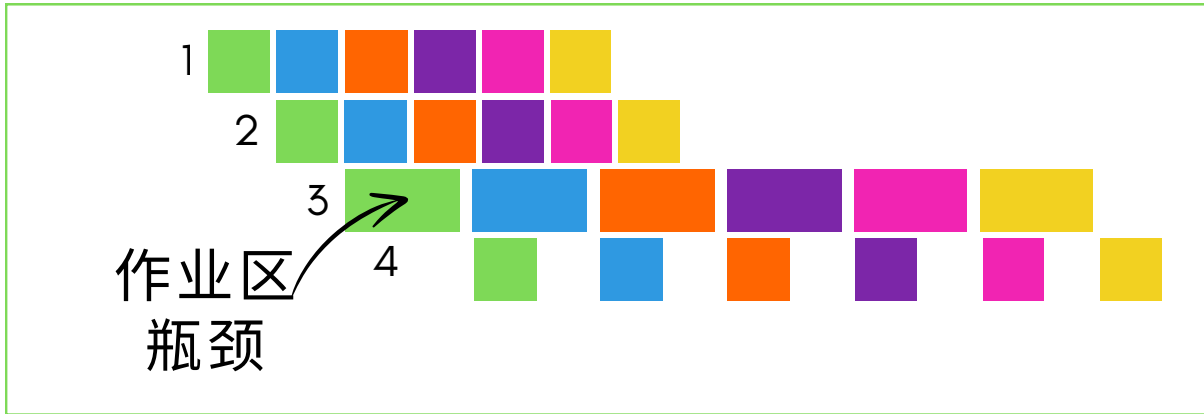
- 调整工作包的内容及班组配置。
- 加强工人培训，以缩短区域内的作业周期时间。
- 快速响应，确保所有沟通渠道畅通无阻；一旦发现瓶颈，立即进入“高度警戒”状态。
- 针对该工种召开专项攻坚会议，主动提供支持。
- 在所有协调会议中优先处理他们的问题，确保不被其他议题遮掩。
- 及时提供适当且必要的资源支持——包括工具、材料、设备或技术支持。
- 确保他们在物流安排中享有最高优先级，确保材料和设备第一时间到位。
- 特别关注“全配套交付”：确保该瓶颈工种所需的所有物料、图纸和信息一次性齐全，避免因缺项而导致停工。

请牢记：他们的成功就是整个团队的成功。应集中资源，群策群力，帮助他们重回正轨。绝不可置之不理，也不能强行推行危及人员安全的“速成”方案。

此外，确实可以增派另一个班组或人员以加速进度，但前提是这些新增的班组或个人必须经过充分规划、培训并完成融入，否则可能会适得其反。

作业区瓶颈

作业区瓶颈是指在作业路径中的某个作业区过于复杂，从而拖慢了整个工种节拍列车的进度。下一页的检查清单为这类瓶颈提供了相应的解决方案。如果你有能力解决一个瓶颈，就立即行动——这样你就无需动用缓冲。



作业区瓶颈的解决方案（而非依赖缓冲）：

- 调整作业区大小。
- 改善进入该作业区的通道与可达性。
- 明确该作业区的工作预期。
- 组织作业区布局以促进流动。
- 提升作业区内的放线质量。
- 强化作业区内的可视化系统。
- 改善照明与作业环境。
- 通过可视化指标内建质量。

务必亲自走访作业区，进行实地考察，深入理解工作流程的运作。如果你没有到过现场，就无法仅凭理论来改善实际情况。



理解制约因素与障碍（而非依赖缓冲）

- **制约因素**是指长期或半永久性的条件，它们深刻影响着我们如何规划、设计和执行项目。例如：现场布局、班组产能、合同结构等——这些因素可以进行优化，但无法完全消除。制约因素是系统设计的一部分，应该由主管和首位计划员（First Planner System®）在施工开始前识别并应对，利用Takt计划和舵控等工具，在这些限制条件下寻找最佳路径。
- ***障碍***则是临时性的阻碍，直接中断工作流。例如：材料缺失、审批延误、进场受阻等，这些都是典型的障碍。必须立即排除障碍，以确保工种节拍的持续进行。障碍通常在执行过程中出现，应成为工长和末位计划员（Last Planners®）在每日和每周站会中的重点关注事项。

当我们混淆这两者时，就会难以判断哪些问题需要提前规划绕行，哪些必须立即解决。这将导致流程延误，甚至使生产脱轨。我们的目标是：优化制约因素，清除障碍。接下来的几页将列出常见的制约因素和障碍，并提供相应的应对措施。核心要点在于：通过优化制约因素和清除障碍，避免将宝贵的缓冲浪费在本可预防或解决的问题上。

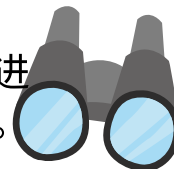


首位计划员

- 设计系统
- 识别并优化限制性因素（制约因素）。

末位计划员

- 清除障碍，迈向前进
- 识别并去除障碍物。



制约因素

- 准备不足
- 各工种作业速度不一致
- TAKT周期设定不当
- 作业序列安排错误
- 资源缺失
- 缺乏适当的缓冲

作业区制约

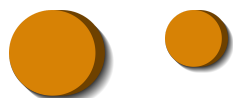
- 作业区数量设置不合理
- 未考虑现场的物理限制（如结构、通道等）
- 作业区形状不合理，过于复杂

其他问题

- 工人数量过多
- 在制品数量过多
- 赶工、强推、恐慌

缺乏流动——违反流动的基本原则

制约将在与末位计划员的会议中，使用大号和小号橙色磁贴标注在Takt控制板上。



集成生产控制系统的会议机制

该机制的主要目标是高效地将首席计划员的信息传递给现场工长和作业班组。这是实现信息规模化共享、确保项目按计划推进的最佳方式。

再次强调，这套系统源自我多年的一线经验——从现场工程师起步，到担任主管，再到总监。我亲历过因缺乏协作而带来的负面影响。如今，我致力于弥合各个层级之间的鸿沟，为每个人创造更大的成功机会。

障碍



作业区障碍：

- 天气 —— 适应
- 计划变更 —— 适应
- 缺乏计划 —— 需补
- 作业面未就绪 —— 需补
- 需审批许可 —— 需补
- 放线未完成 —— 需补
- 验收未通过 —— 清除
- 现场有障碍物 —— 清除
- 存在缺陷 —— 清除

供应链障碍：

- 信息缺失 —— 需补
- 资源缺失 —— 需补
- 缺陷 —— 需补/清除
- 设备问题 —— 需补
- 劳动力短缺 —— 需补
- 现场条件不符 —— 需补

障碍将在与末位计划员的会议中，使用大号和小号红色磁贴标注在Takt控制板上。



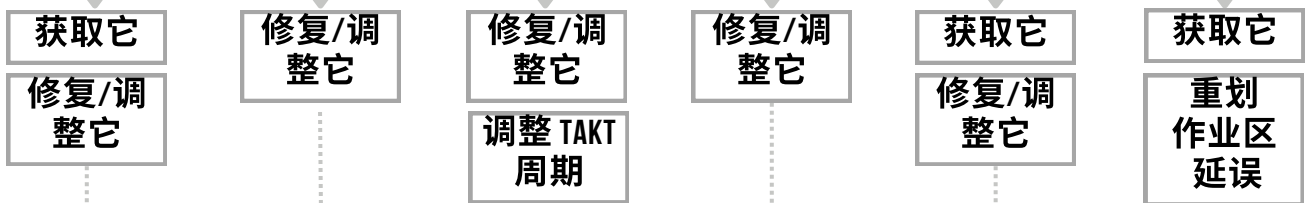
资源制约——问题解决

待解决的问题：

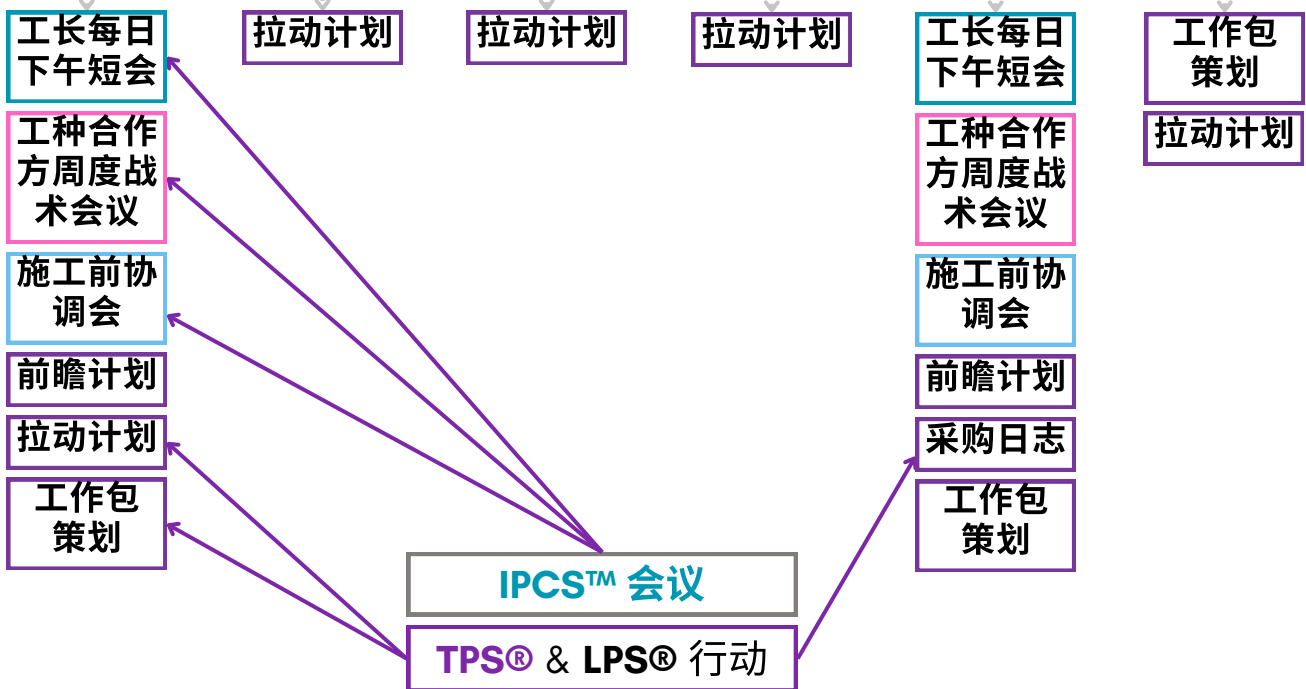
准备不足 各工种作业速度不一致 TAKT 周期设置不当 作业顺序错误 资源缺失 缺乏适当的缓冲



应采取的行动：



今后如何预防：



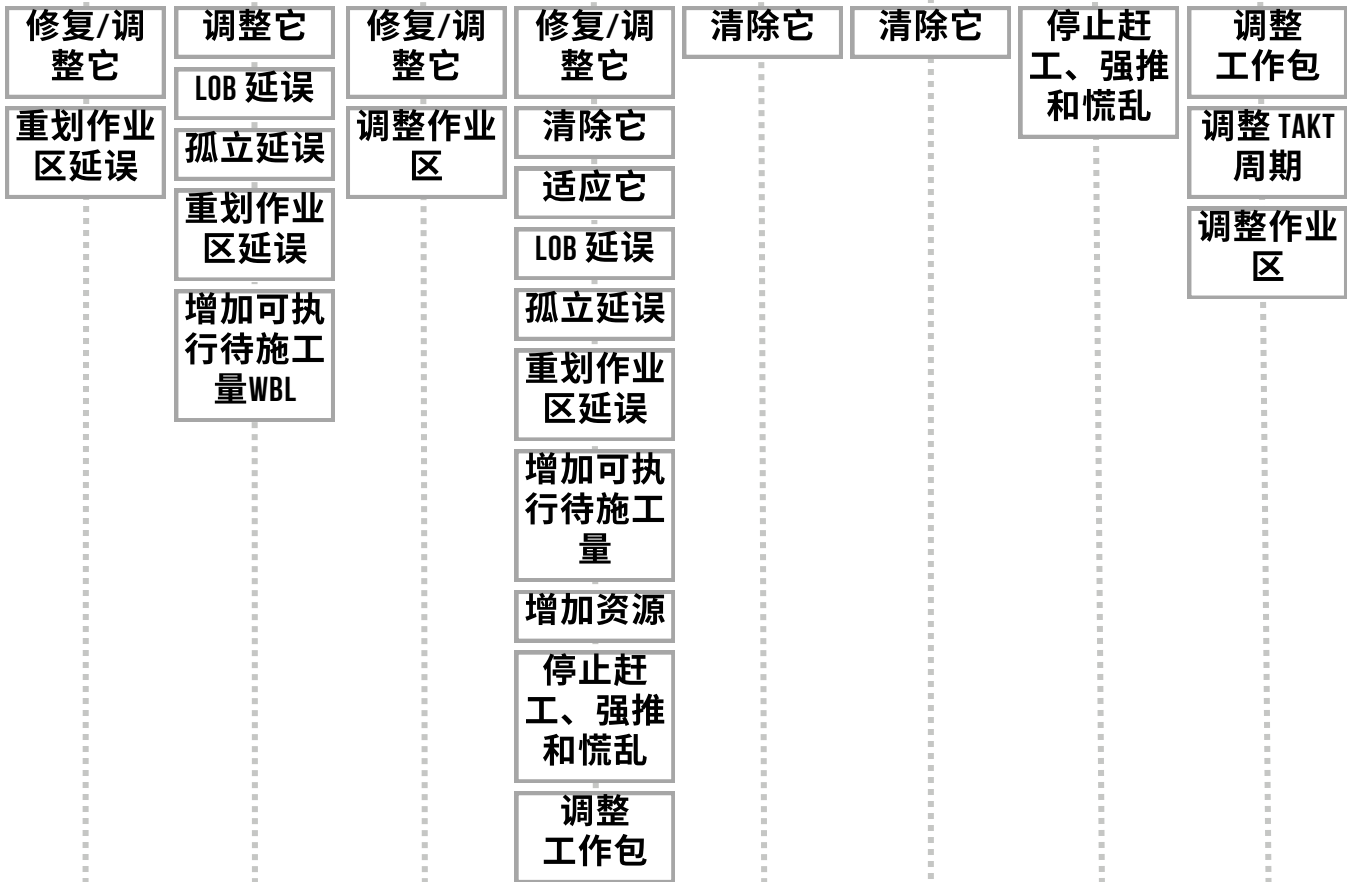
▶ 作业区制约 — 问题解决

待解决的问题：

作业区数量不当 未考虑物理限制 作业区形状不规则或过于复杂 资源超负荷 工人过多 在制品过多 赶工、强推、慌乱 缺乏流动原则



应采取的行动：



今后如何预防：

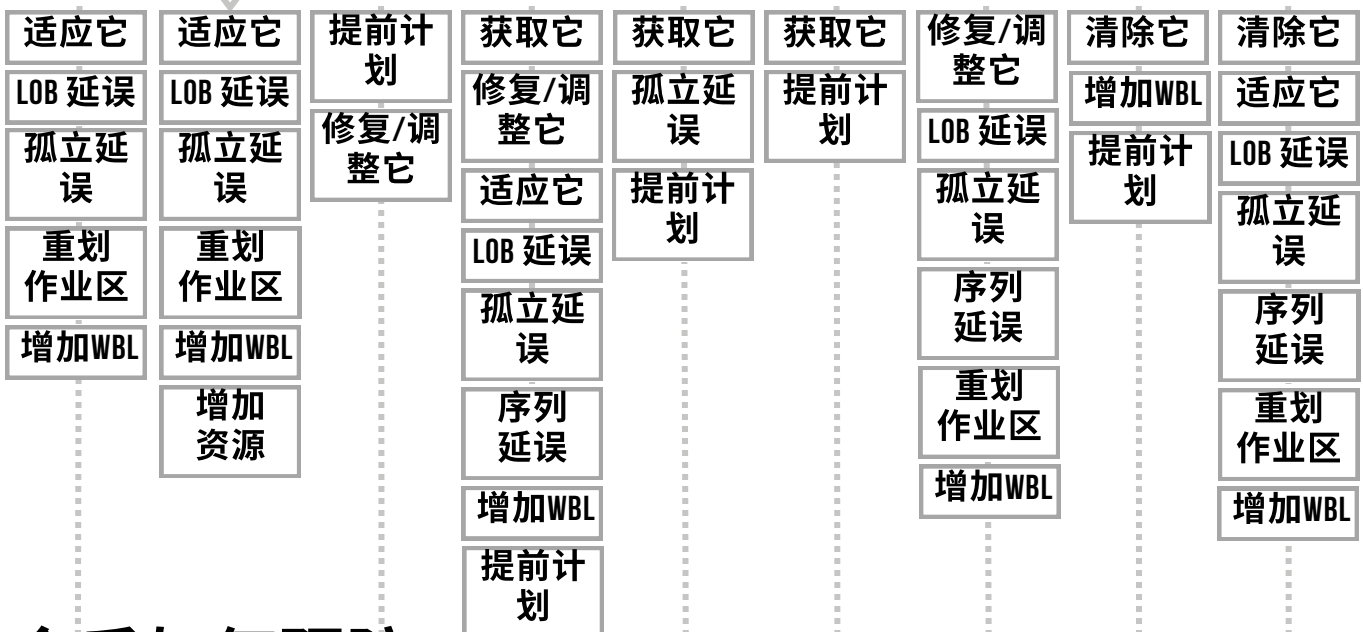


作业区障碍 — 问题解决

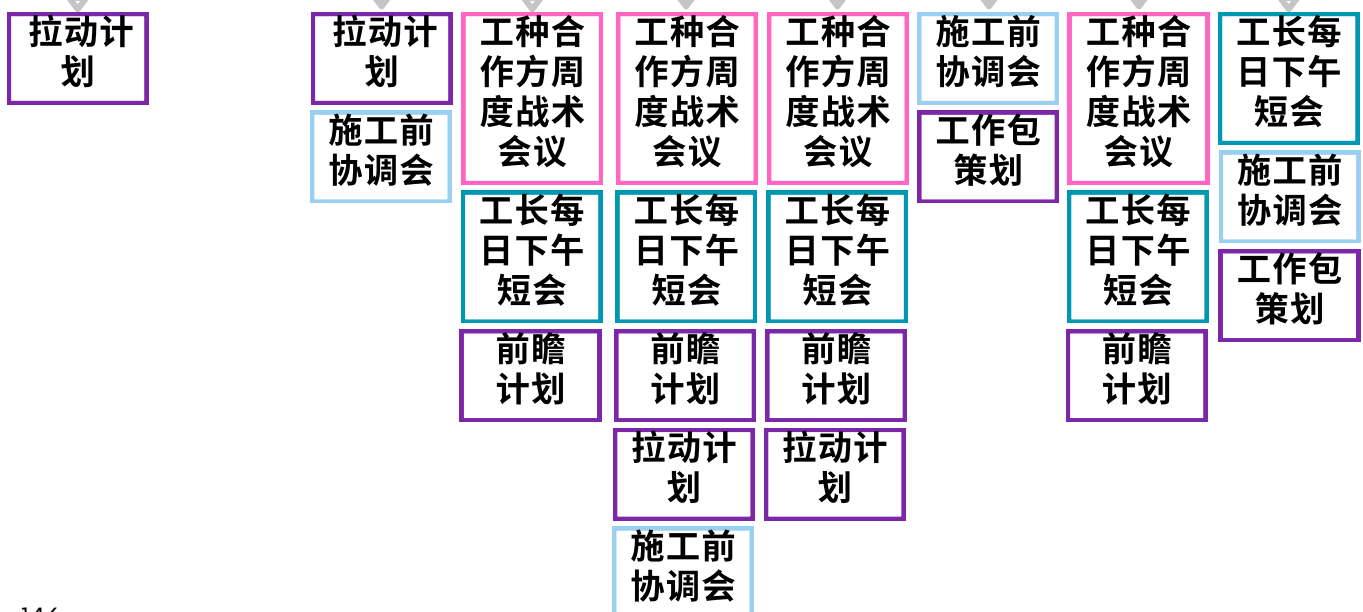
待解决的问题：

天气 计划变更 缺乏计划 作业面未就绪 需审批许可 放线未完成 验收未通过 现场有障碍物 存在缺陷

应采取的行动：



今后如何预防：



资源障碍——问题解决

待解决的问题：

- 信息缺失 —— 需补
- 资源缺失 —— 需补
- 缺陷 —— 需补/清除
- 设备问题 —— 需补
- 劳动力短缺 —— 需补
- 现场有障碍物 —— 清除

应采取的行动：

获取它	获取它	获取它	获取它	获取它	清除它
LOB 延误	LOB 延误	LOB 延误	LOB 延误	LOB 延误	增加WBL
孤立延误	孤立延误	孤立延误	重划作业区	孤立延误	提前计划
重划作业区	重划作业区	延误	增加WBL	重划作业区	
序列延误	序列延误	序列延误	增加资源	序列延误	
增加WBL	增加WBL	增加WBL	提前计划	增加WBL	
提前计划		提前计划		增加资源	
				调整工作包	

今后如何预防：

采购日志	采购日志	工前协调会	工前协调会	工前协调会	工种合作方周度战术会议
工前协调会	工前协调会	工长每日下午短会	工种合作方周度战术会议	工种合作方周度战术会议	工长每日下午短会
	工种合作方周度战术会议	工作包策划	工作包策划	工长每日下午短会	前瞻计划
	工长每日下午短会			前瞻计划	
	前瞻计划			工作包策划	
	工作包策划			拉动计划	

所有这些内容在我的著作《Takt 引导与管控》中均有详细阐述。我在此只是希望你初步了解，我们期望你通过 TPS® 系统所实施的预防措施。这样一来，当遇到不可预见的影响时，你手中已有应对之策。

利用缓冲吸收延误

你有多种缓冲策略，可用于吸收不同类型的工作延误。



工具箱中的缓冲类型：

- 计算得出的末端缓冲
- 作业序列缓冲
- Takt 周期缓冲
- 采购缓冲
- Takt 车厢缓冲

你会遇到线性平衡延误（LOB延误）和孤立延误。接下来，我们将通过具体示例，说明如何运用缓冲让项目重回正轨。

线性平衡
延误

TAKT 周期延误

当某种延误（如天气、突发问题，或某工种进度滞后需更多时间）打乱了“工种列车”的节奏与流动时，通常最佳做法是让整列列车同步暂停，以维持整体节拍的一致性。

如果你不暂停整列工种列车.....

.....各工种将失去节奏，出现停工和作业重叠。



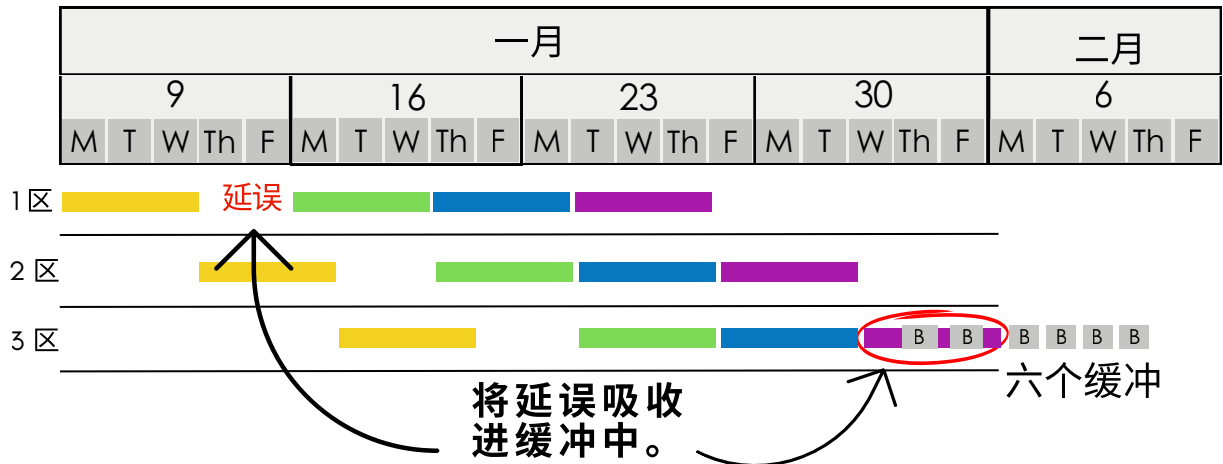
如果你继续推进，蓝队和紫队将被超负荷安排——
(同一时间被要求在两个地方作业)。

需要设置 2 个缓冲 —— 均为计算得出的末端缓冲。

解决方案：利用可执行待施工量让其他工种保持作业，同时修复造成延误的问题，并适度消耗缓冲，以维持 Takt 节拍。

线性平衡 延误

只需在前序车厢与当前开工日期之间留出一个空档，该延误就会在后续每一个作业区中体现出来。



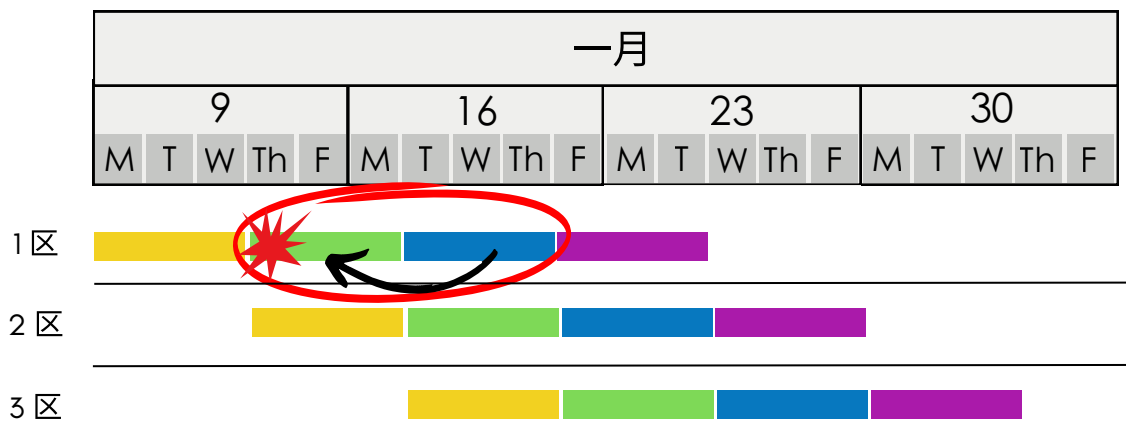
已使用 2 个缓冲 —— 均为计算得出的末端缓冲。

所需解决方案：整体平移整个阶段，以保持 TAKT 计划与节拍节奏。

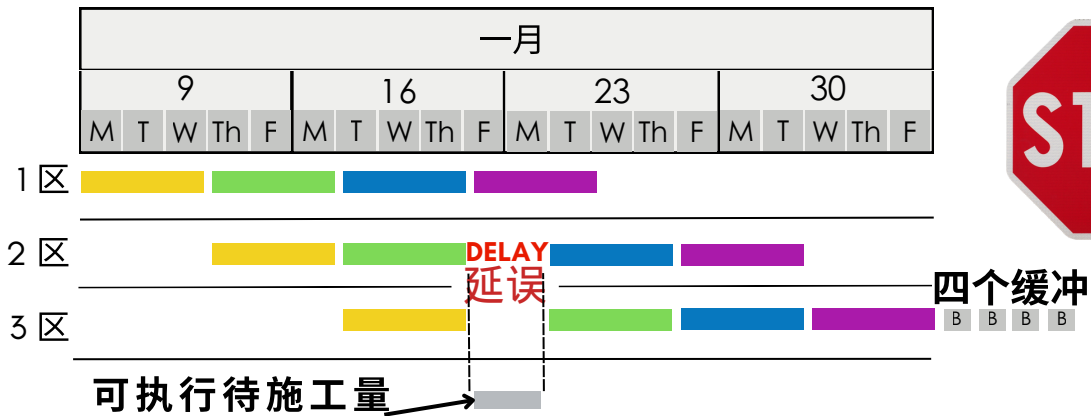
孤立 延误

作业序列延误

当出现延误时，可通过重新排序作业序列，减轻对受延误活动（或车厢）的压力。如下例所示：绿色活动发生延误，因此我们将绿色与蓝色活动调换顺序。原序列为：黄 → 绿 → 蓝 → 紫。项目团队将其调整为：黄 → 蓝 → 绿 → 紫，从而为绿色活动争取更多时间。



线性平衡
延误



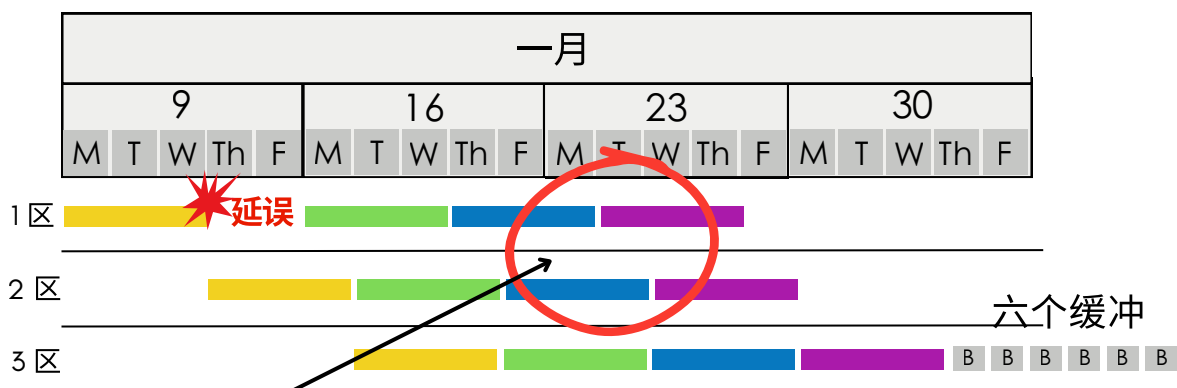
暂停列车，保护工种流动——这意味着不能堆叠工种。任何无法留在当前作业区的工种，可转至可执行待施工量继续作业。若某工种没有可执行待施工量，也应留在原地：清理、收尾、培训、准备——这仍优于强行推进或堆叠作业。

级联延误

如果某项延误将导致特定车厢无法按时启动，你可能需要中断原有序列，并将该延误级联传递至后续作业区，以保护工种流动，避免工种超负荷和堆叠。

如果你不暂停工种列车.....

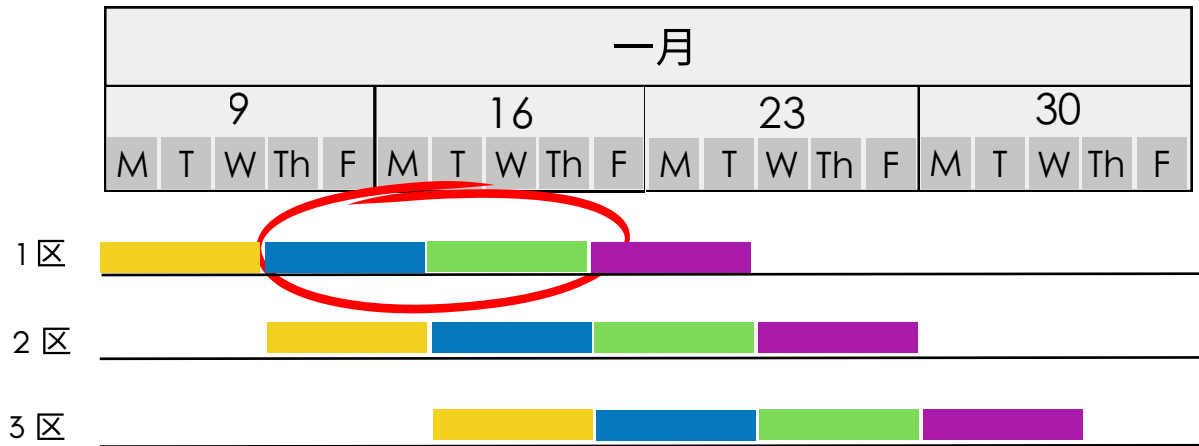
.....各工种将失去节奏，出现停工和作业重叠。



如果你继续推进而不调整计划，蓝队和紫队将被超负荷安排——（同一时间被要求在两个作业区同时作业）。

孤立延误

如果你不通过重新排序来解决.....
.....整个阶段都将承受延误。



未使用任何缓冲

所需解决方案：调整工作包的作业顺序，以防止作业序列中断。

这样做可行，是因为在此情况下，蓝色活动能够轻松提前插入并更早开工。这是一种特殊解法，因为通常情况下，作业活动的先后顺序无法随意更改。

移除延误

有时，延误仅影响作业中的一个小区域。在这种情况下，你可以保留既定的定向流动，仅将该小区域从 Takt 计划中移除。

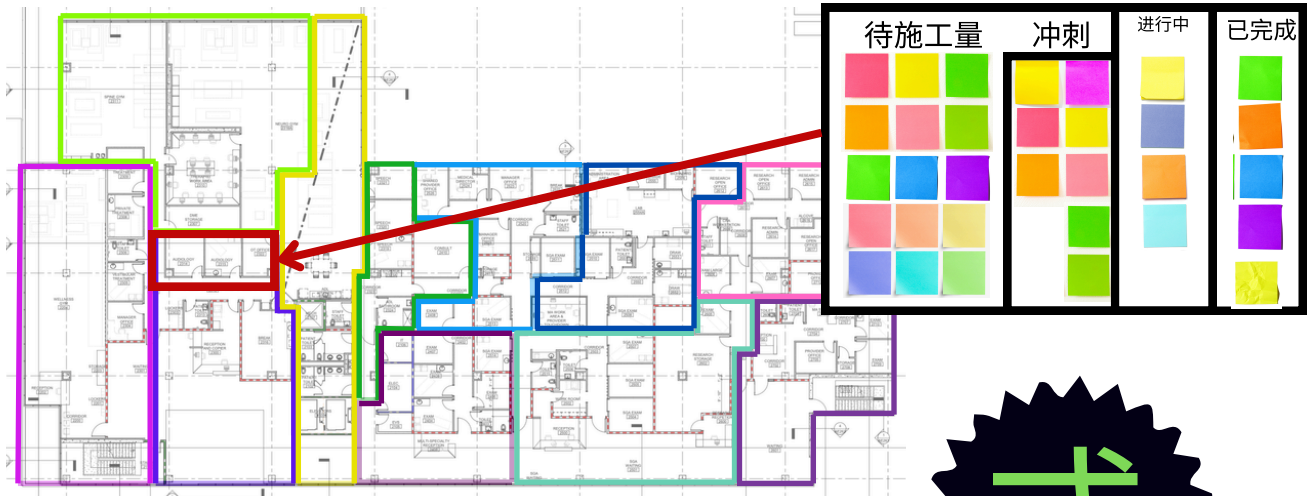


孤立延误

1

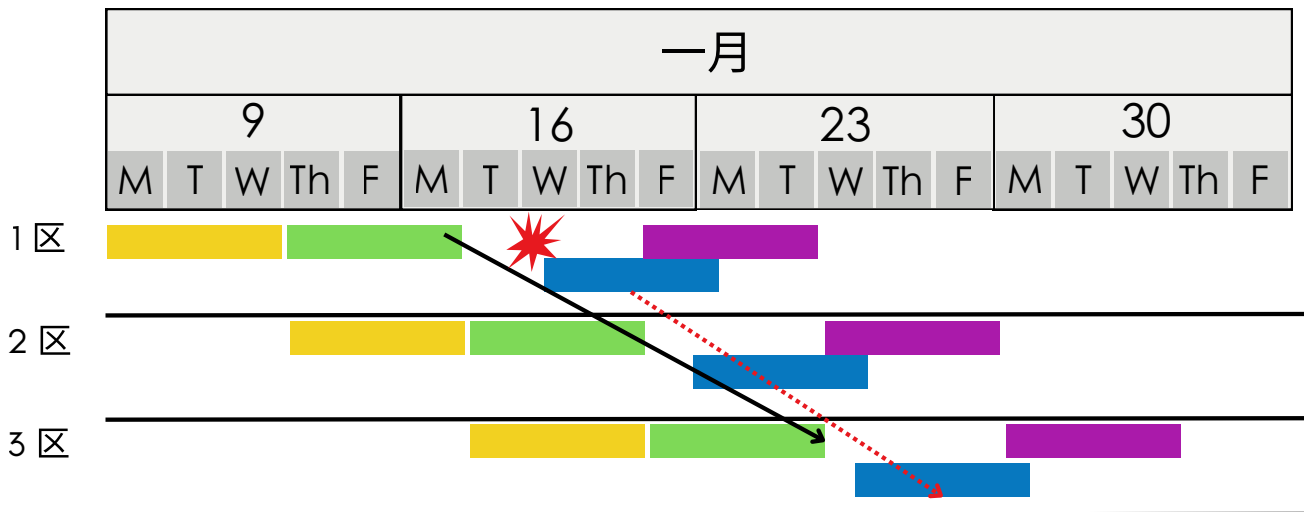
将延误区域从 Takt 计划的流动中剥离，并通过 **Scrum** 单独管理。

SCRUM 看板



2

将该车厢从 Takt 列车中解耦，转为采用其独立的 Takt 周期。

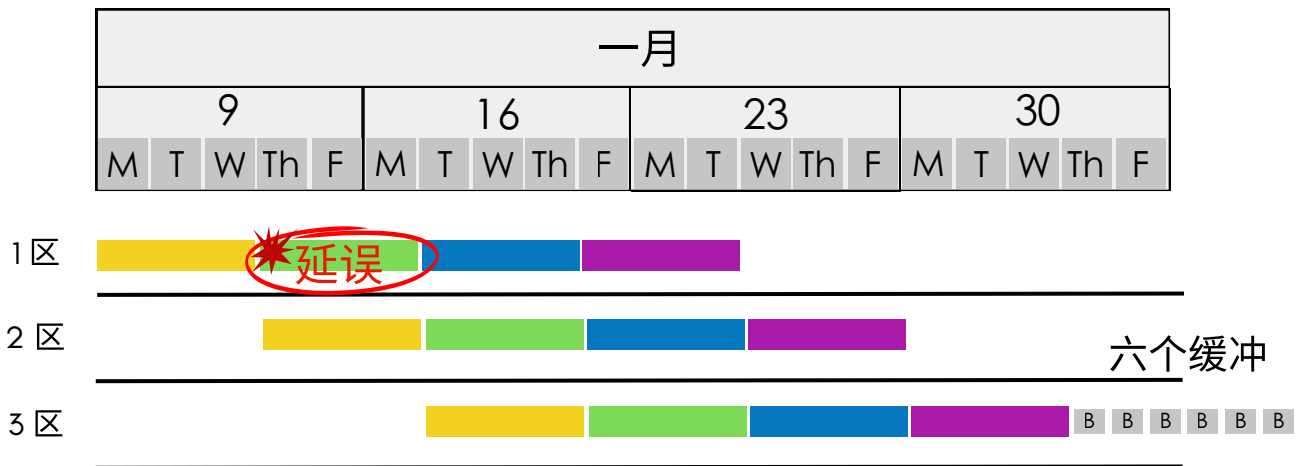


未使用任何缓冲

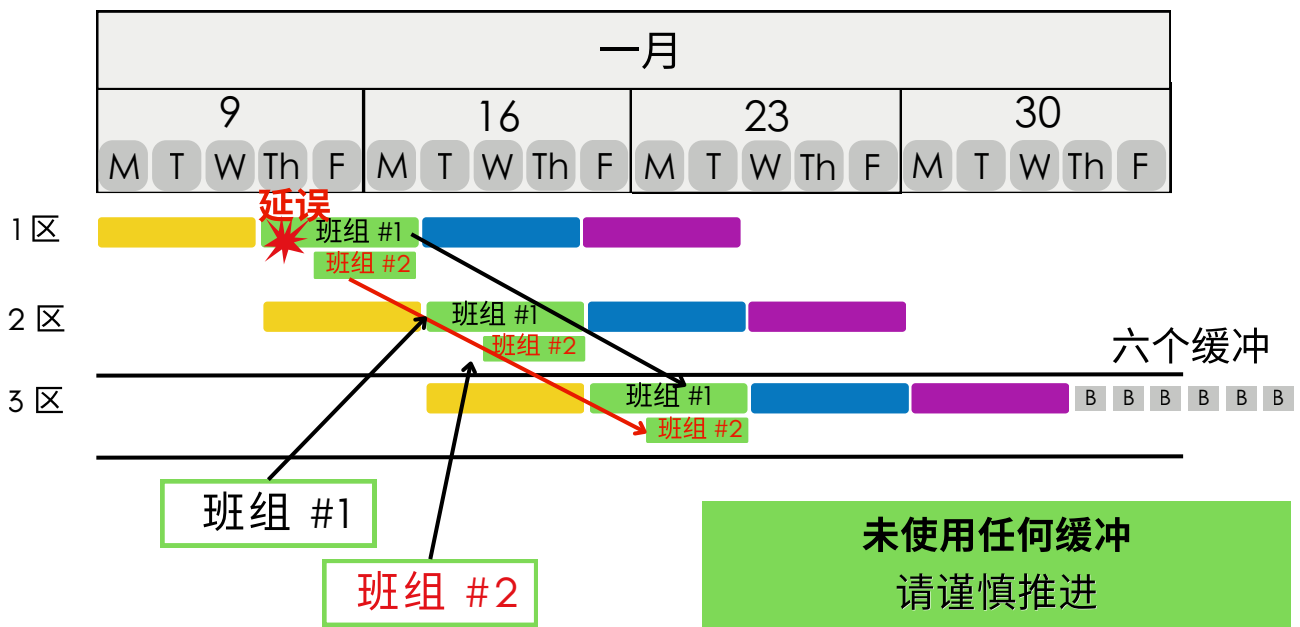
采用上述任一方式，意味着该小区域不再属于主节拍流的一部分。它仅影响该作业区，不会波及其他作业区或工种。

增派班组

如果条件允许，可增派一支**高度训练且熟练**的班组，协助追赶进度、弥补延误。但若新增人员不具备相应资质或熟练度，则增加人手不仅无效，反而可能造成混乱、返工或安全风险——此时不值得盲目加人。

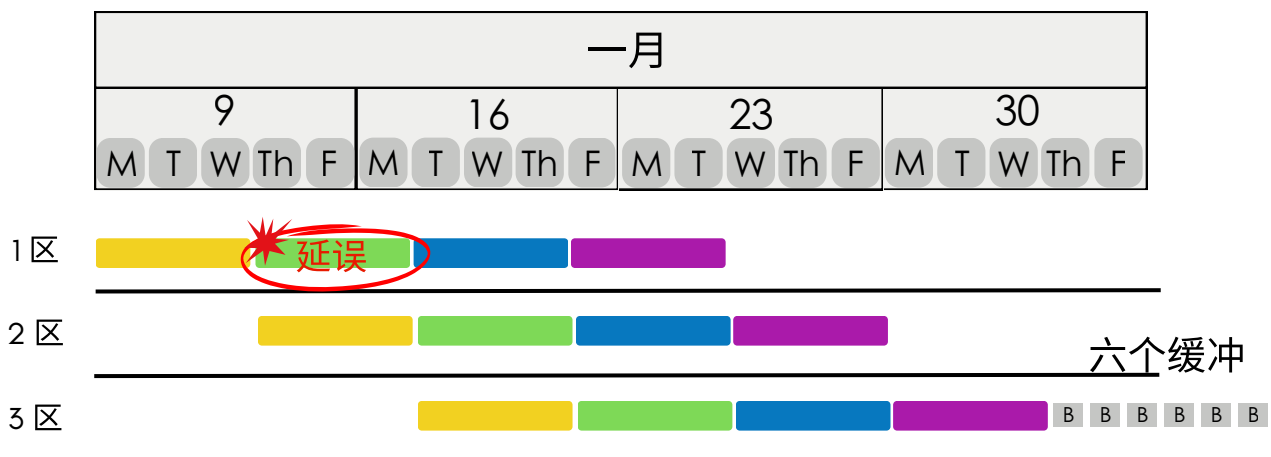


此方案很少可行；若第二支班组未经过高度训练，反而可能适得其反，导致更多作业波动、返工和流程紊乱。

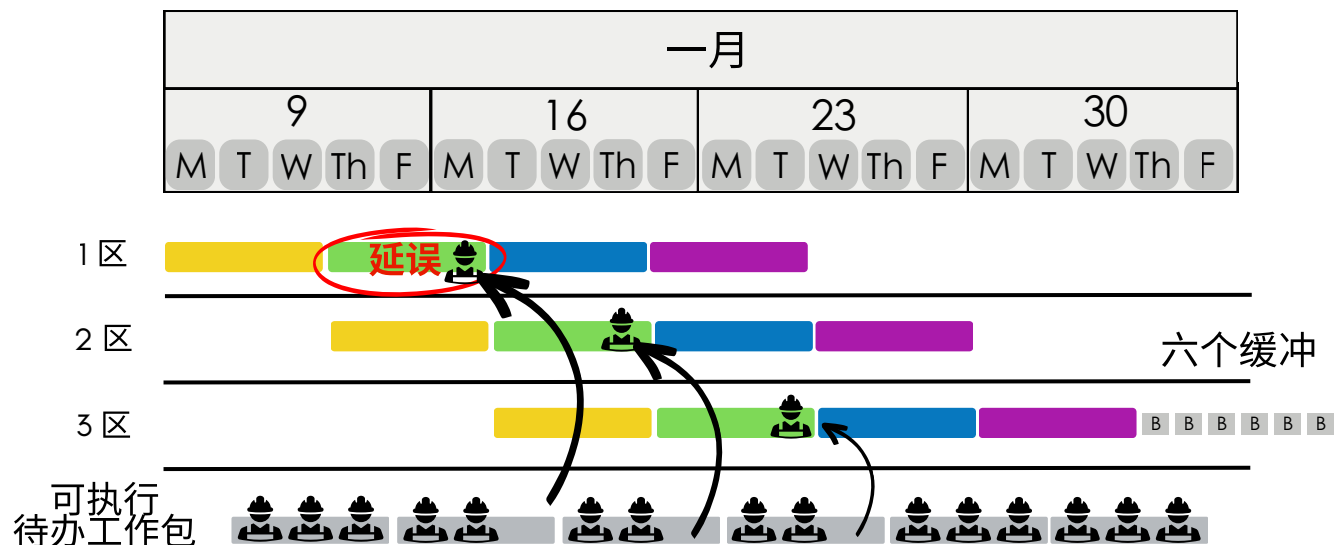


可执行待办工作包的机动人力

当你面临延误，例如劳动力或资源不足，无法按时完成任务时，可以调动执行待办工作包的灵活人力资源。



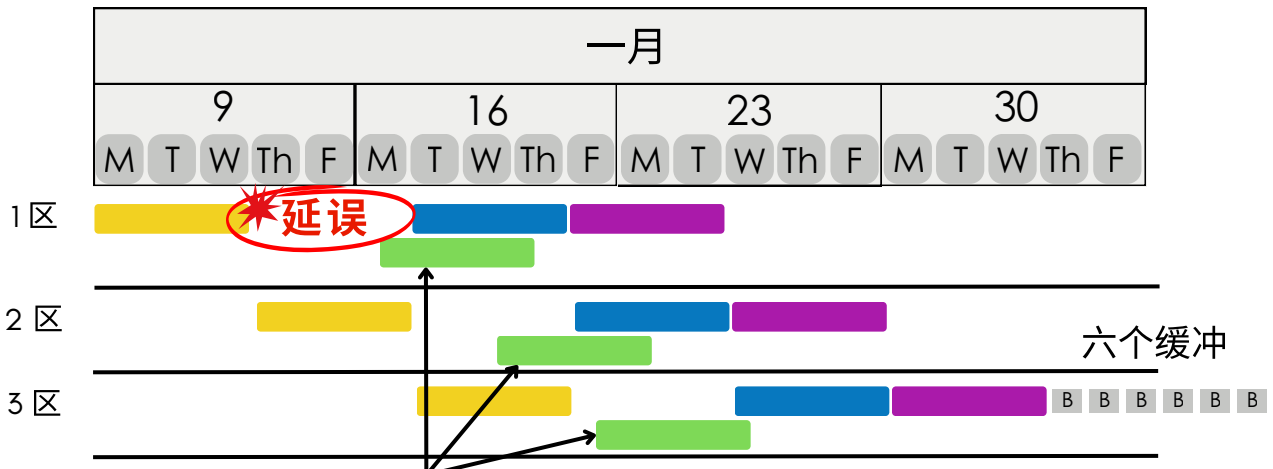
原本在项目其他区域作业的劳动力和资源，会暂时中止在可执行待办工作区的工作，转而支援Takt列车中的作业。



未使用任何缓冲
请谨慎推进

追赶进度

当你遇到延误，例如某个车厢因无法按时开工而中断时，你可以考虑简单地追赶进度，并与后续工种进行协调与配合。这种方法在相关班组拥有足够资源以实现追赶时是可行的。如果人员没有超负荷，并且加班仅在绝对必要的情况下使用，你可以通过合理调配资源或安排加班来缓解延误并恢复进度。

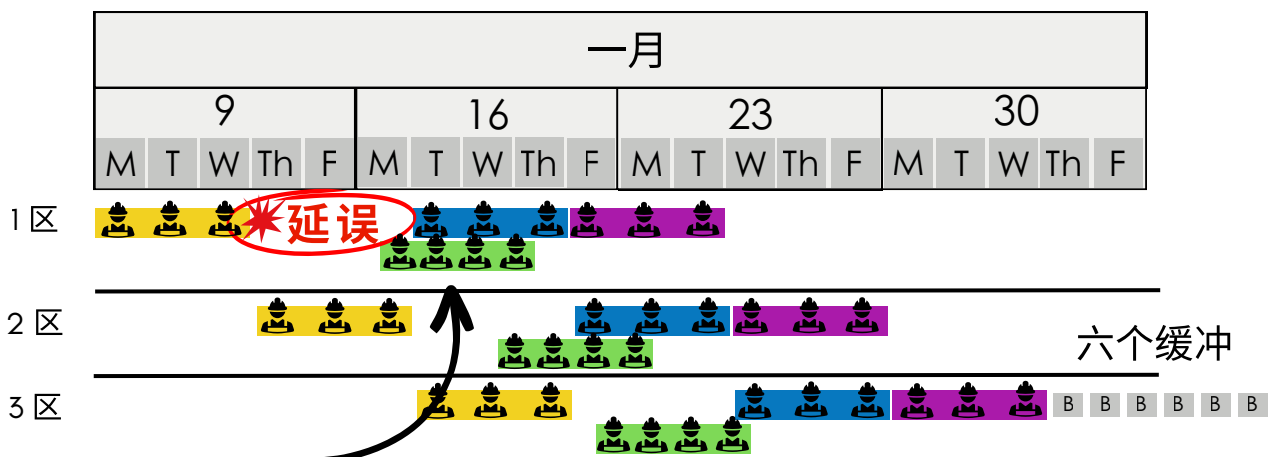


延误已被吸收，并在一段时间内逐步弥补。

未使用任何缓冲
请谨慎推进

为恢复工作增派劳动力

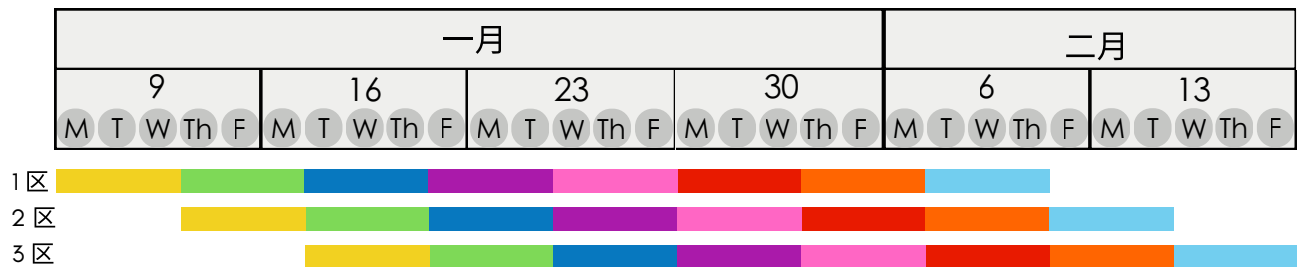
如果原班组初始人员配置不足，你可以通过增加劳动力来加快进度、实现追赶，并重回正轨。



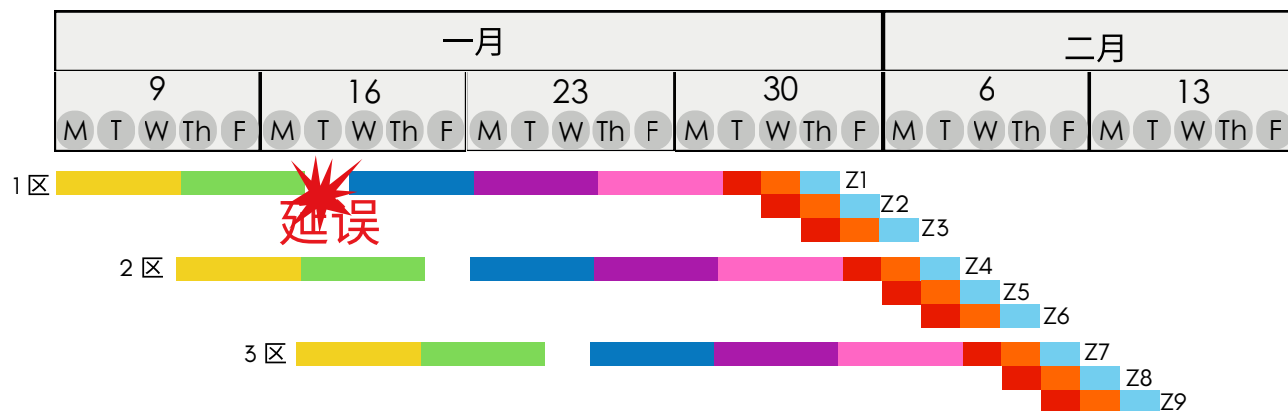
增派额外班组成员，以挽回延误的时间。

缩小后续作业区范围

你可以通过缩小后续作业区的规模来吸收延误并实现恢复。如果你已耗尽所有缓冲，这将是挽救项目、避免“硬着陆”的最佳机会。



如果出现延误，你可以**调整分区结构**，通过缩小后续作业区的规模，使后续工种以更快的节奏流动。



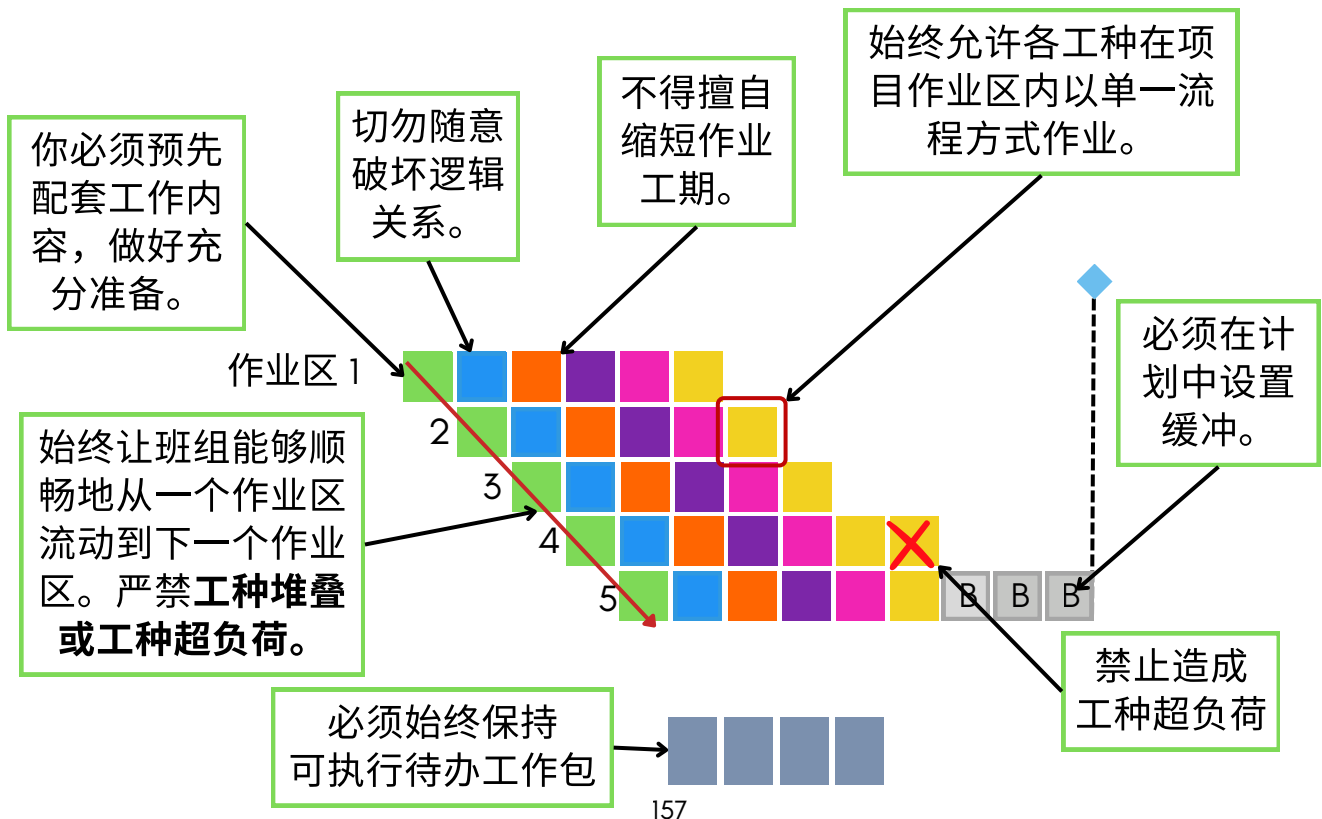
未使用任何缓冲
一种有效缓解工种压力的策略。

现在我们已经列出了多种减少和吸收延误的选项，我想强调的是：在进行任何调整或实施恢复措施时，务必遵循施工流程的基本规则。在做出调整时，一定要应用这些规则，否则结果可能会比之前更糟糕。

施工流动法则

改编自艾利·高德拉特提出的“流动法则”，以及伊芙拉·高德拉特·亚殊乐所著《高德拉特的流动法则》一书

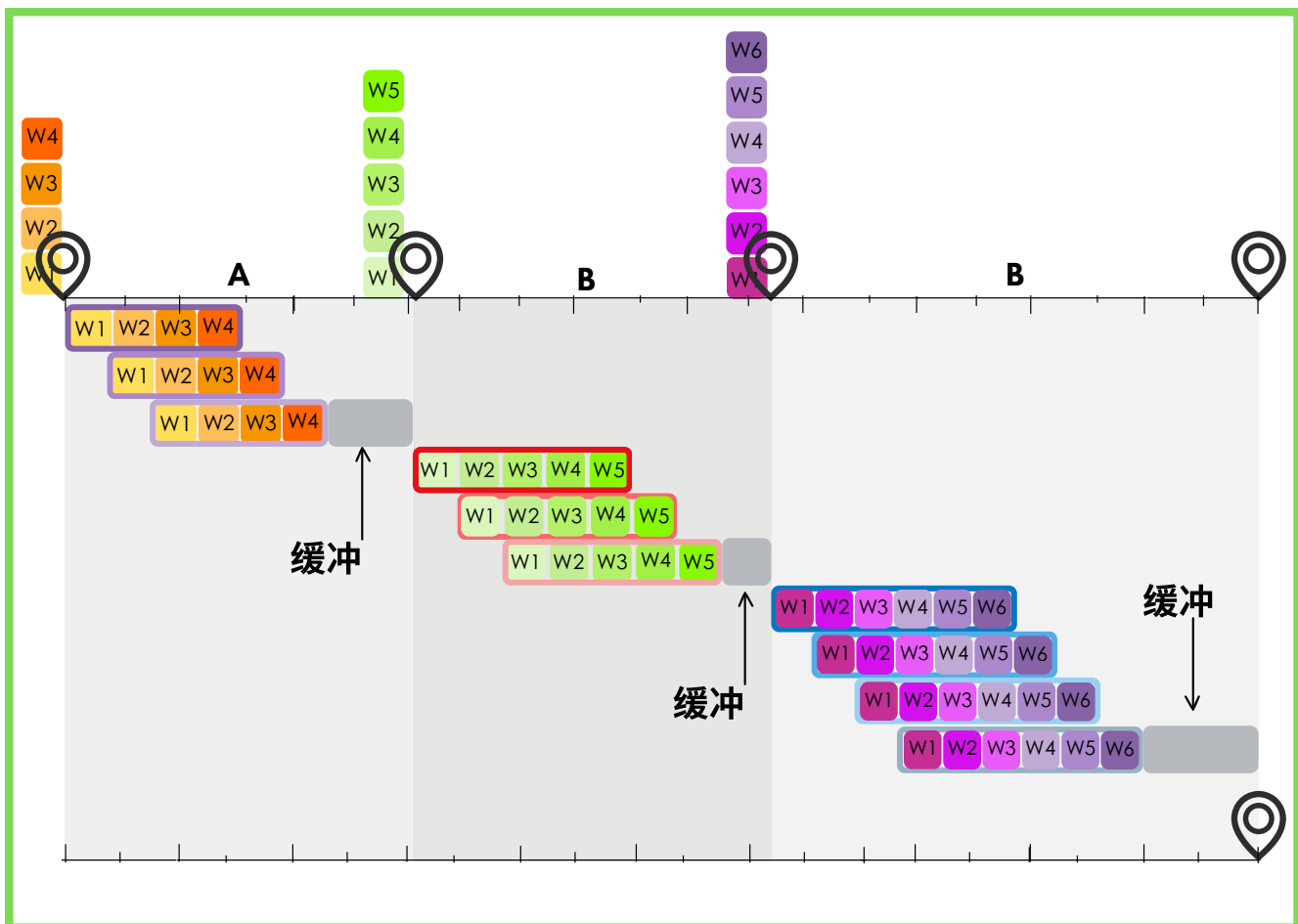
1. 始终在“时间 × 位置”格式中保持对角线式的**工种流动**。
2. 切勿随意破坏逻辑关系——必须基于真实数据，并获得**授权**后方可调整。
3. **未经许可，不得擅自缩短作业持续时间**；应通过先进设计、预制化、精准交付、高效物流和充分准备来实现更短的区内循环周期。
4. 禁止**工种堆叠**或**超负荷**。
5. 始终采用**单一流程**作业。
6. 始终**预先配套**工作内容，帮助工长提前获取所需资源。
7. 在生产计划中必须设置**缓冲**。
8. 始终保有**可执行待办工作包**，以支持机动产能。
9. **切勿将计划僵化地“锁定并冻结”以强行匹配基线**。
10. 始终分析**关键流动路径**，而非传统“**关键路径**”！关键流动路径始终包含活动、工期、逻辑关系、作业顺序、线性平衡以及缓冲。
11. 始终尝试让各工种以**相同速度**、保持合理间距，形成协同推进的“**工种列车**”。
12. 通过**解决问题**来驱动流动——切勿强行推动。
13. 始终将在制品与**实际产能**对齐。



步骤 8

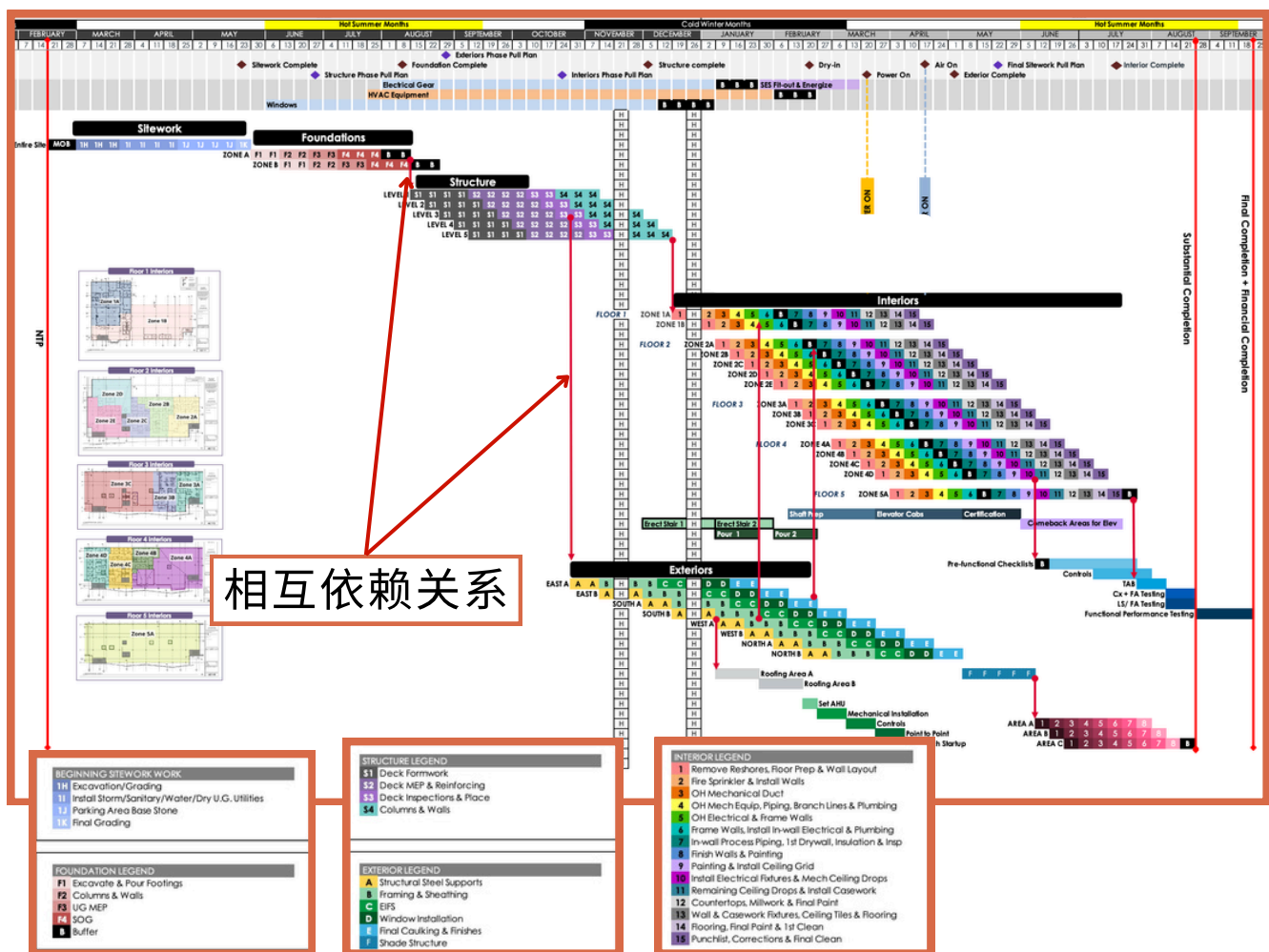
对你的各阶段进行风险分析，并在正确的位置以恰当的数量战略性地设置缓冲。一旦将缓冲纳入生产计划，你就可以在宏观层级或常规层级完成计划的最终格式化。

一份Takt计划就像一份A3报告——它应该能够在一张纸上清晰地展现，并讲述一个完整的故事，以便团队能够迅速做出决策。



互连关系

在 Takt 生产系统 (TPS®) 中，节拍列车、阶段、作业区及独立活动之间存在着相互联系。这些连接需要合理布局，以确保各个部分的高效联动，从而实现整体项目的最佳工期。此外，这些连接共同形成了所谓的关键流路径，这一概念源自关键链理论。



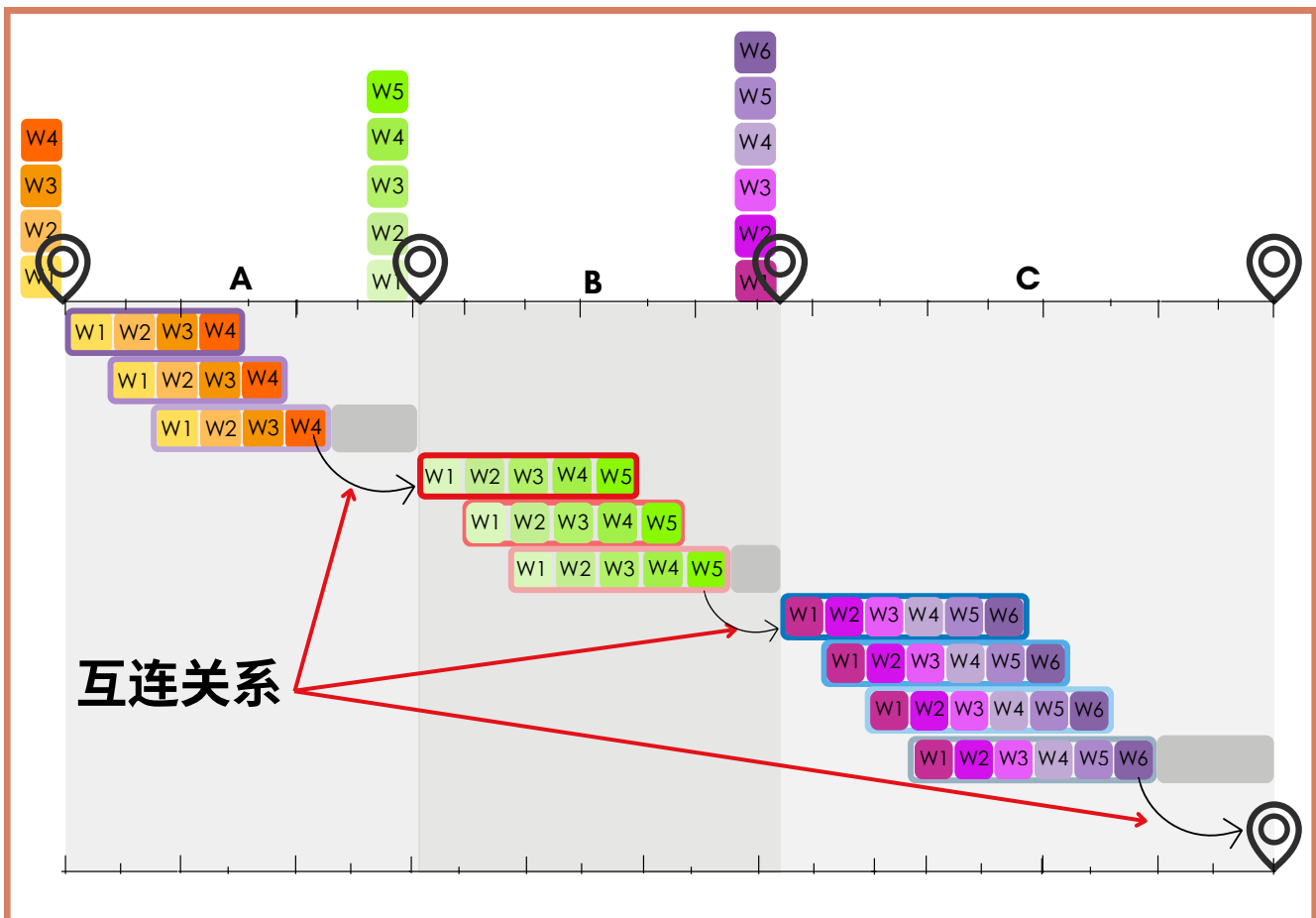
步骤 9



当你需要表达以下内容时，应使用相互依赖关系：

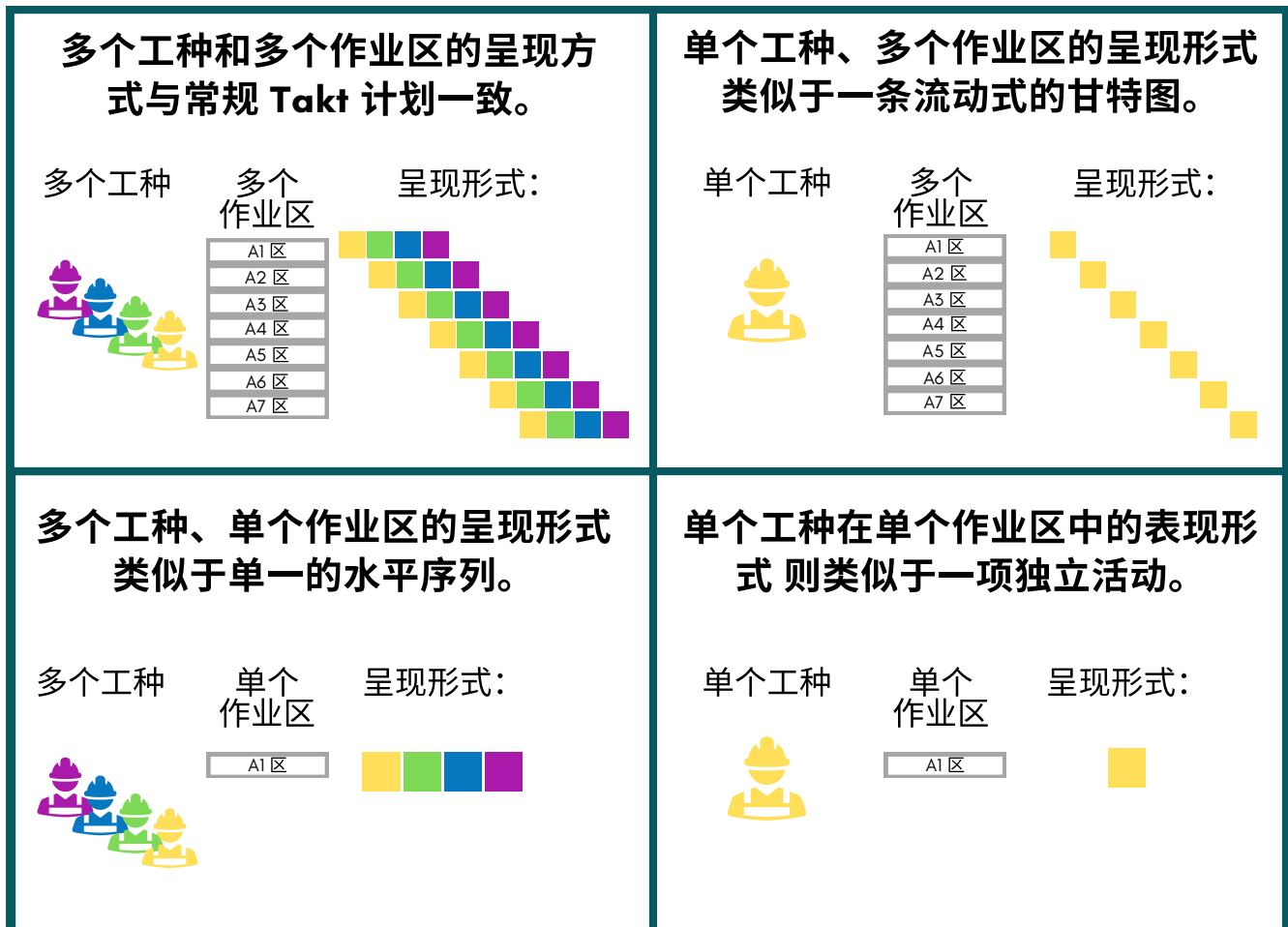
1. 活动或阶段之间的**依赖关系**；
2. **关键流路径**中的连接点；
3. 关键的**交接环节**。

通常，一份宏观层级的 Takt 计划会包含 10 到 30 个此类依赖关系，而常规层级可能会更多。关键在于建立能够清晰传达关键关联的连接，使项目团队能够有效监控这些交互节点。



独立活动

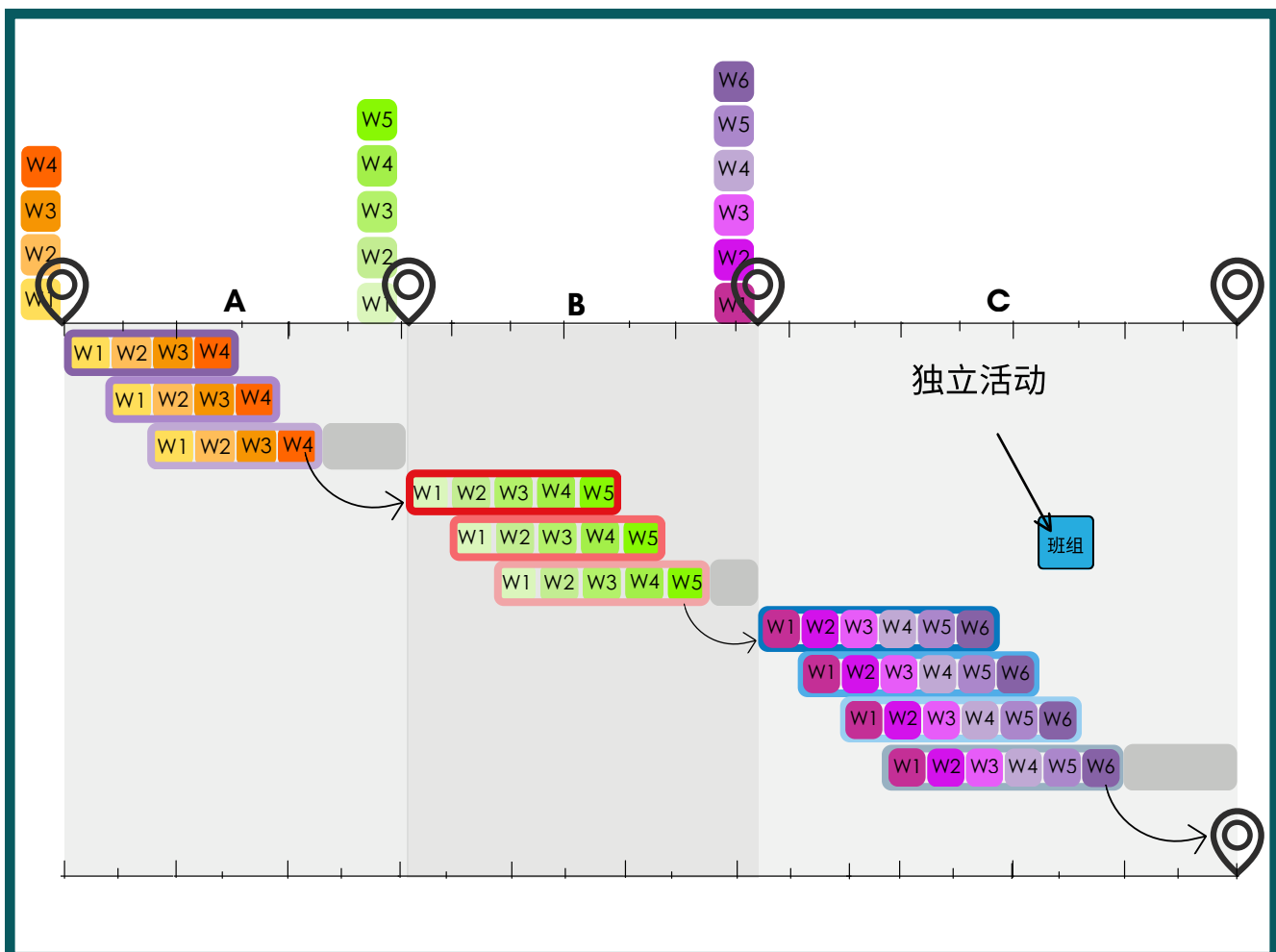
所有 Takt 计划都会包含一些必须以一次性方式完成的区域或任务。这是非常正常的情况，因此当出现此类工作时，你只需在计划中将其明确标示出来，并与项目的主流动线进行连接即可。实际上，独立活动在**格式和概念上**与常规节拍作业相同，只是在**班组数量与作业区规模的比例上有所不同**。请参见下方图示，以更直观地理解我的意思：



步骤 10

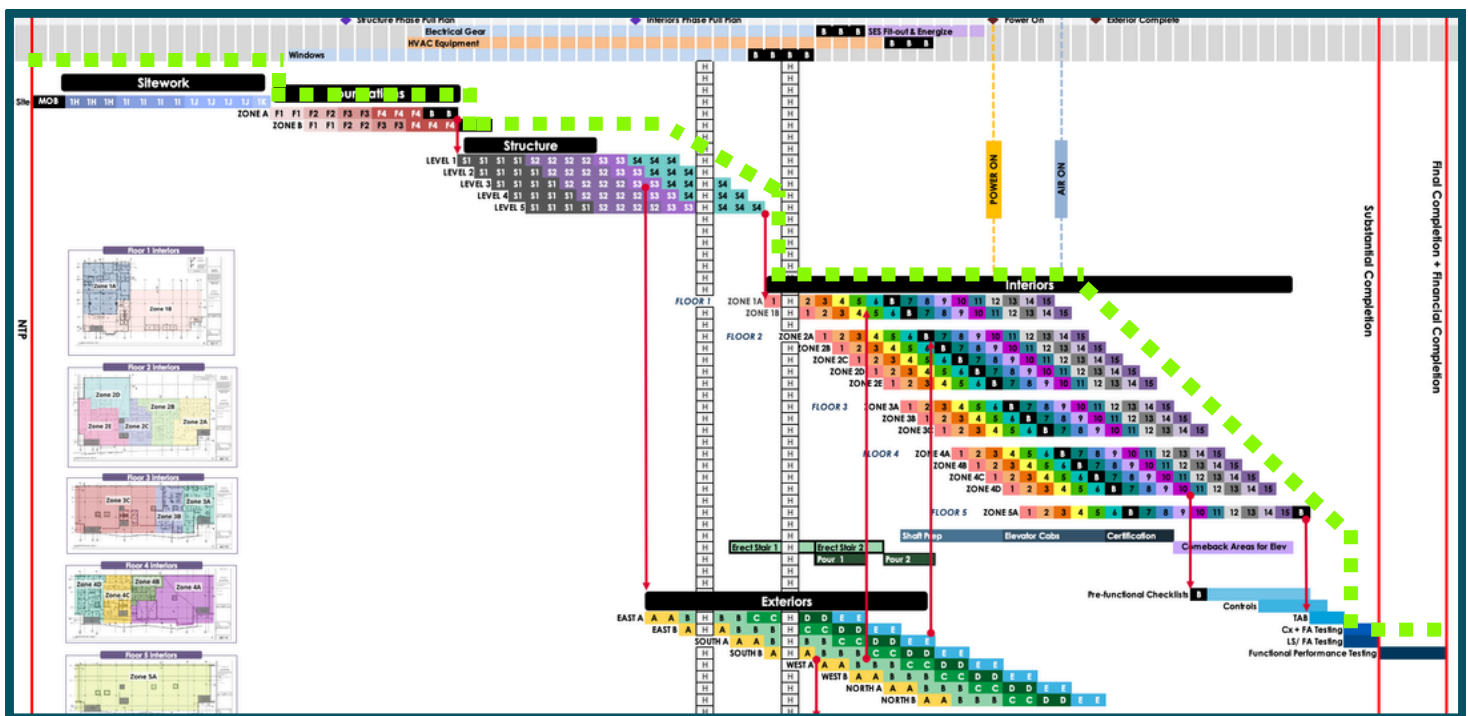


在制定计划时，如果某个独立活动会影响整体策略，请毫不犹豫地将其纳入其中。只需根据 Takt 标准进行格式化，并确保与其他工作阶段有效衔接即可。独立活动对项目的成功至关重要，且可能成为关键流程的一部分。



关键流 路径 (PCF)

关键流路径是 Takt 计划中贯穿各个阶段及其连接的最长路径。要验证一条关键流路径 (PCF)，可以按照以下步骤进行：首先，定义各个阶段并将其连接起来，接着找出最长路径。每个阶段的验证可以通过以下几个方面进行：作业序列的打包方式、线性平衡是否在合理的实际流动能力范围内，以及该阶段是否设置了合适的缓冲。该路径由起点、作业序列、线性平衡、缓冲、阶段连接等要素顺序串联，最终延伸至项目的终点。



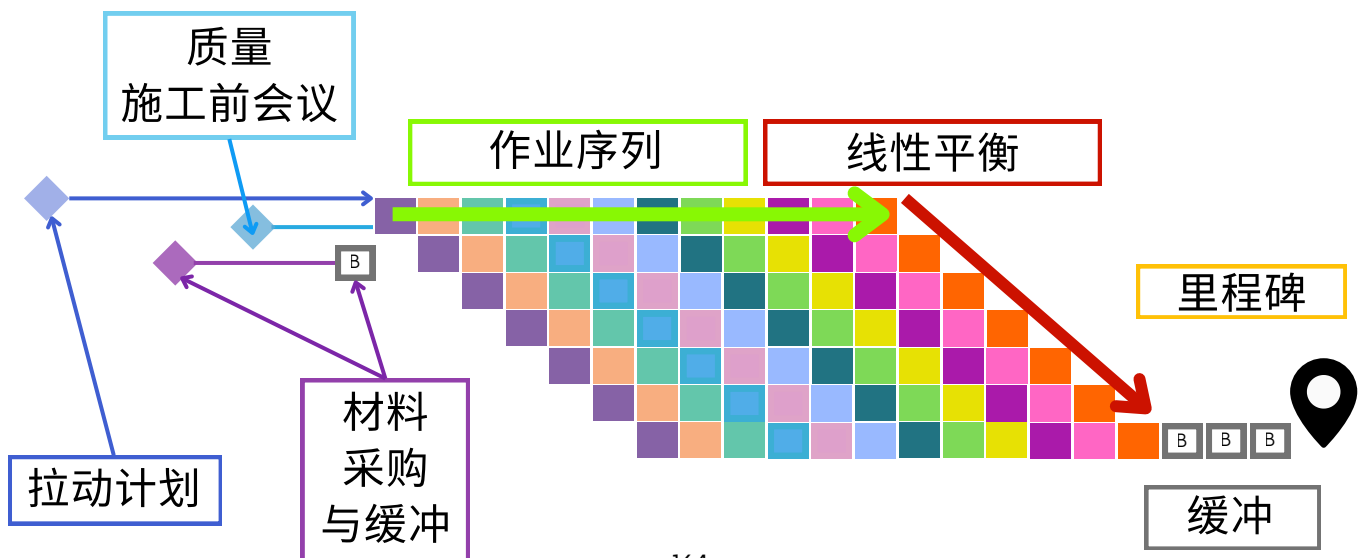
TAKT 要素， 集合！



在我们深入讲解关键流路径（PCF）之前，先将所有内容整合起来。到目前为止，你应该已经掌握了构建一个 Takt 阶段乃至完整 Takt 计划所需的全部知识。你的 Takt 计划本质上就是由多个 Takt 阶段组成，并通过**相互依赖关系**与**里程碑**连接而成。

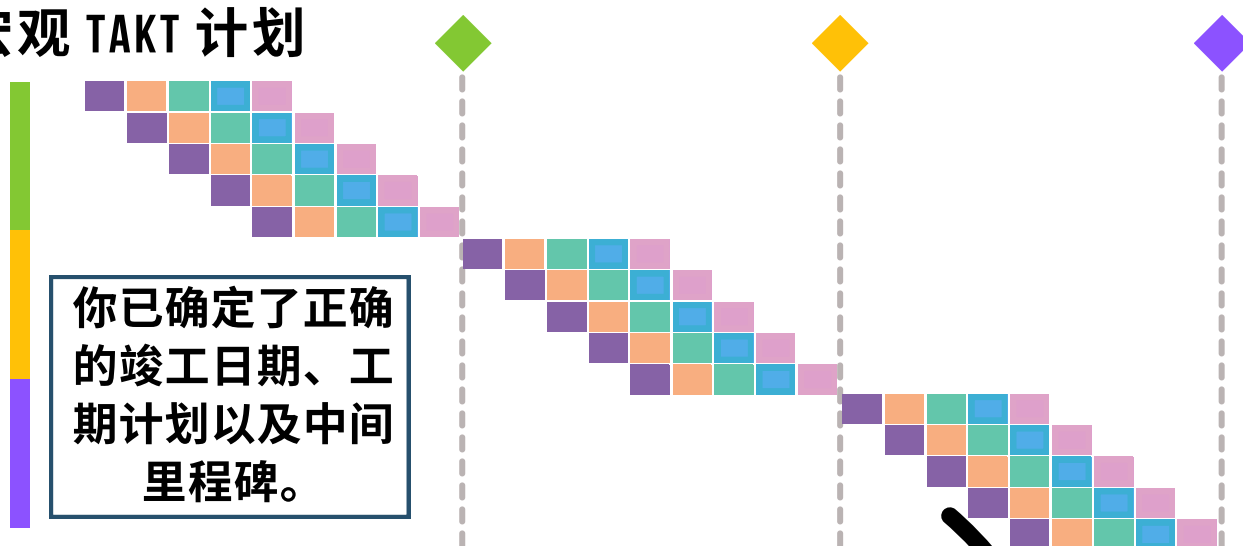
“一个 Takt”是 Takt 时间公式中的基本单位，而**Takt 阶段**才是 Takt 规划的核心组成部分——它使所有计划系统得以有效运行。一个 Takt 阶段能够帮助团队实现以下目标：

- **安排拉动式计划**：理想情况下，拉动计划应在该阶段开始前三个月完成。
- **安排施工前/准备会议**：阶段中的每个车厢或任务，都应在进入其首个作业区前三周召开一次施工前/准备会议。
- **协调采购计划**：一旦 Takt 阶段完成优化，即可为现场的“就绪可作业日期”（ROJ）提供明确的目标日期。切记需加入供应链缓冲和材料库存缓冲。
- **吸收延误**：每个阶段可在其里程碑前设置缓冲，以覆盖该阶段的各类风险。
- **验证生产计划的完整性**：得益于阶段化结构，承包商、业主代表、业主或第三方均可通过将作业序列与拉动计划对照，并结合 Takt 公式核对线性平衡，来验证该阶段计划的合理性与完整性。



当你根据第36页的宏观计算器制定出你的宏观阶段后，就可以将它们拼接整合成一份完整的宏观计划。

宏观 TAKT 计划



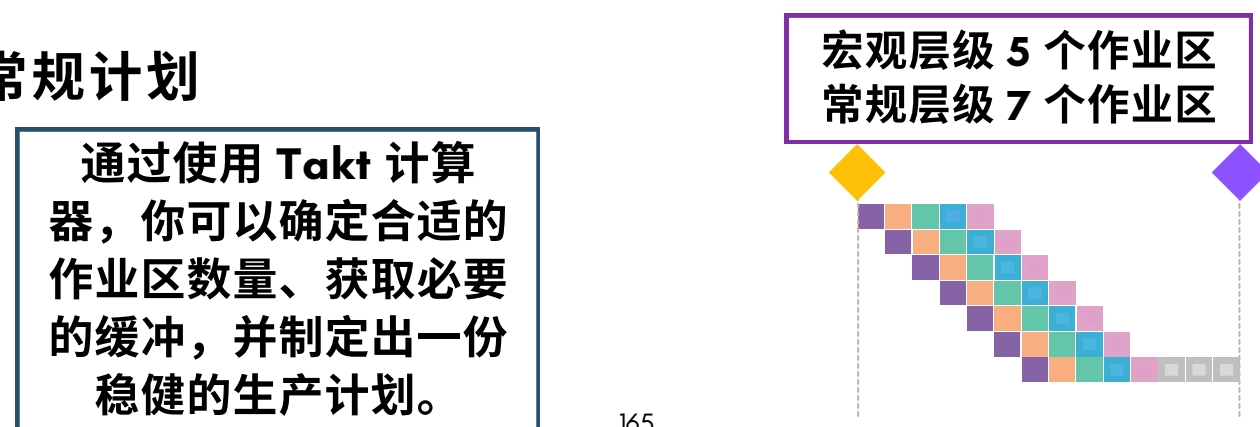
当你在某个阶段开始前三个月进入准备阶段时，就该对该阶段按作业区进行拉动式计划，并创建一个包含合理作业区数量的作业序列。其呈现形式如下：

拉动计划



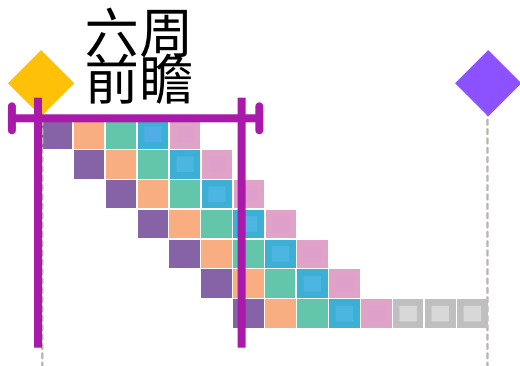
该拉动计划随后将成为常规层级生产计划的基础。如果此计划已与各工种合理划分作业区，那么就具备了用于吸收延误的缓冲。

常规计划



前瞻计划是常规层级 Takt 计划的“过滤器”，用于识别并清除障碍，确保工作真正“就绪可施工”。

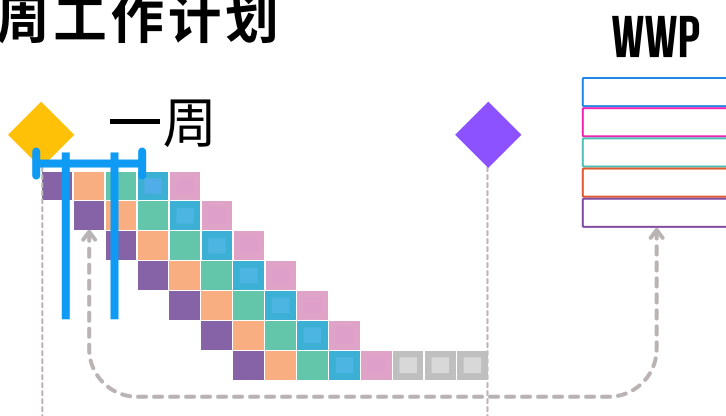
前瞻计划



这意味着所有前瞻计划都经过精准细化，并与流动节奏完全对齐——从而实现供应链的同步协调。

在此基础上，周工作计划将从该格式中进一步筛选生成，并由末位计划员（Last Planners®）进行调整和优化。

每周工作计划



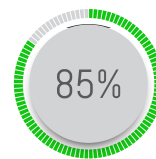
每周工作计划制定迅速且简便，交接环节也已协调到位。

你的团队现在能够制定出次日的计划——这个计划不仅直观易懂、协同一致，还具备高效可行的特点。

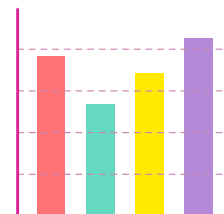
每日计划



计划完成百分比



同时，计划完成百分比（PPC）也可每日进行跟踪。



这三项交付成果——六周前瞻计划、每周工作计划和每日计划——本质上只是对常规层级的不同视角呈现，目的是让相关人员看到恰当的信息、掌握关键事项，并与正确的团队协同行动。其核心目标是：为不同角色量身定制工具格式，精准提供他们所需知晓和可视化的信息。

宏观层级：面向首位计划员（First Planners）和高层决策者，用于把握项目整体战略规划。

常规层级：作为生产计划的基础，依据关键链理论展示通往竣工的路径。供项目经理、施工主管及计划支持团队使用，以管理作业序列与缓冲。

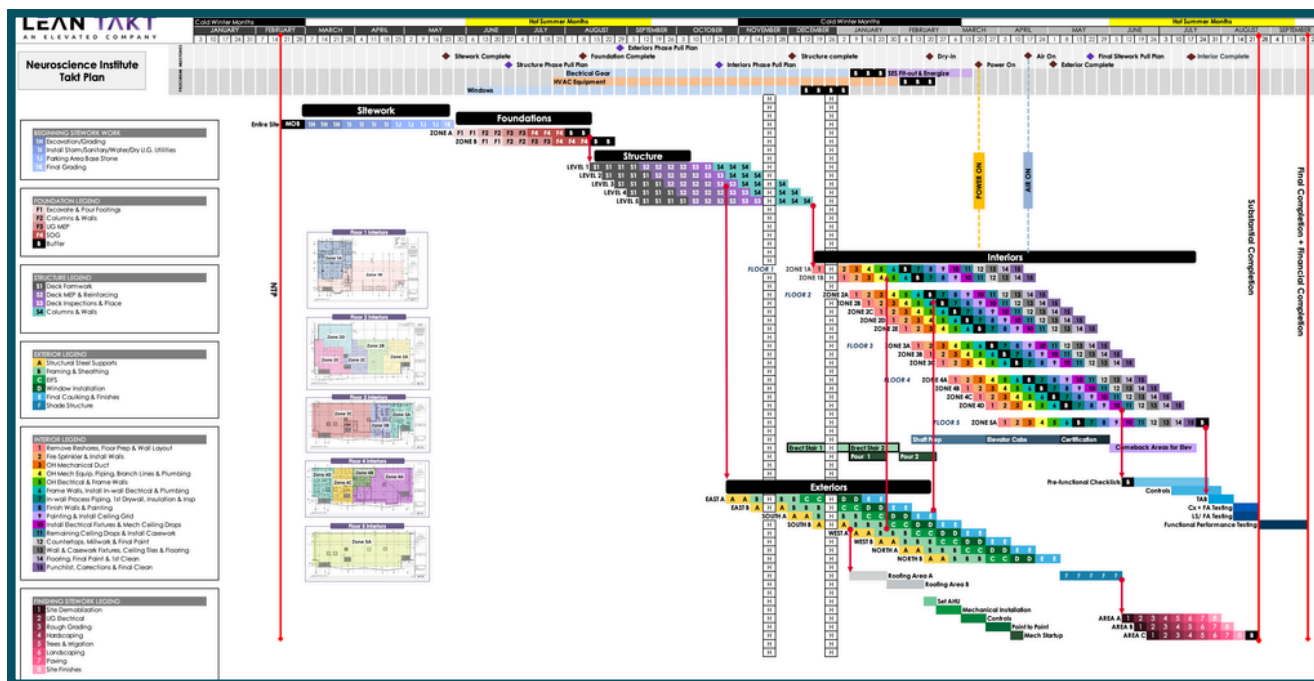
前瞻计划：向各工种展示未来4-6周的工作内容，使其有足够时间准备资源、清除障碍，确保工作“就绪可施工”。

每周工作计划：明确本周的承诺事项与交接安排，指导现场团队高效执行当周任务。

每日计划：以可视化形式下发给所有工长和作业人员，清晰传达当日具体工作内容。

你拥有五个观察项目积木的“透镜”。以下是我们示例中这些层级的具体呈现形式：

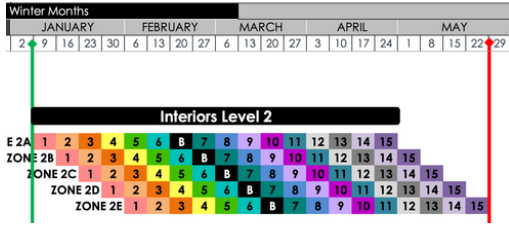
宏观



从宏观到常规的策略

你可以通过调整作业区来缩短阶段工期。

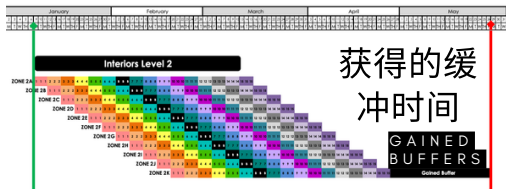
宏观层级 TAKT 计划



最慢速度 + 风险分析 + 参照类别

= 合同承诺

常规层级 TAKT 计划



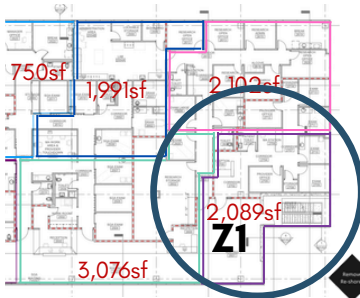
优化速度 + 风险缓解策略 + 参照类别 + 缓冲

= 生产目标

Optimize the Takt Phase		Takt Wagons	Takt Zones	Takt Time	Duration	Trade Time Gained	Area per Zone	Takt Level	Realized Flow Potential	Efficiency Parametric	Value Parametric
15	2	13	208	1	24,713	Bad	19%	7.50	15.00		
15	3	9	153	2	16,475	Bad	25%	5.00	7.50		
15	4	7	126	3	12,358	Macro	31%	3.75	5.00		
15	5	5	95	0	9,885	Macro	41%	3.00	3.75		
15	7	4	84	3	7,061	Macro	46%	2.14	2.50		
15	8	4	80	7	6,178	Macro	44%	1.88	2.14		
15	9	3	69	2	5,492	Norm	57%	1.67	1.88		
15	10	3	72	5	4,943	Norm	54%	1.50	1.67		
15	11	3	75	8	4,493	Norm	52%	1.36	1.50		
15	12	3	78	1	4,119	Norm	50%	1.25	1.36		
15	13	2	54	1	3,802	Norm	72%	1.15	1.25		
15	14	2	56	3	3,530	Norm	70%	1.07	1.15		
15	15	2	58	5	3,295	Norm	67%	1.00	1.07		
15	16	2	60	7	3,089	Norm	65%	0.94	1.00		
15	17	2	62	9	2,907	Norm	63%	0.88	0.94		
15	18	2	64	11	2,746	Norm	61%	0.83	0.88		
15	19	2	66	13	2,601	Norm	59%	0.79	0.83		
15	20	2	68	15	2,471	Norm	57%	0.75	0.79		
15	21	2	70	17	2,354	Norm	56%	0.71	0.75		
15	22	2	72	19	2,247	Norm	54%	0.68	0.71		
15	23	2	74	21	2,149	Norm	53%	0.65	0.68		
15	24	2	76	23	2,059	Norm	51%	0.63	0.65		
15	25	1	39	0	1,977	Norm	100%	0.60	0.63		
15	26	1	40	1	1,901	Norm	98%	0.58	0.60		
15	27	1	41	2	1,831	Norm	95%	0.56	0.58		
15	28	1	42	3	1,765	Norm	93%	0.54	0.56		
15	29	1	43	4	1,704	Norm	91%	0.52	0.54		
15	30	1	44	5	1,648	Norm	89%	0.50	0.52		
15	31	1	45	6	1,594	Norm	87%	0.48	0.50		
15	32	1	46	7	1,545	Norm	85%	0.47	0.48		
15	33	1	47	8	1,498	Norm	83%	0.45	0.47		
15	34	1	48	9	1,454	Norm	81%	0.44	0.45		
15	35	1	49	10	1,412	Norm	80%	0.43	0.44		
15	36	1	50	11	1,373	Norm	78%	0.42	0.43		
15	37	1	51	12	1,336	Norm	76%	0.41	0.42		

Takt Inputs		
Takt Wagons	15	
Takt Zones	5	
Takt Time	5	
Duration	95	
Area Inputs (m ² , sqft)		
Area / Zone	9,885	
Min Zone Size	1,000	
Max Zone Size	10,000	
Total SQFT of Phase	49,425	
Shortest Durations		
Best # Zones	Takt Time	Duration
25	1	39
13	2	54
9	3	69
7	4	84
5	5	95
5	6	114
4	7	126
4	8	144
3	9	153
3	10	170

对单个作业区的拉动计划



你可以针对一个具有代表性的作业区进行拉动计划，从而制定出一套精准的作业序列，轻松达成里程碑目标。



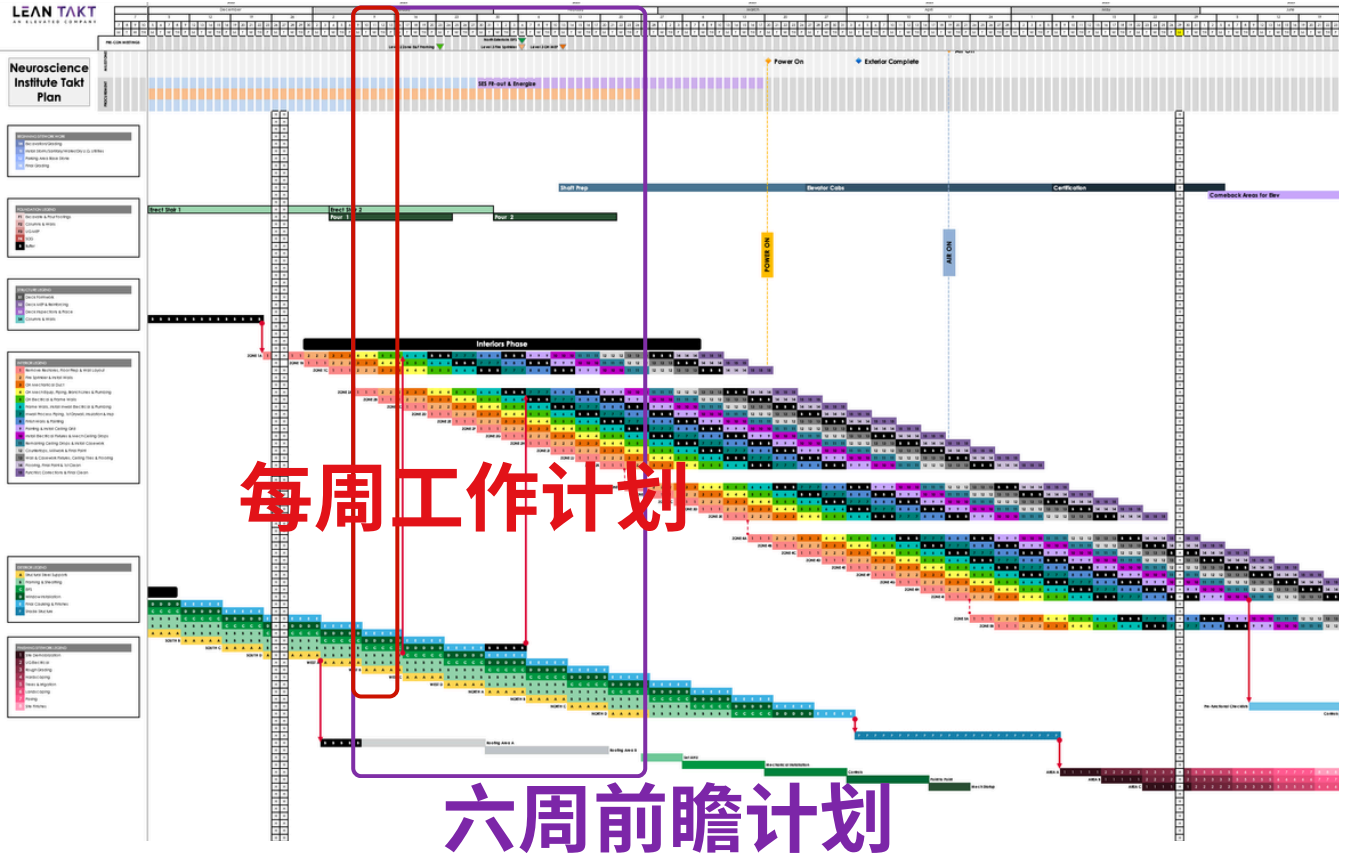
工作包编制工作



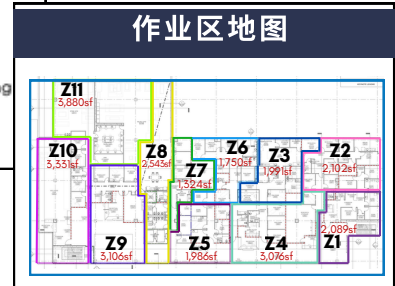
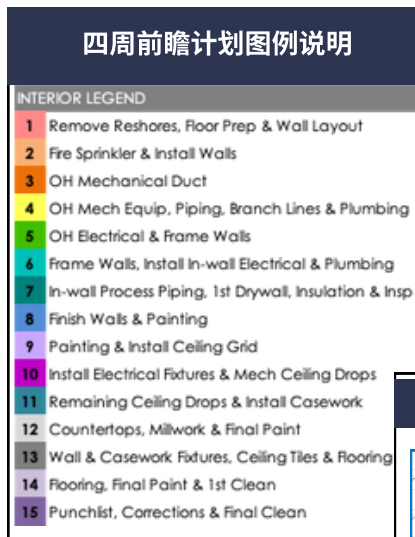
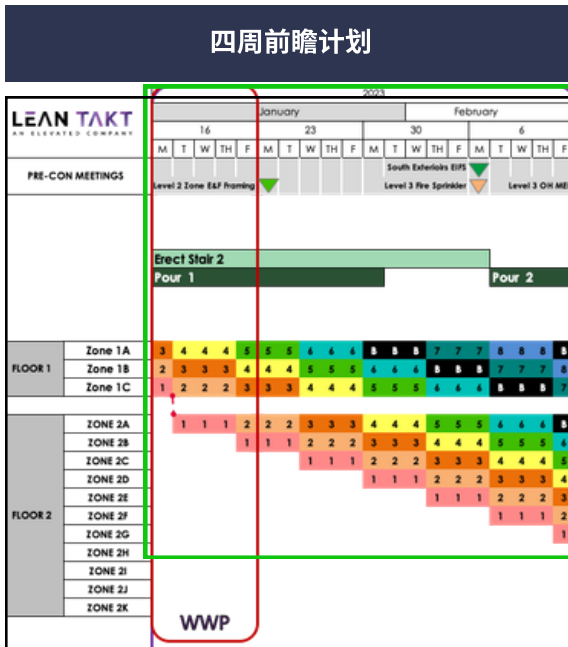
常规层级生产计划



末位计划员过滤器



前瞻计划：室内工程



周工作计划

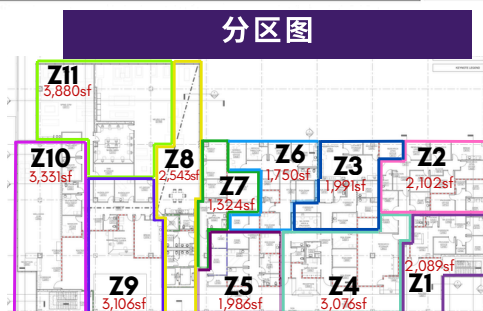
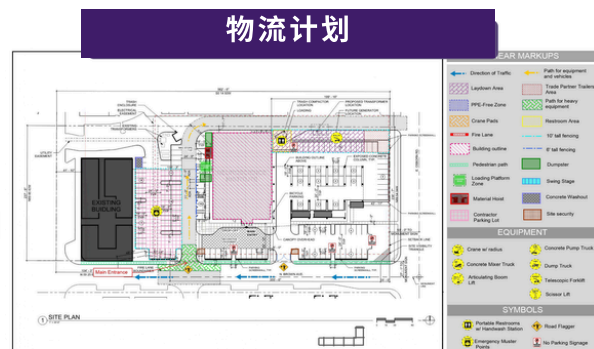
			16-20					NOTES			
			16	17	18	19	20				
			M	T	W	T	F				
INTERIORS	FLOOR 1	Zone 1A	Mechanical #1	3	OH Mechanical Duct						
			Mechanical #2	4	OH Mech Equip, Piping, Branch Lines & Plumbing						
		Electrical	5	OH Electrical & Frame Walls							
		FS	2	Install Fire Sprinkler Main and Branch Lines & Install Priority Walls							
		Zone 1B	Mechanical #1	3	OH Mechanical Duct						
			Mechanical #2	4	OH Mech Equip, Piping, Branch Lines & Plumbing						
	Zone 1C	Concrete	1	Remove re-shores, Floor Prep, Final Patch Ceiling & Layout Walls							
		FS	2	Install Fire Sprinkler Main and Branch Lines & Install Priority Walls							
		Mechanical #1	3	OH Mechanical Duct							
	FLOOR 2	Zone 2A	Concrete	1	Remove re-shores, Floor Prep, Final Patch Ceiling & Layout Walls						
FS			2	Install Fire Sprinkler Main and Branch Lines & Install Priority Walls							
	Zone 2B	Concrete	1	Remove re-shores, Floor Prep, Final Patch Ceiling & Layout Walls							

每日计划

- ### AFTERNOON FOREMAN HUDDLE
1. Make the day plan: 1 - Day
 2. Review today
 3. Discuss tomorrow
 4. Fill out the day plan according to the agenda
 5. Fill out any one-off activities

每日计划

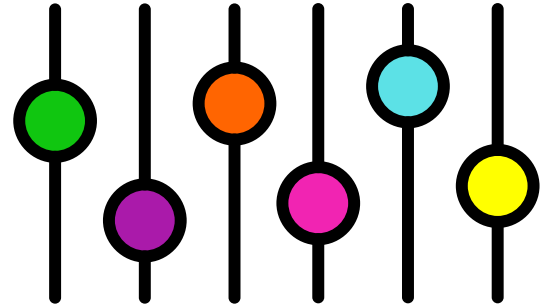
SHOUT OUTS	The Concrete crew is out to a great start. They are cleaning as they go when stripping. Fire Sprinkler Trade is killing it with material staging.
FEEDBACK	Ask crews for feedback on bathrooms and lunch area...
SAFETY FOCUS	Biggest safety focus is being careful around stripping operations and removing all nails from wood stripped.
PERMITS	Electrical contractor has a dig permit at South exterior starting at 8am. Sign-off required before beginning. Also, Structural Steel Contractor has a hot work permit at South Stair. No access and fire watch to stay 30 minutes later.
WEATHER	Clear and Sunny
DELIVERIES	Delivery of Duct on First Floor. Place in room designed on Logistics map.
DAY PLAN	Fire Sprinkler is starting in Zone 1. We have a first in place mockup inspection scheduled for Monday. Concrete continues in Zone 2.



现在你已经掌握了这套系统的运作方式，我想强调的是：你拥有了一项强大的能力。借助这个系统，我们能够优化 Takt 计划。优化意味着在确保安全、质量和团队健康的基础上，通过调整不同的组成部分，实现最高的流动效率。我们可以调整的因素包括：作业区划分、Takt 周期、作业顺序、资源配置、计划方式以及任务或“车厢”的准备工作。

一旦计划以可视化的形式呈现出来，我们主要通过以下方式进行优化：

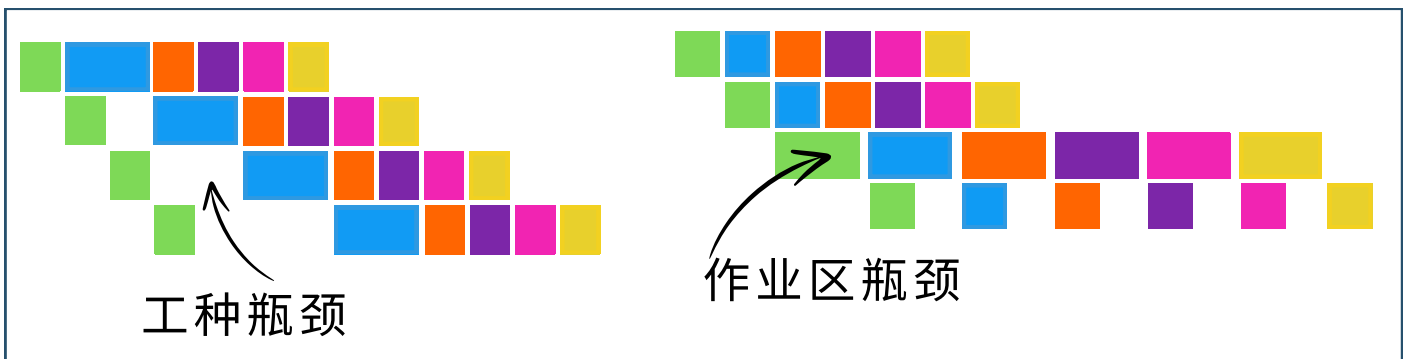
- 改善瓶颈环节
- 调整作业区的数量
- 以工作包为中心进行设计
- 由末位计划员深入参与计划和准备作业
- 持续对齐在制品 (WIP)
-



在现实中，许多项目团队试图通过最后一刻增加劳动力、过早将材料堆放到作业区，或仅仅投入更多资金来加快进度——这正是传统的 CPM（关键路径法）策略所推崇的做法。然而，真相是：催促、强推和制造恐慌不仅无法加快项目进度，反而会使一切变得更加缓慢。这些方法不仅无效，还缺乏对人的尊重和安全。如果你真的希望加速项目，你需要的是真正的流动（Flow）。

1 解决瓶颈问题

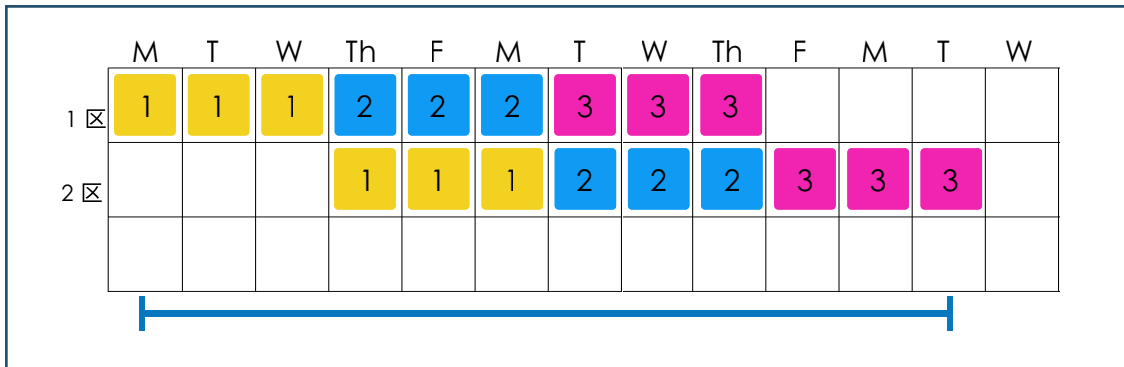
你的项目进展主要受制于最慢的工种或作业区域。每个阶段都会出现瓶颈——无论是某个工种还是作业区域。找到并改进这些瓶颈至关重要。你可以考虑拆分班组、调整工作内容，或者重新定义作业边界。真正的提速来源于针对制约因素的解决方案，而不是单纯的强行突破。



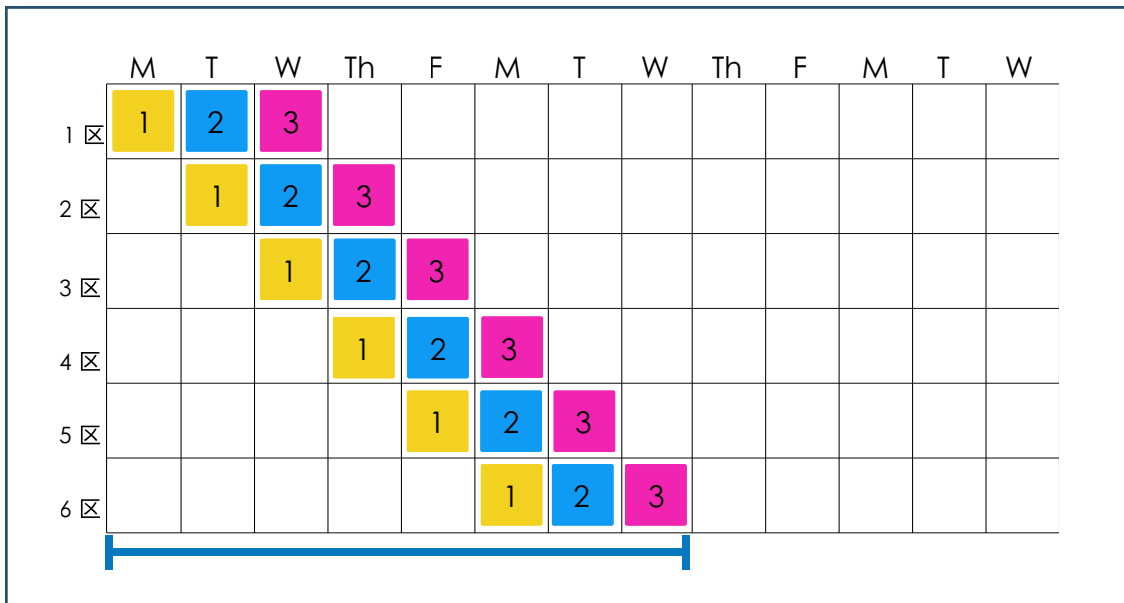
2 重新思考你的作业区划分

有时候，只需将项目划分为更多（或更合理尺寸）的作业区，就能节省数周甚至数月的时间。不要凭猜测行事。请使用来自 leantakt.com 的 Takt 计算器，模拟出更智能的布局方案。抛弃经验法则，针对真实的流动需求优化你的作业区划分。

两个作业区



六个作业区

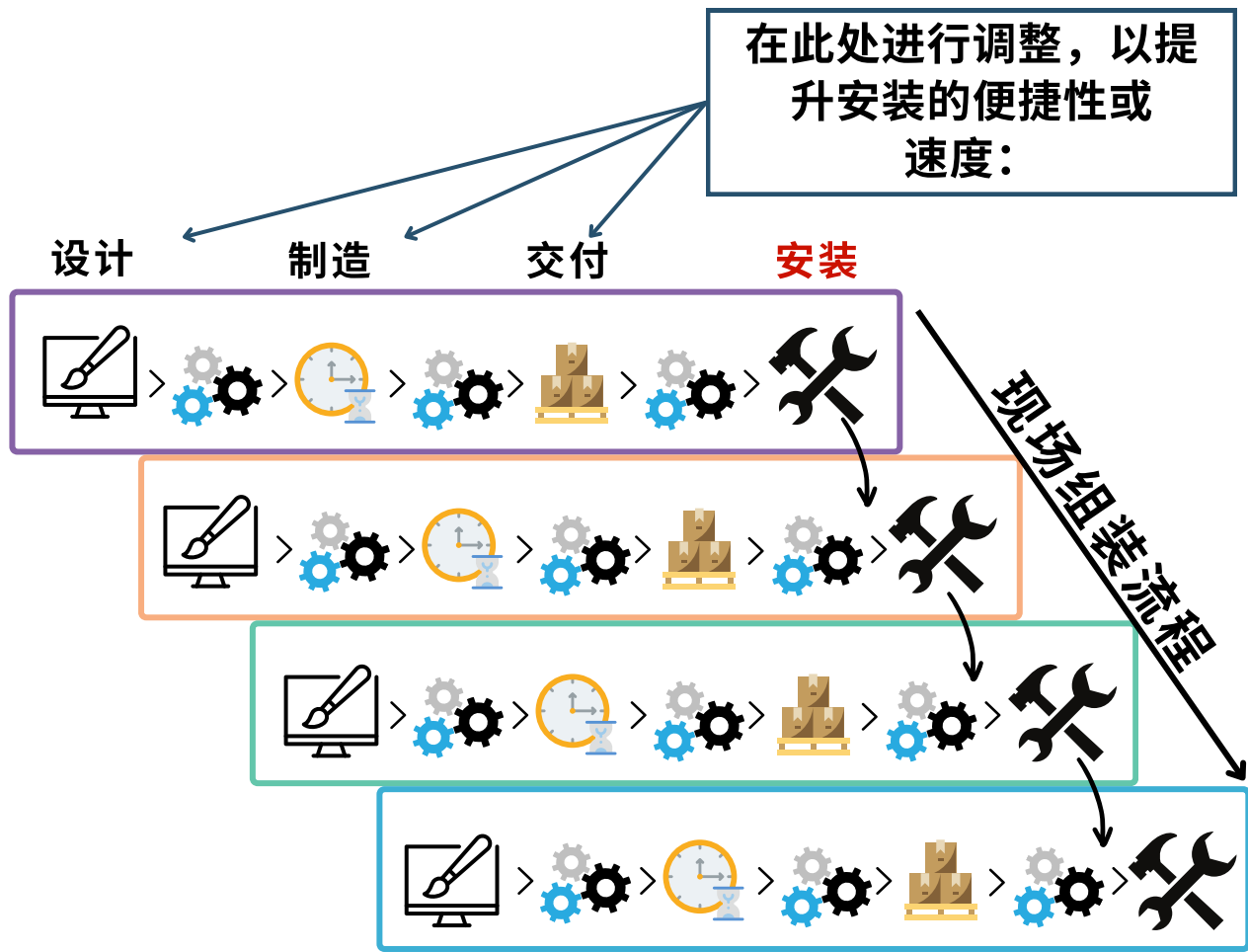


3 设计更智能的工作包

不要等待，及时解决问题

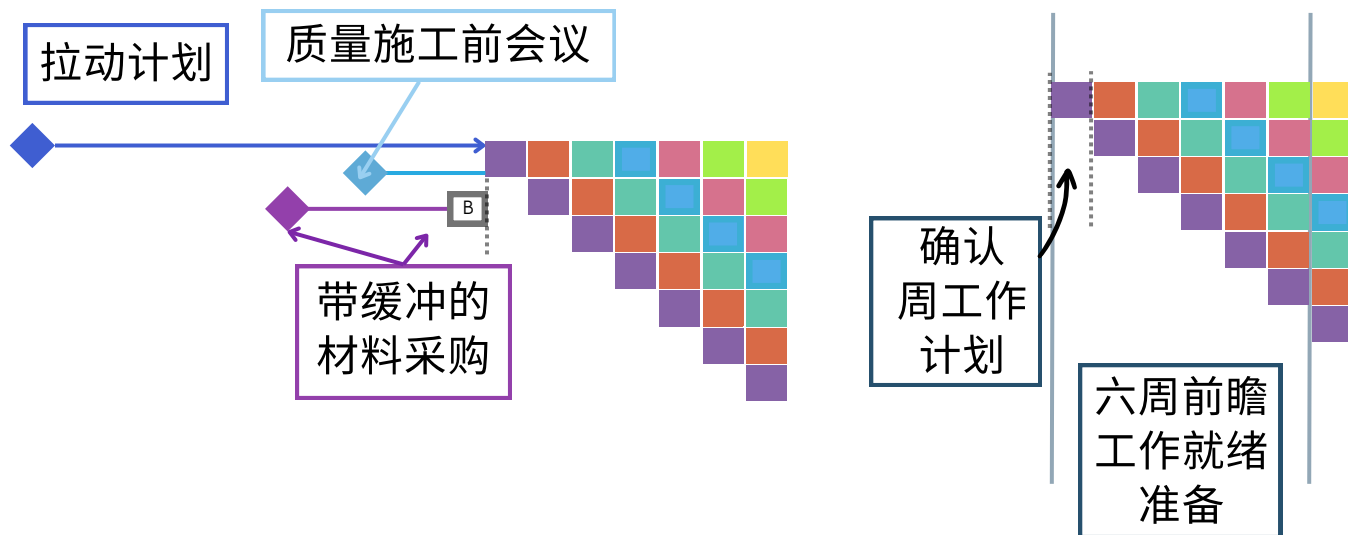
- 不要等到为时已晚。如果某个工作包的进度过慢，应在设计阶段就加以解决，而不是等到施工现场再进行补救。
- 提前与各工种协调，调整其预制方式、交付方式或安装方法。

目标是：在不增加人员负担的情况下，取得更优的成果。



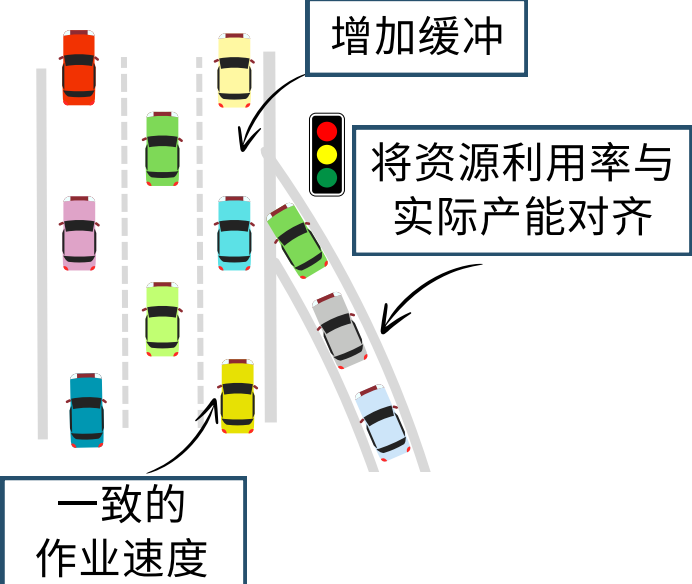
4 工种合作方的计划与准备

想要加快进度，建议采取以下措施：首先，在每个阶段提前三个月制定拉动计划；其次，在进入首个作业区前三周召开施工准备会议；再者，在障碍尚未出现在现场之前及时清除；最后，确保材料供应与各方承诺的一致性。当Takt计划与末位计划员系统相结合时，它们共同构建的将不是混乱，而是一台真正高效的流动引擎。



5 控制你的在制品 (WIP)

过多的在制品 (WIP) 会导致一切进展缓慢。想象一下交通拥堵：当高速公路已经拥挤时，越多的车辆加入，情况就越糟糕。施工现场的情况也是如此。只启动你能够完成的工作。保持工作负荷的均衡。尊重团队的实际产能。更多的工作并不意味着更快，聪明的工作才是提高效率的关键。



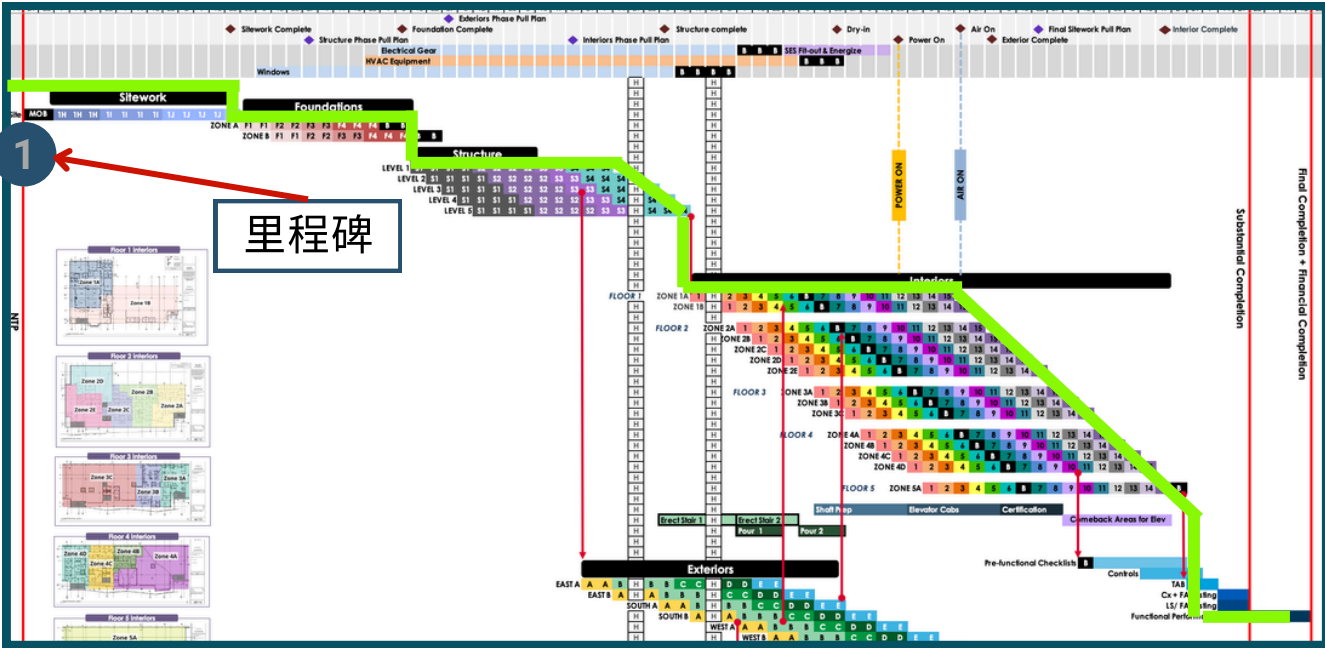
施工中的真正速度并非来自施压，而是源于清晰的目标、稳定的节奏和对他人的尊重。尊重他人是精益的第一原则，也是所有真正有效方法的根基。

以上这些策略，正是你可以用来加速项目进度、并依据关键链理论建立一条优质的关键路径的核心手段。

关键流路径

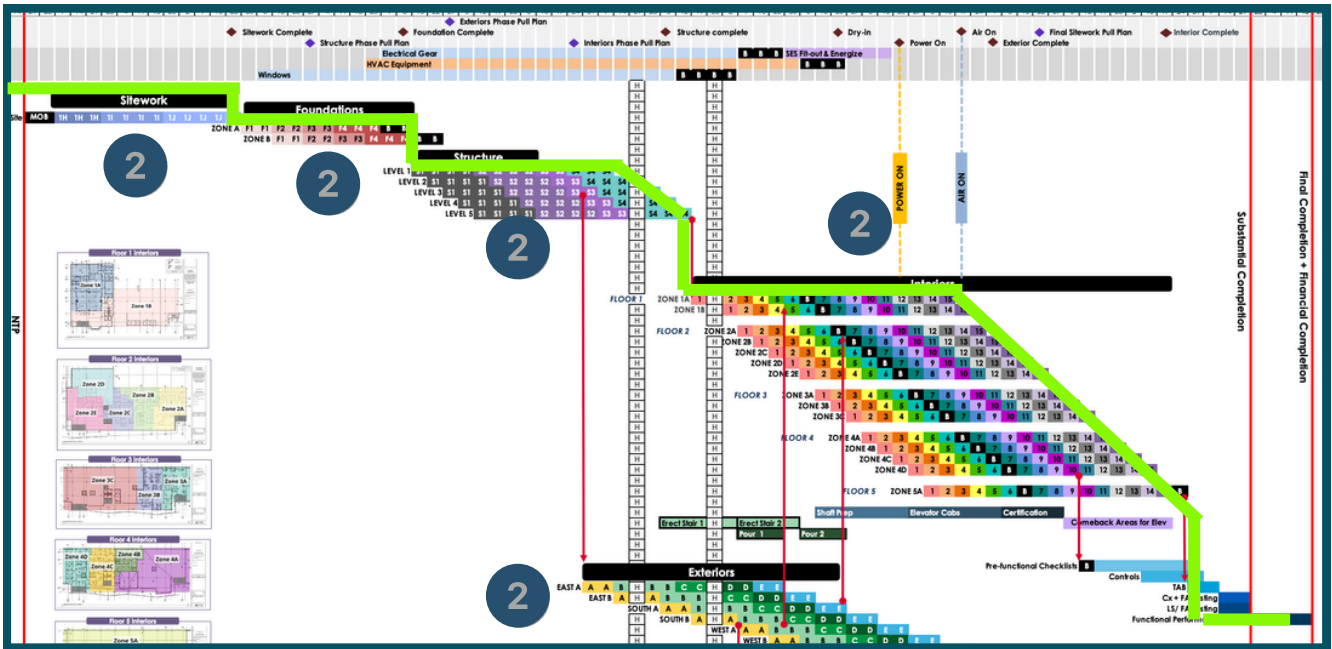
1. 起始日期里程碑

这是触发首个活动的最早里程碑。



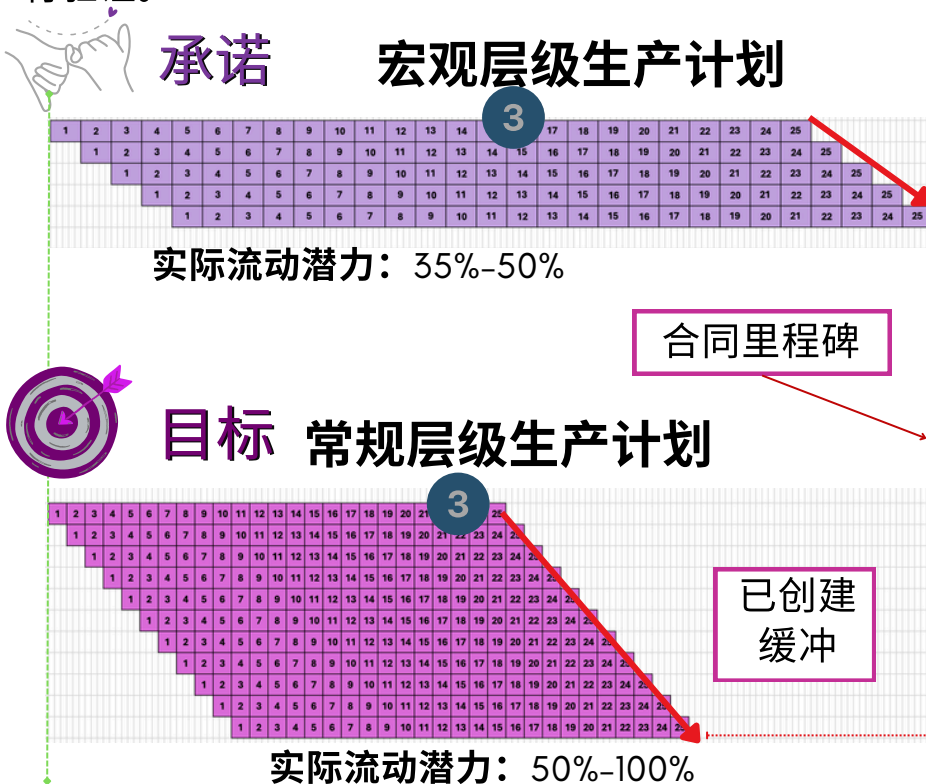
2. 作业序列

作业序列由首位计划员（First Planners）或末位计划员（Last Planners®）制定。可通过核对活动工期和工序顺序来验证其合理性。



3. 线性平衡

线性平衡体现了Takt 节拍时间与作业区规模之间的关系。可通过 Takt 计算器进行验证。



宏观层级 Takt 计划的线性平衡（以实际流动潜力百分比表示）必须处于 **35%–50%** 区间。

常规层级 Takt 计划的线性平衡（以实际流动潜力百分比表示）必须处于 **50%–100%** 区间。

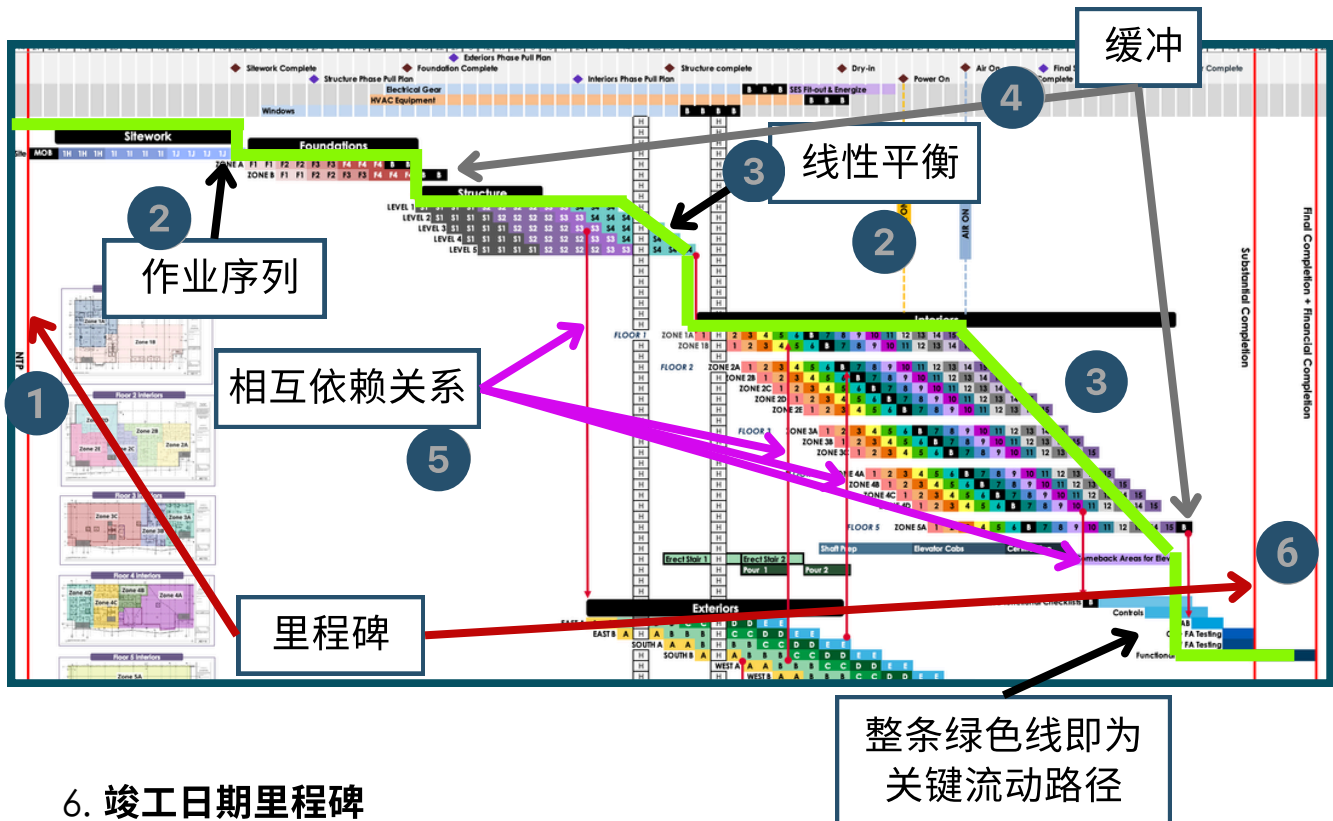
这是你判断工种列车是否以合理速度穿越该阶段的依据。

4. 缓冲

每个阶段末尾必须设置缓冲，用于吸收该阶段各类风险。如果一个项目包含多个阶段，你可以选择将该阶段缓冲的 75% 移至整个生产计划的末端，但缓冲本身依然存在。这些阶段缓冲也可以整体移至总体计划的结尾——只要它们在计划中明确体现即可

5. 相互依赖关系

这些相互依赖的关系用于将不同阶段和独立的活动连接成一个协同的网络。它们体现了一种依赖性，需要经过细致的考虑和设计。



6. 竣工日期里程碑

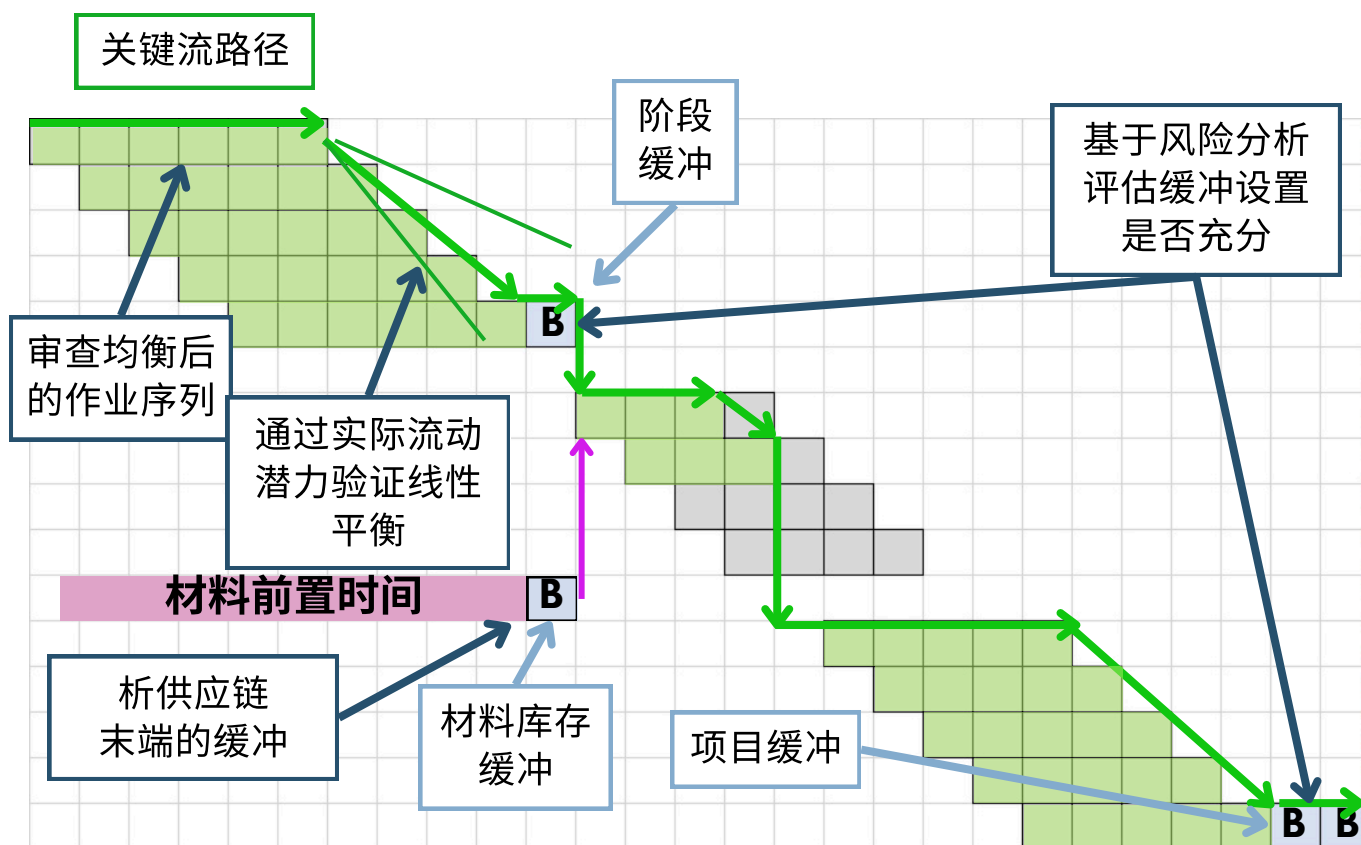
竣工里程碑是代表工作结束的最后一个里程碑，它将是关键流路径（PCF）中的最后一个组成部分。

关键流路径的确定与管理

这些组件串联形成的最长路径即为关键流路径。准确整合这些路径对于项目管控及合理预测工期至关重要。以下是需要牢记的关键要点：

1. 每个作业序列的准确性可以通过以下方式进行核查：
 - 通过拉动计划进行验证；
 - 结合生产速率进行分析，并确保设置5%–20%的合理缓冲比例。

2. 每条线性平衡可通过确认其实际流动潜力百分比是否符合以下标准来核查：
 - 宏观层级：介于 35%–50% 之间；
 - 常规层级：介于 50%–100% 之间。
 3. 每个缓冲区需与该阶段的风险分析进行比对，以确保其充分性。
 4. 每项相互依赖关系可通过计划文件及现场观察到的事件必要顺序加以确认。
- 因此，我们已经具备了所有必要的衡量标准，以有效验证项目生产计划，并合理申报延误。



如今，这一关键流程使您能够在延误无法缓解并导致竣工日期变更时，正式向业主提交工期延误申请。只需遵循既定的程序即可。



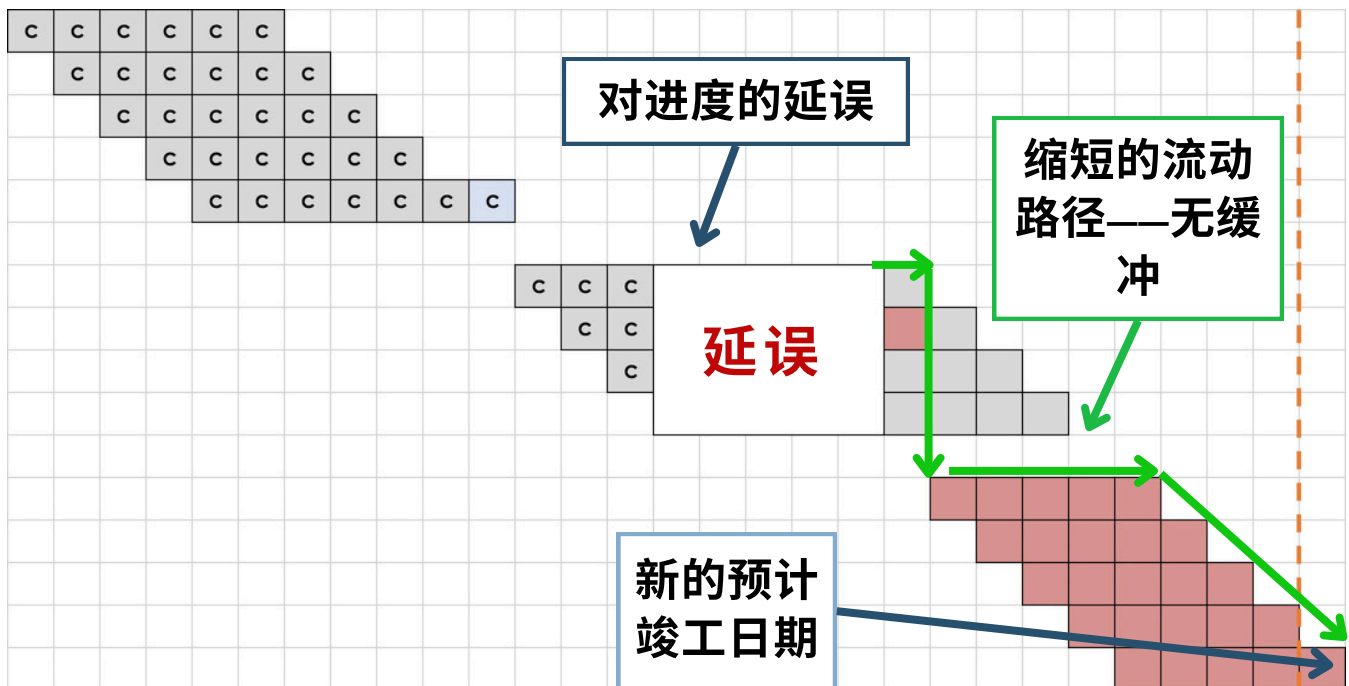
提交/展示工期延误的流程

1. **确保**你的 Takt 计划在以下方面是最新且准确的：
 - a. 起始日期
 - b. 当前日期
 - c. 实质完工日期
 - d. 阶段作业序列
 - e. 阶段缓冲
 - f. 阶段线性平衡
 - g. 相互依赖关系
2. 通过进度计划清晰**展示**该延误对项目的**影响**，不得使用工种叠加，以真实反映延误后果。
3. 通过以下问题**判断**延误是否可被吸收：
 - a. 团队能否使用**阶段缓冲**？
 - b. 团队能否动用**序列中的其他缓冲**？
 - c. 团队能否采用任何已知的**延误应对策略**？
 - i. 暂停当前 Takt 阶段，转而处理**可执行的待办工作包**；
 - ii. 暂停 Takt 阶段，**等待并同步开展准备工作**；
 - iii. 将受延误的工作从 Takt 计划中移出，单独放入一个拉动计划或 **Scrum 看板**；
 - iv. 将受影响的“车厢”从 Takt 列车中分离，为其设定独立的 **Takt 周期**；
 - v. 在该“车厢”或“棚车”(Boxcar) **内部进行自我恢复**；
 - vi. 调配**机动产能**集中攻坚该延误任务；
 - vii. 是否可通过压缩序列并**采购额外资源**来完成工作？
4. 如果所有可能的策略均已尝试且无效，则必须编制一份**工期影响分析 (TIA)**，包含以下内容：
 - a. 影响**概述**。
 - b. 完整计划**打印件**。
 - c. 影响窗口图示：清晰展示延误如何**传导至最终竣工日期**。
 - d. **已尝试的缓解措施**：项目团队为解决问题所采取的具体行动。
 - e. **关键流路径分析**。
 - f. 申请的**工期与费用**说明。
 - g. 其他已知**缓解方案**清单。

5. **工期影响分析**评审将展示延误造成的影响以及影响后的**关键流路径**。为验证**延误之后的关键流路径**是否仍然成立，应完成以下审查：

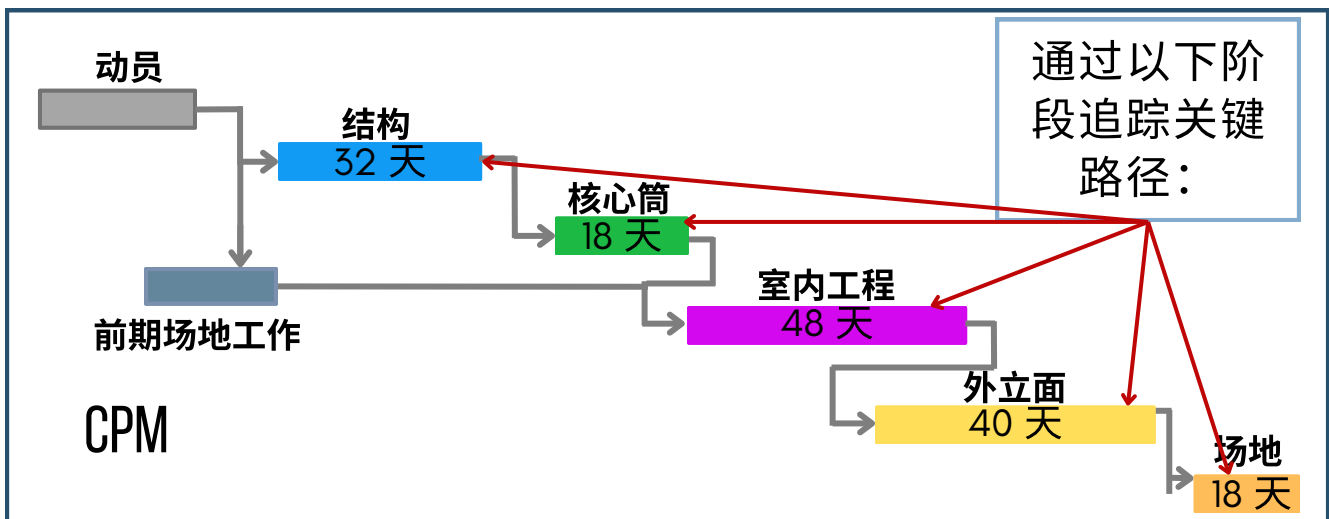
- a. 审查该延误对后续活动、工作包和车厢的**依赖关系**；
- b. 审查所有阶段的**线性平衡**，各阶段的实际流动潜力百分比必须处于合理区间内，才能视为已优化；
- c. 审查所有阶段的**基础作业序列**，确保其已协调一致、实现并行作业，并针对准确工期进行了优化；
- d. 审查**各阶段缓冲时长**，确保其与该阶段预期的常规风险之间存在合理的对应关系。若某阶段设置的缓冲超过实际所需，则必须予以削减，否则该路径不能被视为关键路径。

如果起始里程碑或开工通知（NTP）里程碑、非重复性作业序列、线性平衡、阶段序列、缓冲以及相互依赖关系与实质完工里程碑之间的逻辑关联被确认为合理，且各项参数均在规定范围内，则该延误将被视为合理。

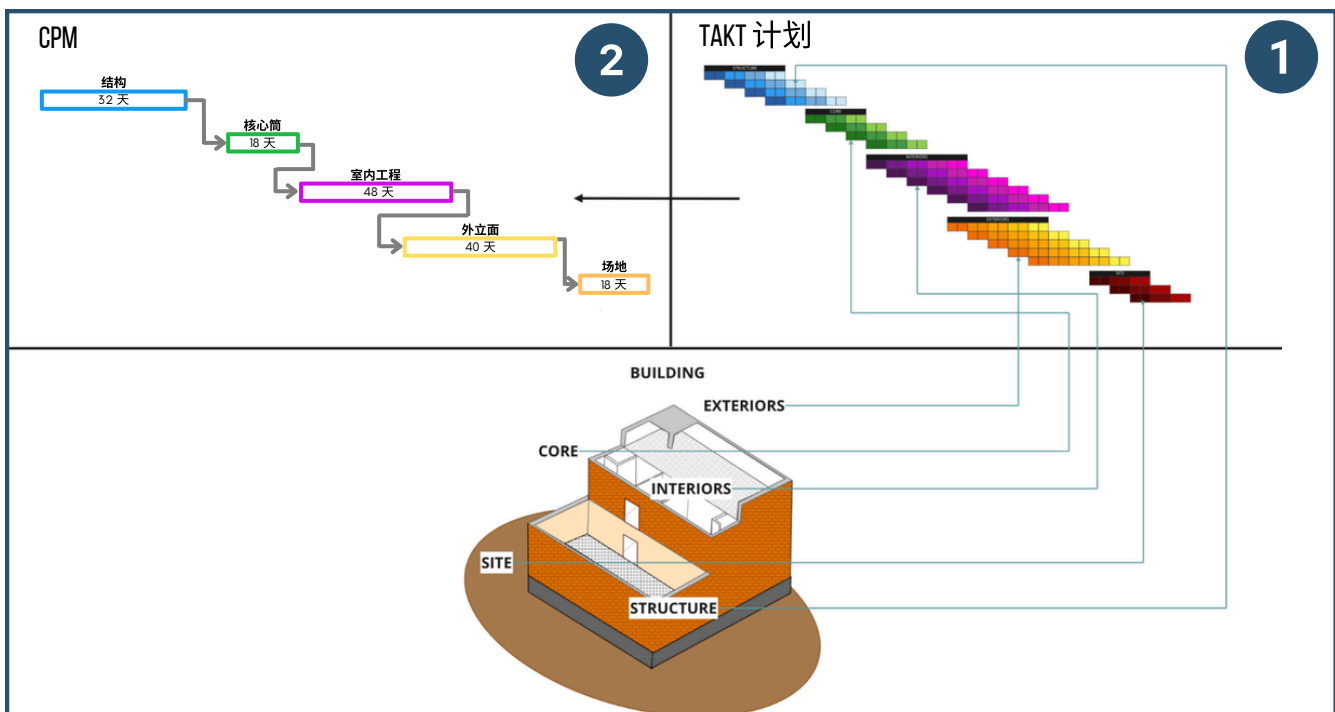


是否必须使用关键路径 (CPM) ?

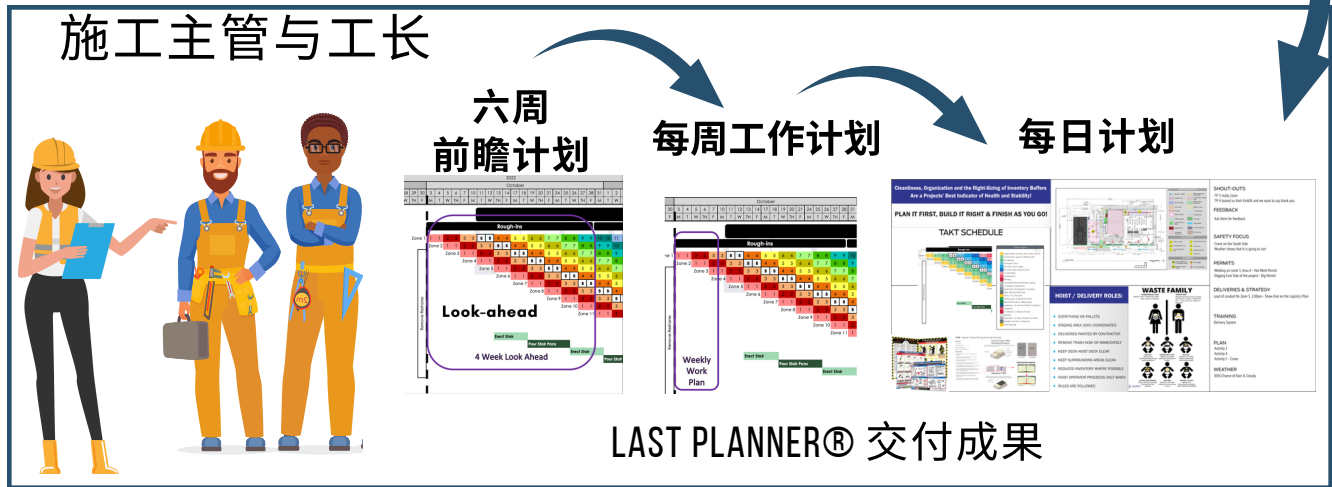
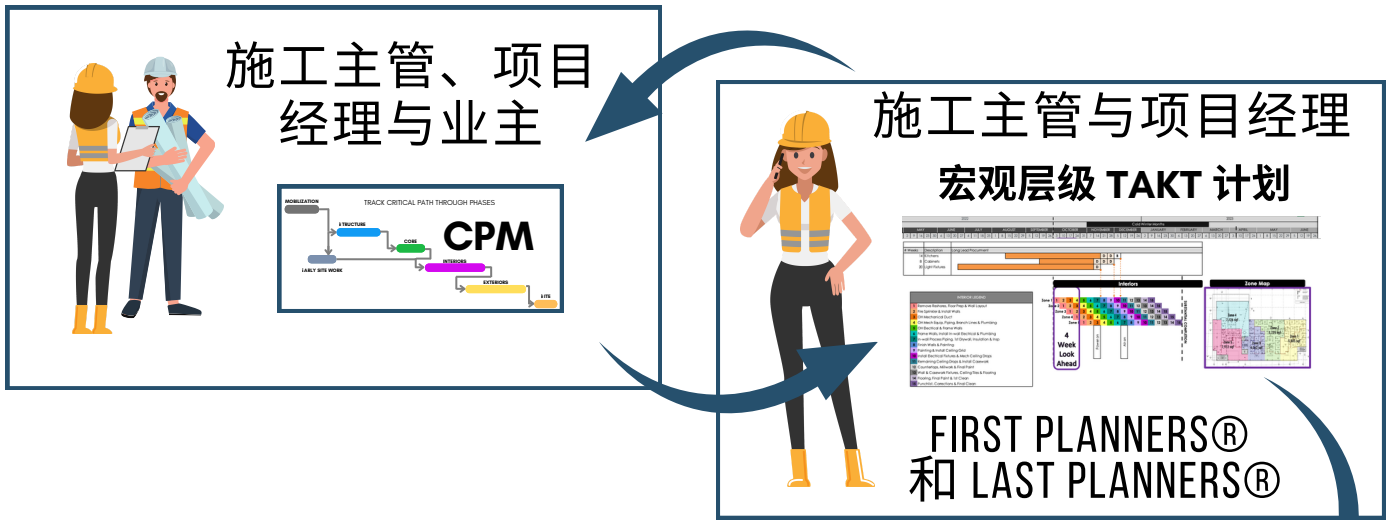
如果 CPM 是合同中不可协商的强制性要求，则应将其转化为二级进度计划，以概述各个阶段及作业序列。作为一种计划体系，CPM 的设计初衷仅适用于高层次的管理控制，并通过阶段与序列追踪关键路径，以实现有效的工作管理。此转化可以通过以下方式实现：将受 Takt 节拍管控的阶段或作业序列进行汇总，并按照 Takt 节奏在 CPM 中呈现，从而确保 CPM 与实际流动计划保持一致，同时满足合同的形式要求。



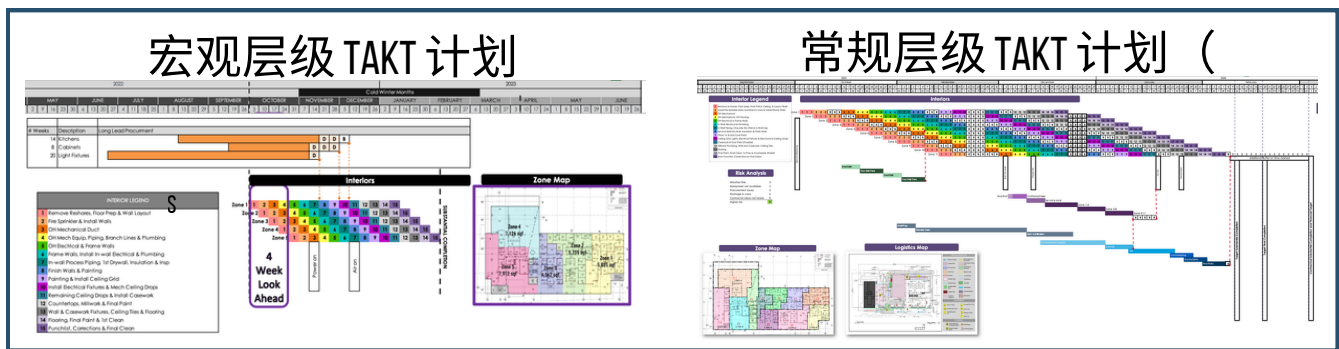
Takt 将主导各阶段及整体生产计划的构成 (1)，这些内容将在 CPM 中进行汇总呈现 (2)。



Takt 计划旨在成为施工主管和工长的核心工具，而 CPM 进度计划摘要则主要用于向业主汇报。Takt 计划的主要功能是生成指导项目现场日常工作的各项交付成果。



让我们以本书中一直使用的示例为例。

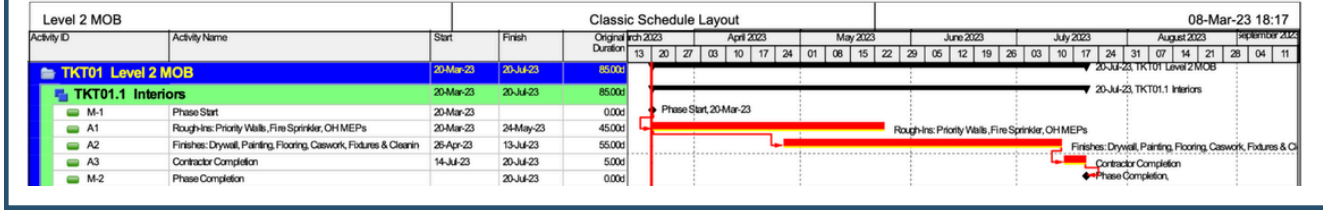


为满足 CPM 的使用要求，可将该计划以以下三种方式之一进行汇总：

- 阶段汇总
- 序列汇总
- 精确复刻

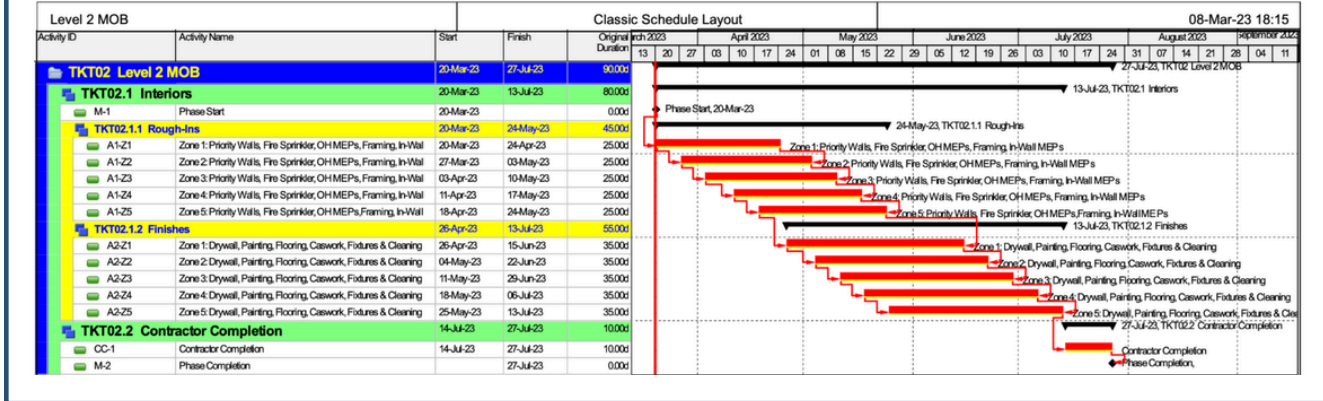
阶段汇总仅将整个阶段的工作量简化为一项单一活动。

阶段汇总 CPM

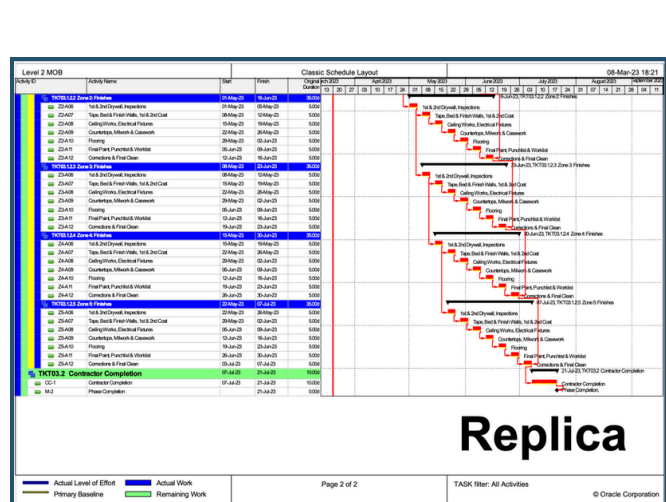
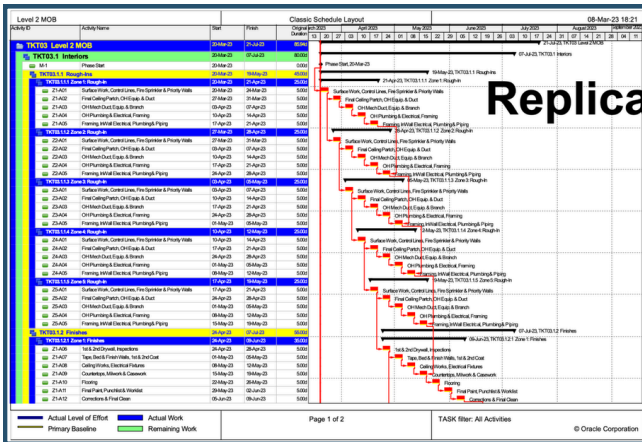


序列汇总每个作业序列设置一项活动，并通过“开始-开始”和“完成-完成”逻辑关系进行连接。这样，汇总后的进度计划就能在工期与作业区之间呈现出与 Takt 计划相似的结构和关联形态。

序列汇总 CPM



精确复刻是指将 Takt 计划中的所有活动逐一复制到 CPM 中。这种方式不建议采用，因为工作量巨大，且会使 CPM 进度计划变成一个试图承担其本不具备功能的工具——即追踪具体生产活动，而这并非 CPM 的设计初衷。



- 使用条件格式将已延误的项标为**红色**；
- 将距离延误不足两周的项标为**黄色**；
- 支持你和团队按作业区和工作包对物料进行分类查看。

在整个过程中持续管理采购流程，并在延误发生时实时采取纠偏措施，这一点至关重要。尽管真正做到这一点的人寥寥无几，但实际上，这正是项目管理最基础、最核心的工具之一。

如果某项物料出现延误，你可以采取以下多种应对措施：



- 协助工种将报审资料拆分为更小批次，分批提交；
- 组织团队资源支持工种加快准备进度；
- 集中内部力量对报审文件进行快速并行审查；
- 开启 Bluebeam 会话，实现多方同步在线审阅；
- 请求设计团队协助加快审批或确认流程；
- 选用可替代的材料类型以规避延误影响。
- 与设计师面对面逐页审阅图纸；
- 与供应商协商加快生产或交付；
- 实地走访加工厂，推动进度或解决障碍；
- 将相关构件转移至第二个生产基地进行加工；
- 增派资源支援承包商完成关键任务；
- 接管物流运输；
- 将延误纳入供应链中已设计好的缓冲区间内消化。

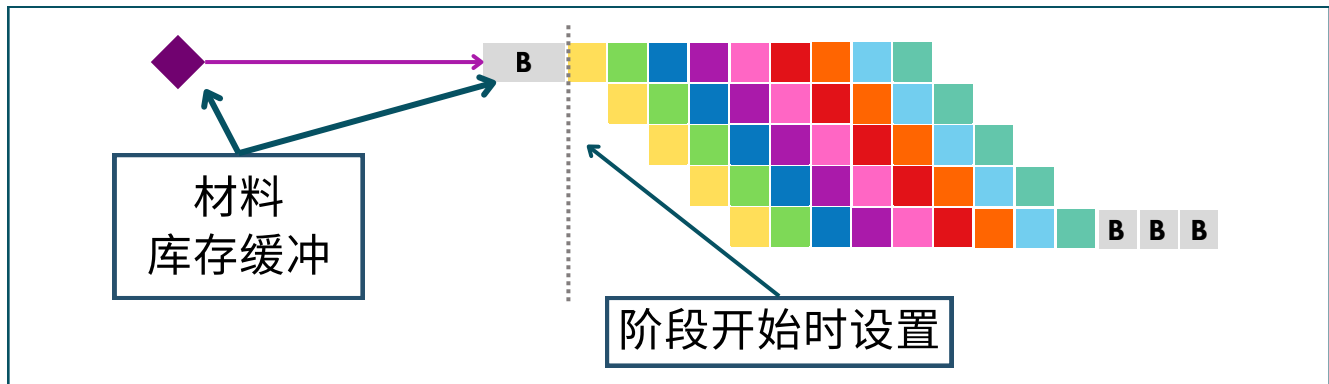
尽管有多种策略可用于管理供应链，你可能仍需设置**采购**缓冲来吸收潜在延误。可选的缓冲类型包括**材料库存**缓冲或**供应链**缓冲。

材料库存缓冲

这是指在施工现场或附近堆场战略性储备的建筑材料（如石膏板、线管、钢筋等），用于防范以下风险：

- 材料交付延误
- 供应链短缺
- 材料损坏或数量误差
- 天气或物流中断
- 施工班组进度快于原计划

材料库存缓冲是指为保障作业面持续施工而需在现场储备的恰到好处的材料数量。它既不能过多，也不能为零，必须经过精准测算，以支持项目实现平稳流动。



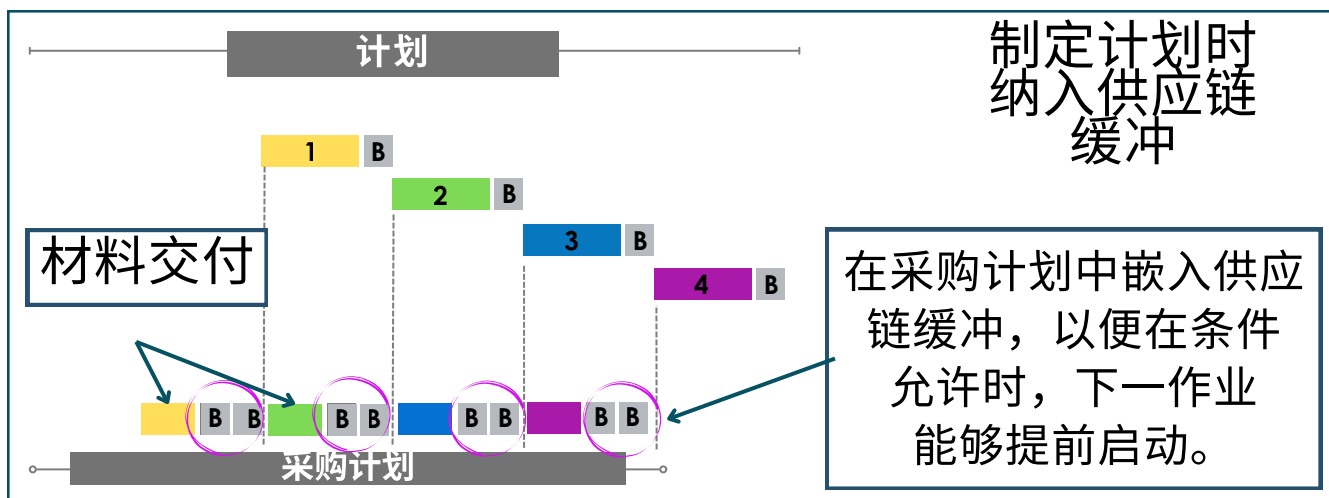
供应链缓冲

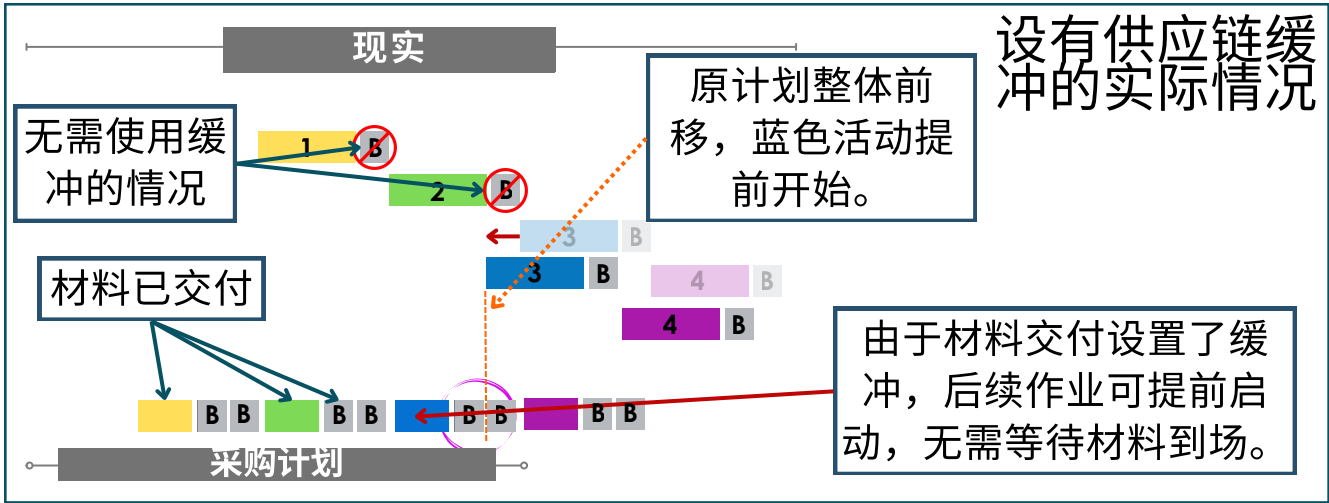
供应链缓冲是在更广泛的采购流程中预先设置的时间余量——在材料抵达现场之前就已存在。

它用于防范以下供应链风险：

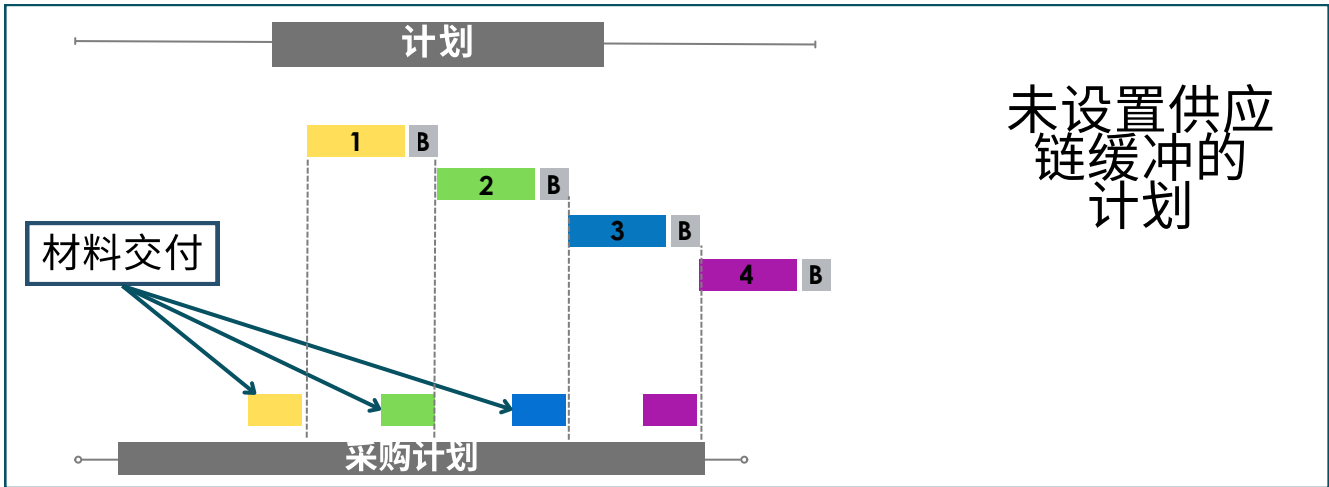
- 工厂生产延误
- 港口拥堵
- 运输环节瓶颈
- 供应商履约失败

供应链缓冲的作用是与项目中的阶段缓冲相匹配并保持节奏一致。如果你在某个**阶段设置了缓冲**，那么在**供应链**中也必须设置相应的缓冲。这样，即使阶段内的缓冲未被使用、工作整体提前，你依然能确保材料按时到位。关于采购缓冲的更多细节，请参见第138页。

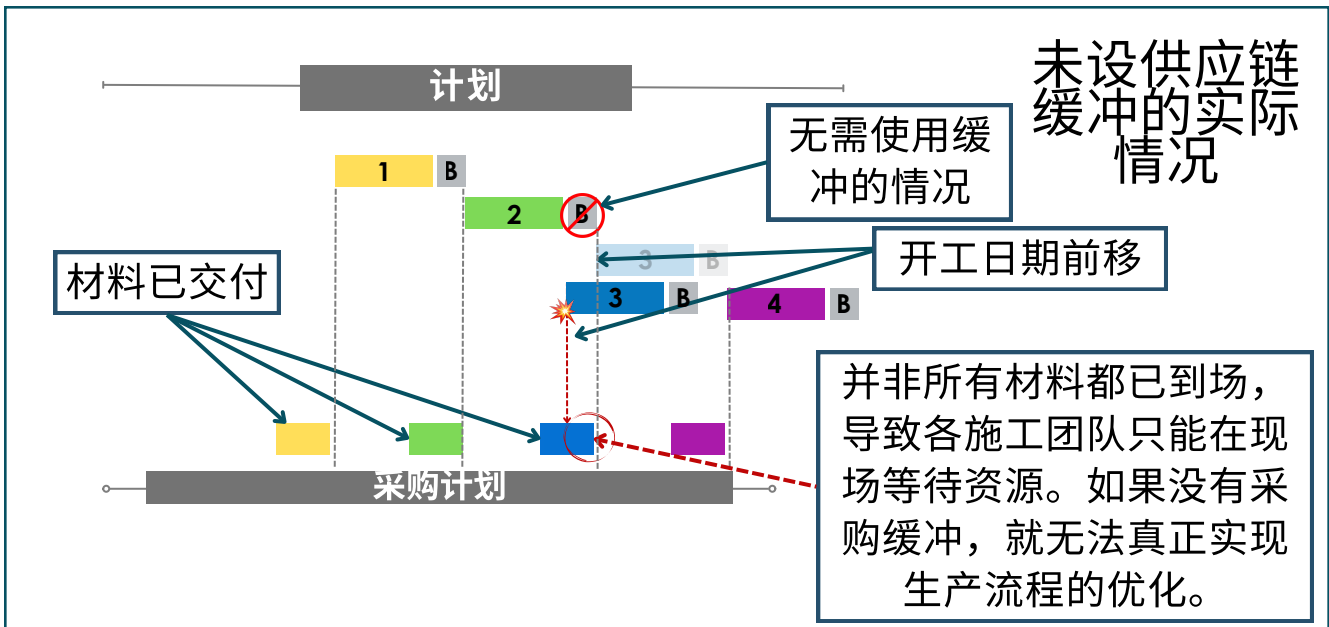




设有供应链缓冲的实际情况



未设置供应链缓冲的计划

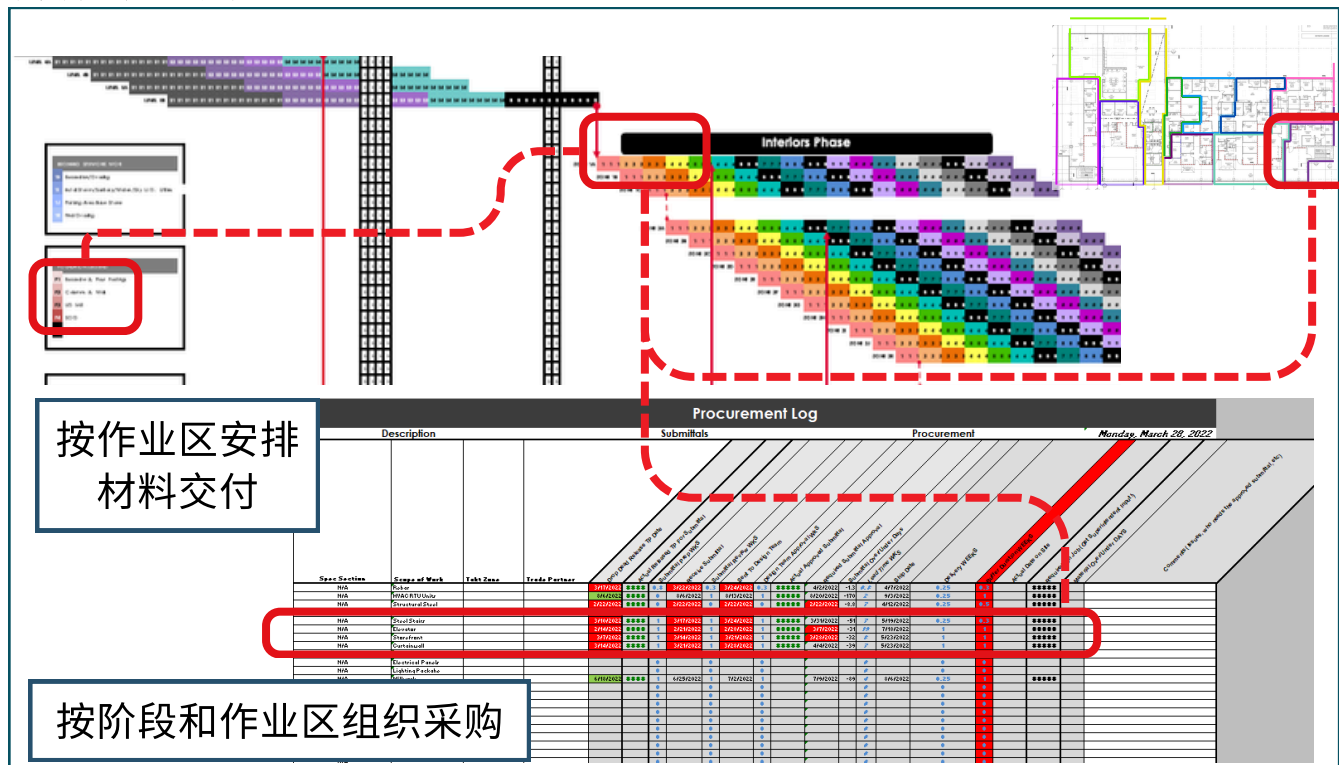


未设供应链缓冲的实际情况

请勿被任何“不应在供应链中设置缓冲”的建议所误导。你必须使用缓冲，以确保资源与安装日期精准对齐。若想深入理解，推荐阅读艾利·高德拉特所著的《关键链》。

应按作业区规划材料进场，而非按单体建筑或阶段。

一次性为整栋建筑或整个阶段调运材料，可能会导致现场库存过多，从而反而减缓生产进度。



材料、设备和信息应按照“项目—阶段—作业区”的顺序进行打包组织。这意味着我们不会一次性将所有材料运到现场，而是对交付量进行精准匹配，以维持施工的流畅性，并实现准时化（JIT）供应。

谋定而后动，行动则需迅速。

这一点无论如何强调都不为过：当你进入关键流路径（PCF）的核查阶段时，务必确保计划能够为你创造成功条件，并在问题影响项目之前提前发现它们。

计划	建造	收尾
<ul style="list-style-type: none"> 制定项目计划 借鉴以往经验 识别并预防风险 采用皮克斯式规划 先纸上建造 让施工方参与 	<ul style="list-style-type: none"> 执行计划 控成本、盯进度 与工种协作 解决问题 灵活应变 	<ul style="list-style-type: none"> 达到质量标准 完成施工 调试验收系统 按约交付 撤场

项目持续时间越长，**成本就越高**。让施工窗口长期敞开是灾难性的，既造成浪费，又带来额外支出——不仅增加团队的波动和负面影响（“灾难性”），还会导致更多总包管理费、现场临设费以及违约赔偿。因此，你必须在施工前就发现并解决问题，避免陷入这个“**死亡窗口**”。在它开启之前，就把它牢牢锁住！



图片由 Meta AI 生成

死亡窗口

你的项目存在“X”数量的问题：



*所有项目都有问题；认为自己的项目没有问题，本身就是个问题。

如果你在**施工阶段**才遇到这些问题，

代价高昂的超支

在项目的初期阶段，花费时间进行不切实际的幻想是一个浪费。



此时，“死亡窗口”已经打开——成本与风险将彻底失控。

或者，你也可以在**施工前**就在图纸上发现并解决问题：



在前期阶段做好充分规划

按期完工



“死亡窗口”被牢牢关闭。团队协作，梦想成真！

概念设计阶段 1

***制定宏观层级 Takt 计划并确认预算**

- 组建前期策划团队
- 通过宏观层级 Takt 计划确认项目总工期
- 核实现场总体条件
- 核实总体技术要求
- 确认初步预算编制

方案设计阶段 2

***运用宏观计划支持设计工作**

- 更新宏观层级 Takt 计划
- 开展早期市政配套审查
- 进行岩土工程勘察评审
- 启动 BIM 协调工作
- 制定长周期材料采购计划
- 梳理报批报建流程
- 明确团队各方职责

设计深化阶段 3

***引入固定的末位计划员施工团队，并与首批进场工种共同细化计划**

- 编制分包及采购招标台账
- 引入设计协助合作伙伴
- 开展可施工性审查
- 优化完善 Takt 计划
- 确定关键里程碑节点
- 进行风险评估审查
- 预算审查

施工图设计阶段 4

***完成全部规划工作，并召开“外部视角”评审会。到本阶段结束时，计划应已完全成熟**

最终确定 Takt 计划：

- 作业区划分图
- 风险与机会登记册
- 物流组织方案
- 采购台账
- 障碍跟踪清单

- 安全计划
- 质量计划
- 90天进场动员计划
- 团队建设
- 办公区/临建板房布置
- “外部视角”评审会
- 最终确定成本，确立最高限价 (GMP)

一旦你完成了宏观层级或标准层级的完整 Takt 计划，便可召开“外部视角”评审会，以确保计划的准确性与可行性。

“外部视角”评审会准备事项

1. 整理项目相关资料

将项目计划的相关资料整理为 PDF 或 Excel 格式，便于在电脑上展示或打印。

所需的可视化材料包括：

- Takt 计划
- Takt 作业区划分图
- 常规层级 Takt 计划
- 临建板房布置图
- 物流组织图纸
- 采购台账
- 项目组织架构图
- 风险与机会登记册

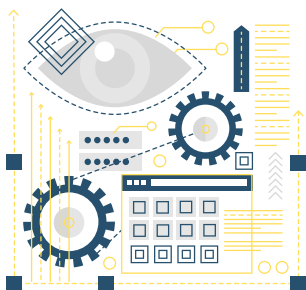
2. 邀请合适的参会人员

确保邀请项目团队的所有成员，且在可能的情况下，班组长也应参与。最重要的是，必须邀请一位“外部视角”的人员——即未参与本项目但在类似项目中具有实际建造经验的人。如果你是项目的负责人或计划制定者，不能担任“外部视角”。

3. 提前发送议程与会议规则

确保所有参会者提前了解会议内容并做好准备。每位成员都需积极参与并贡献价值。你需要来自项目团队每个人的真实反馈和建议，才能在正式施工时确保大家高度认同并全力投入计划执行。

下一页我提供了一份示例议程供你参考，并将带你逐步了解各环节。



会议名称：外部视角·施工前启动会

目的：协同审查并最终确认项目各项计划成果，识别风险，确保在破土动工前达成全面共识。

会议准则：

- 鼓励所有成员提供建设性反馈。
- 所有可视化资料必须清晰、便于全体参会者查阅。
- 使用“侧边讨论”机制，保持主线聚焦，避免偏离主题。

预期成果：一份经过充分审议、全员参与的施工前计划，为项目成功奠定坚实基础。

1. 欢迎与目的说明（5分钟）

- 阐明“外部视角”会议在施工前阶段的重要性。
- 重申核心目标：确保计划完整准确、促进团队协作、提前应对潜在风险。

2. 项目整体介绍（30-90分钟）

- 展示以下计划成果：
 - Takt 计划
 - Takt 作业区划分图
 - 物流组织图纸
 - 临建板房布置图
 - 团队组织架构图
 - 采购台账
 - 风险与机会登记册
- 确保所有图表清晰呈现，便于集体分析与反馈。

3. 风险识别环节（“屎眼镜”时刻）（15-30分钟）

- 对所有成果进行批判性审视，聚焦潜在问题。
- 本阶段仅允许指出风险，禁止正面评价或辩解。

4. 解决方案头脑风暴（15-30分钟）

- 转向解决方案导向的讨论。
- 针对每项已识别风险，提出具体、可执行的应对措施。

5. 行动计划与决策（15分钟）

- 整合反馈，形成明确的行动计划。
- 为每项行动指定负责人，并设定风险缓解和计划更新的截止时间。

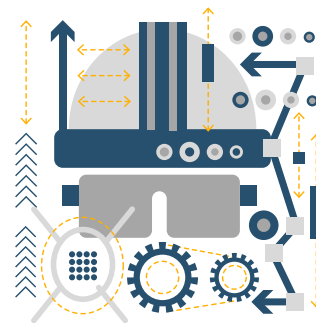
6. 总结与后续步骤（5分钟）

- 汇总关键决策与行动项。
- 明确后续流程：
 - 完善计划成果，随主合同一并提交；
 - 将未完全解决的风险纳入《风险与机会登记册》，纳入每周例行审查。

1 项目概况

此环节由项目团队展示其计划，内容包括以下成果文件：

- Takt 计划
- Takt 作业区划分图
- 物流组织图纸
- 组织架构图
- 临建板房布置图
- 采购台账
- 风险与机会登记册



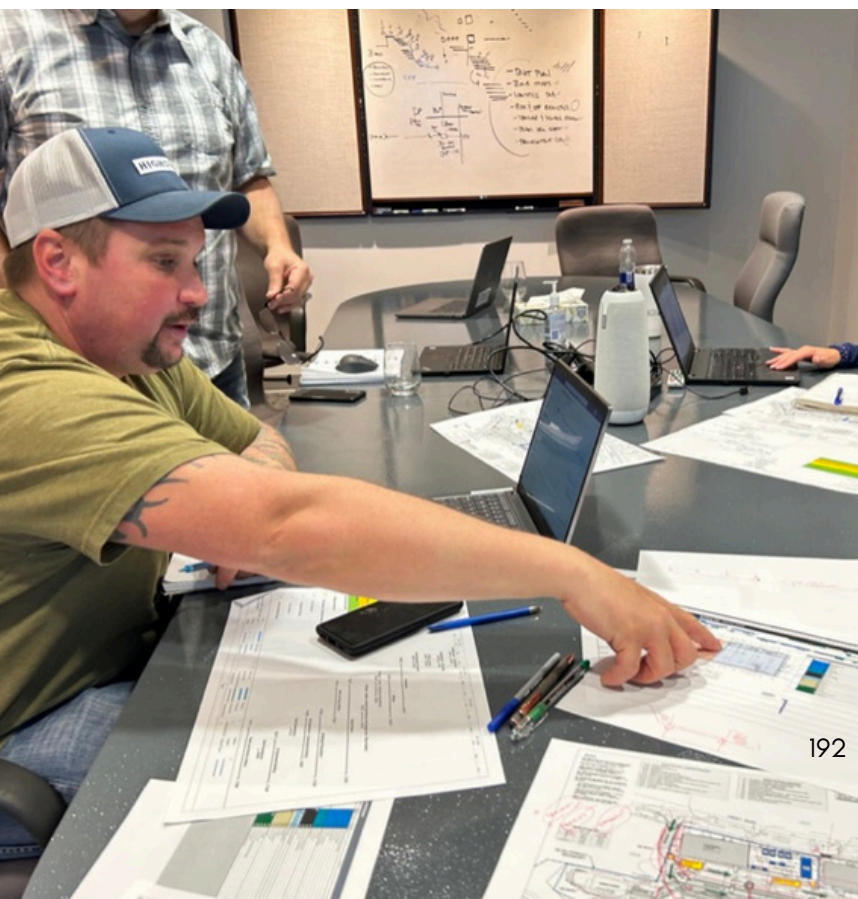
一份已完成且“足够好”的项目概况，远比一份“完美”但延迟的方案更为重要。我们当前所需的是一份可供团队共同打磨与完善的实用基础。

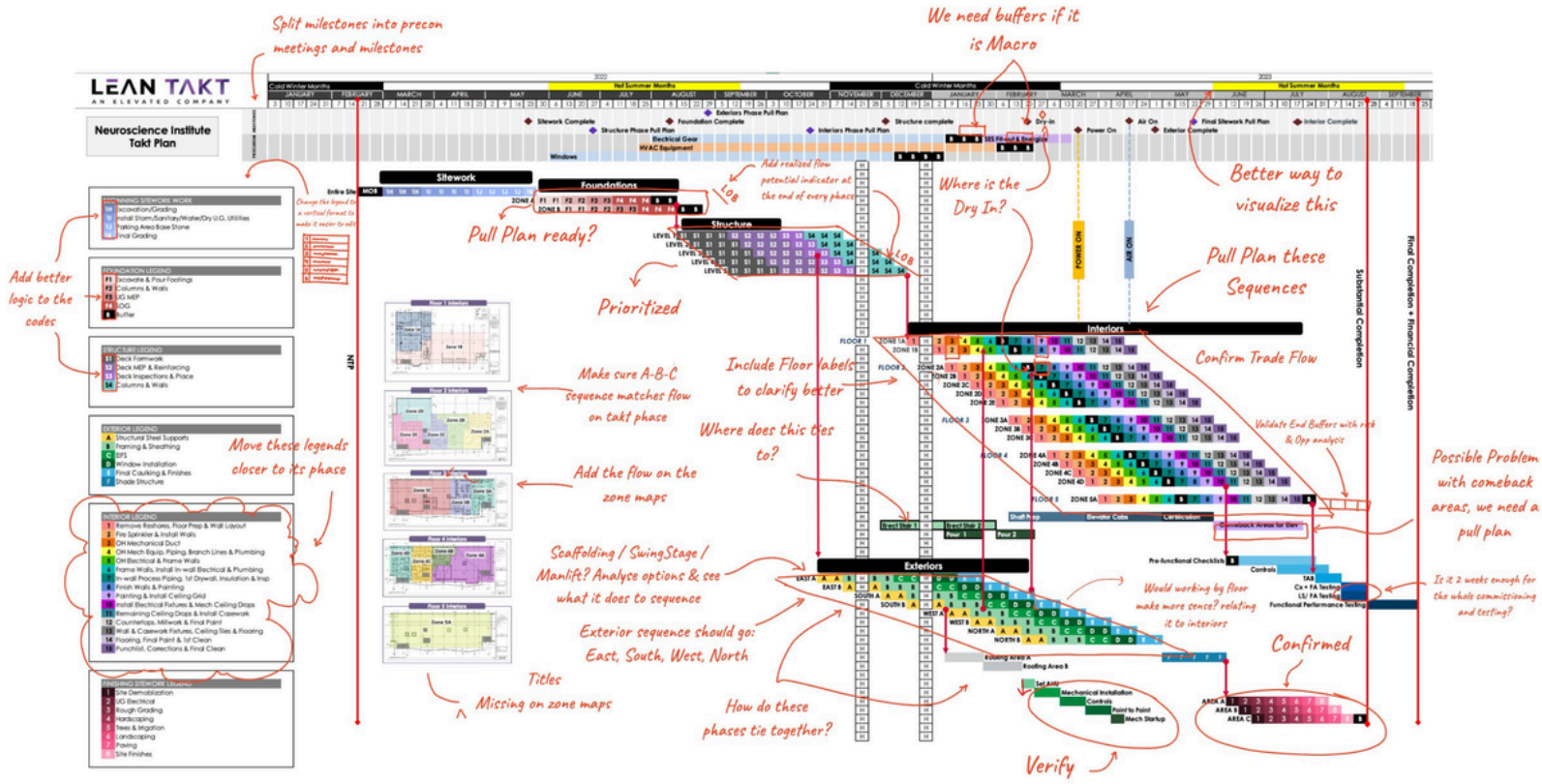
2 “屎眼镜”审查

这是团队成员全力以赴“挑刺”、系统性识别计划中所有风险的环节——也是最关键的一步。我们必须在此时尽可能多地揭示问题，以确保后续施工现场的顺畅进行。



- 聚焦于问题与风险。
- 禁止正面评价——不允许任何人说“看起来不错”之类的话，每个人都必须深入挖掘潜在的缺陷。
- 针对计划提出批评，而非针对个人。保持专业，避免人身攻击。绝不容忍任何无礼或傲慢的行为。
- 现在是提出对计划各个环节疑虑和担忧的最佳时机——畅所欲言，毫无保留。





3 头脑风暴

针对每项风险，列出可行的解决方案，问：“我们能做些什么？”不要嘲笑任何“天马行空”的想法——鼓励创造性思维，从多角度探索，才能找到真正有效的对策。风险必须被吸收、覆盖或预防，绝不允许一厢情愿的幻想。

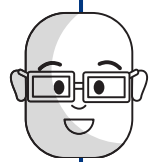
4 决策

- 制定具体的行动方案。
- 为每项任务指定唯一负责人。
- 明确各项行动的截止时间。

每个人都**必须**参与
每一个环节！

5 发布与共享

所有内容必须向团队公开共享。信息需以可视化、易读的形式呈现，并放置在团队可随时访问的位置。每周在团队战术会议上进行审查和更新。



我并不在意第一次计划是否完美，更关心的是：计划是否能够可视化，团队是否能够共同将其落实。这个工作必须在签署合同和动工之前完成。

在“外部视角”会议中，一个常用且高效的工具是**风险与机会登记册**。这是一个公开透明的协作工具，旨在帮助施工团队从项目第一天起就主动识别、跟踪并应对潜在风险与机遇。

① 该登记册在施工前阶段创建，格式设计强调可视化与**清晰易读**。所有团队成员都应能随时**访问**，尤其在“外部视角”会议期间必须作为核心参考资料使用。

Cost Risk-Opportunity Analysis						
Identified Risks/Opportunities	Liquidated Damages Cost per Day	#				
RISK	Project Impact/consequences	Impact In Days	Costs	Action Plan-Solutions	Cost Analysis	OPUR
1 Risk 1	Description					
2 Risk 2	Description					
3 Risk 3	Description					
4 Risk 4	Description					
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
					Total Risk Cost	\$0.00
OPPORTUNITIES	Project Impact/Consequences	Impact In Days	Costs	Action Plan-Solutions	Cost Analysis	OPUR
1 Opp 3	Description				\$0.00	
2 Opp 4	Description				\$0.00	
3					\$0.00	
4					\$0.00	
5					\$0.00	
6					\$0.00	
7					\$0.00	
8					\$0.00	
9					\$0.00	
10					\$0.00	
11					\$0.00	
12					\$0.00	
13					\$0.00	
14					\$0.00	
15					\$0.00	
16					\$0.00	
17					\$0.00	
OPUR=One Person ultimately Responsible						
					Total opportunity Gain	\$0.00
					Difference in risk vs opportunity	\$0.00

② 风险与机会分列不同类别；每项需明确对**工期**和**成本**的影响；每条目指定一名**唯一最终责任人**(OPUR)。

③ 在每周的团队战术会议中：**审查并更新**登记册内容；各责任人汇报进展；团队共同讨论解决方案；协同采取行动，化解风险、把握机会。



记住

- 明确说明该风险或机会对应的具体影响：会延误或节省多少**天**？会造成或节省多少**美元**？
- **杜绝**一厢情愿的假设。
- 反复提醒自己：“我**热爱**数字，**数字**也爱我。”

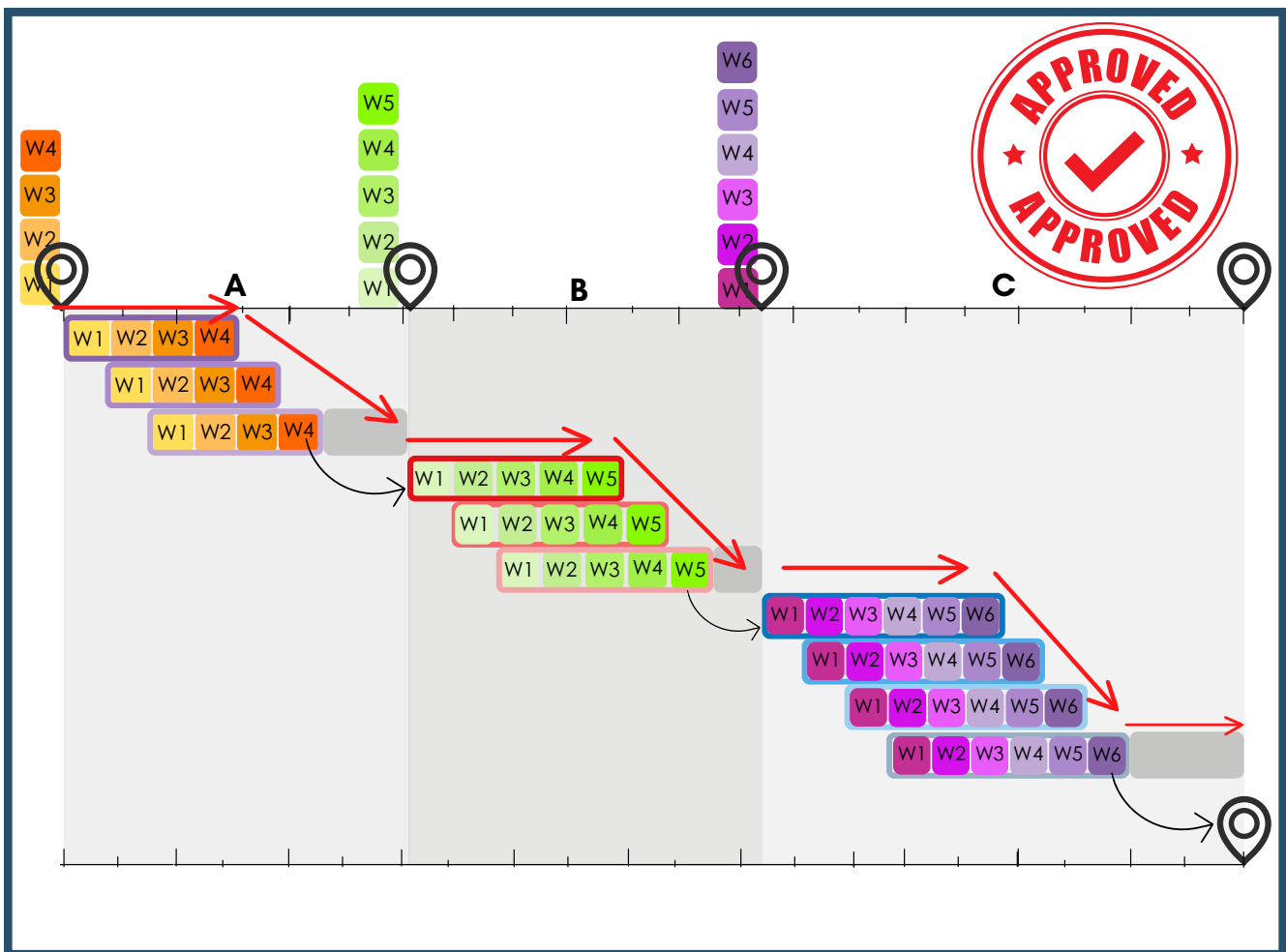


这一机制不仅能保护项目毛利，还能激励团队追求更高目标、统一优先事项，并在整个项目周期中做出基于数据的决策。

步骤 11



确认关键流路径（CFP），并进行深入分析，以确保其始终处于可控范围内。该路径将用于工期影响分析以及向业主汇报项目进展。如果合同中有相关要求，需在高层次上对关键路径法（CPM）进行清晰、准确的总结说明。务必要召开“外部视角”评审会议，全面审视和解构你的计划，及时暴露问题并进行修正，同时持续引导团队关注风险预防，而不是被动应对。始终确保供应链与施工计划保持一致，以确保材料、设备和信息能够按时到达，从而支持现场的高效流动。



有了这份完整的生产计划，你的工作便实现了“流动”。所谓流动，是指各工种：





在继续之前，我们想为你提供一份制定 Takt 计划时可参考的检查清单。



宏观 TAKT 计划开发检查清单

1. 明确项目的目标**开工与竣工日期**。
2. **研读**施工图纸。
3. 识别项目施工的**总体流向**。
4. 划分项目**阶段**。
5. 进行初步的**工作密度分析**。
6. 初步划分**作业区**。
7. 识别团队必须绕行或应对的**制约因素条件**。
8. 估算各阶段所需的 **Takt 车厢**数量。
9. 使用**计算器**工具复核作业区划分，确保其处于合理范围。
10. 收集所有工序的**生产效率数据**。
11. **将工序打包**成序列，形成宏观 Takt 计划（每段预留 5-10% 的缓冲）。
12. 编制整体计划，明确各部分之间的**依赖关系**及其他必要内容。
13. 与内部团队进行一次快速“**外部视角**”评审。
14. 制定初步**采购台账**，确保材料供应匹配生产计划。
15. 绘制初步**物流**组织图。
16. 邀请更广泛的项目团队开展正式“**外部视角**”评审”。
17. 核实**里程碑**关键节点。
18. 验证项目**总工期是否合理**。
19. 补充必要的**缓冲时间**。
20. **美化排版**，并根据“外部视角”会议反馈进行**修正**。
21. 形成正式的**进度基准** (BOS)。



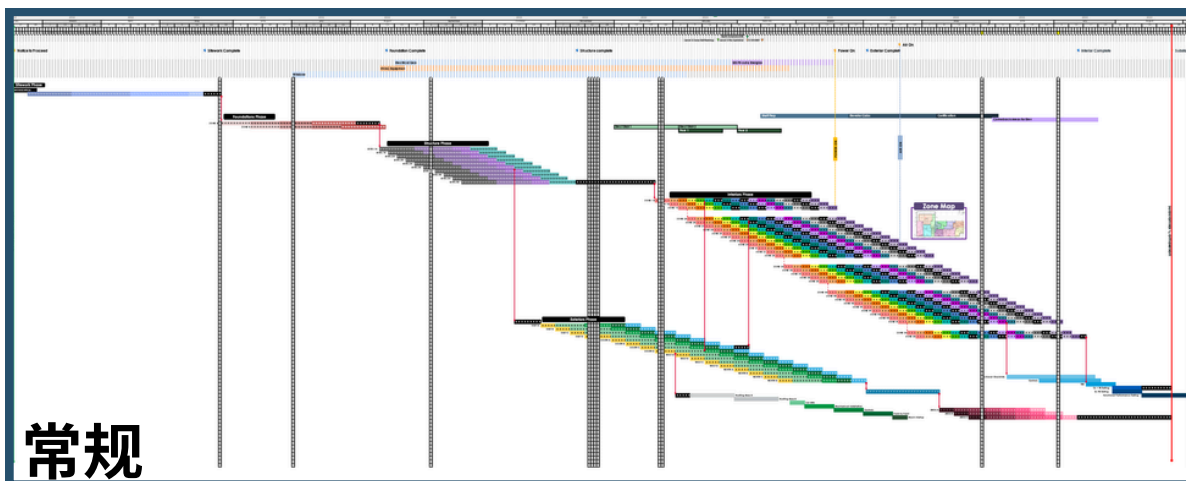
常规层级 TAKT 计划开发检查清单

1. 建立常规层级 Takt 计划的格式框架。
2. 对每个阶段进行优化。
3. 确保制定备用的生产节奏（备用施工速度）。
4. 与各工种共同开展“拉动式”计划排程，确定作业序列。
5. 将工作包阶段与更新后的 Takt 周期和作业区配置对齐（每段预留 5–20% 的缓冲）。
6. 对作业区划分进行工作密度分析。
7. 开展风险分析。
8. 增加阶段缓冲。
9. 设置质量控制触发点。
10. 更新物流组织图纸。
11. 更新作业区划分图。
12. 更新采购台账。
13. 制作临建板房内的可视化图表与标识。
14. 设计“前瞻计划”格式。
15. 制定每周每周工作计划模板。
16. 细化具体作业步骤。
17. 制定各类计划与协调的会议时间表。
18. 对进度计划的健康度进行参数化分析。
19. 建立关键绩效指标（KPI）汇报机制。
20. 制作障碍跟踪地图。
21. 设置 Takt 不可逆节点（TPNR）。

但是，杰森.....

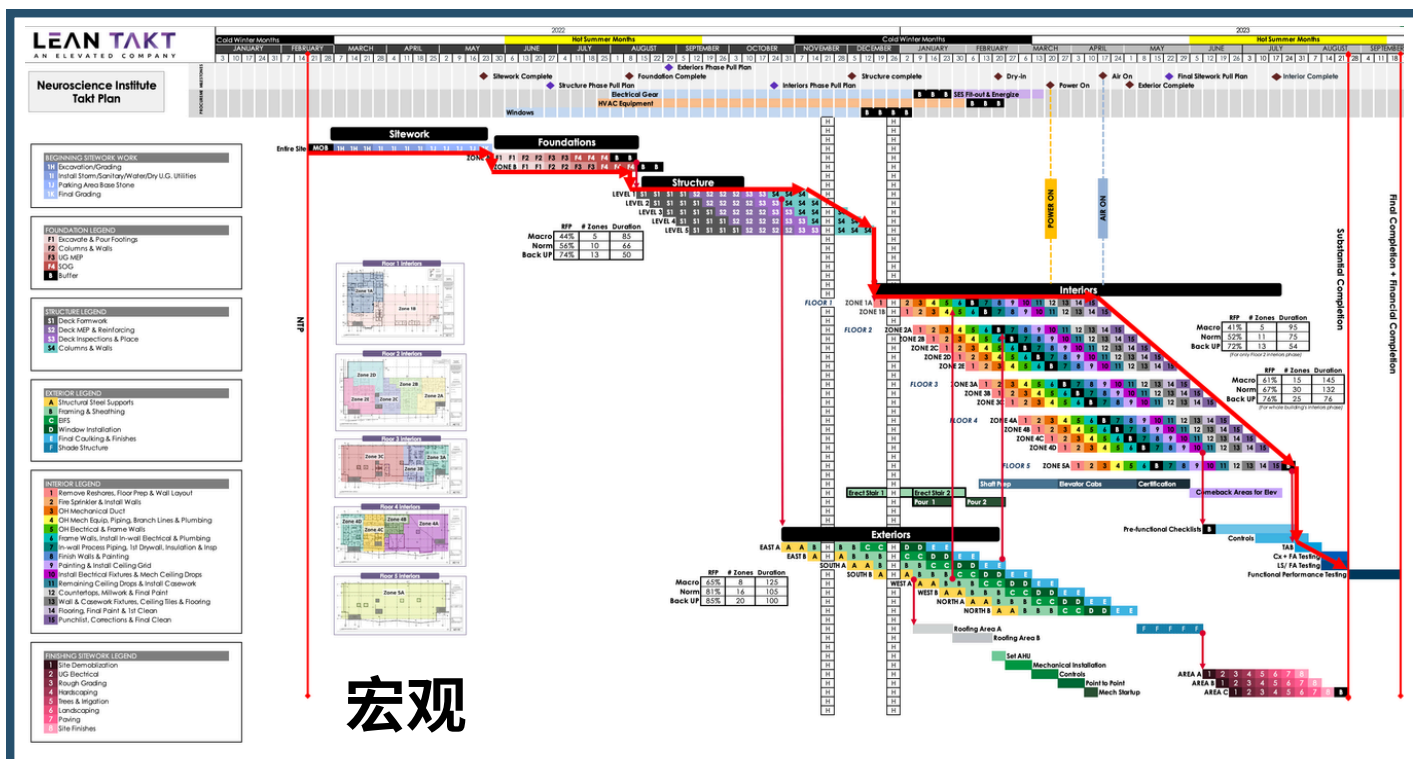
为什么我不能直接从常规层级的 TAKT 计划开始呢？这是一个非常合理的问题。然而，您能否想象在前期策划的早期阶段，缺乏各工种团队的参与，便试图在下一步制定出一份详尽的生产计划？

常规层级计划是一份非常详细的生产计划，必须**依靠各工种的参与**。你需要掌握所有工序的工期、拉动式排程序列、具体细节、完整的设计图纸，以及对施工流程的全面理解。在项目早期阶段，不可能一次性就制定出这样一份计划。因此，我们先制定宏观层级计划，并至少提前120天对常规层级计划进行初步审查和验证。



制定宏观层级 Takt 计划，能在施工前阶段为我们提供一个坚实的目标计划。随后，一旦各工种团队加入，项目团队便可在在此基础上开发常规层级计划，并确保始终维持一份至少覆盖未来120天的完整常规层级计划。

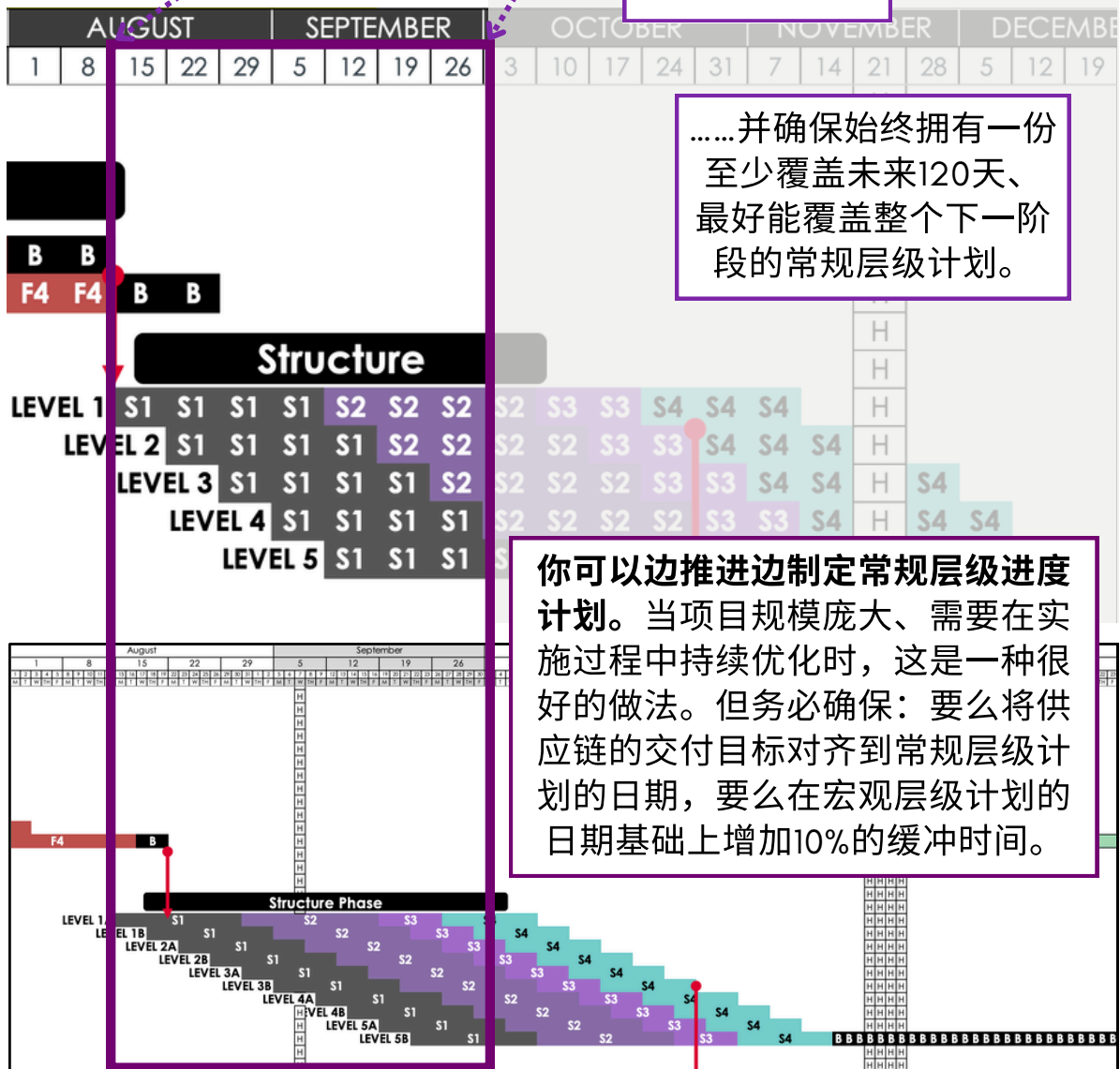
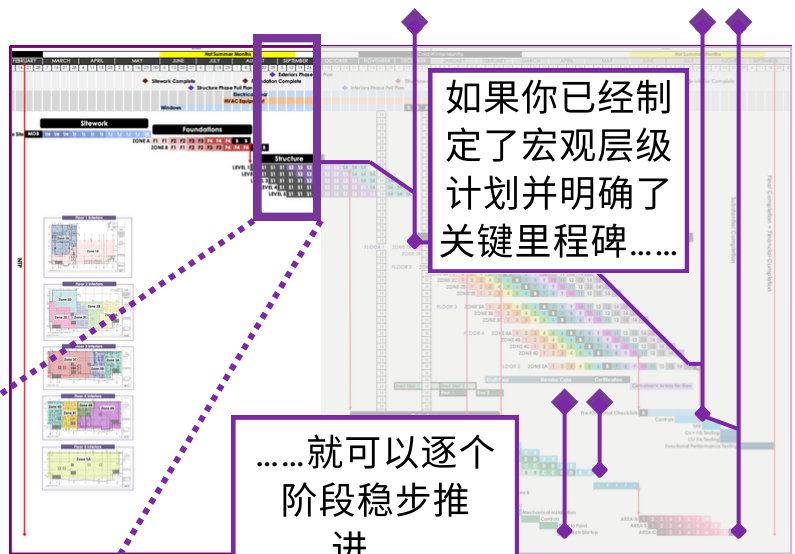
宏观层级计划可以快速、准确地制定出来，并有效指导关键里程碑的设定与管控。



T必须先制定**宏观层级计划**，以便：

- 在早期就确定项目总工期；
- 核实并确认项目预算；
- 引入施工团队；
- 启动长周期材料的采购工作；
- 为风险审查和“外部视角”会议做好准备。

这一计划层级正是在施工前阶段完成的核心成果。



宏观层级计划是我们的战略规划，也是对业主的**合同承诺**；

然后，我们以常规层级生产计划**目标**来管理施工。



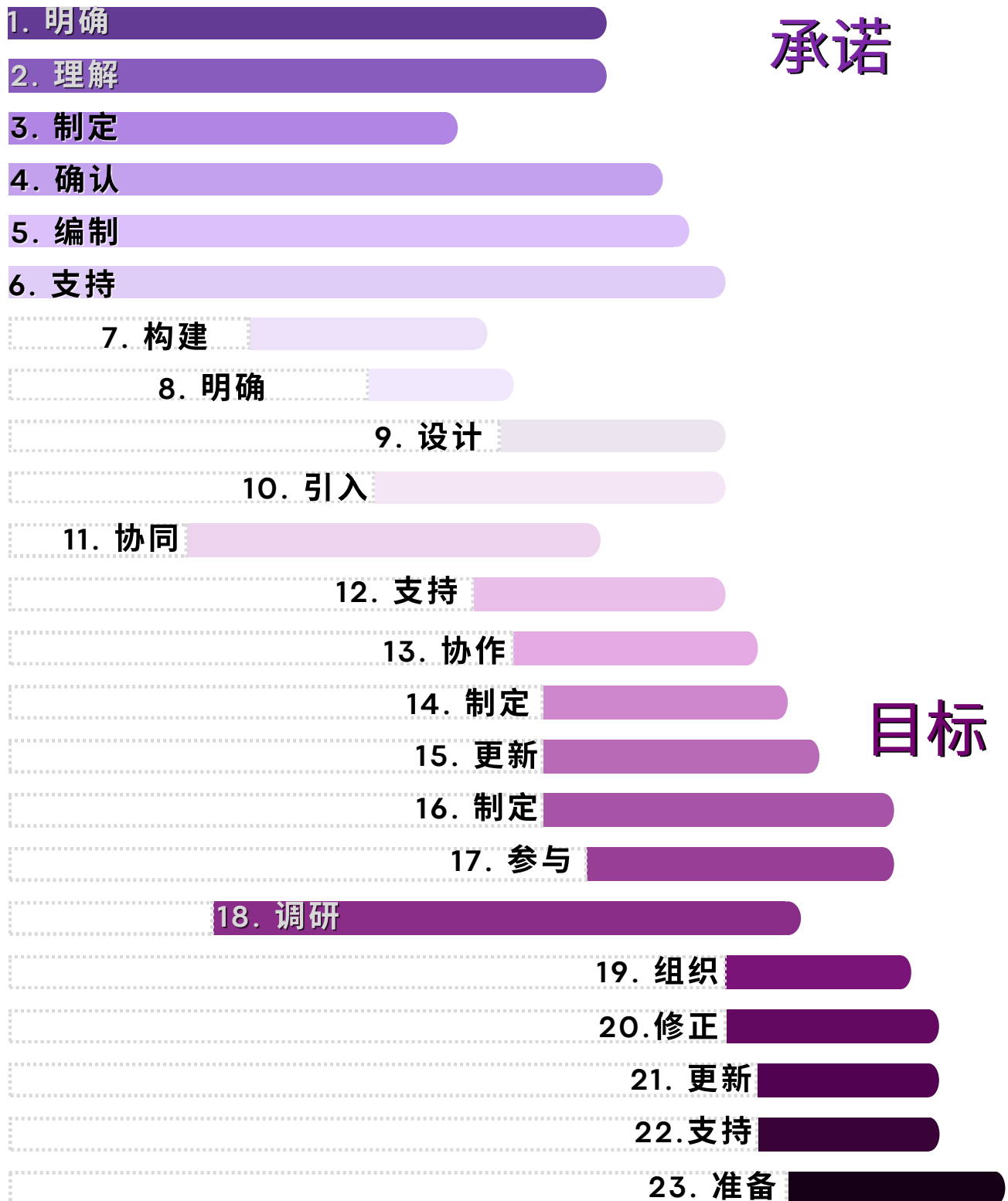
以下是一条可供参考的时间轴，帮助你大致了解在施工前阶段宏观层级计划和常规层级计划的制定时机。

Takt 生产计划时间轴图例

- 1. 明确**
满意条件
- 2. 理解**
业主的目标与优先事项——通过施工经理制定的项目章程来梳理
- 3. 制定**
宏观层级 Takt 计划
- 4. 确认**
与施工经理共同敲定总承包范围和要求
- 5. 编制**
与计划匹配的物流组织方案和作业区划分图
- 6. 支持**
长周期材料的早期采购工作
- 7. 构建**
你的“乐高®式”流程——将设计逐步拆解并对接到具体的工作包
- 8. 明确**
哪些内容需要采用预制加工
- 9. 设计**
现场的人本化作业体系
- 10. 引入**
虚拟设计与施工（VDC）服务，用于支持设计深化和质量控制（QC）
- 11. 协同**
与施工经理就团队组织架构、会议机制和进度计划维护达成一致。
- 12. 支持**
项目团队的组建与组织工作
- 13. 协作**
共同制定交互式计划
- 14. 制定**
常规层级 Takt 计划
- 15. 更新**
 - 更新常规层级的作业区划分
 - 更新全部六张物流组织图
- 16. 制定**
合同中的精益建造条款
- 17. 参与**
风险与机会登记册的编制工作
- 18. 调研**
研究同类参照项目
- 19. 组织**
三次“外部视角”评审会
- 20. 修正**
完成全部必要的修改（共三轮）
- 21. 更新**
风险与机会登记册
- 22. 支持**
工种合作方的准备工作至关重要，是实现各方协同一致的关键。
- 23. 准备**
为强势开局做好充分准备

Takt 生产计划 时间轴

启动 概念设计 方案设计 设计深化 施工图设计 开工通知





FIRST PLANNER 与 LAST PLANNER® 协 作

首位计划员系统（First Planner System®）是指项目早期由首划员们共同协作开展的计划工作。末位计划员系统（Last Planner® System）则是由流程末端的执行人员负责制定短周期作业计划。要确保进度计划的准确性，这两个系统都必须有效建立并运行。首划员与末位计划员所制定的信息，通过一系列会议和交付成果传递给整个项目团队。若要在现场实现末位计划员体系下的最高效率，首位计划员系统就必须正常运转、打好基础。

每个项目都必须在施工前阶段就 赢得先机。

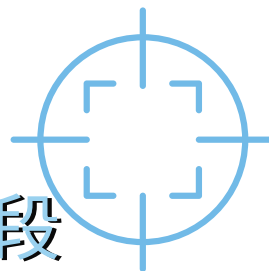
正如本特·弗利夫伯格和丹·加德纳在《大事如何成》中所指出的：**项目并非“做错了”，而是“一开始就没做对”**。项目的成败，很大程度上取决于前期的规划质量。因此，你的首位计划员规划工作必须做到以下几点：

1. 制定准确的**生产计划**，并明确**项目总工期**；
2. 为**现场管理**和通用**要求**设定合理的预算；
3. 设立切实有用的**关键里程碑**；
4. 启动高效的**采购体系**，确保材料按时到位，支撑末位计划员的现场作业；
5. **统一**团队认知，确保所有人朝着同一方向协同推进。

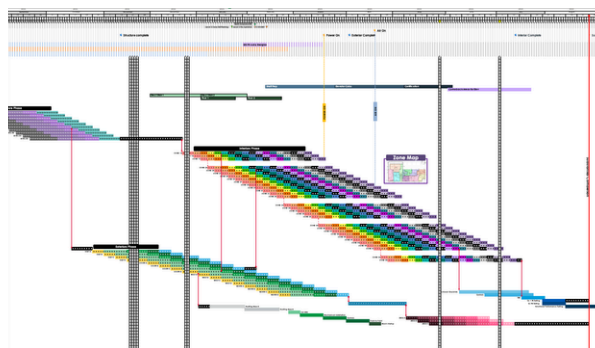
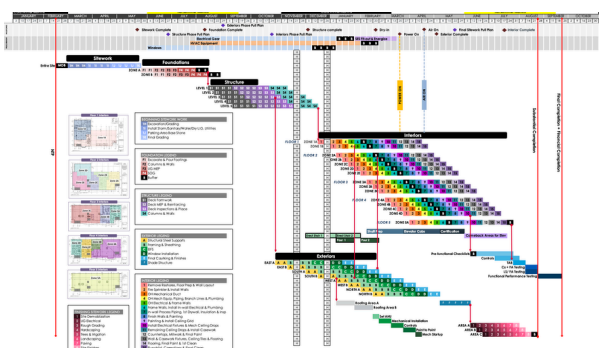
我们绝不在图纸上还没“完工”的项目 上开始施工。

要实现上述目标，你必须完成以下工作：

First Planner® 聚焦 赢在施工前阶段



✓ TAKT 战略计划与生产计划

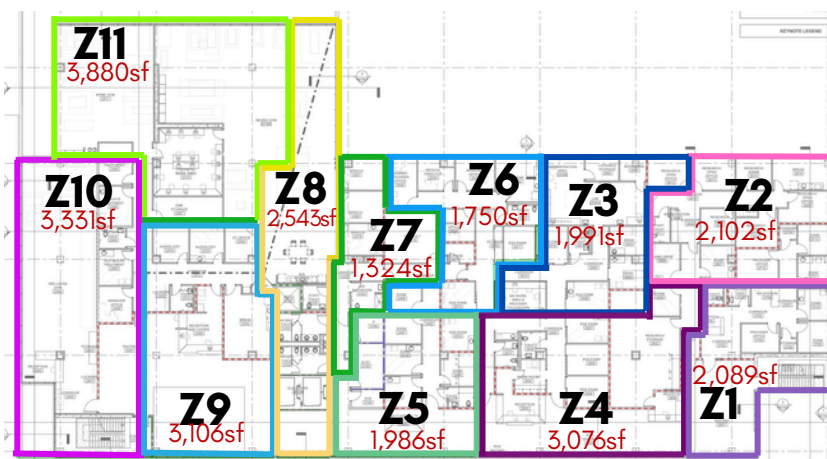


宏观层级 Takt 计划应能让团队看得见、审得清，并在此基础上协同一致，共同推动计划落地。再次强调：它不需要第一次就完全正确，但必须在团队评审之后、下达开工通知之前修正到位、达成共识。

一旦工种合作方加入，就应立即启动常规层级 Takt 计划的编制工作。初期可能只需完成前90天的详细计划，这已足够支撑后续工作。这份常规层级计划将作为核心依据，用于逐级分解并生成：六周“准备就绪”前瞻计划、周工作计划、以及日计划，并与各工种紧密协同执行。

✓ 作业区划分图

作业区划分图应针对每个阶段完整绘制，清晰展示各工种将如何推进项目施工，以及他们如何下单/配送材料，并对预制构件进行定位与隔离。



物流计划

在下达开工通知之前，必须制定一份切实可行的计划，明确如何将材料运送到现场、如何接收，并将其配送至具体作业地点。

采购台账

Procurement Log												Today:	Thursday, October							
												Week of the year:	40							
Section	Scope of Work	Talk Zone	Trade Partner	Order need procurement execution	Procurement Executed	Material Proc WKS	Material to Storage	Actual Approved & Material	Material to Storage WKS	Design Approved	Design Approved WKS	Confirmed Release Date	Material Overdue Date	Lead Time WKS	Delivery Weeks	Material Release WKS	Actual Date of Site	Approved On Job (Get Procurement Approval)	Material Overdue (Days)	Notes
Toggle Light Switches	Electrical	Zone 2	Electrical Services	09/07/23	09/28/23	09/14/23	09/21/23	09/28/23	09/28/23	09/28/23	09/28/23	21	11/02/23	1	1	11/14/23				
Duplex Receptacles	Electrical	Zone 2	Electrical Services	10/12/23	09/27/23	09/19/23	09/19/23	09/19/23	09/19/23	09/19/23	09/19/23	-15	11/02/23	3	0	11/14/23				
Recessed Lighting	Electrical	Zone 2	Electrical Services	09/14/23	09/28/23	09/14/23	09/14/23	09/14/23	09/14/23	09/14/23	09/14/23	14	10/19/23	2	2	11/14/23				
Cabinets	Coswork	Zone 2	Cabinets & More LLC	08/01/23	09/29/23	08/01/23	08/01/23	08/01/23	08/01/23	08/01/23	08/01/23	59	11/07/23	3	0	11/28/23				
Engineer	Coswork	Zone 2	Cabinets & More LLC	10/10/23	09/30/23	09/30/23	09/30/23	09/30/23	09/30/23	09/30/23	09/30/23	-10	11/07/23	2	1	11/28/23				
Bookshelves	Coswork	Zone 2	Cabinets & More LLC	10/03/23	10/03/23	10/03/23	10/03/23	10/03/23	10/03/23	10/03/23	10/03/23	7	11/21/23	1	0	11/28/23				
Windows	Millwork	Zone 2	Doors & Windows Inc	08/30/23	08/30/23	08/30/23	08/30/23	08/30/23	08/30/23	08/30/23	08/30/23	6	10/25/23	8	1	12/04/23				
Doors	Millwork	Zone 2	Doors & Windows Inc	08/03/23	08/03/23	08/03/23	08/03/23	08/03/23	08/03/23	08/03/23	08/03/23	4	11/08/23	3	1	12/04/23				
Light Fixtures	Electrical	Zone 2	Electrical Services	04/22/23	04/22/23	04/22/23	04/22/23	04/22/23	04/22/23	04/22/23	04/22/23	20	11/09/23	1	0	11/14/23				
Electric Sockets	Electrical	Zone 2	Electrical Services	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	3	10/26/23	2	1	11/14/23				
Security Alarm System	Electrical	Zone 2	Electrical Services	08/09/23	08/09/23	08/09/23	08/09/23	08/09/23	08/09/23	08/09/23	08/09/23	2	11/09/23	2	0	11/14/23				
Fire Alarm	Electrical	Zone 2	Electrical Services	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	2	10/16/23	2	2	11/14/23				
Kitchens	Coswork	Zone 2	Kitchens Inc	08/31/23	08/31/23	08/31/23	08/31/23	08/31/23	08/31/23	08/31/23	08/31/23	10	11/09/23	2	1	11/30/23				

采购台账对项目成功至关重要。若材料和资源无法按时到场，再精准的目标计划也毫无意义。因此，必须建立并运行这一系统，确保供应与施工节奏严格匹配。

风险与机会登记册

Risk Analysis													Status	Resp	2nd and 3rd ord consequence
#	Risk Items	Prob	Financial Cost of each	Schedule Impact (days)	\$ Risk	Risk Score	Revised projection	Original Projected	Actual	Projected	How to minimize risk/ Improve odds				
1	Gear Procurement	75%	\$450,000.00	0	\$337,500	100			\$337,500.00	\$0.00	Plan	Green	Diemer		
2	Temp Power	75%	\$280,000.00	0	\$210,000	62			\$210,000.00	-\$5,000.00		Green	Team		
3	Temp Heat	75%	\$360,000.00	0	\$270,000	80			\$270,000.00	\$0.00		Green	Team		
4	Cypcrete PrefPours	0%	\$50,000.00	0	\$0	0			\$0.00	\$0.00		Green	Emily		
5	Topsoil @ #5	85%	\$0.00	0	\$0	0			\$0.00	-\$1,310.40		Yellow	Team		
6	Rated boxes	100%	\$22,000.00	0	\$22,000	7			\$22,000.00	-\$22,000.00		Yellow	Team		
7	Termite Shield	100%	\$15,000.00	0	\$15,000	4			\$15,000.00	-\$15,000.00		Red	Diemer		
8	Takt Printouts/ Schedules	100%	\$2,500.00	0	\$2,500	1			\$2,500.00	-\$4,368.00		Green	Diemer		
9	Item 9	0%	\$0.00	0	\$0	0			\$0.00	\$0.00		Green	Person 1		
10	Item 10	0%	\$0.00	0	\$0	0			\$0.00	-\$364.00		Green	Person 1		
11	Item 11	0%	\$0.00	0	\$0	0			\$0.00	\$0.00		Green	Person 1		
12	Item 12	0%	\$0.00	0	\$0	0			\$0.00	\$0.00		Green	Person 1		
			\$1,179,500.00		\$857,000				\$857,000.00	-\$48,047.40					

风险与机会登记册的作用在于记录在“外部视角”评审会议中识别的各种风险和机会。这使得团队能够在每周例会上持续跟进，主动把握机会、化解风险，从而实现动态管控与持续改进。

障碍跟踪表

Roadblock Tracking and Removal Log								Dashboard	
Roadblock	Date Added	Who is on Point	Classification	Critical Date	Count Down (Days)	Date Resolved	Process Time	Roadblock < 7 Days to Critical	Uncleared Roadblocks
1	9/20/23	David	General	10/1/23	-4		In Progress	5	7
2	9/23/23	Karol	Design	10/4/23	-1		In Progress	2	9
3	9/24/23	Ana Luisa	MEP	10/8/23	3		In Progress		
4	9/24/23	David	Design	10/10/23	5		In Progress		
5	9/27/23	Karol	Design	10/20/23	15		In Progress		
6	9/27/23	Person 1	Classification 1	10/23/23	18		In Progress		
7	10/3/23	Person 3	Classification 1	10/29/23	24		In Progress		
8	9/17/23	Person 1	Classification 1	10/24/23	8	9/25/23	8		
9	9/20/23	Person 1	Classification 1	10/5/23	10	9/30/23	10		

Dashboard

Roadblock < 7 Days to Critical: 5

Uncleared Roadblocks: 7

Cleared Roadblocks: 2

Average Process Time: 9

List for Who is on Point

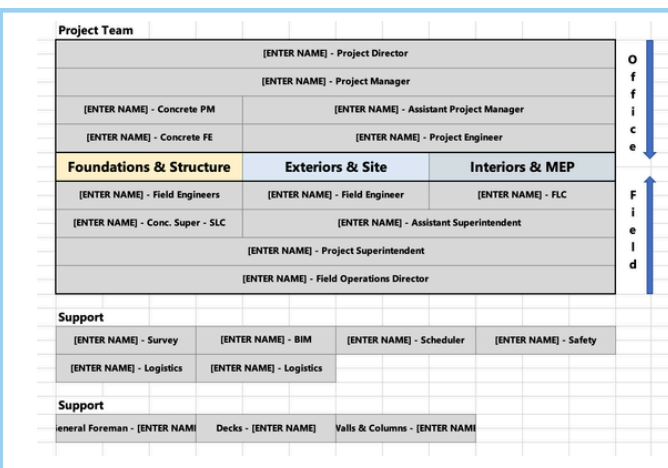
- David
- Karol
- Ana Luisa
- Person 4
- Person 5
- Person 6
- Person 7
- Person 8
- Person 9
- Person 10

List for Classification

- General
- MEP
- Design
- Classification 1
- Classification 2

障碍跟踪表能让团队立即开始提前识别、讨论并清除施工前方的障碍，确保工作流程顺畅无阻。

组织架构图



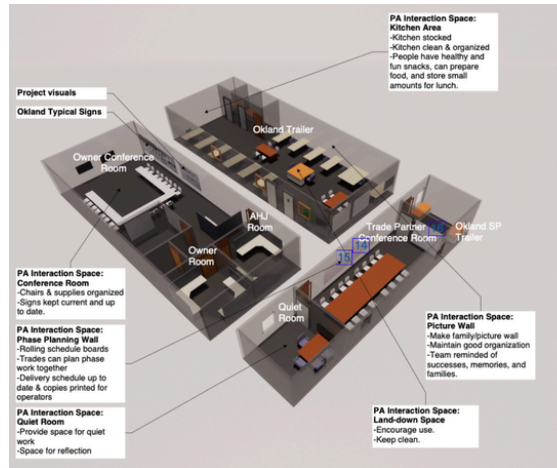
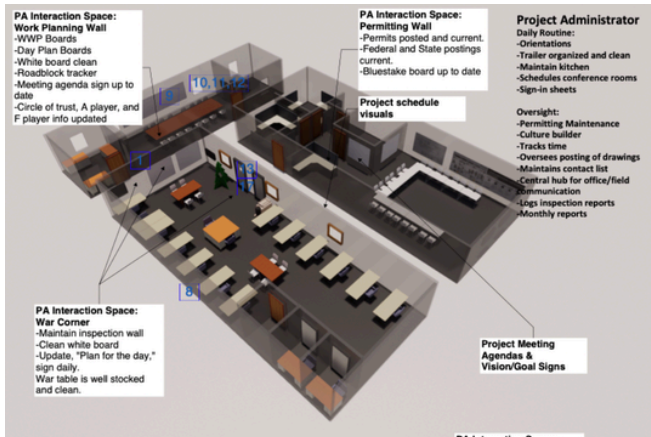
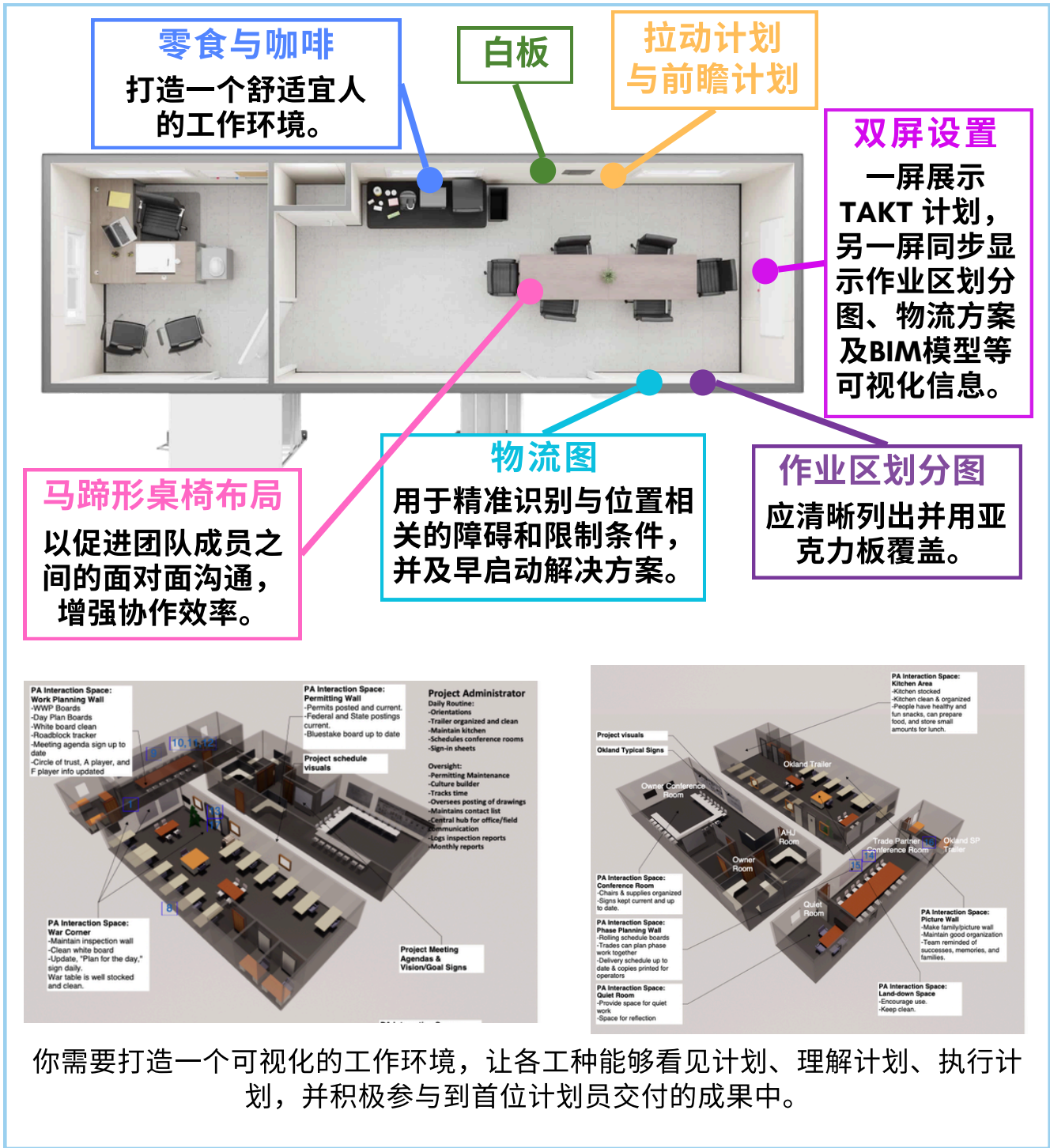
配备合适的团队成员，并具备合理分担职责的能力，是有效推进项目管理、精准管控各区域工作的关键保障。

临建办公室布局设计



合理的互动空间设置

合理的互动空间布局，可以确保计划顺利从管理层落实到一线。临时办公室的设计必须经过细致考虑，以促进高效且专注的协作与沟通——每一个空间的布局都应支持团队间的有效互动和信息流动。



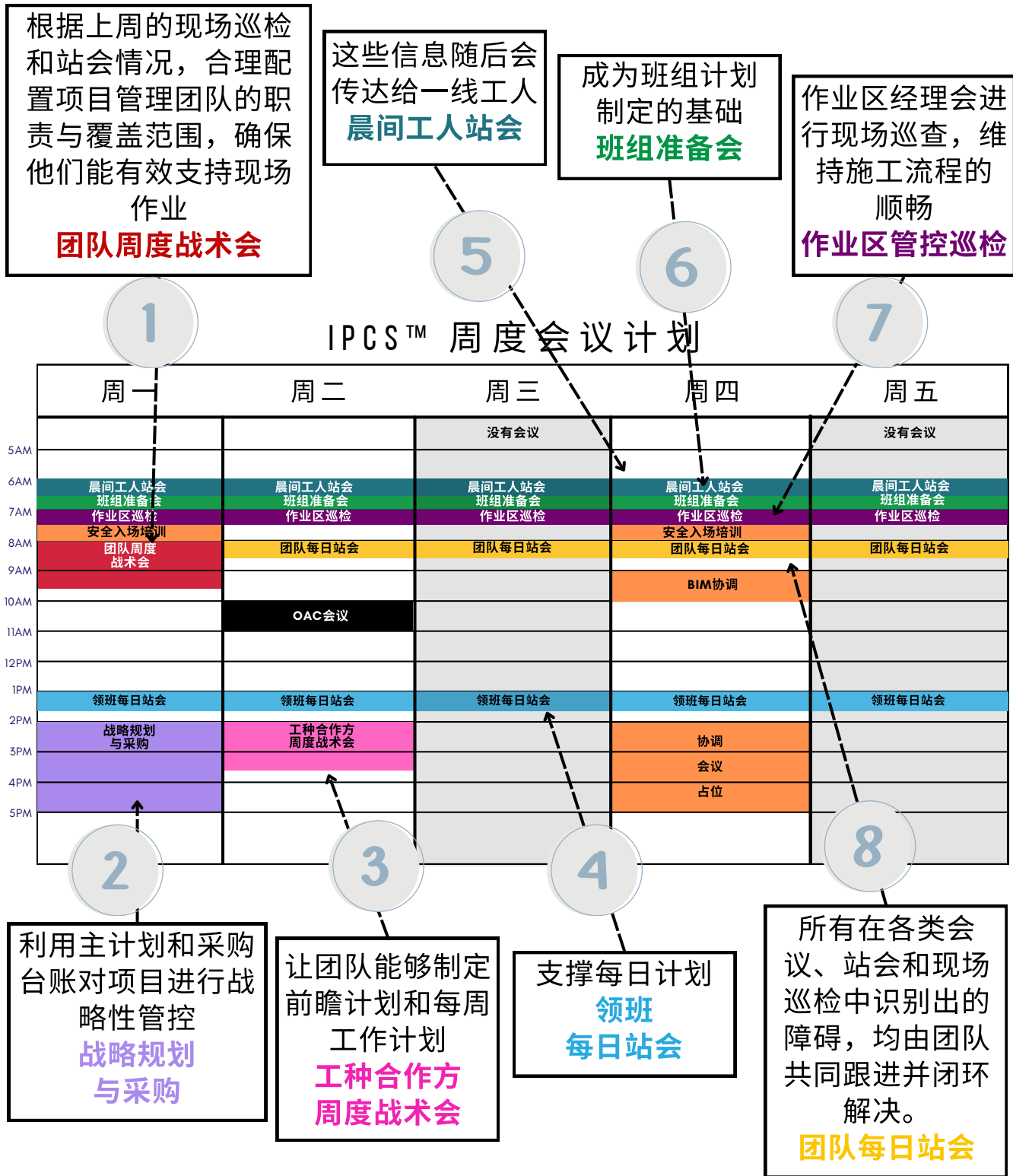
你需要打造一个可视化的工作环境，让各工种能够看见计划、理解计划、执行计划，并积极参与到首位计划员交付的成果中。

为了增强末位计划员与首位计划员之间的协作，我们必须促进信息的顺畅流动。为此，我们实施了集成生产控制系统 (IPCSTTM)，将所有相关方紧密结合在一起。这一IPCSTTM会议体系源自数十年的实践经验和深入研究。我最初是一名装饰施工员，之后担任了多年的项目主管，亲眼目睹了无数失败。这一系统不仅尊重一线作业团队，更能够切实推动项目走向成功。

信息流



通过 IPCS™ 会议体系传递





团队周度战术会

FIRST PLANNER® 和 TPS® 会议

1

参与人员：项目主管、项目经理、计划工程师和现场工程师
周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训 团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	安全入场培训 团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM协调	
10AM		OAC会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2

目的：团队回顾当前工作负荷、本周人员覆盖安排，以及每位成员待办或未关闭事项。



议程：

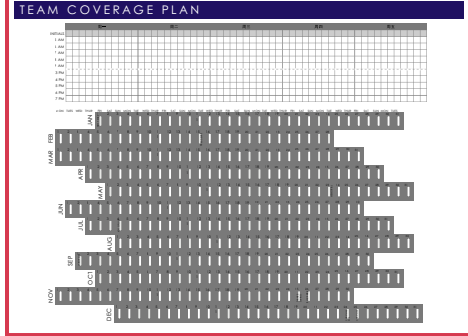
- 快速轮流发言
- 休假及周六人员覆盖安排
- 审核本周人员排班计划
- 提醒“无会议日”规定
- 客户体验回顾
- 质量体系管理
- 合同相关需求
- 提交资料需求
- 施工前会议筹备
- 首批就位检查安排
- 竣工验收检查安排
- 进度计划管理
- 安全管理
- 成本与预算管控
- 风险与机会登记册讨论
- 分享帕特里克·兰西奥尼著作中的团队建设启示
- 互相表达认可与赞赏
- 填写并分享一份《这就是我》个人介绍表
- 传达统一的团队信息

团队周度战术会

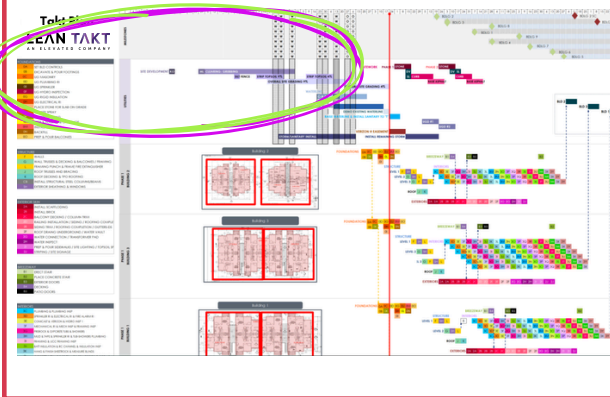
3 现场所需可视化内容:

- 团队覆盖计划
- 宏观TAKT计划
- 障碍跟踪日志
- 风险与机会登记册
- 质量计划
- 周度会议日程

团队覆盖计划



宏观TAKT计划



障碍跟踪日志

Feedback	Created	By	Resolved	Count Down (Days)	Costs Resolved	Process Time	Score
1. LOBBY FURNITURE (COMMON AREA)	07/29/23	Chenye	08/15/23	Resolved	06/29/23	177	100
2. LOBBY FURNITURE (2)	08/02/23	Mike Smith	08/09/23	Resolved	05/11/23	179	100
3. LOBBY FURNITURE (3)	08/02/23	Mike Smith	08/09/23	Resolved	05/11/23	42	100
4. LOBBY #8 Carpet	08/02/23	Thomas Chen	08/24/23	Resolved	04/24/23	82	0
5. HALLWAY #8 Elevator	07/29/23	Mike Smith	08/02/23	Resolved	05/22/23	118	100
6. Floor Joint Woods & Carpet Access to Bulb 223	08/17/23	Mike Smith	09/07/23	Resolved	05/08/23	21	0
7. Entry Compartment #8	08/08/23	Mike Smith	08/29/23	Resolved	05/29/23	48	0
8. Fire Proofing	05/09/23	Mike Smith	05/19/23	Resolved	05/15/23	2	0
9. Laboratory access road	05/09/23	Mike Smith	05/19/23	Resolved	04/29/23	26	0
10. NFPA 13 in Bulb 2	08/11/23	Mike Smith	08/19/23	Resolved	06/11/23	3	0
11. Laundry Water Outlet Location BLD 9	08/11/23	Mike Smith	08/19/23	Resolved	05/25/23	14	0
12. Misc. Painting RFL	05/29/23	Mike Smith	05/31/23	Resolved	06/01/23	3	1
13. Plumbing Stack Construction	08/06/23	Mike Smith	08/29/23	Resolved	06/26/23	30	0
14. HVAC Damper Abandon	07/18/23	Vinhay	07/21/23	In Progress	In Progress		
15. HVAC Return Line #1-40	07/14/23	Vinhay	07/19/23	In Progress	In Progress		
16. HVAC Range Exhaust #1-39	07/13/23	John Demer	07/19/23	In Progress	In Progress		

风险与机会登记册

Identified Risk/Opportunities	Quantified Damages Cost per Day	Cost	OPFR
RISK 1			
RISK 2			
RISK 3			
RISK 4			
RISK 5			
RISK 6			
RISK 7			
RISK 8			
RISK 9			
RISK 10			
RISK 11			
RISK 12			
RISK 13			
RISK 14			
RISK 15			
RISK 16			
RISK 17			
RISK 18			
RISK 19			
RISK 20			
RISK 21			
RISK 22			
RISK 23			
RISK 24			
RISK 25			
RISK 26			
RISK 27			
RISK 28			
RISK 29			
RISK 30			
RISK 31			
RISK 32			
RISK 33			
RISK 34			
RISK 35			
RISK 36			
RISK 37			
RISK 38			
RISK 39			
RISK 40			
RISK 41			
RISK 42			
RISK 43			
RISK 44			
RISK 45			
RISK 46			
RISK 47			
RISK 48			
RISK 49			
RISK 50			
RISK 51			
RISK 52			
RISK 53			
RISK 54			
RISK 55			
RISK 56			
RISK 57			
RISK 58			
RISK 59			
RISK 60			
RISK 61			
RISK 62			
RISK 63			
RISK 64			
RISK 65			
RISK 66			
RISK 67			
RISK 68			
RISK 69			
RISK 70			
RISK 71			
RISK 72			
RISK 73			
RISK 74			
RISK 75			
RISK 76			
RISK 77			
RISK 78			
RISK 79			
RISK 80			
RISK 81			
RISK 82			
RISK 83			
RISK 84			
RISK 85			
RISK 86			
RISK 87			
RISK 88			
RISK 89			
RISK 90			
RISK 91			
RISK 92			
RISK 93			
RISK 94			
RISK 95			
RISK 96			
RISK 97			
RISK 98			
RISK 99			
RISK 100			
RISK 101			
RISK 102			
RISK 103			
RISK 104			
RISK 105			
RISK 106			
RISK 107			
RISK 108			
RISK 109			
RISK 110			
RISK 111			
RISK 112			
RISK 113			
RISK 114			
RISK 115			
RISK 116			
RISK 117			
RISK 118			
RISK 119			
RISK 120			
RISK 121			
RISK 122			
RISK 123			
RISK 124			
RISK 125			
RISK 126			
RISK 127			
RISK 128			
RISK 129			
RISK 130			
RISK 131			
RISK 132			
RISK 133			
RISK 134			
RISK 135			
RISK 136			
RISK 137			
RISK 138			
RISK 139			
RISK 140			
RISK 141			
RISK 142			
RISK 143			
RISK 144			
RISK 145			
RISK 146			
RISK 147			
RISK 148			
RISK 149			
RISK 150			
RISK 151			
RISK 152			
RISK 153			
RISK 154			
RISK 155			
RISK 156			
RISK 157			
RISK 158			
RISK 159			
RISK 160			
RISK 161			
RISK 162			
RISK 163			
RISK 164			
RISK 165			
RISK 166			
RISK 167			
RISK 168			
RISK 169			
RISK 170			
RISK 171			
RISK 172			
RISK 173			
RISK 174			
RISK 175			
RISK 176			
RISK 177			
RISK 178			
RISK 179			
RISK 180			
RISK 181			
RISK 182			
RISK 183			
RISK 184			
RISK 185			
RISK 186			
RISK 187			
RISK 188			
RISK 189			
RISK 190			
RISK 191			
RISK 192			
RISK 193			
RISK 194			
RISK 195			
RISK 196			
RISK 197			
RISK 198			
RISK 199			
RISK 200			
RISK 201			
RISK 202			
RISK 203			
RISK 204			
RISK 205			
RISK 206			
RISK 207			
RISK 208			
RISK 209			
RISK 210			
RISK 211			
RISK 212			
RISK 213			
RISK 214			
RISK 215			
RISK 216			
RISK 217			
RISK 218			
RISK 219			
RISK 220			
RISK 221			
RISK 222			
RISK 223			
RISK 224			
RISK 225			
RISK 226			
RISK 227			
RISK 228			
RISK 229			
RISK 230			
RISK 231			
RISK 232			
RISK 233			
RISK 234			
RISK 235			
RISK 236			
RISK 237			
RISK 238			
RISK 239			
RISK 240			
RISK 241			
RISK 242			
RISK 243			
RISK 244			
RISK 245			
RISK 246			
RISK 247			
RISK 248			
RISK 249			
RISK 250			
RISK 251			
RISK 252			
RISK 253			
RISK 254			
RISK 255			
RISK 256			
RISK 257			
RISK 258			
RISK 259			
RISK 260			
RISK 261			
RISK 262			
RISK 263			
RISK 264			
RISK 265			
RISK 266			
RISK 267			
RISK 268			
RISK 269			
RISK 270			
RISK 271			
RISK 272			
RISK 273			
RISK 274			
RISK 275			
RISK 276			
RISK 277			
RISK 278			
RISK 279			
RISK 280			
RISK 281			
RISK 282			
RISK 283			
RISK 284			
RISK 285			
RISK 286			
RISK 287			
RISK 288			
RISK 289			
RISK 290			
RISK 291			
RISK 292			
RISK 293			
RISK 294			
RISK 295			
RISK 296			
RISK 297			
RISK 298			
RISK 299			
RISK 300			
RISK 301			
RISK 302			
RISK 303			
RISK 304			
RISK 305			
RISK 306			
RISK 307			
RISK 308			
RISK 309			
RISK 310			
RISK 311			
RISK 312			
RISK 313			
RISK 314			
RISK 315			
RISK 316			
RISK 317			
RISK 318			
RISK 319			
RISK 320			
RISK 321			
RISK 322			
RISK 323			
RISK 324			
RISK 325			
RISK 326			
RISK 327			
RISK 328			
RISK 329			
RISK 330			
RISK 331			
RISK 332			
RISK 333			
RISK 334			
RISK 335			
RISK 336			
RISK 337			
RISK 338			
RISK 339			
RISK 340			
RISK 341			
RISK 342			
RISK 343			
RISK 344			
RISK 345			
RISK 346			
RISK 347			
RISK 348			
RISK 349			
RISK 350			
RISK 351			
RISK 352			
RISK 353			
RISK 354			
RISK 355			
RISK 356			
RISK 357			
RISK 358			
RISK 359			
RISK 360			
RISK 361			
RISK 362			
RISK 363			
RISK 364			
RISK 365			
RISK 366			
RISK 367			
RISK 368			
RISK 369			
RISK 370			
RISK 371			
RISK 372			
RISK 373			
RISK 374			
RISK 375			
RISK 376			
RISK 377			
RISK 378			
RISK 379			
RISK 380			
RISK 381			
RISK 382			
RISK 383			
RISK 384			
RISK 385			
RISK 386			
RISK 387			

每周战略规划与采购

FIRST PLANNER® 与 TPS® 会议



1 参与人员：项目主管、计划工程师、项目经理

周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训 团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	安全入场培训 团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM 协调	
10AM		OAC 会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2 目的：开展长期规划，更新主进度计划，并根据前瞻计划推动各项工作达到“就绪”状态；同时，对采购活动进行主动、有策略的管理，确保资源与施工流精准匹配。

议程：

- 表扬与肯定
- 审查并更新 Takt 计划
- 更新采购台账
- 展望未来 3 至 12 周的工作安排
- 清晰、明确地汇报进展与计划

使用 Takt 生产计划时需重点覆盖以下内容：

1. 当前生产进展如何？
2. 本周工作是否按计划推进？
3. 下周工作是否已明确并完成计划？
4. 缓冲时间是否仍然充足？
5. 相对于项目最终完工日期，当前进度处于什么位置？
6. 哪些障碍需要清除或吸收？
7. 各项工作是否正在按“就绪”标准准备（如图纸、材料、许可、人员等）？
8. 各阶段之间是否协调有序，能否相互支撑？
9. 进度计划是否形成逻辑连贯、前后衔接的完整网络？
10. 是否存在工作被推入不利天气时段的风险？
11. 材料供应是否能及时匹配施工节奏？
12. 施工前协调会是否按计划推进？

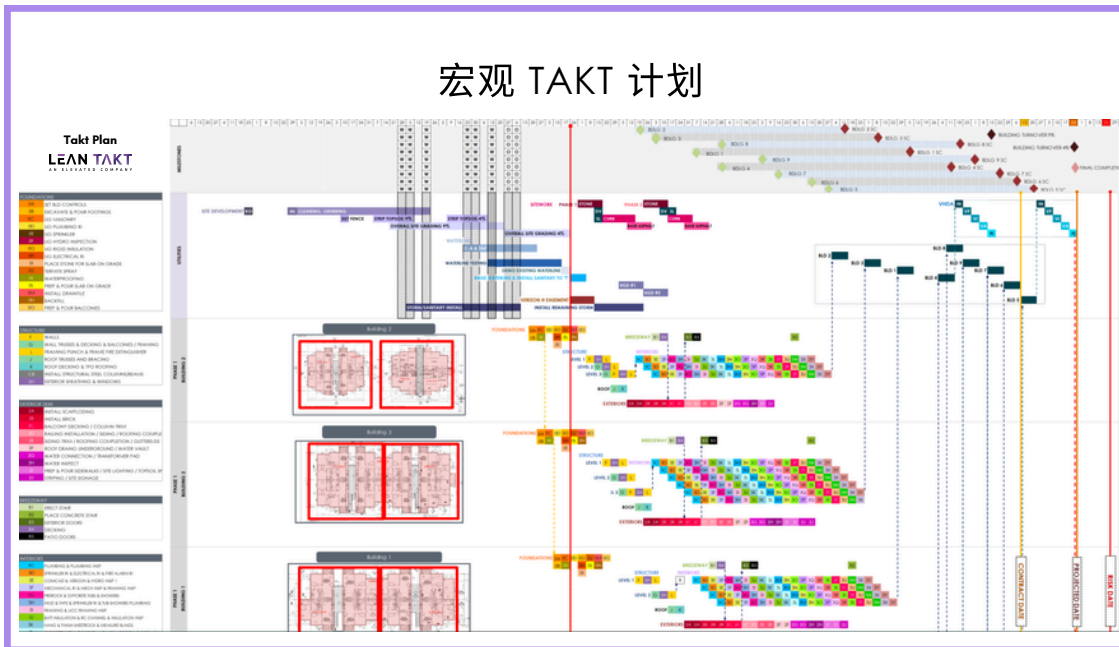
每周战略规划与采购

3

现场需展示的可视化内容：

- 宏观或常规 TAKT 计划
- 采购台账

宏观 TAKT 计划



采购台账

Procurement Log												
Description				Submittals					Procurement			
Spec Section	Scope of Work	Takt Zone	Trade Partner	Draw Release	RFI Issued	RFI Received	RFI Evaluated	RFI Approved	RFI Rejected	RFI Resubmitted	RFI Final	RFI Date
Toggle Light Switches	Electrical	Zone 1	Electrical Services	9/7/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Duplex Receptacles	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/12/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Recessed Lighting	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/12/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Cabinets/Caework	Zone 1	Cabinets & More LLC	10/10/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	11/28/22
Drawers/Caework	Zone 1	Cabinets & More LLC	10/10/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	11/28/22
Bookshelves/Caework	Zone 1	Cabinets & More LLC	10/3/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	11/28/22
Window Millwork	Zone 1	Doors & Windows Inc	9/29/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	12/06/22
Doors Millwork	Zone 1	Doors & Windows Inc	10/11/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	12/06/22
Light Fixtures	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/26/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Electric Sockets	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/5/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Security Alarm System	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/19/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22
Fire Alarm	Electrical	Zone 1	Electrical Services	10/5/2022	0	0	0	0	0	0	0	11/16/22



每周工种合作方战术会

IPCS™ 与 LAST PLANNER®会议

1

参与人员：项目主管、计划工程师、现场工程师、领班

周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检 安全入场培训	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检 安全入场培训	作业区巡检
8AM	团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM 协调	
10AM		OAC 会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2

目的：全面规划下周工作，制定每周工作计划；同步更新未来六周前瞻计划，并识别、排查可能阻碍施工流动的障碍。



议程：

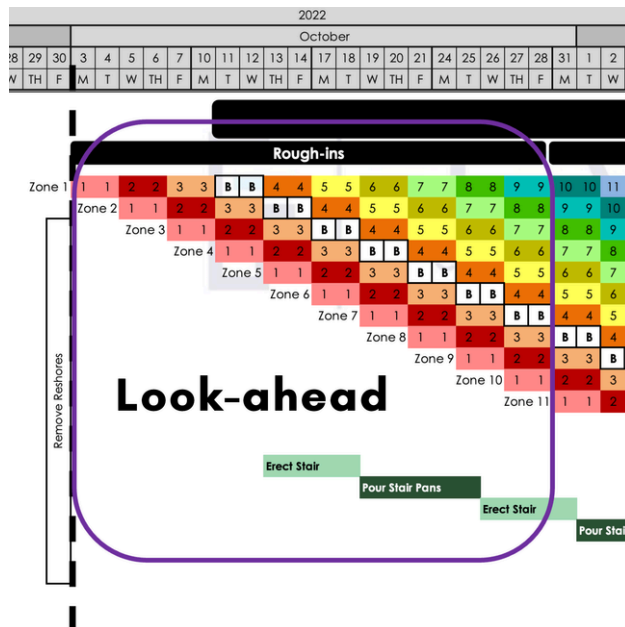
- 会前更新 Takt 计划（如有调整，请提前完成）
- 表扬与肯定
- 快速轮流发言
- 安全主题分享
- 审查 Takt 计划
- 回顾上周工作
- 检查当前进展
- 制定周工作计划
- 制定未来六周“就绪”前瞻计划
- 审查并清除障碍
- 总结亮点与改进项
- 展望未来三周，重点讨论重大障碍

每周工种合作方战术会

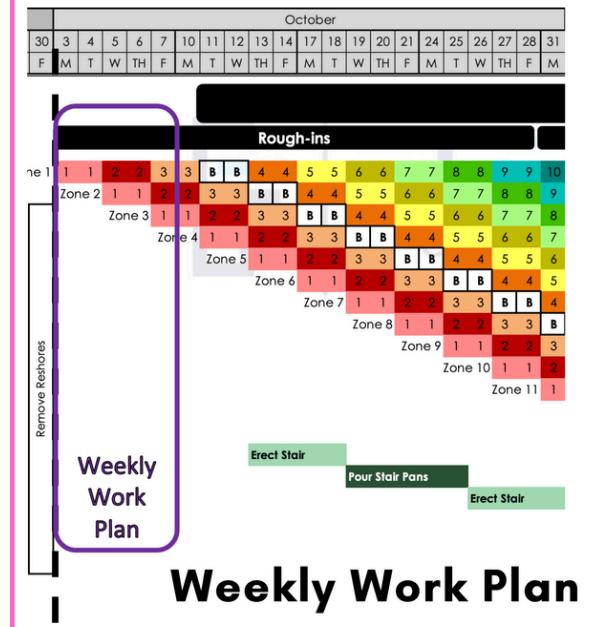
3 现场需展示的可视化内容：

- 作业区划分图
- 物流组织方案
- 前瞻计划
- 周工作计划

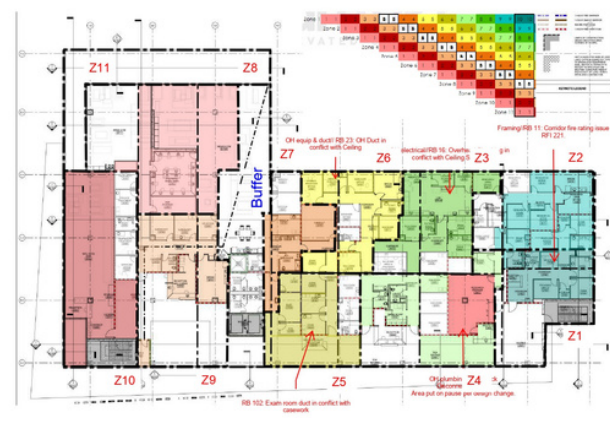
前瞻计划



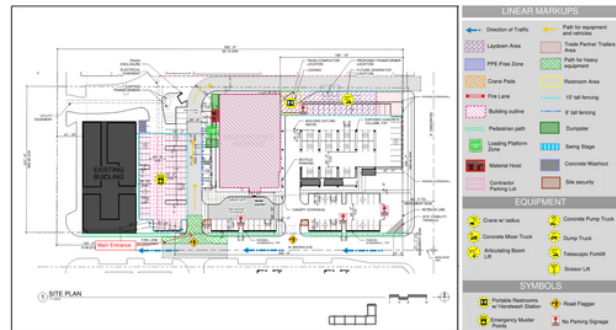
周工作计划



作业区划分图



物流组织方案



每日领班站会

IPCS™ 与 LAST PLANNER® 会议

1 参与人员：项目主管、计划工程师、现场工程师、领班

周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训 团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM 协调	
10AM		OAC 会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2 目的：100% 全面规划好次日工作，由领班主导现场执行，实现高效、有序、无中断的施工推进。

议程：

- 提交当日日报
- 表扬与肯定
- 回顾当日进展
- 规划次日工作
- 审查当前障碍
- 检查工序交接情况
- 细化具体作业安排
 - 安全事项
 - 质量要求
 - 现场物流安排
 - 材料/设备到货计划
 - 检验与验收安排
- 最终确认次日施工计划
- 准备相关施工许可及报验文件

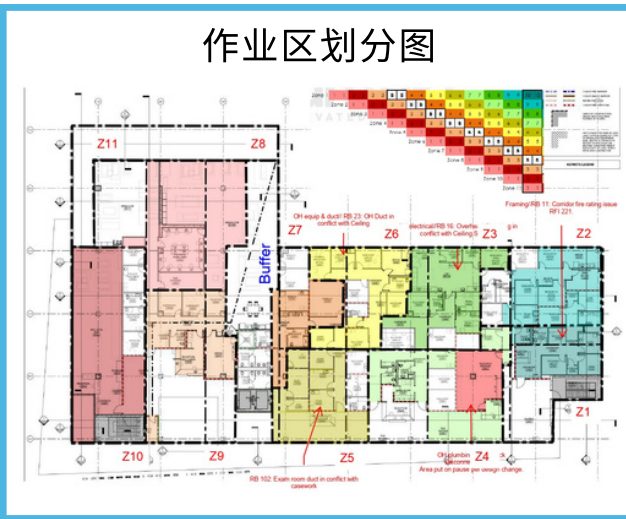


每日领班站会

3 现场需展示的可视化内容:

- 作业区划分图
- 日计划
- 材料/设备到货看板

作业区划分图



材料/设备到货看板

PROJECT DELIVERY AND TOWER CRANE BOARD

WEEK	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY
0800	RECEPTION	RECEPTION	RECEPTION	RECEPTION	RECEPTION	RECEPTION
0830						
0900						
0930						
1000						
1030						
1100						
1130						
1200						
1230						
1300						
1330						
1400						
1430						
1500						
1530						
1600						
1630						
1700						
1730						

日计划

Are a Project's Best Indicator of Health and Stability!

PLAN IT FIRST, BUILD IT RIGHT & FINISH AS YOU GO!

TAKT SCHEDULE

ROUGH-INS

- Surface Work (Control, Allow Cords, Planets)
- Control lines, layout & Primary walls
- Area operation
- On inside & duct
- On mesh duct & pipe
- On mesh pipe & branch lines
- On clamping
- On electrical
- Rebaring
- Small electrical, plumbing & piping
- 1st Demolish & Inspection
- Inspections, 2nd Demolish & Inspection
- Tape, Lead and Wall Finish
- Wiring, 1st & 2nd coat
- Ceiling work & Electrical fixtures
- Electrical fixtures & Ceiling access
- Closework: 1st coat final Paper & Ceiling 1st
- Closework
- 2nd Meshwork, Closework before
- Roofing
- Final Paper, 1st clean, Workload, Punchlist
- Rebaring, Punchlist, Closework
- Final Clearing

FLOOR FINISH

Final Paper

WASTE FAMILY

WASTE MANAGEMENT

- Waste from Production more than what is needed
- Waste resulting from excess quantities, surplus, unproductive work, or waste not ready to be used
- Waste is not a material, it is a problem
- Waste is not a resource, it is a cost
- Waste is not a problem, it is a solution
- Waste is not a burden, it is a challenge
- Waste is not a waste, it is a resource

SHOUT-OUTS

TP 3 really clean
TP 4 loaned us their forklift and we want to say thank you

FEEDBACK

Ask them for feedback

SAFETY FOCUS

Crane on the South Side
Weather shows that it is going to rain

PERMITS

Welding on Level 3, Area A - Hot Work Permit
Digging East Side of the project - Dig Permit

DELIVERIES & STRATEGY

Load of conduit for Zone 3, 2:00pm - Show that on the Logistics Plan

TRAINING

Delivery System

PLAN

Activity 1
Activity 4
Activity 5 - Crane

WEATHER

80% Chance of Rain & Cloudy

HOIST / DELIVERY ROLES:

- EVERYTHING ON PALLETS
- STAGING AREA 100% COORDINATED
- DELIVERIES PAINTED BY CONTRACTOR
- REMOVE TRASH NOW OR IMMEDIATELY
- KEEP DECK HOIST DECK CLEAR
- KEEP SURROUNDING AREAS CLEAN
- REDUCED INVENTORY WHERE POSSIBLE
- HOIST OPERATOR PROCEEDS ONLY WHEN
- RULES ARE FOLLOWED



每日晨间工人站会

IPCS™ 与 LAST PLANNER® 会议

1

参与人员：项目主管、现场工程师、领班及全体施工班组

周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训			安全入场培训	
9AM	团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会
10AM				BIM 协调	
11AM		OAC 会议			
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

目的

2

将全体人员汇聚成一个紧密合作的团队，向所有施工班组明确传达当天的工作计划，确保每个人都清楚自己的任务、接口与要求。让每位成员在工作中感受到目标感、归属感和被尊重的体验。



议程：

- 集体拉伸热身
- 表扬与肯定
- 征求班组意见与反馈
- 简明扼要地宣贯当日工作计划
- 明确当日安全重点
- 回顾前一天“反思巡检”中发现的安全观察项
- 通报问题整改情况，并确认是否已闭环（若未完成，要求班组在开工前立即处理，推动问题关闭）
- 传达并落实业主提出的重点事项
- 重申现场清洁与工完场清的要求
- 询问是否有人需要施工许可，并当场指明办理人员或地点（会后立即办理）
- 通报当日材料/设备到货安排及卸货策略
- 说明当日培训安排（如岗前交底、专项培训等）
- 提示当日天气情况及应对措施
- 鼓励各班组在开工前自行组织小组准备会
- 强调必须严格执行作业前安全交底

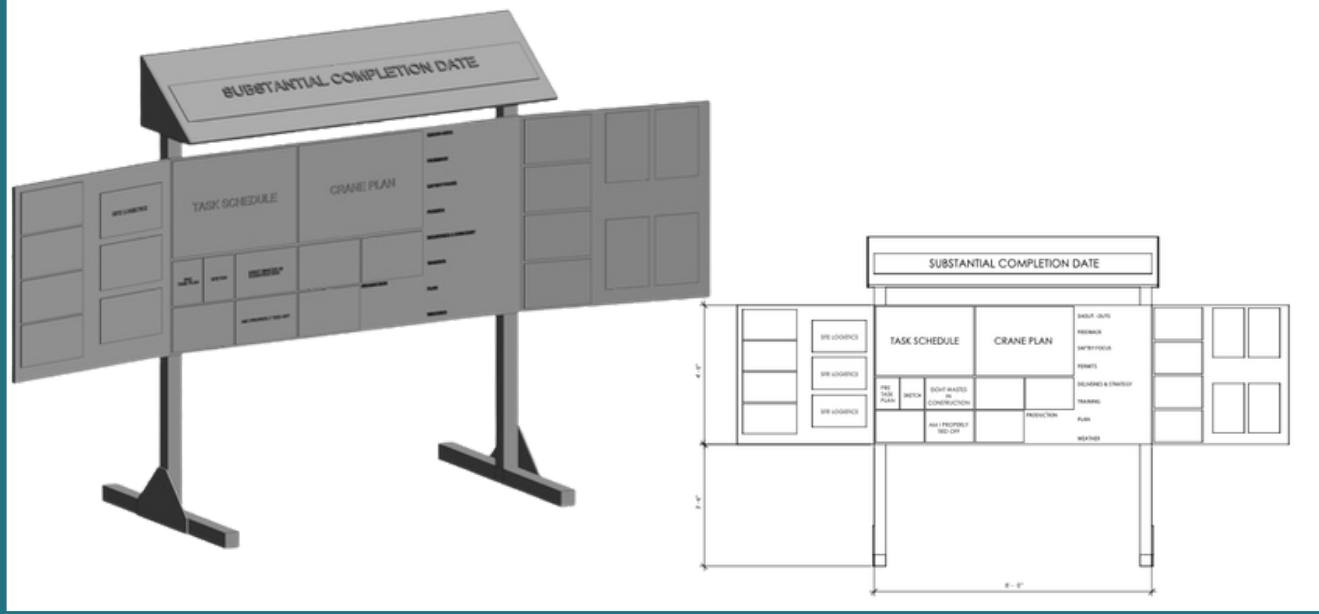
每日晨间工人站会

3

现场需展示的可视化内容：

- 每日计划
- 每日计划看板

每日计划实体看板



每日计划

**Cleanliness, Organization and the Right-Sizing of Inventory Buffers
Are a Projects' Best Indicator of Health and Stability!**

PLAN IT FIRST, BUILD IT RIGHT & FINISH AS YOU GO!

TAKT SCHEDULE

SHOUT-OUTS
TP 3 really clean
TP 4 loaned us their forklift and we want to say thank you

FEEDBACK
Ask them for feedback

SAFETY FOCUS
Crane on the South Side
Weather shows that it is going to rain

PERMITS
Welding on Level 3, Area A - Hot Work Permit
Digging East Side of the project - Dig Permit

DELIVERIES & STRATEGY
Load of conduit for Zone 3, 2:00pm - Show that on the Logistics Plan

TRAINING
Delivery System

PLAN
Activity 1
Activity 4
Activity 5 - Crane

WEATHER
80% Chance of Rain & Cloudy

HOIST / DELIVERY ROLES:

- EVERYTHING ON PALLETS
- STAGING AREA 100% COORDINATED
- DELIVERIES PAINTED BY CONTRACTOR
- REMOVE TRASH NOW OR IMMEDIATELY
- KEEP DECK HOIST DECK CLEAR
- KEEP SURROUNDING AREAS CLEAN
- REDUCED INVENTORY WHERE POSSIBLE
- HOIST OPERATOR PROCEEDS ONLY WHEN
- RULES ARE FOLLOWED

WASTE FAMILY



每日班组准备会

IPCS™ 与 LAST PLANNER® 会议

1

参与人员：领班及所属施工班组
周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训			安全入场培训	
9AM	团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会
10AM				BIM 协调	
11AM		OAC 会议			
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2

目的：领班与班组成员共同规划当日作业，完成安全交底，统一标准作业步骤，优化工作区域，消除浪费，确保安全、高效、有序开工。

例行流程：



- 表扬与肯定
- 安全培训主题
- 复核标准作业步骤
- 分享前一天的“两秒精益”改进建议
- 进行15分钟的作业区域踏勘，并同步规划安全措施
- 集体填写、讲解并签署作业前安全交底（PTP）
- 领班在填写工前计划（PTP）时，班组同步开展工作区6S整理
- 通过消除九大浪费，为作业区的成功施工做好准备，重点关注以下几点：
 - 材料库存过剩
 - 运输浪费
 - 动作浪费
- 提前集中所有工具和所需设备，以避免到处寻找
- 安全隔离非作业区域
- 按照标准作业步骤开始工作并执行任务



每日班组准备会

3

现场需展示的可视化内容：

- 当日计划链接
- 晨会集合区
- 可视化流动看板
- 作业前安全交底
- 质量作业前交底
- 6S检查卡

当日计划链接

晨会集合区

作业前交底

workflows 看板

FOW - Keynote 7 Epoxy Flooring Process [At All Areas]

Ceramic Carpet #400 Decorative Broadcast

FLOW GOALS

- Level Floor
- No Moisture Issues
- No Floor Telegraphing
- No Joint Treatment Popping Off

FLOW METHODS

- Whole-site Floors to drill RH Moisture probes in locations designated.
- Prep Concrete sub grade to achieve CSP 2 - 3 (Grind Concrete) and porosity per ASTM 3199.
- Clean all control joints and construction joints per Peter Craig's recommendations.
- Concrete must be porous, smooth, sound, clean and free of any contaminants which may hinder adhesion.
- Treat Control Joints using General Polymers MVT epoxy to full depth of joint per Peter Craig's recommendation.
- Treat Construction Joints by cleaning side walls of joints to a depth of 1 1/2" per Peter Craig's recommendation and fill joint with General Polymers MVT epoxy.
- Control Joints and settlement cracks greater than 1/8" will be filled with General Polymers MVT epoxy and sand mixture.
- Install General Polymers MVT epoxy based moisture mitigation system.
- Install Ceramic Carpet 400 (Epoxy Quartz Double Broadcast) directly over Moisture Vapor System within proper recast time.

Treatment of Curled Joints & Random Cracks:

快速卡

LEAN LEADERS TAKE ACTION WHEN THEY FIND...

MUDA - WASTE	MURA - UNEVENNESS
<ul style="list-style-type: none"> DEFECTS TRANSPORTATION MOTION WAITING INVENTORY 	<ul style="list-style-type: none"> SELECTIVE WORK ROUNDOFFS DELATED WORK PRODUCTION LOSS STOPS AND RESTARTS UNLEVEL ZONES UNLEVEL CREWS VARIATION TRAFFIC PROCESS BOTTLENECKS ZONE BOTTLENECKS
OVER-PROCESSING	MURI - OVERBURDEN
<ul style="list-style-type: none"> OVER-PROCESSING UNUSED TALENT OVER-PRODUCTION 	<ul style="list-style-type: none"> WORKERS BEING PUSHED WORKERS GOING TOO FAST TOO MUCH OVERTIME TOO MANY AREAS TO WORK IN TOO MUCH CONTEXT SWITCHING ZONE WORK DENSITY TOO HIGH NOT ENOUGH PEOPLE FOR THE TASK FATIGUE FROM WORK CONDITIONS WORKING BEYOND TRAINING LACK OF NEEDED RESOURCES WORK TOO COMPLEX LACK OF BREAKS LACK OF BUFFERS

THE KEY

- MEMORIZE THE WASTES
- LEARN TO SEE THEM EVERYWHERE
- LET IT BUG YOU
- TAKE TIME EVERY DAY TO FIX THEM
- TAKE BEFORE AND AFTER VIDEOS TO SCALE THE CULTURE

FIND THEM WITH 5S

- SOBT
- STRAIGHTEN
- SEQUENCE
- STANDARDIZE
- SUSTAIN



每日作业区管控巡检

LAST PLANNER® 与 TPS® 活动

1 参与人员：项目主管、助理项目主管、工种负责人、现场工程师、领班

周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训 团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	安全入场培训 团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM 协调	
10AM		OAC 会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2 目的：实现“计划—施工—收尾”一体化。领班与项目主管必须结合前瞻计划与区域划分图，督促各班组负责人做到“干完一段、清完一段、验完一段”，同步为下一作业区做好准备，并及时满足现场各项需求。

项目主管和领班聚焦区域管控，以争取时间、提升工效。

操作步骤：

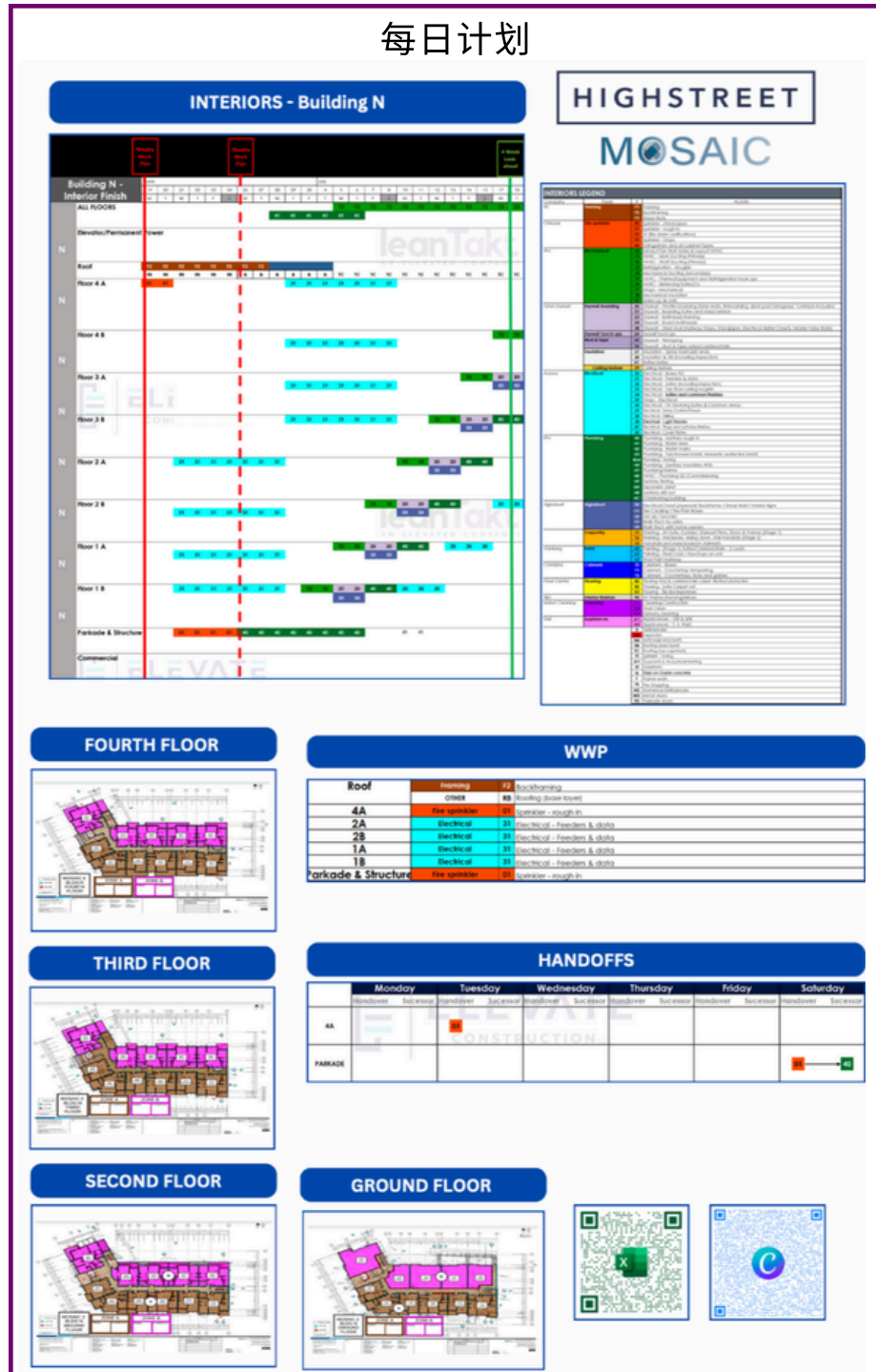
- 拿着当日计划
- 按区走场
- 边查边记
- 边干边备
- 记要点
- 带回团队
- 马上行动保流畅
- 晨会汇报



每日作业区管控巡检

3 现场需展示的可视化内容:

- 每日计划



*example from Highstreet Ventures

团队每日站会

FIRST PLANNER® 会议

1

参与人员：项目经理、项目主管、项目工程师、现场工
程师



周度会议计划

	周一	周二	周三	周四	周五
5AM			没有会议		没有会议
6AM	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会	晨间工人站会 班组准备会
7AM	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检	作业区巡检
8AM	安全入场培训 团队周度 战术会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会	团队每日站会
9AM				BIM 协调	
10AM		OAC 会议			
11AM					
12PM					
1PM	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会	领班每日站会
2PM	战略规划 与采购	工种合作方 周度战术会		协调	
3PM				会议	
4PM				占位	
5PM					

2

目的：项目管理团队统一目标、明确任务、对齐当日计划，并识别和清除阻碍现场施工流动的障碍。通过高效协作，**办公室团队**主动支撑现场作业，提前发现并解决生产制约因素。

- 集结项目管理团队
- 快速识别、讨论并解决关键问题
- 采用 **Scrum** 框架，以轻快、聚焦、互动的方式推进任务落地

目标：

- 团队清晰判断是否正按计划达成冲刺目标
- 成员互相支持，主动识别并清除障碍与制约因素
- 通过 Scrum 看板对现场任务进行优先级排序，确保重点突出、资源聚焦
- 每位成员离会时都明确：管理团队如何精准赋能一线班组，避免工作重复或遗漏
- 办公室团队始终以“为现场创造流动”为核心导向，聚焦消除浪费、打通流程、保障就绪

议程：

要问的问题：

1. 昨天你完成了什么？
2. 今天你计划做什么？
3. 现场需要什么支持？
4. 有什么阻碍了你的进展？
5. 更新 Scrum 看板

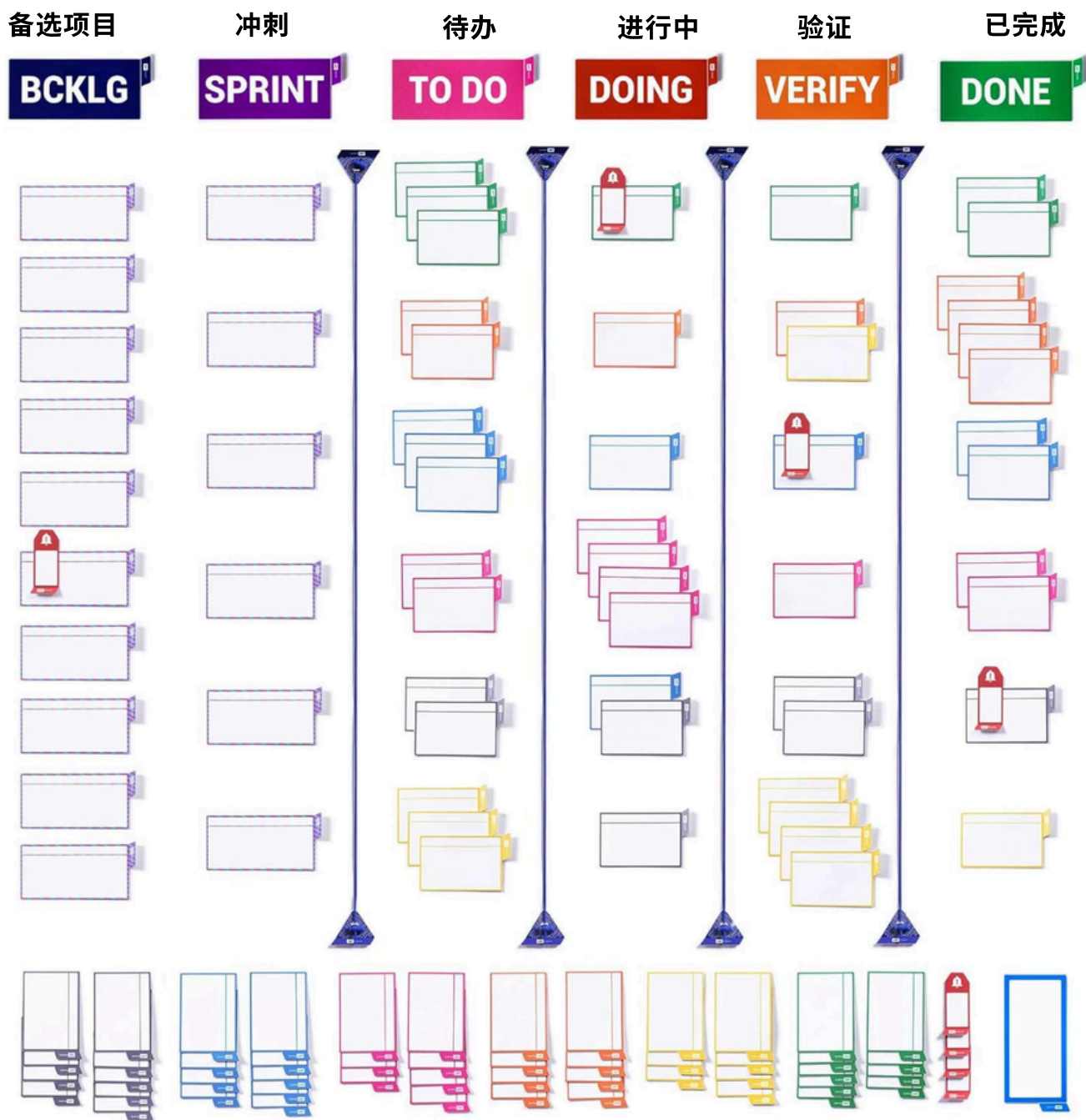


团队每日站会

3

现场需展示的可视化内容：

- SCRUM 看板



步骤 12



你将与团队密切合作，建立一套系统化的会议流程，以确保管理层的计划能够顺畅地传达至一线作业，并在高度协同的环境中得以实施。在初期策划阶段，与首位计划员（First Planners）携手合作意味着你们能够在“施工列车”到达之前清除潜在障碍，确保列车在施工期间运行平稳且高效。借助 Takt 生产系统（Takt Production System®）和末位计划员（Last Planner®）的成果，我们能够清晰识别这列“施工列车”及其前方待完成的任务。这样，你就能有效管理前方环境，并精准引导列车顺利穿越整个施工过程。

TAKT 引导

TAKT 管控



制约因素 是

在工种列车设计中，有一些可以调整、修正或绕行的要素。具体包括：

- 支持进度最慢的工种或 Takt 作业区
- 调整作业区的数量
- 重新规划作业路径，以避免项目中的永久性条件

障碍 是

在工种列车到达之前，必须清理的事项包括：

- 前序班组未完成的工作
- 技术信息尚未准备好
- 劳动力未到位
- 材料送货延迟

引导与
指导项目



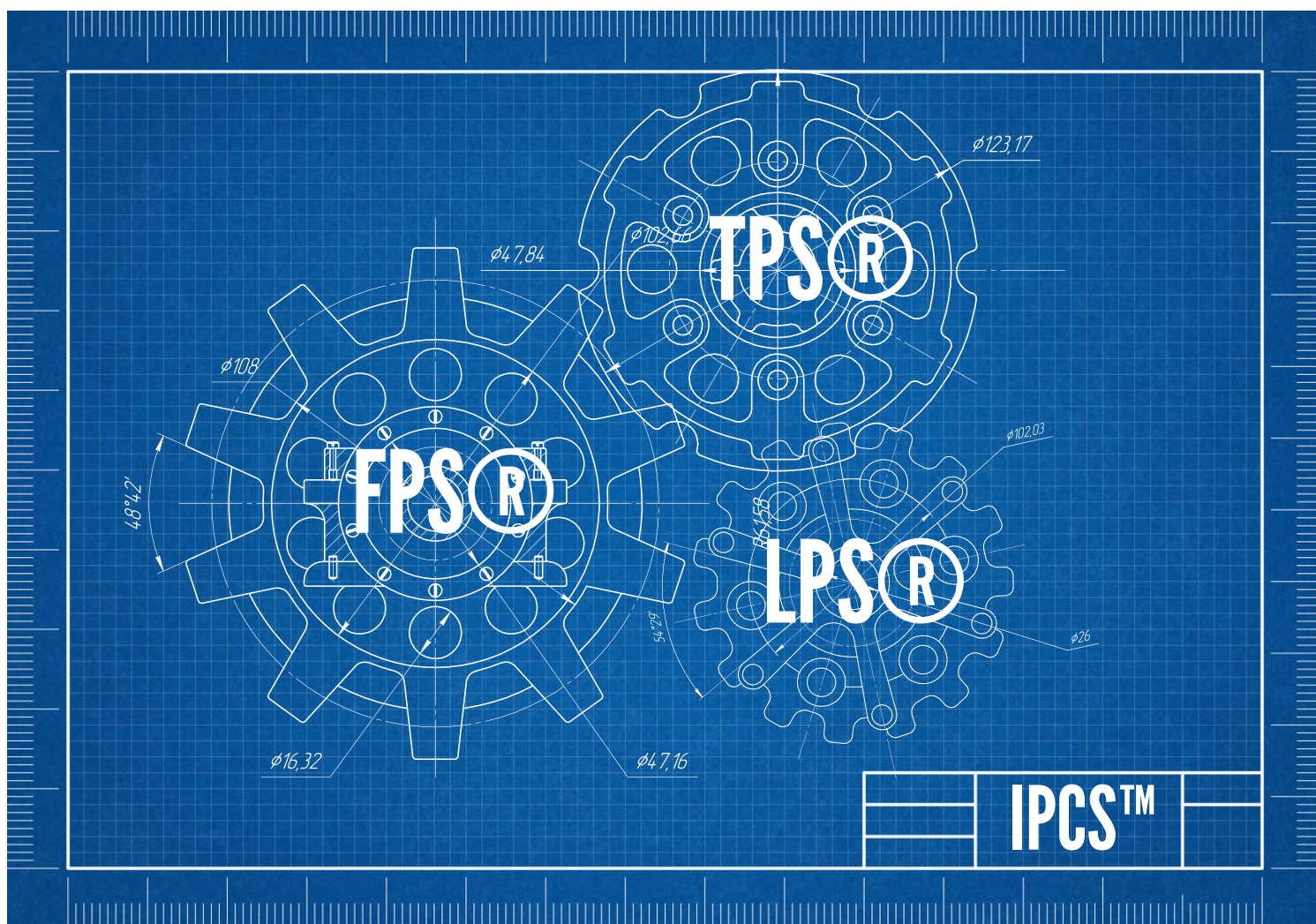
管控
作业环境



我不相信控制个人，而是相信掌控环境并引导“施工列车”向前推进。欢迎您加入《第二册：Takt引导与管控》，探索项目团队如何延续前期策划的成功，并在现场有效实施执行策略。

请牢记，Takt 只有在与其它精益方法论协同运用时，才能真正达到成功。这正是我们设计集成化生产控制系统（IPCSTM）的初衷——它创建了一个统一的手段与方法，将所有基本的精益理念融为一体，从而实现卓越的运营效果。如果您需要支持，想要将精益作为一个完整的体系进行有效实施，请随时与我联系：

- 电话：602.571.8987
- 邮箱：jasons@elevateconstructionist.com



TAKT 规划回顾

Takt 规划：理想的前端策划工具

Takt 规划是末位计划员系统 (LPS®) 的基础，也是最理想的前端策划工具。它构建了项目的整体流动——包括 workflow、工种流和物流，并将其输入到 LPS® 和 Scrum 中。Takt 计划在项目早期制定，此时仍有足够的时间将设计、采购和劳动力与施工序列对齐。这种早期对齐及后续执行阶段使用的可视化工具，使团队能够更好地准备、实现更顺畅的工序交接，最终确保项目的可靠交付。

Takt 计划的特点：

- 一份基于位置的可视化生产计划，清晰展示时间与空间的关系
- 展示 workflow、工种流和物流（何时、何事、何地、何人、如何做）
- 按固定节拍（节奏）进行规划
- 设置合理的缓冲
- 通过单一流程和限制在制品来稳定作业节奏
- 具备合理可行的总工期

实现的目标：

Takt 规划是一套在现场创造稳定性的系统，旨在：

- 提升团队与建造方的整体能力
- 保持稳定的班组规模
- 维持一致的材料库存水平
- 在工作到达前识别并清除障碍
- 实现“干完一段、清完一段、验完一段”
- 建立扎实的质量管理机制

独特的计划系统：

Takt 规划是唯一能够同时展现以下三种流动的计划系统：

- 工作流
- 工种流
- 物流

流动评估的维度：

流动的判断通过评估计划的以下三个维度：

- 节奏
- 连续性
- 一致性

核心生产定律：

该结构不仅支持，甚至“迫使”使用者遵循五大核心生产定律：

- 利特尔法则
- 瓶颈定律
- 变异影响定律
- 金曼公式
- 露西定律

最终成果：

通过实施 Takt 规划，可以实现以下成果：

- 更健康的项目总工期
- 将复杂项目转化为简洁易读的可视化计划
- 营造相互尊重且稳定的作业环境
- 在整体项目周期中赢得宝贵时间

总结

行动的时刻已经来临！Takt 规划的核心要素具有数百年的历史，并且经过反复验证，能够有效引导项目走向成功。帝国大厦、五角大楼改造工程以及众多其他标志性项目，均成功运用了 Takt 方法，实现高质量的建设与胜利。目前行业的现状令人警醒：仅有 49.5% 的项目能在预算内完成，只有 8.5% 的项目同时满足预算和工期要求，而真正按预算、按工期且符合预期交付的项目比例仅为 0.5%。由此可见，变革迫在眉睫。

大多数人将项目失败归咎于：

- 人员问题
- 施工队伍表现不佳
- 供应链波动严重
- 业主缺乏专业知识
- 分包商管理不善
- 外部环境不可控

.....但这些观点完全是无稽之谈！

问题并不在于人，而在于流程与系统。只要我们不建立正确的系统，不依赖这些系统科学地规划项目，整个行业就永远无法真正进步，更无法实现项目的成功交付。

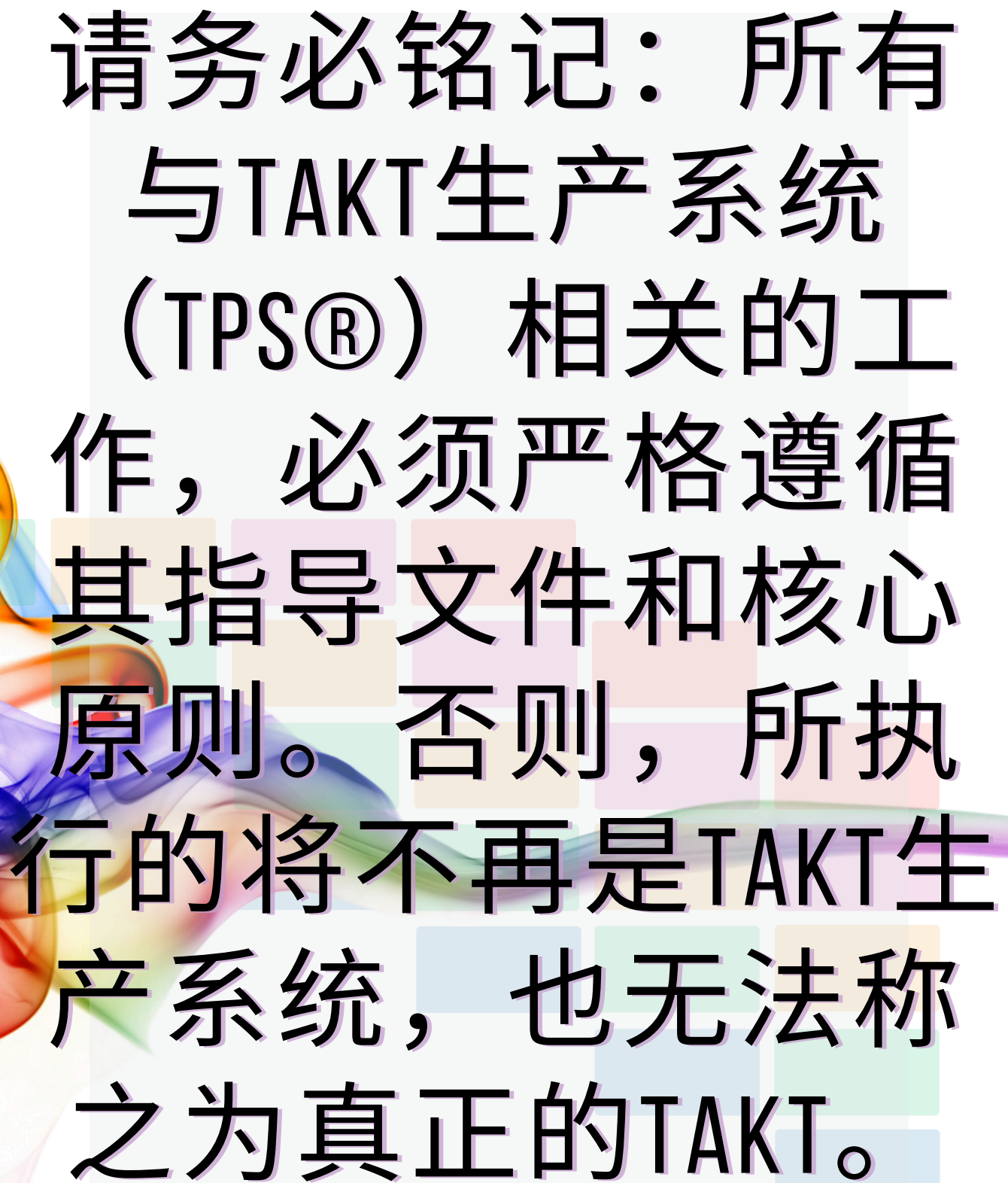
事实是：项目从来不是“逐渐变差”的——它们从一开始就埋下了失败的种子。如果你希望今天就改变项目的局面，就必须学习、应用并充分发挥 Takt 生产系统的力量。

Takt 将为施工队带来尊重，为现场带来稳定，为工作带来流动。

Takt 规划、Takt 引导与 Takt 管控是所有精益思想的核心主线，也是激活其他一切精益理念的基础。

——杰森·施罗德 (Jason Schroeder)
Elevate & LeanTakt 创始人兼首席运营官





请务必铭记：所有
与TAKT生产系统
(TPS®) 相关的工作，
必须严格遵循
其指导文件和核心
原则。否则，所执
行的将不再是TAKT生
产系统，也无法称
之为真正的TAKT。

TPS[®] 规则

TAKT 计划是.....

- 高度可视化、清晰明了、易于理解。
- 全程以**节奏、连续性和一致性**进行规划。
- 根据工作密度**合理均衡**任务，并运用利特尔法则进行**优化**。
- 始终采用左侧为**空间 (Takt 作业区)**、顶部为**时间 (Takt 周期)**的标准格式排布。

TAKT 计划员必须.....

- 以单一流程为基础，严格控制在制品 (WIP) 的数量。
- 保护**工作流、班组流和工种流**，避免任务堆叠或过载。
- 聚焦于在“工种列车”抵达之前消除障碍，并动态调整列车中的限制因素。
- **聚焦于质量**：首先要规划质量，确保一次做对，边实施边调整，达到“完工即达标”的目标。

TAKT 计划包含.....

- 设置适当的缓冲，以应对各阶段固有的风险和波动
- 合理制定总工期，确保项目高效推进，同时维护作业人员的健康与士气。

TPS® 原则

在制定计划的初期，务必根据作业区的密度进行识别和划分。

你需要拥有一份可视化的生产计划，确保它既清晰又美观。

Takt 计划最迟须在方案设计阶段完成，
以便我们有效**保障**项目预算与工期。

实际施工人员始终参与制定，并与 Takt 生产计划保持一致。

你需要的是一套生产**系统**，而不仅仅是一份计划。

成本、生产、质量和安全同等重要，但 Takt 生产计划必须**优先**制定，
并以此为基础支撑其余各项目目标的实现。

一份生产计划若从一开始就缺乏有效的**采购**管理手段，
就无法真正发挥作用。

你的质量控制计划本身是一个动态系统。只有一次性做好，才能真正提高效率。

高手专注于物流。物流规划是生产系统不可或缺的重要部分。

在离开前期策划阶段**之前**，必须完成并审核计划、进度安排和生产系统。

始终保护工种作业**流**。

你应该能够清晰地了解当前缓冲时间与项目最终交付日期之间的关系。

TPS[®]与流动法则

Takt生产系统与流动法则的实践

Takt生产系统坚持并落实艾利·高德拉特提出的流动法则。这些法则并非过时的抽象理论，而是切实可行的操作指南——只要严格遵循，便能建立一个可靠、可预测且尊重一线员工的生产体系。Takt不仅符合这些法则，更在建筑项目现场有效地应用，使其生动且高效地运作。

分级处置

Takt 规划中的“分级处置”机制

“分级处置”机制旨在确保我们能够主动识别优先事项，并将资源精准地分配到最需要的地方。通过可视化工作流程和明确各工种的作业节拍，我们能够自然地完成任务进行分级——确保关键路径获得应有的关注，无需混乱，也无需猜测。

杜绝有害的 多任务作业

Takt的核心作用

Takt 本质上能够平衡工作负荷，并限制在制品的数量。班组按照严格的单任务节奏依次流转于各个作业区。这种方式有效地避免了工种的堆叠、频繁的任务切换以及人员疲劳——这些都是“有害多任务作业”的常见表现。

全配套

在 Takt 计划中，我们通过确保材料、信息和前置条件在班组进入作业区之前全部准备到位，使工作能够提前达到“可施工”状态。这一“全配套”原则有效减少了返工、等待和资源混乱，确保了施工的顺利进行与高效完成。

调整剂量

Takt的灵活调整

Takt 让您能够像调整配方一样，精准地校准作业区的数量、规模和工种密度。当出现瓶颈或节拍不协调时，您可以通过拆分班组、调整作业区的规模或修改 Takt 周期来“调整剂量”，以确保施工流程的顺畅与健康。

TPS[®]与流动法则

续

隔离

通过明确的作业区边界和工序交接，Takt有效地将不同工种及工作包进行分隔。这种隔离能够防止作业重叠、冲突和返工，从而确保各班组在不受干扰的情况下顺利完成各自的工作。此外，这种隔离还增强了责任的划分和执行的透明度。

标准化

Takt 规划基于可重复的模式，涵盖标准作业区面积、固定的节拍周期以及一致的班组作业顺序。这种可预测性为标准作业和可视化计划奠定了基础，营造出稳定的工作环境，并持续推动改进。

同步

“Takt”一词的原意为“节拍”或“节奏”。所有工种皆根据统一的Takt节拍时间进行协同作业，从而形成有序且协调的施工流程。其结果是各工种步调一致，工序交接可预测，整个项目能够维持稳定推进的节奏。这种同步性并非偶然协调的结果，而是系统本身核心机制所固有的特征。

缓冲时间

在各个阶段、工种以及项目整体层面，Takt 设置了缓冲时间，以应对施工过程中可能出现的变化，确保系统的稳定性。这些时间缓冲的主要功能是维护施工的流动性，而非干扰工作节奏，从而使团队能够灵活应对变化，避免因强迫加速或产生慌乱而影响效率。

Takt 生产系统不仅仅是一份进度计划或生产方案——它是一套融合了流动、尊重与可靠性的完整体系。上述八项原则并非停留在理论层面，而是体现在每日的现场实践中。正因如此，Takt 不只是“精益”；它是精益建造在施工领域的进化与升华。

TPS® 试点错误

这套高度功能化的系统将为你带来卓越的成果。但如果你忽视其核心规则，就必然遭遇失败——例如：

- ⚠️ 你在整个项目中机械地只采用5天的Takt周期；
- ⚠️ 你以周末作为Takt节拍的唯一基准，把自己锁死在“周末之间的一周”节奏中；
- ⚠️ 你不在Takt“车厢”内对工作包进行拆分、合并与均衡；
- ⚠️ 你未在阶段计划中设置足够的缓冲，无法覆盖实际风险；
- ⚠️ 你未在前期策划阶段尽早制定Takt计划，因而未能确立合理的项目总工期目标，进而导致预算失准；
- ⚠️ 你未让一线建造者（工程经理和领班）参与并认同计划的制定；
- ⚠️ 你未从方案设计阶段起就开始通过台账或Takt计划管理材料采购；
- ⚠️ 当项目经理、工程经理和领班自身不理解或不执行Takt引导与管控（即现场的流动原则）时，往往在首个项目中盲目依赖外部协助，而未能建立内部能力。

Takt 施工必须遵循标准，这正是《Takt 指南》存在的原因。如果你在实施中遇到困难，很可能是因为你遗漏了十大 Takt 诫命之一，或偏离了十二项 Takt 原则中的某一条。

请访问 <http://www.taktguide.com>，查阅行业标准以校准你的实践。

全面的精益结构

启动阶段

开工令阶段

完工阶段

首位计划员系统

设计与前期策划

管理资源与系统要素

- 赢得项目
- 组建团队，设定参数
- 赋能设计团队
- 融合建造者意见制定计划
- 为强势启动做好准备
- 启动工种合作伙伴准备流程

- 团队
- 计划
- 供应链
- 文化
- 培训

TAKT 生产系统

TAKT 规划

引导与管控

- Takt 生产计划（宏观与常规）
- 作业区划分图 + 物流规划图
- 4-6 周前瞻计划
- 现场办公室布局、标识系统与组织架构图
- 采购跟踪台账

- 制约因素管理
- 障碍清除
- 作业区管控
- 延误管理
- 责任落实

末位计划员系统

- 会议与晨会体系
- 协同协作机制
- 生产计划交付成果
- 可视化作业环境

以人为本，依托 IPCS™

- 管理工作负荷——兼顾产能与能力
- 业主的范式（核心理念与期望）
- 团队思维模式
- 系统的目标
- 项目的组织结构
- 系统的运行规则



集成化生产管控系统™（IPCSTM）通过 Takt 生产系统（TPS®）、首位计划员系统®（FPS®）和末位计划员系统®（LPS®），将人员紧密协同，有效掌控生产节奏，确保项目准时交付，并打造一支高效且充满成就感的团队。





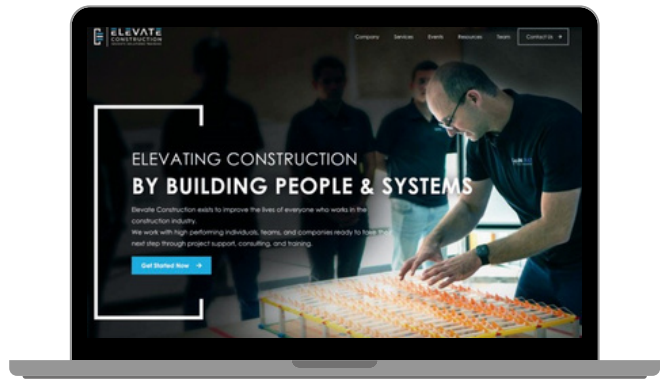


资源已就绪!

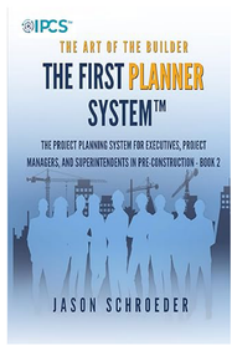
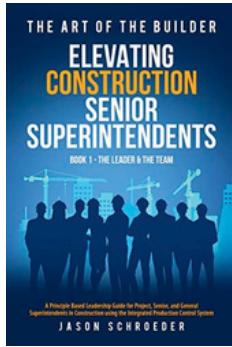
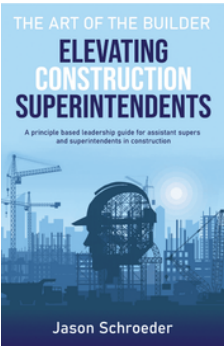
欢迎访问我们的博客、活动页面，并免费下载实用模板!



 elevateconstructionist.com
 @LeanTakt



欢迎查阅我们的书籍!





支持已就位!

通过打造稳定、流动与尊重，助力您的项目取得成功。
我们提供一系列服务选项，全程指导并支持您推进项目。



Takt 启动会议



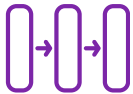
常规节拍（每日）优化



宏观（每周）Takt 制定



拉动计划与验证



CPM 流动分析



周工作计划



将采购纳入 Takt 计划



更新与维护



制作物流规划图



障碍跟踪管理



欢迎访问我们的网站，了解更多!



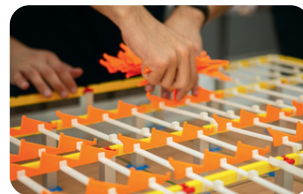
elevateconstructionist.com



@LeanTakt



Elevate Construction
(Spotify 和 Apple Music)



TAKT 模拟实训

我们已经准备好通过这场沉浸式实操模拟，向您的团队传授如何在建筑过程中实现高效流动。每一位参与过此模拟都会成为更出色的建造者。帮助您的团队提升技能，学习如何通过团队合作赢得成功!

开启你的 inTakt 之旅，
感受直观易用的功能如何
让你的项目真正“活”起来。

inTakt



节省时间



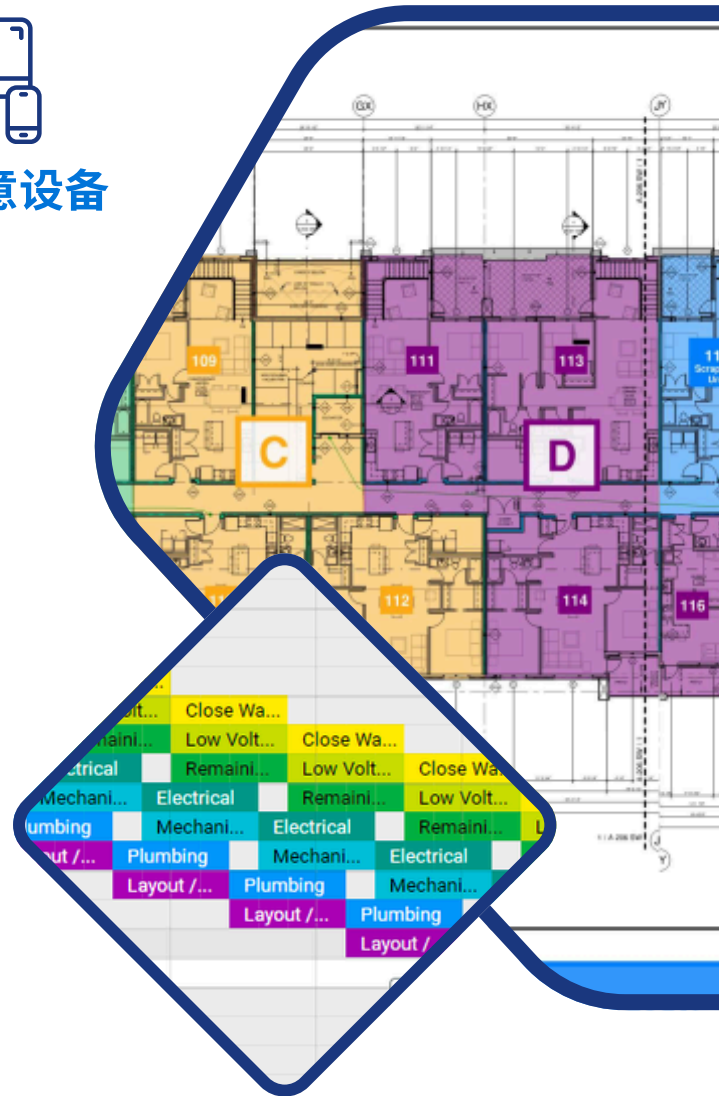
简单易用



支持任意设备

建造用 **流动** 的方式

了解 **inTakt** 如何助力你的团队
在项目中规划、建造并监
控施工流动。



三步轻松上手：



划分 TAKT 作业区

1层

区域 1

区域 2

2层

区域 1

区域 2



明确工作任务

结构

给排水

电气

石膏板

涂装



设定运行参数

工作周

一 二 三 四 五 六 日

Takt 周期

3

开始日期

2025年9月4日