以下内容是对“Train Template V2”的使用说明书的中文翻译。文中所有蓝图类、关键对象、关键枚举、关键函数等（例如“BP\_Train\_Control\_System”、“BP\_Carriage\_Master”、“BP\_RAILWAY”等）将保持英文原文不变；对于可在细节面板或属性中找到的可配置选项（如“Refresh This Track”），则在中文后以括号形式附上原英文名称，以便在UE5中查询对应设置项。

**目录**

1. **简介（Introduction）**
2. **修改与新增内容概览**
   * Railways
   * Trains
3. **总览（Overview）**
4. **项目迁移（Project Migration）**
5. **快速开始指南（Quick Start Guide）**
6. **创建基础轨道（Creating a Basic Track）**
7. **轨道创建（Track Creation）**
   * 自定义轨道长度（Custom Track Length）
   * 转辙器（Switch points）
8. **轨道连接（Track Connections）**
   * 手动连接（Manual connection）
   * 自动连接（Automatic Connection）
   * 手动调整最后一点（Manually place last point）
9. **电力线（Powerlines）**
10. **轨道主题（Railway Themes）**
11. **已知问题（Known Issues）**

**1. 简介（Introduction）**

**Train Template V2** 是原始 Train Template 的新版本，专门针对 Unreal Engine 5.1 及更高版本。  
本项目旨在吸收自 V1 发布以来收集到的所有反馈，对功能进行修改与新增。

**2. 修改与新增内容概览**

**RAILWAYS**

* **两步创建轨道**：先在 Construction Script 中创建 Spline，然后再在游戏开始后（或通过触发器、或者在加载界面立即）创建静态网格（Static Mesh）。这样可以快速在无需加载所有静态网格的情况下原型测试，大大缩短原型搭建时间。
* **静态网格生成**：在轨道开始运行后，Railway 蓝图会使用 Spline Mesh 和层级实例化静态网格（HISMs）根据轨道曲率来铺设轨道，并尽量均匀分布网格，减小纹理拉伸。
* **转辙器（Switch Point）**：使用推杆（push bar）来移动轨道，实现列车在不同轨道间的切换。
* **轨距（Track Gauge）**：V2 使用真实的轨道间距，调整轨距更加方便。
* **创建轨道方式**：可从 Data Table 中使用预制轨道（Premade Tracks），也可用直观快速的系统自定义创建轨道。
* **轨道主题（Railway Themes）**：可通过 Data Table 中配置的不同静态网格集快速切换轨道外观。例如工程中自带的现代、雪地、老旧、荒废、旧西部、科幻等多种主题。

**TRAINS**

* **多蓝图组件**：和 V1 相同，列车由多个 Actors（BP\_Carriage）组成，并通过函数保持同步移动。
* **转向架（Bogie）逻辑改进**：每节车厢使用两个独立的转向架（bogie），但它们不再是车厢蓝图（Carriage blueprint）的 Child Actor，而是直接在该蓝图里进行计算。
* **不同长度车厢**：可自由组合不同长度车厢，并保持同步运行。
* **速度提升**：列车在轨道上最高速度可达 600 km/h。
* **减少 Actor 数量**：与 V1 不同，V2 不再额外使用 Bogie Actors；现在在单个车厢蓝图中实现相同功能，减少了 Actor 数量，从而提升性能。
* **Data Table 定制**：车厢可通过 Data Table 配置长度、转向架类型、音效等基础特性，然后在 BP\_Carriage\_Master 的子类蓝图中添加静态网格等具体资源。
* **Sequencer 支持**：提供专用的 Actor，可以直接复制已有车厢信息并在 Sequencer 中使用，无需重新创建车厢。

**3. 总览（Overview）**

本模板（Template）为开发者在 Unreal Engine 工程（无论在编辑器还是打包后）中，提供运行列车网络所需的全部工具和逻辑。

**4. 项目迁移（Project Migration）**

如果想将本模板迁移到其他工程，请确保先在目标工程中创建自定义的 Trace Channels，具体步骤如下：

1. **创建自定义对象通道（Object Channels）**：在目标工程里，分别创建以下六个 Object Channels，以减少不必要的 Trace 命中结果：
   * **TT\_Switch\_Collision**：火车检测转辙器时使用。
   * **TT\_Signal\_Collision**：火车检测信号机（semaphores）时使用。
   * **TT\_Track\_Collision**：火车检测当前转向架所在轨道、获取距离和方向时使用。
   * **TT\_Train\_Collision**：火车间碰撞检测（避免相撞）时使用。
   * **TT\_Coupler\_Collision**：车厢挂接（coupling）时使用，需要精确检测。
   * **TT\_Track\_Over**：检测轨道末端（无后续连接）时使用。

若因项目限制（最多 18 个 Object 或 Trace Channels）无法增加所有自定义通道，可跳过 **TT\_Signal\_Collision** 和 **TT\_Track\_Over**，转而使用标准 Object Channel 并在检测后进行 For Each Loop，通过 Break 找到需要的对象即可。

1. **执行迁移（Migrate）**：将本模板相关蓝图（例如 BP\_Carriage\_Master）在内容浏览器中右键 -> Migrate，然后按照 UE 的引导将资源迁移到目标项目。

完成后，在目标工程中测试本模板即可。

**5. 快速开始指南（Quick Start Guide）**

若想在新地图中快速创建轨道与列车，可按以下步骤：

1. **确认已正确完成迁移**（若不是在自带示例工程内）。
2. **拖拽 BP\_Train\_Control\_System** 进入场景。
3. **拖拽 BP\_RAILWAY** 进入场景，放置在合适位置。可参见后续“Creating a Basic Track”章节设置轨道。
4. **在同一关卡中**，拖拽一个 **BP\_LOW\_Cost\_TRAIN**（或其他列车蓝图）到轨道上：
   * 如果系统正确工作，你应该能看到一个绿色的 “T” 字形以及一个具有碰撞框的形状。
   * 在细节面板中点击“Refresh”（若有需要），还会显示你将要生成的车厢图标。
5. **开始播放或模拟**：
   * 默认情况下，轨道不可见（可在细节面板中启用 “Draw Track（Draw Track）”），列车会在不可见的轨道上移动。
   * 如果轨道很短，列车将很快停止。
6. **在修改轨道和想生成的列车后**：
   * 你便可驾驶列车并看到轨道显示。

这就是在新关卡中运行列车的最基本设置。更多自定义与深度讲解请见后文。

**6. 创建基础轨道（Creating a Basic Track）**

1. 在内容浏览器中选择 **BP\_RAILWAY**，拖拽到关卡（场景）里，放置在地形或网格上方。
2. 成功放置后，默认只会看到几个简单的调试用形状（例如方块或球），它们真正控制列车逻辑，游戏中会自动隐藏。
3. **V2 版本的重要特性**之一：即使不生成任何静态网格（Static Mesh），仍能让列车在由简单碰撞体（Cube、Sphere 等）构成的逻辑轨道上正常运行。

**主要参数（在 Details 面板中）**

* **Disabled（Disabled）**：若勾选，该轨道完全禁用，不消耗资源。可用于在同一地点测试两条不同轨道，只启用其一。
* **Refresh This Track（Refresh This Track）**：简单的刷新布尔值，再次运行 Construction Script。若要连接更多轨道，需要刷新才能使连接生效。
* **Railway errors（Railway errors）**：只读字符串，用于显示当前轨道状态或错误信息。
* **Railway Name（Railway Name）**：在界面或调试中显示的轨道名称。
* **Max Track Speed（Max Track Speed）**：该轨道允许的最大行驶速度（单位：km/h），列车驶入后会将速度限制到此值。
* **Railway Theme（Railway Theme）**：快速切换轨道可视外观的系统，后文会详述。
* **Number of tracks（Number of tracks）**：轨道数量，默认是 2。若要使用转辙器，至少需 2 条轨道。最多可设置到 20，但数量多会增加 Construction Script 的执行时间。
* **Track Generation Mode（Track Generation Mode）**：V2 中，使用两种模式创建轨道：Sections（分段）和 Premade Tracks（预制）。

**以 Sections（分段）为例**

在数组中添加自定义结构描述每段轨道：可指定轨道类型、数量、Yaw、Pitch、Z Offset、以及命名。

* **Track/Bridge/Tunnel 等**：区分不同段落（普通轨道、桥梁、隧道）。
* **Yaw / Pitch**：决定水平、垂直转弯角度；若相邻段角度不同，系统会自动平滑过渡。
* **Points Z offset（Points Z offset）**：可在该段轨道整体抬升或下移一定高度。

修改数组后，若 **Draw Track（Draw Track）** 为 True，即可在场景中看到静态网格的实际生成效果。为了加快迭代，建议大多数情况下保持其为 False，仅在需要检查外观时才启用。

**多轨道布局**

* **第一条轨道** 从白色方块“R”处开始，若增加轨道数量，则第二条轨道位于第一条轨道右侧，第三条位于左侧，第四条又在右侧依次类推。
* 当曲率较大且轨道数很多时，外侧轨道会变得更弯曲甚至不现实；建议减少轨道数量或降低弯道角度。

通过上述系统，可实现类似环形车站、弧形隧道、桥梁等更复杂的布局，同时减少对网格拉伸的依赖，让静态网格保持更合理的长度和纹理比例。

**7. 轨道创建（Track Creation）**

**7.1 自定义轨道长度（Custom Track Length）**

可通过 **User Set Track Custom Lengths** 数组，指定对某段轨道进行裁切。

* **Spline**：表示第几条子轨道（从 0 开始编号）
* **Max length**：范围 0~1，表示该段轨道长度的倍数，例如 0.5 即减半。

这样可以减少轨道总长度或只生成部分轨道，并在被裁切的末端配合新的 Railway 蓝图做分叉等操作。

**7.2 转辙器（Switch Points）**

可设置四种转辙器类型：

* **Right Active at start**
* **Right Inactive at start**
* **Left Active at start**
* **Left Inactive at start**

“Active at start”表示游戏开始时就是激活状态（转轨），对应黄灯与绿色指示灯横向，以及实际轨道位置移动；“Inactive at start”则保持普通直轨。

* V2 中，一个轨道段若包含多条并行轨道，只需创建一次转辙器，即可同时控制多条轨道的切换，大大减少蓝图操作量。
* 若仅需要对单条轨道独立控制，可在相邻位置放置两个 Railway Blueprint，分别设置其转辙器开关。

**8. 轨道连接（Track Connections）**

**8.1 手动连接（Manual Connection）**

将两个 **BP\_RAILWAY** 的末端或起始端的球体（Sphere）重叠对齐，若显示绿球（重叠）即表示已连接；若仍是红球则未连接。

**注意**：重叠后，需要在另一个轨道蓝图中勾选 **Refresh This Track（Refresh This Track）** 才能生效。  
若发现其中一个轨道是绿色，另一个仍为红色，则说明尚未刷新该轨道。

**8.2 自动连接（Automatic Connection）**

在 **BP\_RAILWAY** 的细节面板中，有一个 **Connections** 列表，可用来简化连接操作：

* **Connect START to Other Railway（Connect START to Other Railway）**
  + 若勾选，指定要连接的其他 Railway 以及该轨道的序号。系统会自动将当前轨道的起点对齐到目标轨道的终点。
* **Connection END to Other Railway（Connection END to Other Railway）**
  + 将本轨道的终点对齐到另一个 Railway Blueprint 的起点，方法类似。

该方法可用于小范围位置修正，不适合大范围或高度差别很大的连接，否则可能造成过度变形、异常弯折或网格变形。对于较大距离或高度变化，建议再加一段轨道进行平滑过渡。

**8.3 手动调整最后一点（Manually place last point）**

可使用 **Manually place last point（Manually place last point）** 选项，通过下方的偏移（Vector）移动轨道终点，比如在 X 方向上移动 5000 单位等。

**9. 电力线（Powerlines）**

若需要带电气化的铁路，可在 **BP\_RAILWAY** 中启用相关选项，自动生成支柱与电线。这些电线使用实例化（Instanced Static Mesh），并不包含曲线弧度（不做真实受力下垂模拟），但会依据轨道曲率分布更多或更少的支柱。

**10. 轨道主题（Railway Themes）**

可在 **Railway Theme（Railway Theme）** 中选择对应的枚举值（如 Modern、Snow、Old 等）。

* 内部原理：使用数据表（Data Table）存储一系列静态网格引用；蓝图在生成轨道时，根据所选主题自动调用对应网格资源。
* 切换主题即可一键更换轨道、转辙器、隧道、车站等所有元素的外观。

**11. 已知问题（Known Issues）**

以下是开发过程中发现且尚未完全解决的问题，欢迎其他使用本模板的开发者一起探索更优方案：

1. **问题**：有时在创建新的长列车并开始移动时，帧率（FPS）会突然降低，出现卡顿。
   * **解决方法**：保存关卡并重启编辑器后，帧率会恢复正常。这似乎是编辑器在新加载大量内容后出现的内存问题，并非逻辑本身导致。
2. **问题**：当火车高速行驶（> 150-200 km/h）时，未被玩家 Possess 的车厢会出现抖动。当前车厢（玩家正在操控的）画面会较平稳，另一节车厢就抖动，若切换到那一节车厢，又会反过来。
   * **解决方法**：无法彻底根除。原因可能与引擎如何更新非玩家控制物体的位置有关。
3. **问题**：玩家在移动中的列车上行走时，如果列车速度超过约 10 km/h，将无法跳跃。
   * **解决方法**：由于角色没有与列车做附着（Attach），UE 的角色移动系统在跳跃计算时不会考虑火车平台的动量，容易导致角色被“甩”出车外。为了安全，模板禁用了高速下的跳跃逻辑。可在 Third Person Character 中找到相关逻辑修改。
4. **问题**：当火车速度超过 150-200 km/h，在车厢之间穿行会出现明显卡顿或抖动。
   * **解决方法**：模板设置在高速时关闭车厢之间的门，防止玩家在极端情况下在车厢内走动，以避免掉出车厢。若确需开放，可自行修改蓝图逻辑，但要承受角色运动的漂移风险。
5. **问题**：V2 中，车厢通过 Event Tick 更新位置（Teleport Body）。在 BP\_Carriage\_Master 中，大部分函数都用计时器（Timer）控制更新频率，但依然有一处在 Event Tick 上。
   * **解决方法**：若非常介意在 Tick 中进行 **SetActorTransform**，可将其移到一个高频计时器（例如 0.01s 触发）里。然而这样会降低可视平滑度，因此模板默认使用 Tick 以获得更流畅的运动。

以上便是 **Train Template V2** 的简要使用说明和已知问题说明。希望能帮助你在 Unreal Engine 5 中更好地创建和管理火车系统。若在使用中遇到任何问题或有更多优化建议，欢迎与我们交流。祝开发顺利!