

无轨电车使用手册

2023年3月6日 | This guidance have English version

此文档由Markdown PDF生成

简介

这是一篇关于在Teardown中制作真实无轨电车系统的手册。

此手册分为三部分：

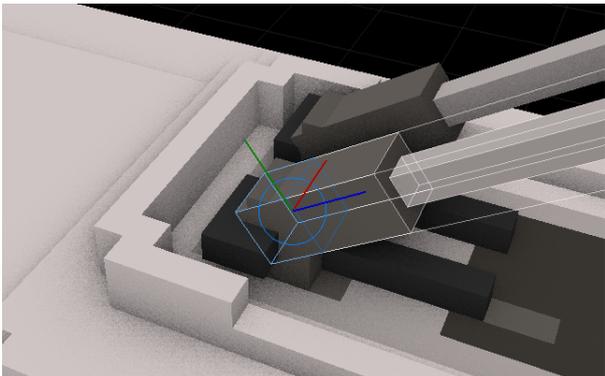
- [基础](#)
 - [高级](#)
 - [限制](#)
-

基础

无轨电车

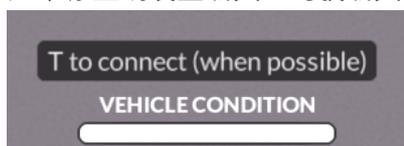
制作/转换或修改载具使其变为无轨电车载具时，你需要确保：

- `trolleybus.lua`是一个单独载具的父类脚本。
- 无轨电车**集电杆**是此载具的子类（**禁止**对集电杆使用`prop=true`）且每个集电杆是单独的动态物体。
- 集电杆体的坐标原点**必须**位于连接集电杆至车体其它部分的连接点的中心。（如下图）



- 集电杆末端的**触靴**应为单独的体素模型并带有`trolleyShoe`标签，推荐使用更小的模型。

如果你正确设置载具，驾驶载具时会看到这个：



注意

- 此模组已经考虑到了铰接式载具，你可以依照上述操作制作铰接式无轨电车。
- 此模组兼容生成。

线路

无轨电车通常沿线路行驶。

铺设线路时需要确保：

- 线路是由节点（体素形）和绳索构成的[接触网](#)组成
- 节点应当选择更小的模型且带有[trolleyNode](#)标签
- 绳索应当只与节点底部连接，推荐将绳索设置为拉伸状态以获得更好的视觉效果。
- 线路不应在除去交汇点之外的位置相交¹。
- 线路应当能够容易被集电杆接触但同时保持足够的空间。
- 曲线路段²应当使用不大于载具转弯半径的曲线半径并使用更短的路段长度³。

笔记

¹: 参见[高级](#)部分。

²: 绳索与两端的节点组成[路段](#)。

³: 避免意外的集电杆脱落。

注意

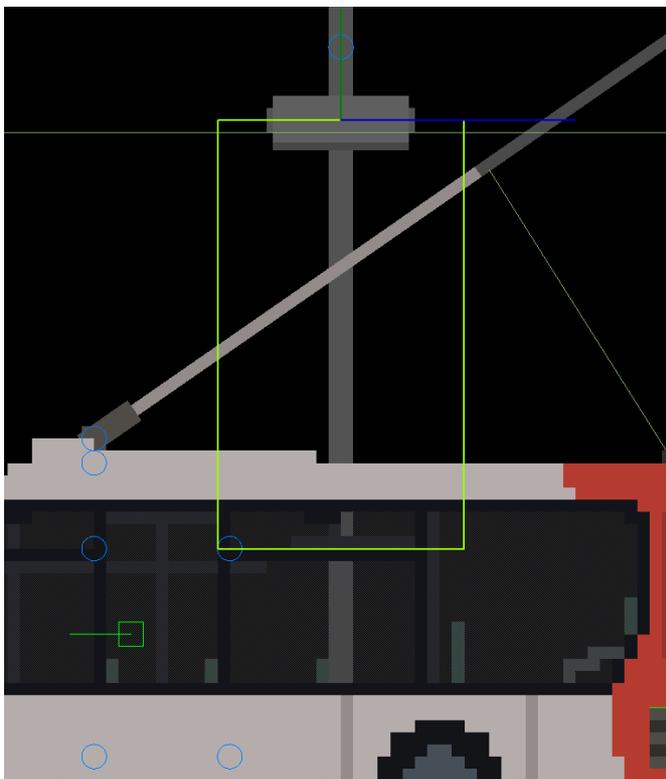
- 此模组兼容[柔性悬挂接触网](#)，参见[高级：忽略绳索](#)。

捕获器

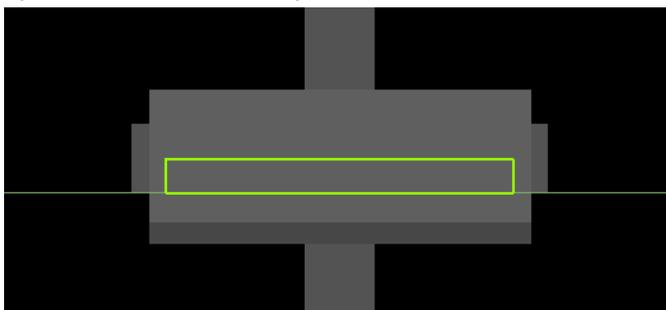
断开线路连接的车辆仅可以使用捕获器以重新连接。

制作捕获器时需要确保：

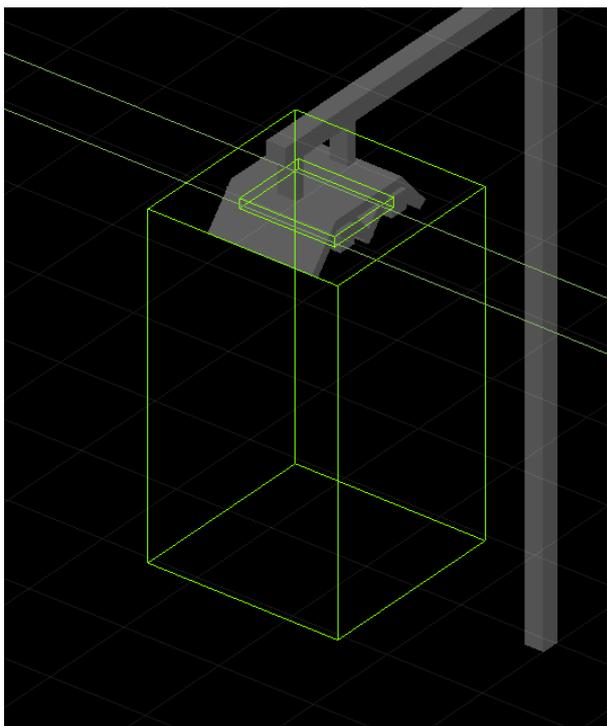
- [capturer.lua](#)是单独捕获器的父类脚本。
- 捕获器的全部节点为同一个带有[trolleyCapture](#)标签的体的子类。
- 线路在捕获器内不交叉。
- 每条线路上仅有一个节点带有附加标签[trolleyCapture](#)
- 第一个触发器：带有[trolleyCapture](#)标签，覆盖捕获器内全部节点及绳索，并且覆盖一个稍大的可以接到载具的空间。（如下图绿色矩形所示）



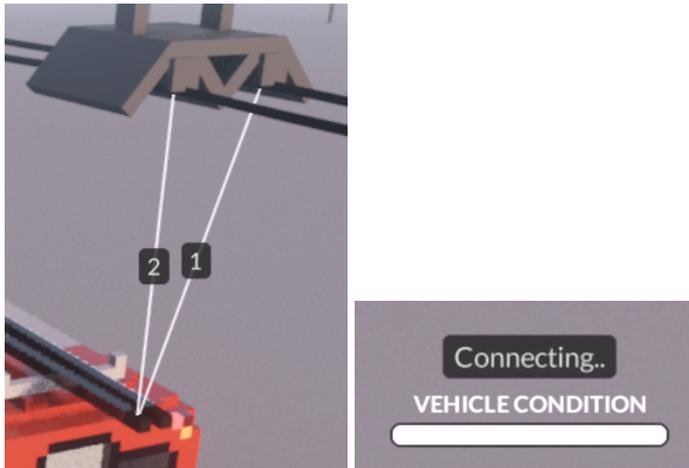
- 第二个触发器：带有**trolleyCheck**标签，仅覆盖捕获器内部**全部**绳索，并确保此触发器体积尽可能小。（如下图绿色矩形所示）



- 捕获器应如下图所示，第一个和第二个触发器被分别显示为大小两个立方体：



如果你正确设置了触发器，将一辆准备连接的无轨电车开到其下方时会显示如下内容：



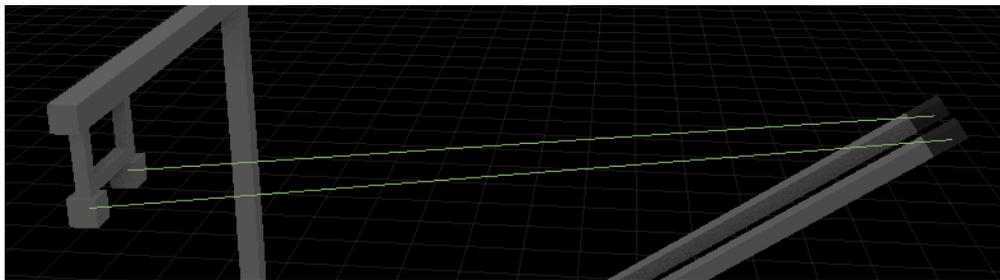
高级

⚠ 请确保你已阅读了[基础部分](#)。

初始连接

你可以让无轨电车在加载后即连接到线路。

将此无轨电车上全部触靴使用带有**trolleyConnect**标签的绳索连接到一条线路上的某些节点。



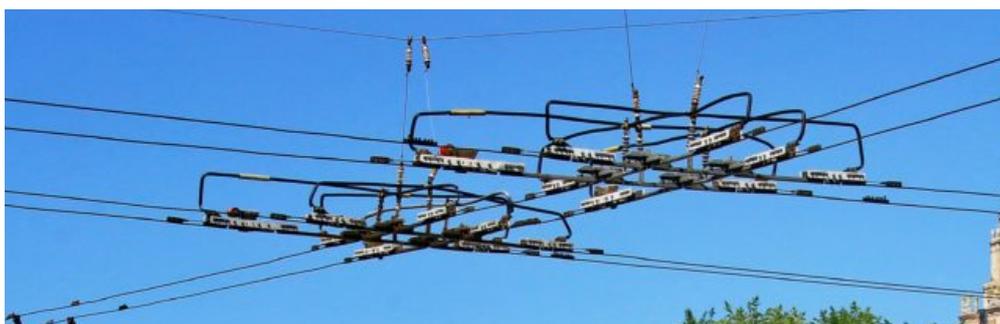
这辆车会在加载后自动连接到该线路并删除绳索。

忽略绳索

给绳索添加**trolleyIgnore**标签可以让脚本忽略。这对于制作柔性绳索悬挂接触网时有很大帮助。

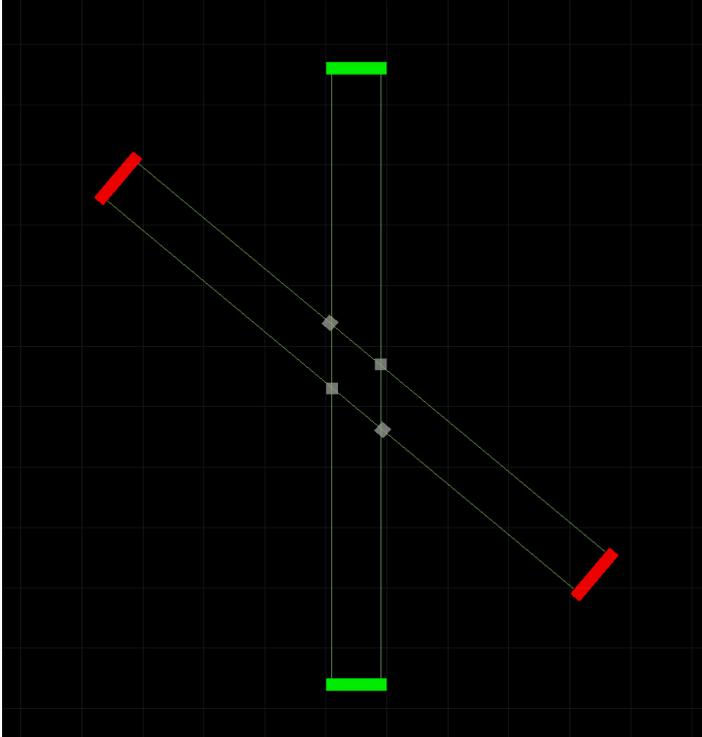
交叉点

和现实世界的交叉点一样，你可以让线路正常地交叉穿过。



制作交叉点时需要确保：

- 路段依照方向分组。
- 同方向绳索需带有 `trolleyGroup=[group]` 标签，此处 `[group]` 是用于分组的独特id。不同的组必须使用不同的id¹。
- ⚠ 禁止在分组id中使用 `-` (连字符减号)
- ⚠ 禁止在分组id中使用 **Lua魔法字符**
- 任意分组中的全部线路必须包含交叉点前后至少一段绳索。(如下所示)



在此图中，两条线路（红线和绿线）相交并形成一个交叉点，位于此图片中的全部绳索已经使用 `trolleyGroup` 标签进行分组。

- 如果有几个临近的交叉点，请将它们处理为一个交叉点。²

笔记

¹: 仅针对相交的分组，不相交的分组可以使用重复的id。

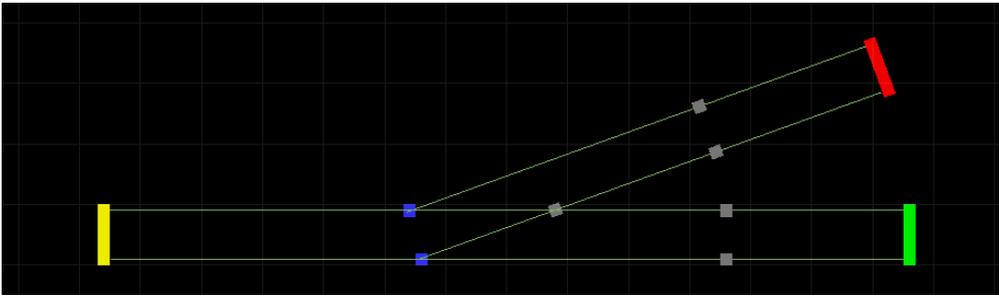
²: 这是由于同一线路上的不同分组之间必须保持至少两个空白路段，反之后续分组将不会被正确识别并拒绝连接。空白路段没有分组因此其可以被任何分组选取。参见[复杂交叉点](#)。

🔗 附加笔记

并线道岔

你可以将并线道岔理解成一种特殊的交叉点：两条线路驶入但只有一条驶出。

正如在[上一节笔记^{\[2\]}](#)中提及的，空白路段可以被任何分组选取，因此我们仅需要将驶入路段到交叉点的部分分组（如下所示）。



- 蓝色节点以及红色段之间的线路分为第一组
- 蓝色节点以及绿色段之间的线路分为第二组
- 蓝色节点以及黄色段之间的线路未分组

笔记

- 每个分支上最短分组长度为距离最近的交叉点/交汇点一个路段。也就是说，在这张图中，连接绿色或红色段的绳索不必需被分组。

⚠ 注意

并线道岔不能充当分线道岔

🔗 附加笔记

分线道岔

尽管看起来很像（如下），分线道岔和并线道岔并不相同。玩家在进入分线道岔前需要选择一个行驶方向（和现实一致）。



与并线道岔，即理论上可以有无数条线路与之相连，不同的是分线道岔仅可以将线路分成两个分岔：

- 通过线路（Through）
- 转出线路（Turnout）

通过线路是无轨电车行驶默认方向，而转出线路需要手动触发。此模组稍微改动了这个控制逻辑因此该操作是一个切换锁定操作。

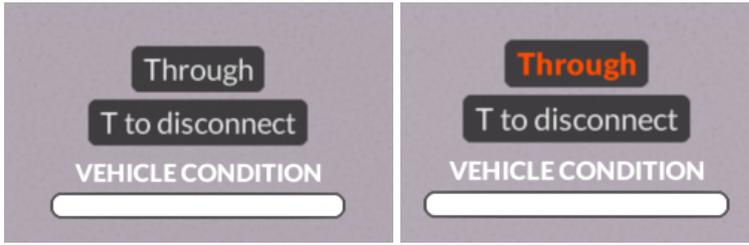
制作一个分线道岔时需要首先制作一个并线道岔，然后确保：

- 线路发生分离的节点带有 `trolleySwitch=[group1]-[group2]` 标签，其中 `[group1]` 和 `[group2]` 为两条线路上的分组id，`[group1]` 是默认通过方向

例如（仅标出标签值）：

- 组1（默认）：10；组2：12；节点：10-12
- 组1（默认）：asd；组2：6；节点：asd-6
- 组1（默认）：7t；组2：p2；节点：7t-p2

- **【可选】** 位于分线道岔前的节点可以带有无标签值的 `trolleySwitch` 标签以延长提示区。(图中标记为橙色的节点)
标记为 `trolleySwitch` 的节点应当连续。



在提示区内部时会显示当前选择的方向；显示文字会在接近分线道岔前变为红色粗体且此时方向选择会被锁定

笔记

- 每个分支上最短分组长度为距离最近的交叉点/交汇点一个路段。也就是说，在这张图中，连接绿色或红色段的绳索不必需被分组。
- 两个分线道岔的最短间距为：两个空白路段，除去其中一段的节点
($N \text{ -- } N \text{ --}$ ， N 为节点， $--$ 为绳索)

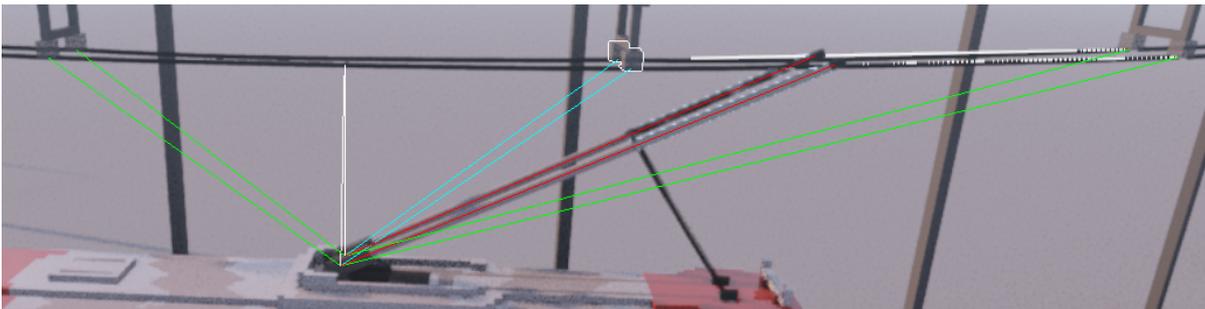
附加笔记

附加笔记

仅依靠上述的部分可能不足够制作更复杂的无轨电车系统。这里我会列出一些要点和几种可能的线路设置，这些内容可能在不查看源码的情况下会非常难以发现并理解。

调试模式

将 `trolleybus.lua` 脚本的一个参数栏 (`param`) 设置为 `DEBUG=true` 可以启用该载具的调试模式。



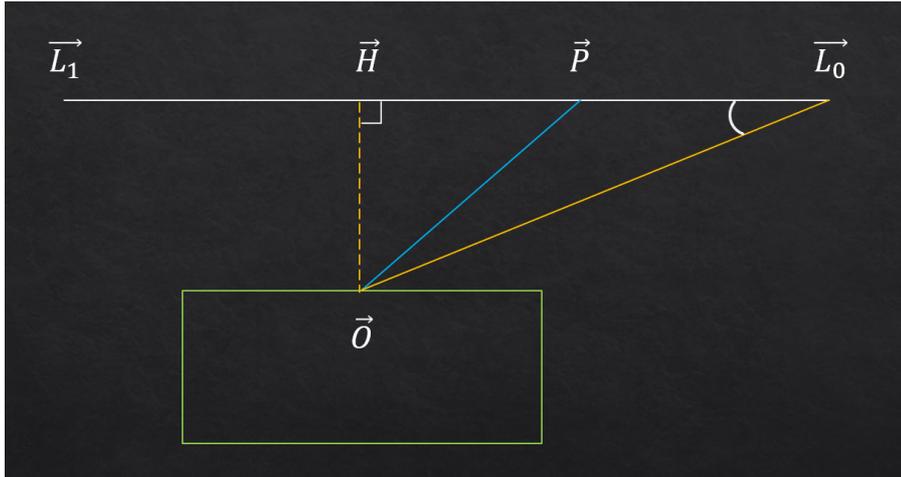
- **蓝色线**指向距离触靴最近的节点。
- **绿色线**指向临近节点，临近节点的数量在无轨电车可以继续沿路线行驶时是两个。
- **红色线**指向计算的连接点，此线段应当总是与集电杆重合。
- **细白线**指向线路上最近点，参见距离限制。
- **粗白线**标记连接的线路，此线段应当总是与线路上一段路段重合。
- 蓝色绿色红色以及细白线的原点为集电杆体原点。

你可以在场景中准备一辆处于调试模式的车辆以便于检查线路设置。

距离限制

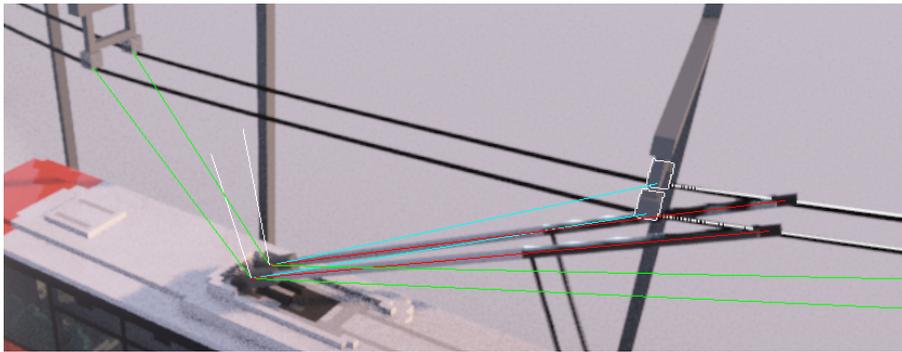
模组存在一个允许集电杆维持连接状态的最大垂直距离。这个值为**集电杆长度的90%**

此处是一辆连接到线路的无轨电车的简化几何模型。



线段 \vec{OP} 是集电杆， \vec{OH} 是垂直距离。当 $|\vec{OH}|$ 大于 $|\vec{OP}| \times 0.9$ 时，集电杆会断开连接。

⚠ 请注意：线路为集电杆连接到的路段所在直线，而不是视觉上距离车辆最近的路段。你可以在弯道路段驾驶启用调试模式的载具时轻易地发现这个。



两根细白线表示垂直距离，你可以看到这两根线会与集电杆所连接到的路段所在的直线相交，而不是与处于车辆上方的路段。

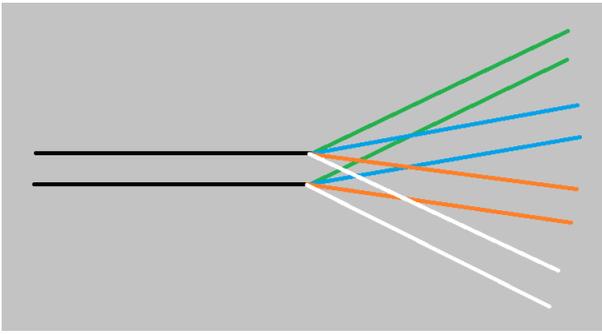
线路终点&自动断开区间

当无轨电车驶入线路终点时，集电杆会在经过最后一个节点后自动断开。

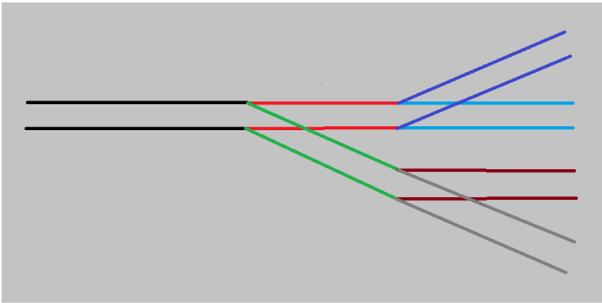
使用上文提到过的`trolleyIgnore`标签，我们可以制作一段看起来与正常路段没有区别但是并不充当接触网的区域。这会让无轨电车驶入该区域时自动断开连接。

连续并线道岔

尽管在理论上你可以制作一个多并单的并线道岔，在制作时想要很好的处理这样的线路连接是很困难的。



因此我们可以使用多个常规并线道岔组合成一个连续并线道岔。



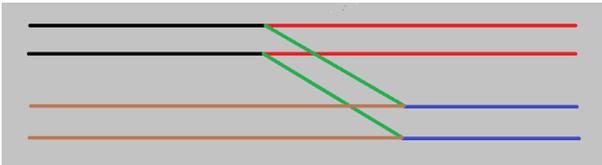
模组允许使用全纳性分组。

比如，1a和2并入1a2，不难看出 $1a+2=1a2$ ；这条线可以并入1a4f2，也就是 $1a+4f+2$ 。

此外，全纳性分组不要求道岔间保持至少两个空白路段。因此连续并线道岔可以做的非常简单紧凑。

转线道岔

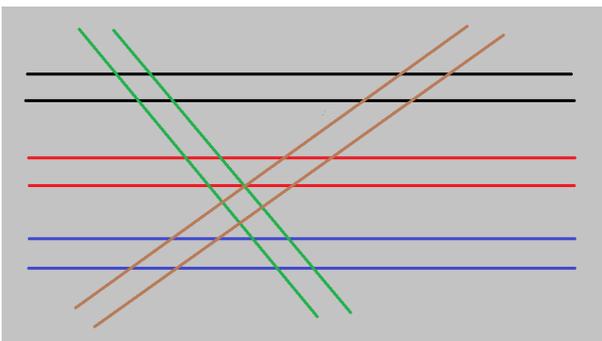
尽管不同分线道岔间存在最小间距要求，并线道岔可以直接放置在分线道岔的分支上。这允许制作单向转线道岔。



同理，也可以制作双向转线以及交叉渡线。

复杂交叉点

如下图所示，我们可以使用合适的分组以便修建更复杂的交叉点。



关于这个的一个小技巧：不同路线之间使用不同分组，同样路线上只使用一个分组。

限制

- **供电模拟**
当前并没有供电模拟，也就是说无轨电车更像混动车。
- **集电杆控制**
集电杆完全依靠自身重力，连接点复位弹簧以及绳索拉力以保持收起状态。
- **松弛绳索**
在当前模组框架下不可能获取一条绳索的弯曲路径，因此模组实际上使用节点以确定绳索路径。这也是我建议绳索保持拉伸状态的原因。