

车道照明 V2.0 产品文档

1 需求分析

1.1 现状分析

车道照明功能自距 2021 年 2 月初首次发布以来已逾半年，这半年中，经过几次推广，该功能已经正式地投入了用户的日常生产中。对于住宅而言，各专业的主要工作量集中在地下车库，而在地下车库的电气照明设计中，车道照明又是占据工作量最大、占据图幅面积最多的任务，其重要性不言而喻。我们在武汉天华进行了深入用户群体的调研和推广，调研证明，虽然本功能存在着一些不足，但其在主要用户心目中仍然占据了最高的地位（见下图）。

优先级 排序	专业	类型	工具	机电提效
1		平面图	车道普通照明布置	

话说到这个份上也不必多言了，是时候做到精益求精了。

1.2 新增需求分析

经过一系列的推广示范和与用户群体的沟通交流，我们获得的改进意见（按重要程度排序）有以下几条：

(1) 需要支持不设置线槽的车道照明灯具布置；

——车道照明灯具具有多种安装方式，目前我们只支持了线槽安装这一种。这是由于目前大部分业主愿意使用这种实际成本更高的方式来获取一个较好的照明效果，但由于天华的项

目覆盖全国，难免会遇到部分地方的开发商不愿意使用成本较高的线槽灯，并坚持要求设计师采用传统的吊链灯。因此，支持传统吊链灯的布置模式，能进一步提高本功能覆盖的业务范围。

(2) 需要支持不设置线槽的车道照明灯具连线；

——当车道照明采用线槽灯时，灯具的供电线路是放置在线槽内部的，因此不需要绘制出灯具间的线路。当不采用线槽，而是采用传统的吊链灯具时，这部分管线就必须绘制出来。

(3) 需要支持车道照明布置成果的重新生成；

——就像开发很难一步到位一样，设计也是几乎不可能一稿通过就不再修改的，一旦面临修改问题，那么就必须上一次布置结果的更新（删除后重新生成）。需要注意在更新时，只更新本功能生成的成果，而不能改变设计师自己的设计成果。

(4) 需要支持用户自定义灯具回路的初始编号；

——灯具的回路编号是设计师设计的，很多情况下，车道照明并不能默认占用 **WLO1** 回路作为初始编号，这个编号需要用户指定。

(5) 需要支持绘制固定布置单条线槽灯的灯槽中心线。

——与 (1) 中所描述的场景相反，许多追求品质的开发商不仅车道要用线槽灯，车位也同样要用线槽灯，因此需要支持用户绘制固定布置单条线槽灯的灯槽中心线，以便和车道中心线区分开来，专用于布置车位线槽灯。

另外，鉴于目前上游专业的图层使用情况，前置功能“提车道中心线”的功能也需要进行一次升级，主要内容有：

(1) 向用户开放自定义拾取车道线所在图层的功能；

——目前我们规定了车道中心线必须位于图层名称为“**AD-SIGN**”的特定图层上，事实证明这一规定是建立在我们一厢情愿地相信上游专业会好好使用图层的前提之上的，实际

并不成立。

(2) 增加预处理工序，过滤可能提取到的干扰杂线。

——另一方面，建筑专业绘制车道线的图层并不是存放车道线的专用图层，无论是楼梯、坡道的起坡线，还是车道的行车方向示意箭头，都有（极大）可能位于同一图层内，这就使得图面上存在很多需要清理的杂线，一旦用户没有（完整地）清理，就会布置出错误的结果，甚至于导致程序的崩溃。

1.3 目标

用户方希望在 **2021 年 12 月** 前获得至少包含上述第**(1)**、**(2)**、**(3)**条功能的新版本；提车道中心线的功能升级也需要在这之前完成。

2 预处理三板斧

——三板斧有六把不是很正常吗？

2.1 只处理可见状态（所在图层未关闭、冻结）的对象

这一步是为了保证避免将实际不可见（打印成图纸时不存在）的图元纳入计算范畴，导致产生如“幽灵柱子”一类的问题。

2.2 解冻、打开、解锁绘图所需图层

这一步是为了避免因需要使用的图层被冻结、关闭、锁定时，无法正常生成结果或生成结果不可见的问题。

2.3 图层特性（颜色、线宽、线型）控制器的控制项均置为 ByLayer

这一步是为了保证绘制的所有线、多段线的图层特性符合 **ByLayer** 的要求。

2.4 将目标区域移动至原点后再进行计算

这一步是为了解决绘图坐标过大时，因 **NTS** 计算精度导致结果出错的问题。

2.5 清除上一次生成的结果

对与本功能而言，应该只删除编组的灯具（和线槽）以及相距这些组的较近（**0~125**）

或位于组内部的 **E-UNIV-NOTE** 图层的文字、**E-BL001-1** 图块。

2.6 选择框线时对多段线进行过滤

支持内部带洞区域。

过滤无法形成闭合区域（面积为 **0**）的多段线。

判断多段线是否闭合时，应考虑首尾点有 **1000** 的容差。

3 提车道中心线功能升级

3.1 自定义图层

提取车道中心线

布灯线槽中心线绘制

绘制

非布灯线槽中心线绘制

绘制

照度要求

☒ 30lx(住宅非人防)

☐ 50lx(共建、人防)

灯具布置

线槽排数

☒ 单排

☐ 双排

线槽宽度：

300

mm

线槽间距：

2700

mm

灯间距：

2700

mm

回路数量

☒ 自动计算

☐ 指定数量

3

布置

回路标注

回路统计

在当前 UI 上（箭头指定位置）补充用户输入车道线所在图层的输入框，可参考田工的

火灾报警系统图 UI 界面样式（仅指样式）：

添加防火分区图层: (建议包含防火分区编号信息)

添加

请选择防火分区所在图层

☒AD-AREA-DIVD

☒防火分区

☐****9-地下平面TEN257AE\$0\$AD-AREA-DIVD

☐_覆盖A09-地下平面_TEN257AE\$0\$防火分区

☐****意图TEN2529K_设计区\$0\$AE-PATN-MATE

☐****平面TEN257A8_设计区\$0\$AD-AREA-DIVD

☐****TEN257A2_设计区_0\$0\$AD-AREA-DIVD

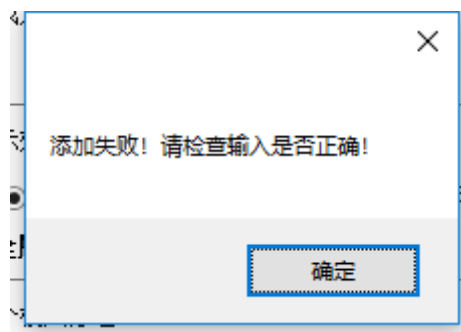
☐****底图TEN257AE_设计区\$0\$AD-AREA-DIVD

确定

AD-SIGN 作为默认勾选的图层。

其余图层由用户输入或手动拾取。

输入：用户在输入框内键入图层名称后，点击添加按钮，程序判断本图纸（包括外参）是否存在该图层，若存在，则添加该图层至下方的复选列表，否则弹窗提示用户：



手动拾取：点击拾取按钮后，程序面板最小化并回到 **CAD** 主界面，并在命令行提示用户选择车道线所在的图层。用户用鼠标拾取框点击特定图元（拾取动作要能穿透至外参内，并且能支持框选、反选、多选），点击选择图元并获取图层名称后，在命令行提示用户已选择 **N** 个图层，本次拾取到的图层为：**XXXX**。用户键入空格/回车后获取目标图元的图层（当选择的目标图元是块时，应穿透块，选择线/多段线的真实图层），程序面板此时重新弹回。

成功输入/手动拾取的图层，复选框自动设置为被选择的状态。

复选框支持一键全选/反选。

在本次关闭 CAD 之前，这些输入的图层能被程序记录。

3.2 预处理增加工序

(一) 目的

处理杂乱的碎线。

(二) 方案

在现有的预处理结果上，根据车道中心线的特性，对部分提取结果进行过滤。比如过滤掉 总长度小于给定值/围合面积小于给定值的线。

(三) 方法

现有预处理步骤完成后，对获得的车道中心线建图，当存在杂线时，会得到不止一个图，对这些图进行分析。

(1) 获得每个图的总长度 L_1, L_2, \dots, L_n ，获得最大总长度 L_{\max} ，以及每个图总长度和最大总长度的比值 $L_1/L_{\max}, L_2/L_{\max}, \dots, L_n/L_{\max}$ ，去除所有比值小于 0.1 的图。

这一步是为了去除长度相对极小的车道中心线。

(2) 获得每个图的围合的面积 S_1, S_2, \dots, S_n ，过滤所有面积不为 0 但围合面积不大于 13.5×10^6 (13.5m^2) 的图。

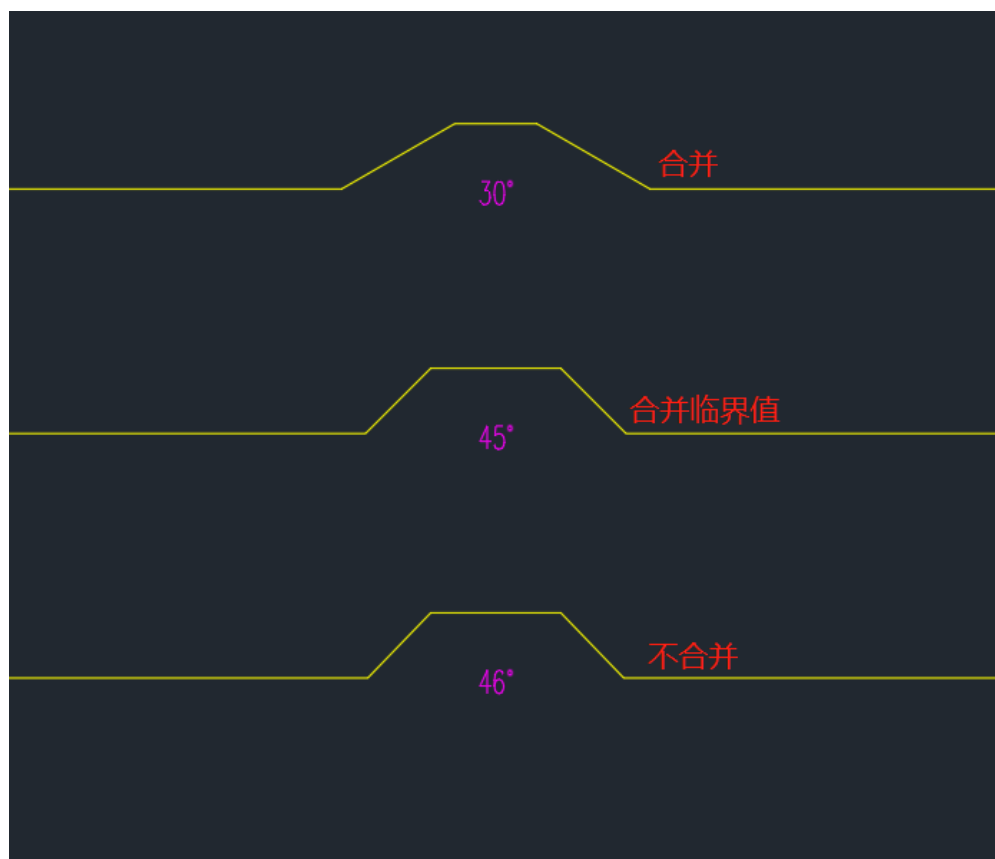
这一步的目的是去除所有围合面积不到一个标准车位的车道线，不可能存在车道线环绕一个单独车位的情况存在，而且正常的车道中心线有很大概率是没有围合面积的。

4 车道照明功能升级

4.1 吊装-柱跨模式

步骤一 输入：车道中心线、布置模式、(双排灯具间距)、灯具布置间距

步骤二 合并夹角在 45° 以下的车道中心线视为一根中心线

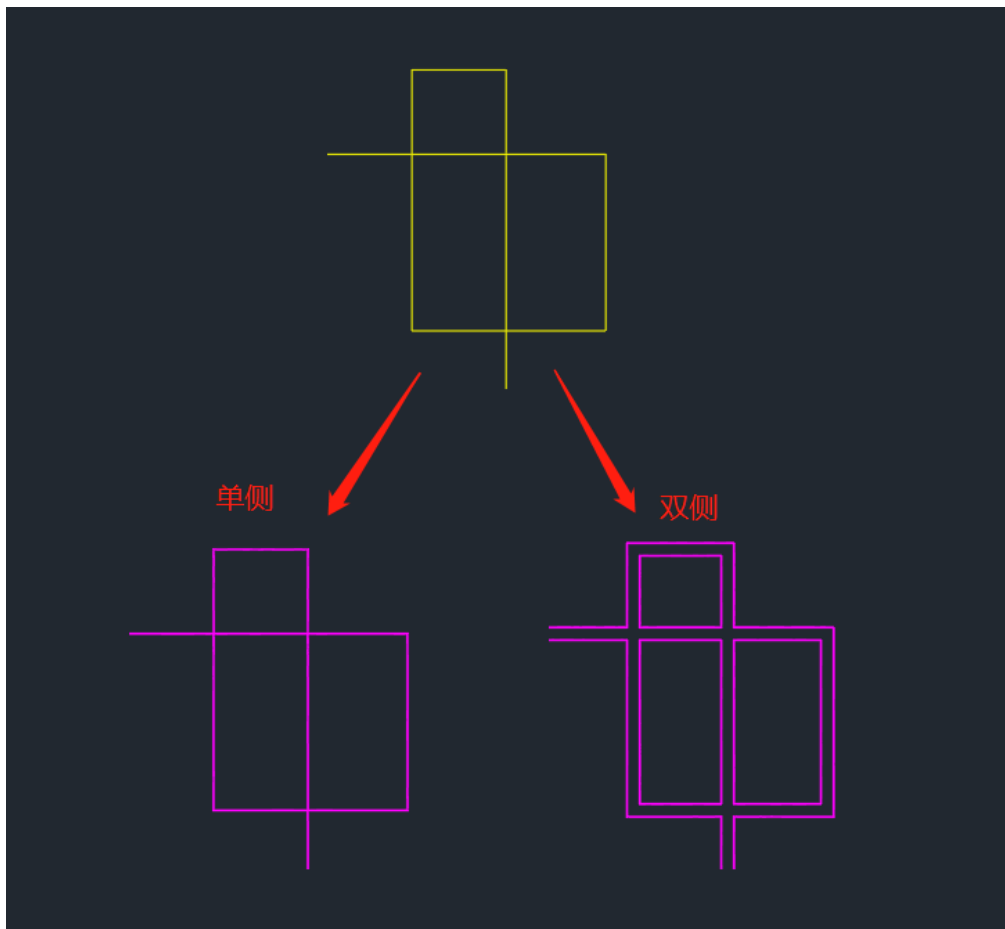


步骤三 根据单排/双排布置模式【双排时还需要用户输入的车道灯横向间距(D)】**BUFFER**

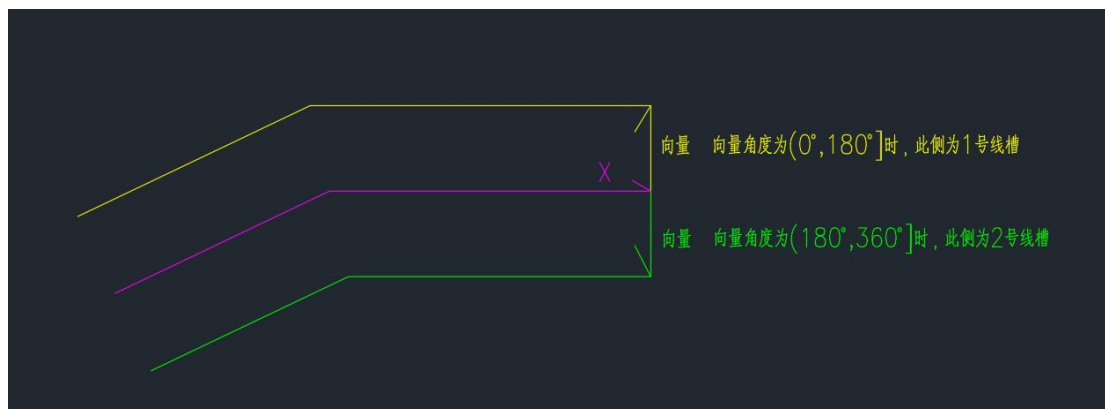
车道中心线 (**Buffer** 值为 $D/2$) 获得布灯中心线。

若为单排布置模式，则不需要 **Buffer**，此时的车道中心线就是布灯的中心线，此集合

记作 L_0 。



步骤四 【仅双排布置模式】区分出 1 号线和 2 号线



这一步是为了区分内侧车道和外侧车道，可以认为 1 号线和 2 号线是两个集合，记作

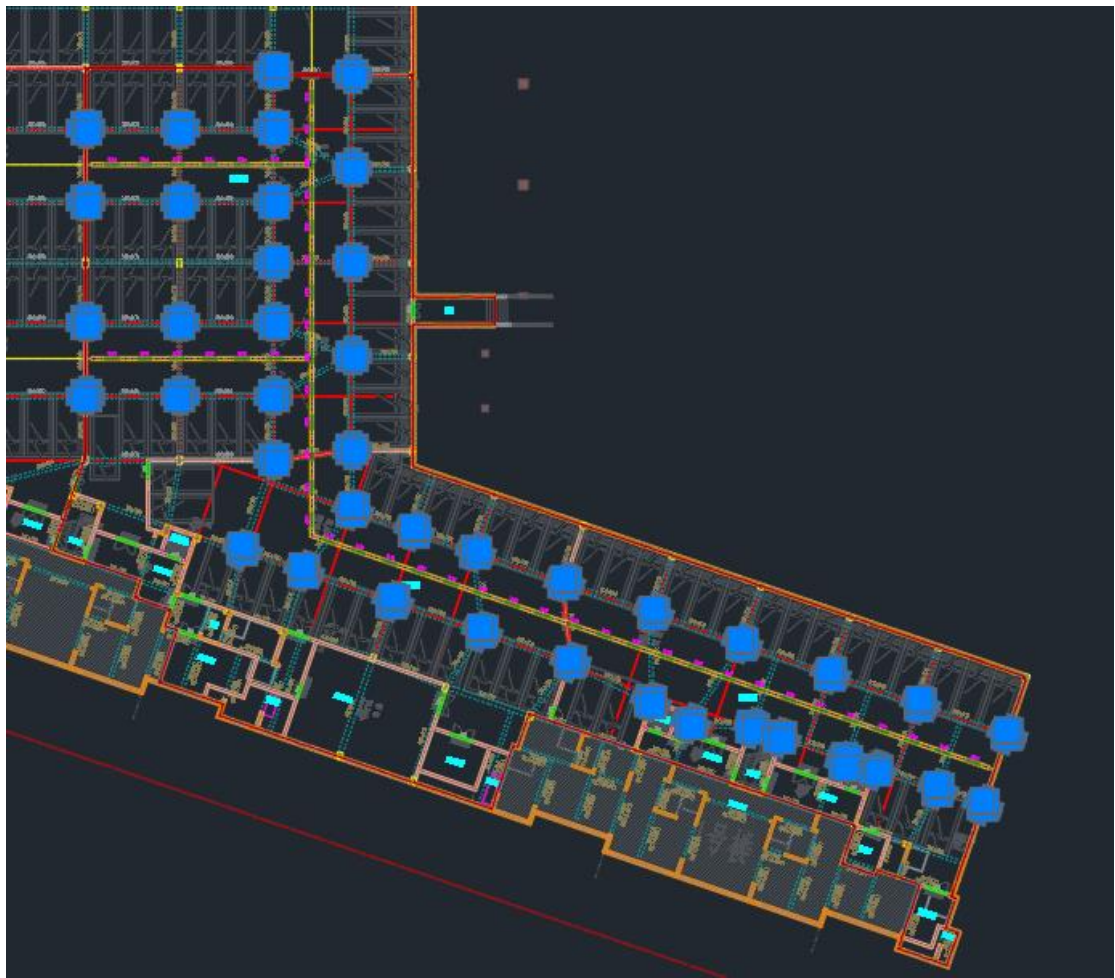
L_1 、 L_2 。

步骤五 获取结构竖向构件信息

步骤六 可直接采用生成虚拟柱网的方式获取柱网和中心线的交点，如果采用该步骤，则

跳过步骤七、八

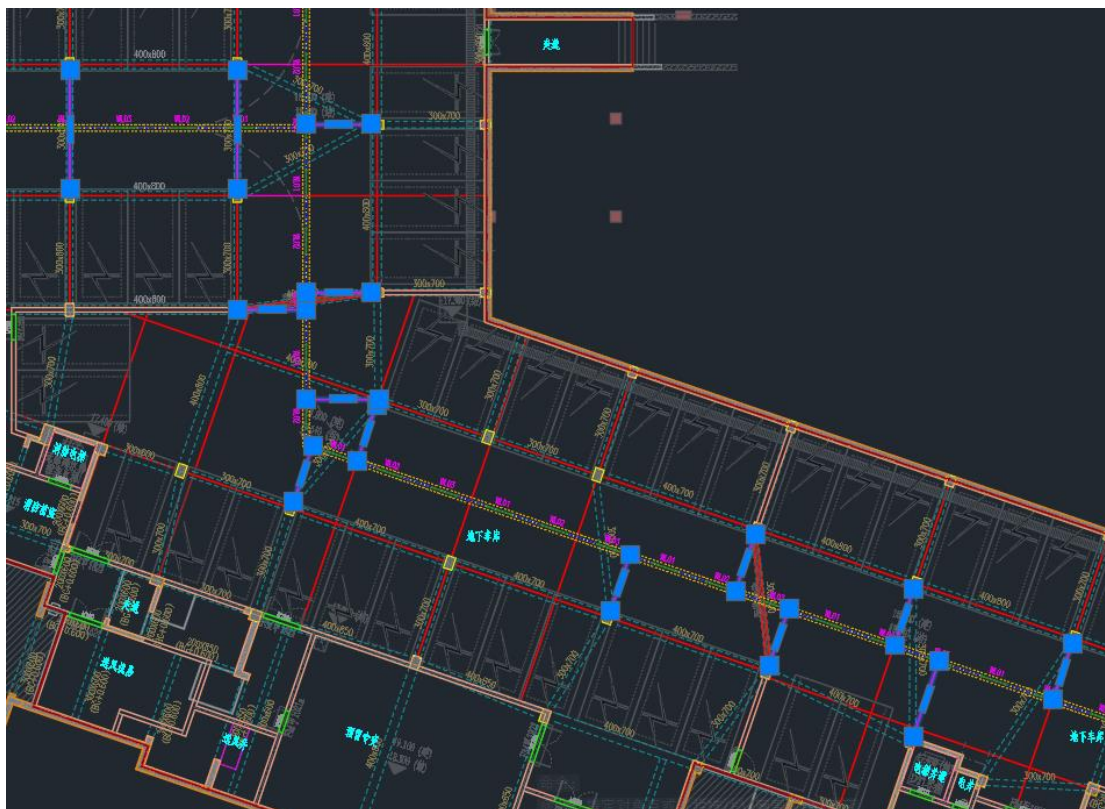
步骤七 找到车道线两侧的柱子



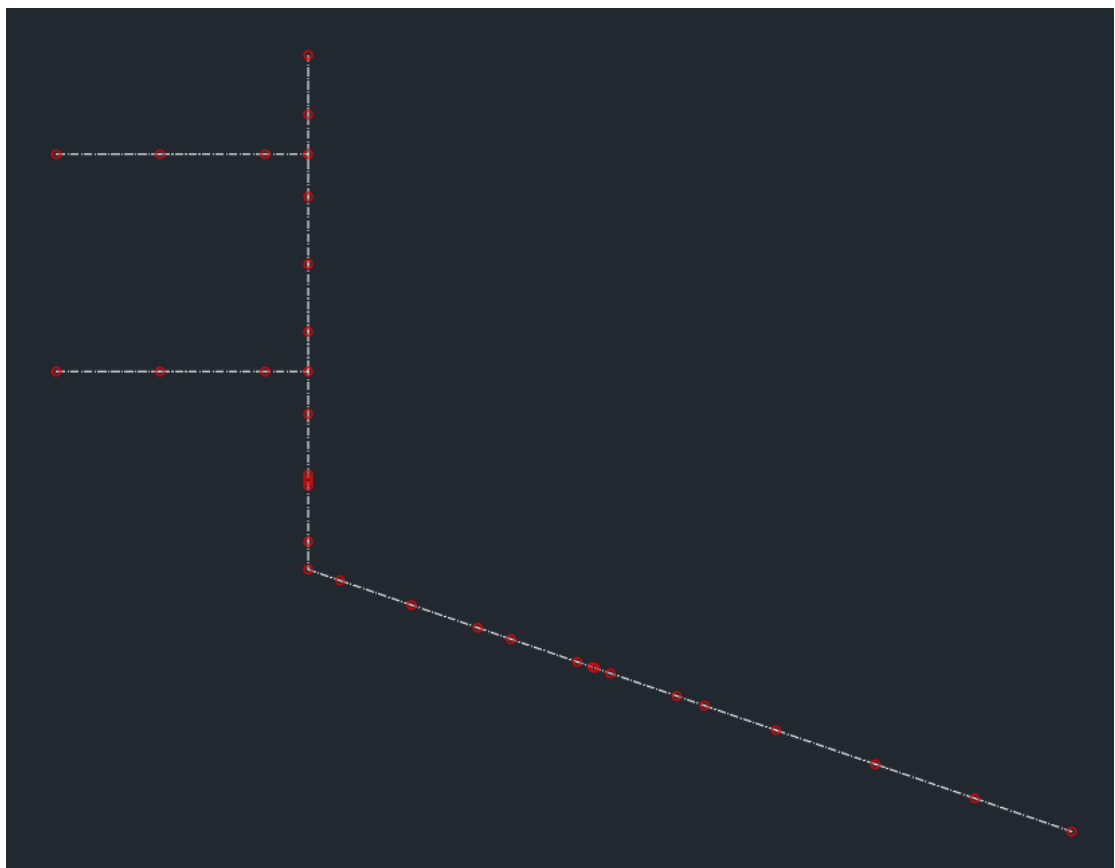
步骤八 做柱中心、车道线拐点到布灯中心线的投影点

单排模式时，此处布灯中心线指 L_0

双排模式时，此处布灯中心线指 L_1



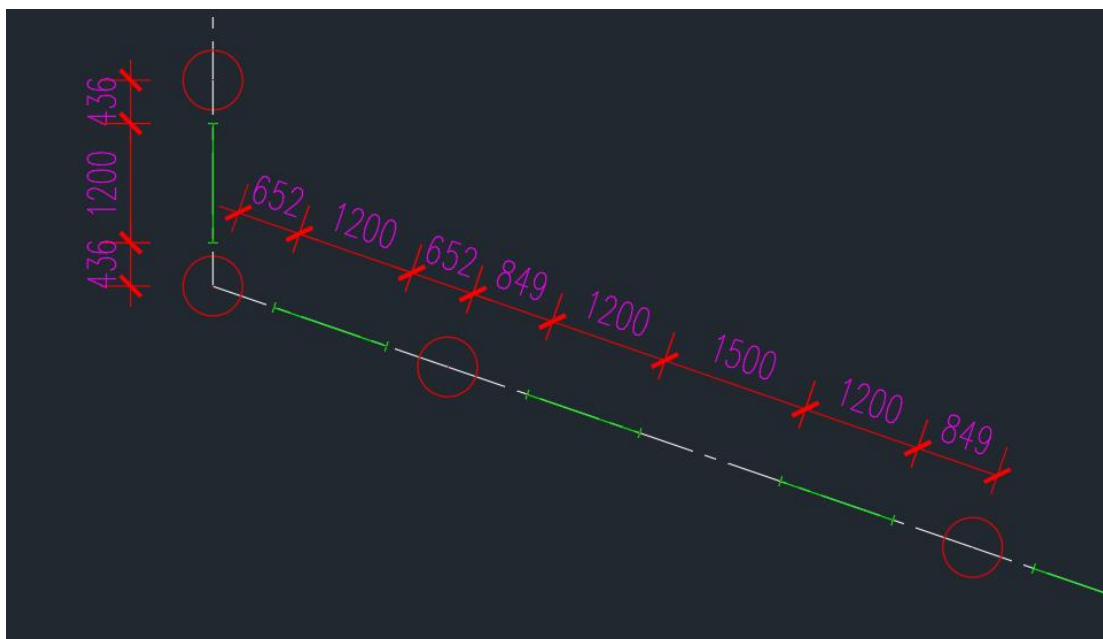
步骤九 以中心线的各个顶点和 步骤六或步骤七、八 获取的交点、中心线与布置区域框线的交点将中心线分段



步骤十 根据每一段的长度，计算线段上可布置的灯具数量

- 线段长度： L
- 灯具间距（输入）： D
- N 盏灯所需的最小长度： $L_{\min}=D*(N-1)+1600$
- 取 N （自然数）的最大值使之满足： $L_{\min}\leq L$

步骤十一 将对应数量的灯具均匀布置在 L_0 （单排） L_1 （双排）上



所谓均匀是指某段线可以布置的最大灯具数量 N 确定后，其所需占用的长度 L_{min} 也就确定了，将 $(L-L_{min})$

步骤十二 将 L_1 的布置结果偏移复制到 L_2 上

若偏移后有任意点 a 使得 a 不属于 L_2 ，则将其删除。

4.2 吊装-避梁模式

步骤一 输入：车道中心线、布置模式、(双排灯具间距)、灯具布置间距【同 3.1】。

步骤二 合并夹角在 45° 以下的车道中心线视为一根中心线【同 3.1】。

步骤三 根据单排/双排布置模式【双排时还需要用户输入的车道灯横向间距 (D) 】BUFFER

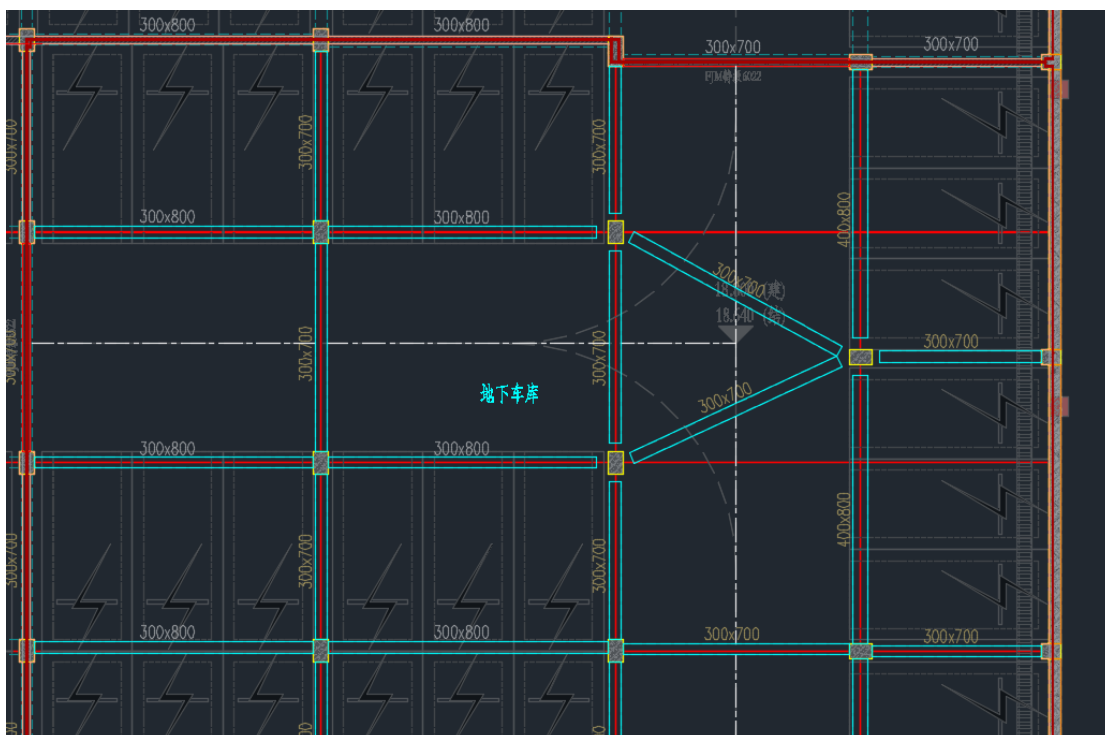
车道中心线 (Buffer 值为 $D/2$) 获得布灯中心线【同 3.1】。

步骤四 区分出 1 号线和 2 号线【同 3.1】。

步骤五 获取结构信息

需要获取结构梁的信息，可以利用提取梁的引擎获取每根梁对应 Polyline 形成的矩形

(使用 **THExtractBeam** 命令即可)：



则可以获得布置区域内所有梁所在区域的集合，记作：**Beam**。

另一个 *Proposal*:

将每个与中心线相交的梁的两条长边沿中心线向两侧移动半盏灯具的长度（600），移动后左移的区域记为新集合 $Beam_L$ ，右移的区域记作新集合 $Beam_R$ ，则有：

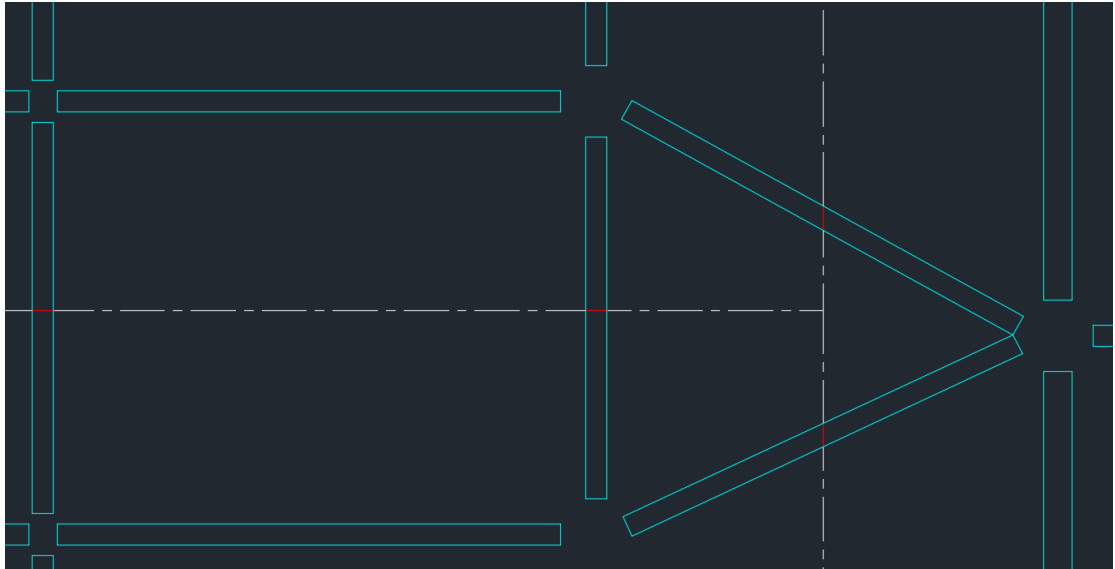
$$Beam = Beam_L \cup Beam_R$$

这个方法会使宽度小于 1200 的梁变成两道梁，中间出现一条缝隙，当灯具图块基点落在这个缝隙内时，灯梁端的吊链刚好位于梁的两侧，证明灯具可以布置。

此方法获得的 **Beam** 区域关于布灯中心线的相对补集，其所表示的线段上任意一点均可布置灯具，不需要考虑灯具长度，此时 $L_{min} = D * (N - 1) + 400$ 。

这个方法是考虑灯具可以跨越梁安装的，计算布灯位置的方法也略有区别，需要与用户确认。

步骤六 【单排布置模式】用梁间区域将布灯中心线分成 A_0 区域 ($A_0 = L_0 - Beam$)、 B_0 区域 ($B_0 = L_0 \cap Beam$) 两部分。



如上图所示，白线区域为单排布置时布灯中心线的“ A_0 区域”，红线区域为中心线的“ B_0 区域”。

步骤七 【双排布置模式】用梁间区域将布灯中心线 L_1 分成 A_1 区域 ($A_1=L_1-Beam$)、 B_1 区域 ($B_1=L_1 \cap Beam$) 两部分；同理将布灯中心线 L_2 分成 A_2 区域 ($A_2=L_2-Beam$)、 B_2 区域 ($B_2=L_2 \cap Beam$) 两部分。

步骤八 【仅双排布置时】偏移 A_1 至 2 号线上，取 $Y_1=Y_2=A_1 \cup A_2$ ， $O_1=A_1-A_2$ ， $O_2=A_2-A_1$ 。

七、八两步的目的是找出 L_1 、 L_2 上的三类特定区域：

- 在车道中心线上的投影重合且均不在梁下的区域 $Y_1=Y_2$
- 在车道中心线上的投影重合而仅有 L_1 一侧不在梁下的区域 O_1
在车道中心线上的投影重合而仅有 L_2 一侧不在梁下的区域 O_2
- L_1 、 L_2 上的梁下区域 B_1 、 B_2

这些区域具有如下特点：

Y_1 区域上布置的灯具，偏移至 Y_2 区域必然可行，在这个区域上布置的灯具可以保证沿车道中心线对齐。“两边都有的”

O_1 区域和 O_2 区域均是只有一侧不在梁下的区域，在二者中任意一个区域上的布灯

结果必然无法偏移至对应的另一个区域。“我有你没有的”

B_1 、 B_2 区域不布置灯具。“两边都没有的”

步骤九 以 “ Y_1 ” 区域的各个顶点将 “ Y_1 ” 区域分段

步骤十 根据每一段的长度，计算线段上可布置的灯具数量【同 3.1】。

步骤十一 将对应数量的灯具均匀布置在 Y_1 上

步骤十二 将 Y_1 的布置结果偏移复制到 Y_2 上

步骤十三 对 O_1 区域和 O_2 区域重复 步骤九~步骤十一 的操作

步骤十四 回路编号方法同 3.1，此处省略。

4.3 连线-顺序模式

步骤一 沿 L_1 、 L_2 绘制照明线路（Line，图层为 E-LITE-WIRE）

步骤二 用车道灯具图块将照明线路全部断开

1: 100 图例下，应该是以灯具图块基点为 0 点，沿中心线方向±600 的点作为断点，
[-600, 600]区间内的线删除。

步骤三 线路出现 T 字形（三通）、十字形（四通）时，在交点处用照明线路图层绘制一个
内径为 0、外径为 100 的 Donut。

步骤四 保留两端均连接了灯具图块或 Donut 的线，其余删除

步骤五 将每一段灯具+线+回路标注打成一个 Group（参考线槽灯模式）。

4.4 连线-分段模式

是否要做，以及怎么做需要与用户确认。

步骤一 输入：车道中心线、车道灯具点位布置结果、车道照明分组数量上限

车道照明的分组数量上限执行命令后在命令行内提示用户输入，默认为 **25**，取值为 **N**
 $\in [1, 25]$ 。

步骤二 计算区域内最终布置的灯具总数，计算出所需的回路总数（灯具总数除以车道照明
分组数量上限后向上取整）

步骤三 反算出实际每组灯具的数量

步骤四 连线：

- 1) 在车道中心线上找到一个起点（当存在非布灯线槽中心线时，应优先选择非布灯线槽中心线与车道中心线不相交的端头为起点），沿一个方向依次找到车道中心线（两侧）的车道照明灯具。
- 2) 每次遇到中心线分叉处时，应优先选择转弯方向较小的一条（相等时优先左侧或优先右侧均可以）继续遍历，并将分叉点记为未选择车道中心线（视为支路）的起点。
- 3) 每当找到的数量达到步骤三得出的值时，将找到的点沿对应的布灯中心线（**L₀**、**L₁** 或 **L₂**）顺序连接（同 **3.3**，双侧布灯时将离起点最近的两侧灯具基点相连）。
- 4) 根据用户输入的起始回路编号 **WLOX**（**X** 为正整数）和此时遍历循环的次数 **Y**，将回路编号“**WLOX+Y-1**”标注在跨接车道的连接线上。文字与线居中对齐，文字基点与线的距离与和线槽的距离一致。
- 5) 以 **3)** 步的终止点为新的起点，继续沿中心线寻找下一组灯具相连，直至区域内所有车道照明灯具均完成连线为止。

注：这样可能最终实际的组数会比计算值多，建议考虑是否还有优化的方案。

步骤五 将每一段灯具+线+回路标注打成一个 **Group**（参考线槽灯模式）。

4.5 非分段模式的回路编号

用户选择分段模式时不使用此编号逻辑。

步骤一 【当用户选择回路数量自动计算时】计算区域内最终布置的灯具总数，计算出所需的回路总数 **C**（单侧时 **C** 为正整数，双侧模式 **C** 必然为偶数）

步骤二 【单侧模式时】在 **L₀** 上找到一个起点，根据用户输入的起始回路编号 **WLOX**（**X** 为正整数）按顺序将沿途的每盏灯标注为 **WLOX~WLOX+C-1**，标注到可使用的最后一个回路编号后，回到 **WLOX** 重新开始循环编号。

例如当用户输入起始回路编号为 **WL03**，计算/用户指定的回路总数为 **4** 个，则将沿途灯具依次标注为 **WL03**、**WL04**、**WL05**、**WL06** 回路。**0** 为占位符，当回路编号中的数字仅有一位有效时出现。

步骤三 【双侧模式时】在 **L₁** 上找到一个起点，根据用户输入的起始回路编号 **WLOX**（**X** 为正整数，默认为 **1**）按顺序将沿途的每盏灯标注为 **WLOX~WLOX+C/2-1**，标注到可使用的最后一个回路编号后，回到 **WLOX** 重新开始循环编号。

在 **L₂** 上找到相同起点，重复本步骤。

步骤四 将每一段灯具+线+回路标注打成一个 **Group**（参考线槽灯模式）。

4.6 文字比例问题的处理

文字应位于 **E-UNIV-NOTE** 图层，线型、线宽、颜色均默认 **ByLayer**。

文字样式应为 **TH-STYLE3**，对正为正中，旋转角度应介于**[0,180)**之间（落在区间外时，原角度+180°使其落在区间内），宽度因子为 **0.7**。

根据用户输入的绘图比例（有 **1:100**、**1:150** 两档），文字的缩放比例需要发生变化。

1:100 绘图比例下，文字高度为 **350**；**1:150** 绘图比例下，文字高度为 **525**。无论在

个绘图比例下，文字标注都应该和对应的灯具图例/线（线槽灯、吊装灯分段连线模式下）

居中对齐，并使文字基点位于图例/线的上/左侧相距 **150** 的位置。

5 UI 界面变化

照明平面工具

☒ 照明灯具



☒ 圆形吸顶灯

☐ 半球吸顶灯

☐ 感应吸顶灯

☐ 筒灯

☒ 应急照明灯

正常照明灯具布置半径： mm

应急照明灯具布置半径： mm

应急照明是否兼做平时照明：☐ 是 ☒ 否

☒ 车道照明

布灯线槽中心线绘制

绘制

非布灯线槽中心线绘制

绘制

单排线槽中心线绘制

绘制

建筑车道线拾取

拾取

☐ 全选

☒ AD-SIGN

☐ ...

线槽宽度： mm

双排间距： mm

灯具间距： mm

照度控制

安装方式

☒ 单排布置

☒ 线槽安装

☐ 双排布置

☐ 吊链安装

布置模式

☐ 按柱跨布置

☐ 避梁布置

☒ 等间距布置

☐ 可跨梁布置

回路数量

☒ 自动计算 盏/回路

☐ 指定数量 个回路

起始编号：WL

重新生成回路标注

☐ 疏散指示



☐ 优先壁装

☐ 优先吊装

标志灯大小：

☐ 显示疏散路径

估算疏散路径

☐ 地库应急照明



☐ 疏散照明壁灯

☐ 消防专用投光灯

☐ 车道单侧布置

☐ 车道双侧布置

全局比例：

布置

连线

如上图所示，红框高亮标记的区域为本功能的主要界面。

UI 界面左下角的全局比例只对本功能的文字绘制比例产生影响，插入的图块不根据全局比例变化。

当“车道照明”前的复选框被勾选时，用户点击“布置”按钮应能启动本功能流程，由用户选择需要布置的框线区域，根据用户选择的布置模式生成车道照明的线槽/吊装灯，并自动生成回路标注、线槽/导线。