

隧道参数化光过渡设计应用

赵金林

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司 上海 200092

摘要: 参数化设计是一种创新性的方法,可以通过参数化设计控制建筑造型及面板的孔率等,以达到调整透过构件光线的多少来实现隧道光过渡的定量控制。本文旨在探讨参数化设计在隧道光过渡中的应用,并详细介绍了利用参数化设计的手段,进行隧道光过渡设计的过程和方法。

关键词: 参数化设计;隧道光过渡;设计方法

1 引言

光过渡作为隧道设计的重要组成部分,合理的光过渡设计能够改善司机的视野,增强驾驶舒适度和安全性。在建筑设计中,光过渡可以赋予隧道更多的艺术感和独特性,同时其设计与控制对于创造舒适、安全且独特的通行体验至关重要。

隧道外侧自然光照度与隧道内部照度相差较大,如果不采用自然光过渡,隧道洞口处的黑洞效应明显,常常导致驾驶员瞳孔收放速度跟不上洞口内外的光环境变化速度,甚至出现瞬间失明的现象^[1]。为此,通常会采取洞内加强照明的应对措施,造成耗能剧增。从隧道行车安全性和运营经济性考虑,隧道洞口处设置自然光过渡是较为合理的设计,遮阳棚作为隧道洞口处的重要构筑物,存在改进空间。

采用参数化设计,根据光过渡段的长度,以符合受

力、建造、方便运输为条件,将遮阳面板用模块化的方式排列组合,形成模块化标准的单元,在每个单元开不同大小的孔洞,提升遮阳设施的遮阳效率,方便加工,便于维护与管养,投资可控,适用于设置在接近隧道洞口处的自然光过渡,缓解隧道外部与内部照度剧烈变化,提高行车安全性与舒适性。

2 项目概况

本文以汇墅路聚景路地道工程的光过渡设计为例,介绍参数化设计光过渡的优势及过程。

汇墅路聚景路地道全长约1.96km,暗埋段长约1.56km,聚景路敞开段长度约0.19km,靖江南路敞开段约0.21km,双洞四车道,地道主线设计速度60km/h,地面辅路设计速度40km/h,主要通行中小客车、中小货车和大巴车。为二类隧道。聚景路地道朝向东北向,在聚景路敞开段设置光过渡段,光过渡长40米,宽18.8米。

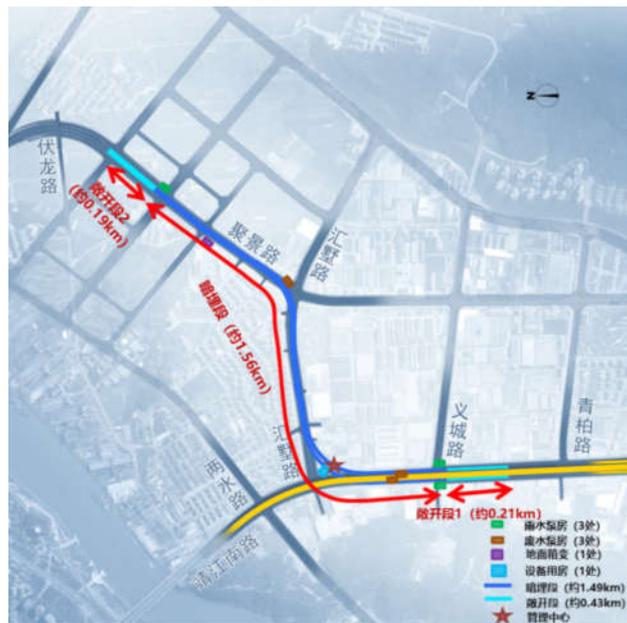


图1 汇墅路聚景路地道总体布置

3 方案设计

光过渡遮阳棚采用方形平面，通过简单的三个动作达到光线渐变的效果，1、将方形平面的一端起翘，2、将单曲面分隔成大小一致的网格，3、将顶部遮阳棚按模块化分隔，然后在每一个遮阳单元切割大小渐变的孔洞，形成均匀变化的效果。

光过渡顶棚设计利用rhino与grasshopper软件，根据隧道的尺度与车速确定遮阳棚的长度与宽度，形成一个矩形平面，然后在软件中将平面顶棚一条边抬高，插入中间点，形成一条弯曲向上的单曲面，将面的长与宽通

过数字滑块控制等分成三角形网格，将网格每条边作为基线挤出网架的构件，形成单曲面网架，同时顶棚按照网架形成大小相同的面板，然后设置一个参考线，每个面板中心跟参考线之间的距离的比值作为影响因子，控制面板开孔变化的比例，然后按照这个比例在面板上缩放形成面板的开洞形状，然后将面板开洞，形成可以均匀变化透光的遮阳棚。在面板两侧及中央分隔带按照结构计算及跨度要求，设置v形柱，支撑整个遮阳系统，完成整个遮阳棚的建模过程^[2]。



图2 汇墅路地道光过渡效果图

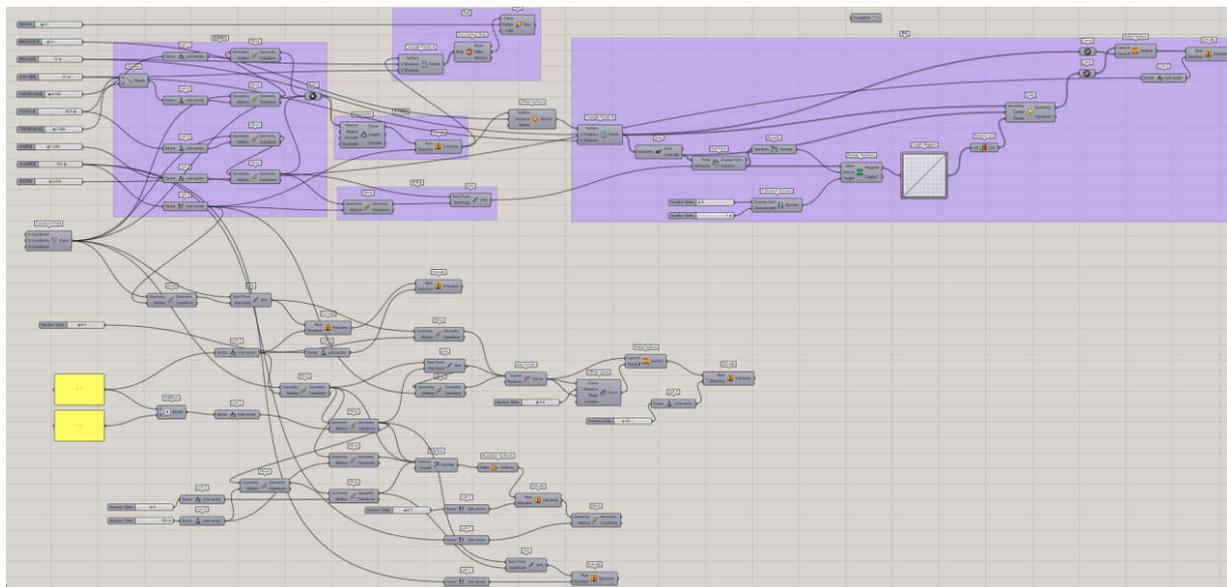


图3 参数化设计软件GRASSHOPPER光过渡设计过程

其中建模过程中控制变量有光过渡的长度，宽度，长向及宽向的分隔数，起翘的高度，网架的半径，偏移表皮的距离，表皮的厚度等，通过调节相应的参数，考

虑到模块化设计，减少生产成本，构件应方便运输与实施，可精确加工等，形成最终的遮阳棚方案。

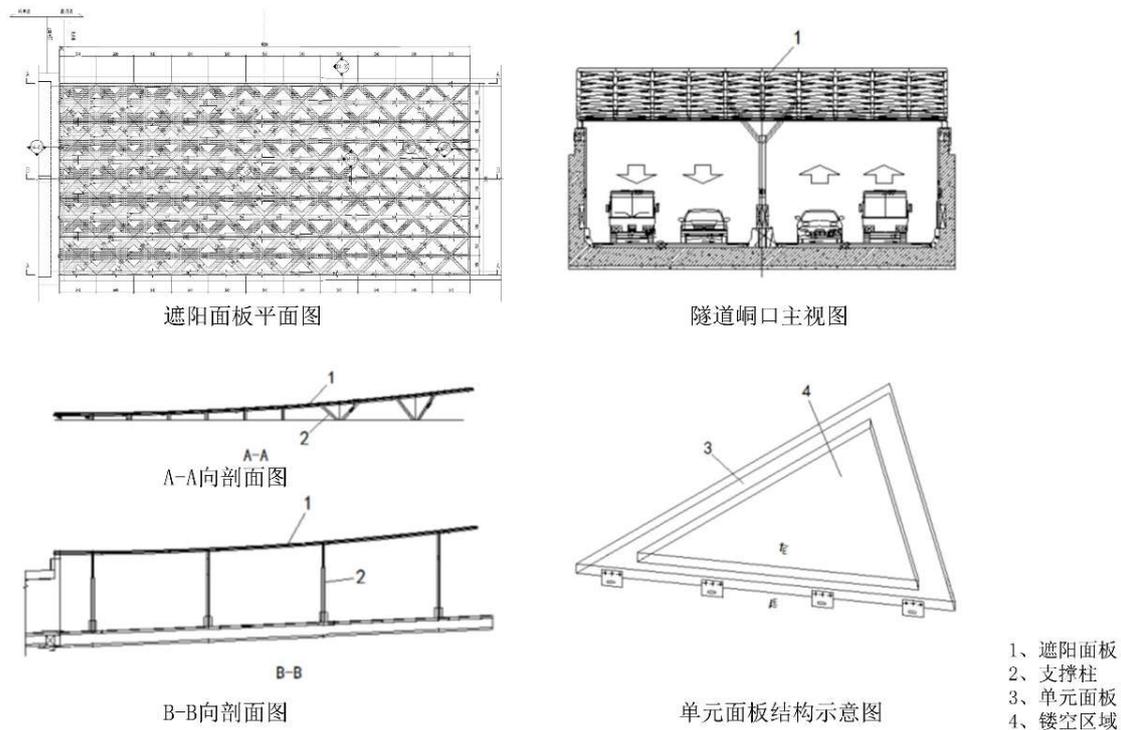


图4 遮阳系统技术图纸

整个遮阳系统包括屋面的遮阳面板，以及支撑面板的网架，下部是支撑网架的钢结构柱。

钢结构柱布置在隧道中分带以及两侧侧墙上。中间柱采用5mm钢板，材质Q235B，氟碳喷涂；圆柱到顶部分叉成Y字形支撑屋面单层网壳结构体系，侧墙的柱采用斜柱，整体网架支撑的体系比较轻盈，有一种漂浮的感觉。结构设计工作年限50年，安全等级为二级，抗震设防类别为丙类，钢结构抗震等级为四级，结构重要性系数为1.0。

单层网壳结构采用模块化设计，将整个屋面纵向控制分隔数为22等分，横向10等分，钢材采用100mm半径的圆管，组成均质的单曲面的等腰直角三角形网格，等腰短边长度2617mm，长边长度3670mm。

然后在网架上布置三角形的遮阳板，遮阳板在网架上50mm，通过连接件与网架相连，在相同的三角形遮阳板上设置大小渐变的孔洞。

屋面铝板采用3mm厚氟碳喷涂铝单板，镂空铝板的排布：

- 1) 屋面装饰采用30mm高的三角形铝板盒子（中间局部三角形镂空处理）
- 2) 平面图体现的是三角形铝板俯视图尺寸
- 3) 整个屋面长度方向铝板造型最前端由前往后呈现

逐渐降低的一个渐变圆弧造型，每一列的三角形单元的尺寸规格是一样，三角形铝板盒子内的镂空造型面积是由大变小的规律。

遮阳面板呈矩形并由单元面板有序依次无缝拼接而成。单元面板中部具有镂空区域，单元面板的镂空区域的面积大小从隧道洞口向外逐渐变大，通过控制镂空区域的大小，达到对光照强度逐渐加强的目的。遮阳面板通过支撑柱与隧道底板及侧面挡墙固定连接，满足遮阳面板所受到的各种荷载要求。

单元面板分别沿遮阳面板的横向及纵向矩阵排列，与隧道洞口距离相同的单元面板的镂空区域的面积大小相同。进一步地，单元面板为规则多边形，镂空区域的形状与单元面板的形状互为相似形，规则多边形方便参数设定、尺寸计算及建造。具体地，单元面板的镂空区域的面积占单元面板的面积百分比从隧道洞口向外为8%~66%。

遮阳面板从隧道洞口向外呈现逐渐升高的渐变圆弧造型，通过起翘的造型控制太阳入射到隧道敞开段的阳光入射量^[3]。

4 参数化设计的优势

参数化设计不仅可以在本项目中快速精确建模，同时可以根据其他项目概况进行参数调整，快速设计其他

项目的设计方法。

整个参数化设计过程的优势有以下5各方面：

1) 灵活性和快速迭代：参数化设计允许设计师快速创建、修改和测试设计方案。通过调整参数，可以轻松生成大量设计变体，比如通过滑块控制分隔数量的多少，可以直接在模型空间中生成不同的设计方案，综合设计造型与加工工艺等条件，在设计变体中比选，帮助找到最优解。

2) 自动化：使用参数化设计可以自动化重复性任务。这包括从几何形状到建筑信息模型（BIM）元素的生成，仅通过需要调整变量参数，即可一键实时生成包含大量构件的复杂造型，减少了需人工调整的大量机械性的工作，大大提高了工作效率^[4]。

3) 可视化：参数化设计软件的视觉编程界面使设计师能够直观地看到设计的结果。它提供了实时反馈，帮助理解设计变化对整体设计效果的影响。

4) 优化和分析：通过在设计过程中引入参数，可以进行性能分析和优化。例如，通过调整建筑外墙的几何形状和材料，可以评估能源效率并优化建筑的隔热性能等。

5) 交互性：参数化设计软件可与其他建模软件（如Rhino、Archicad等）无缝集成，使得设计师可以在不同

平台间进行交互，扩展了设计的可能性。

5 结语

本项目通过参数化设计方法，通过对遮阳棚造型生成逻辑的参数控制，快速形成最终的光过渡设计方案。参数化设计方法对设计过程有较大优化，避免了重复建模的工作，同时可对光过渡的光线精确控制，改善光过渡最终的效果。参数化设计为隧道设计带来了灵活性、个性化和创新性，能够提升隧道的舒适性、安全性和美感。

展望参数化设计在未来隧道设计领域的发展方向，可以结合人工智能技术对光线模拟和优化的进一步应用，利用光线模拟插件分析，以及通过光线智能控制可变的建筑构造或材料透光率等，以进一步提升隧道光过渡效果。

参考文献

[1]李俊德.基于瞳孔直径变化的隧道明暗适应距离分析隧道工程2019197-200

[2]艾杰.隧道出口减光防眩设计隧道建设200957-60

[3]彭子晖.隧道自然光过渡设计浅议地下工程与隧道2013.8-11

[4]王长春.遮光棚在高速公路隧道营运安全与节能设计中的应用公路隧道201140-42