

悬臂式掘进机参数变型与交互式虚拟展示

来航通, 吉晓民, 白晓波

(西安理工大学艺术与设计学院, 西安 710054)

摘要: 针对现有掘进机设计中总体布局参数阶段效率低、易出错的问题, 提出一种基于掘进机技术指标确定总体布局参数的方法。以 EBZ200 型矿用悬臂式掘进机为对象, 首先对其进行功能模块的划分, 随后分析得出各功能模块布局参数对掘进机总体性能指标的影响。通过 Cinema 4D 对掘进机模型进行绑定蒙皮处理, 使用 MATLAB 计算性能逆算参数, 采用 MySQL 构建相应的数据库, 最后基于 Unity3D 引擎和 C# 脚本开发系统, 根据掘进面的尺寸检索出合适的掘进机截割部参数组合, 实现掘进机布局参数的可视化调整, 同时实时显示布局参数变更对性能指标的影响, 有效提升了掘进机的设计效率。

关键词: 悬臂式掘进机; 总体设计方案; 交互式虚拟展示; Unity3D 开发

中图分类号: TD421; TP37 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)19-0236-08

随着煤矿资源开采不断向前推进, 矿井越来越深, 工作面环境日益复杂, 对矿用掘进机的多样化需求越来越高^[1], 为缩短研发周期、降低开发成本, 采用更高效的设计研发模式迫在眉睫^[2]。总体布局参数是指通过一定的方式来表达总体方案设计者所要描述的设计意图, 对参数进行集中管理, 掘进机设计首先要完成总体布局参数的规划^[3]。由于掘进机本身结构的复杂性与工作环境的多样性, 掘进机的总体布局参数对于设计师而言需要耗费大量的时间和计算, 并且出错率较高^[4]。为了解决这一问题, 创新性地将蒙皮技术应用于掘进机变型设计系统中, 并借助 Unity 实现模块参数可视化变型和性能指标实时更新, 从而确定总体布局参数。这一方法使得确定总体布局参数更为高效, 进一步提高总体设计效率。此外, 还允许对产品的整体和局部运动过程进行交互式虚拟展示^[5], 展示整体和局部的运动方式、路径轨迹、干涉问题等^[6], 使设计师在设计前期便发现并解决产品设计中的问题, 提高设计效率和可靠性。

1 掘进机参数分析

1.1 掘进机结构及模块划分

掘进机是功能多样、结构复杂的大型矿用重型设备, 其集成了截割、装载、运输、移动和喷雾除尘

等功能于一体^[7]。掘进机功能结构的合理划分对其变型设计及交互式虚拟展示具有重要意义。在深入探讨掘进机各模块功能的基础上, 借鉴现有掘进机设计经验, 将掘进机划分为截割部、铲板部、本体部、运输部、行走部和后支撑部 6 大核心模块^[8]。掘进机总体结构如图 1 所示。

为方便之后在虚拟展示系统中参数化改变模型尺寸, 在将上述 6 个模块的布局参数进行细分, 如图 2 所示。

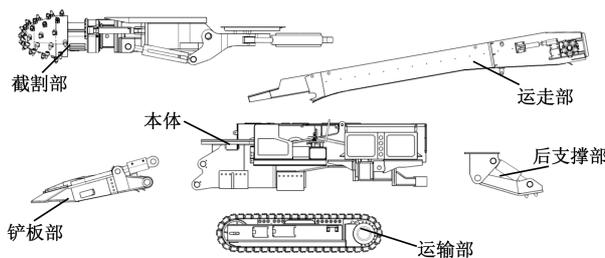


图 1 掘进机总体结构

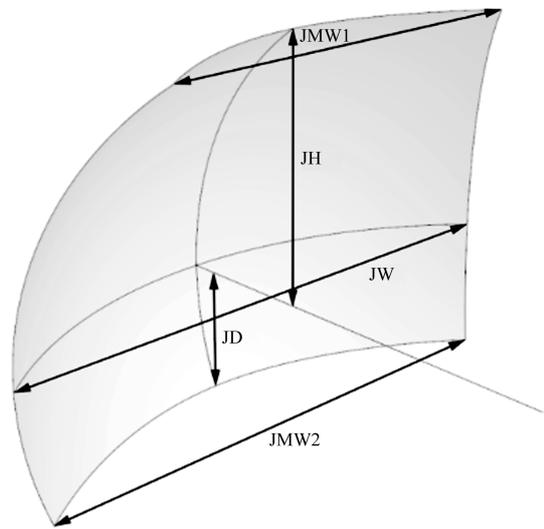
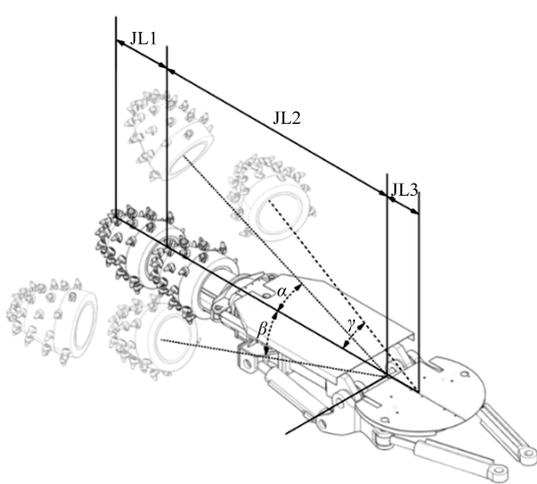
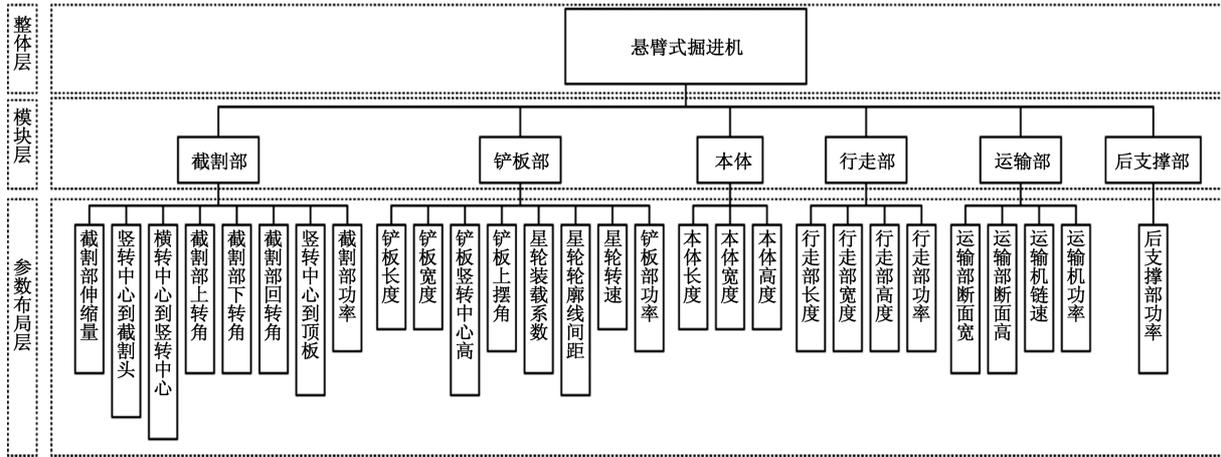
1.2 截割部参数分析

以掘进机截割部为例进行参数的确定和设计计算, 其他模块部分的参数设计计算与此类似^[9]。截割部结构如图 3 所示。

通过图 3 中 6 个参数, 可以得到掘进机截割部进行掘进作业时掘进面的以下性能指标, 如图 4 所

收稿日期: 2024-04-26

作者简介: 来航通(2000—), 男, 陕西咸阳人, 硕士研究生, 研究方向为工业设计、产品虚拟展示; 通信作者吉晓民(1958—), 男, 陕西西安人, 博士, 院长, 教授, 研究方向为机电产品研发、工业设计、人机工程等; 白晓波(1978—), 男, 陕西大荔人, 副教授, 硕士研究生导师, 研究方向为 CAD/CAM、实体造型及仿真运动、可穿戴产品大规模定制设计等。



示。计算公式如下：

$$JW = 2(JL1 + JL2 + JL3)\sin\gamma \quad (1)$$

$$JH = (JL1 + JL2)\sin\gamma \quad (2)$$

$$JD = (JL1 + JL2)\sin\beta \quad (3)$$

$$JUD = (JL1 + JL2)\sin\beta - BH \quad (4)$$

$$JMW1 = 2[(JL1 + JL2)\cos\alpha + JL3]\sin\gamma \quad (5)$$

$$JMW2 = 2[(JL1 + JL2)\cos\beta + JL3]\sin\gamma \quad (6)$$

$$S = (JW + JMW1)JH/2 + (JW + JMW2)JD/2 \quad (7)$$

式中： S 为最大定位截割断面。

实际设计过程中，一般已知技术指标，即 JW 、 JH 、 JD 、 JUD 、 $JMW1$ 、 $JMW2$ 、 S ，通过技术指标来指导布局参数设计变量的确定。这种方式有助于更好地指导设计，确保达到所需的技术要求。

1.3 掘进机总体布局参数

总体布局参数就是表达总体方案设计者所要描述的设计意图，并对参数进行集中管理的一种方式。完成掘进机总体布局参数是实施其模块化设计的前提，通过总体布局参数可确定各主要模块在空间的占位情况(图5)，定义掘进机总体设计驱动参数包括机身宽度、机身长度、机身高度、各部分回转角度、预设的截割功率^[10]。

图5只展示了部分参数，在工程设计阶段，需要补充和完善这些参数。为了实现掘进机的模块化设计，一个详尽的掘进机布局参数图应包含各主要模块的详细参数。这些布局参数为设计师提供了至关重要的指导。表1详细列出了规划掘进机总体布局所需的关键参数。

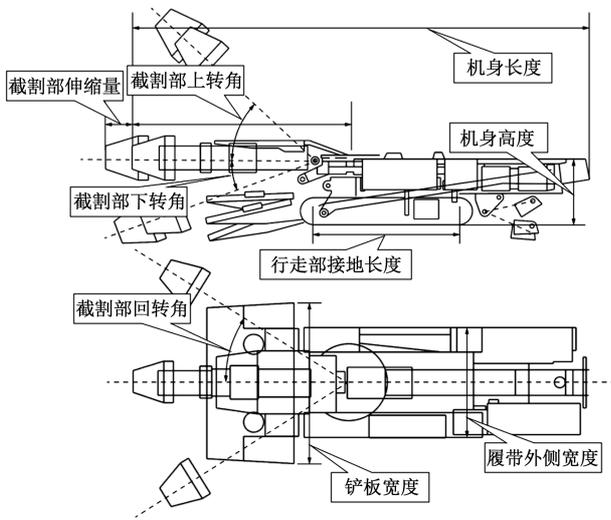


图5 布局参数示意图

表1 掘进机总体布局需要的主要参数

参数名称	参数代码	默认值	参数范围
截割部伸缩量/mm	JL1	650	500~660
竖转中心到前端距离/mm	JL2	3 900	3 600~4 400
横转中心到竖转中心距离/mm	JL3	700	600~1 000
截割部上转角/(°)	α	34	30~46
截割部下转角/(°)	β	19	17~25
截割部回转角/(°)	γ	30	27~35
截割部竖转中心高度/mm	JZH	2 000	2 000~3 000
竖转中心到顶板距离/mm	JDH	320	300~500
截割部功率/kW	JWW	120	100~200
铲板长度/mm	CL	2 600	2 500~3 000
铲板宽度/mm	CW	3 000	2 900~3 600
铲板竖转中心高/mm	CH	400	400~600
铲板上摆角/(°)	δ	92	90~95
铲板下摆角/(°)	ϵ	72	70~74
星轮装载系数	CA	0.4	0.3~1.0
星轮轮廓线间距/mm	CXJ	70	50~100
星轮半径/mm	CXR	$(CW-CXJ)/2$	—
星轮尺高/mm	CXH	87	80~120
星轮转速/($r \cdot \min^{-1}$)	CXN	33	30~40
铲板部功率/kW	CWW	20	18~25
本体长度/mm	BL	4 800	4 500~6 000
本体宽度/mm	BW	2 700	2 500~3 000
本体高度/mm	BH	1 400	1 350~1 500
行走部长度/mm	LL	2 670	2 500~3 500
行走部宽度/mm	LW	600	500~750
行走部高度/mm	LH	900	800~1 000
行走部功率/kW	LWW	60	50~80
运输部断面宽/mm	YW	580	540~600
运输部断面高/mm	YH	340	300~400
运输机链速/($m \cdot \min^{-1}$)	YV	54	50~60
运输机功率/kW	YWW	35	30~50
后支撑部功率/kW	HWW	5	5~10
横转中心到本体前部	JBL	500	450~550
机重/t	G	60	40~120

表2描述了掘进机各项性能指标与总体布局参数之间的关系。在设计过程中,通过对布局参数的调整,设计者可以实时可视化地了解各参数对性能指标的影响,以最大程度地满足产品的性能需求,提高总体布局规划的效率和准确度,使得掘进机的总体布局规划变得更为灵活、精确和有效。

表2 掘进机性能指标

性能指标	参数代码	计算公式
总体长/mm	ZL	$JL1+JL2+JL3+BL-JBL$
总体宽/mm	ZW	CW
总体高/mm	ZH	$BH+JDH$
额定功率/kW	W	$JWW+CWW+LWW+YWW+HWW$
最大截割宽度/mm	JW	$2(JL1+JL2+JL3)\sin\gamma$
最大掘进高度/mm	JH	$(JL1+JL2)\sin\alpha+JZH$
最大掘进深度/mm	JD	$(JL1+JL2)\sin\beta$
截割部卧底深度/mm	JUD	$(JL1+JL2)\sin\beta-JZH$
掘进面上部宽度/mm	JMW1	$2[(JL1+JL2)\cos\alpha+JL3]\sin\gamma$
掘进面下部宽度/mm	JMW2	$2[(JL1+JL2)\cos\beta+JL3]\sin\gamma$
最大定位截割断面/ m^2	S	$[(JW+JMW1)JH/2+(JW+JMW2)JD/2]/10^6$
铲板最大离地间隙/mm	CUH	$CH-CL\cos\delta$
铲板卧底深度/mm	CUD	$CL\cos\epsilon-CH$
接地比压/MPa	LP	$G/(2 \times LW \times LL)$
铲板部装载能力/($m^3 \cdot \min^{-1}$)	CQ	$2CA \times \pi \times CXR \times CXR \times CXH \times CXN/10^9$
运输机装载能力/($m^3 \cdot \min^{-1}$)	YQ	$YV \times YH \times YV/10^6$

2 系统功能与开发方案

2.1 系统功能

在掘进机参数变型与交互式虚拟展示系统的开发过程中,系统功能需求分析旨在精确定义系统需求,以指导后续系统的设计与实现。系统功能主要包括参数的设置与计算、交互式虚拟展示系统、性能逆算模块、碰撞/干涉检测系统等。

2.1.1 参数的设置与计算

设计人员能够根据实际需求对掘进机各部分的布局参数进行调整,设置参数界面右下角表格实时显示当前布局参数所对应的性能指标,为设计决策提供了实时反馈,使设计人员更加方便快捷地进行总体布局参数的设计和确定。

2.1.2 交互式虚拟展示

在虚拟展示界面,用户可以实现对掘进机的360°全景展示及点击运动部件触发运动的功能。此外,通过拖动滑动条可以实现对运动部件的精细控制,使设计人员更全面地了解 and 评估掘进机的外观和运动特性,有利于发现产品设计过程中的问题,提高设计的可靠性^[11]。

2.1.3 性能逆算模块

系统中内置了 3 125 组截面部的参数组合,在性能逆算界面,设计人员可以通过截面最大面积或截面的宽高来检索出最接近的 6 个参数组,在选择适当的参数组后,设计人员可以一键将其应用在参数设置界面,简化了性能参数选择的复杂性,提高设计效率。

2.1.4 碰撞/干涉检测系统

在进行参数设置和交互式虚拟展示时,若模型发生干涉,则跳出弹窗以提示设计人员,在前期布局参数规划阶段发现设计问题,防止在后续阶段出现昂贵的设计修正,有助于优化掘进机的性能和工作可靠性。

2.2 系统开发方案

面向上文分析得到的设计需求,建立基于Unity 3D的悬臂式掘进机变型设计和交互式虚拟展示系统。该系统的总体开发流程如图 6 所示。

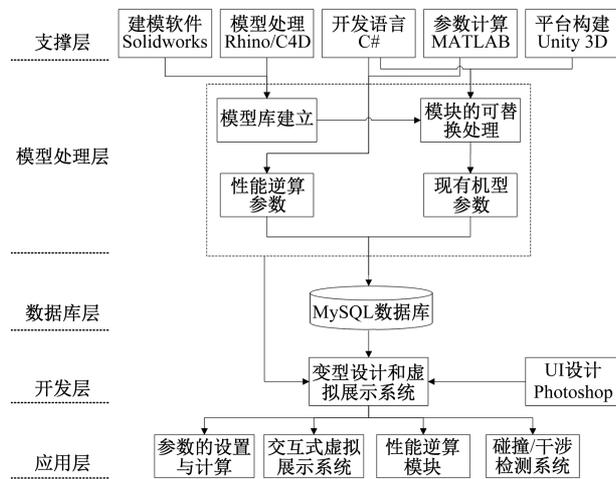


图 6 系统开发流程

2.2.1 支撑层

支撑层是系统构建过程中所应用到的一系列软件,涉及系统开发的软件包括建模软件 Solidworks、模型处理软件 Rhino 与 Cinema 4D、UI 设计软件 Photoshop、系统开发语言 C#、参数计算软件 MATLAB、虚拟展示平台 Unity3D。此外,系统开发过程还需要一系列基于 Windows 操作系统的桌面应用软件,如 Visual Studio 2022、MySQL 等,这些工具用于设计系统的底层架构建立。

2.2.2 模型层

模型层是旨在给系统开发提供处理好的模型文件。通过 Solidworks 创建模型,使用 Rhino 简化模型,Cinema 4D 为模型添加骨骼和蒙皮,建立可在

Unity3D 中使用和更改的模型库。

2.2.3 数据库层

利用 MySQL 的数据库设计功能,建立出系统所需要的实例库及性能逆算参数库。其中,实例库储存现有机型的布局参数及用户自定义的布局参数;性能逆算参数库中存储通过 MATLAB 计算出的参数组合。

2.2.4 UI 层

UI 层即用户交互界面,其设计对于用户体验至关重要。直观、易用的设计可显著减少设计师学习操作流程的时间。此外,它可以引导用户正确输入数据,不仅确保了数据的准确性,还大幅度简化了操作复杂性,从而提升了整体的设计工作效率^[12]。

2.2.5 开发层

系统的具体开发过程称为开发层,将上述处理过的资源导入 Unity 中进行整合,将模型层建立的模型和数据库中的数据相关联,再使用 C# 语言编写合适的脚本搭载在场景上完成应用层的各项功能。

3 系统功能实现

3.1 掘进机变型设计

3.1.1 创建骨骼

首先将模型的位置对应到 Cinema 4D 世界轴的中心位置,通过角色-关节创建骨骼关节。按照模型的结构逐一添加关节,形成完整的骨骼系统(图 7),确保每个关节的位置和旋转方向正确,以确保变型效果自然。创建骨骼时,要注意关节之间的层级关系,父关节的移动会影响其子关节,这对于创建如掘进机截面部这样由多个关节控制的部件尤为重要。

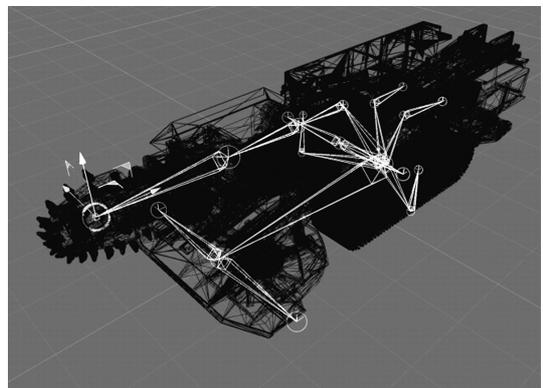


图 7 掘进机骨骼结构

3.1.2 绑定蒙皮

骨骼系统建立完成后,退出骨骼编辑模式,同

时选中建立的骨骼和需要绑定的模型,通过角色-绑定来将蒙皮标签添加到模型。绑定工具可以依照体积给模型初步的权重分配,但对掘进机这种复杂机械,还需对其进行更细致的权重绘制。

权重绘制是一种定义模型上各顶点对应骨骼影响力度的方法。通过权重绘制,可以精确控制模型各部分随骨骼动作的响应程度,实现更加自然流畅的变型效果。图 8 为掘进机模型的蒙皮权重示意图,在角色-管理器-权重管理器中可以可视化的方式调整每个骨骼对顶点的影响力度。完成权重分配后,还需要进行权重的平滑和优化,以消除不自然的硬边或顶点^[13]。绑定蒙皮阶段是一个细致且耗时的迭代过程,需要多次调整和测试,才能够有效地解决模型变型时可能出现的穿模、拉伸不自然

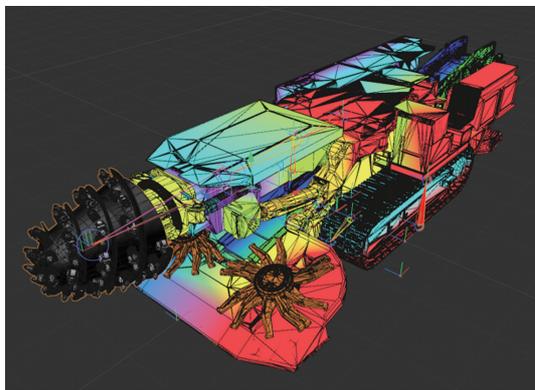


图 8 掘进机模型的蒙皮权重示意图

等问题,以达到最自然和准确的运动效果^[14]。

3.1.3 布局参数驱动模型尺寸

将蒙皮处理过的掘进机模型转化为 fbx 格式存入 Unity 系统的 Assets-Model 文件夹中,便可在开发系统中对其进行操作。将模型拖入场景中对其进行 Unpack 操作,解除模型和预制体的关联,之后创建一个新的脚本,将模型骨骼的 Transform 数值和布局参数的滑动条相关联,便可通过改变滑动条的数值来驱动模型尺寸的动态变化(图 9)。

3.2 性能逆算

3.2.1 MATLAB 计算参数组

性能逆算功能所需要的参数组是由 MATLAB 进行计算的,目的是计算出悬臂竖向回转中心到截割前端的距离(JL12/JL1+JL2)、悬臂横向回转中心到竖向回转中心的距离(JL3)、截割部悬臂上转角(α)、截割部悬臂下转角(β)、截割部悬臂水平摆角(γ) 5 个布局参数及其所影响的最大截割宽度(JW)、最大掘进高度(JH)、最大定位截割断面面积(S)的参数组合,将上述 5 个布局参数在其参数范围内等分为 5 份并计算出每个布局参数组对应的上述 3 项性能指标的值,得到 3 125 组参数组合。为设计人员提供了一种依据截割断面面积或截割断面宽高需求检索最优布局参数组合的有效途径。

首先在 MATLAB 中对 5 个布局参数进行范围定义^[15],设定其起始值、步长和终止值,以形成参数

性能指标			
外形尺寸	4801mm*3000mm*1720mm	掘进机下部宽度	4192mm
额定功率	240kw	最大定位截割断面面积	21 m ²
最大截割宽度	4360mm	铲板最大掘进高度	490mm
最大掘进高度	4586mm	铲板最低深度	2200mm
最大掘进速度	1228mm	铲板部装能力	15m ³ /min
截割部最低深度	-771mm	接地比压	0.187MPa
掘进机上部宽度	3550mm	运输部装能力	10m ³ /min

图 9 设置参数

的取值序列。这些序列全面覆盖了各参数的潜在取值范围,为后续的参数逆算提供了数据基础。随后,初始化一个空矩阵 data,用于存储每组参数组合及其对应的计算结果。通过五重嵌套的 for 循环遍历所有可能的参数组合,根据 1.2 节中分析得到的公式计算每组参数对应的 JW、JH 和 S 值。

3.2.2 绘制雷达图

将 MATLAB 计算出的 3 125 组数据组合存入 MySQL 数据库中,使用 C# 语言在 Unity 中调用这些数据组,使设计人员可以根据定位最大截割面积或截割面的宽高来检索出最接近其需求的 6 组参数组合,并通过雷达图显示出来(图 10)。数据检索是将传入的面积或宽高与 MySQL 数据库中的面积或宽高数值求差的绝对值,然后按这个差值的升序排序结果,最后选择差值最小的前 6 组数据。将数据库中获取的参数数值按比例转换,以适应雷达图的 0~1 数值范围。雷达图可在同一张图表里展示掘进机截割部的多维数据,设计人员可通过雷达图对检索出来的 6 组参数进行比较并应用于参数设置界面,从而实现更加精准和高效的截割部布局参数设计。

3.3 交互式虚拟展示

3.3.1 运动部件的控制

在掘进机布局参数的设计过程中,除了需要考虑结构、装配和功能等方面因素外,还需要关注工作过程中部件运动特性、路径轨迹以及可能出现的

干涉问题等。因此,需要对产品在操作过程中的运动状态进行虚拟展示,这能够有效检测部件之间以及部件与整体之间的协调性、潜在的干涉和碰撞风险,有利于设计人员及时发现产品设计过程中的问题,予以解决更新,提高设计的可靠性。

在虚拟展示界面的环境中,创建 Slider 滑条用于实现对运动部件的精细控制(图 11)。通过 C# 语言编写脚本,获取 Slider 滑条的 Slider.value 数值,并在逻辑帧更新函数 Update 中将其与运动部件的 Transform 类中的位置(Position)和旋转角度(Rotation)参数相互关联,就可以构建一种交互机制,使用户可以借助 Slider 滑动条在虚拟展示界面中实时掌控运动部件的运动状态。

3.3.2 360°全景展示

交互式虚拟展示可以实现对掘进机的 360°全景展示及点击运动部件触发运动的功能^[14]。

本系统借鉴了 Rhino 建模软件中的视角控制机制,鼠标右键或 alt+鼠标左键拖动控制摄像机旋转,滚动鼠标滚轮实现摄像机拉近、缩远的操作,alt+鼠标右键拖动鼠标能够放大缩小视角。为实现上述交互功能,本文开发了一套脚本,将脚本附加于 Unity 环境下的主摄像机(Main Camera)对象上。在逻辑帧更新函数中实时获取鼠标和键盘的输入,以此来控制摄像机位置便可实现此功能。

3.3.3 点击运动部件触发运动

实现点击运动部件触发运动的功能,首先需要



图 10 性能逆算

给需要点击的物体添加一个 Collider 组件(如 Box Collider 或 Sphere Collider),以便能获取用户点击事件。通过创建专门的脚本来监听并处理这些点击事件,当用户点击时,利用 Raycast(射线投射)技术检测点击目标。Raycast 是一种从摄像机出发,向点击方向发射虚拟射线以识别用户点击的物体方法。一旦射线与 Collider 组件碰撞,便触发相应的动作处理方法(如 OnObjectClick),从而实现对运

动部件的交互控制。

3.4 碰撞/干涉检测

对掘进机这种复杂设备而言,在调整布局时模型可能会发生干涉,在控制运动部件时,运动部件可能会发生碰撞。本系统提供了碰撞/干涉检测机制,可以在设计时模型若出现碰撞或干涉,会以弹窗的形式警示设计人员(图 12),从而允许及时的调整和优化,确保设计的合理性和操作安全。



图 11 交互式虚拟展示



图 12 碰撞/干涉警示弹窗

实现碰撞/干涉检测的功能,给可能会发生碰撞或干涉的组件添加 Mesh Collider 组件,在逻辑帧更新函数 Update 中编写检测脚本判断这些 Mesh Collider 组件是否有重叠,若判断为 true,则执行弹窗命令。

4 结论

针对现有掘进机自顶向下参数化设计中总体布局参数阶段效率低、易出错的问题。详细研究了掘进机的结构模块及各模块布局参数对性能指标的影响,使用 Cinema 4D 进行模型的绑定和蒙皮处理,并借助 MATLAB 计算出了 3 125 组截割部布局参数及其所对应性能的参数组合,通过构建 MySQL 数据库,结合 Unity3D 引擎和 C# 脚本开发了一个参数化变型和虚拟展示系统。该系统能够根据掘进面的尺寸检索出合适的掘进机截割部参数组合,实现掘进机参数布局的可视化调整,同时实时显示出布局参数改变所带来的性能指标的改变,并对设计后的设备进行交互式虚拟展示,展示整体和局部的运动方式、路径轨迹、干涉问题等。有助于设计师检查局部和整体之间以及局部之间的协调关系,帮助在规划阶段发现并解决产品设计中的问题,提高设计的可靠性。通过可视化定义产品的总体布局参数,还可以降低设计师与客户之间的沟通成本,使设计师更快速地理解客户的意图。

参考文献

- [1] 朱晓亮,张强,潘丽君. 横轴掘锚一体机行走部设计与研究[J]. 煤矿机械, 2023, 44(4): 9-11.
- [2] 王中华. 基于数字化转型的装备低成本高质量可持续发展研究[J]. 信息技术与标准化, 2023(9): 82-88.
- [3] 赵鹏,尹中辉. 基于 VB6.0 的掘进机模型参数化设计系统[J]. 软件导刊, 2019, 18(8): 92-95.
- [4] 李鹏,丁华. 基于 ANSYS 二次开发的掘进机截割减速器参数化设计与优化[J]. 煤矿机械, 2021, 42(8): 197-201.
- [5] 庄建军,张博凯,刘喆. 沉浸式机加工虚拟仿真实训系统研究[J]. 科技和产业, 2023, 23(23): 224-230.
- [6] 王琛,张佳音,郑泠汐. 基于 Solid Works Composer 的产品虚拟展示方法[J]. 林业机械与木工设备, 2021, 49(3): 57-60.
- [7] LI Z, WEI W. Modular design for optimum granularity with auto-generated DSM and improved elbow assessment method[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 2022, 236(4): 413-426.
- [8] 赵灏,吴凤林,张琳. 模块化理念在煤机装备中的应用研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(7): 279-281.
- [9] 李宏波,张冬月,葛学元. 基于 PSO-LSSVM 算法的隧道掘进机掘进参数预测方法[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(14): 6230-6238.
- [10] 黄鸿颖,管会生,母国旺,等. 竖井全断面掘进机异型刀盘的滚刀布局研究[J/OL]. 西南交通大学学报, 1-9 [2024-04-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1278.u.20240229.1138.008.html>.
- [11] 李克恭,汪万福. 不可移动文物保护数字化及虚拟展示:以敦煌莫高窟 96 窟为例[J]. 科技和产业, 2024, 24(6): 215-219.
- [12] 陈聪,武涛,姜颖,等. 面向新工科的飞机燃油系统虚拟仿真实验设计[J]. 科技和产业, 2022, 22(4): 340-346.
- [13] 孙硕,嵇晓强,刘丹. 用于面部虚拟整形的三维人脸重建系统设计[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(25): 10806-10813.
- [14] 赵雪彤. 基于虚拟现实的纹理烘焙技术在动画模型建立中的应用[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(32): 13273-13278.
- [15] 赵君伟,张程,裘群海. 基于多软件平台的机电液一体化虚拟试验方法[J]. 科技和产业, 2021, 21(5): 335-338.

Parametric Variants of Cantilevered Roadheaders and Interactive Virtual Display

LAI Hangtong, JI Xiaomin, BAI Xiaobo

(School of Art and Design, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In addressing the low efficiency and error-prone issues in the overall layout parameter phase of existing tunnel boring machine designs, a method for determining overall layout parameters based on the technical specifications of tunnel boring machines is proposed. The EBZ200 model mining cantilever tunnel boring machine is selected as the subject, and its functional modules are divided to analyze the impact of each module's layout parameters on the overall performance indices of the tunnel boring machine. The tunnel boring machine model is rigged and skinned using Cinema 4D, performance back-calculation parameters were computed using MATLAB, and a corresponding database is built using MySQL. Finally, a system was developed using the Unity3D engine and C# scripting. This system can retrieve suitable combinations of cutter parameters for the size of the tunnel face, enabling visual adjustments of the layout parameters of the tunnel boring machine. Real-time displays of the effects of layout parameter changes on performance indices effectively enhance the design efficiency of the tunnel boring machine.

Keywords: cantilevered road header; overall design program; interactive virtual presentation; Unity3D development