

基于 Pro/E 行为建模的掘进钻车机罩设计

杨树龙

(张家口宣化华泰矿冶机械有限公司 河北 张家口 075100)

摘要:在对掘进钻车机罩进行设计期间,由于受空间大小以及气弹簧性能的影响,经常遇到尺寸调整不合理、计算流程繁琐复杂、设计尺寸不符合相关要求等问题。为了避免以上问题的发生,文章提出一种行之有效的机构仿真受力计算方法,通过利用 Pro/E 行为建模相关知识,加强对掘进钻车机罩功能模块的优化和设计。首先,针对传统掘进钻车机罩存在的问题,完成了该机罩内部结构的科学设计。其次,在对机构进行仿真分析的基础上,完成对运动骨架的优化分析和设计。结果表明,在 Pro/E 行为建模相关理论的应用背景下,本文所设计的掘进钻车机罩运行正常、可靠、稳定,各个功能模块实现满足设计相关要求,符合实际应用需求。希望通过这次研究,为相关从业人员提供有效的借鉴和参考。

关键词: Pro/E; 行为建模; 掘进钻车; 机罩; 设计

0 引言

近几年来,在我国施工机械化行业的不断发展下,大量的掘进钻车在具体的设计中,均运用了机罩设计方式,该设计方式具有全封闭特点,不仅可以最大限度地提高设备整体美观度,还能提高内部主机的热循环能力,为进一步提高设备的运行性能、延长其使用寿命打下坚实的基础。因此,在 Pro/E 行为建模相关理论的应用背景下,如何科学地设计掘进钻车机罩是技术人员必须思考和解决的问题。

1 传统掘进钻车机罩存在的问题

掘进钻车通常具有较高的防护性能,但是,传统掘进钻车机罩在具体的设计中,主要使用厚度为 3mm 的钣金,对机罩门进行制作,这无疑增加了机罩重量,使得人力开启变得越来越费力,从而增加了不必要的人力成本。为了解决这一问题,需要加强对气弹簧的设置和应用,达到提高侧门开启速度的目的。此外,还要借助气弹簧所提供的反向支撑力,确保侧门始终保持关闭状态,省掉了门锁设计环节,极大地提高了机罩的维护方便性。

另外,还要确保所设计的气弹簧符合以下要求:

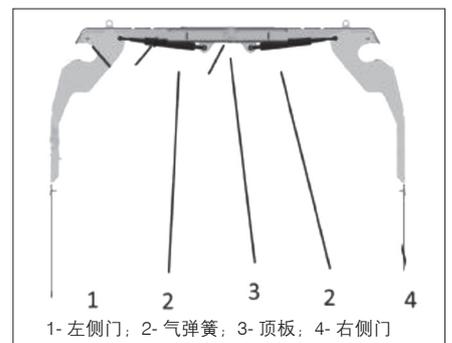
(1) 当关闭力低于 100N 时,关闭机罩门会变得更加省事省力,同时,为机罩门提供良好的支撑作用,使得机罩门始终保持开启状态,避免因出现自行关闭机罩门而危及维修人员的人身安全的情况。

(2) 利用气弹簧,确保侧门始终保持关闭状态,同时,当经过气弹簧死点之前,其旋转角度要控制在 5° 以下,避免因车辆震动等不良因素,造成侧门自行开启或者关闭。

另外,对于机罩门而言,其开启/关闭速度往往比较缓慢,因此,对惯性力可以直接忽略不计,在对机罩门进行设计期间,要重点控制开启力、机罩门重力以及气弹簧支撑力三者之间的平衡性。但是,由于受到空间大小、气弹簧安装距离等相关因素的影响,要想提高掘进钻车机罩最终设计水平,技术人员需要对气弹簧铰点位置进行反复调整和控制,这无疑加大了计算量,使得设计流程变得越来越复杂,严重影响了掘进钻车机罩设计效率和效果。

2 掘进钻车机罩结构设计

掘进钻车机罩结构组成设计示意图如图 1 所示。当顶部处于固定不变的状态,需要将左侧门 1 和右侧门 4 分别设置为开门状态,为后期内部元件



维护提供了一定图 1 掘进钻车机罩结构组成设计示意图的方便。

图 2 所示为运动骨架模型,图中, O 点代表左侧门所对应的开启铰点,当对左侧门进行开启后,左侧门会沿着顺时针方向旋转 90° , B 点作为气弹簧所对应的固定铰点,通过将其焊接于机罩顶部位置处,在此基础上,还要在保证 B 点相对位置不变的基础上,将 A 点设置为气弹簧所对应的活动铰点,并将其焊接于左侧门所对应的铰点位置处,确保其在开启期间,可以随着侧门进行

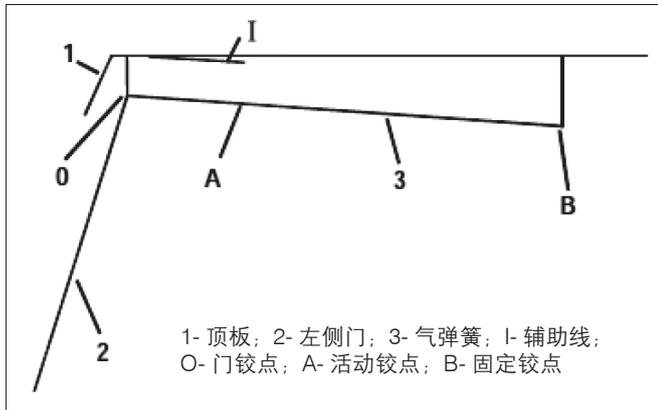


图2 运动骨架模型

同步旋转。同时，还要确保开启力与门板之间始终处于相互垂直状态。

3 机构仿真分析

通过利用 Pro/E 软件，科学地仿真分析机构位置，然后综合运用运动学、动力学相关知识的基础上，精确地计算和统计模型所对应的参数值，为后期更好地优化设计掘进钻车机罩提供重要的依据和参考。在对相关参数进行运算仿真期间，技术人员要严格按照以下操作步骤，将机构仿真分析工作落实到位。

3.1 使用机构连接进行装配

分别在 O、A、B 三个位置点搭建相应的销钉，确保三个不同位置点得以有效连接。同时，还要借助滑动杆连接方式，将气弹簧本身杠杆与缸筒进行有效地连接。

3.2 创建分析用参数

本文所创建的分析用参数如表 1 所示。从表 1 中的数据可以看出，本文所创建的分析用参数主要包含三大

表 1 创建分析用参数

参数	参数描述
创建距离测量参数	PDG 垂力力臂
	DF 气弹簧支撑力力臂
创建角度测量参数	AN 门开启的实时角度
	AN1 过气弹簧死点前需旋转的角度
创建常态参数	M 左侧门重量 (通常取值为 35.95kg)
	G 重力减速度 (通常取值为 9m/s ²)
	F 气弹簧支撑力 (通常取值为 1300N)
	DK 开启力的力臂 (通常取值为 560mm)

类型，分别是距离测量参数、角度测量参数和常态参数。

当分析用参数创建完毕后，需要进行到关系参数创建环节中，通过创建关系参数，可以为后期精确地计算开启力 KA 值打下坚实的基础，关系参数定义如下：

If AN:FID_AN<AN1:FID_AN1

KA=(M*g*PDG:FID_DG+F*DF:FID_DF)/DK

Else

KA=(M*g*PDG:FID_DG-F*DF:FID_DF)/DK

End if

在经过死点之前，要将重力力矩与气弹簧力矩两者进行相加，从而求解出开启力矩。在经过死点之后，要将重力力矩与气弹簧力矩两者进行相减，从而求解出开启力矩。

3.3 机构仿真

对 Pro/E 进行切换处理，使其被自动切换到功能模块，然后，在 O 点位置处创建相应的伺服电机，并将其转速设置为 10°/s，然后，采用位置创建分析的方式，将整体时长设置为 9s，并对左侧门进行旋转，使其达到 90°，此时，机构仿真操作圆满结束。当机构仿真操作结束后，发现开启力远远小于 100N，关闭力远远超过 100N，符合机罩相关设计标准和要求。

4 运动骨架优化分析

在 Pro/E 软件期间，需要对各个零件相关参数的设置，同时，还要在确保参数值传递精确的基础上，对各个铰点位置所涉及的零件尺寸进行科学调整和控制，这种操作增加了分析优化操作难度。为了解决这一问题，技术人员要根据用户多样化使用需求，创建出相应的运动骨架模型，然后，对掘进钻车机罩内部结构和功能模块进行优化分析和设计。本文所创建的运动骨架模型如图 2 所示，图 2 中的 I 代表顶板上所对应的辅助线，该辅助线主要用于对参数 AN1 的科学创建。

另外，还要采用机构仿真分析法，完成对相关参数的科学调整和控制，同时，在正式进入机罩优化设计之前，还要完成对运动分析相关参数的精确创建，只有这样，才能更好地突破优化条件的局限性。最后，在充分结合运动分析相关特征的基础上，完成对表 2 参数的创建。

表 2 运动骨架相关参数创建

参数	MIN_FK	MAX_FK	MAX_LQ	MIN_LQ
参数描述	关闭力最大值	开启力最大值	气弹簧最大安装距	气弹簧最小安装距

当完成对运动骨架相关参数创建后，需要调用 Pro/E 行为建模内部的两大分析功能，一是优化分析功能，二是可行性分析功能，然后，实现对优化分析流程的创建和简化。在此基础上，还不断增加 AN1 值，使其达到最大化，只有这样，才能保证运动骨架所对应的旋转角度达到最大值。此外，在对约束条件进行设置期间，还要做好对开启力和关闭力两种参数值的科学调整和控制，使其均低于 100N，同时，还要将气弹簧的安装距离控制在 270~450mm 之间，从而进一步提高气弹簧加工制造水平。为了实现对设计变量的科学控制，还要加强对以

下两种铰点尺寸值的科学设置,这两种铰点分别是活动铰点和固定铰点。在此基础上,通过科学布置其他元件,确定出合理的尺寸值。经过对掘进钻车机罩进行优化设计后,发现该机罩的 ANI 值达到 6.5° ,完全符合机罩相关设计标准和要求。

5 结语

综上所述,通过利用 Pro/E 行为建模相关理论知识,对掘进钻车机罩进行科学设计,得出以下结论:

(1) 在对掘进钻车机罩侧门进行设计期间,主要采用以下两种方式,一种是机构仿真方式,另一种是运动骨架优化方式,确保所设计的机罩完全符合用户多样化使用需求;

(2) 通过借助机构仿真相关计算方案,可以精确地计算出 Pro/E 模型相关参数值,如侧门开启力、侧门关闭力等;

(3) 在利用 Pro/E 行为建模相关理论知识的基础上,

通过构建运动骨架相关模型,可以实现对掘进钻车机罩内部结构的分析、优化和设计,简化机罩尺寸调整流程,保证最终尺寸调整结果的精确性,为机罩的整体设计水平提供有力的保障。

参考文献:

- [1] 季恺. 基于 Pro/E 的凸轮零件的参数化建模 [J]. 黑龙江科技信息, 2016(31):2.
- [2] 王永刚, 朱伟, 曲泽超. 基于 Pro/E 的从 3D 建模到工程图设计 [J]. 内燃机与配件, 2017(16):13-14.
- [3] 马永胜. 基于 Pro/E 建模及受力分析的振动送料设备包装设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2021(1):197-200.
- [4] 童小利, 金秋春. 基于 PROE/PROGRAM 的槽轮机构参数化建模 [J]. 现代制造工程, 2018(8):81-86.
- [5] 于翔. 农机曲轴件数控加工曲线插补技术研究—基于 UG 仿真和 Pro/E 建模 [J]. 农机化研究, 2020,42(5):46-50.

(上接第 14 页)

$\leq 3500\text{mm}$ 的基准圆实际尺寸与量块 (俗称块规、千分垫) 尺寸相加间接测得。测量好该尺寸后,记下数值 Δ 。

机床停车,把测量辅具代替刀体把装到车床刀座上;后退刀座,调整至使测量辅具前端内径百分表表针在有效测量的范围;旋转测量辅具的手柄,观察内径百分表表针转动情况,当表针旋转到最大位置并回转时,即找到了加工件切向方向直径的最高点,记下该数值 A ,将前面测得的数值 Δ 与 A 相加,对照图纸中的相应尺寸,即可确定所加工产品尺寸的加工余量。

2.4 本设计的优势

本测量辅具的主要优势包括:

- (1) 结构简单紧凑,使用方便;
- (2) 测量效率高,测量精度高;
- (3) 省工省料,利用工件边角余料就可以加工成形;
- (4) 测量原理通俗易懂,一教就会,便于操作者掌握;
- (5) 停车使用,安全可靠,保证人身安全;
- (6) 节省采购费用,降低成本;
- (7) 自行设计,便于维护;
- (8) 所用材料无污染,无噪声;
- (9) 外形尺寸小,便于妥善保管;
- (10) 开放性设计,有改进空间。

3 本设计的积极意义

通过对本测量辅具在实际加工中的应用,突破了加工超大直径工件的局限性,解决了超大直径工件难测量的问题。

工件加工期间质量部门检验员全程跟踪,对加工的每

一关键尺寸均进行现场测量。通过和技术人员的交流,检验人员也逐渐对该量具的使用效果有了认可,肯定了本量具制造原理的先进性。本量具的成功设计和实际应用,不但帮助工厂顺利完成了生产任务,给企业带来了巨大的经济效益,销售指标连年递增,同时也激发了技术人员钻研工艺技术的干劲和开发、设计新辅具的热情,推动了企业开展技术创新、小改小革的前进步伐。

4 结语

实践证明,该量具经受住了实际加工的考验,可在行业内广泛地推广应用。目前,本量具已申报国家专利,并通过了国家专利局授权的实用新型专利,发明专利正在审核中。国家专利局授权的实用新型专利名称:一种立式车床回转体工件超大直径外圆或内孔的加工量具,实用新型专利号:CN2019205955222.0。

参考文献:

- [1] 王喜详. 常用工夹具典型结构图册 [M]. 北京:国防工业出版社,1993.
- [2] 王文斌. 机械设计手册(第一册)[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [3] 肖胜强,李承钢. 冷轧单机平整机组的改造 [J]. 中国设备工程,2008(04):29-31.

作者简介:高卫东(1967-),男,汉族,黑龙江望奎人,专科,一级主任工程师,研究方向:成套冶金设备机加工工艺研究及相关设备的改进。