doi:10.16576/j.ISSN.1007-4414.2024.02.028

传递窗的优化设计研制*

曹立峰
（深圳市朗奥洁净科技股份有限公司,广东 深圳　518000）

摘　要:针对传统传递窗密封门转动开启方式存在的使用不够便捷、开启时占据空间较大的问题,设计了一种具备使用便捷和结构紧凑特点的滑动开启式传递窗。为验证传递窗的设计方法的可行性,在 SolidWorks 三维软件中对该传递窗进行三维建模和虚拟装配。根据该传递窗的三维设计方案,进行传递窗各零部件的机加工制造和组装调试。通过样机试制试验结果表明:采用滑动的开启闭合方式有效解决了传统传递窗密封门在转动开启时幅度较大、操作不便的问题,为传统传递窗的优化设计提供了参考依据。

关键词:传递窗;洁净室;滑动式;虚拟装配
中图分类号:TH122　　文献标识码:A　　文章编号:1007-4414(2024)02-0104-03

Research on the Optimal Design Method for Transfer Window

CAO Li-feng
(*Shenzhen LAUN Clean Technology Co., Ltd, Shenzhen　518000, Guangdong, China*)

Abstract: In this paper, aiming at the problems existing in the traditional rotating opening mode of the sealed door of the transfer window, which is not convenient to use and occupies large space when opening, a sliding opening mode of the transfer window which has the characteristics of convenient use and compact structure is designed. In order to verify the feasibility of the design method of the transfer window, three-dimensional modeling and virtual assembly of the transfer window are performed in SolidWorks 3D software. According to the three-dimensional design scheme of the transfer window, the parts of the transfer window are manufactured and assembled. Through the trial production and test of the prototype, the results show that the optimized transfer window seal door adopts the sliding opening and closing mode, which effectively solves the problem of large amplitude and inconvenient operation when the traditional transfer window seal door is rotated and opened, and the reference basis is provided for the optimization design of the traditional transfer window.

Key words: transfer window; clean room; sliding type; virtual assembly

0　引　言

洁净室的主要作用是持续提供符合预期的洁净环境,在科学技术研究不断进步的时代,洁净室的发展与现代工业等诸多尖端技术联系密切,很多领域都需要高标准的研究空间,洁净室确保了科研环境的洁净度、温湿度和压力等条件[1-3]。

传递窗作为洁净室的一种辅助设备,主要用于洁净区与洁净区、非洁净区与洁净区之间小件物品的传递,传递窗可以减少洁净室的开门次数,以最大限度地降低对洁净区的污染。传递窗一般采用不锈钢板制作,平整光洁,双门互为连锁,可有效阻止交叉污染,其设有电子或机械连锁装置,并配置紫外线杀菌灯实现对传送物品的杀菌消毒。传递窗广泛应用于食品饮料、医药医疗、精密仪器、半导体、光学显示、新能源、生物工程、精细化工、汽车制造、航空航天等诸多行业领域。

传统洁净室传递窗的密封门多数为转动的开启方式,该方式开启范围较大,在开启过程中传递人员有时还需要后退才能使密封门开启,使用不够便捷,尤其当操作空间受限时,这种弊端显得尤为明显。此外,传统洁净室传递窗的外端缺少传递物品的临时摆放空间,当操作者拿有较多的传递物品时,双手不方便用力,无法轻易将密封门开启,操作不够便捷。

针对传统传递窗密封门转动开启方式存在的使用不够便捷、开启时占据空间较大的问题,设计了一种滑动开启方式的传递窗。首先,在 SolidWorks 中对该传递窗进行三维建模和虚拟装配,理论分析了该设计方案的合理性和装配可行性。其次,根据该传递窗的三维设计方案进行传递窗各零部件的机加工制造和组装调试。最后进行样机试制试验。结果表明:采用滑动开启闭合方式有效解决了传统传递窗密封门在转动开启时幅度较大、操作不便的问题,提高了工作效率且省时省力,验证了该传递窗的设计方法是可行的,为传统传递窗的优化设计提供了参考依据。

* 收稿日期:2023-08-07
作者简介:曹立峰(1984-),男,湖北黄冈人,博士,高级工程师,研究方向:智能设计与智能制造等。

1　三维建模和虚拟装配

1.1　设计分析

转动是物体围绕它的回转中心或轴线旋转,而滑动是物体沿某一平面或曲面移动。传统传递窗密封门的开启方式通常为转动式,即密封门的一侧绕着竖向转轴旋转,在外力推拉的作用下实现密封门的开启和关闭。开启操作时,先打开密封门,然后旋转密封门;关闭操作时,先旋转密封门,然后关闭密封门。上述操作过程费时费力,虽然在 xoy 平面内的转动范围可达 180°,但在开启或关闭过程中占据空间较大。

为了解决上述问题,优化后的传递窗密封门的开启方式采用滑动式设计方案。钢珠式滑轨和滑轨板之间布局有若干小的钢珠,通过钢珠的转动实现滑轨板的来回滑动,钢珠式滑轨具有推拉顺滑、承重力大、操作省力的特点。传递窗密封门的上底、下底分别与上滑轨板、下滑轨板固定,而滑轨板可以在滑轨上面来回滑动。该滑动开启方式设计方案的优点在于:密封门只在水平 x 轴方向来回滑动,不在 y 轴方向移动,因此密封门在 y 轴方向不占据空间。开启操作时,只需沿 x 轴反方向轻轻滑动密封门,密封门只需在很小外力的作用下即可随滑轨板一起滑动打开;关闭操作时,同样只需沿 x 轴正方向轻轻滑动密封门,密封门即可在很小外力的作用下随滑轨板一起滑动关闭,整个开启和关闭操作过程方便快捷、省时省力。转动和滑动开启方式对比示意图如图 1 所示。

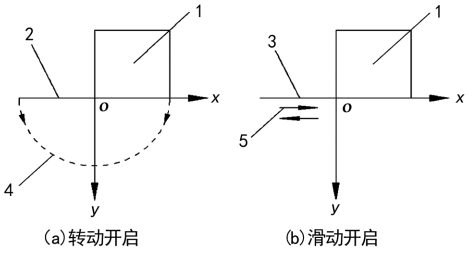

图 1　转动和滑动开启方式对比示意图

1.传递窗　2.转动密封门　3.滑动密封门　4.转动开启方式占据区域　5.滑动开启方式与占据区域

1.2　三维建模

传递窗开启时的结构示意图如图 2 所示。

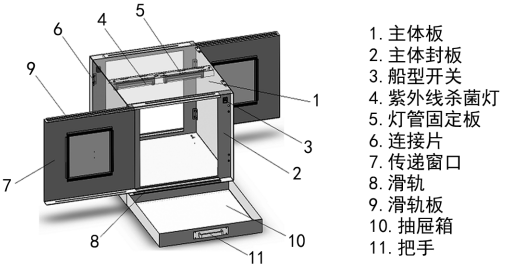

图 2　传递窗开启时的结构示意图

洁净室传递窗的三维结构比较规则,在 SolidWorks 三维软件中建立洁净室传递窗的各零部件三维模型,传递窗口的三维建模如图 3 所示,抽屉箱的三维建模如图 4 所示。

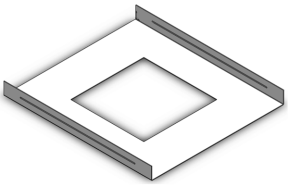

图 3　传递窗口的三维建模

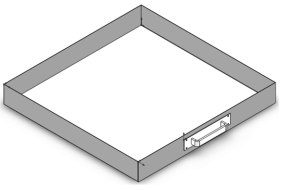

图 4　抽屉箱的三维建模

1.3　虚拟装配

虚拟装配基于产品的数字化实体模型,它可以在计算机上分析与验证产品的装配性能,从而为产品的可装配性和优化设计的提高提供有力支持[4]。部分学者采用虚拟装配和优化设计的方法对相关产品结构进行了研究,如邹来胜等使用三维建模软件进行机床的结构和参数化设计,并进行了机床的虚拟装配,确保了机床实体的可装配性[5]。姜昂设计了一种新型的夹紧结构,优化后的回转工作台整体的静刚度和固有频率得到提升[6]。SolidWorks 的组件模块提供了虚拟装配功能,在洁净室传递窗的各零部件三维模型建模完成后,即可进行传递窗的虚拟装配。传递窗闭合后的结构示意图如图 5 所示。

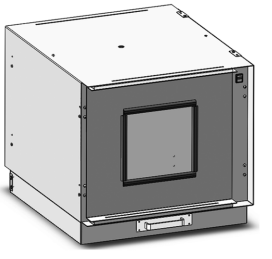

图 5　传递窗闭合后的结构示意图

2　加工制造和组装调试

2.1　焊接加工分析

304 不锈钢板具有表面美观、光洁度高、耐腐蚀性能好、强度高、可塑性和韧性好、冲压成型方便、焊接性能好等诸多优点,其广泛应用于机械、食品、医疗、化工、原子能等工业领域以及装潢、家庭用品等其它领域。为了保证加工制作的传递窗外表美观、质量可靠,采用 304 不锈钢板为原材料。

大多数金属材质在焊接过程中会因为热量不均匀而产生内部应力不均匀,最终导致其形体的变化。文中机加工采用的 304 不锈钢板比较薄,为了避免或尽量减少 304 不锈钢板在焊接过程中受高温产生变形,焊接前需调整好合适的焊接电流、焊接电压等焊接工艺参数。此外,首先对两块相邻的待焊接不锈钢板采用对应的工装夹具进行对位紧固;然后采用点焊方式将两块待焊接不锈钢板进行固定,必要时采用分散焊道,通过均匀分布热量来减少局部温度过高,从

而实现对焊接变形的控制；最后对两块待焊接的不锈钢板进行满焊。不锈钢板焊接件焊接完成后，如出现焊接变形问题，应及时进行校准处理，如局部发生热变形，则应在相应的焊接部位进行加热处理，最后采用合适的方法对焊接件进行校准校平，以保证焊接件的平面度和焊接质量。

2.2　加工制造

洁净室传递窗的机加工件主要有：主体板、主体封板、抽屉箱、传递窗口、灯管固定板、连接片等零部件。关于此类机加工件的加工制造，采用 304 不锈钢板为原材料，按照三维设计转换的二维设计图纸尺寸进行机加工。

在机加工过程中使用到的加工机械设备主要有激光切割机、数控冲床、数控折弯机等，在激光切割机（型号 OSML-3015B）中对不锈钢板进行切割下料，在数控冲床（型号 ES23X）中对不锈钢板进行孔型的成型加工，在数控折弯机（型号 OG-100Ⅱ）中对不锈钢板进行板料整体弯曲成型加工，涉及到需要焊接的加工件在生产车间采用焊机进行焊接。抽屉箱的机加工件如图 6 所示。

图 6　抽屉箱的机加工件

2.3　组装调试

紫外线杀菌是对通过传递窗的物品进行杀菌的主要途径。紫外线杀菌作用较强，但对物体的穿透能力很弱，适用于手术室、烧伤病房、传染病房和无菌间的空间消毒，以及不耐热物品和台面表面消毒。部分学者对传递窗的紫外杀菌效果进行了相关研究，如赵慧等通过试验绘制了不同照射时间对杀菌效果的影响曲线，确定了实验室传递窗紫外杀菌的最佳时间[7]。卜云婷等对传递窗的检测项目及方法进行归纳总结，并对其灭菌效果的影响因素进行了研究[8]。农敏等采用不同的技术手段对 VHP 传递窗性能进行了测试[9]。

在上述机加工件加工完成之后，对其它标准件如紫外线杀菌灯、船型按钮开关、抽屉把手等进行整体组装，组装完成后即可进行调试。传递窗的组装调试效果如图 7 所示。调试结果表明，紫外线杀菌灯可以对放入传递窗内部的物品进行较好效果的杀菌消毒。此外，传递窗下端的抽屉箱也方便传递物品的临时存放。

图 7　传递窗的组装调试效果图

传递窗两端均设置有密封门，密封门的上下底部与滑轨板固定连接，滑轨板内置于滑轨导槽，密封门沿滑轨导槽水平方向滑动。当需要传送物品时，即使在操作者双手拿物的情况下，只需用手指轻轻滑动密封门面板，即可顺畅打开密封门，然后将需要传递的物品放入传递窗内。当传送物品放入传递窗后需要关闭密封门时，同样只需用手指轻轻滑动密封门面板，即可顺畅关闭密封门。传递窗内的传递物品经过紫外线杀菌灯的消毒处理后，对面的操作人员即可将传送物品拿出放置到洁净室内部的合适位置，实现物品在洁净环境下的传送，整个操作过程省时省力、方便快捷。密封门的开启方向沿水平方向，避免了传统传递窗开启时占用操作空间较大的问题。此外，在传递窗下端设计抽屉箱，能将传递物品临时放在抽屉箱内，然后对密封门进行操作，提升了使用便捷性。

3　结　语

文中针对传统传递窗密封门转动开启方式存在的使用不够便捷、开启时占据空间较大的问题，设计了一种滑动开启方式的传递窗。首先，在 SolidWorks 三维软件中对该传递窗进行三维建模和虚拟装配，理论分析了该设计方案的合理性和装配可行性；其次，根据该传递窗的三维设计方案，进行传递窗各零部件的机加工制造和组装调试；最后进行样机试制试验。结果表明：优化后的传递窗密封门有效解决了传统传递窗密封门在转动开启时幅度较大、操作不便的问题，提高了工作效率，且省时省力，从而验证了该传递窗的设计方法是可行的，为传统传递窗的优化设计提供了参考依据。

参考文献：

[1]　苏建程.洁净室内洁净度的影响要素[J].医疗装备，2023，36(1)：41-44.

[2]　肖　骥.洁净室（区）测试方法综述[J].中国计量，2020，297(8)：60-63.

[3]　石小雷.浅谈洁净室净化空调系统的节能方案[J].中国设备工程，2017，384(24)：96-97.

[4]　康文利，周学辉.虚拟装配快速碰撞干涉检验算法的研究[J].机械工程与自动化，2010(4)：53-55+58.

[5]　邹来胜，方　辉，黄小林，等.桌面增减材复合机床的虚拟装配与装配精度检测[J].机械研究与应用，2017，30(3)：71-73+77.

[6]　姜　昂.重型静压回转工作台夹紧机构优化设计[J].机械研究与应用，2023，36(2)：80-83.

[7]　赵　慧，刘　燕，李晨曦，等.传递窗紫外灯杀菌过程的探讨[J].标准科学，2019，536(1)：146-148.

[8]　卜云婷，邢国华，宋淑萍，等.高级别生物安全实验室传递窗的基本要求及性能分析[J].洁净与空调技术，2019，103(3)：86-90.

[9]　农　敏，谭婷心.洁净室 VHP 传递窗性能测试技术的应用[J].大众科技，2022，24(6)：56-59.