

沉孔式气动接头的研究分析

王旭东¹ 王卫东¹ 李忠强² 刘桓宇³

(1. 北京威士乐机电设备有限公司研发中心, 北京 100176; 2. 苏州蓝捷汽车科技有限公司技术中心 江苏苏州, 215000; 3. 重庆江增船舶重工有限公司技术中心, 重庆, 402260)

摘要: 针对现有气动接头在高度集成化和狭窄空间安装困难的问题, 本文设计开发一种高度集成和结构优化的沉孔式接头, 采用独特的组合固定套、鼓形密封体和保护套件新技术, 新型沉孔式接头采用多种创新技术, 具有实用性、先进性和广阔的应用前景。

关键词: 气动接头; 鼓形密封; 多孔接头;

中文分类号: TH138 文献标识码: A 文章编号:

Research and analysis of the pneumatic joint with counterbore

WANG Xu-dong¹, WANG Wei-dong¹, Li Zhong-qiang², Liu Huan-yu³

(1.R&D Center of Beijing Vexroth M&E Equipment Co.,Ltd. Beijing 100176; 2. Technology Center Suzhou BlueJet Automotive Technology co.,ltd. ; 3.Technology Center of Chongqing jiangjin shipbuilding industry co., ltd. Chongqing 402260)

Abstract: In view of the difficulty of installing the pneumatic joints in the highly integrated and narrow space, this paper designs and develops a highly integrated and structural optimization of the sink joint. The new combination of fixed sleeve, drum seal and protection kit is adopted. The new type of hole joint has many innovative technologies, which is practical, advanced and has broad application prospects.

Key words: pneumatic joint; drum seal; multihole joint;

1 研制需求

工业生产中经常遇到密集的气动管路进行布置和安装, 面对紧凑型的设备, 密集空间对工程师布置管路是很大的挑战。为了优化和节约安装空间, 保证在正产安装条件下尽可能多的布置管路, 新型沉孔式接头正是为应对这种挑战而开发设计。

气动接头产品结构和型式相对技术成熟, 主要技术主要由制造商掌握和把控, 而在相关领域学术研究和文献非常的少, 因此产品设计中除了通用的气动接头技术条件外, 主要研究的技术文献来自: 国外主要气动和接头制造商公布的技术, 通过文献的技术研究和分析, 结合实际产品的需求, 综合进行新产品的开发和研究。它相比与传统常规的气动接头, 可以提高 20~40%的空间安装比, 该产品越来越受到气动工程师的青睐和广泛使用。

2 设计原则

沉孔式接头主要式解决传统接头尺寸及附加安装尺寸大等问题, 主要的气管安装、固定及密封方式依然值得借鉴, 产品设计主要是优化安装方式、减少接头体及附加安装空间的需求。

沉孔式气动接头设计的基本原则:

1. 保证遵守知识产权保护的条件下尽可能采用已公布的成熟技术。
2. 高可靠性和密封性, 在工作连接状态下, 该接头连接部位无介质泄漏;
3. 较低的插拔力, 管路插入接头和拨开时所施加的力适合, 使用操作方便;
4. 产品接头的机械和密封结构必须满足管路多次拨插、介质和环境温度的工况需求, 在设计生命周

期内不会出现，产品零部件出现变形、老化、氧化和失效的问题。

3 产品设计

3.1 工作原理

典型普通快插式气动接头的结构主要部件由接头体、POM 压紧环和保护环、不锈钢材质的扣爪环和橡胶材料的 O 形圈等。新型沉孔式气动接头在设计时主体结构与普通气动接头保持统一性，为了尽可能的减少传统的接头螺纹连接方式和扳手安装空间，及接头安装完成后部分接头体外露部分。新型接头的安装固定和安装方式必须进行调整，需要去掉螺纹结构，相应的扳手安装空间也将减少，整体接头的尺寸从直径和长度均有大幅的缩小，主要的进行创新，新型沉孔式接头去掉扳手安装空间采用特殊固定方式进行安装。

3.2 结构设计

沉孔接头产品的实体主要由黄铜、尼龙等组成，结构件主要有常规尼龙材质的管路释放环，黄铜材质组合固定套，尼龙材质的保护套，保护套内部包裹涂油润滑酯的鼓形密封件。接头的内部结构图，沉孔式接头的剖面结构图，显示各结构体之间的结构及位置关系，气管的夹紧和释放由不锈钢材质的弹性卡环组成。结构设计的关键点和技术创新点主要包括：组合式的固定套、集成鼓形密封的保护套件、定制设计的鼓形密封结构件。

3.2.1 组合固定套与安装孔

铜制组合固定套的主要功能是保证为沉孔式接头提供足够摩擦力，保证接头体的可靠安装和固定，安装方式采用多级齿形倒角与过盈配合相结合的方式，组合固定套替代了螺纹的固定结构和连接方式，沉孔式接头产品长度、外径及插管内径的参数，通过组合固定套的方式使接头体的直径减少 15%-20%，高度部分减少 20%-30% 的尺寸。主要的气管规格外径从 4mm~12mm，管的安装和固定采用现有常规的气动快插接头的技术。

3.2.2 集成式密封套件

沉孔式接头设计的第二个技术关键点是尼龙材质的密封保护套，保护套在常规的气动接头内主要是提供卡爪的安装限位作用，保证气管插入后不会自动拔脱，将气管固定在安装位置直到操作者按压气管释放环，卡爪在外力作用下释放管路。

接头体安装和管路连接密封问题的解决方案，在产品初期，在接头内部采用单独安装的弹性密封件来保证接头输送介质的密封性，在安装沉孔式接头之前先在沉孔的相应位置放置鼓形密封圈，然后在将组合式沉入接头压入沉孔内。该方案造成鼓形密封安装工序复杂、容易造成密封零件漏装从而影响整体产品的次品率过高。为了解决上述方案，研发工程师结合工业的无缝弱化线撕裂线) 的工艺，将卡爪的限位保护套升级为密封件的保护套，接头在安装至沉孔定位孔之前，密封件及润滑脂隐藏在护套内。鼓形密封挤出到安装部位，该设计有效解决了密封圈的安装问题，该密封件的设计是该接头的亮点和独特之处，是本接头获得专利的创新之处。

3.2.3 密封设计

气动接头在完成上述的主要结构之后，还要保障接头安装和管路连接后介质的密封性，在整个产品中采用的唯一弹性橡胶密封件，密封件的材质，性能、密封能力及寿命对产品的影响非常大。橡胶密封件确保介质的两个泄漏途径，第一是从接头安装的部位泄漏，第二是从连接管路外壁泄漏，为了保证密封件安装可靠，定位精确，同时在管路外壁和接头的安装出具有合适的弹性压缩比。

O形圈的密封机理是其从自由状态的初始厚度被压缩后，压缩后密封圈的应力如图所示，密封圈在护套和安装凸台之间形成安装沟槽。O形圈在气管插入和拔出时，由于气管表面的粗糙度、摩擦系数等不同，经常出现O形圈脱落或扭曲或破裂等失效现场。为了防止密封圈在气管外力作用下的潜在故障，可以采用在O形圈的两侧增加挡圈来保证密封圈的正常工作。在沉孔接头的设计中研究产品的可靠性和长期综合成本，定制开发了一款鼓形密封，其截面及安装压缩后的应力分布远远优于O形圈的密封特性，又不存在挤出、扭曲和破裂的故障现象。

根据弹性密封材质静密封O形圈的压缩率为15%~20%，本产品鼓形密封采用压缩比为15%。材质的硬度采用邵氏硬度70°~75°。在密封件装入保护套内后涂油密封润滑脂，确保密封件的密封面的润滑和保护，同时可以有效延长密封件的使用寿命。

4 沉孔式接头的应用

沉孔式接头在医疗设备流体输送管路中应用，医疗设备、呼吸机和制氧机等设备中广泛应用，采用沉孔式接头与传通接头相比可节约80~150%的空间，新产品大大节约了紧凑的设备空间。

沉孔式接头在多气路输送的多孔接头中的应用，大大节省设备空间，方便多管路的安装，该多路式气动接头为专利技术新产品。在工业自动化、机器人和机床行业等多领域应用。

流体管路设计和布置中经常用到气路分配座，将沉孔式接头应用到气路分配座后，分配座结构更小巧、外观更美观，更便于气路分配座在设计中的应用。

5 结论

科学合理的将多种工业设计水平和技术融合于一体是现代工业设计的重要基础。本文从产品的市场需求出发，进行产品的设计规划和研究，综合考虑产品需要解决的问题和难点，兼顾产品的现有技术保证产品的更新换代更容易且成本最低。新型沉孔式接头采用多种创新技术，具有实用性、先进性和广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 王旭东,王卫东,多路气动接头的技术综述[D].中国科技纵横,2019年11期.
- [2] David J.Brock,Kimberly J.Gilbert,both of Portage,et al.Releasable push-to-connect tube fitting,[P],USA,US005683120A,1997
- [3] Peter C.Williams,Cleveland Heights,OH(US),Daniel G.Trivett,Mayfield Height,OH(US),et al.Push to connect conduit fitting with ferrule[P],USA,US009958100B2,2018
- [4] 王旭东.一种沉孔式接头:CN201821518961.1[P].2019-10-01.
- [5] 闻邦椿,机械设计手册[M].北京:机械工业出版社 2018.1
- [6] 王旭东.一种多管路输送式多孔接头:CN201821518919.X[P].2019-04-26.
- [7] 王旭东,王卫东.多路气动接头的技术综述[J].中国科技纵横,2019,(11):61-62.