

车身车门装配工艺方法及控制手段研究

吴 鹏

潍柴动力股份有限公司上海研发中心 上海 200122

摘 要：汽车制造中的车身车门组工艺涉及装配和尺寸公差，以及车门铰链、锁止系统和密封条的精心安装。每一步骤可以确保车辆结构完整性、安全性。通过均匀的门缝、正确的对齐和良好的校准系统，工程师可以提高汽车的耐用性。

关键词：车身车门；装配工艺方法

前言

在汽车制造过程中，车身和车门组装是影响车辆结构完整性、安全性和整体质量的关键步骤。在车身车门装配工艺中，控制车门扭矩是整个装配工艺中的技术难题。车门扭矩小于工艺要求时，在总装配车间时导致车门松动，车门下垂，影响装配密封条，甚至出现漏雨现象等；而车门扭矩超过工艺要求时，售后反馈车门装配处螺纹板、装配螺栓滑丝，使用寿命下降等。现在通过对车门装配工艺方法的研究，分别对影响车门扭矩的使用工具、操作法、检验方式和螺纹连接件本身等原因进行系统分析，最终制定出一套最优的装配工艺方法来有效地控制扭矩，提高扭矩合格率，降低返修率及相关成本支出，提升经济效益。

1 车身车门装配工艺的概述

汽车制造中车身和车门组装过程是一个关键阶段，对车辆的整体结构完整性、安全性和质量有着重大影响。车身是指汽车制造过程中车身结构（包括车门）完全组装但尚未喷漆的阶段，这涉及通过焊接、铆接和粘合等技术将各种金属部件连接起来，形成统一的结构。车身阶段的车门组装尤为复杂，因为它需要精确的对齐和装配，以确保车门在开启、关闭和密封方面无缝运行。正确的对齐不仅关乎车辆的美观，而且可以确保车门缝隙均匀，保证车门锁紧，以此保证车辆的安全性。除了校准，车身阶段的车门总成还必须考虑抗碰撞性和噪声、振动与声振粗糙度（NVH）性能等因素。车门是必须满足严格碰撞安全标准的关键部件之一，其装配必须确保在发生碰撞时能够保护车内乘员。车门装配会影响车辆的NVH特性，因为装配不当的门会导致风噪和振动等问题，从而影响整体驾驶体验。随着汽车制造商不断创新，车身车门装配工艺也在不断发展，以满足日益严苛的质量，确保车辆坚固耐用且精致美观。

2 车身车门装配工艺重要性

2.1 质量控制

车门作为汽车的重要组成部分，不仅承担着开关功能，还对车身的结构强度、碰撞安全性有重要影响。合理的装配工艺可以确保车门与车身之间的缝隙均匀，避免因装配不当导致的密封不良、风噪音增大等问题。此外，高精度的装配工艺还能确保车门在使用过程中的耐久性，减少车门与车身之间的磨损，延长汽车使用寿命^[1]。

2.2 安全性保障

车门的装配质量对乘员的安全有直接影响。在碰撞事故中，车门的结构强度和装配精度决定了车身的整体刚性及乘员的保护能力。通过采用合理的装配工艺，可以提升车门的抗撞击性能，确保车门在发生意外时能够提供足够的保护，降低乘员受伤的风险。

2.3 美观性与消费者满意度

车门的装配质量直接影响到汽车的外观和消费者的使用体验。精确的装配工艺能够确保车门与车身的对接紧密，缝隙匀称，提升汽车的整体美感。消费者在购买汽车时，往往对车门的开合灵活性、密封性以及车身的契合度有较高的要求，优质的装配工艺能够有效提升消费者的满意度，增强品牌忠诚度。

2.4 成本控制

虽然车身车门的装配工艺在初期可能需要较高的投资，但从长远来看，合理的工艺设计可以有效控制生产和维护成本。高质量的装配工艺意味着更低的返修率，减少因质量问题而产生的售后服务成本。此外，降低不合格产品的产生可以节约材料成本。

3 车身车门装配工艺方法及控制手段分析

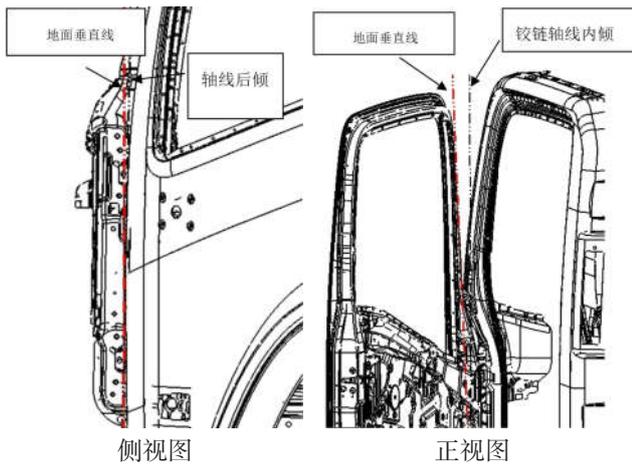
3.1 门铰链精密安装

车门铰链的精确安装是车身车门组工艺的关键环节，对车辆车门的整体功能和耐用性有着重大影响。车门铰链是支撑车门重量并确保平稳的重要部件。

车门铰链对车门装配的影响主要体现在两个方面

- (1) 铰链轴线方向的扭矩。
- (2) 铰链上下方向受重力产生的摩擦力。

铰链轴线有一定的内倾和后倾，从而可以借助车门重力效应，阻力车门关闭。理论上来说，内倾角和后倾角越大，越有助于车门关闭。但是相应的，开门力变大，开门时会显得车门很重，因为要克服车门重力做功。如下图所示：



铰链除考虑上述影响外，还需要考虑装配过程中的上下铰链的同轴度，若不同轴，车门关闭时会增加额外的摩擦力。铰链不同轴可能来源如下几方面：

- (1) 铰链定位工装的定位精度；
- (2) 车门或车身上铰链安装平面的共面度，
- (3) 装调时操作不当将铰链敲歪了

在车身阶段，铰链安装的精确性可以实现车门对齐，这直接影响到车辆的装配和外观。门铰链精密安装包括使用专用夹具和固定装置，将铰链精确地安装在车门和车身上，以确保生产的一致性^[2]。铰链安装过程中的错位会导致间隙不均匀、锁闭困难以及铰链磨损加剧等问题，从而影响车辆的使用寿命。因此，在此过程中，注重细节和严格遵守公差标准非常重要，这样才能确保车门在整个车辆使用寿命内平稳可靠地运行。在碰撞过程中，铰链在保持车门位置、防止车门意外打开以及为车辆侧部结构提供关键支撑方面发挥着关键作用，这就要求铰链的安装必须精确无误，确保其牢固连接并能够承受巨大的力，这一过程通常需要使用先进的测量技术，例如激光校准工具，以验证铰链是否根据车辆的设计规格正确就位。此外，用于固定铰链的材料和方法必须经过精心选择，以确保最大的耐用性。正确的铰链安装不仅提高了车辆的抗撞性，而且通过减少振动，保持车门长期对齐，这有助于整体改善驾驶体验。随着汽车

设计的不断发展，车门铰链的精确安装仍然是汽车制造的关键。

3.2 车门限位器

限位器也是车门系统主要组成部分，其作用是限制车门打开的程度。一方面它可以限制车门的最大开度，防止车门开得过大，另一方面，它可在需要时使车门保持开启，如汽车停在坡道上或刮一般的风时，车门也不会自动关上。

所以，结构上限位器有档位之分，常见的有2档式结构、有3档式结构。

限位器与车门铰链轴线为平行状态，装配工艺一定要注意，装配时，限位器轴线与铰链轴线平行，否则，会出现车门关闭不严，或装配不良，出现限位器跳动，造成异响。

3.3 调校门锁系统

车门锁系统的校准是白车身（BIW）车门组装过程中的关键步骤，直接影响车辆的安全性、功能性和用户体验。车门锁系统必须经过精确调整，以确保其平稳、安全地啮合，在各种条件下都能可靠地锁闭和解锁，这一过程需要对车门锁和车身上的锁舌板之间的对准进行微调，确保车门关闭时它们能够完美对齐。锁止系统中的不对准会导致车门难以锁止或解锁、行驶时发出嘎嘎声，甚至车门无法正常关闭，从而影响安全性。校准过程通常需要多次调整，这样才能实现正确的校准，需要使用专门的工具来高精度测量，积极调整锁组件的位置。除了校准，门锁系统的校准还包括调整操作门锁所需的力度，确保锁止机构的顺畅性，例如微调门把手的阻力、中央锁止系统的响应速度以及门锁操作的总体感觉。调校门锁系统的目标是实现平衡，使门锁既安全又易于操作，为最终用户提供高品质的体验。校准过程必须考虑各种因素，例如门锁组件的材料特性、车辆的使用环境以及长期磨损。制造商可以使用先进的测试设备来模拟不同的操作条件，并验证门锁系统在压力下的性能。适当的校准不仅能够提高车辆的安全性，还能提升驾驶体验的整体质量，确保车门在关闭时发出坚实的“咔哒”声，并且在整个车辆使用寿命期间都能平稳顺畅地运行。随着汽车技术的不断发展，门锁系统校准所需的精度变得越来越重要，这反映了现代汽车设计和制造所追求的高标准。

3.4 装调精度及控制标准

车门的装调一直是内间隙控制的要点和难点，因为既要保证外观匹配尺寸又要保证内间隙，所以两方面需同时保证。这里需要强调一下的是装调时，要保证车门姿态

尽量内倾,有助于借助车门重力效应,降低关闭力;

控制标准:出来满足内间隙设计要求外,各区域的极差应在一定范围内,且不能有明显的波浪变化。

3.5 密封条安装调整

在车身(BIW)车门组装过程中,密封条的安装调整可以确保车辆内部免受水、灰尘和噪音等外部因素的影响。这些密封条通常由橡胶等柔性材料制成,安装在门窗边缘,以便在车门关闭时形成紧密的密封。安装过程需要精确对准,以确保密封条紧贴门框,没有缝隙或错位,否则会导致渗漏或风噪增大。密封条必须以均匀的压力施加到正确的位置,这通常使用自动机器或专用夹具来实现,以保持一致性。密封条的适当安装不仅能够提升乘客的舒适度,而且对车辆的长期耐用性也起着重要作用。在安装密封条后,工程师必须进行彻底的调整,以微调其贴合度和性能。在调整时,工程师需要仔细检查车门关闭时密封条的压缩情况,确保其不会太松或太紧。过度压缩会导致密封条过度磨损,车门难以关闭,而压缩不足会导致密封不良,从而产生噪音和漏水。工程师们通常会进行一系列测试,包括水测试和风洞测试,以验证密封条在各种条件下的有效性。工程师还会测量车门关闭力,以确保其处于可接受的范围内,在易用性和有效密封之间取得平衡。密封条的调整是一个精细的过程,需要对所涉及的材料和车型的具体要求有敏锐的理解。通过确保密封条正确安装和调整,制造商可以显著提升车辆的整体质量,打造更安静、更舒适、更耐候的内饰,满足现代汽车消费者的高期望值^[3]。

3.6 控制门缝均匀

在车身(BIW)车门组装过程中,确保车门间隙一致是车辆制造的关键环节,直接影响到最终产品的功能质量。车门间隙是指车门与车身周围面板之间的空间,必须保持一致,才能达到光滑、精致的外观。控制这些间隙非常重要,因为任何偏差都会导致缝隙不均匀,从而降低车辆的视觉吸引力,给人做工粗糙的印象。此

外,均匀的门缝可以保持车辆结构完整性,同时可以确保车门安全关闭而不用力过大,这要求在安装和调整阶段对细节一丝不苟,每扇车门都必须单独安装校准,以满足车型的具体设计规格。通过保持车门间隙的一致性,制造商可以提升车辆的视觉质量。在整个装配过程中,控制车门间隙的过程还包括持续监控和质量检查,以确保在车辆装配过程中保持均匀的间隙,例如使用激光测量系统和其他先进技术,这些技术甚至可以检测到间隙宽度上的细微变化。如果发现任何不一致,工程师可以当场进行调整,重新定位车门或微调铰链和锁扣,这些实时调整可以保持现代汽车制造所需的高精度,因为即使是很小的瑕疵也会影响车辆的整体质量。此外,均匀的门缝有助于降低空气阻力,减少行驶过程中的风噪,从而改善车辆的空气动力学性能。控制车门间隙的整个过程是一项复杂且需要反复进行的工作,需要设计、工程和质量控制等不同团队之间的协作,以确保每辆下线车辆都符合最高的装配和表面处理标准^[4]。

4 结语

总之,车身车门装配工艺是汽车制造中一个复杂且关键的环节,直接影响着车辆的质量、安全性和整体性能。工程师需要确保车门间隙均匀且系统校准正确,不仅能够提高车辆的结构完整性,还能带来更精致的驾驶体验。随着汽车技术的发展,车身车门组装的标准也在不断提高,这体现了汽车行业对质量的追求。

参考文献

- [1]魏玲.白车身后端复合质量问题研究和解决[J].汽车实用技术,2024,49(7):147-151.
- [2]李嘉男,赵文正,邓磊.基于尺寸问题解决的白车身模拟调试方法[J].汽车工艺师,2023(12):33-36.
- [3]冯艳辉,夏凡.地铁车门门扇装配的工艺研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [4]马东.旋转式汽车车门的钣金维修工艺分析[J].汽车与新动力,2022(002):005.