

# 高温高压汽轮机隔板安装工艺及质量控制

谭聪权

湖南省工业设备安装有限公司 湖南 株洲 412005

**摘要:** 本文围绕高温高压汽轮机隔板安装工艺及质量控制展开研究。阐述了隔板的结构特点及作用,包括由合金钢制成的隔板体及精心设计的静叶片等,在汽轮机中起分隔压力区域、支撑固定静叶片及改善蒸汽流动状态的作用。详细介绍了安装前准备工作、安装工艺步骤、关键技术要点、影响安装质量的因素及质量控制措施。通过对制造精度、安装工艺、环境条件和设备维护等方面的分析,提出了加强制造质量控制、优化安装工艺、控制环境条件和加强设备维护等措施,以确保隔板安装质量,提高汽轮机运行效率和安全性。

**关键词:** 高温高压汽轮机;隔板;安装工艺;质量控制

**引言:** 随着电力工业的不断发展,高温高压汽轮机在能源领域发挥着重要作用。隔板作为汽轮机的关键部件,其安装质量直接影响汽轮机的性能和安全运行。然而,在隔板安装过程中,面临着诸多挑战,如制造精度要求高、安装工艺复杂、环境条件影响大以及设备维护难度大等问题。

## 1 高温高压汽轮机隔板的结构特点及作用

### 1.1 结构特点

高温高压汽轮机隔板的结构设计精巧且复杂。隔板体作为核心部件,多采用优质合金钢铸造或焊接制成。这不仅赋予了隔板高强度的特性,使其能够在高温高压的恶劣工作环境下稳定运行,还具备卓越的耐热性能,有效抵御蒸汽带来的高温侵蚀。静叶片是隔板的关键组成部分,其通过焊接或铆接等可靠方式紧密固定在隔板体上。静叶片的形状经过精心设计,如同精心雕琢的艺术品,每一个弧度和角度都对蒸汽的流动起着至关重要的引导作用。而其独特的排列方式更是犹如精密的拼图,直接影响着汽轮机的通流效率和整体性能。隔板外缘和内缘则如同坚实的守护者,为隔板的稳定运行提供了可靠的边界条件,确保蒸汽在既定的通道内有序流动。

### 1.2 高温高压汽轮机隔板的作用

分隔汽轮机各级,形成不同的压力区域,保证蒸汽在各级中按照设计的压力和速度流动。

支撑和固定静叶片,使静叶片能够稳定地工作,承受蒸汽的作用力。

改善蒸汽的流动状态,提高汽轮机的通流效率和性能。

## 2 隔板安装前的准备工作

### 2.1 技术资料准备

安装团队需深入熟悉隔板的安装图纸和技术要求。了

解隔板的结构特点,能让安装人员对各个部件的作用和位置心中有数;明确安装尺寸和精度要求,为实际操作提供精准的标准。在此基础上编制详细的安装施工方案,清晰地规划安装工艺步骤,确定质量控制要点,让每一个环节都有章可循,同时明确安全注意事项,为安装工作保驾护航。对安装人员进行技术交底,确保他们完全掌握安装工艺和质量要求,为高质量安装奠定基础。

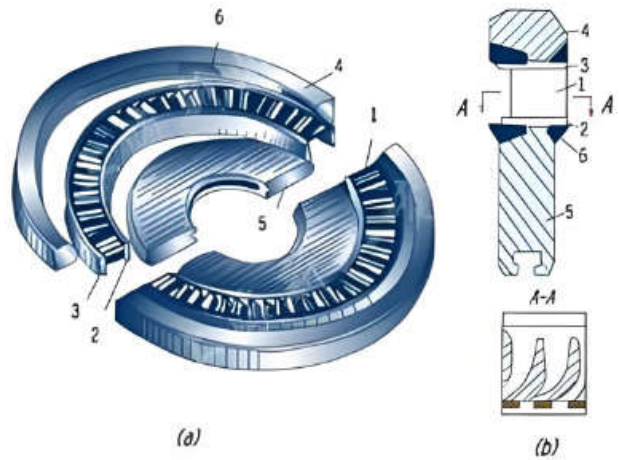


图1 汽轮机隔板的作用

1-喷嘴叶片; 2.3-喷嘴叶片的内,外围带; 4-隔板外缘; 5-隔板体; 6-焊接处

(a) 隔板组成; (b) 两板断面图

### 2.2 设备检查

仔细检查隔板的外观质量,不放过任何裂纹、变形、锈蚀等缺陷,因为这些缺陷可能在安装后引发严重问题。测量隔板的尺寸精度,包括直径、厚度、静叶片的安装角度和间距等,确保符合设计要求,以保证蒸汽在汽轮机中的流动顺畅。检查隔板的密封面,确保无损伤和划痕,保证良好的密封性能,防止蒸汽泄漏。

### 2.3 工具准备

准备好安装所需的工具和量具。千斤顶、扳手、卡尺、水平仪、百分表等工具是安装过程中的得力助手。确保这些工具的齐全和可用性，能够在安装过程中提高工作效率，确保安装质量。对工具和量具进行校验也是非常重要的一步<sup>[1]</sup>。如同对武器进行校准，确保其精度符合要求。只有精度准确的工具和量具才能为安装提供可靠的数据支持，保证安装尺寸的准确性和质量的可靠性。

#### 2.4 现场准备

清理安装现场是为安装创造良好环境的第一步。确保现场整洁、无杂物，为安装人员提供一个安全、舒适的工作空间。一个整洁的现场不仅有利于提高工作效率，还能减少安全事故的发生。检查安装基础的尺寸和水平度，如同为建筑物打好坚实的地基。只有安装基础符合设计要求，才能确保隔板在安装后稳定运行。使用水平仪等工具进行精确测量，确保基础的水平度，为隔板的安装提供稳定的支撑。最后在安装现场设置必要的安全防护设施，是对安装人员生命安全的重要保障。安装过程中可能存在各种安全风险，如高处坠落、物体打击等。设置防护栏、安全带等安全设施，能够有效降低安全事故的发生概率，确保安装人员的安全。

### 3 隔板安装工艺步骤

#### 3.1 隔板的预组装

先将隔板体、静叶片等部件进行预组装。在这个过程中，要仔细检查各部件的配合尺寸和精度，确保它们符合设计要求。任何尺寸偏差都可能影响后续的安装和汽轮机的性能。预组装完成后，对隔板进行整体检查，重点关注外形尺寸、静叶片的安装角度和间距。这些参数直接关系到蒸汽的流动和能量转换效率。最后对预组装后的隔板进行编号，以便在安装时能够快速准确地识别。

#### 3.2 隔板的吊装

选用合适的吊装设备将隔板吊起，在吊装过程中必须小心谨慎。要缓慢移动到安装位置上方，始终保持隔板的水平度和垂直度。这可以避免隔板在吊装过程中发生碰撞和变形，一旦出现碰撞或变形，可能会导致隔板密封不严或影响其在缸体内的安装精度。当隔板到达安装位置上方后，缓慢将其放入汽轮机缸体的隔板槽中，确保隔板安装到位。

#### 3.3 隔板的调整

首先检查隔板的水平度和垂直度，可使用千斤顶、垫片等工具进行微调，使其严格符合设计要求。水平度和垂直度的偏差会影响蒸汽的流动方向和能量转换效率。然后调整隔板的中心位置，使其与汽轮机缸体的中心重合，避免发生偏心现象<sup>[2]</sup>。偏心会导致转子不平衡，

增加振动和磨损。最后，调整隔板与转子之间的间隙，采用塞尺、百分表等精密工具进行测量和调整，确保间隙符合设计要求，以保证汽轮机的安全运行。

#### 3.4 隔板的固定

安装隔板的固定螺栓是确保隔板牢固安装的关键步骤。按照规定的扭矩进行拧紧，不能过松也不能过紧。过松可能导致隔板在运行过程中松动，影响密封性能和稳定性；过紧则可能损坏螺栓或隔板。拧紧后，对固定螺栓进行仔细检查，确保其无松动、变形等缺陷。

#### 3.5 隔板的密封

在隔板与汽轮机缸体之间安装密封垫片，这是保证密封良好的重要措施。密封垫片的选择要符合设计要求，安装时要确保其平整、无破损。然后涂抹密封胶，进一步提高密封性能。最后，对密封部位进行全面检查，确保无泄漏现象。任何泄漏都可能导致蒸汽泄漏，降低汽轮机的效率，甚至可能引发安全事故。

### 4 隔板安装过程中的关键技术要点

在汽轮机隔板安装过程中，掌握关键技术要点至关重要，直接关系到汽轮机的运行效率和安全性。一是隔板的找正和定位。在吊装和就位隔板时，必须借助精确的测量工具和方法。激光准直仪可确保隔板中心位置准确，水平仪能判断隔板的水平度，百分表则有助于检测垂直度。这些工具的综合运用能极大提高找正和定位的精度，使隔板安装符合设计要求，为后续运行奠定基础。二是固定螺栓需按照规定扭矩拧紧，以保证隔板固定牢固。使用扭矩扳手等工具进行操作，可确保拧紧力矩准确可靠。严格控制螺栓拧紧过程的质量，避免过紧导致螺栓损坏或隔板变形，过松则会使隔板固定不牢。（3）密封垫片的选择要严格符合设计要求，以保证良好的密封性能。涂抹密封胶时应均匀、适量，防止密封不良或漏胶。对密封部位进行严格检查和验收，确保无泄漏现象，保障汽轮机的正常运行。（4）隔板与转子之间的间隙调整必须精确，确保间隙均匀且符合设计要求。塞尺和百分表等工具可用于间隙的测量和调整，提高调整精度。调整后还需进行复查和确认，保证间隙符合标准，避免因间隙不当影响汽轮机的性能和安全。

### 5 影响隔板安装质量的因素分析

#### 5.1 制造精度

隔板的制造精度直接影响其安装质量，如果隔板的尺寸偏差、形状误差、静叶片的安装角度和间距等不符合要求，将会给安装带来困难，影响安装质量。制造过程中的质量控制不严，如焊接质量不良、铸造缺陷等，也会影响隔板的安装质量和性能<sup>[3]</sup>。

## 5.2 安装工艺

安装工艺的合理性和准确性直接影响隔板的安装质量,如果安装工艺不当,将会导致隔板安装位置不准确、固定不牢固、密封不良等问题。安装人员的技术水平和操作经验也会影响安装质量,如果安装人员技术不熟练、操作不当,将会影响安装质量和进度。

## 5.3 环境条件

安装现场的温度、湿度、清洁度等环境条件会影响隔板的安装质量,如果环境条件不符合要求,将会影响密封胶的性能、螺栓的拧紧力矩等,从而影响安装质量。安装过程中的振动、冲击等也会影响隔板的安装质量,需要采取相应的措施进行防护。

## 5.4 设备维护

安装后的设备维护也会影响隔板的安装质量,如果设备维护不当,将会导致隔板变形、密封失效等问题,影响汽轮机的性能和安全运行。定期对隔板进行检查和维护,及时发现和处理问题,是保证隔板安装质量的重要措施。

## 6 隔板安装质量控制措施

### 6.1 加强制造质量控制

在隔板制造环节,应选择质量可靠、信誉良好的厂家进行生产。这样可以源头上保证隔板的制造质量符合要求。这些厂家通常拥有先进的生产设备、严格的质量管理体系和丰富的生产经验,能够确保隔板的各项性能指标达到设计标准。对隔板的制造过程进行严格的质量控制。加强原材料检验,确保使用的钢材、合金等材料符合设计要求的强度、硬度和耐腐蚀性。在焊接过程中,严格控制焊接工艺参数,保证焊接质量,防止出现焊接缺陷。对于铸造隔板,要控制铸造工艺,确保铸件的致密性和尺寸精度。制造完成的隔板必须进行严格的检验和验收。通过精密的测量工具,检测隔板的尺寸精度、形状误差,确保其在允许范围内。同时检查静叶片的安装角度和间距是否符合设计要求,这对蒸汽的流动和能量转换效率有着重要影响。经过严格检验合格的隔板才能进入安装环节。

### 6.2 优化安装工艺

(1) 制定合理的安装施工方案。方案应明确安装工艺步骤、质量控制要点和安全注意事项。详细的工艺步骤可以指导安装人员有条不紊地进行操作,质量控制要点能够让安装人员重点关注关键环节,安全注意事项则可以保障安装过程中的人员和设备安全。(2) 加强安装

人员的技术培训和考核,提高其技术水平和操作经验。通过专业的培训,安装人员可以掌握正确的安装方法和技巧,了解最新的安装工艺和标准。考核可以检验安装人员的学习成果,确保他们能够正确执行安装工艺。

(3) 采用先进的安装工具和设备可以提高安装质量和效率。例如,使用高精度的测量仪器可以更准确地检测隔板的安装精度,采用专用的吊装设备可以确保隔板在吊装过程中的安全和稳定。

### 6.3 控制环境条件

对安装现场的温度、湿度、清洁度等环境条件进行严格控制。温度和湿度的变化可能会影响隔板的尺寸稳定性和安装精度,因此应保持安装现场的温度和湿度在适宜的范围内。清洁度也是非常重要的,安装现场应保持干净整洁,防止灰尘、杂物等进入隔板和汽轮机内部,影响设备的运行性能。采取相应的防护措施,减少安装过程中的振动、冲击等对隔板安装质量的影响<sup>[4]</sup>。在吊装和搬运过程中,使用减震垫和防护装置,避免隔板受到过大的冲击力。在安装过程中,采取固定措施,防止隔板在受到外界干扰时发生位移。

结束语: 高温高压汽轮机隔板的安装工艺及质量控制是一项系统而复杂的工程,在冷钢富余煤气发电高效提质改造一期工程中施工的一套超高温超高压40MW抽汽凝汽式汽轮发电机组(发电机型号QF-45-2-10.5)得到了充分展现。通过对隔板结构特点、安装准备、工艺步骤、关键技术要点、影响因素及质量控制措施的深入探讨和实际运用,我们认识到只有在各个环节都严格把控,才能确保隔板安装质量。在未来,应不断加强技术创新,提高制造精度,优化安装工艺,改善环境控制手段,加强设备维护,以适应不断发展的电力工业需求。

### 参考文献

- [1]张才华.隔板塔设计中散堆填料对焊接隔板作用力的简化考虑[J].中国石油和化工标准与质量.2021.10.07-10.
- [2]刘贵伟.基于数据和知识的汽轮机故障预警方法研究[D].东北电力大学,2024.06-08.
- [3]曾春晖,张群岭,周军.浅谈汽轮机机械振动的主要原因及对策[J].中国科技期刊数据库 工业A, 2023(011):10-13.
- [4]王永学,郑立军,王宏石,等.一种汽轮机通流部分的故障预警方法,系统,装置和介质:CN202211320840.7[P].CN115898564A[2024.09-25].